



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía
fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m³ Pomaoca, Puno
2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Pari Mamani, Ronal (orcid.org/0000-0002-1093-796X)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A la mejor generación que nos dio a conocer nuestro pasado para de esta manera enfrentar nuestro presente y futuro quienes fueron nuestros docentes, nuestros mentores y guidores, a la nueva generación de estudiantes que se encargarán de continuar con la investigación y de construir un mundo mejor que pueda estar en armonía con el medio ambiente.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por haberme permitido cumplir una de mis metas y por haber cuidado de mi en todo momento, a la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura en específico a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por darme la oportunidad de ser un profesional, agradezco también a mis docentes que aportaron su conocimiento durante mi formación académica y también agradezco a mi asesor de tesis al Dr. Jose Luis Benites Zuñiga por el apoyo y aporte que me proporcionó para la realización y culminación de este proyecto de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1 Tipo y diseño de investigación	15
3.2 Variables y operacionalización:.....	16
3.3 Población, muestra y muestreo.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	17
3.5 Procedimientos:	18
3.6 Método de análisis de datos:.....	20
3.7 Aspectos éticos:	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN.....	30
VI. CONCLUSIONES.....	34
VII. RECOMENDACIONES	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS	41

Índice de tablas

Tabla 1. Prueba de bombeo	24
Tabla 2. Diámetro de la línea de impulsión	27
Tabla 3. Pérdida de carga total	27
Tabla 4. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.....	28
Tabla 5. Comparación de resultados de exploración de pozos.....	31
Tabla 6. Comparación de resultados de dimensionamiento de sistema de impulsión.	32
Tabla 7. Comparación de resultados del dimensionamiento de sistema de fotovoltaico.	33

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de energía solar	10
Figura 2. Horas pico solar en un día	11
Figura 3. Ecuación general de energía	12
Figura 4. Ecuación de Bernoulli.....	13
Figura 5. Ecuación de Darcy-Weisbach	13
Figura 6. Diámetro teórico máximo (Dmax.).....	14
Figura 7. Diámetro teórico económico (Decon.)	14
Figura 8. Mapa político del Perú.....	21
Figura 9. Mapa político del Departamento de Puno.	21
Figura 10. Mapa de la provincia de Moho	22
Figura 11. Mapa del distrito de Moho.	22
Figura 12. Estacionamiento de equipo de sondaje.....	23
Figura 13. Verificación del diámetro del pozo tubular.....	23
Figura 14. Prueba de carga y abatimiento de pozo explorado.	24
Figura 15. Prueba de bombeo.....	25
Figura 16. Prueba de bombeo en la línea de impulsión	26
Figura 17. Prueba de bombeo succión.....	26
Figura 18. Prueba de bombeo en la cota máxima.....	26
Figura 19. Línea de impulsión del sistema de bombeo.	27
Figura 20. Instalación del sistema fotovoltaico.....	28
Figura 21. Pruebas del sistema fotovoltaico.....	28
Figura 22. Diagrama simplificado de sistema fotovoltaico.....	29

Resumen

En el presente proyecto tuvo como objetivo diseñar el sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m³ de Pomaoca, Puno 2022. Esta investigación es de tipo aplicada, enfoque cuantitativo, estudio no experimental, con diseño transversal y nivel aplicativo. Como población: sistema de abastecimiento de agua, muestra: sistema de bombeo, muestreo no probabilístico y unidad de análisis: bombeo de agua. Los instrumentos empleados fueron las fichas de recolección de datos de campo.

Los principales resultados muestran que el caudal extraído del pozo es de 4.5Lt/s, con el cual se tuvo una recuperación de 7.5Lt/s, también se determinó que el nivel estático está a 3m de profundidad con nivel dinámico de 9m de profundidad, se determinó que el diámetro de tubería de succión como también impulsión fueron de 2" y la potencia de la bomba es de 3.73Kw. Se concluye que el caudal que se puede extraer del sub suelo mediante un pozo es desde 4.5Lt/s hasta 7.5Lt/s, la tubería de succión e impulsión de 2" con altura dinámica total de 91.37m y para su impulsión necesitará una electrobomba de 5HP, y ello necesita 19 módulos fotovoltaicos de 300W, 17 baterías de 12V/100Amp y un inversor de corriente de 8206W.

Palabras clave: Radiación solar, potencia de la bomba, Caudal máximo, tubería de succión e impulsión.

Abstract

The aim of this project was to design a water pumping system using photovoltaic energy to supply the 25m³ reservoir at Pomaoca, Puno 2022. This is an applied research, quantitative approach, non-experimental study, with cross-sectional design and applicative level. Population: water supply system, sample: pumping system, non-probabilistic sampling and unit of analysis: water pumping. The instruments used were field data collection sheets.

The main results show that the flow extracted from the well is 4.5Lt/s, with which a recovery of 7.5Lt/s was obtained, it was also determined that the static level is at 3m depth with a dynamic level of 9m depth, it was determined that the diameter of the suction and impulsion pipes was 2" and the power of the pump is 3.73Kw. It is concluded that the flow that can be extracted from the subsoil by means of a well is from 4.5Lt/s to 7.5Lt/s, the suction and impulsion pipe of 2" with a total dynamic height of 91.37m and for its impulsion it will need an electro pump of 5HP, and it needs 19 photovoltaic modules of 300W, 17 batteries of 12V/100Amp and a current inverter of 8206W.

Keywords: Solar radiation, Pump power, Maximum flow rate, Suction and delivery pipe.

I. INTRODUCCIÓN

Malla, Bhende, y Mishra (2011, p. 4), mentions that in places like India, the lack of electricity does not allow for local agricultural development. India's electricity grid is considerably underdeveloped, and most of its population still survives without connection to the water service network. Therefore, in the Indian scenario, stand-alone solar water harvesting systems are gaining increasing interest and are becoming a very competitive solution for water pumping systems, especially since there are many sunny days throughout the year. They also solve environmental problems. The effects of global warming are driving researchers towards the development of renewable energy sources including solar systems. Que traducido al español: mencionaron que en lugares como en la India, la falta de electricidad no permite el desarrollo de la localidad en el aspecto agrícola. La red eléctrica de la India está considerablemente subdesarrollada, y la mayor parte de su de su población aún sobreviven sin conexión a la red del servicio de agua. Por eso, en el escenario indio los sistemas solares autónomos para la extracción de agua están ganando un interés creciente y se están convirtiendo en una solución muy competitiva para los sistemas de bombeo de agua, sobre todo porque se dispone de muchos días de sol durante todo el año. Además, solucionan problemas medioambientales. Los efectos del calentamiento global están impulsando a los investigadores hacia el desarrollo de fuentes de energía renovables incluyendo los sistemas solares.

Farfan (2018, p. 9), Argumenta que las energías renovables apenas representan el 1,4% y el 0,4% en el Perú, por lo que debería fortalecerse la política del gobierno en materia de energías naturales y de energía solar en concreto, facilitando a los pequeños agricultores créditos para la compra de paneles solares y electrobombas solares para el riego de sus cultivos. Estos proyectos de captación de agua son para fines agrícolas, de ganado y de autoconsumo o consumo propio.

En la mayoría de los casos, los sistemas de extracción de aguas subterráneas para el cultivo de la tierra funcionan con motores de combustible. Por ello las bombas colocadas en los pozos, tanto los excavados, pueden tener electromotores,

la mayoría de los cuales son de gran tamaño y se alimentan de electricidad como fuente de energía principal como también lo sostienen: (Laurencena, Deluchi, Rojo y Kruse, 2010, p. 87)

El problema principal de este proyecto de investigación es: ¿De qué manera se logrará diseñar un sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar el C.P. Pomaoca, Puno 2022? Y de los cuales los problemas específicos son: ¿Cuál será el caudal máximo que se podrá extraer del sub suelo o pozo para el sistema de bombeo de agua?, ¿cuáles serán las características hidráulicas para los sistemas de succión e impulsión del sistema de bombeo? Y ¿Cuáles serán las características del sistema fotovoltaico para alimentar eléctricamente la bomba de agua?

En este centro poblado, el abastecimiento de agua para el consumo de sus habitantes se da mediante un reservorio con una capacidad de 25m³ de agua, este se alimenta de un ojo de agua, con el paso del tiempo el ojo de agua está bajando su nivel, el cual es una preocupación para las autoridades y pobladores de dicha localidad. En este proyecto de investigación se propone diseñar un sistema de bombeo de agua utilizando la energía solar fotovoltaica, ya que en esta localidad la incidencia de los rayos solares llega hasta puntos extremos, según SENAMHI, la incidencia puede ser hasta 1000W/m² aproximadamente en horas pico solar, lo menciona: (Mesones, 2019, p. 45)

En este proyecto de investigación se planteó como objetivo principal: Diseñar el sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de Pomaoca, Puno 2022, y como objetivos específicos: Determinar el caudal máximo de agua que se puede extraer del sub suelo mediante un pozo para el sistema de bombeo, Diseñar los sistemas de succión e impulsión del sistema de bombeo y la potencia requerida de la bomba de agua y Diseñar el sistema de energía fotovoltaica para alimentar eléctricamente la bomba de agua

Por lo tanto, se pronostica que; Se logrará diseñar un sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar el C.P. Pomaoca,

Puno 2022, El caudal máximo de bombeo extraído del sub suelo mediante un pozo abastecerá al reservorio de 25m³, Las características hidráulicas, estarán definidas por las ecuaciones de Bernoulli y Darcy y que las características del sistema fotovoltaico dependerán de la potencia requerida de la bomba de agua y la radiación solar de la zona de estudio.

II. MARCO TEÓRICO

Como referencia nacional en esta búsqueda de Mamani (2022), En su trabajo de investigación, el objetivo fue elaborar un sistema de extracción de agua para uso humano mediante energía solar para poder aplicarlo a las comunidades. Su metodología fue una indagación descriptiva de método cuantitativo, con un diseño no experimental. Teniendo en cuenta una vivienda tradicional situada en una zona rural, se tienen en cuenta los factores necesarios para los distintos cálculos de productividad y los de carácter hidráulico, como resultado se evidencia que fomentó el desarrollo de la comunidad transformándose en una alternativa para el suministro de agua, ya que es una tendencia sencilla y confiable, que se adapta a los métodos y a las necesidades del campo. se concluye que se necesita una dotación 78.1 litros por día y que la potencia eléctrica del sistema de bombeo solar fue de 1.3 kilovatios, necesitándose 14 paneles solares de 120W, una bomba centrífuga sumergible de 2HP, 4 baterías de 12v/105A, 1 inversor de 3KW. Para su correcto funcionamiento.

Medina (2019), En su trabajo de investigación cuyo objetivo fue comprobar lo beneficioso y eficaz que es un sistema de bombeo de agua potable con energía fotovoltaica en comparación con otro; para esa zona. La muestra de estudio fue la población del distrito de Azángaro en 107 casas de la población de Chaupi-Sahuakasi. Como Resultados de dimensionamiento del sistema solar se necesitarán 14 paneles solares de 320W, 5 baterías 48V/600A, 1 regulador de 79.6Amp, 1 inversor de 1500 a 6690W y con una electrobomba de 1.5HP de potencia también se evidencia como resultados que el diámetro utilizado en la tubería de 2" se obtuvo una pérdida de carga total de 5.22m, con una altura dinámica total de carga es de 62.43m, un caudal de bombeo de 1.27Lit/seg y una longitud total de tubería de 444.61m. Se concluye que a través del presente estudio se ha podido demostrar la operatividad del sistema de extracción de agua fotovoltaica mediante un diseño apropiado; tomando en cuenta como base el mes de junio, que es el más crudo del año, con una potencia lumínica o de radiación media de 4,85 kWh/m², la efectividad es del 81,96%. Ahora hay bombas solares, permiten el bombeo sin que sea necesario el envío constante de energía, ya que se adaptan a la cantidad de energía existente por día; esto significa que no se

necesitan acumuladores, lo que implica un notable ahorro, pero es conveniente modificar el depósito y el tamaño del mismo para este tipo de bombeo.

Choque D. (2018), En cuyo trabajo de investigación tuvo como objetivo la evaluación del empleo de la energía solar fotovoltaica - eólica que nos permita plantear una alternativa de solución al problema, de impulsión de un sistema de suministro de agua en un pueblo rural - llave. El tipo de investigación adoptado fue descriptivo – aplicado, con una población del sistema de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales, la muestra es el centro poblado de Fharata Copani. Los resultados obtenidos; la línea de impulsión tubo un caudal de 0.8 litros/seg. con una longitud de 570.87m, con un diámetro de tubería de 2", con pérdida total en las tuberías de 1.88m, y una altura dinámica total de 65.73m. También se obtuvieron resultados para el sistema solar; 10 módulos solares de 200V/7Amp, 1 controlador 101 SQFlex. La principal conclusión de este proyecto de investigación es haber comprobado que el empleo de energías alternativas, la solar y la eólica, en este caso, constituyen una opción altamente rentable para los sistemas de impulsión de agua de las zonas rurales.

Seguidamente los antecedentes internacionales de Colombia y Bolivia como: Engativá (2019), El objetivo de su trabajo era crear un sistema de extracción de aguas subterráneas con un sistema de energía fotovoltaica para áreas no conectadas. Como resultados se realizó en una región con elección idónea para la extracción de agua subterránea con una altura dinámica total de 40 metros, una pérdida total en la tubería de 3m, con caudal de 7.30GPM, diámetro de la tubería de 18.096mm y longitud de tubería de 40m. El sistema de bombeo solar se basó en la radiación solar que es de 5-5,5 kW/m², con 104 pozos en el subsuelo, sus resultados evidencian que la profundidad del pozo fue de 30m, con altura dinámica de 10m, altura estática de 20m y el caudal extraído permisible es de 3 m³/seg. Se concluye que es necesario un estudio más exacto del número de personas que habitan en cada comunidad, para así determinar la magnitud del agua obtenida y es donde viven más poblaciones con esta necesidad.

Choque Z. (2018), El objetivo que propuso fue presentar una solución para los sistemas de bombeo de agua solar fotovoltaica en sitios aislados. Presentó, de forma clara y simplificada, parte de la importancia de ejecutar y simular un sistema de bombeo sumergible generado por un panel solar fotovoltaico. Resulta que los sistemas de bombeo solar son viables en comparación con las bombas tradicionales con motor eléctrico, ya que la misma bomba puede aumentar su rendimiento incrementando el número de módulos fotovoltaicos a 11Und de 190V/8.67Amp, 3und baterías de 12 V.DC. e Inversor de Corriente Continua a Corriente Alterna De 24 V.DC./220 Vac. en función de los componentes del sistema. La duración de una bomba eléctrica oscila entre 5 y 10 años, dependiendo de la calidad y la tecnología; en el caso de un sistema de alimentación fotovoltaica, la vida de servicio es de 20 años. Concluyéndose que el caudal fue 4.7m³/h en el punto de funcionamiento, con una altura dinámica de 25m y con una potencia del motor de 0.70Kw.

Los artículos para esta investigación, según Farfán y Campos (2019), El objeto de este proyecto es utilizar la energía solar en la utilización de las aguas freáticas con fines agrícolas en la cuenca de Motupe Olmos La Leche, como la principal alternativa al bombeo tradicional de agua con generadores o electricidad, según el Mapeo Solar del Perú, preparado por SENAMHI en acuerdo con el Ministerio de Energía y Minas, tiene una elevada disposición de irradiación solar diaria, que varía de 5,5 a 6,0 kWh / m². En este sentido, se han estudiado las particularidades técnicas, las mediciones y el funcionamiento de los pozos (afluentes) con caudal de pozo de 15m³/día, altura de bombeo en el pozo 16.5m y con energía de extracción de 2,7 Kw-h/día. Además, teniendo en consideración la radiación del sol local, se determinó la demanda de agua y el proyecto técnico del sistema que posibilita el aprovechamiento de las aguas subterráneas por medio de la energía fotovoltaica, que favorece el uso sostenible como alternativa limpia y sin emisión de dióxido de carbono, gases de invernadero.

Los colombianos Rúa, Cely, Gonzalez, Granados y Ramirez (2018), Comentan que su objetivo principal era diseñar un mecanismo de bombeo para el suministro de agua a los cultivos activado por energía fotovoltaica, que corresponde

a una posible solución práctica con alto grado de aplicación para todo el ámbito agrícola. En el proyecto de este vehículo se utilizó la estrategia de Shigley y se aplicó una matriz de control para el cálculo y la optimización. El proceso de desplazamiento suele verse perjudicado por la falta de redes eléctricas en las áreas rurales y la inmensa mayoría de las instalaciones de fabricación requieren el empleo de motobombas, lo que supone un impacto económico y medioambiental negativo. Se concluye que se podría aportar una contribución a la mejora del problema con el diseño del vehículo para el sistema de bombeo solar fotovoltaico. Como consecuencia, se calculó el tamaño del sistema solar fotovoltaico en función de la potencia necesaria para la bomba y se elaboró un proyecto estructural a partir de los datos.

Los chinos Li, Jin, Dan y Tao (2019), redactando en el idioma inglés, mencionan que:

As an objective, they set out to determine the correlation between PV power and pump power in practical engineering applications, analysed the aspects affecting the light intensity and mounting angle of PV panels in Shaanxi. And in combination with the calculated inverter efficiency of the PV water abstraction project. The analysis takes into account the intensity of light radiation in Shaanxi. It calculated that the optimal range of power ratio between PV power and AC 220V and 250V pump power in the PV water abstraction system in Shaanxi is 1265W and 1536W, which is the benchmark for the construction of PV water abstraction project in Shaanxi. El cual se interpreta que, como objetivo, se propusieron determinar la correlación entre la potencia fotovoltaica y la potencia de la bomba en aplicaciones prácticas de ingeniería, analizaron los aspectos que afectan a la intensidad de la luz y al ángulo de montaje de los paneles PV en Shaanxi. Y en combinación con la eficiencia calculada del inversor del proyecto de extracción de agua fotovoltaica. El análisis tiene en cuenta la intensidad de la radiación luminosa en Shaanxi. Calculó que el rango óptimo de relación de potencia entre la potencia fotovoltaica y la potencia de la bomba AC 220V y 250V en el sistema de extracción de agua fotovoltaica en Shaanxi es de 1265W y 1536W, que es el punto de referencia para la construcción de un proyecto de extracción de agua fotovoltaica en Shaanxi.

Los turcos Ghazi, Korkmaz y Amel, sostienen al respecto:

This study investigated the design of a solar-powered groundwater pumping system for irrigating desert land in Najaf, Iraq. The water pumping rate for the land to be cultivated was calculated to be 83.4 m³/day. An irrigation system was designed for the three agricultural crops that rely on soil and water sensors in their work. Twelve wells were examined with a depth of 180m, diameter of 12", average maximum flow rate of 40lit/sec, with radius of influence 650m and dynamic descent of 17.1m, A plot of 12500 m² was fed with water through two well pumps (5.5 KW) and one tank (0.78 KW), the amount of panels needed to run the irrigation system was 27 monocrystalline solar panels of type N 390 W, Total friction loss in the pipes: 2.539m. Matlab/Simulink and theoretical results showed that the system can irrigate this land, thus reducing the electrical energy cost of the panels, and the purity of the water and air gives us a green and beautiful space (2021).

El cual se interpreta que en este estudio plantearon investigar el diseño de un sistema de bombeo de agua subterránea con energía solar para regar tierras desérticas en Nayaf, Irak. Se calculó la tasa de bombeo de agua para el terreno a cultivar, que es de 83,4 m³/día. Se diseñó un sistema de riego para los tres cultivos agrícolas que dependen de los sensores de suelo y agua en su trabajo. Se examinaron 12 pozos de una profundidad de 180m, con diámetro de 12", caudal máximo promedio de 40lit/seg, con radio de influencia 650m y descenso dinámico de 17.1m, Se alimentó a un terreno de 12500 m² con agua a través de dos bombas de pozo (5,5 KW) y un tanque (0,78 KW), la cantidad de paneles necesarios para el funcionamiento del sistema de riego fue de 27 paneles solares monocristalinos de tipo N 390 W, Pérdida total por fricción en las tuberías: 2,539m. Matlab/Simulink y los resultados teóricos mostraron que el sistema puede regar estas tierras, reduciendo así el gasto de energía eléctrica de los paneles, y la pureza del agua y el aire que nos da un espacio verde y hermoso.

Los de Túnez e Irak: Qasim, Ghany y Derbel, mencionan a este respecto que:

The purpose of this research work is to study the design of a solar power project for water pumping to benefit from the design in the simulation of the real system of the project as a first step to an integrated system for monitoring and fault diagnosis as a second stage. The PV system contains 140 solar panels of 250 watts installed to generate a maximum power of 35kW to feed a 22kW submersible pump. The results

obtained from the simulated PV system indicate its compatibility with the actual results of the real system. The use of solar energy for pumping water is more economical and does not depend on the supply of traditional energy sources such as diesel (2020).

El cual se interpreta que el propósito de este trabajo de investigación era estudiar el diseño de un proyecto de energía solar para el bombeo de agua para beneficiarse del diseño en la simulación del sistema real del proyecto, como un primer paso a un sistema integrado para el monitoreo y diagnóstico de fallas como una segunda etapa. El sistema fotovoltaico contiene 140 paneles solares de 250 vatios instalados para generar una potencia máxima de 35 kW para alimentar una bomba sumergible de 22kW. Los resultados obtenidos del sistema fotovoltaico simulado indican su compatibilidad con los resultados reales del sistema real. El uso de la energía solar para bombear agua es más económico y no depende del suministro de fuentes de energía tradicionales como el gasóleo.

Los rusos: Shepovalov, Belenov y Chirkov (2020), mencionan que analizaron varias áreas de investigación para la mejora del SFV, incluyendo la investigación de la estructura del conjunto fotovoltaico y la interconexión de los módulos fotovoltaicos. Se concluye que una de las líneas prospectivas de mejora y actualización de los PVS es incluirlos en el sistema de equipos de consumo del usuario final de consumo final y evaluar la eficiencia del sistema no en la salida de la bomba ni en el punto de consumo final, sino después del consumo de agua. Se recomienda estudiar los PVS teniendo en cuenta que, en condiciones reales, la potencia media de potencia media de salida del conjunto fotovoltaico depende no solo de la irradiación, sino también del efecto combinado de todas las condiciones ambientales.

Vasconcelos y Aguirre con respecto a la energía fotovoltaica (SFV) mencionan que:

Is one of the fastest growing activities in the world and, to keep pace, there have been new developments in the use of materials, energy expenditure to manufacture these materials, device design, production technologies, as well as new concepts to increase the overall efficiency of the cells, they say (2017, p. 590).

El cual quiere decir que, es una de las actividades de más rápido crecimiento en el mundo y, para seguir ese ritmo, se han producido nuevos desarrollos en cuanto al empleo de materiales, el gasto de energía para manufacturar estos materiales, el planteamiento de dispositivos, las tecnologías de producción, así como nuevos conceptos para incrementar la eficiencia global de las celdas.

También menciona Vasconcelos y Aguirre, que:

It can be deduced that the above definitions of photovoltaic solar energy have terms in common, namely "electricity", "solar radiation", "direct generation", "conversion". Thus, we can say that photovoltaic energy is the electricity obtained from the conversion of photovoltaic energy into electricity (2017, p. 609).

El cual se interpreta, que se puede deducir que las definiciones expuestas sobre la energía solar fotovoltaica tienen términos en común, siendo estos "electricidad", "radiación solar", "generación directa", "conversión". Así, podemos decir que la energía fotovoltaica es la electricidad obtenida de la conversión de la energía fotovoltaica. Por lo tanto, la tecnología fotovoltaica existente en la actualidad es una alternativa importante para aplicarse en diversas actividades industriales, agrícolas y domésticas. Entre los principales usos están el transporte de agua, los calefactores de agua, las cercas eléctricas, los sistemas de deshidratación de productos agrícolas y la alimentación eléctrica básica para uso doméstico.

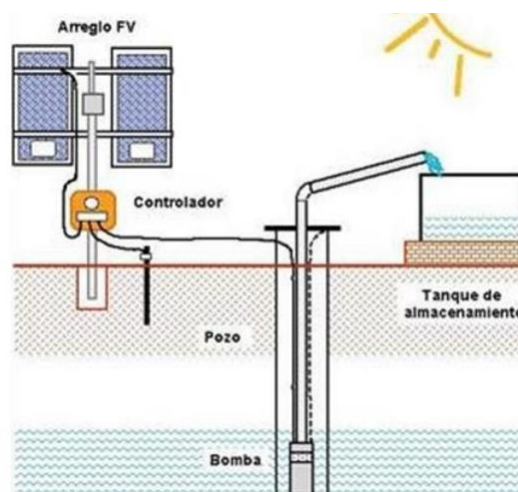


Figura 1. Sistema de energía solar

Fuente: Página web autosolar.es, 2021.

Las bombas son dispositivos que se utilizan para transferir agua (u otros líquidos) del punto A al punto B con presión para vencer la resistencia en el camino. Es importante conocer los distintos tipos de bombas, sus aplicaciones, las diferencias de diseño y los procedimientos utilizados para su funcionamiento y mantenimiento. Todas las bombas utilizan las fuerzas básicas de la naturaleza para mover un líquido. Cuando la parte móvil de la bomba comienza a moverse, el aire es empujado fuera del camino (Soriano y Pancorbo, 2012, p. 19).

Méndez y Cuervo (2012, p. 89), Menciona que el Sol, una estrella de nuestro sistema solar, actúa como un reactor termonuclear formado principalmente por helio e hidrógeno, y que este pierde masa a través de las reacciones, pero que en realidad no pierde masa porque no se genera ni se reduce. Solo se convierte en energía en manera de radiación electromagnética y térmica. El sol tiene una temperatura media de 5.500 grados centígrados y una radiación solar de 63.450.720 W/m². Por otro lado, Labouret y Viloz (2008, p. 74) comenta que la radiación solar del Sol se compone de una multitud de ondas electromagnéticas que solo entran en la superficie de las ondas con una cierta cantidad de energía. Por eso toma el nombre de espectro solar, porque se descompone en longitudes de onda o colores.

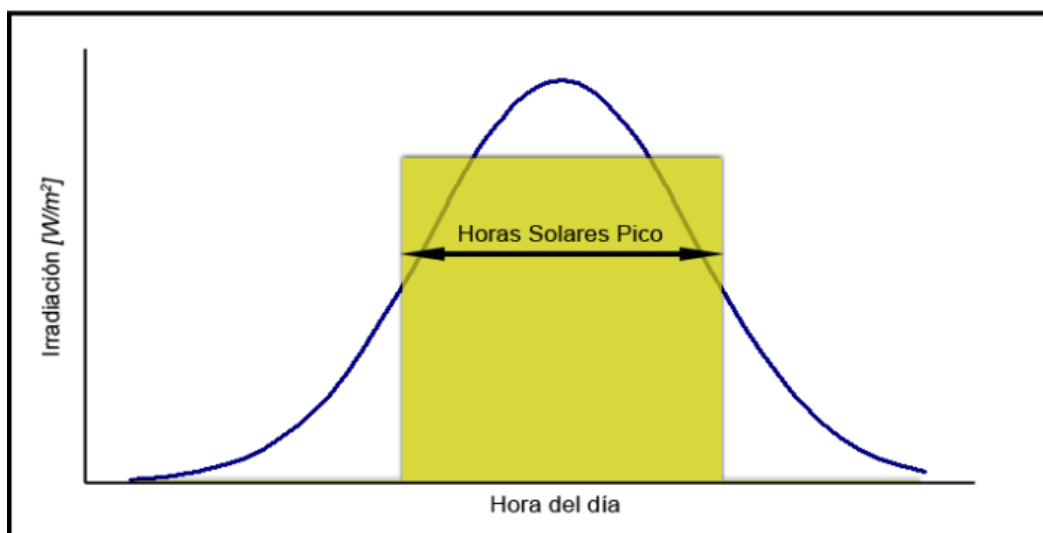


Figura 2. Horas pico solar en un día

Fuente: Fundación Wikimedia, Inc. (2008)

Velásquez (2020, p. 23), Menciona que El Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi) informó que 46 localidades del país tienen unos niveles sumamente altos de UV, entre ellas Juliaca y Ayaviri en Puno; Espinar y Sicuani en Cusco; y Sicuani en la provincia de Cusco; La Oroya, Jauja y Huancayo en Junín; el cerro Pasco en Pasco; y la zona limeña de Oyón. Por otro lado. Mascaros (2015, p. 48), menciona que solo el 50% de esta luz es realmente radiación visible (longitudes de onda entre 380 y 789 nm), el otro 50% es radiación infrarroja y ultravioleta. Esta parte es invisible para el ojo humano, pero también es importante para la energía fotovoltaica y la producción de calor solar. En la cual la luz es un conjunto de partículas elementales llamadas fotones. Los fotones son portadores de radiación electromagnética de todas las longitudes de onda, incluyendo los rayos gamma, los rayos X, los ultravioleta, los visibles, los infrarrojos, las microondas y las ondas de radio. De hasta 1 kW (kilovatio) por metro cuadrado.

La fórmula general de la energía representa una extensión de la ecuación de Bernoulli, que puede solucionar el problema de las pérdidas y los aumentos de energía en un sistema de extracción de fluido. La fórmula general de la energía debe graficarse a lo largo de la dirección de la corriente, es decir, desde el punto de interés en el lado izquierdo de la ecuación hasta el punto de interés en el lado derecho. Utilizaremos el símbolo “h” para las ganancias y pérdidas de energía como abreviatura de carga.

$$\frac{p_1}{\gamma} + z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R - h_L = \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \frac{v_2^2}{2g}$$

Figura 3. Ecuación general de energía

Fuente: Mott, 2006, pág. 203

La fórmula de Bernoulli se basa en el principio de la conservación de la energía y representa la herramienta básica para tener en cuenta estos tres cambios de energía en un sistema. Esta energía se aplica en análisis de: energía cinética, energía potencial y flujo de energía, permitiéndonos determinar las pérdidas primarias, así como las secundarias en tuberías y uniones, así como las ganancias

de energía en el caso y condiciones que se van a analizar. Lo comenta (Mott, 2006, p. 153).

$$\left(\frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} \right) = \left(\frac{V_2^2}{2g} + Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} \right)$$

Figura 4. Ecuación de Bernoulli

Fuente: Mott, 2006, p. 153

La fórmula de Darcy-Weisbach se emplea para el cálculo de la pérdida de energía debida al fricciónamiento en tramos rectos largos de una tubería circular, incluyendo el flujo laminar, así como el turbulento. La diferencia entre ambos flujos es una estimación del coeficiente adimensional de fricción f . El valor de f se consigue a partir de la fórmula explícita de Haanbad y de la aspereza de la tubería, se muestra la fórmula general de Darcy-Weisbach que nos ayuda a calcular las pérdidas primarias, según (Mott, 2006, p. 170).

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g}$$

Figura 5. Ecuación de Darcy-Weisbach

Fuente: Mott, 2006, p. 153

Para el diseño de una tubería es necesario tener en cuenta una lista de factores como: el caudal a conducir, la velocidad de conducción, el tipo de conducto, el diferencial de nivel geométrico y el piezométrico entre el punto de partida y el de llegada, la pérdida de carga, el perfil de la tubería, etc. Asevera (Agüera, 1998, p.132) Con esto determinaremos el diámetro de comercialización más adecuado, el grosor de la pared, la presión de servicio (presión nominal) y las partes y aparatos especiales que son imprescindibles para el correcto comportamiento de la aplicación. Se trata de la misma fórmula que figura en la literatura hidráulica para el dimensionamiento técnico de las cañerías. Bresse (1860, p. 202). Se considera un parámetro muy primario y excesivamente prudente,

ya que equivale a una velocidad uniforme de 0,57 m/s, que es una velocidad muy superada en la actualidad. Está dado por la fórmula.

$$D_{\max} = 1.3 * \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4} * (\sqrt{Q_b})$$

Figura 6. Diámetro teórico máximo (Dmax.)

Fuente: Bresse 1860, p. 202

$$D_{\text{econ}} = 0.96 * \left(\frac{N}{24} \right)^{1/4} * (Q_b)^{0.45}$$

Figura 7. Diámetro teórico económico (Decon.)

Fuente: Bresse 1860, p. 202

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

La presente investigación contiene las características de una investigación aplicada, ya que se está basando en teorías existentes, lo sostienen (Hernandez, Fernandez, y Baptista, 2014, p. 183). Esta investigación es de tipo aplicada debido a que en el presente estudio se tomará las teorías existentes de radiación solar y su aplicación en sistemas fotovoltaicos y también se aplicarán las teorías del diseño, sistema de bombeo de agua, líneas de conducción e impulsión y exploración de pozos de agua.

Enfoque de investigación

Según Tamayo (2004, p. 43), la investigación es cuantitativa, que consiste en la recolección de datos con el fin de probar teorías con base en la medición de variables numéricas y/o su análisis por métodos estadísticos que le den veracidad para fijar estándares de comportamiento y comprobar supuestos. Por ello, este estudio se centra en los indicadores cuantitativos, dado que el proceso o método se utilizará para medir y obtener un tratamiento numérico.

3.1.2 El diseño de la investigación

Cuando los investigadores realizan un trabajo de recogida de datos o examinan el área de impacto de la investigación y se centran en los elementos de los hechos reales sobre la investigación o los eventos, los datos de primera clase no alteran, extraen, eliminan o modifican las propiedades de la muestra, es decir, no tiene ningún control sobre ella que altere su estado inicial, por lo que es un estudio no experimental, según (Arias, 2012, p. 31). En este caso se trata de un estudio no experimental, con diseño transversal según la etapa y la continuidad del estudio. Por qué no se ha de cambiar el muestreo con diseños de tendencia, mientras que los datos existentes son de un día del año en específico.

El nivel de la investigación:

La investigación aplicada puede llegar a tener una utilidad inmediata en la resolución de problemas prácticos, también señala al respecto que la indagación aplicada responde al propósito fundamental de solucionar problemas, según (Arias, 2012, p. 31). El actual estudio se concentra en concreto en cómo se pueden poner en práctica las teorías más generales sobre el análisis estático no lineal y así aportar beneficios ante la sociedad.

3.2 Variables y operacionalización:

Ñaupas (2018, p. 261), considera que una variable está constituida por una propiedad que puede oscilar y cuya variación es posible medirse u observarse.

Variable 1 : Energía fotovoltaica

Variable 2 : Sistema de bombeo

Operacionalizar la variable significa definir claramente cómo se observará y medirá cada aspecto del estudio, según (Ñaupas, 2018, p. 261). Para conseguir la operatividad, una variable se convierte en otras variables con el mismo valor, dividiéndolas en otras más concretas denominadas dimensiones, y a su vez transformando estas dimensiones como indicadores que permitan la visualización directa. (Ver matriz de Operacionalización en el anexo 1).

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población:

La población son los elementos comunes, que pueden ser finitos o infinitos, con diferentes características, de los cuales serán exhaustivos los resultados y objetivos de investigación del proyecto de investigación que presenta el problema, según el autor (Arias, 2012, p. 31). Como población tengo al sistema de abastecimiento de agua a la localidad de Pomaoca.

3.3.2 Muestra:

Es un muestreo no probabilístico e intencionado, ya que sus unidades se eligen no por azar, sino de forma predeterminada, asignando a cada una

de ellas unas características que son relevantes para el investigador, según (Yuni y Urbano, 2014, p. 20). Como muestra en la presente investigación se tiene al sistema de bombeo.

3.3.3 Muestreo:

Muestreo es lo que nos enseña a detectar datos económicos, lógicos y extremadamente rápidos sobre una población en comparación con la población total, así como sobre sus representaciones muestrales pueden ser probabilísticas y no probabilísticas lo menciona (Baena, 2017, p. 84). En esta investigación se adoptará un muestreo no probabilístico, ya que existe una posibilidad desigual de que todos los sujetos de la población puedan participar en el estudio diseñado.

Unidad de análisis:

La unidad de análisis es el principal objeto analizado en el estudio. Se trata de "qué" se estudia o "quién" se estudia, según (Hernandez, et al, 2014, p. 183). La unidad de análisis se evidencia en esta investigación como el bombeo de agua.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Son las herramientas diseñadas y construidas para llevar a cabo procedimientos eficaces de recopilación de datos. Estos métodos son adecuados para muestras grandes, permiten respuestas objetivas de las muestras de investigación y son métodos que pueden reproducirse porque son fiables, según (García, 2016, p. 129). La técnica que se utilizará en este estudio consiste la observación, es decir en delimitar y localizar la zona de intervención y la estructura del sistema de bombeo y fotovoltaico mediante la observación.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos es un recurso que ayuda a los investigadores a reunir la información que necesitan para desarrollar un proyecto de investigación. Todas las herramientas de recolección de variables en la

investigación científica deben ser realistas y válidas, y si alguna de ellas es inadecuada, no se obtendrán los mejores resultados, lo menciona (García, 2016, p. 129). Los instrumentos para la recolección de datos utilizados serán según la naturaleza de las técnicas adoptadas, cuales son; la ficha de registro de datos. (Ver anexo 3).

Validez

Una parte esencial del vínculo entre la herramienta y los datos recogidos en el documento debe ser clara, precisa, válida y fiable, si una de estas propiedades falla, ya sea por el esfuerzo humano en la aplicación de la herramienta o porque la herramienta no está bien configurada o calibrada, se recibirá una encuesta sesgada que no tiene comparación con la realidad, lo mencionan (Zambrano , Bermeo y Moreira, 2019, p. 170) En lo que respecta a esta investigación, se han de verificar con tres peritos profesionales y expertos en la materia. (Ver anexo 4)

Confiabilidad de los instrumentos.

La confiabilidad de los instrumentos indica hasta qué punto la aplicación repetida de una herramienta al mismo tema conduce al mismo resultado, según Villasis (2018, p. 416). La fiabilidad del instrumento se confirmará con la firma de un profesional en el campo requerido para desarrollar este estudio.

3.5 Procedimientos:

Los estudios científicos abarcan un sin número de procedimientos, el cual son reproducibles en cualquier punto del planeta y con las condiciones expresas que se manejaron al momento de su publicación, el cual al momento de su verificación arrojarían los mismos resultados llegados por el investigador inicial. Los procedimientos sistemáticos de investigación, sustentando por (Malleta, 2009. p. 101). Para el desarrollo del presente proyecto de investigación nos trasladamos a la localidad de estudio para realizar el ensayo de exploración de pozo con los siguientes equipos de perforación y demás equipos empleados durante la perforación, las cuales fueron: perforadora mecánica – hidráulica, bomba de lodos ensamblada en cada perforadora de pozo fmc435, 30 varillas de perforación con sus coples, 01 broca tricónica de 6, 8 ½, 12 ¼”, 16” de diámetro y otros. En cuanto

al personal empleado fueron: un especialista de aguas subterráneas, un especialista en perforación de pozo y dos obreros, en el cual de desarrollo el estudio geofísico y dinámico que se complementó con la intervención de sondaje eléctrico vertical y perforación exploratoria con lo que se ha determinado el diseño definitivo por lo que se concluye que el servicio ha constituido por dos etapas en su primera etapa la intervención de estudio eléctrico (geofísico) y en su segunda etapa geodinámica (con perforación de pozo exploratoria) dentro de los cuales se ha determinado el perfil estratigráfico (Ver anexo 5), caudal, nivel estático, nivel dinámico y la característica de diseño definitivo de la construcción de pozo definitivo que se toma en cuenta todos los detalles alcanzados en la etapa de ejecución teniendo mucho en cuenta que el proyecto se encuentra en terreno. Se ha establecido un bombeo del pozo de 4.5 lt/s. con el cual se ha tenido una recuperación aceptable del acuífero, se proyecta una capacidad máxima de captación de 7.5 lt/s. Se ha determinado con perforación exploratoria determinando la profundidad y el diámetro mínimo que debe de contar el pozo definitivo con diámetro de ante pozo de 25" de 30m profundidad con Ademe ciego y ranurado de 14" (355mm) de PVC de clase 10 con empaquetamiento de filtro gravilla de 2.5 a 5mm. Se ha determinado que en la etapa de ejecución se deberá realizar perforación diamantina con recuperación de muestras. Luego se procedió a realizar un levantamiento topográfico de la zona de estudio, obteniendo como resultados que la cota de pozo excavado estuvo a una altitud de 3824 m.s.n.m. y la cota del reservorio está a una altitud de 3894 m.s.n.m. tal como se visualiza en el anexo 5 (Ver anexo 5). También se desarrollaron los cálculos y ensayos para determinar la sección y diámetro de tubería de succión y de impulsión utilizando las teorías de Bresse obteniendo como resultado que la sección transversal de las tuberías de succión y de impulsión fueran de 2" o 54.20mm y también se calculó la potencia de la electrobomba de agua que se basó en la pérdida de carga por accesorios y pérdidas de carga por fricción, obteniendo como resultados para una altura dinámica total de 91m se necesitará una electrobomba de agua de una capacidad de 5HP o de 3.73Kw. finalmente, se procedió a realizar el cálculo, dimensionamiento y ensayo del sistema fotovoltaico, para ello se contó con un profesional experto en el área de energías renovables de sistemas solares, dándonos como resultados que se necesitará 19 paneles solares de 300W cada

uno, también se necesitará 17 baterías de 12V 100Ah para un máximo de dos días de autonomía, un regulador de una capacidad de 2730 Amperios y un inversor de corriente equivalente a 8206W para luego ponerlos en prueba en la localidad de Pomaoca, Puno.

3.6 Método de análisis de datos:

Laura (2016, p. 171) sostiene que el sistema evolucionará de forma eficiente, aplicando reglas y procesos previamente acordados de forma deliberada e inteligente para captar y comprender fenómenos e ideas que aún no se han explicado o conceptuado. En este proyecto de investigación el diseño hidráulico se desarrollará con herramientas de ensayos de laboratorios realizados en campo trabajo de gabinete.

3.7 Aspectos éticos:

Entendemos que cuando se observan procedimientos de investigación científica o metodológica, la investigación es honesta, diseñada sistemáticamente con un procesamiento de datos adecuado (TURNITIN) y con altos estándares que producirán resultados fiables. También estará regido por la normatividad institucional de la UCV quienes tienen presente la resolución N° 0262-2020/UCV aprobada el 28 de agosto del 2020. La redacción del proyecto estará regida por el estilo ISO 690. Así mismo, se tomará en cuenta la guía de elaboración de productos de investigación a fin de cumplir con los estándares regidos. En cuanto a la línea de investigación, estará en armonía con la resolución N° 200-2018/UCV.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

Este proyecto de investigación se desarrolló en el Centro Poblado Quellahuyo Pomaoca, Distrito de Moho, Provincia de Moho – Puno



Figura 8. Mapa político del Perú

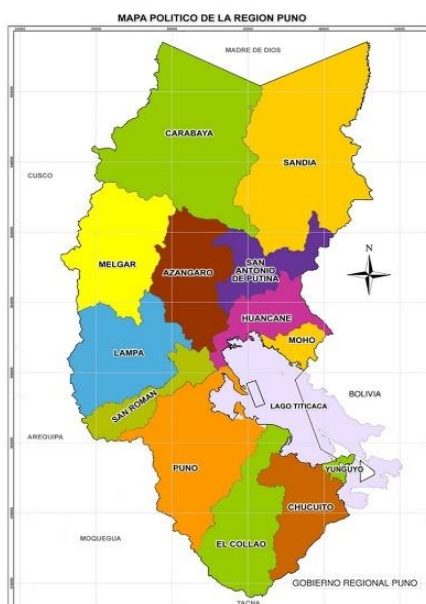


Figura 9. Mapa político del Departamento de Puno.

Ubicación del proyecto

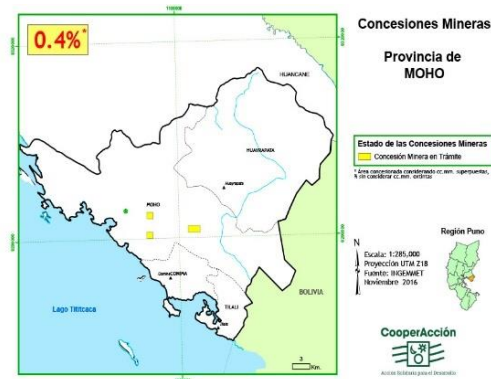


Figura 10. Mapa de la provincia de Moho

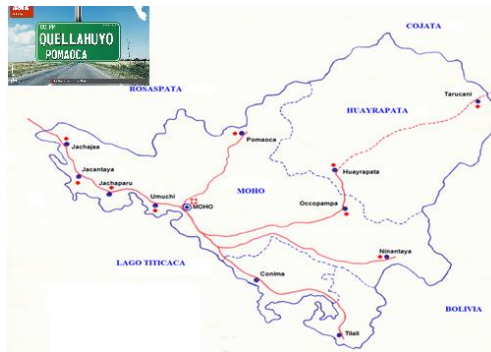


Figura 11. Mapa del distrito de Moho.

Limites

- Norte : Con la Provincia de Huancané (distritos de Vilque Chico y de Rosaspata)
- Sur : Con los distritos de Conima y de Tilali.
- Este : Con Bolivia
- Oeste : Con el Lago Titicaca

Ubicación geográfica

Ubicado geográficamente en las coordenadas: 15°21'38" de latitud Sur y 69°29'59" de latitud Oeste, con una superficie igual a 495.8 km² con altitud media de 3841m.s.n.m. según INEI hasta el "017 contaba con una población de 11518 habitantes.

Clima

En Moho, los veranos son breves y templados; los inviernos resultan breves, fríos y lluviosos, y están nublados durante casi todo el tiempo. A lo largo del año, la temperatura varía generalmente entre los -3°C y los 14°C , y raramente desciende por debajo de los -5°C o supera los 16°C .

Objetivo específico 1: Determinar el caudal máximo de agua que se puede extraer del sub suelo mediante un pozo para el sistema de bombeo.



Figura 12. Estacionamiento de equipo de sondaje.

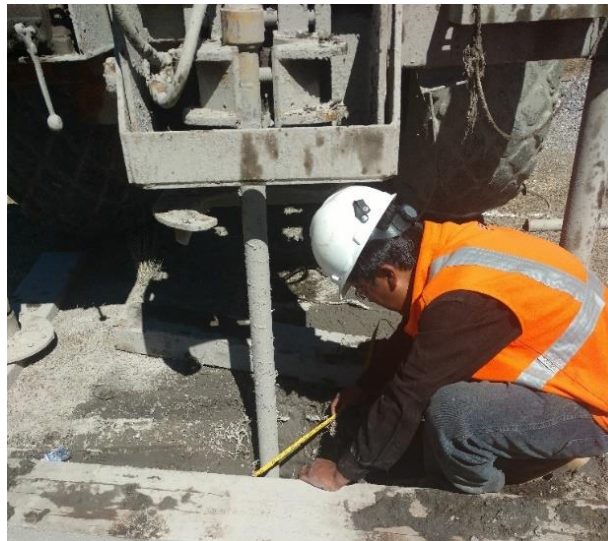


Figura 13. Verificación del diámetro del pozo tubular.



Figura 14. Prueba de carga y abatimiento de pozo explorado.

Tabla 1. Prueba de bombeo

PRUEBA DE BOMBEO					
Pozo	Diámetro mín	Profundidad	Rango de caudal		Und.
1	25"	30m	4.5	7.5	Ltr/seg
• Ademe ciego y ranurado		:	14" (355 mm)		
• Ademe		:	tubería pvc de clase 10 de 355mm		
• Perforación definitiva		:	30m de profundidad		
• Empaquetadura de grava		:	variado de 2.5mm a 5mm		
• Geomembrana		:	no se requiere		
• Presurizado de pozo		:	250psi		
• Tipo de perforación		:	rotativa hidráulica		
• Aditivo de perforación		:	biodegradables		
Ademe ciego y ranurado		:	14" (355mm)		
Empaquetamiento de filtro gravilla: 2.5-5mm					
Nivel estático		:	3m		
Nivel dinámico		:	9m		
Espesor de acuífero		:	6m		

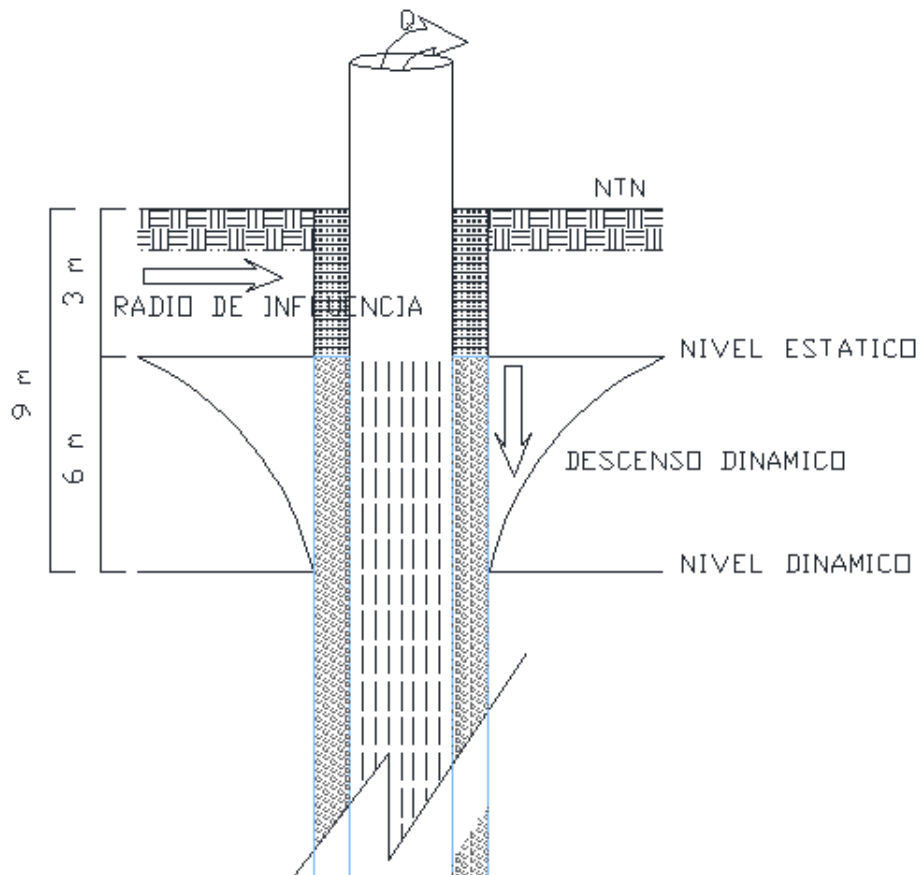


Figura 15. Prueba de bombeo

Según la tabla 1 y figura 13, Se ha establecido un bombeo del pozo de 4.5 lt/s. con el cual se ha tenido una recuperación aceptable del acuífero, se proyecta una capacidad máxima de captación de 7.5 lt/s, también se ha determinado con perforación exploratoria determinando la profundidad y el diámetro mínimo que debe de contar el pozo definitivo con diámetro de 25" y de 30m profundidad con Ademe ciego y ranurado de 14" (355mm) de PVC de clase 10 con empaquetamiento de filtro gravilla de 2.5 a 5mm y también se determinó que el nivel estático esta 3m de profundidad con un descenso hasta un nivel dinámico de 9m de profundidad.

Objetivo específico 2: Diseñar los sistemas de succión e impulsión del sistema de bombeo y la potencia requerida de la bomba de agua.



Figura 16. Prueba de bombeo en la línea de impulsión



Figura 17. Prueba de bombeo succión



Figura 18. Prueba de bombeo en la cota máxima

Tabla 2. Diámetro de la línea de impulsión

Diámetro teórico máximo (Dmax.)			Diámetro teórico económico (Decon.)			Diámetro comercial asumido	
Dmax	54.00	mm	Decon	53.00	mm	54.20	mm
						2	Pulg

Tabla 3. Pérdida de carga total

Perdida de carga por fricción en la tubería (hf): Fórmula de Hazen y Williams	17.72	m
Perdida de carga por accesorios (hk)	0.65	m
Pérdida de carga total	18.37	m

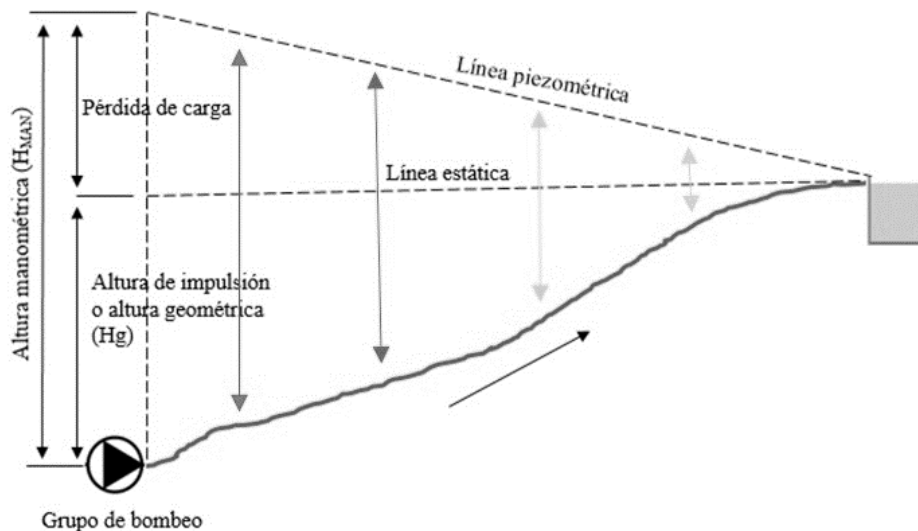


Figura 19. Línea de impulsión del sistema de bombeo.

Según la tabla 2 y 3 y figura 17, Se ha determinado que el diámetro de la tubería de succión y de impulsión será de 54.20mm que equivale aproximadamente a 2" y también se evidenció que la pérdida de carga por fricción es igual 17.72 metros con tubería de F°G° y la pérdida de carga por accesorios es de 0.65 metros, concluyéndose que la pérdida de carga total es de 18,37 metros, por lo tanto, la altura dinámica total (manométrica) es de 91.37m, finalmente con los datos anteriores obtenidos concluimos que la potencia de la bomba es de 3.73Kw, que equivale aproximadamente a 5HP.

Objetivo específico 3: Diseñar el sistema de energía fotovoltaica para alimentar eléctricamente la bomba de agua.



Figura 20. Instalación del sistema fotovoltaico



Figura 21. Pruebas del sistema fotovoltaico

Tabla 4. Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

Estimación de carga	Electrobomba de agua	3HP
Paneles solares de 300W	Número de paneles solares	19 Und
Baterías de 12V	Número de baterías	17 Und
Regulador / Controlador	Capacidad del regulador	150 Amp
Inversor	Capacidad de inversor	8206 W

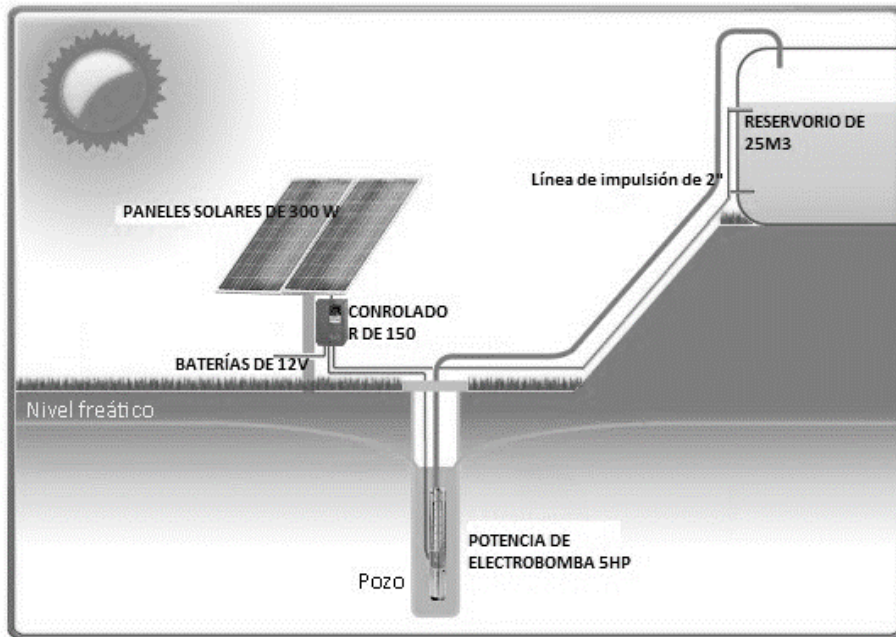


Figura 22. Diagrama simplificado de sistema fotovoltaico

La tabla 4 y figura 20, muestran los resultados del dimensionamiento del sistema fotovoltaico a partir de los resultados del anterior ensayo (potencia de la electrobomba 3.73Kw o 5HP) en la que al necesitar tal cantidad de energía eléctrica según su dimensionamiento se evidenció que se necesitará 19 paneles solares de 300W cada uno, también se necesitará 17 baterías de 12V 100Ah para un máximo de dos días de autonomía, un regulador de una capacidad de 2730 Amperios y un inversor de corriente equivalente a 8206W.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1: Se ha establecido el bombeo del pozo a razón de 4.5 Lt/s a 7.5 Lt/s, con el cual se ha tenido una recuperación aceptable del acuífero, también se ha determinado durante la perforación del pozo el diámetro mínimo de 25" y de 30m profundidad con Ademe ciego y ranurado de 14" de PVC clase 10, con empaquetamiento de filtro gravilla de 2.5mm a 5mm y también se determinó que el nivel estático está a 3m de profundidad con un descenso hasta un nivel dinámico de 9m de profundidad. Por otro lado, Engativá (2019), sus resultados evidencian que la profundidad del pozo fue de 30m, concordamos con este resultado porque ello evidencia que se quiere lograr un excelente resultado con respecto al caudal extraído en cuanto a la altura dinámica el auto menciona se obtuvo a una profundidad de 20m, ello se debe a las características o tipo de suelo que se encontró en dicho lugar, en cuanto a la altura estática el autor menciona que se encontró a una profundidad de 10m y ello está relacionado directamente con el nivel freático que encontró el investigador en su zona de estudio, por lo tanto, el caudal extraído permisible es de 3 m³/seg y en consecuencia concuerdo con los resultados del autor de esta investigación y a la vez también discreto por no analizar el descenso dinámico y el radio de influencia por ser un dato muy importantes para diseñar abastecimiento de agua por pozos. Por otro lado, concuerdo con el autor Farfán & Campos (2019), porque obtuvieron resultados de caudal de pozo de 15m³/día al ser este resultado es diferente por las condiciones de suelo de la zona de estudio, altura de bombeo en el pozo 16.5m este resultado fue adoptado según el autor de acuerdo a la naturaleza del terreno, concuerdo con estos resultados por tener lógica en sus estudios. Por otro lado, Ghazi, Korkmaz y Amel (2021), en su proyecto de investigación, se examinó 12 pozos de una profundidad de 180m en promedio, con diámetro de 12" en todos ellos, caudal máximo promedio obtenido de 40lit/seg, con radio de influencia 650m y descenso dinámico de 17.1m con el cual se alimentó a un terreno de 1250.

Tabla 5. Comparación de resultados de exploración de pozos.

Características	Autores			
	Proyecto	Engativá (2019)	Farfán & Campos (2019)	Ghazi, Korkmaz y Amel (2021)
profundidad del pozo	30m	30m	16.5m	180m
altura dinámica	9m	20m	Null	17.1m
altura estática	3m	10m	Null	Null
caudal extraído permisible	4.5 lt/s a 7.5 lt/s	3 m ³ /seg	15m ³ /día	40 lit/seg
Diámetro de Pozo	25"	Null	Null	12"

Discusión 2: En la presente investigación, el diámetro de la tubería de succión y de impulsión fue de 2", la pérdida de carga por fricción es igual 17.72 metros con tubería de F°G°, la pérdida de carga por accesorios es de 0.65 metros, concluyéndose que la pérdida de carga total es de 18,37 metros, por lo tanto, la altura dinámica total (manométrica) es de 91.37m y la longitud total de la tubería es de 558m Por otro lado, Choque (2018) como resultados obtenidos; la línea de impulsión tubo un caudal de 0.8 litros/seg. Con una longitud de 570.87m, con un diámetro de tubería de 2", con un caudal de bombeo 3.00Lt/seg, con pérdida total en las tuberías de 1.88m, y una altura dinámica total de 65.73m. Por otro lado, Medina (2019), el diámetro utilizado en la tubería de 2" se obtuvo una pérdida de carga total de 5.22m, con caudal de bombeo de 1.27Lit/seg, con una altura dinámica total de carga es de 62.43m y una longitud total de tubería de 444.61m, también, por otro lado, Engativá (2019), obtuvo una altura dinámica total de 40 metros, una pérdida total en la tubería de 3m, con caudal de 7.30GPM, diámetro de la tubería de 18.096mm y longitud de tubería de 40m.

Tabla 6. Comparación de resultados de dimensionamiento de sistema de impulsión.

Características	Autores			
	Proyecto	Medina (2019)	Choque (2018)	Engativá (2019)
Caudal en la tubería	3Lt/seg	1.27Lit/seg	0.8 litros/seg	7.30GPM
Longitud de la tubería	558m	444.61m	570.87m	40m
Diámetro de la tubería	2"	2"	2"	18.096mm
Pérdida de la carga total	18,37 metros	5.22m	1.88m	3m
Altura dinámica	91.37m	62.43m	65.73m	40 metros

Discusión 3: En la presente investigación que se desarrolló se obtuvieron como resultados del tercer objetivo específico que para una potencia de la electrobomba 3.73Kw o 5HP se necesitó 19 paneles solares de 300W cada uno, también se necesitó 17 baterías de 12V 100Ah para un máximo de dos días de autonomía, un regulador de una capacidad de 2730 Amperios y un inversor de corriente equivalente a 8206W. Por otro lado, Mamani (2022), En su trabajo de investigación, concluyó que se necesitó para una dotación 78.1 litros por día y que la potencia eléctrica del sistema de bombeo solar fue de 1.3 kilovatios, necesitándose 14 paneles solares de 120W, una bomba centrífuga sumergible de 2HP, 4 baterías de 12v/105A, 1 inversor de 3KW. Para su correcto funcionamiento. También, por otro lado, Medina (2019), obtuvo resultados de dimensionamiento del sistema solar y en ello cometa que se necesitaron 14 paneles solares de 320W, 5 baterías 48V/600A, 1 regulador de 79.6Amp, 1 inversor de 1500 a 6690W y con una electrobomba de 1.5HP de potencia. Así también, por otro lado, Choque (2018) Cuyo trabajo obtuvieron resultados para el sistema solar; 11 módulos solares de 190V/8.67Amp, 1 controlador 101 SQFlex.

Tabla 7. Comparación de resultados del dimensionamiento de sistema de fotovoltaico.

Características	Autores			
	Proyecto	Mamani (2022)	Medina (2019)	Choque (2018)
Potencia de la electrobomba	3.73Kw o 5HP	2HP	1.5HP	0.70Kw
Paneles solares	19Und de 300W	14Und de 120W	14Und de 320W	11Und de 190V/8.67Amp
Baterías	17Und de 12V 100Ah	4Und de 12v/105A	5Und de 48V/600A	3 und de 12 V.DC.
Inversor de corriente	8206W	3KW	1500W	24 V.DC. / 220 V.AC.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1: En cuanto a la determinación del caudal máximo de agua que se puede extraer del sub suelo mediante un pozo para el sistema de bombeo, se concluye que se puede obtener como máximo un caudal desde 4.5 lt/s hasta 7.5 lt/s sin generar ningún inconveniente a largo plazo durante el funcionamiento del proyecto propuesto.

Conclusión 2: En cuanto al diseño del sistema de succión e impulsión del sistema de bombeo y la potencia requerida de la bomba de agua. Se concluye que el diámetro de la tubería de succión y de impulsión son de 2" de material F°G° con diseño de altura dinámica total de 91.37m y para su impulsión hasta el reservorio se necesitará una electrobomba de 5HP de potencia.

Conclusión 3: en cuanto al diseño del sistema de energía fotovoltaica para alimentar eléctricamente la bomba de agua, se concluye que se necesita 19 unidades de módulos fotovoltaicos de 300W, 17 unidades de baterías de 12V/100Amp y un inversor de corriente de 8206W todo ello para accionar una electrobomba de 3.73Kw.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Se recomienda realizar investigaciones de exploración de pozos de agua con un mínimo de dos pozos de inspección en la cual se pueda determinar u observar los descensos dinámicos con respecto al nivel freático y también determinar un radio de influencia más exacto y también se recomienda realizar un estudio de suelos para de esta manera determinar la permeabilidad del suelo.

Recomendación 2: Se recomienda la utilización de tuberías resistentes metálicas y para futuras investigaciones implementar el sistema de golpe de ariete para evitar problemas de presión en la tubería.

Recomendación 3: Se recomienda realizar el análisis técnico - económico y/o costo beneficio del sistema fotovoltaico para su implementación.

REFERENCIAS

- MEDINA MENDOZA, A. F. (2019). Análisis comparativo de un sistema de bombeo de agua potable con energía solar fotovoltaica y con energía eléctrica convencional para la localidad de Chaupi Sahuacasi, Provincia de Azángaro – Puno. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10340/Medina_Mendoza_Alexander_Friedrich.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- AGÜERA, J. (1998). Mecánica de fluidos incompresibles y turbomáquinas hidráulicas. Ciencia 3, S.L.
- ALLASIA, D. (2000). Estimación del diámetro económico de la tubería de un sistema de bombeo. Instituto. Brasi: Departamento de Hidráulica – Facultad de Ingeniería (UNNE).
- ARIAS, F. (2012). El proyecto de investigación Introducción a la metodología. Caracas: Episteme C.A.
- BAENA, G. (2017). Metodología de la investigación Serie integral por competencias (3ra Edición ed.). México: Grupo editorial patria.
- BRESSE, C. (1860). Cours de mécanique appliquée. París.
- CHOQUE ARCE, D. (2018). Evaluación del uso de la energía solar fotovoltaica-eólica para la impulsión de un sistema de abastecimiento de agua en un centro poblado rural Ilave. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Puno, Perú. Obtenido de <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/10970>
- CHOQUE QUISPE, Z. R. (2018). Generación de energía basado en un sistema fotovoltaico para bombeo de agua. Tesis. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/22001>
- DARCY, H. Y. (1865). Recherches hydrauliques entreprises par M. Henry Darcy continuées par M. Henri Bazin. Deuxième partie. Recherches expérimentales relatives au remous et à la propagation des ondes. Paris: Imprimerie impériale.
- ENGATIVÁ TAMAYO, D. F. (2019). Diseño de un sistema de extracción de agua subterránea alimentado por energía solar fotovoltaica para zonas no

- interconectadas en la Guajira. Tesis. Universidad Santo Tomás,, Bogotá, Colombia. Obtenido de
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35270/2019DanielEngativa.pdf?sequence=1>
- FARFÁN NEYRA, J. L., & CAMPOS UGAZ, W. A. (2019). Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea. *Revista de Investigación y Cultura -Universidad César Vallejo*, 8(1), 65 - 74. Obtenido de
<http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-hacer/article/view/548/528>
- FARFAN, J. (2018). Energía solar fotovoltaica para la explotación de agua subterránea,. Universidad Nacional Pedro Ruiz, Lambayeque, Perú.
- GARCÍA, J. (2016). Metodología de la investigación para administradores (1ra Edición ed.). Bogotá: Ediciones de la U.
- GHAZI, A. J., KORKMAZ, F., & AMEL , A. (27 de July de 2021). Design and evaluation of solar energy powered groundwater pumping system for irrigation farm in desert. *Kufa Journal of Engineering*, 12(3), 69 - 83. Obtenido de <https://journal.uokufa.edu.iq/index.php/kje/article/view/684/1705>
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, & BAPTISTA. (2014). Metodología de la Investigación (6ta Edición ed.). Mexico: McGRAW-HILL/interamericana editores, S.A.
- LABOURET, A., & VILLOZ, M. (2008). *Énergie solaire photovoltaïque* (4ta ed.). España: Ediciones & Mundi-Prensa Libros,.
- LAURA, C. (2016). Diccionario de la metodología de la investigación científica Aportaciones para la producción de conocimientos científico. (1ra ed.). España.
- LAURENCENA, P., DELUCHI, M., ROJO, A., & KRUSE, E. (Junio de 2010). Influencia de la explotación de aguas subterráneas en un sector del área periurbana de La Plata. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 4, 87. Obtenido de
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S0004-48222010000300005&script=sci_arttext&lng=en
- LI, SHENGMIN ; JIN, HU; DAN, ZHAO; TAO, AN;. (16 de September de 2019). Research on optimal power ratio of solar photovoltaic pumping system. 2019

- 14th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA). China. doi:10.1109/ICIEA.2019.8834263
- MALLA, S., BHENDE, C., & MISHRA, S. (2011). Sistema de bombeo de agua con base fotovoltaica. Conferencia internacional sobre energía, automatización y señales de 2011, (págs. 1 - 4). doi:10.1109/ICEAS.2011.6147148
- MALLETA, H. (2009). Epistemología aplicada: Metodología y técnica de la producción científica. (1ra ed.). Lima.
- MAMANI QUISPE, H. U. (2022). Sistema de bombeo de agua para consumo humano utilizando energía solar fotovoltaica, con una perspectiva de viabilidad para uso doméstico, para el poblado de Mororcco, distrito de Muñani, provincia de Azágaro. Tesis. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú. Obtenido de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/17897/Mamani_Quispe_Hitler_Urbino.pdf?sequence=1
- MAQUERA TICONA, J. J., MAYTA CHOQUE, R., & RAMOS VILCA, J. L. (2021). Evaluacion de alternativas del diseño de un sistema de bombeo de agua potable con energía fotovoltaica y con energia de la red electrica comercial, para el distrito de Plateria, Provincia de Puno, 2021. Tesis. Universidad Privada de Trujillo, Trujillo, La Libertad, Perú. Obtenido de <http://181.176.219.234/bitstream/handle/UPRIT/594/tesis-maquera-mayta-ramos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MASCAROS, V. (2015). Instalaciones Generadoras Fotovoltaicas. (1ra ed.). España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- MÉNDEZ, J. M., & CUERVO, R. (2012). Energía Solar Fotovoltaica (7ª ed.). Madrid: FC Editorial. Fundación Confemetal.
- MESONES ABANTO, P. F. (2019). Dimensionamiento y selección de un sistema solar fotovoltaico de conexión a red para el restaurante “El Zarco” ubicado en la ciudad de Cajamarca. Universidad Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4310/BC-TES-TMP-3132.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MOTT, R. L. (2006). Mecánica de fluidos, sexta edición. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN .

- ÑAUPAS, H. (2018). Metodología de la investigación cuantitativa – cualitativa y redacción de la tesis (5ta edición ed.). Bogota: DGP Editores SAS.
- QASIM AL-OBAIDI, MARWAH; GHANY HAMID, TWANA; DERBEL, NABIL. (22 de June de 2020). Design of Solar Powered Water Pumping System for Domestic Use in Erbil. IEEE, 22. Obtenido de <https://ieeexplore.ieee.org/document/9364196>
- RUA, R. E., CELY, L., GONZALEZ, A., GRANADOS, A., & RAMIREZ, R. (2018). Diseño estructural de transporte para sistema de bombeo portátil activado con energía solar fotovoltaica para el departamento de Boyacá. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo, II, 11. Obtenido de https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3219/1736
- SHEPOVALOV, O. V., BELENOV, A. T., & CHIRKOV, S. V. (12 de August de 2020). Review of photovoltaic water pumping system research. ScienceDirect, 6(6), 306 - 324. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484720313081>
- SORIANO RULL, A., & PANCORBO, F. (2012). Suministro, distribución y evacuación interior de aua sanitaria. Barcelona, España: MARCOMBO, S. A. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books/content?id=BwOPc9bD0gkC&hl=es&pg=PA19&img=1&zoom=3&sig=ACfU3U1HM4ILSirhPF3g8Q8W7vMaCS-olg&w=1280>
- TAMAYO, M. (2004). El proceso de la investigación científica incluye evaluación (4ta edición ed.). Mexico: Limusa.
- VASCONCELOS SAMPAIO, P. G., & AGUIRRE GONZÁLEZ, M. O. (Julio de 2017). Photovoltaic solar energy: Conceptual framework. Elsevier, 74, 590-601. doi:<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.081>
- VELÁSQUEZ BUSTAMANTE, D. E. (2020). Comparación de la irradiación solar en la localidad de Huaura en el periodo de enero a marzo del 2019, con el mapa solar del Peru publicado por el Senamhi en el año 2003. Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrión, Huacho, Perú.
- VILASIS, M. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones (Vol. 65). Mexico.

YUNI, JOSÉ; URBANO, CLAUDIO. (2014). Técnicas para investigar Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. (1ra ed.). Cordoba.

ZAMBRANO , P., BERMEO, C., & MOREIRA, M. (2019). Metodología de la Investigación (1ra Edición ed.). Ecuador: Editorial Colloquium.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m³ Pomaoca, Puno 2022

Autor: Ronal Pari Mamani

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
Variable 1 - energía fotovoltaica. (variable de calibración)	- La energía solar fotovoltaica es la que se obtiene convirtiendo la luz solar en electricidad mediante una tecnología basada en El efecto fotoeléctrico.	El Ministerio de Energía y Minas indica que el país tiene una alta radiación solar, de 5,5 a 6,5 kWh/m ² ; de 5,0 a 6,0 kWh/m ² en la Costa y aproximadamente de 4,5 a 5,0 kWh/m ² en la Selva.	Radiación solar (KWh/m ²)	5.5 - 6.5	De intévalo
			Cantidad de potencia requerida (watt)	según diseño	de razón o relación
Variable 2 - Sistema de bombeo (variable evaluativa)	- Es el sistema que tiene varias partes que hacen posible el recorrido por las tuberías, así como la eventual recogida de líquidos, permitiendo cumplir las especificaciones de caudal y presión en los procesos. El balance hidráulico se da gracias al balance energético donde se cuenta o se tiene en cuenta la energía potencial y cinética y las pérdidas de energía.	- Diseño de una de la tubería de impulsión entre el punto de captación y el reservorio con capacidad de 25m ³	Caudal máximo de bombeo	Número de horas de bombeo, Caudal máximo diario	de razón o relación
			Sección y diámetro de tuberías de succión	Por las teorías de Bernoulli y Darcy.	de razón o relación
			Sección y diámetro de tuberías de impulsión	Por las teorías de Bernoulli y Darcy.	de razón o relación

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m3 Pomaoca, Puno 2022							
Autor: Ronal Pari Mamani							
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	energía fotovoltaica	Radiación solar	1KW/m2	fichas de investigación	Tipo de investigación experimental
¿De qué manera se logrará diseñar un sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar el reservorio de 25m3 C.P. Pomaoca, Puno 2022?	Diseñar el sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 24m3 de Pomaoca, Puno 2022	Se logrará diseñar un sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar el C.P. Pomaoca, Puno 2022		Potencia requerida	Wh	fichas de investigación	Enfoque de investigación cuantitativo
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:	Sistema de bombeo	Caudal máximo de bombeo	Número de horas de bombeo	fichas de investigación	El diseño de la investigación inductivo
¿Cuál será el caudal máximo que se podrá extraer del sub suelo o pozo para el sistema de bombeo de agua?	Determinar el caudal máximo de agua que se puede extraer del sub suelo mediante un pozo para el sistema de bombeo.	El caudal máximo de bombeo extraído del sub suelo mediante un pozo abastecerá al reservorio de 25m3			Caudal máximo diario		El nivel de la investigación: aplicativo
¿cuáles serán las características hidráulicas para los sistemas de succión e impulsión del sistema de bombeo?	Diseñar los sistemas de succión e impulsión del sistema de bombeo y la potencia requerida de la bomba de agua.	Las características hidráulicas, estarán definidas por las ecuaciones de Bernoulli y Darcy		Sección y diámetro de tuberías de succión e impulsión	Por las ecuaciones de Bernoulli y Darcy.	fichas de investigación	Población: abastecimiento de agua en Pomaoca
¿Cuáles serán las características del sistema fotovoltaico para alimentar eléctricamente la bomba de agua?	Diseñar el sistema de energía fotovoltaica para alimentar eléctricamente la bomba de agua	Las características del sistema fotovoltaico dependerán de la potencia requerida de la bomba de agua y la radiación solar de la zona de estudio.					Muestra: sistema de bombeo
							Muestreo: no probabilístico

D. PRUEBA DE DESARROLLO DE POZO EXPLORATORIO

Cota de terreno natural	
Profundidad nivel freático	
Nivel estático	
Nivel dinámico	
Radio de Influecia	
Rendimiento o caudal estimado	

Caudal Extraído (Lit/seg)	Desenso dinámico (m)	Obsevaciones

Observaciones y/o conclusiones:

Como constancia de lo expresado firmamos a continuación:

Fecha:

	<hr/> <p>Representante legal de la institución:</p>
--	---

LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA

HOJA DE TRABAJO

PROYECTO:

FORMATO DE CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA

1. DATOS

Caudal Maximo Diario (Qmd)		lps	
Numero de horas de bombeo (N)		horas	CT
Caudal de bombeo (Qb)		l/seg	H
Cota (Succion)	CT-H	msnm	$Q_b = Q_{md} * \left(\frac{24}{N}\right)$
Cota de llegada al punto		msnm	
Cota de nivel estático		msnm	
Cota de nivel dinámico		msnm	
H (Nivel estatico)		m	
H (Nivel dinamico)		m	
Espesor del Acuífero		m	
H (Nivel succion)		m	
H (Estática)		m	
Coficiente de Hazen-Willians (PVC)			
Coficiente de Hazen-Willians F° G°			
Longitud de la tubería linea de impulsion PVC		m	
Longitud de la tubería del arbol del pozo al reservorio PVC		m	
Longitud de tubería en la caseta y reservorio F° G°		m	
Presion a la salida (Ps)		m	

2. CALCULO DEL POZO

Calculo del diámetro del Ademe (da)

da dt+6" pulg

Diametro de la electrobomba sumergible = dt
 Espacio que se debe dejar para que la electrobomba sumer = pulg

Calculo de diametro de electrobomba sumergible
 Este se obtiene de seleccionar la curva de diseño de la bomba y esto a su vez se ha

Factor de transformacion del lps a gpm =

Caudal de Bombeo (Qb) = gpm

En el grafico se observa para el caudal se requiere el diámetro de la elec pulg

da = pulg

Nota: El diámetro de 12" coincide con el diametro del cedazo

entonces el diámetro del ademe nos queda

da = pulg

calculo del diámetro de Contra-ademe (db)

db = da+6"

Espacio anular que se deja para el filtro de grava (3" por lado) pulg

db = pug

Calculo del diámetro del contra-ademe considerando la cementacion (dbc)

$dbc = db + 4"$
 $db = \text{diámetro de contra-ademe}$

Espacio para la cementacion del pozo (2" por lado) pulg

dbc = pulg

Caudal de bombeo (Qb) 0.00 lps

Espesor del Acuifero H = m
 Velocidad V = m/s

V= Velocidad maxima permeeable a la entrada del cedazo para evitar turbulencia del a

Partiendo de la formula de continuidad $Q = V \times A$
 $A = Q / V$

A = m²

obtencion del area de infiltracion (f)

$$f = \frac{A}{h}$$

A = Area requerida
 h = Espesor del Acuifero 0 m

$f = \frac{\text{Area}}{\text{Espesor}}$
 $f = \frac{\text{Area}}{\text{Espesor}}$ m²/m
 $f = \frac{\text{Area}}{\text{Espesor}}$ cm²/ml

f = Area de infiltracion total (minima requerida) requerida

Con este valor pasamos al catalogo ELEMSA de tuberia ranuradas

Si consideramos que una abertura de ranura = 1mm, tendremos un Área de infiltración en la CANASTILLA

AREA DE INFILTRACION EN cm ² /ml					
CANASTILLA VERTICAL					
DIAMETRO Y ESPESOR	PESO POR METRO L.	No. Ran.	ABERTURA DE LA RANURA		
			1mm.	2mm.	3mm
8 5/8 x 3/16	26.2 Kg.	606	316	606	965
1/4	34.3 Kg.	606	316	606	965
10 3/4 x 3/16	31.9 Kg.	752	391	752	1218
1/4	42.6 Kg.	752	391	752	1218
12 3/4 x 1/4	50.7 Kg.	912	474	912	1477
5/16	61.7 Kg.	912	474	912	1477
14 x 1/4	55.7 Kg.	992	515	992	1607
5/16	69.8 Kg.	992	515	992	1607
16 x 1/4	64.8 Kg.	1104	574	1104	1788
5/16	80.9 Kg.	1104	574	1104	1788
18 x 1/4	72.3 Kg.	1260	655	1260	2073
5/16	91.5 Kg.	1260	655	1260	2073
20 x 1/4	80.6 Kg.	1424	740	1424	2305
5/16	101.9 Kg.	1424	740	1424	2305
22 x 1/4	83.1 Kg.	1584	823	1584	2556
5/16	110.8 Kg.	1584	823	1584	2556
24 x 1/4	99.5 Kg.	1728	898	1728	2789
5/16	120.9 Kg.	1728	898	1728	2789

Tomaremos un diametro de 12" ya que nuestro caso ademe antes calculado es de 1

$$f = \text{[]} \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$\text{[0]} > \text{[]} \text{ OK}$$

Se obtienen los siguientes datos del cedazo:

Diámetro del cedazo	=	[]	pulg
Espesor	=	[]	pulg
Peso por metro lineal	=	[]	kg
Nº de Ranuras	=	[]	un
Área de infiltración	=	[]	cm ² /ml

El diámetro del ademe resulto de 12" y el cedazo salio de 12" es decir que:

$$\text{Ø Cedazo} \geq \text{Ø Ademe} \text{ OK}$$

Conclusiones

$$f = \text{[]} \text{ cm}^2/\text{ml}$$

$$\text{Ø Cedazo} = \text{[]} \text{ pulg}$$

$$\text{Ø Ademe} = \text{[]} \text{ pulg}$$

se considera por diametro comercial

3. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE IMPULSION

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse:

Diámetro teórico máximo (Dmax.)

$$D_{\text{max}} = 1.3 * \left(\frac{N}{24} \right)^{1/2} * (\sqrt{Q_s}) \dots\dots\dots (1)$$

Diámetro teórico económico (Decon.)

$$D_{\text{econ}} = 0.96 * \left(\frac{N}{24} \right)^{1/2} * (Q_s)^{1/2} \dots\dots\dots (2)$$

Reemplazando en las ecuaciones (1) y (2) obtenemos:

Diámetro teórico máximo (Dmax.) [] mm

Diámetro teórico económico (Decon.) [] mm

Diametro comercial asumido [] mm

4. SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Perdida de carga por fricción en la tubería (hf):Fórmula de Hazen y Williams

$$h_f = \frac{1745155.28 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}} \dots\dots\dots (3)$$

Reemplazando en la ecuacion (3), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeo (l/s)	Longitud (m)	C (Hazen-W)	Diametro (mm)	hf (m)
1					
2					
3					
Total					

Perdida de carga por accesorios (hk)

Si $\frac{L}{D} < 4000$

Aplicamos la siguiente ecuacion para el calculo de la perdida de carga por accesorios

$$h_k = 25x \frac{V^2}{2g} \dots\dots\dots(4)$$

Reemplazando en la ecuacion (4), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeo (l/s)	Diametro (mm)	Velocidad (V) (m/s)	h _k (m)
Total				

Perdida de carga total : hf + hk(total)

Tramo	hf (m)	hk (m)	hf + hk (m)

Altura dinámica total $Hdt = Hg - Hftotal - Ps$ m

Potencia teorica de la bomba HP

Potencia a instalar HP

TIPO: BOMBA TURBINA VERTICAL (IMAGEN 02)

$Pot.Bomba = \frac{PE * Qb * Hdt}{75 * \eta}$ KW

Datos

PE = Peso específico del agua (Kg/m3)

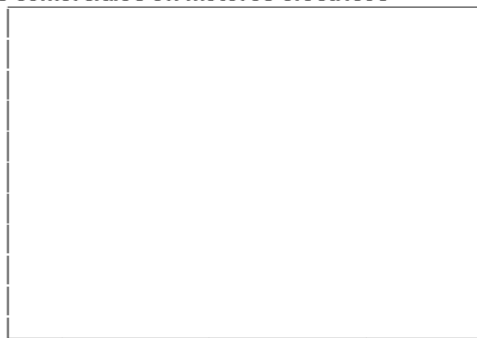
n = Rendimiento del conjunto bomba-motor

n = n1 * n2

n1 = Eficiencia del motor = 70% < n1 < 85%

n2 = Eficiencia de la Bomba = 85% < n2 < 90%

IMAGEN 01: Potencias comerciales en motores electricos



	Responsable de Práctica:	Responsable de laboratorio:
	<input type="text"/>	<input type="text"/>
	Nombre:	Nombre:

Proyecto:

MEMORIA DE CÁLCULO, TRABAJO DE GABINETE PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTVOLTAICO

ESTIMACIÓN DE CARGA					
EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO EN VATIOS	HORAS DE USO AL DIA	CONSUMO ENERGÍA VATIOS HORA	OBSERVACIONES

POTENCIA MÁXIMA					
TOTAL CONSUMO ENERGÍA					OBSERVACIONES
FACTOR PÉRDIDAS CONEXIONES 10%			=		

PANELES SOLARES				
REGIÓN UBICACIÓN	CONSUMO CARGA CORREGIDO	HORAS DE SOL (MAPA)	CAPACIDAD PANELES	OBSERVACIONES

BATERÍAS					
CONSUMO CARGA CORREGIDO	VOLTAJE BATERÍAS	FACTOR PÉRDIDAS TEMPERATURA 30%	DIAS AUTONOMIA	CAPACIDAD BATERÍAS	OBSERVACIONES

REGULADOR				
CORRIENTE MÁXIMA PANEL SOLAR (Imp)	FACTOR SEGURIDAD	PANELES EN PARALELO	CORRIENTE CORREGIDA	OBSERVACIONES

INVERSOR				
POTENCIA MÁXIMA	FACTOR SEGURIDAD 25%	VOLTAJE BATERÍAS	CAPACIDAD INVERSOR	OBSERVACIONES

Proyectista:	VºBº Supervisor:

Anexo 4. Validez

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Ronald Huancapaza Juncachajlla identificado con DNI 44089686, con CIP N° 143307, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FICHA DE REPORTE TÉCNICO DE LA EXPLORACIÓN DE POZO PROFUNDO EJECUTADO.
2. FORMATO DE CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA
3. MEMORIA DE CÁLCULO, TRABAJO DE GABINETE PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo; RONAL, PARI MAMANI quien elabora la tesis titulada:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR AL RESERVORIO DE 25M3 POMAoca, PUNO 2022"

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLÓGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACIÓN TOTAL 39




Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0-20	21-30	31-36	37-40

La valoración obtenida fue de *treinta y nueve* y está dentro del rango de valoración *37-40* y su validación fue *Exigente*

9 de Agosto del 2022



Escuela Profesional de Ingeniería Civil
CIP N° 143307

Firma del experto

N° DNI: 44019686

N° CIP: 143307

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Eduwa Pazillo Escarseña identificado con DNI 456418306, con CIP Nº 143314, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FICHA DE REPORTE TÉCNICO DE LA EXPLORACIÓN DE POZO PROFUNDO EJECUTADO.
2. FORMATO DE CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA
3. MEMORIA DE CÁLCULO, TRABAJO DE GABINETE PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al testista de la Universidad Cesar Vallejo; RONAL PARI MAMANI quien elabora la tesis titulada:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR AL RESERVORIO DE 25M3 POMAACA, PUNO 2022"

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.				X	
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.				X	
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.					X
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.					X
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.				X	

VALORACIÓN TOTAL 36


Eduwa Pazillo Escarseña
INGENIERO CIVIL
Reg. C. 24° 143314



Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0-20	21-30	31-36	37-40

La valoración obtenida fue de Trenta y Seis y está dentro del rango de valoración 31-36 y su validación fue Bueno

10, Agosto DE 2022



Ing. Edwin Porillo Escamez
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 143314

Firma del experto

N° DNI: 45648306

N° CIP: 143314

CONSTANCIA DE VALIDACION

Yo, Juan Mamani Huanca identificado con DNI 02442790
con CIP N° 85235, como profesional en Ingeniería Civil, por medio de
este presente hago constar que he revisado los siguientes formatos:

1. FICHA DE REPORTE TÉCNICO DE LA EXPLORACIÓN DE POZO PROFUNDO EJECUTADO.
2. FORMATO DE CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA
3. MEMORIA DE CÁLCULO, TRABAJO DE GABINETE PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Con fines de validación de instrumentos y los efectos de su aplicación al tesista de la Universidad Cesar Vallejo; RONAL, PARI MAMANI quien elabora la tesis titulada:

"DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR AL RESERVORIO DE 25M3 POMAACA, PUNO 2022"

Puedo dar las siguientes apreciaciones en el siguiente cuadro:

INDICADORES	CRITERIOS	VALORACIÓN				
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Este formato se encuentra en un lenguaje adecuado y específico.					X
OBJETIVIDAD	Expresa el alcance del proyecto.					X
ESTRUCTURA	Tiene un orden lógico el contenido.				X	
EFICIENCIA	Comprende aspectos necesarios de cantidad y calidad en la toma o registro de datos.					X
INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos estratégicos planteados.				X	
CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico - científicos para identificar y determinar lo requerido por la investigación.					X
COHERENCIA	El instrumento en juicio relaciona la variable de estudio con sus respectivos indicadores, unidades e incidencias.				X	
METODOLOGIA	La estrategia a emplear responde a la evaluación in situ.					X

VALORACIÓN TOTAL

37


CIP 85235
INGENIERO CIVIL

Fuente: Adaptación de Olano (2003)

La validación se realiza en función a la valoración total obtenida:

VALIDACION	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
RANGO DE VALORACION	0-20	21-30	31-36	37-40

La valoración obtenida fue de ... treinta y siete ... y está dentro del rango de valoración ... 37 ... y su validación fue ... Buena ...

29 de Agosto del 2022

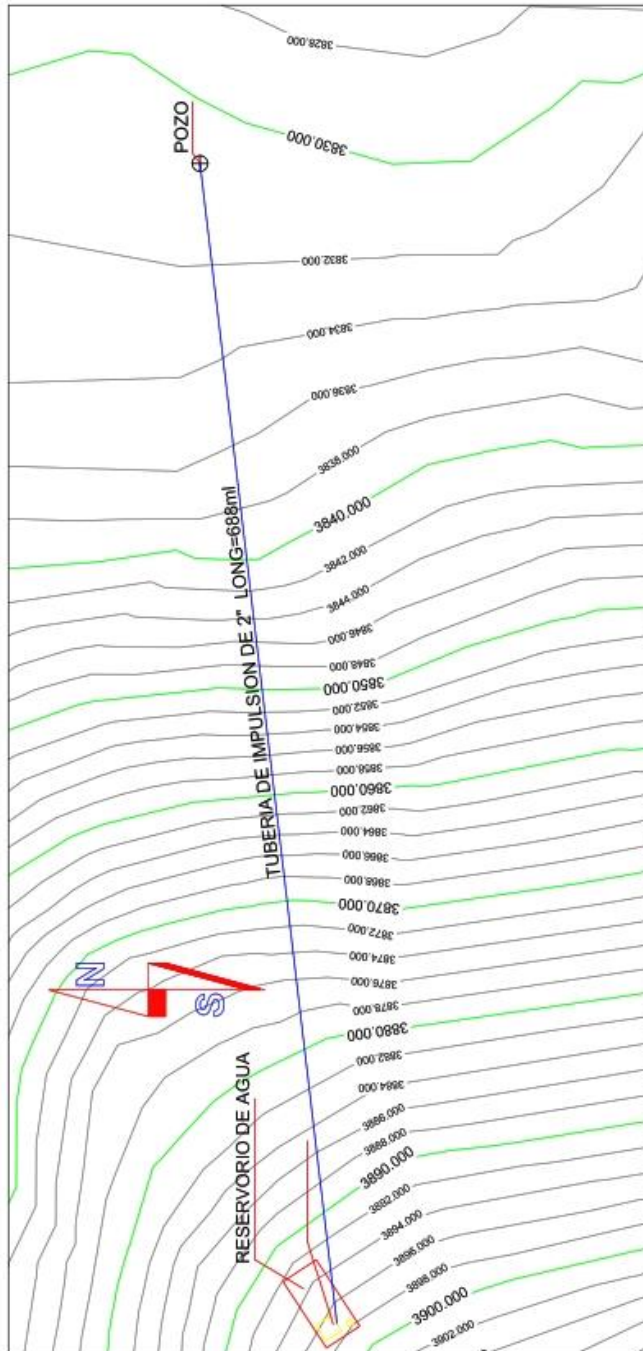


Firma del experto

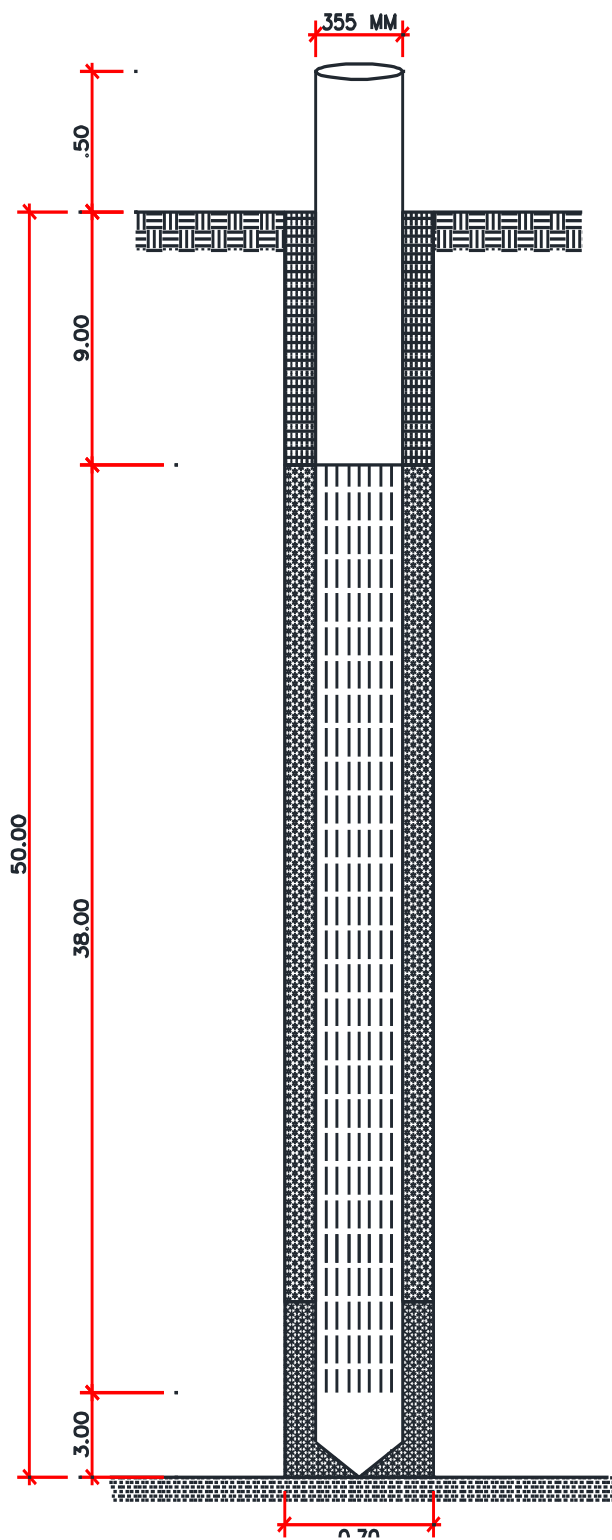
N° DNI: 02442790

N° CIP: 85235

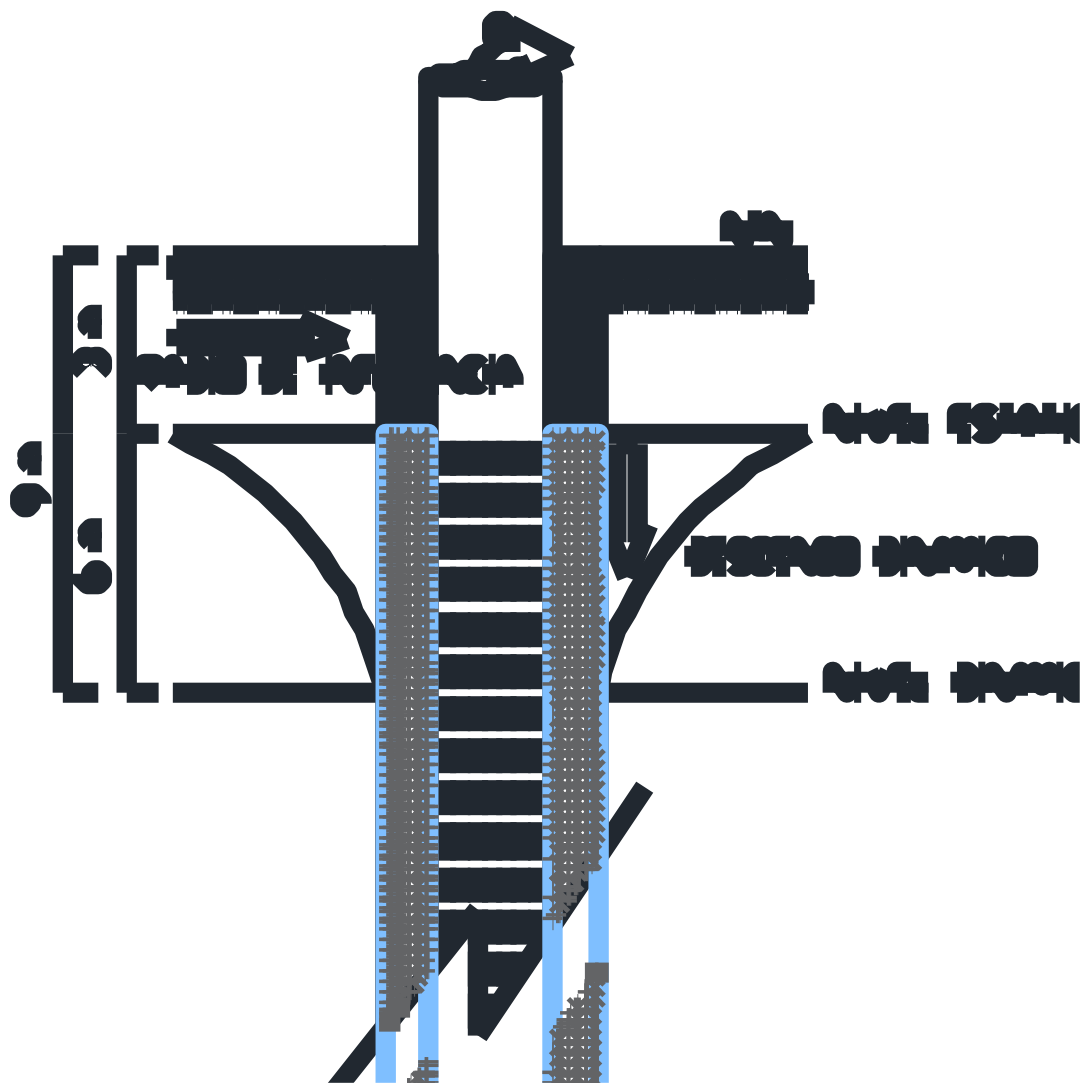
Anexo 5. Mapas y Planos



PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR AL RESERVORIO DE 25M3 POMAOCA, PUNO 2022.		RESPONSABLE:	
PLANO: TOPOGRÁFICO		LAMINA : 01	
UBICACION: CENTRO POBLADO QUELLAHUYO POMAOCA		FECHA: AGOSTO - 2022	
DISTRITO : MOHO	PROVINCIA : MOHO	DEPARTAMENTO : PUNO	ESCALA:



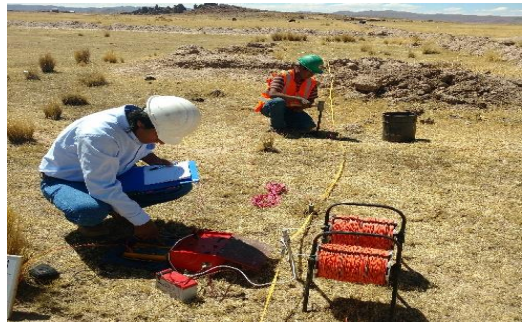
PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION
3 m	[Cross-hatched symbol]	SUELO DE COBERTURA ALUVIAL HORIZONTE N° 01
9.56 m	[Diagonal lines symbol]	ESTRATO LIMO ARENOSO HORIZONTE N° 02
9.87 m	[Diagonal lines symbol]	ESTRATO LIMO ARCILLOSO HORIZONTE N° 03
4.09 m	[Diagonal lines symbol]	ESTRATO LIMO GRAVOSO HORIZONTE N° 04
9.98 m	[Circular pattern symbol]	ESTRATO ARENA FINA Y GRUESA HORIZONTE N° 05
PROFUNDIDAD PROYECTADA	[Diagonal lines symbol]	ESTRATO PROYECTADO SEGUN SEV ARENAS FINAS Y GRAVA HORIZONTE N° 06



Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 01: Estacionamiento del equipo de sondaje en campo.



Fotografía 02: Sondaje en el punto principal.



Fotografía 03: Sondaje longitudinal.



Fotografía 04: Ubicación exacta de coordenadas del pozo explorado



Fotografía 05: Prueba de carga y abatimiento del pozo.



Fotografía 06: desarrollo y rendimiento del pozo.



Fotografía 07: Estacionamiento y de los equipos de del sistema fotovoltaico



Fotografía 08: Prueba y dimensionamiento de paneles solares.



Fotografía 09: Prueba y dimensionamiento de regulador/controlador de carga.



Fotografía 10: Prueba y funcionamiento del sistema fotovoltaico

Anexo 9. Hoja de cálculos

FICHA DE REPORTE TÉCNICO DE LA EXPLORACIÓN DE POZO				
Estudio:	Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m ³ Pomaoca, Puno			
FICHA DE REPORTE				
A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO				
Departamento:	Puno			
Provincia:	Moho			
Distrito:	Moho			
Localidad:	CC. PP. de Quellahuyo Pomaoca			
B. INFORMACIÓN Y DATOS				
	Pozo Nº1		Pozo Nº2	
Coordenadas	15°21'38"	69°29'59"	null	null
Diametro del Pozo	Diam 1	25"	Diam 2	null
Profundidad excavada	P1	30m	P2	null
Distancia entre pozos	L	null		
C. HORIZONTE DE PERFIL ESTRATIGRAFICO				
Horizonte Nº	Características			
1	SUELO DE COBERTURA ALUVIAL			
2	ESTRATO LIMO ARENOSO			
3	ESTRATO LIMO ARCILLOSO			
4	ESTRATO LIMO GRAVOSO			
5	ESTRATO ARENA FINA Y GRUESA			
6	ESTRATO PROYECTADO SEGUN SEV ARENAS FINAS Y GRAVA			
<p>Se ha determinado con perforación exploratoria determinando la profundidad y el diámetro mínimo que debe de contar el pozo definitivo con diámetro de ante pozo de 25" de 30 m profundidad con Ademe ciego y ranurado de 14" (355mm) de PVC de clase 10 con empaquetamiento de filtro gravilla de 2.5 a 5mm.</p>				

 *Harold Huancapaza Yancachalla*
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 143307

 *Ing. Carlos Huari*
CIP. 05235
INGENIERO CIVIL

 *Ing. Porfirio Parolin Bararaso*
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 143314

D. PRUEBA DE DESARROLLO DE POZO EXPLORATORIO

Cota de terreno natural	3824 m s.n.m.
Profundidad nivel freático	3 m
Nivel estático	3 m
Nivel dinámico	9 m
Espesor del acuífero	6 m
Rendimiento o caudal estimado	4.5 <-> 7.5 Ltr/seg

Caudal Extraído (Lit/seg)	Desuso dinámico (m)	Obsevaciones
10.00	9.20	Inestable
9.50	9.20	Inestable
9.00	9.10	Inestable
8.50	9.10	Inestable
8.00	9.05	Inestable
7.50	9.00	Estable
7.00	9.00	Estable
6.50	9.00	Estable
6.00	9.00	Estable
5.50	9.00	Estable
5.00	8.50	null
4.50	8.50	null
4.00	8.00	null
3.50	7.30	null
3.00	6.50	null
2.50	5.00	null
2.00	4.50	null

Observaciones y/o conclusiones:

Se concluye que el servicio ha constituido por dos etapas en su primera etapa la intervención de estudio eléctrico (geofísico) y en su segunda etapa geodinámica (con perforación de pozo exploratoria) dentro de los cuales se ha determinado el perfil estratigráfico, caudal, nivel estático, nivel dinámico y las características de diseño definitivo de la construcción de pozo definitivo que deberá tomarse en cuenta todos los detalles alcanzados en la etapa de ejecución teniendo mucho en cuenta que el proyecto se encuentra en terreno inestable con alta incidencia de limos y arcillas. Se ha establecido un bombeo del pozo de 4.5 l/s con el cual se ha tenido una recuperación aceptable del acuífero, se proyecta una capacidad máxima de captación de 7.5 l/s

Como constancia de lo expresado firmamos a continuación:

Fecha:


 Representante legal de la institución



LABORATORIO DE MECÁNICA DE FLUIDOS E HIDRAULICA

PROYECTO: Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m³ Pomaoca, Puno

FORMATO DE CALCULO DEL POZO, DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION Y POTENCIA DE BOMBA

1.- DATOS

Caudal Maximo Diario (Qmd)	1.00	lps
Numero de horas de bombeo (N)	8.00	horas
Caudal de bombeo (Qb)	3.00	l/seg
Cota (Succión)	3815.00	msnm
Cota de llegada al punto	3886.00	msnm
Cota de nivel estático	3821.00	msnm
Cota de nivel dinámico	3815.00	msnm
H (Nivel estatico)	3.00	m
H (Nivel dinamico)	9.00	m
Espeor del Acufero	6.00	m
H (Nivel succion)	9.00	m
H (Estática)	71.00	m
Coficiente de Hazen-Willians (PVC)	150.00	
Coficiente de Hazen-Willians Fº Gº	120.00	
Longitud de la tubería linea de impulsion PVC	558.00	m
Longitud de la tubería del arbol del pozo al reservorio PVC	5.00	m
Longitud de tubería en la caseta y reservorio Fº Gº	2.00	m
Presion a la salida (Ps)	2.00	m

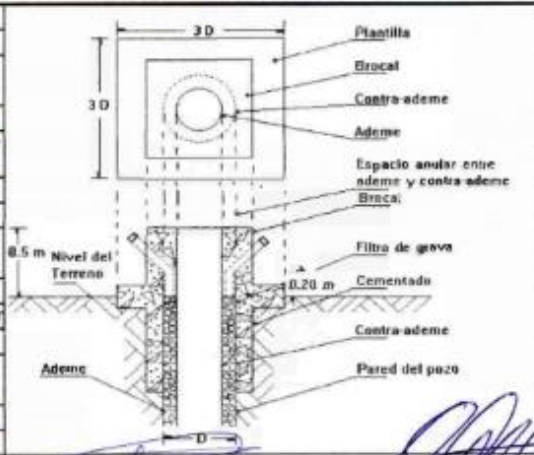
CT	3824.00	msnm
H	3815.00	msnm

$$Qb = Qmd * \left(\frac{24}{N} \right)$$

Numero	Descripcion	Material	Cantidad	Unidad
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10

2.- CALCULO DEL POZO

Diámetro del Ademe (da)		
da	14	pulg
Calculo del diámetro de Contra-ademe (db)		
db	=	da+6"
Espacio anular que se deja para el filtro de grava (3" por lado)		
db	6	pulg
db	20	pulg
Calculo del diámetro del contra-ademe considerando la cementacion (dbc)		
dbc	=	db+4"
db	=	diámetro de contra-adem
Espacio para la cementacion del pozo (2" por lado)		
dbc	4	pulg
dbc	24	pulg



[Signature]
 Ing. Juan Carlos Sanchez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 143303

[Signature]
 Ing. Juan Carlos Sanchez
 CIP. 85235
 INGENIERO CIVIL

[Signature]
 Ing. Juan Carlos Sanchez
 INGENIERO CIVIL
 Reg. G.P. N° 143314

Conclusiones	f	515	>	166.67	cm ² /mi
--------------	---	-----	---	--------	---------------------

Ø Cedazo	14	pulg
Ø Adema	4	pulg

se considera por diametro comercial

3.- CALCULO DEL DIAMETRO DE LA LINEA DE IMPULSION

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a las fórmulas de Bresse:

Diámetro teórico máximo (Dmax.)	Diámetro teórico económico (Decon.)
$D_{max} = 1.3 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (\sqrt{Q_b})$ (1)	$Decon = 0.96 * \left(\frac{N}{24}\right)^{1/4} * (Q_b)^{0.43}$ (2)

Reemplazando en las ecuaciones (1) y (2) obtenemos:

Diámetro teórico máximo (Dmax.)	Diámetro teórico económico (Decon.)	Diámetro comercial asumido
Dmax 54.00 mm	Decon 53.00 mm	54.20 mm
		2 Pulg

4.- SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Perdida de carga por fricción en la tubería (hf): Fórmula de Hazen y Williams	$hf = \frac{1745155.28 * L * Q_b^{1.85}}{C^{1.85} * D^{4.87}}$ (3)
---	--

Reemplazando en la ecuación (3), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeo (l/s)	Longitud (m)	C (Hazen-W)	Diámetro (mm)	hf (m)
1	3.00	558.00	150.00	54.20	17.47
2	3.00	2.00	120.00	54.20	0.09
3	3.00	5.00	150.00	54.20	0.16
Total					17.72

Perdida de carga por accesorios (hk)	Si $\frac{L}{D} < 4000$
Aplicamos la siguiente ecuación para el cálculo de la pérdida de carga por accesorios	$h_k = 25x \frac{V^2}{2g}$ (4)

Reemplazando en la ecuación (4), tenemos:

Tramo	Caudal Bombeo (l/s)	Diámetro (mm)	Velocidad (V) (m/s)	h _k (m)
1	3.00	54.20	1.30	2.15
Total				2.15

Perdida de carga total : hf + hk(total)	Tramo	h _f (m)	h _k (m)	h _f + h _k (m)
	1	17.72	0.65	18.37
		Total	18.37	

Altura dinámica total	$Hdt = Hg + Hf(total) + Ps$	Hdt	91.37	m
-----------------------	-----------------------------	-----	-------	---



Caudal de bombeo (Qb)	Qb	=	3	lps	Partiendo de la formula de continuidad	
Espesor del Acuífero	H	=	6	m		
Velocidad	V	=	0.03	m/s		
V= Velocidad máxima permeable a la entrada del cedazo para evitar turbulencia del agua en el acuífero; 0.03m/s					Q=VxA	A=Q/V
					A	= 0.100 m ²

obtencion del area de infiltracion (f)			
A = Area requerida		=	0.100 m ²
h = Espesor del Acuífero		=	6 m
f	=	0.017	m ² /ml
f	=	166.67	cm ² /ml
f = Area de infiltracion total (minima requerida) requerida			
$f = \frac{A}{h}$			

Con este valor pasamos al catalogo ELEMSA de tubería ranuradas
 Si consideramos que una abertura de ranura = 1mm, tendremos un Área de infiltración en la CANASTILLA VERTICAL.

AREA DE INFILTRACION EN cm ² /ml CANASTILLA VERTICAL					
DIAMETRO Y ESPESOR	PESO POR METRO L.	No. DE LA RANURA	ABERTURA		
			1mm	2mm	3mm
8 x 3/16	25.2 Kg	608	316	628	985
1/4	34.3 Kg	628	316	628	985
10 x 3/4	31.9 Kg	792	391	752	1218
1/4	42.0 Kg	752	391	752	1218
12 x 3/4	50.7 Kg	912	424	912	1477
5/16	61.7 Kg	912	424	912	1477
14 x 1/4	55.7 Kg	992	515	992	1607
5/16	69.8 Kg	992	515	992	1607
16 x 1/4	82.3 Kg	1104	534	1104	1768
5/16	80.9 Kg	1104	534	1104	1768
18 x 1/4	72.3 Kg	1280	635	1280	2072
5/16	91.5 Kg	1280	635	1280	2072
20 x 1/4	80.6 Kg	1424	740	1424	2308
5/16	101.9 Kg	1424	740	1424	2308
22 x 1/4	83.1 Kg	1554	822	1554	2500
5/16	110.0 Kg	1554	822	1554	2500
24 x 1/4	95.5 Kg	1728	888	1728	2769
5/16	120.9 Kg	1728	888	1728	2769

Tomaremos un diametro de 14" ya que nuestro caso ademe antes calculado es de 14" entonces	f	=	515	cm ² /ml
	515	>	166.67	OK

Se obtienen los siguientes datos del cedazo:

Diámetro del cedazo	=	14	pulg
Espesor	=	1/4	pulg
Peso por metro línea	=	55.7	kg
Nº de Ranuras	=	992	un
Área de infiltración	=	515	cm ² /ml

El diámetro del ademe resultado de 12" y el cedazo saño de 12" es decir que:	Ø Cedazo	>=	Ø Ademe	OK
	14		14	


 Ronald Huancapaza Yancachajta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 149387


 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 05255


 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 149314



Potencia teorica de la bomba	5.22	HP	Potencia a instalar	5.00	HP
------------------------------	------	----	---------------------	------	----

Pot.Bomba = $\frac{PE * Qb * H dt}{75 * \eta}$	< >	3.73	KW
Datos			
PE = Peso especifico del agua (Kg/m3)		1000.00	
n = Rendimiento del conjunto bomba-motor		70%	
	$n = n1 * n2$	70%	
	n1 = Eficiencia del motor = 70% < n1 < 85%	80%	
	n2 = Eficiencia de la Bomba = 85% < n2 < 90%	88%	

IMAGEN: Potencias comerciales en motores electricos

Potencias comerciales en motores electricos.

Potencia (hp)	Intervalo (hp)
5 7.5 10 15 20	5-20
25 30 40 50	21-50
60 75 100 125	51-125
150 200 250 300 350	>126

Responsable de Práctica:  Ronald Paredi Mamani INGENIERO ELECTRONICO CIP: 289777 REP. CIP. N° 174	Responsable de laboratorio:  Nombre:
--	--


 [unintelligible]
 INGENIERO CIVIL
 REP. CIP. N° 343381



 [unintelligible]
 CIP: 96235
 INGENIERO CIVIL


 [unintelligible]
 INGENIERO CIVIL
 REP. CIP. N° 143314

Proyecto: Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m³ Pomaoca, Puno

MEMORIA DE CÁLCULO, TRABAJO DE GABINETE PARA DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

ESTIMACIÓN DE CARGA					
EQUIPO	CANTIDAD	CONSUMO EN VATIOS	HORAS DE USO AL DIA	CONSUMO ENERGÍA VATIOS HORA	OBSERVACIONES
Electrobomba de agua	1	3730	8	29840	
				0	
				0	
				0	
POTENCIA MAXIMA		3730			
TOTAL CONSUMO ENERGÍA				29840	OBSERVACIONES
FACTOR PÉRDIDAS CONEXIONES 10%				32824	

PANELES SOLARES				
REGIÓN UBICACIÓN	CONSUMO CARGA CORREGIDO	HORAS DE SOL (MAPA)	CAPACIDAD PANELES	POTENCIA NOMINAL DE PANEL SOLAR
Punto	E1	HPS		W
Puno	32824	6.5	5049.846154	300
$N_{\text{paneles}} = \frac{E_T}{P_G * W_p * HPS}$			<ul style="list-style-type: none"> N_{paneles}: Cantidad de paneles solares E_T: Consumo diario total P_G: Factor global de pérdidas (0.65 - 0.90) W_p: Potencia nominal de panel solar HPS: Horas pico solar 	
Número de paneles solares	18.7031339	UND		

BATERÍAS					
CONSUMO CARGA CORREGIDO	VOLTAJE BATERÍAS	FACTOR PÉRDIDAS TEMPERATUR A 30%	DIAS AUTONOMIA	CAPACIDAD BATERÍAS	OBSERVACIONES
E10	V	%	Dias	Cb	Batería seleccionada (Ah)
32824	12	0.3	2	1641.2	100
$N_{\text{bat}} = \frac{C_b}{\text{Capacidad de la batería}}$			<ul style="list-style-type: none"> N_{bat}: Numero de baterías requerido C_b: Capacidad requerida de batería Capacidad de la batería Hoja de datos de batería selec 		
Número de baterías	16.412	UNO			

Ing. Dina Huacabaza Ticona Jila
Reg. CIP N° 181711
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA

CIP 66233
INGENIERO CIVIL

Ing. Juan Pablo Escobedo
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 143314

REGULADOR				
CORRIENTE MÁXIMA PANEL SOLAR (Imp)	FACTOR SEGURIDAD	PANELES EN PARALELO	CORRIENTE CORREGIDA	OBSERVACIONES
Amp	%	Nº	Amp	
5.46	0.9	20	136.5	
$I_{max} = I_{pan} * N_{paneles}$			<ul style="list-style-type: none"> I_{max} Corriente máxima que pasará por el controlador I_{pan} Corriente máxima que proporciona cada panel solar 5.46Amp $N_{paneles}$ Cantidad de paneles solares conectados en paralelo 1 	
Capacidad del regulador	2730	Amp		

INVERSOR				
POTENCIA MÁXIMA	FACTOR SEGURIDAD 25%	VOLTAJE BATERÍAS	CAPACIDAD INVERSOR	OBSERVACIONES
W		V	W	
32824	0.25	12	8206	

Proyectista:	VºBº Supervisor:
	



Ing. Dora María Páez Yaneska
Reg. CIP N° 151711
ING. MECÁNICO ELECTROSTA



Ing. Carlos Huéscar
CIP 86239
INGENIERO CIVIL

Ing. Carlos Parillo Escobar
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 143314

Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos

RHM ESPECIALISTAS EN PERFORACIONES



PRIMER INFORME TÉCNICO DE LA EXPLORACIÓN DE POZO PROFUNDO EJECUTADO EN CENTRO POBLADO QUELLAHUYO POMAOCA, DISTRITO DE MOHO, PROVINCIA DE MOHO - PUNO

1.0 ANTECEDENTES

El desarrollo del servicio de perforación pozo exploratoria del proyecto "Diseño del sistema de bombeo de agua mediante el uso de energía fotovoltaica para suministrar al reservorio de 25m3 Pomaoca, Puno 2022" consiste en la determinación de las características hidrogeológicas del acuífero y de los pozos de perforación, para el diseño de las obras de impulsión lineales y no lineales del sistema de agua potable del análisis de los cortes geoelectricos resultantes del estudio geoelectrico y pozo exploratorio, se desprende que el sector estudiado presenta regulares condiciones hidrogeológicas en lo que respecta a la potencia saturada de los complejos acuíferos aprovechables y a la calidad del agua del análisis integral de los resultados de la exploración y de su interrelación en las secciones o cortes geoelectricos se puede inferir que la capa geoelectrica inferior en los sectores de interés se difundirá hasta los 30 m de profundidad con un diámetro de mínimo de 25" , por lo que se llevara el desarrollo del servicio en función al sondaje eléctrico vertical (SEV) que estar refrendado el informe por el profesional autorizado.

CUADRO N° 01

N° Pozo	CENTRO POBLADO QUELLAHUYO POMAOCA	DIAMETRO DEL POZO EXPLORATORIA	PROFUNDIDAD DE PERFORACION	DIAMETRO FINAL	COORDENADAS	
					NORTE	ESTE
1	POMAOCA	8"	30.0 Metros	4"	8295762.00	382659.00
		TOTAL	30.0 Metros			


Horacio Larrea Capia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 141384



1.1 Objetivo del Servicio

El objetivo del servicio es la ejecución de exploración para determinar el diseño definitivo del pozo tubular de agua subterránea para la captación de sistema de agua potable del proyecto.

1.2 Inicio de Actividades

El inicio de las actividades ha enmarcado con el replanteo del punto de perforación, ubicación exacta del punto de perforación, estacionamiento de equipos de perforación que se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRON°02

Actividad	Fecha de Inicio	Fecha de Término
Perforación POZO N° 01	15/07/2022	16/07/2022
Pruebas de rendimiento y caudal	17/07/2022	17/07/2022

2.0 DESARROLLO DEL SERVICIO DEL POZO EXPLORATORIO N 01

El desarrollo del servicio se inicia con adecuación y habilitación de dos pozos de sedimentación y manejo de viscosidad del lodo de perforación.

a) POZO N°01

a.1 primera etapa

Exploratoria

se inicia la perforación inicial con un diámetro de 6", exploratoria con siguiente perfil estratigráfico por avance en vertical con una desviación 0.003mm permisibles dentro de parámetro exploratoria en lo que detallo los estratos resultado de lo siguiente de 0 a 3 metros suelo aluvial con mezclas de arcilla de coloración típico de la zona; 3 a 12.56 m de profundidad arcilla con limos con menor cantidad de arenas finas; de 12.56 a 22.43 m de profundidad sedimentos de limos arcillosos; 22.43 a 26.52 m de profundidad limos con presencia mínima de agrava 26.52 a 36.50 de profundidad estrato de arenas finas y gruesas con incidencia de limos.



a.2 Segunda Etapa

Desarrollo de pozo exploratorio

El desarrollo de rendimiento de caudal ha sido con una recuperación de **4.5 l/s** en diámetro de 6 pulgadas y hecho el modelamiento hidráulico en gabinete se da con los resultados comprobados de un acuífero abierto en la profundidad de **45.0 a 50.5** con una carga aún no determinada que se podrá ver con mayor magnitud en el pozo definitivo a mayor diámetro de ante pozo.

a.3 Tercera Etapa

Proceso de presurizado de pozo exploratoria

En el proceso de presurización con aire comprimido se ha determinado el contraste y descarte de presencia de acuífero estancado que es perjudicial y eminente peligro de agotamiento por lo que con la carga de aire comprimido se ha logrado presurizar determinando la profundidad y diámetro adecuado de diseño definitivo del pozo.

2.1 HORIZONTE DE PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE ESTRATOS

POZO N° 01: POMAOCA

- **Horizonte N° 01 (H=3m):** suelo aluvial con mezclas de arcilla de coloración típico de la zona.
- **Horizonte N° 02 (H=9.56m):** Arcilla con limos con presencia de arenas finas.
- **Horizonte N° 03 (H=9.87m):** sedimentos finos limo arcillosos.
- **Horizonte N° 04 (H=4.09m):** limo con presencia mínima de grava.
- **Horizonte N° 05 (H=9.98m):** arenas finas y gruesas con incidencia de limos.

3.0 MAQUINARIA DE PERFORACIÓN Y EQUIPOS EMPLEADOS

La maquinaria de perforación y equipos empleados durante la perforación fueron los siguientes:

Horacio Larrea Capia
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 141381



3.1 Características del equipo de perforación de pozos tubulares.

CUADRO N° 04.

ITEM	DESCRIPCION	MARCA
1.0	PERFORADORA MECANICA - HIDRAULICA	ATLASCOPCO
2.0	BOMBA DE LODOS ENSAMBLADO EN CADA PERFORADORA DE POZAS FMC435	VOGES HIDRAULICO
3.0	30 VARILLAS DE PERFORACION CON SUS COPLES	NO WIRELINE DRILL ROD
4.0	01 BROCA TRICÓNICA DE 6, 8 1/2, 12 1/4, 16" DE DIÁMETRO.	SANDWIK
5.0	01 MOTOBOMBA DE 13HP DE SÓLIDOS	HONDA
6.0	02 ELECTROBOMBAS DE 15 HP AGUAS LIMPIAS	BARNES
7.0	02 ELECTROBOMBAS 10 HP SUMERGIDAS DE AGUA TURBIAS	HYDROMATIC
8.0	01 MOTOBOMBA DE 13HP	HONDA

3.2 Implementos y Herramientas

- Broca tricónica de 6" de diámetro.
- Broca tricónica de 8 1/2" de diámetro.
- Broca tricónica de 12 1/4" de diámetro.
- Motobomba de 13HP de solidos
- Electrobombas de 15HP aguas limpias - 02 electrobombas 10HP sumergidas de agua turbias o lodos
- Motobomba de 13hp
- Llaves francesa e implementos


 Horacio Larico Capin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 141381



4.0 DISEÑO DE POZO DEFINITIVO

El diseño de pozo definitivo se basa en función al estudio de acuífero, perfil estratigráfico de estratos de suelo, tipo de acuífero encontrado y calidad de agua.

Características del diseño:

- ✓ Diámetro de ante pozo mínimo : 25" pulgadas
- ✓ Ademe ciego y ranurado : 14" (355 mm)
- ✓ Ademe : tubería pvc de clase 10 de 355mm
- ✓ Perforación definitiva : 30m de profundidad
- ✓ Empaquetadura de grava : variado de 2.5mm a 5mm
- ✓ Geomembrana : no se requiere
- ✓ Presurizado de pozo : 250psi
- ✓ Tipo de perforación : rotativa hidráulica
- ✓ Aditivo de perforación : biodegradables
- ✓ Caudal estimado : 7.5 l/s

5.0 EQUIPO PROFESIONAL EN EJECUCION DE OBRA

El equipo profesional que deberá contar en la etapa de ejecución será indispensable ya que se trata de una zona inestable con predominio de limos.

Perfil profesional:

- ✓ Especialista de aguas subterráneas : ingeniero geofísico.
- ✓ Especialista en perforación de pozo : Ing. civil y/o fluidos

Horacio Larico Capita
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 141388



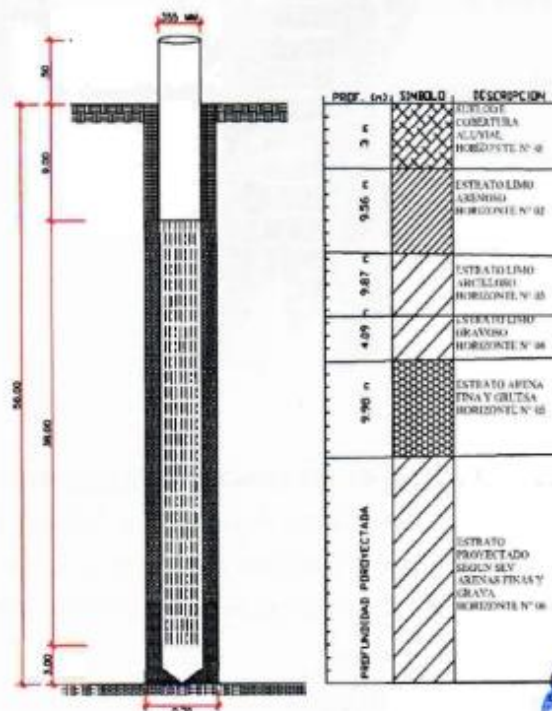
6.0 EQUIPO MÍNIMO PARA EJECUCIÓN DE OBRA

Los equipos con una antigüedad no menor de 04 año mínimo que deberá contar el ejecutor de la perforación de pozo tubular serán:

Características de los equipos:

- ✓ Perforadora hidráulica de retro percusión : aire reverso y diamantina.
- ✓ Queysin : certificación de prueba de aplastamiento
- ✓ Compresora de aire comprimido : de 250 psi
- ✓ Equipo de diagrafía : SEV

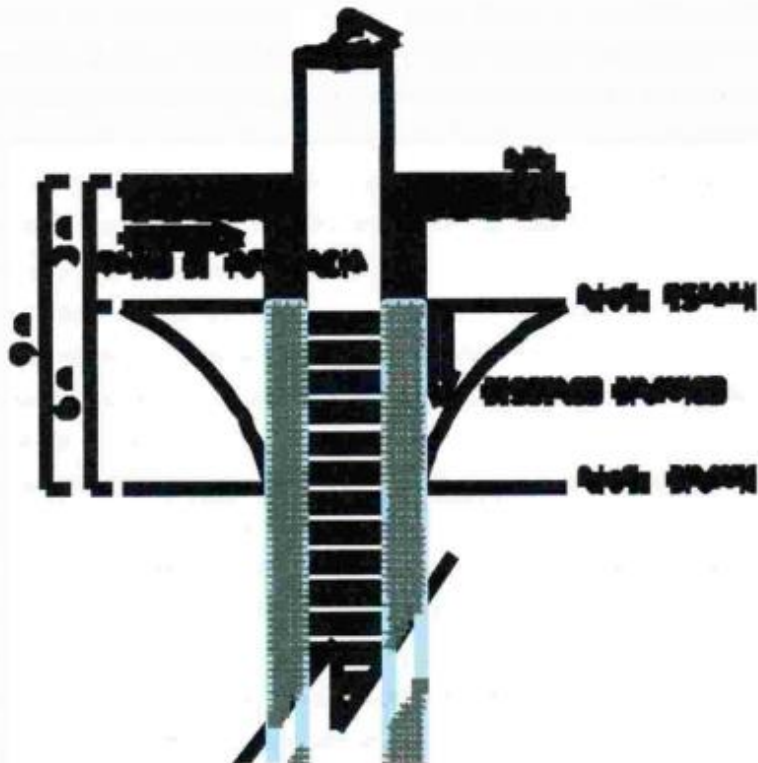
DISEÑO DE POZO DEFINITIVO



[Handwritten Signature]
 HERNANDEZ
 INGENIERO CIVIL
 RUC: CTP. N° 143 581



PRUEBA DE DESARROLLO DEL POZO EXPLORATORIA



7.0 ESTUDIO GEOELÉCTRICO MEDIANTE SEV DE ALTA RESOLUCIÓN

El estudio geofísico y dinámico se complementa con intervención de sondaje eléctrico vertical y perforación exploratoria con lo que se ha determinado el diseño definitivo por lo que se adjunta al presente el informe del dicho estudio.


Florina Larrea Capia
INGENIERO CIVIL
RUC CIP. N° 343386



8.0 CONCLUSIONES

- 1) Se concluye que el servicio ha constituido por dos etapas en su primera etapa la intervención de estudio eléctrico (geofísico) y en su segunda etapa geodinámica (con perforación de pozo exploratoria) dentro de los cuales se ha determinado el perfil estratigráfico, caudal, nivel estático, nivel dinámico y las características de diseño definitivo de la construcción de pozo definitivo que deberá tomarse en cuenta todos los detalles alcanzados en la etapa de ejecución teniendo mucho en cuenta que el proyecto se encuentra en terreno inestable con alta incidencia de limos y arcillas.
- 2) Se ha establecido un bombeo del pozo de **4.5 lt/s.** con el cual se ha tenido una recuperación aceptable del acuífero, se proyecta una capacidad máxima de captación de **7.5 lt/s.**
- 3) Se ha determinado con perforación exploratoria determinando la profundidad y el diámetro mínimo que debe de contar el pozo definitivo con diámetro de ante pozo de **25"** de **30 m** profundidad con Ademe ciego y ranurado de **14"** (355mm) de PVC de clase 10 con empaquetamiento de filtro gravilla de 2.5 a 5mm.
- 4) Se ha determinado que en la etapa de ejecución se deberá realizar perforación diamantina con recuperación de muestras.

Juliaca, 22 de Julio del 2022



CERT-MAGSOL-2022-0403

CERTIFICADO DE OPERATIVIDAD

Por la presente dejamos constancia del dimensionamiento del sistema fotovoltaico para una demanda de consumo de energía de 29 Kw con las siguientes características:

19 unidades de células fotovoltaicas de 300 watts

15 unidades de baterías de 100 Ah

01 unidad controlador/regulador de 2800 Amp

01 unidad inversor de 8.5 Kw

Se encuentra en funcionamiento: **OPERATIVO Y EN BUEN ESTADO**
Se extiende el siguiente documento para los fines que el cliente vea conveniente.

Puno, 28 de agosto del 2022



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DEL SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA MEDIANTE EL USO DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA PARA SUMINISTRAR AL RESERVORIO DE 25M3 POMAoca, PUNO 2022", cuyo autor es PARI MAMANI RONAL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

SAN JUAN DE LURIGANCHO, 06 de Octubre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS : 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 06- 10-2022 10:32:40

Código documento Trilce: INV - 0911244