

I. Título

Diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable del centro poblado de Collacachi – Puno.

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El presente proyecto de investigación se realiza con la finalidad de mejorar el sistema de abastecimiento de agua para el consumo de los pobladores del centro poblado de Collacachi, utilizando la tecnología y aprovechando los recursos naturales como son la radiación solar para el bombeo automatizado, en el cual se analizará el diseño y sistema de funcionamiento de la automatización del bombeo mediante energía solar - fotovoltaica, el cual sustituirá al bombeo generado mediante un molino de viento que se está utilizando actualmente siendo esto insuficiente para abastecer a la población de Collacachi en su totalidad debido a la clausura del sistema de abastecimiento de agua por conflictos existentes entre los propietarios de la zona de captación, ojos de agua a una distancia no menor de tres kilómetros, afectando así el bienestar social y económico. El presente proyecto de investigación tiene un uso metodológico de enfoque descriptivo, adaptación tecnológico y cuantitativo debido a que se realizará la recolección de datos para probar las hipótesis, con base en la medición numérica, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías sobre el tema de investigación. En esta investigación se estudiará los elementos que conforman el sistema propuesto como son el sistema hidráulico para el bombeo de agua, el sistema solar para la generación de energía eléctrica del bombeo automatizado y la evaluación económica de acuerdo a los ingresos de la canasta familiar de los hogares del centro poblado de Collacachi. Todo esto con fines de abastecer agua potable y constante para la población en su totalidad garantizando el funcionamiento de la operación del sistema.

III. Palabras claves (Keywords)

Automatización, agua potable, bombeo, energía fotovoltaica, sistema hidráulico.

IV. Justificación del proyecto

La elaboración de este proyecto responde a una necesidad básica de la población del centro poblado de Collacachi, ya que actualmente el abastecimiento de agua es mediante molinos de viento artesanales debido a la clausura del sistema de abastecimiento de agua por conflictos existentes entre los propietarios de la zona de captación, ojos de agua a una distancia no menor de tres kilómetros, por tal motivo el abastecimiento de agua viene siendo insuficiente afectando la salud, bienestar social y económico de las familias, y con este proyecto se busca abastecer de agua potable en su totalidad a la población, diseñando la automatización de un sistema de bombeo fotovoltaico.

Con tecnologías maduras, las fuentes renovables tienen un gran potencial para la generación de energía eléctrica. Así, por ejemplo, la tecnología fotovoltaica que transforma directamente la luz solar en electricidad ha mostrado ser de gran utilidad para la generación de energía eléctrica en lugares apartados.

Según la entrevista realizado a (Novoa) menciona que el Perú puede y debe ir al 100% de energía renovable, convertir a la mayor parte de los hogares, a todos los edificios, hospitales, cuarteles, todo lo que tenga techo en micro generadores fotovoltaicos para que se autoabastezcan.

David García jefe de Proyectos de Libélula menciona en la revista “La Cámara” (2017) que efectivamente, el país tiene gran potencial para generar energía renovable ya que se cuenta con distintas fuentes y que la demanda de energía es de 6450MW, mencionó también que los proyectos eólicos solares presentan precios de 37\$ MWh y en proyectos solares 47\$ MWh”. Según información del Ministerio de Energía y Minas, el potencial eólico del Perú es de aproximadamente 22.450 MW.

Según el Atlas Eólico del Perú 2016, precisa que la energía eólica representa hoy en día una de las fuentes energéticas más baratas y con una tecnología de aprovechamiento totalmente madura.

Este proyecto de investigación es con la finalidad de abastecer agua potable y constante a los pobladores del centro poblado de Collacachi en su totalidad utilizando la generación de energía

56 con fuentes renovables, baratas y limpias como la fotovoltaica para el bombeo automatizado de
57 agua, reduciendo así los efectos contaminantes por medios de generación convencional y apoyando
58 a los usuarios bajos recursos económicos.

59 V. Antecedentes del proyecto

61 Alonso, Miguel y Chenlo, Faustino (2005), en su artículo *Sistema de Bombeo Fotovoltaico*
62 realizado para Master en energías renovables y mercado energético en la especialidad de
63 energía solar fotovoltaico en la escuela de organización industrial, para el departamento de
64 energías renovables CIEMAT, menciona que la selección de un sistema de bombeo
65 alimentado mediante energía solar fotovoltaica frente a otras fuentes energéticas depende
66 principalmente de factores geográficos y económicos. Llevo a concluir que la experiencia
67 muestra que un proyecto es económicamente factible cuando el ciclo hidráulico no sobrepasa
68 lo 1500m. Los sistemas de bombeo diésel o eólico son más competitivos cuando se requiere
69 un ciclo hidráulico mayor.

70 Andrade, Jener y Quispe, Miguel (2016), desarrollaron la tesis de pregrado titulado “Diseño y
71 Selección de un Sistema Eólico Solar para la Generación de Energía Eléctrica que Mejore el
72 Sistema de Bombeo de Agua con fines de riego en el Centro Poblado de Chinumani-Yunguyo,
73 2016”, se realizó en el C.P. de Chinumani, en el año 2016 y publicado en la biblioteca de la
74 Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional del Altiplano
75 – Puno. Menciona en su introducción que el trabajo se aborda directamente a la aplicación de
76 un sistema eólico solar para el uso de un equipo de bombeo con fines de riego en el centro
77 poblado de Chinumani – Yunguyo. Para ello primero se evaluaron los parámetros disponibles
78 en la zona de estudio que se requiere en todo el sistema como radiación solar, velocidad del
79 viento, recurso hídrico disponible y demanda de energía. En su metodología determino que el
80 proyecto está enmarcado dentro de una investigación aplicada (experimental con uso de
81 softwares), ya que los datos e información que se requiere deberán ser obtenidos de manera
82 teórica y práctica. Como conclusión se determinó que con el presente diseño y selección de un
83 sistema eólico solar se mejorara y promoverá el desarrollo y fortalecimiento económico en el
84 centro poblado de Chulumani, ya que es un sistema rentable. Recomendó la aplicación de este
85 tipo de proyecto de generación de energía eléctrica con sistemas de generación no
86 convencionales en zonas rurales aisladas de la región de Puno ya que la energía eléctrica
87 generada es totalmente limpia y que su uso en las actividades agrícolas, ganaderas y
88 electrificación rural trae mayor progreso económico y social a zonas de escasos recursos
89 económicos.

90 Arango, Ascencio y Barrientos (2001), realizaron un libro de consulta titulada “guía para el
91 desarrollo de proyectos de bombeo de agua con energía fotovoltaica” Vol. 1, patrocinado por
92 el Departamento de Energía de los Estados Unidos (USDOE) y la Agencia para el Desarrollo
93 Internacional de los Estados Unidos (USAID) manejada por los Laboratorios Sandia (SNL).
94 Impreso con la autorización de del Southwest Technology Development Institute, New
95 Mexico State University en el año 2001. Menciona en su introducción que un sistema de
96 bombeo FV es similar a los sistemas convencionales excepto por las fuentes de potencia. Los
97 componentes principales que lo constituyen son: un arreglo de módulos FV, un controlador,
98 un motor y una bomba. Concluyendo que para evitar descomposturas, los sistemas de bombeo
99 de agua con energía renovable deben ser de un tamaño realista y deben contar con controles
100 institucionales adecuados desde su concepción.

101 Auccacuci, Dany (2014), desarrolló la tesis de pregrado titulada “Análisis Técnico y Económico
102 para la selección del equipo óptimo de Bombeo en Muskarumi - Pucyura - Cusco usando
103 fuentes Renovables de Energía”, se realizó en la ciudad de cusco, el año 2014 y publicado en
104 la biblioteca de la facultad de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica del
105 Perú. Menciona en su marco teórico que aplicando el uso de la bomba solar, el costo
106 aproximado del proyecto de bombeo y riego es de aproximadamente \$39 000 cuyo valor actual
107 neto es de \$54 000 y tasa interna de retorno es de 58%, lo cual nos indica la rentabilidad y
108 factibilidad del mismo. En su metodología determinó la necesidad de agua de los cultivos
109 producidos en la zona para luego hallar el caudal diario, presión de acuerdo al tipo de riego
110 más adecuado según la racionalidad de la población. Como conclusión se determinó que
111 mediante un sistema de bombeo que usa energía renovable se puede mejorar la producción en

112 dos veces, en vez de una, al año, y esto permite que el proyecto sea viable en una mayor
113 diversidad de productos agrícolas. Considero que la investigación es la base para el
114 conocimiento de la identificación del tipo de recursos renovables a utilizar para el sistema de
115 bombeo en el sector agropecuario.

116 Ávila, Alesanco y Veliz (2011), en su artículo *Sistemas híbridos con base en las energías*
117 *renovables para el suministro de energía a plantas desaladoras* menciona que la desalación
118 de agua requiere un constante suministro energético, lo cual constituye un serio problema para
119 estas tecnologías, dadas las tendencias actuales al aumento del coste de las energías y la
120 contaminación que provoca la quema de combustibles fósiles para la obtención de las mismas.
121 Hasta el presente solo alrededor de un 1% de las plantas de desalinización existentes se
122 abastecen con energías renovables, dados sus elevados costos llevo a concluir que El sistema
123 híbrido con una mayor capacidad de respuesta a las demandas energéticas de las plantas
124 desaladoras sería el formado por: aerogeneradores, paneles fotovoltaicos, generador diésel y
125 baterías, recomendado para cargas eléctricas mayores de 140 kWh/día y velocidades medias
126 de viento menores de 4,9 m/s.

127 Calsina, Víctor (2015), desarrollo la tesis de pregrado titulada “Diseño del Sistema de Bombeo
128 Automatizado de 60HP para Agua Potable con Energía Solar para las Comunidades Balsapata,
129 Caluyo, Sector Añaypata Carmen alto del Distrito de Orurillo Provincia de Melgar”, se realizó
130 en el distrito de Orurillo en el lugar denominado Balsapata, en el año 2015 y publicado en la
131 biblioteca de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad
132 Nacional del Altiplano – Puno. Menciona en su marco teórico que en la gran mayoría de
133 localidades del Perú, la disponibilidad de la energía solar es bastante grande y bastante
134 uniforme durante todo el año, comparado con otros países, lo que hace atractivo su uso. En
135 términos generales se dispone en promedio anual de 4-6Wh/m²-día (Puno, Arequipa y Tacna)
136 en la costa y selva, y de 5-6Wh/m²-día (Puno), aumentando de norte a sur. En su metodología
137 determino que el trabajo de investigación es de tipo descriptiva porque se apoya en el contexto
138 teórico para conocer, describir, relacionar, o explicar una realidad, de acuerdo a lo planteado.
139 Como conclusión se determinó que en un periodo de 20 años la población ascenderá a 4820
140 pobladores (2034), para el proyecto se asignó un consumo de 50l/hab./día para cada habitante
141 según la DIGESA (Dirección General de Salud), OMS (Organización Mundial de la Salud) y
142 FONDO PERÚ-ALEMANIA y el Ministerio de Salud, que será alimentada por un reservorio
143 de 243m³. Considero que la implementación de PLC y los electroniveles al sistema de bombeo
144 ayudan a llevar a cabo un control más eficiente sin riesgos de fuga de agua en el llenado del
145 reservorio.

146 Castillo, Villada y Valencia (2014), realizo un proyecto de investigación titulado “Diseño
147 Multiobjetivo de un Sistema Híbrido Eólico-Solar con Baterías para Zonas no
148 Interconectadas” este trabajo fue sustentado con el objetivo de suministrar la energía necesaria
149 para 49 usuarios de la ranchería Ishiruwu localizada en el municipio de Uribí, departamento
150 de la Guajira (Colombia) presentando el diseño óptimo de un sistema Híbrido Eólico-Solar
151 con baterías minimizando (Annualized Cost of System) ACS y el (Loss of Power Supply Pro-
152 bability) LPSP. Realizando una metodología cronológica basada en las técnicas de Hongxing
153 y Diaf para configurar de manera óptima un sistema Híbrido Eólico-Solar con baterías para
154 almacenamiento de energía. Como conclusión se determinó que el costo nivelado de
155 generación (Levelized Cost Of Energy - LCOE) asciende a 49,8 cUSD/kWh (52,2 kW), de los
156 cuales más del 50 % proviene de las baterías y otros componentes. Consideró que el costo de
157 este tipo de sistemas ha empezado a cobrar relevancia porque es competitivo frente a otros
158 tipos de generación como el diésel de las ZNI (0,44-1,5 USD/kWh).

159 Chambi, Luis (2014), desarrollo la tesis de pregrado titulado “Estudio y Diseño de un Sistema
160 Fotovoltaico Autónomo para el Suministro de Energía Eléctrica para el Tambo del Centro
161 Poblado de Anansaya Puna – Carabaya – Puno 2014”, se realizó en el Centro Poblado de
162 Anansaya Puna, en el año 2014 y publicado en la biblioteca de la Carrera Profesional de
163 Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno. Menciona en
164 su marco teórico que la energía es un concepto esencial de las ciencias. Desde un punto de
165 vista material complejo de definir. La más básica de sus definiciones indica que se trata de la
166 capacidad que poseen los cuerpos para producir trabajo (Tobajas, 2008). En su metodología
167 determinó que el proyecto de investigación tiene un enfoque cualitativo debido a que en el

168 proceso se trabajara en base a datos de investigadores y técnicos, y esto ayudó en la toma de
169 decisiones, pero también es cuantitativo ya que las decisiones que se tomó también satisfacen
170 las necesidades del grupo al que va destinado el proyecto. Como conclusión se determinó que
171 los principales parámetros influyentes que permite satisfacer la oferta de la energía, cuyas
172 medidas en citó y contrastados con datos satelitales se tiene un promedio de la radiación solar
173 de 5.21 kwh/m²-día, también el análisis de los datos obtenidos que el viento es en promedio
174 de valores bajos (3-4m/s), algunas horas del día en la zona solo se presentan ráfagas de vientos
175 altos de poca frecuencia en la zona, no se garantiza la utilización de la energía Eólica, de puesto
176 que los valores óptimos de viento deberán ser mínimo de 6 m/seg. Para colocar un
177 aerogenerador. Recomendó el fomento de esta energía alternativa para concientizar a las
178 personas y optar por este tipo de energía renovable, Porque en el departamento de Puno
179 conviene instalar sistemas fotovoltaicos debido a que hay buena concentración de la radiación
180 solar. Algo mucho mejor sería de tener en la facultad de ingeniería mecánica.

181 Cerdán, María (2011), desarrollo la tesis de maestría en energías renovables titulada “diseño de un
182 sistema de bombeo solar- eólico para consumo de agua en cabañas eco turísticas en la Pitaya,
183 Veracruz, México”, se realizó en la colonia de Pitahaya, el año 2011 y publicado en la
184 Universidad Internacional de Andalucía. Menciona en sistemas híbridos que se ha comprobado
185 que el empleo de varias fuentes renovables combinadas en un sistema energético integrado
186 produce un efecto sinérgico, esto es, que el beneficio total es mayor que la suma de los
187 beneficios que se obtendrían con sistemas individuales. Como conclusión se determinó instalar
188 un sistema basado en fuentes alternas que satisfaga la demanda promedio anual de energía
189 (1273.3Wh/día) para el sistema de bombeo.

190 Fernández, María José (2011), desarrollo un proyecto titulado “Estudio de Viabilidad de una
191 Instalación Solar Fotovoltaica (Huerto Solar)”. Se realizó en el municipio de Javea/Xabia,
192 Provincia de Alicante, publicado en la Universidad Politécnica de Valencia. Teniendo como
193 objetivo es determinar la viabilidad económica de una instalación solar fotovoltaica,
194 concretamente un huerto solar, cuyo cometido es vender la totalidad de la energía generada a
195 la distribución eléctrica que opera en la zona. Llegando a concluir que La concienciación social
196 en materia del calentamiento global ha hecho posible que la implantación de sistemas
197 respetuosos con el medio ambiente que generan electricidad, ya sea mediante energía
198 fotovoltaica o cualquier otra energía renovable, y que disminuyen la emisión de contaminantes
199 a la atmósfera se hayan incrementado en los últimos años, con el aliciente de recibir una prima
200 económica por invertir en energías renovables a cambio de la venta de la electricidad generada.

201 Hualpa, Maimer (2006), desarrollo la tesis de pregrado titulado “Estudio de factibilidad de sistemas
202 híbridos eólico-solar en el departamento de Moquegua”, se realizó en la ciudad de Moquegua,
203 el año 2006 y publicado en la biblioteca de la facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia
204 Universidad Católica del Perú. Menciona en su análisis técnico económico que en el caso del
205 sistema hibrido la dificultad está en la elevada inversión inicial que normalmente estos
206 sistemas requieren, aunque este aspecto se ve compensado por el hecho de que estos sistemas
207 requieren poco mantenimiento. La vida útil del sistema es de 20 años, esto según datos de los
208 fabricantes de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos. En su metodología determinó
209 estadísticas utilizados para estimar el potencial eólico en un determinado lugar, teniendo como
210 base un ejemplo hipotético, pero bastante realista. Como conclusión se determinó que el uso
211 de energías alternativas, solar y eólico representa una opción alternativa competitiva para
212 sistemas aislados y de electrificación rural. Los costos de la energía para el caso de un sistema
213 hibrido (0.46 US\$/kW-h) son drásticamente inferiores frente al uso de grupos electrógenos
214 (1.25 US\$/kW-h).

215 Palacios, Alfonso (2011), desarrollo la tesis de maestría en sistemas de energía solar fotovoltaica
216 titulada “Proyecto de sistema de bombeo fotovoltaico a depósito, para consumo humano y
217 abrevadero, en Gurmudele, Etiopía”, se realizó en la comunidad de Gurmudele, publicado en
218 la universidad internacional de Andalucía. Menciona en sus resultados finales que se extraerá
219 agua de 17m de profundidad, de un acuífero detrítico realimentado por un río, e impulsara a
220 una altura de 10.30m sobre el terreno, de forma que se pueda acumular en un depósito de
221 tanqueros de 282m³. Como conclusión se determinó que el deposito tiene la capacidad
222 suficiente como para asegurar el abastecimiento de los abrevaderos y puntos de suministro de
223 agua, independientemente de la hora del día o la posible ausencia de radiación solar en

224 periodos de mal tiempo, o si hubiese que realizar paradas de mantenimiento.
 225 Rochín, Ortiz y Ellis, en su artículo *Energía solar para bombeo de agua experiencias con ranchos*
 226 *sustentables en Baja California Sur* menciona que, los sistemas solares de bombeo pueden
 227 satisfacer un amplio rango de necesidades que van desde 1,000 litros diarios para abreviar
 228 pequeños hatos o para consumo humano, hasta 50,000 litros diarios para abreviar hatos más
 229 grandes e irrigación de pequeñas parcelas. Estos sistemas son sencillos, confiables, requieren
 230 de poco mantenimiento y no usan combustible. Llegó a concluir que la opción solar para
 231 bombeo de agua es factible para muchos productores del campo. Los equipos disponibles en
 232 el mercado son confiables, duraderos y fácil de operar. El costo inicial es relativamente alto
 233 comparado con otras opciones tradicionales, pero pueden ser más económicas a largo plazo
 234 debido a su bajo costo de operación y mantenimiento. El factor más importante es la cantidad
 235 de energía hidráulica ciclo hidráulico que se requiere, que es la carga dinámica total
 236 multiplicada por el volumen diario bombeado.

237 Rojas, López y Vergara (2013), en su artículo *XX simposio peruano de energía solar (XX-SPES)*
 238 *Análisis Técnico Económico de sistemas de Energía Eólico- Solar alta confiabilidad para*
 239 *telecomunicaciones en lugares remotos* menciona que en el sitio se tiene existente; un
 240 Generador Diésel, Planta de rectificadores y un banco de baterías cuya operación permite el
 241 uso eficiente de la energía del Combustible. Este Combustible debe ser repuesto de forma
 242 periódica e implica un costo. Además del costo de mantenimiento periódico necesario del
 243 Generador Diésel. Para reducir este costo de Operación y Mantenimiento, se busca reducir el
 244 consumo de combustible y en el futuro el retiro del generador para ello se ha propuesto
 245 implementar un sistema eólico-solar que reemplazará al generador Diésel existente. Así se ha
 246 previsto implementar un aerogenerador de 6kW y un arreglo solar de 3.2kWp, para lo cual se
 247 ha realizado una estimación previa de la producción de energía de acuerdo al registro de datos
 248 para la ubicación geográfica. Llegó a concluir que la instalación de un aerogenerador, un
 249 arreglo fotovoltaico y un banco de baterías es factible y da mayor confiabilidad al sistema.

250 Sánchez, Neidaly (2016), realizó un trabajo de grado titulada “Diseño de un sistema híbrido eólico
 251 solar para el bombeo de agua”, se realizó en “el Tambo” alto del Municipio de la Celia
 252 Risaralda, publicado en la Universidad Tecnológica de Pereira. Como conclusión se determinó
 253 que se utilizaran dos paneles con una potencia de 150w cada uno y una bomba de 0.5 hp lo
 254 cual va operar bajo las condiciones de caudal y altura necesarias para satisfacer la demanda y
 255 bajo una eficiencia alta para este tipo de equipos (60%).

256 VI. Hipótesis del trabajo

257 *General*

- 258 • Si se logra realizar el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua, será posible el suministro de abastecimiento de agua potable para pobladores del centro poblado de Collacachi.

259 *Específicos*

- 260 • Con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua, será posible cubrir la demanda de abastecimiento de agua potable en su totalidad para el centro poblado de Collacachi.
- 261 • Con la utilización de la herramienta computacional simplificará el desarrollo y análisis de un sistema fotovoltaico.
- 262 • Utilizando de manera estratégica las fuentes de energías renovables principalmente el sistema fotovoltaico para el bombeo automatizado de agua potable, se contribuirá al desarrollo tecnológico.

263 VII. Objetivo general

264 Diseñar la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable en el centro poblado de Collacachi – Puno.

265 VIII. Objetivos específicos

279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334

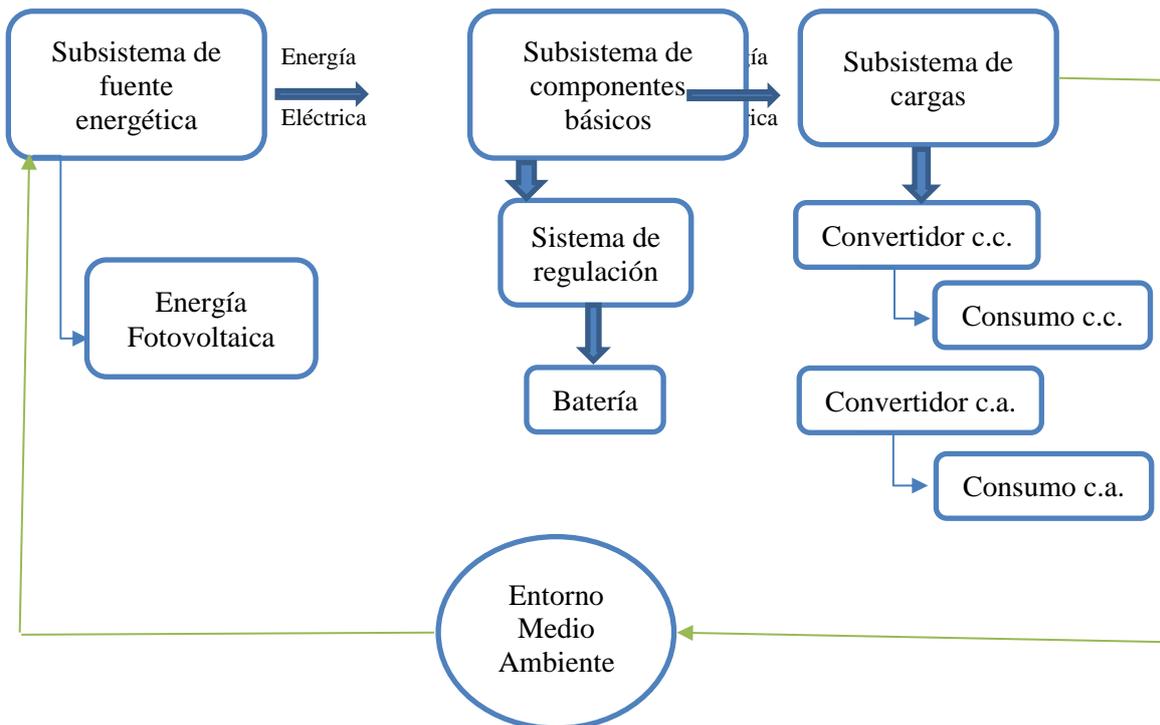
- Cubrir la demanda de abastecimiento de agua potable en su totalidad con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua.
- Utilizar la herramienta computacional para simplificar el desarrollo y análisis de un sistema fotovoltaico.
- Utilizar de manera estratégica las fuentes de energías renovables principalmente el sistema fotovoltaico, determinando el potencial y el efecto que esto produce en el bombeo de agua.

IX. Metodología de investigación

La metodología de investigación de este proyecto de tesis tiene un enfoque descriptivo de adaptación tecnológico y cuantitativo debido a que se realizará la ampliación y profundización de los enfoques y teorías con respecto al tema del proyecto de tesis mediante el uso de artículos científicos, tesis, libros, guías de investigación, entre otros con la finalidad de llegar a una orientación correcta de investigación. Se realizará la recolección de datos mediante encuestas aleatorias al 50% de la población en muestreo para probar las hipótesis mencionadas, con base en la medición numérica, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías sobre el tema de investigación. Se utilizará un sistema computacional, ya que los datos obtenidos requieren ser evaluados de una manera teórica y práctica. Consiste en describir fenómenos, situaciones, contextos y eventos, es decir, detallar como son y cómo se manifiesta el avance tecnológico en el ámbito de un sistema automatizado para bombeo de agua, describir cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del proyecto de investigación, características principales de las celdas fotovoltaicas que componen un panel solar, capacidad operativa de una electrobomba, la operación con amplio margen de variación de corriente - voltaje en el acondicionamiento de potencia, como también la capacidad de almacenamiento de un deposito o reservorio de agua. Con la aplicación de este proyecto de investigación es posible mejorar el abastecimiento de agua potable con un sistema de automatización y con ello la calidad de vida de las familias, con la implementación de esta nueva tecnología el abastecimiento de agua será eficiente y constante.

Investigación bibliográfica – documental

Aspectos físicos del sistema energético



335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390

Fuentes energéticas

La energía solar eólica se denomina renovable debido a que son un recurso inagotable respecto del ciclo de vida humano. Además, presentan la característica de ser abundantes y limpias. Con tecnologías maduras las fuentes renovables de energía tienen una gran potencial para la generación de energía. Así por ejemplo, la tecnología fotovoltaica que transforma directamente la luz solar en electricidad, ha mostrado ser de gran utilidad para la generación de energía eléctrica en lugares apartados y remotos.

Hoy en día, la tecnología fotovoltaica disponible comercialmente es una alternativa real para su ampliación en diversas tareas domésticas, industriales y agropecuarias. Sin embargo es necesario un análisis de viabilidad económica y factibilidad técnica para determinar si es la más apropiada para tal fin. Las aplicaciones más comunes en el sector agropecuario son bombeo de agua, cercos eléctricos, calentadores de agua, congeladores y sistemas de secado de productos agrícolas, además de la electrificación básica para fines domésticos. (Guía para el Desarrollo de Proyectos de Bombeo de Agua con Energía Fotovoltaico/Vol. 1/2001).

Energía solar

La energía solar es una de las opciones que se están desarrollando como alternativas a las energías provenientes de la quema de combustibles fósiles. A diferencia de los países nórdicos, el territorio peruano, por estar mucho más próximo al Ecuador, cuenta con sol durante la mayor parte del año. Según el Atlas Solar del Perú elaborado por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene una elevada radiación solar anual siendo en la sierra de aproximadamente 5.5 a 6.5 kWh/m²; 5.0 a 6.0 kWh/m² en la Costa y en la Selva de aproximadamente 4.5 a 5.0 kWh/m². (Página Gruporural.pucp, 2017)

Generador fotovoltaico:

Que es el elemento encargado de transformar la radiación solar en energía eléctrica. Ésta se produce en corriente continua y sus características dependen de la intensidad energética de la radiación solar y de la temperatura ambiente. (Fernández, 2011).

Bombeo fotovoltaico

Una instalación de bombeo fotovoltaico está compuesta principalmente por un generador FV, un motor/bomba, un pozo, un sistema de tuberías, y un depósito de acumulación. Se puede disponer de un sistema de acondicionamiento de potencia (controladores DC/DC, inversores DC/AC u otros dispositivos electrónicos) de acoplo entre el generador FV al motor, para poder operar motores AC o para incrementar el rendimiento medio diario en sistemas con motores DC que accionen bombas de desplazamiento positivo. El sistema ha de estar debidamente instalado y protegido, utilizando sensores de nivel en el pozo y en el depósito de acumulación para evitar el desperdicio de agua y la operación en vacío. A pesar de que se instalan bombas de superficie o flotantes, la configuración más habitual es un sistema motobomba sumergible instalada en un pozo de sondeo. (Alonso, Chenlo. 2005)

Un acondicionamiento de potencia es un dispositivo que se encarga de proporcionar al motor/bomba la combinación más adecuada tensión / corriente, a la vez asegurar que el generador FV opera en su punto de máxima potencia.

Los dispositivos de acondicionamiento de potencia pueden ser:

- Dispositivos de acoplo de impedancia o convertidores DC/DC
- Inversores DC/ AC
- Baterías

Electrobomba:

Una bomba es una máquina capaz de transformar energía mecánica en energía hidráulica.

Hay dos tipos básicos de bombas:

Bombas de desplazamiento positivo o volumétrico.- Tienen un contorno móvil que, por cambios de volumen, obliga al fluido a avanzar a través de la máquina, son apropiados para altos incrementos de presión y bajos caudales.

Bombas centrífugas.- Añaden simplemente cantidad de movimiento al fluido por medio de paletas

o alabes giratorias, están diseñadas para una altura manométrica más o menos fija y proporcionan generalmente mayor cantidad que las bombas de desplazamiento positivo. (Alonso, Chenlo. 2005).

X. Referencias

- Alonso, M., Chenlo, F. (2005), *Sistema de Bombeo Fotovoltaico*. Departamento de energías renovables, escuela de organización industrial.
- Andrade, J., Quispe, M. (2016), “*Diseño y Selección de un Sistema Eólico Solar para la Generación de Energía Eléctrica que Mejore el Sistema de Bombeo de Agua con fines de riego en el Centro Poblado de Chinumani-Yunguyo, 2016*”. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Arango, J., Ascencio, M., Barrientos, R. (2001). *Guía para el desarrollo de proyectos de Bomba de Agua con Energía Fotovoltaica. (Volumen I y II)*. México.
- Auccacusi, D. (2014). *Análisis Técnico y Económico para la Selección del Equipo Óptimo de Bombeo en Muskarumi – Pucyura – Cusco usando Fuentes Renovables de Energía, (Tesis pregrado)*. Lima.
- Ávila, D., Alesanco, R., Veliz, J. (2011), *Sistema Híbrido con base en las Energías Renovables para el suministro de Energía a Plantas Desaladoras/vol.14*./España.
- Calsina, V. (2015), *Diseño del Sistema de Bombeo Automatizado de 60HP para Agua Potable con Energía Solar para las Comunidades Balsapata, Caluyo, Sector Añaypata Carmen alto del Distrito de Orurillo Provincia de Melgar*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Castillo, A., Villada, F., Valencia, J. (2014), *Diseño Multiobjetivo de un Sistema Híbrido Eólico-Solar con Baterías para Zonas no Interconectadas*. Universidad de Antioquia. Colombia.
- Chambi, L. (2014), *Estudio y Diseño de un Sistema Fotovoltaico Autónomo para el Suministro de Energía Eléctrica para el Tambo del Centro Poblado de Anansaya Puna – Carabaya – Puno 2014*. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Perú.
- Cerdán, M. (2011), *Diseño del Sistema de Bombeo Solar-Eólico para Consumo de Agua en Cabañas Ecoturísticas en la Pitaya, Veracruz, México*. Universidad Nacional de Andalucía. México.
- Fernández, MJ. (2011), *Estudio de Viabilidad de una Instalación Solar Fotovoltaica (Huerto Solar)*. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- Hualpa, M. (2006), *Estudio de Factibilidad de Sistemas Hídricos Eólico-Solar en el Departamento de Moquegua*. Perú.
- Palacios, A. (2011). *Proyecto de Sistema de Bombeo Fotovoltaico a Depósito, para Consumo Humano y Abrevadero, en Gurmudele, España*.
- Rochín, J., Ortiz, S., Ellis, A., (2000). *Energía solar para Bombeo de Agua*. Baja California.
- Rojas, H., López, V., Vergara, J. (2013), *Análisis Técnico-Económico de Sistema de Energía Eólico-Solar alta Confiabilidad para Telecomunicaciones en Lugares Remotos*. XX Simposio Peruano de Energía Solar. Perú.
- Sánchez, N. (2016), *Diseño de un Sistema Híbrido Eólico Solar para el Bombeo de Agua*. Universidad tecnológica de Pereira. Colombia.

XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

El siguiente proyecto de investigación se realizará con el objetivo de mejorar el abastecimiento de agua potable con un sistema de automatización para el Centro Poblado de Collacachi del Distrito de Puno, puesto que con ello incrementará el bienestar económico y social de la población.

Con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable del Centro Poblado de Collacachi se espera la factibilidad de la investigación, ya que según los estudios realizados en diferentes departamentos del país este sistema es eficiente teniendo un tanque de reservorio para que el beneficio sea constante durante el día.

XII. Impactos esperados

446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Con la aplicación de las siguientes ciencias y tecnologías como el sistema Fotovoltaico que conforman su respectivo generador fotovoltaico, sistema de regulación, batería y la electrobomba, se busca implementar una alternativa ecológica del sistema de abastecimiento de agua potable, ya que esto nos permite aportar y llevar a conocimiento de la población Puneña el avance tecnológico y la aplicación en zonas rurales en su mayoría.

ii. Impactos económicos

El impacto económico del proyecto de investigación será mínimo puesto que es una generación de energía limpia por lo que solo se tendrán gastos de parte de la población en lo que es el mantenimiento de los equipos.

iii. Impactos sociales

El impacto social del proyecto de investigación será positivo por lo que se tiene en cuenta la atención en su totalidad de los habitantes en la zona afectada, ya que se busca resolver los problemas de manera sostenible con el uso de tecnologías nuevas y de bajo costo.

iv. Impactos ambientales

Una de las ventajas más significativas de los sistemas de bombeo automatizado de agua con energía Fotovoltaico es su bajo impacto ambiental, ya que, al generar directamente energía eléctrica a partir de la luz solar, no requiere ningún tipo de combustión por lo que no se producen emisiones de CO2 que favorezcan el efecto invernadero.

El sistema fotovoltaico es silencioso y la consecuencia sobre la vegetación es nula, porque el suelo necesario para instalar es de dimensión media lo cual no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos se pueden instalar en los tejados de las viviendas.

No afecta considerablemente a: flora, fauna, aire, agua, suelo y al medio social.

XIII. Recursos necesarios

Los recursos necesarios que se utilizarán en el siguiente proyecto de investigación son:
Recolección de datos satelitales y meteorológicas, trabajos de campo y gabinete, análisis de investigación.

XIV. Localización del proyecto

El Área de Estudio para el proyecto de investigación es el área geográfica del centro poblado de Collacachi que está ubicado en la carretera Puno – Moquegua a 17Km (Sur Oeste de la ciudad de Puno).

Localización:

Ubicación Política

Departamento : Puno
Provincia : Puno
Distrito : Puno

Ubicación Geográfica

Región Geográfica : Sierra
Zona : Rural
Piso Ecológico : Suni

Límites:

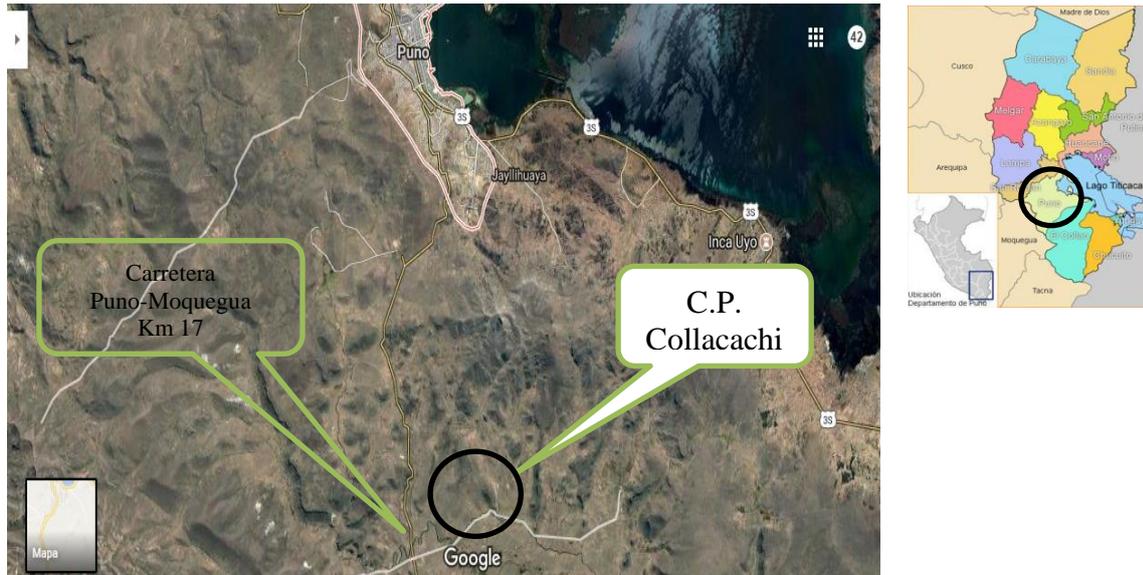
La localidad del área del proyecto se encuentra ubicada dentro del Distrito de Puno en el centro poblado de Collacachi que tiene las siguientes colindancias:

501 Por el Norte : CC. Itapalluni, Cerro Putina
 502 Por el Sur : Ruinas de Cutimbo y Rio Chullumpi, Cutimbo
 503 Por el Este : CC. Inchupalla
 504 Por el Oeste : Cerro Santa Rosa, Cerro Charaque
 505

506 La provincia de Puno tiene una extensión de 121.18 Km² que representa el 1.88% de la superficie
 507 Provincial, se encuentra entre los 3820 y 4200 m.s.n.m. en la región natural de Suni.
 508

509 **Mapa de Ubicación.**

510 *Mapa macro y micro localización del proyecto de investigación*
 511
 512



513 Fuente: Google Maps
 514
 515
 516

513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520

XV. Cronograma de actividades

Actividad	Meses											
	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1° se ma na	2° se ma na	3° se ma na	4° se ma na	5° se ma na	6° se ma na	7° se ma na	8° se ma na	9° se ma na	10° se ma na	11° se ma na	12° se ma na
Revisión bibliográfica	x	x										
Trabajos de campo		x	x									
Trabajos preliminares (estudio hidrológico, humedad, clima, microclima)			x	x								
Estudios de recolección de datos (prorridge, estación meteorológica)				x	x							
Análisis de datos de variables					x	x						

Trabajos de gabinete (cálculos correspondientes)					X	X	X					
Interpretación de resultados								X				
Análisis del impacto ambiental y monitoreo arqueológico								X				
Elaboración del proyecto de investigación							X	X	X	X	X	
Revisión final en su totalidad de la investigación											X	X

521

522

XVI. Presupuesto

El presupuesto de la investigación del proyecto de tesis será autofinanciado.

523

524

Bienes						
Materiales o equipos	Unidad	Cantidad	Costo Unitario		Costo Total	
Materiales de escritorio y gabinete	Global	1	S/.	500.00	S/.	500.00
Libros para la investigación	U.	3	S/.	230.00	S/.	690.00
Total					S/.	1,190.00

525

526

Servicios						
Materiales o Equipo	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total		
Alquiler de camioneta 4x4 doble cabina (trabajos de campo)	días	10	S/.	200.00	S/.	2,000.00
Alquiler de instrumentos de medición (solar, eólica, GPS, otros)	días	30	S/.	150.00	S/.	4,500.00
Alquiler de internet	hora	240	S/.	1.00	S/.	240.00
Alquiler de computadora	hora	240	S/.	1.00	S/.	240.00
Trabajo final de la investigación	Global	1	S/.	450.00	S/.	450.00
Total					S/.	7,430.00

527

Bienes	S/.	1,190.00
Servicios	S/.	7,430.00
Sub total	S/.	8,620.00
Imprevistos 10% del sub total	S/.	862.00
Total (Subtotal+Imprevistos)	S/.	9,482.00

528

529

Teniendo como presupuesto final nueve mil cuatrocientos ochenta y dos nuevos soles (S/. 9,482.00)

530

531

XVII. Matriz de consistencia

Problema de investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis de la investigación	Variables de la investigación	Metodología de la investigación
<p>Problema general: ¿Cómo realizar el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable del centro poblado de Collacachi – Puno?</p> <p>Problemas específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo cubrir la demanda de abastecimiento de agua con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico? • ¿Cómo utilizar la herramienta computacional para simplificar el desarrollo y análisis de un sistema fotovoltaico? • ¿Cómo utilizar de manera estratégica las fuentes de energías renovables principalmente el sistema fotovoltaico determinando el potencial y el efecto que esto produce en el bombeo de agua? 	<p>Objetivo general: Diseñar la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua potable del centro poblado de Collacachi – Puno.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cubrir la demanda de abastecimiento de agua potable en su totalidad con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua. • Utilizar la herramienta computacional para simplificar el desarrollo y análisis de un sistema fotovoltaico • Utilizar de manera estratégica las fuentes de energías renovables principalmente el sistema fotovoltaico, determinando el potencial y el efecto que esto produce en el bombeo de agua. 	<p>Hipótesis general: Si se logra realizar el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua, será posible el suministro de abastecimiento de agua potable para pobladores del centro poblado de Collacachi.</p> <p>Hipótesis específica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con el diseño de la automatización del sistema fotovoltaico para el bombeo de agua, será posible cubrir la demanda de abastecimiento de agua potable en su totalidad para el centro poblado de Collacachi. • Con la utilización de la herramienta computacional simplificará el desarrollo y análisis de un sistema fotovoltaico. • Utilizando de manera estratégica las fuentes de energías renovables principalmente el sistema fotovoltaico para el bombeo automatizado de agua potable, se contribuirá al desarrollo tecnológico. 	<p>Variables independientes:</p> <p>Datos meteorológicos como la radiación solar, cantidad de pobladores beneficiados.</p> <p>Variables dependientes:</p> <p>Volumen de agua, potencia de la bomba de agua a seleccionar.</p>	<p>Este proyecto de tesis tiene un enfoque descriptivo de adaptación tecnológico y cuantitativo debido a que se realizará la ampliación y profundización de los enfoques y teorías con respecto al tema, mediante el uso de artículos científicos, tesis, libros, guías de investigación, entre otros con la finalidad de llegar a una orientación correcta de investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se realizará la recolección de datos mediante encuestas aleatorias al 50% de la población en muestreo. • Se utilizará un sistema computacional, ya que los datos obtenidos requieren ser evaluados de una manera teórica y práctica. • Se describirá cada uno de los sistemas, subsistemas y componentes del proyecto de investigación, características principales de las celdas fotovoltaicas que componen un panel solar, capacidad operativa de una electrobomba, la operación con amplio margen de variación de corriente - voltaje en el acondicionamiento de potencia, como también la capacidad de almacenamiento de un depósito o reservorio de agua