



**FACULTAD DE POSTGRADO**  
**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UN INVERNADERO CON  
RECURSO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA PARA  
CULTIVO DE TOMATES EN SAN VICENTE CENTENARIO,  
SANTA BÁRBARA**

**SUSTENTADO POR:**  
**DANIA ARACELY RÍOS PINEDA**

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

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**DICIEMBRE, 2023**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTORA**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ**

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL**

**JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

**SECRETARIO GENERAL RÓGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO**

**ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS**

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UN INVERNADERO CON  
RECURSO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA PARA  
CULTIVO DE TOMATES EN SAN VICENTE CENTENARIO,  
SANTA BÁRBARA**

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

**MÁSTER EN**

**ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**MINA CECILIA GARCÍA**

**MIEMBROS DE LA TERNA:**

**MAURICIO MELGAR**

**ALEX DOUGLAS BANEGAS**

**JOSÉ RODOLFO SORTO**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2023  
DANIA ARACELY RÍOS PINEDA

Todos los derechos son reservados.



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UN INVERNADERO CON RECURSO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA PARA CULTIVO DE TOMATES EN SAN VICENTE CENTENARIO, SANTA BÁRBARA**

**Maestrando Dania Aracely Ríos Pineda**

### **Resumen**

La agricultura tradicional a la intemperie, a nivel global está enfrentando grandes desafíos con el aumento de las temperaturas, la importancia de mantener los sembradíos a temperaturas adecuadas al tipo de cultivo va a impactar en el aprovechamiento productivo del mismo. Si los cultivos se dejan a la intemperie es difícil el control de su producción, para resolver este problema se puede usar un invernadero climatizado, particularmente se muestra un claro ejemplo en San Vicente Centenario en el departamento de Santa Bárbara con los cultivos de tomates que crecen a la intemperie, estos no logran su máximo aprovechamiento productivo, debido a las elevadas temperaturas de la zona. En el municipio mencionado anteriormente se cuenta con recurso geotérmico de baja entalpía en forma de aguas termales, por esta razón se hizo un estudio de prefactibilidad de un invernadero climatizado con energía geotérmica, aprovechando de esta manera las aguas termales del municipio. Esta investigación se hizo con un enfoque cuantitativo no experimental en la que se recolectó datos en el campo, asimismo se hizo un análisis del sistema actual de producción del cultivo, se determinó el sistema de climatización, se analizó la prefactibilidad del sistema propuesto en base a la séptima edición del PMBOK, que es la guía para la gestión de proyecto. Se pretende analizar el Índice de Rentabilidad de la Inversión (IR), el Valor Actual Neto (VAN), y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

**Palabras clave:** Energía Geotérmica, Invernaderos, Temperatura, Sistema de climatización, Entalpía, PMBOK.



## GRADUATE SCHOOL

# PRE-FEASIBILITY STUDY OF A GREENHOUSE WITH A LOW ENTHALPY GEOTHERMAL RESOURCE FOR TOMATO CULTIVATION IN SAN VICENTE CENTENARIO, SANTA BÁRBARA

**Master's Dania Aracely Ríos Pineda**

### Abstract

Traditional outdoor agriculture, at a global level, is facing great challenges with the increase in temperatures. The importance of maintaining crops at temperatures appropriate to the type of crop will impact its productive use. If the crops are left outdoors, it is difficult to control their production. To solve this problem, a climate-controlled greenhouse can be used. A clear example is particularly shown in San Vicente Centenario in the department of Santa Bárbara with the tomato crops that grow outdoors, these do not achieve their maximum productive use, due to the high temperatures in the area. In the municipality mentioned above there is a low-enthalpy geothermal resource in the form of hot springs, for this reason a pre-feasibility study was carried out for a greenhouse heated with geothermal energy, thus taking advantage of the hot springs of the municipality. This research was done with a non-experimental quantitative approach in which data was collected in the field, an analysis of the current crop production system was also carried out, sizing of the proposed greenhouse, the air conditioning system was determined, the pre-feasibility of the proposed system based on the seventh edition of the PMBOK, which is the guide for project management. It is intended to analyze the Investment Return Index (IR), the Net Present Value (NPV), and the Investment Recovery Period (PRI).

### Keywords:

Geothermal Energy, Greenhouses, Temperature, HVAC system, Enthalpy, PMBOK.

## DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este logro a mi familia por su apoyo incondicional, especialmente a mis padres, que sin ellos nada de esto estaría siendo posible, en esta etapa de mi vida dedicar este logro a ellos tiene un significado muy importante; ya que después de mi pregrado hace dos años tener mi maestría en poco tiempo es un logro que mucho tiene que ver con ellos, por eso se los dedicó por educarme con perseverancia, mucho amor, y sobre todo con los valores morales para ser una profesional consciente y humanitaria.

Dedicar este logro también a mi novio que en mis noches de desvelo para cumplir con las responsabilidades de la especialidad y otras actividades siempre ha estado ahí apoyándome, se lo dedico ya que tiene su parte en este logro de mi vida.

Dedicárselo a todos esos compañeros con los que formamos equipo, porque sus ideas junto con las mías nos han traído hasta este punto de estar escribiendo estas palabras en este proyecto tan importante para dar por finalizada esta etapa en nuestras vidas, esos que a pesar de los obstáculos en el camino siempre nos animaron y nos animábamos en conjunto para salir con los proyectos, tareas y actividades asignadas, muchas gracias y se lo dedico ya que fueron clave para llegar hasta aquí.

Dedicar también este proyecto a mi sobrino Luka que ha sido una de mis más grandes motivaciones para salir adelante en todo lo que me propongo, y para seguir logrando muchas más metas.

A mis maestros de la maestría, que a lo largo de estos dos años han sido nuestra guía para ir por el camino adecuado, especialmente en la recta final a mi asesora metodológica Arq. Mina Cecilia García que gracias a su conocimiento ahora tenemos este proyecto terminado de la mejor manera, a mi asesor temático Ing. Josué Ordoñez por su tiempo y validez de mis ideas y mejoras del tema, muchas gracias a todos por ser parte de este logro suyo y mío.



## AGRADECIMIENTO

Primero quiero dar gracias a Dios por hacerme posible el sueño de llegar a esta etapa de mi vida, que sin duda alguna ha sido uno de los retos más importantes de mi vida, sin la ayuda y la guía de Dios nada de esto hubiera sido posible.

Quiero agradecer en primer plano a mis padres, German Ríos y Aracely Pineda, que siempre me brindan su apoyo incondicional, en mi educación y forjaron mi personalidad, sin su ayuda hubiese sido un camino más difícil de recorrer, siempre están ahí para mí y todo lo que decida, ellos confían plenamente en mí y les agradezco por tanta comprensión y amor.

También quiero agradecer a mis hermanos German Ríos, Fabiola Ríos que siempre a pesar de las circunstancias me animaron y ayudaron en este proceso.

Agradecer a mis abuelos Erlinda Pineda y Ramón Pineda, porque siempre me brindaron lo mejor que ellos tenían en todo momento, son parte fundamental de este proceso y de la persona que soy ahora.

Dar inmensas gracias a mis hermanos de vida, Guillermo Urrutia, Alison Orellana, Carlos Meléndez, Gustavo Barahona por las experiencias compartidas por el apoyo y sobre todo las buenas vibras que me transmitían en los momentos más difíciles de mi vida.

Agradecer a la doctora Mina Cecilia García, que ha sido una de los tutores y mentores académicos más espectaculares que he tenido, metódica, detallista, observadora, analítica. Su excelente persona y trabajo, me ha traído una visión más amplia de la experiencia académica.

Agradecer al ingeniero Josué Ordoñez, por su excelente trabajo y tiempo puesto en mí, catedrático que me ha apoyado en mis ideas, me ha animado y sobre todo un mentor y consejero excelente, gracias.

Soy una persona construida de pedazos y cada una de esas partes las conforma cada experiencia vivida y compartida con las personas antes expuestas, son parte esencial de la persona que soy ahora. Gracias por todo.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	3
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	5
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	6
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	7
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>9</b>
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	9
2.1.1 MACROECONÓMICO.....	9
2.1.2 MICROECONÓMICO.....	15
2.1.3 INTERNO/LOCAL.....	19
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	22
2.2.1 ENERGÍA GEOTÉRMICA.....	22
2.2.2 INVERNADEROS.....	26
2.2.3 CULTIVO DE TOMATE.....	29
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO.....	31
2.3.1 BASES TEÓRICAS.....	32
2.4 GUÍA DE FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS.....	36

2.4.1	DOMINIO DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO.....	37
2.4.2	GESTIÓN DE LOS RIESGOS.....	38
2.4.3	GESTIÓN DE LOS COSTOS .....	38
2.4.4	GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO.....	39
2.4.5	GESTIÓN DE LA CALIDAD.....	40
2.4.6	GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES .....	41
2.4.7	GESTIÓN DE LOS INTERESADOS .....	43
2.4.8	GESTIÓN DEL TIEMPO.....	43
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....</b>		<b>44</b>
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA.....	44
3.1.1	MATRIZ METODOLÓGICA.....	44
3.1.2	ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	45
3.1.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	47
3.1.4	HIPÓTESIS.....	47
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS .....	48
3.2.1	ENFOQUE.....	48
3.2.2	ALCANCE.....	49
3.2.3	DISEÑO .....	49
3.2.4	MÉTODOS .....	49
3.2.5	INSTRUMENTOS.....	49
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.3.1	POBLACIÓN.....	50
3.3.2	TÉCNICAS DE MUESTREO .....	50
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	50

3.4.1	TÉCNICAS .....	50
3.4.2	INSTRUMENTOS.....	51
3.4.3	PROCEDIMIENTOS.....	51
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	51
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS .....	52
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS .....	52
3.6	VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO .....	53
3.6.1	VALIDACIÓN DE CONTENIDO.....	53
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....</b>		<b>54</b>
4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS .....	55
4.3	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ENCONTRADOS CON OTRAS TÉCNICAS .....	60
4.4	RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO .....	62
4.4.1	ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	62
4.4.2	ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	62
4.5	RESULTADOS DE HIPÓTESIS.....	116
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>117</b>
5.1	CONCLUSIONES.....	117
5.2	RECOMENDACIONES .....	119
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD .....</b>		<b>64</b>
6.1	PLAN DE MERCADO .....	64
6.1.1	MERCADO META .....	64
6.1.2	SEGMENTACIÓN.....	65
6.1.3	ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	65

6.1.4	ANÁLISIS DE LA OFERTA .....	66
6.2	ESTUDIO TÉCNICO .....	67
6.2.1	LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	67
6.2.2	DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA.....	69
6.2.3	DEMANDA DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN .....	71
6.2.4	ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y EL COSTO DE SUMINISTROS E INSUMOS .....	86
6.2.5	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO .....	103
6.2.6	DETERMINACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HUMANA .....	104
6.3	ESTUDIO LEGAL Y AMBIENTAL.....	105
6.3.1	VIABILIDAD LEGAL.....	106
6.3.2	PERMISOS Y LICENCIAMIENTO .....	106
6.4	ESTUDIO FINANCIERO.....	109
6.4.1	PLAN DE INVERSIÓN .....	109
6.4.2	COSTOS FIJOS .....	111
6.4.3	INVERSIÓN PARA EL PROYECTO DE CRECIMIENTO.....	112
6.4.4	INGRESOS POR AÑO.....	114
6.4.5	PROYECCIÓN ANUAL .....	114
6.4.6	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	115
6.5	NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	116
6.6	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA .....	121
6.7	ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	121
6.7.1	ENTREGABLES .....	121
6.7.1	ESTRUCTURA DEL DESGLOSE DEL TRABAJO .....	124
6.7.2	DICCIONARIO DE LA EDT.....	126

6.8	DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO .....	128
6.8.1	ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO .....	128
6.8.2	INFORMACIÓN DEL PROYECTO .....	130
6.8.3	PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO .....	130
6.9	CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA 145	
6.10	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	148
6.10.1	IDENTIFICACIÓN Y SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO 148	
6.10.1	CRONOGRAMA DEL PROYECTO .....	149
	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>152</b>
	<b>GLOSARIO .....</b>	<b>164</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>166</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. República de Honduras.....	9
Figura 2. Componentes del análisis PESTEL.....	10
Figura 3. Departamento de Santa Bárbara.....	15
Figura 4. Cinco fuerzas de Porter.....	16
Figura 5. Ubicación de San Vicente Centenario.....	20
Figura 6 FODA.....	21
Figura 7. Capas principales de la Tierra.....	23
Figura 8. Manifestaciones Geotermales de Honduras.....	26
Figura 9. Forma de invernadero.....	29
Figura 10. Morfología de la planta del tomate.....	30
Figura 11. Mapa conceptual de teorías de sustento.....	36
Figura 12 Esquema de variables.....	46
Figura 13. Variedades Predominantes en el cultivo de Tomates de San Vicente, Santa Bárbara..	56
Figura 14. Compradores de tomate en Honduras: Una comparación entre mercado local, de exportación y compradores independientes .....	58
Figura 15. Cantidad de personas involucradas en la producción y cosecha de tomate en Santa Bárbara.....	59
Figura 16 Ubicación geográfica de San Vicente Centenario, Santa Bárbara.....	68
Figura 17 Vista área del área del proyecto.....	69
Figura 18 Vista 3D del proyecto .....	70
Figura 19 Diagrama de procesos térmicos involucrados en un invernadero.....	71
Figura 20 Demanda del sistema del invernadero .....	72
Figura 21 Cubierta de polietileno 180 micras .....	87

Figura 22 Malla antivirus .....	88
Figura 23 Tubería HG .....	89
Figura 24 Tuberías PVC.....	89
Figura 25 Cintas de riego .....	90
Figura 26 Bomba eléctrica de 2 HP .....	90
Figura 27 Tanque de 5,000 L .....	91
Figura 28 Bomba Hidráulica.....	92
Figura 29 Refrigerante R-134 <sup>a</sup> .....	93
Figura 30 Bomba de calor agua-aire .....	94
Figura 31 Tubería de succión de hierro.....	94
Figura 32 Tubería de líquido de hierro.....	95
Figura 33 Tuberías de descarga.....	96
Figura 34 Plántulas .....	97
Figura 35 Sustrato .....	98
Figura 36 Fertilizante .....	98
Figura 37 Tutorado.....	99
Figura 38 Pediluvios.....	100
Figura 39 Yodo.....	100
Figura 40 Tijeras .....	101
Figura 41 Canasta plástica.....	101
Figura 42 Diagrama de procesos.....	103
Figura 43 Organigrama del proyecto .....	104
Figura 44 Diagrama de flujo del proceso de permiso de construcción de obras de generación ..	107
Figura 45 Diagrama de flujo del proceso de licencia ambiental para proyectos con posibles impactos ambientales .....	108



Figura 46 Estructura de desglose del trabajo del proyecto.....124

Figura 47 Cronograma de actividades.....150

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cruce de variables FODA .....	22
Tabla 2 Matriz metodológica .....	44
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variables .....	47
Tabla 4 Oferta interna de tomate .....	63
Tabla 5 Disponibilidad del recurso financiero .....	86
Tabla 6 Detalle de la mano de obra .....	86
Tabla 7 Materiales y recursos para la construcción del invernadero .....	91
Tabla 8 Material y equipo para los sistemas de riego y de refrigeración .....	96
Tabla 9 Material e insumos de producción .....	102
Tabla 10 Detalle del personal necesario .....	105
Tabla 11 Perfil de puestos .....	105
Tabla 12 Plan de inversión .....	110
Tabla 13 Costos fijos .....	111
Tabla 14 Inversión para proyecto de crecimiento .....	112
Tabla 15 Inversiones .....	113
Tabla 16 Proyecciones de ventas y costos .....	113
Tabla 17 Ingresos por año .....	114
Tabla 18 Proyección anual .....	115
Tabla 19 Punto de equilibrio .....	115
Tabla 20 Descripción de los entregables del proyecto .....	122
Tabla 21 Lista de actividades .....	125
Tabla 22 Diccionario de la EDT .....	126
Tabla 23 Acta para la constitución el proyecto .....	129

Tabla 24 Plan de alcance del proyecto .....	131
Tabla 25 Requisitos .....	133
Tabla 26 Plan para la gestión de tiempo .....	133
Tabla 27 Gestión de la calidad .....	134
Tabla 28 Gestión del recurso humano .....	136
Tabla 29 Gestión de comunicación .....	138
Tabla 31 Análisis cualitativo de riesgos.....	141
Tabla 30 Gestión del riesgo.....	141
Tabla 32 Gestión de los interesados .....	143
Tabla 33 Secuenciamiento de las actividades .....	148
Tabla 34 Cronograma de las actividades para el Proyecto de implementación del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara .....	151

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Cuestionario para la entrevista a los productores de tomate San Vicente Santa Bárbara .....	166
Anexo 2 Ficha de guía para la técnica documental .....	168
Anexo 3 Carta de compromiso del asesor .....	169
Anexo 4 Respuestas de aplicación de entrevista a productores .....	170
Anexo 5 Continuación I de respuestas de aplicación de entrevistas a productores .....	172
Anexo 6 Continuación II de respuestas de aplicación de entrevistas a productores .....	174
Anexo 7 Continuación III de respuestas de aplicación de entrevistas a productores.....	176
Anexo 8 Visita a Invernadero Hidropónico Yojoa (Proyecto Rikolto).....	178
Anexo 9 Visita a Recurso Termal San Vicente Centenario, Santa Bárbara.....	180
Anexo 10 Datos Intercambiador de Calor.....	181

# **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

En este capítulo se desarrolla el problema identificado en el proceso de investigación científica. Con el motivo de desenvolver con mayor claridad el fenómeno de análisis, este capítulo se ha segmentado en varios apartados, siendo el primero de ellos la introducción, seguido de los antecedentes del problema, la definición del problema, los objetivos del proyecto, divididos en general y específicos, y finalmente, la justificación.

## **1.1 INTRODUCCIÓN**

Hoy en día, los conocimientos y habilidades adquiridas durante épocas anteriores en ciencias tan antiguas como la agricultura siguen siendo de gran importancia para el desarrollo de las actividades más básicas de cuidado y manejo de cultivos; de igual forma, las prácticas tradicionales, son las que resultan más convenientes para aquellas localidades en donde los mercados de productos del agro no son tan exigentes y no es necesaria una producción tecnificada o masiva (Tamayo et al., 2016).

Sin embargo, a pesar de las numerosas ventajas que representa la agricultura convencional tanto para productores como consumidores, en la actualidad se ha encontrado que no todas las consecuencias de este tipo de prácticas del agro son favorables, ya sea por sus efectos ambientales o por los riesgos a los que se exponen los cultivos debido a las nuevas plagas, enfermedades, condiciones climáticas adversas, y otros criterios a considerar que podrían tener efectos negativos en la producción y por ende, en los ingresos percibidos, además de los riesgos a salud de los consumidores (Tamayo et al., 2016).

Con estos nuevos obstáculos, la labor de la agricultura que por siglos ha sido la base de la subsistencia de numerosas sociedades dispersas alrededor del mundo se ha visto obligada a evolucionar y a modificar sus procedimientos con el fin de adaptarse y sobrevivir a las necesidades y dificultades del mundo actual. Vinchira y Moreno (2019) encontraron que las prácticas tradicionales de cultivo serían insuficientes para cumplir con la demanda del mercado actual, estudios estiman que la productividad del agro deberá incrementar en un 70% para el año 2050 debido al aumento poblacional.

En regiones donde las condiciones climáticas óptimas para el cultivo son temporales, es decir, que producciones de alto rendimiento solo pueden ser cultivadas durante ciertos periodos de tiempo, lo que genera temporadas en donde la oferta es demasiado alta para la demanda y temporadas en las que la demanda es alta mientras que la oferta es baja, este fenómeno solo podría ser tratado al cultivar en ambientes controlados, procedimientos que los productores empíricos desconocen en la mayoría de los casos.

Una de las ciencias más innovadoras implementadas en la agricultura moderna es la geotermia, está investiga el calor proveniente de la tierra y como este puede ser usado como fuente de energía para diversas actividades de provecho para el hombre. Las ventajas que presenta frente a la energía de combustible es que su impacto ambiental es mucho menor, puesto que no genera gases de efecto invernadero o sólidos que contaminan la atmósfera, así como tampoco requiere de grandes plantas para su procesamiento (Rodríguez et al., 2019)

Sin embargo, las regiones en las que es aprovechado el recurso geotérmico son muy pocas, puesto que es un método de aprovechamiento de recursos que requiere de muchas más consideraciones técnicas y del asesoramiento de profesionales para ser llevado a cabo debido a los procedimientos previos a la instalación de estructuras de aprovechamiento de este recurso.

La geotermia tiene diversas clasificaciones, siendo la más popular la clasificación por entalpía, o bien, la corriente de potencial energético proveniente de una fuente térmica donde la energía está en contacto con un medio. Para la producción de energía geotérmica se emplean rangos medios y bajos, donde el rango medio se ubica entre los 150 y los 200 °C y el rango bajo entre los 90 y 150 °C. Algunos de los usos que se le pueden dar a la geotermia de baja entalpía es en las bombas de calor geotérmico, en los spas, piscinas o en terapias de baños calientes con minerales, en el acondicionamiento de espacios físicos, en el acondicionamiento de invernaderos de cultivos, en la industria y otros (Gutiérrez, 2019).

La factibilidad de implementar estos invernaderos que aprovechan este recurso natural no ha sido analizada dentro del territorio nacional, el mayor uso que se le da a esta gran utilidad es la explotación de las aguas termales para mejorar el turismo en ciertas regiones que disponen de zonas de geotermia con entalpía suficiente, a pesar de que se le está dando un buen uso a este recurso, también podría ser empleado en rubros más productivos como la agricultura.

La utilidad que presenta la geotermia a baja entalpía en la agricultura mejor aprovechada es en los invernaderos por medio de bombas de calor, estos aparatos funcionan por medio del transporte de una sustancia la cual es capaz de extraer el calor que irradia la tierra y luego lo conduce hacia el lugar que requiere de calefacción. Su instalación requiere de tres estructuras fundamentales, un intercambiador de calor que se ubica en la capa subterránea donde se puede extraer el calor, la bomba de calor y el sistema de repartición de calor en las instalaciones (Valenzuela, 2013).

## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En Chile, la geotermia empezó a explotarse desde el año 1921 gracias al ingenio de un extranjero italiano quien ya contaba con experiencia trabajando con energía geotérmica pero no fue hasta el año de 1960 donde la idea obtuvo suficiente importancia, sobre todo para la industria minera, y organismos como el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD) o la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) esta vez apoyaron la iniciativa. Más tarde, entre el 2008 y 2014 ingresaron empresas extranjeras las cuales mostraron interés en el potencial de este recurso, sin embargo, los proyectos nunca llegaron a concretarse por diversos motivos. Solo recientemente en el año 2017 se inauguró la primera y única planta geotérmica para uso comercial en toda Sudamérica de capacidad instalada para 48 MW (Díaz, 2022).

En Colombia se han desarrollado diversos estudios referentes a la geotermia, González et al. (2018) por ejemplo, analizaron la factibilidad técnico-económico de microrredes que integran celdas de combustible en zonas no interconectadas del país con el fin de reducir los costos en el periodo de vida de una *microrred* para zonas que no se encuentran interconectadas, esto se realiza por medio del software *HOMER*. En este estudio se ha encontrado que el costo de energía de los sistemas que contienen las celdas de combustible promedia los 0,57 US\$/kWh. Se ha llegado a la conclusión que las fuentes no convencionales pueden ser implementadas ya que dan cumplimiento a los planes de desarrollo, de esta forma, Colombia es uno de los países que mayor aprovechamiento hacen de esta fuente de energía.

En la región centroamericana existen actualmente 75 volcanes y alrededor de 1,100 cuerpos de agua termales, estas presentan ser las condiciones perfectas para el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de energía geotérmica y que las naciones de la región dejen de depender

principalmente de los combustibles fósiles como fuentes de energía, sin embargo, el uso de ese recurso solo ha sido aprovechado en un 7.7% en total en los cinco países que conforman Centroamérica (Gabourel et al., 2021).

Nicaragua emplea su potencial geotérmico en dos plantas generadoras de energía y algunos balnearios. Fue en el año de 1973 donde se les dio a estos proyectos la importancia suficiente para la creación de la primera planta geotérmica con una capacidad instalada de 35 MW, la segunda planta fue instalada en 1989 con capacidad para otros 35 MW, sin embargo, actualmente solo opera una de estas plantas y la mayor producción de energía es de 20 o 25 MW (Gabourel et al., 2021). De esta forma se ha encontrado que, en Nicaragua, a pesar de que cuentan con las condiciones geotérmicas precisas, además de que ya cuentan con la tecnología para procesarla, no se está obteniendo el máximo provecho de este recurso ni de la capacidad instalada de las plantas ya existentes.

En Honduras actualmente se están empleando diversos tipos de tecnologías para la transformación de energía, siendo la energía térmica la que mayor capacidad instalada presentó para el año 2020 con un potencial de 882.1, seguida de la energía hidroeléctrica con un potencial de 705.8 MW, la energía solar fotovoltaica con 510.8 MW, la energía eólica y por biomasa con potenciales similares de 209.7 y 225.0, respectivamente, el carbón con un potencial de 135 MW y finalmente, la energía geotérmica con un potencial de 35 MW (Irias, 2020).

Como se mencionó anteriormente, la geotermia es el recurso natural menos aprovechado en Honduras, incluso cuando se ha evidenciado una necesidad en la población de recibir una mayor producción de este recurso tanto para desempeñar sus actividades diarias, en sus labores y en sus tareas domésticas, como en las actividades productivas.

Sin embargo, en estudios realizados en los años 1979 y 1980 se encontró que alrededor del territorio hondureño existen aproximadamente 200 lugares de los que sería posible extraer energía geotérmica, por lo tanto, no es la falta de este medio lo que está deteniendo su implementación en la agricultura o en su uso en general para el disfrute de las familias hondureñas, sino que no existe un adecuado aprovechamiento y manejo de este recurso. De los 200 sitios encontrados, únicamente en 7 se reconoce su potencial, estos se ubican en Platanares, en Copán, San Ignacio, en Francisco



Morazán, Azacualpa, en Santa Bárbara, Puerto Cortés y Olivar, en Cortés, Pavana, en Choluteca y Sambo Creek en Atlántida (Irias, 2020).

### **1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Para el 2016, debido a la crisis energética, influida mayormente por los precios de los combustibles fósiles, ya se habían probado casi todas las alternativas de energía renovable existentes, excepto la energía geotérmica; no fue hasta la llegada de la Cooperación Alemana (GIZ) que se inició el proceso de reconocimiento del terreno para la iniciativa donde se encontraron numerosas limitantes en todo tipo de criterios, técnicos, legales, sociales, educacionales, tecnológicos, etc., de forma que Honduras se convirtió en el último país centroamericano en hacer uso de la energía geotérmica. Incluso cuando Honduras es el país con menor potencial geotérmico por la ausencia de volcanes, la entalpía hallada es la suficiente para el uso térmico y agrario (Lagos, 2017).

#### **1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

Se encontró que la mayoría de los países que forman parte del “cinturón de fuego”, o sea la franja de mayor actividad volcánica y sísmica en el mundo, están aprovechando, ya sea de forma industrial o comercial, el potencial de la energía geotérmica; incluso han sido creadas leyes para cada país que contemplan el uso responsable de los recursos y la mitigación de riesgos. Mientras que en Honduras se ha podido identificar que existe un gran potencial para la explotación de este tipo de energía como una alternativa a la energía por combustibles fósiles, no ha sido debidamente aprovechada, puesto que solo existen 7 proyectos en marcha de los cuales únicamente uno de ellos se encuentra en operación, limitando las utilidades que este tipo de proyectos podrían brindar a los sectores de producción más importantes del país como ser la industria, el comercio y el agro.

La falta de proyectos geotérmicos puede generar que los productores tengan menos porcentajes de producción, ya que mediante la siembra tradicional se pueden obtener menos ingresos así como no poder alcanzar las cantidades necesarias para la exportación de dicho producto a otros países, asimismo el no contar con un ingreso alto o el no contar con pedidos grandes puede hacer que los productores no inviertan en tecnologías de riego, invernaderos o sistemas de energía los cuales les ayuden al mejoramiento de las producciones.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Reconociendo la importancia del aprovechamiento de la energía renovable y también de la agricultura, más la dependencia de la economía del país en este rubro, este estudio de investigación ha identificado el problema:

¿Cuál es la viabilidad técnica y financiera de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente, Santa Bárbara?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál ha sido la oferta y demanda del tomate en Honduras durante los últimos cinco años?
2. ¿Cuáles son los procedimientos técnicos necesarios para establecer un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara?
3. ¿Se puede calcular la prefactibilidad financiera de invertir en un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara?
4. ¿Cuál es la metodología del PMBOK adecuada para la implementación del proyecto del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara?

## 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

En este apartado se verán descritos los objetivos a cumplir para el desarrollo de este proyecto de investigación, estos se segmentan en objetivo general y objetivos específicos.

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.

### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Obtener la oferta y demanda del tomate en Honduras durante los últimos cinco años.
2. Establecer los procedimientos técnicos necesarios para establecer un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.

3. Determinar la prefactibilidad financiera de invertir en un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.

4. Desarrollar mediante la metodología del PMBOK la implementación del proyecto del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.

## **1.5 JUSTIFICACIÓN**

La conveniencia de realizar este estudio se manifiesta en la importancia que está tomando el desarrollo de las energías renovables, tanto en el cuidado del medio ambiente como en la reducción de costos a largo plazo, puesto que, la energía geotérmica, por ejemplo, no necesita de insumos de exportación, sino que, una vez implementado el sistema, este se mantiene funcionando a sí mismo por muchos años.

En cuanto a la relevancia social del levantamiento de esta exploración, el aprovechamiento de la energía geotérmica en el rubro de la agricultura les brindará a los productores un valor agregado a sus cultivos y mejores condiciones de producción, puesto que al trabajar sus hortalizas o cualquier otro cultivo bajo un ambiente controlado también se reducen los índices de pérdida por daños de plagas, enfermedades o condiciones climatológicas, brindándoles una producción mayor y de mejor calidad.

Las implicaciones prácticas que se presentan en este análisis investigativo se remontan a las prácticas de recolección de información enfocadas en la búsqueda de los aspectos técnicos y financieros que son necesarios para realizar una adecuada observación de la disponibilidad de los recursos y la factibilidad de la implementación de un proyecto en base a dichos hallazgos. Los resultados obtenidos por medio de estas prácticas serán empleados para establecer lineamientos para el desarrollo adecuado de esta iniciativa tanto en la localidad seleccionada como en otras.

Dentro del valor teórico de este trabajo de indagación científica se encuentra la recolección de varias teorías e investigaciones realizadas por diversos investigadores quienes han profundizado en fenómenos similares, los conceptos y los resultados de experimentos referentes al mismo problema de investigación, pero desde otras perspectivas servirán a este estudio como el medio que sirve para comprender las etapas o variables de la problemática en general.

Finalmente, la utilidad metodológica del estudio se presenta en la creación de varias herramientas de recolección de datos, tanto bibliográficos como cualitativos que faciliten la comprensión del fenómeno de estudio, pero desde la experiencia de los afectados por el fenómeno mismo. Esta herramienta será creada en base a una metodología completa la cual se verá detallada más adelante en su propio capítulo.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En este apartado se presenta el sustento teórico de la investigación, se plantean el análisis de la situación actual, también se muestran distintas teorías con el respaldo de diferentes autores, se conceptualizan las variables de investigación, técnicas y herramientas a utilizar y el marco legal para brindar una mejor comprensión de la investigación presente.

### 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Dentro de esta sección de la investigación se muestra el análisis de la situación actual, presentando el macroentorno, microentorno y el entorno interno local.

#### 2.1.1 MACROECONÓMICO

Honduras es un país de la región de Centroamérica que está conformado por 19 departamentos, este país limita al oeste con la República El salvador y con la República de Guatemala, al este con la República de Nicaragua y al norte con el mar Caribe, cuenta con una extensión territorial de 112.492 km<sup>2</sup> (Unión Europea, 2021)



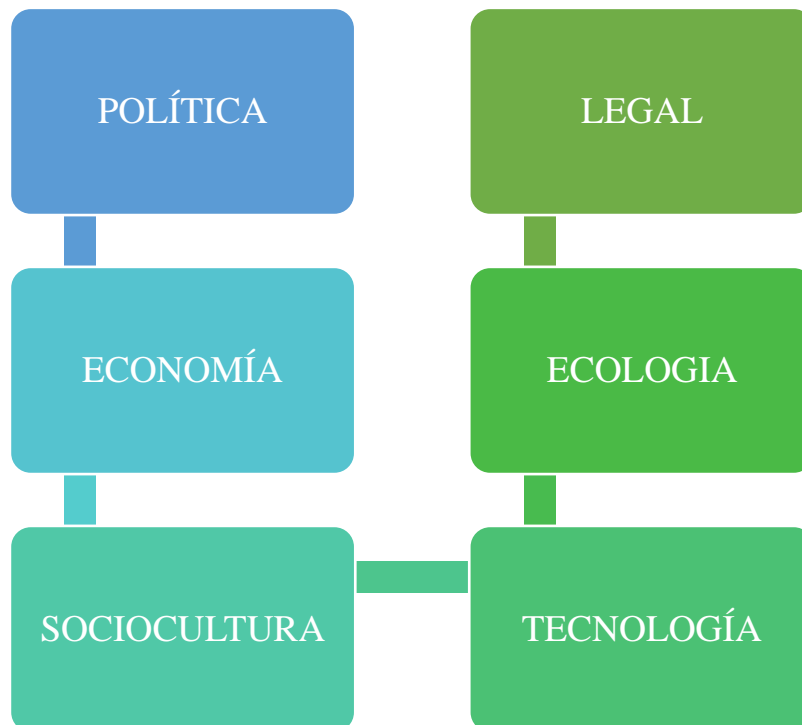
**Figura 1. República de Honduras.**

*Fuente:* (Unión Europea, 2021).

Se analizará el nivel macroeconómico por medio de un análisis PESTEL, el cual, de acuerdo con Amador (2022) se trata de un instrumento, el cual permite que las compañías evalúen y

descubran factores que podrían generar efectos negativos a la organización en futuros tiempos. Este análisis cuenta con la finalidad de brindar una descripción del ambiente en el que una empresa opera, para efectuar dicho análisis, es necesario que se consideren distintos aspectos de vital relevancia para el desempeño de la empresa.

Seguidamente, Mercado, como se citó en Amador (2022) plantea que un análisis PESTEL es utilizado por los profesionales para aminorar y analizar los elementos macroambientales que impactan a una compañía. Además, el resultado sirve para la identificación de debilidades y amenazas. Seguidamente, el acrónimo PESTEL representa la Política, Económica, Social, Tecnología, Ecología y lo Legal tal y como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 2. Componentes del análisis PESTEL.**

*Fuente:* (Rodríguez C. , 2021).

### **1. Política**

De acuerdo con Soler (2023) la dimensión de la política debe ser tomada en cuenta para saber la forma en la que el Estado puede afectar de forma negativa o positiva el desempeño y en sí el funcionamiento de los proyectos. Se toman en cuenta los cambios en la política, es decir, las nuevas implementaciones o reformas que realizan a los factores fiscales de este, los cambios en la moneda,

entre otros. Cualquiera que sea la ley que sea afectada y que se deba aplicar la naturaleza del proyecto, va a generar repercusiones en la empresa.

Suele ser para las diferentes fases de exploración, que no se encuentran procesos de gestión administrativa claros para poder manejar cada uno de los recursos geotérmicos del país. Por lo que en ciertos procesos de generación de energía eléctrica las cuales suelen ser definidas por las leyes que se encuentran en vigencia, asimismo es requerido el fortalecimiento de un marco regulatorio, políticas, así como estrategias específicas para poder tener un desarrollo geotérmico nacional (Iriás y Solís, 2021).

En cuanto a Honduras, se hace referencia a que este es un país que promueve la generación de energías renovables, por lo cual, este proyecto puede estar amparado en las leyes que protegen el ambiente, siendo viable la búsqueda de energías para resguardar los cultivos en las temporadas donde las producciones disminuyen por ser épocas de bajas temperaturas. Por lo cual, se puede enunciar que las políticas nacionales pueden afectar de forma positiva a este tipo de proyecciones, tomando en consideración que las políticas nacionales fomentan la competencia de estas energías dentro de la lucha contra el cambio climático y el apoyo hacia la agricultura (Iriás y Solís, 2021).

Por otra parte, la creación de nuevas políticas y fortalecimiento de las que ya existen pueden generar que la implementación de invernaderos a base de energía geotérmica sea más rentable, otorgándoles espacios para que las compañías que se encargan de este tipo de negocio y sus compradores puedan obtener beneficios económicos, ya sea por bonificaciones o mediante oportunidades a créditos, por dichas razones se puede concluir que este factor afecta de forma positiva el problema que está siendo estudiado.

## **2. Economía**

Dentro del ámbito económico, de acuerdo con Cosmen (2022) se toman en cuenta las variables de la macroeconomía, estas se consideran a nivel nacional como internacional, así como las variaciones dentro de los periodos de crisis. El autor también plantea que la agricultura representa un importante factor dentro del Producto Interno Bruto (PIB) en las economías de las naciones de América Latina, seguidamente, el precio de los insumos y de las estructuras que se

necesitan para los sistemas de cultivos también pueden ser afectados por la variación dentro de la economía.

Ampliando este elemento a los factores económicos de Honduras, se puede enunciar que, como ya se ha explicado en el párrafo anterior, el agro es un elemento de mucha importancia dentro del PIB, lo cual, de acuerdo con datos del Banco Central de Honduras (2022) el sector agrario es parte importante del PIB, siendo un generador de empleos significativo. También, dentro de este mismo elemento se pueden mencionar los insumos, tales han aumentado en valor o precio y los productores cada vez producen con mayores gastos la misma cantidad de productos.

Seguidamente, ya se ha mencionado el factor cambio de moneda, este también es un elemento que afecta de forma negativa a la adquisición de insumo o la generación de energía, ya sea mediante importaciones, los productos que se reciben, por el cambio de moneda se encuentran con precios más elevados, también se puede incluir la inflación, los materiales para la instalación de las estructuras para invernaderos han sufrido cambios en los precios desde los tiempos de pandemia, por las alzas de los costos de los fletes, sin embargo, dicha temporada ha culminado y los precios continúan siendo altos (Banco Central de Honduras, 2022).

### **3. Sociocultural**

La sociocultura es un elemento tomado en cuenta para este análisis y según Amador (2022) los factores sociales como la cultura, creencias, hábitos, intereses y referencias, afecta de forma positiva o negativa los resultados que se desea obtener de un proyecto. Sin embargo, este es un factor que se presta para generar nuevas tendencias, a las cuales, la sociedad aprueba o desaprueba se acuerdo a su interés o inclinación.

Con referencia a este factor, es posible que la sociedad procure la vía hacia el camino de la sostenibilidad, siendo consciente del desgaste del ambiente, ya que, en los tiempos actuales, más personas se están sumando a promover el cuidado del medioambiente y a la vida en pro de su misma salud. Seguidamente, el área productora que desee optar por producir de una manera distinta, recurriendo a la implementación de nuevas fuentes de energía, contribuyendo de esta manera al fomento del ahorro de energía (Irias y Solís, 2021).



#### **4. Tecnología**

En cuanto a la tecnología, Farro et al. (2023) enuncia que este es un elemento que su uso se encuentra cada vez en aumento, no únicamente para las compañías que se dedican a este rubro, sino que también para las personas naturales, estas tienen necesidad de ella desde su día a día hasta obtener dispositivos o la tecnología que se necesita para el desarrollo de sus actividades, además, este es un factor que afecta de manera positiva el control del factor tiempo.

Existe una gran diversidad tecnológica para poder aprovechar la geotermia esto en cuanto a la generación de la energía eléctrica la cual dependerá del nivel de entalpía del recurso geotérmico, ya que dichos procesos suelen iniciar tomando el agua caliente, de un pozo de producción para que este posteriormente pase a un intercambiador en el cual será realizada la extracción de una cantidad de calor antes de que la misma sea reinyectada a un reservorio en el cual se mantendrá (Lagos, 2017).

Para analizar este factor se toma en cuenta las maneras de producir los alimentos y a la instalación de un invernadero, lo cual, para el segundo elemento mencionado existen distintas formas de realizar la instalación, sin embargo, la tecnología ha generado que existan más estrategias para la implementación de estas estructuras. En la actualidad, dentro del mercado existe un número significativo de materiales para establecer invernaderos, sin embargo, las personas optan por la tecnología más actual, los que ya cuentan con facilidades de uso (Lagos, 2017).

#### **5. Ecología**

La ecología o el ambiente es un elemento que afecta la tendencia, esta puede variar de acuerdo con las estaciones climáticas, sin embargo, también viene acompañada de fenómenos que no han sido previstos dentro de las proyecciones de los periodos que se ha visualizado la ejecución de un proyecto. También puede ser estimado que los cambios que el Estado efectúe dentro de la normativa impactarán en la compañía o empresa (Amador, 2022).

Algunas de las técnicas de exploración geotérmicas suelen ser similares a las actividades para la explotación minera, por que suele presentar una resistencia en ciertas regiones de país en las cuales se ha dado comienzo a la fase de reconociendo, aunque el impacto ambiental no es

comparable con los impactos que se pueden presentar en otras actividades, suele ser requerido de un gran involucramiento por parte de la comunidad (Irías y Solís, 2021).

En el territorio nacional, las políticas ambientales se encargan de la regulación de recursos como el agua, el suelo y el aire, la explotación de los recursos geotérmicos a utilizar en el cultivo del tomate es parte de los recursos renovables. Seguidamente, en los cambios climáticos existen variaciones, lo cual es un factor que puede afectar al cultivo de tomate, siendo estos un factor negativo para este análisis, entre esto se interiorizan tanto las sequías como las plagas (Amador, 2022).

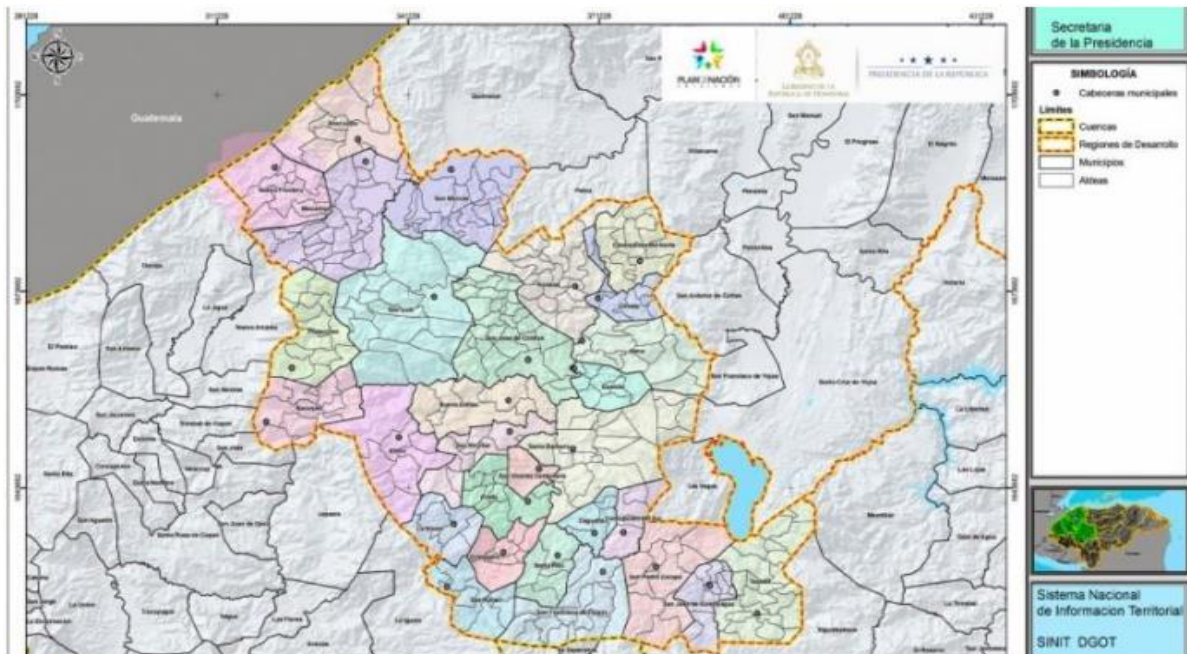
## **6. Legal**

Dentro de este factor, se deben incluir las leyes que la organización o compañía esté obligada a cumplir, esta normativa puede ser de beneficio o pueden perjudicar el desempeño de las labores de las compañías. Seguidamente, las leyes pueden tener incidencia en la producción de los productos de la empresa, esto puede afectar tanto a nivel internacional como nacional, por lo cual, se deben seguir los lineamientos que la ley establezca (Farro et al. 2023).

Los factores legales se han de observar en cuanto a los reglamentos y leyes que se han establecido en pro del medio ambiente y de la producción de alimentos, este proyecto puede verse respaldado por normativa vigente acerca de recursos renovables, generación de energía y leyes para la protección del agua, estas son las legalidades que se deben tomar en cuenta para poner en marcha un proyecto que involucre la producción y el uso de energía renovable (Irías y Solís, 2021)..

## 2.1.2 MICROECONÓMICO

Santa Bárbara es un departamento de Honduras conformado por 28 municipios, limita al norte con departamento de Cortés y la República de Guatemala, al sur con los departamentos de Lempira e Intibucá, al oeste con los departamentos de Copán y Lempira, al este con los departamentos de Cortés y Comayagua. Cuenta con una temperatura en tiempos fríos de 18° a 25°C, en tiempo de clima caluroso, puede llegar hasta los 36 °C (Unidad Técnica Foro Nacional de Convergencia, 2018)



**Figura 3. Departamento de Santa Bárbara.**

*Fuente:* (Unidad Técnica Foro Nacional de Convergencia, 2018).

Para considerar la situación microeconómica de Santa Bárbara, se toma en cuenta un análisis Porter de las cinco fuerzas, el cual, de acuerdo con Espinoza y Espinoza (2021) fue Michael Eugene Porter quien reconoció que las empresas son únicas y sus características impactan a la industria en cuanto a su competitividad, sin embargo, por lo cual, las fuerzas de Porter es una de las herramientas que se utilizan para encontrar las debilidades y las fortalezas dentro de una fracción determinada del mercado, con propósito de ser una guía para tomar decisiones correctas y de esta forma conseguir que una empresa logre la sostenibilidad.

Seguidamente, las cinco fuerzas de Porter forman parte de un modelo para el desarrollo de un análisis competitivo, estas suelen determinar el contexto competitivo de la sociedad y cómo afecta la utilidad. Asimismo, la competencia por las utilidades va más lejos de los rivales que ya se han establecidos dentro de un área, y de acuerdo con Espinoza y Espinoza (2021) esta fuerza también incluye a más fuerzas competitivas, las que se muestran en la siguiente figura.



**Figura 4. Cinco fuerzas de Porter.**

*Fuente:* (Pinzón, 2019).

### **1. Amenaza de nuevos competidores**

El sector de la energía es un área que ha tenido competencia significativa, y de acuerdo con Gallardo y Sununga (2019) la amenaza de nuevos competidores puede ser considerada de acuerdo a la extensión de la nación y la demanda energética, por lo cual, en cuanto a energías renovables, la competencia es baja, esto se debe a la cantidad de la inversión total que se debe hacer, siendo esta recuperada después de varios años del funcionamiento del establecimiento, a aparte del conocimiento que se debe tener acerca de este tipo de energía.

En el caso de Santa Bárbara, este es un departamento de Honduras que está apostando por la energía renovable, instalando un establecimiento de plantas de energía solar, por medio del cual, muchas familias han obtenido beneficios. Este es un proyecto que ha sido implementado por el Gobierno de la República, sin embargo, es posible que nuevos competidores se introduzcan al departamento para llegar hasta lugares en los que las comunidades no han tenido acceso (PRONADERS, 2022).

## **2. Poder de los proveedores**

El poder de los proveedores, según Donawa y Morales (2018) cuentan con el poder de instalar los precios convenientes a sus servicios y productos, también pueden limitar la calidad de estos, los proveedores que tiene poder, inclusive los que suministran mano de obra, pueden sacar el máximo provecho de una industria. Seguidamente, el poder de realizar negocios de los proveedores genera insumos a las compañías, esto hace referencia al poder que tiene estos para incrementar el precio de los materiales, de manera que las compañías deseen buscar productos de menor calidad.

En cuanto a la región en la cual se desarrollará el proyecto en tema, se puede considerar que esta fuerza es baja, ya que existen distintos distribuidores fuera de la nación que pueden ser los proveedores de los dispositivos que se necesitan para la implementación de una instalación de energía geotérmica, por otra parte, si se trata de la importación, los costos de los materiales varían de acuerdo al Incoterms que se utilice con el proveedor, también esto va a depender del poder de negociación que tenga la persona que se encargue de las compras (Donawa y Morales, 2018).

## **3. Poder de los compradores**

Según Campaña y Pacha (2022) los clientes o compradores pueden obtener mayor valor al hacer que los precios para la obtención de los productos bajen, exigiendo que estos sean producidos con mejor calidad o que el precio se encuentre de acuerdo con la calidad del mismo producto. Por tal motivo, los trabajadores cuentan con poder si tienen las destrezas de negocio sobre los participantes de una compañía, ya que ejercen ese tipo de presión para que se reduzcan los precios. En esta instancia, los clientes pueden ser los usuarios finales, ya que estos, al comprar en volumen generan una gran fuerza sobre los precios.

En cuanto a los compradores, se puede mencionar que la demanda potencial nacional, es de un 12% el cual equivale a 29.244 kg de tomate a la semana, esto de acuerdo con los vendido en los principales centros comerciales del país por lo que los negociadores deberán de tener un consenso para que los negocios sean rentables, estableciendo precios convenientes para ambos sectores. Sin embargo, esta fuerza se puede considerar baja, ya que, por ser una nueva tecnología para implementar, este tipo de mercado no se encuentra con la información necesaria, sin embargo, cuenta con la iniciativa de disminuir los costos de la producción (Secretaría de Energía, 2018).

#### **4. Amenaza de productos sustitutos**

Porter, como se citó en Gallardo y Sununga (2019) ha explicado que un producto sustituto hace la función similar, posiblemente idéntica al producto de una compañía, sin embargo, lo realiza de una forma distinta, seguidamente, un sustituto se encuentra cuando es posible prescindir de ese producto. Por otra parte, la amenaza de los sustitutos es alta, ya que este tipo de productos no se limitan en cuanto a los beneficios que puedan generar, también pueden reducir los ingresos que una empresa puede obtener en los tiempos que se han llamado temporadas altas y no logra los ingresos proyectados.

Cuando un mercado o segmento no será atractivo cuando se cuenta con varios o muchos sustitutos reales, así como potenciales, por lo que dicha situación se podría complicar cuando los sustitutos se encuentran más avanzados tecnológicamente o los que puedan entrar en precios mucho más bajo lo cual reduce los, márgenes de utilidad de la corporación y de la industria (Gómez, 2007). Se puede concluir que las amenazas en esta instancia serían los proveedores de energía eléctrica que se encuentran en el mercado, así como plantas eléctricas que se alimentan de combustibles fósiles.

#### **5. Rivalidad entre competidores existentes**

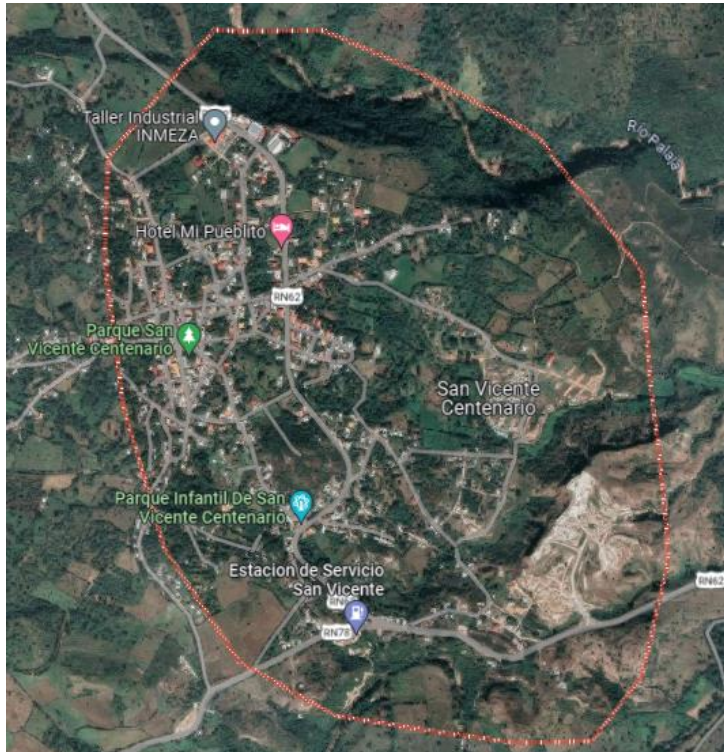
Según Gramage (2017) los competidores incluyen distintas formas de generar dicha competencia, estos utilizan estrategia para que los clientes puedan preferir sus productos, incluyendo descuentos, mejoras en el producto, mejoras en el servicio, entre otros, por lo que la rivalidad es una limitante para el rendimiento de una compañía, por otra parte, el nivel de rivalidad que se necesita para afecta a los demás competidores depende en primera instancia de la intensidad

de este tipo de competencia, en segundo lugar se tiene el fundamento sobre el que se compete. Por lo que la rivalidad es mayor cuando el número de competidores es alto o influyen en un mismo nivel.

Con relación a la oferta del tomate orgánico y del tomate empacado o procesado esto las bodegas, así como en los supermercados los cuales se encuentran localizados en las diversas zonas del país se pueden considerar una de las competencias directas del cultivo de tomates en invernaderos de igual manera el tomate hidropónico está siendo aceptado el cual se convertiría en un competidor (Villar y Interiano, 2004). Considerando la situación de uso de invernaderos, sobre todo aquellos cuyas condiciones internas han sido modificadas deliberadamente por medio de la instalación de equipos en todo el departamento de Santa Bárbara, se puede decir que esta fuerza es baja, ya que en el país no se encuentran empresas de renombre que tengan posición e implementen estos sistemas directamente en invernaderos, sin embargo, este mercado se encuentra dentro de los productores pero no son un segmento de clientes registrado por los proveedores de otras alternativas de energía

### 2.1.3 INTERNO/LOCAL

El municipio San Vicente Centenario pertenece al departamento de Santa Bárbara de la República de Honduras, fundado el 22 de octubre del año 1900, cuenta con una altitud de 500 msnm, este municipio tiene una extensión geográfica de 37.5377 Km<sup>2</sup>. Las principales fuentes de trabajo son el cultivo de hortalizas, frutas, caña de azúcar, café, crianza de ganado equino, vacuno, porcino y caprino. Dicho municipio limita el norte con los municipios de Santa Bárbara y Ceguaca, al sur y al este con el municipio de San Francisco de Ojuera, al este con los municipios de El Nispero y San Rafael (Lempira) (Instituto Nacional de Estadística, 2022).



**Figura 5. Ubicación de San Vicente Centenario.**

*Fuente:* (Google Maps, 2023).

Para este análisis se tomará en cuenta un análisis FODA, el cual, según Vega et al. (2022) es una fuerte herramienta empresarial, aplicada para que se pueda proporcionar una base de información, la cual brinda directrices para emplear un diseño de estrategias, mediante las cuales sea posible que se utilice el potencial de los recursos de la institución, organización o compañía. Este análisis consta de cuatro componentes, los cuales hace referencia a:

1. Fortalezas.
2. Oportunidades
3. Debilidades
4. Oportunidades



Para analizar la situación local de San Vicente Centenario se aplicará el análisis FODA que se ha planteado en la siguiente figura.



**Figura 6 FODA**

Fuente: Elaboración propia a partir de las respuestas del instrumento

En base a la información sobre la producción de tomate y la localidad de San Vicente, se encontró dentro de los factores internos que una de sus mayores fortalezas es la fertilidad de la zona que permite grandes producciones, mientras que entre las debilidades se encuentra el poco conocimiento con los que cuentan los productores en el manejo de tecnologías, además del poco acceso a financiamiento. Entre los factores externos se encontraron oportunidades como la disponibilidad de recurso geotérmico por medio de las fuentes de agua corriente de la zona, mientras que entre las amenazas figura el cambio climático propio de cada cambio de estación (Cooperación alemana, 2018).

Al relacionar tanto los factores internos como los externos, es posible determinar posibles estrategias que contrarresten las debilidades e impulsen las fortalezas por medio del aprovechamiento de las oportunidades. Para comprender mejor esta relación se ha plasmado el FODA en el siguiente cruce de variables.

**Tabla 1 Cruce de variables FODA**

<b>Factores internos</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
		Reconocimiento de la zona por su producción
<b>Factores externos</b>	Cartera de clientes estable	Falta de financiamiento
	Tierras fértiles	Ataques de plagas
<b>Oportunidades</b>	<b>Estrategias FO</b>	<b>Estrategias DO</b>
<b>Disponibilidad de recurso geotérmico</b>	-Mejorar la producción por medio del aprovechamiento del recurso geotérmico para el cultivo de tomate	-Capacitar a los productores en el uso de los equipos geotérmicos para la producción -Crear cooperativas entre los productores para que puedan recibir apoyo de instituciones financieras.
<b>Acceso a canales de distribución</b>	-Ampliar la cartera de clientes y los canales de distribución por medio de una oferta más grande	
<b>Amenazas</b>	<b>Estrategia FA</b>	<b>Estrategias DA</b>
<b>Cambio climático</b>	-Solicitar proyectos de ayuda gubernamental para la inversión en las fincas de tomate para cultivar en ambiente controlado	-Establecer acuerdos de precios con grandes compradores locales o de exportación de mutuo beneficio.
<b>Inestabilidad de precios y costos</b>		

*Fuente:* Elaboración propia.

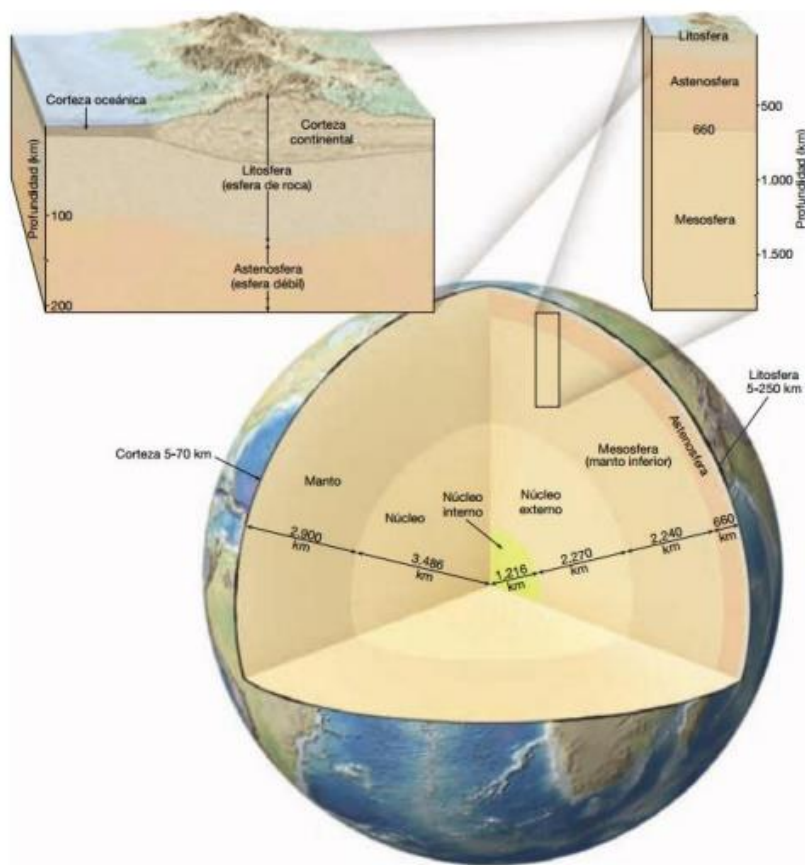
## 2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

En este apartado se presenta la conceptualización de las variables de estudio, estas serán planteadas desde la perspectiva de distintos autores.

### 2.2.1 ENERGÍA GEOTÉRMICA

De acuerdo con Sola (2023) la energía geotérmica se encuentra almacenada bajo de la superficie terrestre, este es el segundo recurso energético de mayor importancia después del sol. Este es un tipo de energía que proviene del interior de la tierra, su producción involucra la descomposición de isótopos radiactivos, también se puede producir por el movimiento que realizan las placas. No obstante, hasta los tiempos actuales, se han explotado hacimientos que se han encontrado en la corteza terrestre dentro de las que se localizan elementos permeables, los cuales retiene agua y el calor es transmitido a ellas, por lo cual, este es un verdadero recurso energético aprovechable y se le puede denominar fluido geotermal.

Por otra parte, Martínez y Saldaña (2023) plantean que la tierra almacena una cantidad grande de energía, distintas hipótesis han tratado de dar explicaciones al motivo de la existencia de temperaturas altas. Sin embargo, una de las explicaciones que se le ha atribuido a este fenómeno que combina distintos elementos o varios fenómenos naturales, entre estos cuentan con una especial atención los efectos que general los residuos de la materia incandescente que fue el constituyente de las etapas iniciales y la generación de caos que proviene por el efecto de desintegración de elemento de radioactividad de vida prolongada. Seguidamente, el globo terráqueo se encuentra compuesto por el núcleo, manto y la corteza, tal y como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 7. Capas principales de la Tierra.**

*Fuente:* (Hernández y Ramírez, 2016)

Por otra parte, Fuentes (2020) plantea que la energía geotérmica se encuentra entre las energías renovables que brindan mayor beneficios e impacto económico, por el motivo que esta es competitiva y rentable. No obstante, siempre que se produce energía se genera un impacto ambiental, por otra parte, una de las ventajas de la energía geotérmica es que contamina en menor

cantidad que fuentes de energía diferente, ya que, si se hace una comparación con la emisión de gases de una planta con este tipo de energía, resulta ser únicamente en un 5% de la cantidad de una planta equivalente operada por medio de combustibles fósiles genera.

#### 2.2.1.1 CLASIFICACIÓN DEL RECURSO GEOTÉRMICO

Para lograr la comprensión de la clasificación del recurso geotérmico, Castiblanco (2017) enuncia que se necesita entender que las características físicoquímicas y la composición de las formaciones geológicas permite que se generen constantes y variadas actividades termodinámicas, dando lugar al origen de distintos flujos de calor subterráneo, sin embargo, esto va a ser diferente de acuerdo con su contenido de calor.

Cada intervención que ha tenido el ser humano que incurra en la perforación hacia una de las capas subterráneas de la tierra genera un cambio térmico en las condiciones naturales que este ecosistema, sin embargo, este cambio bien podría ser aprovechado en lugar de dejar que los daños únicamente tengan efectos negativos.

Seguidamente, Sola (2023) menciona que la energía geotérmica puede clasificarse de acuerdo con los yacimientos. Primeramente, se debe tomar en cuenta los tipos de yacimientos de este tipo de energía, es decir, la energía geotérmica, los cuales son clasificados de acuerdo a su temperatura, entre estos se hace la diferencia entre los que cuentan con alta temperatura, superando los 100°C y los que tienen baja temperatura que su temperatura se encuentra por debajo de los 100°C, finalmente se encuentran los yacimientos de muy baja temperatura, los que no logran los 25°C.

Los yacimientos de altas temperaturas son mucho más escasos que los de bajas temperaturas y se requieren de permisos especiales para su explotación, considerando el alto potencial energético que contienen y los riesgos que presenta esta labor para la vida humana, sin embargo, al encontrarse y usarse esta clase de yacimientos, son suficientes para abastecer de energía eléctrica a una ciudad. Por otro lado, los yacimientos de bajas temperaturas son mucho más comunes y su explotación también es mayor.

De acuerdo con el tipo de yacimientos serán las aplicaciones que se les darán, tales abarcan desde la generación de energía eléctrica, si este es un yacimiento que cuenta con alta temperatura,

hasta utilizarlos dentro del sector residencial o en la industria. Otra manera de clasificar yacimientos geotérmicos es de acuerdo con Sola (2023) se realiza por su nivel energético del recurso que se encuentre en ellos, estos se mencionan a continuación:

**1. Yacimiento de alta entalpía.** Este tipo de yacimiento es caracterizado por que su fluido se establece en condiciones de presión, se mantienen en al menos 150°C. Las características que se han mencionado brindan la capacidad de generar energía eléctrica.

**2. Yacimiento de media entalpía.** El fluido cuenta con una temperatura que puede variar entre 100 y 150°C, en estas instancias, la generación de energía puede ser conseguida por medio de ciclos binarios.

**3. Yacimientos de baja entalpía.** En esta situación, la temperatura del fluido es variante, es posible que esta no logra alcanzar una temperatura de 100°C, sin embargo, este tipo de energía puede ser aprovechada para utilizar de forma directa el calor que engloban desde calefacción en residenciales hasta procesos industriales.

Por otra parte, Castiblanco (2017) plantea que los sistemas geotérmicos cuentan con capacidad de almacenamiento y de transferencia de energía termodinámica dentro del ambiente, como ya se ha explicado, este tipo de capacidad es conocida como entalpía (H), esta suele expresarse por la unidad Joule (J) la cual calcula energía. Para realizar el cálculo de la entalpía se debe aplicar la ecuación:  $H=U+PV$  en la cual, para U es referencia de la energía del sistema, P, representa presión, V, es volumen.

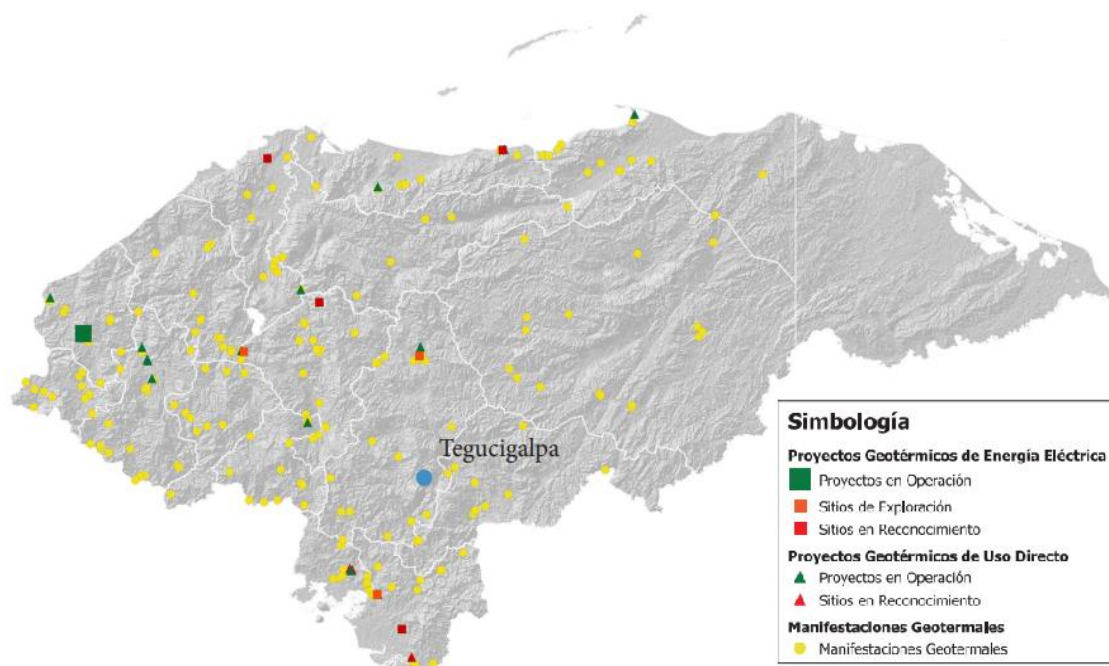
#### 2.2.1.2 ENERGÍA GEOTÉRMICA EN HONDURAS

El encarecimiento de los combustibles fósiles ha afectado la economía de la República de Honduras, generado incrementos en los costos de los bienes de consumo y, por ende, también en el precio de la energía. Dentro de este panorama energético, en el país se genera la necesidad de implementar y crear políticas y normativas que posibiliten abrir puertas a la generación de energía eléctrica mediante recursos sustentables y renovables provenientes de fuentes de esta naturaleza, entre ellas fuentes geotérmicas (Lagos, 2017).

Honduras fue el último país centroamericano en explotar el recurso geotérmico, incluso al disponer de varios puntos de extracción sin aprovechar, inclusive puntos de alta entalpía, puesto que la explotación de los recursos de energía se enfocó en otras fuentes como la hídrica. Durante

todos estos años únicamente se ha estudiado, sin terminar, un proyecto de explotación geotérmica, en Platanares, Copán, con una mínima capacidad instalada, ignorándose completamente el resto de los puntos de extracción, sobre todo los de baja entalpía.

Bajo el planteamiento de Lagos (2017) en Honduras se han realizado estudios de fuentes de energía geotérmica, y en la capital, la empresa GeoPower, es la que ha desarrollado los lugares de Azacualpa y Pavana, en los cuales ya se han desarrollado estudios de geofísica, geología y de geoquímica para que se puedan determinar la factibilidad de los proyectos. Estos proyectos mencionados ya cuentan con los permisos respectivos y licencias necesarias, con sus PPA firmados por ENEE, esta última institución ha presentado información obtenida hasta el año 2016, la cual hace referencia de los sitios en los cuales se han identificado manifestaciones de este tipo de energía, sin embargo, en su informe, Gabourel et al (2021) muestran datos más actuales, los que se presentan en la siguiente figura.



**Figura 8. Manifestaciones Geotérmicas de Honduras**

*Fuente:* Gabourel et al (2021)

### 2.2.2 INVERNADEROS

Según Arregoces et al. (2023) producir alimentos agrícolas es una de las actividades que dependen de distintos elementos, estos pueden variar de acuerdo a las condiciones ambientales, las

cuales tienen un papel de mucha importancia en las temporadas en las que se cultivan determinadas especies. Realizar la actividad de cultivar a cielo abierto o a la intemperie condiciona a productor a tener presente algunas temporadas, estar pendiente de los cambios climáticos y para el combate de enfermedades y plagas, esto se genera por el motivo que el cultivo se encuentra expuesto, por lo expuesto, se pueden enunciar que un invernadero significar una ventaja competitiva y así logra tener un ambiente controlado, además, la implementación de un invernadero permite:

1. Prevención de enfermedades y plagas, generando que se utilice menos cantidad de pesticidas y plaguicidas, obteniendo una producción de alta calidad y más limpia.
2. Producción de cultivos en todas las temporadas del año, cada ciclo puede prolongarse por mayor tiempo, dando seguridad a la producción y también a la demanda alimentadora en todo el año.
3. Promoción de la actividad metabólica del cultivo, reduciendo el uso de tierra, consumo de agua y de fertilizantes.

Por otra parte, Paunero (2021) explica que los cultivos cuando se encuentran en un invernadero suelen prolongar el periodo de tiempo que corresponde a su crecimiento vegetativo, esto se debe a que obtienen mayores niveles de temperatura y humedad. Aditivo a esto, los ciclos que se han establecido para cada cultivo suelen ser más prolongado, generando de esta manera que se pueden producir por más tiempo y en mayores cantidades, siendo económicamente rentable para los productores

Marín et al. (2023) explica que los cultivos bajo invernaderos generan que una parte del ambiente se utilice y que la siembra tradicional sea modificada, a este tipo de cultivo también se les conoce como cultivos cubiertos. La finalidad de los invernaderos es que se genere un microclima apropiado para la protección de los cultivos brindando así protección. Para la instalación se deben tomar en cuenta aspectos relevantes como los costos de acuerdo a la unidad de medida que se utilice, y acorde al territorio que se desee cubrir, para dicha instalación de debe considerar una secuencia de pasos, las cuales se presenta a continuación:

1. **Selección del espacio.** Este debe contener características adecuadas para el soporte de la estructura, se toma en cuenta la orientación del viento, iluminación solar adecuada.

2. **Definición de las dimensiones.** Para realizar el cálculo de la cantidad de los materiales que se necesitan para la instalación de la estructura se toman en cuenta cuales son las medias en cuanto a las dimensiones que se deseen, nivelar el área que el invernadero ocupará, en este paso es necesario que se delimite la superficie.

3. **Instalación del sistema de anclaje.** La estructura, puede ser de materiales maderables, metálico o de otra tecnología, estos deben anclarse y formar la bóveda de dicho invernadero.

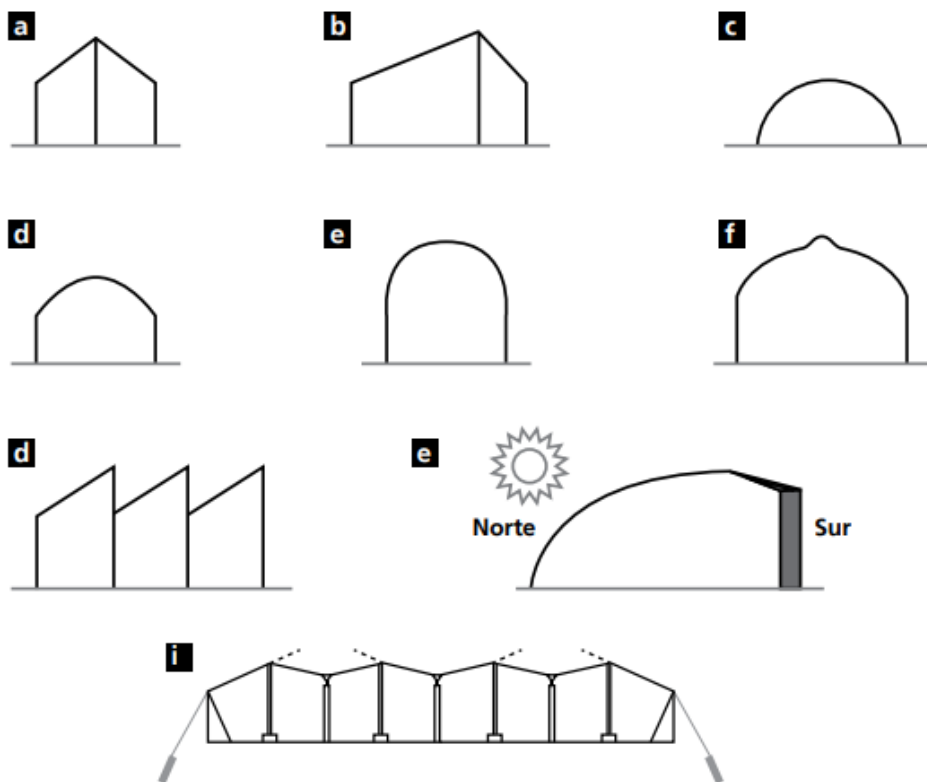
4. **Cobertor.** Cuando ya se ha instalado la estructura, el siguiente paso es cubrir con el material plástico especial para invernadero.

5. **Adaptación de puertas y ventanas.** Posteriormente se adaptan las puertas y ventanas, generalmente se instalan con una técnica de enrollado.

#### 2.2.2.1 TIPOS DE INVERNADEROS

Se ha conocido el propósito de los invernaderos y la necesidad de su uso, seguidamente, por su parte, Lenscak e Iglesias (2019) enuncian que la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha tipos caracterizado distintos tipos de invernaderos, estos se presentan en la siguiente figura, donde: a) invernadero de techo plano de dos aguas o asimétricos, b) techos asimétricos planos, c) invernadero de macrotúnel o de arco redondeado d) arco rebajado, e) invernadero semicilíndrico, f) invernadero de invernadero gótico o arco en punta, g) invernadero diente de sierra, h) Invernadero de medio arco con pared de mampostería, i) invernadero amagado.





**Figura 9. Forma de invernadero.**

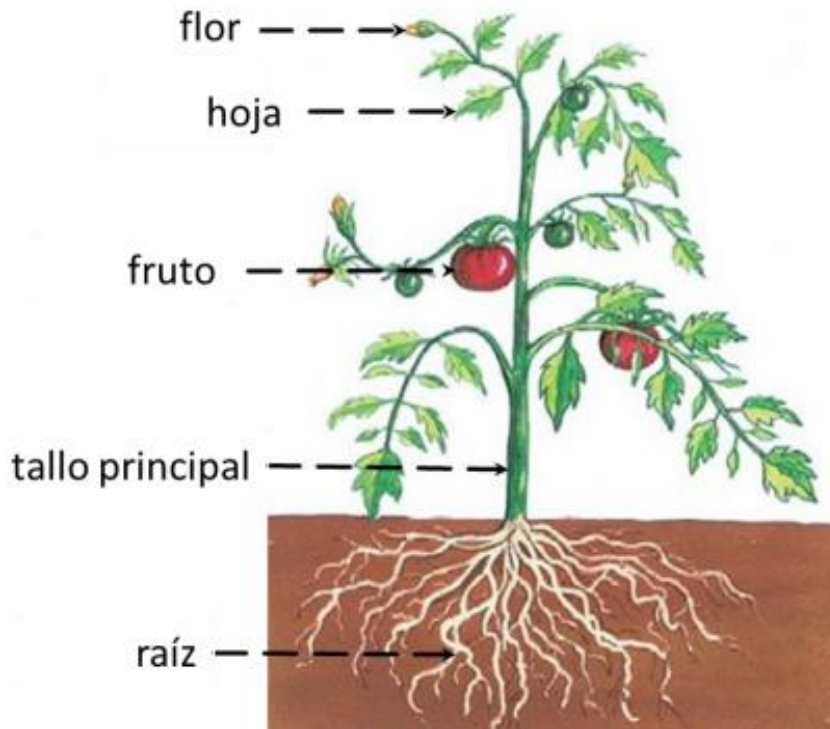
*Fuente:* (Lenschak e Iglesias, 2019).

### 2.2.3 CULTIVO DE TOMATE

Según Salazar et al. (2020) el tomate tiene el nombre científico de *Solanum lycopersicum*, el cual es una hortaliza que cuenta con un nivel alto en consumo a nivel mundial, teniendo un incremento en su demanda, por lo cual, conocer la manera en la que se produce es de mucha importancia tanto para consumidores como para productores. Seguidamente, el tomate se ha considerado como uno de los productos alimenticios saludables debido a los componentes nutrientes con los que cuenta.

El cultivo de tomate está compuesto por plantas que se caracterizan por ser arbustos de corte recto, y según Jasso (2017) cuenta con un fruto tipo baya ovalada, los frutos de este cultivo no cuentan con un tamaño en específico, este puede ser variado, los cuales van desde parecer una cereza hasta frutos que pueden logra un tamaño con el peso de 0.750 kg. Este es un cultivo que puede llegar a desarrollarse de forma semirrecta, rastrera o recta, su raíz principal es débil y corta, las raíces secundarias son las que generan soporte a la planta ya que se encuentran en abundante

número y muy fuertes. El tallo principal de estas plantas puede llegar a tener un diámetro de 2 – 4 cm, desarrollándose en los tallos secundarios, hojas, flores y frutos, estos pueden visualizarse en la siguiente figura.



**Figura 10. Morfología de la planta del tomate.**

*Fuente:* (Lenschak e Iglesias, 2019).

### 2.2.3.1 CULTIVO DE TOMATE EN TEMPERATURAS VARIANTES

Ramírez (2018) plantea que el tomate cuenta con un origen tropical, por este motivo este ha presentado sensibilidad al clima frío, distintos estudios han encontrado que las temperaturas menores a 10°C generan distintos desórdenes en la planta. Por lo que las condiciones climáticas adversas producen estrés abiótico en distintos cultivos, este es un factor que genera que los cultivos obtengan niveles bajos de producción. Como dato general, el frío ha afectado el 57% del total de la superficie terrestre a nivel mundial, por tal razón este elemento se convierte en uno de los factores ambientales que disminuye la fotosíntesis y genera un aumento de la permeabilidad de la membrana y afecta negativamente la relación hídrica del cultivo.

El cultivo del tomate es una hortaliza que puede ser cultivada en distintas condiciones, no obstante, las que más se recomiendan son altitudes de 1800 msnm con alta iluminación y baja

humedad. En las regiones que cuentan con 500-900 msnm puede ser cultivada en el total del año. En altitudes que presencian menos de 300 msnm este se cultiva en tiempos de verano. Entre distintos factores del clima, la temperatura es un factor de mucha importancia para la planta de tomate, sin embargo, una temperatura óptima para el cultivo se encuentra entre los 18 y 28°C ya que esta es una temperatura que brinda elementos para que la planta crezca eficientemente (Ramírez, 2018).

### 2.2.3.2 CLIMATIZACIÓN EN INVERNADEROS CON ENERGÍA GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA EN CULTIVOS DE TOMATE

La climatización del ambiente en un invernadero, siendo aún técnicas que incluyan menos recurso económico como la energía geotérmica mediante bombas de calor parecería que no disminuye los costos, probablemente esto pueda enunciarse en especies que cuenten con rentabilidad grande, por lo que la utilización de invernaderos en cultivos de tomate es de mucha discusión para saber cuál es la perspectiva de las personas. Por lo cual, la implementación de una nueva tecnología es motivo de costos elevados al momento de la instalación, sin embargo, se ha encontrado beneficios para los cultivos en los que se ha implementado esta técnica (Aguilar, 2015).

Para la implementación de un invernadero climatizado con energía geotérmica se espera que se obtengan resultados correlacionado conocimientos de agronomía y de ingeniería, beneficiando un ahorro energético y produciendo mayores cantidades de fruto, por lo cual, en el cultivo del tomate, controlar la temperatura permite que se obtengan mejores resultados en cuanto al rendimiento anual, logrando así consolidar los gastos que se han efectuado al inicio de la instalación de la estructura, cubriendo en mayores instancias la demanda del producto, brindando mejores precios y producción más prolongada (Aguilar, 2015).

## 2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

En este apartado se presentan las teorías de sustento de las variables, mismas se plantean desde la perspectiva de distintos autores.

### 2.3.1 BASES TEÓRICAS

En esta sección se presenta el sustento teórico, se plantean bases fundamentales para el desarrollo del presente estudio, tales se plantean a continuación.

#### 2.3.1.1 ESTUDIO DE MERCADO

El estudio de mercado suele ser de suma importancia, así como necesario ya que mediante él se podrá determinar las fuentes de información, así como las técnicas que serán implementadas esto con relación a los tipos de segmentación, así como con la clase de investigación que será realizada. También suelen ser conocidos como análisis de mercados, en los cuales se plantea la cuantificación de las ofertas y demandas (Morales et al., 2016).

Siempre con relación a los estudios de mercado y desde la perspectiva de Kotler como se citó en Moncayo et al. (2021) que ha planteado que este consiste en la reunir, planificar, analizar y comunicar de una forma sistemática cada uno de los datos que sean relevantes para las situaciones de los mercados de una manera específica los cuales afronta la organización. Por lo que se puede plantear que los estudio de mercado son los encargados de la recopilación, análisis y de la presentación de la información con la finalidad de poder ayudar a que sean tomadas las decisiones, así como el controlar cada una de las acciones de marketing que serán tomadas en consideración.

#### 2.3.1.2 ESTUDIO TÉCNICO

De acuerdo con Barreto et al. (2023) un estudio técnico es un sistema de actividades que las compañías realizan para la obtención de información acerca del estado actual de un mercado. El propósito de este tipo de estudio es conocer su nicho objetivo, también, por medio de este estudio se desea conocer cuál es su nivel de rentabilidad. Por lo cual, es fundamental que la empresa conozca a su consumidor. Este tipo de estudio genera que la compañía pueda determinar cuál es la cantidad que necesita invertir.

Para realizar un estudio técnico es necesario estimar los recursos tecnológicos que serán necesarios para llevar a cabo el proyecto final durante cada una de las etapas previas, como la planeación, la construcción, la instalación de equipos y el funcionamiento del proyecto, con sus

respectivos costos y cantidades en los materiales, recursos y servicios a implementar (González y Blanco, 2021).

Seguidamente, el estudio técnico es parte de la segunda etapa de los proyectos que incluyen inversiones, en este se pueden contemplar aspectos técnicos operativos que se necesitan para el uso de los recursos de una forma eficiente para realizar la producción de los servicios que se desean ofrecer. También, dentro de este estudio se puede determinar cuál es el tamaño necesario del lugar de localización, de producción, organización requerida y la organización (Barreto et al. 2023)

### 2.3.1.3 ESTUDIO FINANCIERO

De acuerdo con Arcos (2023) un estudio financiero es la capacidad de interpretar el balance general, el estado financiero, y el resultado por medio de prácticas que se han establecido y mediante el aprendizaje crítico. Cuando se correlacionan los datos de los estudios financieros con más elementos, como pueden ser los presupuestos, se obtienen indicadores que contribuyen para que la empresa pueda obtener indicadores, los cuales contribuirán a que los problemas económicos se aclaren, facilitando la toma de decisiones para así abordar las deficiencias actuales.

Al realizar un análisis de los datos y recursos con los que será llevado a cabo el proyecto y sus respectivos costos, es posible determinar la factibilidad que tendrá o no desde la perspectiva financiera, con el fin de facilitar la decisión de los interesados por traer a la realidad la iniciativa de mejora. Este estudio es capaz de planificar las inversiones y el financiamiento, de calcular los ingresos y egresos esperados, de organizar los datos e información y de estimar la viabilidad del proyecto (González y Blanco, 2022).

El estudio financiero se visualiza como una herramienta que usa datos cualitativos y cuantitativos para la interpretación, recopilación, y para la comparación de los balances contables dentro de un determinado periodo. El propósito de esta herramienta es que la situación financiera real sea determinada para una compañía. Según Arcos (2023) es muy probable medir los principales indicadores por medio de los estados financieros, por lo cual, es de mucha importancia mencionar los siguientes indicadores:

1. Rotación.
2. Endeudamiento.

3. Solvencia.
4. Rentabilidad.
5. Liquidez.

#### 2.3.1.1 ESTUDIO AMBIENTAL

De acuerdo con Charles et al. (2020) para el desarrollo de un proyecto es fundamental realizar un estudio ambiental, ya que este puede generar cambios en el entorno y producir impactos en el medio ambiente. Seguidamente, los estudios ambientales cuentan con el propósito de determinar cuál será el impacto que se efectuará en términos de contaminación. No obstante, en tiempos pasados, este tipo de estudios no era una temática necesaria para el establecimiento, formulación y evaluación de un proyecto, sin embargo, estos nacieron por la degradación al ambiente que generaban los proyectos, afectando al medio ambiente en todas las etapas, teniendo repercusiones después de varios años de su ejecución.

El diagnóstico de las repercusiones que tendrá un proyecto en el medio ambiente en uno de los estudios primarios para determinar la viabilidad de su ejecución, y se trata de un conjunto de prácticas y métodos técnicos y científicos cuya medición y análisis es llevada a cabo por un grupo de expertos de las diferentes áreas que estudian la realización de proyectos y el cuidado del medio ambiente con el fin de que cada uno identifique las fortalezas y las debilidades, así como los efectos positivos y negativos de realizar el proyecto (Martínez et al., 2019).

Para conceptualizar el término estudio ambiental, se puede enunciar que dicho estudio es un documento técnico de naturaleza interdisciplinar, el cual cuenta con la finalidad de predecir, verificar, valorar y lograr la consideración de medidas preventivas o posibilitar la corrección de las consecuencias generadas por los efectos ambientales que pudieron determinar acciones, las cuales pueden llegar a repercutir en la vida del hombre y la de su entorno (Charles et al. 2020).

Sánchez (2022) plantea que el estudio ambiental cada vez gana mayor relevancia dentro de la implementación de un proyecto, por lo que las normas ISO 14000 se aplican para este tipo de estudio, estas interiorizan procesos los cuales procuran que se genere una mejora ambiental de los servicios y productos de la compañía.

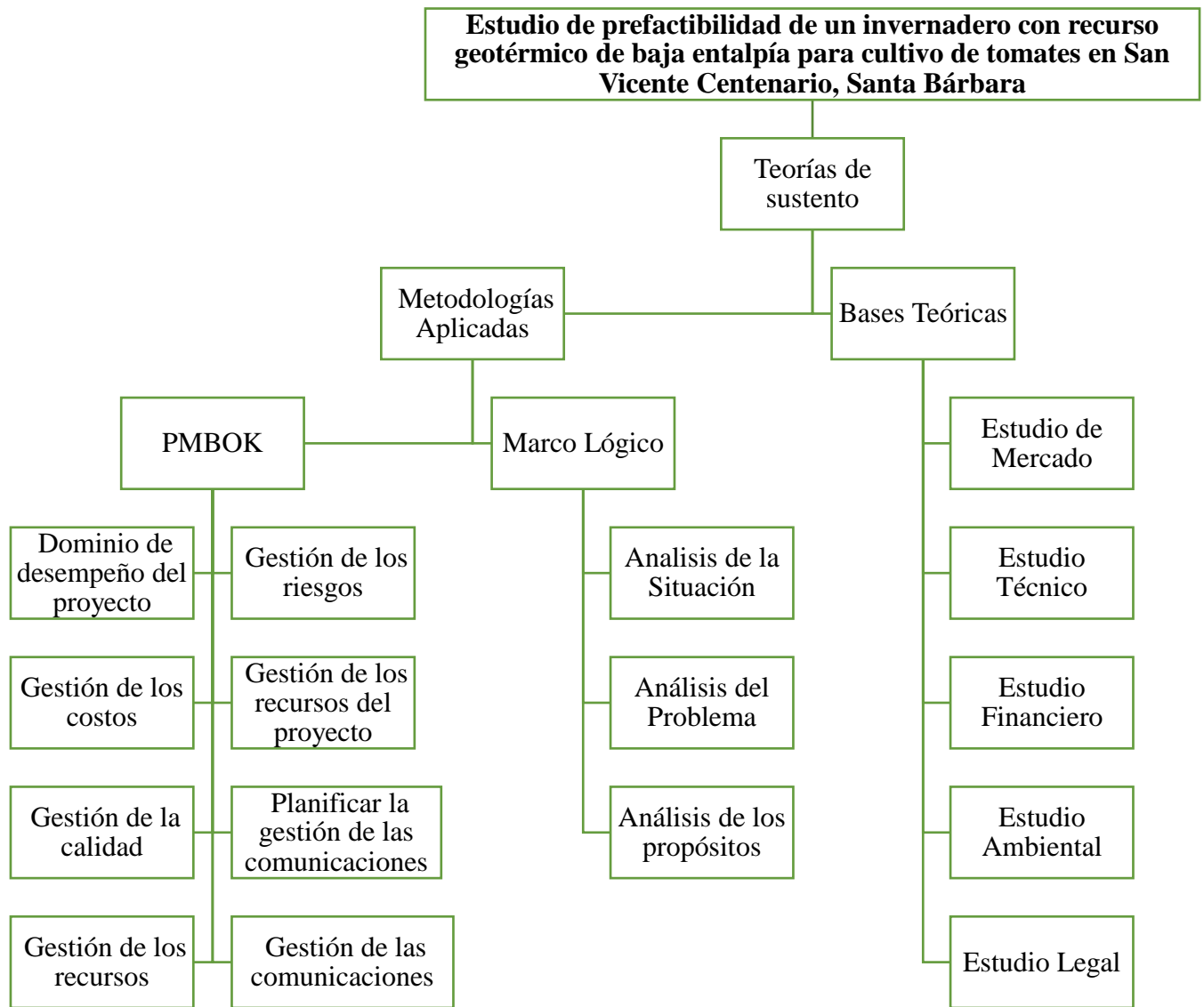
### 2.3.1.2 ESTUDIO LEGAL

Según Sánchez (2022) el estudio legal cuenta con relaciones a nivel interno como con proveedores, trabajadores y arrendatarios, al igual que en el nivel externo, entre los que se involucran las instituciones, organismos, entre otros. Este es un estudio que se encuentra ligado con el estudio de viabilidad referente a los proyectos de inversión. Dicho estudio permite que se puedan analizar hechos que puedan influir en los flujos de caja. En el estudio legal se toman en cuenta distintas consideraciones económicas entre las que se pueden plantear:

1. **Orden jurídico.** Este es el ordenamiento jurídico de la compañía, el cual se planta en lo que respecta a las normativas legales internas de cada país, en este son preceptuadas leyes que condicionan la operación estructural de los proyectos, tales obligan al asignado a realizar la evaluación a que busque que la inversión pueda optimizarse dentro de las restricciones legales.
2. **Economía en el estudio legal.** Estos son aspectos de naturaleza legal. Las cuales influyen en el flujo del proyecto y que por ende afectan su rentabilidad.

Grajeda (2020) explica que el estudio legal se realiza por la necesidad de determinar la existencia de problemáticas de índole legal para la instalación y para la operación de un proyecto, al igual que para la identificación de las normativas internas de la organización que pueden afectar la operación o puesta en marcha de los proyectos. Este estudio interioriza suma importancia ya que los proyectos pueden ser viables de forma técnica, sin embargo, no son viables en el ámbito legal, lo cual genera que se realicen cambios necesarios para dar cumplimiento a los lineamientos técnicos y legales.

A continuación, se muestra el siguiente mapa conceptual, el cual hace referencia el sustento teórico aplicada o desarrollado en representen trabajo de investigación, mismo se visualiza en la siguiente figura.



**Figura 11. Mapa conceptual de teorías de sustento**

*Fuente:* elaboración propia.

## 2.4 GUÍA DE FUNDAMENTOS PARA LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS

Dentro de esta sección se presentan pasos para la gestión del proyecto a ejecutar, tales se muestran a continuación.



## 2.4.1 DOMINIO DE DESEMPEÑO DEL PROYECTO

El Project Management Institute (2021) enuncia que el dominio del desempeño de proyecto es un sistema de acciones que se interrelacionan, las cuales son fundamentales para obtener una entrega efectiva de los resultados que se han logrado en el proyecto. Estos dominios son áreas que cuentan con énfasis interactivo, estas pueden ser interrelacionadas, así como interdependientes, tales funcionan al unísono para que se logren los resultados que se desean en el proyecto. Dentro de este paso se encuentran los siguientes dominios:

1. **Interesados.** Estos se involucran para aplicar las estrategias y las medidas para la promoción de una productiva participación de cada uno de los interesados. Las acciones de los interesados se encuentran antes de la ejecución del proyecto y estos continúan participando en el resto de este.
2. **Equipo.** En este paso se establecen los participantes dentro del equipo de trabajo, incluyendo al director del proyecto, equipo de dirección y equipo del proyecto. implica el establecimiento de la cultura y del entorno para que esto permita que se convierta en un equipo de alto rendimiento para el proyecto.
3. **Enfoque de Desarrollo y Ciclo de Vida.** Se incluye el establecimiento del enfoque del proyecto y cuál es el camino de su desarrollo, se interviene en la cadencia entre la entrega y el ciclo de vida del proyecto, lo cual es necesario para la optimización del proyecto, en estos se encuentran los entregables, enfoque de desarrollo, cadencia, fase del proyecto, ciclo de vida del proyecto
4. **Planificación.** Este es un dominio que incluye las funciones y las actividades que se encuentran en asocio con la coordinación inicial y su organización, mejoras y evolución continua para la mejora que se necesitan para entregar los elementos entregables y lo que ha resultado del proyecto
5. **Trabajo del Proyecto.** Se encuentra relacionado con el establecimiento de los procedimientos y el desarrollo del trabajo para que se permita que el equipo que trabaja en el proyecto pueda cumplir con los entregables y los resultados que se esperan.
6. **Entrega.** De acuerdo con la ejecución de las estrategias y la manera en la que avanza el alcance los objetivos del negocio

## 2.4.2 GESTIÓN DE LOS RIESGOS

En este paso se identifican los riesgos, incluye cada uno de los procedimientos que se aplican para el desarrollo de la planificación, identificación, gestión y análisis de la implementación de las respuestas, implementación de estas mismas respuestas y monitoreo de los riesgos que se pueden identificar dentro del proyecto. El propósito de esta gestión es incrementar la probabilidad y el impacto de los riesgos positivos y reducir la probabilidad e impacto de los riesgos encontrados como negativos para que de esta manera sean optimizadas las probabilidades de tener éxito en el proyecto a desarrollar (Project Management Institute, 2021). Entre los procesos de la gestión de los riesgos se encuentran:

1. Planificar la gestión de los riesgos.
2. Identificar los riesgos.
3. Análisis cualitativo y cuantitativo de los riesgos.
4. Planificación e implementación de respuestas a los riesgos.
5. Monitoreo de riesgos

## 2.4.3 GESTIÓN DE LOS COSTOS

Para la gestión de los costos es necesario principalmente tener los costos de los recursos que se necesitan para el desarrollo de las actividades del proyecto, esto también hace referencia al efecto en la toma de decisiones, acerca de los costos a los que se va a recurrir, después de utilizar, dar soporte, al servicio, producto o resultado. Un aspecto más de esta gestión es que se debe conocer que los interesados se encuentran midiendo los costos del proyecto, esto lo realizan de distinta manera, y en tiempos diferentes. Por lo que los costos de adquisición de los productos o materiales debe ser medido cuando las decisiones de adquirirlo o de comprometerse a adquirirlo (Project Management Institute, 2021).

Los costos se refieren al monto de intercambio expresado en términos monetarios o físicos, a cambio de la adquisición de un bien o un servicio que son invertidos en procesos de modificación para brindarle a la materia adquirida un valor agregado o de generar ganancias de un bien obtenido que será de utilidad para un sector del mercado. Por otro lado, al efectuar compra de un activo también es posible incurrir en otros costos, los cuales deben administrarse con la misma efectividad que el activo mismo (Neyra, 2018)

En muchas de las organizaciones existentes, la predicción y el análisis del rendimiento de las finanzas que se esperan de los productos que se esperan de un proyecto se realizan externos al proyecto. Cuando las proyecciones y el análisis son parte del proyecto, esta gestión puede ser recurrida en procesos adicionales y a un número significativa de las técnicas de gestión de las finanzas como el flujo de caja descontado, retorno de la inversión y el análisis de la recuperación de lo que se ha invertido (Project Management Institute, 2021). Dentro de esto se adapta:

1. Estimar y presupuestar.
2. Gestión del conocimiento
3. Gestión del valor Ganado.
4. Uso del enfoque ágil.
5. Gobernanza

#### 2.4.4 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

Según el Project Management Institute (2021) este tipo de gestión incluyen procedimiento para la adquisición, identificación y la gestión de los recursos que se necesitan para que el proyecto se concluya con éxito, este es un paso que contribuye a que se garantice la adquisición de recursos adecuados, tales estarán disponibles para los involucrados en el proyecto, primeramente, el director y el equipo, estos serán dispuestos en el tiempo y momento adecuado. En esta gestión se incluyen los siguientes procesos:

1. Planificar la Gestión de Recursos.
2. Estimar los Recursos para cada una de las Actividades.
3. Adquisición de los recursos.
4. Desarrollo del equipo.
5. Dirección del equipo.
6. Control de los recursos.

Como lo menciona Oussouboure y Delgado (2017), en la etapa de gestión de recursos se toma en consideración e incluso llega a modificarse el diseño inicial del proyecto en base a los recursos disponibles, esto con el fin de que la ejecución sea fluida y no muestre inconvenientes que puedan generar costos que no han sido contemplados en el presupuesto, u otro tipo de riesgos que

alteren el flujo de otra de las etapas del proyecto, sobre todo cuando ya ha sido estipulado un plazo de tiempo para completar el proyecto.

Por otra parte, la gestión de los recursos físicos se encuentran concentrado en la utilización y asignación de los recursos físicos, es decir, los materiales y demás suministros que se necesitan para que la finalización del proyecto se haga con éxito con este propósito, las compañías deben tener datos o información que les avise de la disponibilidad y demanda de los recursos en el tiempo en el que encuentra en ejecución el proyecto, también deben estar al tanto de las configuraciones de los recursos que se van a necesitar para la satisfacción de la demanda de los mismos recursos (Project Management Institute, 2021). Algunos de los factores a lo largo del proceso que se tiene que tomar en cuenta son:

- 1 El director o equipo del proyecto deberían negociar de manera eficiente, así como influir sobre las personas que están en posición de suministrar los recursos del equipo que se requieren para el proyecto.

- 2 Si no se logra la adquisición de los recursos que el proyecto necesita se podría ver afectado el cronograma, los presupuestos, la calidad, la satisfacción del cliente y los riesgos del proyecto.

- 3 Si los recursos del equipo no estuvieran disponibles por restricciones, como ser factores económicos o asignación a otros proyectos, podría ser necesario que el director del proyecto asigne recursos alternativos, con costos diferentes, por ejemplo.

#### 2.4.5 GESTIÓN DE LA CALIDAD

De acuerdo con el Project Management Institute (2021) la gestión de la calidad involucra los procedimientos que se deben realizar para el involucramiento de distintas políticas de calidad para que de esta manera se optimice el producto a entregar, por lo cual, esto se aplica dentro de cada una de las gestiones y del control de los requisitos de la calidad, con la finalidad de que los objetivos de los interesados sean cumplidos. Este paso involucra:

1. Planificar la Gestión de la Calidad.
2. Gestionar la Calidad.
3. Controlar la Calidad.

La gestión de la calidad interioriza tanto la calidad de la gestión del proyecto y también la calidad de sus entregables, no importando la naturaleza de cada entregable. Las técnicas y medidas son específicas para la naturaleza del entregable que el proyecto genera. Por lo cual, el no cumplimiento de los requisitos de calidad puede tener repercusiones graves para los interesados en el proyecto, entre esto se puede interiorizar hacer que el equipo de trabajo se encuentre en labores en horarios extra, realizar con menos tiempo y apresuradamente las inspecciones de calidad que se han planificado (Project Management Institute, 2021).

#### 2.4.6 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

De acuerdo con Project Management Institute (2021) planificar la gestión de las comunicaciones es el proceso en el que se desarrolla un enfoque y un plan de manera apropiado para las actividades de comunicación del proyecto basándose en las necesidades de la información de cada interesado o grupo, en los activos que la organización tiene disponibles y en las necesidades del proyecto. El beneficio clave que tiene este proceso es un enfoque documentado que involucra a los interesados de manera eficaz y eficiente por medio de la presentación oportuna de información relevante. Este proceso se lleva a cabo de manera periódica a lo largo del proyecto, según sea necesario. Los datos del proceso son los siguientes:

##### **1 Entradas**

- a) Acta de construcción del proyecto
- b) Plan de la dirección del proyecto
  - Plan de gestión de los recursos
  - Plan de involucramiento de los interesados
- c) Documentos del proyecto
  - Documentación de requisitos
  - Registro de interesados
- d) Factores ambientales de la empresa
- e) Activos de los procesos de la organización

##### **2 Herramientas y técnicas**

- a) Análisis de requisitos de la comunicación
- b) Tecnología de la comunicación

- c) Modelos de la comunicación
- d) Métodos de comunicación
- e) Habilidades interpersonales y de equipo
- f) Representación de datos
- g) Reuniones

### 3 Salidas

- a) Plan de gestión de las comunicaciones
- b) Actualizaciones al plan para la dirección de proyecto
- c) Actualizaciones a los documentos del proyecto
  - Cronograma del proyecto
  - Registro de interesados

Asimismo, el Project Management Institute (2021) menciona que el proceso de gestionar las comunicaciones va más allá de la distribución de información relevante y procura que se asegure la información que se comunica a los interesados del proyecto y que esta sea generada y formateada de forma adecuada, y recibida por la audiencia prevista. También proporciona oportunidades para que los interesados puedan realizar solicitudes de información adicional, de aclaración y de discusión. Las técnicas para que se logre una gestión eficaz de las comunicaciones incluyen:

1 **Modelos emisor-receptor.** Incorporar ciclos de retroalimentación para que se proporcionen oportunidades de interacción o participación y así eliminar barreras de la comunicación eficaz.

2 **Elección de los medios.** Decisiones acerca de la aplicación de objetos de comunicación para que se satisfagan las necesidades específicas del proyecto, siendo preferible la comunicación oral o escrita.

3 **Estilo de redacción.** Usar de manera apropiada la voz activa frente a la voz pasiva, estructura de las oraciones y selección de palabras.

4 **Presentaciones.** Conocimiento del impacto del lenguaje corporal y el diseño de ayudas visuales.

5 **Escuchar de forma activa.** Implica captar, aclarar, confirmar, así como comprender y eliminar barreras que afectan de manera negativa la comprensión.

#### 2.4.7 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS

La gestión de los interesados, de acuerdo con el Project Management Institute (2021) hace referencia a las organizaciones o personas que tienen interés en participar en el desarrollo del proyecto de una forma activa. Los interesados pueden ser afectados de forma positiva como negativa, además, estos influyen en la ejecución del proyecto. Por lo general, los autores que se involucran cuentan con distintos grados de responsabilidad, la cual puede estar en la participación de forma directa en la toma de decisiones de mayor importancia para el mismo proyecto o participando ocasionalmente.

Seguidamente, es de mucha importancia la identificación de los interesados, ya que esto es una constante retroalimentación, considerando la variación del personal que puede estar en cada uno de los niveles, de acuerdo con las necesidades del proyecto. La identificación de los actores contribuye en la reducción del tiempo en cuanto a la ejecución con un mayor grado de efectividad y en la mitigación de los costos (Project Management Institute, 2021).

#### 2.4.8 GESTIÓN DEL TIEMPO

La gestión del tiempo es de mucha importancia, ya que esta es la administración del tiempo en el que el proyecto se debe direccionar, es decir, el tiempo de cada una de las actividades a realizar. Seguidamente, si el proyecto no cuenta con un tiempo adecuado para realizar las actividades, tendrá problemáticas con el factor económico, es decir, el presupuesto, lo cual es un riesgo para el mismo proyecto, así como no tener las entregas a tiempo, sin embargo, si el cronograma se desarrolla conforme a las actividades, el éxito de proyecto será posible (Project Management Institute, 2021).

Asimismo, dentro de la gestión del tiempo se toma en consideración el cronograma, el que las acciones o las actividades que se van a ejecutar en el total del pedido de desarrollo del proyecto. También se plasma la tendencia que el proyecto debe seguir y cuál es la actividad que continúa o cual se debe cumplir para dar paso a la próxima, para lo cual se detallan en este cronograma las actividades. Seguidamente, en la gestión del tiempo se tiene el seguimiento de forma controlada de las actividades (Project Management Institute, 2021).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

En este capítulo se encuentran los elementos que definen el tipo de investigación y el diseño metodológico que se ha seleccionado, así como las variables, todo ello visible en la exposición de la congruencia metodológica. Asimismo, se encuentran la descripción de la población y la selección de las fuentes de información.

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

De acuerdo con lo mencionado por Paz (2018) una investigación científica requiere de contar con claridad y que pueda visualizarse una adecuada correspondencia entre los distintos elementos que conforman la investigación, desde el planteamiento del problema, establecimiento de los objetivos y los resultados, así como las conclusiones.

#### 3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

**Tabla 2**

*Matriz metodológica*

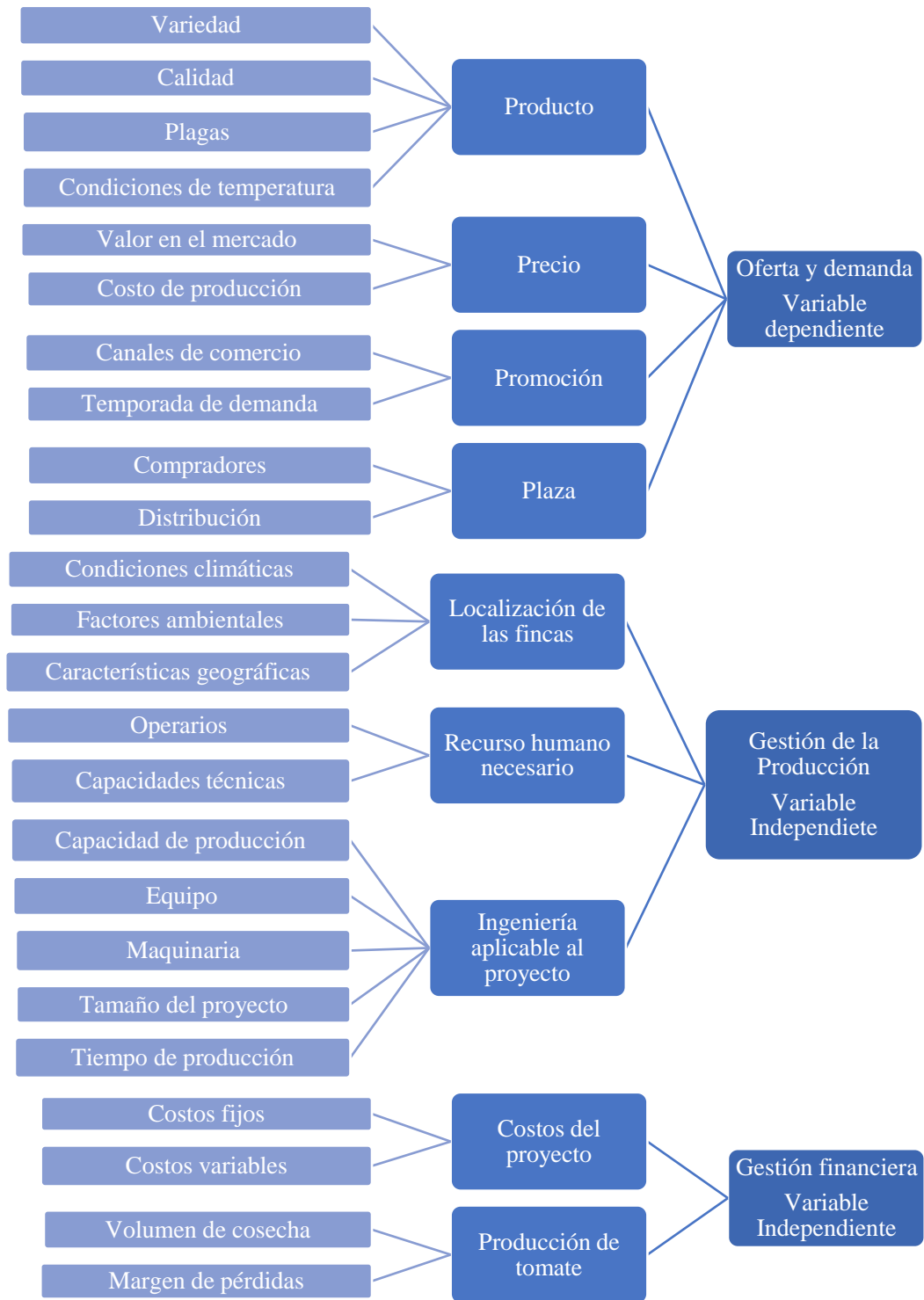
Título de la investigación	Objetivos de Investigación		Variable	Dimensiones	Ítems	
	General	Específicos			E	Doc.
<b>Estudio de prefactibilidad de un Invernadero con Recurso Geotérmico de Baja Entalpía para Cultivo de Tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara</b>	Determinar la prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	1. Obtener la oferta y demanda del tomate en Honduras durante los últimos cinco años.	Oferta y demanda	Producto	1-4	
				Precio	5	2
				Promoción	6	
					8	
				Plaza	6, 7	5
		2. Establecer los procedimientos técnicos necesarios para establecer un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	Gestión de la producción	Localización de las fincas	5	3, 4
					6	
Recurso humano necesario	9			1		
			Ingeniería aplicable al proyecto	10		
	4. Determinar la prefactibilidad financiera de invertir en un invernadero de recurso geotérmico	Gestión financiera	Costos del proyecto		7	



de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	
5. Desarrollar mediante la metodología del PMBOK la implementación del proyecto del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivos de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	Producción de 5, 10 tomate

### 3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

Las variables de una investigación son todos los aspectos que pertenecen o se derivan del problema de investigación y que adquieren un valor que puede ser medido, evaluado o estudiado. A continuación, se presenta de forma gráfica el orden jerárquico que siguen las variables identificadas en el problema, desde los indicadores que se conectan a sus respectivas dimensiones y que a su vez se derivan de su respectiva variable.



**Figura 12 Esquema de variables**

### 3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables de un problema de investigación, descritas por Rodríguez et al., (2021), son aquellos elementos que caracterizan un determinado fenómeno que a su vez pueden adquirir un valor cualitativo o cuantitativo. En muchas ocasiones las variables representarán una cualidad o situación cambiante, sin embargo, al ubicarlas dentro de un espacio y tiempo en específico, estas adquieren un valor o cualidad estable.

**Tabla 3**  
*Matriz de operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Ítems	
				E	Doc
Oferta y demanda	Se refiere al análisis del producto que se brinda en el mercado y el comportamiento de los compradores (Arboleda, 2021).	Evaluación de aspectos de oferta y demanda a través de una entrevista a los productores.	Producto Precio Promoción Plaza	1-4 5 6 8 6, 7	2 5
Gestión de la Producción	Se entiende como todos los criterios y fases que se deben tomar en cuenta para la producción ya sea de un bien o producto, o la implementación de algún proyecto (Romero, 2019).	Evaluación de los requerimientos técnicos mediante entrevista productores e investigación documental.	Localización de las fincas Recurso humano necesario Ingeniería aplicable al proyecto	5 9 10	3, 4 6 1
Gestión financiera	Hace referencia a la disponibilidad de los recursos monetarios, es decir fondos existentes para la ejecución de un proyecto (Pilay, 2019).	Análisis financiero de información obtenida de los productores y cotizaciones.	Costos del proyecto Producción de tomate	de de	7 5, 10

Fuente: Elaboración propia. Nota: E=Entrevista a productores, Doc=investigación documental.

### 3.1.4 HIPÓTESIS

Es dentro de la investigación científica, que la hipótesis suele ser suposiciones en las cuales se pueda resaltar si son reales o son irreales esto con relación al problema de análisis o de cada una de sus variables. Por lo que las hipótesis se podrán plantear de una manera en la cual sea

establecidas una relación entre las variables o el proponer ideas sobre los resultados los cuales se esperan obtener esto mediante la metodología que se ha diseñado para este estudio. Por lo que las hipótesis para este estudio serán de tipo descriptivo, ya que con ellas se busca el poder predecir los valores o las relaciones entre las variables, así como suelen contemplar las hipótesis nulas, las cuales son las que niegan el valor o la relación que se ha planteado dentro de las hipótesis descriptivas (Espinoza E. , 2018).

Para este estudio se han propuesta la siguiente hipótesis:

**H<sub>i</sub>:** Es factible financieramente la instalación de un invernadero con recursos geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, generando una Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada del 18% para el proyecto.

**H<sub>0</sub>:** No es factible financieramente la instalación de un invernadero con recursos geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, generando una Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada del 18% para el proyecto.

## **3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS**

### **3.2.1 ENFOQUE**

El enfoque del estudio hace referencia a la naturaleza de la información que se obtiene con la investigación, para el caso específico de la presente investigación los resultados son numéricos y también palabras que definen las cualidades y especificaciones de los aspectos analizados para la implementación del invernadero. En este sentido se percibe que el enfoque del estudio es mixto.

En este estudio será aplicado un enfoque mixto puesto que contiene una mezcla en la que se integran los procesos cualitativos y cuantitativos para la recolección y análisis de la información con el objetivo de obtener una idea más clara de la realidad estudiada. Es así como a través de números y percepciones de los involucrados se construye un conocimiento más profundo del fenómeno de estudio.

### 3.2.2 ALCANCE

Para el alcance de esta investigación se ha determinado uno de tipo descriptivo, puesto que depende del nivel de conocimiento que tiene el investigador acerca del fenómeno de estudio, es decir, existe una base de conocimiento previo y se caracterizan por identificar y exponer las características que ya se conocen y se han evaluado en una población determinada. Es por ello que este estudio cuenta con este tipo de alcance, ya que se tiene conocimiento de los aspectos que se deben evaluar para determinar la factibilidad de la implementación del invernadero para la producción de tomate haciendo uso de energía geotérmica a baja entalpía.

### 3.2.3 DISEÑO

Considerando los objetivos que este estudio se ha planteado, el diseño con el que se desarrollará el trabajo investigativo es de tipo no experimental, ya que al momento de recolectar la información el investigador no aplicó ningún tratamiento o no intervino para modificar los valores o la información obtenida. Como su nombre lo indica, la información se obtiene partiendo de la realidad sin alterarla. Además de tener un diseño no experimental, este estudio es de tipo transversal puesto que el levantamiento de la información se realiza durante un único momento.

### 3.2.4 MÉTODOS

Para este estudio el análisis se ha realizado basado en el método sintético. Este tipo de método se caracteriza por analizar los distintos componentes de un todo para construir un conocimiento, es decir que para el análisis se requiere primero distinguir los elementos que conforman el fenómeno de estudio (Segura, 2022). Para analizar la prefactibilidad del invernadero se ha recurrido al método sintético, ya que se han tomado en cuenta los elementos del mercado, los aspectos técnicos y los financieros.

### 3.2.5 INSTRUMENTOS

Considerando que los instrumentos de la investigación científica son herramientas de gran utilidad en el proceso de levantamiento de datos puesto que permiten el registro ordenado de hallazgos obtenidos a partir de una indagación en la teoría y a una población de personas, en este estudio serán empleados dos instrumentos, para la fase exploratoria será empleada una técnica

documental, pues se trata de un aprovechamiento y selección minuciosa de datos bibliográficos que agilicen el proceso de recolección de datos, mientras que para la parte cualitativa el instrumento a aplicar se manifiesta en forma de entrevista pues permite conocer el pensar y las experiencias que han vivido los sujetos expuestos a la problemática.

### **3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 POBLACIÓN**

Siendo que la población de exploración científica es una agrupación de individuos quienes serán sometidos al instrumento de recolección de datos con el fin de que sus respuestas puedan ser empleadas para responder a las preguntas del trabajo de investigación y de esta forma, comprender y diseñar una propuesta para solucionar el fenómeno de análisis. La población en la que influye la problemática tratada en este estudio y a la que será aplicado el instrumento de recolección de datos está conformada por 20 productores de tomate los cuales se encuentran en la comunidad de San Vicente, departamento de Santa Bárbara.

#### **3.3.2 TÉCNICAS DE MUESTREO**

Para la selección de las muestras de este estudio se empleó un método no probabilístico por conveniencia, ya que esta es una técnica en la que se selecciona cuidadosamente al grupo que se cuenta con los recursos y las condiciones necesarias para responder a los instrumentos de recolección de datos, para esto, toma en cuenta las características que mayor beneficio representan para la exploración. Para la muestra de este estudio se seleccionaron los 20 productores de tomate de la población inicial de la comunidad de San Vicente Centenario.

### **3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS**

#### **3.4.1 TÉCNICAS**

Dado que se necesitaba obtener información bastante específica se seleccionó como técnica de recolección la entrevista. Resulta más conveniente de aplicar en este estudio ya que no cuenta con una estructura fija, no obstante, si cuenta con un guión de preguntas puesto que es instrumento ha sido creado con antelación, de modo que las preguntas no cambiarán durante el intercambio con los entrevistados. Por otro lado, también se ha utilizado una técnica documental para la recolección

de datos de fuentes secundarias y un levantamiento de información mediante observación de campo mediante la visita a los sitios de interés, en este caso, las fincas de los productores con la intención de registrar situaciones o condiciones que son relevantes para el desarrollo del proyecto.

#### 3.4.2 INSTRUMENTOS

En este sentido, se creó un cuestionario de preguntas abiertas, el cual consta de 10 preguntas dirigido a los productores de tomate donde cuestiona principalmente aspectos del producto, precio y la producción (ver anexo 1). El segundo instrumento es una ficha de registro, donde se han enumerado aquellos criterios o aspectos de los cuales era importante saber cómo la erradicación y condiciones climáticas los elementos del mercado hondureño del tomate y también se han registrado parámetros climáticos de la visita de campo.

#### 3.4.3 PROCEDIMIENTOS

Para la recolección de la información el primer paso fue el diseño de los instrumentos en base a las variables que se determinaron en la operacionalización de este estudio. Luego se procedió a contactar a los productores de tomate en San Vicente y se visitó las fincas para realizar la entrevista personalmente con la intención de que existiera un ambiente confiable y también realizar observaciones del campo. De este modo se fueron registrando en formato digital todas las respuestas y las anotaciones correspondientes.

Una vez se completó la recolección de la información se exportó en el programa Microsoft Excel, donde se calcularon promedios y se crearon matrices de análisis. En este programa fue posible también la creación de las tablas de los aspectos técnicos con sus respectivos costos. Por otro lado, con la información obtenida de las cotizaciones, se hizo el cálculo de la producción y el costo de la inversión, para obtener la rentabilidad del proyecto.

### **3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN**

Las fuentes de información son todos los recursos de los cuales se pueda extraer información. Las fuentes de información que fueron empleadas en este estudio se manifiestan de diversas formas, ya sea un material, un producto o incluso herramientas de investigación las cuales

expongan algún tipo de aporte para el conocimiento y análisis de la población de interés y el problema de investigación.

### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias de información son los recursos de los cuales han surgido los primeros conceptos, teorías, pensamientos o experiencias, es decir, son entidades de las cuales nace la información. Las fuentes primarias de información en este estudio son las personas que han sido afectadas por el fenómeno mismo, puesto que se convierten en sujetos capaces de brindar respuestas únicas a una problemática actual, mientras que las fuentes de las que surge la información documental son los científicos y autores quienes han investigado problemáticas o definido conceptos relacionados con la situación de interés para este trabajo. Las fuentes primarias utilizadas en este estudio son:

- Libros de expertos
- Productores de tomate de Santa Bárbara.

### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

En contraste, las fuentes secundarias son aquellos recursos de los cuales se obtiene información de segunda mano, es decir, a diferencia de las fuentes primarias, la información que contienen no proviene de las fuentes directas, sino que se corresponde a un tipo de datos que fueron anteriormente recolectados, organizados, analizados y presentados por un investigador anteriormente. Para este estudio las fuentes de información secundaria fueron empleadas mayormente para suplir la investigación documental y no para llenar el instrumento de recolección de datos, estas fueron:

- Informes nacionales anuales.
- Revistas científicas.
- Libros e informes de diferentes autores.



## **3.6 VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

### **3.6.1 VALIDACIÓN DE CONTENIDO**

Esta validación suele ser una condición necesaria para una interpretación de cada uno de los resultados de los instrumentos de medición, lo cual permitirá que se valore el instrumento así como la integración de cada una de las dimensiones las cuales han sido planteadas en las variable que se están evaluando así como la determinación en qué grado una medida representa cada uno de los elementos de la construcción teórica, mediante la indicación de la medidas resultantes para el contenido el cual se podrá utilizar así como considerar pertinente, en el fenómeno que quiere ser medido (Medina, 2020), por lo que la validación de contenidos se ha planteado mediante la metodología de investigación y durante el seminario de tesis.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Dentro de este apartado se encuentra descrito la forma en la que se realizó el proceso de recolección de datos o de la información, descripción de los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento diseñado para la investigación, así como el análisis de dichos datos en conjunto con las técnicas que han sido utilizadas por demás investigadores.

### **4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para lograr la obtención de los datos de la información, se ha determinado realizar la aplicación de entrevistas a productores de tomate, se emplearon de forma personal con la finalidad de que los participantes se encontraran en un contexto amigable y cómodo para así lograr una entrevista con desarrollo pleno, obteniendo datos o respuestas satisfactorias para cada una de las preguntas.

La población de estudio está compuesta por 20 productores de tomate en la comunidad de San Vicente, Santa Bárbara. Este grupo fue seleccionado mediante un censo, garantizando la representatividad total de la población. La muestra, integrada por los 20 productores, se eligió mediante un método no probabilístico por conveniencia, asegurando la pertinencia de las características de los participantes para los objetivos de la investigación.

Para recopilar datos significativos, se emplearon diversas técnicas. La principal fue la entrevista, seleccionada por su capacidad para obtener información detallada y específica. Esta entrevista, diseñada sin una estructura fija, pero con un guión previo, se aplicó a los productores para explorar aspectos cruciales relacionados con el cultivo de tomates, como producto, precio y producción.

En términos de fuentes de información, se considerarán fuentes primarias a los productores de tomate de Santa Bárbara, quienes proporcionarán perspectivas únicas sobre la problemática estudiada.

Además de la entrevista, se utilizaron técnicas documentales y observación de campo. La técnica documental implicó la búsqueda de datos en fuentes secundarias, como informes nacionales

anuales, revistas científicas y libros, mientras que la observación de campo involucró visitas a las fincas para registrar condiciones y situaciones relevantes para el estudio.

Los instrumentos de recolección de datos incluyen un cuestionario de preguntas abierto dirigido a los productores y una ficha de registro que detalla criterios esenciales, condiciones climáticas y parámetros del mercado hondureño del tomate. El diseño de estos instrumentos se basó en la operacionalización de variables previamente determinadas.

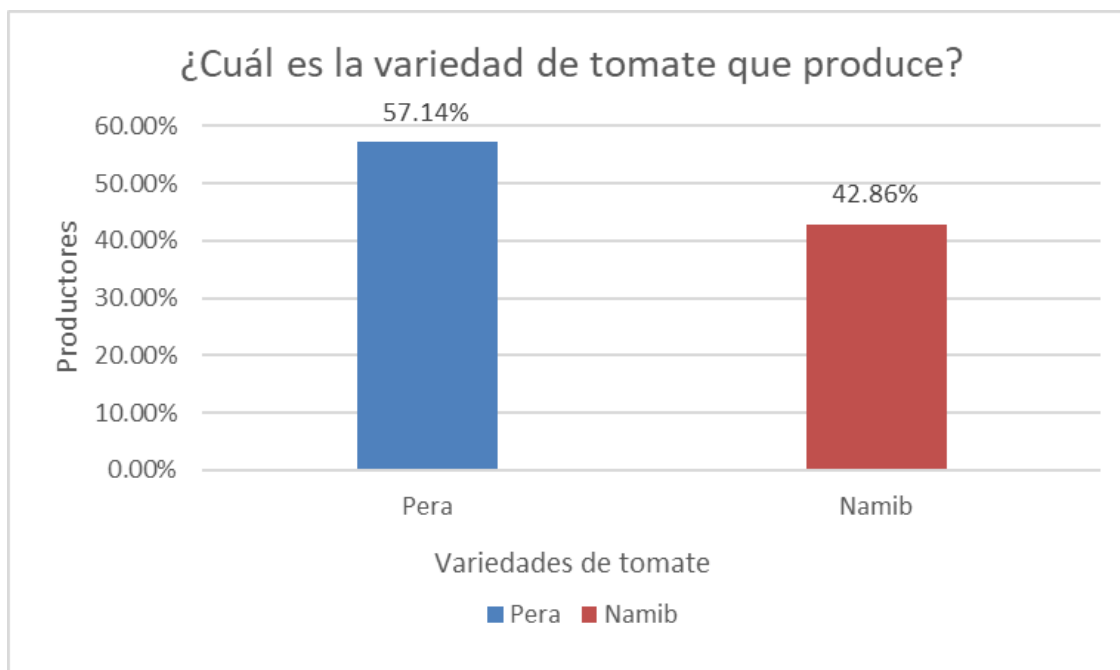
El procedimiento de recolección se inició con el diseño de los instrumentos, seguido por la identificación y contacto con los productores de tomate en San Vicente. Las entrevistas se realizaron en persona para fomentar un ambiente confiable, y se complementaron con observaciones de campo. Las respuestas y observaciones se registraron digitalmente.

Posteriormente, los datos recopilados se exportaron a Microsoft Excel para realizar análisis estadísticos, calcular promedios y crear matrices de análisis. Con esta información, se evaluaron aspectos técnicos y costos, permitiendo la generación de tablas y cálculos para determinar la rentabilidad del proyecto.

## **4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS**

En este apéndice se presentan los resultados obtenidos por medio de las entrevistas realizadas a los productores participantes en la investigación. Los resultados se muestran a continuación, en los siguientes párrafos.

El siguiente gráfico obtenido de las entrevistas relaciona la variedad de tomate que producen en el municipio de San Vicente Centenario, y cuántos productores de los 20 que entrevistamos prefieren la variedad de tomate: Namib y Pera.



**Figura 13. Variedades Predominantes en el cultivo de Tomates de San Vicente, Santa Bárbara.**

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Nota:* El gráfico muestra que las variedades "Pera" y "Namib" son las más cultivadas por los participantes de la investigación. Estos productores tienen altos estándares de calidad, lo que refleja su dedicación a la excelencia en la producción. Fuente: Encuesta a productores de tomate en San Vicente, Santa Bárbara, 2023

Se les ha preguntado a los productores de tomate de la región de San Vicente, departamento de San Bárbara acerca de la variedad de tomate que producen en sus fincas, a lo cual estos han contestado que producen mayormente las variedades Pera y Namib, mientras que algunos productores se dedican a la producción de ambas variedades.

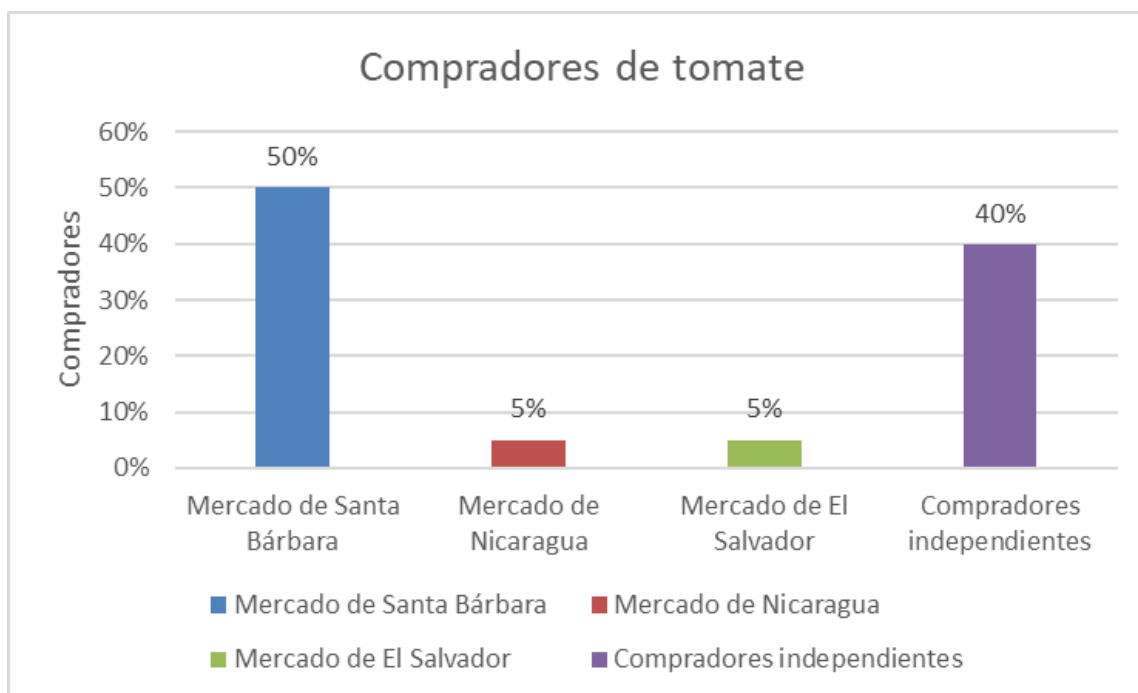
Seguidamente, en cuanto a los criterios de calidad que el producto debe tener según los productores, estos mencionaron en su mayoría el tamaño, la contextura, el color y el sabor, mientras que otros también añadieron la forma del fruto, su aroma y su consistencia. Además, se preguntó acerca de las plagas que afectan el cultivo, a lo cual, los participantes estuvieron de acuerdo en que las plagas que afectan en mayor instancia al cultivo son: araña roja y orugas.

Por otra parte, se ha interrogado acerca de las condiciones de temperatura que se necesitan para la producción de tomates, para lo que se ha obtenido por parte de los productores que la temperatura óptima debe oscilar entre los 18 y 32°C, sin embargo, la temperatura normal en las fincas varía desde los 34 a los 37°C, esto preocupa encarecidamente a los productores puesto que supone un alto grado de desventaja por causas climáticas, propiciando daños al fruto en cuanto al tamaño y su textura, donde también la planta es afectada en relación con su crecimiento.

En otro apartado se les cuestionó a los productores de tomate de la zona cuál es la cantidad de tomates producida por cosecha en libras, donde se encontró que en el estudio participaron tanto pequeños, como medianos y grandes productores, puesto que las cifras van desde las 4,500 hasta 90,000 libras por cosecha, lo que da un promedio de 36,700 libras de tomates por cosecha.

Seguidamente, se ha interrogado acerca de distintos aspectos de producción entre los que se encuentran la cantidad de tomate producida por cosecha, valor de libra en venta y costo de la producción por libra, para este enunciado se ha encontrado que, en promedio, la cantidad de tomates producida se encuentra en las 42,175 libras, el valor de venta por libra de tomate ha promediado los L. 10.15 y los costos de producción se encuentran en torno a los L. 5.3 en promedio.

A continuación, se muestra el gráfico que nos proporciona la información de los compradores de tomate en el municipio de San Vicente Centenario, Santa Bárbara, y la cantidad de productores que vende a cada mercado.



**Figura 14. Compradores de tomate en Honduras: Una comparación entre mercado local, de exportación y compradores independientes**

*Fuente: Elaboración Propia.*

*Nota:* Se observa una fuerte presencia en el mercado local de Santa Bárbara, y también la expansión hacia mercados internacionales, con exportaciones a países como El Salvador y Nicaragua.

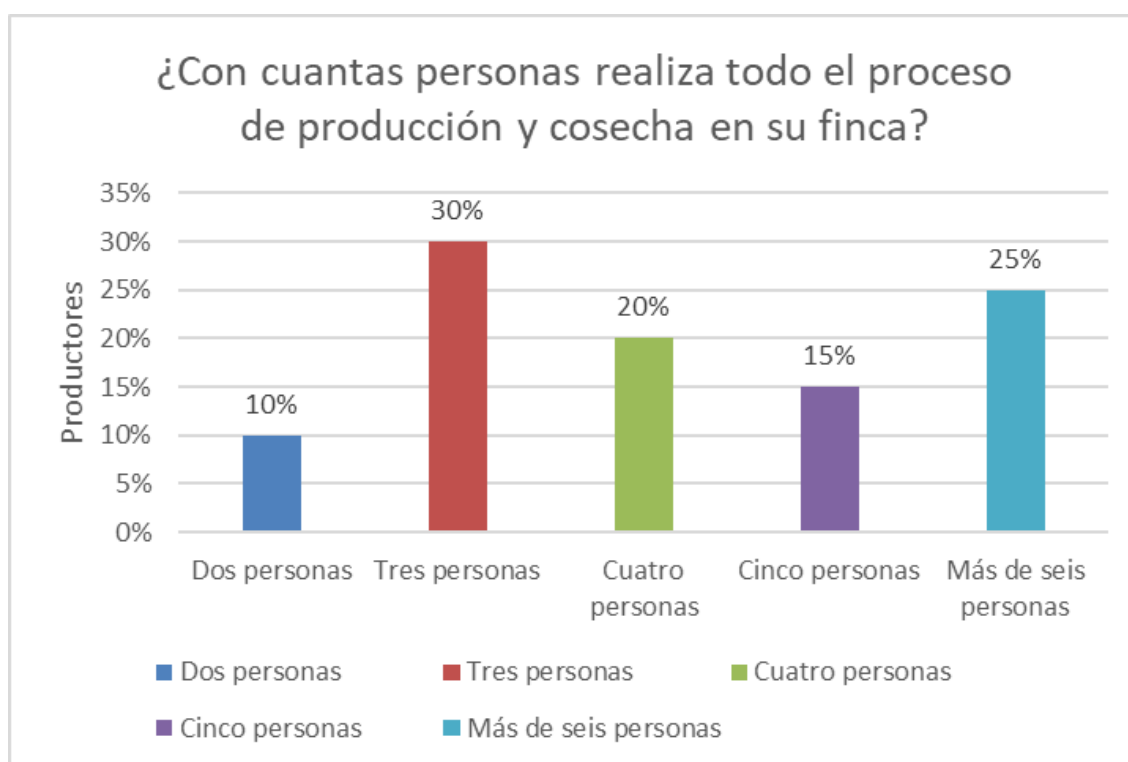
Consecutivamente, ha sido interrogado acerca de los mecanismos de comercialización del producto que se implementa y a quienes se lo venden, para lo que se ha obtenido que los productores cuentan con clientes, entre ellos se encuentra principalmente el mercado de Santa Bárbara, compradores mayoristas, también, el producto se exporta a países como El Salvador y Nicaragua. Una de las estrategias o mecanismos que se utilizan para su comercialización es ofrecer un precio bajo en comparación con los demás productores.

También se ha cuestionado acerca del proceso que se utiliza para la distribución del producto y cuáles son los costos que esto genera, para ello se tiene que se usa el transporte para vender en el Mercado de Santa Bárbara, el cual sufre gastos en cuanto a la depreciación, sin embargo, cuando el producto es vendido en las fincas de los productores, el comprador mayorista se encarga del

transporte, lo cual genera que se gasta únicamente en la producción. Por otra parte, los productores que exportan tienen gastos de logística y de almacenamiento, transporte e impuestos.

En cuanto a las temporadas de mayor y menor producción dadas por los productores de tomate y sus efectos en el cumplimiento de la demanda, los encuestados contestaron que la época predilecta para el cultivo es cuando el clima es más templado, con más precipitaciones y las temperaturas son más bajas, siendo los meses de noviembre a julio los que la siembra y cosecha se detienen, y los meses entre agosto y octubre los únicos en los que las condiciones son aptas para la producción; no obstante, todos los entrevistados respondieron con la misma temporada y señalaron que aquellas en las que no se produce es cuando más altos son los precios del tomate.

En el gráfico siguiente se presentan los resultados obtenidos de la entrevista de cuantas personas necesitan, de acuerdo con la producción de cada agricultor de tomates en el municipio.



**Figura 15. Cantidad de personas involucradas en la producción y cosecha de tomate en Santa Bárbara.**

*Fuente: Elaboración Propia*

*Nota:* Se observa que la cantidad de personas involucradas en la producción y cosecha varía de dos a diez, con un promedio de cuatro personas. Estos datos sugieren que la producción de tomate en Honduras es una actividad que requiere de una cantidad de mano de obra relativamente pequeña.

Con relación a los procedimientos técnicos, se les solicitó a los productores que brindaran ciertos datos sobre la producción y la demanda de tomates. En relación con la cantidad de personas que realizan el proceso de producción y cosecha en su finca, este varió de dos hasta diez, siendo un promedio de cuatro personas las que asisten a los 20 productores entrevistados en el proceso de producción de tomate.

En cuanto a la cantidad de cosechas que tienen al año, a lo que la totalidad de entrevistados respondieron tener una única cosecha, sin embargo, cuando se les consultó acerca de la demanda promedio de tomates en libras, se encontraron variaciones desde las 700 hasta las 26,000, pero el promedio calculado entre los 20 productores entrevistados arrojó que el promedio es de 12,227 libras de tomate demandadas mensualmente. Mientras que en el margen de pérdida de producción registrado fue desde las 200 hasta las 6,000 libras, en promedio, 2,514 libras de pérdidas para los 20 productores.

#### **4.3 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS ENCONTRADOS CON OTRAS TÉCNICAS**

Durante la etapa de recolección de datos de esta investigación se logró determinar que el tomate pera en la región de San Vicente, Santa Bárbara crece bajo temperaturas altas, con 35 o 36 grados Celsius en promedio, lo que genera daños en las características organolépticas de la hortaliza; sin embargo, en el estudio de Salazar (2019) que fue desarrollado como la “Implementación de un cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) como nueva alternativa de diversificación agrícola, en el municipio de Chaparral, Tolima” se encontró que la temperatura de la zona encaja adecuadamente con los requerimientos de esta variedad de tomate, la cual ronda entre los 18 y 27 °C, lo que a esta región le da una ventaja de producción al reducir el porcentaje de pérdidas.



Mientras que los productores de San Vicente en su mayoría comercializan sus tomates en regiones cercanas al sitio de producción a precios mayoristas, en el estudio de Mejía (2022) sobre la “Producción y comercialización del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el Perú” se encontró que, gracias a las condiciones edafoclimáticas son diversas las regiones en las que se produce este cultivo, llegando a tener un rendimiento de hasta 42.13 t/ha., debido a la alta producción, los productores peruanos distribuyen sus tomates en los mercados de todo el país, siendo su mayor comprador los revendedores mayoristas pero, cuando la producción es baja, también acuden a los compradores minoristas.

Así como en San Vicente se determinó que la producción de tomate solo toma lugar una única vez en el año, en el estudio de Solís y Pinto (2020) que trató la “Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (*Solanum lycopersicum*) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019”, se registró que en los países del hemisferio Norte, que son los mayores productores a nivel mundial, las cosechas abarcan hasta tres meses, comprendidos desde julio hasta septiembre como es el caso de California en Estados Unidos cuya producción representa el 31% de la producción total mundial, seguido de China que produce el 13%, Italia que produce el 12%, Turquía en menor porcentaje y finalmente se encuentran los países latinoamericanos como Chile, Brasil y Argentina.

Este capítulo presenta los resultados y análisis de la investigación, donde se detalla el proceso de recopilación de datos e información resultante de la aplicación de entrevistas a 20 productores de tomate, seleccionados mediante un censo para garantizar representatividad. Se empleó un método no probabilístico por conveniencia para la muestra. Las técnicas utilizadas incluyen entrevistas, técnicas documentales y observación de campo.

El análisis de las técnicas aplicadas revela la preferencia de los productores por las variedades "Pera" y "Namib". Se destacan estándares de calidad enfocados en tamaño, textura, color y sabor. Las plagas, como la araña roja y las orugas, presentan desafíos. Se observa una fuerte presencia en el mercado local y exportación a países como El Salvador y Nicaragua.

Se contrasta la comercialización mayorista local en San Vicente con la estrategia de comercialización diversificada en otros países. Además, se diferencia la producción anual única en San Vicente con cosechas trimestrales en otros lugares.

Estos resultados ofrecen una visión integral del contexto de producción de tomates en San Vicente, proporcionando información crucial para la evaluación de la prefactibilidad del invernadero propuesto.

#### **4.4 RESULTADOS DEL ESTUDIO DE MERCADO**

En esta sección se realiza el análisis de la demanda, oferta, al igual que el análisis de los precios, al igual que el análisis de la comercialización.

##### **4.4.1 ANÁLISIS DE LA DEMANDA**

Para realizar el análisis de la demanda, ha sido determinado que a nivel nacional la demanda de tomate en los últimos cinco años se encuentra en torno a 247,350,000 libras. Como se ha planteado anteriormente, el consumo per cápita del tomate se encuentra en torno a 25.5 libras, por lo cual, se estima que para en promedio, la demanda fue de 247,350,000 libras. Por otra parte, la demanda del tomate a nivel nacional se ha duplicado gracias a la producción de los departamentos como El Paraíso, Comayagua, Francisco Morazán, Choluteca, Olancho, Copán y Ocotepeque.

De acuerdo a los datos obtenidos en la entrevista realizada a 20 productores de San Vicente Centenario en Santa Bárbara se ha obtenido que poseen una demanda de 12,227 libras de tomates mensuales la cual no es cumplida por lo momentos ya que solo están cosechando una vez al año y con la cantidad que producen solo están abarcaría la demanda de tres meses, por lo que es necesario el buscar la manera de poder tener más cosechas al mayor o tener una mayor producción para así como cubrir la existente demanda.

##### **4.4.2 ANÁLISIS DE LA OFERTA**

Según la Secretaría de Agricultura y Ganadería (2022) en la República de Honduras, la oferta el tomate es amplio gracias a la cultura alimenticia de los hondureños, esta incluye un consumo significativo de este producto, ya que existen territorios a nivel nacional que se dedican a la producción de tomate, tal es el caso de los departamentos de El Paraíso, Comayagua, Francisco Morazán, Choluteca, Olancho, Copán y Ocotepeque. seguidamente, en la siguiente tabla se muestran valores correspondientes a la oferta interna de los últimos cinco años.

**Tabla 4**  
*Oferta interna de tomate*

<b>Año</b>	<b>Oferta interna</b>	<b>Crecimiento anual</b>
2018	232,159,990 libras	0.5%
2019	231,469,942.9 libras	0.5%
2020	231,701,406.2648 libras	0.5%
2021	231,933,112.1024 libras	0.5%
2022	232,165,038.4022 libras	0.5%
<b>Promedio</b>	<b>231,885,897.9 libras</b>	

*Fuente:* Secretaría de Agricultura y Ganadería (2022)

Seguidamente, los datos de la tabla anterior se han obtenido por medio de los informes que ha generado la Secretaría de Agricultura y Ganadería, constatados de los últimos cinco años, lo cual muestra que la oferta interna ha incrementado en un 0.5% para cada año, obteniendo un promedio de 231,885,897.9 libras de tomate.

#### 4.4.2.1 ANÁLISIS DE LOS PRECIOS

El valor monetario de la comercialización de un producto o de un bien es lo que se ha comprendido como precio. Seguidamente, el precio del producto es un estimado acertado acerca de los costos y de los márgenes que se han invertido para la producción del producto. Por lo cual, para estimar el precio se debe tomar en consideración la producción, para ello, es necesario disponer de terrenos adecuados, así como también de los insumos necesarios para cada una de las etapas del cultivo, proceso de cosecha, incluyendo mano de obra y de distribución.

Para determinar un precio rentable, se deben estimar los costos de los que se ha mencionado en el párrafo anterior y lograr tener un margen de ganancia significativo y competente. por otra parte, se debe tomar en cuenta a preferencia de los compradores, estos pueden determinar las instancias en las cuales quieren adquirir el producto, las cuales varían, sin embargo, entre estas se encuentran:

1. Color.
2. Textura.
3. Tamaño.

Para lo cual, el precio del producto de tomate ha variado desde el año 2018 hasta el año 2022, sin embargo, se ha encontrado que se obtuvo un promedio de L. 10.50 por libra en el mercado.

#### 4.4.2.2 ANÁLISIS DEL COMERCIO DEL TOMATE

La producción de tomate, para el año 2018, a nivel nacional se produjo 358,070,397 libras de tomate, logrando un 4% más que el año anterior, además, esta es una tendencia que se mantuvo por los siguientes años. Este es un estimado que se ha compartido entre distintos sectores, entre los cuales se ha comercializado a nivel interno, es decir, la demanda del país y también, un porcentaje de este se ha exportado a países como El Salvador y Nicaragua. Por lo cual, la demanda del tomate no abarca únicamente el país. Por lo cual, el tomate cuenta con distintas oportunidades para ser comercializado, principalmente en el rubro alimenticio, dentro del cual, para el año, el consumo per cápita estuvo en 25.5 libras por persona, lo cual es un volumen.

### **CAPÍTULO V. APLICABILIDAD**

En este capítulo se verá plasmada la propuesta de prefactibilidad para el desarrollo del proyecto de invernaderos de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, para el cual se han realizado estudios de tipo técnico, legal, ambiental y financiero, con el fin de crear una propuesta sólida y realista de acuerdo con la disponibilidad y necesidad de recursos.

#### **5.1 PLAN DE MERCADO**

El plan de mercado tiene la finalidad de establecer posibles formas de abordar una oportunidad de crecimiento económico y productivo por medio de la consideración y análisis de las necesidades del público o una sección de él para la creación de procesos o productos que satisfagan esas necesidades. En este estudio el mercado lo conforman los productores de tomate que cuentan con la capacidad económica de optimizar su producción por medio de la implementación de invernaderos climatizados con energía geotérmica como fuente energética.

##### 5.1.1 MERCADO META

Los invernaderos de energía geotérmica a baja entalpía se encuentran los medianos y grandes productores de tomate puesto que cuentan con una mayor disposición de terreno para la instalación de grandes invernaderos que permitan el aprovechamiento de la extracción del recurso geotérmico, de igual forma cuentan con mayor accesibilidad a fondos crediticios y mayor capacidad económica

para la inversión en equipos, materiales y mano de obra. De los productores que participaron, se consideraron aquellos que tuvieron ventas mayores a las 30,000 libras de tomate, que en total son 16 productores.

### 5.1.2 SEGMENTACIÓN

#### **Segmentación geográfica**

- San Vicente Centenario, Santa Bárbara

#### **Segmentación productiva**

- Productores con ventas mayores a las 30,000 libras de tomate

#### **Segmentación demográfica**

- Ingresos: L. 330,000 en adelante por cosecha

### 5.1.3 ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Durante las entrevistas que se les realizaron a los productores de tomate, estos expresaron su preocupación por las altas temperaturas de la zona en la que residen y en las que se ubican sus fincas, las cuales les permiten tener únicamente una cosecha al año e incluso cuando las siembras se realizan durante la época en las que las temperaturas bajan, el porcentaje de pérdida del fruto es realmente alto debido a las precipitaciones, plagas y enfermedades; por lo que se mostraron muy interesados al comentarles la alternativa de cultivar bajo condiciones de temperatura, humedad e higiene controladas.

Debido a estas altas temperaturas no tienen la posibilidad de poder tener más de una cosecha al año lo cual también evita que puedan generar la cantidad de libras de tomates necesarias para poder cumplir con la demanda de dicho producto, así como dichas condiciones climáticas hacen que tengan grandes pérdidas de producto haciendo que sus ingresos sean menores, por lo que las pérdidas no se presentan sólo en el producto, sino que también se presentan pérdidas económicas.

Con relación a las actuales cifras de demanda de tomates esta se encuentra en 12,227 libras mensuales la cuales serían 146,724 libras al año de acuerdo a los datos obtenidos en la entrevista realizada a los productores de tomate de San Vicente Centenario, Santa Bárbara; por lo que de acuerdo a la cantidad de libras que se venden mensualmente se puede plantear que en promedio se venden 408 libras diarias.

#### 5.1.4 ANÁLISIS DE LA OFERTA

La oferta del proyecto es calificable como competitiva, considerando que en el país el recurso geotérmico no ha sido aprovechado ni a gran ni a pequeña escala, al contar con un equipo especialista compuesto por ingenieros eléctricos y agrónomos, asesores legales y obreros, la instalación de invernaderos climatizados para el cultivo podría constituirse como un proyecto de alto alcance a nivel nacional e internacional.

Considerando que la demanda de tomates es alta y que esta no está siendo cumplido con la actual cantidad que se está produciendo se ha planteado la instalación de invernaderos con recursos geotérmicos de baja entalpía para el cultivo de tomates ya que con estos se podrán evitar las pérdidas y poder tener más cosechas en un año, esto con el propósito de poder ofrecer una mayor cantidad de libras de tomate a los demandantes de dicho producto.

##### 5.1.4.1 FACTORES DE LA OFERTA

- **Número de productores:** el proyecto del invernadero estará compuesto por surcos de plantación de doble hilera, puesto que se instalará una manguera de riego en medio de cada suco, permitiendo un mejor aprovechamiento del recurso hídrico; Se encontrarán debidamente señalizadas también las áreas de extracción y transformación de energía geotérmica, así como la zona de almacenamiento de materiales e insumos, y la del sistema de riego.

- **Localización:** Considerando los sitios en los que ha sido localizada energía geotérmica a baja entalpía, la localización del proyecto se encuentra en la municipalidad de San Vicente Centenario, departamento de Santa Bárbara.

- **Capacidad instalada:** Para un completo aprovechamiento del espacio cada invernadero tendrá un área de 450 m<sup>2</sup> dentro de la cual es posible sembrar hasta 1800 plántulas de tomate, dejando espacio suficiente para el tránsito de los operadores al momento de las podas,

fertilizaciones y cosechas, así como para la instalación de los sistemas de climatización y de riego.

- **Calidad y precio del producto:** los materiales a emplear para la construcción de estos invernaderos serán obligatoriamente de alta calidad y en las dimensiones estipuladas en el estudio técnico, con el fin de asegurar el buen funcionamiento del equipo, la seguridad de las personas, y la productividad de la estructura. Serán adquiridos materiales nuevos, para conservar la garantía de los mismos, sobre todo de la tecnología de la maquinaria como las bombas de agua y de calor.

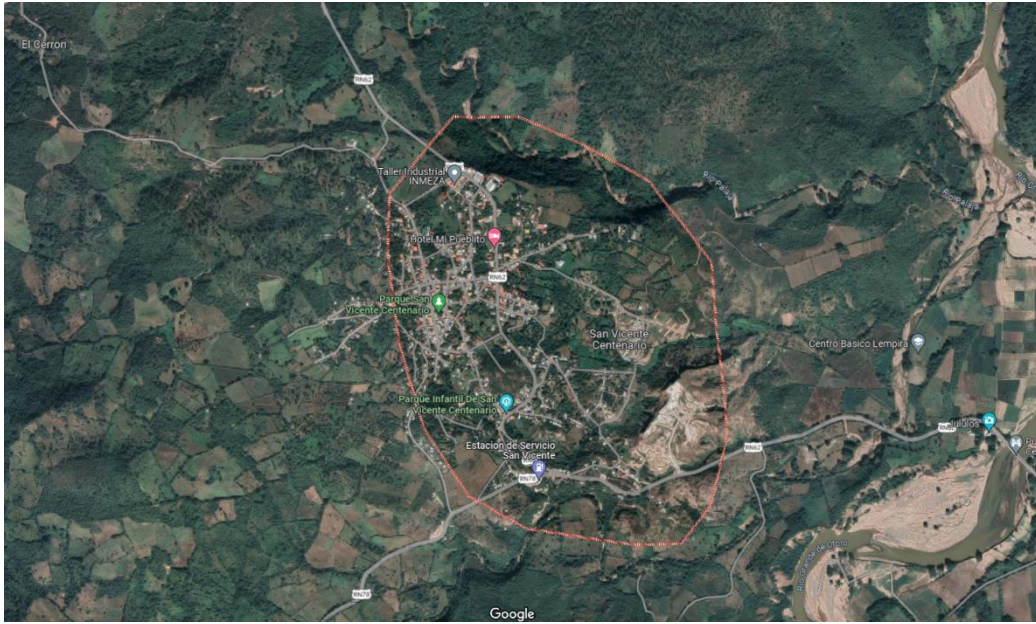
- **Planes de expansión:** Se han considerado rutas alternativas en caso de que los productores quieran ampliar su producción bajo condiciones controladas, la construcción de otros invernaderos y la adquisición de más tuberías y mangueras para el transporte de la energía y del agua de riego; y la adaptación o calibración de los sistemas de energía y de riego para darles mayor potencia.

- **Inversión fija:** Considerando el costo de los materiales, la instalación de los sistemas, su instalación, su construcción, el pago de la mano de obra indirecta como y directa que es el administrador y dos operarios, el costo de la inversión fija es de 654,946 lempiras.

## 5.2 ESTUDIO TÉCNICO

### 5.2.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto será llevado a cabo en la localidad de San Vicente Centenario, en el departamento de Santa Bárbara. Esta es una pequeña comunidad de solo 40.8 Km<sup>2</sup> que para el año 2022 contaba con 3,856 habitantes, perteneciendo el 8.17% al área rural y el 91.83% al área urbana. De estas personas, alrededor del 20% se desenvuelve en el trabajo familiar, más otro 60% que trabajo por cuenta propia (Universidad Nacional Autónoma de Honduras [UNAH], 2022). De la población de este municipio, el 42% se dedica a la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (Instituto Nacional de Estadística, 2019).



**Figura 16 Ubicación geográfica de San Vicente Centenario, Santa Bárbara**

*Fuente:* datos obtenidos de Google Maps (2023).



## 5.2.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA

A continuación, se presentan las diferentes vistas de lo que serán los invernaderos condicionados por energía geotérmica a baja entalpía, los cuales tienen una dimensión de  $450 \text{ m}^2$  en el que serán cultivadas 1,800 plantas de tomate. Esto con el fin de mejorar la producción de tomates en la comunidad de San Vicente Centenario, departamento de Santa Bárbara. Con un distanciamiento de 4 plantas por metro cuadrado para alcanzar la meta de plantas cultivadas y serán necesarios 7 surcos de cultivo, los cuales tendrán un distanciamiento lateral de 1.5 metros y frontal de 1 metros. De forma que el largo del invernadero deberá ser de 20 metros y el ancho de 22.5 metros, siendo un área total de 450 metros cuadrados.

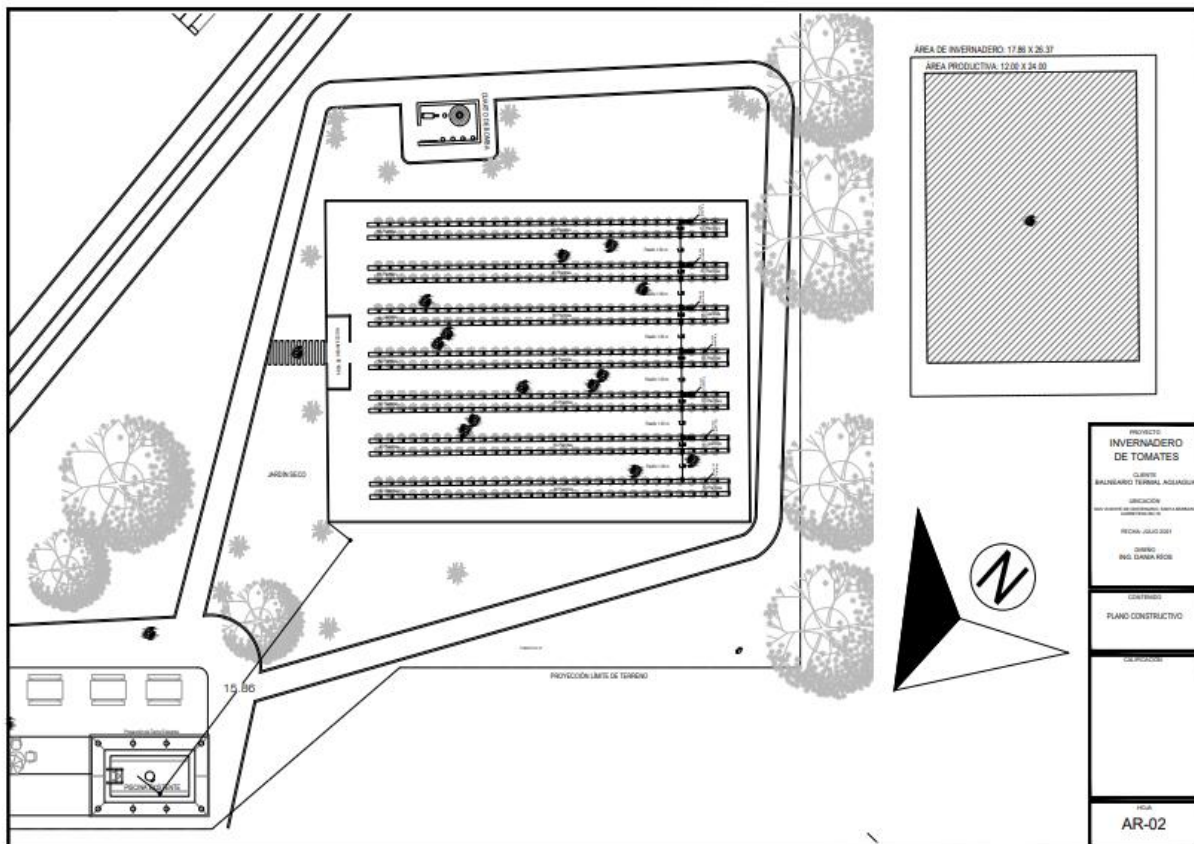
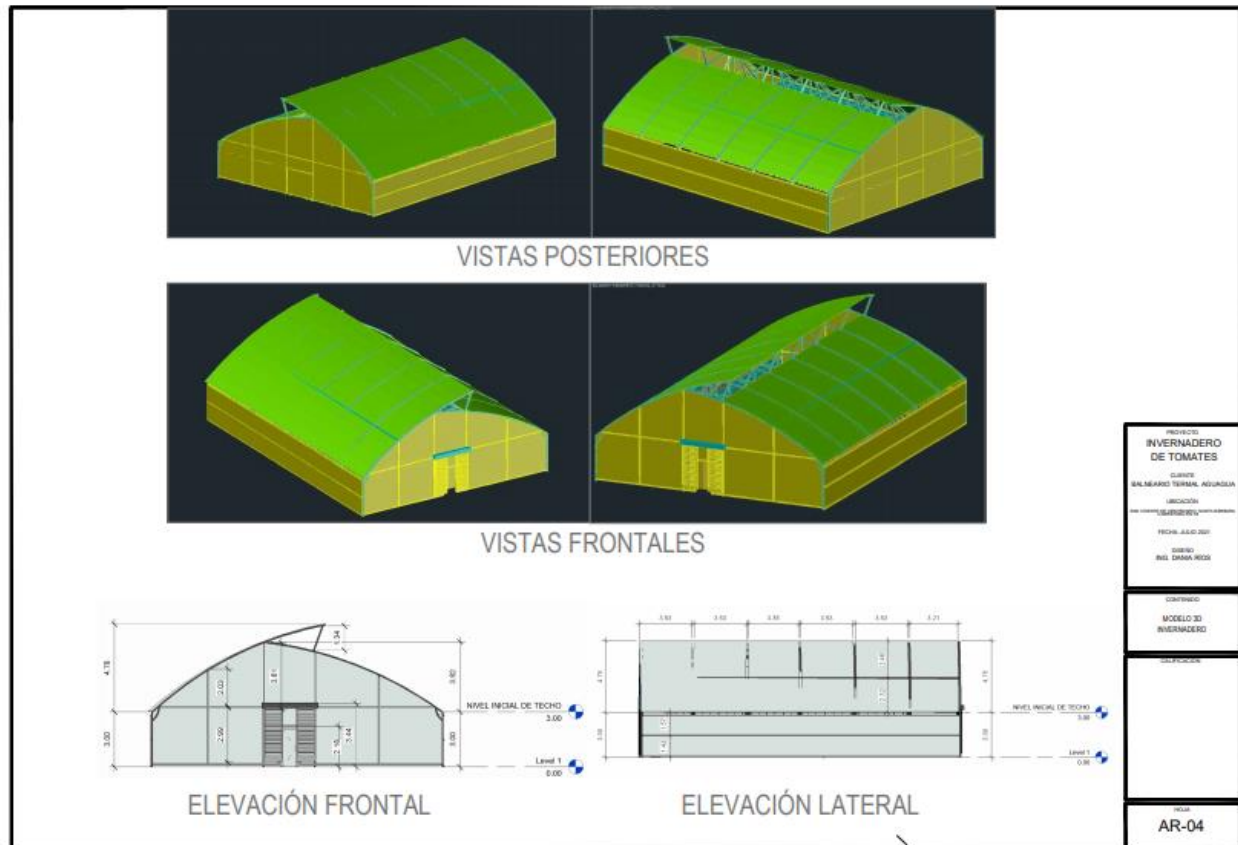
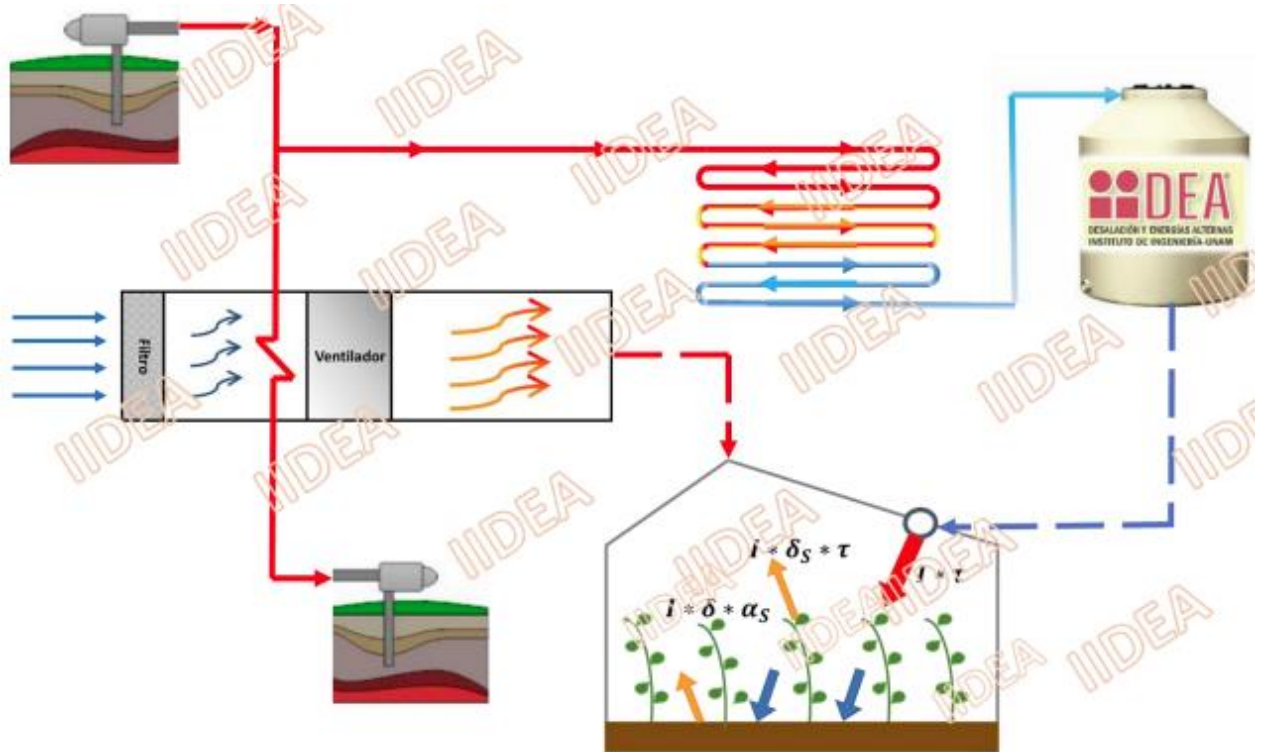


Figura 17 Vista área del área del proyecto



**Figura 18 Vista 3D del proyecto**

Es en la figura 19 en el cual se muestra una propuesta la cual se relaciona al funcionamiento de los sistemas de refrigeración y de calefacción para invernaderos geotérmicos siendo una la fuente de energía principal el recurso geotérmico de baja entalpía, mismo que se encargará de ceder la energía mediante intercambiadores de calor (como ser el agua y el aire) los cuales provienen del ambiente hacia los sistemas de calefacción, en el caso del sistema de refrigeración este suele proponer el uso de un sistema de nebulización, inclusive con el uso de algún refrigerante con el cual será posible el enfriar el aire y que el mismo recircule a lo interior del invernadero en los meses más cálidos (Jasso, 2017).

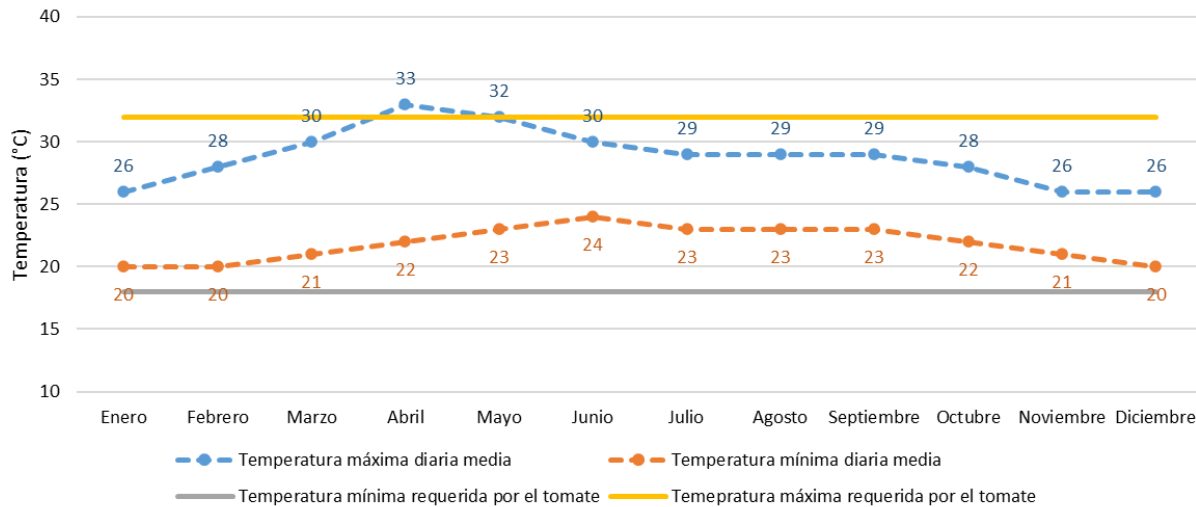


**Figura 19 Diagrama de procesos térmicos involucrados en un invernadero**

Fuente: (Jasso, 2017).

### 5.2.3 DEMANDA DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Para el estudio de la factibilidad técnica del proyecto que ha considerado el rango de temperatura óptima para el crecimiento del tomate el cual es de 23° Celsius, establecida como una temperatura media entre los 18° y 32° C de crecimiento óptimo para el tomate. De igual forma, se tomó en cuenta que la temperatura exterior a los invernaderos oscila entre los 35° y 36° en verano, clasificándose como las menos propicias para la siembra y cosecha de este cultivo, de manera que se ha de llevar a cabo un ciclo de refrigeración que mantenga una temperatura idónea para el crecimiento de la planta y el fruto, sobre todo en la época más calurosa del año. Este método emplea como fluido de trabajo el refrigerante R- 134 a, para el que también se necesita la instalación de maquinaria y equipos especiales los cuales harán uso de la geotermia a baja entalpía como fuente de energía.



**Figura 20 Demanda del sistema del invernadero**

*Fuente:* Elaboración propia a partir de Swiss Made (2023).

Al observar el historial climático del departamento de Santa Bárbara por medio de los datos recopilados por Swiss Made (2023) en la página web meteoblue, certificada por la ISO 9001, fue posible determinar que, bajo condiciones climáticas controladas, el crecimiento estable del tomate es factible en la región, puesto que la demanda energética que requiere el sistema de climatización es baja considerando la media de temperatura estacional natural del departamento. Dicha demanda se verá observada en los costos de los materiales y en el flujo de operaciones.

Lo cual ayudara a tener más de una cosecha al año aumentando así la producción que tienen actualmente y con la construcción de más invernaderos dicha producción pueden aumentar y generar con ello una mayor oferta del producto, así como más ingresos para los productores de tomates, y con ello poder utilizar a su favor el clima.

### 5.2.3.1 RADIACIÓN NETA

La radiación neta, descrita por García et al., (2014) es “la fuerza impulsora de varios procesos físicos, dinámicos y biológicos, tales como el calentamiento del suelo y el aire, la fotosíntesis y la evapotranspiración” (p. 536). En este estudio, la radiación neta será calculada para determinar la cantidad de energía que entra al invernadero y cuánta energía habrá que remover. La energía térmica para este caso tiene valor cero, puesto que el material que cubre el invernadero adopta la

misma temperatura del medio en el que se ubica, de modo que se será considera únicamente el valor de la radiación solar.

$$R_{\text{solar}} = S_s [ I (\alpha_{\text{solar}} + \tau_{\text{solar}} \cdot \alpha_s) ]$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $R_{\text{solar}}$  es igual a la radiación solar (548.58 Kilowatt)
- $S_s$  es igual a la superficie del suelo del invernadero (450 metros cuadrados)
- $I$  es igual a la radiación incidente (1.607 W/m<sup>2</sup>)
- $\alpha_{\text{solar}}$  es el coeficiente de absorptividad de la cubierta para la radiación solar (0.08)
- $T_{\text{solar}}$  es el coeficiente de transmisividad de la cubierta para la radiación solar (0.78)
- $\alpha_s$  es el coeficiente de absorptividad de las plantas y el suelo para la radiación solar (0.87)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$R_{\text{solar}} = 450 [ 1.607 (0.08 + 0.78 \cdot 0.87) ]$$

$$R_{\text{solar}} = 548.58$$

Para calcular la radiación neta se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$R_{\text{neto}} = R_{\text{solar}} + R_{\text{térmica}}$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$R_{\text{neto}} = 548.58 + 0$$

$$R_{\text{neto}} = 548.58$$

### 5.2.3.2 CALOR POR CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN

La conducción es el proceso de transferencia de calor de un sólido a otro, esto es posible debido a la cantidad de energía producida a partir de la energía cinética que se produce durante la colisión de partículas y que es absorbida por las partículas del medio con las que se conectaron. Por otro lado, el calor por convección se trata de otro proceso de transmisión de calor que ocurre entre los líquidos y los gases, puesto que la energía se origina a partir del intercambio de masas dentro de un mismo fluido a causa de las diferencias de densidad que se dan cuando se eleva la temperatura del medio (Barreras et al., 2021).

$$h_{\text{externo}} = 7.2 + 3.84 \cdot V_{\text{viento}}$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $h_{\text{externo}}$  es igual al coeficiente de convección externo ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )
- $V_{\text{viento}}$  es igual a la velocidad del viento (2.39 m/s)

Al intercambiar los valores se obtuvo:

$$h_{\text{externo}} = 7.2 + 3.84 \cdot 2.39$$

$$h_{\text{externo}} = 16.38$$

Mientras que para calcular la convección interna al invernadero se usó la siguiente fórmula:

$$h_{\text{interno}} = 1.95 (T_c - T_{\text{interior}})^{0.3}$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $h_{\text{interno}}$  es igual al coeficiente de convección interno ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )
- $T_c$  es igual a la temperatura absoluta de la cubierta (300 K)

- $T_{\text{interior}}$  es igual a la temperatura interior del invernadero (296 K)

Al intercambiar los valores se obtiene

$$h_{\text{interno}} = 1.95 (300 - 296)^{0.3}$$

$$h_{\text{interno}} = 2.96$$

Una vez se obtuvieron ambos coeficientes de convección es posible determinar el coeficiente tanto de la convección como de la conducción, para la cual se usará la siguiente fórmula:

$$U_{cc} = \frac{1}{\frac{1}{h_{\text{interno}}} + \frac{e_c}{\lambda_c} + \frac{1}{h_{\text{externo}}}}$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $U_{cc}$  es igual al coeficiente de conducción y convección ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ )
- $e_c$  es igual al espesor de la cubierta (0.004 m)
- $\lambda_c$  es igual a la conductividad térmica del material de cobertura ( $0.19 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ )

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$U_{cc} = \frac{1}{\frac{1}{2.96} + \frac{0.004}{0.19} + \frac{1}{16.38}}$$

$$U_{cc} = 2.38$$

Una vez encontrado el coeficiente, se pasa a calcular el calor de la convección y la conducción, para ello se hará uso de la siguiente fórmula:

$$Q_{cc} = S_c \cdot U_{cc} \cdot (T_{\text{mayor}} - T_{\text{menor}})$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $Q_{cc}$  es igual a calor por conducción y convección (Watts)
- $S_c$  es igual a la superficie de la cubierta ( $450 \text{ m}^2$ )
- $T_{mayor}$  : es igual a la temperatura mayor (300 K)
- $T_{menor}$  es igual a la temperatura menor (296 K)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$Q_{cc} = 450 \cdot 2.38 \cdot (300 - 296)$$

$$Q_{cc} = 4,284 \text{ Kw}$$

$$Q_{cc} = 4.28 \text{ W}$$

### 5.2.3.3 CALOR POR RENOVACIÓN DE AIRE EN EL INTERIOR

La renovación de aire o ventilación se trata del proceso de reemplazar paulatinamente el aire atrapado dentro de un espacio físico que se ha sido contaminado con otros gases o con el dióxido de carbono, por aire fresco y nuevo. Este proceso se puede llevar a cabo de forma natural por el paso del viento o por aire que fluye a una temperatura distinta por medio de aparatos mecánicos como los ventiladores. El fin principal de esta actividad es para impedir que la humedad y partículas tóxicas se queden suspendidas en el ambiente y sean respirados por los seres vivos (Vinkesteyn y Zamora, 2014). Este procedimiento fue calculado tomando en cuenta que la densidad del aire local es de  $1.13 \text{ m}^3/\text{Kg}$  y que la humedad dentro del invernadero debe ser del 80% y externa a él es de 60%, además de que se realizará 1.75 renovaciones de aire por hora, para esto, se hará uso de la siguiente fórmula del libro Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos:

$$\lambda_0 = 2502535.259 - 2385.76424(T_{interior})$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $\lambda_0$  es igual al calor latente de vaporización
- $T_{interior}$  es igual a la temperatura interior del invernadero



Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\lambda_0 = 2502535.259 - 2385.76424(296)$$

$$\lambda_0 = 2447662.69$$

$$Q_{\text{ren}} = V_{\text{invernadero}} \cdot \frac{R_{\text{aire}}}{3600} \cdot \rho_{\text{aire}} [ C_{p,\text{aire}}(T_{\text{interior}} - T_{\text{exterior}}) + \lambda_0(X_{\text{interior}} - X_{\text{exterior}}) + C_{p,\text{vapor}}(X_{\text{interior}} \cdot T_{\text{interior}} - X_{\text{exterior}} \cdot T_{\text{exterior}})]$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $Q_{\text{ren}}$  es igual al calor por renovación de aire en el interior (W)
- $V_{\text{invernadero}}$  es igual al volumen del invernadero (3,534.29 m<sup>3</sup>)
- $R_{\text{aire}}$  es igual a las renovaciones de aire por hora (h<sup>-1</sup>)
- $\rho_{\text{aire}}$  es igual a la densidad del aire local (1.337 m<sup>3</sup>/Kg)
- $C_{p,\text{aire}}$  es igual a calor específico del aire (1005\*J/Kg\*K)
- $X_{\text{interior}}$  es la humedad absoluta interior (0.80%)
- $X_{\text{exterior}}$  es la humedad absoluta exterior (0.60%)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$Q_{\text{ren}} = 3,534.29 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 1.337 [ 1005(296 - 300) + 2447662.69(0.80 - 0.60) + 1005(0.80 \cdot 296 - 0.60 \cdot 300)]$$

$$Q_{\text{ren}} = 712,210.06$$

#### 5.2.3.4 CALOR DE CLIMATIZACIÓN EN EL INVERNADERO

Considerando que los invernaderos son espacios físicos los cuales están recubiertos por una capa impermeable y transparente la cual es capaz de modificar las condiciones ambientales dentro de la estructura según sean los requerimientos del cultivo, se deben aplicar métodos y usar herramientas especiales las cuales permiten crear estas condiciones, las cuales incluyen el porcentaje de humedad o la elevación o reducción de la temperatura, entre otras; a este proceso se

le denomina climatización (Flores et al., 2018). Este criterio fue calculado usando la siguiente fórmula:

$$\dot{Q}_{\text{climatización}} = \dot{Q}_{\text{cc}} + \dot{Q}_{\text{ren}} - R_{\text{neta}}$$

Fuente: datos obtenidos de Valera et al., (2008):

Donde:

- $\dot{Q}_{\text{climatización}}$  es igual al calor que es necesario remover o transferir (2.34 W)
- $\dot{Q}_{\text{cc}}$  es igual al calor por conducción y convección (0.25 W)
- $\dot{Q}_{\text{ren}}$  es igual al calor por renovación de aire en el interior (67.99 W)
- $R_{\text{neta}}$  es igual a la radiación neta (31.70 W)

Al intercambiar los valores se obtiene

$$\dot{Q}_{\text{climatización}} = 4.28 + 712,210.06 - 548.58$$

$$\dot{Q}_{\text{climatización}} = 711,665.76$$

#### 5.2.3.5 FLUJO MÁSICO

El flujo es un compuesto de materia de características físicas uniformes, es decir, discontinuo y, por ende, deformable el cual puede o no variar o ser dependiente del tiempo, como cuando es bombeado por una bomba eléctrica, por ejemplo. Cuando este tipo de masas con entropía y energía se ve obligada a pasar por un sistema de corriente de materia, la entropía y la energía serán transportadas de igual manera con el flujo másico. Considerando que ya se cuenta con la cantidad de energía que debe ser extraída del invernadero y el valor de la entalpía refrigerante 410<sup>a</sup>, es posible calcular el flujo másico por medio de la siguiente fórmula planteada en el libro de Termodinámica:

$$\dot{m}_1 = \frac{\dot{Q}_{\text{climatización}}}{h_1 - h_4}$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015)

Donde:

- $\dot{m}_1$  es igual a flujo másico de un fluido (kg/s)
- $\dot{Q}_{\text{climatización}}$  es igual al calor que entra al invernadero (38.63 kW)
- $h_1$  es igual a la entalpía específica a la salida del invernadero (286.05 kJ/Kg)
- $h_4$  es igual a la entalpía específica a la entrada del invernadero (149.40 kJ/Kg)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{m}_1 = \frac{711,665.76}{286.05 - 149.40}$$

$$\dot{m}_1 = 5,207.94$$

#### 5.2.3.6 ENERGÍA RECHAZADA EN EL CONDENSADOR

La energía de una sustancia es rechazada por un aparato de tratamiento térmico durante el proceso de generación de energía en forma de calor hacia un compartimento cuya temperatura es menor y, por ende, enfriándose. Al ser la energía de un fluido la que pasa por el equipo de tratamiento térmico, en este caso, un condensador, la energía que será expulsada en forma de calor es calculada por medio de la fórmula:

$$\dot{Q}_{1,\text{sale}} = \dot{m}_1 (h_2 - h_3)$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

Donde:

- $\dot{Q}_{1,\text{sale}}$  es igual al calor expulsado al ambiente [kW].
- $\dot{m}_1$  es igual al flujo másico del sistema (5,207.94 kg/s).
- $h_2$  es igual a la entalpía del fluido cuando está en forma líquida (303.86 kJ/kg)
- $h_3$  es igual a la entalpía del fluido cuando está en forma de vapor (149.40 kJ/kg)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{Q}_{1,\text{sale}} = 5,207.94 (303.86 - 149.40)$$

$$\dot{Q}_{1,\text{sale}} = 193,058.33$$

### 5.2.3.7 ENERGÍA CONSUMIDA POR EL COMPRESOR

Siendo que la energía es la fuerza propia de un cuerpo de trabajar, transformar o calentar, la energía consumida se trata de aquella que es transformada y empleada por un aparato para ejecutar la acción para la que fue creado, como lo es la energía mecánica que permite a los aparatos y equipos funcionar; en este caso, el equipo se trata de un compresor y su requerimiento de energía fue calculado por medio de la fórmula:

$$\dot{W}_{entra} = \dot{m}_1 (h_2 - h_1)$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

- $\dot{W}_{entra}$  es igual a la energía consumida por el compresor (kW)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{W}_{entra} = 5,207.94 (303.86 - 286.05)$$

$$\dot{W}_{entra} = 92,753.41$$

### 5.2.3.8 FLUJO VOLUMÉTRICO

Se refiere al volumen con el que cuenta un fluido que se mueve en un momento transversal de una unidad de tiempo. El flujo volumétrico y el flujo másico guardan una relación constante como se puede observar en las siguientes fórmulas, sin embargo, es necesario encontrar el flujo volumétrico de cada una de las secciones del sistema, en este caso de la sección de succión, por medio de las ecuaciones:

$$\dot{V}_1 = \dot{m}_1 \cdot v_{1especifico}$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

- $V_1$  es igual al flujo volumétrico para la selección de succión
- $m_1$  es igual al flujo másico (5,207.94 Kg/s)
- $v_{especifico}$  es igual al volumen especifico (0.0162 m<sup>3</sup>/Kg)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{V}_1 = 5,207.94 \cdot 0.0162 = 84.36$$

De igual forma será calculado haciendo uso de una de la misma fórmula de Çengel y Boles (2015) el flujo volumétrico para la sección de líquido del sistema, en donde solamente se intercambia el valor del volumen específico.

$$V_2 = \dot{m}_1 \cdot v_{2\text{especifico}}$$

Donde:

- $V_2$  es igual al flujo volumétrico para la sección de líquido
- $\dot{m}_1$  es igual al flujo másico (5,207.94 Kg/s)
- $v_{2\text{especifico}}$  es igual al volumen específico (0.0081 m<sup>3</sup>/Kg)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{V}_2 = 5,207.94 \cdot 0.0081 = 42.18$$

Finalmente, es calculado el flujo volumétrico para la sección de descarga del sistema haciendo uso de la misma fórmula del mismo libro de Termodinámica de Çengel y Boles solo intercambiando el valor del volumen del flujo a transportar.

$$\dot{V}_3 = \dot{m}_1 \cdot v_{3\text{especifico}}$$

- $V_3$  es igual al flujo volumétrico para la sección de descarga
- $\dot{m}_1$  es igual al flujo másico (5,207.94 Kg/s)
- $v_{3\text{especifico}}$  es igual al volumen específico (0.0003 m<sup>3</sup>/Kg)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{V}_3 = 5,207.94 \cdot 0.0011 = 5.72$$

### 5.2.3.9 DIÁMETRO DE TUBERÍA

Para asegurar que el sistema instalado funcione adecuadamente, es necesario aplicar el cálculo correcto en cuanto al dimensionamiento de las tuberías a emplear en el procedimiento de conducción en el cual también influye la mecánica de fluidos. Para calcular el diámetro de la tubería de la sección de succión se utilizó la siguiente fórmula y se consideró una velocidad del flujo de 10 a 12 metros por segundo.

$$D = \sqrt{\frac{4(\dot{V}_1)}{\pi(V_1)}}$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

Donde:

- $D$  es igual al diámetro de la tubería de la sección de succión (m)
- $\dot{V}_1$  es igual al flujo volumétrico (0.003888 m<sup>3</sup>/s)
- $V_1$  es igual a la velocidad del fluido (11 m/s)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4(84.36)}{\pi(11)}}$$

$$D = 3.1248$$

Mientras que para calcular el diámetro de la tubería de la sección de líquido se utilizó la misma fórmula en la que únicamente se intercambiaron los valores de los volúmenes. Tomando en cuenta que la velocidad óptima para el fluido está entre los 0.6 y 1 metro por segundo.

$$D = \sqrt{\frac{4(\dot{V}_2)}{\pi(V_2)}}$$

Donde:

- $D$  es el diámetro de la tubería de la sección de líquido (m)
- $\dot{V}_2$  es igual al flujo volumétrico (0.001944)
- $V_2$  es igual a la velocidad del fluido (13 m/s)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4(42.18)}{\pi(13)}}$$

$$D = 2.032$$

También para calcular el diámetro de la tubería de la sección de descarga se utilizó la misma fórmula y solo fueron intercambiados los volúmenes, considerando que la velocidad óptima de flujo ronda entre los 12 y 15 metros por segundo.

$$D = \sqrt{\frac{4(\dot{V}_3)}{\pi(V_3)}}$$

Donde:

- $D$  es igual al diámetro de la tubería (m)
- $\dot{V}_3$  es igual al flujo volumétrico (0.000264 m<sup>3</sup>/s)
- $V_3$ : Velocidad del fluido (0.8 m/s)

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$D = \sqrt{\frac{4(5.72)}{\pi(0.8)}}$$

$$D = 3.0172$$

#### 5.2.3.10 FLUJO MÁSICO DEL AGUA DE ABASTECIMIENTO DEL CONDENSADOR

Siendo que el condensador es el aparato encargado de reducir la temperatura de la energía que le llega en forma de calor por medio de un líquido refrigerante, en ese caso el R-134<sup>a</sup>, que se

transforma en vapor. En este caso se divide la cantidad de energía que el agua de abastecimiento absorbe con la diferencia de entalpía específica del agua a la salida y la entrada del equipo. Este valor es obtenido por medio de la siguiente fórmula:

$$\dot{m}_2 = \frac{\dot{Q}_{1,entra}}{h_6 - h_5}$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

Donde:

- $\dot{m}_2$  es igual al flujo másico del fluido

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{m}_2 = \frac{193,058.33}{167.53 - 146.64}$$

$$\dot{m}_2 = 9,241.66$$

#### 5.2.3.11 FLUJO MÁSSICO DEL AGUA EN EL INTERCAMBIADOR DE CALOR

Por otro lado, el intercambiador de calor comparte importancia con el condensador dentro del proceso puesto que en este mecanismo se divide la cantidad de energía liberada por el agua de abastecimiento con la diferencia de entalpía específica del agua de salida y la entrada de este. Para obtener este resultado se hizo uso de la fórmula:

$$\dot{m}_3 = \frac{\dot{Q}_{1,entra}}{h_8 - h_7}$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

Donde:

- $\dot{m}_3$  es el flujo másico de un fluido

Al intercambiar los valores se obtiene:



$$\dot{m}_3 = \frac{193,058.33}{83.92 - 62.98}$$

$$\dot{m}_3 = 9,219.59$$

#### 5.2.3.12 INTERCAMBIADOR DE CALOR

La energía que es liberada por el agua de abastecimiento producto del cambio de temperatura dentro del intercambiador, será igual a la cantidad de energía que es absorbida por el agua del río, este valor será calculado por medio de otra de las fórmulas de Termodinámica:

$$\dot{Q}_{2,entra} = \dot{m}_3 (h_8 - h_7)$$

Fuente: datos obtenidos de Çengel y Boles (2015).

Donde:

- $\dot{Q}_{2,entra}$  es igual a la energía absorbida por el agua del río

Al intercambiar los valores se obtiene:

$$\dot{Q}_{2,entra} = 9,219.59 (83.92 - 62.98)$$

$$\dot{Q}_{2,entra} = 193,058.2146$$

## 5.2.4 ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD Y EL COSTO DE SUMINISTROS E INSUMOS

### 5.2.4.1 DISPONIBILIDAD DEL RECURSO FINANCIERO

**Tabla 5**

*Disponibilidad del recurso financiero*

Fondos	Participación	Valor
Fondos propios	30%	L. 249,009.26
Financiamiento externo	70%	L. 581,021.62

### 5.2.4.2 DISPONIBILIDAD DE LA MANO DE OBRA

Dentro de la agricultura hondureña cuyo mayor activo de trabajo es la mano de obra humana, estos mismos se han considerado para el proceso productivo del proyecto. Se han contemplado una personas que se encarguen de la parte operativa del invernadero, es decir, de cada una de las etapas de crecimiento y de producción del cultivo; y una persona con más conocimientos y experiencia que se encargue de la administración de los recursos y el manejo de la maquinaria. Los operarios tendrán como jefe inmediato al administrador, mientras que el administrador responderá ante el productor o dueño de la finca.

**Tabla 6**

*Detalle de la mano de obra*

Recurso humano	Cantidad
Operarios	1
Administrador	1
TOTAL	1

*Fuente:* elaboración propia.

### 5.2.4.3 DISPONIBILIDAD DE INSUMOS Y MATERIALES

Reconociendo que el objetivo primordial de este trabajo es mejorar la productividad de las fincas de tomate de San Vicente Centenario por medio de la explotación de los recursos de energía renovable de los que dispone la zona, es necesaria la adquisición e instalación de la maquinaria, equipos e insumos especiales que permitan la construcción del proyecto, así como la extracción del recurso energético y también la producción de tomates. Los materiales necesarios para la

construcción del invernadero son polietileno como recubrimiento, mallas antiviral, tuberías Hg, tuberías PVC. Cinta de riesgo, bloques, gravin, válvulas, tubines, codos de PVC, bomba eléctrica, tanque, cemento y arena; los insumos más importantes serán descritos a continuación:

### **Cubierta de polietileno**

El invernadero de cultivo es una estructura recubierta de una capa impermeable y hermética la cual permite el paso controlado de la luz solar y los rayos UV de acuerdo a su grosor y ubicación. La cubierta del invernadero permite que las plantas absorban la luz solar durante el día al mismo tiempo que las protege de temperaturas muy bajas durante las noches, además de que no permite el paso de las plagas y enfermedades, además de que reduce en gran medida la cantidad de agentes patógenos y contaminantes suspendidos en el aire (Hernández A. , 2017).

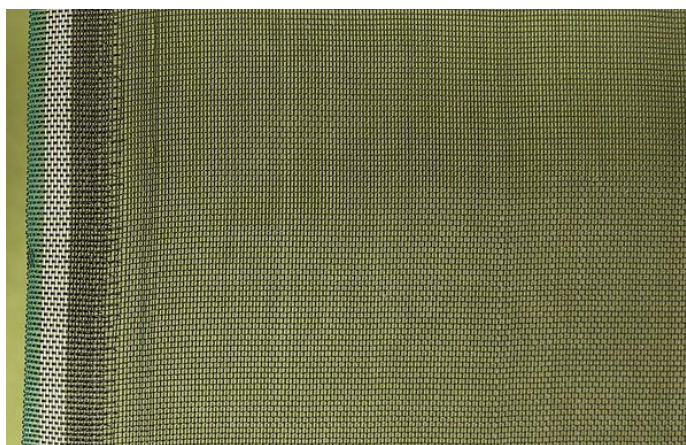


**Figura 21 Cubierta de polietileno 180 micras**

*Fuente:* datos obtenidos de PROAMCO (2023).

## **Malla antivirus**

Son equipo de protección física para el cultivo que se emplean como cobertura en algunos tipos de invernaderos en los que se siembran cultivos que requieren de iluminación solar limitada, puesto retienen desde el 30 al 50% de los rayos de luz. Tienen mayor aplicación en terrenos abiertos ya que también permite la aireación natural, además de que protegen al cultivo de las plagas del exterior y reduce la evaporación superficial y la evapotranspiración, lo que permite un mejor uso del recurso hídrico y de los insumos agroquímicos (Fernández, 2016).



**Figura 22 Malla antivirus**

*Fuente:* datos obtenidos de ICAPSA (2020).

## **Tubería HG**

Las tuberías de hierro galvanizado son materiales que se crean por método frío y soldadas por inducción a alta frecuencia usando flejes de acero que han sido laminadas o galvanizadas por método caliente. Se usan generalmente en estructuras que no deben soportar mucho peso como ser barandales, portones, andamios y, por supuesto, invernaderos agrícolas (Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A., 2019).



**Figura 23 Tubería HG**

*Fuente:* datos obtenidos de barata del valle (2021).

### **Tubería PVC**

Las tuberías de PVC en los invernaderos agrícolas son empleadas como parte de la estructura o como parte del sistema de riego, en la estructura se instalan generalmente como canaletas de soporte y en los sistemas de riego se instalan de forma que direccionen el agua lluvia o bien, que transporten el agua de los tanques o bombas que impulsan mezclas con nutrientes (Abarca y Aguirre, 2020).



**Figura 24 Tuberías PVC**

*Fuente:* datos obtenidos de Aristegui Maquinaria (2023)

### **Cinta de riego**

La cinta de riego es una herramienta empleada en los sistemas de riego a baja presión, característicos de la región hondureña debido a sus bajos costos de instalación y mantenimiento, además de su conveniencia al momento de distribuirlo por las fincas de cultivos que se siembran en hileras. Generalmente no necesitan no consumen energía y si lo hacen es a niveles muy bajos, pero corriendo el riesgo de un riego heterogéneo (Vega y Urquia, 2014).



**Figura 25 Cintas de riego**

Fuente: datos obtenidos de Vega y Urquia (2014).

### **Bomba eléctrica de 2 HP, 1/2 pulg**

En los sistemas de cultivo en invernadero usualmente se hace uso de bombas eléctricas las cuales tienen la función de impulsar cantidades de agua o de sustancias nutritivas que abarquen la totalidad del área cultivada. En invernaderos altos, una bomba de motor puede alcanzar a suplir de agua suficiente hasta un máximo de 650 metros cuadrados (Fajardo et al., 2021).



**Figura 26 Bomba eléctrica de 2 HP**

Fuente: datos obtenidos de TRUPER (2023)

## Tanque

En los invernaderos es común el uso de tanques o de fosas para el almacenamiento del agua que será empleada para el riego del cultivo. La ventaja de los tanques para la captación de agua es que pueden estar completamente sellados y no permiten el ingreso de agentes contaminantes al agua o a la mezcla nutritiva que interfieran o dañen el sistema de riego o la bomba (Brizuel, 2021).



**Figura 27 Tanque de 5,000 L**

Fuente: datos obtenidos de Tinacos Honduras (2021).

**Tabla 7**

*Materiales y recursos para la construcción del invernadero*

Material	Cantidad	Unidad de medida	Precio (Lps.)	Total (Lps.)
<b>Equipo de construcción</b>	8	Contratación	30,000.00	240,000.00
<b>Plástico de polietileno</b>	2	Rollo	12,014.95	24,030.00
<b>Malla antivirus</b>	716	m <sup>2</sup>	200.00	143,000.00
<b>Tubería HG</b>	38	Lances	600.00	22,800.00
<b>Tubería PVC</b>	5	1 1/2 pulg	180.00	900.00
<b>Cinta de riego</b>	1	Rollo	2,800.00	2,800.00
<b>Bloque</b>	735	Bloques 4 pulg	14.00	10,290.00
<b>Gravin</b>	7.4	m <sup>3</sup>	800.00	5,920.00
<b>Válvulas</b>	7	Unidad	30.00	210.00
<b>Tubines</b>	7	Unidad	20.00	140.00
<b>Codos</b>	6	Unidad	15.00	90.00
<b>Bomba eléctrica de 2 HP</b>	1	Unidad	5,800.00	5,800.00
<b>Tanque 5,000 lts</b>	1	Unidad	20,000.00	20,000.00
<b>Cemento</b>	15	Bolsas	185.00	2,775.00

<b>Arena</b>	3	m <sup>3</sup>	850.00	2,550.00
<b>TOTAL</b>				<b>481,505.00</b>

*Fuente:* elaboración propia.

Por otro lado, también fueron analizados los insumos necesarios para la instalación de los sistemas de extracción de calor y transformación de energía geotérmica, además del sistema de riego del cultivo del tomate, entre ellos se encuentra la bomba hidráulica, el líquido refrigerante R-134<sup>a</sup>, la bomba de calor agua-aire y las tuberías. A continuación, se presentan los equipos a utilizar y sus respectivas descripciones.

### **Bomba hidráulica**

Es una máquina que requiere de un flujo energético en su sistema mecánico para poder movilizar un fluido la cual no afecta las propiedades del líquido que impulsa. Cualquiera que sea el tipo de energía que entra a este mecanismo se transforma en energía hidráulica que activa el fluido. Esta energía se trata usualmente de la presión que ejerce el mismo líquido, llevando la sustancia desde un punto en la que la presión no es tan fuerte o de menor altura que el lugar al que tiene que llegar (Mena, 2018).



**Figura 28 Bomba Hidráulica**

*Fuente:* datos obtenidos de RECAMPRI, S.L. (2019).



## Refrigerante R-134<sup>a</sup>

Los refrigerantes son sustancias con la capacidad de transferir el calor de un lugar a otro por medio de ciclos de transporte generados por un compresor conectado a un evaporador, el cual se encarga de conducir energía calorífica a baja temperatura, y a un condensador, el cual conduce energía de alta temperatura, produciendo un efecto de cambio de temperatura. El refrigerante r-134<sup>a</sup> es empleado en el uso doméstico e industrial, puesto que se puede instalar en aparatos domésticos, generadores de agua helada, frío comercial de más de 0 °C, aire acondicionado residencial y para vehículos (Abarca et al., 2017).



**Figura 29 Refrigerante R-134<sup>a</sup>**

Fuente: datos obtenidos de FERCLIM SAC (2022).

## Bomba de calor agua-aire

Son herramientas empleadas en el sistema de transporte de agua que ha pasado por un proceso geotérmico, desde su sitio de extracción hasta el lugar donde será usada. Sin embargo, cuando el sistema cuenta con un proceso de transmisión del sitio de extracción más tecnificado, este requiere de una bomba de calor para que la transmisión de fluidos esté conectada de forma indirecta al sistema de calefacción (Aviña, 2022).



**Figura 30 Bomba de calor agua-aire**

Fuente: datos obtenidos de EcoInventos (2023).

### **Tubería de succión de hierro**

Esas son las tuberías que van conectadas a las bombas del pozo caliente o a las bombas de condensado y se encargan de impulsar el fluido extraído hacia el mecanismo de enfriamiento. Estas tuberías están fabricadas de materiales resistentes como el hierro debido a la capacidad de succión y su resistencia a la corrosión por humedad, además de su completo sellado con los contaminantes externos para mantener los minerales naturales del fluido de succión y al mismo tiempo evitar fugas de aire que le den doble esfuerzo al sistema de succión (Castro et al., 2014).



**Figura 31 Tubería de succión de hierro**

Fuente: datos obtenidos de SAMOA (2023).

### **Tubería de líquido de hierro**

Cuando se instala un sistema de tuberías de hierro es porque se necesita un sistema resistente a las condiciones del entorno y que además sea duradero, para evitar la manipulación del sistema después de su instalación el máximo posible. Las tuberías de hierro tienen la ventaja de que no permiten el paso de los hidrocarburos, ralentizando el proceso de deterioro del sistema (Ductile Iron Pipe Research Association, 2021).



**Figura 32 Tubería de líquido de hierro**

Fuente: datos obtenidos de Disper (2023).

### **Tuberías de descarga**

El sistema de tuberías de descarga se instala con el fin de movilizar el agua que ya ha sido empleada en el proceso productivo y necesita ser movilizad a un tanque o pozo donde será tratada, o bien, donde será desechada. Estas tuberías, al contener un líquido con propiedades que no son adecuadas para el cultivo, constituyen un sistema diferente al de riego (Carballo et al. , 2018).



**Figura 33 Tuberías de descarga**

Fuente: datos obtenidos de REPOLEN (2023)

**Tabla 8**

*Material y equipo para los sistemas de riego y de refrigeración*

Material	Cantidad	Unidad de medida	Precio (Lps.)	Total (Lps.)
<b>Bomba hidráulica</b>	1	Unidad	15,610.98	15,611.00
<b>Refrigerante R-134<sup>a</sup></b>	1	Unidad	1,100.00	1,100.00
<b>Bomba de calor agua-aire</b>	1	Unidad	119,350.00	119,350.00
<b>Tubos PVC</b>	14	4 pulgadas	490.00	6,860.00
<b>Tubería de succión de hierro</b>	1	1.06 pulgadas	200.00	200.00
<b>Tubería de líquido de hierro</b>	58	0.79 pulgadas	190.00	11,020.00
<b>Tubería de descarga</b>	10	0.75 pulgadas	180.00	1,800.00
<b>TOTAL</b>				<b>155,941.00</b>

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, los costos de producción referentes a la siembra, manejo del cultivo y cosecha contemplan la compra de plántulas germinadas, el sustrato y los fertilizantes, el tutorado, los pediluvios, el yodo que requiere el cultivo, las tijeras de poda y las cajas de transporte para las cosechas; todos estos artículos serán descritos a continuación.

## Plántulas

Las semillas de tomate tienen un alto costo, por lo que muchos productores prefieren comprar las plántulas por bandejas; este método resulta mucho más eficiente debido al aprovechamiento de tiempo y espacio, además de su fácil manipulación y movilización, además de que pueden ser usadas para más de una siembra. Considerando que las plántulas son sensibles a los cambios repentinos de humedad y temperatura, los invernaderos son la mejor opción para asegurar una cosecha productiva (López, 2017).



**Figura 34 Plántulas**

Fuente: datos obtenidos de Agroinsumos El Field (2023).

## Sustrato

Los sustratos tienen la funcionalidad de ser un sostén para la nutrición de la planta, con la diferencia de que su nivel de porosidad es muy alto, por lo tanto, también permiten una buena aireación, retienen una gran cantidad de humedad, así como una capacidad de drenaje adecuada, de modo que tampoco tiende a compactarse y no genera organismos extraños como malezas o plagas. Los sustratos que se usan mayormente en el cultivo del tomate es el compost que se produce a base de residuos orgánicos, el humus que está compuesto por heces de lombrices, la casulla o cascarilla de arroz, la fibra de coco, el aserrín o la turba que se crea a partir de la descomposición de productos orgánicos (López, 2017).



**Figura 35 Sustrato**

*Fuente:* datos obtenidos de IICA (2023)

### **Fertilizantes**

El mayor requerimiento de fertilización para el tomate se compone de nitrógeno, fósforo y potasio o N-P-K, sin embargo, antes de su aplicación es necesario efectuar un cálculo entre la demanda y el suministro. Los valores más estables para una fertilización de bajo riesgo de N son un 65%, mientras que para P el valor más eficiente sería del 19 al 21% y para K ronda entre el 21 y el 23% (Rivas, 2018).



**Figura 36 Fertilizante**

*Fuente:* datos obtenidos de Solutions for human progress (2023).

## **Tutorado**

Las estructuras de tutorado se emplean generalmente en ambientes de cultivo controlado como los invernaderos y está compuesta por estacas de madera e hilos o cordones amarradas a ellas, de modo que se puede crear un sistema angular del que cuelguen las guías para las plantas. En el cultivo del tomate, el tutorado se realiza de forma vertical, con fibra y a los 20 días de haber realizado el trasplante de las plántulas al invernadero (García V. , 2022).



**Figura 37 Tutorado**

*Fuente:* datos obtenidos de agroplastic community (2021).

## **Pediluvios**

En las fábricas o en las mismas fincas de producción importante se han de mantener siempre artefactos de desinfección antes de ingresar a áreas específicas de cuidado o de control de calidad de los cultivos, sobre todo de los que se encuentran en un ambiente de crecimiento controlado, estos artefactos consisten esencialmente en fosas que contienen soluciones desinfectantes de amonio cuaternario y agua en las que los visitantes o trabajadores de la finca tendrán que sumergir la suela de sus botas (Betancourt et al., 2022).



**Figura 38 Pediluvios**

Fuente: datos obtenidos de AgriExpo (2023).

### **Yodo**

La adición del yodo al suelo de cultivo permite biofortificar las propiedades del tomate, sobre todo cuando se trata de tomate de invernadero, puesto que, a pesar de que en el suelo se encuentran cantidades considerables de yodato y yoduro, al aplicar el yodo, se ha observado una mejora en la resistencia de las plantas a estos componentes, además, en el tomate se encontró que su concentración de yodo podría llegar a cubrir hasta el 30% de la necesidad de ingesta diaria para una persona (Laija et al., 2016).



**Figura 39 Yodo**

Fuente: datos obtenidos de Naturezza (2023).



## **Tijeras**

En el cultivo del tomate es muy importante para mejorar la calidad del fruto y el rendimiento de la planta. Por lo general la poda se realiza a los 15 o a los 20 días de haber trasplantado puesto que en esta etapa empiezan a crecer los tallos secundarios y se elimina el exceso de hojas, principalmente las más viejas con el fin de hacer un mejor un mejor uso del agua y de los fertilizantes (Arévalo et al., 2018).



**Figura 40 Tijeras**

*Fuente:* datos obtenidos de Hydro Enviroment (2023)

## **Cajas plásticas**

Para la cosecha de cada cultivo se han de determinar contenedores que se usarán específicamente para esta función. En frutas u hortalizas se pueden emplear pailas, baldes o canastas plásticas, así como góndolas o canastas de madera. La función de este artículo trata en mayor parte de la movilización del cultivo hacia el lugar donde se llevará a cabo la siguiente etapa del proceso, ya sea el lavado, el empaquetado o la venta misma (Guzmán et al., 2017)



**Figura 41 Canasta plástica**

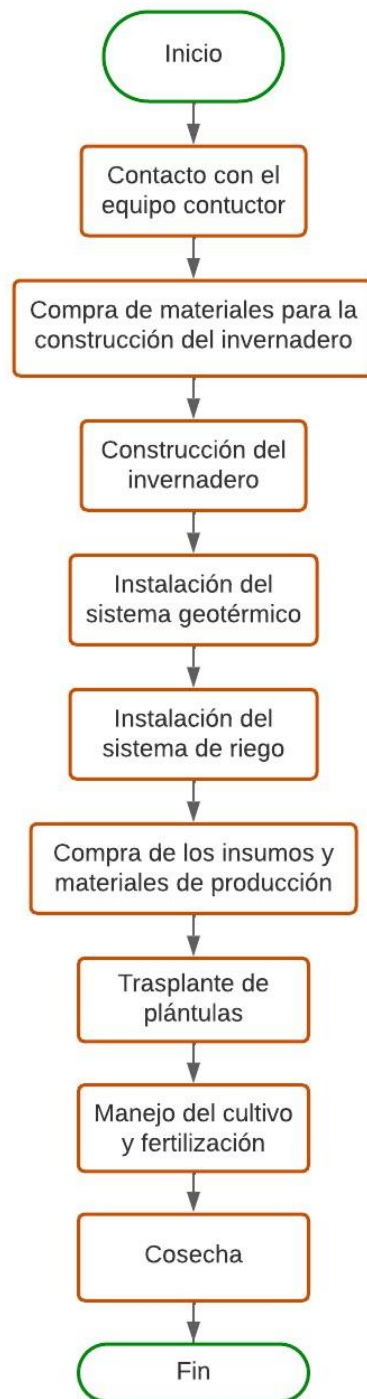
*Fuente:* datos obtenidos de AMACOM (2023).

**Tabla 9***Material e insumos de producción*

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Precio (Lps.)</b>	<b>Total (Lps.)</b>
<b>Plántulas</b>	1890	Unidad	4.00	7,560.00
<b>Sustrato</b>	50	Sacos	400.00	20,000.00
<b>Fertilizantes</b>	3,992	Libras	5.00	19,960.00
<b>Tutorado</b>	3	Rollo	230.00	575.00
<b>Pediluvios</b>	3	Cajas	200.00	500.00
<b>Yodo</b>	7	Galón	800.00	5,200.00
<b>Tijeras</b>	2	Unidad	150.00	300.00
<b>Cajas plásticas</b>	28	Unidad	280.00	7,840.00
<b>TOTAL</b>				<b>61,935.00</b>

*Fuente:* elaboración propia.

## 5.2.5 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROCESO



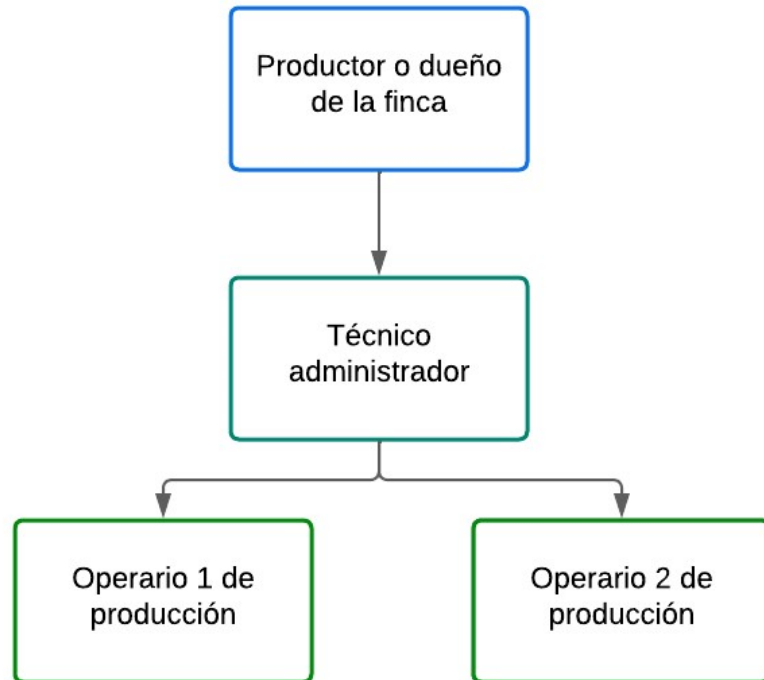
**Figura 42 Diagrama de procesos**

*Fuente:* elaboración propia

## 5.2.6 DETERMINACIÓN DE LA ORGANIZACIÓN HUMANA

### 5.2.6.1 ORGANIGRAMA

Con el fin de mantener la cadena de mando operando de forma eficaz y eficiente, se ha planteado gráficamente la organización del personal que ha de operar en el proyecto de mejora.



**Figura 43 Organigrama del proyecto**

*Fuente:* elaboración propia

### 5.2.6.2 NECESIDADES DEL PERSONAL

Para asegurar un adecuado funcionamiento del proyecto incluso cuando haya finalizado todo el montaje de las estructuras físicas, materiales y equipos, y la siembra del cultivo, es necesario contar con mano de obra calificada quienes deben contar con aptitudes específicas para desarrollar de forma óptima sus labores. Cabe recalcar que para la construcción del invernadero se contratará a una empresa con su propio personal, a quienes se les darán todos los materiales para el invernadero y se la entrega final será la estructura terminada con los equipos instalados.

**Tabla 10***Detalle del personal necesario*

Recursos humanos	Cantidad	Método de pago	Total
Técnico administrador	1	Salario	Lps. 17,000.00
Operarios	1	Salario	Lps. 15,000.00
<b>TOTAL R.H</b>			<b>Lps. 32,000.00</b>

### 5.2.6.3 PERFIL DE PUESTOS

**Tabla 11***Perfil de puestos*

Nombre del puesto	Descripción del puesto	Funciones
<b>Técnico administrador</b>	<p>Es el encargado de supervisar el funcionamiento del sistema geotérmico, además del sistema productivo de los tomates dentro y fuera del invernadero y las actividades que realizan los operarios.</p> <p>Considerando la importancia del puesto, la persona que lo ocupe debe contar con los siguientes requerimientos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingeniero agrónomo</li> <li>• Conocimientos en aprovechamiento de energía sustentable</li> <li>• Experiencia laboral de al menos 2 años</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Supervisar el funcionamiento del sistema geotérmico.</li> <li>• Supervisar el sistema de riego.</li> <li>• Inspeccionar las etapas del ciclo productivo del cultivo.</li> <li>• Asignarles las tareas diarias a los operarios.</li> <li>• Planificar las actividades para cada etapa del ciclo.</li> </ul>
<b>Operarios</b>	<p>Son las personas encargadas de cumplir con las tareas que el técnico asigne, las cuales incluyen la siembra, la poda, el tutorado, la fertilización, la cosecha, entre otras, que sean necesarias durante el ciclo de producción.</p> <p>Este trabajo puede ser realizado por los trabajadores con los que el productor ya cuenta en la finca, pero debe saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajar en equipo</li> <li>• Seguir órdenes</li> <li>• Ser puntual y respetuoso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparar el suelo.</li> <li>• Trasplantar las plántulas al invernadero.</li> <li>• Sembrar las estacas y conectar los tutorados.</li> <li>• Podar las hojas y los tallos verticales.</li> <li>• Limpiar las malezas.</li> <li>• Fertilizar.</li> <li>• Cosechar el tomate.</li> </ul>

## 5.3 ESTUDIO LEGAL Y AMBIENTAL

En este apartado se han de concentrar todos aquellos aspectos relacionados con la normativa a nivel nacional sobre los proyectos de energía renovable y que son indispensables para que la implementación de un invernadero con recurso geotérmico pueda ser implementado por los productores de tomate en Santa Bárbara.

### 5.3.1 VIABILIDAD LEGAL

Dentro de los aspectos legales que deben tomarse en cuenta para este proyecto se encuentran los contratos con empresas constructoras, los contratos con operarios, permisos de construcción y solicitud de licencias ambientales. En este sentido, el estudio se considera viable ya que el Código de Trabajo es el instrumento en el cual se han de llevar a cabo los contratos y subcontratos.

Por otro lado, cabe señalar que la normativa hondureña contiene algunos recursos que están vinculados a los proyectos que se relacionan con aspectos de energía renovable, tomando en cuenta que el actual estudio se concentra en la implementación de un invernadero con recurso geotérmico, se evidencia la viabilidad legal basándose en:

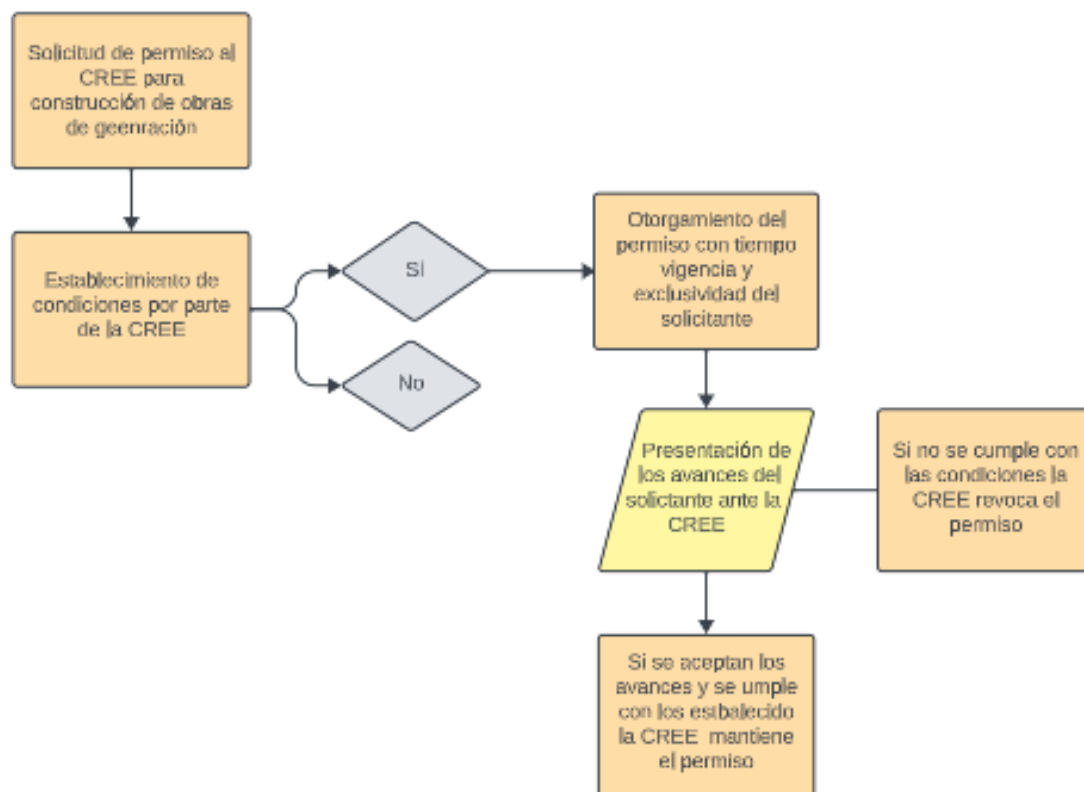
- La Constitución de la República, en su Decreto No. 131, artículo 340, donde se declara que existe una necesidad pública de la explotación técnica y racional de los recursos naturales que se encuentran en la nación.
- La Ley General del Ambiente, en el Decreto 104-93, donde en los artículos 1 y 3 se establece que la protección, conservación y uso sostenible de los recursos naturales son de interés social y es la municipalidad quienes tendrán participación en el aprovechamiento de dichos recursos los cuales deben utilizarse procurando que no se extingan y sin provocar efectos negativos en el ambiente.
- La Ley de incentivos con Fuentes Renovables, que bajo el Decreto 85-98 mediante la cual se promocionan los proyectos eléctricos con fuentes renovables incluyendo el uso de fuentes hidráulicas, geotérmicas, solares, biomasa eólica y de residuos entre otras.
- La Ley Especial Reguladora de Proyectos Públicos de Energía Renovable, a través del Decreto 279-2010 en su artículo 1 determina que se considera urgente y de interés público darle prioridad a los proyectos con los cuales se ha de generar energía renovable.

### 5.3.2 PERMISOS Y LICENCIAMIENTO

La generación de energía geotérmica como lo mencionan González (2017) y Lorente (2021) puede tener consecuencias e impactos ambientales en el lugar donde se lleva a cabo el proyecto de generación de energía eléctrica, teniendo en cuenta el ruido, la perforación, contaminación de

aguas, y residuos. Por tanto, dentro de los permisos y licenciamientos que se requieren para la implementación de un proyecto donde se utilicen recursos geotérmicos se encuentran:

- El permiso para la construcción de obras donde se genere energía con recursos renovables.

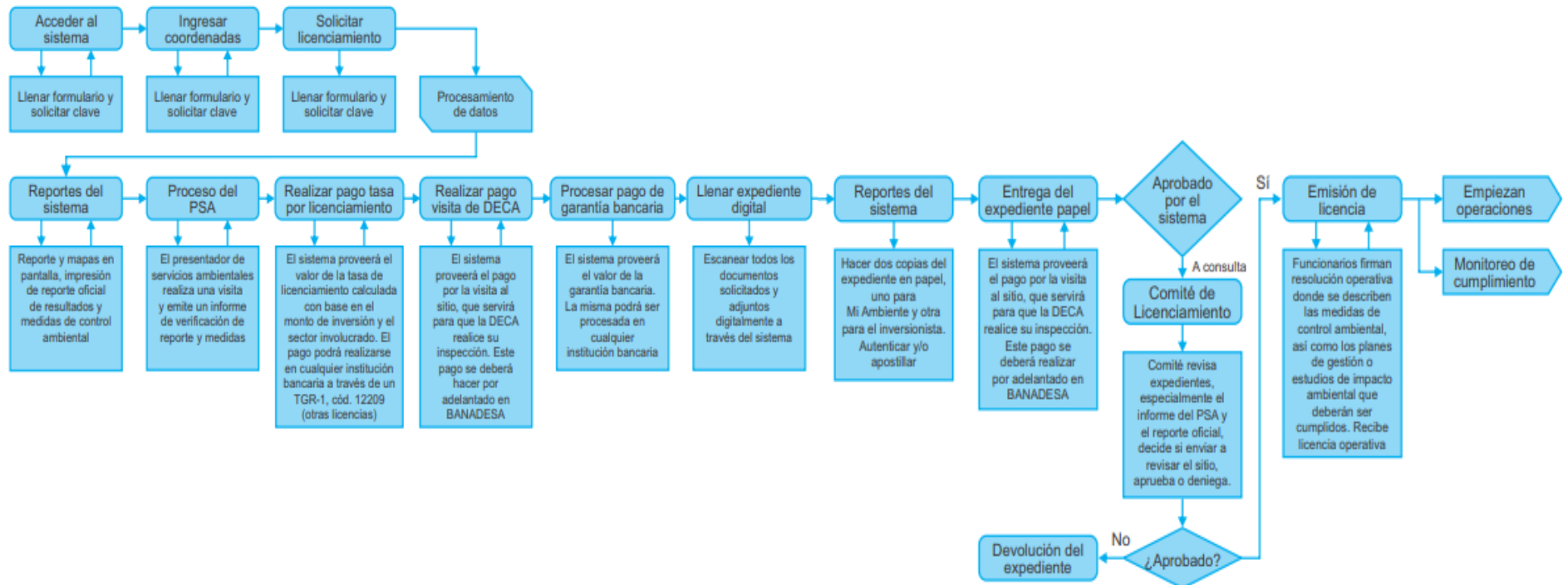


**Figura 44 Diagrama de flujo del proceso de permiso de construcción de obras de generación**

*Fuente: Elaboración Propia. Nota: CREE= Comisión Reguladora de Energía Eléctrica quién otorga los permisos para construcción de obras donde se utilizan recursos renovables.*

- Licencia ambiental para proyectos con posibles impactos ambientales.

Para obtener la licencia ambiental en un proyecto de generación de energía de fuentes renovables Honduras cuenta con un proceso simplificado el cual se lleva a cabo por la vía electrónica mediante el enlace: <http://miambiente.prohonduras.hn>. El proceso correspondiente se presente a continuación en la siguiente figura.



**Figura 45 Diagrama de flujo del proceso de licencia ambiental para proyectos con posibles impactos ambientales**

*Fuente: Lagos (2017).*



## 5.4 ESTUDIO FINANCIERO

En este apartado se presentan los costos en los que incurre cada una de las etapas del proyecto de invernaderos bajo energía geotérmica a baja entalpía, en donde se desglosa la inversión total inicial, el punto de equilibrio, la tasa interna de retorno, y el análisis costo-beneficio.

### 5.4.1 PLAN DE INVERSIÓN

El plan de inversión ha sido considerado contemplando los materiales y recursos que fueron descritos en el estudio técnico, el cual incluye los insumos de operación, la maquinaria y equipo y los materiales de producción, para los cuales se ha calculado el valor total de inversión de las instalaciones, el cual es de 637,446 lempiras, el cual sale de la suma de la construcción del invernadero la cual es 481,505 lempiras y los materiales y equipos para los sistemas de riego y de refrigeración se necesita un valor total de 155,941 lempiras, para la herramientas se necesita una inversión de 17,500, para las escrituras de constitución se necesitan 4,000 lempiras; para los lotes de insumos iniciales un total de 61,935 lempira y un capital inicial de trabajo de 109,150 lempiras. Al sumar cada uno de estos gastos se obtiene que la inversión total del proyecto es de 830,031.00 con una inversión fija de 654,946 lempiras considerando cinco años de depreciación a 114,740 lempiras por año.

Tabla 12 Plan de inversión

	DESCRIPCION	UNIDAD DE	PRECIO UNITARI	CANTIDAD	TOTAL	Valor Residual	Años depreciación	Depreciación por año	% DEL TOTAL
<b>1</b>	<b>INSTALACIONES</b>				<b>637,446</b>	<b>63,745</b>	<b>5</b>	<b>114,740</b>	<b>97%</b>
	<b>la construcción del invernadero</b>				<b>481,505</b>	48,150	5	86,671	<b>74%</b>
1.1	Equipo de construcción	Contratación	30,000	8	240,000				
1.4	Plástico de polietileno	Rollo	12,015	2	24,030				<b>4%</b>
1.5	Malla antivirus	m <sup>2</sup>	200	716	143,200				<b>22%</b>
<b>2</b>	<b>Tubería HG</b>	Lances	600	38	22,800			<b>0</b>	<b>3%</b>
	Tubería PVC	1 1/2 pulg	180	5	900				
	Cinta de riego	Rollo	2,800	1	2,800				
	Bloque	Bloques +	14	735	10,290				
	Gravín	m <sup>3</sup>	800	7	5,920				
	Válvulas	Unidad	30	7	210				
	Tubines	Unidad	20	7	140				
	Codos	Unidad	15	6	90				
	Bomba eléctrica de 2 HP	Unidad	5,800	1	5,800				
	Tanque 5,000 lts	Unidad	20,000	1	20,000				
	Cemento	Bolsas	185	15	2,775				
	Arena	m <sup>3</sup>	850	3	2,550				
	<b>Material y equipo para los sistemas de riego y de refrigeración</b>				<b>155,941</b>	<b>15,594</b>	<b>5</b>	<b>28,069</b>	<b>24%</b>
	Bomba hidráulica	Unidad	15,611	1	15,611				
	Refrigerante R-134a	Unidad	1,100	1	1,100				
	Bomba de calor agua-aire	Unidad	119,350	1	119,350				
	Tubos PVC	4 pulgadas	490	14	6,860				
	Tubería de succión de hierro	1.06	200	1	200				
	Tubería de líquido de hierro	0.73	190	58	11,020				
	Tubería de descarga	0.73	180	10	1,800				
	<b>HERRAMIENTAS</b>				<b>17,500</b>				
	Herramientas menores	<b>lote</b>	<b>5,000.00</b>	<b>1</b>	5,000				
	Canastas	<b>unidad</b>	<b>125.00</b>	<b>100</b>	12,500				
<b>5</b>	<b>OTROS</b>				<b>175,085</b>				
5.1	Escritura de constitución	Trámite	4,000	1	4,000				
5.4	Lote de insumos iniciales	lote	61,935	1	61,935				
5.5	Capital inicial de trabajo	Capital	36,383	3	109,150				
	<b>INVERSION TOTAL</b>				<b>830,031</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>114,740</b>	<b>L1.68</b>
	Inversión Fija				654,946			114,740	

Fuente: Elaboración propia.

## 5.4.2 COSTOS FIJOS

Fueron calculados los costos fijos del proyecto tomando en consideración el recurso humano fijo de la empresa el cual está integrado únicamente por el técnico experto en manejo de equipo y sistemas tanto de energía como de riego, y también los gastos generales el cual es de 36,383 lempiras mensuales, dando un total al año de 436,600 lempiras de costo fijos, el cual se detalla en la siguiente tabla

**Tabla 13 Costos fijos**

<b>COSTOS FIJOS</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
<b>CF</b>													
<b>Recursos Humanos</b>													
Administración	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	21,533	L. 258,400.00
<b>Total RR.HH</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>21,533</b>	<b>L. 258,400.00</b>
<b>Gastos Generales</b>													
Electricidad	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	L. 60,000.00
agua	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	L. 14,400.00
teléfono	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	L. 30,000.00
Alquiler de terreno	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	L. 60,000.00
Servicios municipales	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	L. 2,400.00
Mantenimiento equipo	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	L. 6,000.00
papelera y facturas	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	L. 1,800.00
uniformes y botas	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	L. 3,600.00
<b>Total Gastos Generales</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>14,850</b>	<b>L. 178,200.00</b>
<b>Total Costos Fijos</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>36,383</b>	<b>L. 436,600.00</b>

### 5.4.3 INVERSIÓN PARA EL PROYECTO DE CRECIMIENTO

Esta inversión ha sido calculada con una proyección a cinco años, en la que fueron considerados los fondos con los que se realizará el proyecto tanto propios, como del financiamiento externo para el cual fue tomada en cuenta una tasa de interés anual del 14% promedio de una institución bancaria para la realización de proyectos, en el cual se plantea una inversión de 830,030.88 lempiras. También se incluyen en este apartado las proyecciones de ventas y costos, la cual incluye los costos fijos y variables que a su vez se presentan en forma de tabla.

**Tabla 14 Inversión para proyecto de crecimiento**

<b>INVERSIÓN PARA PROYECTO DE CRECIMIENTO</b>			
<b>Fondos propios</b>	30%	L	<b>249,009.26</b>
<b>Financiamiento externo</b>	70%	L	<b>581,021.62</b>
	<b>Amortización del préstamo</b>		<b>Tasa Interés Anual</b>
	<b>Pago a préstamo</b>	<b>Pago de intereses</b>	<b>14%</b>
<b>Año 1</b>	L 86,286.90	L 75,945.38	
<b>Año 2</b>	L 99,173.16	L 63,059.12	
<b>Año 3</b>	L 113,983.88	L 48,248.40	
<b>Año 4</b>	L 131,006.46	L 31,225.82	
<b>Año 5</b>	L 150,571.23	L 11,661.05	
	L 581,021.62	L 230,139.79	
<b>INVERSIÓN INICIAL TOTAL</b>	L		<b>830,030.88</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 15 Inversiones**

Inversiones	Año 0	
<b>Activos Fijos</b>		
<b>Infraestructura</b>		
<b>Maquinaria pesada</b>	L	-
<b>Vehículos</b>	L	-
<b>Otros</b>	L	-
<b>Equipo</b>		
<b>INSTALACIONES</b>	L	637,445.88
	L	-
<b>HERRAMIENTAS</b>	L	17,500.00
<b>OTROS</b>	L	175,085.00
<b>Capital de Trabajo</b>	L	-
<b>Terrenos y Otros</b>	L	-
<b>TOTAL</b>	<b>L</b>	<b>830,030.88</b>

*Fuente:* Elaboración propia.

Ha sido en la tabla 15 en donde se plantea la inversión que será realizada en donde se plantea que para las instalaciones se ocupa un total de 637,445.88 lempiras, para las herramientas 17,500 lempiras, en otros gastos de inversión es necesaria la suma de 175,085 lempiras lo cual brinda un total de inversión de 830,030.88 lempiras.

**Tabla 16 Proyecciones de ventas y costos**

PROYECCIONES DE VENTAS Y COSTOS			
	VENTAS	COSTOS VARIABLE	COSTOS FIJOS
<b>Año 1</b>	L 729,000.00	L 176,077.00	L 436,600.00
<b>% de incremento Año 2</b>	82%	82%	7%
<b>% de incremento Año 3</b>	21%	21%	7%
<b>% de incremento Año 4</b>	16%	16%	7%
<b>% de incremento Año 5</b>	31%	31%	7%

*Fuente:* Elaboración propia.

Por otra parte, en la tabla 16 se ha presentado las proyecciones de ventas y de costos en donde se plantea que para el primer año las ventas serán de 729,000 lempiras con un incremento de un 82% para del segundo año, mientras que en el tercer año se espera un incremento del 21%, el cuarto año de 16% y el quinto año de 31%; en caso de los costos variables estos serán de 176,077.00 lempiras y los costos fijos son de 436,600 lempiras.

#### 5.4.4 INGRESOS POR AÑO

En la tabla 17 se presenta el ingreso que se espera por año, tomando en consideración que son tres producciones al año con un total de 27,000 libras en cada cosecha dando un promedio de 81,000 libras en el año, con un precio por libra de 9 lempiras. Por lo que para obtener el ingreso se multiplican las 81,000 libras por 9 lempiras la libra lo que da un total de 729,000 lempiras, el cual es un ingreso de 243,000 lempiras por cosecha.

**Tabla 17 Ingresos por año**

INGRESO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Promedio
INGRESOS													
Libras de Producto													Total
Tomate pera				27000				27000				27000	81,000
PRECIO DE VENTA													27
Tomate pera				9.0				9.0				9.0	
Total ingresos mes													
Tomate pera				243,000				243,000				243,000	729,000
Ingreso TOTAL	-	-	-	243,000	-	-	-	243,000	-	-	-	243,000	729,000

*Fuente:* Elaboración propia.

#### 5.4.5 PROYECCIÓN ANUAL

Es en la tabla 18 en donde se detalla la proyección anual del proyecto en donde para el año cero se realizaría la inversión para el desarrollo del invernadero en el cual es necesaria una inversión de 830,031 lempiras; para el año uno se espera el tener un flujo de 40,378 lempiras, mientras que para el año dos este flujo aumentaría en 384,349 lempiras, mismo que seguirá aumentando para el tercer año alcanzará un flujo de 525,665 lempiras y así sucesivamente.

En cuanto al TREMA este es del 18%, así como un Valor actual Neto (VAN) de 477,336.68 lempiras lo cual no indica que es un negocio viable por lo que es seguro para los productores invertir en dicho proyecto; y se encontró una TIR de 37% lo que nos indica que al cabo de un año los fondos que se obtengan se invertirán en un 37%, con un índice de rentabilidad de 1.58 veces sobre la inversión actual, lo que nos indica que el proyecto es rentable. El periodo de recuperación de la inversión será de 3.18 años.

**Tabla 18 Proyección anual**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>INGRESOS OPERACIONALES</b>						
Ingreso TOTAL		729,000	1,324,301	1,596,313	1,849,073	2,427,741
<b>COSTOS VARIABLES</b>						
Total Costos Variables		176,077	319,861	385,561	446,611	586,378
Margen de Contribución		552,923	1,004,440	1,210,752	1,402,462	1,841,363
<b>COSTOS FIJOS</b>						
Total Costos Fijos		436,600	467,162	499,863	534,854	572,294
(-) Intereses Prestamo		75,945	63,059	48,248	31,226	11,661
(-) Depreciación		114,740	114,740	114,740	114,740	114,740
EBITDA (Utilidad)		(74,363)	359,479	547,900	721,642	1,142,668
(-) Impuestos (25% sobre utilidad)		-	89,870	136,975	180,411	285,667
UTILIDAD LIQUIDA		(74,363)	269,609	410,925	541,232	857,001
(+) Depreciación		114,740	114,740	114,740	114,740	114,740
<b>FLUJO NETO DE FONDOS</b>						
	(830,031)	40,378	384,349	525,665	655,972	971,741
Flujo Acumulado		(789,653)	(405,304)	120,361	776,333	1,748,074
TREMA	18%		Periodo de Recuperación			3.18
VAN	L477,336.68					
TIR	37%					
ÍNDICE DE RENTABILIDAD	1.58					

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.6 PUNTO DE EQUILIBRIO

Para conocer cuál es el punto de equilibrio, se ha tomado en consideración los costos fijos, variables e ingresos, de los cuales se ha encontrado que es requerido el vender mensualmente 47,969.52 lempiras lo cual serían en ventas anuales un total de lempiras 575,634.22

**Tabla 19 Punto de equilibrio**

Punto de Equilibrio		Ventas al año	Ventas mensuales
		$PE = \frac{CF}{1 - \frac{CVT}{VT}} =$	575,634.22
CF=	436,600.00		
CVT=	176,077.00		
VT=	729,000.00		

Fuente: Elaboración propia

A manera de conclusión se puede mencionar los principales efectos a nivel operativo de los invernaderos con recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates es que permite el poder tener mayor cantidad de cosechas en un año, ya que no importa la temperatura del clima en

el lugar en el cual se encuentre ubicado el invernadero al ser climatizado se podrá mantener la temperatura acta para la producción de tomates, en cuanto a factores técnicos hace uso de recursos ya existentes en la ubicación y en el caso de los factores económicos se puede decir que a pesar de que la inversión es algo alta ayuda a generar las ingresos para los productores por lo que ellos salen beneficiados.

## 5.5 RESULTADOS DE HIPÓTESIS

**H<sub>i</sub>:** Es factible financieramente la instalación de un invernadero con recursos geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, generando una Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada del 18% para el proyecto.

**H<sub>0</sub>:** No es factible financieramente la instalación de un invernadero con recursos geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, generando una Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada del 18% para el proyecto.

Se encontró que el TREMA calculado dentro de la proyección anual (*ver tabla 18*) es del 18%, así como el VAN de 477,336.68 lempiras, lo cual no indica que es un negocio viable por lo que es seguro para los productores invertir en dicho proyecto; además, se encontró una TIR del 37% lo que significa que al cabo de un año los fondos que se obtengan se invertirán en un 37%, con un índice de rentabilidad de 1.58 veces sobre la inversión actual, lo que nos indica que el proyecto es rentable.

De acuerdo con los datos obtenido mediante el análisis financiero se ha podido determinar que se acepta la hipótesis de investigación H<sub>i</sub> es factible financieramente la instalación de un invernadero con recursos geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, generando una Tasa Interna de Retorno mayor a la Tasa de Rentabilidad Mínima Aceptada del 18% para el proyecto, puesto que la TIR obtenida es del 37%, y se rechaza la hipótesis nula.



## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado serán presentadas las conclusiones a las que se llegó después de haberse culminado las etapas investigativas de recolección de datos que comprenden desde el marco teórico y el marco metodológico, puesto que de esta forma resulta mucho más efectiva la comparación y la discusión de resultados, considerando que se tiene una idea clara de los conceptos, además de los resultados esperados con los resultados obtenidos.

De igual forma se presentan en la segunda parte de este capítulo las recomendaciones que en su mayoría se encuentran dirigidas a los productores de tomate que sirvieron en este estudio como población de recolección de datos y también como beneficiarios del proyecto cuya factibilidad fue analizada; cada una de las recomendaciones guarda estrecha relación con las conclusiones del estudio que a su vez responden directamente a los objetivos planteados al inicio del estudio.

### 6.1 CONCLUSIONES

1. Respecto al primer objetivo acerca de la obtención de la oferta y demanda del tomate en Honduras durante los últimos cinco años, se han analizado informes generados por la Secretaría de Agricultura y Ganadería concluyendo que la demanda en los últimos cinco años se encuentra en torno a un promedio de 247,350,000 libras de tomate. En cuanto a la oferta, se ha obtenido un promedio de 231,885,897.9 libras de tomate (*ver tabla 4*), este es un producto que se encuentra disponible a la población mediante mercados principales de las ciudades, provistos por los productores de la zona correspondiente. Sin embargo, durante los años estudiados, se ha visualizado una tendencia de crecimiento de la oferta interna, correspondiente al 0.5% según los informes de la SAG, no obstante, se visualiza que la demanda de este producto es mayor a la oferta interna.

2. Respecto al segundo objetivo sobre los procedimientos técnicos necesarios para establecer un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, se ha determinado que el tamaño óptimo para los invernaderos es de 450 m<sup>2</sup> y la energía geotérmica será extraída y transformada de las aguas termales de la zona por medio una bomba hidráulica, una bomba de calor agua-aire y refrigerante R-134<sup>a</sup>, mientras tanto, para el sistema de riego se emplearán mangueras en toda la extensión del invernadero. El proceso

de procesos inicia por la contratación del personal de construcción del proyecto, seguido de la compra de los materiales para iniciar la construcción, una vez terminada es posible proceder con la instalación del sistema geotérmico y del sistema de riego, para pasar a la compra de los insumos y materiales del cultivo y el trasplante de plántulas del cual solo sigue el adecuado manejo de las plantas con su fertilización hasta la cosecha

3. Para el tercer objetivo sobre la prefactibilidad financiera de invertir en un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, se encontró que la inversión total inicial del proyecto es de 830,031.00 Lempiras, se considera que el 30% de dicha inversión podría salir de los agricultores de tomate con sus fondos propios, es decir, 249,009.26 Lps., ,mientras que el 70% restante se obtendrá de financiamiento externo, o sea 581,021.62 lempiras, cuyo interés anual se ha calculado considerando el 14% (*ver tabla 14*), lo cual de acuerdo a la proyección anual es rentable ya que se tiene un índice de rentabilidad de 1.58 veces, y una TIR de 37% así como un VAN de 477,336.68 lempiras.

4. En relación con el cuarto objetivo sobre los aspectos clave para la implementación del proyecto del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara, se han de desarrollar ocho pasos específicos que aseguren la correcta implementación de la idea. Comenzando con la gestión de la integración del proyecto, se describen los datos característicos del proyecto incluye el acta de constitución del proyecto y la gestión de las actividades a realizar por los encargados; el siguiente paso es la gestión de tiempos, se define el seguimiento de las actividades y el cronograma; la gestión de los costos, la gestión de la calidad donde se establecen las normas y estándares esperados; la gestión de los recursos, se asignan las responsabilidades de los involucrados con los equipos y materiales que se requieren; la gestión de las comunicaciones, se señalan los métodos para registrar los avances del proyecto; la gestión de los riesgos los cuales se categorizan y se proponen acciones de neutralización; y último paso es la gestión de los interesados.

## 6.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los productores de tomate de las distintas zonas que implementen nuevas tecnologías como sistemas de riego, invernaderos geotérmicos con paneles solares, drones e inclusive dispositivos móviles mediante los cuales se puede dar seguimiento a los niveles de temperatura de los invernaderos esto con la finalidad de generar un mayor porcentaje de producción, efectuando sus cultivos mediante invernaderos geotérmicos estables para lograr una mayor producción, reduciendo las pérdidas que se generan en la producción, y así poder llegar a exportar sus producciones en una mayor cantidad. También se recomienda que se implementen sistemas para la tecnificación del cultivo, contando con estructuras adecuadas, las cuales generan que el cultivo pueda establecerse de una forma segura y sostenible, innovando en cuanto a los avances de la tecnología y las formas de siembra y cosecha, de modo que en conjunto se establezcan sistemas para el monitoreo del clima y para el riego del mismo cultivo.

2. Se recomienda a los productores de tomate de la municipalidad de San Vicente Centenario que consideren la actual propuesta en cuanto a la optimización de su producción de tomate puesto que aquí se presentan todos los requerimientos y las necesidades técnicas que se presentan en la zona, además de que se han calculado las opciones más viables en cuanto a los materiales de instalación y el funcionamiento del proceso, para que puedan tener un mayor aumento en sus producciones y que reduzcan las pérdidas de las mismas, lo cual les brindará mayores beneficios.

3. Se recomienda a los productores de tomate de la región de San Vicente Centenario que se encuentran en la disponibilidad financiera de invertir en el proyecto que, en trabajo conjunto con otros productores, procuran reunir los requisitos para aplicar a un préstamo externo el cual les permita reunir la inversión inicial para empezar a producir tomates durante las épocas de verano que actualmente no les permiten generar ingresos cuando la demanda de este fruto se vuelve alta.

4. Se recomienda a los productores de tomate de la región de San Vicente Centenario con la voluntad y la capacidad financiera y productiva de llevar a cabo el proyecto según los lineamientos en cuanto a la gestión de la integración, la gestión del tiempo, la gestión de los costos, la gestión de la calidad, la gestión de los recursos del proyecto, la gestión de las comunicaciones, la gestión de los riesgos y la gestión de los interesados; de forma que puedan emplear y les sean de utilidad

los recursos que se les brindan en este trabajo investigativo, puesto que han sido creados en base a una disponibilidad de recursos realista con la que los mismos productores cuentan.

### **6.3 NOMBRE DE LA PROPUESTA**

Proyecto de aprovechamiento del recurso geotérmico de baja entalpía a través de la implementación de invernaderos para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.

### **6.4 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

Esta propuesta ha sido planificada tomando en consideración la necesidad de los productores de tomate de la región de San Vicente Centenario de mejorar su producción anual, puesto que se enfrentan constantemente a la adversidad de las condiciones climatológicas de la zona que si bien les permite cosechas adecuadas durante las épocas en las que las temperaturas y las precipitaciones les favorecen, en la época de verano las sequías y los rayos directos del sol afectan de gravedad al cultivo, produciendo numerosas pérdidas productivas y por ende, económicas.

La presente iniciativa ha sido desarrolla como una alternativa al cultivo tradicional, puesto que propone una siembra bajo condiciones controladas en temperatura, humedad, irrigación y control de plagas, malezas y enfermedades, reduciendo en gran medida el porcentaje de pérdidas y generando incluso una mayor producción a la que se obtiene en el método convencional.

Para brindarle a los beneficiarios una visión más clara de los requerimientos y de las fases realización del proyecto, se ha estructurado la propuesta de acuerdo a la metodología del PMBOK el cual es un recurso de gran utilidad en la ingeniería de proyectos que asegura una secuencia de procesos eficaz y eficiente.

### **6.5 ALCANCE DE LA PROPUESTA**

Proveer los lineamientos y fases para la implementación de un invernadero con el cual pueda aprovecharse el recurso geotérmico para generación de energía de baja entalpía, útil para los productores de tomate del municipio de San Vicente en Santa Bárbara.

#### **6.5.1 ENTREGABLES**

Los entregables son los productos o los resultados que deben ser obtenidos cuando se haya concluido el proyecto, esto también es parte de las responsabilidades de la empresa a ejecutar el

proyecto, tales son entregados al cliente final (Project Management Institute, 2021). Por lo cual, este proyecto es diseñado para el cumplimiento de los siguientes entregables:

1. Gestión y logro de permisos ambientales para la construcción
2. Diseño de invernadero mediante recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomate.
3. Contrato de mano de obra calificada
4. Compra de materiales para la construcción del invernadero en base a su diseño
5. Lineamiento para el constante mantenimiento del invernadero
6. Orientación acerca de las fases del proyecto
7. Construcción de invernadero de baja entalpía
8. Instalación de tuberías
9. Instalación del sistema de riego
10. Compra y siembra de plántulas

Los entregables cuentan con distintos requisitos, dentro de los que se encuentran los que se presentan en la siguiente tabla.

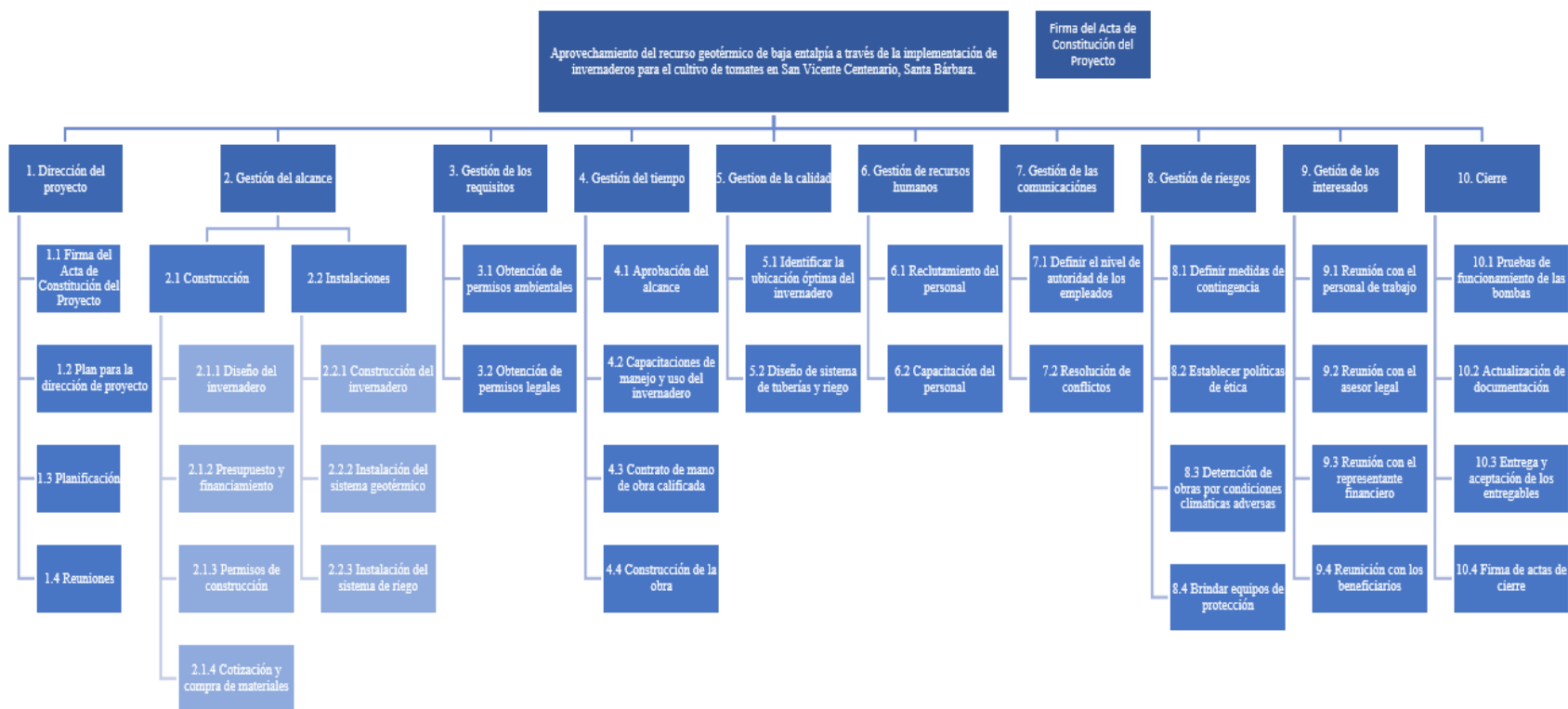
**Tabla 20 Descripción de los entregables del proyecto**

No.	Entregable	Descripción
1	Gestión y logro de permisos ambientales para la construcción	Los permisos para una nueva construcción deben solicitarse a las autoridades competentes, en este caso corresponde a la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE), la cual debe autorizar su construcción y ejecución.
2	Diseño de invernadero mediante recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomate.	Para el diseño del invernadero debe ser un profesional de las el cual se encargará de desarrollar los planos que se necesitan para la construcción del mismo, por lo cual, estos deben elaborarse de acuerdo al tamaño que ya se ha establecido.
3	Contrato de mano de obra calificada	Este es un punto de mucha importancia, ya que la optimización y eficiencia de los recursos que se consigan se encontrará a cargo de la mano de obra, la cual debe estar calificada, de acuerdo con la experiencia en proyectos similares.
4	Cotización y compra de materiales para la construcción del invernadero en base a su diseño	Para este entregable es necesario que se coticen los materiales en distintos establecimientos proveedores de este tipo de materiales, lo cual debe ser realizado de acuerdo con el presupuesto estimado.
5	Orientación acerca de las fases del proyecto	Antes del inicio de la construcción, es necesario que los interesados estén enterados de las fases del proyecto, qué es lo que se realizará en cada una de ellas, para ello se debe orientar a los involucrados en el proyecto y de esta manera exponer las actividades.
6	Construcción de invernadero de baja entalpía	De acuerdo al tipo de terreno que se haya obtenido, se debe proceder a la aplicación de los planos, lo cual implica que se realicen perforaciones correspondientes a zanjas, incluyendo la

		unión de la estructura metálica del diseño del invernadero y colocación de malla.
7	Instalación de tuberías	En este proyecto se deben instalar tuberías para el flujo líquido.
8	Instalación de sistema de riego	En esta etapa, se debe realizar un diseño para un sistema de riego que pueda adecuarse al invernadero, considerando sus dimensiones y el recurso de energía geotérmica
9	Lineamiento para el constante mantenimiento del invernadero	Una vez que los últimos pasos pertenecientes a la construcción y al sistema de riego se hayan realizado, se procede a capacitar a los responsables del mismo invernadero para que conozcan cual es la metodología a seguir para dar mantenimiento a la estructura, sistema de riego y calefacción.
10	Compra y siembra de plántulas	Una vez que el equipo se encuentre enterado de los que se necesita para que el invernadero funcione, se procede a la compra y siembra de plántulas, de acuerdo a las dimensiones que ya se han estipulado. El resto trata de dar mantenimiento y cuidados correspondientes al cultivo.

*Fuente:* elaboración propia.

## 6.5.1 ESTRUCTURA DEL DESGLOSE DEL TRABAJO



**Figura 46 Estructura de desglose del trabajo del proyecto**

*Fuente:* Elaboración propia.



**Tabla 21 Lista de actividades**

Nombre del proyecto		Lugar	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.		San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2/1/2024	2/5/2025
<b>Director del proyecto</b>		Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Financiamiento</b>		Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)		
<b>Costo total del proyecto</b>		830,031.00 lempiras		
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>		1 año y cuatro meses		
Descripción del proyecto				
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.				
Inciso	Etapas	Inciso	Actividades	
1	Dirección del proyecto	1.1	Firma del Acta de Constitución del Proyecto	
		1.2	Plan para la dirección del proyecto	
		1.3	Planificación	
		1.4	Reuniones	
2	Gestión del alcance	2.1	Construcción	
		2.1.1	Diseño del invernadero	
		2.1.2	Presupuesto y financiamiento	
		2.1.3	Permisos de construcción	
		2.1.4	Cotización y compra de materiales	
		2.2	Instalaciones	
		2.2.1	Construcción del invernadero	
		2.2.2	Instalación del sistema geotérmico	
		2.2.3	Instalación del sistema de riego	
3	Gestión de requisitos	3.1	Obtención de permisos ambientales	
		3.2	Obtención de permisos legales	
4	Gestión del tiempo	4.1	Aprobación del alcance	
		4.2	Capacitación de manejo y uso del invernadero	
5	Gestión de la calidad	5.1	Identificar la ubicación óptima del invernadero	
		5.2	Diseño del sistema de tuberías y riego	
6	Gestión de los recursos humanos	6.1	Reclutamiento del personal	
		6.2	Capacitación del personal	
7	Gestión de las comunicaciones	7.1	Definir el nivel de autoridad de los empleados	
		7.2	Resolución de conflictos	
8	Gestión de riesgos	8.1	Definir medidas de contingencia	
		8.2	Establecer políticas de ética	
		8.3	Detención de obras por condiciones climáticas adversas	
		8.4	Brindar equipos de protección	
9	Gestión de los interesados	9.1	Reunión con el personal de trabajo	
		9.2	Reunión con el asesor legal	
		9.3	Reunión con el representante financiero	
		9.4	Reunión con los beneficiarios	
10	Cierre	10.1	Pruebas correspondientes al funcionamiento	
		10.2	Pruebas del funcionamiento de las bombas y del sistema de riego	
		10.3	Actualización de documentación	
		10.4	Entrega y aceptación de los entregables	

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2/1/2024	2/5/2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)		
<b>Costo total del proyecto</b>	830,031.00 lempiras		
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>	1 año y cuatro meses		
	10.5	Firma de actas de cierre	

Fuente: elaboración propia.

## 6.5.2 DICCIONARIO DE LA EDT

**Tabla 22 Diccionario de la EDT**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)		
<b>Costo total del proyecto</b>	830,031.00 lempiras		
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>	1 año y cuatro meses		
<b>Descripción del proyecto</b>			
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.			
<b>No.</b>	<b>Entregable</b>	<b>Descripción</b>	
<b>1.</b>	<b>Dirección de proyecto</b>		
1.1	Firma del Acta de Constitución del Proyecto	Antes de iniciar con las operaciones preliminares del proyecto, los entregables, alcance, supuestos, hitos y riesgos deben ser aprobados en el acta de constitución	
1.2	Plan para la dirección del proyecto	Para la ejecución de proyectos se deben definir cada una de las etapas en las que será llevado a cabo.	
1.3	Planificación	Se definen las actividades a realizar en relación con las etapas del proyecto	
1.4	Reuniones	Se concretan las actividades a realizar de acuerdo con los involucrados de cada una de ellas	
<b>2.</b>	<b>Gestión del alcance</b>		
2.1	Preparación del terreno	Se realiza para definir cada uno de los involucrados y sus respectivas responsabilidades a lo largo del desarrollo del proyecto	
2.1.1	Diseño del invernadero		
2.1.2	Presupuesto y financiamiento		
2.1.3	Permisos de construcción		
2.1.4	Cotización y compra de materiales		
2.2	Instalaciones		

2.2.1	Construcción del invernadero	Es el levantamiento de las estructuras correspondientes a la edificación
2.2.2	Instalación del sistema geotérmico	
2.2.3	Instalación del sistema de riego	
<b>3.</b>	<b>Gestión de los requisitos</b>	
3.1	Obtención de permisos ambientales	Para la ejecución de proyectos se deben tramitar distintos permisos para no tener problemas con las autoridades a quienes les compete al momento de ejecutar los trabajos, para ello se debe esperar por un determinado tiempo.
3.2	Obtención de permisos legales	
<b>4.</b>	<b>Gestión del tiempo</b>	
4.1	Aprobación del alcance	Los supuestos, objetivos, hitos y requisitos del proyecto son aprobados
4.2	Capacitación de manejo y uso del invernadero	Se necesita para que los involucrados que utilizarán el invernadero tengan una previa orientación para que el invernadero tenga una vida útil más larga y sea cuidado por los usuarios
<b>5.</b>	<b>Gestión de la calidad</b>	
5.1	Identificar la ubicación óptima del invernadero	Es necesario que el invernadero se edifique en la orientación y posición adecuada para que los procesos de siembra, cultivo, cosecha y transporte se den de forma adecuada
5.2	Diseño del sistema de tuberías y riego	Se representa la guía en la cual se instalarán los sistemas de energía y de riego
<b>6.</b>	<b>Gestión de recursos humanos</b>	
6.1	Reclutamiento del personal	Deben ser contratadas las personas que cuenten con los requisitos adecuados para llevar a cabo el proyecto de forma eficaz y eficiente
6.2	Capacitación del personal	El personal contratado debe conocer los estándares de calidad, seguridad y ética para permitir el desarrollo adecuado del proyecto al mismo tiempo que se protege la integridad de los recursos
<b>7.</b>	<b>Gestión de las comunicaciones</b>	
7.1	Definir el nivel de autoridad de los empleados	La autoridad jerárquica de los puestos debe ser delimitada para facilitar la toma de decisiones y reducir la incidencia de conflictos por desobediencia
7.2	Resolución de conflictos	Se deberán planificar reuniones con el personal en caso de que se muestren insatisfechos con las decisiones tomadas.
<b>8.</b>	<b>Gestión de riesgos</b>	
8.1	Definir medidas de contingencia	Se deberán tomar rutas alternas al plan inicial con el fin de reducir la incidencia de peligros que afecten el desarrollo o la calidad del proyecto
8.2	Establecer políticas de ética	Se les comunicará a los empleados las normas éticas a seguir y en caso de que no sean acatadas se les realizará llamados de atención y sanciones
8.3	Detención de obras por condiciones climáticas adversas	La construcción de obras será detenida en caso de lluvias prolongadas o probabilidades de tormentas o huracanes para salvaguardar la integridad de los trabajadores y reducir la pérdida de materiales
8.4	Brindar equipos de protección	A cada trabajador se le darán los insumos necesarios para proteger su integridad física mientras labore en el proyecto
<b>9.</b>	<b>Gestión de los interesados</b>	
9.1	Reunión con el personal de trabajo	Todos los trabajadores contratados serán convocados para compartirles el fin del proyecto y cómo se llevará a cabo
9.2	Reunión con el asesor legal	El asesor legal brindará los lineamientos y los requisitos legales a cumplir para poder iniciar operaciones

9.3	Reunión con el representante financiero	El representante financiero brindará los requisitos con los que hay contar para contar con el apoyo económico de la organización
9.4	Reunión con los beneficiarios	Se les transmitirá a los beneficiarios la información que el asesor legal y el representante financiero haya compartido, así como los lineamientos técnicos
<b>10.</b>	<b>Cierre</b>	
10.1	Pruebas correspondientes al funcionamiento	Es realizado para saber o determinar si lo que se ha construido funciona de forma correcta
10.2	Pruebas del funcionamiento de las bombas y del sistema de riego	De manera individual se realizan pruebas, en el caso de las bombas y sistema de riego, saber si no existen anomalías y determinar sus soluciones en el caso de que no funcionen
10.3	Actualización de documentación	Los documentos de entrada se deben actualizar, incluyendo los que faltan para establecer las actas pertenecientes a la entrega del proyecto
10.4	Entrega y aceptación de los entregables	Por medio de distintas actas, con documentos actualizados se concluye el proyecto por medio de un acto de entrega y aceptación de los entregables que se han estimado al inicio del mismo proyecto
10.5	Firma de actas de cierre	Se garantiza por medio de este acto que se han entregado y recibido entregable, se define la culminación del proyecto, plasmando la firma de los interesados.

*Fuente:* Elaboración propia

## **6.6 DESCRIPCIÓN DE LA GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN DEL PROYECTO**

Para garantizar que el proyecto cumpla con los objetivos planteados y entregables se necesita que exista coordinación de todos los elementos, desde la delegación de las tareas, definición de los interesados y gestión de recursos humanos y materiales, por tanto, se toma en cuenta la gestión de la integración del proyecto, que tiene como objetivo garantizar que todos los procesos se lleven a cabo de manera favorable, para ello se considera que deben existir decisiones acertadas en cuanto a:

1. Contrataciones
2. La asignación de recursos.
3. Establecimiento de procesos
4. Selección de proveedores
5. Interdependencia de las áreas de conocimiento

### **6.6.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO**

Este documento constituye formalmente el inicio del proyecto, en ella se encuentran plasmadas tanto las ideas como aquellos elementos necesarios, el alcance, riesgos y el responsable

del proyecto, así mismo debe figurar el nombre del proyecto, el costo estimado y las fechas además del control de versiones (Project Management Institute, 2021).

**Tabla 23 Acta para la constitución el proyecto**

<b>ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO</b>	
Control de versiones V01	
Realizado por:	Dania Aracely Ríos Pineda
Revisión.	Revisión 1
Fecha:	10/12/2023
Financiamiento	Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)
Costo total del proyecto	830,031.00 lempiras
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>	1 año y cuatro meses
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara
<b>Descripción del proyecto</b>	
Este proyecto se centra en el aprovechamiento del recurso geotérmico para climatizar invernaderos con los cuales el propósito es lograr la temperatura adecuada para la producción de tomates de modo que obtenga un proceso de crecimiento continuo, rápido y producto de durabilidad.	
<b>Definición del producto del proyecto</b>	
Generar energía geotérmica de baja entalpía para cultivar tomates durante todo el año. Reducir el margen de pérdida de la producción de tomates que tienen los productores de Santa Bárbara en un 20%	
<b>Objetivos del proyecto</b>	
Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates. Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos. Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año. Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.	
<b>Requisitos del proyecto</b>	
Obtención de permisos de construcción Licenciamiento ambiental Contratación de empresa constructora Adecuada extracción de calor	
<b>Supuestos y restricciones</b>	
<b>Supuestos:</b> Disponibilidad del recurso geotérmico Experiencia requerida para el proyecto por parte del equipo Contrataciones efectivas de la empresa constructora Clima favorable para llevar a cabo las obras	
<b>Restricciones:</b> El tiempo destinado a la realización del proyecto El alcance del proyecto El presupuesto establecido para las adquisiciones y contrataciones Obtención oportuna de permisos y licencias	
<b>Riesgos</b>	
Complicaciones en la obtención del financiamiento Variación de los costos de materiales o equipo Irregularidades con el personal	

Deterioro de obras Periodos de lluvia durante obras de construcción Accidentes con las aguas termales
<b>Hitos</b>
Firma del Acta de Constitución del Proyecto Obtención del monto financiado Aprobación para permisos Contrato con compañía constructora Instalación de equipo de generación de energía geotérmica

*Fuente:* Elaboración Propia

## 6.6.2 INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene lugar en el municipio de San Vicente Centenario en el departamento de Santa Bárbara situado al nor-orienté de Honduras. El proyecto se ha de desarrollar para los productores de tomate, a quienes les es muy útil contar con un mecanismo que les permita tener más estabilidad en sus cultivos a lo largo del año independientemente de la estación en la que se encuentren o las variaciones climáticas que se presenten.

Este proyecto consiste en la implementación de un invernadero con recurso geotérmico aprovechando la temperatura que se encuentra estable en las aguas termales de las zonas aledañas y que durante años ha funcionado únicamente como un sitio turístico, es decir, a pesar de que ha sido empleado para bien, no se ha aprovechado al máximo su utilidad, sobre todo considerando que en el país la energía geotérmica no ha sido estudiada o explotada en gran medida.

## 6.6.3 PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Es en el plan de dirección del proyecto, que se deberán de describir la manera en la cual será ejecutado el proyecto, asimismo se realizará la descripción del monitoreo, control y cierre, por lo que dicho plan deberá de realiza a interacción, así como una consolidación de cada uno de los planes que son necesarios para este proyecto y para su gestión, así como de las líneas subsidiarias y de la información que es necesaria para poder logra una óptima dirección he dicho proyecto. Aunque las necesidades del proyecto serán determinadas por los componentes que deberán de integrar dicho plan.

Aunque el plan de dirección del proyecto no es el único documento que será necesario, es parte de los documentos principales que serán necesarios para la gestión del proyecto. Por lo que

además la documentación no cuenta con el lugar de la dirección del proyecto, aunque es sumamente necesario para poder direccionar los proyectos de una manera óptima. Asimismo, este plan solo toma en consideración los planes de gestión subsidiaria, líneas base, así como los componentes adicionales.

#### 6.6.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

Para este procedimiento ha sido creado un plan de gestión del alcance, será en dicho plan en donde será documentada la manera en la cual serán definidos, validados, así como control de los alcances de dicho proyecto. Por lo que además dicho plan será incluido el equipo, así como los interesados, aparte son definidos los términos, así como los objetivos para poder alcanzar la culminación de los proyectos.

**Tabla 24 Plan de alcance del proyecto**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)		
<b>Costo total del proyecto</b>	830,031.00 lempiras		
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>	1 año y cuatro meses		
<b>Fecha de entrega</b>	2 de mayo del 2025		
<b>Descripción del proyecto</b>			
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmicos de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.			
<b>Objetivos</b>			
Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates.			
Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos.			
Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año.			
Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.			
<b>Requisitos del proyecto</b>			
Obtención de permisos de construcción			
Licenciamiento ambiental			
Contratación de empresa constructora			
Adecuada extracción de calor			
<b>Supuestos</b>			
Disponibilidad del recurso geotérmico			
Experiencia requerida para el proyecto por parte del equipo			

Contrataciones efectivas de la empresa constructora  
Clima favorable para llevar a cabo las obras

**Restricciones.**

El tiempo destinado a la realización del proyecto  
El alcance del proyecto  
El presupuesto establecido para las adquisiciones y contrataciones  
Obtención oportuna de permisos y licencias

**Riesgos.**

Complicaciones en la obtención del financiamiento  
Variación de los costos de materiales o equipo  
Irregularidades con el personal  
Deterioro de obras  
Periodos de lluvia durante obras de construcción  
Accidentes con las aguas termales

*Fuente:* elaboración propia.

### 6.6.3.2 PLAN DE GESTIÓN DE LOS REQUISITOS DEL PROYECTO

Para la recopilación de requisitos, se deberá determinar, documentar, así como gestionar las necesidades de los requisitos de quienes están interesados para poder lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos del proyecto, por lo que los requisitos, que se han sugerido para los interesados en el proyecto. Por lo que existe la posibilidad de que uno de los integrantes pueda sugerir parte de los requisitos, así como se deberá de justificar, el director, así como el jefe de gestión, son los que se encargan de nombrar un comité para el análisis de cada uno de los requisitos que puedan ser aceptados o denegado.

El comité cuenta con la importancia de evaluar los beneficios, riesgos, así como las posibilidades de cada uno de los requisitos, de dicha manera para poder lograr su aprobación, así como brindar el comunicado al equipo.



**Tabla 25 Requisitos**

<b>Tabla de requisitos</b>			
<b>Nombre del proyecto</b>	Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	<b>Ubicación</b>	San Vicente Centenario, Santa Bárbara
<b>Descripción del requisito</b>	<b>Encargado</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Aplicación</b>
Obtención de permisos ambientales para construcción	Director del proyecto	La obra no tenga inconvenientes en su inicio y dentro de la construcción del invernadero hasta su entrega, en casos extremos la anulación de operaciones	Municipalidad Secretaria de Recursos naturales y Medio Ambiente
Contrato de recuso humano	Contratista	Tener operaciones eficientes, aprovechamiento del tiempo, entregar en tiempo y forma la obra terminada	Recurso humano
Cotización y compra de materiales	Contratista	Hablar con los proveedores para la obtención del mejor precio y materiales que sean necesarios para el invernadero	Proveedores

*Fuente:* elaboración propia.

### 6.6.3.3 PLAN DE GESTIÓN DEL TIEMPO

La gestión de tiempo suelen ser aquellas acciones que son de suma importancia, esto debido a que la administración del tiempo, ya que con el proyecto de podrá direccionar con relación al tiempo, por lo que los presupuestos se pueden llegar a poner en riesgo, en donde se puede llegar a poner en peligro el proyecto a que el mismo no se pueda desarrollar en tiempo, forma, presupuesto, éxito y calidad de los proyectos con lo cual se busca el que se puedan evitar percances, siendo necesaria la implementación de los planes de gestión.

**Tabla 26 Plan para la gestión de tiempo**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Ubicación</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara
<b>Actividades</b>	
Se deberá de aprobar el alcance del proyecto, por lo cual se deberá de tomar en consideración la estructura para el desglose de los trabajos, dicha estructura necesitará ser aprobada en la dirección esto como un primer paso	
<b>Actividades secundarias</b>	
En cuanto a las actividades del proyecto se deben de identificar aquellas actividades las cuales sean necesarias para que las tareas de cada uno de los procesos puedan ser concluidas. Por lo que, partiendo de la estructura del desglose de los trabajos, las siguientes actividades serán definidas, así como se deberá de decidir su secuencia.	

Las actividades definidas deberán ser aprobadas. Ejecución de cada una de las actividades, esto mediante la secuencia de que los coordinadores de cada área hayan definido de manera previa.
Nota: esto se refleja en la sección 6.10.1 de la gestión del cronograma

Fuente: elaboración propia.

#### 6.6.3.4 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO

Para asegurar que el proyecto sea llevado a cabo de forma adecuada y que además su funcionamiento y producción vaya de acuerdo a los estándares de calidad óptimos y suficientes para brindarle a los productores de tomate de San Vicente Centenario la oportunidad de también exportar este cultivo de manejo en ambiente controlado; para esto, es necesario considerar los requerimientos edafoclimáticos del cultivo, la mejora continua, la protección del ambiente, la explotación responsable de recursos, entre otros criterios

**Tabla 27 Gestión de la calidad**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo de 2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Interesados</b>	Productores de tomate de la comunidad de San Vicente Centenario		
<b>Financiamiento</b>	Financiamiento externo (70%) y Fondos Propios (30%)		
<b>Costo total del proyecto</b>	830,031.00 lempiras		
<b>Tiempo de desarrollo del proyecto</b>	1 año y cuatro meses		
<b>Fecha de entrega</b>	2 de mayo del 2025		
<b>Descripción del proyecto</b>			
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.			
<b>Objetivos</b>			
Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates.			
Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos.			
Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año.			
Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.			
<b>Integrante</b>	<b>Responsabilidades</b>		
Director del proyecto	Organización de los grupos de procesos Realización del protocolo de aprobación de actividades Aprobación de planos del invernadero Modificaciones en el proyecto Dirección del proyecto en sus fases Contacto con los interesados Seguimiento al cumplimiento de los objetivos Garantizar el cumplimiento del proyecto Supervisar la gestión de los procesos		

Contratista	Contratación de mano de obra calificada Administración del personal Supervisión de la obra Determinación de horarios de trabajo Asesoría en compra de materiales
Operarios	Preparación de la zona donde se implementará el invernadero Levantamiento de invernadero Ubicación de equipo en el invernadero Construcción de la estructura de manera general
<b>Construcción del invernadero</b>	
Director del proyecto	Brindar los planos con las dimensiones, materiales y la estructura a realizar
Productores	Compra de materiales especificada por el director
Equipo de construcción	Edificación del proyecto
<b>Instalación del sistema geotérmico</b>	
Director del proyecto	Determinar la disponibilidad de equipo y marcas en distribuidoras locales
Asesor legal	Orientar al productor en la recolección de los planos y documentación correspondiente Gestionar las relaciones con las autoridades regionales Cerciorarse de que el proyecto siga los requerimientos legales Recolectar los documentos necesarios para aplicar a los permisos de explotación del recurso
Ingeniero eléctrico	Determinar y preparar la ubicación del sistema geotérmico Establecer el orden de los equipos Instalar y calibrar el equipo
<b>Instalación del sistema de riego</b>	
Director del proyecto	Determinar la disponibilidad de los materiales en los centros de distribución cercanos Asesorar a los obreros en la instalación del sistema
Técnico administrador	Conectar la bomba de agua a la energía eléctrica del sistema geotérmico
Obreros	Instalación de los tubos y mangueras del sistema de riego desde la fuente hasta el invernadero
<b>Métricas de calidad</b>	
Cumplir con las actividades en tiempo y forma Óptimas condiciones laborales Nulidad por inactividad Satisfacción del cliente Construcción eficiente y segura Cumplimiento de los objetivos	
<b>Planificación de la calidad</b>	
Dicha actividad deberá de ser realizada por cada uno de los miembros del equipo, ya que su participación dentro de la calidad podrá variar, las gestiones externas (resolución de solicitudes, compras entre otras, o de una manera directa con el cumplimiento de los horarios establecidos, las gestiones de compras, entre otras. Por lo que la comunicación durante este paso será importante, ya que todo el grupo deberá de estar comunicación en la realización de cada uno de los procesos con la finalidad de tener éxito	
<b>Control de la calidad</b>	
Permisos legales autorizados en forma Compra de materiales de óptima calidad Supervisión diaria de la obra Cumplimiento del cronograma	
<b>Seguimiento de la calidad de proyecto</b>	
Los grupos de procesos deberán de reportar el desarrollo de las áreas, así como el dictar las deficiencias, vacíos y la aplicación debido a inactividad, lo cual será realizado con la finalidad de dar respuesta a las deficiencias, así como	

a la toma de decisiones para poder solucionar las deficiencias identificadas, por lo que se deberá de reportar la eficiencia del proyecto, así como del producto final.

*Fuente:* elaboración propia.

### 6.6.3.5 PLAN DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS

A partir de cada uno de los criterios que son necesarios para la aplicación de la selección del personal, así como de las calidades que son buscadas, se deberá de tomar en consideración cada uno de los requisitos, así como de la experiencia y del conocimiento del área de gestión en el cual se participa. Esto con la finalidad de poder desarrollar el proyecto con las mejores condiciones de recursos humanos, de manera que todo pueda marchar dentro del proyecto de la mejor manera y con pasos seguros, para evitar encontrar variaciones que no se han planificado en el cuerpo supervisor de cada uno de los procesos, mediante la realización de las labores en el tiempo que se haya destinado.

**Tabla 28 Gestión del recurso humano**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025
<b>Puesto</b>	<b>Perfil</b>	<b>Requisitos</b>	<b>Responsabilidades</b>
Director del proyecto	Maestro/a en gerencia de proyectos Licenciado/a en carreras afines	Habilidad con las comunicaciones Alto nivel de planificación y de organización Capacidad para tomar decisiones Tener conocimientos sobre la gestión de riesgo Trabajar en base a metas Estudios en finanzas Experiencia mínima de 3 años en coordinación de proyectos	Organización de los grupos de procesos Realización de protocolos de aprobación de las actividades Aprobación de planes Modificaciones de los procesos Dirección del proyecto en cada una de las fases Establecimiento de contacto con los interesados Seguridad para el cumplimiento de los objetivos Garantizar que el proyecto sea completado Supervisión de la gestión de los procesos Elaboración del presupuesto del proyecto.
Contratista	Licenciado en administración de	Tener capacidad de coordinación de cuadrillas Espíritu de liderazgo	Contratación de mano de obra calificada Administración del personal

	empresas o carreras afines	Consentimiento de trabajo bajo presión Experiencia de 4 años en la dirección de personal	Supervisión de la obra Determinación de horarios de trabajo Manejo de los sedimentos y productos que generen residuos Asesoría en la compra de los materiales que se ocuparan Acuerdos con proveedores de materiales.
Obreros	Nivel básico	Conocimiento de las funciones de cada uno de los materiales de construcción Actitud positiva de trabajo, cooperación, integridad, confiabilidad, así como de compañerismo Resistencia y fuerza física Disposición para la realización de horas extra en el caso de ser necesario Manejo de equipo Experiencia en la instalación de tuberías	Preparación de la zona en la cual se realizará la construcción Levantamiento de las paredes del invernadero Implicaciones generales para la construcción de la estructura
Ingeniero eléctrico	Ingeniero eléctrico	Conocimiento en desarrollo de estrategias para construcción de invernaderos geotérmicos Conocimiento en gestión de proyectos Manejo de software y tecnologías de energías renovables	Elaboración de planos del sistema eléctrico del invernadero.
Asesor legal	Maestro/a en Derecho Administrativo Licenciado en Ciencias Jurídicas	Experiencia en asesoría de edificaciones agrícolas Capacidad de gestión de recursos Experiencia en gestión de contratos Habilidad en negociación de cifras Intachable ética Experiencia laboral 5 años	Orientar en la recolección de la documentación necesaria Elaboración de contratos Gestionar las relaciones con las autoridades locales y regionales Asegurar que el proyecto no violenta ninguna norma legal Estudiar la estructura legal en cuanto a leyes medioambientales Redacción de documentos a presentar para la aprobación, ejecución, modificaciones y seguimiento del proyecto
Técnico administrador	Ingeniero agrónomo Técnico en administración de empresas agropecuarias o carreras afines	Conocimientos en aprovechamiento de energía sustentable Experiencia laboral de al menos 2 años	Supervisar el funcionamiento del sistema geotérmico. Supervisar el sistema de riego. Inspeccionar las etapas del ciclo productivo del cultivo.

			Asignarles las tareas diarias a los operarios. Planificar las actividades para cada etapa del ciclo
Operarios de producción	Nivel básico	Trabajar en equipo Seguir órdenes Ser puntual y respetuoso	Preparar el suelo. Trasplantar las plántulas al invernadero. Sembrar las estacas y conectar los tutorados. Podar las hojas y los tallos verticales. Limpiar las malezas. Fertilizar. Cosechar el tomate.

Fuente: elaboración propia.

### 6.6.3.6 PLAN DE GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

La gestión de comunicación suele plantear las actividades que son necesarias de una manera temprana, por lo que se definen cuando son identificados los interesados, así como para el desarrollo del plan de dirección del proyecto. Por lo que gestión suele ser reflejada de manera que las comunidades suelen ser direccionadas y brindadas, la manera en la cual se necesitan para poder hacer llegar la información a los interesados y a cada uno de los involucrados en el proyecto.

**Tabla 29 Gestión de comunicación**

Nombre del proyecto	Lugar	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Descripción del proyecto</b>			
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmicos de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.			
<b>Objetivos</b>			
Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates. Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos. Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año. Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.			
<b>Problemática del proyecto</b>			
<b>Problemas internos</b>		<b>Problemas externos</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>En el caso de los interesados de cada uno de los participantes estos deberán de ser definidos de</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación de los interesados que implica la construcción del invernadero</li> </ul>	

<p>manera que se puedan evitar que en un futuro se presenten incidencias al momento de tomar decisiones en las modificaciones de los planes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos entre los interesados, se deberá definir como la posición, así como el nivel de las autoridades con cada uno de los participantes.</li> <li>• En cuanto a la gestión de riesgos ineficientes, será el coordinador el encargado de la realización de las proyecciones del plan de contingencia para cada uno de los riesgos</li> <li>• Si se presenta inconformidad en el personal operativo, se deberán de planificar reuniones en las cuales sean escuchadas los infortunios de cada uno de los grupos de gestión, así como de implementación de medidas las cuales sean elocuentes y beneficios para cada uno de los colaboradores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intereses de los productores, en caso de que sea necesario el que se llegue a acuerdos con la finalidad de evitar problema en un futuro</li> <li>• Beneficios para el sector agrícola</li> </ul>
--	---

**Manejo de la información del proyecto**

<b>Responsable</b>	<b>Información</b>	<b>Modalidad de información</b>	<b>Destinatario</b>	<b>Canal</b>	<b>Periodicidad</b>
Director del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Deberá de dar a conocer el plan de proyecto, los alcances que posee, el tiempo en el cual será logrado calidad, riesgos, etc.</li> <li>*Brindar indicaciones de cada uno de los procesos</li> <li>*Informar sobre los cambios que se den en el plan</li> <li>Información sobre los problemas</li> <li>*Gestión de la administración</li> <li>*Negociaciones</li> <li>*Información de los avances del proyecto</li> <li>*Procesos de financiamiento</li> <li>*Finalización del proyecto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Documentación impresa</li> <li>Documentación digital</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Interesados</li> <li>Financiamiento o patrocinio</li> <li>Resto del equipo de trabajo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reuniones</li> <li>Correo electrónico</li> </ul>	Frecuente
Contratista	*Contratación de los operarios	Documentación impresa	Director del proyecto	Reuniones	Inicio del proyecto
	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Formato de dirección de cuadrillas</li> <li>*Conducta y rendimiento de</li> </ul>				Frecuente

	los diversos colaboradores *Área de construcción finalizada				
Ingeniero eléctrico	Elaboración de planos del sistema eléctrico del invernadero	Documentación impresa Documento digital Presentación digital	Interesados Financiamiento o patrocinio Resto del equipo de trabajo	Reuniones	Frecuente
Equipo legal	*Reportar consolidación de permisos ambientales *Notificar sobre aprobaciones y nulidad de permisos municipales *Contratación de personal obrero	Documentación impresa Copias escaneadas Documento digital		Reuniones Correo electrónico Llamada telefónica	Inicio del proyecto
	Anomalías presentes en el desarrollo del proyecto				Frecuente
Obreros	*Notificación de los fenómenos inesperados *Culminación de la asignación periódica	Verbal	Contratista	Reuniones Llamadas telefónicas	Frecuente

*Fuente:* elaboración propia.

#### 6.6.3.7 PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS DEL PROYECTO

En dicho plan se ha realizado la estimación de cada una de las contingencias que serán aplicadas con relación a las irregularidades que se puedan presentar. Por lo que dicha gestión estará enfocada en los riesgos previstos, así como se encontrarán las eventualidades no naturales. Por lo que dicho plan será realizado por la necesidad de que se encuentren preparados, con el fin de prever cada riesgo, tomando en consideración el alcance del proyecto, así como la capacidad de recuperación.



A continuación se presentan los riesgos que se consideran probables de acuerdo a la naturaleza del proyecto en cuanto a la disponibilidad financiera y física, además de los riesgos laborales presentes en todo tipo de proyecto que requiere de construcción, especialmente al tratar con un recurso de cuidado como lo son las aguas termales, de este modo, se ha diseñado un análisis cualitativo de los riesgos en donde se han ubicado los riesgos de acuerdo a su ocurrencia y las consecuencias que representan para la integridad del proyecto; en donde las casillas de color rojo representan los riesgos altamente peligrosos para el proyecto, las casillas de color amarillo son de peligro moderado y las casillas verdes no representan un peligro serio.

**Tabla 30 Análisis cualitativo de riesgos**

Probabilidad		Muy probable	Probable	Improbable	Altamente improbable
Consecuencias	Fatalidad		<b>6</b>		
	Lesiones importantes		<b>4</b>		
	Lesiones leves		<b>3</b> <b>5</b>		
	Lesiones insignificantes		<b>1</b> <b>2</b>		

*Fuente:* elaboración propia.

Se han analizado los riesgos de forma cualitativa de acuerdo a la metodología del PMBOK, considerando la persona encargada de cubrir el riesgo, el proceso a seguir, los instrumentos a utilizar y el resultado esperado; esto con la finalidad de poder estar prevenidos en el caso de que se pueda presentar algún riesgo durante se llevó a cabo el proyecto, cada uno de estos criterios se presenta a detalle en la siguiente tabla

**Tabla 31 Gestión del riesgo**

Nombre del proyecto	Lugar	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda		
<b>Descripción del proyecto</b>			
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso			

geotérmicos de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.

**Objetivos**

Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates.

Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos.

Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año.

Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.

<b>Gestión de riesgo</b>					
<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Encargado</b>	<b>Procesos</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Respuesta</b>
<b>1</b>	Complicaciones en la obtención del financiamiento	Director de proyecto	Se deberá de replantear el plan de ejecución de los proyectos de patrocinio, así como las modificaciones sugeridas	Informes de gestiones con patrocinio	Propuesta con nuevo financiamiento
<b>2</b>	Variación de los costos de materiales o equipo	Director del proyecto Contratista	*Identificación de varios que puedan absorber los recursos financieros *Análisis de porcentaje para la elevación de los costos totales	Cambio de proveedores que tengan precios acordes a los presupuestados	Elevación de los porcentajes no significativos de los costos totales de los proyectos
<b>3</b>	Irregularidades con el personal	Contratista Equipo legal	Realización de llamados de atención según el reglamento, optar por personal mejor capacitado en el caso de que aplique	Llamados de atención	Procedimiento de acuerdo con la ley, obtención de nuevo personal
<b>4</b>	Deterioro de obras	Director del proyecto Contratista Obreros	Se deberá reponer el material perdido por el deterioro	Inventario del material comprado y el que ha sido usado a medida avanza la construcción	Se reduce el desperdicio de materiales
<b>5</b>	Periodos lluviosos no previstos		Detención de la obra, realización de acciones documentales	Paralización de actividades	Naturaleza
<b>6</b>	Accidentes con las aguas termales	Director del proyecto	Brindar lineamientos de seguridad a los obreros y expertos encargados de la instalación del sistema geotérmico	Equipo de protección para los trabajadores	Se protege la integridad física de los involucrados

Fuente: elaboración propia.

### 6.6.3.8 PLAN DE GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

Dicho plan ha sido realizado con los interesados que se han identificado, aunque los interesados son identificados al iniciar el proyecto, no podrán ser aplicados cambios al plan para poder tomar una dirección con diversidad de proyectos. Por lo que cada cambio que sea realizado en el plan deberá de pasar por el proceso de aprobación.

**Tabla 32 Gestión de los interesados**

Nombre del proyecto	Lugar	Fecha de inicio	Fecha de finalización		
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	2 de enero de 2024	2 de mayo del 2025		
<b>Director del proyecto</b>	Dania Aracely Ríos Pineda				
<b>Descripción del proyecto</b>					
Este proyecto, se expone para la implementación de un invernadero de recursos geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomates. El cual tiene la finalidad de poder realizar la implementación de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía esto para cultivar tomates. Dicho proyecto se encuentra orientado a los coordinadores de cada una de las áreas de gestión.					
<b>Objetivos</b>					
Implementar un invernadero con recurso geotérmico donde se cultivan tomates.					
Mantenimiento de la temperatura constante en los cultivos.					
Lograr estabilidad del cultivo de tomates en cualquiera temporada del año.					
Cubrir la demanda de tomates de los productores del municipio San Vicente Centenario en Santa Bárbara.					
<b>Interesados internos</b>	Dueño de la finca, equipo laboral del proyecto				
<b>Interesados externos</b>	Consumidores del producto, proveedores de materiales de construcción, otros productores				
Interesados	Acciones de los interesados	Nivel de poder en el desarrollo del proyecto		Nivel de influencia en el desarrollo del proyecto	
		Alto	Bajo	Alto	Bajo
Director de proyecto	Dirección de proyecto	X		X	
Contratista	Dirección de operarios y obreros	X			X
Ingeniero eléctrico	Producción del producto final	X		X	
Asesor legal	Trabajar a favor de los intereses legales del proyecto	X			X
Operarios	Responder de manera acertada a las direcciones del director y contratista		X		X
Dueño	Financiamiento del proyecto	X		X	
Comunidad	Obtención de producto		X		X

*Fuente:* elaboración propia.

## 6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Capítulo I			Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI	
Título de investigación	Objetivo general	Objetivos específicos	Teorías de sustento	Variables	Población	Técnicas	Conclusiones	Nombre de la propuesta	Objetivos de la propuesta
Estudio de prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara	Determinar la prefactibilidad de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	1. Obtener la oferta y demanda del tomate en Honduras durante los últimos cinco años.	Estudio de mercado	Oferta y demanda  Gestión de la Producción  Gestión financiera	Productores de tomate de San Vicente Centenario	Entrevista	1. La demanda en los últimos cinco años se encuentra en torno a un promedio de 247,350,000 libras de tomate. En cuanto a la oferta, se ha obtenido un promedio de 231,885,897.9 libras de tomate,	Proyecto de aprovechamiento del recurso geotérmico de baja entalpía a través de la implementación de invernaderos para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	1. Gestión y logro de permisos ambientales para la construcción 2. diseño de invernadero mediante recurso geotérmico de baja entalpía para el cultivo de tomate. 3. Contrato de mano de obra calificada 4. Compra de materiales para la construcción del invernadero en base a su diseño 5. Lineamiento para el constante mantenimiento
		2. Establecer los procedimientos técnicos necesarios para establecer un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	Estudio Técnico				2. Se ha determinado que el tamaño óptimo para los invernaderos es de 450 m <sup>2</sup> y la energía geotérmica será extraída y transformada de las aguas termales de la zona por medio una bomba hidráulica, una		

						bomba de calor agua-aire y refrigerante R-134 <sup>a</sup>		o del invernadero 6. Orientación acerca de las fases del proyecto 7. Construcción de invernadero de baja entalpía 8. Instalación de tuberías 9. Instalación del sistema de riego 10. Compra y siembra de plántulas
		3. Determinar la prefactibilidad financiera de invertir en un invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	Estudio financiero			3. La inversión total inicial del proyecto requiere de 830,031.00 Lempiras de los cuales se ha considerado que el 30% pertenece a los fondos propios de los beneficiarios, es decir, 249,009.26 Lps., en este caso, de los productores de tomate, mientras que el 70% restante se obtendrá de financiamiento externo, o sea 581,021.62 lempiras, cuyo interés anual se ha calculado considerando el 14%.		

		4. Desarrollar mediante la metodología del PMBOK la implementación del proyecto del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	Estudio ambiental  Estudio legal				4. Se han de desarrollar ocho pasos específicos que aseguren la correcta implementación de la idea. El primero es la gestión de la integración del proyecto, el segundo paso es la gestión de tiempos, el tercero es la gestión de los costos, el cuarto es la gestión de la calidad, el quinto es la gestión de los recursos, el sexto es la gestión de las comunicaciones, el séptimo es la gestión de los riesgos y el octavo es la gestión de los interesados.		
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 6.8 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

### 6.8.1 IDENTIFICACIÓN Y SECUENCIA DE LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Con relación a la secuencia de actividades suelen caracterizarse por contar con una fecha de inicio y una fecha de finalización por lo que se puede mencionar que la secuencia de actividades será el control, así como la identificación de cada una de las relaciones que se pueden dar entre las diversas actividades las cuales suelen ser incluidas dentro de los proyectos. Se deberá de tener en consideración que no se podrá iniciar una actividad sin que se haya terminado la actividad anterior.

**Tabla 33 Secuenciamiento de las actividades**

<b>1.</b>	<b>Dirección del proyecto</b>	Le antecede
1.1	Firma del Acta de Constitución del Proyecto	
1.2	Plan para la dirección del proyecto	1.2
1.3	Planificación	1.1
1.4	Reuniones	9.1, 9.2, 9.3, 9.4
<b>2.</b>	<b>Gestión del alcance</b>	
2.1	Preparación del terreno	5.1
2.1.1	Diseño del invernadero	2.1.3
2.1.2	Presupuesto y financiamiento	9.3
2.1.3	Permisos de construcción	5.2
2.1.4	Cotización y compra de materiales	2.1.2
2.2	Instalaciones	2.2.1
2.2.1	Construcción del invernadero	2.1.4
2.2.2	Instalación del sistema geotérmico	3.1, 3.2
2.2.3	Instalación del sistema de riego	2.2.2
<b>3.</b>	<b>Gestión de requisitos</b>	
3.1	Obtención de permisos ambientales	3.2
3.2	Obtención de permisos legales	9.2
<b>4.</b>	<b>Evaluación</b>	
4.1	Aprobación del alcance	10.1
4.2	Capacitación de manejo y uso del invernadero	4.1
<b>5.</b>	<b>Gestión de la calidad</b>	
5.1	Identificar la ubicación óptima del invernadero	2.1.3
5.2	Diseño del sistema de tuberías y riego	2.1.4
<b>6.</b>	<b>Gestión de los recursos humanos</b>	
6.1	Reclutamiento del personal	2.2.1
6.2	Capacitación del personal	6.1
<b>7.</b>	<b>Gestión de las comunicaciones</b>	
7.1	Definir el nivel de autoridad de los empleados	6.2
7.2	Resolución de conflictos	7.1
<b>8.</b>	<b>Gestión de riesgos</b>	
8.1	Definir medidas de contingencia	7.2
8.2	Establecer políticas de ética	9.1
8.3	Detención de obras por condiciones climáticas adversas	8.1
8.4	Brindar equipos de protección	6.2

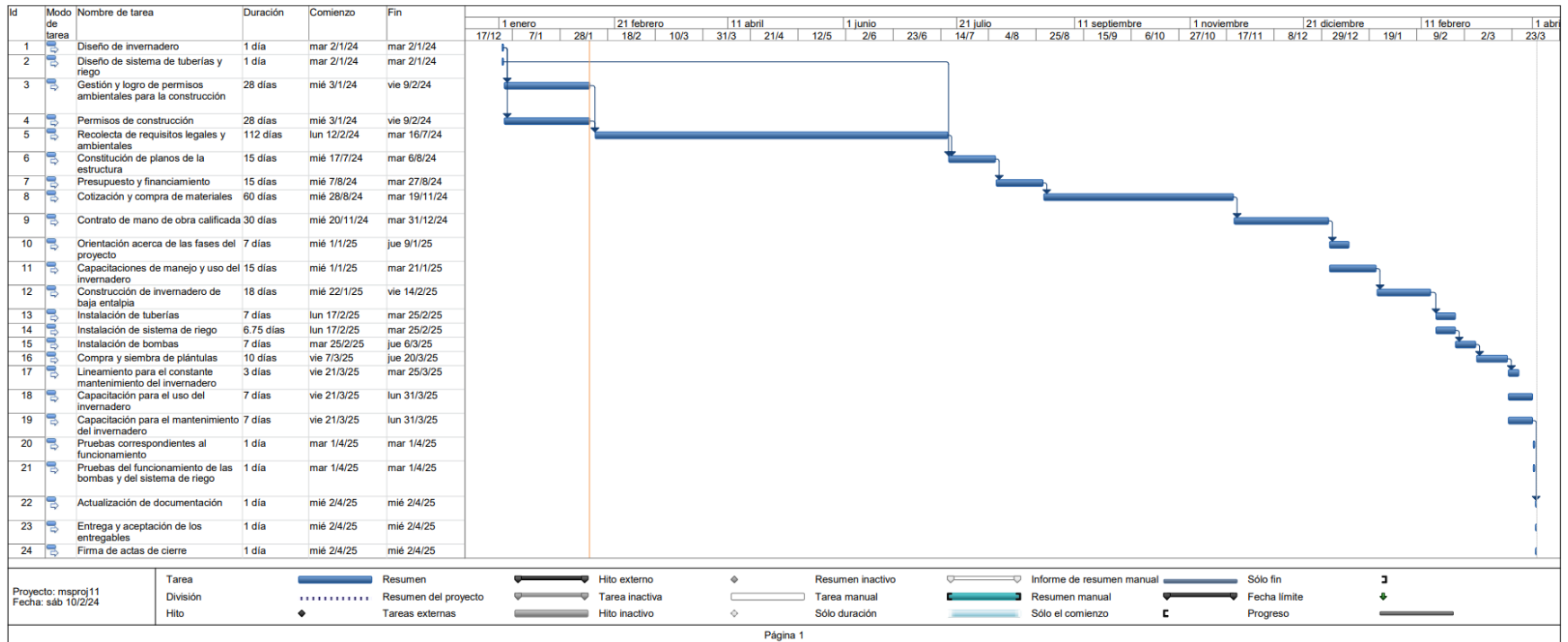


<b>9.</b>	<b>Gestión de los interesados</b>	
9.1	Reunión con el personal de trabajo	6.1
9.2	Reunión con el asesor legal	2.1.1
9.3	Reunión con el representante financiero	1.3
9.4	Reunión con los beneficiarios	2.1.1
<b>10.</b>	<b>Cierre</b>	
10.1	Pruebas correspondientes al funcionamiento	2.2.1
10.2	Pruebas del funcionamiento de las bombas y del sistema de riego	2.2.2, 2.2.3
10.3	Actualización de documentación	10.1, 10.2
10.4	Entrega y aceptación de los entregables	10.3
10.5	Firma de actas de cierre	10.4

### 6.8.1 CRONOGRAMA DEL PROYECTO

En este apartado se presenta el cronograma, el cual se detalla cada una de las actividades con el tiempo de duración que se deberán de realizar, ya que con ello se busca poder tener una mejor administración de cada uno de los factores de tiempo, y que este sea utilizado de la mejor manera posible. Asimismo, será determinada la fecha máxima de finalización ya que para poder continuar con la siguiente actividad se deberá haber terminado la anterior.

**Figura 47 Cronograma de actividades**



**Tabla 34 Cronograma de las actividades para el Proyecto de implementación del invernadero de recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara**

<b>Nombre del proyecto</b>	<b>Lugar</b>	<b>Fecha de inicio</b>	2/1/2024
Aprovechamiento del recurso geotérmico de baja entalpía a través de la implementación de invernaderos para el cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara.	San Vicente Centenario, Santa Bárbara	<b>Fecha de finalización</b>	9/5/2025
<b>Cronograma de actividades</b>			
<b>Actividad</b>	<b>Días de duración</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de finalización</b>
Diseño del invernadero	1 día	mar 2/1/24	mar 2/1/24
Diseño de sistema de tuberías y riego	1 día	mar 2/1/24	mar 2/1/24
Gestión y logro de permisos ambientales para la construcción	28 días	mié 3/1/24	vie 9/2/24
Permisos de construcción	28 días	mié 3/1/24	vie 9/2/24
Recolecta de requisitos legales y ambientales	112 días	lun 12/2/24	mar 16/7/24
Constitución de planos de la estructura	15 días	mié 17/7/24	mar 6/8/24
Presupuesto y financiamiento	15 días	mié 7/8/24	mar 27/8/24
Cotización y compra de materiales	60 días	mié 28/8/24	mar 19/11/24
Contrato de mano de obra calificada	30 días	mié 20/11/24	mar 31/12/24
Orientación acerca de las fases del proyecto	7 días	mié 1/1/25	jue 9/1/25
Capacitaciones de manejo y uso del invernadero	15 días	mié 1/1/25	mar 21/1/25
Construcción de invernadero de baja entalpía	18 días	mié 22/1/25	vie 14/2/25
Instalación de tuberías	7 días	lun 17/2/25	mar 25/2/25
Instalación de sistema de riego	7 días	lun 17/2/25	mar25/2/25
Instalación de bombas	7 días	mar 25/2/25	jue 6/3/25
Compra y siembra de plántulas	10 días	vie 7/3/25	jue 20/3/25
Lineamiento para el constante mantenimiento del invernadero	3 días	vie 21/3/25	mar 25/3/25
Capacitación para el uso del invernadero	7 días	vie 21/3/25	lun 31/3/25
Capacitación para el mantenimiento del invernadero	7 días	vie 21/3/25	lun 31/3/25
Pruebas correspondientes al funcionamiento	1 día	mar 1/4/25	mar 1/4/25
Pruebas del funcionamiento de las bombas y del sistema de riego	1 día	mar 1/4/25	mar 1/4/25
Actualización de documentación	1 día	mié 2/4/25	mié 2/4/25
Entrega y aceptación de los entregables	1 día	mié 2/4/25	mié 2/4/25
Firma de actas de cierre	1 día	mié 2/4/25	mié 2/4/25

## BIBLIOGRAFÍA

- AgriExpo. (2023). Recipiente para pediluvio para criadero SA620, SA630: <https://www.agriexpo.online/es/prod/j-d-manufacturing/product-177206-27742.html>
- Agroinsumos El Field S. de R.L. de C.V. (2023). Plántula: <https://elfield.com.mx/productos-y-servicios/plantula>
- Agroplastic community. (9 de Junio de 2021). Hilo tutor de cultivo: qué es, ventajas y caso de estudio: <https://agriplasticscommunity.com/es/hilo-tutor-de-cultivo/>
- Aguilar, S. (2015). *Uso de energía geotérmica para la climatización de invernaderos de hortalizas en la comuna de Lampa*. Fundación para la Innovación Agraria.
- AMACOM. (2023). Caja de plástico agricultura A1: <https://www.amacomplasticos.es/caja-plastico-agricola-a1?cn-reloaded=1>
- Amador, C. (2022). El análisis PESTEL. *UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1*, 1-2.
- Arboleda, M. (2021). *Breve introducción a los conceptos de oferta, demanda y mercado*. Icesi ECONOMICS LN.
- Arcos, P. (2023). *Análisis financiero para la correcta toma de decisiones a la COMPAÑÍA "SERVISILVA CÍA. LTDA"; en la ciudad del Coca. Periodo 2019 – 2020*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Aristegui Maquinaria. (2023). *AM Group. ¿Son las tuberías de PVC las más respetuosas con el medioambiente?:* <https://www.aristegui.info/son-las-tuberias-de-pvc-las-mas-respetuosas-con-el-medioambiente/>
- Arregoces, P., Restrepo, J., Usme, M., Montoya, J., & Branch, J. (2023). Monitoreo de cultivos bajo invernadero utilizando tecnologías 4.0. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 2-22.
- Aviña, H. (2022). *Descripción de tecnologías de uso directo de la geotermia para agroindustria alimentaria*. Antiguo Cuscatlán: Deutsche Gesellschaft für.

- Banco Central de Honduras. (2022). *Producto Interno Bruto*. Tegucigalpa : Subgerencia de Estudios Económicos Departamento de Estadísticas Macroeconómicas.
- barata del valle. (2021). *Tubo de hierro galvanizado 1 1/2"*.  
<https://baratadelvalle.com/product/tubo-de-hierro-galvanizado-1-1-2-tramo-con-6-mt/>
- Barreto, T., Calderón, J., Bustamante, A., Quispe, J., & Urquizo, L. (2023). *Plan Estratégico para la empresa Mobile INC*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Bravo, N., Huerta, L., & Silva, J. (2014). *Diseño de un prototipo de invernadero de jitomate tipo bola, controlado por comunicación inalámbrica*. Instituto Politécnico Nacional.
- Brizuel, G. (2021). *Diseño de invernadero para el trópico*. Universidad de Costa Rica.
- Campaña, F., & Pacha, A. (2022). *Plan de negocio para la aplicación en regulación de energía renovable en los hogares de la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Cardona, B., & Cifuentes, J. (2016). *Energía y conceptos aplicados*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Castiblanco, M. (2017). *Estudio sobre la generación de energía geotérmica para su aprovechamiento en el sector de la construcción y las cimentaciones*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.
- Çengel, Y., & Boles, M. (2015). *Termodinámica*. México, D.F.: McGraw-Hill .
- Charles, H., Sánchez, R., & Ramírez, A. (2020). Formulación y evaluación de proyectos, una reflexión para las pymes agroindustriales de México. *Ciencias Administrativas*, 1-11.
- Cooperación alemana. (2018). *Geotermia en Honduras. Un análisis de necesidades*. Programa Fomento de la Geotermia en Centroamérica.
- Cosmen, J. (2022). *Transición energética y energías renovables: hacia modelos de negocio más sostenibles*. Madrid: Comillas Universidad Pontificia.

- Díaz, M. (2022). *Evaluación del Potencial Geotermal de Baja Entalpía para el Uso Agrícola en la Zona de la Cuenca de Limache, Región de Valparaíso, Chile*. Viña del Mar: Universidad Andrés Bello.
- Disper. (2023). *Disper.com*. Tubo de hierro: <https://www.disper.com/es/tubo-de-hierro-36>
- Donawa, Z., & Morales, E. (2018). Fuerzas competitivas que moldean la estrategia en la gerencia del sector MiPyME del distrito de Santa Marta, Magdalena, Colombia. *Revista EAN*, 97-108.
- Ductile Iron Pipe Research Association. (2021). *Guía de instalación para tubos de hierro dúctil*. dipra.
- EcoInventos. (16 de Marzo de 2023). *EcoInventos green technology*. Bomba de calor aire-agua: funcionamiento, ahorro y eficiencia: <https://ecoinventos.com/bomba-de-calor-aire-agua/>
- Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. (2019). *Tubos LAC & Galvanizados*. SIDERPERÚ.
- Espinoza, E. (2018). La hipótesis en la investigación. *Mendive. Revista de Educación*.
- Espinoza, M., & Espinoza, M. (2021). *Las fuerzas de Porter: estrategias luego de su aplicación*. Loja: Universidad Internacional del Ecuador.
- Farro, K., Quesada, E., Tanco, M., & Tataje, D. (2023). *Plan de negocio de una plataforma digital de intermediación de ventas*. Lima: Universidad ESAN.
- FERCLIM SAC. (2022). *FERCLIM SAC*. Gas Refrigerante R134A: <https://www.ferclimsac.com/producto/gas-refrigerante-r134a/>
- Fernández, M. (2016). *Compatibilidad de Eretmocerus mundus Mercet (Hymenoptera: Aphelinidae) y Amblyseius swirskii Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae), importantes enemigos naturales de la mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) en cultivos hortícolas*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Fuentes, B. (2020). Energía geotérmica: geología, usos y beneficios. *UNO Sapiens Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 1*, 26-28.

- Gabourel, K., Sánchez, E., Henríquez, E., Maeda, G., & Irías, C. e. (2021). *Estado actual de la geotermia en la región de los países miembros del SICA*. Consejo de Ministros de Energía del SICA.
- Gallardo, C., & Sununga, D. (2019). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa que comercialice productos de generación de energía renovable en la ciudad de Guayaquil*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- García, R., Santillán, N., Haro, Z., Bojórquez, G., Quintero, M., & al., e. (2014). El balance de la radiación y modelos de radiación neta para diferentes superficies de suelo: estudio experimental en Mexicali, México. *Asociación Española de Climatología (AEC)*, 535-544.
- García, V. (2022). *Evaluación de tutorado con diferentes ángulos sobre el rendimiento y calidad del tomate*. Bogotá: Universidad de Ciencias Ambientales y Aplicadas.
- Gómez, C. (2007). *Plan de mercadeo para la comercialización de hortalizas de origen hidropónico cultivadas al aire libre. caso ilustrativo: Hidroproductos del municipio de Ayutuxtepeque departamento de San Salvador*. Universidad de El Salvador.
- González, M., & Blanco, M. (2021). *Manual de capacitación 9: Estudio técnico*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- González, D., Ramos, C. B., Henao, E., & Saavedra, A. (2018). Análisis de factibilidad técnico-económico de microrredes que integran celdas de combustible en zonas no interconectadas de Colombia. *TecnoLógicas*, 70-88.
- González, M., & Blanco, M. (2022). *Manual de capacitación 12: Estudio financiero*. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- González, Z. (2017). La sustentabilidad de la energía geotérmica y sus impactos ambientales. *Innovación y Desarrollo Tecnológico Revista Digital*, 137-141.
- Google Maps. (26 de octubre de 2023). *Mapa de San Vicente Centenario, Santa Bárbara, Honduras*. <https://www.google.com/maps/place/San+Vicente+Centenario/@14.8891027,->

88.2824807,2780m/data=!3m1!1e3!4m6!3m5!1s0x8f642fa07abb9341:0xe470553202c1b6a4!8m2!3d14.8886565!4d-88.2777465!16zL20vMDc1Y2cy!5m1!1e2?entry=ttu

Grajeda, Y. (2020). *Estudio de Factibilidad para crear una empresa de compra y venta de inmuebles en Guatemala en el departamento de Quetzaltenango*. Ciudad de Guatemala : Universidad EAFIT.

Gramage, V. (2017). *Gestión de tierra agraria y energía renovable*. Alcoi: Universitat Politècnica de Valencia.

Gutiérrez, M. (2019). *La geotermia de baja entalpía: potencial y retos*. Tegucigalpa: Universidad Nacional Autónoma de Honduras/Tlalli Energía.

Hernández, A. (2017). *Manual para la construcción de invernáculos*. Centro Cooperativista del Uruguay.

Hernández, C., & Carpio, N. (2019). Introducción a los tipos de muestreo. *Alerta*, 75-79.

Hernández, R., & Ramírez, Á. (2016). *Diseño de un sistema de secado de café, mediante la utilización de un fluido geotérmico de baja entalpía como fuente térmica*. San Salvador: Universidad de El Salvador.

Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.

Hydro Environment. (2023). Innovación agrícola:  
[https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=product\\_info&products\\_id=280](https://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=product_info&products_id=280)

ICAPSA. (1 de Julio de 2020). *ICAPSA Blog*. MALLAS ANTIVIRUS: Máxima Protección y Efectividad.: <http://www.icapsa.com.mx/post/mallas-antivirus-m%C3%A1xima-protecci%C3%B3n-y-efectividad>

IICA. (2012). *Caracterización de la Cadena Productiva de Hortalizas Bajo Techo en El Salvador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).



- IICA. (2023). *IICA Bioeconomía y Desarrollo Productivo Innovación y Tecnología*. Aceleración del proceso de compostaje de residuos post-cosecha del café (pulpa) con la aplicación de microorganismos nativos: <https://catalogo-bioeconomia.iica.int/es/node/274>
- Instituto Nacional de Estadística. (2019). *San Vicente Centenario, Santa Bárbara*. INE.
- Instituto Nacional de Estadística. (2022). *Perfil Municipal San Vicente Centenario, Santa Bárbara*. Tegucigalpa : Gobierno de la República de Honduras.
- Irias, C. (2020). *Módulo I de Geotermia*. Tegucigalpa: Secretaría de Estado en el Despacho de Energía.
- Irías, C., & Solís, D. (2021). Honduras. En G. T. Geociencias, *Estado actual de la geotermia en la región de los países miembros del SICA*. Sistema de la Integración Centroamericana.
- Jasso, A. (2017). *Invernadero geotérmico de baja entalpía para cultivo de jitomates*. Ciudad de México: Universidad Autónoma de México.
- Lagos, C. (2017). *La geotermia en Honduras. Diagnóstico del clima de inversión y oportunidades*. Cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ).
- Lama, P., Lama, M., & Lama, A. (2022). Los instrumentos de la investigación científica hacia una plataforma teórica que clarifique y gratifique. *Horizonte de la Ciencia*, 189-202.
- Lenscak, M., & Iglesias, N. (2019). *Invernaderos. Tecnología apropiada en las regiones productivas del territorio nacional argentino*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca: Buenos Aires.
- López, L. (2017). *Manual técnico del cultivo de tomate Solanum lycopersicum*. San José: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina.
- Lorente, C. (2021). *Impacto ambiental de la energía geotérmica en aplicaciones residenciales mediante análisis de ciclo de vida*. Universidad de La Rioja.
- Marín, A., Marín, C., Maury, S., & Maury, A. (2023). Caracterización e inventario ambiental de cultivos bajo invernadero en Tenjo, Colombia. *Revista ION*, 79-89.

- Martínez, C., & Saldaña, J. (2023). *Modelo de vivienda social sustentable en la localidad de Sibayo Rumillaqta - Caylloma. Aportes para el desarrollo de energía geotérmica para la arquitectura*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Martínez, C., Morales, F., & Reyes, G. (2019). *Estudio de evaluación de impacto ambiental en la facultad de ingeniería y arquitectura de la Universidad de El Salvador*. Universidad de El Salvador.
- Medina, R. (2020). *Validez de Contenido de un Instrumento de Medición de Derechos Humanos*. Universidad de Costa Rica.
- Mejía, J. (2022). *Producción y comercialización del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) en el Perú*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Mena, H. (2018). *Diseño de una instalación de bombeo para el riego de una finca*. Madrid: Escuela Superior de Ingeniería.
- Moncayo, Y., Salazar, M., & Avalos, V. (2021). El estudio de mercado como estrategia para el desarrollo de productos en el sector. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 2205-2220. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2501>
- Morales, I., Palacios, J., & Victoria, J. (2016). *Elaboración de un estudio de mercado a nivel de factibilidad, para determinar la viabilidad del montaje de una empresa productora y comercializadora de productos de origen vegetal, en la sabana centro de Bogotá*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
- Naturezza. (2023). *Agrodyne SL*. <https://www.naturezza.com.co/productos/28/agrodyne-sl>
- Neyra, D. (2018). *La gestión de costos y su incidencia en la toma de decisiones de los microempresarios dedicados a la preparación de alimentos del distrito de Tumbes*. Tumbes: Universidad Alas Peruanas.
- Orellana, P. (05 de febrero de 2021). *Alcance de un proyecto*. Retrieved 20 de julio de 2022, from Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/alcance-de-un->

proyecto.html#:~:text=El%20alcance%20de%20un%20proyecto,(stakeholders)%20en%20el%20proyecto.

Oussouboure, G., & Delgado, R. (2017). La asignación de recursos en la Gestión de Proyectos orientada a la metodología BIM. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 1-11.

Paunero, I. (2021). *Cultivo de coriandro en invernadero para su consumo en fresco en San Pedro, Buenos Aires, Argentina*. San Pedro: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Paz, O. (2018). *Análisis de percepción de calidad del servicio de atención, bajo el modelo de preventa de productos cárnicos en el sector noreste de la ciudad de San Pedro Sula*. San Pedro Sula: Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC).

Pilay, D. (2019). *Estudio de viabilidad económica - financiera para un programa de soluciones habitacionales en beneficio de los grupos vulnerables en Ecuador*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Pinzón, A. (2019). *La competitividad de las empresas de seguridad en Colombia bajo el análisis de las cinco fuerzas de Porter*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

PROAMCO. (2023). *PROAMCO Invernaderos & Accesorios*. <https://www.proamco.cl/cubiertas-para-invernaderos/polietileno-plasticos-para-invernaderos/polietileno-180-micras.php>

Project Management Institute. (2017). *A guide to the project management body of knowledge PMBOK Guide Sixth Edition*. Project Management Institute, Inc.

Project Management Institute. (2021). *A guide to the project management body of knowledge PMBOK Guide Seventh Edition*. Project Management Institute, Inc.

PRONADERS. (2022). *Un total de 90 familias de Santa Bárbara ahora se alumbran con energía solar*. Retrieved 1 de febrero de 2024, from <https://pronaders.gob.hn/un-total-de-90-familias-de-santa-barbara-ahora-se-alumbran-con-energia-solar/>

Quiroa, M. (1 de noviembre de 2019). *Cliente*. Retrieved 20 de julio de 2022, from Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/cliente.html>

- Ramírez, M. (2018). *Tolerancia a bajas temperaturas en tomates semi cultivados*. Montecillo: Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- RECAMPRI, S.L. (25 de Noviembre de 2019). *RECAMPRI, S.L. RECAMBIOS DE MAQUINARIA*. ¿Cuál es el funcionamiento de una bomba hidráulica?: <https://www.recambiosdemaquinariaop.com/funcionamiento-bomba-hidraulica/>
- REPOLEN. (2023). *Tubo de polietileno negro. Tubería PE100*. Tubos negros de polietileno: <https://reboca.com/productos/tuberias-pe/pe100/>
- Rivas, E. (2018). *Diagnóstico de la fertilización del cultivo en tomate de invernadero en la comuna de Pichidegua, región de O'Higgins*. Santiago: Universidad de Chile.
- Rodríguez, C. (2021). *Análisis y diagnóstico estratégico: Lucía BE*. Cantabria: Universidad de Cantabria.
- Rodriguez, C., Breña, J., & Esenarro, D. (2021). *Las variables en la metodología de la investigación científica*. Alicante: Editorial Área de Innovación y Desarrollo,S.L.
- Rodríguez, G., Alfaro, C., & Gonzáles, C. (2019). *Geotermia en Colombia*.
- Romero, R. (2019). *Importancia del estudio técnico en un proyecto de inversión* . Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Salazar, N. (2019). *Implementación de un cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) como nueva alternativa de diversificación agrícola, en el municipio de Chaparral, Tolima*. El Yopal: Universidad de la Salle.
- Salazar, S., Botello, E., & Quintero, J. (2020). Optimización de la prueba de tetrazolio para evaluar la viabilidad en semillas de Solanum lycopersicum L. *Cienc. Tecnol. Agropecuaria*, 1-12.
- SAMOA. (2023). *SAMOA. TUBO DE SUCCIÓN PARA BOMBAS DE PISTÓN, Ø 48 MM, 1.400 MM x 1 1/2" BSP (M)*: <https://www.samoaindustrial.com/ww/es/Producto/detail/tubo-de-succion-para-bombas-de-piston-48-mm-1400-mm-x-1-1-2-bsp-m>

Sánchez, M. (2022). *Estudio de prefactibilidad financiera para la creación de una Academia de Matemática, en el Cantón de Vázquez de Coronado*. San José: Instituto Tecnológico de Costa Rica .

Santoyo, É., & Barragán, R. (2010). Energía Geotérmica. *Revista Ciencia* .

Secretaría de Agricultura y Ganadería. (2022). *Tomate, análisis de la coyuntura*. Gobierno de la República de Honduras.

Secretaría de Energía. (2018). *Perfil de ingresos. Rubro: Hortalizas*. ANED.

Segura, R. (2022). *Método sintético para la enseñanza de la lectura y escritura en la Educación Primaria*. Lima: Universidad Nacional de Educación.

Sola, J. (2023). *Plan estratégico de una Startup del sector de la segunda mano: “kintzoogi”*. San Vicente del Raspeig: Universidad de Alicante.

Sola, M. (2023). *Rehabilitación energética en hotel rural usando energías renovables: energía solar térmica y energía geotérmica*. Jaén: Universidad de Jaén.

Solís, E., & Pinto, A. (2020). *Evaluación de Rendimiento y Calidad Organoléptica de 5 Cultivares de Tomate (Solanum lycopersicum) para pasta, en dos localidades en el Departamento de Chiquimula 2019*. Chiquimula: Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria.

Solutions for human progress. (2023). *SQM* . Ultrasol® Tomate:  
<https://sqmnutrition.com/products/ultrasol-tomate/>

Swiss Made. (2023). *meteoblue*. Archivo meteorológico Santa Bárbara:  
[https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/santa-b%c3%a1rbara\\_honduras\\_3601691](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/weatherarchive/santa-b%c3%a1rbara_honduras_3601691)

Tamayo, J., Cruz, C., & Munguía, A. (2016). *Los conocimientos tradicionales y la agricultura moderna: caso Dzidzantún, Yucatán y Huatusco, Veracruz*. Mérida: Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional.

- Tinacos Honduras. (2021). Rotoplas 5,000 lts neutro transparente: <https://tinacoshn.com/producto/rotoplas-5000-lts-neutro-transparente/>
- Trujillo, E. (8 de septiembre de 2020). *Tipos de contratos*. Retrieved 20 de julio de 2022, from Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/tipos-de-contratos.html>
- Trujillo, E. (03 de septiembre de 2021). *Contratista*. Retrieved 20 de julio de 2022, from Economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/contratista.html>
- TRUPER S.A. de C.V. (2023). *TRUPER*. Bomba centrífuga para agua modelo europeo, 2 HP, Expert: <https://www.truper.com/bomba-centrifuga-para-agua-modelo-europeo-2-hp-expert.html>
- Unidad Técnica Foro Nacional de Convergencia. (2018). *Informe Gira Regional 16 "Santa Bárbara"*. Foro Nacional de Convergencia.
- Unión Europea. (2021). *República de Honduras*. Oficina de Información Diplomática del Ministerio de Asuntos Exteriores.
- Universidad Nacional Autónoma de Honduras [UNAH]. (2022). *Perfil Sociodemográfico de San Vicente, Santa Bárbara 2022*. Tegucigalpa: IIES-UNAH.
- Valenzuela, N. (2013). *Estimación del potencial de energía geotérmica de baja entalpía y sus posibles aplicaciones en la comuna de Colina, región Metropolitana*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Valera, D., Molina, F., & Álvarez, A. (2008). *Ahorro y Eficiencia Energética en Invernaderos*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Vega, N., & Urquía, R. (2014). *Evaluación de cinco cintas de riego por goteo en dos condiciones de baja presión de operación*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Vega, V., Leyva, M., & Sánchez, B. (2022). Una alternativa esencial para realizar el estudio de la empresa avícola Matanzas. *Revista Universidad y Sociedad*, 34-46.

Villar, M., & Interiano, R. (2004). *Estudio de Factibilidad para la Producción y Comercialización de Tomate Hidropónico en Tegucigalpa, Honduras C.A.* Escuela Panamericana de El Zamorano.

Vinchira, D., & Moreno, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Rev. Colomb. Biotecnol.*, 2-5.

## GLOSARIO

**Acta de constitución de equipos de proyecto.** Este término hace referencia a los documentos en los cuales se realizan los registros de los valores, acuerdo, así como de las pautas operativas de cada uno de los equipos del proyecto asimismo se refieren al establecimiento de las expectativas claras esto con respecto al comportamiento que es aceptable por parte de los miembros del equipo de proyectos (Project Management Institute, 2017).

**Alcance de los objetivos.** Son los métodos mediante los cuales se resolverán mediante problemas, por lo que ayudarán a mejorar las situaciones de las organizaciones, hasta las inversiones las cuales podrán ser acometidas en un futuro el cual generará los beneficios, los cuales podrán ser de suma importancia esto para poder saber sobre los proyectos (Orellana, 2021).

**Alcance del proyecto.** Suele ser el conjunto de aquellos procesos los cuales serán necesarios para que se pueda dar por finalizado un proyecto, dichos procesos son el diseño, ejecución, y el control, así como el alcance, los cuales serán establecidos por parte de los interesados de los proyectos (Orellana, 2021)

**Cliente.** Hace referencia a las personas, así como a las entidades a las cuales se le comprarán los bienes, así como los servicios los cuales son ofertados por las empresas, por lo que estas palabras se podrán usar como sinónimos de los compradores (Quiroa, 2019).

**Contratista.** Es la persona física o jurídica la cual se encuentra en la obligación debido a un contrato de la realización de una obra, esto a un precio previamente pactado por un periodo de tiempo determinado (Trujillo, 2021).

**Contrato de costo reembolsable.** Dicha categoría implica la efectuación de aquellos pagos a los vendedores por los costos reales en los cuales incurrirán para poder completar los trabajos, los honorarios, así como representarán la ganancia de los vendedores (Project Management Institute, 2017).

**Contrato.** Se refiere a aquellos acuerdos que, son dados entre varias partes, mediante los cuales podrán encontrarse ciertas calificaciones, dentro de las más importantes se podrán encontrar los contratos civiles, así como los contratos laborales (Trujillo, 2020).



**Director de proyecto.** Será la persona que estará asignada por parte de la organización que está ejecutando el proyecto para que se encargue de liderar al equipo, por lo que es responsable de que los objetivos y las metas que se hayan planteado sean alcanzadas dentro del plazo correspondiente (Project Management Institute, 2017).

**Energía.** Se refiere a la capacidad de cada uno de los cuerpos para poder realizar los trabajos, así como la producción de los cambios entre ellos o los demás cuerpos. Por lo que se puede decir que la energía es la capacidad de que las cosas funcionen bien, siendo utilizada como unidad de medida el Joule (Cardona y Cifuentes, 2016).

**Geotermia.** Hace referencia a la energía la cual se encuentra en el interior de la tierra, mismo que proviene de los vocablos griegos *geo* tierra y *thermos* calor, esta suele considerarse como continua, así como inagotable en cuanto a la escala humana. (Santoyo y Barragán, 2010).

**Invernadero.** Se refiere a la construcción de una estructura la cual suele estar cubierta, en donde su ambiente anterior podrá ser controlada esto debido a los diversos materiales que suelen ser usados que son comúnmente transparentes y que permitirán el paso de la luz solar (Bravo et al., 2014).

## ANEXOS

### Anexo 1 Cuestionario para la entrevista a los productores de tomate San Vicente Santa Bárbara



La presente entrevista se realiza como parte de un estudio académico, que tiene como propósito determinar la factibilidad técnico-financiera de un invernadero con recurso geotérmico de baja entalpía para cultivo de tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara. Su participación resulta relevante para obtener información con relación a la oferta y demanda, así como la capacidad de producción.

Instrucciones: responda las preguntas que se presentan a continuación de manera completa y detallada. Cabe señalar que las medidas se han solicitado en libras, si su unidad de medida es otra puede colocar el aproximado en libras.

1. ¿Cuál es la variedad de tomate que se produce?
2. ¿Qué criterios de calidad debe tener su producto y cómo afecta esto las condiciones del ambiente?
3. ¿Qué tipo de plaga presenta en su producción por ser un ambiente que no está controlado?
4. ¿Cuáles son las condiciones de temperatura que requiere para la producción de tomate y cuáles son las ventajas y desventajas climáticas de la zona donde tiene la finca?

5. Indique los siguientes aspectos de la producción

Cantidad de tomates producida por cosecha (en libras)	Valor de venta (de cada libra)	Costo de producción (Por libra)

6. ¿Cuáles son los mecanismos de comercialización de su producto y a quienes lo vende?

7. ¿Cómo es el proceso para distribuir su producto y que costos le genera?

8. ¿Cuáles son las temporadas altas y baja de la producción y cómo afecta el cumplimiento de la demanda?

9. ¿Con cuantas personas realiza todo el proceso de producción y cosecha en su finca?

10. Indique los siguientes puntos sobre la producción y demanda

Cantidad de cosechas al año	Demanda promedio de tomates (en libras)	Margen de pérdida de producción (en libras)

## Anexo 2 Ficha de guía para la técnica documental



Esta ficha pertenece al Estudio de Factibilidad Tecno-Económico de un Invernadero con Recurso Geotérmico de Baja Entalpía para Cultivo de Tomates en San Vicente Centenario, Santa Bárbara. Cada uno de los aspectos que se presentan en los ítems a continuación son relevantes para contar con todos los elementos necesarios en la instalación del invernadero con recurso geotérmico.

Instrucciones: luego de realizar la búsqueda en distintas fuentes se ha de registrar la información de cada ítem además de registrar las observaciones del campo.

1. Producción del tomate en Honduras durante los últimos 5 años
2. Precio del tomate en Honduras durante los últimos 5 años
3. Condiciones climáticas para cosechar el tomate
4. Condiciones del suelo para cosecha de tomate
5. Comercialización del tomate en Honduras, principales compradores
6. Temperaturas anuales de Santa Bárbara e irradiaciones a nivel nacional
7. Cotizaciones y especificaciones de la bomba para generar calor con geotermia

Observaciones

Anexo 3 Carta de compromiso del asesor



**Carta de compromiso para asesoría temática**

Señores Facultad de Postgrado UNITEC.

Por este medio yo **Josué Reinaldo Ordóñez Fernández**

Identidad No. **0816-1985-00464**, Ingeniero Electricista Industrial

Con Maestría en **Educación Tecnológica**

Hago constar que asumo la responsabilidad de asesorar el trabajo de Tesis de Maestría denominado: **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DE UN INVERNADERO CON RECURSO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA PARA CULTIVO DE TOMATES EN SAN VICENTE CENTENARIO, SANTA BÁRBARA**

A ser desarrollado por la estudiante:

**DANIA ARACELY RÍOS PINEDA**

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: **Josué Reinaldo Ordóñez Fernández**

Número de teléfono/correo electrónico: **9639-2877** / [josuefdez@unitec.edu](mailto:josuefdez@unitec.edu)

Firma: \_\_\_\_\_

#### Anexo 4 Respuestas de aplicación de entrevista a productores

No.	Pregunta		Entrevistados				
			1	2	3	4	5
1	¿Cuál es la variedad de tomate que se produce?		Pera	Namib	Pera	Namib	Pera
2	¿Qué criterios de calidad debe tener su producto y cómo afecta esto las condiciones del ambiente?		Tamaño, color y textura	Tamaño, textura y sabor	Tamaño y color	Color y textura	Color y tamaño
3	¿Qué tipo de plaga presenta en su producción por ser un ambiente que no está controlado?		Araña roja	Araña roja y orugas	Araña roja	Orugas	Araña roja
4	¿Cuáles son las condiciones de temperatura que requiere para la producción de tomate y cuáles son las ventajas y desventajas climáticas de la zona donde tiene la finca?		18-32 grados, en donde está la siembra casi siempre está a 37 grados y daña el fruto	18-32 grados, en el lugar donde está la siembra la temperatura es calurosa y daña la textura del tomate	18-32 grados celsius, la zona es cálida normalmente 35 grados	18-32 grados, y la finca está a 36 grados y afecta el Tamanaco de la planta	18-32 grados, la finca está a 34 grados afecta en la textura de la fruta
5	Indique los siguientes aspectos de la producción	Cantidad de tomates producida por cosecha (en libras)	4,500	8 mil	18,000	30,000	20,000
		Valor de venta (de cada libra)	11 lps	8 lps	9 lps	10 lps	9 lps
		Costo de producción (Por libra)	4 lps	3 lps	5 lps	6 lps	5 lps
6	¿Cuáles son los mecanismos de comercialización de su producto y a quienes lo vende?		Se lo vendemos a compradores en el mercado de Santa Bárbara	Se venden en el mercado de Santa Bárbara	Lo llevamos al mercado y desde ahí se vende	Lo vendemos a compradores	Lo vendemos en el mercado a personas en general
7	¿Cómo es el proceso para distribuir su producto y que costos le genera?		Solamente transporte	Solo el costo de transportarlos	Solo costes de transporte	Los compradores llegan a la finca	Solo transporte ya que yo mismo lo vendo en el mercado
8	¿Cuáles son las temporadas altas y baja de la producción y cómo afecta el cumplimiento de la demanda?		Agosto a octubre es la temporada ideal para producir, y en verano no se produce	Agosto a octubre, en invierno y verano no se produce	Agosto a octubre, en verano no se produce	De agosto a octubre es la mejor temporada, cuando no estamos produciendo	Agosto a octubre, invierno y verano no se cosecha, y cuando no hay

						los precios suben	cosecha se elevan los precios
9	¿Con cuantas personas realiza todo el proceso de producción y cosecha en su finca?	2	4 personas	3 personas	4		3 personas
10	Indique los siguientes puntos sobre la producción y demanda	Cantidad de cosechas al año	1	1	1	1	1
		Demanda promedio de tomates (en libras)	700	1700 mensual	6,000 mensual	13 mil mensual	6 mil Al mes
		Margen de pérdida de producción (en libras)	200 libras	500 libras	1000 libras	3,000 libras	2,000 libras

## Anexo 5 Continuación I de respuestas de aplicación de entrevistas a productores

No .	Pregunta		Entrevistados				
			6	7	8	9	10
1	¿Cuál es la variedad de tomate que se produce?		Pera	Namib	Namib	Pera	Pera
2	¿Qué criterios de calidad debe tener su producto y cómo afecta esto las condiciones del ambiente?		Color, tamaño y sabor	Tamaño, color y textura	Tamaño, color, sabor	Tamaño y color	Color, sabor y tamaño
3	¿Qué tipo de plaga presenta en su producción por ser un ambiente que no está controlado?		Araña roja	Araña roja	Araña roja y orugas	Orugas	Araña roja
4	¿Cuáles son las condiciones de temperatura que requiere para la producción de tomate y cuáles son las ventajas y desventajas climáticas de la zona donde tiene la finca?		18-32 grados, la finca está normalmente a 35 grados afecta la textura de la fruta	18 - 32 grados Celsius, la finca se mantiene a 35 grados y afecta el tamaño de la fruta	18-32 grados Celsius, no se cosecha en verano	18-32 grados, la ventaja de la finca es que tiene mucha extensión territorial, pero mantiene un clima de 34 grados y me afecta el tamaño del fruto	18- 32 grados Celsius, la finca se mantiene a 36 grados Celsius y afecta el Tamaño de la planta
5	Indique los siguientes aspectos de la producción	Cantidad de tomates producida por cosecha (en libras)	50,000	35,000	45,000	70,000	40,000
		Valor de venta (de cada libra)	9 lps	8 lps	9 lps	8 lps	12 lps
		Costo de producción (Por libra)	5 lps	4 lps	4 lps	4 lps	6 lps
6	¿Cuáles son los mecanismos de comercialización de su producto y a quienes lo vende?		Los compradores llegan a la finca	Lo vendemos en la finca a compradores mayoristas	Los compradores llegan a la finca	Lo vendemos en el mercado a distribuidores al por mayor	Lo vendemos a compradores del mercado de Santa Bárbara
7	¿Cómo es el proceso para distribuir su producto y que costos le genera?		Solo costos de producción	Solo costos de producción	Solo gastos de producción	Solo transporte de la finca al mercado	Solo el transporte al mercado unos 8,000 Lps semanal
8	¿Cuáles son las temporadas altas y baja de la producción y cómo		Agosto a octubre, en verano e	Agosto a octubre es la mejor temporada, y	Agosto a septiembre es la temporada	De agosto a octubre es temporada alta y la baja	Agosto a octubre, verano no se cosecha



	afecta el cumplimiento de la demanda?	invierno no se produce	de noviembre a julio normalmente no se produce	para cosechar, en el verano debido a la temperatura no se realiza porque tendríamos demasiada pérdida, en estos meses el precio del producto sube	es todo el verano e invierno		
9	¿Con cuantas personas realiza todo el proceso de producción y cosecha en su finca?	5	4 personas	5	Con 7	6 personas	
10	Indique los siguientes puntos sobre la producción y demanda	Cantidad de cosechas al año	1	1	1	1	
		Demanda promedio de tomates (en libras)	15,000 mensual	12 mil mensual	11,000 libras mensuales	22,000 mensual	10,000 mensual
		Margen de pérdida de producción (en libras)	2,000	1,000	2,000	5,000	1,000

## Anexo 6 Continuación II de respuestas de aplicación de entrevistas a productores

No.	Pregunta		Entrevistados				
			11	12	13	14	15
1	¿Cuál es la variedad de tomate que produce?		Namib	Pera	Pera	Pera	Pera y Namib
2	¿Qué criterios de calidad debe tener su producto y cómo afecta esto las condiciones del ambiente?		Color, sabor, textura y tamaño	Color y textura	Textura, color, sabor y tamaño	Color, tamaño y contextura	Que tengan buen sabor, color y contextura, el mal clima afecta el sabor y color y eso hace que se madure más rápido de lo normal
3	¿Qué tipo de plaga presenta en su producción por ser un ambiente que no está controlado?		Araña roja y orugas	Araña roja	Araña roja	Araña roja	Orugas y arañas rojas
4	¿Cuáles son las condiciones de temperatura que requiere para la producción de tomate y cuáles son las ventajas y desventajas climáticas de la zona donde tiene la finca?		18-32 grados las ventajas de la finca es que tiene una posición estratégica para la llegada de los compradores, pero el clima que se mantiene es de 36 grados eso afecta la planta	18-32 grados, la desventaja de tener temperaturas por arriba de eso que es lo ideal es que varía el tamaño y contextura de la fruta	18 - 32 grados, la finca se mantiene a 35 grados y daña el tamaño del tomate	18 a 32 grados, la finca está ubicada a 35 grados lo que me afecta en la contextura del tomate	18-32 grados, y la finca normalmente está a 34 grados
5	Indique los siguientes aspectos de la producción	Cantidad de tomates producida por cosecha (en libras)	60,000	90,000	45,000	48,000	50,000
		Valor de venta (de cada libra)	12 lps	9 lps	11 lps	10 lps	10 lps
		Costo de producción (Por libra)	7 lps	4 lps	6lps	5 lps	6 lps
6	¿Cuáles son los mecanismos de comercialización de su producto y a quienes lo vende?		Los compradores llegan a la finca	Lo exportamos para Nicaragua, sería el costo	Los compradores llegan a la finca y se llevan el	Lo vendemos a revendedores que llegan a la finca a	Lo vendemos a vendedores del mercado

			de transporte y logística	tomate para El Salvador	traer el producto		
7	¿Cómo es el proceso para distribuir su producto y que costos le genera?	Solo costos de producción	Se reporta a un solo comprador a Nicaragua, solo costos de combustible y depreciación, impuestos	Solo costos de producción	Solo costos de producción	Costos de logística en traslado del producto	
8	¿Cuáles son las temporadas altas y baja de la producción y cómo afecta el cumplimiento de la demanda?	Agosto a octubre es la temporada alta y verano no funciona por el clima	Agosto a octubre es la mejor época y verano no funciona para producir	De agosto a octubre es la temporada fértil, los demás meses es mucha la pérdida en la cosecha porque el clima no ayuda	De agosto a octubre es la mejor temporada para producir	De agosto a octubre es la mejor temporada de producción y los meses malos son de noviembre a julio ya que en unos hay mucha humedad y en los otros demasiado calor	
9	¿Con cuantas personas realiza todo el proceso de producción y cosecha en su finca?	7	10	3	6	3 personas	
10	Indique los siguientes puntos sobre la producción y demanda	Cantidad de cosechas al año	1	1	1	1	
		Demanda promedio de tomates (en libras)	20,000	26 mil mensual	15,000 mensual	13,000	12,000 mensuales
		Margen de pérdida de producción (en libras)	3,000	6 mil	2 mil	4,000	5,000

## Anexo 7 Continuación III de respuestas de aplicación de entrevistas a productores

No .	Pregunta		Entrevistados				
			16	17	18	19	20
1	¿Cuál es la variedad de tomate que se produce?		Namib	Pera	Pera y namib	Orugas. Araña roja	Namib
2	¿Qué criterios de calidad debe tener su producto y cómo afecta esto las condiciones del ambiente?		Color y sabor	Color, sabor y textura	La forma, color y el sabor	Aroma, consistencia y sabor	Deben ser grandes, las condiciones deben ser favorables para que madure de forma correcta.
3	¿Qué tipo de plaga presenta en su producción por ser un ambiente que no está controlado?		Orugas en su mayoría	Araña roja	Araña roja	Orugas en lo general	Orugas en su mayoría
4	¿Cuáles son las condiciones de temperatura que requiere para la producción de tomate y cuáles son las ventajas y desventajas climáticas de la zona donde tiene la finca?		18 - 30 grados Celsius, la finca tiene 35 grados la mayor parte del tiempo	18 - 32 grados Celsius, en la finca predomina una temperatura de 37 grados	18 a 32 grados Celsius, en la finca se mantiene a 35 grados	De 18 a 31 grados Celsius, en la finca normalment e la temperatura ronda los 36 grados Celsius	De 18 a 32 grados Celsius, la finca la mayor parte del tiempo mantiene condiciones de clima demasiado caluroso
5	Indique los siguientes aspectos de la producción	Cantidad de tomates producida por cosecha (en libras)	35,000	45,000	60,000	40,000	50,000
		Valor de venta (de cada libra)	11lps	10 lps	12 lps	15 lps	10 lps
		Costo de producción (Por libra)	5lps	5 lps	8 lps	8 lps	6 lps
6	¿Cuáles son los mecanismos de comercialización de su producto y a quienes lo vende?		Lo vendemos en el mercado	Lo vendemos a vendedores al por mayor	Lo vendemos a revendedores independientes	Venga por mayor a personas aledañas al municipio	Colocarlos a menor precio que los demás productores y venderlos en el mercado de Santa Barbara
7	¿Cómo es el proceso para distribuir su producto y que costos le genera?		Lo llevamos en el mercado, solamente la	Llegan a la finca los compradores , solo costos	Solo la producción y logística de almacenamiento	Nada más logística, tenemos 5 personas	Lo hacemos en carro propio, pero se saca

			depreciación del carro y la gasolina	de producción		trabajando en ello	depreciación del carro y combustible gastado, semanalmente unos 700 lps por 1000 lbs que se van a vender al mercado
8	¿Cuáles son las temporadas altas y baja de la producción y cómo afecta el cumplimiento de la demanda?		Agosto a octubre es la temporada alta y la baja siempre son los meses de verano	De agosto a octubre y verano no funciona para cosechar que son los meses restantes	De agosto a octubre es la temporada alta y verano baja	De agosto a octubre es la cosecha alta, en verano es difícil cosechar por la temperatura	De agosto a octubre es la temporada alta, los meses de verano afectan a la planta
9	¿Con cuántas personas realiza todo el proceso de producción y cosecha en su finca?		2	4 personas	3 personas	5 personas	2 personas más a mi persona
10	Indique los siguientes puntos sobre la producción y demanda	Cantidad de cosechas al año	1	1	1	1	1
		Demanda promedio de tomates (en libras)	3,500 libras mensual	13,000 libras mensual	12,500 lbs mensuales	10,000 lbs mensual	11,000 mensualmente
		Margen de pérdida de producción (en libras)	2,000	3,000	3,000 lbs	2 mil libras	4,000 lbs

**Anexo 8 Visita a Invernadero Hidropónico Yojoa (Proyecto Rikolto)**



*Fuente: Dania Ríos.*



*Fuente:* Dania Ríos.

**Anexo 9 Visita a Recurso Termal San Vicente Centenario, Santa Bárbara**



*Fuente: Dania Ríos.*



*Fuente: Dania Ríos*



## Anexo 10 Datos Intercambiador de Calor

#	Tipos de Agua	Entrada	Temperatura [°C]	Salida	Temperatura [°C]	Flujo [m3/h]	Presión [kPa]
1	Agua Termal	S1	40	S2	35	5	41.5
2	Agua Fria	S3	15	S4	20	4.94	43

Fluido	Lado Caliente	Lado Frio
Densidad [kg/m3]	991.7	998.1
Calor específico [kJ/(kg*K)]	4.18	4.19
Conductividad térmica [ W/(m*K)]	0.627	0.599
Viscosidad de entrada [Cp]	0.654	1.14
Viscosidad de salida [Cp]	0.721	1.01
Volumen del flujo [m3/h]	5	4.941
Temperatura de entrada	40	15
Temperatura de salida	35	20
Pérdida de Carga [kPa]	41.5	43
Intercambiador de Calor [kW]	28.7	
Coefficiente de tranferencia de Calor [K]	20	
Numero de Placas	5	
Espesor de las placas	50 mm	

Fuente: Elaboración Propia.