



**FACULTAD DE POSTGRADO
TESIS DE POSTGRADO**

**FACTIBILIDAD DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CON
ENERGÍA FOTOVOLTAICA, EN EL BANANO, SAN MANUEL,
CORTÉS**

**SUSTENTADO POR:
LILIAN ESTEFANY CASTELLÓN ALVARADO
JONATHAN YAHIR ÁVILA SOLÍS**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS

HONDURAS, C.A.

ENERO, 2024

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**PRESIDENTE EJECUTIVO /
RECTORA**

ROSALPINA RODRÍGUEZ

**SECRETARIO GENERAL /
PRORRECTOR**

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL
JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

**DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO
ANA DEL CARMEN RETTALLY**

**FACTIBILIDAD DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CON
ENERGIA FOTOVOLTAICA, EN EL BANANO, SAN MANUEL,
CORTÉS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE
MÁSTER EN ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

ASESOR METODOLÓGICO

JOSE RODOLFO SORTO

ASESOR TEMÁTICO

**JESUS ALBERTO ENAMORADO
SARMIENTO**

MIEMBROS DE LA TERNA:

**HECTOR WILFREDO PADILLA SIERRA
TATIANA JOSEFINA RUBIO MEDINA
MAURICIO JAVIER MELGAR HERNANDEZ**

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2023
Lilian Estefany Castellón Alvarado
Jonathan Yahir Ávila Solís

Todos los derechos son reservados.



FACULTAD DE POSTGRADO

FACTIBILIDAD DE SISTEMA DE AGUA POTABLE CON ENERGIA FOTOVOLTAICA, EN EL BANANO, SAN MANUEL CORTÉS

Lilian Estefany Castellón Alvarado

Jonathan Yahir Ávila Solís.

El siguiente documento tiene como propósito diseñar un sistema de agua potable por bombeo alimentado con energía fotovoltaica, centrado en la comunidad rural de El Banano, afectada por tormentas tropicales ETA & IOTA. Está dirigido a abordar las precarias condiciones de acceso al agua y la falta de sostenibilidad del sistema existente. El objetivo principal de la investigación es demostrar la prefactibilidad de la implementación de paneles solares al sistema de agua potable y de esta forma mejorar el acceso al agua potable en la comunidad, superando los desafíos causados por las inundaciones, daños en el sistema eléctrico y la crisis energética. La metodología usada tiene un enfoque cuantitativo, no experimental, transeccional y descriptivo. Los resultados obtenidos del diagnóstico y diseño revelaron información crucial sobre la profundidad del pozo, caudal, calidad del agua y otros parámetros. Se destaca el enfoque en la generación de energía a partir de paneles fotovoltaicos, con cálculos detallados que respaldan la viabilidad del sistema. En conclusión, el diseño propuesto ofrece una solución sostenible para mejorar el acceso al agua en El Banano. La principal recomendación es la implementación del sistema de agua potable por bombeo con energía solar, que no solo aborda las necesidades actuales de la comunidad, sino que también contribuye a la resiliencia frente a desastres naturales y la crisis energética

Palabras clave: bombeo, demanda, energía fotovoltaica, paneles solares, sistema de agua



GRADUATE SCHOOL

**FEASIBILITY OF POTABLE WATER SYSTEM WITH
PHOTOVOLTAIC ENERGY IN EL BANANO, SAN MANUEL
CORTES**

Lilian Estefany Castellón Alvarado

Jonathan Yahir Ávila Solís

Abstract

The purpose of this paper is to design a pumped drinking water system powered by photovoltaic energy, centered on the rural community of El Banano, affected by tropical storms ETA & IOTA. It is aimed at addressing the precarious conditions of access to water and the lack of sustainability of the existing system. The main objective of the research is to demonstrate the pre-feasibility of the implementation of solar panels to the drinking water system and thus improve access to drinking water in the community, overcoming the challenges caused by floods, damage to the electrical system and the energy crisis. The methodology used has a quantitative, non-experimental, cross-sectional, and descriptive approach. The results obtained from the diagnosis and design revealed crucial information about the depth of the well, flow, water quality and other parameters. The focus on power generation from photovoltaic panels is highlighted, with detailed calculations supporting the viability of the system. In conclusion, the proposed design offers a sustainable solution to improve access to water in El Banano. The main recommendation is the implementation of the solar-powered pumped drinking water system, which not only addresses the current needs of the community, but also contributes to resilience to natural disasters and the energy crisis.

Keywords: demand, photovoltaic energy, pumping, solar panels, water system

DEDICATORIA

A Dios por su gran misericordia, bondad y amor de permitirme llegar a este momento, dándome salud y guiando cada uno de mis pasos. A mi esposo Jonathan por ser mi apoyo constante en cada meta que emprendo, por alentarme cada día a que siga mis sueños y anhelos de mi corazón, por acompañarme en este camino demostrándome su amor. A mi madre Lilian por sus oraciones, consejos, motivación constante y ser mi mayor ejemplo de perseverancia y fe. A la memoria de mi amado padre Rigoberto, quien siempre me apoyo en todo y motivó cada uno de mis metas, sus valores y principios permanecen en mí y sé que está feliz y orgulloso de celebrar conmigo este logro.

Lilian Estefany Castellón Alvarado

A Dios, que es y será todo en mi vida, la razón de estar aquí y llegar hasta este punto de mi carrera. A mi esposa, Abigail, que con su incansable esfuerzo me ha brindado su apoyo, sus consejos, y ha estado conmigo en todo el proceso de maestría, me ha mostrado cuando fallo como profesional y me pone los pies sobre la tierra. A mi madre, Juana, que ha sido mi punta de lanza en toda mi vida y carrera, que me trajo al mundo y me ha convertido en el hombre que soy. A mis tías, Eva y Ondina, que han sido un ejemplo de profesionalismo para mí, con su experiencia han alimentado mis conocimientos y me han mostrado cómo conducirme por el mundo profesional, me han mostrado lo que es ser un líder.

Jonathan Yahir Ávila Solís

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente a Dios por su amor para conmigo y su bondad de permitirme cumplir mis metas siendo mi fortaleza en cada momento. A mi familia por darme su apoyo incondicional, mi esposo un pilar fundamental mi madre quien me apoya en todo y siempre me da ánimos y mis hermanos Denilson y Danny quien siempre han estado a mi lado apoyándome cada momento, así como palabras de aliento, consejos y ser incondicionales conmigo. A mis compañeros de maestría y catedráticos que han hecho de este viaje más entretenido, por cada aporte y ayuda que me han brindado y por compartir sus conocimientos.

Lilian Estefany Castellón Alvarado

En primer lugar, agradezco a Dios Todopoderoso por la salud, fortaleza y sabiduría que nos ha brindado para poder culminar este fragmento de la carrera y alcanzar el objetivo primordial perseguido. A mi amada madre Juana Cruz Solís que con su esfuerzo, dedicación y compromiso ha logrado convertirme en el hombre que hoy soy. A mi amada esposa Irene Abigail Bonilla, que ha sido parte fundamental de este proceso, pues sin ella no hubiese tenido el apoyo y el consejo para seguir adelante. A mis tías, Eva y Ondina Solís, que han sido mi espejo y mis consejeras profesionales.

Jonathan Yahir Ávila Solís

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	18
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.1 INTRODUCCIÓN	20
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	22
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	25
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	25
1.3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA	26
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION.....	27
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	27
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
1.4.2 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	28
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	28
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	30
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	30
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO	30
2.1.1.1 LOS 27 PROYECTOS DE ENERGÍA QUE SE INTREGRARÁN AL SISTEMA DE CENTROAMÉRICA.....	32

2.1.1.2 ESTADO DE LOS NIVELES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN CENTROAMÉRICA	32
2.1.1.3 COBERTURA DEL SERVICIO	34
2.1.1.4 SISTEMAS DE AGUA CON ENERGIA FOTOVOLTAICA EN CENTROAMÉRICA	35
2.1.1.5. TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA SOLAR DISPONIBLES	36
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO.....	37
2.1.2.1 ENERGÍA RENOVABLE EN HONDURAS	37
2.1.2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN HONDURAS	39
2.1.2.3 IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN HONDURAS	40
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO	42
2.1.3.1. SITUACION DEL SISTEMA DE AGUA DE LA COMUNIDAD DE EL BANANO, SAN MANUEL CORTÉS.....	42
2.2. CONCEPTUALIZACIÓN	45
2.3. TEORÍAS DE SUSTENTO	53
2.3.1.1. ESTACIONES DE BOMBEO DE POZOS PROFUNDOS SEGÚN NORMA DE DISEÑO DE ACUEDUCTOS RURALES SANAA.	53
2.3.1.3. DOCUMENTO GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN PARA SISTEMAS DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR DE UNICEF Y WATER MISSION.....	56
2.3.1.4. DEMANDA DIARIA DE AGUA DEL PROYECTO.....	56
.....	57
2.3.2 METODOLOGÍAS UTILIZADAS POR OTROS INVESTIGADORES	57

2.3.2.1. PREFACTIBILIDAD PARA LA EJECUCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	57
2.3.2.2. GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMBOK SEXTA EDICIÓN)	59
2.4. MARCO LEGAL	62
2.4.1. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS NACIONALES	62
2.4.2. NORMATIVAS AMBIENTALES Y SOCIALES	63
2.4.2.1. LEY GENERAL DE AGUAS ARTÍCULO 26.- DOMINIO DE LOS ACUÍFEROS	63
2.4.2.2. LEY GENERAL DE AGUAS ARTÍCULO 63.- APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	63
2.4.2.3. LEY GENERAL DEL AMBIENTE ARTÍCULO 30.	64
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	65
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	65
3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA	65
3.1.2. ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO	66
3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	67
3.1.4 HIPÓTESIS.....	67
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	68
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	69
3.3.1 POBLACIÓN.....	69
3.3.2 MUESTRA	70
3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS	70

3.4.1 INSTRUMENTOS	70
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	72
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS	72
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS	73
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS	74
4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS	74
4.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	74
4.1.2 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO	76
4.1.3 CARACTERISTICAS DE LA POBLACIÓN	77
4.1.4 CALCULO DE DEMANDA DIARIA	77
4.1.5 FUENTE DE AGUA.....	78
4.1.5.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA	78
4.1.5.2 RENDIMIENTO DE LA FUENTE.....	80
4.1.6 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	80
4.1.7 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	80
4.1.7.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD FOTOVOLTAICA.....	81
4.1.7.2. CÁLCULO DE IRRADIACIÓN SOLAR.....	81
4.1.7.3. CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES SOLARES A UTILIZAR	82
4.1.7.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA	82
4.1.7.6 ESPACIO REQUERIDO PARA INSTALACIÓN DE LOS PANELES SOLARES	82
4.1.7.7 ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA PANELES SOLARES.....	82

4.1.7.8 MANO DE OBRA.....	83
4.1.7.9 IMPACTO AMBIENTAL.....	83
4.1.7.10 ORGANIZACIÓN.....	83
4.2 RESULTADOS Y ANALISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	83
4.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	83
4.2.1.1 SISTEMA DE BOMBEO.....	83
4.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.....	85
4.2.2.1 LOCALIZACIÓN.....	85
4.2.2.2 CLIMA.....	86
4.2.2.3 IRRADIACIÓN.....	86
4.2.2.4 CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES A UTILIZAR.....	88
4.2.2.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y CAPACIDAD DEL PANEL SOLAR.....	89
4.2.2.6 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y CAPACIDAD DEL INVERSOR.....	90
4.2.2.7 ÁREA REQUERIDA PARA LA OBRA CIVIL.....	90
4.2.2.8 SELECCIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE ENCENDIDO.....	91
4.2.3 ANÁLISIS TÉCNICO.....	92
4.2.4 ANÁLISIS ECONÓMICO.....	92
4.2.4.1 COSTO DE INVERSIÓN INICIAL.....	92
4.2.4.1.1. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	93
4.2.4.2 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL.....	94
4.2.4.3 FACTIBILIDAD FINANCIERA.....	95
4.2.4.4 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS.....	101

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	102
5.1. CONCLUSIONES	102
5.2. RECOMENDACIONES	105
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....	108
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	108
6.2 INTRODUCCIÓN DE LA APLICABILIDAD.....	108
6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO.....	108
6.3.1 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO	108
6.3.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO.....	109
6.3.1.2 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO	111
6.3.2 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN.....	112
6.3.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN	112
6.3.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO.....	113
6.3.2.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE.....	113
6.3.2.2.2 RECOPIACIÓN DE REQUISITOS.....	117
6.3.2.2.3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE	117
6.3.2.2.4. CREAR LA EDT/WBS	118
6.3.2.3 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO.....	120
6.3.2.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA.....	120
6.3.2.3.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES	121
6.3.2.3.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES	123
6.3.2.3.4 ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES	124

6.3.2.3.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA.....	126
6.3.2.4 GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO	128
6.3.2.4.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS	128
6.3.2.5 GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO	133
6.3.2.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO.....	134
6.3.2.6.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS	134
6.3.2.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO	141
6.3.2.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO	144
6.3.2.8.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS	144
6.3.2.8.2 IDENTIFICAR LOS RIESGOS	146
6.3.2.8.3 REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS.....	147
6.3.2.8.4 REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS RIESGOS	149
6.3.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO.....	152
6.3.2.9.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES	153
6.3.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO	154
6.3.2.10.1 PLANIFICAR EL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS	154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	1
ANEXOS	9

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Análisis FODA para implementación sistema.....	45
Tabla 2. Diámetro columna de Bombeo con relación al Caudal	54
Tabla 3. Matriz metodológica.....	65
Tabla 4. Operacionalización de Variables	67
Tabla 5. Información general del sistema de bombeo #1	76
Tabla 6. Información general del sistema de bombeo #2	76
Tabla 7. Generalidades de la comunidad	77
Tabla 8. Demanda de consume actual del sistema de agua	78
Tabla 9. Demanda de consume futuro del sistema de agua	78
Tabla 10. Perfil de carga del sistema	81
Tabla 11. Dimensionamiento del sistema de bombeo	84
Tabla 12. Irradiación promedio por horas pico.....	88
Tabla 13. Presupuesto del sistema Fotovoltaico.....	93
Tabla 14. Propuesta de sistema Fotovoltaico.....	94
Tabla 15. Detalle de excedentes.....	94
Tabla 16. Reducción de emisiones de CO2	95
Tabla 17. Distribución de aportes de inversión	96
Tabla 18. Gastos de operación del sistema	96
Tabla 19. Ingresos del sistema	97
Tabla 20. Análisis de ahorro energético	99
Tabla 21. Flujos de efectivo del sistema de agua fotovoltaico	100
Tabla 22. Cálculo de análisis Costo-Beneficio de la inversión	101
Tabla 23. Acta de Constitución del Proyecto.....	109
Tabla 24. Identificación de los Interesados del Proyecto	111
Tabla 25. Plan de Gestión de la Integración del Proyecto.	112
Tabla 26. Plan de Gestión del Alcance	113
Tabla 27. Requisitos del Proyecto	117
Tabla 28. Definición del Alcance	118

Tabla 29. Plan de gestión del cronograma del proyecto.	120
Tabla 30. Listado de las Actividades del Proyecto	121
Tabla 31. Predecesores de las Actividades	123
Tabla 32. Duración de las actividades	125
Tabla 33. Plan de Gestión de los Costos.....	128
Tabla 34. Desglose de gastos y costos de las actividades del Proyecto.....	131
.....	131
Tabla 35. Presupuesto de ejecución del proyecto	132
Tabla 36. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto	133
Tabla 37. Planificación de los recursos por tareas	135
Tabla 38. Recursos en su etapa de Planificación	136
Tabla 39. Planificación de los recursos en sus etapas de Ejecución.	136
Tabla 40. Planificación de los recursos en su etapa de cierre.	137
Tabla 41. Materiales necesarios para la construcción del sistema de bombeo solar Fotovoltaico	138
.....	138
Tabla 42. Recurso humano necesario para la realización de las actividades del proyecto.	139
Tabla 43. Matriz de Comunicaciones del Proyecto	142
Tabla 44. Plan de Gestión de los Riesgos	144
Tabla 45. Identificación de los riesgos del proyecto.....	146
Tabla 46. Criterios de Evaluación del Riesgo - Escala de Color	147
Tabla 47. Análisis Cualitativo de los Riesgos	147
Tabla 48. Escala de categorización del riesgo	149
Tabla 49. Análisis Cuantitativo de los Riesgos.	149
Tabla 50. Respuesta a los Riesgos.	151
Tabla 51. Plan de Gestión de las adquisiciones del proyecto.	153
Tabla 52. Involucramiento de los interesados del proyecto.....	155
Tabla 53. Matriz de interesados del proyecto.	156

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de bombeo, El Banano	23
Figura 2. Pago de factura por consumo energético del sistema de agua EL Banano 2023	26
Figura 3. Ranking mundial de generación eléctrica renovable y el avance de la región	31
Figura 5. Cobertura de los servicios de agua potable en Centroamérica	34
Figura 6. Sistema de paneles solares de Palo de Lapa y Los Pocitos (Nicaragua)	36
Figura 7. Origen de la energía eléctrica disponible en Honduras durante el 2021	38
Figura 8. Honduras: Potencia Solar Fotovoltaica	39
Figura 9. Capacidad instalada fotovoltaica en Honduras 2014 - 2021	40
Figura 10. Sistema de agua con paneles solares	41
Figura 11. Pozo #1, equipamiento hidráulico	43
Figura 12. Pozo #2, Equipamiento hidráulico	43
Figura 13. Estructura de célula solar.....	46
Figura 14. Tipos de módulos fotovoltaicos.....	47
Figura 15. Diferencias entre los tipos de paneles, según fabricación.	47
Figura 16. Asocio de las células solares (serie o paralelo)	48
Figura 17. Diagrama de un inversor Solar	49
Figura 18. Esquema de un-Sistema Fotovoltaico por Bombeo.....	50
Figura 19. Componentes de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua	51
Figura 20. Esquema de variable independiente Factibilidad técnica	66
Figura 21. Esquema de variable independiente Factibilidad financiera	66
Figura 22. Enfoque y método.....	68
Figura 23. Ubicación de los pozos, comunidad de El Banano.....	75
Figura 24. Prueba CBT Pozo #1	79
Figura 25. Prueba CBT Pozo #2	79
Figura 26. Ubicación de sistema de agua.....	86
Figura 27. Datos de irradiación Solar	87
Figura 28. Irradiación promedio mensual.....	87
Figura 29. Panel Solar PEIMAR 460 Wp.....	89

Figura 30. Inversor PEIMAR PSI-J5000-TP	90
Figura 31. Estructura metálica reforzada	91
Figura 32. LOGO V8, 230RCE, PN: 6ED1052-1FB08-0BA1.....	91
Figura 33. Estructura de descomposición del trabajo del proyecto (EDT).....	119
Figura 34. Diagrama de Gantt del Proyecto.....	127

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

El acceso a agua potable sigue siendo uno de los retos más desafiantes a los que se enfrentan los países en desarrollo. Honduras, un ejemplo representativo de esta realidad, se caracteriza por la falta de acceso a fuentes seguras de agua para consumo humano y la insostenibilidad de sus sistemas de abastecimiento de agua. En particular, en el municipio de San Manuel donde el 90% de los sistemas de suministro de agua dependen de fuentes subterráneas, la perforación de pozos y la utilización de bombas eléctricas se han convertido en la solución común. Sin embargo, esta alternativa resulta a menudo insostenible para las comunidades, debido al alto costo de la energía eléctrica, agravado por la inestabilidad del suministro de energía eléctrica en el país, causada por el crecimiento de la demanda y las pérdidas técnicas.

En este contexto, la comunidad de El Banano, ubicada en el municipio de San Manuel, Cortés, emerge con una singular importancia por su vulnerabilidad. Con una población de aproximadamente 1,000 habitantes, esta comunidad enfrenta desafíos cruciales en suministro de servicios básicos a lo largo de su historia, El Banano ha experimentado eventos climáticos extremos que han tenido un impacto significativo en su infraestructura y en la calidad de vida de sus residentes.

Las tormentas Eta, Iota y Julia, que azotaron la región en 2021, dejaron una huella profunda en esta comunidad. Las intensas lluvias provocaron inundaciones que afectaron seriamente a El Banano, comprometiendo su sistema de suministro de agua y su red eléctrica. La comunidad se vio afectada de manera inmediata y drástica, con numerosos abonados al sistema de agua y electricidad quedando sin acceso a estos servicios durante un período prolongado.

La situación en El Banano ilustra los fundamentos empíricos que motivan este estudio. Los problemas relacionados con el acceso al agua potable y electricidad en una comunidad de este tamaño son críticos para su bienestar y desarrollo. La interrupción de estos servicios básicos puso de manifiesto la fragilidad de la comunidad frente a fenómenos climáticos extremos y la imperativa necesidad de abordar este asunto de manera integral.

El propósito de esta investigación se enfoca en analizar y presentar posibles soluciones a los desafíos que enfrenta El Banano en términos de suministro de agua y electricidad, considerando las implicaciones de los eventos climáticos extremos y su posible recurrencia en el futuro. La investigación se basará en la evaluación de soluciones sostenibles y resilientes que permitan a la comunidad afrontar estos desafíos de manera efectiva, garantizando la seguridad y el bienestar de sus habitantes a largo plazo.

El objetivo principal del estudio es diseñar un sistema alternativo de generación de energía eléctrica mediante paneles solares fotovoltaicos para extraer agua desde un pozo en beneficio de la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés. Aprovechando de esta forma las fuentes de energía sostenible y renovable, en este caso la energía solar, que, como es bien sabido, cuenta con recursos prácticamente inagotables, se pueden emplear tecnologías actualmente disponibles en el mercado para capitalizar estas fuentes de energía renovable, generando así un trabajo productivo y útil. Cuando se emplean de manera adecuada, estas tecnologías representan una alternativa económicamente viable.

Es factible adoptar diversas soluciones tecnológicas con el propósito de bombear volúmenes específicos de agua a distancias determinadas, considerando los niveles de potencia requeridos. En la mayoría de las situaciones, la alternativa más eficiente y rentable consiste en la implementación de un sistema de bombeo que conecta un generador fotovoltaico con un motor/bomba, incluyendo un dispositivo de acondicionamiento de potencia apropiado entre ambos elementos.

Por otro lado, esta tecnología presenta múltiples ventajas. Su instalación es sencilla, se basa en una fuente de energía limpia y de costo nulo, su funcionamiento es automático y silencioso, demanda un mantenimiento reducido y, lo que es crucial, es respetuosa con el medio ambiente. Dos ventajas notables de los sistemas de generación a través de paneles solares con capacidad de almacenamiento son su autonomía y su independencia de la red eléctrica, lo que les otorga una relevancia significativa en las aplicaciones contemporáneas.

En última instancia, se espera que los resultados de este análisis se utilicen como fundamento en el diseño de un sistema de agua potable autosuficiente y sostenible, que beneficie a los habitantes de El Banano y que pueda ser replicado en otras comunidades con características

similares, fomentando así el desarrollo sostenible y el acceso equitativo al agua potable en la región del Valle de Sula.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en específico el Objetivo 6, se enfoca en garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos ONU (2023). A pesar de los avances realizados en los últimos años para asegurar la igualdad en el acceso al agua potable y al saneamiento, persisten desafíos significativos a nivel global.

De acuerdo con un informe de la ONU (2023) aproximadamente una de cada tres personas en todo el mundo carece de acceso a agua potable limpia y segura. Además, dos de cada cinco personas no poseen instalaciones básicas para el lavado de manos que incluyan agua y jabón, lo que genera graves problemas en términos de higiene y salud pública. Asimismo, más de 673 millones de personas aún tiene prácticas de defecación al aire libre, denotando la falta de acceso a un saneamiento adecuado.

En el contexto específico de Honduras, el objetivo de desarrollo sostenible #6 nos dice que la disponibilidad de servicios de agua potable gestionados de manera segura es limitada, ya que solo el 65 % de la población cuenta con este tipo de servicio. Estos desafíos se han acentuado significativamente tras la devastación causada por las tormentas Eta, Iota y Julia, que asolaron la región hace casi tres años. Los eventos climáticos provocaron inundaciones a gran escala, lo que tuvo un impacto significativo en los sistemas de suministro de agua mediante bombeo en los municipios del norte del país. Estos pozos experimentaron daños en sus componentes electromecánicos e hidráulicos, además de contaminación debido a la inundación y al suelo saturado. (Naciones Unidas & CEPAL, 2021)

La falta de recursos adecuados ha complicado la rehabilitación de muchos de estos sistemas, ya que las comunidades enfrentan desafíos económicos. Según Falck, Sanders, & Zelaya (2004) la sostenibilidad de tecnologías relacionadas con sistemas de agua está estrechamente vinculada a la capacidad y confianza de la comunidad para operar y mantener el sistema, además de su disposición de contribuir económicamente en los gastos relacionados a la Operación y

Mantenimiento (O&M). Esta situación es especialmente apremiante en comunidades rurales distantes de los centros urbanos.

Un ejemplo concreto es la comunidad de El Banano, con aproximadamente 1,050 habitantes, ubicada en el Valle de Sula, específicamente en el municipio de San Manuel Cortés. Esta comunidad se abastece a través de pozos perforados que utilizan bombas sumergibles alimentadas por electricidad. Sin embargo, los estragos causados por las inundaciones han dañado tanto el equipamiento de los pozos como el suministro eléctrico. Aunque la comunidad ha logrado rehabilitar el sistema de agua con apoyo local, los costos energéticos excesivos plantean una barrera para la sostenibilidad, ya que los fondos recaudados de las tarifas de agua solo alcanzan para cubrir la factura eléctrica, sin dejar recursos para la operación y el mantenimiento.

Desde entonces, la comunidad de El Banano ha estado enfrentando una situación crítica en relación con su sistema de abastecimiento de agua potable, lo que ha dejado a los residentes con dificultades para acceder a agua segura y suficiente para satisfacer sus necesidades diarias, incrementando la vulnerabilidad a enfermedades y afectando negativamente la calidad de vida en general.



Figura 1. Sistema de bombeo, El Banano

Fuente: Elaboración propia

En resumen, la comunidad de El Banano, situada en el municipio de San Manuel Cortés, ha confrontado desafíos considerables en su provisión de agua potable, y esta problemática se ha intensificado debido a las tormentas Eta e Iota. Estos eventos han sumido a la comunidad en las aguas del Río Ulúa, generando graves daños en la infraestructura de bombeo y en el suministro eléctrico. A pesar de dos años transcurridos desde la emergencia, la rehabilitación no ha resultado eficaz, lo que ha dificultado el establecimiento de un sistema de agua potable eficiente y sostenible en esta área rural.

En comunidades cercanas y en situaciones similares ya se han implementado sistemas de agua por bombeo con energía Fotovoltaica , La Organización sin Fines de Lucro Water Mission en el año 2022 ejecuto el proyecto de Sistema De Suministro De Energía Híbrido Fotovoltaico en la comunidad de Nueva Guadalupe, en el municipio de La Lima Cortes, a raíz de que los costos de implementar un sistema fotovoltaico aislado que almacena energía en baterías es más costoso, se implementó de un sistema Híbrido utilizando también energía Térmica, DÍAZ MC LAUGHLIN (2022) este mismo modelo también ha sido implementado en Comunidades como Las Flores y Las Chombas en El Progreso, Yoro, previo a estas intervenciones se realizaron estudios de prefactibilidad.

En otro estudio realizado en el país de Nicaragua, en la comunidad del Jocote, Masaya se propuso un sistema fotovoltaico para un sistema de bombeo, donde por medio de cálculos de potencia eléctrica se determinó que instalando 14 paneles con capacidad de potencia de 120w se podría suministrar la corriente necesaria para abastecer la demanda de las 20 familias residentes de la comunidad, una de las recomendaciones dadas en el desarrollo del presente estudio es que al llevar a cabo los cálculos, es esencial garantizar que se cuente con información exhaustiva y adicional acerca de la geografía de la región y el medio que se utilizaría para llevar el agua vital a los hogares (Palacios & Gauna, 2017).

Por su parte en El Salvador se realizó un estudio de prefactibilidad económica y técnica para implementar un sistema de bombeo en este caso enfocado en riego para una zona agrícola, en él se propuso instalar 5 paneles solares con potencia de 250w, el cual será lo suficiente capaz de abastecer agua para la expansión áreas de terreno para cultivos de sandía y tomate, y el análisis de

costo beneficio dan resultados mayores que cero , por lo que desde el punto de vista de los autores la implementación se acepta. (DELGADO, MORÁN, & REINA, 2016)

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

A pesar de que el sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo en la comunidad de El Banano fue restaurado después de las inundaciones ocasionadas por las tormentas Eta, Iota y Julia, y en la actualidad se encuentra en funcionamiento, la elevada facturación eléctrica representa un obstáculo para su sostenibilidad. Esta situación impide que los fondos recaudados a través del cobro de la tarifa de agua sean suficientes para cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema.

1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El presente proyecto analizará la factibilidad, viabilidad y la eficiencia de implementar un sistema para abastecimiento de agua potable por bombeo con energía fotovoltaica en la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés, ya que la elevada facturación eléctrica representa un desafío significativo para su sostenibilidad a largo plazo. Esta situación impide que los fondos recaudados por el pago de las tarifas por agua sean insuficientes para suplir costos de mantenimiento del sistema, lo que impacta negativamente en el nivel del servicio de agua potable como la calidad y continuidad del suministro.

A continuación, se presenta un gráfico donde muestra el pago por consumo energético que ha tenido la junta de agua por la operación del sistema en el año 2023, lo que ha limitado las horas de bombeo solamente a 4 horas diarias para poder disminuir los gastos operativos de la bomba, provocando un bajo nivel de servicio ya que no existe continuidad del servicio.

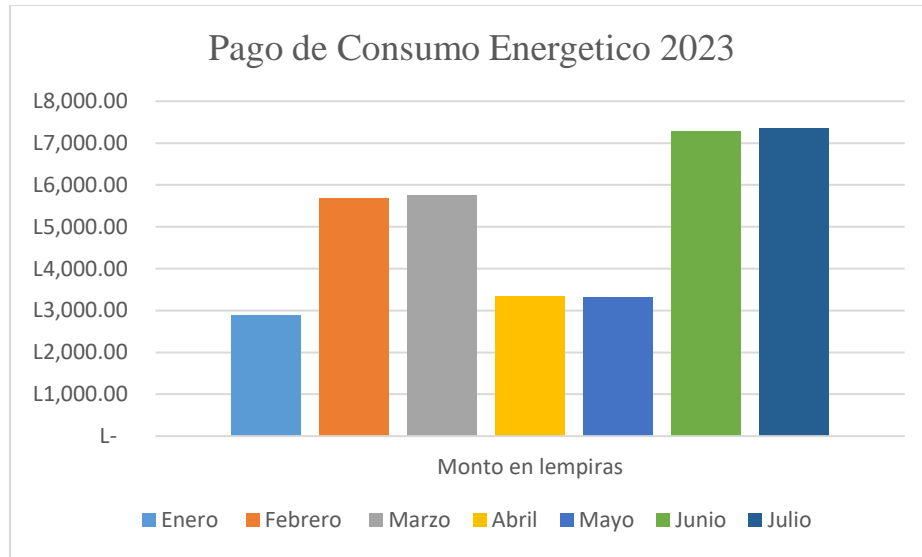


Figura 2. Pago de factura por consumo energético del sistema de agua EL Banano 2023

Fuente: Elaboración Propia

Ante esta problemática planteamos la posibilidad de utilizar fuentes de energía renovable, específicamente energía fotovoltaica como una alternativa innovadora y eficiente que permita reducir los costos de energía y garantizar un abastecimiento de agua sostenible y confiable para los habitantes de El Banano, al tiempo que contribuya a la mitigación del impacto ambiental y fomente la eficiencia energética en el proceso de abastecimiento de agua.

1.3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA

El uso alternativo de energías renovables para contribuir a la descarbonización del medio ambiente supone una alternativa innovadora y enfocada no solamente a la eficiencia energética, sino también a que los procesos requieran menos utilización de energías convencionales sustituyendo éstas por energía limpia y que garantice la misma eficiencia de los equipos involucrados en el proceso mismo. (Naciones Unidas, 2023)

.Los 1,050 habitantes del Banano sufren continuamente del acceso limitado al agua, comunidad categorizada como vulnerable por su ubicación geográfica situada a escasos metros del Rio Ulua, y propensa a situaciones de riesgo continuo por lluvias que azotan el noroccidente del país y quedando en un nivel más bajo de pobreza después del paso de las tormentas Eta e Iota se les dificulta autogestionar la operación y mantenimiento del sistema de agua por los costos

elevados de la energía eléctrica que puede llegar a facturar hasta 13 mil lempiras y la rehabilitación del tendido eléctrico cada vez que el mismo es arrastrado por las corrientes del Rio Ulua tiene un alto costo , que no puede ser cubierto con la tarifa ordinaria que se paga de manera mensual y esta no puede ser mayor del 10% de los ingresos familiares, cuyo ingreso promedio es un salario mínimo, otra afectación grave para el abastecimiento de agua en la comunidad es los recurrentes apagones que sufren la mayor parte de las comunidades en Honduras. Esta situación difícil de acceso a agua afecta a toda la comunidad y 1050 habitantes que necesitan como mínimo 25 galones por persona por día, los dos centros educativos de la zona.

Por causa de lo antes expuesto surge la siguiente interrogante ¿Es factible desde el punto de vista técnico y financiero implementar un sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo con energía solar fotovoltaica en la comunidad de El Banano, ubicada en el municipio de San Manuel Cortés?

1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1. ¿Cuál sería la eficiencia energética y económica de utilizar energía fotovoltaica como fuente alternativa para el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en comparación con el uso de energía eléctrica convencional?
2. ¿Cuál sería la capacidad instalada de paneles solares para abastecer la demanda de agua de la comunidad de El Banano?
3. ¿Cuál sería el costo total de la implementación y mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo con energía solar fotovoltaica y cómo se compara con el sistema actual?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Según Hernández Sampieri (2014) los objetivos de investigación indican lo que se busca lograr en la investigación y deben expresarse de manera precisa, ya que son las guías del estudio.

1.4.1 OBJETIVO GENERAL.

1. Determinar la factibilidad técnica y financiera del sistema de agua potable por bombeo utilizando energía solar fotovoltaica como medio de alimentación eléctrica en la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés.

1.4.2 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Realizar el estudio de dimensionamiento del sistema de agua que cumpla con la demanda de abastecimiento de la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés.
2. Establecer la factibilidad para determinar las especificaciones de la fuente de generación de energía mediante paneles solares que cumpla con los requerimientos del sistema de agua por bombeo.
3. Determinar la factibilidad financiera de los gastos de operación y mantenimiento del sistema de bombeo para abastecimiento de agua potable, utilizando energía fotovoltaica.
4. Elaborar una propuesta para el plan de implementación y puesta en funcionamiento del proyecto basado en la metodología del PMI.

1.5 JUSTIFICACIÓN

El agua es esencial y de suma utilidad para llevar a cabo las actividades humanas y dada su limitada disponibilidad en ciertos lugares, se requiere de un aprovechamiento eficiente de este recurso. Gracias a la introducción de diversas tecnologías, se puede aprovechar de manera efectiva el recurso hídrico, además de asegurar la salud, el bienestar y el desarrollo sostenible de las personas y sus entornos.

La comunidad de El Banano, ubicada en el municipio de San Manuel Cortés, ha enfrentado importantes desafíos en el abastecimiento de agua potable después de las devastadoras inundaciones causadas por las tormentas ETA, IOTA y Julia. Aunque el sistema de abastecimiento

de agua potable mediante bombeo fue rehabilitado, su sostenibilidad se ve amenazada por la elevada facturación eléctrica, lo que impide cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, lo que impacta negativamente en los niveles de servicio de agua potable como la calidad y continuidad del suministro, ya que, al no poder cubrir el costo energético, se castiga las horas de bombeo y las familias sufren de desabastecimiento de agua.

Práctico: En el presente trabajo de investigación buscamos analizar la factibilidad de implementar un sistema de bombeo utilizando energía fotovoltaica como medio de alimentación eléctrica para dar solución a los problemas con el suministro eléctrico convencional y los costos que genera su utilización, además de contribuir al desarrollo sostenible, promoviendo la resiliencia y la autosuficiencia en el acceso a agua potable.

Económico: Al reducir los costos de energía eléctrica convencional, la junta administradora de agua de El Banano podrá disponer de mayores recursos para la operación y el mantenimiento del sistema, asegurando su sostenibilidad a largo plazo.

Financiero: La evaluación de posibles subsidios para la adopción de energía fotovoltaica y la información detallada sobre los costos y beneficios contribuirán a la obtención de financiamiento de instituciones interesadas en proyectos de desarrollo sostenible y energías renovables.

Tecnológico: La implementación de un sistema de bombeo solar fotovoltaico modernizará las técnicas de abastecimiento de agua potable, garantizando acceso a agua de calidad y continuidad en su suministro.

Social: La promoción de tecnologías alternativas para el abastecimiento de agua potable generará conciencia en la comunidad y en el sector agua y saneamiento, además de establecer un precedente para futuros proyectos de energías renovables.

Ambiental: Al utilizar energía solar fotovoltaica como fuente de alimentación eléctrica, se reducirán las emisiones de gases de efecto invernadero y la huella de carbono, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y la preservación del medio ambiente.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Dentro de las muchas aplicaciones en las cuales se puede utilizar energía solar, está el abastecimiento de agua mediante la extracción desde pozos o cisternas por medio equipos de bombeo o la impulsión de esta hacia tanques elevados, incluyendo otros usos en aplicaciones de índole energético. Estas aplicaciones son especialmente necesarias en comunidades rurales donde el acceso a energía eléctrica convencional es limitado y se debe recurrir a los generadores de energía a base de hidrocarburos. Cuanto más disperso o remoto son los sitios los costos de operación aumentan debido a que se dificulta transportar combustible para las estaciones de bombeo y es allí donde son más eficaces los sistemas de bombeo solares.

2.1.1 ANÁLISIS DEL MACROENTORNO

Según NATIONAL GEOGRAFIC (2022) la energía solar es aceptada comúnmente como fuente de generación inagotable, libre de contaminación ambiental y sonora. Es una tecnología dúctil. Por ejemplo, los módulos solares producen energía suficiente para garantizar el funcionamiento de equipos en edificios, industrias, incluso en la industria aeroespacial. También, el uso de las fuentes de energía solar ha venido en aumento durante los últimos 15 años y esto se les atribuye a las ganancias en eficiencia y la reducción del costo de energía para industrias, comercios y domicilios. Los países con mayor presencia en este campo son Japón, Alemania y Estados Unidos. Según lo que se logra visualizar, la energía solar suele tener un retorno de inversión en un periodo de cinco a diez años.

Una parte considerable de los países de Centroamérica se posicionan dentro de las 20 naciones a nivel mundial con el mayor porcentaje de participación en iniciativas de Energía Renovable (ER), lo que nos indica que por parte de los gobiernos de estas regiones hay un amplio compromiso apuntando hacia la reducción masiva y significativa por la descarbonización de nuestros procesos para generación de energía. (Fonseca, Sierra, & Barrera, 2023)

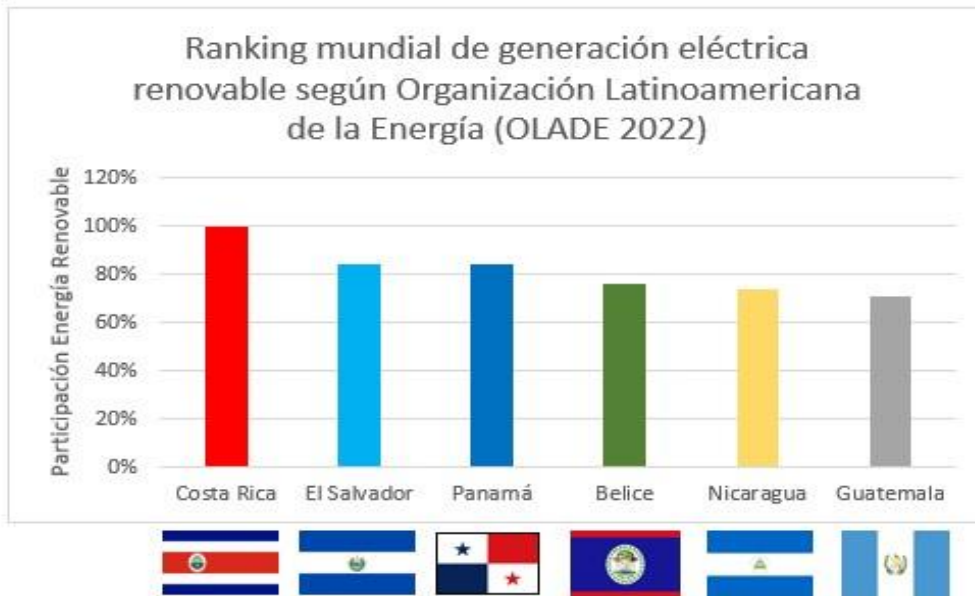


Figura 3. Ranking mundial de generación eléctrica renovable y el avance de la región

Fuente: OLADE (2022)

Los costos de energía suelen ser más altos en Centroamérica en comparación con otros países, debido a la necesidad de importar combustibles fósiles, que constituye alrededor del 45% de la fuente de energía en la región. Para los países que tiene una fuerte dependencia del petróleo para la generación de energía, la fluctuación de los precios dificulta la planificación a mediano o largo plazo. (Schulz, 2020)

Es importante destacar, ninguna entidad empresarial por sí sola va a resolver los problemas energéticos de una nación, y mucho menos solucionar los retos que presenta el cambio climático a nivel global. Gracias a todos los esfuerzos del sector público y privado, la capacidad de generación fotovoltaica en Centroamérica se espera aumentar progresivamente durante los próximos años.

El BID es el organismo que quiere posicionarse como el líder en esta tendencia de aumento de la capacidad fotovoltaica. En colaboración con el Fondo Nórdico de Desarrollo, se ha creado un fondo de 50 millones de dólares destinado al apoyo de empresas de la regional para la mejora de su eficiencia energética, en la transición hacia una menor emisión de carbono mediante el uso

de energías renovables. Dependiendo de la complejidad de los proyectos, el BID puede otorgar préstamos que oscilan entre 500 mil hasta 5 millones de dólares para financiar hasta la mitad de los costos de un proyecto energético en evaluación. Además del aporte financiero este es acompañado por asistencia técnica. (Schulz, 2020)

En el último año, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha respaldado exhaustivos análisis de eficiencia energética y estudios de viabilidad en diversas empresas de Centroamérica con el propósito de identificar las soluciones más apropiadas, además de financiar muchas de estas empresas centroamericanas para la utilización de Energías Fotovoltaicas entre ellas EMSULA e INDHELVA en Honduras. (Schulz, 2020)

2.1.1.1 LOS 27 PROYECTOS DE ENERGÍA QUE SE INTEGRARÁN AL SISTEMA DE CENTROAMÉRICA

En el presente año y para 2024, se prevé el desarrollo de 27 proyectos relacionados con generación, dentro de ellos, 25 de estos proyectos usan energías renovables como fuente de generación, según los datos brindados por una organización llamada Ente Operador Regional (Ente Operador Regional del Mercado Eléctrico de América, 2023).

El reporte facilitado por Planeamiento Operativo de América Central para el año en curso y para proyecciones del 2024 del Ente Operador Regional (EOR) incluye algunos proyectos a desarrollar, como ser Puerto Sandino (Central de gas natural), para julio del año en curso en Nicaragua, adicional Tornillito que es una hidroeléctrica de 198.7 MW (junio de 2024) en Honduras, y la central Gatún con capacidad de 656MW (septiembre de 2024) en Panamá (Ente Operador Regional del Mercado Eléctrico de América, 2023).

Estimaciones de la demanda en América Central para el año 2023 ubican el crecimiento en un 4.8% con relación a 2022. En tanto que la demanda de 2024 crecería 4.5% con relación a 2023 (Ente Operador Regional del Mercado Eléctrico de América, 2023).

2.1.1.2 ESTADO DE LOS NIVELES DE SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN CENTROAMÉRICA

En Centroamérica, aproximadamente 8 millones de personas carecen de acceso a agua potable, y alrededor de 12 millones de personas no tienen acceso a sistemas de saneamiento adecuados para una disposición segura de las heces fecales. Esto significa que estas personas

enfrentan desafíos significativos en términos de saneamiento adecuado y se encuentran en vulnerabilidad, la mayoría de estas personas habitando en zonas rurales. (Guzmán Benavides, 2023)

Para dar fin a esta problemática, es necesario tener información fiable acerca de la estructura física, el soporte técnico requerido cuando el proyecto ya sea rehabilitado y esté en operación, la administración efectiva del servicio en la zona. Es decir, conocer lo que sucede en la actualidad, los pendientes y la garantía de la sostenibilidad del proyecto. (Guzmán Benavides, 2023)

Bajo el reconocimiento de lo importante que resulta contar con el vital líquido y la disposición de desechos para mejorar la vida de los pobladores de una zona en particular, y con las deficiencias imperantes, en cuestión de calidad y cobertura, se ha priorizado obtener un estudio minucioso de lo que sucede en la actualidad.

La garantía de este servicio cambia de una nación a otra. No obstante, la mayoría en la actualidad tienen desafíos considerables: proveer suficiente agua potable, permanente, buena y barata.



Figura 4. El reto de llevar agua y saneamiento a toda Centroamérica

Fuente: BID, 2015

Según Norori (2022) existen factores el cambio climático afecta la disponibilidad del agua:

a. Reducción de la oferta: Que factores o elementos como las sequias, fugas en los sistemas de agua potable, aumentos de los niveles del mar y derretimiento de los polos vean comprometida la disponibilidad del vital líquido.

b. Aumento de la demanda: Que las industrias, la demanda de la población por su aumento y la energía sean detonantes para que no exista racionalización del agua y su disponibilidad se vea comprometida

2.1.1.3 COBERTURA DEL SERVICIO

La cobertura en este servicio de agua potable de Centroamérica es variada, mencionando área urbana y rural. Por ejemplo, Nicaragua presenta una cobertura en agua potable (93%), Guatemala (97%), Honduras (91%) y El Salvador (83%), Belice (97%), Panamá (94%), Costa Rica (100%). (Norori, 2021)

La figura que se muestra a continuación presenta los datos de la cobertura del servicio de agua potable en Centro América.

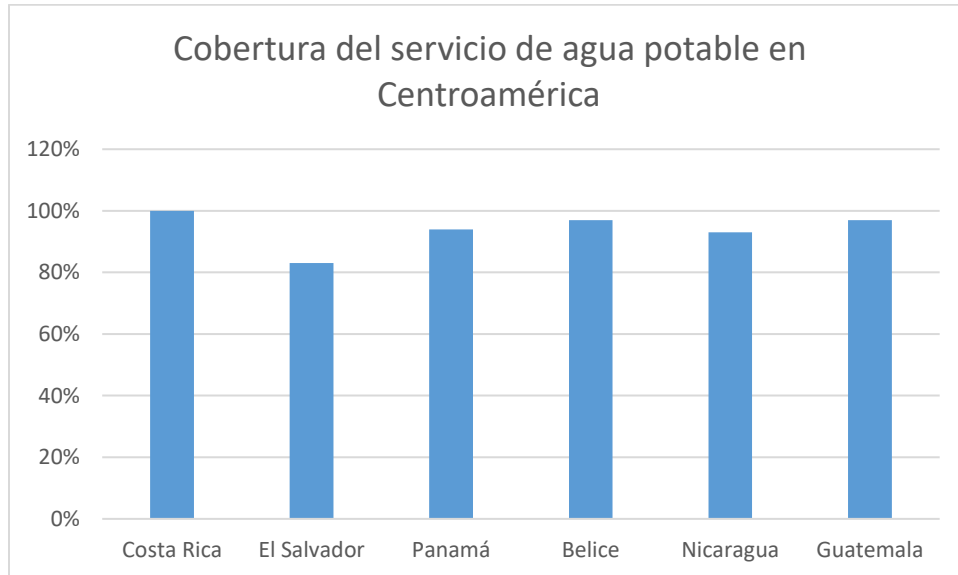


Figura 5. Cobertura de los servicios de agua potable en Centroamérica

Fuente: Elaboración propia con datos de (Norori, 2021)

En cuanto a cobertura del servicio de agua potable ha habido una mejoría, aunque al parecer ciertos países han enfocado sus esfuerzos en la extensión de la red urbana descuidando la rural que es la más afectada. Como ejemplo Guatemala, haciendo énfasis en el área urbana, el 91% si tiene conexiones para agua segura. No obstante, en las zonas rurales es una realidad diferente, debido a que solo el 64% de la población tiene la facilidad de obtener el vital líquido. Además, no ha existido mejoras en los niveles de servicio en cuanto a continuidad, cantidad y la calidad se ve gravemente comprometida. (Norori, 2021)

Los retos para lograr los objetivos que impulsen el desarrollo del milenio en relación a cobertura universal del servicio de agua potable y saneamiento en América Central son bastante grandes, por lo que es requerido inversiones millonarias, los países continúan priorizando fondos, y los organismos internacionales financiando propuestas, sin embargo para lograr que el 100% de las comunidades obtengan niveles de servicio alto también depende de la eficiencia de los prestadores de servicio y un marco institucional y legal que regule a cada prestador, además de crear estrategias sectoriales para fortalecer la institucionalidad del agua. (Norori, 2021)

2.1.1.4 SISTEMAS DE AGUA CON ENERGIA FOTOVOLTAICA EN CENTROAMÉRICA

En la región de América Central se han implementado varios proyectos por agua potable usando energía fotovoltaica, como ejemplo, en la comunidad de Sesarb, Municipio Tamahú, Alta Verapáz, Guatemala, se cambió una bomba a combustión por bomba solar, impulsando agua desde un nacimiento hacia un depósito de distribución, empresas como Guatemala Solar brindan asistencia técnica para la implementación de estos proyectos. (ECODES, 2023)

Con fondos del ayuntamiento de Zaragoza, España se financió el proyecto potabilizador de Palo de Lapa y el proyecto de Los Pocitos (ambos en Nicaragua) mejorando los niveles de vida de los ciudadanos de estas comunidades. La cantidad dispuesta de paneles solares ha facilitado que los grupos beneficiados tengan agua potable las 24 hora del día y se ha reducido el costo de energético de operativo del equipo de bombeo.



Figura 6. Sistema de paneles solares de Palo de Lapa y Los Pocitos (Nicaragua)

Fuente: ECODES

Posterior al cierre del proyecto, llevaron a cabo una investigación con el objetivo de calcular el impacto monetario de los proyectos potabilizadores de agua en el medio ambiente y en la sociedad. Para esto, ECODES (Fundación Ecología y Desarrollo) aplicó la metodología Retorno Social de la Inversión (SROI con sus siglas en inglés), calculando que una inversión aplicada de 1€ tiene un retorno social arriba de 4€ pasado un año, y arriba de 7€ pasados cinco años. (ECODES, 2023)

2.1.1.5. TECNOLOGÍAS DE ENERGÍA SOLAR DISPONIBLES

La demanda fotovoltaica ha crecido circunstancialmente a lo largo de los años. Con esto, nuevas tecnologías y conceptos se han sumado al ámbito industrial y residencial, tomando auge como técnicas de innovación ancladas a un concepto de descarbonización y ahorro (Energy5_your way, 2023). Dentro de estos conceptos encontramos las siguientes aplicaciones:

- Tejas solares: Funcionalmente, tienen el mismo concepto de un módulo fotovoltaico, captar la luz del sol y convertirla en energía, pero estos dispositivos tienen la particularidad de que se vuelven parte del techo del edificio, tomando estéticamente la forma de un tejado. (EcoInventos_Green technology, 2022)
- Micro inversores: Son dispositivos con la misma función que un inversor común, convertir energía de corriente continua en energía de corriente alterna, pero con una particularidad singular. Estos micro inversores van anclados al panel

fotovoltaico. Con ellos no sería necesario tener un inversor central, sino que ellos, estando anclados al panel hacen la función de convertir energía por módulo. (Energy5_your way, 2023)

- Seguidores solares: Un seguidor solar como su nombre lo indica, su función es seguir la orientación del sol para captar la mayor cantidad de energía posible, convirtiéndose en un dispositivo que apunta al aumento de la eficiencia energética. Consta de un conjunto de paneles montados sobre un eje y un motor que hace la función de orientar los paneles hacia la inclinación donde hay mayor irradiación solar. (REPSOL, 2023)
- Inversores inteligentes: Estos equipos tienen la versatilidad de trabajar con operación en tiempo real, optimizando el proceso de conversión de la energía. Son tan eficientes, que mantienen un balance entre la energía que entrega cada módulo fotovoltaico de manera que esta energía se equilibre acorde a la demanda. Cabe mencionar que es capaz de proporcionar energía aún cuando existen cortes energéticos. (Energy5_your way, 2023)

2.1.2 ANÁLISIS DEL MICROENTORNO

A lo largo de esta sección, abordaremos el microentorno relacionado con la temática central de la investigación, centrándonos en aspectos como el uso de energías alternativas en Honduras, y la implementación de energía fotovoltaica en sistemas para bombeo de agua potable, siendo el foco principal de esta investigación.

2.1.2.1 ENERGÍA RENOVABLE EN HONDURAS

Hasta el momento, Honduras depende históricamente de las energías convencionales, principalmente derivadas de petróleo y carbón. Sin embargo, en línea con el Plan de Nación, Honduras está en camino a transformar su matriz energética hacia un enfoque más sustentable, donde las fuentes de energía alternativa, como la solar, hidráulica, geotérmica, eólica y de biomasa, están tomando un papel protagónico (Cerna, 2019)

Desde el año 2007, Honduras ha dirigido esfuerzos significativos hacia la utilización de energías renovables. Por ejemplo, la Ley de Promoción a la Generación Eléctrica con Recursos Renovables (Decreto No. 70–2007) y su Reforma (Decreto 48 Dirección Nacional de Planeamiento y Política Energética Sectorial No. 138 - 2013) ofrecen incentivos fiscales a las empresas generadoras que utilizan fuentes de energía alternativa, impulsando así el acercamiento a este tipo de energía a nivel nacional (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, 2023).

Para el año 2021, Honduras logró un hito significativo, con el 60% de su generación bruta de electricidad proveniente de fuentes renovables. Este porcentaje estuvo encabezado por centrales hidroeléctricas (33%), seguido de energía solar (9%), eólica (7%), biomasa (4%), biocombustibles (4%) y geotérmica (3%). A pesar de que las centrales termoeléctricas aún contribuyen en un 38% de la electricidad generada en 2021, estas se nutren principalmente de petróleo (28%) y carbón (8%) (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, 2022)

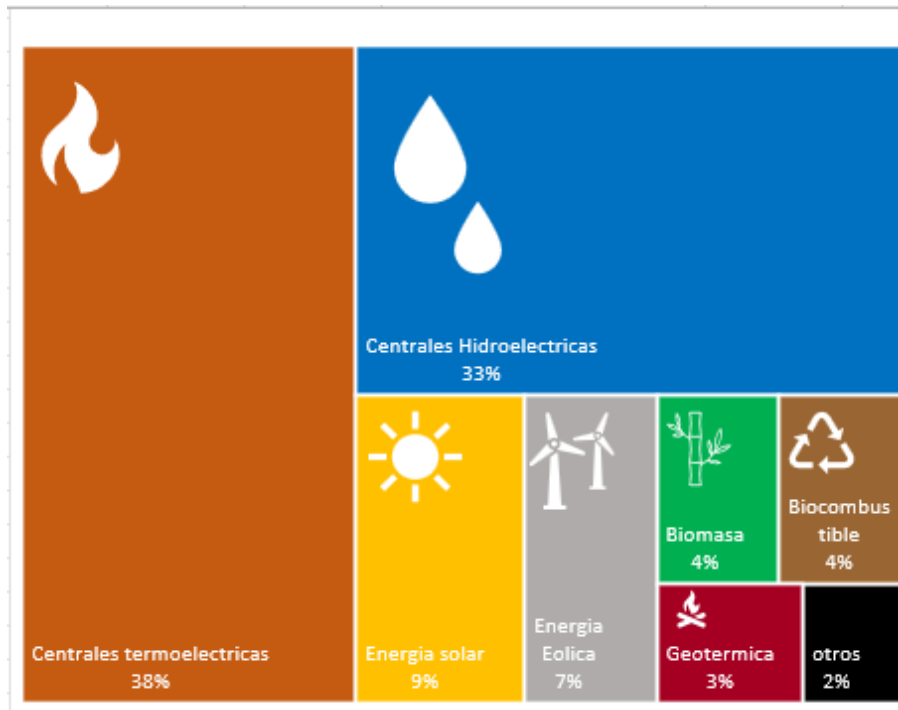


Figura 7. Origen de la energía eléctrica disponible en Honduras durante el 2021

Fuente: Elaboración propia con datos de ENEE (2021)

2.1.2.2 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA EN HONDURAS

Para comprender mejor la inmersión de la energía solar fotovoltaica en Honduras, es esencial definir algunos conceptos clave. Según (Barberá Santos, 2023) los sistemas fotovoltaicos generan energía eléctrica mediante paneles solares, los cuales transforman la radiación emitida por el sol en electricidad a través del *efecto fotovoltaico*. La luz del sol se conforma de partículas de energía llamadas *fotones*, las cuales tienen distintos tipos de energía relativas a las diversas magnitudes que puede tener el trazo o espectro solar. Estos fotones, al ser consumidos por la partícula fotovoltaica, pasa toda la energía al electrón, liberándolo del átomo y contribuyendo así a generar la corriente eléctrica de un circuito.

Esta forma de energía está ganando popularidad debido al constante avance tecnológico que ha llevado a equipos más eficientes y asequibles. Existen dos tipos fundamentales de instalaciones fotovoltaicas: autónomas y de conexión a red. La figura 8 muestra el potencial que tiene Honduras para utilizar este recurso. En la zona del proyecto, el día más largo tiene 13 horas y 2 minutos de luz natural, pero en cambio el día más corto tiene 11 horas y 13 minutos de luz natural. En teoría, un promedio de 12 horas de aprovechamiento diario. (Weather Spark, 2023).

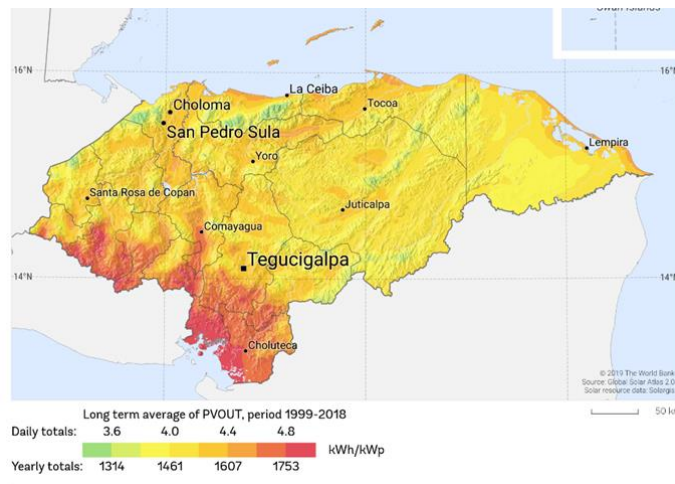


Figura 8. Honduras: Potencia Solar Fotovoltaica

Fuente: Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA).

Los colores detallan el grado promedio de potencia fotovoltaica entregada por kWp (Kilowatt-pico) según la zona geográfica donde se ubica el proyecto. Mientras mayor sea la intensidad del color, es mayor la potencia entregada por irradiación solar.

En Honduras, emplear esta fuente de energía ha crecido considerablemente desde 2015, con la instalación de centrales generadoras en el sistema interconectado nacional. Además, se han implementado diversas soluciones fotovoltaicas en sistemas autónomos, sistemas aislados y sistemas de generación distribuida conectados al sistema interconectado del país. (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, 2023)

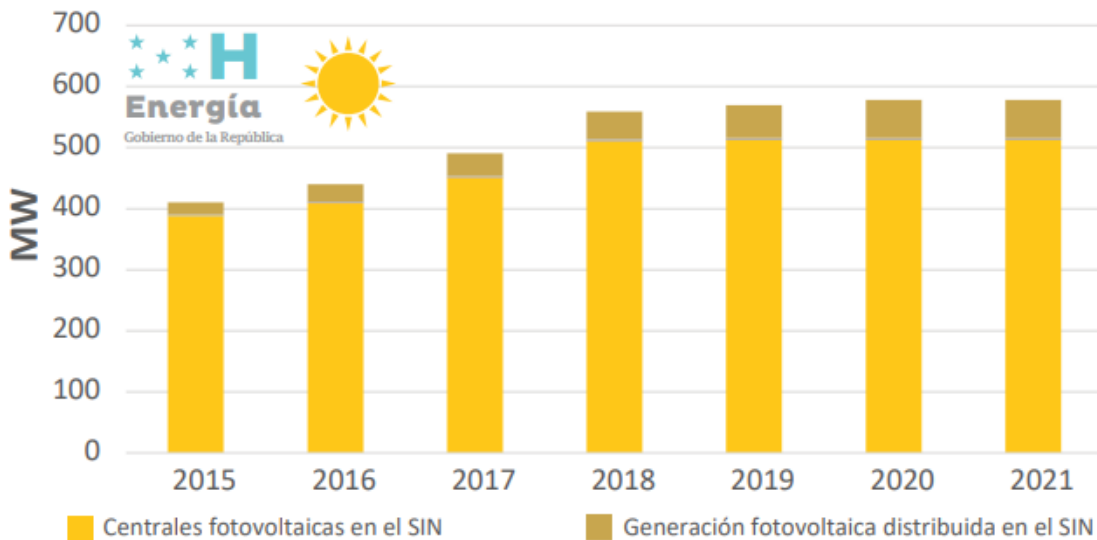


Figura 9. Capacidad instalada fotovoltaica en Honduras 2014 - 2021

Fuente: (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, 2022)

2.1.2.3 IMPLEMENTACIÓN DE PANELES SOLARES EN EL ABASTECIMIENTO DE AGUA EN HONDURAS

Implementar paneles solares en la generación de energía usado en el abastecimiento de agua potable ha surgido como una solución innovadora y efectiva en comunidades rurales de Honduras. Esta sección explora casos de utilización exitosa de paneles fotovoltaicos en proyectos

para abastecer agua, resaltando su impacto positivo en la eficiencia de los costos por operación y el acceso sostenible al agua en zonas económicamente vulnerables.

Un hito importante en la adopción de energía alternativa para el sistema de bombeo de agua en Honduras ocurrió en 2015, cuando se llevó a cabo un proyecto piloto en el detalle del Programa de Agua y Saneamiento Rural, con financiamiento del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (Fondo de Cooperación para agua y saneamiento, 2020). Este proyecto demostró la viabilidad y las ventajas de la autogeneración de energía con paneles solares en sistemas de bombeo de agua potable en comunidades locales.



Figura 10. Sistema de agua con paneles solares

Fuente: BID, 2021

La incorporación de autogeneración de energía solar en estos proyectos ha resultado en una significativa reducción de costos operativos, beneficiando a comunidades económicamente vulnerables. (Energy5, 2023)

La tecnología fotovoltaica ha experimentado avances significativos en términos de eficiencia y costo en los últimos años. A medida que los costos de los módulos fotovoltaicos y otros equipos relacionados disminuyen, la viabilidad de implementar sistemas de bombeo fotovoltaicos se vuelve aún más atractiva (International Renewable Energy Agency[IRENA],

2019). Esto ha llevado a una mayor expansión de proyectos de abastecimiento de agua que emplean paneles solares como fuente de energía en Honduras.

Un ejemplo más reciente de esta tendencia tuvo lugar en 2022 en el municipio de El Progreso, Yoro. En las comunidades de Las Chombas y Las Flores, se construyó un proyecto de bombeo de agua fotovoltaico. En este caso, se optó por un enfoque conectado a la red eléctrica, permitiendo que el suministro de agua sea confiable incluso en días nublados o cuando no hay suficiente radiación solar. Esta estrategia muestra cómo la tecnología fotovoltaica se adapta a las necesidades locales y a las condiciones variables de disponibilidad solar.

2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

El análisis interno está circunscrito a la comunidad de El Banano, en el municipio de San Manuel, Cortés.

En la actualidad existen grandes desafíos en material de agua potable y energía eléctrica en el municipio de San Manuel, durante el año 2023 los pobladores del municipio han realizado muchas protestas por los múltiples apagones generados, la respuesta de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica hace mención que la interrupción del servicio se debe infraestructura dañada como los transformadores (LA PRENSA, 2023). Esta situación de cortes energéticos agrava la problemática de acceso al agua, debido a que la mayoría de los sistemas de abastecimiento son mediante bombeo con energía eléctrica.

2.1.3.1. SITUACION DEL SISTEMA DE AGUA DE LA COMUNIDAD DE EL BANANO, SAN MANUEL CORTÉS.

La comunidad objeto de estudio, El Banano, perteneciente al municipio de San Manuel Cortés, ha confrontado desafíos considerables en el suministro de agua potable, y esta problemática se intensificó con el paso de Eta e Iota. Estos eventos dejaron a la comunidad sumida en las aguas del Río Ulúa, generando graves daños en la infraestructura del sistema de bombeo y en el suministro eléctrico.

A pesar de que casi tres años han transcurridos desde la emergencia, la comunidad aun no se recupera de estos daños, con fondos comunitarios lograron rehabilitar el sistema, sin embargo,

los altos costos que pagan por el consumo de energía eléctrica imposibilitan la buena operación y mantenimiento de este.

El sistema de bombeo instalado actualmente para el suministro de agua potable es eléctricamente convencional con tecnología cableada de forma manual que alimenta dos bombas sumergibles de 3 HP cada una e impulsan el agua hasta un tanque de almacenamiento de 20 mil galones. Los pozos están perforados a 110 pies y 120 pies bajo el nivel de terreno natural.



Figura 11. Pozo #1, equipamiento hidráulico

Fuente: Elaboración Propia



Figura 6. Pozo #2, Equipamiento hidráulico

Fuente: Elaboración propia

Producto de este análisis hemos realizado una matriz FODA para evaluar la implementación de una tecnología nueva con energía renovable como lo es los paneles fotovoltaicos.

. La mayor fortaleza identificada en la comunidad es que existe una estructura comunitaria como lo es la junta administradora de agua potable, en esta figuran líderes comunitarios empoderados y con alto nivel de convocatoria y responsabilidad, otro de las fortalezas es que existe a la fecha cero morosidades todos los abonados pagan su tarifa de agua al día, además también se cuenta con infraestructura disponible como los dos pozos perforados, el tanque de almacenamiento y el panel de control.

Como debilidades identificamos que hay un desconocimiento de la tecnología a utilizar y no hay capital de inversión inicial para cubrir todos los costos de la implementación, por lo que se identifican organizaciones sin fines de lucro como Visión Mundial y Misiones del Agua para realizar un modelo de ejecución con contrapartida en el que la municipalidad tenga acción también.

Las oportunidades visualizadas es que se puede hacer la diferencia en la zona con la utilización de una nueva tecnología que utilice energía renovable. Las amenazas la cual es latente en la comunidad es las variaciones climáticas y el hecho de la vulnerabilidad en la que se encuentra la zona en temporadas de invierno, realizar socios con organismos locales y ONG para financiar el proyecto.

Al final, el análisis está fundamentado en lo que se desea obtener, de manera que los riesgos sean considerados correctamente. A pesar de ser un proyecto de energías renovables, tanto la aceptación como el comportamiento del sistema pueden ser detonantes en el desarrollo efectivo de las actividades asociadas al proyecto. Es notable aprovechar las oportunidades de esta tecnología, comenzando por la reducción del costo energético y el aporte medioambiental que va asociado a su implementación.

Tabla 1. Análisis FODA para implementación sistema.

FORTALEZA	DEBILIDADES
<ol style="list-style-type: none"> 1. Estructura de base comunitaria activa 2. Infraestructura utilizable 3. Pago de tarifa de agua al día 4. Disponibilidad de espacio para acceso y construcción 5. Disponibilidad del recurso hídrico 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay capital de inversión 2. Desconocimiento de la tecnología
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación de nueva tecnología con uso de energía renovable 2. Disminución de costos de operación y mantenimiento 3. Contribución al medio ambiente 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Variaciones climáticas 2. Poca aceptación de la comunidad ante el uso de la nueva tecnología.

Fuente: Elaboración propia

2.2.CONCEPTUALIZACIÓN

- **Energía Solar:** trata de la energía irradiada por el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión, que llega a la Tierra en forma de paquetes de energía denominados fotones (luz). Estos fotones interactúan con la atmósfera y la superficie terrestre. (Fundación AQUAE, 2021)
- **Captación de Energía Solar:** Para cualquier aplicación de la energía solar, el componente central del sistema es el COLECTOR, que es el dispositivo encargado de capturar la energía solar y convertirla en una forma utilizable, ya sea en forma de calor o electricidad. (Nandwani, 2005)

Cuando se trata de convertir la energía solar en electricidad, se utilizan las CÉLULAS SOLARES, que se fabrican principalmente a partir de materiales semiconductores como el silicio.

- **Ubicación de los captadores:** Según la aplicación, el colector puede ubicarse en el techo del edificio o en cualquier área al aire libre, con el objetivo de recibir la máxima radiación solar. Es fundamental evitar la presencia de obstáculos, como edificios, árboles u otras estructuras, que puedan bloquear la trayectoria de los rayos solares. (Nandwani, 2005).
- **Célula Solar:** El componente esencial de cualquier sistema de energía solar es la célula solar, que se encarga de convertir directamente la energía de los fotones provenientes de la luz solar en electricidad. Su funcionamiento se basa en el efecto fotovoltaico (Nandwani, 2005).

Una célula solar se comporta de manera similar a un diodo, donde la parte expuesta a la radiación solar se conoce como "N," y la parte ubicada en la zona de sombra se denomina "P." Los terminales de conexión de la célula se encuentran en cada una de estas regiones del diodo. La cara correspondiente a la zona "P" está completamente recubierta de material metálico (no necesita estar expuesta a la luz), mientras que en la zona "N," el recubrimiento metálico tiene un diseño que permite que la radiación solar llegue al semiconductor. (Rubio & Corcobado, 2018)

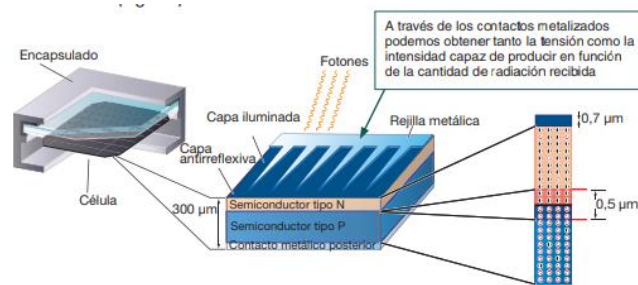


Figura 13. Estructura de célula solar

Fuente: (Rubio & Corcobado, 2018)

- **Módulo o módulo fotovoltaico:** Es un conjunto de células solares diseñadas para convertir la radiación solar, es decir, la luz solar, en energía eléctrica, generando el voltaje y la corriente necesarios para alimentar distintos dispositivos. Esta energía se produce a 12V de corriente continua (DC), utilizada para operar una variedad de equipos como radios, lámparas, bombas de agua, televisores, entre otros. Si se desean utilizar dispositivos eléctricos convencionales, es necesario transformar los 12V de corriente continua a un voltaje más alto de 220V de

corriente alterna (AC), que es el estándar en las áreas urbanas. Todas las especificaciones fundamentales de un panel solar se indican bajo condiciones estándar (Radiación = 1 000 W/m², T = 25 °C). (Fundación AQUAE, 2021)

Existen tres tipos de módulos fotovoltaicos: monocristalinos, los policristalinos y de capa fina.

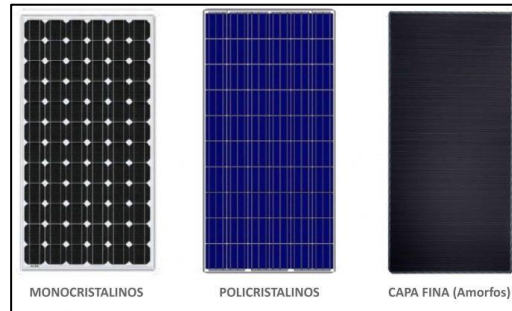


Figura 14. Tipos de módulos fotovoltaicos

Fuente: TRITEC 2023

Células	Silicio	Rendimiento laboratorio	Rendimiento directo	Características	Fabricación
	Monocrystalino	24 %	15 - 18 %	Son típicos los azules homogéneos y la conexión de las células individuales entre sí (Czochralski).	Se obtiene de silicio puro fundido y dopado con boro.
	Policristalino	19 - 20 %	12 - 14 %	La superficie está estructurada en cristales y contiene distintos tonos azules.	Igual que el del monocristalino, pero se disminuye el número de fases de cristalización.
	Amorfo	16 %	< 10 %	Tiene un color homogéneo (marrón), pero no existe conexión visible entre las células.	Tiene la ventaja de depositarse en forma de lámina delgada y sobre un sustrato como vidrio o plástico.

Figura 15. Diferencias entre los tipos de paneles, según fabricación.

Fuente: (Rubio & Corcobado, 2018)

- Potencia de la Célula Solar:** La potencia generada por una célula de tamaño estándar, por ejemplo, de 10 x 10 cm, es bastante limitada, generalmente en el rango de 1 a 2 vatios. Por lo tanto, en gran parte de los casos, es requerido agrupar varias células juntas para suministrar la potencia solicitada al sistema fotovoltaico de la instalación. Este concepto lleva al desarrollo de los paneles solares o módulos fotovoltaicos.

La forma en que conectamos eléctricamente estas células puede dar lugar a diferentes opciones:

- Conectar las células en **serie** aumenta la tensión total en los extremos del conjunto.
- Conectar las células en **paralelo** incrementa la corriente total del conjunto.

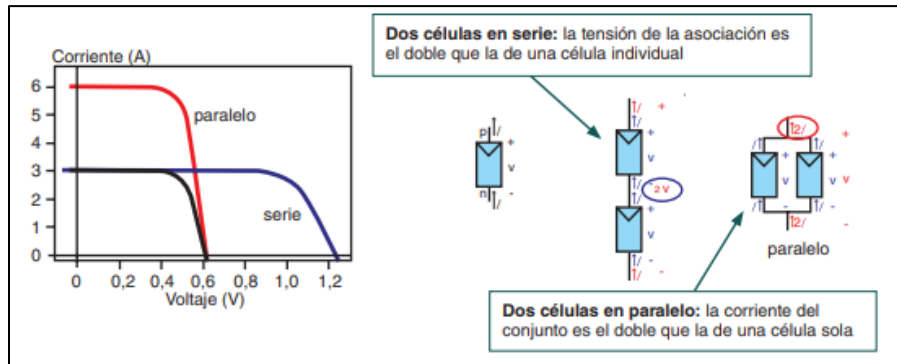


Figura 16. Asocio de las células solares (serie o paralelo)

Fuente: (Rubio & Corcobado, 2018)

- **Conexión de Paneles:** Según la instalación en cuestión y la finalidad para la que se haya diseñado, se puede optar por el uso de un solo panel o de un conjunto de paneles que se instalarán agrupados en un soporte específico y conectados eléctricamente entre sí. (Ferra Borgoñoz, 2022)

En aplicaciones de baja potencia, es incluso factible emplear paneles solares flexibles, lo que permite su uso en situaciones como la alimentación de equipos de comunicación o la recarga de baterías de teléfonos, entre otros.

Cuando se requiere una potencia considerable que no puede obtenerse con un único módulo fotovoltaico, se recurre a la agrupación de varios paneles solares mediante conexiones en serie o paralelo.

- **Inversor Solar:** Un convertidor de energía solar es un dispositivo que convierte la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna. Esta última forma de corriente es la que puede ser utilizada en el hogar, almacenada en baterías o vertida a la red eléctrica. La importancia del inversor en un sistema fotovoltaico es esencial para el correcto funcionamiento de la instalación (Morán, 2022)

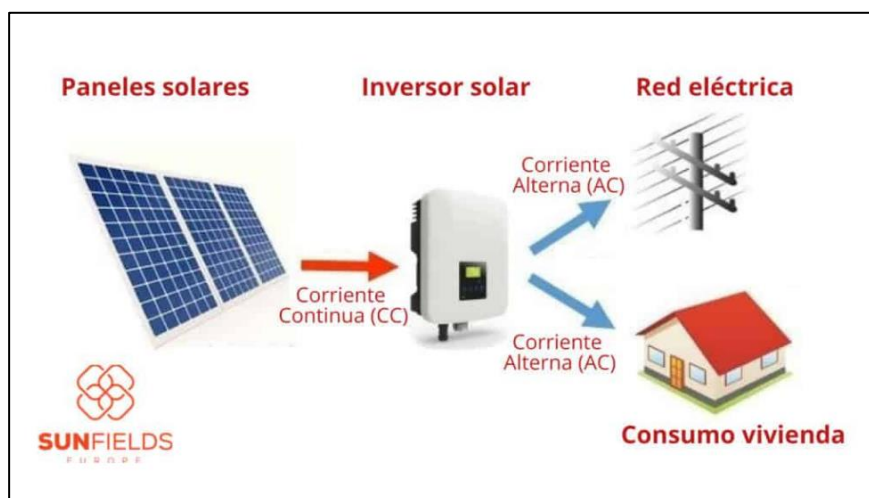


Figura 17. Diagrama de un inversor Solar

Fuente SUNFIELDS (2023)

- **Sistemas Fotovoltaicos de Bombeo:** Un sistema de bombeo fotovoltaico (SBF) utiliza un generador solar para operar una bomba que extrae agua de un pozo, la almacena en un depósito o la transporta a diferentes ubicaciones. Este uso de la tecnología solar presenta dos características distintivas que la vuelven especialmente atractiva.

En primer lugar, existe una coincidencia efectiva entre los periodos de mayor radiación solar, que generan más electricidad, y los momentos de mayor demanda de agua. En segundo lugar, no se requiere el uso de baterías para almacenaje de la energía y proporcionar independencia al sistema; en su lugar, un tanque elevado para agua acumula energía potencial de manera más económica, segura, eficiente y confiable. Esta configuración se conoce como sistema de bombeo directo mediante energía solar (SFBD). (Rúa Ramirez, y otros, 2020).

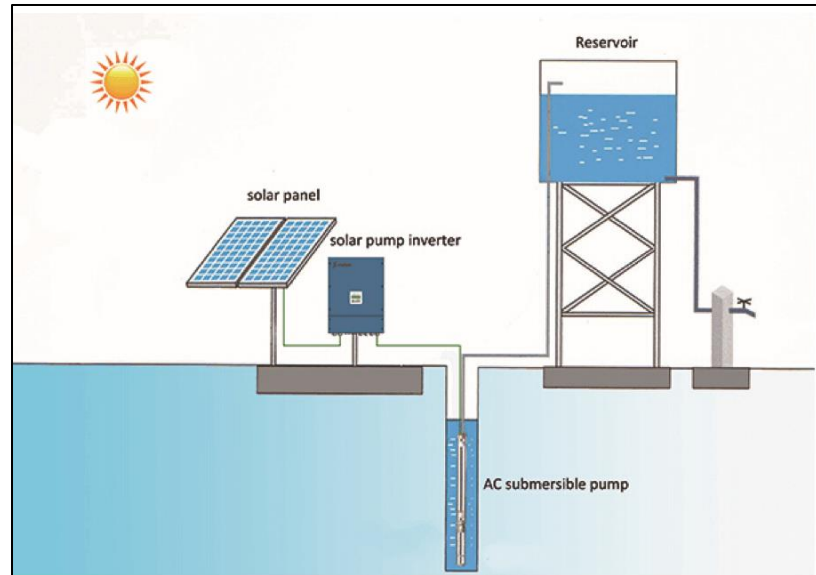


Figura 18. Esquema de un-Sistema Fotovoltaico por Bombeo

Fuente: CPM Solar

Motores eléctricos Es un dispositivo transformador de la energía eléctrica en mecánica a mediante interacciones electromagnéticas. Para comprender cómo funcionan los motores eléctricos, examinemos brevemente algunos principios fundamentales del electromagnetismo. (WEG Motors, 2023)

A partir del descubrimiento de Oersted, sabemos que una corriente eléctrica produce un campo magnético alrededor del conductor por el que fluye. Asimismo, según la ley de Lorentz, un campo magnético ejerce una fuerza sobre una carga eléctrica en movimiento. (WEG Motors, 2023)

En consecuencia, cuando un conductor lleva corriente eléctrica en presencia de un campo magnético, altera dicho campo al generar uno nuevo. Dado que la corriente consiste en una carga eléctrica en movimiento, experimenta una fuerza que la impulsa a moverse con el fin de reducir esta alteración.

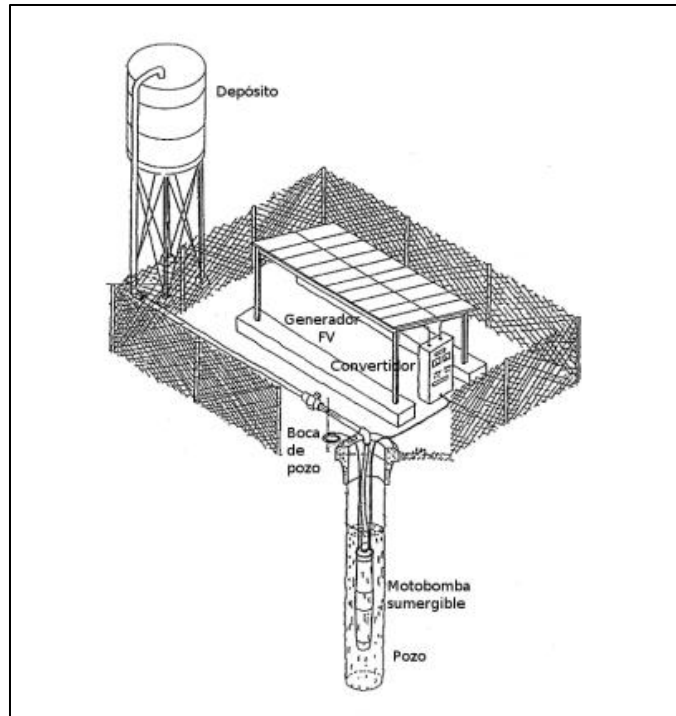


Figura 19. Componentes de sistema fotovoltaico de bombeo de agua

Fuente: OPS (2005)

- **Estaciones de bombeo:** Las estaciones de bombeo se componen de una serie de instalaciones civiles, dispositivos, conductos y elementos adicionales que extraen agua, de manera directa o indirecta, desde la fuente de suministro y la dirigen hacia un depósito de almacenamiento o directamente a la red de distribución. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)
- **Elementos de las estaciones de bombeo:** Para la Organización Panamericana de la Salud Los elementos básicos de una estación de bombeo de agua potable son los siguientes:
 - i. Caseta de bombeo.
 - ii. Reservorio de bombeo.
 - iii. Equipo de bombeo.
 - iv. Sistema de generación de energía y potencia motriz.
 - v. Tubería de succión.

- vi. Tubería de impulsión.
 - vii. Válvulas de paso y control.
 - viii. Equipos para el tratamiento del agua.
 - ix. Sensores de nivel máximo y mínimo
 - x. Panel de control y protección eléctrica
 - xi. Sistema de ventilación
 - xii. Área destinada al personal de operación.
 - xiii. Cercado de protección alrededor de la estructura de la caseta de bombeo.
- **Bombas sumergibles** Estos equipos están diseñados con la bomba y el motor unidos de manera compacta, lo que permite que ambos operen sumergidos en el lugar de extracción. Se utilizan principalmente en pozos de gran profundidad y presentan ventajas significativas en contraste con la utilización de bombas de eje vertical. (Organización Panamericana de la Salud, 2005).
 - **Caseta de bombeo** El tamaño de la estructura de la estación de bombeo debe ser suficiente para albergar todos los equipos requeridos en el proceso de elevación del agua. En situaciones que lo requieran, esta estructura también contendrá los dispositivos necesarios para el control y la desinfección. Debe garantizar facilidad en la movilidad, el mantenimiento, la instalación, el desmontaje, así como el acceso y la salida de los equipos. (Organización Panamericana de la Salud, 2005). Las dimensiones de la caseta dependerán del tipo de equipo de bombeo que se emplee. Los casos más comunes son:
 - a) Si se utilizan bombas estacionarias, ya sea de eje horizontal o vertical, estas serán resguardadas dentro de la estación de bombeo, en conjunto con los motores, generadores, paneles de control, circuitos y válvulas de control requeridos.
 - b) Si se utilizan equipos de bombeo sumergibles, la estructura de la estación de bombeo se utilizará para resguardar los circuitos y el panel de control, y en algunas ocasiones el generador y las válvulas de control de la tubería de impulsión.

- **Tubería y accesorios de succión** Se recomienda que la tubería de succión sea lo más corta permisible, evitando en la medida de lo posible accesorios especiales como curvas o codos. Esta tubería debe tener una dirección ascendente constante hasta llegar a la bomba. Es aceptable tener tramos cortos que sean totalmente horizontales. La altura máxima de succión, sumada a las pérdidas de carga, debe cumplir con las especificaciones indicadas por el fabricante de los equipos de bombeo. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

2.3. TEORÍAS DE SUSTENTO

2.3.1. BASES TEÓRICAS

2.3.1.1. ESTACIONES DE BOMBEO DE POZOS PROFUNDOS SEGÚN NORMA DE DISEÑO DE ACUEDUCTOS RURALES SANAA.

Es un instructivo formal creado con el objetivo de estandarizar y agilizar los estudios y diseños de acueductos rurales elaborados en el SANAA. Está direccionado a los consultores y al personal de diseño, haciendo énfasis en las normas y criterios establecidos para realizar los diseños de forma más técnica y económicamente demostrables. Para dimensionar los equipos de bombeo la Norma de acueducto rurales de SANAA nos menciona lo siguiente:

Por lo general, se emplean equipos como bombas turbina de eje vertical o bombas sumergibles. La ubicación y profundidad de la bomba deben determinarse en función de las características hidráulicas del acuífero y la cantidad de agua a extraer, siguiendo las siguientes pautas recomendadas: (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados Rurales [SANAA], 2014)

- Nivel de caudal de bombeo, basada en los resultados de las pruebas de bombeo.
- Cambios estacionales, es decir, las fluctuaciones naturales del nivel del agua subterránea en verano e invierno.
- Inmersión de la bomba (carga positiva de succión).
- Precauciones de seguridad para el equipo.
- Requisitos de verticalidad y alineación del pozo.

- Ubicación, tipo y especificaciones de la rejilla.

En ausencia de cálculos de pérdida por fricción lo que SANAA recomienda es que se dimensione la longitud de la columna de bombeo conectada a la bomba de manera que las pérdidas por fricción no superen el 5% de su longitud total. Se sugieren los siguientes diámetros para las columnas de pozos en relación con el caudal, como se indica en la tabla a continuación.

Tabla 2. Diámetro columna de Bombeo con relación al Caudal

Caudal		Diámetro	
Gpm	l/s	mm	pulgadas
0 a 50	0 a 3.15	75	3

Fuente: SANAA (2014)

Potencia de Motor: Las recomendaciones de SANAA (2014) para elegir la potencia del motor a utilizar se basan en las siguientes consideraciones.

- Siempre se debe dimensionar el motor con una potencia superior a la requerida, recomendándose una reserva no inferior al 10%.
- La estación de bombeo debe ser diseñada para el caudal de bombeo estimado y construirse en una única fase.
- Se debe planificar la instalación de al menos dos bombas, una de las cuales funcionará como respaldo. El diámetro de la tubería de succión debe ser igual o mayor que el diámetro de la tubería de descarga. La velocidad en la tubería de succión deberá estar dentro del rango de 0.60 a 0.90 metros por segundo.

Tuberías y Válvulas en Succión y Descarga de las Bombas

Succión

- Se debe evitar el uso de tuberías con diámetros inferiores a los diámetros de descarga de la bomba.

- En el extremo de la tubería de succión, se debe colocar una válvula de pie equipada con una coladera. El área de las aberturas de la coladera debe ser de 2 a 4 veces la sección transversal de la tubería de succión. (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados Rurales [SANAA], 2014)
- Se recomienda que la tubería de succión sea lo más corta y recta posible, evitando cambios de dirección, especialmente en las proximidades de la bomba.
- En caso de que el diámetro de la tubería de succión sea mayor que el de la entrada de la bomba, se debe conectar mediante una reducción excéntrica con su parte superior en posición horizontal.

Descarga

Las extensiones en la sección de salida deben mantener un diseño concéntrico. Es aconsejable colocar una válvula de retención (check) tanto entre la bomba y la válvula de compuerta como entre la bomba y los dispositivos de medición. Si es necesario, se debe evaluar la instalación de una válvula de alivio para salvaguardar el sistema contra el golpe de ariete. (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados Rurales [SANAA], 2014).

En el Manual de diseño de SANAA se nos menciona que toda tubería de descarga llevará:

- a. Micromedidor de agua
- b. Manómetro de medición de ½ pulgada.
- c. Tuberías derivadas para pruebas de bombeo y limpieza del mismo diámetro de la descarga.
- d. Las tuberías deberán fijarse perfectamente y realizar el cálculo de la fuerza que actúa en los atraques para lograr un diseño satisfactorio
- e. Unión Dresser flexible o similar para efecto de mantenimiento.

2.3.1.2. NORMA INTERNACIONAL 62253 DE LA COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL (IEC) DE SISTEMAS DE BOMBEO FOTOVOLTAICO: CALIFICACIÓN DEL DISEÑO Y MEDIDAS DE RENDIMIENTO.

Esta norma internacional establece los criterios necesarios para las especificaciones de diseño, la evaluación y el funcionamiento de los sistemas de bombeo fotovoltaico utilizados en funcionamiento autónomo. Las pautas mencionadas son relevantes para pruebas realizadas en

interiores con un simulador de generador fotovoltaico o para pruebas realizadas en exteriores con un generador fotovoltaico real.

Este estándar se aplica a sistemas que involucran conjuntos de bombeo de motor conectados directamente al generador fotovoltaico o a través de un convertidor (ya sea de corriente continua a corriente continua o de corriente continua a corriente alterna). No se aplica a sistemas que utilizan almacenamiento eléctrico, a menos que dicho almacenamiento se utilice únicamente para el arranque de la bomba (menos de 100 vatios-hora). (IEC , 2011)

2.3.1.3. DOCUMENTO GUÍA PARA EL DISEÑO Y LA INSTALACIÓN PARA SISTEMAS DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR DE UNICEF Y WATER MISSION

Este manual detallado en el anexo 1 presenta instrucciones minuciosas sobre todos los aspectos técnicos vinculados al diseño y la instalación. Se fundamenta en la normativa internacional 62253 de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) referente a los Sistemas de bombeo fotovoltaico: especificaciones de diseño y evaluación del desempeño. Su objetivo es proporcionar orientación al lector sobre cómo cumplir con los criterios establecidos por estas normas IEC.

2.3.1.4. DEMANDA DIARIA DE AGUA DEL PROYECTO

Para poder determinar las dimensiones y poder diseñar de cualquier sistema mecanizado de bombeo, Water Mission & UNICEF (2023) menciona que es necesario conocer la demanda de agua requerida por cada usuario del sistema. Calcular cuánta agua necesita una comunidad es un proceso complejo, sin embargo, es vital en todo diseño. Los elementos básicos para calcular la demanda de agua se encuentran:

- Cálculo población total y su consumo diario.
- Identificar otros usos que el sistema de agua propuesto debe atender.
- Evaluar pérdidas de agua en el sistema actual.

En la normativa hondureña de diseño de acueductos La dotación es generalizada y cuando la población sea menor a 2000 personas se utilizarán 25 galones por persona por día, en comunidades mayores la dotación deberá satisfacer las necesidades descritas a continuación (SANAA, 2014) :

- Consumo del hogar
- Consumo de industria y comercio
- Consumo de sitios públicos
- Consumo por desperdicios y perdidas

SANAA (2014) menciona que para la demanda se tendrá tres tipos de consumo

- Consumo diario medio: que será la demandada promediada que satisfaga las necesidades
- Consumo diario máximo: El valor máximo demandado diariamente durante todo el año
- Consumo horario máximo: El valor máximo consumido por hora en el día de máxima demanda.

En la norma nacional de Honduras para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua rural, se menciona que: para proyectos de bombeo en circunstancias especiales, como el uso de energía solar, ruedas hidráulicas u otras condiciones limitantes en la fuente de suministro, se puede asignar una dotación de 50 litros por persona por día. Esto nos permitirá satisfacer la demanda y necesidades básicas de consumo y de higiene de la población asistida. (SANAA, 2014)

.

2.3.2 METODOLOGÍAS UTILIZADAS POR OTROS INVESTIGADORES

2.3.2.1. PREFACTIBILIDAD PARA LA EJECUCIÓN DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Se considerarán factibles las comunidades que cumplan con los siguientes criterios, determinados en la norma nacional de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable (Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados Rurales [SANAA], 2014)

Criterio Técnico:

- Disponibilidad de recursos hídricos: Evaluar si la fuente de agua es adecuada y tiene el caudal suficiente para satisfacer la demanda proyectada del proyecto.
- Calidad del agua: Verificar si la calidad del agua cumple con los estándares para consumo humano establecidos por la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua (1995). El diseñador deberá definir el tratamiento el cual debe ser sostenible en términos económico por la comunidad.
- Tecnología y equipamiento: Evaluar la disponibilidad de tecnología y equipos necesarios para la operación del sistema de abastecimiento de agua que estará determinada por análisis de la relación costo-beneficio.

Criterio Financiero:

- Costo del proyecto: Calcular el presupuesto total de toda la implementación, incluyendo en la inversión inicial en infraestructura y equipos.
- Evaluación económica: Realizar un análisis de costo-beneficio, para determinar de esta forma si los beneficios esperados superan los costos de inversión del proyecto.
- Financiamiento: Identificar las fuentes de financiamiento disponibles y evaluar la capacidad de solicitar contrapartidas municipales o con organismos internacionales.

Criterio Legal y Regulatorio:

- Cumplimiento normativo: Asegurarse de que el proyecto cumpla con todas las normativas y regulaciones nacionales relacionadas con el agua, saneamiento y la salud pública.
- Derechos de agua: Obtener los permisos de servidumbre y uso de la fuente de agua necesarios para la extracción y distribución de agua, si es aplicable.

Criterio Ambiental:

- Impacto ambiental: Evaluar el impacto potencial del proyecto en el medio ambiente, incluyendo la calidad del agua y el entorno.
- Sostenibilidad: Considerar las prácticas sostenibles en la operación del sistema para minimizar los impactos.

Criterio Social:

- Participación comunitaria: que la comunidad este involucrada en administrar, mantener y operar de manera sostenible el sistema de agua, así como lo establece la Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento.
- Acceso equitativo: Garantizar que el proyecto permita el acceso universal y equitativo al agua para todos los habitantes de la comunidad, independientemente de su condición socioeconómica.

Criterio de Operación y Mantenimiento:

- Capacidad de operación: Evaluar la capacidad de la comunidad o entidad responsable para operar y mantener el sistema de abastecimiento de agua de manera efectiva.
- Suficiencia de recursos: Asegurar que existan recursos financieros y humanos para el mantenimiento y operación continuo del sistema.

2.3.2.2. GUÍA DE LOS FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS (PMBOK SEXTA EDICIÓN)

Es una guía que fue elaborada por el PMI (Project Management Institute) con la finalidad de proveer todas las directrices y prácticas fundamentales para la dirección de proyectos consideradas como buenas prácticas, basada esencialmente en la experiencia comprobada de profesionales en el área de la gestión de proyectos a nivel mundial. (Ramirez, 2023)

Esta guía tiene 10 áreas de conocimiento para la dirección de proyectos descritas a continuación:

1. **Gestión de la Integración del Proyecto:** Dentro de esta área se destaca los procesos necesarios para desarrollar las actividades de dirección de proyectos.
2. **Gestión del alcance del proyecto:** Incluye todo lo necesario para la realización completa y congruente de los entregables del proyecto, sin evadir o dejar de realizar alguno.
3. **Gestión del Cronograma del Proyecto:** Abarca la gestión de los tiempos dentro de cada actividad del proyecto. Constituye el seguimiento de la programación de actividades.
4. **Gestión de los Costos del Proyecto:** Trata de abarcar cada uno de los procesos donde se ve involucrada la parte financiera del proyecto y cada uno de los costos asociados al mismo.
5. **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Abarca la gestión de los requerimientos de calidad de los interesados, así como los requerimientos de calidad asociados a la organización.
6. **Gestión de los Recursos del Proyecto:** Es un desarrollo esencial de los recursos involucrados y cómo deben administrarse para lograr la consecución de los objetivos del proyecto.
7. **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Dentro de esta área se enlistan los procesos que se llevan a cabo para administrar los canales de comunicación, el flujo de información adecuado dentro del proyecto, así como los responsables de darle forma a los procesos de comunicación para tener líneas bien definidas con los interesados.
8. **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Abarca cada uno de los procesos donde se analiza e identifica las amenazas presentes en el proyecto o que puedan poner en riesgo el desarrollo del proyecto como tal, tomando en cuenta también el monitoreo de los riesgos.
9. **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Comprende las actividades desarrolladas para la compra de insumos, contratación de servicios de terceros, con el fin de lograr la obtención de todos los recursos para el desarrollo de las actividades del proyecto.
10. **Gestión de los Interesados del Proyecto:** Se toma en cuenta los requerimientos de los interesados del proyecto, identificados de primera línea y se plantea una estrategia para cumplimiento de los requerimientos de estos, tomando en cuenta que cada alcance como entregable debe cubrir con expectativas ya identificadas y definidas.

2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS POR OTROS INVESTIGADORES.

Se identificó en las tesis consultadas que otros autores utilizaron instrumentos como:

- En el caso de Urrea & Landa (2023) utilizaron **Análisis estadísticos de datos** para la exploración de tendencias, patrones y relaciones a través del uso de datos numéricos constituye el análisis estadístico, esta herramienta esencial de investigación empleada por científicos, entidades gubernamentales, empresas y diversas organizaciones. Con el objetivo de obtener conclusiones fiables, este análisis demanda una planificación meticulosa desde las etapas iniciales del proceso de investigación.
- Los mismos autores Urrea & Landa (2023) también utilizaron **EL SOFTWARE PVSYST** para el diseño de sistemas solares. Este software permite estudiar, simular y analizar el comportamiento de sistemas fotovoltaicos de inyección a red, así como los sistemas aislados.
- (PACHECO, 2021) Utilizaron **Software de Diseño** como AutoCAD y Revit para el modelamiento en 2D y 3D, así como para realizar planos arquitectónicos y constructivos.
- **Excel:** Software utilizado para realizar cálculos relacionados con datos relevantes de estudios, realizar tablas y gráficos que muestren claramente resultados obtenidos de acuerdo con un estudio en específico.
- **Epanet:** Software de diseño asistido por computadora creado por la Agencia de Protección del Ambiente, por sus siglas en inglés EPA (Environmental Protection Agency) de dominio gratuito que permite dimensionar sistemas de agua basado en simulaciones precisas durante periodos definidos con el fin de conocer el comportamiento de un sistema de agua bajo determinadas condiciones de presión.
- **GLOBAL SOLAR ATLAS:** Los autores (Palacio Serrano, Valarezo Jaramillo, & Moncayo Serrano, 2020) se guiaron de este programa que provee de información

estadística y en tiempo real sobre energía potencial para sistemas de generación de energía con el fin de facilitar los cálculos de sistemas fotovoltaicos, tomando en cuenta el nivel de irradiación solar de la zona para conocer el comportamiento de la eficiencia de la instalación fotovoltaica.

2.4.MARCO LEGAL

Esta sección analiza el contexto legal y normativo que regula la instalación de sistemas de suministro de agua mediante bombas solares en Honduras. Se examinan las leyes, regulaciones y políticas pertinentes que establecen los lineamientos para la integración de la energía solar en proyectos de abastecimiento de agua potable en el país.

2.4.1. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS ENERGÉTICAS NACIONALES

- Honduras ha implementado políticas y estrategias energéticas que promueven la ampliación de las fuentes energéticas y la integración de energías renovables. El Plan de Nación de Honduras busca acrecentar la utilización de energías alternativas en la generación de electricidad, haciendo énfasis en la energía solar. Esta dirección estratégica influye en la adopción de sistemas para brindar agua mediante bombas solares, alineando las acciones locales con las metas de crecimiento sostenido y reducir el impacto del cambio climático. (Pineda Fasquelle, 2023)

Ley de Promoción para la Generación de Energía mediante el uso de Recursos Renovables (Decreto No. 70 – 2007) y la Reforma (Decreto 48 Dirección Nacional de Planeación y Política Energética Sectorial No. 138 - 2013). es un pilar fundamental en la promoción y fomento de energías renovables en Honduras.

El objetivo por seguir es la promoción de la inversión de las empresas públicas y privadas en proyectos relacionados a la generación de energía mediante el uso de recursos renovables de origen nacional, desglosando los logros descritos a continuación:

1.Fomentar inversiones y desarrolla proyectos con energías limpias, abriendo así una brecha hacia la no dependencia de combustibles, aprovechando así los recursos locales.

2.Reformar las políticas para construcción y permisos de proyectos nuevos de generación eléctrica.

3.Generar fuentes de empleo en los sectores rurales, antes, durante y después del montaje de los proyectos con energías renovables.

4.Mejorar el desempeño del sistema interconectado nacional, para así darle un mayor auge a la participación de entes involucrados en este mercado.

5.Aumentar la calidad de vida de la población hondureña, específicamente en las zonas rurales del país.

6.Explorar fuentes alternativas de generación de energía, para que la nación tenga la diversidad eléctrica y no depender de una sola fuente de energía, sino que, apuntando a descarbonizar, sea una nación renovable con diferentes fuentes, aprovechando los recursos del país.

2.4.2. NORMATIVAS AMBIENTALES Y SOCIALES

La implementación de sistemas de agua potable por bombeo usando paneles solares también está sujeta a normativas ambientales y sociales. La consideración de aspectos como la gestión adecuada de residuos, el impacto en áreas protegidas y la participación de la comunidad en tomas de decisión son elementos esenciales que garantizan que los proyectos sean desarrollados de manera sostenible y en armonía con el entorno. (Secretaría de Estado en el Despacho de Energía, 2022)

2.4.2.1. LEY GENERAL DE AGUAS ARTÍCULO 26.- DOMINIO DE LOS ACUÍFEROS

Los acuíferos no deberían significar amenaza al derecho de propiedad del terreno donde se sitúe; realizar algún tipo de obra que sea para valerse de ellos o cualquier actividad que suponga la contaminación del acuífero será sancionada según la Ley.

2.4.2.2. LEY GENERAL DE AGUAS ARTÍCULO 63.- APROVECHAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Para las aguas subterráneas, cualquiera que desee su aprovechamiento deberá estar sujeto a un plan de regulación, el estudio y mapa de la zona involucrada con el objetivo de que se

mantenga el balance de la zona hídrica y la calidad en los acuíferos. El uso comercial o industrial será considerado dentro del Reglamento de la Ley en mención. Deben llevarse a cabo estudios necesarios para considerar explotar o perforar pozos y de esta manera poder establecer el potencial de este para su posible aprovechamiento, y tendrá que existir el permiso brindado por la entidad competente reguladora en temas de Agua, con la aprobación de la Alcaldía Municipal.

2.4.2.3. LEY GENERAL DEL AMBIENTE ARTÍCULO 30.

El Estado y las municipalidades deben ser responsable de manejar, proteger y conservar depósitos naturales de agua y cuencas, así como preservar elementos de la naturaleza que forman parte del proceso hidrológico. El usuario final del agua está obligado a utilizar el agua de forma racional y responsable, considerando no derrochar y procurar reutilizar cuando realmente sea necesario. Artículo 31. Se deben proteger y controlar las categorías siguientes de agua: a) Fuentes para suministrar agua a la población en general para consumo; b) Fuentes dispuestas para riego o producir alimentos; c) Fuentes para uso en viveros y criaderos de especies pertenecientes a la fauna y flora acuáticas de Honduras; ch) Fuentes de agua en áreas protegidas; y, d) Fuentes con importancia de carácter general Honduras ha implementado políticas y estrategias energéticas que promueven la ampliación de las fuentes energéticas y la integración de energías renovables.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En el presente capítulo se desarrolla el desglose del enfoque metodológico que tiene nuestra investigación para cumplir con los objetivos establecidos, se describen las técnicas e instrumentos utilizados, así como se enumeraran sus diferentes variables, planteamos la hipótesis central, y describimos la metodología de estudio junto con su validación.

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

La congruencia metodológica ayuda a comprobar la relación entre el Planteamiento del Problema del Capítulo I con la Metodología que se presenta en este Capítulo III.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

Una matriz metodológica es una herramienta gráfica utilizada en la investigación para organizar y presentar los métodos y procedimientos que se utilizarán en un estudio. Consiste en una tabla que relaciona las variables o componentes del estudio con las técnicas y métodos que se aplicarán para recolectar y analizar datos relacionados con esas variables. A continuación, se detalla la matriz metodológica registrando las variables de estudio:

Tabla 3. Matriz metodológica

Problema	Pregunta de investigación	Objetivo		Variables	
		General	Específico	Independiente	Dependiente
¿Es factible implementar un sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo con energía fotovoltaica en la comunidad de El Banano, ubicada en el municipio de San Manuel Cortés?	¿Cuál sería la eficiencia energética y económica de utilizar energía fotovoltaica como fuente alternativa para el sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo en comparación con el uso de energía eléctrica convencional?	Determinar la factibilidad de sistema de agua potable por bombeo utilizando energía fotovoltaica como medio de alimentación eléctrica	1. Realizar el estudio de dimensionamiento del sistema de agua que cumpla con la demanda de abastecimiento de la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés	Factibilidad técnica	Factibilidad
	¿Cuál sería la capacidad instalada de paneles solares para abastecer la demanda de agua de la comunidad de El Banano?		Establecer la factibilidad para determinar las especificaciones de la fuente de generación de energía mediante paneles solares que cumpla con los requerimientos del sistema de agua por bombeo		
	¿Cuál sería el costo total de implementación y mantenimiento de un sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo con energía fotovoltaica y cómo se compara con el sistema actual?		3. Determinar la factibilidad financiera de los gastos de operación y mantenimiento del sistema de bombeo para abastecimiento de agua potable, utilizando energía fotovoltaica	Factibilidad financiero	
	¿Es posible implementar un plan de proyecto para la ejecución del sistema de agua con paneles solares, utilizando el PMI?	Desarrollar el plan de implementación del proyecto según el diseño y dimensionamiento			

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

En esta sección expresaremos las variables en términos de la relación o vínculo que existe entre ellas, haciendo uso de un diagrama sagital.

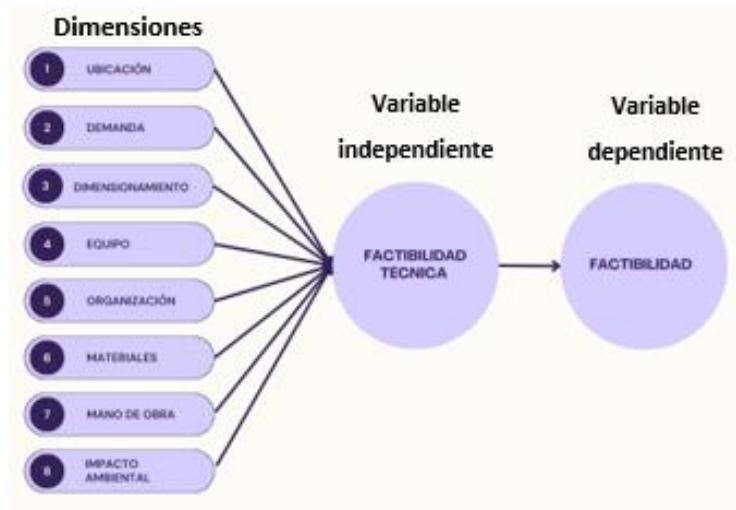


Figura 20. Esquema de variable independiente Factibilidad técnica

Fuente: Elaboración propia.

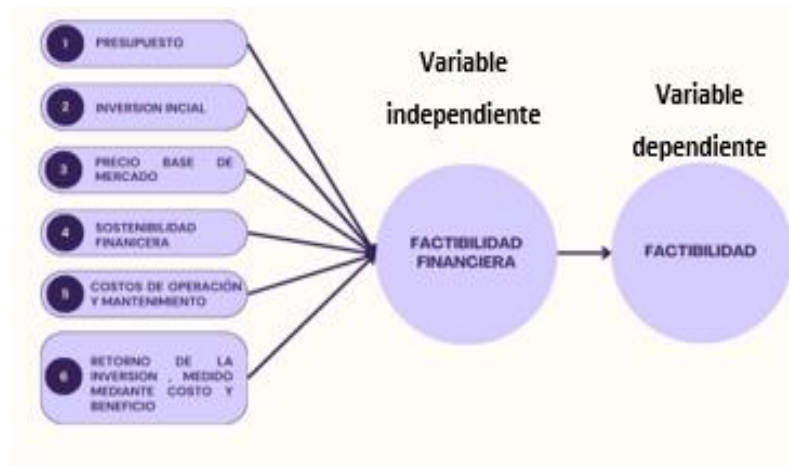


Figura 21. Esquema de variable independiente Factibilidad financiera

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En esta sección operacionalizamos las variables del estudio a fin de tener un orden y secuencia lógica para el desarrollo de la investigación y que exista congruencia entre las variables y sus dimensiones. A continuación, se presenta la definición conceptual y operacional de las variables de estudio.

Tabla 4. Operacionalización de Variables

Variable	Definición		Dimensión	Indicadores	Técnica
	Conceptual	Operacional			
Factibilidad (Dependiente)	Implica que un proyecto sea palpable y que sea realizable, tomando en cuenta el objetivo a seguir y la manera en la que se utilizan los recursos para culminar un proyecto en tiempo y forma (Rodríguez, 2022)	La factibilidad del proyecto está fundamentada en obtener los resultados necesarios que demuestren que técnica y financieramente sea viable. Que los resultados obtenidos describan que se cumple con los requerimientos de demanda y se genere un margen de ganancia y ahorro.	1-Reducción de factura energética 2-Disponibilidad del servicio	1. Análisis técnico 2. Análisis financiero	1. Software de geolocalización 2. Memoria técnica del sistema 3. Excel financiero
Factibilidad técnica (Independiente)	Proceso de análisis en términos técnicos el cual se realiza sobre un proyecto productivo o de inversión con la finalidad de establecer la rentabilidad. (EUROINNOVA, 2023)	La viabilidad técnica del proyecto está definida por el cumplimiento de los requisitos del sistema de bombeo y los requerimientos técnicos del sistema fotovoltaico a instalar.	1-Ubicación 2-Demanda 3-Dimensionamiento 4-Equipo 5-Organización 6-Materiales 7-Mano de obra 8-Impacto ambiental	1-Coordenadas de localización 2-Cantidad de consumidores 3-Capacidad del sistema 4-Tipo de equipo/cantidad de equipo 6-Cantidad de materiales 7-Cantidad/tipo de mano de obra 8-Reducción de emisiones de CO2	1. Uso de software de localización geográfica 2. Levantamiento técnico del sistema 3. Cálculos matemáticos
Factibilidad financiera (Independiente)	Hernández (2005), lo define como una técnica evaluativa de los comportamientos operativos de una organización, agilizando el análisis de la situación actual y la proyección de acontecimientos futuros; al mismo tiempo se orienta hacia el logro de objetivos preestablecidos.	La factibilidad financiera va anclada a las ganancias obtenidas, que se ven reflejadas en el ahorro obtenido con el proyecto en funcionamiento y con el retorno de la inversión en la línea de tiempo.	1-Presupuesto 2-Inversión inicial 3-Precio base de mercado 4-Sostenibilidad financiera 5-Costos de operación y mantenimiento 6-Retorno de la inversión- mediante análisis costo-beneficio	1. Retorno de la inversión 2. Comparación de lo proyectado vrs resultados	1. Microsoft Excel 2. Fórmula de análisis costo-beneficio

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4 HIPÓTESIS

Para este estudio se presentan las siguientes hipótesis:

- **Hi:** Es factible desde el punto de vista técnico y financiero la implementación de un sistema de bombeo a base de energía solar fotovoltaica en la Comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés y la relación beneficio costo es mayor que uno.

Como complemento de la hipótesis de investigación, la hipótesis nula es:

- Ho: No es factible la implementación de un sistema de bombeo a base de energía solar fotovoltaica en La Comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés desde el punto de vista técnico y financiero y la relación beneficio costo es menor o igual a uno.

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Tomando en cuenta las variables de estudio planteadas, las cuales tienen como propósito indicar si es factible un Sistema de agua potable con energía fotovoltaica, en El Banano, San Manuel, Cortés se utiliza un enfoque mixto para lograr una perspectiva más amplia y profunda del fenómeno (Hernandez Sampieri, 2014)

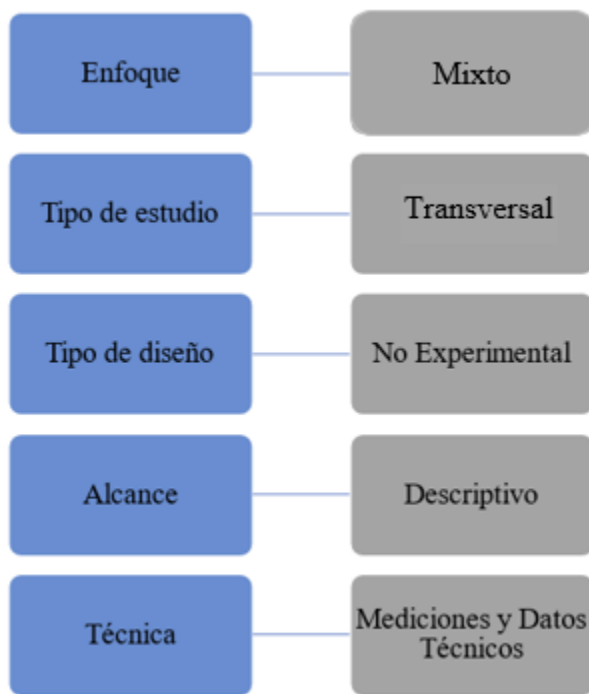


Figura 22. Enfoque y método

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el esquema utilizado para el diseño metodológico en el cual se utiliza un enfoque mixto que implica un proceso de análisis, recolección y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio para responder al planteamiento del problema.

Para el enfoque mixto se utiliza un diseño no experimental ya que se lleva a cabo sin ejercer manipulación sobre las variables independientes y las observaciones son hechas tal y como ocurren en su ambiente natural para su posterior análisis. (Mata Solis, 2019).

Tiene un diseño transversal porque recolectamos los datos en un solo periodo de tiempo ya que su propósito es describir variables y analizar su incidencia en un momento dado.

El alcance es descriptivo porque se busca especificar propiedades, características y rasgos importantes del fenómeno que se está analizando. (Universidad de Guanajuato, 2021)

Para la técnica de recolección de datos se ha utilizado la medición y datos técnicos de demanda, aforo, consumo energético mediante un diagnóstico.

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El Diseño de investigación representa el esquema global del investigador con el propósito de adquirir soluciones a sus preguntas o validar la hipótesis planteada. Este diseño desglosa las tácticas fundamentales que el investigador emplea para generar datos precisos y comprensibles. (Hernandez Sampieri, 2014)

3.3.1 POBLACIÓN

Así, una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernandez Sampieri, 2014). Las poblaciones deben situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y del tiempo (Hernandez Sampieri, 2014).

Para determinar la factibilidad de la implementación del sistema de bombeo fotovoltaico en la comunidad de El Banano y por las diferentes características particulares entre ellas que ya existen un sistema de abastecimiento de agua, para llevar a cabo el análisis, la población de investigación será todos los elementos del sistema actual y la Junta Administradora de agua formada por siete miembros líderes comunitarios de El Banano, San Manuel Cortés, considerando que el objetivo es la factibilidad de la instalación de paneles solares al equipo existente, siendo este un enfoque no estadístico orientado a las instalaciones.

3.3.2 MUESTRA

La muestra es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características que llamamos población. (Hernandez Sampieri, 2014)

Para esta investigación no se determinará una muestra, ya que nos enfocaremos en la junta de agua la cual tiene una población ya delimitada de 7 miembros y el sistema de agua por bombeo actual y en sus componentes, debido que el objetivo es analizar si es viable la instalación de un sistema fotovoltaico comparado con el sistema actual que funciona con energía eléctrica proporcionada por la empresa nacional y se tiene acceso irrestricto a todos los miembros de la Junta, no es necesario el diseño de una muestra.

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

La recolección de datos “implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico”, (Hernandez Sampieri, 2014, pág. 198). Para desarrollar esta investigación se utilizarán técnicas e instrumentos descritos a continuación:

3.4.1 INSTRUMENTOS

De acuerdo con lo expuesto por Tamayo y Tamayo (2007) el instrumento se define como una ayuda o una serie de elementos que el investigador construye con la finalidad de obtener información, facilitando así la medición de estos.

- **GLOBAL SOLAR ATLAS:** Búsqueda de datos referentes a irradiación solar promedio de la zona de aplicación del proyecto, con el fin de tener un panorama más claro sobre la eficiencia del sistema a instalar. En el mismo se marcan las zonas con mayor incidencia de radiación solar, teniendo en cuenta que la ubicación idónea de los módulos fotovoltaicos sea factible para el aprovechamiento de este recurso solar en gran medida.
- **MICROSOFT EXCEL:** Mediante esta herramienta realizamos los cálculos del sistema fotovoltaico, como ser: cantidad de módulos, capacidad del sistema, costos

relacionados (Costo-beneficio) y presupuestos, así como la generación de gráficos relacionados a datos obtenidos de las fuentes de investigación.

- **GOOGLE EARTH:** Utilizada como una plataforma de geo información que presenta un modelo virtual del planeta en forma de globo, ofreciendo la visualización de diversos mapas geográficos. Proporciona la capacidad de generar mapas personalizados. Se utiliza para hacer estudios de la zona del proyecto, para así analizar las condiciones del sitio y una posible ubicación para el sistema de módulos fotovoltaicos.
- **Equipo de Pruebas de Calidad del Agua:** Instrumentos como pHímetros, medidores de turbidez, y otros equipos de prueba de calidad del agua que nos permiten evaluar aspectos como la potabilidad del agua y la adecuación para el consumo humano.
- **Medición de caudales:** Un medidor de caudal se utiliza para medir la cantidad de agua que fluye a través del pozo y la capacidad que este tiene para satisfacer la demanda.
- **Manómetro:** Un medidor de presión te permitirá evaluar la presión del agua en diferentes puntos de la red de distribución. Esto es importante para garantizar un flujo adecuado y evitar problemas de funcionamiento en el sistema.
- **Tenazas amperimétricas:** Nos permitirá medir voltajes, intensidad de corriente, capacitancia y datos eléctricos relevantes del sistema a instalar.
- **Piranómetro:** este equipo nos ayudó a medir la irradiación solar en una superficie plana.
- **Herramientas de levantamiento topográfico:** Nos sirve para mapear el terreno de la implementación de infraestructura física, como tanques de almacenamiento de agua y redes.
- **Herramienta de Registro de activos:** Esta herramienta nos ayuda a calcular la vida útil del sistema de agua evaluado.

- AutoCAD: Software de diseño asistido por computadora que permite dimensionar áreas y crear espacios.
- A QUE COSTO hoja de Excel diseñada por la organización Water For People, que está siendo socializada e implementada por El Movimiento Para Todos por Siempre (PTPS) y el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento en Honduras (ERSAPS), con el objetivo de hacer una evaluación del balance entre costos e ingresos de una Junta Administradora de Agua rural (Water For People, 2017). Para este análisis se recopila una serie de datos entre los cuales esta: información general del sistema, datos de población y demanda, ingresos y egresos de la junta de agua, costos de inversión para calcular los costos de reemplazo, entre otros.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Se emplea el término "fuentes de información" para referirse a una variedad de documentos que contienen información valiosa destinada a cubrir una solicitud de datos o conocimientos. (Hernandez Sampieri, 2014).

A continuación, se detallan las fuentes de información tomadas para la elaboración de este proyecto de investigación, las cuales han sido divididas en fuentes primarias y secundarias.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

De acuerdo con Hernández Sampieri (2014) las fuentes primarias contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son producto de una investigación o de una actividad eminentemente creativa.

Para este estudio, las fuentes de información primaria son los datos recopilados a través del diagnóstico inicial del sistema de agua cuyos datos fueron obtenidos por:

- Cálculos de aforo de caudal de agua
- Registro de activos del sistema de agua por bombeo

- Reportes de facturas energéticas y gastos de mantenimiento de la comunidad.
- Facturas del pago por el servicio de agua potable.
- Testimonio de la junta de agua y los miembros del patronato de la comunidad.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Incluyen datos originales que han sido resumidos y reestructurados. Se han diseñado específicamente para simplificar y optimizar la obtención de información directa o de sus contenidos. Forman parte de la colección de referencia de la biblioteca y agilizan la gestión y el acceso a las fuentes primarias. (Hernandez Sampieri, 2014)

Las fuentes secundarias son aquellas que han sido previamente examinadas por otros autores y se utilizan como punto de referencia en el desarrollo de investigaciones. Estos recursos ya han evaluado, interpretado o discutido la información proveniente de una fuente primaria. (Hernandez Sampieri, 2014). Las fuentes secundarias utilizadas para este trabajo de investigación son:

- Documentos acerca de energía solar fotovoltaica.
- Información técnica sobre sistemas de bombeo.
- Normativas acerca de sistemas de bombeo y sistemas solares.
- Consultas en buscadores electrónicos: CRAI/UNITEC y Google Académico
- Revistas científicas
- Resultados de búsqueda de la literatura de teoría de contexto.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

La sección de análisis y resultados de este trabajo se enfoca en exponer los resultados derivados de la aplicación de la metodología a las variables pertinentes, centrándose en la factibilidad técnica y económica. En esta fase, se valida y respalda los fundamentos teóricos, proporcionando respuestas a los objetivos propuestos, que incluyen la evaluación del estado actual del sistema, la identificación de los factores que inciden en su operación, entre otros aspectos clave. Asimismo, se aborda la verificación de la hipótesis planteada mediante el análisis de las mediciones realizadas y los datos resultantes de estas evaluaciones. Este capítulo cumple con la función de condensar y presentar de manera coherente los resultados, destacando su relevancia en el contexto de la investigación.

4.1 RECOLECCIÓN DE DATOS

4.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la instalación de paneles solares que suministre energía al sistema de bombeo de agua potable de la comunidad de El Banano, San Manuel Cortes, y de esta forma disminuir el consumo de energía eléctrica estatal, dar mejor nivel de servicio ya que aumentaría las horas de bombeo y también permitir a la comunidad tener una fuente alterna para cuando el sistema eléctrico comunitario se vea afectado por los apagones y el arrastre de tendido eléctrico que provocan las aguas del Río Ulua.

La construcción del sistema solar se hará en serie -paralelo donde se instalarán paneles monocristalinos de 460 Wp, sobre una estructura metálica elevada a 3 metros del nivel de terreno natural, el número de estos será determinado por la carga necesaria para hacer funcionar los dos equipos de bombeo y la demanda de agua para abastecer la comunidad.

El agua extraída por las dos bombas sumergibles instaladas en los pozos se impulsará hacia un tanque de almacenamiento de 10,000 galones.

La instalación de los paneles se hará en el terreno comunitario donde actualmente se ubica el tanque de almacenamiento y los pozos, en la comunidad de El Banano, donde hay espacio

disponible para la construcción de la obra civil, la topografía del terreno es plana y apta para la instalación.

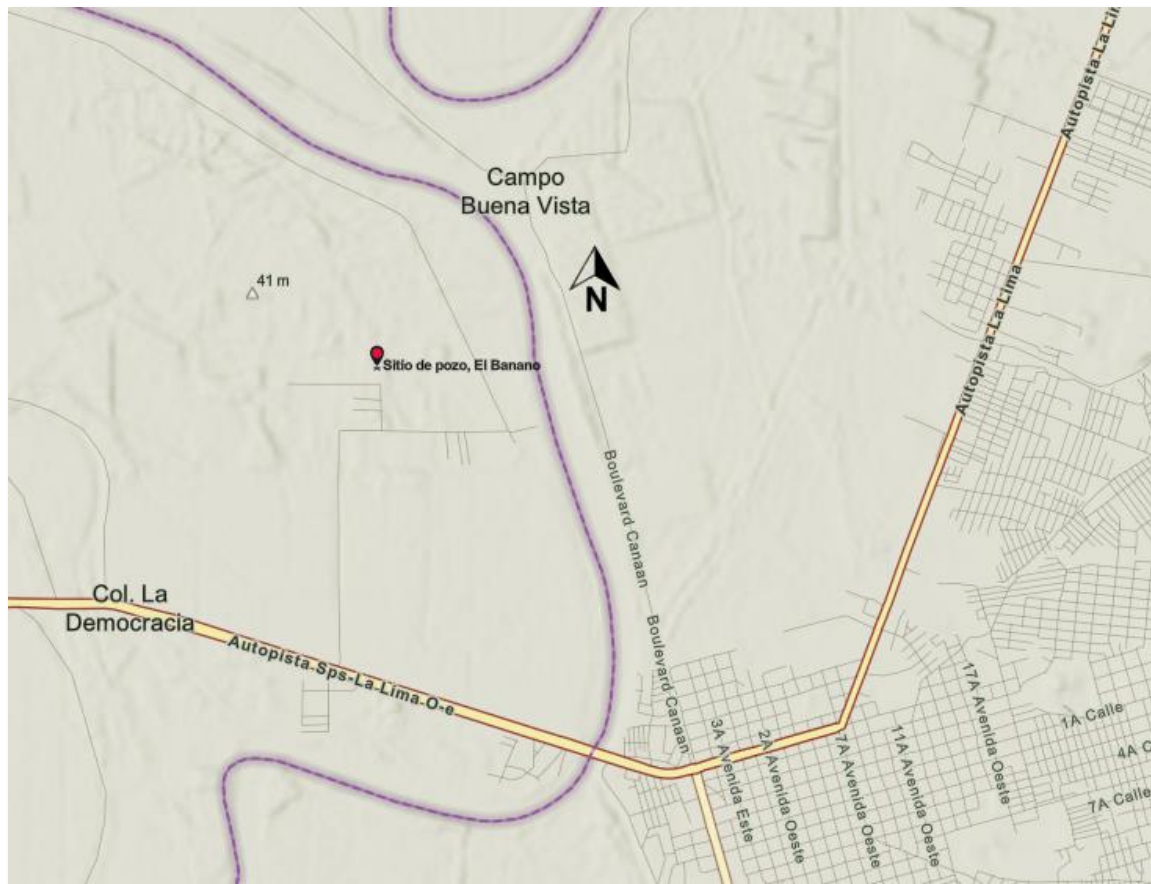


Figura 23. Ubicación de los pozos, comunidad de El Banano

Fuente: Elaboración Propia

Los pozos se ubican a cuatro metros de distancia entre sí, y están conectados a un mismo medidor de energía, por lo que se diseñaran conectados al mismo modulo fotovoltaico, la elevación de terreno natural en la zona es de 41 msnm, y el tanque se encuentra a 12 metros del nivel de terreno.

4.1.2 DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE BOMBEO

Para determinar los cálculos hidráulicos, así como el dimensionamiento de los paneles solares Se realizó dos visitas de campo para levantar información de los componentes del sistema cuyos datos están sintetizados en las siguientes tablas.

Tabla 5. Información general del sistema de bombeo #1

Información General Pozo #1	
Profundidad de Pozo #1	130 FT
Potencia de Bomba #1	3 HP
Tipo de energía	Trifásica
Diámetro de tubería de ademando de pozo	4"
Tubería de succión	2"
Diámetro de tubería de impulsión	2"
Coordenada geográfica	15.423856, -87.831665
Vida Útil	2022

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Información general del sistema de bombeo #2

Información General Pozo #2	
Profundidad de Pozo #2	150 FT
Profundidad de la Bomba #2	100FT
Potencia de Bomba #2	3 HP
Tipo de energía	Trifásica
Diámetro de tubería de ademando de pozo	6"
Tubería de succión	2"
Diámetro de tubería de impulsión	2"
Coordenada geográfica	15.423897, -87.831562
Vida Útil	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3 CARACTERISTICAS DE LA POBLACIÓN

Para poder determinar la demanda de agua, se realizó una entrevista con los miembros de la junta administradora de agua, la información brindada por ellos nos ayudará a caracterizar la comunidad y determinar el consumo de agua que esta tiene, de los datos brindados por los lideres comunitarios se resumieron en la siguiente tabla.

Tabla 7. Generalidades de la comunidad

Generalidades de la comunidad	
Consumo tipo de la comunidad	Domestico
Número de conexiones de agua potable	234
Tipo de comunidad	Rural
Numero promedio de personas por familia /conexión	4.5
Población total	1050 personas

Fuente: Elaboración Propia, con datos de la junta de agua de El Banano

4.1.4 CALCULO DE DEMANDA DIARIA

Conocer la demanda de consumo diario de agua de los usuarios del sistema, es la base fundamental para el diseño de un sistema de agua ya sea por gravedad o por bombeo , para determinarla se realiza un cálculo aritmético cuyo resultado esta expresado en volumen por unidad de tiempo, las variables que debemos conocer basado en las normas de diseño de Honduras son la población actual y futura , la dotación de agua que esta puede ser de 75-100 litros por persona por día que viene siendo de 20 a 25 galones por persona por día , datos obtenidos de la norma técnica para sistema de agua rural de Honduras la cual también menciona que se puede utilizar hasta 50 litros por persona por día (13.2 GPPD) para proyectos de bombeo bajo casos especiales como los que funcionan con energía solar.

Para este análisis realizamos dos escenarios de cálculo de demanda, la demanda de consumo máximo horario y la demanda de consumo futuro que será proyectada a la vida útil del sistema, tomando cuanta el porcentaje de crecimiento poblacional. (Water Mission; UNICEF, 2023)

Tabla 8. Demanda de consume actual del sistema de agua

Demanda de consumo actual	
Población actual	1050 personas
Dotación en (Gal./Persona/Dia)	25 GPPD
Horas de bombeo	8
Consumo Medio Diario Cmd=Dotación*Pfutura/1440	18.23 GPM
Consumo Máximo Diario, CMD= 1.5*Cmd	27.34 GPM
Consumo Máximo Horaria, CMH=2.25*Cmd	41.02 GPM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9. Demanda de consume futuro del sistema de agua

Demanda de consumo futuro	
Población actual (Pactual)	1050 personas
Número de años de diseño (N)	20
Tasa de crecimiento K	1.5%
Población Futura (Pfutura =Pactual *(1+N*K/100))	1365 personas
Dotación en (Gal./Persona/Dia)	25 GPPD (obtenido de SANAA)
Horas de bombeo	8
Consumo Medio Diario Cmd=Dotación*Pfutura/1440	23.70 GPM
Consumo Máximo Diario, CMD= 1.5*Cmd	35.55 GPM
Consumo Máximo Horaria, CMH=2.25*Cmd	53.32 GPM

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 FUENTE DE AGUA

4.1.5.1 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Como parte de la validación de los datos se realizaron pruebas de calidad de agua a los pozos, para este muestreo se hizo uso de pruebas caseras de calidad de agua más conocidas como CBT que son pruebas de conteo bacteriológico que detecta y cuantifica simultáneamente E. Coli

(EC) y Coliformes totales (TC) en una muestra de 100 ml., los resultados de ambas pruebas se muestran a continuación y en el anexo 10:

Para ambas muestras, según la categoría de riesgos de la salud de la OMS basados en los niveles de confianza indicó un bajo riesgo y se concluye que son seguras para el consumo humano



Figura 24. Prueba CBT Pozo #1

Fuente: Elaboración Propia



Figura 25. Prueba CBT Pozo #2

Fuente: Elaboración Propia

Para completar el análisis de calidad de agua y caracterizar el recurso hídrico también es requerido realizar pruebas de determinación química como Alcalinidad, Sodio, Potasio, Calcio, Magnesio, Cloruro, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Dureza, Sulfatos, y determinación física como pH, Conductividad Eléctrica y Solidos Disueltos basado en la NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE (1995).

4.1.5.2 RENDIMIENTO DE LA FUENTE

Al ser un sistema de agua ya existente, que está equipado con dos equipos de bombeo de 3Hp cada uno, solo se analizara la tasa de bombeo diaria que resulta de dividir cantidad de agua bombeada entre el tiempo total de operación de la bomba.

4.1.6 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

La comunidad ya cuenta con un equipo de bombeo, el cual será utilizado para operar el sistema ya que este se encuentra en buenas condiciones y tiene mucho tiempo de vida útil, los cálculos realizados serán para validar que la potencia de cada bomba cumpla con los requerimientos para cubrir la demanda de agua.

Para la revisión de estos cálculos se hizo uso de la guía de diseño de sistemas de Bombeo de OPS, la guía de Diseño de sistemas de Bombeo con Paneles Solares de UNICEF & Water Mission, Excel, y fichas técnicas de equipos sumergibles de la empresa Franklin Electric descrito en los anexos 1 y 2 respectivamente.

4.1.7 DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para realizar el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se llevaron a cabo una serie de pasos donde se vio involucrada la memoria técnica del sistema actual, un levantamiento de la zona y la utilización de software Global Solar Atlas y Google Earth para la geolocalización que facilitan la comprensión del comportamiento solar, para así determinar en el sistema en cuestión, la cantidad

de paneles requeridos, la tecnología del panel e inversor a utilizar, así como los lineamientos necesarios para conocer la capacidad de generación.

4.1.7.1 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD FOTOVOLTAICA

Para el desarrollo de este cálculo se realizó un levantamiento del equipo de consumo actual (bombas) y haciendo relación con las horas de funcionamiento de éstas, se generó la siguiente tabla:

Tabla 10. Perfil de carga del sistema

PERFIL DE CARGA DEL SISTEMA DE BOMBEO	
CAPACIDAD DE BOMBA (HP)	3
CONSUMO EN WATTS	2238
HORAS DE OPERACIÓN	8
CANTIDAD DE BOMBAS	2
CARGA DE CONSUMO TOTAL (WP)	4476

Fuente: Elaboración Propia

El sistema se va a diseñar en base a cubrir y sobrepasar la potencia pico (Wp) de demanda presente en el sistema, con esto estaríamos definiendo un sistema fotovoltaico que proyecte un costo energético mensual de Lps.0.00

4.1.7.2. CÁLCULO DE IRRADIACIÓN SOLAR

Para el cálculo de la irradiación solar de la zona de El Banano, San Manuel, Cortés, se recurrió a la utilización de un software especializado para zonas geográficas llamado GLOBAL SOLAR ATLAS y Google Earth como herramientas para geolocalización de la zona, el cual nos brindó la irradiación normal directa, la potencia específica de salida fotovoltaica y el ángulo de inclinación recomendado para los paneles solares.

4.1.7.3. CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES SOLARES A UTILIZAR

Previo a realizar este cálculo, se determinó el tipo y capacidad del panel solar a utilizar, dentro de la visualización de este elemento, la cantidad de paneles se determina de acuerdo con la demanda pico instalada (Wp), y a los modelos existentes en el mercado local.

4.1.7.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Los elementos que forman el sistema, solar se dimensiona basado en los resultados obtenidos del perfil de carga, las especificaciones de los fabricantes y la disponibilidad en el mercado, todo sistema fotovoltaico se compone de panes solares, inversor, cableados, control automático de encendido etc. Se consultaron varias empresas proveedoras del servicio de paneles fotovoltaicos enlistadas en el anexo 6, las cuáles nos facilitaron los catálogos de sus equipos y las fichas técnicas para seleccionar la tecnología adecuada y más eficiente que cubra con las necesidades de demanda, los cuáles se encuentran en los anexos 3 y 4.

4.1.7.6 ESPACIO REQUERIDO PARA INSTALACIÓN DE LOS PANELES SOLARES

El área donde se instalarán los paneles se determina por el número de módulos fotovoltaico, esto también depende del área disponible que tenga la junta de agua, se realizó una visita en campo para medir el terreno, encontrando que hay disponible 40 m² de área.

4.1.7.7 ESTRUCTURA DE SOPORTE PARA PANELES SOLARES

La estructura de soporte es una obra civil que se calculara de acuerdo con la carga muerta que representa el peso neto de los paneles, esta estructura debe ser reforzada instalando ángulos para mayor rigidez, además debe estar anclada al suelo con zapatas aisladas para disminución del moviendo provocado por el viento.

4.1.7.8 MANO DE OBRA

Se investigaron algunas empresas que se dedican a la instalación de paneles solares, las cuales en sus servicios también proveen material y construcción de obra civil, por lo que un solo consultor puede realizar toda la obra.

4.1.7.9 IMPACTO AMBIENTAL

Con el uso de la energía renovable para la operación del sistema de bombeo se pretende disminuir las emisiones de dióxido de carbono y actuar positivamente y hacer conciencia al sector agua y saneamiento y desarrollo comunitario de la protección de los recursos y la disminución del cambio climático.

4.1.7.10 ORGANIZACIÓN

La comunidad de El Banano cuenta con una junta administradora, quien lidera todos los procesos comunitarios relacionados al sistema de abastecimiento de agua potable, conformada por siete miembros electos por la comunidad, un fontanero contratado para opera y da mantenimiento al sistema, 234 abonados que pagan la tarifa de agua al día y organizaciones sin fines de lucro quienes apoya los proyectos en la comunidad.

4.2 RESULTADOS Y ANALISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

4.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BOMBEO

4.2.1.1 SISTEMA DE BOMBEO

La comunidad actualmente cuenta dos equipos de bombeo sumergible los cuales tiene una potencia de 3HP cada uno, sin embargo, es necesario realizar los cálculos de diseño para determinar la prefactibilidad técnica y que este equipo actual cubra la demanda. Utilizando la guía de Diseño de equipos de Bombeo proporcionada por la Organización Panamericana de la Salud (OPS) se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 11. Dimensionamiento del sistema de bombeo

Dimensionamiento del Sistema de Bombeo			
Descripción	Datos del sistema actual	Datos calculados	Comentarios
Consumo Máximo Diario, CMD: GPM	27.34	27.34	El consumo máximo diario será igual al actual
Horas de operación del equipo	6	8	Para revisión de diseño se colocó el número total de horas que el sistema solar estará en funcionamiento
Caudal de Bombeo Qb en GPM	50 GPM c/u	82.02	El caudal de bombeo de diseño es menor al caudal de bombeo actual
Caudal de Bombeo Qb en L/s	3.15 l/s c/u	5.175 l/s	
Caudal de Bombeo expresado en m³/s	0.00305 c/u	0.005175	
Carga dinámica total	50 metros	50 metros	
Eficiencia de la bomba	70%	70%	
Potencia de la bomba Pb en HP	<u>Bomba #1 / Bomba #2</u> 3 HP / 3 HP	4.86 HP	La bomba comercial más cercana según diseño es 5HP, uniendo las dos bombas existentes hacen 6 HP
Tipo de bomba	Sumergible	Sumergible	
Diámetro de la tubería de impulsión en pulgadas	2" diámetro	2.8 pulgadas, diámetro comercial 3"	

Fuente: Elaboración Propia

La tabla presentada muestra un análisis comparativo del sistema actual versus el diseño del sistema ideal de acuerdo con la demanda de consumo de agua de las 1,050 habitantes de El Banano, definido por el caudal máximo diario QMD de 27.34 galones por minuto, durante las 8 horas de bombeo que permitirá el sistema fotovoltaico. Como se puede observar el sistema actual produce un caudal mayor al caudal de diseño Qb, esto gracias a que hay dos equipos de bombeo que se encienden simultáneamente, y entre ellos hacen una potencia de 6 hp, mayor a la de 5HP requerida, sin embargo. En relación con el diámetro de la tubería de succión el diámetro de diseño es de 3" considerando una bomba de 5HP, para las bombas de 3 HP el uso de diámetro de 2" es correcto.

Con el análisis presentado se valida técnicamente que se puede utilizar los equipos y tuberías existentes para hacer operar el sistema de bombeo con paneles fotovoltaico durante las 8 horas propuestas, cubriendo la demanda de consumo actual. Sin embargo, si llegase a dañarse uno de los equipos se pone en riesgo el abastecimiento de la demanda, por lo que en las recomendaciones se hará un análisis más completo de la situación.

4.2.2 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El sistema fotovoltaico se diseñará para hacer operar los equipos de bombeo actual con los que cuenta la comunidad, en el apartado anterior se validó que los dos equipos de bombeo de 3 HP cada uno cumplen con los requerimientos de abastecimiento de la comunidad, en los siguientes incisos se mostrara los cálculos y análisis del sistema solar propuesto.

4.2.2.1 LOCALIZACIÓN

Según la geolocalización, el sitio donde se colocarán los paneles solares tiene las siguientes coordenadas:

- Latitud: 15.424005
- Longitud: -87.831643
- Elevación:41 msnm

- Área: 150 m²



Figura 26. Ubicación de sistema de agua

Fuente: Elaboración Propia con datos de Google Earth

4.2.2.2 CLIMA

El clima en el Municipio de San Manuel se clasifica como tropical cálido y lluvioso. A raíz del cambio climático, las precipitaciones se han vuelto más frecuentes a lo largo de todo el año, sin una estación seca claramente definida. La temporada más lluviosa comienza en junio, aumenta gradualmente hasta septiembre y alcanza su punto máximo entre octubre y noviembre, con un promedio de 400 mm. Los meses con menos lluvia son abril y mayo, con un promedio de 80 mm. (COPECO, 2017) . Durante el año 2023 la temperatura máxima promedio ha sido de 32 grados centígrados y el promedio de días de lluvia es de 6 por mes.

4.2.2.3 IRRADIACIÓN

Los datos de irradiación para el sitio de obra se obtuvieron del software en línea GLOBAL SOLAR ATLAS obteniendo la siguiente información presentada en la figura 27:

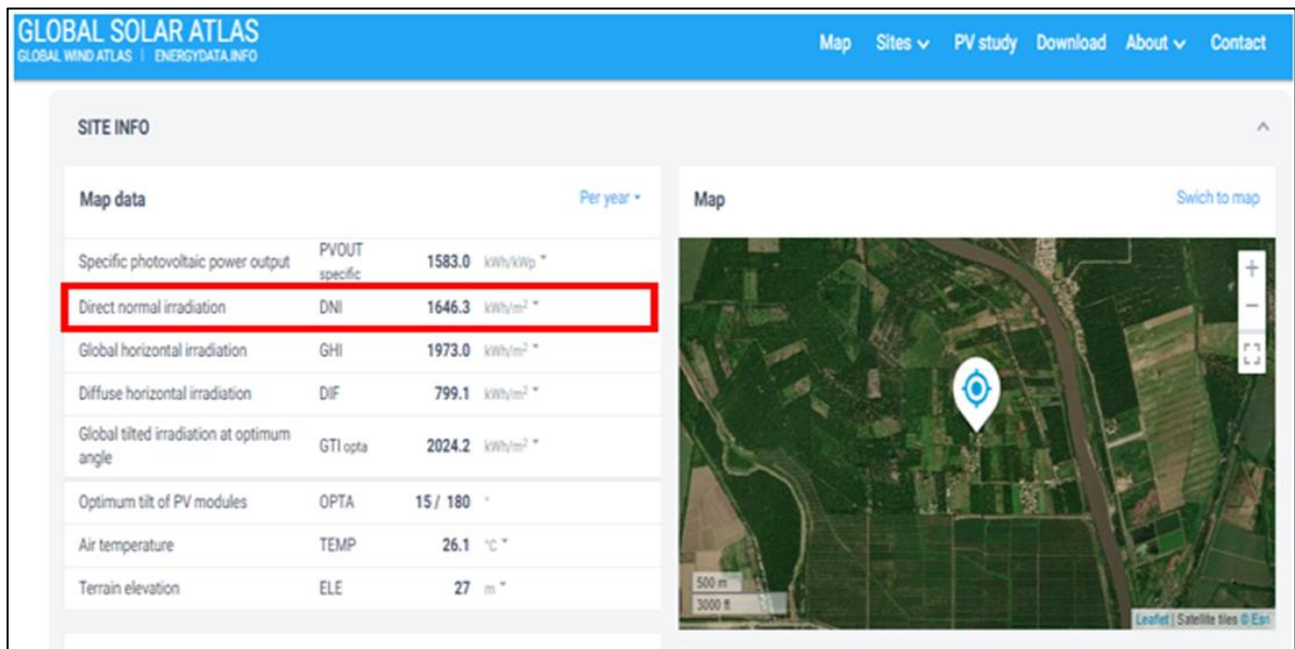


Figura 27. Datos de irradiación Solar

Fuente: Global Solar Atlas (2023)

La figura que se muestra a continuación muestra la irradiación mensual promedio en la ubicación seleccionada para la instalación de los paneles, mostrando que la eficiencia que entregarán los paneles será la necesaria para cubrir la demanda ya que el promedio anual está sobrepasa los 100 kWh/m².

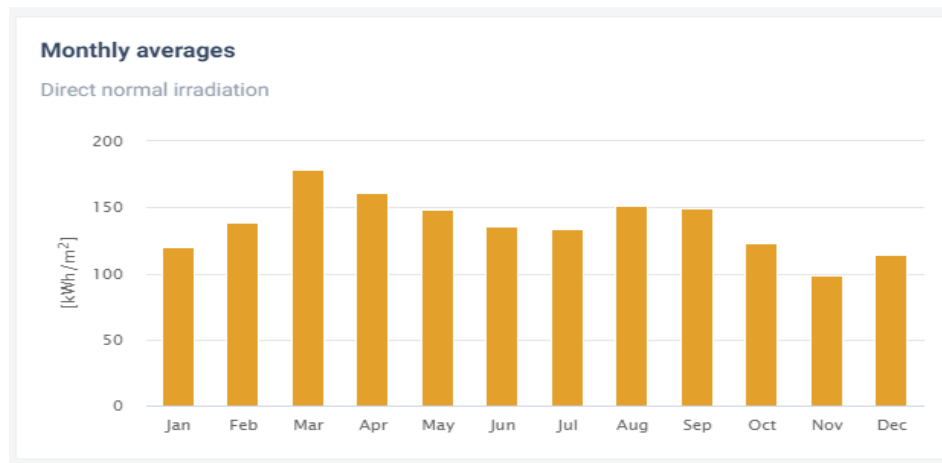


Figura 28. Irradiación promedio mensual.

Fuente: Global Solar Atlas (2023)

La siguiente tabla muestra la irradiación por hora, esta información es importante para conocer las horas pico que permitirá determinar las horas de bombeo.

Tabla 12. Irradiación promedio por horas pico

Average hourly profiles												
Direct normal irradiation [Wh/m ²]												
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6					18	28	10					
6 - 7	37	51	147	183	186	188	168	182	192	176	114	78
7 - 8	264	336	389	347	313	313	313	351	354	312	263	287
8 - 9	360	453	504	465	420	418	419	478	481	400	338	366
9 - 10	411	530	579	558	513	497	497	568	583	465	384	419
10 - 11	443	564	629	619	564	537	532	612	628	494	398	439
11 - 12	450	564	636	628	568	529	516	599	622	484	389	432
12 - 13	428	544	632	620	563	535	490	551	577	426	341	387
13 - 14	392	506	606	587	518	465	427	492	516	389	325	368
14 - 15	392	491	567	525	449	392	367	411	417	346	308	354
15 - 16	349	447	510	426	350	306	285	308	310	279	263	319
16 - 17	273	351	393	289	232	203	188	215	216	188	171	223
17 - 18	60	123	160	113	98	105	95	101	65	21	7	13
18 - 19							4					
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	3858	4959	5752	5362	4792	4517	4312	4870	4962	3980	3301	3685

Fuente: Global Solar Atlas (2023)

Los resultados muestran que para comunidad del Banano las horas pico con mayor irradiación están entre las 7:00 am a 4:00 pm, con este análisis hemos determinado que las horas óptimas para el diseño del sistema fotovoltaico y para que este opere será de 8 horas diarias.

4.2.2.4 CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES A UTILIZAR

En el mercado local encontramos paneles de diferentes potencias para este diseño hemos seleccionado uno de 460 Wp, para optimizar el espacio y cubrir la demanda. Para calcular el número de paneles se ha uso de la siguiente fórmula 1:

$$Cantidad\ de\ paneles(Cp) = Demanda\ pico(Wp) \div Capacidad\ del\ panel(W) \quad (1)$$

Sustituyendo los valores en la fórmula, obtenemos lo siguiente:

$$Cp = \frac{Demanda\ pico(Wp)}{Capacidad\ del\ panel(W)} = \frac{4476}{460} = 9.73\ paneles$$

Demanda pico (Wp)	4476
Capacidad del panel solar (Wp)	460
Cantidad de paneles	10

Como no podemos utilizar porciones de panel para completar lo requerido, redondeamos a 10 unidades de paneles solares.

4.2.2.5 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y CAPACIDAD DEL PANEL SOLAR

Para la elección del panel solar se debe tomar en cuenta no solamente la capacidad, sino la eficiencia de este. En este caso se consideró un panel de 460Wp, de la marca italiana PEIMAR fabricado en material de silicio monocristalino, que son los de mayor eficiencia en el mercado mundial. Se debe tomar en cuenta la eficiencia del módulo, que determina qué tanta radiación solar es captada para ser convertida en energía utilizable y este módulo en cuestión tiene una eficiencia de 21.32%, respectivamente. En el anexo 3 se encuentra la ficha técnica del panel a utilizar.



Figura 29. Panel Solar PEIMAR 460 Wp

Fuente: PEIMAR (2023)

4.2.2.6 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y CAPACIDAD DEL INVERSOR

El elemento de conversión DC/AC para esta implementación es un inversor con capacidad de 5 KW, ya que la demanda pico del sistema es de 4.476Kwp. El modelo sería PSI-J5000-TP de la marca PEIMAR que son de alta eficiencia, con reguladores internos de voltaje y con opción para monitorización vía Wi-Fi de la red fotovoltaica, anclado a la plataforma de monitoreo web.



Figura 30. Inversor PEIMAR PSI-J5000-TP

Fuente: PEIMAR (2023)

4.2.2.7 ÁREA REQUERIDA PARA LA OBRA CIVIL

Según las dimensiones de los paneles utilizados, los cuáles cuentan con dimensiones de 1.903m alto x 1.134m de ancho, y tomando en cuenta la instalación recomendada de 10 paneles solares, tenemos un área total 21.58m² requerida para la instalación. Estos paneles serán montados sobre una estructura metálica reforzada dispuesta a 3m de altura, para soportar el peso de los 10 módulos, que juntos tendrían un peso neto de 240 kg, con una inclinación de 15° acorde a la recomendación del software GLOBAL SOLAR ATLAS.



Figura 11. Estructura metálica reforzada

Fuente: CELDARES (2023)

4.2.2.8 SELECCIÓN DEL CONTROL AUTOMÁTICO DE ENCENDIDO

Para llevar a cabo el control automático de encendido y paro de la bomba, utilizamos un dispositivo marca SIEMENS, el relé programable LOGO V8, 230RCE, con 8 entradas digitales y 4 salidas digitales, 400 bloques de función, número de parte: 6ED1052-1FB08-0BA1, que nos apoyará mediante una programación lógica, a realizar el protocolo de encendido y apagado de la bomba, así como el protocolo de llenado del tanque de acuerdo con la demanda.



Figura 32. LOGO V8, 230RCE, PN: 6ED1052-1FB08-0BA1

Fuente: [www. Siemens.com](http://www.Siemens.com)

4.2.3 ANÁLISIS TÉCNICO

En la evaluación de la prefactibilidad técnica, se verificó que el diseño desarrollado a lo largo de nuestra investigación resultó ser óptimo para analizar la viabilidad de implementar un sistema de bombeo con paneles solares para el suministro de agua potable en la comunidad de El Banano, tanto los dos equipos de bombeo existente en conjunto cumple con requerimientos de demanda de agua, demostrado por los cálculos hidráulicos realizados que validan su utilización. Para determinar la viabilidad del sistema fotovoltaico se analizó la ubicación propuesta y que esta cumpliera con ciertos criterios tales como la irradiación mensual y promedio por hora, la cual dio positiva para operar el sistema durante 8 horas diarias y así cubrir la demanda. De esta forma la implementación de los paneles solares para operar las dos bombas es viable desde el punto de vista técnico, recalando que los materiales utilizados se pueden encontrar en el mercado y que hay mano de obra calificada para su construcción. Cabe mencionar que en la comunidad existe una junta administradora de agua organizada y empoderada que gestiona todo lo relacionado al sistema y cubrirá un porcentaje de los costos de inversión del proyecto, los 232 abonados cada mes pagan el costo de tarifa, y hay personal contratado para dar operación y mantenimiento de este.

4.2.4 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.2.4.1 COSTO DE INVERSIÓN INICIAL

Para determinar los costos de inversión inicial se tomó en cuenta los componentes de sistema a comprar, el equipo y mano de obra necesarios para la instalación, la construcción de la obra civil para la instalación de los paneles y el cableado, además se consideraron algunas obras adicionales para dejar el sistema en óptimas condiciones como la limpieza y desinfección de los pozos, y el mantenimiento del tanque de almacenamiento y las visitas de mantenimiento que hará la empresa encargada de la instalación. En la tabla 13 se muestra el presupuesto de la inversión inicial.

Tabla 13. Presupuesto del sistema Fotovoltaico

PRESUPUESTO DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE CON PANELES FOTOVOLTAICO , EL BANANO, SAN MANUEL , CORTES.					
Descripción	Unidad	Cantida	Costo unitario	Costo total	Costo(Lps)
Análisis de Factibilidad	unidad	1	0	0	L -
Inversión SFV(\$/Wp) Incluye: Paneles solares, Inversor, Cableado, Panel de distribución Soportes de panel	WP	4600	\$ 0.85	\$ 3,910.00	L 96,498.80
Estructura soporte de paneles: Estructura metálica con marcos principales de tubo estructural, de 2"X4" y soportes verticales con tubo estructural 4"x4" apoyados en base de concreto, con marcos para los paneles con ángulo de 1-1/4"X1-1/4" reforzados, aplicación de pintura anticorrosiva. Mano de obra por montaje de paneles	Global	1	L 422,578.00		L 422,578.00
Cuarto de control		1	L 48,700.00		L 38,700.00
Sistema de clorificación			L 20,000.00		L 20,000.00
Mantenimiento de tanque de elevación y línea de impulsión					L 48,000.00
Limpieza y desinfección del pozo					L 40,000.00
Mantenimiento SFV(4 visitas al año)		4	\$ 30.80	\$ 123.20	L 3,040.58
Mano de obra no calificada	Jornal	40	400		L 16,000.00
Fortalecimiento de Capacidades	Capacitacion	6	4000		L 24,000.00
Cierre de proyecto	Global	1	10000		L 10,000.00
COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN					L 718,817.38

Fuente. Elaboración Propia

4.2.4.1.1. FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto se propone un modelo de ejecución con contrapartidas similar al intervenido con el programa PREMIAS (Proyecto de Reconstrucción y Mejoras Integrales en Agua y Saneamiento) ejecutado por la organización Agua para el Pueblo que se intervino en Honduras después del paso del huracán MITCH, (IRC, 2017) donde la comunidad

cubre el 20% del costo del proyecto incluyendo la mano de obra no calificada, y un organismo estatal o no gubernamental cubra el otro 80%.

4.2.4.2 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA ANUAL

Se realizó un análisis de producción de energía anual que tendrá el sistema, evaluando el consumo de los equipos y el excedente, esta tabla nos ayudara a evaluar el análisis financiero ya que nos permitirá comparar con el consumo que se tendría utilizando la energía eléctrica suministrada por la Empresa Nacional ENEE.

Tabla 14. Propuesta de sistema Fotovoltaico

PROPUESTA	Cap. Paneles (Wp)	460
	Cantidad de paneles	10
	Hrs. Operación	8
	Generación Diaria kWh/día	36.8
	Mensual kWh/mes	1104
	Anual kWh/año	13248
	Tarifa eléctrica Lps/kWh	5.6562
	Ahorro energético en L	Lps. 74,933.34

Fuente: elaboración propia

En la tabla mostrada se presenta un apartado donde se calcula el ahorro energético de acuerdo con el consumo anual, mostrándose que se podrá ahorrar un total de **74,933.34 Lempiras** al año en energía.

Tabla 15. Detalle de excedentes

Demanda pico actual	12890.88	kWh/año
Generación solar proyectada	13248	kWh/año
Excedentes	357.12	kWh/año

Fuente: Elaboración propia

Los excedentes generados por el sistema detallado en la propuesta son de 357.12 kWh/año lo que representa L.2,019.94 anuales tomando la tarifa eléctrica de Lps. 5.6562/kWh, que la tarifa vigente en Honduras para el año 2023 (Comisión Reguladora de Energía Eléctrica, 2023).

Tabla 16. Reducción de emisiones de CO2

Demanda pico actual	12890.88	kWh/año
Emisión de CO2	3519210.24	gCO2/kWh
Emisión de CO2	3519.21	kgCO2/kWh

Fuente: Elaboración propia

La tabla 16 muestra la cantidad de kg de CO2 que se dejarían de percibir a la atmósfera, utilizando una equivalencia de 273gCO2 por cada kilowatt/hora producida por las centrales eléctricas a base de carbono. (Generalitat de Catalunya, 2023)

4.2.4.3 FACTIBILIDAD FINANCIERA

Para el análisis de costo y beneficio se cuantificó y valoró los costos y beneficios asociados al proyecto a ejecutar, al comparar la situación con energía estatal con la situación con energía fotovoltaica en un periodo de evaluación de 3 años. Los costos identificados abarcan aquellos en los que la comunidad incurre para llevar a cabo el proyecto y los que surgen durante su ciclo de vida. Estos costos se dividen en categorías que incluyen costos de inversión, operación y mantenimiento.

Tomando en cuenta que del costo total del sistema la comunidad invertirá (L.143,763.48) equivalente al 20% del costo total del proyecto que se realizara en aportes de mano de obra no calificada y material local considerando que este es un monto accesible para que pueda cubrir una comunidad vulnerable como lo es El Banano y los L.575,053.90 equivalente al 80% restante será financiado por una organización sin fines de lucro. La tabla 17 muestra la distribución de aportes.

Tabla 17. Distribución de aportes de inversión

		Aporte Comunitario 20%	Aporte contraparte ONG
COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN	L 718,817.38	L 143,763.48	L 575,053.90
COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN EN \$	\$ 29,125.50	\$ 5,825.10	\$ 23,300.40

Fuente: elaboración propia

4.2.4.3.1. ANÁLISIS DE GASTOS DE OPERACIÓN.

Los costos operativos del sistema se definieron de acuerdo con las actividades que se realizaran para mantener el sistema de manera óptima operando y a su vez que sea sostenible. Para el cálculo se consideró una tasa de inflación de 5.84% según la , proyectado a 20 años de vida útil del sistema los resultados mostrados en la tabla 18. muestran los datos de los primeros tres años, en el anexo 7 encontrarán el resto de los años evaluados.

Tabla 18. Gastos de operación del sistema

	2024 0	2025 1	2026 2
Gastos de operación			
Sueldos, pagos mensuales y ocasionales para personal (Fontanero, administrador, etc)	HNL 51,000	HNL 53,978	HNL 57,131
Material de Oficina	HNL 2,000	HNL 2,117	HNL 2,240
Transporte	HNL 2,000	HNL 2,117	HNL 2,240
Viaticos para Miembros de la Junta de Agua	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Sede: alquilar, paga de luz, mantenimiento	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Energía eléctrica o gasolina de la bomba	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Lubricantes, cloro, otros químicos u otros insumos	HNL 16,000	HNL 16,934	HNL 17,923
Tubería, accesorios y otros materiales	HNL 7,000	HNL 7,409	HNL 7,841
Otros (Cuota Aportacion a la Asociacion de Juntas):	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Análisis de calidad de agua	HNL 4,000	HNL 4,234	HNL 4,481
Mantenimiento sistema Solar	HNL 5,000	HNL 5,292	HNL 5,601
Sub-Total gastos de operación	HNL 87,000	HNL 92,081	HNL 97,458

Fuente: elaboración propia

4.2.4.3.2. ANÁLISIS DE INGRESOS.

Los ingresos o beneficios están definidos por el pago de tarifa mensual que aportara cada uno de los 234 abonados, se realizó un cálculo de tarifa sostenible utilizando la herramienta A QUE COSTO con el objetivo de hacer una evaluación del balance entre costos e ingresos que tiene la junta de agua.

Se ingreso los datos de entrada como información general del sistema, datos de población y demanda, ingresos y egresos de la junta de agua, costos de inversión para calcular los costos de reemplazo proyectado a los 20 años de vida Útil, entre otros. Los resultados nos dan una tarifa sostenible mensual de 72.08 lempiras que será la misma durante los 20 años de operación y que permitirá que al año 2044 se pueda reemplazar el 100% del sistema solar. Las tablas de los cálculos se encuentran en el anexo 8.

La tabla 19 muestra los ingresos por pago de tarifa que tendrá la junta de agua, considerando la tarifa sostenible de 72.08 lempiras proyectados a 20 años que pagaran los 234 abonados y los futuros, la referencia muestra los tres primeros años.

Tabla 19. Ingresos del sistema

Año	2024	2025	2026
Fuentes de ingresos			
Tarifas	HNL 202,391	HNL 205,850	HNL 208,445
Conexiones nuevas	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Multas	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Cuotas de emergencia	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Contraparte de usuarios hacia el remplazo	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Interés del saldo bancario	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Interés de los prestamos a los socios de la Junta de aq	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Total de ingresos anuales	HNL 202,391	HNL 205,850	HNL 208,445

Fuente: Elaboración propia

En la figura 33. Se muestra la gráfica de proyección a 20 años de ingresos y egresos. En el anexo 9 encontrara el resto de los datos calculados.

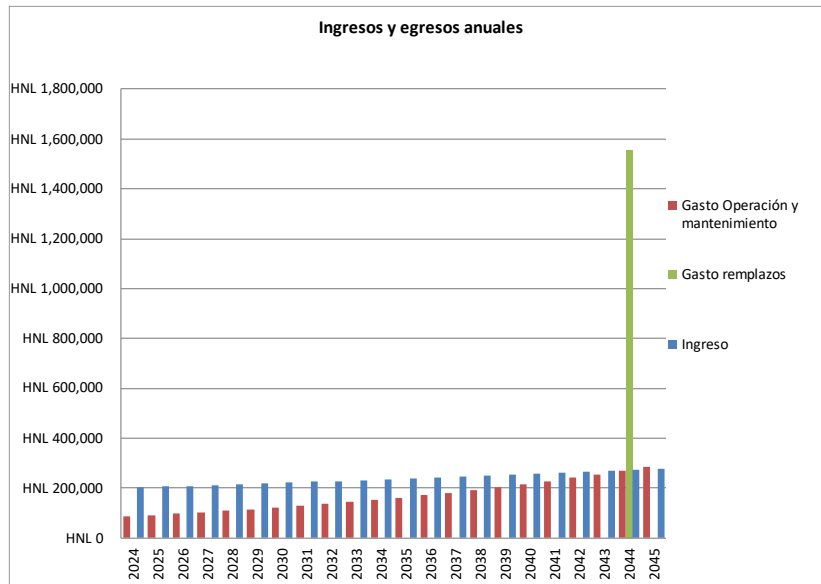


Figura 33. Gráfico de ingresos y egresos anuales.

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.3.3. AHORRO ENERGÉTICO

La tabla 20 muestra el ahorro energético que tendrá la comunidad al utilizar la fuente de energía renovable de paneles fotovoltaicos. En el primer escenario el cálculo muestra la cantidad anual de kWh percibidos por generación con paneles solares multiplicado por la tarifa energética del costo por kWh según la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (2023) para darnos la referencia económica del ahorro a percibir. En el segundo escenario nos muestra la cantidad de kWh de consumo anual del sistema actual multiplicado por la tarifa energética de costo por kWh vigente en Honduras, este resultado nos proporciona la referencia económica del costo energético anual del sistema actual dando como resultado una comparación entre el sistema actual y lo que se percibe de ahorro con la implementación del sistema de bombeo fotovoltaico.

Tabla 20. Análisis de ahorro energético

	2024		2025		2026		2027		2028	
Generación(kWh) con paneles solares	13248		13248		13248		13248		13248	
Costo del kWh	L	5.66	L	5.66	L	5.66	L	5.66	L	5.66
Costo por generación	L	74,933.34	L	74,933.34	L	74,933.34	L	74,933.34	L	74,933.34
Generación(kWh) con energía estatal	12891		12891		12891		12891		12891	
Costo del kWh	L	5.66	L	5.66	L	5.66	L	5.66	L	5.66
Costo por generación	L	72,913.40	L	72,913.40	L	72,913.40	L	72,913.40	L	72,913.40

Fuente: elaboración propia

4.2.4.3.4. ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO.

Para realizar el análisis de costo beneficio hemos realizado dos escenarios uno considerando como inversión inicial el 20% que corresponde a la contrapartida comunitaria y el otro escenario considerando el 100% del costo total del proyecto que incluye la contraparte comunitaria y la contraparte del donante externo, el cálculo del valor presente neto (VPN) de los gastos e ingresos que generará el sistema de agua proyectados a 20 años, considerando que en ese año (2044) se realizará el remplazo del sistema solar y sus componentes. Con el cálculo de tarifa sostenible cuyo valor mensual calculado en la herramienta AQUECOSTO es de L.72.08 que pagará cada uno de los 234 abonados, la junta de agua podrá cubrir el 100% del costo total de remplazo del sistema solar al cumplimiento de vida útil.

Tabla 21. Flujos de efectivo del sistema de agua fotovoltaico escenario#1 y escenario #2

ESCENARIO #1			ESCENARIO #2		
Año	Ingresos	Egresos	Año	Ingresos	Egresos
2023		L 143,763.48	2023		L 718,817.38
2024	L 202,390.51	L 87,000.00	2024	L 202,390.51	L 87,000.00
2025	L 205,850.17	L 92,080.80	2025	L 205,850.17	L 92,080.80
2026	L 208,444.92	L 97,458.32	2026	L 208,444.92	L 97,458.32
2027	L 211,904.59	L 103,149.88	2027	L 211,904.59	L 103,149.88
2028	L 215,364.26	L 109,173.84	2028	L 215,364.26	L 109,173.84
2029	L 218,823.92	L 115,549.59	2029	L 218,823.92	L 115,549.59
2030	L 221,418.67	L 122,297.69	2030	L 221,418.67	L 122,297.69
2031	L 224,878.34	L 129,439.87	2031	L 224,878.34	L 129,439.87
2032	L 228,338.01	L 136,999.16	2032	L 228,338.01	L 136,999.16
2033	L 231,797.67	L 144,999.91	2033	L 231,797.67	L 144,999.91
2034	L 236,122.26	L 153,467.90	2034	L 236,122.26	L 153,467.90
2035	L 239,581.92	L 162,430.43	2035	L 239,581.92	L 162,430.43
2036	L 243,041.59	L 171,916.37	2036	L 243,041.59	L 171,916.37
2037	L 246,501.26	L 181,956.28	2037	L 246,501.26	L 181,956.28
2038	L 250,825.84	L 192,582.53	2038	L 250,825.84	L 192,582.53
2039	L 254,285.51	L 203,829.35	2039	L 254,285.51	L 203,829.35
2040	L 258,610.09	L 215,732.98	2040	L 258,610.09	L 215,732.98
2041	L 262,069.76	L 228,331.79	2041	L 262,069.76	L 228,331.79
2042	L 266,394.34	L 241,666.37	2042	L 266,394.34	L 241,666.37
2043	L 270,718.92	L 255,779.68	2043	L 270,718.92	L 255,779.68
2044	L 275,043.51	L 1,826,563.29	2044	L 275,043.51	L 1,826,563.29

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el análisis de costo beneficio, utilizando la herramienta Excel para los cálculos de VNA (Valor Neto Actual) de los ingresos y egresos, dando resultado que la relación costo beneficio es mayor que 1 en ambos escenarios , considerando una tasa de descuento del 12% según datos de SEFIN (2022), una tasa de inflación de 5.84% datos obtenidos del BANCO CENTRAL DE HONDURAS (2023) y la inversión inicial del 20% para el escenario #1 y el 100% para el escenario #2, además de que en el último año se considera el 100% del remplazo del sistema solar. Los resultados de los cálculos se muestran en la tabla 22.

Tabla 22. Cálculo de análisis Costo-Beneficio de la inversión escenario#1 y escenario#2

ESCENARIO #1		ESCENARIO #2	
Inversión	L 143,763.48	Inversión	L 718,817.38
Tasa de descuento	12%	Tasa de descuento	12%
VNA Ingresos	L1,687,881.46	VNA Ingresos	L1,687,881.46
VNA Egresos	L1,133,550.52	VNA Egresos	L1,646,991.50
Costo-beneficio	1.49	Costo-beneficio	1.02

Fuente: Elaboración Propia

4.2.4.4 COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Posterior al análisis financiero de la propuesta y según los resultados obtenidos en el análisis costo-beneficio, se establece que la hipótesis de investigación se acepta, ya que el valor obtenido en el mismo es mayor que 1. Considerando que el sistema generaría 13,248 kWh/año en comparación con los 12,891 kWh/años consumidos desde la red eléctrica. Con estos datos, estaríamos estableciendo que la capacidad instalada en paneles solares superaría la demanda pudiendo generar un costo cero en facturación energética. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos durante la investigación, se concluye lo siguiente:

1. Que el dimensionamiento del sistema de bombeo existente satisface los requisitos técnicos y es viable para cumplir con la demanda actual de consumo medio diario de la población abastecida. Este análisis toma en consideración la durabilidad de todos los componentes de instalación, desde las tuberías de succión e impulsión hasta el equipo de bombeo y sus accesorios, asegurando que cuentan con un extenso tiempo de vida útil y pueden ser utilizados de manera efectiva durante al menos cinco años adicionales.

Es importante resaltar que la capacidad del sistema no solo se ajusta a las necesidades actuales, sino que también puede adaptarse al crecimiento poblacional futuro, lo que podría requerir ajustes en el dimensionamiento del sistema de bombeo para satisfacer las demandas emergentes. En este sentido, se confirma la factibilidad técnica del sistema actual para hacer frente a los desafíos presentes y futuros, proporcionando una solución técnica sólida y sostenible para el suministro de agua en la comunidad, por lo que los activos actuales pueden ser utilizados para la implementación del sistema de bombeo solar fotovoltaico.

2. La propuesta de instalación fotovoltaica ha sido meticulosamente diseñada, con una capacidad de 4,600Wp que abarca la incorporación de 10 módulos solares policristalinos, cada uno con una capacidad de 460W. Esta configuración se complementa con un inversor de 5,000Wn que, además de contar con su propio regulador de carga, está anclado de manera segura en una plataforma dedicada. Este diseño integral garantiza no solo la cobertura completa de la demanda del sistema de bombeo, sino también la generación de un excedente energético estimado en 357.12 kWh/año. El cual podría tener diversos usos para beneficio comunitario.

Desde una perspectiva técnica, la instalación fotovoltaica propuesta demuestra ser completamente viable, superando las expectativas al generar energía limpia de manera eficiente. Este enfoque no solo se traduce en un ahorro energético sustancial para la comunidad, sino que también conlleva beneficios medioambientales significativos, representados por la notable reducción de 4,399.0128 kgCO₂/kWh. Adicionalmente, la selección del sitio para la instalación de los paneles solares se basa en su viabilidad, ya que cuenta con un terreno suficiente para albergar la instalación de manera adecuada. Además, la irradiación en la zona es favorable, permitiendo hasta 8 horas diarias de bombeo, lo que refuerza aún más la factibilidad técnica del proyecto y asegura una producción sostenida de energía solar. Esta combinación de elementos respalda de manera integral la solidez técnica y la eficiencia a largo plazo del sistema de bombeo fotovoltaico propuesto para la comunidad.

Esta iniciativa no solo se erige como un modelo ejemplar del uso de energías renovables, sino que también alinea de manera coherente con los Objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el cambio climático. Al convertirse en una comunidad pionera en la adopción de prácticas sostenibles con el uso de esta energía renovable. La implementación de esta solución no solo satisface las necesidades actuales de la comunidad, sino que también contribuye significativamente a la disminución de los costos energéticos mensuales y mitigación de los efectos del cambio climático, promoviendo un futuro más sostenible, y un legado para generaciones futuras.

3. La determinación de la factibilidad económica de este proyecto es respaldada por un análisis de los costos, el cual tiene una inversión inicial estimada de Lps. 718,817.38, para el cual estratégicamente se utilizará el modelo de ejecución un financiero con contrapartidas donde el 20% provendrá del aporte directo de la comunidad, equivalente a Lps. 143,763.48, y el 80% restante será financiado por una Organización No Gubernamental (ONG) totalizando Lps. 575,053.90. Este enfoque de contrapartida involucra directamente a las comunidades en el proyecto,

fomentando una participación y fortaleciendo el sentido de propiedad, responsabilidad sobre la implementación fuerza el compromiso y el empoderamiento local convierten en socios activos en la ejecución del proyecto.

4. Se realizó un análisis de costo beneficio donde se valida la viabilidad financiera del proyecto implementación del sistema de bombeo fotovoltaico, con un índice de análisis costo-beneficio de 1.49 para el escenario #1 y de 1.02 para el escenario #2, superando el umbral de 1, de esta forma se valida la hipótesis de investigación demostrando la factibilidad del proyecto de manera contundente desde una perspectiva financiera, complementando que técnicamente también lo es.

Más allá de su viabilidad financiera, el proyecto también abre la puerta a una serie de beneficios sostenibles y operativos para la comunidad. En términos de sostenibilidad, la implementación de este sistema de bombeo fotovoltaico contribuirá a la disminución de gastos por uso de la energía eléctrica convencional, además, la operación y mantenimiento del sistema se verán fortalecidos gracias a los ingresos generados por este proyecto, permitiendo que la junta Administradora de agua obtenga mayores ingresos lo cual genera un ahorro significativo en las cuentas y que a futuro les permitirá tener fondos para mejoras continuas en la infraestructura , remplazo de equipos y niveles de servicios de agua mejorados promoviendo así una gestión autónoma y sostenible.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a la junta de agua desarrollar un plan estratégico a futuro para ampliar la capacidad del sistema de bombeo, para brindar un mayor caudal que garantice que el llenado del tanque de elevación se realice de forma más rápida con el objetivo de cumplir con un eventual aumento de la demanda de la zona, esto con aras de anticiparse a un escenario pesimista de ampliación en la cantidad de viviendas y evitar caer en un incumplimiento de la demanda. Un enfoque preventivo en esta etapa contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo y a la capacidad del sistema para satisfacer las necesidades en constante evolución de la comunidad
2. Se recomienda que la Junta de Agua realice una revisión exhaustiva de alternativas para aprovechar eficientemente los 357.12 kWh/año de excedentes generados por el sistema fotovoltaico. La consideración de instalar acumuladores o baterías permitiría almacenar la energía captada durante períodos de alta generación para su uso durante la noche o en temporadas con cortes de energía prolongados. Se sugiere explorar aplicaciones específicas para este excedente, como la implementación de alumbrado público o la electrificación en áreas donde existan interrupciones regulares en el suministro eléctrico. Esta optimización no solo maximizará el rendimiento del sistema, sino que también ofrecerá beneficios adicionales a la comunidad, contribuyendo a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos energéticos disponibles.
3. A la Junta de Agua siga rigurosamente las recomendaciones del instalador en cuanto al mantenimiento del sistema de bombeo fotovoltaico. Esto implica asegurar que las tareas de mantenimiento se realicen con la periodicidad adecuada y siguiendo las pautas específicas proporcionadas por el instalador para garantizar el rendimiento óptimo y la vida útil prolongada del sistema. Adicionalmente, se sugiere asignar la responsabilidad del monitoreo del sistema a una persona debidamente capacitada en la toma de bitácoras y el análisis de datos. Esta persona sería la encargada de registrar y analizar el comportamiento del sistema,

identificando cualquier anomalía en tiempo real. La capacidad para reportar de manera oportuna cualquier irregularidad asegurará una respuesta inmediata ante posibles problemas, lo que contribuirá a mantener la generación a plena capacidad y evitará posibles interrupciones en el suministro. Una gestión efectiva del mantenimiento respaldada por un monitoreo proactivo asegurará la confiabilidad y la eficiencia continua del sistema de bombeo fotovoltaico.

4. Se recomienda que la unidad ejecutora realice el proceso de adquisiciones mediante licitaciones, asegurándose de que esté completamente alineado con las disposiciones legales pertinentes en Honduras usando como base la ley de contratación, estén en estricto apego a la política de compras del donante. Esta medida no solo garantizará la legalidad y transparencia en las adquisiciones, sino que también fortalecerá la confianza en la gestión financiera del proyecto y los prepara para las auditorías que como en este caso estamos hablando de un organismo sin fines de lucro, estas serán requeridas en cualquier momento. El mínimo de ofertas a aceptar debe ser tres para que haya mayor transparencia, y firmar un contrato entre ambas partes (contratista y contratante) donde se dónde se incluyan las garantías de cumplimiento de contrato y garantías de calidad de obra para disminuir los riesgos de la ejecución relacionados a la calidad y tiempo.
5. Además, se aconseja que cada solicitud de cambio propuesta por los interesados durante el desarrollo del proyecto sea documentada de manera exhaustiva. Este registro detallado de las solicitudes de cambio proporcionará una trazabilidad completa de las modificaciones realizadas, asegurando la transparencia en la toma de decisiones y permitiendo una evaluación efectiva de su impacto en el proyecto. Esta práctica contribuirá a mantener la integridad del proceso y proporcionará una base sólida para la comunicación y el entendimiento entre todas las partes involucradas en el proyecto.
6. Considerando que el tiempo de ejecución del proyecto está sujeto a un marco temporal definido, se sugiere tomar precauciones frente a posibles impactos de cambios climáticos. En caso de que se estime que dichos cambios puedan afectar

la ejecución del proyecto, se recomienda contemplar la posibilidad de extender el plazo del contrato por bienes y servicios en un mes adicional. Esta medida proporcionará un margen de flexibilidad para enfrentar posibles demoras causadas por fenómenos naturales u otros eventos climáticos imprevistos. La inclusión de esta cláusula en el contrato no solo servirá como salvaguarda ante contingencias climáticas, sino que también establecerá expectativas claras y mitigará posibles complicaciones logísticas, asegurando así una ejecución del proyecto, también se recomienda llevar bitácora del proyecto.

7. Se realizó un análisis de tarifa sostenible donde como resultado mostró que el pago de 72.08 lempiras mensuales por cada abonado considerando 0% de morosidad cubren los costos de remplazo del sistema solar a 20 años. Sin embargo, el sistema de agua tiene más componentes que permiten el abastecimiento y el nivel de servicio mejorado, cuya vida útil también tiene duración, ejemplo el tanque de almacenamiento, los equipos de bombeo, la línea de impulsión y la red de distribución, por lo que se recomienda que se analice la tarifa considerando todas estas inversiones , o bien continuar con el pago de tarifa de 120 lempiras ya que este le permitirá tener fondos suficientes para los reemplazos de estos equipos mencionados.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

El diseño e implementación del sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos en la Comunidad de El Banano, resultó ser viable por la evaluación costo-beneficio que resultó ser mayor que 1. En el siguiente capítulo se describirán, en su etapa de inicio y planificación, los planes a seguir para la gestión del proyecto, a través de las áreas de conocimiento de la metodología del Project Management Institute (PMI), que se encuentran plasmados en la “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, Guía del PMBOK, la consideración de las buenas prácticas y lecciones aprendidas aumentan las probabilidades de éxito de los proyectos.

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

El nombre que se le ha otorgado al proyecto es: “Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos El Banano, San Manuel Cortés”

6.2 INTRODUCCIÓN DE LA APLICABILIDAD

La aplicación de los conocimientos adquiridos sobre la gestión de proyectos por medio de la metodología del PMI se reflejarán en la aplicación de cada área de conocimiento que se implementará en el proyecto para su inicio y planificación, tanto la parte teórica como práctica se utilizarán para la ejecución del sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos.

6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO

A continuación, se presentan los planes para cada una de las áreas de conocimiento del PMI que tienen participación en la planificación del proyecto.

6.3.1 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO

Los procesos de iniciación son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente mediante la autorización para iniciar dicho proyecto. Se identifican los interesados internos y externos que van a interactuar o ejercer alguna influencia

sobre el resultado global del proyecto, se selecciona el director del proyecto, esto se plasma en un acta de constitución del proyecto. (PMI, 2017)

6.3.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

Según el PMI (2017), el acta de constitución es el documento emitido por el patrocinador del proyecto, que cuando lo aprueba, considera al proyecto como autorizado oficialmente, le brinda la autoridad al director del proyecto de aplicar los recursos existentes de la organización a las actividades del proyecto.

A continuación, se muestra el acta de constitución que autorizará el proyecto: Implementación de sistema de bombeo con paneles fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés.

Tabla 23. Acta de Constitución del Proyecto

Nombre del Proyecto:	Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés
Director del Proyecto:	Ing. Estefany Castellón
Rol del director del Proyecto:	El director lidera al personal del proyecto, aprueba los requerimientos y lleva control del inicio, ejecución y finalización del proyecto
Autoridad del director del Proyecto:	El director de proyecto ostentará pleno control sobre la asignación y aprovechamiento de los recursos asignados, teniendo la capacidad de proponer modificaciones, siempre y cuando cuenten con la aprobación de los patrocinadores del proyecto.
Patrocinador:	ONG, Junta Administradora de agua de El Banano
Cliente:	Comunidad de El Banano, San Manuel, Cortes
Fecha de Inicio del Proyecto:	16 de octubre de 2023
Duración:	Ciento treinta y cinco días (135 días)
Presupuesto:	Lps. 800,000.00
Descripción de alto nivel:	El proyecto consiste en el dimensionamiento del sistema de bombeo y sistema fotovoltaico, la construcción de cada uno de estos componentes y la puesta en marcha
Justificación:	La comunidad de El Banano, ubicada en el municipio de San Manuel Cortés, ha enfrentado importantes desafíos en el abastecimiento de agua potable después de las devastadoras inundaciones causadas por las tormentas ETA, IOTA y Julia. Aunque el sistema de abastecimiento de agua potable mediante bombeo fue rehabilitado, su sostenibilidad se ve amenazada por la elevada facturación eléctrica, lo que impide cubrir los costos de operación y mantenimiento del sistema, lo que impacta negativamente en los niveles de servicio de agua potable como la calidad y continuidad del suministro, ya que, al no poder cubrir el costo energético, se castiga las horas de bombeo y las familias sufren de desabastecimiento de agua.

Continuación Tabla 23.

Interesados del proyecto:	- Comunidad del Banano, Junta de Agua, Municipalidad de San Manuel, ONG
Entregables del Proyecto:	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnóstico del sistema - Diseño - Construcción del sistema - Plan de operación y mantenimiento - Capacitaciones
Objetivos Específicos:	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un diagnóstico exhaustivo de la infraestructura existente, recursos hídricos disponibles, demanda de agua y condiciones ambientales para informar el diseño eficiente del sistema de bombeo fotovoltaico. - Desarrollar un diseño detallado del sistema de bombeo fotovoltaico que optimice la captación de energía solar, la capacidad de bombeo. - Implementar el sistema de bombeo fotovoltaico de acuerdo con el diseño aprobado, garantizando la instalación adecuada de todos los componentes. - Elaborar un plan detallado de operación y mantenimiento que incluya procedimientos operativos estándar, protocolos de monitoreo y un programa de mantenimiento preventivo para garantizar la eficiencia a largo plazo del sistema. - Facilitar sesiones de capacitación para los miembros de la comunidad sobre el funcionamiento del sistema de bombeo fotovoltaico, prácticas de conservación de energía y la realización de tareas de mantenimiento básicas.
Requerimientos de alto nivel:	<ul style="list-style-type: none"> - Disponibilidad de recurso Hídrico - Nivel de Irradiación en la zona - Disponibilidad de terreno para la instalación - Aceptación comunitaria - Contrapartida para la ejecución
Supuestos y Restricciones:	<p>Supuestos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -La ONG aprobará la ejecución del proyecto -La junta de agua estará en acuerdo con la ejecución, aportará el 20% del costo total del proyecto. -El sistema de bombeo actual cumplirá con los requerimientos de demanda. -La ubicación del sistema cumple con los requisitos para operar sistemas fotovoltaicos. -La ejecución del proyecto se desarrollará en un máximo de 60 días. -Se mejorará el nivel de servicio de agua potable en la comunidad <p>Restricciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Que los componentes del sistema fotovoltaico no estén a entrega inmediata. 2. Cualquier gasto adicional debe ser aprobado por el responsable financiero del proyecto antes de su ejecución. 3. El proyecto debe completarse dentro del plazo establecido en el cronograma. Cualquier desviación debe ser informada, justificada y aprobada ante el comité de dirección del proyecto.

	<p>4. Cualquier cambio en la tecnología o diseño debe ser aprobado por el equipo técnico y la dirección del proyecto.</p> <p>5. Los equipos de energía solar no pueden ser de origen chino.</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Continuación Tabla 23.

Riesgos:	<ul style="list-style-type: none"> - Las condiciones del sitio de obra no cumplan con los requerimientos mínimos para operar un sistema fotovoltaico - Dimensionamiento erróneo del sistema de bombeo fotovoltaico. - Que los porcentajes de contrapartida no sean aprobados. - No considerar todos los elementos en el presupuesto. - Proveedores de mano de obra calificada no quieran participar en el proceso de adquisición. - Mano de obra calificada limitada. - Baja participación de beneficiarios. - Falta de materiales en el mercado. - Alza de los Precios de los materiales. - Retrasos en la ejecución de obras. - Eventos climáticos que impidan la ejecución del proyecto.
-----------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

6.3.1.2 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

En este proceso se definen los interesados positivos y negativos del proyecto, se define el nivel de importancia que tendrán para el proyecto. Se busca desarrollar estrategias para que ellos participen de manera efectiva en todo el ciclo de vida de este y determinar cómo el proyecto los beneficiará o afectará, en la tabla 24 se desarrolla la gestión de los interesados del proyecto.

Tabla 24. Identificación de los Interesados del Proyecto

Interesado	Rol
Estefany Castellón	Director de Proyecto
Jonathan Ávila	Gerente técnico de Proyecto
Francisco López	Gerente de proyecto Recovery
Gloria Hernández	Presidenta de Junta de Agua de El Banano
Habitantes de El Banano	Beneficiarios y participantes activos del proyecto
Municipalidad de El Banano	Garante de los servicios de agua potable del municipio.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 se muestran los principales participantes y/o interesados del proyecto, estableciendo el rol principal que tiene cada uno de ellos, en la siguiente tabla se clasifican cada

uno de los interesados identificados anteriormente de acuerdo con su poder e interés dentro del proyecto.

6.3.2 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

Según el PMI (2017) el grupo de procesos de la planificación del proyecto está compuesto por los procesos que se realizan para definir el alcance del proyecto, definir los objetivos, el coste del proyecto y establecer la línea de acción necesaria para el cumplimiento de dichos objetivos.

6.3.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

En este apartado se plantea la gestión de la integración del proyecto, que sirve para coordinar todos los elementos que se ven involucrados de un proyecto, permite mantener una visión de conjunto. Permite también, la toma de decisiones sobre dónde concentrar recursos y esfuerzos en el desarrollo del proyecto, así como también, anticipar posibles incidencias para que puedan ser atendidas antes de que se conviertan en riesgos críticos dentro del proyecto. A continuación, se muestra el plan de gestión de la integración del proyecto.

Tabla 25. Plan de Gestión de la Integración del Proyecto.

Plan de gestión	Descripción
Plan de Gestión Integración	Se pondrá en acción un plan de gestión de integración en donde habrá procesos de todos los grupos de procesos del proyecto para poder integrar y vincular el plan desde el inicio del proyecto hasta su finalización.
Plan de Gestión del Alcance	Definirá hacia donde se dirige el proyecto y los procedimientos necesarios para poder cumplir con las metas propuestas, se trata de definir los requisitos, definir los límites, y entregables resultantes del proyecto.
Plan de Gestión del Tiempo	El plan de gestión de tiempo se implementará mediante la elaboración de cronogramas de ejecución de las actividades para poder definir la duración del proyecto.
Plan de Gestión de Costos	En el plan de gestión de costos se establecerán los costos para las actividades a realizar en el proyecto, fijados siempre bajo un presupuesto bien estructurado.
Plan de Gestión de Calidad	Definirá los procesos para una ejecución eficiente y precisa del proyecto a fin de asegurar la calidad del entregable final.
Plan de Gestión de Recursos Humanos	Definirá los roles y responsabilidades del equipo de trabajo, así como el manejo de las personas involucradas en la realización del proyecto, así como la asignación de tareas y responsabilidades.
Plan de Gestión de Comunicaciones	El plan de comunicaciones comprende todos los medios y técnicas apropiadas para una correcta comunicación entre los miembros del

	grupo de trabajo, la organización y los interesados a fin de que no se den imprevistos en la realización del proyecto.
Plan de Gestión de Riesgo	Permitirá determinar los principales riesgos, los cuales deberemos de vigilar en cada etapa del proyecto, para poder tener la posibilidad de mitigarlos y que estos no puedan comprometer el desarrollo del proyecto.
Plan de Gestión de Adquisiciones	Permitirá definir la mejor manera de obtener los insumos y/o elementos necesarios para la ejecución del proyecto.
Plan de Gestión de Interesados	Para el plan de gestión de los interesados el cual corresponde a una de las áreas más importantes del proyecto deberemos realizar todos los procedimientos de identificación, categorización y de gestión de los principales interesados del proyecto a fin de que estos no puedan influir de forma negativa durante el desarrollo del proyecto, en cada una de sus etapas.

Fuente: Elaboración propia con datos del PMBOK 6ta. Edición.

6.3.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

Este apartado es necesario para definir y planificar que se incluye y que no en el proyecto, también se asegura que únicamente lo indicado es lo que se realizará durante el proyecto y completarlo con éxito. (PMI, 2017)

6.3.2.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE

A continuación, se presenta el alcance definido para el presente proyecto de investigación en sus etapas de inicio y planificación.

Tabla 26. Plan de Gestión del Alcance

Fecha: diciembre 2023	Nombre del Proyecto: Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés ”	Versión 1
Director del Proyecto Estefany Castellón	Equipo del proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Estefany Castellón • Jonathan Ávila • Francisco López • Voluntarios • Junta de agua • Comités comunitarios 	Otros Interesados <ul style="list-style-type: none"> • Municipalidad de San Manuel • Habitantes de la comunidad
Patrocinador ONG Junta de agua El Banano		
Cliente Junta de Agua		

Descripción del proyecto

Antecedentes:

La comunidad de El Banano cuenta con aproximadamente 1,050 habitantes, ubicada en el Valle de Sula, específicamente en el municipio de San Manuel, departamento de Cortés. Esta comunidad se abastece a través de pozos perforados que utilizan bombas sumergibles alimentadas por electricidad. Sin embargo, los daños causados por las inundaciones han dañado tanto el equipamiento de los pozos como el suministro eléctrico. Aunque la comunidad ha logrado rehabilitar el sistema de agua con apoyo local, los costos energéticos excesivos plantean una barrera para la sostenibilidad, ya que los fondos recaudados de las tarifas de agua solo alcanzan para cubrir la factura eléctrica, sin dejar recursos para la operación y el mantenimiento.

Desde entonces, la comunidad de El Banano ha estado enfrentando una situación crítica en relación con su sistema de abastecimiento de agua potable, lo que ha dejado a los residentes con dificultades para acceder a agua segura y suficiente para satisfacer sus necesidades diarias, incrementando la vulnerabilidad a enfermedades y afectando negativamente la calidad de vida en general.

Descripción del producto o servicio:

Diseñar e implementar un sistema de generación de energía eléctrica con capacidad de 4.46 kWp mediante paneles solares fotovoltaicos contando con la instalación de una red conformada por 10 módulos fotovoltaicos de 460W cada uno montados sobre una estructura metálica reforzada a 3m sobre el nivel del terreno para extraer agua desde dos pozos perforados donde previamente se encuentran instaladas dos bombas sumergibles de 3HP cada una, en beneficio de la comunidad de El Banano, San Manuel, Cortés. Aprovechando de esta forma las fuentes de energía sostenible y renovable, en este caso la energía solar. Como obras complementarias se construirá una caseta de bombeo y un sistema automático de control, el tren de descarga, la línea de impulsión y tubería de succión.

Objetivos:

- Realizar un diagnóstico exhaustivo de la infraestructura existente, recursos hídricos disponibles, demanda de agua y condiciones ambientales para informar el diseño eficiente del sistema de bombeo fotovoltaico.
- Desarrollar un diseño detallado del sistema de bombeo fotovoltaico que optimice la captación de energía solar, la capacidad de bombeo.
- Implementar el sistema de bombeo fotovoltaico de acuerdo con el diseño aprobado, garantizando la instalación adecuada de todos los componentes.
- Elaborar un plan detallado de operación y mantenimiento que incluya procedimientos operativos estándar, protocolos de monitoreo y un programa de mantenimiento preventivo para garantizar la eficiencia a largo plazo del sistema.
- Facilitar sesiones de capacitación para los miembros de la comunidad sobre el funcionamiento del sistema de bombeo fotovoltaico, prácticas de conservación de energía y la realización de tareas de mantenimiento básicas.

Plazo de entrega del producto final: 30 de marzo de 2024

Costo total del proyecto: L.800,000.00

Beneficios:

1. Mejora de los niveles de servicio de agua potable, cubriendo la demanda diaria.
2. Reducción de la factura de consumo energético.

3. Ahorro financiero que permita cubrir costos de operación y mantenimiento y de esta forma tener un sistema sostenible.
4. Reducción de las emisiones de CO2 a la atmósfera.

Entregables

- 1.1.1 Cálculo de demanda
- 1.1.2 Diseño de sistema de bombeo
- 1.1.3 Diseño de sistema fotovoltaico
- 1.1.4 Presupuesto de ejecución
- 1.1.5 Análisis financiero
- 1.2.1 Plan de ejecución de proyecto
- 1.2.2. Plan de capacitación
- 1.2.3 Plan de monitoreo
- 2.1 Convenio de ejecución

Criterios de aceptación

- El sistema de bombeo con paneles fotovoltaicos debe satisfacer la demanda de consumo de la comunidad del Banano dado 25 galones por persona por día a cada habitante
- Deben utilizarse materiales de buena calidad, con garantías mínimas de un año.
- El proyecto debe ejecutarse en un máximo de seis (6) meses calendario.
- ..

•

Exclusiones:

- Se excluye del alcance del proyecto la ampliación de la capacidad del sistema de bombeo.
- Se excluye del alcance del proyecto el diseño e implementación de acumuladores o baterías para los excedentes generados por el sistema.

Restricciones

- El plazo de ejecución debe mantenerse a seis meses como máximo
- Los materiales adquiridos no pueden ser de origen chino, ruso, venezolano, norcoreano
- La partida presupuestaria no superará un +/-5% del monto total del presupuesto aprobado
- La comunidad debe cumplir con el 20% de contrapartida

Prioridades:

1. Análisis de Sostenibilidad Financiera
2. Análisis Costo Beneficio
3. Reunión Con Interesados
4. Socialización
5. Aprobación del Convenio
6. Firma del Convenio

7. Realización de TDRs
8. Publicación de TDRs
9. Apertura de Ofertas y Adjudicación
10. Firma de Contrato
11. Construcción de Estructura metálica
12. Instalación de paneles Solares
13. Instalación de inversor
14. Interconexión Eléctrica
15. Pruebas de Puesta en Marcha
16. Taller de operación y Mantenimiento
17. Taller de calidad de agua
18. Contabilidad básica
19. Leyes y Reglamentos
20. Medio Ambiente y Recurso hídrico
21. ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables
22. Encuesta de Evaluación
23. Actos de entrega

Supuestos

La ONG aprobará la ejecución del proyecto

- La junta de agua estará en acuerdo con la ejecución, aportará el 20% del costo total
- El sistema de bombeo actual cumplirá con los requerimientos de demanda
- La ubicación del sistema cumple con los requisitos para operar sistemas fotovoltaicos.
- La ejecución del proyecto se desarrollará en un máximo de 135 días.
- Se mejorará el nivel de servicio de agua potable en la comunidad

Riesgos

- Las condiciones del sitio de obra no cumplan con los requerimientos mínimos para operar un sistema fotovoltaico
- Dimensionamiento erróneo del sistema de bombeo fotovoltaico.
- Que los porcentajes de contrapartida no sean aprobados.
- No considerar todos los elementos en el presupuesto.
- Proveedores de mano de obra calificada no quieran participar en el proceso de adquisición.
- Mano de obra calificada limitada.
- Baja participación de beneficiarios.
- Falta de materiales en el mercado.
- Alza de los Precios de los materiales.
- Retrasos en la ejecución de obras.
- Eventos climáticos que impidan la ejecución del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.2.2 RECOPIACIÓN DE REQUISITOS

Este proceso consiste en identificar, definir y documentar las necesidades, deseos y expectativas cuantificadas, de los interesados, con el fin de cumplir con los objetivos del proyecto. Al final, el éxito o no del proyecto, dependerá principalmente en si se logran cumplir y gestionar los requisitos del proyecto. Esta sección es la base para la creación de la EDT/WBS. (PMI, 2017)

Tabla 27. Requisitos del Proyecto

Fuente: Elaboración propia

Requisitos	Solicitado por	Importancia (A, M, B) (Alta, Media, Baja)
. Disponibilidad de Recurso Hídrico	. Director del proyecto	A
. -Dotación de 30 GPPD (Galones por persona por día)	. Junta de agua	A
. Ejecución financiera +/-5% permisible.	. Patrocinador	A
. Mejora de niveles de servicio	. Municipalidad	A
. Presentación de informes quincenales de ejecución física, programática y financiera	. Patrocinador	M
. Tiempo de ejecución 135 días	. Patrocinador	M
Contratos de mano de obra bajo ley de contratación del estado, y adquisiciones aprobadas con el manual financiero de la Organización patrocinadora	Director de proyecto	A

En la tabla 27 se observan los principales requisitos que el proyecto debe de cumplir, solicitado por cada una de las partes interesadas, para que la ejecución de este, y el cumplimiento de los objetivos, permita que el proyecto culmine con éxito.

6.3.2.2.3. DEFINICIÓN DEL ALCANCE

Según el PMI (2017), consiste en desarrollar una descripción detallada del proyecto y del producto. En este proceso se describe los límites del producto, servicio o resultado y los criterios de aceptación del proyecto.

Tabla 28. Definición del Alcance

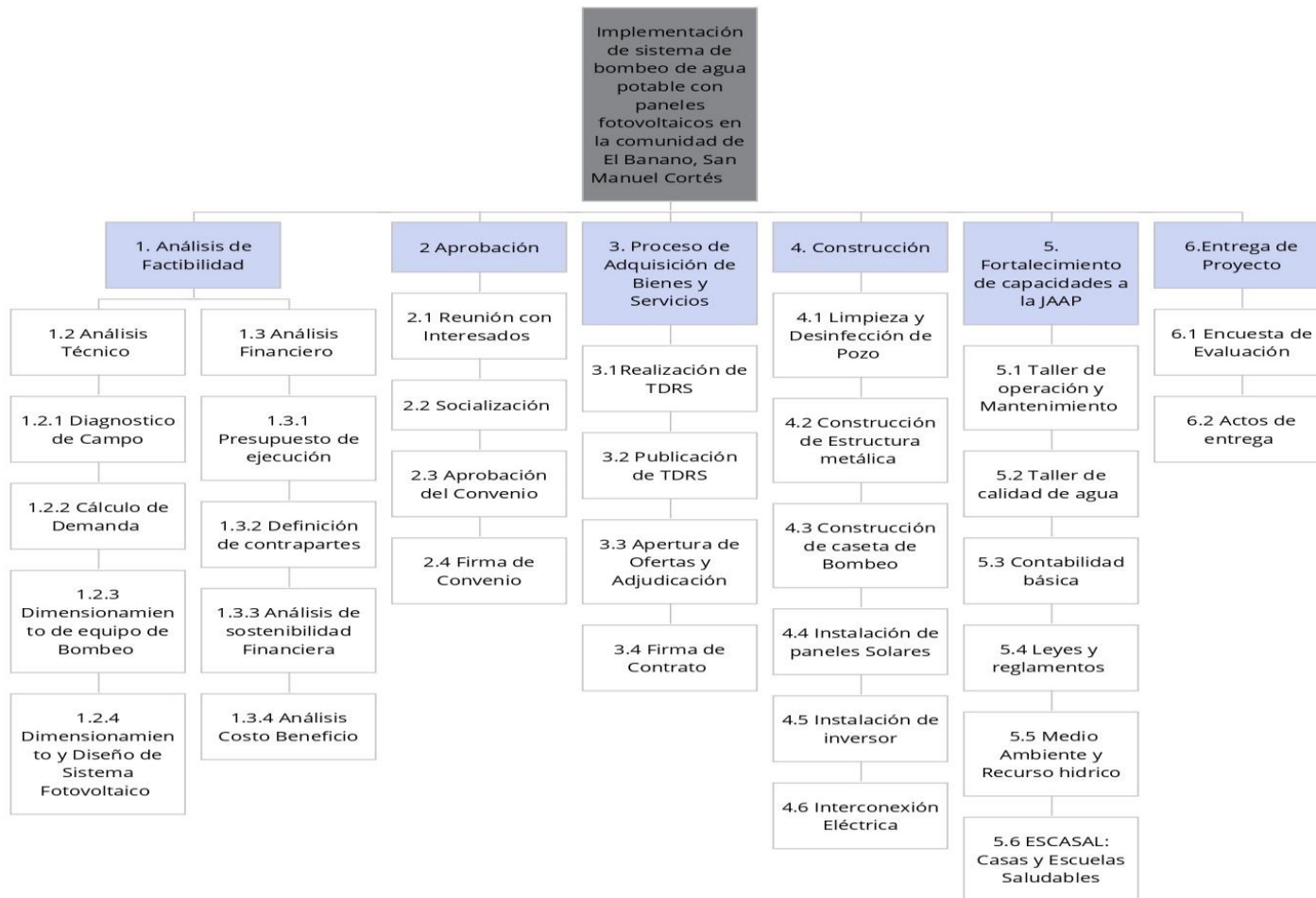
Proyecto:	Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés
Incluye:	<ul style="list-style-type: none"> - Dimensionamiento del sistema de bombeo - Dimensionamiento del sistema fotovoltaico - Presupuesto general para la ejecución - Construcción de sistema bombeo fotovoltaico - Análisis de sostenibilidad financiera - Plan de operación y mantenimiento - Plan de capacitación para la junta administradora de agua - Plan de capacitación sobre educación en higiene y salud
No Incluye:	<ul style="list-style-type: none"> - Se excluye del alcance del proyecto la ampliación de la capacidad del sistema de bombeo. - Se excluye del alcance del proyecto el diseño e implementación de acumuladores o baterías para los excedentes

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.2.4. CREAR LA EDT/WBS

La estructura de descomposición del trabajo (EDT), WBS en inglés, permite que el proyecto se subdivide en elementos organizados jerárquicamente. En esta estructura se colocan las tareas requeridas para poder completar el proyecto con éxito. La EDT permite brindar claridad sobre el alcance de las tareas, brinda mayor eficiencia, permite identificar si será necesario una planificación adicional, esto reducirá el riesgo de sobrecostos e incurrir en gastos generales no planificados. A continuación, se presenta la EDT del proyecto:

Figura 34. Estructura de descomposición del trabajo del proyecto (EDT)



Fuente: Elaboración propia

6.3.2.3 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

La gestión del cronograma permite controlar los tiempos, plazos y duración de los distintos entregables del proyecto. El cronograma abarca todos los procesos necesarios para asegurar el correcto desarrollo de las actividades dentro de los plazos establecidos, también muestra las herramientas de control y seguimiento para el desarrollo del proyecto. (PMI, 2017)

6.3.2.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

Se definen las políticas y metodologías para planificar y gestionar el cronograma, así como los temas relacionados con la gestión de cambios de este. Define como se van a gestionar las contingencias, los cambios solicitados del cronograma. Se muestra a continuación el plan de gestión del cronograma del proyecto.

Tabla 29. Plan de gestión del cronograma del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO:	<i>Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés</i>	
DIRECTOR DEL PROYECTO:	Ing. Estefany Castellón	
FECHA DE ELABORACIÓN:	12 diciembre de 2023	
Persona(s) autorizada(s) a solicitar y aprobar cambios en cronograma:		
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	UBICACIÓN
. Ing. Estefany Castellón	. Director de proyecto	. Oficina de proyecto
. Ing. Jonathan Ávila	. Gerente de Obras	. Oficina de proyecto
. Ing. Francisco López	. Gerente de proyecto Recovery	.SPS

PROPÓSITO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

. El propósito del plan de gestión del cronograma del proyecto radica en proporcionar una estructura organizativa y estratégica para la planificación, desarrollo y control temporal de las actividades del proyecto

METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

Se realizará por medio de la utilización del programa MS Project, se determinará la ruta crítica para el poder evaluar el avance del proyecto, también se definirá y reportará el impacto en el tiempo, costo, calidad por los cambios en el cronograma. Los cambios en el cronograma se efectuarán según la designación de las responsabilidades:

La planificación estará a cargo del director del Proyecto: Ing. Estefany Castellón

El seguimiento y control de los cambios estará bajo el cargo de: Ing. Jonathan Ávila -

Las solicitudes de cambios: Cada semana se recibirán las solicitudes de cambio en el cronograma, estas solicitudes serán revisadas por el equipo del proyecto para evaluar si un cambio es factible según el plan de gestión del alcance.

Las solicitudes de cambio de cronograma se revisarán los viernes teniendo un plazo máximo de 5 días hábiles para dar respuesta a la solicitud.

Las actualizaciones de la línea base del tiempo se realizarán mensualmente, 1 vez, cada final del mes.

Continuación Tabla 29.

HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA			
El tiempo de duración de las actividades se hará por medio de estimaciones por analogía y paramétrica , se hará uso del software Microsoft Project para realizar un diagrama de Gantt y definición de <i>la ruta crítica</i> del proyecto.			
NIVEL DE EXACTITUD	UNIDADES DE MEDIDA	UMBRALES DE CONTROL	RESERVA DE CONTINGENCIA
El nivel de precisión del proyecto será del 95%	La unidad de medición para el tiempo de ejecución del proyecto será de días laborables.	± 5%	5 % del valor total del proyecto

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.3.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES

Según el PMI (2017) en esta sección se identifican las acciones que deben ser llevadas a cabo para conseguir los entregables del proyecto. Después de haber creado la EDT, se obtiene el nivel más bajo de la descomposición, lo que se denominan paquetes de trabajo, la descomposición de estos, en componentes más pequeños proporcionan las actividades necesarias para realizar los paquetes de trabajo.

Tabla 30. Listado de las Actividades del Proyecto

Inicio de implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico
1. Análisis de prefactibilidad
1.1. Análisis técnico
1.1.2 Diagnostico de campo
1.1.3 Cálculo de Demanda
1.1.4 Dimensionamiento de equipo de bombeo
1.1.5 Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico
1.2 Análisis Financiero
1.2.1 Presupuesto de Ejecución
1.2.2 Definición de Contrapartes
1.2.3 Análisis de Sostenibilidad Financiera
1.2.4 Análisis Costo Beneficio
2. Aprobación

2.1 Reunión Con Interesados
2.2 Socialización
2.3 Aprobación del Convenio
2.4 Firma del Convenio
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios
3.1 Realización de TDRs
3.2 Publicación de TDRs
3.3 Apertura de Ofertas y Adjudicación
3.4 Firma de Contrato
4. Construcción
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo
4.2 Construcción de Estructura metálica
4.3 Construcción de caseta de Bombeo
4.4 Instalación de paneles Solares
4.5 Instalación de inversor
4.6 Interconexión Eléctrica
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha
5 fortalecimiento de capacidades a la JAAP
5.1 Taller de operación y Mantenimiento
5.2 Taller de calidad de agua
5.3 Contabilidad básica
5.4 Leyes y Reglamentos
5.5 Medio Ambiente y Recurso hídrico
5.6 ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables
6. Entrega de Proyecto
6.1 Encuesta de Evaluación
6.2 Actos de entrega
Fin de Proyecto

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 se muestran las actividades de las que estará conformado el proyecto, fueron obtenidas de la EDT y servirán de guía para determinar los procedimientos que se deben realizar para poder cumplir los objetivos del proyecto.

6.3.2.3.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

De acuerdo con el PMI (2017), secuenciar las actividades del proyecto, consiste en determinar las dependencias entre actividades, determinar qué relación de ejecución existe entre ellos, en qué secuencia se ejecutan. Cada una de las actividades o hitos del cronograma tiene al menos una actividad sucesora o predecesora, a excepción de la primera y la última.

Tabla 31. Predecesores de las Actividades

Inicio de implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico	Predecesoras
1. Análisis de prefactibilidad	
1.1. Análisis técnico	
1.1.2 Diagnostico de campo	
1.1.3 Cálculo de Demanda	1.1.2
1.1.4 Dimensionamiento de equipo de bombeo	1.1.2 ,1.1.3
1.1.5 Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	1.1.2,1.1.4
1.2 Análisis Financiero	
1.2.1 Presupuesto de Ejecución	1.1.4, 1.1.5
1.2.2 Definición de Contrapartes	1.2.1
1.2.3 Análisis de Sostenibilidad Financiera	1.2.1, 1.2.2
1.2.4 Análisis Costo Beneficio	1.2.1, 1.2.2, 1.2.3
2. Aprobación	
2.1 Reunión Con Interesados	1.2.1, 1.2.2
2.2 Socialización	2.1
2.3 Aprobación del Convenio	2.2
2.4 Firma del Convenio	2.3
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	
3.1 Realización de TDRs	2.4

3.2 Publicación de TDRs	3.1
3.3 Apertura de Ofertas y Adjudicación	3.2
3.4 Firma de Contrato	3.3
4. Construcción	
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	2.3, 3.4
4.2 Construcción de Estructura metálica	3.4
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	3.4
4.4 Instalación de paneles Solares	3.4
4.5 Instalación de inversor	4.4
4.6 Interconexión Eléctrica	4.3, 4.4, 4.5
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	4.6
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	
5.1 Taller de operación y Mantenimiento	4.7
5.2 Taller de calidad de agua	5.1
5.3 Contabilidad básica	5.2
5.4 Leyes y Reglamentos	5.3
5.5 Medio Ambiente y Recurso hídrico	5.4
5.6 ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables	5.5
6. Entrega de Proyecto	
6.1 Encuesta de Evaluación	4.7, 5.6
6.2 Actos de entrega	6.1
Fin de Proyecto	

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.3.4 ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

En este proceso se establece cuánto durará la realización de cada una de las actividades que conforman el cronograma de trabajo, el calendario de trabajo asociado al proyecto será de 8:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm, se trabajará los sábados de 8:00 am a 12:00 pm. Para la etapa de la construcción, el calendario de trabajo estará compuesto por los sábados y domingos, será de 8:00 am a 12:00 pm y de 1:00 pm a 5:00 pm. Existen diversas técnicas para la estimación de la duración de actividades, entre las que se encuentran la estimación análoga, estimación paramétrica,

estimación PERT, y el juicio de expertos, para determinar la duración de este proyecto se ha basado en la última técnica mencionada.

Tabla 32. Duración de las actividades

Id		Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
1			Implementacion de sistema de bombeo solar fotovoltaico	135 días?	lun 16/10/23	sáb 30/3/24
2			Análisis de prefactibilidad	63 días	lun 16/10/23	sáb 6/1/24
3			Análisis técnico	43 días	lun 16/10/23	mar 5/12/23
4			Diagnostico de campo	20 días	lun 16/10/23	mié 8/11/23
5			Cálculo de Demanda	3 días	mié 8/11/23	sáb 11/11/23
6			Dimensionamiento de equipo de bombeo	10 días	sáb 11/11/23	jue 23/11/23
7			Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	10 días	jue 23/11/23	mar 5/12/23
8			Análisis Financiero	20 días	mar 5/12/23	sáb 6/1/24
9			Presupuesto de Ejecución	12 días	mar 5/12/23	mar 19/12/23
10			Definicion de Contrapartes	2 días	mar 19/12/23	jue 21/12/23
11			Analisis de Sostenibilidad Financiera	4 días	mar 19/12/23	sáb 23/12/23
12			Análisis Costo Beneficio	4 días	sáb 23/12/23	sáb 6/1/24
13			Aprobación	7 días?	sáb 6/1/24	lun 15/1/24
14			Reunion Con Interesados	2 días	sáb 6/1/24	mar 9/1/24
15			Socialización	2 días	mar 9/1/24	jue 11/1/24
16			Aprobacion del Convenio	2 días	jue 11/1/24	sáb 13/1/24
17			Firma del Convenio	1 día?	sáb 13/1/24	lun 15/1/24
18			Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	32 días	lun 15/1/24	mié 21/2/24
19			Realización de TDRs	2 días	lun 15/1/24	mié 17/1/24
20			Publicación de TDRs	20 días	mié 17/1/24	vie 9/2/24
21			Apertura de Ofertas y Adjudicación	5 días	vie 9/2/24	jue 15/2/24
22			Firma de Contrato	5 días	jue 15/2/24	mié 21/2/24
23			Construcción	22 días?	mié 21/2/24	lun 18/3/24
24			Limpieza y Desinfección de Pozo	3 días	mié 21/2/24	sáb 24/2/24
25			Construcción de Estructura metálica	15 días	mié 21/2/24	sáb 9/3/24
26			Construcción de caseta de Bombeo	10 días	mié 21/2/24	lun 4/3/24
27			Instalación de paneles Solares	3 días	sáb 9/3/24	mié 13/3/24
28			Instalación de inversor	1 día?	mié 13/3/24	jue 14/3/24
29			Interconexión Eléctrica	2 días	jue 14/3/24	sáb 16/3/24
30			Pruebas de Puesta en Marcha	1 día?	sáb 16/3/24	lun 18/3/24
31			Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	8 días	lun 18/3/24	mié 27/3/24
32			Taller de operación y Mantenimiento	2 días	lun 18/3/24	mié 20/3/24
33			Taller de calidad de agua	1 día	mié 20/3/24	jue 21/3/24
34			Contabilidad básica	1 día	jue 21/3/24	vie 22/3/24
35			Leyes y Reglamentos	1 día	vie 22/3/24	sáb 23/3/24
36			Medio Ambiente y Recurso hidrico	1 día	sáb 23/3/24	lun 25/3/24
37			ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables	2 días	lun 25/3/24	mié 27/3/24
38			Entrega de Proyecto	3 días	mié 27/3/24	sáb 30/3/24
39			Encuesta de Evaluación	2 días	mié 27/3/24	vie 29/3/24
40			Actos de entrega	1 día	vie 29/3/24	sáb 30/3/24
41			Fin de Proyecto	0 días	sáb 2/12/23	sáb 2/12/23

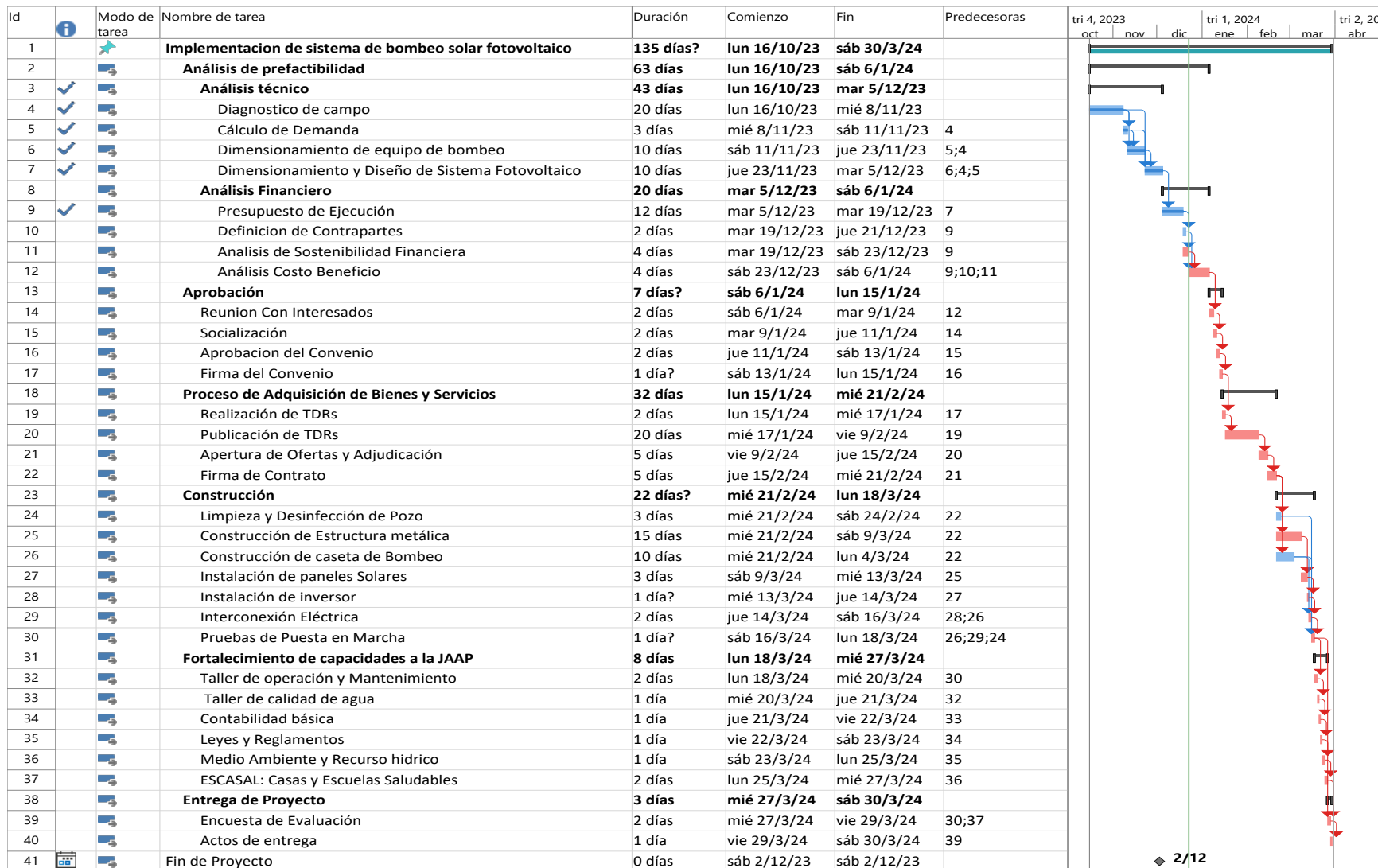
Fuente: Elaboración propia

6.3.2.3.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

Este proceso consiste en integrar los procesos anteriores, definir, y secuenciar actividades. Se determinan las fechas de comienzo y fin para cada una de las actividades planeadas, es un proceso iterativo porque es normal que se requiera de una o varias revisiones de los estimados de duración y recursos para desarrollar un cronograma de proyecto realista y aprobado, que servirá como línea de base con respecto al cual se medirá el avance real del proyecto.

En la siguiente grafica se muestran las actividades del proyecto, así como también, la ruta crítica del mismo, que está conformada por las actividades con cero días de holgura, el atraso en alguna de esas actividades provocará un desplazamiento en el fin del proyecto.

Figura 35. Diagrama de Gantt del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

6.3.2.4 GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

Este proceso permite planificar, estimar, presupuestar, gestionar la estimación del coste de las actividades del proyecto, permite construir el presupuesto y permite tener cierto control para poder asegurar que el proyecto se lleve acabado dentro del presupuesto aprobado. A continuación, se desarrolla el plan de gestión de los costos del proyecto.

6.3.2.4.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

En este proceso, se identifican las actividades o trabajos que se realizaran, y cuál será el costo de implementación del proyecto, también se deben definir los recursos del proyecto por medio de juicio de expertos, e histórico de otros proyectos, se deben documentar también los costos, definir cómo se establecerá el presupuesto del proyecto, como se controlará su progreso y los cambios del presupuesto.

Tabla 33. Plan de Gestión de los Costos

NOMBRE DEL PROYECTO			SIGLAS DEL PROYECTO	
Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés			SAPB-HN	
UNIDADES DE MEDIDA: UNIDADES DE MEDIDA A UTILIZAR, PARA ESTIMAR Y TRABAJAR CADA TIPO DE RECURSO.				
TIPO DE RECURSO			UNIDADES DE MEDIDA	
Recurso Personal			Costo / hora	
Recurso Consumible			Unidades Generales	
Recurso No Consumibles			Unidades Generales	
CUENTA DE CONTROL	ENTREGABLES	PRESUPUESTO	RESPONSABLE	FECHAS INICIO-FIN
USAO0115	5 fases	L800,000.00	Ing. Estefany Castellón	01/02/2024 al 30/03/2024
PLANIFICACIÓN GRADUAL:				
ETAPA	COMPONENTES DE PLANIFICACIÓN	FECHA DE EMISIÓN DE PRESUPUESTO	RESPONSABLE	
Análisis de costos de ejecución	Hitos y Actividades planificadas	12/12/2023	Ing. Jonathan Ávila	

Continuación Tabla 33.

MÉTODOS DE MEDICIÓN DE VALOR GANADO		
ALCANCE:	MÉTODO DE MEDICIÓN	MODO DE MEDICIÓN
A todo el Proyecto completo	Valor Acumulado – Curva S	Reporte de Trabajo Completado Semanal por _____
FORMULAS DE PRONÓSTICO DEL VALOR GANADO:		
TIPO DE PRONÓSTICO	FÓRMULA	MODO: QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO, DÓNDE
EAC variaciones típicas	$AC + (BAC - EV) / CPI$	Informe de Trabajo Completado Semanal
NIVELES DE ESTIMACIÓN Y DE CONTROL:		
TIPO DE ESTIMACIÓN DE COSTOS	NIVEL DE ESTIMACIÓN DE COSTOS	NIVEL DE CONTROL DE COSTOS
Orden de Magnitud	Por fase	Entregables
Presupuesto	Paquete de trabajo	Entregables
Definitiva	Paquete de trabajo	Entregables
PROCESOS DE GESTIÓN DE COSTOS:		
PROCESO DE GESTIÓN DE COSTOS	DESCRIPCIÓN: QUÉ, QUIÉN, CÓMO, CUÁNDO, DÓNDE, CON QUÉ	
Estimación de Costes	Los costos de los materiales y mano de obra a utilizar se basan en el costo más bajo de al menos 3 cotizaciones de diferentes proveedores.	
Preparación de su Presupuesto de Costes	El presupuesto del proyecto será documentado por Ing. Jonathan Ávila y aprobado por el patrocinador principal, Proyecto BHA Recovery	
Control de Costes	Cualquier discrepancia o variación en el presupuesto de los recursos deberá ser documentado y aprobado por el director del proyecto, Ing. Estefany Castellón. Cada variación debe ser notificada al patrocinador principal lo más pronto posible. Se tomará en consideración los siguientes criterios para las variaciones presupuestarias: Toda variación final dentro del +/- 5% del presupuesto será considerada como normal.	
SISTEMA DE CONTROL DE CAMBIOS DE COSTOS:		
Los patrocinadores, Proyecto BHA Recovery, el presidente de la junta de agua, La ing. Estefany Castellón, y El Ing. Jonathan Ávila: son los responsables de evaluar, aprobar o rechazar las propuestas de cambios.		
Los cambios urgentes pueden dificultar la normal ejecución del proyecto y no pueden esperar a la reunión por su carácter obligatorio, y el total no supera el 5% del presupuesto aprobado del proyecto, estos cambios urgentes serán automáticamente aprobados.		
Estos cambios deben hacerse públicos en la próxima reunión del equipo del proyecto. Se debe realizar una evaluación integral de todos los cambios de costos teniendo en cuenta los objetivos del proyecto y las compensaciones de la triple restricción.		
Los documentos que serán afectados o utilizados en el Control de Cambios de Costos son: - Solicitud de Cambios. - Acta de reunión de coordinación del proyecto. Plan del Proyecto (replanificación de todos los planes que sean afectados)		

En primera instancia el que tiene la potestad de resolver cualquier disputa relativa al tema es el director del proyecto, La ing. Estefany Castellon si está no puede ser resuelta por él, es el patrocinador, su gerente Ing. Francisco López, asume la responsabilidad.

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.4.2 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS

Consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar las actividades del proyecto. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto aumenta según avanza el proyecto, de manera que es un proceso iterativo.

Para el presente proyecto, el cálculo se basó en la estimación del costo de construcción de Sistema de Bombeo con Paneles Fotovoltaicos, el costo del proyecto en su fase de construcción de todo el sistema fotovoltaico es de L718,817.38, Donde la comunidad aportará el 20% y el proyecto BHA Recovery aportará el 80%.

En la etapa de análisis del Costo/Beneficio, que incluye el estudio técnico y financiero, el costo será de 0 lempiras, debido a que el trabajo de investigación, requisito previo a la investidura de máster, será donado a la Junta Administradora de Agua y al Proyecto BHA Recovery por parte de los autores de este.

Para el resto de las actividades, los costos para la realización de esta se ven desglosada en la tabla 34, contempla gastos de Materiales, Mano de Obra Calificada y Mano de Obra no Calificada entre otros gastos menores.

Tabla 34. Desglose de gastos y costos de las actividades del Proyecto

PRESUPUESTO DE SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA POTABLE CON PANELES FOTOVOLTAICO , EL BANANO, SAN MANUEL , CORTES.						
Descripción	Unidad	Cantida	Costo unitario	Costo total	Costo(Lps)	
Análisis de Factibilidad	unidad	1	0	0	L	-
Inversión SFV(\$/Wp) Incluye: Paneles solares, Inversor, Cableado, Panel de distribución Soportes de panel	WP	4600	\$ 0.85	\$ 3,910.00	L	96,498.80
Estructura soporte de paneles: Estructura metálica con marcos principales de tubo estructural, de 2"X4" y soportes verticales con tubo estructural 4"x4" apoyados en base de concreto, con marcos para los paneles con ángulo de 1-1/4"X1-1/4" reforzados, aplicación de pintura anticorrosiva. Mano de obra por montaje de paneles	Global	1	L 422,578.00		L	422,578.00
Cuarto de control		1	L 48,700.00		L	38,700.00
Sistema de clorificación			L 20,000.00		L	20,000.00
Mantenimiento de tanque de elevación y línea de impulsión					L	48,000.00
Limpieza y desinfección del pozo					L	40,000.00
Mantenimiento SFV(4 visitas al año)		4	\$ 30.80	\$ 123.20	L	3,040.58
Mano de obra no calificada	Jomal	40	400		L	16,000.00
Fortalecimiento de Capacidades	Capacitacion	6	4000		L	24,000.00
Cierre de proyecto	Global	1	10000		L	10,000.00
COSTO TOTAL DE LA INVERSIÓN					L	718,817.38

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, en la tabla 35, se muestran los costos por actividad del proyecto, haciendo un total de L. 718,817.38 (setecientos dieciocho mil ochocientos diecisiete lempiras con 38/100 centavos) costo que incluye únicamente la ejecución. Para cubrir los costos de actividades,

contingencia y logística se presupuesta que el proyecto tenga un costo total de inversión de L.800,000 (ochocientos mil lempiras exactos).

Tabla 35. Presupuesto de ejecución del proyecto

Nombre de tarea	Costo
Implementacion de sistema de bombeo solar fotovoltaico	L718,817.38
1. Análisis de prefactibilidad	L0.00
1.1. Análisis técnico	L0.00
1.1.2 Diagnostico de campo	L 0.00
1.1.3 Cálculo de Demanda	L 0.00
1.1.4 Dimensionamiento de equipo de bombeo	L 0.00
1.1.5 Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	L 0.00
1.2 Análisis Financiero	L0.00
1.2.1 Presupuesto de Ejecución	L 0.00
1.2.2 Definición de Contrapartes	L 0.00
1.2.3 Análisis de Sostenibilidad Financiera	L 0.00
1.2.4 Análisis Costo Beneficio	L 0.00
2 Aprobación	L0.00
2.1 Reunión Con Interesados	L 0.00
2.2 Socialización	L 0.00
2.3 Aprobación del Convenio	L 0.00
2.4 Firma del Convenio	L 0.00
3 Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	L500.00
3.1 Realización de TDRs	L 0.00
3.2 Publicación de TDRs	L 500.00
3.3 Apertura de Ofertas y Adjudicación	L 0.00
3.4 Firma de Contrato	L 0.00
4 Construcción	L684,317.38
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	L 88,000.00
4.2 Construcción de Estructura metálica	L 430,578.00
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	L 56,700.00
4.4 Instalación de paneles Solares	L 66,498.80
4.5 Instalación de inversor	L 20,000.00
4.6 Interconexión Eléctrica	L 10,000.00
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	L 12,540.58
5 Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	L24,000.00
5.1 Taller de operación y Mantenimiento	L 4,000.00
5.2 Taller de calidad de agua	L 4,000.00
5.3 Contabilidad básica	L 4,000.00
5.4 Leyes y Reglamentos	L 4,000.00
5.5 Medio Ambiente y Recurso hídrico	L 4,000.00
5.6 ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables	L 4,000.00
6 Entrega de Proyecto	L10,000.00
6.1 Encuesta de Evaluación	L 5,000.00
6.2 Actos de entrega	L 5,000.00
Fin de Proyecto	L 0.00

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.5 GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO

Planificar la gestión de la calidad es identificar y documentar los estándares y métricas para que el proyecto demuestre el cumplimiento con los mismos. La calidad se planifica, se diseña y se incorpora antes de que comience la ejecución del proyecto.

Tabla 36. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto

NOMBRE DEL PROYECTO:		Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés
DIRECTOR DEL PROYECTO:		Ing. Estefany Castellón
FECHA DE ELABORACIÓN:		12/12/2023
ELABORADO POR:		
NOMBRE	DESCRIPCIÓN	FECHA
. Ing. Estefany Castellón	. Director de proyecto	. Oficina de proyecto
. Ing. Jonathan Ávila	. Gerente de Obras	. Oficina de proyecto
. Ing. Francisco López	. Gerente de proyecto Recovery	.SPS

PROPÓSITO DEL PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

. El propósito del Plan de Gestión de la Calidad del proyecto del sistema de bombeo fotovoltaico en la comunidad de El Banano es establecer un marco detallado que guíe y garantice la implementación de prácticas y estándares de calidad en todas las fases del proyecto. Este plan busca asegurar que el sistema de bombeo fotovoltaico cumpla con los requisitos y expectativas definidos por los patrocinadores, incluyendo la comunidad de El Banano y otros actores relevantes.

ROLES Y RESPONSABILIDADES

ROL	RESPONSABILIDADES
. Gerente de Obras	<ul style="list-style-type: none"> - . Está encargado de elaborar el Plan de Gestión de Calidad. - Establecerá los criterios de aprobación, de calidad y sus correspondientes indicadores fundamentales. - Se encargará de aprobar las actividades

ABORDAJE PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

Describe como el equipo de trabajo implementará la calidad en el proyecto. Este plan busca el aseguramiento de la calidad y la mejora continua de los procesos de construcción de cada uno de los sistemas.

Integrará e involucra a todos los grupos para que asuman un papel significativo en el desarrollo y la entrega, de tal forma que todos participen en conjunto.

ABORDAJE PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Se le otorga al Gerente de obras, las facultades para ejecutar, revisar, plantear acciones preventivas o correctivas en los procesos del proyecto, así como se encargará de aprobar el manual de calidad y de los procedimientos operativos.

ABORDAJE PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD

- . Implementar inspecciones regulares durante todas las fases del proyecto para asegurar el cumplimiento de los estándares de construcción y las especificaciones del sistema fotovoltaico.
- . Realizar pruebas exhaustivas en cada componente del sistema, desde los paneles solares hasta el sistema de bombeo, para garantizar su correcto funcionamiento y rendimiento óptimo.
- . Establecer protocolos de supervisión efectiva para garantizar que los proveedores y contratistas cumplan con los estándares de calidad acordados, asegurando la entrega de materiales y servicios de alta calidad.
- . Mantener registros detallados de todas las actividades de construcción, pruebas y resultados escritos en Bitácoras.
- Proporcionar formación continua al personal involucrado en la construcción del sistema fotovoltaico
- Establecer un sistema de retroalimentación que permita la identificación de áreas de mejora
- Actualizar el plan de dirección de proyecto

ABORDAJE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

Se harán uso de herramientas estadísticas para la supervisión de la calidad, se harán uso de Histogramas – Pareto, así como revisión de cumplimiento de indicadores para los procesos del proyecto, esto conforme a se va desarrollando el proyecto, y en la revisión de desempeño previo a las auditorias.

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para el cumplimiento con éxito del proyecto. Se debe garantizar que estén disponibles los recursos adecuados para cuando lo necesiten tanto el director del proyecto como el equipo del proyecto.

6.3.2.6.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Este proceso se basa en la identificación y documentación de los recursos físicos, los roles de los miembros del equipo dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas, así como los materiales, equipos y suministros necesarios para ejecutar cada una de las actividades del proyecto. Para el caso de la implementación del sistema de bombeo se dividen en cinco responsables:

- Director del proyecto
- Gerente de obras
- Administrador
- Contratista de obras
- Junta de agua

Tabla 37. Planificación de los recursos por tareas

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO						
	Director del Proyecto	Gerente de Obras	Patrocinador Proyecto BHA Recovery	Junta de Agua	Administrador del Proyecto	Contratista de obras	Capacitador
1.1. Análisis técnico	x	x					
1.1.2 Diagnostico de campo	x	x					
1.1.3 Cálculo de Demanda	x	x					
1.1.4 Dimensionamiento de equipo de bombeo	x	x					
1.1.5 Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	x	x					
1.2 Análisis Financiero	x	x					
1.2.1 Presupuesto de Ejecución	x	x					
1.2.2 Definición de Contrapartes	x	x					

1.2.3 Análisis de Sostenibilidad Financiera	x	x					
1.2.4 Análisis Costo Beneficio	x	x					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Recursos en su etapa de Planificación

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO						
	Director del Proyecto	Gerente de Obras	Patrocinador Proyecto BHA Recovery	Junta de Agua	Administrador del Proyecto	Contratista de obras	Capacitador
2 aprobación	x		x	x			
2.1 Reunión Con Interesados	x		x	x			
2.2 Socialización	x		x	x			
2.3 aprobación del Convenio	x		x	x			
2.4 Firma del Convenio	x		x	x	x		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Planificación de los recursos en sus etapas de Ejecución.

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO						
	Director del Proyecto	Gerente de Obras	Patrocinador Proyecto BHA Recovery	Junta de Agua	Administrador del Proyecto	Contratista de obras	Capacitador

3.1 Realización de TDRs		x			x		
3.2 Publicación de TDRs					x		
3.3 Apertura de Ofertas y Adjudicación	x	x	x		x		
3.4 Firma de Contrato	x		x		x	x	
4. Construcción							
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo						x	
4.2 Construcción de Estructura metálica						x	
4.3 Construcción de caseta de Bombeo						x	
4.4 Instalación de paneles Solares						x	
4.5 Instalación de inversor						x	
4.6 Interconexión Eléctrica						x	
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha						x	
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP							x
5.1 Taller de operación y Mantenimiento							x
5.2 Taller de calidad de agua							x
5.3 Contabilidad básica							x
5.4 Leyes y Reglamentos							x
5.5 Medio Ambiente y Recurso hídrico							x
5.6 ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables							x

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Planificación de los recursos en su etapa de cierre.

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO						
	Director del Proyecto	Gerente de Obras	Patrocinador Proyecto BHA Recovery	Junta de Agua	Administrador del Proyecto	Contratista de obras	Capacitador
6.1 Encuesta de Evaluación	x		x	x			
6.2 Actos de entrega	x		x	x			
Fin de Proyecto							

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.6.2 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

En este proceso, se identifica la cantidad y características de los recursos necesarios para complementar las actividades, lo que permite estimar el costo y la duración de la manera más precisa. La duración de una actividad está condicionada por el número de recursos mínimos necesarios para llevarla a cabo y por el número de recursos disponibles para la realización de esta.

En la tabla 41 se muestran los materiales necesarios para la implementación del sistema Fotovoltaico, el cual será ejecutado con un contrato lleve en mano.

Tabla 41. Materiales necesarios para la construcción del sistema de bombeo solar Fotovoltaico

Actividades globales que incluyen materiales: para la implementación del sistema de bombeo solar Fotovoltaico		
Descripción	Columnal	Cantidad
Suministro e instalación de 10 Paneles solares, Inversor, Cableado, Panel de distribución Soportes de panel	Unidad	1
Estructura soporte de paneles: Estructura metálica con marcos principales de tubo estructural, de 2"X4" y soportes verticales con tubo estructural 4"x4" apoyados en base de concreto, con marcos para los paneles con ángulo de 1-1/4"X1-1/4" reforzados, aplicación de pintura anticorrosiva. Mano de obra por montaje de paneles	Global	1
Suministro e instalación de Sistema de cloración: clorinador y cubeta de cloro HTH	Global	1
Suministro de materiales y Mantenimiento de tanque de elevación y línea de impulsión: incluye suministro de materiales y mano de obra	Global	1
Suministro de materiales y realización de Limpieza y desinfección del pozo con Hipoclorito de calcio	Global	1

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los recursos humanos necesarios para la realización de cada una de las actividades del proyecto, se podrán observar en la tabla 42.

Tabla 42. Recurso humano necesario para la realización de las actividades del proyecto.

Inicio de implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico	Recurso Humano
1. Análisis de prefactibilidad	2 Project Manager
1.1. Análisis técnico	
1.1.2 Diagnostico de campo	2 Project Manager
1.1.3 Cálculo de Demanda	2 Project Manager
1.1.4 Dimensionamiento de equipo de bombeo	2 Project Manager
1.1.5 Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	2 Project Manager
1.2 Análisis Financiero	
1.2.1 Presupuesto de Ejecución	2 Project Manager

1.2.2 Definición de Contrapartes	2 Project Manager
1.2.3 Análisis de Sostenibilidad Financiera	2 Project Manager
1.2.4 Análisis Costo Beneficio	2 Project Manager
2. Aprobación	
2.1 Reunión Con Interesados	todos los interesados
2.2 Socialización	interesados con comunidad
2.3 Aprobación del Convenio	interesados proyecto
2.4 Firma del Convenio	interesados del proyecto
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	
3.1 Realización de TDRs	dos personas: Ingeniero y Administrador
3.2 Publicación de TDRs	una persona Administrador
3.3 Apertura de Ofertas y Adjudicación	4 personas: administrador, ingeniero, director de proyecto, patrocinador
3.4 Firma de Contrato	interesados
.4 Construcción	
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	4 personas: contratistas
4.2 Construcción de Estructura metálica	6 personas: contratistas
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	4 personas
4.4 Instalación de paneles Solares	4 personas
4.5 Instalación de inversor	2 personas
4.6 Interconexión Eléctrica	2 personas
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	3 personas
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	
5.1 Taller de operación y Mantenimiento	2 personas
5.2 Taller de calidad de agua	2 personas
5.3 Contabilidad básica	2 personas
5.4 Leyes y Reglamentos	2 personas
5.5 Medio Ambiente y Recurso hídrico	2 personas
5.6 ESCASAL: Casas y Escuelas Saludables	2 personas
6. Entrega de Proyecto	
6.1 Encuesta de Evaluación	2 personas
6.2 Actos de entrega	interesados
Fin de Proyecto	

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 40, para la etapa I solo es necesario dos personas que se encargan del estudio de factibilidad, en la parte de socialización y convenio allí participan todos

los interesados, esta actividad no genera costos por servicios, en el caso de la construcción aquí se hará un contrato de bienes y servicios se colocó un número de personas recomendadas, sin embargo, este número depende de las cuadrillas que el contratista ponga y del rendimiento de mano de obra de cada obrero. Para las capacitaciones solo serán necesarias dos personas con perfil de técnicos en agua y saneamiento y que conozcan la normativa hondureña y la Ley marco del Sector Agua Potable.

6.3.2.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

Según el PMI (2017), la gestión de la comunicación del proyecto, incluye los procesos necesarios para la recopilación, la distribución, el almacenamiento, y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos. Una comunicación eficaz crea un puente entre los diferentes interesados involucrados en un proyecto en la ejecución o resultado del proyecto.

6.3.2.7.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

El propósito de planificar la gestión de la comunicación es determinar las necesidades y requerimientos de información de las partes relacionadas, para poder determinar cómo se realizará la comunicación.

Tabla 43. Matriz de Comunicaciones del Proyecto

Código de WBS	Información	Contenido	Formato	Nivel de Detalle	Responsable de Comunicar	Grupo Receptor	Metodología o tecnología	Frecuencia de comunicación
1.1.	Análisis técnico	Diagnóstico de campo, Cálculo de Demanda, Dimensionamiento de equipo de bombeo, Dimensionamiento y Diseño de Sistema Fotovoltaico	Plan de ejecución del proyecto	Alto	Director del proyecto	Patrocinador, ingeniero de obras, junta de agua	Documento en físico, Expediente técnico	una vez
1.2	Análisis Financiero	Presupuesto de Ejecución, Definición de Contrapartes, Análisis de Sostenibilidad Financiera, Análisis Costo Beneficio	Plan de ejecución del proyecto	Alto	Director del proyecto	Patrocinador, ingeniero de obras, junta de agua	Documento en físico, Expediente técnico	una vez
2	Aprobación	Aprobación del Convenio,	Plan de ejecución del proyecto	Alto	Patrocinador	Director de proyecto, ingeniero de obras, junta de agua	Documento digital	una vez
2.4	Firma de Convenio	Convenio estructurado	Plan de ejecución del proyecto	Alto	Administrador	Patrocinador, director, JAAP	Documento impreso	una vez
3	Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	TDRs, Publicación de TDRs, Apertura de Ofertas y Adjudicación, Firma de Contrato	Plan de ejecución del proyecto	Alto	Administrador	Director de proyecto, Patrocinador, Junta de agua	Documento digital	dos veces por semana

4	Construcción	informe de actividades realizadas: Limpieza y Desinfección de Pozo, Construcción de Estructura metálica, Construcción de caseta de Bombeo, Instalación de paneles Solares, Instalación de inversor, Interconexión Eléctrica, Pruebas de Puesta en Marcha	Plan de ejecución del proyecto	Media	Ingeniero de Proyectos	Director de proyecto, Patrocinador, Junta de agua	Documento digital e impreso: informe técnico de avances	dos veces por semana
5	Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	informe de avance de Talleres varios	Plan de ejecución del proyecto	Medio	Director de Proyecto	Patrocinador,	Documento digital e impreso	una vez por semana
6	Entrega de Proyecto	Encuesta de Evaluación, Actos de entrega	Cierre de proyecto	Medio	Director de Proyecto	Patrocinador, Junta de agua	Documento digital	una vez
Fin de Proyecto								

Fuente: Elaboración propi

6.3.2.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

Este proceso se basa en aumentar la probabilidad y el impacto de las contingencias positivas y disminuir las probabilidad e impacto de las contingencias negativas sobre el cumplimiento de alguno de los objetivos del proyecto. Se deben adoptar estrategias adecuadas para darle respuesta ante cualquier contingencia que pueda presentarse, y evaluar también la efectividad de las respuestas aplicadas a los riesgos que se han planteado, se deben identificar los riesgos potenciales y estar atentos a la aparición de nuevos riesgos.

6.3.2.8.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS

Este proceso se refiere a determinar las actividades que agrupan las acciones que hay que realizar para gestionar los riesgos de un proyecto. A continuación, se presenta el plan de gestión de los riesgos para el proyecto de Implementación de Sistema de Bombeo Fotovoltaico

Tabla 44. Plan de Gestión de los Riesgos

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles fotovoltaicos en la comunidad		SAPB-HN	
METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Planificación de Gestión de los Riesgos	Elaborar Plan de Gestión de los Riesgos	<i>Guía del PMBOK</i> [®] PMI	Patrocinadores, director del proyecto y equipo de proyecto
Identificación de	Identificar que riesgos pueden afectar el proyecto y documentar sus características	Lista de riesgos	Patrocinadores, director del proyecto y equipo de proyecto y archivos históricos de proyectos
Análisis Cualitativo de Riesgos	Evaluar probabilidad e impacto Establecer ranking de importancia	Definición de probabilidad e impacto Matriz de Probabilidad e Impacto	Patrocinadores, director de proyectos y equipo de proyecto
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Evaluar probabilidad e impacto Establecer ranking de importancia	Definición de probabilidad e impacto Matriz de Probabilidad e Impacto	Patrocinadores, director de proyectos y equipo de proyecto
Planificación de Respuesta a los	Definir respuesta a riesgos Planificar ejecución de respuestas		Sponsor y usuarios. PM y equipo de proyecto Archivos históricos de

Continuación Tabla 44.

ROLES Y RESPONSABILIDADES DE GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	ROLES	PERSONAS	RESPONSABILIDADES
Planificación de Gestión de los Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Identificación de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Análisis Cualitativo de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	No aplica
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
PERIODICIDAD DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	MOMENTO DE EJECUCIÓN	ENTREGABLE DEL W B S	PERIODICIDAD DE EJECUCIÓN
Planificación de Gestión de los Riesgos	Al inicio del proyecto	1.1 Análisis de Factibilidad	Una vez
Identificación de Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.1 Análisis de Factibilidad	Una vez Semanal
Análisis Cualitativo de Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.1 Análisis de Factibilidad	Una vez Semanal
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.1 Análisis de Factibilidad	Una vez Semanal
Seguimiento y Control del Riesgos	En cada fase del proyecto	1.4 Construcción	Semanal
FORMATOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
Planificación de Gestión de los Riesgos		Plan de Gestión de Riesgos	
Identificación de Riesgos		Identificación y Evaluación Cualitativa de Riesgos	
Análisis Cualitativo de Riesgos		Identificación y Evaluación Cualitativa de Riesgos	
Planificación de Respuesta a los Riesgos		Plan de Respuesta a Riesgos	

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.8.2 IDENTIFICAR LOS RIESGOS

Al tener establecido el plan de gestión de riesgos del proyecto, se procede a identificar los riesgos que puedan afectar al proyecto y se documentan sus características, este proceso es iterativo, que se debe ir actualizando en cada uno de los procesos de la gestión de los riesgos, debido a que los riesgos pueden variar o verse modificado a medida que vaya avanzando a lo largo de su ciclo de vida (PMI, 2017)

Tabla 45. Identificación de los riesgos del proyecto.

Actividades	Descripción
Inicio de Implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico	
1. Análisis de prefactibilidad	
1.1. Análisis técnico	Riesgo de subestimar la complejidad técnica del proyecto, lo que podría llevar a soluciones no óptimas o a la necesidad de ajustes significativos durante la implementación.
1.2 Análisis Financiero	Riesgo de no considerar todos los costos asociados, como mantenimiento a largo plazo, lo que podría afectar la viabilidad financiera del proyecto.
2. Aprobación	Demoras en la obtención de aprobaciones debido a cambios en la normativa o a procesos burocráticos, afectando el inicio del proyecto.
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	Riesgo de no encontrar proveedores de mano de obra y que las ofertas sobrepasen el presupuesto base
4 construcción	
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	Riesgo de encontrar contaminantes inesperados en el pozo que podrían requerir acciones correctivas adicionales
4.2 Construcción de Estructura metálica	Riesgo de retrasos debido a condiciones climáticas adversas o a problemas logísticos en la entrega de materiales.
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	Atrasos en la construcción debido a cambios climáticos
4.4 Instalación de paneles Solares	Riesgo de daño durante el transporte o la instalación de los paneles solares, lo que podría afectar su rendimiento
4.5 Instalación de inversor	Riesgo de incompatibilidad entre el inversor y otros componentes del sistema
4.6 Interconexión Eléctrica	Riesgo de fallos eléctricos durante la interconexión que podrían afectar la integridad del sistema

4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	Riesgo de encontrar problemas durante las pruebas que requieran correcciones o ajustes adicionales.
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	Resistencia o falta de participación por parte de la Junta Administradora de Agua en el proceso de capacitación.
6. Entrega de Proyecto	Riesgo de no realizar una revisión exhaustiva de todos los aspectos del proyecto antes del cierre, lo que podría dejar problemas no resueltos
6.1 Encuesta de Evaluación	Riesgo de obtener respuestas sesgadas en las encuestas de evaluación que no reflejen con precisión el impacto del proyecto.
Fin de Proyecto	

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.8.3 REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS

Consiste en priorizar los riesgos identificados en el caso que se presenten para poder realizar otros análisis posteriores, se toma en consideración la probabilidad de que ocurra el riesgo y el impacto de que los mismos puedan tener en el proyecto.

Tabla 46. Criterios de Evaluación del Riesgo - Escala de Color

ESCALA DEL RIESGO PARA LA PROBABILIDAD Y LA GRAVEDAD DE IMPACTO	ALTO	0.61-100
	MODERADO	0.31-0.6
	BAJO	0-30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Análisis Cualitativo de los Riesgos

Actividades	Descripción	Probabilidad	Impacto
Implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico			
1. Análisis de prefactibilidad			
1.1. Análisis técnico	Riesgo de calcular mal los dimensionamientos, lo que podría llevar a soluciones no óptimas o a la necesidad de ajustes significativos durante la implementación.	Moderado	Alto

1.2 Análisis Financiero	Riesgo de no considerar todos los costos asociados, como mantenimiento a largo plazo, lo que podría afectar la viabilidad financiera del proyecto.	Moderado	Alto
2. Aprobación	Demoras en la obtención de aprobaciones debido a cambios en la normativa o a procesos burocráticos, afectando el inicio del proyecto.	Bajo	Moderado
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	Riesgo de no encontrar proveedores de mano de obra y que las ofertas sobrepasen el presupuesto base	Bajo	Alto
4. Construcción			
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	Riesgo de encontrar contaminantes inesperados en el pozo que podrían requerir acciones correctivas adicionales	Bajo	Alto
4.2 Construcción de Estructura metálica	Riesgo de retrasos debido a condiciones climáticas adversas o a problemas logísticos en la entrega de materiales.	Moderado	Moderado
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	Atrasos en la construcción debido a cambios climáticos	Moderado	Moderado
4.4 Instalación de paneles Solares	Riesgo de daño durante el transporte o la instalación de los paneles solares, lo que podría afectar su rendimiento	Bajo	Alto
4.5 Instalación de inversor	Riesgo de incompatibilidad entre el inversor y otros componentes del sistema	Bajo	Moderado
4.6 Interconexión Eléctrica	Riesgo de fallos eléctricos durante la interconexión que podrían afectar la integridad del sistema	Bajo	Alto
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	Riesgo de encontrar problemas durante las pruebas que requieran correcciones o ajustes adicionales.	Moderado	Alto
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	Resistencia o falta de participación por parte de la Junta Administradora de Agua en el proceso de capacitación.	Bajo	Moderado
6. Entrega de Proyecto	Riesgo de no realizar una revisión exhaustiva de todos los aspectos del proyecto antes del cierre, lo que podría dejar problemas no resueltos	Bajo	Alto
6.1 Encuesta de Evaluación	Riesgo de obtener respuestas sesgadas en las encuestas de evaluación que no reflejen con precisión el impacto del proyecto.	Bajo	Moderado

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.8.4 REALIZAR EL ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LOS RIESGOS

Incluye determinar todas las posibles situaciones inesperadas que pueden ocurrir en la ejecución del proyecto, calculando cada riesgo causado por la gravedad de las consecuencias causadas por la frecuencia de ocurrencia, y el representante de los riesgos globales.

A continuación, se muestra la consideración del análisis cuantitativo de los riesgos y su ubicación según la escala de categorización del riesgo.

Tabla 48. Escala de categorización del riesgo

ESCALA DE CATEGORIZACION DEL RIESGO	ALTO	≥ 0.30
	MODERADO]0.15-0.29[
	BAJO]0,0.14[

Fuente: Elaboración propia

Se observa los criterios para determinar en qué nivel se encuentra el riesgo, alto, moderado o bajo, en la siguiente tabla se realiza la categorización para cada actividad.

Tabla 49. Análisis Cuantitativo de los Riesgos.

Actividades	Descripción	Probabilidad	Impacto	Ponderación	ESCALA DE COLOR
Inicio de Implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico					
1. Análisis de prefactibilidad					
1.1. Análisis técnico	Riesgo de calcular mal los dimensionamientos, lo que podría llevar a soluciones no óptimas o a la necesidad de ajustes significativos durante la implementación.	0.35	0.9	0.32	
1.2 Análisis Financiero	Riesgo de no considerar todos los costos asociados, como mantenimiento a largo plazo, lo que podría afectar la viabilidad financiera del proyecto.	0.35	0.7	0.25	
2. Aprobación	Demoras en la obtención de aprobaciones debido a cambios en la normativa o a procesos	0.14	0.29	0.04	

	burocráticos, afectando el inicio del proyecto.				
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	Riesgo de no encontrar proveedores de mano de obra y que las ofertas sobrepasen el presupuesto base	0.14	0.9	0.13	
4. Construcción					
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	Riesgo de encontrar contaminantes inesperados en el pozo que podrían requerir acciones correctivas adicionales	0.14	0.9	0.13	
4.2 Construcción de Estructura metálica	Riesgo de retrasos debido a condiciones climáticas adversas o a problemas logísticos en la entrega de materiales.	0.29	0.2	0.06	
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	Atrasos en la construcción debido a cambios climáticos	0.29	0.29	0.08	
4.4 Instalación de paneles Solares	Riesgo de daño durante el transporte o la instalación de los paneles solares, lo que podría afectar su rendimiento	0.14	0.9	0.13	
4.5 Instalación de inversor	Riesgo de incompatibilidad entre el inversor y otros componentes del sistema	0.14	0.29	0.04	
4.6 Interconexión Eléctrica	Riesgo de fallos eléctricos durante la interconexión que podrían afectar la integridad del sistema	0.14	0.9	0.13	
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	Riesgo de encontrar problemas durante las pruebas que requieran correcciones o ajustes adicionales.	0.29	0.9	0.26	
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	Resistencia o falta de participación por parte de la Junta Administradora de Agua en el proceso de capacitación.	0.14	0.29	0.04	
6. Entrega de Proyecto	Riesgo de no realizar una revisión exhaustiva de todos los aspectos del proyecto antes del cierre, lo que podría dejar problemas no resueltos	0.14	0.9	0.13	
6.1 Encuesta de Evaluación	Riesgo de obtener respuestas sesgadas en las encuestas de evaluación que no reflejen con precisión el impacto del proyecto.	0.14	0.29	0.04	

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.8.5 PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS

Según el PMI (2017), la planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso de desarrollar opciones, determinar estrategias y definir las acciones para abordar la exposición

general al riesgo del proyecto, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto. Este proceso identifica la forma correcta para abordar los riesgos, generales y específicos del proyecto. A continuación, se presenta la respuesta a cada uno de los riesgos identificados en el proyecto.

Tabla 50. Respuesta a los Riesgos.

Actividades	Descripción	Plan de Contingencia	Costo
Inicio de Implementación de sistema de bombeo solar fotovoltaico			
1. Análisis de prefactibilidad			
1.1. Análisis técnico	Riesgo de calcular mal los dimensionamientos, lo que podría llevar a soluciones no óptimas o a la necesidad de ajustes significativos durante la implementación.	Hacer revisiones exhaustivas, tomar en cuenta todas las dimensiones involucradas y considerar el uso de softwares de diseño asistido y revisión por expertos	L.5000.00
1.2 Análisis Financiero	Riesgo de no considerar todos los costos asociados, como mantenimiento a largo plazo, lo que podría afectar la viabilidad financiera del proyecto.	Hacer presupuesto por actividad y por insumos, además de solicitar precios a proveedores	
2. Aprobación	Demoras en la obtención de aprobaciones debido a cambios en la normativa o a procesos burocráticos, afectando el inicio del proyecto.	Enviar tiempo de anticipación la aprobación y utilizar los canales de intermediarios adecuados.	
3. Proceso de Adquisición de Bienes y Servicios	Riesgo de no encontrar proveedores de mano de obra y que las ofertas sobrepasen el presupuesto base	Publicar los procesos en páginas de mayor difusión, redes sociales y periódicos,	L.1000.00
4. Construcción			
4.1 Limpieza y Desinfección de Pozo	Riesgo de encontrar contaminantes inesperados en el pozo que podrían requerir acciones correctivas adicionales	solicitar análisis de calidad de agua a la Junta administradora, previo al inicio del proyecto	L 4000.00
4.2 Construcción de Estructura metálica	Riesgo de retrasos debido a condiciones climáticas adversas o a problemas logísticos en la entrega de materiales.	Duplicar cuadrillas de trabajo cuando las condiciones climáticas mejores	L.5000.00
4.3 Construcción de caseta de Bombeo	Atrasos en la construcción debido a cambios climáticos	Duplicar cuadrillas de trabajo cuando las condiciones climáticas mejores	L.5000.00

4.4 Instalación de paneles Solares	Riesgo de daño durante el transporte o la instalación de los paneles solares, lo que podría afectar su rendimiento	Colocar clausula en el contrato que EL proveedor debe descargar los materiales hasta el sitio de obra, el manejo de los mismo son responsabilidad de ellos	
4.5 Instalación de inversor	Riesgo de incompatibilidad entre el inversor y otros componentes del sistema	Revisar parámetros de diseños y realizar pruebas previas	
4.6 Interconexión Eléctrica	Riesgo de fallos eléctricos durante la interconexión que podrían afectar la integridad del sistema	Revisar previamente las conexiones eléctricas	
4.7 Pruebas de Puesta en Marcha	Riesgo de encontrar problemas durante las pruebas que requieran correcciones o ajustes adicionales.	Llevar un control de calidad y supervisión de los procesos y solicitar garantías de los equipos a los proveedores	
5. Fortalecimiento de capacidades a la JAAP	Resistencia o falta de participación por parte de la Junta Administradora de Agua en el proceso de capacitación.	Identificar razones porque los miembros no desean asistir y colocar en el convenio que es compromiso comunitario	
6. Entrega de Proyecto	Riesgo de no realizar una revisión exhaustiva de todos los aspectos del proyecto antes del cierre, lo que podría dejar problemas no resueltos	Realizar auditoria y cierre de evaluación del proyecto	
6.1 Encuesta de Evaluación	Riesgo de obtener respuestas sesgadas en las encuestas de evaluación que no reflejen con precisión el impacto del proyecto.	Hacer una socialización al inicio del proyecto con todos los beneficiarios para que comprendan todo el alcance	

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

Son las gestiones realizadas para comprar los productos, servicios o resultados que se necesitan para el desarrollo con éxito del proyecto. En este proceso, el departamento de compras adquiere mayor relevancia, debido a que deben realizar las compras en tiempo y forma. En este proceso se define cual es el tipo de contrato que más se acopla a las características el proyecto.

6.3.2.9.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

Consiste en documentar las decisiones de compra para el proyecto para el proyecto, especificar la forma de hacerlo e identificar posibles vendedores. También se identifica quien es el responsable de obtener o ser el titular de permisos y licencias profesionales relevantes que puedan ser solicitados por la legislación, alguna regulación o política de la organización para ejecutar el proyecto. (PMI, 2017)

En la tabla 51, se muestra el plan de gestión de las adquisiciones del proyecto.

Tabla 51. Plan de Gestión de las adquisiciones del proyecto.

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
Implementación de sistema de bombeo de agua potable con paneles solares fotovoltaicos en la comunidad de El Banano, San Manuel Cortés	SAPB-HN
PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR PARA SEGUIR: PROCEDIMIENTOS DE ADQUISICIÓN QUE SE DEBEN SEGUIR.	
<ul style="list-style-type: none"> - Para iniciar el proceso de adquisiciones se debe tener previamente la aprobación de convenio de construcción, donde está aprobado el presupuesto y las actividades a realizar cuando se tiene este documento se procede a iniciar el proceso Llave en Mano: - El administrador en conjunto con el director de proyecto procede a realizar los términos de referencia de Bienes y servicios. - El administrador publica el TDRs en plataformas de alta difusión dando un mínimo de 15 días para la entrega de ofertas y enviando invitación al banco de consultores. - Se reciben las ofertas en sobre sellado 	
<ul style="list-style-type: none"> - Para apertura ofertas y que el proceso sea válido, debe haber un mínimo de tres proveedores participando en el concurso, en reunión con comité de apertura (donde participan los interesados y el equipo técnico) se abren al mismo tiempo las ofertas, se analizan técnicamente, financieramente y los documentos legales en las ofertas. - Se adjudica un ganador que tenga la mejor oferta dentro de los criterios técnicos (experiencia, capacidad instalada, calidad de los servicios) y financieros (oferta económica competitiva, estados de cuenta rentables, garantías bancarias) y cumpla con la regulación legal de los contratistas como tener RTN, inscrito en el régimen de pago a cuentas, permisos de operación etc. - Adjudicado el proveedor, se negocia la forma de pago - Aceptada la negociación se procede a emitir la orden de compra y firma de contrato. 	
COORDINACIÓN CON OTROS ASPECTOS DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO:	
<p>Los contratos deben se planificaron para que den inicio en la fecha 30 de enero de 2024, y de esta forma cumplir con el tiempo establecido en cronograma.</p> <p>Se coordina con la Junta Administradora de agua para realizar las visitas programadas en términos de referencia.</p>	

COORDINACIÓN CON LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE LOS PROVEEDORES:

. Los proveedores que quieran participar en el proceso deben realizar una visita de inspección al sitio de obra previo a la entrega de las ofertas.

El proveedor adjudicado será notificado por la administración y tendrá 7 días para presentar la garantía de cumplimiento de contrato, y se le dan una ventana de 7 días más para la firma del contrato, en total 15 días donde se prepara la documentación antes de dar el inicio de obra.

-En la negociación de la forma de pago se permitirá el desembolso de anticipo de por obras, un segundo pago según estimación y el ultimo y tercer pago al entregar la obra a satisfacción del cliente.

-Al final se retendrá un 5% por calidad de obra (que será válida el desembolso 6 meses después de entregada la obra).

RESTRICCIONES Y SUPUESTOS: QUE PUEDAN AFECTAR LAS ADQUISICIONES PLANIFICADAS Y POR LO TANTO EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.

Las restricciones y/o supuestos que han sido identificados y que pueden afectar las adquisiciones del proyecto son las siguientes:

- Solicitudes de cambio en el presupuesto del proyecto, debido a la modificación de los precios en la cotización o que la cotización ha sido emitida por un período de validez el cual concluyó.
- Se asume que la probabilidad de modificación del cronograma es mínima, pues esto conlleva a renegociar el contrato durante el desarrollo del servicio con todos los proveedores.

MÉTRICAS: MÉTRICAS DE ADQUISICIÓN A SER USADAS PARA GESTIONAR Y EVALUAR PROVEEDORES.

Se tomarán como referencia para evaluar los proveedores, los tiempos de repuesta, tiempo de entrega de los materiales, disponibilidad de los materiales cuando se necesitan.

Fuente: Elaboración propia

6.3.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

El PMI (2017) menciona que gestionar las comunicaciones se hace con el fin de satisfacer las necesidades de los interesados en el proyecto y resolver polémicas con ellos. Gestionar activamente a los interesados aumenta la probabilidad de que el proyecto no se desvíe de su curso, debido a polémicas sin resolver con los interesados, mejora la capacidad de las personas de trabajar de forma sinérgica y limita las interrupciones durante el proyecto.

6.3.2.10.1 PLANIFICAR EL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS

El planificar el involucramiento de las partes interesadas implica el desarrollo de estrategias de gestión adecuadas para que puedan participar eficazmente durante todo el ciclo de vida del proyecto. Para lograrlo, se debe hacer un análisis de sus necesidades, intereses y potencial impacto en el éxito del proyecto. El plan de gestión de las partes interesadas determina cómo afectará el proyecto a las partes interesadas. A su vez, esto le permite al director del proyecto

desarrollar estrategias para participar efectivamente en el proyecto, gestione sus expectativas y logre los objetivos del proyecto.

Tabla 52. Involucramiento de los interesados del proyecto.

Poder/Influencia	
Bajo/Alto- Mantener satisfecho -Pobladores de la comunidad de EL Banano, San Manuel, Cortés,	Alto/Alto – Gestionar de cerca . Estefany Castellón (director de Proyecto) Jonathan Ávila (Ingeniero de obras) Francisco López (Gerente proyecto BHA - Recovery)
Bajo/Bajo – Monitorear . Junta administradora de Agua.	Bajo/Alto – Mantener informado . Alcaldía Municipal de San Manuel

Fuente: Elaboración propia

Como lo plantea la tabla 52, los interesados se encuentran clasificados considerando su poder y su interés dentro del proyecto.

Tabla 53. Matriz de interesados del proyecto.

Nombre	Cargo	Rol en el proyecto	Información de contacto	Expectativas	Influencia	Clasificación de la influencia	Fecha de actualización
Estefany castellon	Director de proyectos	Dirigir y coordinar a los equipos involucrados en la implementación asegurando una comunicación efectiva y una colaboración cohesionada	e.castellon@unitec.edu	Gua al equipo para lograr la implementación exitosa del sistema de bombeo fotovoltaico cumpliendo con los objetivos establecidos y dentro de los plazos	alta	Gestion cercana	12 diciembre de 2023
Jonathan Avila	Ingeniero de Obras	Supervisar las obras, así como coordinar la asignación eficiente de los recursos humanos y financieros	Jonathan.Avila@unitec.edu	Garantizar que todas las fases de construcción cumplan con los costos, calidad y coordine los trabajos con el contratista que asegure que los objetivos del proyecto estén alineados con la visión y misión de la organización	alta	Gestion cercana	12 diciembre de 2023
Francisco Lopez	Gerente de proyecto BHA-Recovery	Autorizar la asignación de recursos necesarios, coordinar entre interesados		que coordine con la comunidad el recurso humano para la obra no calificada y asegure la contrapartida comunitaria	bajo	Gestion cercana	12 diciembre de 2023
Gloria Reyes Hernández	Presidente de Junta de Agua	Monitorear Gestionar Recurso humano para el avance de obra y coordinar entre interesados		Gestione procesos legales bajo normativa, de agua, y ambiente	bajo	Gestion cercana	12 diciembre de 2023
Alcaldía Municipal	Alcalde	Velar por el cumplimiento de las obras bajo normativa		Brindar mano de obra no calificada	bajo	Gestion cercana	12 diciembre de 2023
Habitantes de El Banano	Abonados	Gestionar apoyo					

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco Central de Honduras. (2023). *INDICES DE PRECIOS AL CONSUMIDOR*. Recuperado el noviembre de 2023, de <https://www.bch.hn/estadisticos/GIE/LIBIPC/%C3%8Dndice%20de%20Precios%20al%20Consumidor%20Octubre%202023.pdf>

Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2011). *Evaluación para sistemas de bombeo de agua*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://publications.iadb.org/es/publicacion/13619/evaluacion-para-sistemas-de-bombeo-de-agua-manual-de-mantenimiento>

Barberá Santos, D. (2023). *Introducción a la energía fotovoltaica*.

Cerna, A. S. (2019). *Energías Renovables en Honduras*.

Comisión Reguladora de Energía Eléctrica. (2023). *cree.gob*. Obtenido de cree.gob: <https://www.cree.gob.hn/tarifas-vigentes-enee/>

CONASA. (2021). *Diagnóstico y análisis de la situación de los servicios de agua potable y saneamiento en Honduras*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://conasa.hn/files/33/PLANASA/407/3-Diagnostico-Servicios-APSPLANASA.pdf>

COPECO. (2017). *Plan Municipal de Gestión de Riesgo y Propuesta de Zonificación Territorial*.

San Manuel, Cortés. Recuperado el Noviembre de 2023

DELGADO, G. V., MORÁN, S. M., & REINA, S. S. (2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE BOMBEO FOTOVOLTAICO*. Tesis, Santa Ana.

DÍAZ MC LAUGHLIN, Z. A. (2022). *PREFACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA HÍBRIDO FOTOVOLTAICO Y ENERGÍA TÉRMICA POR MEDIO DEL USO DE LOS INVERSORES RSI GRUNDFOS (RENEWABLE SOLAR INVERTER) Y EL POWERADAPT*. La Lima.

ECODES. (2023). *ECODES-Tiempo de actuar*. Obtenido de <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/medicion-y-evaluacion-de-impacto/sroi-metodologia-para-la-medicion-del-impacto-social-ambiental-y-socioeconomico>

EcoInventos_Green technology. (29 de septiembre de 2022). *EcoInventos_Green technology*. Obtenido de EcoInventos_Green technology: <https://ecoinventos.com/tejas-solares-fotovoltaicas/>

Energy5. (17 de Noviembre de 2023). Paneles solares en el diseño urbano que promueven comunidades sostenibles.

Energy5_your way. (5 de Diciembre de 2023). *Energy5_your way*. Obtenido de Energy5_your way: <https://energy5.com/es/tecnologias-solares-inteligentes-de-vanguardia-que-estan-impulsando-la-eficiencia-de-la-energia-solar>

Ente Operador Regional del Mercado Eléctrico de America. (2023). *Planteamiento Operativo de América Central 2023-2024*.

Falck, M., Sanders, A., & Zelaya, R. (2004). *Análisis de la sostenibilidad en sistemas de agua y saneamiento en el área rural de Honduras*. Valle de Yeguaré.

Ferra Borgoñoz, A. (2022). *Diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una nave industrial en el sector de la construcción*.

Fondo de Cooperación para agua y saneamiento. (2020). *Honduras: Infraestructura, gestión del recurso hídrico y fortalecimiento institucional*.

Fonseca, R., Sierra, L. A., & Barrera, J. A. (2023). Centroamérica : Líder en energías renovables y demanda de datos. *Estrategia y Negocios*.

Fundación AQUAE. (2021). *¿Qué es la energía solar?*

Generalitat de Catalunya. (4 de Mayo de 2023). *Cambio Climático*. Obtenido de Cambio

Climático:

https://canviclimatic.gencat.cat/es/actua/factors_demissio_associats_a_lenergia/index.html

Guzmán Benavides, M. (21 de Marzo de 2023). *Programa Estado de la Nación*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://estadonacion.or.cr/dia-mundial-del-agua/>

Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*, 6ta. ed. McGrawHill.

IEC . (2011). *IEC 62253 Norma internacional. Sistemas de bombeo fotovoltaico. Clasificación de diseño y mediciones de rendimiento*. Ginebra, Suiza.

International Renewable Energy Agency[IRENA]. (2019). *COSTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE EN 2019*.

IRC. (2017). *Sistematización de Programas de Agua y Saneamiento en Zonas Rurales Dispersas en Honduras*. The Hague. Recuperado el diciembre de 2023, de https://es.ircwash.org/sites/default/files/informe_sistematizacion_experiencias_final.pdf

LA PRENSA. (08 de Agosto de 2023). Regresan los apagones a San Manuel Cortés. San Manuel, Cortés, Honduras. Obtenido de https://www.laprensa.hn/honduras/honduras-apagones-energia-san_manuel-cortes-honduras-LL14796836

Mata Solis, L. D. (2019). *Investigalia*. Obtenido de <https://investigaliacr.com/investigacion/disenos-de-investigaciones-con-enfoque-cuantitativo-de-tipo-no-experimental/>

MINISTERIO DE SALUD DE HONDURAS. (1995). *NORMA TÉCNICA NACIONAL PARA LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE* . TEGUCIGALPA.

Morán, D. G. (19 de Diciembre de 2022). *SOTYSOLAR*. Obtenido de <https://sotysolar.es/blog/que-son-los-inversores-fotovoltaicos>

Naciones Unidad [ONU]. (2023).

Naciones Unidas & CEPAL. (2021). *Evaluación de los efectos e impactos causados por la tormenta tropical Eta y el huracán Iota en Honduras*. BID. Recuperado el 2023, de <https://www.cepal.org/es/publicaciones/46853-evaluacion-efectos-impactos-causados-la-tormenta-tropical-eta-huracan-iota>

Naciones Unidas. (2023). *Acción por el Clima*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://www.un.org/es/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>

Nandwani, S. S. (2005). *ENERGIA SOLAR- CONCEPTOS BASICOS Y SU UTILIZACION*.

NATIONAL GEOGRAPHIC. (2022). *Medio Ambiente*. Recuperado el 2023, de <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-solar>

Norori, C. (2021). *Situación actual del agua en Centro America*.

Norori, C. (2022). *Seguridad Hídrica. Una tarea de todos*.

Organización Latinoamericana de Energía [OLADE]. (26 de julio de 2022). *OLADE*. Recuperado el octubre de 2023, de <https://www.olade.org/noticias/ranking-mundial-de-generacion-electrica-renovable-y-el-avance-de-la-region/>

Organización Panamericana de la Salud, A. D. (2005). *GUÍAS PARA EL DISEÑO DE ESTACIONES DE BOMBEO*. Lima.

PACHECO, K. I. (2021). *PREFACTIBILIDAD DE UN SISTEMA DE BOMBEO Y GENERACIÓN ELÉCTRICA USANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA POR BOMBEO EN TERRENOS ESCARPADOS*. Tesis , UNITEC, San Pedro Sula.

Palacio Serrano, J. A., Valarezo Jaramillo, S. V., & Moncayo Serrano, F. V. (2020). Factibilidad del uso de colectores solares para la obtención de agua caliente sanitaria, aplicada a la vivienda social. *AXIOMA*, págs. 36-47.

Palacios, I. G., & Gauna, D. A. (2017). *Propuesta de un sistema de Energía Fotovoltaico para consumo de agua potable*. Tesis, Managua. Recuperado el 2023

Pineda Fasquelle, C. (2023). *Energías sostenibles: HONDURAS*.

PMI. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)* (6th ed. ed.). Project Management Institute.

Ramirez, L. (23 de 01 de 2023). *IEBS Digital School*. Obtenido de

<https://www.iebschool.com/blog/que-es-pmbok-y-como-usarlo-en-gestion-de-proyectos-agile-scrum/>

REPSOL. (15 de septiembre de 2023). *REPSOL*. Obtenido de REPSOL:

<https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/seguidores-solares/index.cshtml>

Rodriguez, A. M., & Pereira, L. (2015). El reto de llevar agua y saneamiento a toda Centroamérica. *Banco Mundial*.

Rua Ramirez, E., Hernandez Moreno, S., Cely, L., Granados Comba, A., Gonzalez Amarillo, A. M.,

Ramirez Alvarado, R., . . . Torres Diaz, E. (2020). *BOMBEO SOLAR FOTOVOLTAICO: SISTEMA PORTÁTIL PARA IRRIGACIÓN DE CULTIVOS DE ÁRBOLES FRUTALES*.

Rubio, G. C., & Corcobado, T. D. (2018). *INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS*. McGraw-Hill Ciclos Formativos.

SANAA. (2014). *Normas de diseño sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales*.

Schulz, H. (2020). Bajo el sol de Centroamérica: Una ola de energía solar en Honduras. *BID INVEST*. Obtenido de <https://www.idbinvest.org/es/blog/energia/bajo-el-sol-de-centroamerica-una-ola-de-energia-solar-en-honduras#:~:text=Esta%20nueva%20planta%20solar%2C%20en,tambi%C3%A9n%20para%20aumentar%20su%20competitividad>.

Secretaría de Estado en el Despacho de Energía. (2022). *Balance energético nacional 2021*.

Secretaría de Estado en el Despacho de Energía. (2023). *Secretaría de Estado en el Despacho de Energía*. Obtenido de <https://sen.hn/normativa-legal/>

SEFIN. (2022). *Guía Metodología Simplificada para la Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión en Desarrollo Humano*. SEFIN. Recuperado el Diciembre de 2023

Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados Rurales [SANAA]. (2014). *Normas de diseño sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales*.

Tamayo y Tamayo, M. (2007). *Metodología Formal de la Investigación Científica*. Limusa.

Universidad de Guanajuato. (2021). *Nodo Universitario*. Obtenido de

<https://blogs.ugto.mx/rea/clase-digital-4-definicion-del-alcance-de-la-investigacion-que-se-realizara-exploratorio-descriptivo-correlacional-o-explicativo/>

URREA, R. J., & LANDA, A. E. (2023). *AUTOGENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON MÓDULOS FOTOVOLTAICOS Y MEJORAS DE OPERACIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO RURAL “EL ZAPOTE*. Tesis , UNITEC, Energías Renovables , San Pedro Sula. Recuperado el 2023

Water For People. (2017). *Manual para la aplicación de la herramienta A Qué Costo*.

Recuperado el 2023, de <http://www.ersaps.hn/documentos/herramienta/manual-aquecosto.pdf>

Water Mission; UNICEF. (2023). *Documento guía para el diseño y la instalación de Sistemas de agua mediante energía solar*. Charleston, Carolina del Sur , E.E.U.U. Obtenido de https://www.pseau.org/outils/ouvrages/acf_bombeo_solar_pautas_para_el_diseio_del_sistema_electrico_en_la_instalacion_de_bombas_solares_guia_2020.pdf

Weather Spark. (2023). *Weather Spark*. Obtenido de

<https://es.weatherspark.com/y/13777/Clima-promedio-en-San-Manuel-Honduras-durante-todo-el-a%C3%B1o>

WEG Motors. (2023). *GUÍA DE ESPECIFICACIÓN MOTORES ELÉCTRICOS*.

ANEXOS

Anexo 1. Guía básica para el diseño de sistemas de bombeo fotovoltaico de UNICEF y Water Mission

PASOS BÁSICOS PARA DISEÑAR UN SISTEMA DE AGUA MEDIANTE ENERGÍA SOLAR	
Hay cinco pasos básicos involucrados en el diseño de un sistema de agua mediante energía solar.	
Paso 1: Calcular la demanda diaria de agua para el proyecto.	
Referencia en el documento guía:	2.2. Demanda diaria de agua del proyecto
Pregunta a responder:	¿Cuál es la demanda de agua que el sistema de agua mediante energía solar está diseñado para producir?
Paso 2: Determinar el rendimiento de la fuente de agua disponible para el sistema de agua mediante energía solar.	
Referencia en el documento guía:	2.3. Fuente de agua
Pregunta a responder:	¿El rendimiento de la fuente de agua cumple o excede la demanda calculada en el Paso 1?
Paso 3: Determine la carga dinámica total (CDT) del sistema de agua en el flujo de diseño elegido.	
Referencia en el documento guía:	2.4. Disposición del diseño del sistema de suministro de agua 3.1. Flujo de diseño
Pregunta a responder:	¿Cuál es el flujo de diseño y la CDT que deberá cumplir la bomba?
Paso 4: Seleccionar una bomba y un motor.	
Referencia en el documento guía:	3.2. Selección de bomba y motor (o selección del conjunto de bomba fotovoltaica) 3.3. Energía requerida 3.4. Especificaciones del fabricante
Pregunta a responder:	¿Cuáles son los requisitos de energía del motor de la bomba para lograr el rendimiento deseado de la bomba?
Paso 5: Diseñar el sistema FV.	
Referencia en el documento guía:	4. Diseño de sistema FV
Pregunta a responder:	¿Cómo se debe configurar la instalación solar para suministrar la energía requerida por el motor de la bomba?

Anexo 2: Especificaciones de Equipo de Bombeo Existente Marca Franklin Electric

The screenshot shows a mobile application interface for motor specifications. At the top, there is a status bar with signal strength, battery level (45%), and time (1:42). Below the status bar is a navigation bar with a back arrow and the text "Regresar" and "Especificaciones de Motor". Underneath are three icons: a house for "Inicio", a telephone for "Contacto", and a gear for "Configuración". The main content area displays the motor specifications for a "4" • TRIFÁSICO" motor, model "MODELO: 234316XXXX". The specifications are listed in a table-like format with horizontal lines separating rows. At the bottom, there is a green button with the text "NUEVA BÚSQUEDA".

4" • TRIFÁSICO			
MODELO: 234316XXXX			
hp:	3	kW:	2.2
Voltaje:	230	Hz:	60
Factor de Servicio:	1.15	Cables:	3 DOL
Carga Plena (Amps):	9.5		
Carga Plena (Watts):	2920		
Carga De F.S. Máxima (Amps):	10.9		
Carga De F.S. Máxima (Watts):	3360		
Resistencia del Devanado (Ohms):	1.8-2.2		
Eficiencia %:	Factor de Servicio: 77		
	Carga Plena: 77		

NUEVA BÚSQUEDA

Anexo 3. Ficha técnica de panel solar seleccionado Marca PEIMAR

PEIMAR
ITALIAN PHOTOVOLTAIC MODULES



OR10H460M SE460M

HALF CELL LINE

MÓDULO 'HALF-CELL'

El módulo de 120 células ha sido diseñado para garantizar un alto rendimiento de producción que no se puede alcanzar con la tecnología estándar.

La configuración semicelular de alta calidad optimiza la distribución eléctrica dentro del panel para promover el rendimiento del producto. Por estas razones, la gama Half Cell es adecuada no sólo para instalaciones industriales, sino también para instalaciones residenciales y comerciales.

Células



120 CÉLULAS
MONO 9BB / 10BB M10 HALF | PERC
182 x 91 mm / 7,16 x 3,58"

Marco



COMPACTO Y SÓLIDO | 30 mm
PUEDE SER ANCLADO EN EL LADO CORTO®

30 AÑOS GARANTÍA LINEAL PRODUCCIÓN
25 AÑOS GARANTÍA PRODUCTO



TECNOLOGÍA PERC



PID FREE



REACCIÓN AL FUEGO: CLASE I



VIDRIO ANTIRREFLEJO



SEGURO QBE
Seguro de Responsabilidad del Producto QBE

www.peimar.com



HALF CELL LINE

Características Eléctricas (STC)¹⁾

OR10H460M - SE460M	
Potencia pico (P _{max}) ²⁾	460 W
Tolerancia de clasificación	0/+5 W
Tensión a P _{max} (V _{mp})	34.89 V
Corriente a P _{max} (I _{mp})	13.19 A
Tensión de circuito abierto (V _{oc}) ³⁾	41.78 V
Corriente de corto circuito (I _{sc}) ³⁾	13.63 A
Tensión máxima de sistema	1500 V
Máximo valor nominal del fusible	25 A
Eficiencia Módulo	21.32%
Clase de protección contra descarga eléctrica	Clase II

Características Mecánicas

Células	120 M10 HALF monocristalinas PERC
Tamaño Células	182 x 91 mm / 7.16 x 3.58"
Cubierta Frontal	3.2 mm / 0.13" grosor, vidrio templado
Cápsula	TPT (Tedlar-PET-Tedlar)
Cubierta Posterior	EVA (Etileno Vinil Acetato)
Marco	Aleación de aluminio anodizado doble grosor
Acabados Marco	Plata
Acabados Lámina posterior	Blanco
Diodos	3 Diodos de Bypass
Caja de conexiones	Certificado IP67
Conectores	MC4 o conectores compatibles
Longitud Cables	1300 mm / 51.18"
Sección Cables	4.0 mm ² / 0.006 in ²
Tamaño	1903 x 1134 x 30 mm / 74.92 x 44.64 x 1.18"
Peso	24 Kg / 52.91 lbs
Carga máxima (test de carga) - SF	5400 Pa - 15 ⁴⁾

Características Temperatura

NMOT ³⁾	45±2 °C
Coefficiente temperatura de la potencia máxima	-0.37 %/°C
Coefficiente temperatura de la tensión de circuito abierto	-0.28 %/°C
Coefficiente temperatura de la corriente de corto circuito	0.042 %/°C
Temperatura de funcionamiento	-40 °C - +85 °C

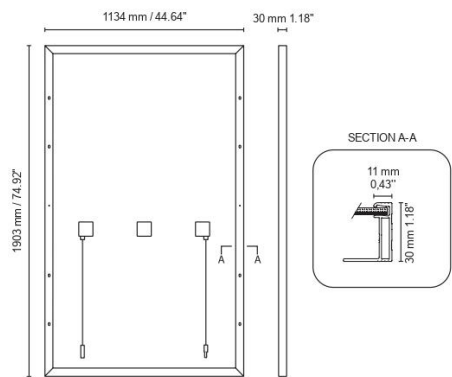
Embalaje⁴⁾

Medidas Pale	1935 x 1120 x 1260 mm / 76.18 x 44.09 x 49.61"
Paneles por Pale	36
Peso	880 kg / 1940.07 lbs

Certificaciones

Resistencia al fuego	Class of reaction to fire 1 (UNI 9177)
PID free	IEC TS 62804-1:2015
Niebla sal	IEC 61701:2011
Amoníaco	IEC 62716:2013
Certificados de producto	IEC 61215-1, IEC 61215-1-1, IEC 61215-2, IEC 61730-1, IEC 61730-2

Medidas

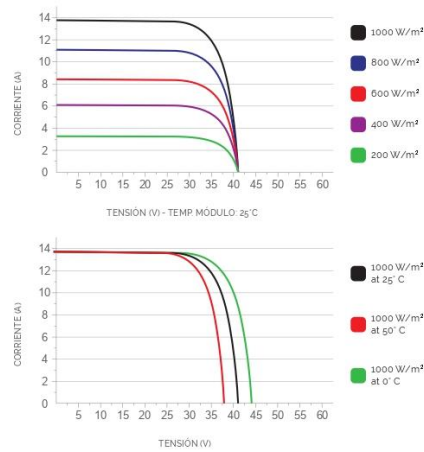


1) STC (Standard Test Conditions): Irradiación 1000W/m², Temperatura del módulo 25°C, Aire 1g

2) P_{max} Voc: Incertidumbre de medición: ±3%

3) NMOT (Nominal Module Operating Temperature): Irradiación 800W/m², Aire 20°C, Velocidad viento 2m/s

Características Corriente/Voltaje



4) Los paneles pueden ser sobrepuestos máximo por dos.

5) Consultar el manual de instalación por la configuración del relativo montaje.

Se especifica que los datos técnicos, las informaciones y representaciones consignadas en el presente documento mantienen un valor meramente indicativo. Peimar se reserva la facultad de modificar en cualquier momento y sin preaviso, los datos, los diseños y las informaciones consignadas en el presente documento. ES_2023_06_00

PEIMAR
ITALIAN PHOTOVOLTAIC MODULES

Anexo 4. Ficha técnica de inversor solar seleccionado Marca PEIMAR

VIRTUS LINE

INPUT DC	PSI-J4000-TP	PSI-J5000-TP	PSI-J6000-TP	PSI-J8000-TP	PSI-J10000-TP
Max. DC Power	4840 W	6050 W	7260 W	9680 W	12000 W
Max. DC Voltage	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V	1000 V
MPPT Voltage range	160-900 V	160-900 V	160-900 V	160-900 V	160-900 V
Nominal DC Voltage	600 V	600 V	600 V	600 V	600 V
Start Voltage	180 V	180 V	180 V	180 V	180 V
Min. DC Voltage	150 V	150 V	150 V	150 V	150 V
Max. DC Input Current	11 / 11 A	11 / 11 A	11 / 11 A	22 / 11 A	22 / 11 A
Max. Short Circuit Current	13.2 / 13.2 A	13.2 / 13.2 A	13.2 / 13.2 A	26.4 / 13.2 A	26.4 / 13.2 A
N. DC Connection per MPPT	1 / 1	1 / 1	1 / 1	2 / 1	2 / 1
Number of MPPT	2	2	2	2	2
DC Switch (DC21B)	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated	Integrated
OUTPUT AC					
Rated AC Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Max. AC Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Rated AC Current	5.8 A	7.2 A	8.7 A	11.6 A	14.5 A
Max. AC Current	6.4 A	8.1 A	9.7 A	12.9 A	15.9 A
Nominal AC Voltage / Range	220 / 380 V, 230 / 400 V, 240 / 415 V; 180 - 280 V / 312 - 485 V				
Grid frequency / Range	50Hz, 60Hz / 44 - 55Hz, 54 - 65Hz				
Power factor [cos φ]	0.9 leading - 0.9 lagging				
Total Harmonic Distortion	< 3%				
Feed in	Three phase 3L + N + PE				
OUTPUT AC					
Rated AC Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Max. AC Power	4000 W	5000 W	6000 W	8000 W	10000 W
Rated AC Current	5.8 A	7.2 A	8.7 A	11.6 A	14.5 A
Max. AC Current	6.4 A	8.1 A	9.7 A	12.9 A	15.9 A
Nominal AC Voltage / Range	220 / 380 V, 230 / 400 V, 240 / 415 V; 180 - 280 V / 312 - 485 V				
Grid frequency / Range	50Hz, 60Hz / 44 - 55Hz, 54 - 65Hz				
Power factor [cos φ]	0.9 leading - 0.9 lagging				
Total Harmonic Distortion	< 3%				
Feed in	Three phase 3L + N + PE				
EFFICIENCY					
Max. Efficiency	97.8 %	97.8 %	97.8 %	98.0 %	98.0 %
Euro Efficiency	97.0 %	97.2 %	97.4 %	97.5 %	97.6 %
MPPT Accuracy	> 99.9 %	> 99.9 %	> 99.9 %	> 99.9 %	> 99.9 %
GENERAL DATA					
Topology	Transformerless				
Consumption at Night	< 0.6 W				
Consumption at Standby	< 10 W				
Operating Temperature Range	-25 °C a + 60 °C (da 45 °C a 60 °C with derating)				
Cooling Method	Natural Convection				
Ambient Humidity	0% to 100% Non-condensing				
Altitude	Up to 2000m (without derating)				
Noise	< 29 dBA				
Overvoltage category	II (DC input), III (AC output)				
Ingress Protection	IP65 (Indoor & Outdoor Installation)				
Mounting	Rear Panel				
Dimensions (H x W x D)	530 x 355 x 190 mm		530 x 355 x 200 mm		
Net Weight	20.5 kg		23.0 kg		
Warranty	5 Years (standard) / 10 Years (optional)				

Anexo 5. Carta de aceptación de asesor temático



Carta de compromiso para asesoría temática

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo Jesús Alberto Enamorado Sarmiento
Identidad No. 1608 1992 00044, Licenciado en Ingeniería Eléctrica
Con Maestría en Administración de Proyectos
Con Doctorado en _____

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar el trabajo de Tesis de Maestría denominado Pre factibilidad de sistema de agua potable con energía fotovoltaica en El Barro, San Manuel, Cartago

A ser desarrollado por el (los) estudiante(s):

Lilian Estefany Castellón
Jonathan Yahir Avila

Para lo cual me comprometo a realizar de manera oportuna las revisiones y facilitar las observaciones que considere pertinentes a fin de que se logre finalizar el trabajo de tesis en el plazo establecido por la Facultad de Postgrado.




Nombre Jesús Alberto Enamorado S.

Número de teléfono/correo electrónico: 8734-3877 / jesus92-2009@hotmail.com

Firma: _____



Anexo 6. Lista de empresas consultadas

Empresa	Logo
Solaris	
Electric Solar	
Proenergy	

Anexo 7. Gastos operativos del sistema de agua

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Gastos de operación										
Sueldos, pagos mensuales y ocasionales para personal (Fontanero, administrador, etc)	HNL 51,000	HNL 53,978	HNL 57,131	HNL 60,467	HNL 63,998	HNL 67,736	HNL 71,692	HNL 75,879	HNL 80,310	HNL 85,000
Material de Oficina	HNL 2,000	HNL 2,117	HNL 2,240	HNL 2,371	HNL 2,510	HNL 2,656	HNL 2,811	HNL 2,976	HNL 3,149	HNL 3,333
Transporte	HNL 2,000	HNL 2,117	HNL 2,240	HNL 2,371	HNL 2,510	HNL 2,656	HNL 2,811	HNL 2,976	HNL 3,149	HNL 3,333
Viaticos para Miembros de la Junta de Agua	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Sede: alquilar, paga de luz, mantenimiento	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Energía eléctrica o gasolina de la bomba	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Lubricantes, cloro, otros químicos u otros insumos	HNL 16,000	HNL 16,934	HNL 17,923	HNL 18,970	HNL 20,078	HNL 21,250	HNL 22,492	HNL 23,805	HNL 25,195	HNL 26,667
Tubería, accesorios y otros materiales	HNL 7,000	HNL 7,409	HNL 7,841	HNL 8,299	HNL 8,784	HNL 9,297	HNL 9,840	HNL 10,415	HNL 11,023	HNL 11,667
Otros (Cuota Aportacion a la Asociacion de Juntas):	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Análisis de calidad de agua	HNL 4,000	HNL 4,234	HNL 4,481	HNL 4,743	HNL 5,019	HNL 5,313	HNL 5,623	HNL 5,951	HNL 6,299	HNL 6,667
Mantenimiento sistema Solar	HNL 5,000	HNL 5,292	HNL 5,601	HNL 5,928	HNL 6,274	HNL 6,641	HNL 7,029	HNL 7,439	HNL 7,874	HNL 8,333
Sub-Total gastos de operación	HNL 87,000	HNL 92,081	HNL 97,458	HNL 103,150	HNL 109,174	HNL 115,550	HNL 122,298	HNL 129,440	HNL 136,999	HNL 145,000

	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Gastos de operación												
Sueldos, pagos mensuales y ocasionales para personal (Fontanero, administrador, etc)	HNL 85,000	HNL 89,964	HNL 95,218	HNL 100,779	HNL 106,664	HNL 112,893	HNL 119,486	HNL 126,464	HNL 133,850	HNL 141,666	HNL 149,940	HNL 158,696
Material de Oficina	HNL 3,333	HNL 3,528	HNL 3,734	HNL 3,952	HNL 4,183	HNL 4,427	HNL 4,686	HNL 4,959	HNL 5,249	HNL 5,556	HNL 5,880	HNL 6,223
Transporte	HNL 3,333	HNL 3,528	HNL 3,734	HNL 3,952	HNL 4,183	HNL 4,427	HNL 4,686	HNL 4,959	HNL 5,249	HNL 5,556	HNL 5,880	HNL 6,223
Viaticos para Miembros de la Junta de Agua	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Sede: alquilar, paga de luz, mantenimiento	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Energía eléctrica o gasolina de la bomba	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Lubricantes, cloro, otros químicos u otros insumos	HNL 26,667	HNL 28,224	HNL 29,872	HNL 31,617	HNL 33,463	HNL 35,417	HNL 37,486	HNL 39,675	HNL 41,992	HNL 44,444	HNL 47,040	HNL 49,787
Tubería, accesorios y otros materiales	HNL 11,667	HNL 12,348	HNL 13,069	HNL 13,832	HNL 14,640	HNL 15,495	HNL 16,400	HNL 17,358	HNL 18,372	HNL 19,444	HNL 20,580	HNL 21,782
Otros (Cuota Aportacion a la Asociacion de Juntas):	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Análisis de calidad de agua	HNL 6,667	HNL 7,056	HNL 7,468	HNL 7,904	HNL 8,366	HNL 8,854	HNL 9,371	HNL 9,919	HNL 10,498	HNL 11,111	HNL 11,760	HNL 12,447
Mantenimiento sistema Solar	HNL 8,333	HNL 8,820	HNL 9,335	HNL 9,880	HNL 10,457	HNL 11,068	HNL 11,714	HNL 12,398	HNL 13,123	HNL 13,889	HNL 14,700	HNL 15,558
Sub-Total gastos de operación	HNL 145,000	HNL 153,468	HNL 162,430	HNL 171,916	HNL 181,956	HNL 192,583	HNL 203,829	HNL 215,733	HNL 228,332	HNL 241,666	HNL 255,780	HNL 270,717

Cuadro 5: Información de los costos de inversión en el sistema		
Año de Construcción Inicial:	2024	
Componentes mayores	Costo	Año de construcción inicial o última rehabilitación
Obra de Toma		
Línea de Conduccion:		
Tanque de Almacenamiento:		
Red de Distribución y Conexiones		
Pozo		
Estación de bombeo:	HNL 500,000	2024
Planta de tratamiento		
Componentes menores	Costo	Año de construcción inicial o última rehabilitación
Micro-medidores		
Sistema de clorador		
Bomba y equipo electrico Incluye acometida electrica		
Gasto Total - Capital Inicial:	HNL 500,000.00	
Cuadro 6: Información de contrapartida de la comunidad		
Contraparte esperada para remplazos mayores	100%	
Contraparte esperada para remplazos menores	100%	
Cuadro 7: Análisis de punto de equilibrio		
Año en el cual balance debe estas alcanzado	2044	
Monto en reserva al final del año 2044	HNL 0	

Anexo 9 . Datos de Ingresos y Balance Anual

Año	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Fuentes de ingresos											
Tarifas	HNL 202,391	HNL 205,850	HNL 208,445	HNL 211,905	HNL 215,364	HNL 218,824	HNL 221,419	HNL 224,878	HNL 228,338	HNL 231,798	HNL 236,122
Conexiones nuevas	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Multas	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Cuotas de emergencia	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Contraparte de usuarios hacia el remplazo	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Interés del saldo bancario	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Interés de los préstamos a los socios de la Junta de aq	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Total de ingresos anuales	HNL 202,391	HNL 205,850	HNL 208,445	HNL 211,905	HNL 215,364	HNL 218,824	HNL 221,419	HNL 224,878	HNL 228,338	HNL 231,798	HNL 236,122
Gasto											
Gastos de operación y mantenimiento menor	HNL 87,000	HNL 92,081	HNL 97,458	HNL 103,150	HNL 109,174	HNL 115,550	HNL 122,298	HNL 129,440	HNL 136,999	HNL 145,000	HNL 153,468
Gastos de remplazo	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
Total de gastos anuales	HNL 87,000	HNL 92,081	HNL 97,458	HNL 103,150	HNL 109,174	HNL 115,550	HNL 122,298	HNL 129,440	HNL 136,999	HNL 145,000	HNL 153,468
Balance anual	HNL 115,391	HNL 113,769	HNL 110,987	HNL 108,755	HNL 106,190	HNL 103,274	HNL 99,121	HNL 95,438	HNL 91,339	HNL 86,798	HNL 82,654

	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045
	HNL 239,582	HNL 243,042	HNL 246,501	HNL 250,826	HNL 254,286	HNL 258,610	HNL 262,070	HNL 266,394	HNL 270,719	HNL 275,044	HNL 278,503
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0
	HNL 239,582	HNL 243,042	HNL 246,501	HNL 250,826	HNL 254,286	HNL 258,610	HNL 262,070	HNL 266,394	HNL 270,719	HNL 275,044	HNL 278,503
	HNL 162,430	HNL 171,916	HNL 181,956	HNL 192,583	HNL 203,829	HNL 215,733	HNL 228,332	HNL 241,666	HNL 255,780	HNL 270,717	HNL 286,527
	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 0	HNL 1,555,846	HNL 0
	HNL 162,430	HNL 171,916	HNL 181,956	HNL 192,583	HNL 203,829	HNL 215,733	HNL 228,332	HNL 241,666	HNL 255,780	HNL 1,826,563	HNL 286,527
	HNL 77,151	HNL 71,125	HNL 64,545	HNL 58,243	HNL 50,456	HNL 42,877	HNL 33,738	HNL 24,728	HNL 14,939	(HNL 1,551,520)	(HNL 8,024)

Anexo 10. Resultados de pruebas CBT

Resumen de los Procedimientos de Prueba para el Kit CBT EC + TC MPN

<p>Colecte 100 mL de muestra</p> 	<p>Agregue el medio de crecimiento</p> 	<p>Vierta la muestra dentro de la bolsa de compartimento</p> 	<p>Enrolle hacia abajo el sello amarillo y coloque el clip de plástico</p> 
<p>Incube de 20 a 48 horas</p> 	<p>Cuantifique el resultado de EC a luz ambiental</p> 	<p>Cuantifique el resultado de CT bajo luz UV en un ambiente oscuro</p> 	<p>Descontamine la muestra</p> 

Cómo Interpretar los Resultados de la Prueba de Cambio de Color

Color del compartimento en la Bolsa de Compartimento	Amarillo/Amarillo Café a luz ambiente y no fluoresce bajo luz UV	Amarillo/Amarillo Café que... Azul que fluoresce bajo luz UV	Azul/Azul Turquesa a luz ambiente	Azul/Azul Turquesa que... Azul que fluoresce bajo luz UV
<i>E. coli</i>	Negativo	Negativo	Positivo	Positivo
Coliformes Totales	Negativo	Positivo	Positivo	Positivo

Aquagenx, LLC | PO Box 17181, Chapel Hill, North Carolina, 27516 USA | www.aquagenx.com
 Copyright ©2013-2020 Aquagenx, LLC

Tabla de números más probables de CBT de Aquagenx® (MPN)

Alinee la bolsa del compartimento de modo que el compartimento #1 esté a la izquierda y el compartimento #5 esté a la derecha. Haga coincidir el color o la secuencia de fluorescencia azul de sus cinco compartimentos con una de estas 32 filas. Instrucciones de puntuación adicionales se encuentran debajo de la tabla MPN.

Numero de Compartimento	NMP/100mL	Nivel de confianza superior al 95%/100mL	Categoria de riesgos de salud de la OMS basados en los Niveles de Confianza y las Tablas NMP	
				1 10mL
0.0	2.87	Bajo Riesgo/Seguro		
1.0	5.14	Riesgo Intermedio/ Probablemente Seguro		
1.0	4.74			
1.1	5.16			
1.2	5.64			
1.5	7.81			
2.0	6.32			
2.1	6.85			
2.1	6.64			
2.4	7.81			
2.4	8.12			
2.6	8.51			
3.2	8.38			
3.7	9.70			
3.1	11.36	Riesgo Intermedio/ Posiblemente Seguro		
3.2	11.82			
3.4	12.53			
3.9	10.43			
4.0	10.94			
4.7	22.75			
5.2	14.73			
5.4	12.93			
5.6	17.14			
5.8	16.87			
8.4	21.19			
9.1	37.04			
9.6	37.68			
13.6	83.06	Riesgo Alto/Posiblemente Inseguro		
17.1	56.35	Riesgo Alto/Probablemente Inseguro		
32.6	145.55			
48.3	351.91			
>100	8435.10	Inseguro		

Copyright ©2013 Aquagenx, LLC

El compartimento amarillo con y sin exposición a la luz UV es negativo para *E. coli* y Coliformes totales
 El compartimento amarillo con fluorescencia azul bajo luz UV es positivo para Coliformes Totales
 El compartimento azul en luz ambiental es positivo para *E. coli* y, por definición, también es positivo para Coliformes totales

Anexo 11. Carta de autorización de la junta de agua de El Banano.



CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

Nombre y apellido del Director o Gerente: Gloria Reyes
Puesto Laboral: Presidenta de la Junta Administradora de Agua
Empresa o Institución: Junta de Agua El Banano
Dirección principal de la Empresa o Institución: Aldea El Banano, San Manuel, Cortés
Ciudad: San Manuel Departamento: Cortés Día: 22 Mes: diciembre Año: 2023

Estimado Señor(a): Gloria Reyes

Reciba un cordial y atento saludo. Por medio de la presente deseamos solicitar su apoyo, dado que somos alumnos de UNITEC y nos encontramos desarrollando el Trabajo de Tesis previo a obtener nuestro título de maestría en Administración de Proyectos. Hemos seleccionado como tema: Factibilidad del sistema de bombeo con paneles fotovoltaicos por lo que estaríamos muy agradecidos de contar con el apoyo de la empresa que usted representa para poder desarrollar nuestra investigación. En particular, dicha solicitud se circunscribe a petitionar que se nos autorice a realizar: Entrevistas, diagnósticos y sondeos del sistema de agua comunitario

(encuentar, sondos, etc).

A la espera de su aprobación, me suscribo de Usted.

Atentamente,

Ulrich Esteban Coyote Alarcón

Gloria Reyes

Firma, nombre y apellidos

Firma, nombre y apellidos

No. de cuenta: 22213059

No. de cuenta: 22213013

Por este medio, La Junta Administradora de agua de El Banano

(empresa / institución).

Autoriza la realización dentro de sus instalaciones o del uso de información de la empresa en el proyecto de investigación de Tesis de Postgrado antes mencionado.

Gloria Reyes

(Nombre y sello del Director / Gerente)



Gloria Reyes

Vo.Bo.

9910-1047

Código electrónico de director/Gerente