



**FACULTAD DE POSTGRADO  
TESIS DE POSTGRADO**

**FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN BOTELLAS DE  
PLÁSTICO RECICLADAS PARA TECHO HONDURAS**

**SUSTENTADO POR:**

**CÉSAR FERNANDO CABALLERO MARADIAGA  
RODEMEL ANTONIO PACHECO COPLAND**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE**

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS**

**HONDURAS, C.A.**

**MAYO, 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**FACULTAD DE POSTGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTORA ACÁDEMICA**

**DESIREE TEJADA CALVO**

**VICEPRESIDENTE UNITEC, CAMPUS S.P.S**

**CARLA MARIA PANTOJA**

**DIRECTORA NACIONAL DE POSTGRADO**

**ANA DEL CARMEN RETTALLY**

**FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE  
RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN BOTELLAS DE  
PLÁSTICO RECICLADAS PARA TECHO HONDURAS**

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

**MÁSTER EN  
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS**

**ASESOR METODOLÓGICO  
CARLOS A. TRIMINIO**

**ASESOR TEMÁTICO  
HECTOR W. PADILLA**

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN EVALUADORA:  
JOSÉ RODOLFO SORTO  
RICARDO YONES**

# **DERECHOS DE AUTOR**

© Copyright 2021

**CÉSAR FERNANDO CABALLERO MARADIAGA**  
**RODEMEL ANTONIO PACHECO COPLAND**

Todos los derechos son reservados



## **FACULTAD DE POSTGRADO**

# **FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADAS PARA TECHO HONDURAS**

### **NOMBRE DE LOS MAESTRANTES:**

**CÉSAR FERNANDO CABALLERO MARADIAGA**

**RODEMEL ANTONIO PACHECO COPLAND**

### **Resumen**

Techo Honduras, no cuenta con estudios o diseños previos realizados en el país sobre la recolección y aprovechamiento del agua lluvia. El trabajo de investigación tuvo como propósito determinar la factibilidad técnica y financiera del sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para que pueda ser implementado en las casas que Techo Honduras construye en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés. La metodología de investigación se basó en un enfoque mixto, con predominancia del enfoque cuantitativo que se vio reflejado en el estudio técnico y financiero por medio de la Metodología del Retorno Social de la Inversión (SROI). Al haber realizado el cálculo proyectado del SROI, y haber evaluado la relación existente entre los beneficios obtenidos y los costos de inversión, se refleja un retorno social de la inversión de 2.65 lempiras por cada lempira invertido, por lo que el proyecto en su diseño e implementación, es viable. La sumatoria de la precipitación promedio anual de los últimos 20 años en el municipio de La Lima, es de 805.12 mm, con dicha precipitación, la demanda satisfecha es de entre un 10% y 60% para viviendas de 18 m<sup>2</sup> de Techo, y entre 15.5% y 94% para viviendas de 25 m<sup>2</sup> de techo, dependiendo de la cantidad de habitantes de la misma. No se deben generalizar los cálculos de la precipitación anual, cada municipio necesitará su propio análisis de precipitación proveniente de la estación meteorológica que se encuentre más cercana.

**Palabras claves: Agua Lluvia, SROI, Precipitación, Almacenamiento, Botellas Plásticas.**



**FACULTY OF GRADUATE STUDIES**

**TECHNICAL AND FINANCIAL FEASIBILITY OF RAINWATER COLLECTION  
SYSTEM IN RECYCLED PLASTIC BOTTLES FOR TECO HONDURAS**

**AUTHORS:**

**CÉSAR FERNANDO CABALLERO MARADIAGA**

**RODEMEL ANTONIO PACHECO COPLAND**

**Abstract**

Techo Honduras has no previous studies or designs in the country on the harvesting and use of rainwater. The purpose of the research work was to determine the technical and financial feasibility of the rainwater collection system in recycled plastic bottles so that it can be implemented in the houses that Techo Honduras builds in the community of 17 de Enero de La Lima, Cortés. The research methodology was based on a mixed approach, with a predominance of the quantitative approach that was reflected in the technical and financial study through the Social Return on Investment (SROI) methodology. Having made the projected SROI calculation and evaluated the relationship between the benefits obtained and the investment costs, a social return on investment of 2.65 lempiras for each lempira invested is reflected, making the project viable in its design and implementation. The sum of the average annual precipitation of the last 20 years in the municipality of La Lima is 805.12 mm, with this precipitation, the satisfied demand is between 10% and 60% for houses with 18 m<sup>2</sup> of roof, and between 15.5% and 94% for houses with 25 m<sup>2</sup> of roof, depending on the number of occupants. Annual precipitation calculations should not be generalized; each municipality will need its own precipitation analysis from the nearest weather station.

**Key Words: Rainwater, SROI, Precipitation, Storage, Plastic Bottles.**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por tenerme con vida y salud, darme la voluntad y dedicación para lograr mis objetivos, como es la culminación de una etapa más de aprendizaje. Gracias por su infinita bondad y amor.

A mis padres, por su constante y desinteresado amor, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona con buenos valores y principios morales. Por brindarme su apoyo en mis noches de desvelos y de trabajos para alcanzar la meta.

A mis catedráticos, por su apoyo, dedicación, paciencia y motivación especialmente por sus enseñanzas y por transmitirme sus conocimientos en pro de mi desarrollo profesional y personal.

César Fernando Caballero Maradiaga

A mis padres Gloria Copland y Rodemel Pacheco por su apoyo e impulso a nivel de pregrado para poder lograr formarme como profesional y fueron quienes inculcaron principios y valores a la persona que hoy soy.

A la memoria de mi hermana Ileana Pacheco Copland, que sé que estaría feliz y disfrutando también este logro.

A mis hijos, que quiero que este logro lo tomen como suyo y que luego pueda servir de ejemplo a seguir a ellos.

Rodemel Antonio Pacheco Copland

## AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por su infinita misericordia y por la oportunidad que me ha brindado de cursar esta maestría y poder adquirir conocimientos a ser puestos en práctica en la vida profesional y personal.

Agradecer a nuestros catedráticos, ya que se han comprometido a compartir sus conocimientos para la formación de nosotros como profesionales competentes, agradecer sus consejos y la fe depositada en nosotros en todo momento.

Agradecer a mi familia, mi novia y amigos por darme el apoyo necesario en todo momento, así como palabras de aliento al momento de cumplir mis responsabilidades, también gracias por sus sabios consejos y por estar presentes para mí siempre.

César Fernando Caballero Maradiaga

Agradecer primeramente a Dios por su gran misericordia, el cual permitió darme fuerzas para lograr culminar con éxito esta etapa de mi vida.

Agradezco a mi familia por su apoyo incondicional y principalmente mi esposa Ana Alejandra Quezada fue un pilar fundamental para la culminación de la misma, mis dos hermosos hijos Ian Pacheco Quezada & Matheo Pacheco Quezada que han estado a mi lado también y supieron entender cuando papá estuvo ocupado y no dedicó tiempo de calidad a ellos.

Agradezco a mis compañeros, catedráticos y a la Universidad Tecnológica Centroamericana por todo lo aportado, el compañerismo, conocimiento, sabiendo que fue la mejor elección de maestría a cursar.

Rodemel Antonio Pacheco Copland



# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	1
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA .....	2
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA .....	3
1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	5
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN .....	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b> .....	7
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	10
2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO .....	10
2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO .....	21
2.1.3 ANÁLISIS INTERNO.....	24
2.2 TEORÍA DE SUSTENTO .....	25
2.2.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS QUE SE UTILIZARÁN.....	26
2.2.2 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS PREVIAS.....	34
2.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS A EMPLEAR EN EL TRABAJO FINAL.....	35
2.3 CONCEPTUALIZACIÓN.....	37
2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADO EN EL MARCO TEÓRICO.....	38
2.4.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	38

2.4.2 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS.....	39
2.5 MARCO LEGAL.....	40
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>41</b>
3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA .....	41
3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	43
3.1.2 HIPÓTESIS.....	48
3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS.....	48
3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	51
3.3.1 POBLACIÓN.....	52
3.3.2 MUESTRA .....	52
3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS .....	53
3.4.4 UNIDAD DE RESPUESTA .....	54
3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS .....	54
3.4.1 INSTRUMENTOS.....	54
3.4.2 TÉCNICAS.....	56
3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN .....	56
3.5.1 FUENTES PRIMARIAS .....	57
3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS .....	57
3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO.....	57
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>59</b>
4.1 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	59
4.2 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
4.2.1 DATOS DEMOGRÁFICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS .....	60
4.2.2 MÉTODOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD .....	65
4.2.3 PRECIPITACIÓN DE AGUA LLUVIA.....	67

4.2.4 NECESIDADES BÁSICAS DE AGUA .....	73
4.2.5 RECOLECCIÓN/ABASTECIMIENTO DE AGUA LLUVIA.....	75
4.3 ESTUDIO TÉCNICO .....	78
4.3.1 LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD .....	79
4.3.2 DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACIÓN.....	79
4.3.3 OFERTA MENSUAL DE AGUA LLUVIA.....	83
4.3.4 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO.....	85
4.3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA UTILIZANDO BOTELLAS DE PLÁSTICO PET .....	102
4.4 ESTUDIO FINANCIERO (SROI) .....	107
4.4.1 IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS.....	107
4.4.2 MAPA DE IMPACTOS .....	108
4.4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	116
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>117</b>
5.1 CONCLUSIONES .....	117
5.2 RECOMENDACIONES.....	118
<b>CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....</b>	<b>120</b>
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.....	120
6.2 INTRODUCCIÓN DE LA APLICABILIDAD.....	120
6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO.....	120
6.3.1 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO.....	121
6.3.2 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN .....	124
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>174</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía típicos. ....	15
Tabla 2. Costo del sistema de captación de agua lluvia.....	25
Tabla 3. Matriz Metodológica.....	42
Tabla 4. Operacionalización de las variables.....	45
Tabla 5. Datos históricos de precipitación (mm) en La Lima, Cortés. ....	69
Tabla 6. Precipitación Media (mm) mensual de los últimos 20 años .....	70
Tabla 7. Valores de días de precipitación mensual entre el 2000 -2020.....	72
Tabla 8. Dotación mínima de agua (L/hab/día) recomendada por la OMS .....	80
Tabla 9. Coeficiente de escorrentía de techos.....	80
Tabla 10. Demanda anual de agua requerida por familia de diferente tamaño.....	82
Tabla 11. Cálculo de la oferta de agua lluvia por área de techo disponible. ....	84
Tabla 12. Análisis de oferta y demanda de 1 habitante por vivienda de 18 m <sup>2</sup> .....	87
Tabla 13. Análisis de oferta y demanda de 1 habitante por vivienda de 25 m <sup>2</sup> .....	88
Tabla 14. Análisis para 1 habitante de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 60%.....	89
Tabla 15. Análisis para 1 habitante de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 94 % .....	90
Tabla 16. Análisis para 2 habitantes de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 30%. ....	91
Tabla 17. Análisis para 2 habitantes de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 47%. ....	92
Tabla 18. Análisis para 3 habitantes de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 20%. ....	93
Tabla 19. Análisis para 3 habitantes de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 31 % .....	94
Tabla 20. Análisis para 4 habitantes de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 15%. ....	95
Tabla 21. Análisis para 4 habitantes de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 23%. ....	96
Tabla 22. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 12%. ....	97
Tabla 23. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 19 % .....	98
Tabla 24. Análisis para 6 habitantes de una vivienda de 18 m <sup>2</sup> y demanda al 10%. ....	99
Tabla 25. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 25 m <sup>2</sup> y demanda al 15.5 % .....	100
Tabla 26. Resumen de volúmenes de almacenamiento y porcentaje de demanda satisfecha. ....	101
Tabla 27. Relación volumen de almacenamiento con cantidad de botellas utilizadas. ....	105
Tabla 28. Interesados considerados y no considerados del proyecto.....	107
Tabla 29. Identificación de Interesados y Cambios Contemplados y No Contemplados .....	109
Tabla 30. Inversión y el valor del mismo como entrada del mapa de impacto.....	110

Tabla 31. Paso 3 - Salidas y cambios ocurridos para los beneficiados.....	111
Tabla 32. Paso 4 aplicación de porcentajes de castigo a los beneficios. ....	114
Tabla 33. Cálculo del SROI.....	115
Tabla 34. Acta de Constitución del Proyecto.....	121
Tabla 35. Identificación de los Interesados del Proyecto .....	124
Tabla 36. Plan de Gestión de la Integración del Proyecto .....	125
Tabla 37. Plan de Gestión del Alcance .....	126
Tabla 38. Requisitos del Proyecto .....	129
Tabla 39. Definición del Alcance .....	130
Tabla 40. Plan de gestión del cronograma del proyecto. ....	132
Tabla 41. Listado de las Actividades del Proyecto .....	133
Tabla 42. Predecesores de las Actividades .....	135
Tabla 43. Duración de las actividades .....	136
Tabla 44. Plan de Gestión de los Costos.....	139
Tabla 45. Presupuesto de ejecución del proyecto .....	143
Tabla 46. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto.....	144
Tabla 47. Planificación de los recursos en su etapa de Inicio.....	145
Tabla 48. Recursos en su etapa de Planificación .....	147
Tabla 49. Planificación de los recursos en sus etapa de Ejecución. ....	148
Tabla 50. Planificación de los recursos en su etapa de cierre. ....	150
Tabla 51. Materiales necesarios para la construcción de 1 sistema de recolección.....	151
Tabla 52. Herramientas menores necesarias para la construcción del sistema.....	152
Tabla 53. Recurso humano necesario para la realización de las actividades del proyecto. ....	153
Tabla 54. Matriz de Comunicaciones del Proyecto .....	154
Tabla 55. Plan de Gestión de los Riesgos.....	156
Tabla 56. Identificación de los riesgos del proyecto.....	158
Tabla 57. Criterios de Evaluación del Riesgo - Escala de Color.....	160
Tabla 58. Análisis Cualitativo de los Riesgos .....	160
Tabla 59. Escala de categorización del riesgo .....	161
Tabla 60. Análisis Cuantitativo de los Riesgos. ....	161
Tabla 61. Respuesta a los Riesgos. ....	163

Tabla 62. Plan de Gestión de las adquisiciones del proyecto. ....	166
Tabla 63. Involucramiento de los interesados del proyecto.....	167
Tabla 64. Matriz de interesados del proyecto. ....	168

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tiempo de degradación de las botellas PET en el suelo. ....	4
Figura 2. Litros de agua necesarios para elaborar distintos productos. ....	8
Figura 3. Ciclo hidrológico del agua.....	9
Figura 4. Diseño de tipo de flujo total .....	11
Figura 5. Esquema de Componentes Eko Muro .....	13
Figura 6. Sistemas de almacenamiento de aguas lluvias propuestos en proyecto de Chile.....	16
Figura 7. Estados que emplean sistemas de captación de agua lluvias.....	18
Figura 8. Materiales para techo más utilizados en Estados Unidos .....	19
Figura 9. Filtros para evitar la contaminación del agua lluvia recolectada. ....	20
Figura 10. Sistema de Cosecha de Aguas Lluvias con Geomembrana.....	23
Figura 11. Ubicación del estudio de factibilidad dentro de un proyecto. ....	30
Figura 12. Diagrama de la estructura del análisis financiero.....	34
Figura 13. Variables y sus dimensiones del proyecto.....	43
Figura 14. Continuación de la conceptualización de las variables del proyecto. ....	44
Figura 15. Enfoques y Métodos de Investigación.....	50
Figura 16. Resultado de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach.....	59
Figura 17. Género del jefe de familia encuestado.....	60
Figura 18. Situación Laboral actual de los jefes de familia.....	61
Figura 19. Profesiones u oficios de los jefes de familia encuestados. ....	62
Figura 20. Situación laboral actual de los jefes de familia. ....	62
Figura 21. Ingresos mensuales promedios percibidos por el jefe de familia. ....	63
Figura 22. Número de personas que habitan en cada una de las casas de la comunidad.....	64
Figura 23. Fuentes de abastecimiento de agua de la comunidad. ....	65
Figura 24. Utilización de bomba de combustible. ....	66

Figura 25. Gasto mensual en combustible para obtener agua.....	67
Figura 26. Precipitación media de los últimos 20 años en La Lima, Cortés.....	70
Figura 27. Resumen de días de precipitación anual (días).....	71
Figura 28. Principales actividades para las que utilizan el agua. ....	73
Figura 29. Preferencia de consumo de refrescos colas. ....	75
Figura 30. Cantidad de refrescos que consumen semanalmente.....	76
Figura 31. Tamaño de refresco que consumen las familias en la comunidad.....	77
Figura 32. Área total disponible de Techo según modelo de casa.....	78
Figura 33. Ubicación de la comunidad 17 de Enero, La Lima, Cortés.....	79
Figura 34. Pasos para el cálculo del tanque de almacenamiento. ....	85
Figura 35. Esquema básico de sistema de captación de agua lluvia a ser implementado.....	103
Figura 36. Vista frontal del sistema de almacenamiento propuesto. ....	104
Figura 37. Vista lateral del diseño de recolección y abastecimiento. ....	105
Figura 38. Ficha de Costo del sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia. ....	106
Figura 39. Estructura de descomposición del trabajo del proyecto .....	131
Figura 40. Diagrama de Gantt del Proyecto.....	138
Figura 41. Desglose de gastos y costos de las actividades del Proyecto .....	142
Figura 42. Vista isométrica del sistema construido a la casa de Techo Honduras. ....	177
Figura 43. Vista isométrica 2 del sistema de captación en casas de Techo Honduras. ....	177
Figura 44. Estado de casa de la comunidad después de huracanes ETA e IOTA.....	178
Figura 45. Casa de Techo acondicionada por una familia. ....	178
Figura 46. Casa en la comunidad que fue reconstruida y elevada.....	179
Figura 47. Después de los huracanes, muchos de los pobladores han improvisado viviendas...	179
Figura 48. Casa que fue reconstruida por sus habitantes después de los huracanes. ....	180
Figura 49. Las casas de Techo Honduras pueden adaptarse a las necesidades de las familias. .	180

# CÁPITULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

## 1.1 INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable a nivel mundial se ha vuelto un desafío para las comunidades más vulnerables, la escasez de la misma, provocada principalmente por el cambio climático, y la ubicación geográfica en donde se asientan las poblaciones ha obligado a buscar alternativas para la captación y recolección de agua.

En Honduras, existen cientos de comunidades que se encuentran ubicadas tanto en las zonas urbanas como en las rurales, y que sufren de la escasez o ausencia de este líquido vital. El país cuenta con un clima tropical, esto significa que hay mucha presencia de lluvias en el año, esta bondad es una buena oportunidad para desarrollar sistemas de captación y recolección de dicha agua lluvia y que pueda ser aprovechada. Desde hace miles de años, las poblaciones idearon sistemas e infraestructura para poder aprovechar el agua lluvia. En el país, se han dado los primeros pasos en sistemas de cosecha de agua lluvia, sin embargo, aún hay muchas oportunidades de mejora.

Tomando en consideración lo antes mencionado, para el desarrollo del presente trabajo de investigación se buscó formar una alianza con una ONG que estuviese comprometida con el desarrollo social de las poblaciones más vulnerables. Se ha seleccionado Techo Honduras ya que ellos cumplen con creces dicho requisito, la organización brinda a las comunidades el acceso a una vivienda de emergencia, y no se habían planteado alguna solución complementaria para brindarles acceso al agua potable.

La finalidad de la investigación es brindar a Techo Honduras un estudio de factibilidad técnico y financiero del diseño de un sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas PET recicladas para que pueda ser implementado en las casas que la organización construye en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés. La falta de acceso al agua en la comunidad, puede provocar que la salud de sus habitantes se vea comprometida con enfermedades asociadas a la higiene y saneamiento, también ayudará a cuidar las fuentes superficiales y subterráneas de abastecimiento.



## 1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El cambio climático, el uso desmedido de los recursos, la dificultad del acceso al agua por su ubicación geográfica, la escasez de la misma, e incluso un elevado costo en el servicio de agua potable, ha impulsado a distintas organizaciones, y gobiernos a buscar alternativas para la recolección y el aprovechamiento del agua lluvia. A nivel mundial, se han planteado distintas soluciones que van de acuerdo a las capacidades adquisitivas de las poblaciones, la cantidad de precipitación mensual que reciben, condiciones sociales y ambientales.

América Latina no ha sido la excepción, se han realizado grandes esfuerzos para brindar soluciones a esta problemática, los gobiernos de países como Chile, Brasil, México, Colombia, El Salvador, entre otros países, han desarrollado sus propios procesos y sistemas recolección, e incluso han participado en seminarios sobre la recolección de agua lluvia, con el fin de compartir los conocimientos y experiencias adquiridas en pro de la mejora continua en la planificación y ejecución de ese tipo de proyectos.

En Honduras, organismos públicos y privados han desarrollado proyectos para el diseño y la recolección de agua lluvia. INVEST-H, organización de gestión de proyectos del gobierno, ha desarrollado proyectos de cosechadoras de agua para familias en el corredor seco en el departamento de El Paraíso.

En el 2017, la alcaldía del municipio del Distrito Central (AMDC) junto con COPECO, FUNDEVI, financiada por el FND y administrada por el BID, desarrollaron un manual para la construcción y mantenimiento de cosechas de aguas lluvias, el cual forma parte del proyecto basado en la planificación de la respuesta al cambio climático, por medio de los recursos con los que cuentan las comunidades. (Paredes & Munguía, 2017)

Amanco Honduras y Global Water Partnership Centroamérica realizaron una investigación sobre las opciones tecnológicas disponibles para el aprovechamiento de agua lluvia en las comunidades del corredor seco de Honduras, se determinó que el sistema con mejor aceptación por parte de las comunidades fue la del almacenaje del agua lluvia en bolsas de geomembrana de

polietileno, debido a su relación costo y capacidad de almacenaje. (Global Water Partnership Central America, 2016)

Techo Honduras, no cuenta con estudios o diseños previos realizados en el país sobre la recolección y utilización del agua lluvia, sin embargo, la organización cuenta con diseños realizados en Techo México de recolección y abastecimiento, que espera brindar acceso a más de 90 litros de agua diarios por familia durante las épocas lluviosas. (Techo , 2020)

### 1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

De acuerdo con Trinchet & Trinchet (2007), la definición del problema científico es el primero y más importante de los pasos de todo el proceso de investigación. El problema permite conocer y delimitar el terreno de lo desconocido, es decisivo en el resultado final: una definición incorrecta nos lleva a encontrar una pseudo solución. Su planteamiento adecuado no solo implica considerar la situación problemática, es necesario también determinar las posibles vías de solución. En muchas ocasiones, tener el planteamiento correcto del problema significa, tener más que la mitad de la solución.

#### 1.3.1 ENUNCIADO DEL PROBLEMA

El descuido ambiental que tiene Honduras, ha ocasionado que las fuentes naturales superficiales y subterráneas bajen su caudal, causando que muchas familias tengan limitantes para el acceso al agua. Se percibe que cada vez es más difícil tener acceso a fuentes de agua de buena calidad, principalmente en la época de verano.

Techo Honduras brinda a las comunidades el acceso a una vivienda de emergencia, satisfaciendo esa necesidad, sin embargo, por los momentos no se ha planteado alguna solución complementaria para brindarles acceso al agua en las mismas. Surge la necesidad de plantear sistemas de captación de agua lluvia que brinden a la población el acceso al agua. Se necesitan un diseño general del que permita brindar el acceso y el ahorro de consumo de agua, en cualquier pueblo, comunidad o ciudad en la cual la organización Techo Honduras realice sus viviendas.

El alto consumo de refrescos colas en Honduras produce una alta cantidad de botellas plásticas PET que son desechadas, en muchas ocasiones, de forma incorrecta, la cultura del reciclaje en el país no está bien arraigada. De acuerdo a National Geographic España (2020), estas botellas de refresco tienen un período de degradación de entre 450 a 1000 años, por lo que, al no ser desechadas correctamente o reutilizadas, el medio ambiente y el ecosistema puede verse afectado.

A continuación, se puede apreciar el tiempo de degradación de las botellas de plástico en comparación con otros materiales no biodegradables.



**Figura 1. Tiempo de degradación de las botellas PET en el suelo.**

Fuente: (Popy, 2020)

En la figura 1 se ve reflejado el tiempo promedio que tardan las botellas de plástico PET en ser biodegradadas, representa uno de los materiales que más tiempo necesita, es por eso que es necesario e importante presentar alternativas y soluciones para el reciclaje de los mismos. Para evitar continuar dañando los ecosistemas.

### 1.3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es la factibilidad técnica y financiera de un sistema de recolección y abastecimiento de aguas lluvias con botellas de plástico PET recicladas en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés?

### 1.3.3 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Cómo se abastecen de agua las casas que construyó Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero, La Lima?
- 2) ¿Cuál es la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima?
- 3) ¿Cuáles son las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero, La Lima?
- 4) ¿Es funcional la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero, La Lima?
- 5) ¿Cuál es la relación costo/beneficio de la construcción de un sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad 17 de Enero, La Lima?

## 1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

Como lo señala Tamayo y Tamayo (2012), los objetivos en una investigación son los enunciados claros y precisos de los propósitos por los cuales se lleva la investigación, de manera que, el objetivo del investigador es llegar a tomar decisiones y a desarrollar una teoría que le permita garantizar y resolver en la misma forma, problemas semejantes en el futuro.

### 1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Brindar un estudio de factibilidad técnico y financiero de la construcción de un sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia para uso doméstico, reutilizando botellas plásticas PET de refrescos, en las casas que Techo Honduras construye en la comunidad y contribuir a la reducción de desperdicios plásticos.

#### 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Identificar cómo se abastece de agua la comunidad 17 de Enero de La Lima, en dónde Techo Honduras construyó casas.
- 2) Estimar la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima.
- 3) Definir las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero de La Lima.
- 4) Demostrar la funcionalidad de la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad.
- 5) Establecer la relación costo/beneficio de la construcción de un sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad, siguiendo la metodología del Project Management Institute (PMI).

#### 1.5 JUSTIFICACIÓN

La falta de acceso al agua en las comunidades, puede provocar que la salud de sus habitantes se vea comprometida con enfermedades asociadas a la higiene y saneamiento. Honduras se encuentra en una región tropical, teniendo mucha precipitación anual, la cual es poco o nada aprovechada. La captación y utilización de la misma, ayudará al cuidado de las fuentes de abastecimientos, superficiales y subterráneas, así como también al medio ambiente, ya que la recolección se hará en botellas de plástico desechadas, y brindará una reducción de los recursos no renovables.

El estudio de factibilidad permitirá a los investigadores determinar si el proyecto es viable desde la perspectiva económica, social y ambiental y permitirá a la organización Techo Honduras evaluar si el sistema diseñado brindará a la comunidad el beneficio esperado y la solución a los problemas de abastecimiento de agua que esta tiene.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

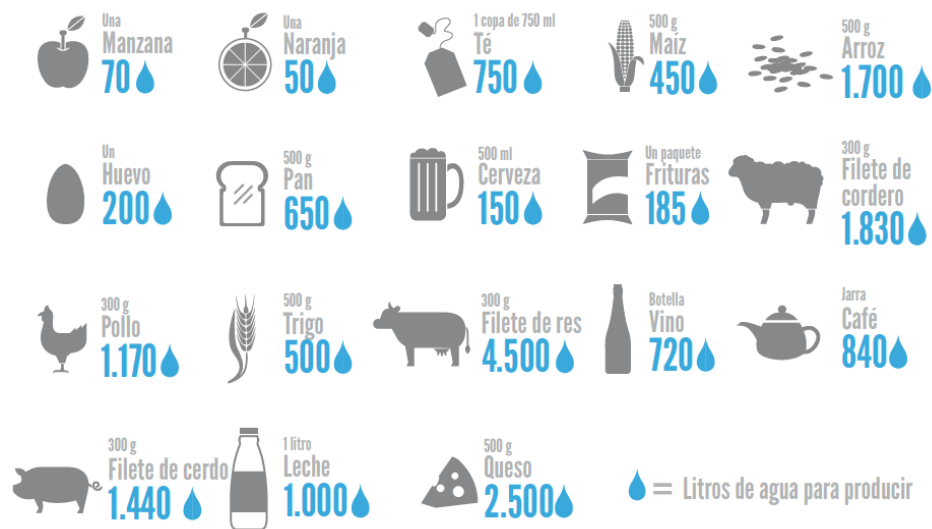
Desde sus orígenes, las sociedades han visto a bien el aprovechamiento de los recursos hídricos de fuentes superficiales de agua dulce para su recolección, almacenaje y consumo. Es por eso que los principales asentamientos de las comunidades eran ubicadas a las faldas de los ríos, esto favorecía a su desarrollo económico y social, permitiéndole dedicarse a la agricultura y la ganadería.

Las comunidades al crecer demográficamente, y al haber poco espacio remanente, debieron asentarse en zonas alejadas a las fuentes superficiales de agua, esto los obligó a idear alternativas y he aquí cuando se registran los primeros sistemas de recolección de agua lluvia, que eran utilizados principalmente para el riego de sus cultivos y el consumo doméstico.

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (2020), apenas el 2.5% de toda el agua en el mundo es dulce, y el 90% de esa agua está en el hielo de la Antártida o en el subsuelo profundo. Solo el 0.5% de agua dulce se encuentra en depósitos subterráneos y apenas el 0.01% se encuentra en ríos y lagos.

El agua dulce que se utiliza no es tratada y aprovechada nuevamente, por lo que cada vez será menor la disponibilidad para uso y consumo para las poblaciones a nivel mundial. Una persona debería contar al menos 20 litros de agua diarios, en un año eso representa un volumen total por persona de 7,300.00 litros. El acceso a esa cantidad mínima requerida está limitada a no muchas personas, ya sea por su ubicación geográfica y por su calidad de agua. (Robles, Näslund-Hadley, & Ramos, 2015, pág. 4).

Parte del problema puede provenir de la creencia de las personas de que el agua es un recurso renovable e ilimitado, sin llegar a comprender el ciclo del agua, ya que el agua no siempre se presentará en las mejores condiciones para ser consumibles. Otro punto importante a resaltar, como se ha mencionado anteriormente es que el agua no solo se utiliza para ser bebido, se utiliza para agricultura, ganadería, procesos industriales. En la siguiente ilustración se muestra una comparación de la cantidad de litros de agua necesaria para producir distintos productos.



**Figura 2. Litros de agua necesarios para elaborar distintos productos.**

Fuente: (*Virtual Water*, 2007)

En la figura 2 se observa la gran cantidad de litros de agua que se necesitan para la elaboración de los productos, va desde 50 litros de agua para producir una naranja hasta los 4500 litros para producir 300 gramos de filete de res, cada uno de esos productos se elabora masivamente porque son de consumo básico, eso conlleva una cantidad de agua bastante elevada.

Toda el agua que existe en la tierra, es parte de un ciclo, siempre está en movimiento y constantemente cambiando de estado. El ciclo del agua no inicia en un lugar en específico, sin embargo, en los océanos se almacena la mayor cantidad de agua por lo que se podría considerar que el proceso inicia allí. Los rayos solares, evaporan el agua hacia al aire, cambiando su estado a vapor de agua, las corrientes de aire lleven el vapor a las capas superiores de la atmosfera, allí la temperatura es menor, causando que el vapor de agua se condense y forme las nubes. Esas nubes colisionan, crecen y caen en forma de precipitación (lluvia), la mayor parte de esta cae en los océanos o sobre la tierra.

Ordoñez (2011) describe el ciclo hidrológico como la sucesión de etapas que atraviesa el agua al pasar de la tierra a la atmósfera y volver a la tierra: evaporación desde el suelo, mar o aguas continentales, condensación de nubes, precipitación, acumulación en el suelo o masas de agua y

reevaporación. Un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para producir la evaporación; la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada se precipite y exista el escurrimiento.

En la figura 3 se observa el ciclo del agua, la transformación y el cambio físico que sufre la misma.



**Figura 3. Ciclo hidrológico del agua.**

Fuente: (USGS, 2020)

El proceso de cambio físico que sufre el agua, el agua de los océanos se evapora, causado por los rayos solares, sube a la atmosfera y se produce la condensación causando nubes. Lo que sucede después es la precipitación, dicha agua causa escurrimiento de agua en los ríos, así como infiltración en la tierra y abastecimiento de agua subterránea.



## 2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Sirve para identificar y enfocar los temas críticos que enfrenta su organización, en base a estos temas críticos, se podrán desarrollar afirmaciones explícitas sobre objetivos realistas. Es una evaluación de los factores internos y externos, probablemente tendrán el mayor impacto sobre el futuro del tema en investigación. (López B. , 2015)

### 2.1.1 ANÁLISIS DEL MACRO-ENTORNO

En el mundo, el aprovechamiento del agua de lluvia se ha convertido en una iniciativa y en una necesidad, se han desarrollado estudios y proyectos para la gestión y el uso eficiente del agua. En Europa, el aprovechamiento del agua lluvia se ha vuelto una alternativa de alivio a los bolsillos de sus poblaciones debido al alto costo del agua en muchos países.

#### 2.1.1.1 ALEMANIA

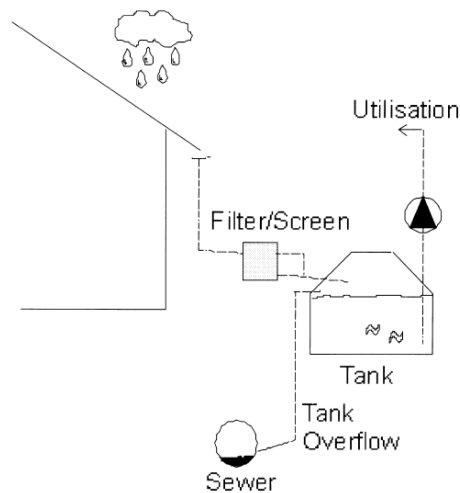
Alemania, en dónde el precio por m<sup>3</sup> es elevado, por lo que han desarrollado sistemas de captación de agua de agua lluvia. El promedio de precipitaciones anuales en Alemania es de 787,4 mm y se produce de manera uniforme a lo largo del año. Las regiones costeras y las altas montañas reciben abundantes precipitaciones. (Weather-Atlas, 2020).

Por causa de la estricta normativa que posee Alemania con respecto al agua potable, el agua lluvia es un recurso bastante utilizado para su uso en necesidades de agua no potable, como descarga de sanitarios, lavado de ropa y riego de las áreas verdes. La población que decide utilizar estos sistemas goza también de beneficios fiscales, como la excepción al pago de la tasa anual que se cobra por el uso de los drenajes locales de aguas lluvias.

Según Herrmann & Uwe (1999), en su investigación sobre la utilización de las aguas pluviales en Alemania, eficiencia, dimensionamiento, aspectos hidráulicos y medioambientales plantea algunos diseños de captación y uso de agua lluvia, el objetivo principal es la investigación basada en un modelo de simulación de 10 años de precipitaciones, para cuantificar los efectos del

uso de sistemas de agua lluvia en los sistemas de drenaje urbanos. Se presentan continuación los diseños propuestos por Herrmann.

El primer diseño se denomina de "tipo de flujo total". El agua lluvia es confinado al tanque de almacenamiento, pasando primero por un filtro antes de ingresar al tanque, el rebose del sistema ocurre cuando el tanque de almacenamiento está lleno, esto para evitar que, si se obstruye el filtro, se desborde el agua antes de entrar al tanque.



**Figura 4. Diseño de tipo de flujo total**

Fuente: (Herrmann & Uwe, 1999)

Una de las bondades de este sistema es que el proceso de limpieza es más eficaz ya que se produce por medio de la sedimentación natural en el tanque de almacenamiento. Se debe buscar el método más sencillo de tratamiento es evitar la mezcla turbulenta dentro del tanque para impedir que el sedimento se mezcle dentro de la columna de agua. (Herrmann & Uwe, 1999) menciona que la desinfección química no es absolutamente necesaria y sólo resultaría en la formación de hidrocarburos clorados cancerígenos si se hace con cloro.

El modelo utilizado fue basado en cálculos de los registros de lluvia en existencia de los últimos 10 años. Las simulaciones fueron hechas por el modelo de escorrentía de precipitación de base hidrológica RWIN.

En el estudio realizado por Herrmann, los resultados de la eficiencia del sistema de recolección de agua demuestran que el uso de agua de lluvia puede reducir significativamente el consumo de agua potable. Los resultados indican que un alto consumo específico de agua de servicio es efectivo para reducir o incluso eliminar la escorrentía de desbordamiento. El uso del agua de lluvia es más eficaz para el sistema de drenaje cuando se aplica en edificios de varios pisos y distritos densamente poblados. Allí la superficie específica del tejado por cabeza es baja, y por lo tanto se puede consumir la escorrentía total del tejado. En este tipo de edificios, al ser el área de techo compartida por muchas personas, el agua lluvia recolectada puede no ser suficiente para el consumo diario mínimo recomendado por persona.

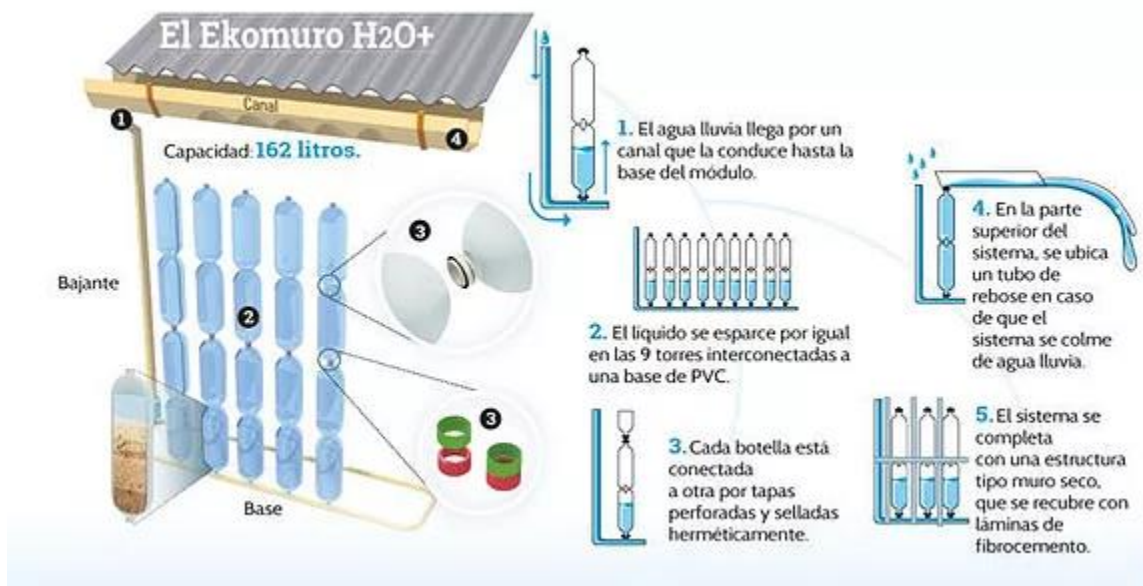
#### 2.1.1.2 COLOMBIA

En Colombia, Eko Group H2O ha planteado un sistema de recolección de aguas lluvias que está elaborado por al menos 54 envases de botellas de plástico PET recicladas, las botellas utilizadas en los sistemas son de 2.5 a 3 litros de capacidad cada uno, que están unidos entre sí, conformando un solo sistema de recolección, normalmente de forma vertical, y resistentes a las presiones del líquido buscando el abastecimiento de agua en comunidades sin acceso al mismo y el ahorro de agua en las viviendas que tienen el servicio pero deben pagar por el mismo.

Eko Group H2O (2020) menciona que su el objetivo de su proyecto es abordar dos problemáticas, la primera es la incorrecta disposición de las botellas de plástico PET, que al ser utilizadas se convierten en basura y no son eliminadas correctamente, provocando contaminación ambiental, tapando desagües, generando contaminación ambiental. El segundo objetivo es la necesidad de proveer alternativas al consumo del agua, y la necesidad de ahorrar en su consumo.

El proyecto de los Eko Muros, ofrecen la misma función de las cisternas de fibrocemento, tanques o contenedores modulares, de forma creativa, ecológica, económica y de fácil elaboración. Eko Muro ofrece una ventaja debido al alto costo de los métodos tradicionales.

A continuación, se puede apreciar el diseño del Ekomuro H2O, muestra sus componentes básicos y el funcionamiento del mismo.



**Figura 5. Esquema de Componentes Eko Muro**

Fuente: (Eko Group H2O, 2020)

En la figura 5 se observa cómo funciona el sistema, el agua lluvia cae en el techo, es recolectada por bajantes de agua lluvia, y es conducida hasta la entrada del sistema, el agua va llenando por igual cada una de las torres de botellas plásticas que están conectadas entre sí, a medida que el sistema se va llenando por igual, se plantea en el sistema la opción de un rebosadero en la parte superior, que servirá cuando el sistema de recolección se colme de agua lluvia. El sistema ofrece también la opción de agregar un filtro elaborado con agregados como ser la arena sílice y carbón activado, también se puede completar la estructura con un recubrimiento de láminas de fibrocemento para proteger el sistema de la intemperie y los rayos de sol.

Este sistema se ha implementado con éxito en viviendas, colegios, universidades, empresas, en fin, el mismo puede ser utilizado. Hasta junio de este año, 10,500 botellas de plástico han sido reutilizadas, 8,000 m<sup>3</sup> de agua lluvia recuperada en un año y 15,000 beneficiarios directos e indirectos. (Eko Group H2O, 2020)

### 2.1.1.3 CHILE

En los últimos 25 años se estima que la demanda por agua en Chile se ha duplicado. Desde el punto de vista de la disponibilidad de agua, Chile es un país bastante privilegiado. La cantidad total de agua disponible por habitante alcanza los 53,000 m<sup>3</sup> por año, cantidad de agua que supera los 6,600 m<sup>3</sup> de promedio mundial y los 2,300 m<sup>3</sup> per persona que organismos internacionales han determinado como el valor mínimo necesario. El agua disponible se encuentra distribuida muy asimétricamente de norte a sur y de cordillera a mar. En Chile no existe una mayor experiencia acerca del uso de los SCALLs, aunque la prolongada sequía del período 2010-2014, ha hecho pensar a las autoridades y organismos técnicos que ésta podría ser una fuente importante de abastecimiento de agua, especialmente en zonas rurales. (Pizarro, y otros, 2015)

Para lograr una eficiencia técnica y económica de estos sistemas, los sistemas de almacenamiento deben ser diseñados y calculados de acuerdo a las áreas de captación de aguas disponibles, deben ser diseñados en forma específica para cada zona en relación a los datos pluviométricos y al tipo de superficie impermeabilizada que capturarán los aportes de agua que van a ser almacenados posteriormente.

De acuerdo con los autores, (Pizarro, y otros, 2015), por lo antes mencionado, en Chile se formuló una propuesta de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales del país. La construcción de los sistemas de recolección de aguas lluvias es especialmente recomendada en zonas que presentan problemas asociados a la escasez de agua. Cada zona debe estar caracterizado hidrológicamente, con información de las ofertas de agua en períodos mensuales y anuales. Para ello se deben utilizar los registros históricos de estaciones pluviométricas cercanas a los sitios en que se desean instalar los sistemas.

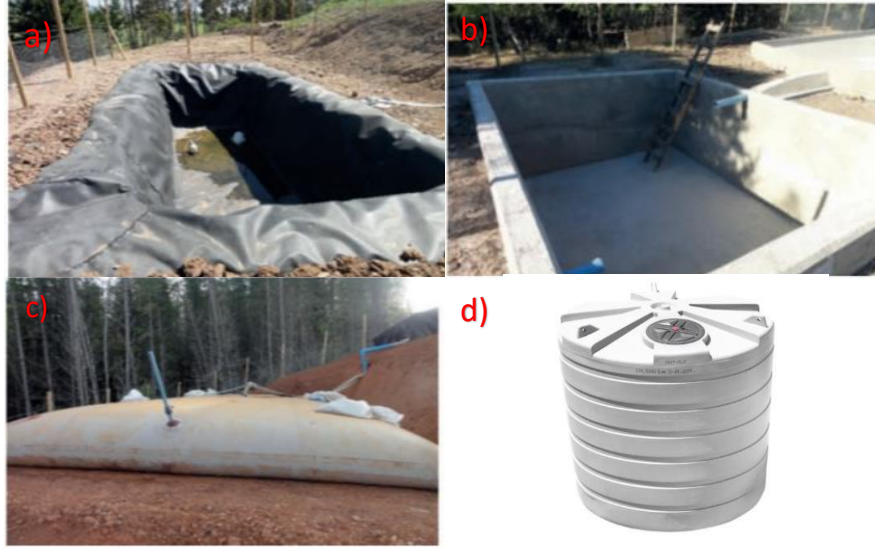
Debido a las pérdidas causadas por la infiltración, la evaporación y los tipos de suelo, no toda la lluvia que cae se puede recolectar y almacenar. En los sistemas de captación de agua de lluvia, se debe buscar el coeficiente se acerque al valor 1. Esto para promover la mayor tasa de captación de agua descendente posible.

**Tabla 1. Coeficientes de escorrentía típicos.**

<b>Tipo de Superficie</b>	<b>Coefficiente de Escorrentía</b>
Pavimentos de hormigón y bituminosos	0.70 a 0.95
Para superficies lisas, impermeables como techos de metal, en teja asfáltica, de concreto, entre otros.	0.90
Pavimentos asfálticos	0.25 a 0.60
Adoquinados	0.50 a 0.70
Superficie de grava	0.15 a 0.30
Zonas arboladas y bosque	0.10 a 0.20
Zonas con vegetación densa: Terrenos granulares Terrenos arcillosos	0.05 a 0.35 0.15 a 0.50
Zonas con vegetación media: Terrenos granulares Terrenos arcillosos	0.10 a 0.50 0.30 a 0.75
Tierra sin vegetación	0.20 a 0.80
Zonas cultivadas	0.20 a 0.40

Fuente: (Salinas & Rodriguez, 2010)

La propuesta de diseño consta de 3 partes: área de captación, sistema de conducción y cisterna de acumulación. En la construcción del área de captación, se realizan las actividades de limpieza, trazado, movimiento de tierra y nivelado. Una vez esté limpia la zona donde se instalará la geomembrana, se debe proceder a ejecutar las distintas labores de construcción de las estructuras de soporte. Se procede a la construcción de las áreas de captación en las cuales se proponen: captación con geomembrana HDPE negra de 1 mm, captación de agua utilizando un hidrógeno acumulador de PVC, captación de agua utilizando un estanque vertical de polietileno y de fibra de vidrio, captación de agua utilizando un estanque fabricado de hormigón armado. Las propuestas de almacenamiento de agua se podrán ver en la siguiente figura.



**Figura 6. Sistemas de almacenamiento de aguas lluvias propuestos en proyecto de Chile.**

Fuente: (Pizarro, y otros, 2015)

Los medios de almacenamiento propuestos en el manual de Chile, a) captación con geomembrana HDPE negra de 1 mm, b) captación de agua utilizando un estanque fabricado de hormigón armado, c) captación de agua utilizando un hidro acumulador de PVC, d) captación de agua utilizando un estanque vertical de polietileno y de fibra de vidrio, este es uno de los medios más utilizados en las viviendas.

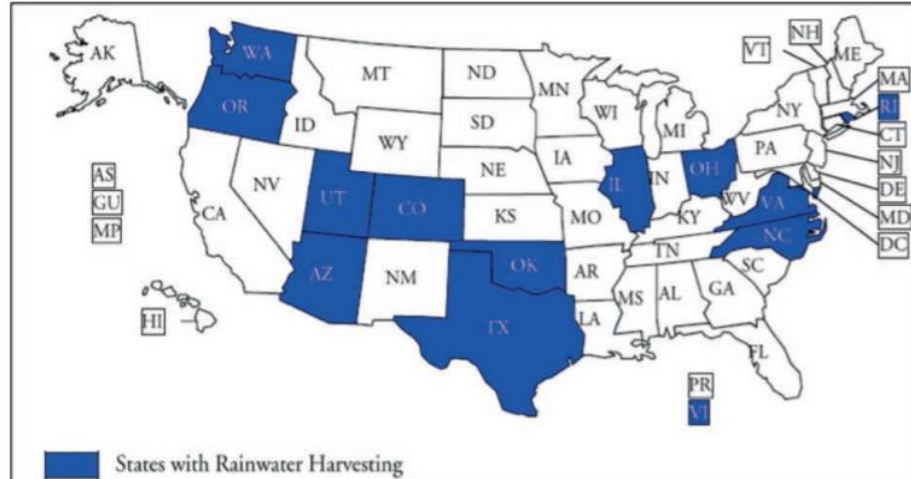
El manual ofrece una evaluación de la calidad de agua del sistema. Producto de que la captación de aguas lluvias se plantea como un método para colectar el agua caída durante la temporada de lluvias y que su uso se realiza al menos dos a tres meses después de la fecha de captación; es recomendable tener en cuenta que siempre se deben hacer exámenes de la calidad del agua colectada y de su evolución en el tiempo. Esto para asegurar a la población el uso óptimo del recurso.

#### 2.1.1.4 ESTADOS UNIDOS

En Estados Unidos, entre los sistemas más comunes, se encuentran los barriles de acumulación de lluvia, tanques de almacenamiento subterráneo y grandes cisternas de almacenamiento sobre el suelo. El uso del agua almacenada varía entre el riego de jardines y huertos, el uso en actividades domésticas e incluso el uso de agua potable para el consumo humano y de animales. Aunque los sistemas de recolección de agua de lluvia construidos para potabilizar el agua son relativamente populares en los Estados Unidos, en su mayoría se instalan en áreas rurales, lejos de las ciudades. A continuación, se presenta la experiencia norteamericana en sistemas de captación de agua lluvia con fines de irrigación en las zonas urbanas del suroeste de los Estados Unidos, donde el agua es más escasa. Se muestran también las prácticas y las alternativas de diseño de sistemas de recolección/almacenamiento de aguas. (García-Chevesich, 2014)

Tal como lo señala García-Chevesich (2014), desde comienzos del presente siglo se ha incrementado el interés de incorporar los SCALLs en la legislación estatal de los Estados Unidos, lo que permitirá definir y clarificar cuándo la captura y acumulación de agua de lluvia puede realizarse. Según las leyes estadounidenses, la captura de agua de lluvia es el acto de utilizar un sistema de recolección de agua de lluvia para su uso doméstico, irrigación, ganadero e incluso sanitario. Algunos estados como se aprecia a continuación, también han aprobado leyes que fomentan el uso de aguas grises para el riego y otras aplicaciones de conservación del agua.





**Figura 7. Estados que emplean sistemas de captación de agua lluvias.**

Fuente: (García-Chevesich, 2014)

En la figura 7 se puede observar un mapa de los estados norteamericanos que han incorporado la captura de aguas lluvia dentro de su sistema legal, entre los que destacan, Wisconsin, Oregón, Texas, Oklahoma, entre otros, siendo 12 estados en total. Texas es el estado donde más se utilizan los sistemas de aprovechamiento del agua de lluvia, esto debido a los incentivos que se les otorga a sus habitantes como ser la exoneración del impuesto sobre las ventas en la compra de equipos de recolección de agua de lluvia y el permitir abiertamente la recolección de agua de lluvia para fines potables y no potables.

Existe una gran variedad de técnicas utilizadas para captar y almacenar la lluvia en zonas urbanas de los Estados Unidos. Estas prácticas se pueden dividir en varias categorías, todas ellas basadas en el principio de “no desperdiciar ni una gota de agua”. La captura de agua de lluvia es el método más popular en los Estados Unidos, hay muchos prototipos y alternativas disponibles para capturar la escorrentía generada en los techos. El diseño SCALL involucra 5 componentes fundamentales: área de captación, red de transporte, conductor de primer lavado, filtros y la cisterna o tanque de almacenamiento. (García-Chevesich, 2014)

El área de captación es la superficie que recibe el agua lluvia que cae y posteriormente fluye por la superficie hasta el lugar en donde se almacenará, un techo con un material impermeable, permitirá que más agua fluya. Si el techo está limpio, libre de hojas, polvo, y de otros organismos externos, presentará una mejor calidad de agua, ya que estas impurezas no serán arrastradas hasta el tanque. (García-Chevesich, 2014)



**Figura 8. Materiales para techo más utilizados en Estados Unidos**

Fuente: (García-Chevesich, 2014)

En Estados Unidos, los materiales más utilizados en los techos de viviendas son la teja y shingles como se puede ver en figura 8, se prefiere evitar el uso de tejas de arcilla u hormigón (izquierda), pues estas últimas son más porosas, lo que puede representar más pérdidas en la captación de agua. Lo que muchos desarrolladores de este sistema de agua lluvia hacen es aplicar una pintura sellante, para así reducir las pérdidas de agua, sin embargo, esto obviamente incrementa los costos. También se están utilizando cada vez los techos de metal, y estos son de los mejores receptores de agua con mayor coeficiente de escorrentía, sin embargo, en este tipo de techos hay que considerar que sean techos con metal antioxidante para evitar la corrosión y posible contaminación del agua.

La instalación de la red de transporte se lleva a cabo comúnmente utilizando un sistema de tuberías. Las tuberías transportadoras deben ser resistentes a la intemperización y a los rayos UV, el material más utilizado es el PVC y sus dimensiones dependerán de los resultados del diseño en cuanto a su capacidad de recolección. Usualmente, la escorrentía generada se transporta por medio de la instalación de canaletas, las que conllevan el agua a tuberías y así el sistema se conecta con la cisterna de almacenamiento. Después que ha pasado mucho tiempo sin llover, es normal que el

techo agarre algún tipo de impurezas, llámese hojas o residuos dejados por las aves, entre otros roedores, por eso, es recomendado que el sistema cuente en la entrada del tanque con un sistema que filtre las primeras aguas de lluvia, orientará sus descarga hacia un punto externo del sistema, evitando así, contaminar el agua almacenada. (García-Chevesich, 2014)

Para eliminar los residuos que se depositan sobre el techo, es necesario instalar una serie de filtros que eliminan dichas basuras para evitar que estas lleguen al tanque de almacenamiento. Las barreras para mantener los residuos fuera de un SCALL están representadas por pantallas o redes que atrapan las hojas a lo largo de la canaleta. dichos filtros suelen ser necesarios solo en techos ubicados cerca de árboles.



**Figura 9. Filtros para evitar la contaminación del agua lluvia recolectada.**

Fuente: (García-Chevesich, 2014)

Es de mucha importancia evitar que las hojas depositadas en los techos entren a las canaletas y posteriormente al tanque de almacenamiento, es por eso que se han ideado sistemas de barreras o filtros como se pudo observar en la figura 9.

Como lo hace notar García-Chevesich (2014), independientemente del material, el tamaño de la cisterna está en función de muchas variables, como lo son: la precipitación de agua lluvia de la zona de influencia, el tipo de tormentas que se producen en la zona, la demanda de agua diaria por parte de los habitantes de las viviendas, la duración prevista de los períodos de sequía o el verano, el área de la superficie de captación, que resulta ser una limitante en el cálculo de la oferta disponible, la preferencia personal de los materiales a utilizar y el presupuesto disponible.

## 2.1.2 ANÁLISIS DEL MICRO-ENTORNO

Honduras no ha sido la excepción en la búsqueda de proyectos o sistemas que permitan la captación de agua lluvia para su posterior aprovechamiento. Se plantean a continuación algunos de los trabajos de investigación realizados en el país.

### 2.1.2.1 CAPTACIÓN DE AGUA EN CUATRO MUNICIPIOS DE LA REGIÓN DEL YEGUARE, HONDURAS

Como se puede constatar en el trabajo de investigación de Portillo Vásquez (2017), se caracterizó los sistemas de captación de agua lluvia para utilizarla en el riego de la producción agrícola, así como se evaluó como les ha cambiado la vida a los pobladores del Valle del Yeguaré, conocido también como el Valle de El Zamorano. En este estudio se encontraron cinco tipos de tecnologías de captación de agua, entre las cuales resalta la tecnología de Impluvium.

Impluvium es una tecnología utilizada para recolectar y almacenar agua lluvia a través de los techos de las viviendas. El sistema consiste en que los habitantes usan el techo de su vivienda para captar el agua lluvia y esta luego es almacenada en un tanque llamado Impluvium con capacidad de 23 m<sup>3</sup>. Esta agua es utilizada para regar sus tierras en las que producen sus granos básicos. La instalación de sistemas de captación de agua fue en su mayoría realizada a través de organizaciones o proyectos del gobierno central. (Portillo Vásquez, 2017)

La autora en su investigación logró observar que la implementación de estas tecnologías también influyó en el capital humano, por medio de la mejora en sus habilidades técnicas para desarrollar actividades productivas.

### 2.1.2.2 MANUA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE COSECHAS DE AGUAS LLUVIAS EN TEGUCIGALPA

Otro de los estudios realizados en Honduras, es el “Manual para la construcción y mantenimiento de Cosechas de Aguas Lluvias en barrios populares de Tegucigalpa”. Este manual incluye el diseño de un sistema de captación de aguas lluvias básico, presenta las dimensiones, ventajas, presupuesto y recomendaciones.

Para que el diseño propuesto pueda ser empleado, debe cumplir ciertos requisitos como techos en buenas condiciones con una pendiente mínima de un 3%, libre de oxidación y de cualquier otro tipo de contaminante. (Paredes & Munguia, 2017)

Entre las ventajas que se plantea en el manual para este sistema, menciona que es posible crear este sistema en cualquier parte del país, el agua que se recolecta alcanza estándares básicos de calidad, es posible tener un abastecimiento permanente si se hace el sistema correctamente, se reducen los gastos por la compra de agua en barriles o tanques. Y entre sus principales desventajas es que el sistema tiene la restricción de tener un lugar de almacenamiento lo suficientemente grande para satisfacer la demanda en la época de verano. Y la captación de agua lluvia está limitado a la cantidad de agua que cae y en el tamaño del techo.

El sistema propuesto en el manual, con las actividades de techo, suministro e instalación de techo nuevo para una casa de 40 m<sup>2</sup>, el sistema de cosecha de agua, incluyendo tuberías y canales, y el sistema de almacenamiento, tiene un costo aproximado de L 27,126.24. (Paredes & Munguia, 2017).

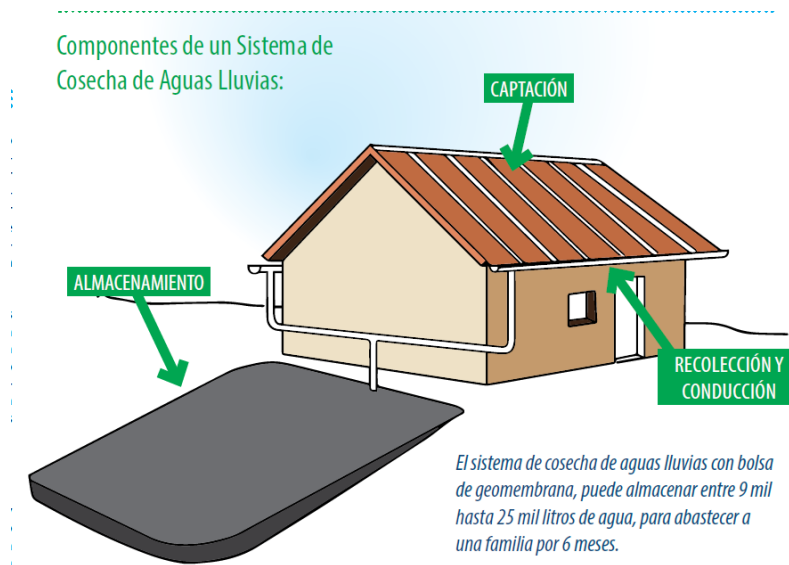
### 2.1.2.3 GLOBAL WATER PARTNERSHIP

Por su parte, Global Water Partnership, fue creada en 1996 para tomar en consideración la gestión de los recursos hídricos y apoyar a los países en la gestión sostenible de los recursos hídricos, para asegurar su disponibilidad. Es una red con más de 3 mil organizaciones de 182 países diferentes. Entre mayo y julio del 2014, el fenómeno ENOS afectó Centroamérica, lo cual provocó una sequía. En Honduras, esta afectó a 76,712 familias en 64 municipios en el sector sur del país. El Servicio Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) racionalizó el servicio de

abastecimiento de agua para consumo humano. Mexichem-Amanco desarrolló una investigación con el fin de ofrecer una solución para el abastecimiento de agua de estas comunidades, dichos estudios concluyeron en la propuesta de un sistema de cosecha de agua lluvia almacenando la misma en bolsas de geomembrana. (Martinez, 2018)

GWP Centroamérica recomendó la utilización de la bolsa de geomembrana como almacenamiento, ya que su costo/beneficio representaba el más viable por sus características para las comunidades. El primer ejemplar instalado fue en la comunidad de Los Balcanes, en Choluteca. Se logró replicar esta tecnología en varios países de Centroamérica, y fue usado en los niveles (familiar, comunitario, escolar, etc). Para el 2018, Invest-H adquirió sistemas de cosechas de aguas lluvias con geomembrana para apalear los impactos de la sequía que sufrió el sur del país y demostró ser un proyecto exitoso en los sectores en que se implementó.

En la figura 10 se muestran los componentes del sistema de cosecha de aguas lluvias.



**Figura 10. Sistema de Cosecha de Aguas Lluvias con Geomembrana.**

Fuente: (Martinez, 2018)

En la figura 10 se aprecia que el sistema de almacenamiento por medio de una bolsa de geomembrana se conecta con los bajantes de agua lluvia para el almacenamiento de agua, ese sistema en zonas con alta precipitación puede almacenar grandes cantidades de volumen de agua, capaz de abastecer familias por mucho tiempo.

### 2.1.3 ANÁLISIS INTERNO

Techo es una organización presente en 19 países de América Latina, que busca superar la situación de pobreza que viven millones de personas en asentamientos, a través de la acción conjunta de sus habitantes y jóvenes voluntarios y voluntarias. (Techo , 2020)

La organización tiene su nacimiento en Chile en el año de 1997, en su plan de réplica y presencia internacional, inicia operaciones en Honduras en el 2010, en sus inicios contaba con el nombre: “Un Techo para mi País Honduras”, mantenía la finalidad de la construcción de “viviendas de emergencia”, es decir, viviendas prefabricadas de madera. Para el segundo año de existencia, Techo Honduras ya había logrado participación en 5 asentamientos, había construido 250 viviendas apoyados por más de 1000 jóvenes voluntarios. En el 2012, debido a un cambio de imagen institucional, Un Techo para mi País pasa a ser Techo.

En el 2016, Techo comienza con cambios en su organización, e incluye en sus proyectos, la transformación de la vivienda que se entrega, empieza a incluir proyectos de saneamiento, como ser las letrinas, y opciones de energía alternativa. A raíz de esos cambios institucionales y de enfoque es que Techo comienza a realizar estudios y a plantear soluciones a las necesidades de agua de las comunidades. La institución plantea como propuesta el uso de “SCALL”, Sistema de Captación de Agua de Lluvia.

De acuerdo con Techo (2020), entre los impactos que se busca generar es el ahorro promedio de al menos 178 dólares anuales, por concepto de compra de agua, busca brindar el acceso a más de 90 litros diarios de agua por familia, reducción del tiempo utilizado en la recolección de agua.

En la tabla 2, se observan los costos que implica la solución propuesta por Techo, estudios y análisis realizados en Techo Mexico.

**Tabla 2. Costo del sistema de captación de agua lluvia**

<b>Costo unitario de sistemas de captación de agua de lluvia</b>		
<b>Descripción</b>	<b>Pesos MXN</b>	<b>Dólares USD</b>
1. Kit Isla Urbana	\$ 7,000.00	\$ 368.42
2. Almacenamiento	\$ 1,796.84	\$ 94.57
3. Ferreterías y consumibles	\$ 3,825.08	\$ 201.32
4. Transporte de materiales	\$ 2,694.36	\$ 141.81
5. Logística de instalaciones	\$ 1,639.60	\$ 86.29
Subtotal	\$ 16,955.88	\$ 892.41
Gastos Generales	\$ 8,044.12	\$ 423.37
<b>Total Por SCALL</b>	<b>\$ 25,000.00</b>	<b>\$ 1,315.78</b>

Fuente: (Techo , 2020)

En la tabla 2, se pudo analizar un presupuesto bastante completo para la instalación del sistema de cosecha de aguas lluvias, el costo del sistema propuesto por Techo México, a la tasa de cambio del dólar en Honduras de 24.30 lempiras, es de 31,973.45 lempiras, se observa que el costo de este sistema, no está al alcance de las familias más pobres o sin tanto poder adquisitivo.

## 2.2 TEORÍA DE SUSTENTO

La aplicación de estas teorías desarrolladas por otros investigadores, ayudará a alcanzar los objetivos planteados al inicio del presente trabajo de investigación, así como el planteamiento de posibles soluciones a la problemática planteada.

El sustento teórico de una investigación es el conglomerado de teorías que sirven para sustentar los argumentos que se usan en una investigación para dar soluciones a un problema. El sustento permite, tanto al lector como a quien desarrolla la investigación, hacer saber que el proyecto tiene un sustento teórico y no es algo que surgió de la nada. (Ibarra, 2020)



## 2.2.1 ANÁLISIS DE LAS METODOLOGÍAS QUE SE UTILIZARÁN

Se plantean a continuación dos teorías que enmarcan los conocimientos resultantes de las investigaciones sobre los temas de recolección de las aguas lluvias y en la reutilización de las botellas de plástico PET de refrescos y su utilización en viviendas, en comunidades con poco acceso al servicio de agua potable.

### 2.2.1.1 ECOTECNIA

La Ecotecnia de captación de agua lluvia o sistemas de cosecha de agua tienen como propósito, la recolección de agua lluvia, para su posterior utilización. Su aplicación doméstica consiste en sistemas de recolección colocados en el techo de la casa, donde se capta el agua en el techo, y luego es dirigida por medio de canales y bajantes que conducen el agua hacia su almacenamiento. Existen sistemas de fabricación sencilla que no requiere de la participación de personal técnico específico, y utilizan materiales que se encuentra localmente o de fácil acceso. (Ávila Á. , 2013)

Como plantea CESPRO (2014), todo aquel emprendimiento técnico que tenga como objetivo reducir, reciclar y reutilizar sin crear dependencia tecnológica o económica; que sea fácil de apropiar, que fomente la emancipación, que sea de baja o muy baja tecnología, que este dirigido a los estratos sociales más vulnerables, que ahorre recursos de cualquier índole, incluyendo los económicos; es una Ecotecnia.

En el diseño de una Ecotecnia se debe tomar en cuenta: Factores materiales, los techos y cisternas con los que se cuenta o el espacio para construirlos o instalarlos. Las condiciones naturales, la cantidad de lluvia, la intensidad de las tormentas. Las variables y las expectativas con la finalidad de lograr la dimensión adecuada del sistema, que logre un mayor número de beneficios con una menor inversión. (Romero, 2010) señala:

La captación y almacenamiento de agua de lluvia es un sistema sencillo para obtener agua para consumo humano y/o agrícola. En este sistema, el agua de lluvia es interceptada, colectada y almacenada en depósitos para su posterior uso. En la captación de agua de lluvia con fines domésticos, se aprovecha la superficie del techo de una vivienda para la captación. A este modelo

se le conoce como SCAPT, que son las siglas de Sistema de Captación de Agua Pluvial en Techos. Este sistema está compuesto por: Captación, recolección y conducción, interceptor, almacenamiento. Los factores que se deben tomar en cuenta en un sistema de captación de aguas pluviales, SCAPT, son los siguientes: Precipitación media por año, precipitación mínima por año, precipitación máxima por día, consumo diario, superficies recolectoras, superficie de riego disponible, consistencia del suelo, existencia de drenaje pluvia, espacio para el almacenamiento.

Como lo muestra la figura 7, un diseño básico del sistema SCAPT propuesto por la OMS basado en la Ecotecnia.



**Figura 7. Diseño de captación de aguas lluvias SCAPT.**

Fuente: (Romero, 2010)

A pesar de en apariencia ser un diseño sencillo y modesto resulta realmente práctico, básico y necesario para una correcta recolección y almacenamiento de agua lluvia que podrá ser utilizado posteriormente para distintos usos domésticos o agrícolas.

### 2.2.1.2 TEORÍA DEL RECICLAJE DE PLÁSTICO

Una de las soluciones al problema de la contaminación producida por las personas, es por medio del reciclaje, este proceso consiste recolectar los desperdicios y residuos de materiales y son transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas.

El reciclaje de este material está creciendo rápidamente, debido que cada día aumenta la demanda de envases desechados de PET. Grandes empresas están desarrollando tecnologías para reciclar residuos plásticos, el PET es actualmente el material plástico que más se recupera, proveniente de botellas de refresco de 2 y 3 litros, se utiliza para hacer fibra de relleno, cintas de embalaje, geotextiles y otros productos. (Careaga, 1993)

El PET se usa ampliamente para producir envases de plástico, pero en todo el mundo solo alrededor del 20% de este material llega a las plantas de reciclaje y el resto se incinera, se desecha en vertederos o se filtra al medio ambiente natural. (Unilever, 2018) menciona:

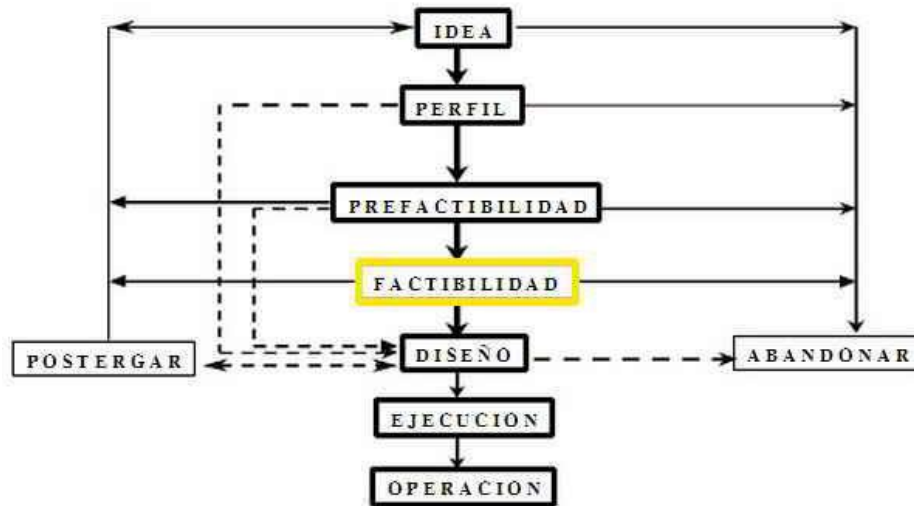
El reciclaje de envases PET es fundamental para la lucha contra la basura, la contaminación y el calentamiento global. Las empresas productoras de alimentos, bebidas e incluso cosméticos, tienen un interés especial en este tipo de material. En un intento de desarrollar el reciclaje de este material tan abundante, Unilever se ha asociado con Indorama Ventures, que es una empresa derivada de la Universidad de Tecnología de Eindhoven, y han desarrollado una tecnología capaz de convertir los desechos PET en un nuevo material transparente y virgen que permitiría fabricar botellas nuevas a partir de material reciclado, es decir, transparentes totalmente. Ello implicaría fabricar con PET reciclado nuevas botellas continuamente, generando una economía circular infinita de envases producidos a partir de PET reciclado, ahorrando costes a la industria y mejorando el medioambiente, con la eliminación de este tipo de residuo.

### 2.2.1.3 TEORÍA DE FACTIBILIDAD

De acuerdo con Blanco (2007), el principal objetivo del estudio de factibilidad de un proyecto de investigación es determinar la viabilidad social, económica, y financiera haciendo uso de herramientas contables y económicas como lo son el cálculo del punto de equilibrio, el valor agregado, así como también el uso de herramientas financieras tales como el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN). También propone que se le dé importancia a los aspectos económicos y sociales, como ser el flujo de fondos que tenga la organización, el balance entre los ingresos líquidos y los egresos líquidos. Un estudio de factibilidad para un proyecto de investigación debe estar compuesto por: un estudio de mercado, un estudio técnico, un estudio económico-financiero. Miranda (2005) establece que:

El estudio de factibilidad es un instrumento que sirve para orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa preoperativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto. Se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación. Del estudio de factibilidad se puede esperar: o abandonar el proyecto por no encontrarlo suficientemente viable, conveniente u oportuno; o mejorarlo, elaborando un diseño definitivo, teniendo en cuenta las sugerencias y modificaciones que surgirán de los analistas representantes de las alternas fuentes de financiación, o de funcionarios estatales de planeación en los diferentes niveles, nacional, sectorial, regional, local o empresarial.

A continuación, en la figura 11, se presenta donde se encuentra ubicado el estudio de factibilidad dentro del ciclo de los proyectos de investigación.



**Figura 11. Ubicación del estudio de factibilidad dentro de un proyecto.**

Fuente: (Miranda, 2005)

Como se aprecia en la figura 11, el estudio se encuentra ubicado antes de la etapa del diseño, puesto que este brindará información necesaria para la creación del mismo, y permitirá la toma de decisiones en una etapa temprana, si es recomendable seguir o no con el proyecto.

Como lo señala Miranda (2005), El estudio de factibilidad debe conducir a:

- 1) Determinación plena e inequívoca del proyecto a través del estudio de mercado, la definición del tamaño, la ubicación de las instalaciones y la selección de tecnología.
- 2) Diseño del modelo administrativo adecuado para cada etapa del proyecto.
- 3) Estimación del nivel de las inversiones necesarias y su cronología/lo mismo que los costos de operación y el cálculo de los ingresos.
- 4) Identificación plena de fuentes de financiación y la regulación de compromisos de participación en el proyecto.
- 5) Definición de términos de contratación y pliegos de licitación de obras para adquisición de equipos y construcciones civiles principales y complementarias.
- 6) Sometimientto del proyecto si es necesario a las respectivas autoridades de planeación y ambientales.
- 7) Aplicación de criterios de evaluación tanto financiera como económica, social y ambiental, que permita allegar argumentos para la decisión de realización del proyecto.

Un estudio de factibilidad para los proyectos de inversión se compone de: un estudio de mercado, un estudio técnico y estudio económico-financiero.

El estudio de mercado consta de la determinación y cuantificación de la demanda y la oferta, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización. El objetivo general del estudio de mercado es examinar y confirmar que el producto o servicio que se pretende comercializar cuenta con mercado potencial, de manera que al finalizarlo se puedan determinar estrategias efectivas sobre análisis de precios, promoción, distribución y comercialización y de igual forma examina la oferta a través del análisis de los competidores actuales o potenciales. (Blanco, 2007)

Los estudios de mercado pueden ser de dos tipos: cualitativos y cuantitativos:

- 1) Estudios cualitativos: En este tipo de estudio se realizan análisis individuales a los entrevistados, se les realiza la encuesta, se toma el resultado obtenido, se analiza, se saca conclusiones, posteriormente sigue con el siguiente entrevistado y se repite el proceso antes mencionado, estos pasos se realizan con cada uno de los integrantes de la muestra para poder realizar un análisis general de la muestra. En base a estos resultados el investigador plantea una teoría lógica para representar lo que observa. (Hernández Sampieri et al., 2014)
- 2) Estudios cuantitativos: Este tipo de estudio está basado en el análisis numérico de la información, por medio de herramientas estadísticas, para obtener así los resultados. El método más utilizado para la recolección de datos es por medio de la aplicación de encuestas o cuestionarios. (Hernández Sampieri et al., 2014)

Desde el punto de vista de los autores Kotler et al., (2004), en estudio de mercado tiene cuatro etapas básicas:

- 1) Establecimiento de los objetivos del estudio y definición del problema que se intenta abordar: El primer paso en el estudio es establecer sus objetivos y definir el problema que se intenta abordar.

- 2) Realización de investigación exploratoria: Antes de llevar a cabo un estudio formal, los investigadores a menudo analizan los datos secundarios, observan las conductas y entrevistan informalmente a los grupos para comprender mejor la situación actual.
- 3) Búsqueda de información primaria: Se suele realizar de las siguientes maneras: investigación basada en la observación, entrevistas cualitativas, entrevista grupal, investigación basada en encuestas, investigación experimental.
- 4) Análisis de los datos y presentación del informe: La etapa final en el proceso de estudio de mercado es desarrollar una información y conclusión significativas para presentar al responsable de las decisiones que solicitó el estudio.

El estudio técnico tiene como objetivo principal el determinar la infraestructura necesaria para el proyecto y así poder especificar la capacidad se recursos necesarios de la empresa. De este estudio se obtienen los costos de inversión y de operación en los procesos de producción. El estudio técnico analiza y determina el tamaño, la localización, los equipos, las instalaciones y la organización óptima requerida para el funcionamiento y la operatividad del proyecto. El fin del mismo es responder las preguntas referentes a dónde, cuánto, cuándo, cómo y qué producir o comprar lo que desea. (Blanco, 2007)

A criterio de Baca (2010), los componentes del estudio técnico son los siguientes:

- 1) Localización del proyecto: la localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto Análisis y determinación del tamaño óptimo del proyecto Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos Identificación y descripción del proceso Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto rentabilidad sobre capital o a obtener el costo unitario mínimo. El objetivo general de este punto es, llegar a determinar el sitio donde se instalará la planta. En la localización óptima del proyecto se encuentran dos aspectos: la Macro localización y la Micro localización.
- 2) Determinación del tamaño óptimo de la planta: se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año. Existen otros indicadores indirectos, como el

monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica.

3) Ingeniería del proyecto: su objetivo es resolver todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta, desde la descripción del proceso, adquisición del equipo y la maquinaria, se determina la distribución óptima de la planta, hasta definir la estructura jurídica y de organización que habrá de tener la planta productiva. En síntesis, resuelve todo lo concerniente a la instalación y el funcionamiento de la planta.

4) Organización de la organización humana y jurídica: una vez que el investigador haya hecho la elección más conveniente sobre la estructura de organización inicial, procederá a elaborar un organigrama de jerarquización vertical simple, para mostrar cómo quedarán, a su juicio, los puestos y jerarquías dentro de la empresa. Además, la empresa en caso de no estar constituida legalmente, deberá conformarse de acuerdo al interés de los socios, respetando el marco legal vigente en sus diferentes índoles: fiscal, sanitario, civil, ambiental, social, laboral y municipal.

El estudio económico-financiero se construye con la información resultante del estudio de mercado y estudio técnico y la transforma en valores, es por ello que el objetivo principal de este estudio es organizar y procesar la información que se tiene para obtención de resultados que sirvan de base para su evaluación. Para lograr esta evaluación es necesario analizar los siguientes elementos: Elementos de infraestructura y estructura, maquinaria y equipos de producción, estudios y proyectos, inversión total, depreciación y amortización, financiamiento de terceros, nómina, materias primas, ingresos, gastos de fabricación y el estado de resultado. Luego de haber obtenido las variables y los parámetros del proyecto desarrollado en los elementos antes mencionados, se procede a evaluar los resultados, siendo estos: el valor agregado, punto de equilibrio, capital de trabajo, flujo de fondos, rentabilidad, tasa interna de retorno (TIR) y valor presente neto (VPN). (Blanco, 2007)



En la figura12, se podrá observar la estructura del análisis financiero, indicando desde donde es recolectada la información:



**Figura 12. Diagrama de la estructura del análisis financiero.**

Fuente: (Baca, 2010)

Se deben utilizar las herramientas contables como ser el estado de resultados, punto de equilibrios, balance general para poder definir la rentabilidad del proyecto, por medio de una evaluación económica. Es necesario definir el punto de equilibrio, el capital de trabajo, y se deberá analizar el costo de capital para compararlo con la TIR encontrada.

### 2.2.2 ANTECEDENTES DE METODOLOGÍAS PREVIAS

Las teorías que se utilizarán en el trabajo de investigación, son teorías originales, es decir, no han sido basadas o sido modificadas de otras, sin embargo, si están basados en principios ancestrales que los habitantes a nivel mundial han empleado para facilitar la realización de las actividades diarias, motivados por la obligación de satisfacer sus necesidades domésticas, agrícolas e industriales.

### 2.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS METODOLOGÍAS A EMPLEAR EN EL TRABAJO FINAL

El alcance de la teoría de Ecotecnia para la utilización del agua lluvia, se basa en proponer un sistema para recolección y almacenamiento para obtener agua que sea apta para el consumo humano, y para su uso en distintas actividades. Define los materiales a utilizar para la construcción del sistema de acuerdo a las opciones del medio o capacidad adquisitiva de los habitantes.

En la opinión de Romero (2010), la teoría de ecotecnia ofrece las siguientes ventajas y desventajas en su implementación.

Ventajas sociales y ambientales:

- 1) Alta calidad fisico-química del agua de lluvia.
- 2) Ideal para comunidades alejadas o dispersas debido a que es un sistema independiente.
- 3) El sistema no requiere de energía para su operación.
- 4) Conservación de los recursos acuíferos.
- 5) Requiere mínima inversión en mantenimiento.
- 6) Utilizan racionalmente los recursos naturales no renovables.

Desventajas

- 1) La cantidad de agua lluvia captada depende de la precipitación en la localidad y del área de captación.
- 2) El espacio que el sistema necesita para su instalación puede ser algo elevado.

Por su parte, el alcance de esta teoría de reciclaje de botellas plásticas PET, plantea que este tipo de producto terminado puede ser reciclado en 4 diferentes formas, pero existen pocos o nulos registros de la reutilización de los mismos para la captación de agua lluvia, no hay distintos diseños planteados utilizando las botellas como medio de captación o almacenamiento de los mismos.

De acuerdo con Espacio Ciencia (2020), la teoría de reciclaje ofrece las siguientes ventajas y desventajas:

#### Ventajas

- 1) Los plásticos tienen una baja densidad, lo que puede resultar óptimo para muchos de sus usos. Porque son extremadamente ligeros.
- 2) Los plásticos se pueden manipular de forma sencilla. Esto permite que se usen para crear elementos muy complejos, sin gastar excesiva energía ni recursos.
- 3) Los plásticos son muy resistentes a la corrosión los ataques de agentes químicos. Este hecho les convierte en indispensables para envases y embalajes de todo tipo.
- 4) Un aspecto interesante es que los plásticos son aislantes eléctricos, la corriente no se conduce a través de ellos. A su vez, también son aislantes térmicos. No obstante, pueden dañarse si se les expone a temperaturas muy elevadas.
- 5) La versatilidad y amplio radio de uso, hace que los plásticos se usen en todos los ámbitos. Desde la agricultura, a la arquitectura, pasando por la industria aeronáutica.
- 6) Los plásticos son unos materiales muy resistentes, lo que ha promovido que sean utilizados en gran medida para el consumo humano. Por ejemplo, los envases de comida de plástico. Permiten que los alimentos que están en su interior se conserven de manera óptima y sin temor a que pueda dañarse su superficie.

#### Desventajas

- 1) Las limitaciones de la reutilización a determinados tipos de productos, es difícil su aplicación de forma generalizada.
- 2) El reciclaje de materiales produce una cierta pérdida a causa de la mezcla de los mismos o la degradación de las propiedades de éstos.
- 3) Existe la creencia de que los materiales reciclados son de menor calidad que los no reciclados.
- 4) La recuperación de energía no es muy recomendable puesto que, en realidad, no se aprovecha de manera óptima la fuente de materias primas que ofrecen los residuos. Algunos procesos de reciclaje arrojan residuos contaminantes.
- 5) Los crecientes requerimientos, dificultades legales y costes que suponen los vertederos para el vertido de productos.

## 2.3 CONCEPTUALIZACIÓN

**Precipitación:** es cualquier forma de humedad que cae en la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, entre otras formas. Es el principal proceso por el cual el agua retorna a la Tierra. (Bateman, 2007)

**Agua de Lluvia:** Forma parte del ciclo hidrológico, que consiste en que el agua de los ríos, lagunas, océanos se evaporan por los rayos del sol y esta sube a la atmosfera, se enfrían y condensan formando nubes que al volverse muy pesadas debido a la concentración caen al suelo produciendo lluvia. (Máxima, 2021)

**Captación de Aguas Lluvias:** Es el esfuerzo humano por medio de tecnologías para incrementar el volumen de agua de lluvia que se logra mantener en estructuras construidas, que permitan que el servicio esté disponible cuando sea requerido. (FAO, 2013)

**Almacenamiento:** Consiste en acumular la cantidad de agua suficiente capaz de satisfacer la demanda diaria de las personas que la utilizan. (De Anda, 2017)

**Bolsa de Geomembrana:** Hace la función de un tanque almacenamiento, permite adaptar su forma a la disponibilidad de espacio que hay disponible. Es de un material de alta densidad con 1 mm de grosor, cuenta con protección a los rayos del sol, y cuenta con una entrada de agua y una para la salida. Tiene una capacidad máxima de entre los 20 a 25 m<sup>3</sup>. (Global Water Partnership Central America, 2016)

**SCALL:** es una técnica que permite aprovechar el agua de lluvia para el uso y consumo humano, es una alternativa a otros sistemas con los que se pueden contar como abastecimiento, se basa en aprovechar las superficies impermeables, como láminas de techo, pavimentos para la captación del agua. (GWP Centroamérica, 2017)

Demanda Total: La demanda de agua estimada correspondiente a la cantidad o volumen de agua usado por la población para suplir las necesidades o requerimientos del consumo humano y que debe ser la mínima recomendada de acuerdo a organismos internacionales de agua y saneamiento. (González et al. , 2010)

PET: Es el plástico más utilizado del mundo, son las siglas de: polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico muy resistente, ofrece ventajas en el tiempo de duración en comparación a los otros tipos de plástico. (Arapack, 2018)

Reciclaje de Plástico: Es el proceso de reutilización de desechos o desperdicios de botellas plásticas de refresco y al procesamiento de materiales en nuevos productos listos para ser utilizados o la utilización el material sin modificación química para su utilización en diferentes fines. (Arandes et al. , 2004)

## 2.4 INSTRUMENTOS UTILIZADO EN EL MARCO TEÓRICO

Hernández et al. (2014) afirma: “Un instrumento de medición es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p. 199).

Entre los instrumentos que servirán para darle respuestas a las preguntas de la investigación, se encuentran: la información meteorológica, información pluviométrica, encuestas y modelo de cálculos.

### 2.4.1 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

Información Meteorológica: Sirve para ayudar a garantizar la seguridad alimenticia, la reducción de los riesgos naturales, la gestión del acceso al agua y la protección de la salud humana. Distintos sectores de la sociedad utilizan la información y las predicciones meteorológicas precisas y oportunas para planificar y orientar sus actividades.

Información pluviométrica: Es la información generada por equipos que miden los niveles de precipitación. Se trata de un recipiente con escala graduada que mide los litros recogidos de agua lluvia recogidos en un lugar determinado en un tiempo determinado. Su medida puede ser representativa de la precipitación de varias hectáreas de la cuenta. Por medio de técnicas de medición continuada, vaciando el recipiente instantáneamente una vez lleno, permiten obtener gráficas con información tanto de la cantidad de precipitación (mm) como de la intensidad de la misma (mm/h). (Arriaga, 2020).

Encuestas: La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz. Este procedimiento de investigación permite la posibilidad de aplicaciones masivas y la obtención de información sobre un amplio abanico de cuestiones a la vez. (Casas, Repullo, & Donado, 2003)

Modelo de cálculos: Utilizado para determinar los parámetros de diseño del sistema de recolección, el volumen de almacenamiento necesario, la precipitación promedio mensual, la demanda total y acumulada, la oferta total, la oferta acumulada, así como el porcentaje de ahorro de agua potable. (Palacio, 2010)

#### 2.4.2 PROCEDIMIENTOS EMPLEADOS

Información Meteorológica: Se recopilan datos de al menos los últimos 5 años, desglosando la información mensualmente si es posible, a través de las estaciones meteorológicas existentes en el país.

Información pluviométrica: Se obtienen los datos de precipitación de la estación meteorológica de los últimos meses y años, un rango prudencial de tiempo para poder proyectar los valores y poder realizar el diseño.

Encuestas: Se formulan las preguntas en un nivel de comprensión lo suficientemente básica para el entrevistado, considerando que incluso si el la lee solo, será capaz de comprender y responder completamente la misma. Las preguntas planteadas deben estar orientadas a responder las preguntas de investigación, o al menos de recopilar la suficiente información que guie a la

investigación a la respuesta de las mismas. Estas encuestas se aplican de casa en casa, de forma presencial, y jefe de familia será el encargado de llenar la misma, brindando respuestas honestas y verídicas.

Modelo de cálculos: Busca obtener respuesta a los parámetros básicos de diseño necesarios como ser la población que tiene necesidad de agua, tipo de material del techo (área de captación), el coeficiente de escorrentía de acuerdo al material del techo, también es muy importante establecer el área total de captación disponible, esto ayudará a relacionar la demanda de agua con la oferta y definirá los volúmenes de almacenamiento necesarios.

## 2.5 MARCO LEGAL

En Honduras, existen diversas leyes, decretos y normas que forman parte del marco institucional del sector, que regulan los usos del agua como servicio público, también se cuenta con algunas más en materia ambiental que regulan el buen uso, racional y eficiente del agua, buscan alcanzar metas de provisión de servicios con mayor calidad, no obstante, en materia de uso de aguas lluvias, es muy poco o nada lo que se tiene.

De acuerdo con Mairena, Smits, & Uytewaal (2011), se logran identificar 16 leyes y normas legales relacionadas con los servicios de agua y saneamiento, entre las que destacan: La Ley del Marco del Sector Agua y Saneamiento y su Reglamento, La Ley de Municipalidades, La Ley General de Aguas, Ley de la Visión de País 2010 – 2038 y Plan de Nación 2010 – 2022.

El sector agua y saneamiento cuenta con un marco legal actualizado que debería de permitir el mejoramiento de la prestación de los servicios, a nivel de municipalidades existe cierto nivel de desconocimiento. El marco legal de Honduras permite que se produzcan adiciones y modificaciones al contenido del mismo, principalmente en la parte técnica, esto a medida que los avances tecnológicos se vayan presentando.

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

La investigación científica tiene como objetivo profundizar en la comprensión del proceso de una parte del conocimiento científico, ya sea teórico, práctico o práctico teórico, y orientarlo hacia una o más formas de resolver problemas sociales. Se ha encaminado en otra dirección. La investigación científica surge de la necesidad del ser humano de resolver los problemas más urgentes de la vida diaria, comprender el entorno que lo rodea y transformarlo para satisfacer sus intereses y necesidades. La característica de la investigación científica es el uso de los últimos conocimientos científicos para la innovación y la innovación. (Cortés & Iglesias, 2004, pág. 8)

### 3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

De acuerdo con Pedraza (2001), la matriz de congruencia es una herramienta que brinda la oportunidad de abreviar el tiempo dedicado a la investigación, su utilidad permite organizar las etapas del proceso de la investigación de manera que desde el principio exista una congruencia entre cada una de las partes involucradas en dicho procedimiento. Su presentación en forma de matriz permite apreciar a simple vista el resumen de la investigación y comprobar si existe una secuencia lógica, lo que elimina de golpe las vaguedades que pudieran existir durante los análisis correspondientes para avanzar en el estudio.

Con el fin de comprobar la congruencia lógica del trabajo de investigación, se presenta en la tabla 3, la relación existente entre el planteamiento del problema, las preguntas de investigación, los objetivos y las variables dependientes e independientes:

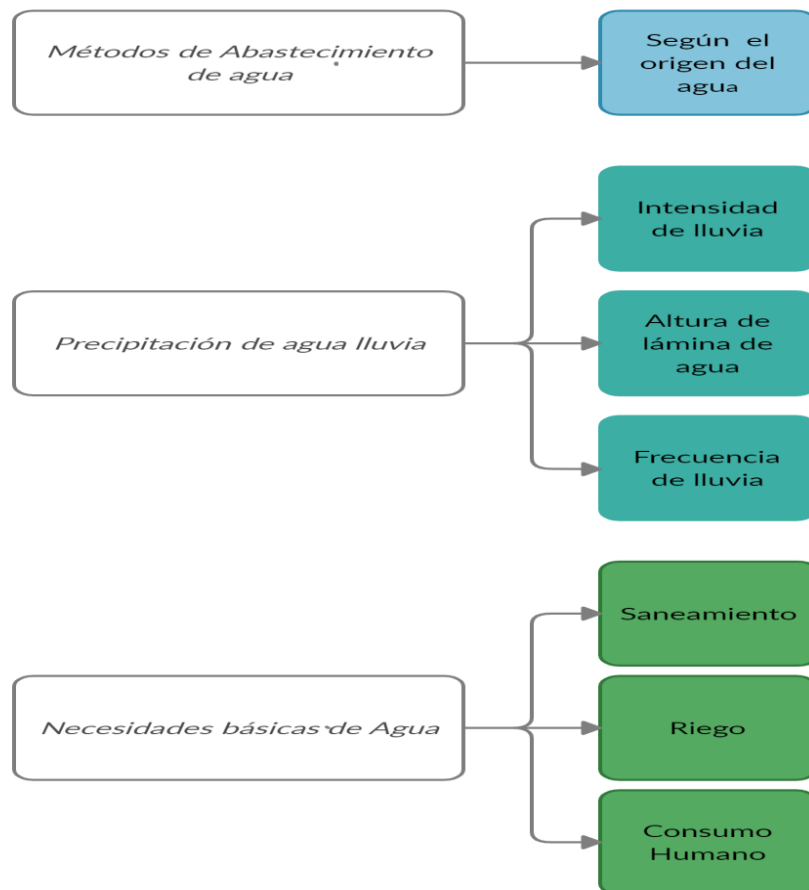


**Tabla 3. Matriz Metodológica**

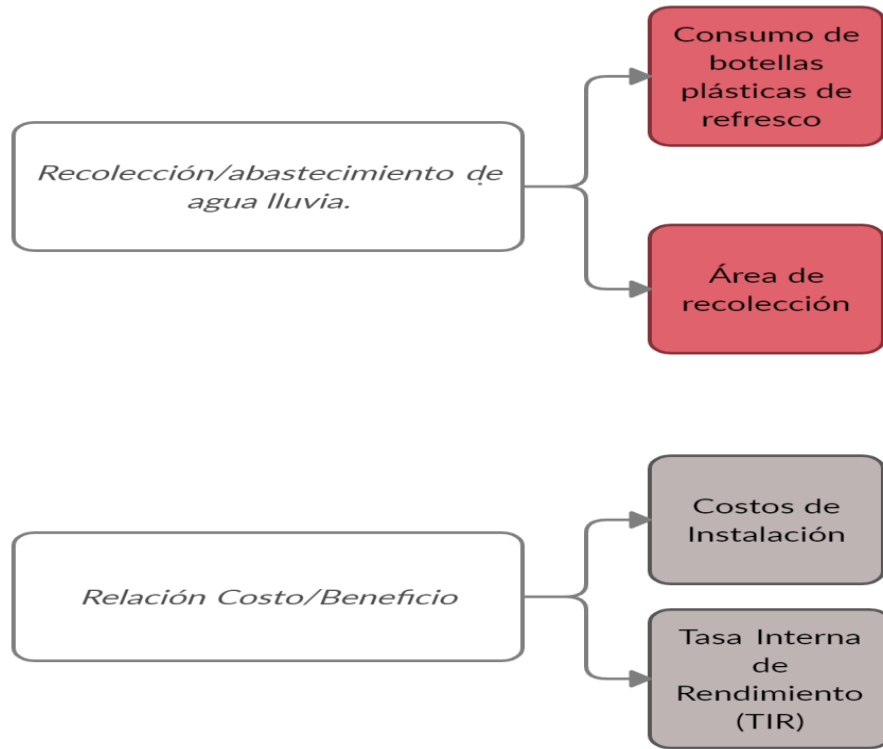
<b>FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADAS PARA TECHO HONDURAS</b>					
<b>Problema</b>	<b>Preguntas de Investigación</b>	<b>Objetivos</b>		<b>Variables</b>	
		<b>General</b>	<b>Específicos</b>	<b>Independientes</b>	<b>Dependientes</b>
¿Cuál es la factibilidad técnica y financiera de un sistema de recolección y abastecimiento de aguas lluvias con botellas de plástico PET recicladas en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés?	1) ¿Cómo se abastecen de agua las casas que construyó Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero, La Lima?	Brindar a Techo Honduras un estudio de factibilidad técnico y financiero del diseño de un sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia para que pueda ser implementado en las casas que Techo Honduras construye en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.	1) Identificar cómo se abastece de agua la comunidad 17 de Enero de La Lima, en dónde Techo Honduras construyó casas.	Métodos de Abastecimiento de agua	Factibilidad del Sistema de Recolección/Abastecimiento de Agua Lluvia
	2) ¿Cuál es la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima?		2) Estimar la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima.	Precipitación de agua lluvia	
	3) ¿Cuáles son las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero, La Lima?		3) Definir las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero de La Lima.	Necesidades básicas de Agua	
	4) ¿Es funcional la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero, La Lima?		4) Demostrar la funcionalidad de la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad.	Funcionalidad de la recolección/abastecimiento de agua lluvia.	
	5) ¿Cuál es la factibilidad financiera de la construcción de este sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad 17 de Enero, La Lima?		5) Establecer la relación costo/beneficio de la construcción de este sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad, siguiendo la metodología del PMI.	Relación Costo / Beneficio	

### 3.1.1 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

De acuerdo a los autores Reguant & Martínez-Olmo (2014), la operacionalización de conceptos o variables es un proceso lógico de desagregación de los elementos más abstractos, los conceptos teóricos, hasta llegar al nivel más concreto, los hechos producidos en la realidad y que representan indicios del concepto, pero que podemos observar, recoger, valorar, es decir, sus indicadores. La selección y combinación de los indicadores debe lograr representar las propiedades latentes del concepto, cumpliéndose de este modo con el criterio de exhaustividad. Igualmente debe darse que tanto las dimensiones entre sí como las variables dentro de una misma dimensión sean mutuamente excluyentes, lo que se conoce como criterio de exclusividad. Y como tercera condición aparece la precisión, esto es que deben distinguirse los atributos de la variable al máximo posible. A continuación, en la figura 13, se presenta la conceptualización de las variables del proyecto.



**Figura 13. Variables y sus dimensiones del proyecto.**



**Figura 14. Continuación de la conceptualización de las variables del proyecto.**

A continuación, se presenta en la tabla 4, un resumen que muestra la operacionalización de las variables independientes y dependiente.

**Tabla 4. Operacionalización de las variables.**

Variable Independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Métodos de Abastecimiento de agua	Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas por una población y determinada con el fin de satisfacer sus necesidades.	Las formas y lugares por el cuál las personas se abastecen de agua.	Según el origen del agua	Fuentes de abastecimiento.	¿De dónde es recolectada el agua que utilizan?	Fuentes subterráneas  Fuentes superficiales  Sistema de tuberías de agua potable	Cualitativa / Nominal / Politómicas	Encuesta
Precipitación de agua lluvia	Es la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre.	La cantidad de agua lluvia que cae en un lugar en cada tormenta.	Intensidad de lluvia	mm/h	¿Cuál es la intensidad mensual de lluvia que cae sobre la comunidad?	Cantidad de mm/hr	Cuantitativa / De Razón / Continua	Medición Instrumental
			Altura de lámina de agua.	mm o l/m <sup>2</sup> de agua lluvia	¿Cuál es la altura de la lámina de agua recogida en una superficie plana?	Litros de agua por m <sup>2</sup> de techo	Cuantitativa / De Razón / Continua	Medición Instrumental
			Frecuencia de lluvia	días de lluvia	¿Cuántos días al mes llueve en promedio?	Días de lluvia promedio al mes.	Cuantitativa / De Razón / Continua	Medición Instrumental

Continuación de Tabla 4.

Variable Independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Necesidades básicas de agua	Esencial para satisfacer las necesidades humanas básicas, para la salud y la producción alimentaria, para la preservación de los ecosistemas y para el desarrollo económico y social en general.	Principales actividades para las cuales se utilizará el agua.	Saneamiento	Actividades en las que se utiliza el agua	¿Cuáles son las principales actividades para las que utiliza el agua?	Consumo, Ducha, Descarga de inodoro, Lavado de Ropa, Lavado de vajilla	Cualitativa/ Nominal/ Politómicas	Cálculo Estadístico
			Riego	Eficiencia de aplicación	¿Cuáles son los métodos de riego utilizados?	Goteo, Aspersión, Cubetas	Cualitativa / Nominal / Politómicas	Encuesta
			Consumo Humano	Físicos-químicos	¿Cuál es la dureza y el pH del agua de la comunidad?	Dureza, Acidez, Alcalinidad o neutro	Cuantitativa / De Razón / Continua	Medición Instrumental
Recolección/abastecimiento de agua lluvia	Es cualquier tipo de ingenio para la recolección y el almacenamiento de agua de lluvia, y cuya viabilidad técnica y económica depende de la pluviosidad de la zona de captación y del uso que se le dé al agua recogida	Volumen de agua que es recolectada cada vez que llueve.	Consumo de botellas plásticas de refresco	Cantidad de botellas a la semana	¿Consume refrescos cola?	SI No	Cualitativa/ Nominal/ Diatómica	Encuesta
					¿Cuántos refrescos cola compra semanalmente?	1-2 3-4 5-6 6+	Cuantitativa / De Razón / Continua	Encuesta
					¿Qué tamaño de refresco suele comprar?	500 ml 1.1 L 1.25 L 2 L 3 L	Cuantitativa / De Razón / Continua	Encuesta
			Continuidad del servicio	días al mes	¿Cuántos días promedio llueve al mes en la comunidad?	Conteo de días con lluvia	Cuantitativa / De Razón / Continua	Conteo Manual

Continuación de Tabla 4.

Variable Independiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Relación Estudio Técnico – Factibilidad Financiera	Una herramienta financiera que compara el costo de un producto versus el beneficio que esta entrega para evaluar de forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra.	Cantidad de dinero que se ahorra al utilizar el agua lluvia.	Costos de instalación	Mano de obra, materiales	¿Cuál es el presupuesto que se necesita para realizar un sistema?	Cantidad de lempiras necesarios	Cuantitativa / De Razón / Continua	Método Matemático
			Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	Monto de inversión y flujo de caja neto esperado	¿La TIR del proyecto es mayor que 1?	Mayor que 1 Menor que 1	Cuantitativa / De Intervalo / Continua	Cálculo Estadístico
Variable Dependiente	Definición		Dimensión	Indicador	Preguntas	Respuestas	Escala	Técnica
	Conceptual	Operacional						
Factibilidad de la construcción de un sistema de Recolección/Abastecimiento de Agua Lluvia	Es un instrumento que permite la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto y corresponde a la última fase de la etapa preoperativa o de formulación dentro del ciclo del proyecto.	Funcionalidad del sistema de agua lluvia vs el costo de la implementación del mismo.	Estudios de Análisis	Viabilidad de los estudios	¿Los resultados de los estudios del proyecto brindan una factibilidad para la ejecución del proyecto?	Es viable No es viable	Cuantitativa / De Razón / Continua	Cálculo Estadístico y Financiero

### 3.1.2 HIPÓTESIS

De acuerdo a lo planteado por los autores Isern & Canela (1998), la hipótesis se puede definir como una predicción o explicación provisoria, mientras no sea contrastada, de la relación entre 2 o más variables. El problema-pregunta precede a la hipótesis-respuesta que, a su vez, deriva de los objetivos de la investigación. La hipótesis, como formulación que plantea una relación se puede expresar en forma de proposición, conjetura, suposición, idea o argumento que se acepta temporalmente para explicar ciertos hechos.

La comunidad de la 17 de Enero de La Lima, no cuenta con un sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia. Se plantea un estudio de factibilidad técnica y financiera para determinar la viabilidad o no del proyecto. Este sistema busca ayudar al cuidado de las fuentes de abastecimientos, superficiales y subterráneas, así como también al medio ambiente, ya que la recolección se hará en botellas de plástico desechadas, y brindará una reducción de los recursos no renovables.

Hi: La construcción del sistema de aprovechamiento de agua lluvia, es factible técnica y financieramente para Techo Honduras y la comunidad.

Hi: Relación Costo/Beneficio será mayor que 1.

Ho: La construcción del sistema de aprovechamiento de agua lluvia, no es factible técnica y financieramente para Techo Honduras y la comunidad.

Ho: Relación Costo/Beneficio será no mayor que 1.

### 3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque del trabajo de investigación será mixto, se utilizarán técnicas de ambas características, tanto como enfoque cuantitativo como cualitativo, la investigación contempla mucha interpretación numérica, se busca medir la relación que existe entre los costos y los beneficios asociados a la implementación del sistema de recolección de aguas lluvias por medio de botellas de plástico recicladas. Serán necesarios la realización de cálculos y pruebas con

prototipos. El resultado de dichas mediciones permitirá conocer la rentabilidad del sistema y determinar si es viable, será necesario realizar entrevistas con los expertos de Techo Honduras y la socialización del proyecto por medio de cabildo abierto con la comunidad.

El enfoque cuantitativo “utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población”. (Hernández, 2003, pág. 5)

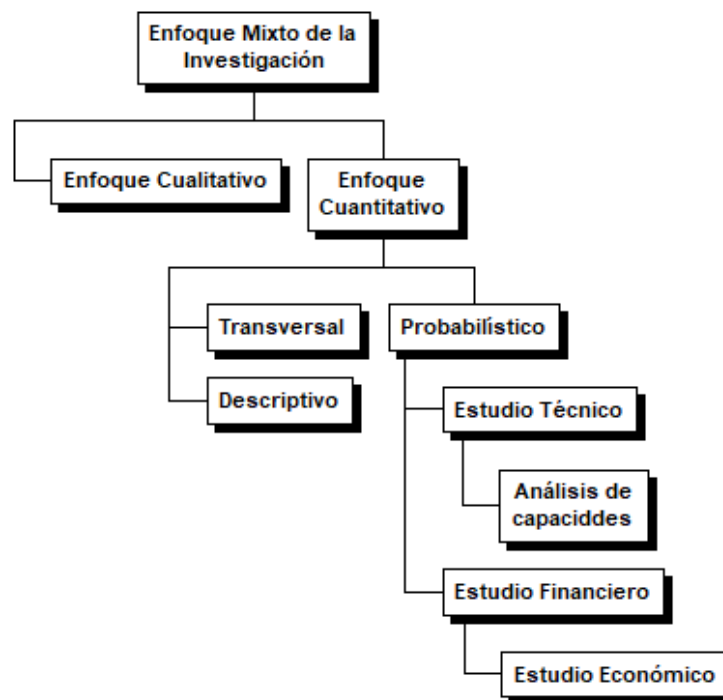
Las investigaciones cuantitativas se basan en la posibilidad que tiene el investigador de controlar la variable independiente y otras situaciones del estudio. De estas investigaciones existen tres tipos de investigaciones: experimentales, cuasiexperimentales y no experimentales.

En las investigaciones experimentales, el investigador tiene el poder de controlar la variable independiente, logra determinar el efecto, la causa de esta, sobre una variable dependiente. En las investigaciones en las cuales no se ha podido utilizar el azar en la formación de las características de los sujetos que conforman esos grupos, reciben el nombre de diseños cuasiexperimentales. Mientras que las investigaciones no experimentales, son en las que se no se tiene el control sobre la variable independiente, y que cada una de las características de las investigaciones experimentales y cuasiexperimentales, tampoco conforman los grupos de estudio. En este tipo de investigaciones, cuando el investigador hace el estudio, ya han ocurrido la variable independiente.

El siguiente enfoque es el cualitativo que se basa en la recolección de información por medio de entrevistas, la toma de fotografías, la observación, el oír historias de vida de los participantes. Este enfoque produce información descriptiva, es inductiva, y se desarrollan conceptos y comprensiones. En esta metodología cualitativa, los investigadores ven el escenario y a las personas en una perspectiva holística, se estudia a las personas en el contexto de su pasado y las situaciones actuales que están viviendo. Entre las principales diferencias es que este enfoque se usan más las palabras que los números, ya que no todo se puede cuantificar, como ser las experiencias individuales, y por medio de este enfoque se puede lograr.



De acuerdo con Quintana Peña (2006), la investigación cualitativa contiene las siguientes etapas: La formulación, aquí se inicia la investigación y se explica ¿qué es lo que se quiere investigar y por qué?, la segunda etapa es el diseño, aquí se prepara un plan que orientará el objeto del estudio y la manera en que se obtendrá el conocimiento sobre ella. Se responden las preguntas ¿Cómo se realizará la investigación, en qué circunstancias de modo, tiempo y lugar? La tercera etapa es la ejecución, corresponde al comienzo observable de la investigación, se utilizan técnicas de contacto, como el dialogo por medio de la entrevista, la reflexión y construcción colectiva. Y por última etapa se encuentra el cierre, busca sistematizar de manera progresiva el proceso y los resultados del trabajo investigativo, se realiza un cierre preliminar, un cierre intermedio y un cierre final.



**Figura 15. Enfoques y Métodos de Investigación**

En la figura 15, se muestra el enfoque y los métodos para este trabajo de investigación y se ha determinado un enfoque mixto y transversal, la información cualitativa y cuantitativa se analizarán al mismo tiempo. Se realizarán análisis de capacidades y en la teoría para el estudio técnico y financiero respectivamente.

### 3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Como lo hacen notar los autores Hernández Sampieri et al. (2010), el diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular. Una vez que se precisó el planteamiento del problema, se definió el alcance inicial de la investigación y se formularon las hipótesis (o no se establecieron debido a la naturaleza del estudio), el investigador debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio.

La estrategia general del desarrollo de la investigación se basa en la recolección y el desarrollo de la información en función de los objetivos específicos propuestos, esta investigación está dirigida a un diseño de campo, no experimental, de diseño transversal y descriptivo. El desarrollo de esta investigación se realiza sin buscar intervenir en el comportamiento de las variables, sin manipulación intencional.

Se han establecido relaciones formales con Techo Honduras por medio del director de sede norte en San Pedro Sula, para la facilitación de información y documentación existente correspondiente a la comunidad 17 de Enero de La Lima, se plantean reuniones con los miembros de la comunidad para conocer sus necesidades e intereses en referencia al uso del agua, sus formas de abastecimiento, el uso que se le da a la misma. Se utilizarán registros pluviométricos de la estación meteorológica “La Mesa” ubicada en el aeropuerto Ramon Villeda Morales de San Pedro Sula, registros mensuales obtenidos en al menos los últimos 20 años. Se plantea realizar un diseño y construcción del sistema y demostrar su funcionamiento para las casas de Techo Honduras que se construyen en la comunidad, y establecer si los beneficios generados en cuanto a reducción de costos relacionados a la obtención de agua son mayores a los del coste de instalación del sistema.

### 3.3.1 POBLACIÓN

El término población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio. La población finita es la agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran y a su vez se tiene un registro documental de dichas unidades. (Arias, 2006)

Para el presente trabajo de investigación, la población objeto a estudio está conformada por las casas construidas por Techo en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés, Honduras. De acuerdo a Zumelzu (2020), director sede norte de Techo Honduras, la organización ha construido 120 casas en la comunidad, con una media de 6.2 habitantes por casa, eso representa alrededor de 744 personas que tienen una necesidad diaria de agua.

### 3.3.2 MUESTRA

Según el autor López P. (2004), la muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros que se verá más adelante. La muestra es una parte representativa de la población.

Es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación. Hay procedimientos para obtener la cantidad de los componentes de la muestra como fórmulas, lógica y otros. La muestra es una parte representativa de la población. (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2010)

El muestreo de esta investigación es probabilístico, en donde todo aquel jefe de hogar habitante de la comunidad que tuviese casa construida por Techo Honduras, tendrá la misma probabilidad de ser encuestado.

A continuación, se muestra la ecuación que se debe utilizar para población finita, esto es cuando se conoce el total de unidades de observación que la integran:

**Ecuación 1. Muestra en población finita**

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$$

De la ecuación 1, se puede interpretar N = tamaño de la población, Z = nivel de confianza, P = probabilidad de éxito o proporción esperada, Q = probabilidad de fracaso, D = precisión (Error máximo admisible en términos de proporción). Para el presente trabajo de investigación el resultado de la muestra es el siguiente:

$$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q} = n = \frac{120 \text{ casas} \times 95\%^2 \times 95\% \times 5\%}{5\%^2 \times (120 - 1) + 95\%^2 \times 50\% \times 50\%}$$

**N= 92 jefes de familia a considerar**

**3.3.3 UNIDAD DE ANÁLISIS**

Tal como lo menciona Hurtado (2000), la unidad de estudio se refiere al contexto, al ser o entidad poseedores de las características, evento, cualidad o variable, que desea estudiar, una unidad de estudio puede ser una persona, un objeto, una extensión geográfica, una institución, entre otras. La elección de las unidades de estudio depende de la toma de decisiones de una persona o un grupo de personas.

Las unidades de análisis para el presente trabajo de investigación, son los jefes de hogar de las casas construidas por Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.

#### 3.4.4 UNIDAD DE RESPUESTA

Las unidades de respuesta de la investigación serán la viabilidad técnica y la viabilidad financiera del proyecto, obtenida en los resultados del cálculo del valor del retorno social de la inversión (SROI).

### 3.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Tal como lo expresa Rojas (1985), que el volumen y el tipo de información cualitativa y cuantitativa que se recaben en el trabajo de campo deben estar plenamente justificados por los objetivos e hipótesis de la investigación, o de lo contrario se corre el riesgo de recopilar datos de poca o ninguna utilidad para efectuar un análisis adecuado del problema.

#### 3.4.1 INSTRUMENTOS

Los instrumentos de investigación son los recursos que el investigador puede utilizar para abordar problemas y fenómenos y extraer información de ellos, esta información debe tener validez y ser confiable.

##### 3.4.1.1 TIPOS DE INSTRUMENTOS

Entre los instrumentos que se utilizarán en la investigación, se pueden mencionar las hojas de encuesta a los jefes de hogar de las 92 casas construidas por Techo y que son señaladas por la muestra, para obtener información relevante sobre las necesidades de agua y las principales actividades para la cual es destinada.

También se utilizarán las entrevistas semiestructuradas con los representantes de Techo Honduras en la zona norte por medio de cuestionarios, para la obtención de datos históricos que existen de estudios realizados previamente en la comunidad por parte de la organización y que servirán como punto de partida para el desarrollo de este trabajo.

### 3.4.1.2 PROCESO DE VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS

Después de haber realizado el cuestionario, López et al., (2019) sugiere utilizar el proceso que consta de:

1) En la fase 1, Generalidades de la validación, los instrumentos deben cumplir con la validez y confiabilidad, deben poder responder las preguntas: ¿Qué se ha aplicado hasta ese momento? ¿Cuán exacto es el nuevo instrumento para compararlo con el aceptado por la comunidad científica, como correcto en sus mediciones?

2) En la fase 2, Validez Interna, hace referencia al grado en que un instrumento mide efectivamente lo que debe medir, se han postulado para ella cinco fuentes de evidencia: según el contenido, la estructura interna, en relación a otras variables, en las consecuencias del instrumento y en los procesos de respuesta. Confiabilidad es el grado de congruencia con el cual un instrumento, mide la variable, mide su reproducibilidad, mide también el grado en que los ítems de una escala se correlacionan entre sí. Se aplica el instrumento varias veces en muestras que pertenezcan a la misma población donde se realiza la investigación. Para la fiabilidad, se prueba que, en las distintas mediciones, tomadas en el mismo universo o población, las respuestas de los sujetos no difieren significativamente, es decir, existe exactitud en las mediciones del instrumento en diferentes momentos.

En escalas politómicas, se mide por medio del coeficiente de Alfa de Cronbach, su consistencia interna se considera aceptable si el valor obtenido se encuentra entre 0.70 y 0.90, por debajo de 0.70, la consistencia interna de la escala utilizada es baja. El manejo de la escala de Alfa de Cronbach, solo requiere una administración del instrumento de medición y produce valores que oscilan entre 0 y 1.

La validez se obtendrá por medio de la respuesta de un cuestionario por parte de expertos en el tema, que, bajo sus conocimientos y experiencia, evaluarán cada uno de los criterios allí expuestos y brindará sustento al desarrollo del mismo.

### 3.4.2 TÉCNICAS

Las técnicas de la investigación están asociadas con los instrumentos utilizados en la misma, para el presente trabajo y como se mencionó anteriormente se han establecido el uso de encuestas y entrevistas.

Las encuestas serán aplicadas a la muestra de la población obtenida al desarrollar la ecuación, a los jefes de familia de cada una de las 92 casas construidas por Techo Honduras y se busca obtener, la mayor cantidad de información posible dada por ellos mismos, estableciendo interrogantes claves que permitan obtener respuestas que orienten hacia el cumplimiento de los objetivos del trabajo, y que permitirán conocer la amplitud del trabajo a desarrollarse.

La otra técnica que se utiliza es la aplicación de entrevistas periódicas al jefe de la zona norte de Techo, que permitan ir resolviendo las dudas que surgen mientras se va dando el desarrollo del proyecto. Estas entrevistas se harán por medio de plataformas electrónicas, que permitan eficientizar el proceso.

### 3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Es todo aquel origen de información cuyo fin es brindar datos, para establecer hechos sobre el tema que se está investigando. Esta información en su mayoría suele estar plasmada en documentos, llenos de información. Es importante identificar si la información es fidedigna, ya que esto influirá en los resultados que se obtendrán. Las fuentes de información se pueden clasificar en primarias, secundarias y terciarias. (Hernández Sampieri et al., 2010)

### 3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

Este tipo de recursos contiene información de primera mano, sin haber sido modificada por otros autores, son información obtenida de ideas, conceptos, teorías de otras investigaciones, es el resultado de un trabajo intelectual de un autor. (Maranto & González, 2015)

Las fuentes primarias el presente trabajo de investigación, son los cuestionarios aplicados a los jefes de familia de las casas construidas por Techo Honduras en la comunidad, entrevistas con los representantes de Techo de la zona norte, registros estadísticos de pluviometría de los últimos años en la zona de estudio.

### 3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

Cuando la información de una fuente primaria ha sido modificada o trabajada, este resultado, el nuevo documento se considera como una fuente secundaria. También se le considera así, cuando un autor, analiza, interpreta y plantea en un nuevo documento información obtenida de una fuente primaria. (Maranto & González, 2015)

Entre las fuentes secundarias que el trabajo de investigación abarca, trabajos de investigación originales de otros autores sobre los temas que se abordan, libros de autores que hacen referencia los lineamientos de la investigación, así como de los temas técnicos del mismo. Informes originales desarrollados por profesionales multidisciplinarios, testimonios y experiencias de expertos en los temas. Estudios realizados por parte de Techo en otras partes del mundo sobre la temática abordada y la utilización de mapas conceptuales.

### 3.6 LIMITANTES DEL ESTUDIO

Desde la perspectiva de Ávila R. (2001), se refiere a los problemas con los que el investigador se encontrará durante el proceso de su investigación, son todas aquellas restricciones del diseño de esta y de los procedimientos utilizados para la recolección, procesamientos y análisis de los datos. Así como los obstáculos encontrados en la ejecución de la investigación.



Entre las principales limitantes que se encuentran en el proyecto son:

- 1) El desarrollo del presente estudio de factibilidad es no vinculante con las actividades o proyectos realizados por Techo Honduras en las comunidades en las que construye las viviendas.
- 2) El alcance de este trabajo de investigación no incluye la financiación de los sistemas de recolección y abastecimiento propuestos.
- 3) El estudio se limitará a la comunidad 17 de Enero de la Lima, Cortés, debido a que los resultados obtenidos en la realización del estudio técnico, no pueden ser generalizados a todas las zonas del país.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

El presente capítulo, se muestran los resultados de la investigación, obtenidos por medio de la aplicación de encuestas, así como de la obtención de información histórica disponible de los parámetros técnicos a evaluar. Se procede a la comprobación y dar soporte de los planteamientos teóricos, se dará respuesta a la operacionalización de las variables, a los objetivos y a la hipótesis planteada por medio de las mediciones realizadas y de los datos resultantes obtenidos. Posterior a la presentación de los resultados, se procederá a la interpretación y análisis de los resultados, en este punto, se buscar dar significado a los resultados obtenidos, por medio de la correlación de los mismos con toda la información conocida sobre el tema en desarrollo.

### 4.1 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Los resultados obtenidos en la prueba de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach, probado en el software SPSS de IBM, se obtuvo un valor de confiabilidad de:

Cronbach's Alpha	N of Items
.721	6

**Figura 16. Resultado de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach**

El valor de confiabilidad fue de 0.721, lo que representa una “Buena Consistencia Interna”, las preguntas que fueron forman parte de la confiabilidad obtenida son:

- ¿Quién es el jefe de hogar en su familia?
- ¿Consume refresco colas?
- ¿De dónde es recolectada el agua que utilizan?
- ¿Utiliza bomba de combustible para recolectar agua de fuente subterránea?
- ¿Cuánto dinero aproximadamente gasta mensualmente en combustible para poner en funcionamiento la bomba de agua?
- ¿Cuál es el área total disponible?

Las preguntas restantes, que no fueron tomadas en consideración en el cálculo del valor de confiabilidad por medio del Alfa de Cronbach, necesitan ser probadas por medio del método de confiabilidad test-retest, debido a la restricción del tiempo disponible y a las precauciones a seguir debido a la pandemia, no fue posible aplicar la encuesta por segunda ocasión a los jefes de hogar.

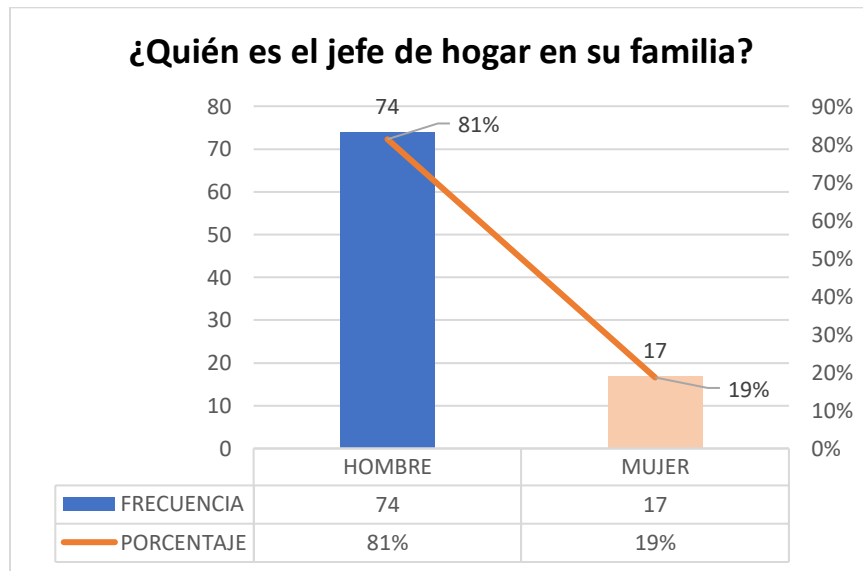
## 4.2 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se muestran a continuación los resultados obtenidos de la encuesta que fue aplicada a los jefes de hogar de la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés, para conocer las principales necesidades de uso de agua en su hogar, y poder brindarle una alternativa a esta necesidad.

### 4.2.1 DATOS DEMOGRÁFICOS, SOCIALES Y ECONÓMICOS

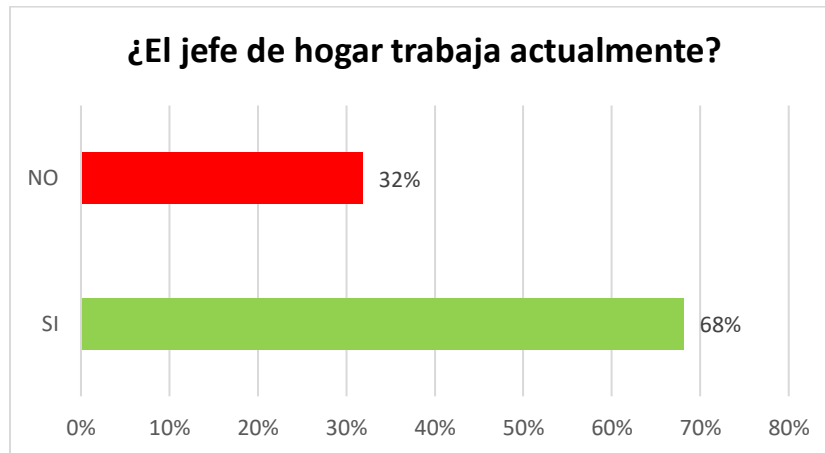
Las principales interrogantes que se buscó responder fueron, el género del jefe de familia, su profesión y/u oficio, su situación laboral actual, modalidad de contrato, sus ingresos mensuales promedio y el número de personas que conforman su familia.

En la figura 17, se observa que, de los 91 jefes de hogar encuestados, el 81% de ellos son hombres, mientras que el 19% restante lo conforman mujeres, que tienen a su cargo la manutención mensual de su vivienda.



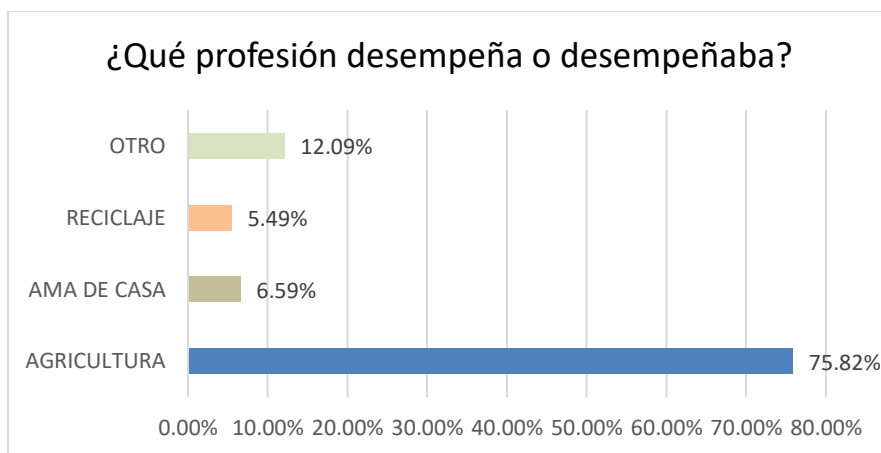
**Figura 17. Género del jefe de familia encuestado.**

Se observa en la figura 18, que pese a los efectos generados a nivel mundial y principalmente en Honduras, por la pandemia del COVID-19, y los desastres naturales, los huracanes, ETA y IOTA, el 68% de los jefes de familia se encuentra laborando actualmente, mientras que el 32% restante no son económicamente activos.



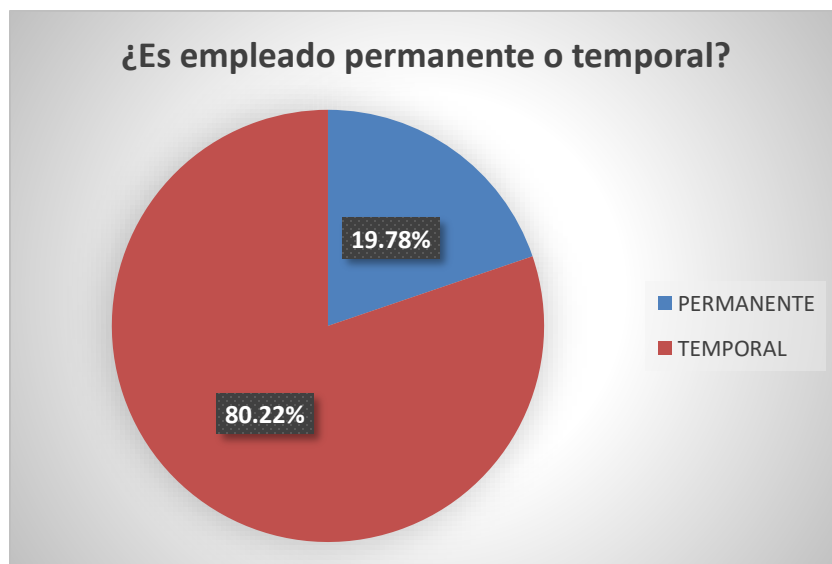
**Figura 18. Situación Laboral actual de los jefes de familia.**

En lo que respecta a las fuentes de ingreso de la comunidad, como se puede ver en la figura 19, los jefes de hogar en un 75.82%, se dedican a la agricultura, ya sea siendo empleado o en lo propio, y es que en la zona se encuentran plantaciones de banano propiedad de Chiquita Honduras y extensas parcelas de tierra que han permitido que los pobladores que adueñan o alquilan tierra, la puedan trabajar. En segundo lugar, entre los encuestados aparecen las amas de casa, que representan un 6.59% de la población encuestada, los jefes de hogar que se dedican al reciclaje como fuente económica, representan un 5.49% de la población, y El 12.09% restante se dedica a otras profesiones.



**Figura 19. Profesiones u oficios de los jefes de familia encuestados.**

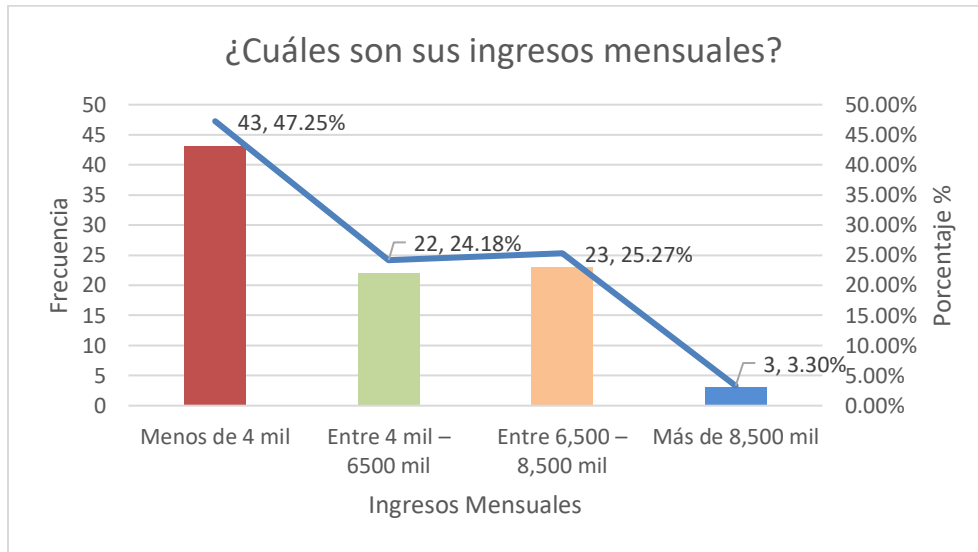
A continuación, en la figura 20, se presenta la situación laboral de los jefes de familia encuestados de la comunidad.



**Figura 20. Situación laboral actual de los jefes de familia.**

De los jefes de hogar que respondieron que se encontraban con trabajo en el momento de realizarse la encuesta, el 80.22% lo hace de forma temporal o sin ningún tipo de estabilidad otorgada por su patrono, el 19.78% si cuenta con este beneficio, como se pudo observar en la figura 20.

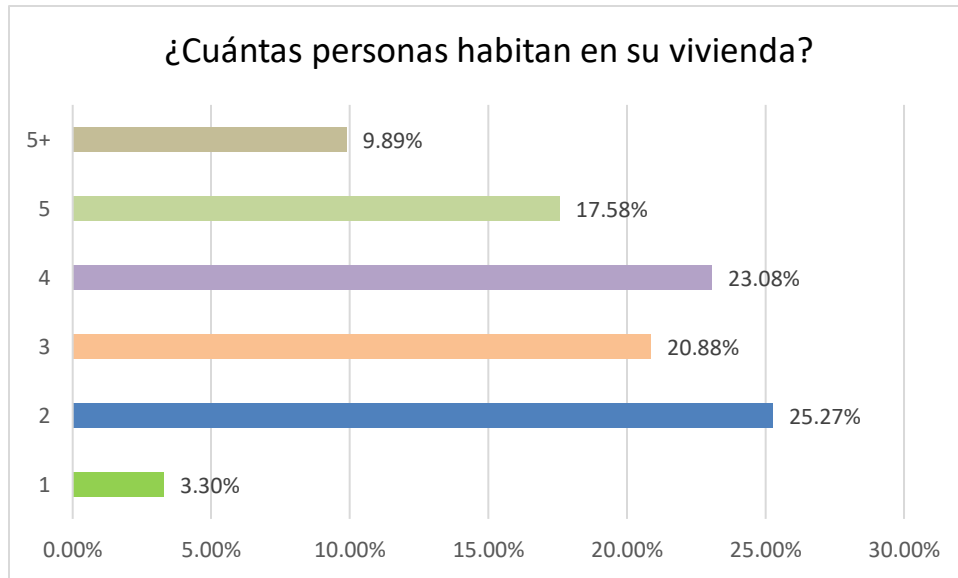
La situación económica de las familias de la comunidad es bastante inestable, puesto que la mayoría de ellos recibe pagos semanales y no siempre reciben un monto fijo, a continuación, se muestra en la siguiente figura, el pago promedio mensual que reciben los jefes de hogar económicamente activos de cada familia de la comunidad.



**Figura 21. Ingresos mensuales promedios percibidos por el jefe de familia.**

De los jefes de familia encuestados, el 47.25% tiene un ingreso menor de 4 mil lempiras mensuales, en este rango se encuentran las mujeres que son cabeza de hogar y que subsisten por envío de dinero por parte de familiares residentes en Estados Unidos, también se encuentran los jefes de hogar que actualmente no cuentan con un trabajo estable. El 25.27% de los encuestados tienen un ingreso promedio mensual de entre 6 mil quinientos y 8 mil quinientos, un 24.18% de los jefes de familia, tienen ingresos mensuales de entre 4 mil y 6 mil quinientos. En apenas un 3.30% de los encuestados se observó que tenían ingresos mayores a 8 mil quinientos lempiras mensuales, era personas que se dedican a la ganadería y agricultura, tienen sus tierras trabajadas y su ganado.

Las casas de la comunidad son pequeñas, y en muchos casos, habitan muchas personas en un espacio reducido, cada uno de ellos tienen necesidades básicas de agua que suplir, es por eso que es importante establecer la dotación de agua requerida por vivienda, en la figura 22, se muestran los porcentajes de cuántos miembros están conformados cada una de las familias, en las que su jefe de hogar fue entrevistado.

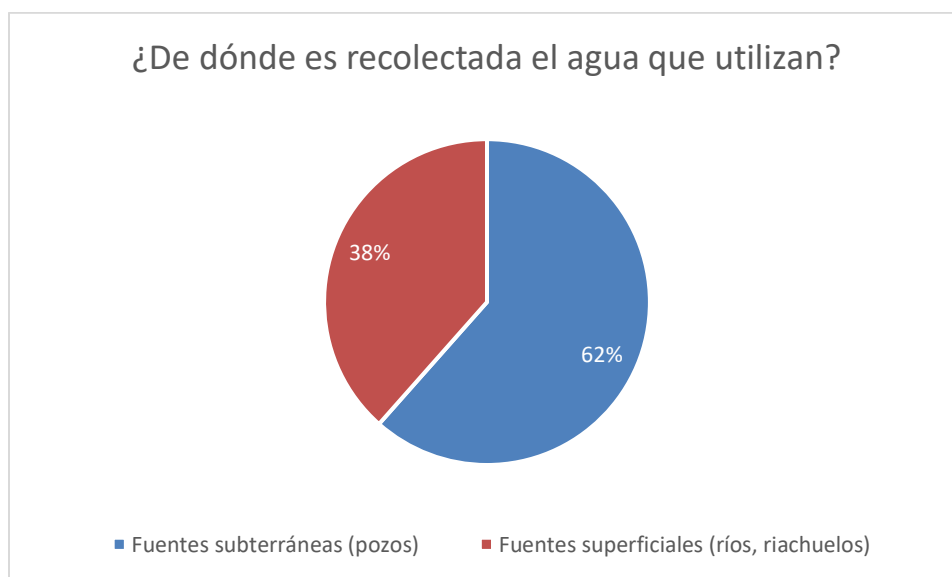


**Figura 22. Número de personas que habitan en cada una de las casas de la comunidad.**

En la figura 22, se muestra que el 25.27% de las familias de la comunidad, están conformadas por dos miembros, estos suelen ser la pareja de esposos, familias que no han tenido hijos todavía, el 23.08% de las casas de la comunidad están conformadas por cuatro miembros, estos suelen ser, los padres, y dos hijos. El 20.88% de las familias, están conformadas por tres miembros. 17.58% de las familias están conformadas por cinco miembros, mientras que, en un porcentaje menor, un 9.89% de las familias están conformadas por más de cinco personas. Apenas un 3.30% de los jefes de hogar encuestados viven solos y nadie depende económicamente de ellos.

#### 4.2.2 MÉTODOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN LA COMUNIDAD

Es importante conocer cuáles son los métodos recolección y abastecimiento que tiene la comunidad para obtener el agua que utilizan a diario, poder determinar la accesibilidad que tienen sus pobladores al mismo. Es importante también, denotar las actividades que la comunidad debe realizar, se podrá observar así, si algunas de las familias tienen que utilizar más recursos económicos o realizar más esfuerzos físicos que otras. Poder reducir la brecha de la desigualdad, sin lugar a dudas, se debe ofrecer un sistema de recolección que sea viable para toda la comunidad en general.

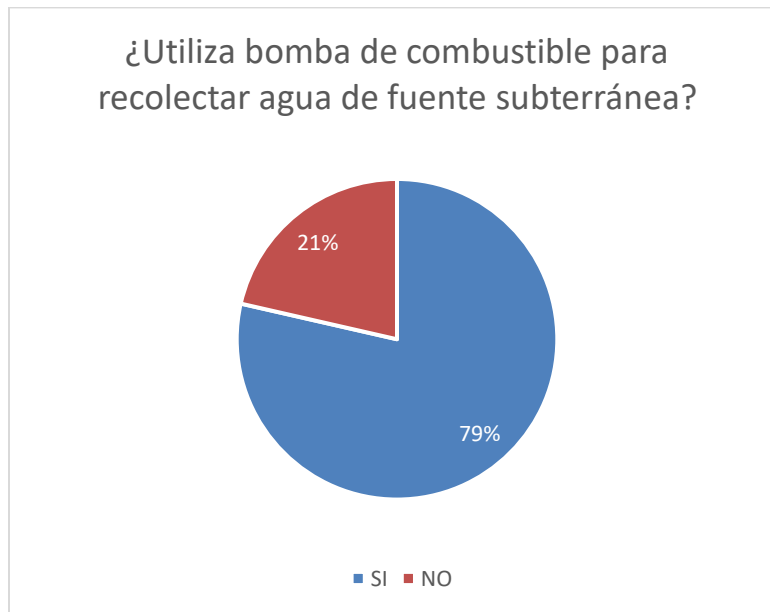


**Figura 23. Fuentes de abastecimiento de agua de la comunidad.**

En la figura 23, se observa que un 62% de los jefes de familia mencionan que ellos y sus familias se abastecen de agua por medio de pozos subterráneos, y el agua la obtienen por dos métodos, el primero es utilizando bomba de combustible, y el segundo, por medio de una bomba manual. El 32% restante, se abastece de fuentes superficiales, obtienen el agua del río cercano, o de quebradas que pasan por la comunidad.



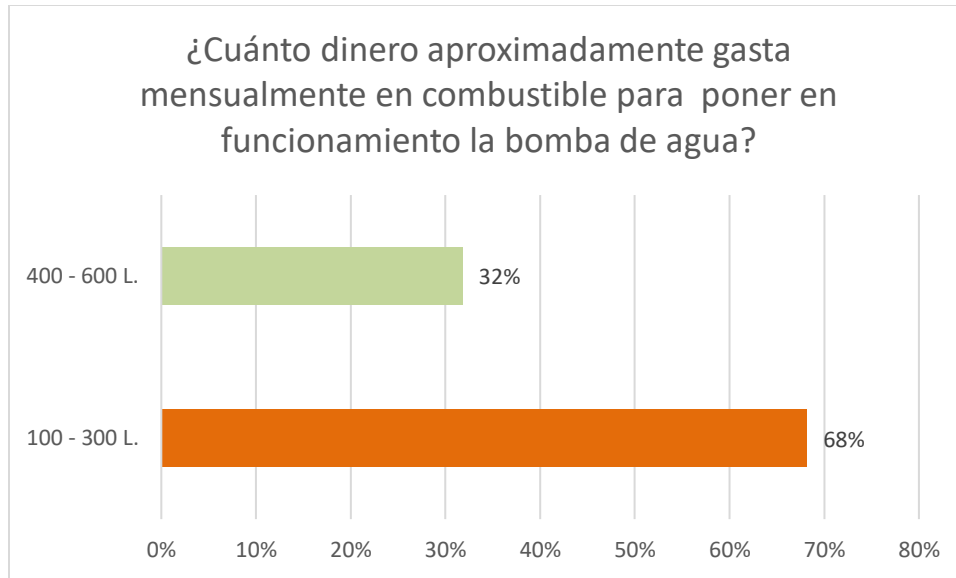
A continuación, en la figura 24, se amplía la respuesta obtenida a la pregunta anterior, planteando la pregunta de cómo se obtiene el agua de las fuentes subterráneas.



**Figura 24. Utilización de bomba de combustible.**

Del 62% de los jefes de familia que respondieron que se abastecen de agua subterránea, el 79% de ellos mencionó que utilizan bomba de combustible para sacar el agua de los pozos, por lo que deben estar gastando mensualmente dinero para la compra de combustible, el 21% restante utilizan bombas manuales, por lo que no incurren en gastos mensuales de compra de combustible.

Las familias que compran combustible para poner a funcionar la bomba de combustible de agua, gastan un promedio mensual que se ve reflejado a continuación en las respuestas obtenidas.



**Figura 25. Gasto mensual en combustible para obtener agua.**

Se observa en la figura 25, que del total de personas que utilizan bomba de agua de combustible, el 68% de ellos gastan entre 100 a 300 lempiras mensuales, esto representa la compra promedio de un 1 a 2 galones de combustible al mes, el 32% restante realiza la compra de 1 a 2 galones de combustible cada quincena, el uso que ellos le dan a la bomba es mayor.

#### 4.2.3 PRECIPITACIÓN DE AGUA LLUVIA

Este parámetro es uno de los más importantes para diseñar un sistema de captación de agua lluvia, permite cuantificar la cantidad de lluvia que cae en la zona de estudio. La recolección de datos proviene de mediciones estadísticas históricas, que son obtenidas a lo largo de los años, por instrumentos que registran dichas mediciones en estaciones meteorológicas.

#### 4.2.3.1 INTENSIDAD DE LLUVIA

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, la altura de lluvia alcanzada por unidad de tiempo (mm/h). El presente trabajo de investigación tiene la limitante de que los valores históricos de lluvia se obtuvieron de los registros de un pluviómetro de una estación meteorológica, por lo que se dispone de información de la intensidad media en 24 horas, esto puede inducir a errores de cálculo, puesto que las lluvias de corta duración, por lo general, son las que tienen mayor intensidad. Para poder tener los valores de las intensidades de lluvia, se debe contener información proporcionada por los pluviógrafos.

#### 4.2.3.2 ALTURA DE LÁMINA DE AGUA

La estación meteorológica La Mesa, se encuentra ubicada en el Aeropuerto Internacional Ramon Villeda Morales, ubicado en La Lima, Cortés, pero con jurisdicción de San Pedro Sula. Esta estación permite realizar mediciones de la precipitación diaria de la zona, dichas mediciones abarcan la zona de influencia de la comunidad. A continuación, se presenta en la tabla 5, registros históricos de la precipitación por mes de los últimos 20 años.

**Tabla 5. Datos históricos de precipitación (mm) en La Lima, Cortés.**

	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGO</b>	<b>SEPT.</b>	<b>OCT.</b>	<b>NOV.</b>	<b>DIC.</b>
<b>AÑO Δ</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>	<b>Prec. (mm)</b>
<b>2000</b>	32.5	11.9	0	0	0	0	0	15	18	44	5	81.4
<b>2001</b>	26.2	5.2	4	0	8.8	84	45.8	22.4	62.6	97	41.4	75
<b>2002</b>	22	39.4	12.6	3.2	26	147.8	110.6	73.2	128.4	45.8	110.4	117
<b>2003</b>	99.4	79.6	30.4	23.6	54.6	80.8	61	20.8	41.2	80.6	162.4	44.4
<b>2004</b>	77.6	63	61.2	55	42.4	85.8	68	58.8	46	40.2	99.6	113.4
<b>2005</b>	50.3	3.6	7.6	101.2	54.1	73.5	101.8	997.8	105	67.2	116.1	83.2
<b>2006</b>	56.4	6.6	0.2	0.8	18.8	27.6	13.8	68	59.6	54.6	21.5	102.9
<b>2007</b>	51.2	49.2	62	5.6	3	42.4	38	474.9	211.9	55.2	1031.3	27.6
<b>2008</b>	94.6	153.8	6.5	39.4	61	981.8	122.6	145.4	72.4	376.3	61.9	49.9
<b>2009</b>	34.3	108.9	32.4	12	30.5	20	38.8	100.6	35.8	106.4	69.8	17.8
<b>2010</b>	43.3	41.3	11	9	15.8	31.2	109	61.8	104.6	21.6	104.8	71.8
<b>2011</b>	97.5	23	22.6	3.4	12	95	92.9	161.7	126.8	95.8	63.5	63.9
<b>2012</b>	26.6	10.3	4	13.1	98.5	143.7	40.2	92.9	30.2	76.4	116.1	32.9
<b>2013</b>	14.2	7.4	51.6	1	122.1	101.9	34.2	74.8	48.9	53.6	57.6	9
<b>2014</b>	80.3	35.2	15.3	9.2	60.7	92	5.4	23.2	34.9	89.6	147.2	45.9
<b>2015</b>	31	21	60.3	5.6	1.2	92.2	7.3	36.8	63.4	43.1	27.2	51.4
<b>2016</b>	22.7	64.6	57.8	4.6	1.6	49.7	29.3	63.2	53.2	57.6	68.2	63.4
<b>2017</b>	61.4	6.4	83.1	1.4	92	74.5	113.7	139.7	59.6	159.4	53.2	29.3
<b>2018</b>	107.2	7.1	26.8	2	9.8	146.7	32.8	23.6	35.6	58.1	18.2	46.8
<b>2019</b>	40.7	1	0	14.4	29.5	58.4	83.3	41.5	101.2	55.4	24.3	15.7
<b>2020</b>	46.9	82.1	43.5	0	2.9	19.3	29.7	17.2	5.8	64.8	199	0

Fuente: (Meteomanz, 2021)

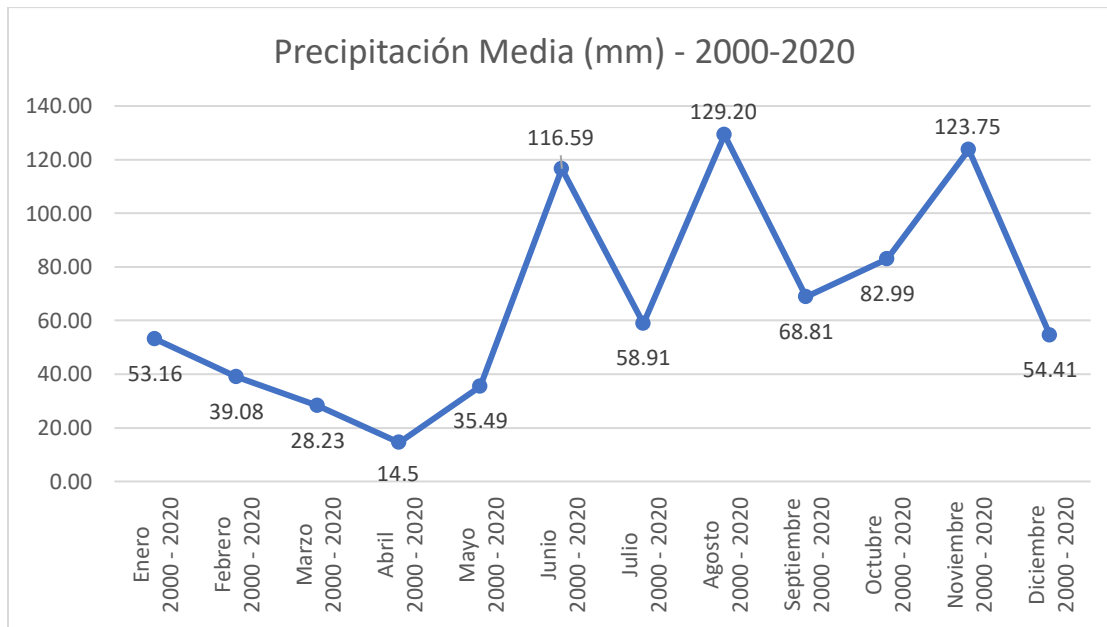
En la tabla 5, se observa la cantidad de mm de precipitación que cayeron en la ciudad de La Lima, distribuida por mes y en un período de 20 años. Con la base de registros históricos, se puede calcular el promedio mensual de lluvia.

**Tabla 6. Precipitación Media (mm) mensual de los últimos 20 años**

Período 2000 – 2020	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Precipitación Media (mm)	53.1 6	39.0 8	28.2 3	14. 50	35.4 9	116.5 9	58.9 1	129.2 0	68.8 1	82.9 9	123.7 5	54.4 1

Fuente: (Meteomanz, 2021)

En la tabla 6, se muestran los resultados obtenidos al realizar los cálculos del promedio mensual de cada mes, en un período de tiempo correspondiente a 20 años. Se muestra en la figura 26, la gráfica del comportamiento de la precipitación en los últimos años en La Lima, Cortés.



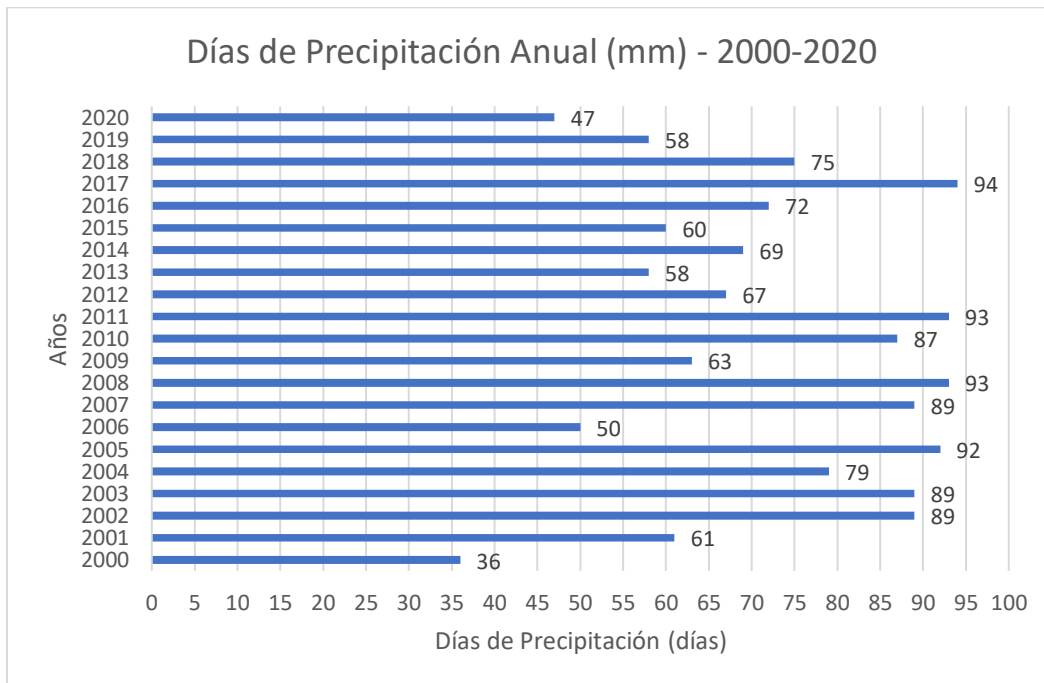
**Figura 26. Precipitación media de los últimos 20 años en La Lima, Cortés.**

Fuente: (Meteomanz, 2021)

En la figura 26, se observa que durante los primeros 5 años, se muestran valores bastante bajos de precipitación, y es consecuente con las temporada de verano en Honduras, en dónde la temporada de lluvia o de invierno, comienza en Mayo y se extiende hasta Noviembre de cada año, se observa que dicho parámetro se cumple en los últimos 20 años a excepción del mes de mayo, los hay tres meses que tienen un nivel de precipitación altos, siendo el mes de Agosto el que más ha llovido con un promedio de 129.20 mm al año, le siguen como meses lluviosos también los meses de Junio y Noviembre con 116.59 mm y 123.75 mm respectivamente. Al hacer la sumatoria de la precipitación media de cada mes de los últimos años, se obtiene una precipitación promedio anual de 805.12 mm.

#### 4.2.3.3 FRECUENCIA DE PRECIPITACIÓN

Es importante tener una noción de cuántos días en promedio al mes llueve en la zona, para determinar la disponibilidad del recurso de forma mensual, para lo cual, se tomó también de referencia mensual de los últimos 20 años, se ve planteado en la figura 27 y se muestran los valores históricos obtenidos, de forma desglosada en la Tabla 7.



**Figura 27. Resumen de días de precipitación anual (días)**

Fuente: (Meteomanz, 2021)

Se observa en la figura 27, que el año que más días de precipitación fue el 2017 con 94 días, en los años 2011 y 2008 hubo precipitación en 93 días, mientras que, en el 2005, hubo precipitación en 89 días del año. Los otros años se mantuvieron en un rango de precipitación de entre 47 a 87 días, el año que menos aparece como el que menos días llovió el año 2000.

**Tabla 7. Valores de días de precipitación mensual entre el 2000 -2020**

AÑO Δ	ENE	FEB	MAR	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT.	OCT.	NOV.	DIC.	Σ
<b>2000</b>	7	3	0	0	0	0	0	2	4	12	1	7	<b>36</b>
<b>2001</b>	5	1	1	0	1	7	6	5	9	11	8	7	<b>61</b>
<b>2002</b>	5	7	4	1	5	8	10	10	12	8	7	12	<b>89</b>
<b>2003</b>	18	3	3	3	4	8	9	6	5	11	12	7	<b>89</b>
<b>2004</b>	8	5	8	4	5	10	11	5	3	3	6	11	<b>79</b>
<b>2005</b>	10	2	3	3	5	8	8	9	14	7	12	11	<b>92</b>
<b>2006</b>	5	3	0	0	4	5	4	8	6	3	4	8	<b>50</b>
<b>2007</b>	7	6	7	1	1	4	8	10	14	11	14	6	<b>89</b>
<b>2008</b>	10	2	1	5	5	9	13	7	7	16	8	10	<b>93</b>
<b>2009</b>	4	7	4	2	3	3	6	13	7	6	5	3	<b>63</b>
<b>2010</b>	6	5	2	3	3	8	16	9	11	6	7	11	<b>87</b>
<b>2011</b>	6	4	5	1	2	9	14	9	10	11	11	11	<b>93</b>
<b>2012</b>	3	3	1	2	9	10	5	7	2	10	9	6	<b>67</b>
<b>2013</b>	3	2	4	1	3	6	4	5	8	7	10	5	<b>58</b>
<b>2014</b>	6	4	4	3	2	6	2	8	3	11	13	7	<b>69</b>
<b>2015</b>	7	6	4	1	0	10	1	3	8	5	11	4	<b>60</b>
<b>2016</b>	4	11	5	2	1	7	4	6	7	8	10	7	<b>72</b>
<b>2017</b>	6	2	4	1	7	11	9	10	9	13	14	8	<b>94</b>
<b>2018</b>	14	2	4	1	3	11	6	8	6	8	4	8	<b>75</b>
<b>2019</b>	7	1	0	2	6	7	6	3	9	7	5	5	<b>58</b>
<b>2020</b>	7	9	5	0	1	2	5	5	4	5	4	0	<b>47</b>

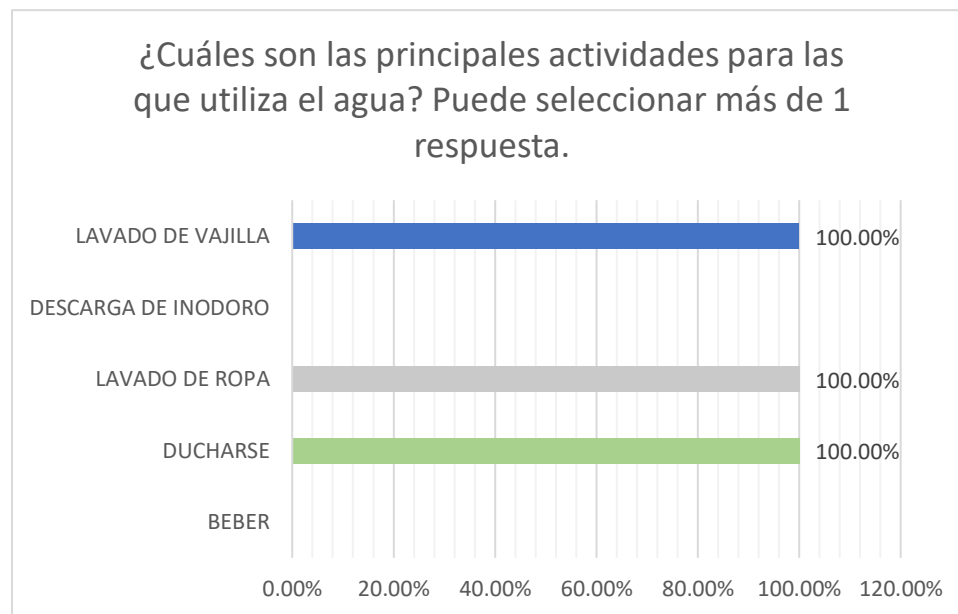
Fuente: (Meteomanz, 2021)

#### 4.2.4 NECESIDADES BÁSICAS DE AGUA

En esta sección se busca identificar cuáles son las principales actividades para las cuales la comunidad de la 17 de Enero de La Lima, Cortés, necesita abastecerse de agua potable, recordando que el acceso al agua es fundamental y está planteado entre los derechos humanos, como el derecho al acceso al agua y saneamiento.

##### 4.2.4.1 SANEAMIENTO

Hace referencia a las actividades o tecnologías utilizada para eliminar de forma higiénica los desechos fisiológicos humanos, así como las aguas residuales, permitiendo así, no contaminar el medio ambiente ni el lugar donde se habita para no comprometer la salud de las personas. En la figura 28, se muestra la gráfica de las respuestas dadas por los jefes de familia sobre el uso que le dan al agua.



**Figura 28. Principales actividades para las que utilizan el agua.**



Se observa que el 100% de los encuestados, respondió que utilizan el agua que obtienen de fuentes superficiales y subterráneas para el lavado de vajillas de cocina, lavado de ropa, y para ducharse. No la utilizan para la descarga de inodoro debido a que ellos no cuentan con servicio de aguas negras en su comunidad, por lo que utilizan letrinas. Tampoco utilizan el agua para beber debido a que es agua pesada, es decir, tiene muchos organismos y minerales por lo que no está apta para el consumo humano.

#### 4.2.4.2 RIEGO

En este apartado, apenas un 2% de los jefes de familia encuestados, cuya profesión es la ganadería y agricultura en tierra propia tienen la necesidad de agua para satisfacer esta actividad. El agua que utilizan actualmente es la recolectada en la quebrada o el río, y por medio de bombas de aguas manuales, el método de riego que utilizan es por cubetas en su mayoría y en menor uso, sistema de aspersión utilizando tuberías de PVC o similares.

#### 4.2.4.3 CONSUMO HUMANO

Los resultados de la encuesta muestran que ninguna persona de la comunidad utiliza el agua obtenida, tanto en fuentes superficiales como subterráneas, debido a que no son aptas para el consumo humano. Las aguas superficiales están contaminadas, puesto que a los ríos van a desembocar muchos de los residuos de las casas de la comunidad, y de otras comunidades. Las aguas subterráneas obtenidas son muy pesadas, tienen concentraciones altas en hierro y otros minerales que impiden que puedan ser consumidas sin haber sido tratadas previamente.

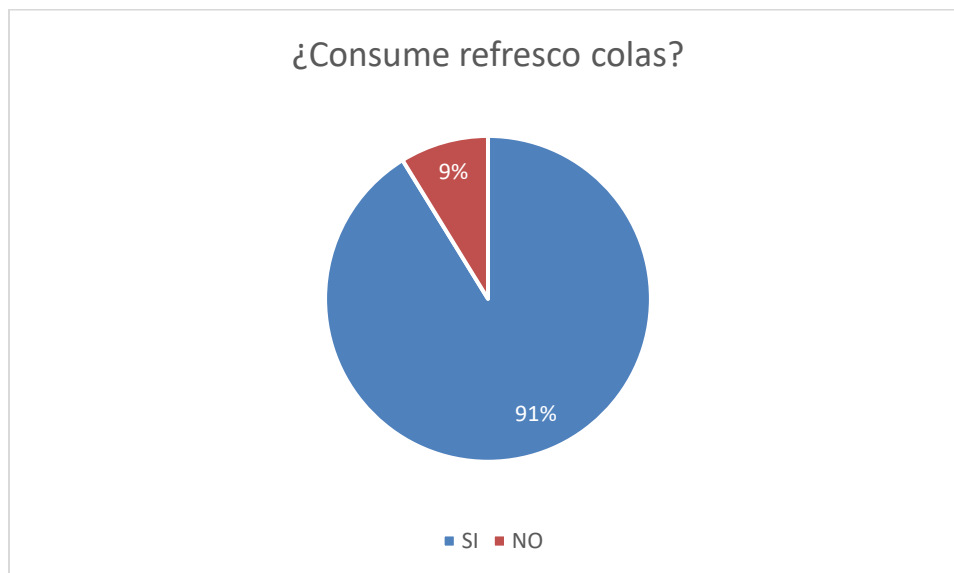
Debido a los efectos de los huracanes ETA y IOTA, la comunidad en el momento de la realización del estudio de investigación, no contaba con sistemas de bombeo de agua funcionales, fueron dañados, debido a la inundación de la zona, por lo que no fue factible la toma de muestras para el análisis físico-químico del agua.

#### 4.2.5 RECOLECCIÓN/ABASTECIMIENTO DE AGUA LLUVIA

En este apartado se abordará el tema sobre las opciones de almacenamiento que busca proponer el diseño de recolección de agua lluvia, este tipo de sistema de tener una viabilidad técnica y económica para que pueda ser llevada a cabo sin problemas por parte de la comunidad, también depende de la precipitación que cae en la zona de afluencia del proyecto, así como la disponibilidad de los materiales necesarios para llevar a cabo la construcción del diseño.

##### 4.2.5.1 CONSUMO DE BOTELLAS PLÁSTICAS DE REFRESCOS - PET

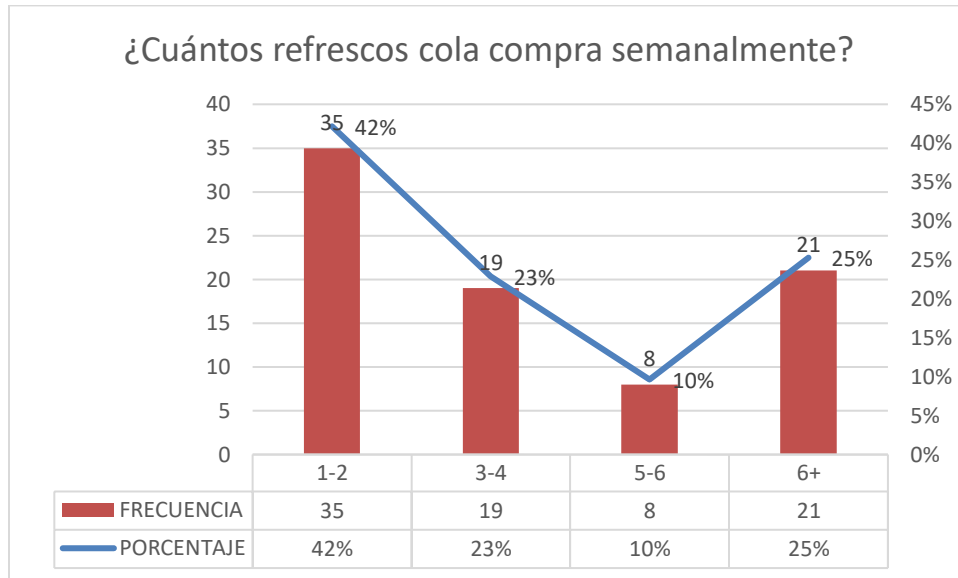
Cuantificar el consumo de refrescos en botellas PET en la comunidad es de mucha importancia para conocer la disponibilidad que habrá de las botellas para la elaboración del sistema de almacenamiento de agua lluvia, y poder determinar también, el volumen promedio de almacenamiento que se podrá contar. En la figura 29, se muestra el porcentaje de consumo de refresco colas que existe en la comunidad.



**Figura 29. Preferencia de consumo de refrescos colas.**

En la figura 29, se puede observar que el 91% de las familias de la comunidad consume refrescos cola, mientras que el 9% restante menciona que no lo hace, y que prefiere beber agua. O jugos naturales.

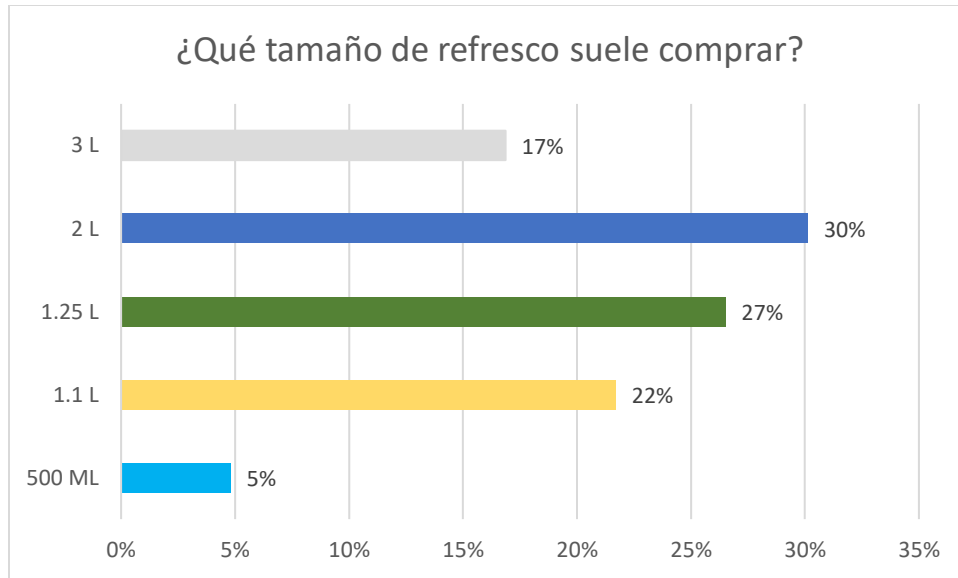
A las familias que, si consumen refrescos, se les hizo la interrogante de cuántos refrescos a la semana suelen comprar, y los resultados obtenidos fueron los siguientes:



**Figura 30. Cantidad de refrescos que consumen semanalmente.**

Se observa en la figura 30, que un 42% de las familias que toman refresco compran entre una y dos botellas por semana, un 25% de las familias compra más de 6 refrescos a la semana, es decir, por lo menos uno diario, el 23% de las familias compra entre tres y cuatro refrescos a la semana, mientras que el 10% restante compra entre cinco y seis refrescos por semana.

Es importante identificar que volumen de refresco son las presentaciones que las familias compran, y los resultados obtenidos se pueden observar en la figura 31.

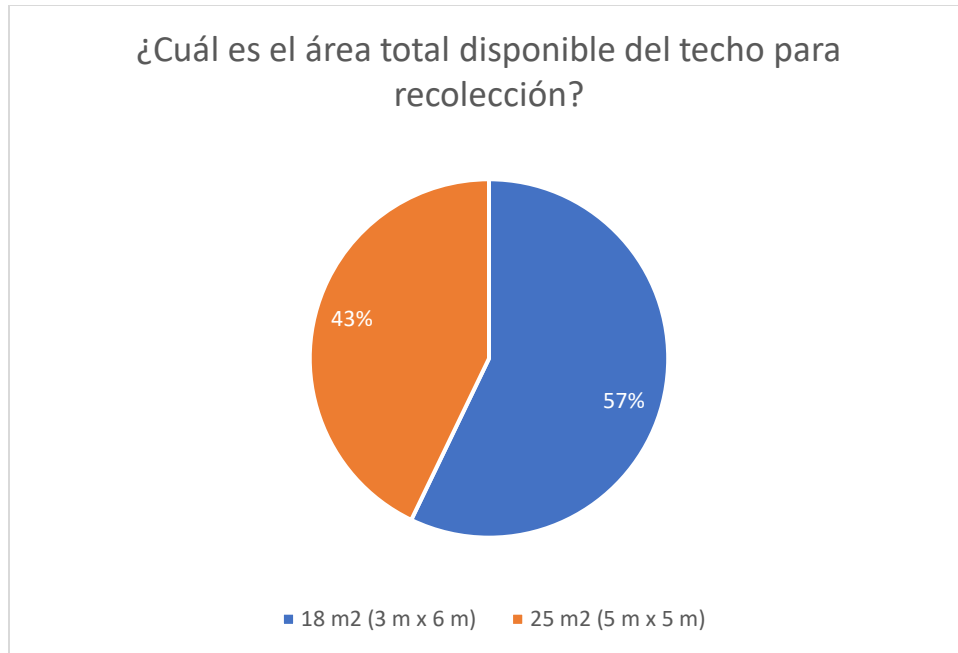


**Figura 31. Tamaño de refresco que consumen las familias en la comunidad.**

Los jefes de familia que contestaron que compran refrescos semanalmente, consumen las siguientes presentaciones, el 30% de las familias compra refrescos en la presentación de 2 litros, el 27% de las familias, compra refrescos 1.25 litros, el 22% de las familias compra la presentación de 1.1 litros, mientras que un 17 % de los encuestados compran la presentación de 3 litros, y apenas un 5 % compra la presentación personal. Los volúmenes de refresco comprados dependen del tamaño de las familias, a mayor número de miembros de la familia, más grande la presentación de refresco que se compra.

#### 4.2.5.2 ÁREA DE TECHO PARA RECOLECCIÓN

Se debe identificar el área de techo disponible de cada casa, para poder cuantificar la capacidad máxima de volumen de agua lluvia que podrá recibir y almacenar en el sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia. Techo Honduras cuenta con dos diseños de vivienda, una con un área de techo de 18 m<sup>2</sup> y un segundo modelo con un área de techo de 25 m<sup>2</sup>. A continuación, en la figura 32, se muestran los resultados obtenidos.



**Figura 32. Área total disponible de Techo según modelo de casa.**

El 57% de los jefes de hogar encuestados comentan que su casa es del modelo número 1, cuyas dimensiones son 3 m x 6 m = 18 m<sup>2</sup>, mientras que el 43% restante cuenta con el modelo número 2, cuyas dimensiones son 5 m x 5 m = 25 m<sup>2</sup>. Debido a que el porcentaje de viviendas es muy cercano, se realizarán los cálculos para los dos tipos de modelo de casa.

#### 4.3 ESTUDIO TÉCNICO

López & Nora (2008) describen al estudio técnico como la sección de un trabajo de investigación en el cual se analizan elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del producto y/o proceso que se desea implementar, para ello se tiene que hacer la descripción detallada del mismo con la finalidad de mostrar todos los requerimientos para hacerlo funcional.

El estudio técnico, al realizarse, permite analizar las distintas alternativas que existen para producir bienes o servicios que se requieren para poner en funcionamiento el proyecto, además, esto permite verificar la factibilidad técnica de cada uno de estos componentes. Este estudio permite establecer la materia prima, los equipos, la maquinaria, las instalaciones y el personal necesario para poner en ejecución el proyecto.

#### 4.3.1 LOCALIZACIÓN DE LA COMUNIDAD

La ubicación del proyecto del diseño del sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia para las casas construidas por Techo Honduras será en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés. Es una comunidad que ha trabajado a lo largo de los últimos años con la organización en la realización de proyectos sociales de mejora en pro del bienestar de la comunidad.

La comunidad queda en las afueras de la ciudad, al nor-este, y muy cerca del límite departamental de Cortés y Yoro, queda ubicada entre una sección del canal de alivio Maya y el río Ulúa.



**Figura 33. Ubicación de la comunidad 17 de Enero, La Lima, Cortés.**

#### 4.3.2 DEMANDA DE AGUA DE LA POBLACIÓN

Para poder diseñar correctamente el sistema de agua lluvia se debe tener conocimiento de información de la población a ser beneficiada, con la información recolectada anteriormente, se puede realizar el diseño para la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.

Mi Ambiente (2013) menciona que la de acuerdo a la OMS, la dotación mínima recomendada de agua debe de ser de 50 L/hab/día, correspondiente a las siguientes actividades.

**Tabla 8. Dotación mínima de agua (L/hab/día) recomendada por la OMS**

Actividad	Dotación
Bebida	5
Servicios de Saneamiento	25
Higiene Personal	15
Cocina	5
<b>Total</b>	<b>50</b>

Fuente: (Mi Ambiente, 2013)

En el caso puntual de la comunidad 17 de Enero, como se vio anteriormente, no utilizan el agua para consumo, sin embargo, se tomará en consideración, para que se pueda diseñar el sistema de almacenamiento con la capacidad de almacenar esa agua, por si en el futuro se pone un sistema de filtración y purificación que permita que esa agua sea consumida cumpliendo todos los estándares de calidad. Otro valor importante necesario es el coeficiente de esorrentía para los distintos materiales de los techos, ese factor es importante debido a que no todos los materiales tienen la misma absorción y conducción de agua.

**Tabla 9. Coeficiente de esorrentía de techos**

Material del Techo	Coeficiente de esorrentía (Ce)
Concreto	0.60 – 0.80
Lámina metálica	0.75 – 0.95
Teja de arcilla	0.80 – 0.90
Madera	0.80 – 0.90
Paja	0.60 – 0.70

Fuente: (Mi Ambiente, 2013)

En la tabla 9, se observan los rangos de escorrentía para distintos tipos de materiales de techo, para el diseño de captación y almacenamiento de agua lluvia de techo se utilizará el valor promedio para un techo con material de lámina metálica, el valor es de 0.85, debido a que ese tipo es el material más utilizado en las viviendas construidas por la organización.

La demanda se calcula para sistemas rurales con la dotación de 50 L/hab/día. Esta demanda busca atender las necesidades de los pobladores mes a mes. Y se expresa con la ecuación 2.

### **Ecuación 2. Cálculo de demanda de agua**

$$Di = \frac{Nu \times Nd \times Dot}{1000}$$

Dónde:

Nu= número de usuarios que se benefician del sistema

Nd= número de días del mes analizado

Dot = dotación (L/persona x día)

Di= demanda mensual (m<sup>3</sup>)

1000 = Es el factor de conversión de litros a m<sup>3</sup>

Para una vivienda con 1 persona habitándola, su demanda mensual para 30 y 31 días será de:

$$Di = \frac{1 \text{ hab} \times 30 \text{ días} \times 50 \text{ l/hab/día}}{1000} = \mathbf{1.5 \text{ m}^3 \text{ de agua}} \text{ para un mes con 30 días}$$

$$Di = \frac{1 \text{ hab} \times 31 \text{ días} \times 50 \text{ l/hab/día}}{1000} = \mathbf{1.55 \text{ m}^3 \text{ de agua}} \text{ para un mes con 31 días}$$



Haciendo el cálculo de la demanda anual para 1 persona, el valor resultante es de: 18.25 m<sup>3</sup>. En la tabla 10, se muestran los resultados al calcular la dotación para las 6 variables de habitantes de las casas de Techo Honduras en la comunidad.

**Tabla 10. Demanda anual de agua requerida por familia de diferente tamaño.**

	Dotación (L/hab/día)	Demanda de Agua (m3)					
	50	1 hab	2 hab	3 hab	4 hab	5 hab	6 hab
<b>Enero (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Febrero (días)</b>	28	1.40	2.80	4.20	5.60	7.00	8.40
<b>Marzo (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Abril (días)</b>	30	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
<b>Mayo (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Junio (días)</b>	30	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
<b>Julio (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Agosto (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Septiembre (días)</b>	30	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
<b>Octubre (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
<b>Noviembre (días)</b>	30	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50	9.00
<b>Diciembre (días)</b>	31	1.55	3.10	4.65	6.20	7.75	9.30
	<b>Σ</b>	<b>18.25</b>	<b>36.50</b>	<b>54.75</b>	<b>73.00</b>	<b>91.25</b>	<b>109.50</b>

Se observa la dotación requerida anualmente por familia compuesta por distinto número de integrantes. Para una vivienda con un solo habitante, que representa el 3.30 % de los encuestados, la demanda anual es de 18.25 m<sup>3</sup>, para una vivienda habitada por dos personas, la demanda anual es de 36.50 m<sup>3</sup>, esto representa el 25.27% de los jefes de familia encuestados, para una vivienda habitada por tres personas, la demanda anual es de 54.75 m<sup>3</sup>, para una vivienda habitada por cuatro personas, esto representa un 20.88% de los encuestados, la demanda anual es de 73 m<sup>3</sup>, una vivienda habitada por cinco personas, demanda anualmente de 91.25 m<sup>3</sup> de agua, esto representa un 17.58% de los encuestados, y una vivienda con 6 habitantes tiene una demanda anual de 109.50 m<sup>3</sup> de agua y este representa un 9.89% de los encuestados.

### 4.3.3 OFERTA MENSUAL DE AGUA LLUVIA

En este apartado se cuantifica la oferta mensual de agua lluvia disponible, que se determina a través del área de techo disponible para recolectar para cada casa en cada uno de los meses del año, dependiendo de la precipitación de la zona. Al evaluar la ecuación 3, se obtiene el valor de la oferta mensual de agua lluvia (m<sup>3</sup>).

#### **Ecuación 3. Cálculo de la oferta mensual**

$$OMA = \frac{Pm \times Ce \times Ac}{1000}$$

Dónde:

OMA = Oferta mensual de agua lluvia (m<sup>3</sup>)

Pm = Precipitación promedio mensual (litros/m<sup>2</sup>)

Ce = Coeficiente de escorrentía, es adimensional

Ac = Área de techo para la captación de agua lluvia (m<sup>2</sup>)

1000 = Es el factor de conversión de litros a m<sup>3</sup>

En la tabla 11, se muestra la oferta mensual de agua lluvia para los dos diseños de vivienda disponibles en Techo Honduras, para las casas de 18 m<sup>2</sup> y de 25 m<sup>2</sup>, los valores de la precipitación media mensual se obtuvieron de la Tabla 6 del presente trabajo de investigación.

**Tabla 11. Cálculo de la oferta de agua lluvia por área de techo disponible.**

	<b>Enero 2000 - 2020</b>	<b>Febrero 2000 - 2020</b>	<b>Marzo 2000 - 2020</b>	<b>Abril 2000 - 2020</b>	<b>Mayo 2000 - 2020</b>	<b>Junio 2000 - 2020</b>	<b>Julio 2000 - 2020</b>	<b>Agosto 2000 - 2020</b>	<b>Septiembre 2000 - 2020</b>	<b>Octubre 2000 - 2020</b>	<b>Noviembre 2000 - 2020</b>	<b>Diciembre 2000 - 2020</b>
<b>Precipitación Media (mm)</b>	<b>53.16</b>	<b>39.08</b>	<b>28.23</b>	<b>14.50</b>	<b>35.49</b>	<b>116.59</b>	<b>58.91</b>	<b>129.20</b>	<b>68.81</b>	<b>82.99</b>	<b>123.75</b>	<b>54.41</b>
Coeficiente de escorrentía (Ce)	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
Área de Techo para Captación (m <sup>2</sup> )	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Factor de conversión litros a m <sup>3</sup>	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
<b>OMA (m<sup>3</sup>) (casa de 18 m<sup>2</sup>) =</b>	<b>0.81</b>	<b>0.60</b>	<b>0.43</b>	<b>0.22</b>	<b>0.54</b>	<b>1.78</b>	<b>0.90</b>	<b>1.98</b>	<b>1.05</b>	<b>1.27</b>	<b>1.89</b>	<b>0.83</b>
Área de Techo para Captación (m <sup>2</sup> )	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00	25.00
<b>OMA (m<sup>3</sup>) (casa de 25 m<sup>2</sup>) =</b>	<b>1.13</b>	<b>0.83</b>	<b>0.60</b>	<b>0.31</b>	<b>0.75</b>	<b>2.48</b>	<b>1.25</b>	<b>2.75</b>	<b>1.46</b>	<b>1.76</b>	<b>2.63</b>	<b>1.16</b>

Al evaluar las variables de la fórmula de la oferta de agua lluvia se obtuvieron los valores de OMA para los 2 tipos de viviendas de Techo Honduras existentes en la comunidad.

#### 4.3.4 DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

Para determinar el volumen del tanque de almacenamiento se realiza un balance entre los resultados obtenidos en la oferta acumulada mensual de agua lluvia y la demanda acumulada mensual de las familias de la comunidad.

MES	PRECIPITACIÓN MENSUAL MM Pm	OFERTA DE AGUA LLUVIA		DEMANDA DE LA POBLACIÓN		DIFERENCIA ENTRE OFERTA ACUMULADA Y DEMANDA
		PARCIAL	ACUMULADA	ACUMULADA PARCIAL	ACUMULADA	
1	2	3	4	5	6	7
Mes 1 (Mes de mayor precipitación)	Pm del mes 1	Aof del mes 1	Acumulada en el mes 1 = Aof del mes 1	Dm del mes 1	Acumulada en el mes 1 = Dm del mes 1	Oferta acumulada en el mes 1 'menos' la demanda acumulada en el mes 1
Mes 2	Pm del mes 2	Aof del mes 2	Acumulada en el mes 2 = Acumulada en el mes 1 + Aof del mes 2	Dm del mes 2	Acumulada en el mes 2 = Acumulada en el mes 1 + Dm del mes 2	Oferta acumulada en el mes 2 'menos' la demanda acumulada en el mes 2
Mes 3						
Mes 4						
Mes 5						
Mes 6						
Mes 7						
Mes 8						
Mes 9						
Mes 10						
Mes 11	Pm del mes 11	Aof del mes 11	Acumulado en el mes 11 = Acumulado en el mes 10 + Aof del mes 11	Dm del mes 11	Acumulado en el mes 11 = Acumulado en el mes 10 + Dm del mes 11	Oferta acumulada en el mes 11 'menos' la demanda acumulada en el mes 11
Mes 12	Pm del mes 12	Aof del mes 12	Acumulado en el mes 12 = acumulado en el mes 11 + Aof del mes 12	Dm del mes 12	Acumulado en el mes 12 = acumulado en el mes 11 + Dm del mes 12	Oferta acumulada en el mes 12 'menos' la demanda acumulada en el mes 12

**Figura 34. Pasos para el cálculo del tanque de almacenamiento.**

Fuente: (Mi Ambiente, 2013)

Para el cálculo del volumen de almacenamiento, Mi Ambiente (2013) en su “Guía de diseño de sistema de cosecha de agua lluvia para consumo humano”, describe los pasos siguientes para su determinación.

- 1) Revisar los cálculos de las ecuaciones anteriores.
- 2) Escriba los meses consecutivos iniciando del mes de mayor precipitación en la columna número 1. Estos meses son numerados del 1 – 12. E.g. Mayo = mes 1, junio=mes2, ...
- 3) En la columna número 2, ingrese cada valor de la precipitación promedio mensual en mm en línea con el mes correspondiente colocado en la columna 1.
- 4) En la columna número 3, ingrese cada valor de la oferta mensual de agua en m<sup>3</sup> calculada en línea con el mes correspondiente colocado en la columna 1.
- 5) En la columna número 4, ingrese para el mes 1, la oferta de agua del mes 1(Aof1) (parcial) y en la celda inferior sume Aof1 más Aof2, en la siguiente celda inferior sume el acumulado más Aof 3, y así sucesivamente sume los acumulados en cada celda inferior siguiente hasta terminar la columna 4.
- 6) En la columna número 5, Ingrese cada valor de la demanda parcial mensual en mm calculada en línea con el mes correspondiente colocado en la columna 1.
- 7) En la columna número 6, ingrese la demanda de agua del mes 1(Dm1, parcial) y en la celda inferior sume Dm1 más Dm2, en la siguiente celda inferior sume el acumulado más Dm3, y así sucesivamente sume los acumulados en cada celda inferior siguiente hasta terminar la columna 6.
- 8) En la columna 7, reste la oferta acumulada menos la demanda acumulada para cada mes.

Si en la columna 7, diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada es un número negativo, significa que ese mes la comunidad tendrá un déficit, su demanda será mayor al agua existente, eso puede significar también que el área de techo no es suficiente, por lo que se recomienda hacer nuevamente los cálculos, con un área de techo mayor que no genere valores

negativos, logrando así que la oferta sea mayor que la demanda, y la población pueda disponer de continuidad en el servicio.

Para poder dimensionar el volumen de almacenamiento, se debe seleccionar el valor mayor de la columna 7, es importante recalcar que este valor resultante se encuentra en m<sup>3</sup>.

A continuación, en la tabla 12, se presenta el análisis de oferta y demanda de agua potable para el modelo de casa con un techo de 18 m<sup>2</sup> y habitada por una sola persona y con una demanda de 50 l/hab/día, tal y como se expuso anteriormente:

**Tabla 12. Análisis de oferta y demanda de 1 habitante por vivienda de 18 m<sup>2</sup>**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	1.55	1.55	-0.74
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.6	1.41	1.5	3.05	-1.64
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	1.55	4.6	-2.76
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	1.5	6.1	-4.04
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.6	1.55	7.65	-5.05
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	1.55	9.2	-5.82
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.9	4.28	1.4	10.6	-6.32
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	1.55	12.15	-5.89
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	1.5	13.65	-6.34
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	1.55	15.2	-6.62
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	1.5	16.7	-6.23
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.3	1.55	18.25	-6.95

Se observa que la diferencia entre la oferta y la demanda acumulada presenta números negativos en todos los meses, esto quiere decir que las personas que habitan la vivienda no contarán con el agua demandada, en el año tendrá un déficit de 6.95 m<sup>3</sup> de agua.

A continuación, en la tabla 13, se presenta el análisis de oferta y demanda de agua potable para el modelo de casa con un techo de 25 m<sup>2</sup> y habitada por una sola persona y con una demanda de 50 l/hab/día, tal y como se expuso anteriormente:

**Tabla 13. Análisis de oferta y demanda de 1 habitante por vivienda de 25 m<sup>2</sup>**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.55	1.55	-0.42
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.5	3.05	-1.09
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.6	2.56	1.55	4.6	-2.04
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.5	6.1	-3.23
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.55	7.65	-4.03
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.1	1.55	9.2	-3.1
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.4	10.6	-3.25
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.1	1.55	12.15	-2.05
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.5	13.65	-2.09
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.55	15.2	-1.88
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.5	16.7	-0.75
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.55	18.25	-1.14

Se muestra que en todos los meses se tiene una demanda mayor a la oferta de agua generada por el techo de 25 m<sup>2</sup>, el mes de diciembre será el que mayor déficit de agua tendrá.

Como se pudo observar en la tabla 12 y en la tabla 13, para viviendas de 18 m<sup>2</sup> y de 25 m<sup>2</sup>, y una demanda de 50 l/hab/día, y para un habitante por vivienda, la demanda sobrepasó la oferta, lo que significa que se tendría que utilizar agua proveniente de otras fuentes previamente utilizadas para poder cumplir la demanda mensual.

En base a lo anterior, a continuación, en la tabla 14, se analiza la relación oferta y demanda para un 60% de la dotación recomendada como demanda por la OMS para las dos áreas de techo.

**Tabla 14. Análisis para 1 habitante de una vivienda de 18 m<sup>2</sup> y demanda al 60%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.6	1.41	0.9	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.9	3.66	-1.6
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.6	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.9	4.28	0.84	6.36	-2.08
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.29	-1.03
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.9	8.19	-0.88
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.12	-0.54
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.9	10.02	0.45
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.3	0.93	10.95	0.35



Un techo de 18 m<sup>2</sup> para un demanda al 60% de la recomendada, 30 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en dos meses del año, estos son en Junio y Julio, en base a la teoría, se toma el valor positivo más grande de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.45 m<sup>3</sup> o 450 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 500 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener la vivienda de 18 m<sup>2</sup> con 1 habitante para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

En la tabla 15, muestra el análisis para una vivienda con techo de 25 m<sup>2</sup> y solamente una persona habitándola.

**Tabla 15. Análisis para 1 habitante de una vivienda de 25 m2 y demanda al 94 %.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.46	1.46	-0.33
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.41	2.87	-0.91
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.60	2.56	1.46	4.32	-1.76
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.41	5.73	-2.86
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.46	7.19	-3.57
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.10	1.46	8.65	-2.55
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.41	10.06	-2.71
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.10	1.46	11.52	-1.42
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.41	12.93	-1.37
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.46	14.38	-1.06
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.41	15.79	0.16
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.46	17.25	-0.14

Para un techo de 25 m<sup>2</sup> y una demanda al 94 % de la recomendada, 47 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en el mes de Junio, la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada para ese mes es de 0.16 m<sup>3</sup> o 160 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 200 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 25 m<sup>2</sup> con 1 habitante para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

En la tabla 16, muestra el análisis de la oferta y demanda para las viviendas de 18 m<sup>2</sup> y 25 m<sup>2</sup>, habitadas por dos personas para poder determinar qué porcentaje de la demanda puede ser abastecida.

**Tabla 16. Análisis para 2 habitantes de una vivienda de 18 m2 y demanda al 30%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.6	1.41	0.90	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.90	3.66	-1.60
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.6	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.9	4.28	0.84	6.36	-2.08
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.29	-1.03
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.90	8.19	-0.88
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.12	-0.54
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.90	10.02	0.45
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.3	0.93	10.95	0.35

Se observa en la tabla 16, que para un techo de 18 m<sup>2</sup> y con una demanda al 30% de la recomendada, 15 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en los meses de Junio y Julio, en base a la teoría, se toma el valor positivo más grande de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.45 m<sup>3</sup> o 450 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 500 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 18 m<sup>2</sup> con 2 habitantes para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

**Tabla 17. Análisis para 2 habitantes de una vivienda de 25 m<sup>2</sup> y demanda al 47%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.46	1.46	-0.33
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.41	2.87	-0.91
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.6	2.56	1.46	4.32	-1.76
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.41	5.73	-2.86
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.46	7.19	-3.57
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.1	1.46	8.65	-2.55
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.32	9.96	-2.61
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.1	1.46	11.42	-1.32
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.41	12.83	-1.27
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.46	14.29	-0.97
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.41	15.70	0.25
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.46	17.16	-0.05

Se observa en la tabla 17, que para un techo de 25 m<sup>2</sup> y con una demanda al 47 % de la recomendada, 23.5 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en el mes de Junio, la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada en ese mes es 0.25 m<sup>3</sup> o 250 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 300 litros que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 25 m<sup>2</sup> con 2 habitantes para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

En las tabla 18, se mostrará el análisis de la oferta y demanda para las viviendas de 18 m<sup>2</sup> y 25 m<sup>2</sup>, habitadas por tres personas para poder determinar qué porcentaje de la demanda puede ser abastecida.

**Tabla 18. Análisis para 3 habitantes de una vivienda de 18 m2 y demanda al 20%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m3)
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.60	1.41	0.90	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.90	3.66	-1.60
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.60	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.90	4.28	0.84	6.36	-2.08
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.29	-1.03
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.90	8.19	-0.88
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.12	-0.54
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.90	10.02	0.45
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.30	0.93	10.95	0.35

Para un techo de 18 m<sup>2</sup> y con una demanda al 20% de la recomendada, 10 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en los meses de Junio y Julio, en base a la teoría, se toma el valor positivo más grande de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.45 m<sup>3</sup> o 450 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 500 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 18 m<sup>2</sup> con 3 habitantes para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

Para una familia conformada por tres habitantes y viviendo en una de las casas de 25 m<sup>2</sup> de techo, la demanda y oferta se ve expresada de la siguiente manera en la tabla 19.

**Tabla 19. Análisis para 3 habitantes de una vivienda de 25 m<sup>2</sup> y demanda al 31 %.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.44	1.44	-0.31
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.40	2.84	-0.88
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.60	2.56	1.44	4.28	-1.72
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.40	5.67	-2.80
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.44	7.11	-3.49
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.10	1.44	8.56	-2.46
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.30	9.86	-2.51
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.10	1.44	11.30	-1.20
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.40	12.69	-1.13
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.44	14.14	-0.82
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.40	15.53	0.42
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.44	16.97	0.14

Para un techo de 25 m<sup>2</sup> y con una demanda al 31% de la recomendada, 15.5 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en los meses de Junio y Julio, en base a la teoría, se toma el valor positivo más grande de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.42 m<sup>3</sup> o 420 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 450 litros que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 25 m<sup>2</sup> con 3 habitantes para el máximo aprovechamiento del agua de las precipitaciones del año.

A continuación, en la tabla 20, se evaluarán las diferencias entre las ofertas y las demandas para viviendas de 18 m<sup>2</sup> y 25 m<sup>2</sup>, habitadas por 4 personas:

**Tabla 20. Análisis para 4 habitantes de una vivienda de 18 m<sup>2</sup> y demanda al 15%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.60	1.41	0.90	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.90	3.66	-1.60
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.60	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.90	4.28	0.93	6.45	-2.17
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.38	-1.12
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.90	8.28	-0.97
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.21	-0.63
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.90	10.11	0.36
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.30	0.93	11.04	0.26

Para un techo de 18 m<sup>2</sup> y con una demanda al 18% de la recomendada, 9 l/hab/día, es capaz de generar mayor oferta que demanda en los meses de Junio y Julio, en base a la teoría, se toma el valor positivo más grande de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.36 m<sup>3</sup> o 360 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 400 litros que representa el volumen de almacenamiento mínimo que se debe tener en la vivienda de 18 m<sup>2</sup> habitada por 4 personas.

En la tabla 21, se presenta el análisis de la oferta y demanda para 4 habitantes en una vivienda con 25 m<sup>2</sup> de techo.

**Tabla 21. Análisis para 4 habitantes de una vivienda de 25 m<sup>2</sup> y demanda al 23%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.46	1.46	-0.33
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.41	2.87	-0.91
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.60	2.56	1.46	4.32	-1.76
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.41	5.73	-2.86
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.46	7.19	-3.57
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.10	1.46	8.65	-2.55
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.32	9.96	-2.61
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.10	1.46	11.42	-1.32
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.41	12.83	-1.27
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.46	14.29	-0.97
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.41	15.70	0.25
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.46	17.16	-0.05

Para una vivienda de 25 m<sup>2</sup>, habitada por 4 personas, y con una demanda de dotación al 23.5% de la recomendada, 11.75 l/hab/día, se observa que en el mes de Junio, la oferta sobrepasará la demanda creando un remanente para ambos meses, se toma el valor mayor, de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.25 m<sup>3</sup> o 250 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 300 litros que representa el volumen de almacenamiento mínimo que debe disponer la familia.

En la tabla 22, se presentan los valores obtenidos para una vivienda de 18 m<sup>2</sup> habitada por 5 personas:

**Tabla 22. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 18 m<sup>2</sup> y demanda al 12%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.6	1.41	0.90	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.90	3.66	-1.60
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.6	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.9	4.28	0.84	6.36	-2.08
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.29	-1.03
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.90	8.19	-0.88
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.12	-0.54
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.90	10.02	0.45
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.3	0.93	10.95	0.35



Para una vivienda de 18 m<sup>2</sup>, habitada por 5 personas, y con una demanda de dotación al 12 % de la recomendada, 6 l/hab/día, se observa que en los meses de Junio y Julio, la oferta sobrepasará la demanda creando un remanente para ambos meses, se toma el valor mayor, de la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.45 m<sup>3</sup> o 450 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 500 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que debe disponer la familia.

En la tabla 23, se presentan los valores obtenidos para una vivienda de 25 m<sup>2</sup> habitada por 5 personas:

**Tabla 23. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 25 m<sup>2</sup> y demanda al 19 %.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.47	1.47	-0.34
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.43	2.90	-0.94
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.60	2.56	1.47	4.37	-1.81
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.43	5.80	-2.93
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.47	7.27	-3.65
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.10	1.47	8.74	-2.64
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.33	10.07	-2.72
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.10	1.47	11.54	-1.44
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.43	12.97	-1.41
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.47	14.44	-1.12
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.43	15.87	0.08
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.47	17.34	-0.23

Para una vivienda de 25 m<sup>2</sup>, habitada por 5 personas, y con una demanda de dotación al 19 % de la recomendada, 9.5 l/hab/día, se observa que en el mes de Junio, la oferta sobrepasará la demanda creando un remanente para ese mes, la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.08 m<sup>3</sup> o 80 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento de 100 litros, que representa el volumen de almacenamiento mínimo que debe disponer la familia.

En la tabla 24, presentan los valores obtenidos al analizar la demanda, para una vivienda de 18 m<sup>2</sup> habitada por 6 personas:

**Tabla 24. Análisis para 6 habitantes de una vivienda de 18 m<sup>2</sup> y demanda al 10%.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	0.81	0.81	0.93	0.93	-0.12
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.6	1.41	0.90	1.83	-0.42
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.43	1.84	0.93	2.76	-0.92
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.22	2.06	0.90	3.66	-1.60
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.54	2.6	0.93	4.59	-1.99
Enero 2000 - 2020	53.16	0.78	3.38	0.93	5.52	-2.14
Febrero 2000 - 2020	39.08	0.9	4.28	0.84	6.36	-2.08
Marzo 2000 - 2020	28.23	1.98	6.26	0.93	7.29	-1.03
Abril 2000 - 2020	14.50	1.05	7.31	0.90	8.19	-0.88
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.27	8.58	0.93	9.12	-0.54
Junio 2000 - 2020	116.59	1.89	10.47	0.90	10.02	0.45
Julio 2000 - 2020	58.91	0.83	11.3	0.93	10.95	0.35

Para una vivienda de 18 m<sup>2</sup>, habitada por 6 personas, y con una demanda de dotación al 10 % de la recomendada, 5 l/hab/día, se observa que en los meses de Junio y Julio, la oferta sobrepasará la demanda creando un remanente para esos dos meses, se selecciona el valor mayor, la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es 0.45 m<sup>3</sup> o 450 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento, de 500 litros, valor que representa el volumen de almacenamiento mínimo que debe disponer la familia.

Para una vivienda de 25 m<sup>2</sup> habitada por 6 personas, se presentan los valores obtenidos al analizar la demanda en la tabla 25.

**Tabla 25. Análisis para 5 habitantes de una vivienda de 25 m<sup>2</sup> y demanda al 15.5 %.**

MES	Precipitación Mensual (MM) o (l/m <sup>2</sup> )	Oferta de Agua Lluvia		Demanda de la Población		Diferencia entre Oferta Acumulada y Demanda (m <sup>3</sup> )
		Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	Acumulada Parcial (m <sup>3</sup> )	Acumulada (m <sup>3</sup> )	
Agosto 2000 - 2020	129.20	1.13	1.13	1.44	1.44	-0.31
Septiembre 2000 - 2020	68.81	0.83	1.96	1.40	2.84	-0.88
Octubre 2000 - 2020	82.99	0.60	2.56	1.44	4.28	-1.72
Noviembre 2000 - 2020	123.75	0.31	2.87	1.40	5.67	-2.80
Diciembre 2000 - 2020	54.41	0.75	3.62	1.44	7.11	-3.49
Enero 2000 - 2020	53.16	2.48	6.10	1.44	8.56	-2.46
Febrero 2000 - 2020	39.08	1.25	7.35	1.30	9.86	-2.51
Marzo 2000 - 2020	28.23	2.75	10.10	1.44	11.30	-1.20
Abril 2000 - 2020	14.50	1.46	11.56	1.40	12.69	-1.13
Mayo 2000 - 2020	35.49	1.76	13.32	1.44	14.14	-0.82
Junio 2000 - 2020	116.59	2.63	15.95	1.40	15.53	0.42
Julio 2000 - 2020	58.91	1.16	17.11	1.44	16.97	0.14

Para una vivienda de 25 m<sup>2</sup>, habitada por 6 personas, y con una demanda de dotación al 15.5 % de la recomendada, 7.75 l/hab/día, se observa que en los meses de Junio y Julio, la oferta sobrepasará la demanda creando un remanente para esos dos meses, se selecciona el valor mayor, la diferencia entre la oferta acumulada y la demanda acumulada, que en este caso es el valor de Junio, 0.42 m<sup>3</sup> o 420 litros, para evitar el rebose, se debe considerar un almacenamiento, de 450 litros, valor que representa el volumen de almacenamiento mínimo que debe disponer la familia.

Al haber realizado el análisis para todas las configuraciones, tomando como referencia la cantidad de personas por familia y los dos tamaños de techo que Techo Honduras construye en la comunidad se presenta el resumen a continuación en la tabla 26.

**Tabla 26. Resumen de volúmenes de almacenamiento y porcentaje de demanda satisfecha.**

		Vivienda de 18 m <sup>2</sup>	Vivienda de 25 m <sup>2</sup>
1 Habitante	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	60 %	94 %
	Volumen de Almacenamiento (litros)	450	200
2 Habitantes	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	30 %	47 %
	Volumen de Almacenamiento (litros)	500	300
3 Habitantes	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	20 %	31 %
	Volumen de Almacenamiento (litros)	500	450
4 Habitantes	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	15 %	23.5 %
	Volumen de Almacenamiento (litros)	400	300
5 Habitantes	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	12%	19%
	Volumen de Almacenamiento (litros)	500	100
6 Habitantes	Porcentaje de Demanda Satisfecha (%)	10 %	15.5 %
	Volumen de Almacenamiento (litros)	500	450

Como se puede observar en la tabla 26, para las viviendas con 18 m<sup>2</sup> de Techo, habitadas por entre 1 y 6 personas, los volúmenes de almacenamiento requeridos, oscilan entre los 400 litros y 500 litros, para las viviendas con 25 m<sup>2</sup> de Techo, y habitadas por entre 1 y 6 personas, los volúmenes de almacenamiento requeridos oscilan entre los 100 litros y 500 litros. En lo que concierne a la demanda satisfecha, para viviendas con 18 m<sup>2</sup> de techo, se cubre entre 10% y 60%, dependiendo de la cantidad de personas que habitan la casa, para viviendas con 25 m<sup>2</sup> de techo, la demanda satisfecha cubierta oscila entre los 15% y 94%, dependiendo también de la cantidad de personas que habitan la casa.

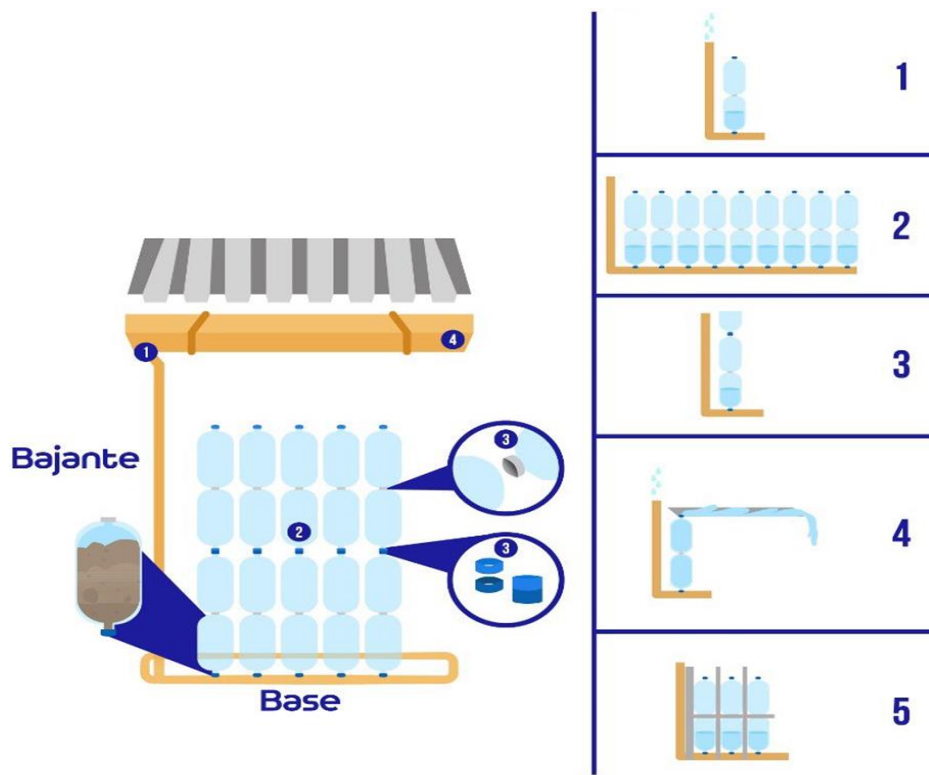
#### 4.3.5 DISEÑO DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA LLUVIA UTILIZANDO BOTELLAS DE PLÁSTICO PET

Para el sistema de recolección de aguas lluvias se busca utilizar materiales de bajo costo, sin sacrificar en ningún momento la calidad de los mismos, para que la comunidad los pueda adquirir sin ver afectado su economía.

El material de cubierta de techos es esencial para el primer componente del sistema que es la captación: la cubierta de las casas de Techo Honduras son metálicas, este tipo de superficie y con una pendiente adecuada, esto facilita el escurrimiento del agua hacia el sistema de recolección, la cubierta influye directamente en cuanto a la calidad de la misma y es elemental para la cantidad de agua que se pueda captar, la cual es conducida a través del segundo componente del sistema, la conducción por medio de las canaletas y los bajantes, del agua lluvia que pasa por la cubierta hacia las primeras botellas de plástico utilizada como receptoras de las primeras agua y posteriormente hacia el sistema principal de recolección de aguas lluvias a partir de la reutilización de envases plásticos PET de dos y tres litros, el sistema de tanque interceptor de primeras aguas lluvias, tiene como función almacenar las primeras aguas lluvias que corresponde al lavado de la cubierta en donde estas aguas estarán contaminadas debido al polvo, heces de aves, hojas, entre otros, evitando el paso del agua contaminada hacia el tercer componente, el almacenamiento, recibe las aguas captadas en un sistema conformado por una serie de envases de refresco plástico PET interconectados entre sí, para luego poder ser distribuida al uso de las necesidades básicas de cada hogar.

El sistema puede ser colocado y anclado en pared de madera de dichas casas, pudiendo ser elaborados con diferentes tipos de materiales, dependiendo del estado económico de las familias, en la comunidad 17 de Enero, se ha propuesto la de una estructura de sistema liviano con canaletas de espesor 0.40 mm, el sistema de distribución: será controlado por medio de llaves reguladas para su apertura y cierre.

A continuación, en la figura 35, se presentan los componentes principales del sistema y una proyección de cómo están relacionados e interconectados entre sí.

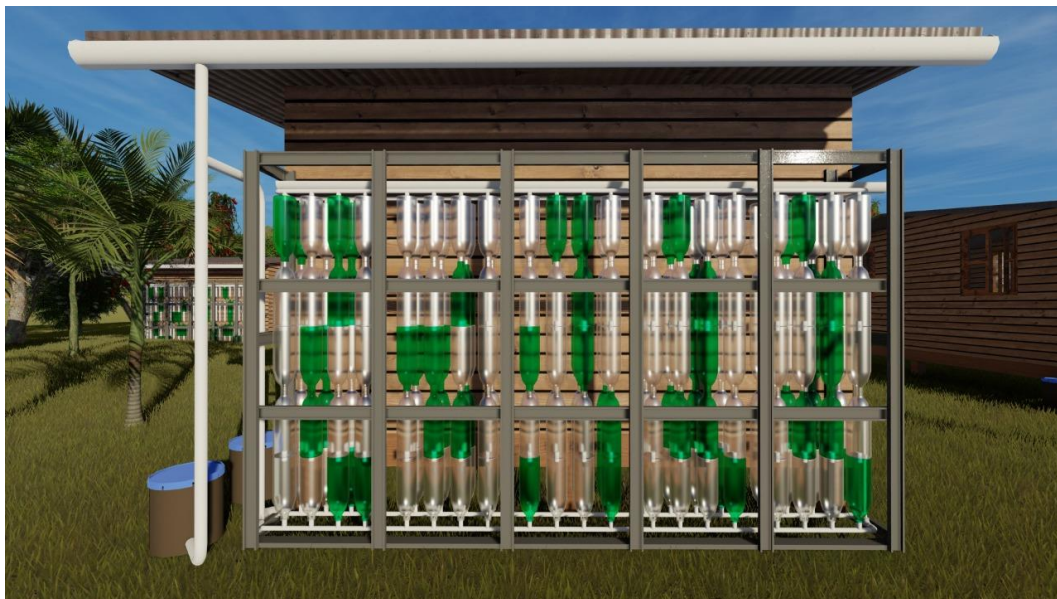


**Figura 35. Esquema básico de sistema de captación de agua lluvia a ser implementado.**

Se muestran los componentes del sistema y la trayectoria del agua desde su recolección hasta su almacenamiento. En el punto 1, el agua lluvia es recolectada por un canal que la conduce hasta la base del sistema. El punto 2 muestra que el agua recolectada se esparce por igual en cada una de las columnas de botellas y que están interconectadas a una base de tubería de PVC, las columnas se van llenando al mismo tiempo. En el punto 3, cada botella plástica está interconectada a otra por medio de los taparrosas perforadas por en medio y unidas entre si herméticamente por

medio de termofusión. En el punto 4, muestra que en la parte superior del sistema habrá un tubo de rebose que permitirá que cuando el sistema de agua lluvia se llene, el agua se podrá almacenar en otro recipiente. En el punto 5, se muestra un detalle de la estructura, realizada como se mencionó anteriormente con parales de canaleta y con la opción de poder ser sellado el sistema con láminas de fibrocemento, resistentes a la intemperie, para protección del agua de los rayos solares, y evitar así la proliferación de algas y otros microorganismos, también se puede prevenir el crecimiento de dichos organismos al aplicar pequeñas cantidades de cloro en el sistema.

En la figura 36 se muestra un render del sistema de captación y almacenamiento propuesto para las casas de Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.



**Figura 36. Vista frontal del sistema de almacenamiento propuesto.**

Se aprecia un render, vista frontal, del sistema propuesto instalado en la casa típica de Techo Honduras, consta como se mencionó anteriormente, de un sistema de canaletas verticales y horizontales para rigidizar la estructura y a su vez es liviana, de buena calidad y costo accesible.

Consta de botellas de plásticas PET de refrescos en presentación preferiblemente de dos y tres litros, estos volúmenes son los recomendados para obtener máximo provecho en la relación volumen de captación y espacio que ocupan.



**Figura 37. Vista lateral del diseño de recolección y abastecimiento.**

La figura 37 muestra una vista lateral del sistema de almacenamiento ubicado en la lateral de la casa de Techo Honduras, una de las bondades de este sistema es que se puede acoplar a la forma deseada, de acuerdo al diseño propio de la casa.

Como se ha mencionado anteriormente, el principal material utilizado para el almacenamiento del agua, es el plástico PET, reutilizando las botellas de refrescos, cada sistema que se construye brinda una alternativa amigable con el medio ambiente, en la tabla 27 se muestra la cantidad de botellas necesarias según el volumen de almacenamiento.

**Tabla 27. Relación volumen de almacenamiento con cantidad de botellas utilizadas.**

Volumen de Almacenamiento (litros)	Botellas Plásticas de 2 L. (und)	Botellas Plásticas de 3 L. (und)
100	50	34
200	100	68
300	150	100
400	200	134
450	225	150
500	250	168



Se observa en la tabla 27, que para cada uno de los volúmenes de almacenamiento que se necesitarán en las casas de Techo Honduras, la cantidad de botellas de plástico que se necesitarán en las presentaciones de 2 y 3 litros. Para los volúmenes de 100 litros hasta 500 litros de almacenamiento, se ocupan de entre 50 a 250 botellas, considerando que, a cada una de las 120 familias se le construya un sistema de 500 litros de almacenamiento, utilizando 250 botellas, eso representaría que se estarían recolectando alrededor de 30 mil botellas, que es una cantidad considerable de reciclaje o la reutilización de desechos plásticos en pro del medio ambiente.

En la figura 38, se presenta una ficha de costo, mostrando los materiales necesarios para la construcción del sistema propuesto:

Item	Actividad	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Total
<b>Conducción de agua lluvia</b>					
A.01	Canal de conducción de aguas con su bajante de conexión	ml	6	L249.11	L1,494.66
A.02	Accesorios hidrosanitarios y tubería de conexión al sistema	global	1	L885.50	L885.50
				<b>Sub-Total</b>	<b>L2,380.16</b>
<b>Almacenaje</b>					
B.01	Estructura metálica de almacenaje de botellas de plástico PET.	global	1	L1,005.99	L1,005.99
				<b>Sub-Total</b>	<b>L1,005.99</b>
<b>Distribución</b>					
C.01	Llave de apertura y cierre	unidad	1	L87.14	L87.14
				<b>Sub-Total</b>	<b>L87.14</b>
				<b>Costo Total</b>	<b>L3,473.29</b>

**Figura 38. Ficha de Costo del sistema de captación y almacenamiento de agua lluvia.**

La ficha de costo, de la figura 38 toma en consideración los costos de cada uno de los tres componentes principales del sistema, la recepción/conducción, almacenaje y distribución, se observa que en la conducción, el sistema de canales representa el mayor costo de dicha etapa, mientras que en las otras dos etapas, los precios son menores, es importante mencionar que se ha considerado que las botellas de plástico se obtendrán de los refrescos que compran las familias para consumo, o de la recolección de los mismos por medio del reciclaje. No se incluye precio de mano de obra, estos sistemas serán construidos por los voluntarios de Techo Honduras, junto con los jefes de hogar de cada familia, y sus demás miembros que quieran participar. El costo de este sistema para un volumen de almacenamiento de 450 litros es de 3,473.29 lempiras.

#### 4.4 ESTUDIO FINANCIERO (SROI)

El SROI es un método basado en principios de medición del valor extra financiero, es decir, el valor ambiental, social y económico que actualmente no se refleja en la contabilidad financiera convencional en relación con los recursos invertidos en una organización, proyecto o iniciativa. Este método ayuda a las organizaciones a medir y evaluar el impacto que producen para sus principales grupos de interés. (ECODES, 2020)

##### 4.4.1 IDENTIFICACIÓN DE INTERESADOS

En la tabla 28, se muestran los interesados directos e indirectos del proyecto del diseño y construcción de un sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia para las casas construidas por Techo Honduras y la relación que tienen para su inclusión o exclusión dentro del mismo.

**Tabla 28. Interesados considerados y no considerados del proyecto.**

<b>Interesados Considerados</b>	<b>Relación</b>	<b>Razón Para Su Inclusión</b>
Techo Honduras	Directa	Se le presentará un informe de investigación conteniendo un estudio técnico y financiero de la factibilidad de la construcción del sistema.
Habitantes de la comunidad 17 de Enero que tienen casas de Techo Honduras	Directa	El análisis se basa en los dos tipos de casas que tiene Techo Honduras en la comunidad.
Patronato de la comunidad	Directa	Serán los líderes y representantes de la comunidad dentro del proyecto, tendrán relación directa con Techo Honduras, ayudarán con la logística, comunicación y toma de decisiones.

<b>Interesados No Considerados</b>	<b>Relación</b>	<b>Razón Para Su Exclusión</b>
Habitantes de la comunidad 17 de Enero que no tienen casas de Techo Honduras	Indirecta	Familia participante que se relaciona directamente con los distintos proyectos.
Dueños de casas de Techo en otras comunidades y en otras partes del país	Indirecta	Debido a que el análisis de precipitación se realiza por ubicación geográfica, dichos valores solo aplican a habitantes de La Lima, Cortés o sus vecinos más próximos.
Autoridades municipales	Indirecta	No habrá participación directa de las autoridades municipales en la ejecución del proyecto. Techo Honduras no suele trabajar directamente con entidades públicas, políticas del país.


Dentro de los interesados con participación directa del proyecto se encuentra la organización Techo Honduras, ellos serán los beneficiarios del trabajo de investigación, conteniendo un estudio técnico y financiero de la factibilidad de la puesta en marcha de un diseño como el propuesto. También se encuentran como beneficiarios, los habitantes de la comunidad 17 de Enero de La Lima, que tienen casas construidas por Techo Honduras, ya que el análisis de la investigación se basa en los dos modelos de casas que tiene Techo Honduras en la comunidad.

Los interesados no considerados dentro de este trabajo de investigación se encuentran los habitantes de la comunidad 17 de Enero que no tienen casas de la organización, debido a que ellos cuentan con casas con techos de diferente tamaño, por lo que el cálculo de la oferta de agua se tiene que realizar de forma personalizada para cada caso. De igual forma, el presente análisis no se puede tomar como definitivo para casas de Techo Honduras construidas en otros municipios del país, ya que se debe tomar en consideración la precipitación de la zona, a través de los datos históricos de la estación meteorológica más cercana.

#### 4.4.2 MAPA DE IMPACTOS

Una vez identificados los interesados del proyecto, se procede a realizar un mapa de impacto que muestra la relación entre las entradas, llámese recursos económicos y humanos, las actividades llevadas a cabo y las salidas o resultados obtenidos. El mapa de impacto tiene como fin principal, ayudar a comprender y explicar cómo se crea valor y beneficios a través del uso de los recursos.

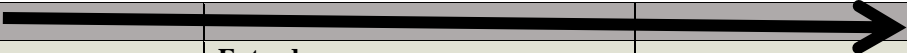
**Tabla 29. Identificación de Interesados y Cambios Contemplados y No Contemplados**

<b>PASO 1</b> 	
<b>Interesados</b>	<b>Cambios Contemplados / Contemplados</b>
<b>¿En quién tenemos efecto? ¿Quién tiene efecto en nosotros?</b>	<b>¿Qué cree usted que cambiará para ellos?</b>
Techo Honduras	Aumentará la proyección social de la organización, brindaran una alternativa o solución para las necesidades de agua.
Habitantes de la comunidad 17 de Enero que tienen casas de Techo Honduras	Suplir de las necesidades básicas de agua potable
	Mejorará la salubridad de las familias
	Cobertura del servicio de agua potable sin necesidad del sistema tradicional de tuberías de pvc.
	Economía familiar, reducción de gastos.

Como se observa en la tabla 29, se priorizó a los interesados considerados, y se establecieron los beneficios que se considera que tendrán los habitantes de la comunidad a raíz de la implementación del sistema de recolección y abastecimiento de agua. La organización se verá beneficiada ya que podrá suplir o dar una alternativa a otra necesidad a parte de la de vivienda, así como es una oportunidad de proyección ambiental con la reutilización de las botellas plásticas. Para los habitantes de casas de Techo, entre los principales beneficios que obtendrán son: suplir las necesidades básicas de agua potable, mejorará la salubridad de las familias, habrá una cobertura del servicio de agua potable sin necesidad del sistema tradicional de tuberías de PVC, habrá una reducción de gastos y brindará mejora en la economía de las familias que se abastecen de agua subterránea por medio de bomba de combustible.

En la tabla 30, se muestra el paso 2 del proceso del mapa, hace referencia a las entradas que reciben sobre los beneficios.

**Tabla 30. Inversión y el valor del mismo como entrada del mapa de impacto.**

<b>PASO 2</b> 		
	<b>Entradas</b>	
<b>¿En quién tenemos efecto? ¿Quién tiene efecto en nosotros?</b>	<b>¿Qué invierten ellos?</b>	<b>Valor (Sólo números)</b>
Techo Honduras	Tiempo	L0.00
	Tiempo y Recursos	L0.00
	Recursos Económicos	L292,331.00
Habitantes de la comunidad 17 de Enero que tienen casas de Techo Honduras	Tiempo, y recursos económicos.	L208,398.00
<b>Total</b>		<b>L 500,729.00</b>

El paso 2 muestra lo invertido tanto por la organización como por los jefes de familia de la comunidad, se resume en tiempo y recursos económicos, el costo total del sistema se vería costado el 50% por la organización y el 50% restante por las familias. En la figura 39 se presentó la ficha de costo del sistema, siendo L 3,473.29 el costo total de cada sistema, en lo que corresponde netamente al precio del sistema, cada una de las partes pagará la mitad, L 1,736.65 por unidad, al multiplicar el costo del sistema por las 120 familias, resultan L 208,398.00 que gastarán Techo y la misma cantidad gastará la comunidad, el total del costo del proyecto será de L 500,729.00, en este monto se incluye los otros gastos que deberá incurrir la organización para que el proyecto se lleve a cabo, así como el costo el plan de riesgos.

No se considera el valor monetario equivalente al tiempo invertido por parte de los jefes de familia, el costo de oportunidad de ocupar ese tiempo en un trabajo remunerado debido a que las actividades de Techo Honduras se realizan los días sábados y domingos, y apenas el 19.78% de los jefes de familia que fueron entrevistados, cuentan con un trabajo permanente, y solo trabajan 5 días a la semana. El 80.22% restante posee un trabajo temporal, por lo que está la libertad de planificar su participación en el proyecto en el tiempo en que se no encuentre laborando.

**Tabla 31. Paso 3 - Salidas y cambios ocurridos para los beneficiados.**

Cambio Contemplados	Resumen de la actividad en números	Descripción	Indicador	Fuente	Cantidad	Duración	Proxy Financiero	Valor \$	Fuente
		¿Cómo describiría usted el cambio?	¿Cómo lo mediría?	¿De dónde obtuvo la información?	¿Cuánto cambio hubo?	¿Cuánto dura?	¿Qué proxy usaría para valorar el cambio?	¿Cuál es el valor del cambio?	¿De dónde obtuvo la información?
Aumentará la proyección social de la organización, brindaran una alternativa o solución para las necesidades de agua.	Colectas para la recaudación de fondos para la construcción de los sistemas.	Incremento en la proyección social de la organización, le permitirá complementar los beneficios sociales ya existentes.	Cantidad de sistemas de captación y almacenamiento que se podrán financiar.	Información institucional y Encuestas, visitas de campo.	0	0	Cantidad de sistemas de recolección que se podrán financiar con los fondos recaudados	L0.00	Registros contables y administrativos
	Capacitaciones técnicas sobre la construcción del sistema	Iniciación a las actividades de reciclaje social y ambientalmente responsable.	Número de jefes de hogar que recibieron la capacitación técnica para la construcción del sistema.		0	0	Costo de la capacitación técnica para los jefes de familia.	L0.00	Registros contables y administrativos
	Construcción de sistema de recolección y almacenamiento para 120 familias		Número de sistemas de captación y almacenamientos construidos		0	0	Costo de la construcción de los sistemas	L0.00	Registros contables y administrativos

Continuación Tabla 31.

Cambio Contemplados	Resumen de la actividad en números	Descripción	Indicador	Fuente	Cantidad	Duración	Proxy Financiero	Valor L.	Fuente
		¿Cómo describiría usted el cambio?	¿Cómo lo mediría?	¿De dónde obtuvo la información?	¿Cuánto cambio hubo?	¿Cuánto dura?	Proxy para valorar el cambio	¿Cuál es el valor del cambio?	¿De dónde obtuvo la información?
Suplir de las necesidades básicas de agua potable	Capacitación técnica de los 120 jefes de familia de casas de Techo para la elaboración del sistema.  Construcción de los sistemas de captación y almacenamiento junto a voluntarios de Techo Honduras	Las familias podrán disponer de agua de fuentes alternativas para su uso en sus necesidades básicas.	Fuente de procedencia del agua potable.	Encuestas, visitas de campo.	46	5	Dinero que se ahorran las familias que se abastecen de fuentes superficiales en la compra de agua purificada o en el pago a personas que acarreen el agua.	L2,400.00	Presupuesto mensual familiar
Mejora en la salubridad de las familias		Mejorará la higiene y saneamiento de las familias de la comunidad.	Familias que podrán usar el agua para ducharse, lavarse las manos y mantener la higiene sanitaria.		120	5	Costo anual de visitas al doctor y compra de medicinas para enfermedades causadas por la falta de agua y saneamiento.	L500.00	Presupuesto mensual familiar
Cobertura y continuidad del servicio de agua potable sin necesidad del sistema tradicional de tuberías.		Permitirá que el abastecimiento de agua por medio de un sistema de tuberías no se vuelva una necesidad inminente.	Número de familias que no tendrían que pagar una cuota mensual de agua.		45	5	Costo de la cuota mensual de agua que se pagan en comunidades con dichos sistemas.	L1,800.00	Presupuesto mensual familiar
Economía familiar		Habrà un ahorro en la compra mensual de combustible de las familias con bomba mecánica.	Cantidad de dinero mensual que se deja de destinar para la compra de combustible.		59	5	Presupuesto mensual destinado para la compra de combustible.	L3,600.00	Presupuesto mensual familiar

La tabla 31 muestra el paso 3 del mapa de impacto, el primer cambio que tendrá la comunidad será que las familias podrán disponer de agua de fuentes alternativas para su uso en sus necesidades básicas, los beneficiados serán 46 familias y verán el beneficio reflejado anualmente por 5 años, se hace una proyección de gasto de 200 lempiras por mes por 12 meses que tiene el año, esto da un resultado de 2,400 lempiras anuales por familia.

El segundo cambio que se verá reflejado será la mejora en la higiene y saneamiento de las familias de la comunidad, este beneficio será para las 120 familias con casas de Techo Honduras que podrán usar el agua para ducharse, lavarse las manos y mantener la higiene sanitaria. Se consideró un costo de 500 lempiras al año por familia para atender 1 visita al doctor y compra de medicinas para enfermedades causadas por la falta de agua y saneamiento, como ser la diarrea.

El tercer cambio permitirá que el abastecimiento de agua por medio de un sistema de tuberías no se vuelva una necesidad inminente, 45 familias que no cuentan con abastecimiento de agua subterránea por medio de pozo manual o de bomba de combustible y que se abastecen de fuentes superficiales se verán beneficiadas, la recolección de agua lluvia permitiría a estas familias el ahorro al pago de una cuota fija mensual por servicio de agua que se pagan en ciertas comunidades con sistemas de agua distribuidas por tubería. Las cuotas por pago de servicio de agua, tiene un costo promedio mensual de 150 lempiras, al final de un año esto representará 1,800.00 lempiras en oportunidad de ahorro por familia, durante los 5 años.

El cuarto cambio que se verá reflejado en la comunidad es el ahorro monetario en la compra mensual de combustible en las familias que cuentan con bomba mecánica, 59 familias disponen de ese sistema y gastan alrededor de 300 lempiras mensuales, siendo el gasto total anual de 3,600 lempiras por familia.



**Tabla 32. Paso 4 aplicación de porcentajes de castigo a los beneficios.**

<b>PASO 4.</b>					
<b>Cambio Contemplados</b>	<b>Peso Muerto %</b>	<b>Desplazamiento %</b>	<b>Atribución %</b>	<b>Decrecimiento %</b>	<b>Impacto</b>
	¿Qué habría sucedido sin la actividad?	¿Qué actividad desplazaste?	¿Quién más contribuiría al cambio?	¿Decrecerá el outcome en años futuros?	Cantidad multiplicada por proxy financiero, menos peso muerto, desplazamiento y atribución
Suplir de las necesidades básicas de agua potable	0%	31%	0%	0%	L76,176.00
Mejora en la salubridad de las familias	50%	0%	0%	0%	L30,000.00
Cobertura y continuidad del servicio de agua potable sin necesidad del sistema tradicional de tuberías.	0%	0%	0%	0%	L81,000.00
Economía familiar	0%	50%	0%	0%	106,200.00

En la tabla 32, se puede observar los porcentajes de peso muerto, desplazamiento, atribución y decrecimiento que se aplica a cada uno de los beneficios generados para la comunidad. En el beneficio del dinero que se ahorran las familias que se abastecen de fuentes superficiales en la compra de agua purificada o en el pago a personas que acarreen el agua, se consideró un 31% de desplazamiento debido a que representa el promedio de demanda satisfecha para los dos tipos de viviendas y el número de habitantes. Para el beneficio del costo anual de visitas al doctor y compra de medicinas para enfermedades causadas por la falta de agua y saneamiento, se consideró que un 50% del beneficio será recibido por la comunidad a través de las brigadas médicas que organizaciones no gubernamentales donan a las comunidades, como planes sociales. Del tercer beneficio, no se consideró ninguna penalidad debido a que en la comunidad actualmente no existe un sistema de distribución de agua potable por medio de tuberías. Del cuarto beneficio se consideró que un 50% de las familias que tienen pozo mecánico estarán dispuestos a dejar de utilizar los pozos para implementar el sistema de recolección de agua lluvia.

**Tabla 33. Cálculo del SROI**

<b>Cálculo del Retorno Social</b>						
<b>Tasa de descuento</b>		<b>3.5%</b>				
<b>Mejoras Contempladas</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Aumentará la proyección social de la organización, brindaran una alternativa o solución para las necesidades de agua.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suplir de las necesidades básicas de agua potable	0.00	76,176.00	76,176.00	76,176.00	76,176.00	76,176.00
Mejora en la salubridad de las familias	0.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00	30,000.00
Cobertura y continuidad del servicio de agua potable sin necesidad del sistema tradicional de tuberías.	0.00	81,000.00	81,000.00	81,000.00	81,000.00	81,000.00
Economía familiar	0.00	106,200.00	106,200.00	106,200.00	106,200.00	106,200.00
<b>Total</b>						
<b>293,376.00</b>	0.00	293,376.00	293,376.00	293,376.00	293,376.00	293,376.00
<b>Valor Actual de cada Año</b>						
0.00	283,455.07	273,869.64	264,608.34	255,660.23	247,014.72	
<b>Valor Actual Total</b>						<b>1,324,608.01</b>
<b>Valor Actual Neto (Valor Actual – La Inversión)</b>						<b>823,879.01</b>
<b>Retorno Social Valor Retorno Social L. por L.</b>						<b>2.65</b>

Narillos Roux (2010) sugiere una tasa de descuento para proyectos sociales y del sector público de un 3.5% como tasa de descuento. En la tabla 33, se observa el resultado para el retorno social de la inversión, un ratio de 2.65, lo que indica que por cada lempira invertido en el proyecto se generará un retorno social de la inversión de 2.65 lempiras cuantificados en los beneficios que generaría la implementación del sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia propuesto en este trabajo de investigación.

#### 4.4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Al analizar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) que plantea que el sistema de recolección/abastecimiento de aguas lluvias no es factible técnica y financieramente para la comunidad 17 de Enero de La Lima y que la relación beneficio/costo será no mayor que 1.

Al haber realizado el cálculo proyectado del SROI, y haber evaluado la relación existente entre los beneficios obtenidos y los costos de inversión, el ratio obtenido de 2.65 es mayor que 1. Por lo antes expuesto, se puede concluir que el proyecto en su diseño e implementación, es viable técnico y financieramente.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el presente capítulo se presentan las conclusiones obtenidas al realizar el trabajo de investigación, al haber desarrollado el estudio y financiero para determinar la factibilidad del sistema de recolección de agua lluvia para los modelos de casas construidas por Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés. Este trabajo servirá como pauta para Techo Honduras o para quien estime conveniente, para la realización de los cálculos de precipitación y determinación de los costos para la construcción de un sistema adaptado a las necesidades particulares de cada hogar. Se presentan las recomendaciones generales para el desarrollo óptimo del diseño y construcción del proyecto.

### **5.1 CONCLUSIONES**

- 1) La comunidad 17 de Enero de La Lima, se abastece de fuentes superficiales, como ser riachuelos y quebradas que fluyen cerca de la comunidad, se abastecen de fuentes subterráneas a través de pozos mecánicos y manuales, y el agua purificada para beber la compran a empresas embotelladoras de agua.
- 2) Los resultados de los cálculos demostraron que la precipitación mensual media de los últimos 20 años es la siguiente: enero con 53.16 mm, febrero con 39.08 mm, marzo con 28.23 mm, abril con 14.50 mm, mayo con 35.49 mm, junio con 116.59 mm, julio con 58.91 mm, agosto con 129.20 mm, septiembre con 68.81 mm, octubre con 83.99, noviembre con 123.75 y diciembre con 54.41 mm. Al realizar la sumatoria de la precipitación media de cada mes de los últimos 20 años en el municipio de La Lima, se obtiene una precipitación promedio anual de 805.12 mm.
- 3) Se determinó que las necesidades básicas de agua de la comunidad se resumen en el uso de la misma para el lavado de vajillas, lavado de ropa, ducharse, en menor medida para el riego de plantaciones propias y uso en el ganado, la comunidad necesita también agua purificada o filtrada para poder beber.

- 4) Por medio de los cálculos de la oferta de agua lluvia y la demanda de consumo de la comunidad, se determinó que la demanda satisfecha será de entre un 10% y 60% para viviendas de 18 m<sup>2</sup> de Techo, dependiendo de la cantidad de personas que habitan la casa, y entre 15% y 94% para viviendas de 25 m<sup>2</sup> de techo, dependiendo de los habitantes de la misma. Al cumplir con cierto porcentaje de la demanda, se demuestra que el sistema podrá ser funcional para las familias que decidan implementar el sistema.
- 5) Los resultados obtenidos en el cálculo de la tasa social de retorno SROI, muestran una viabilidad técnica y financiera del diseño y construcción del proyecto, ya que el ratio obtenido de los beneficios obtenidos entre los costos de inversión, refleja un retorno social de la inversión de 2.65 lempiras por cada lempira invertido en el proyecto.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- 1) A Techo Honduras, considerar satisfacer otras de las necesidades básicas de las comunidades a través de la implementación del sistema propuesto en esta investigación u otro sistema para la recolección de agua lluvia, muchos de las comunidades donde son construidas las casas de Techo Honduras se encuentran en lugares de difícil acceso o con limitantes a los servicios básicos como el agua potable.
- 2) A Techo Honduras, no generalizar los cálculos de la precipitación anual y considerar que pueden utilizarse lo mismos valores para las demás comunidades en otros municipios del país. Cada municipio necesitará su propio análisis de precipitación proveniente de la estación meteorológica que se encuentre más cercana.
- 3) A Techo Honduras, considerar la implementación de un segundo sistema como el propuesto que cuente con un sistema de filtración por medio de arenas, se recomienda que sea de forma independiente debido al período de filtración que el agua debe cumplir, por lo que el caudal de salida de la llave se reduciría.

- 4) Búsqueda de la creación de convenios con empresas que producen mucho residuo mensual de botellas plásticas de refresco, para la reutilización de las mismas en la creación de los sistemas de recolección y abastecimiento de agua lluvia.
  
- 5) A los pobladores de la comunidad, se recomienda una participación “hombro a hombro” con Techo Honduras, para la adquisición de los conocimientos técnicos necesarios para la construcción del sistema propuesto, así como la posibilidad de replicar el mismo en casas de otros vecinos, familiares o amigos que no cuenten con una vivienda de Techo Honduras.

## **CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD**

El diseño e implementación del sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia para las casas construidas por Techo Honduras, resultó ser viable por el ratio del SROI obtenido mayor que 1. En el siguiente capítulo se describirá, en su etapa de inicio y planificación, los planes a seguir para la gestión del proyecto, a través de las áreas de conocimiento de la metodología del Project Management (PMI), que se encuentran plasmados en la “Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, Guía del PMBOK, la consideración de las buenas prácticas y lecciones aprendidas aumentan las probabilidades de éxito de los proyectos.

### **6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA**

El nombre que se le ha otorgado al proyecto es: “Factibilidad técnica y financiera de un sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para casas construidas por Techo Honduras en la comunidad 17 de Enero de la Lima, Cortés”.

### **6.2 INTRODUCCIÓN DE LA APLICABILIDAD**

La aplicación de los conocimientos adquiridos sobre la gestión de proyectos por medio de la metodología del PMI, se verán reflejado en los planes de cada una de las áreas de conocimiento que tendrán importancia y participación en el proyecto, en sus etapas de inicio y planificación como se mencionó anteriormente. Se tomará en consideración la parte teórica y práctica del proyecto, la teoría incluye la consideración de los estudios técnicos para la comprobación de la viabilidad del proyecto, y la parte práctica consiste en los pasos necesarios para la construcción y puesta en marcha del sistema de captación de agua lluvia.

### **6.3 PROPUESTA DEL PROYECTO**

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

### 6.3.1 GRUPO DE PROCESOS DE INICIO

Los procesos de iniciación, son aquellos procesos realizados para definir un nuevo proyecto o una nueva fase de un proyecto existente mediante la autorización para iniciar dicho proyecto. Se identifican los interesados internos y externos que van a interactuar o ejercer alguna influencia sobre el resultado global del proyecto, se selecciona el director del proyecto, esto se plasma en un acta de constitución del proyecto. (PMI, 2017)

#### 6.3.1.1 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

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

A continuación, se muestra el acta de constitución que autorizará el proyecto del estudio de factibilidad técnica y financiera del sistema de recolección de agua lluvia para la comunidad.

**Tabla 34. Acta de Constitución del Proyecto**

<b>Nombre del Proyecto:</b>	“Factibilidad técnica y financiera de un sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”
<b>Director del Proyecto:</b>	Ing. César Caballero
<b>Rol del Director del Proyecto:</b>	Tiene a su cargo la planificación, ejecución y cierre del proyecto, liderar al equipo de trabajo para el logro de los objetivos.
<b>Autoridad del Director del Proyecto:</b>	El director de proyecto tendrá control completo sobre la asignación y utilización de los recursos del proyecto, así mismo podrá sugerir cambios, siempre y cuando estos estén avalados por los patrocinadores del proyecto.
<b>Patrocinador:</b>	Techo Honduras y Comunidad de la 17 de Enero de La Lima
<b>Cliente:</b>	La comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.
<b>Fecha de Inicio del Proyecto:</b>	Junio 1, 2021
<b>Duración:</b>	267 días
<b>Presupuesto:</b>	L. 500,729.00
<b>Descripción de alto nivel:</b>	Consiste en el diseño, construcción y entrega de un sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia reutilizando botellas de plástico PET de refrescos, en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.
<b>Justificación:</b>	La falta de acceso al agua en las comunidades, puede provocar que la salud de sus habitantes se vea comprometida con enfermedades asociadas a la higiene y saneamiento. Honduras se encuentra en una región tropical, teniendo mucha precipitación anual, la cual es poco o nada aprovechada. Se busca proveer de un método para la captación de agua lluvia y que permita el cuidado de las fuentes, superficiales y subterráneas.



Continuación Tabla 34.

<b>Interesados del proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Techo Honduras</li> <li>- Patronato de la comunidad</li> <li>- Habitantes de la comunidad con casas de Techo Honduras.</li> <li>- Habitantes de la comunidad que no tienen casas de Techo Honduras.</li> </ul>
<b>Entregables del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de Costo/Beneficio</li> <li>- Recolección de botellas de refresco</li> <li>- Capacitaciones</li> <li>- Plan del Proyecto</li> <li>- Construcción del sistema</li> </ul>
<b>Objetivos Específicos:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identificar cómo se abastece de agua la comunidad 17 de Enero de La Lima, en dónde Techo Honduras construyó casas.</li> <li>- Estimar la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima.</li> <li>- Definir las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero de La Lima.</li> <li>- Demostrar la funcionalidad de la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad.</li> <li>- Establecer la relación costo/beneficio de este sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad.</li> <li>- Brindar capacitaciones técnicas sobre el funcionamiento del sistema y el proceso para la construcción de la misma.</li> <li>- Construcción del sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia en casas de Techo Honduras.</li> <li>- Realizar visitas de monitoreo y evaluación operativa y de resultados del proyecto.</li> </ul>
<b>Requerimientos de alto nivel:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Techos de lámina metálica</li> <li>- Casas construidas por Techo Honduras de 18 m2 y 25 m2</li> <li>- Botellas de plástico de 2 y/o 3 litros.</li> </ul>
<b>Supuestos y Restricciones:</b>	<p><b>Supuestos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Techo Honduras tomará a bien está iniciativa e impulsará su desarrollo</li> <li>- La población de la comunidad estará de acuerdo con la ejecución de este proyecto y mostrará su aceptación al sistema propuesto.</li> <li>- No habrá períodos de sequías en los próximos 5 años.</li> <li>- Se recolectará la cantidad necesaria de botellas plásticas de refresco para poder construir los 120 sistemas de recolección y almacenamiento.</li> <li>- El proyecto no tendrá atrasos por problemas políticos y sociales.</li> <li>- No habrá atrasos en la construcción producidos por desastres naturales.</li> </ul> <p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El desarrollo del presente estudio de factibilidad es no vinculante con las actividades o proyectos realizados por Techo Honduras en las comunidades en las que construye las viviendas.</li> <li>- El alcance de este trabajo de investigación no incluye la financiación de los sistemas de recolección y abastecimiento propuestos.</li> <li>- El estudio se limitará a la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés, debido a que los resultados obtenidos en la realización del estudio técnico, no pueden ser generalizados a todas las zonas del país</li> </ul>

### Continuación Tabla 34.

<p><b>Riesgos:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No tener una justificación clara de los argumentos que permitan definir el estudio.</li> <li>- Análisis y determinación errónea del tamaño óptimo del proyecto</li> <li>- No contar con la información financiera de la organización (Ingresos, costos totales, etc)</li> <li>- No considerar todos los elementos de costo o inversión, así como los beneficios económicos esperados.</li> <li>- No crear una campaña de publicidad con suficiente alcance para que las personas puedan enterarse de la donación.</li> <li>- Recibir botellas de plástico con volúmenes menores a los requeridos</li> <li>- Que las embotelladoras y los restaurantes no estén interesados en apoyar el proyecto.</li> <li>- Involucramiento medio en el desarrollo del proyecto.</li> <li>- No contar con el suficiente número de voluntarios para crear el equipo de trabajo.</li> <li>- No contar con personal con las competencias técnicas necesarias para el desarrollo de las actividades.</li> <li>- No contar con una amplia participación comunitaria interesada en participar en el proyecto.</li> <li>- No tener disponible al personal técnico capacitador para que imparta la capacitación teórica y práctica.</li> <li>- Priorizar las familias con menos necesidad de demanda de agua en comparación con las otras.</li> <li>- El jefe de hogar no cuenta con disponibilidad de tiempo para acompañar la actividad en la fecha señalada.</li> <li>- Que los materiales sean entregados con demora.</li> <li>- Que los materiales se puedan perder o sean sustraídos por personas externas a la comunidad.</li> <li>- Que no exista suficiente personal voluntario para la construcción del sistema.</li> <li>- Que las condiciones existentes de ciertas viviendas y techos no permitan la construcción del sistema tal cual fue diseñado.</li> </ul>
------------------------	--

#### 6.3.1.2 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

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

**Tabla 35. Identificación de los Interesados del Proyecto**

<b>Interesado</b>	<b>Rol</b>
<b>César Caballero</b>	Director de Proyecto
<b>Rodemel Pacheco</b>	Gerente técnico de obra civil del proyecto
<b>Marcelo Zumelzu</b>	Director General de Techo Honduras Sede SPS
<b>Rosa Acosta</b>	Presidenta del Patronato de la Comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés
<b>Los habitantes de la comunidad 17 de Enero</b>	Aceptación del proyecto y participación activa para el desarrollo de la misma.
<b>Empresas embotelladoras de refrescos</b>	Como campaña de RSE, podrían apoyar económicamente o por medio de campañas de recolección de botellas plásticas para su reutilización en el sistema.

En la tabla anterior se muestran los principales participantes y/o interesados del proyecto, estableciendo el rol principal que tiene cada uno de ellos, en la siguiente tabla se clasifican cada uno de los interesados identificados anteriormente de acuerdo a su poder e interés dentro del proyecto.

### 6.3.2 GRUPO DE PROCESOS DE PLANIFICACIÓN

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

#### 6.3.2.1 GESTIÓN DE LA INTEGRACIÓN

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

**Tabla 36. Plan de Gestión de la Integración del Proyecto**

<b>Plan de gestión</b>	<b>Descripción</b>
Plan de Gestión Integración	Se pondrá en acción un plan de gestión de integración en donde habrá procesos de todos los grupos de procesos del proyecto para poder integrar y vincular el plan desde el inicio del proyecto hasta su finalización.
Plan de Gestión del Alcance	Definirá hacia donde se dirige el proyecto y los procedimientos necesarios para poder cumplir con las metas propuestas, se trata de definir los requisitos, definir los límites, y entregables resultantes del proyecto.
Plan de Gestión del Tiempo	El plan de gestión de tiempo se implementará mediante la elaboración de cronogramas de ejecución de las actividades para poder definir la duración del proyecto.
Plan de Gestión de Costos	En el plan de gestión de costos se establecerán los costos para las actividades a realizar en el proyecto, fijados siempre bajo un presupuesto bien estructurado.
Plan de Gestión de Comunicaciones	El plan de comunicaciones comprende todos los medios y técnicas apropiadas para una correcta comunicación entre los miembros del grupo de trabajo, la organización y los interesados a fin de que no se den imprevistos en la realización del proyecto
Plan de Gestión de Recursos Humanos	Definirá los roles y responsabilidades del equipo de trabajo, así como el manejo de las personas involucradas en la realización del proyecto, así como la asignación de tareas y responsabilidades.
Plan de Gestión de Calidad	Definirá los procesos para una ejecución eficiente y precisa del proyecto a fin de asegurar la calidad del entregable final.
Plan de Gestión de Adquisiciones	Permitirá definir la mejor manera de obtener los insumos y/o elementos necesarios para la ejecución del proyecto.
Plan de Gestión de Riesgo	Permitirá determinar los principales riesgos, los cuales deberemos de vigilar en cada etapa del proyecto, para poder tener la posibilidad de mitigarlos y que estos no puedan comprometer el desarrollo del proyecto.
Plan de Gestión de Interesados	Para el plan de gestión de los interesados el cual corresponde a una de las áreas más importantes del proyecto deberemos realizar todos los procedimientos de identificación, categorización y de gestión de los principales interesados del proyecto a fin de que estos no puedan influir de forma negativa durante el desarrollo del proyecto, en cada una de sus etapas.

### 6.3.2.2 GESTIÓN DEL ALCANCE DEL PROYECTO

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

### 6.3.2.2.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DEL ALCANCE

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

**Tabla 37. Plan de Gestión del Alcance**

<b>Fecha: Abril 2021</b>	<b>Nombre del Proyecto:</b> “Factibilidad Técnica y Financiera de sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”		<b>Versión 1</b>
<b>Director del Proyecto</b> César Caballero	<b>Equipo del proyecto</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• César Caballero</li> <li>• Rodemel Pacheco</li> <li>• Marcelo Zumelzu</li> <li>• Voluntarios de Techo Honduras</li> <li>• Jefes de familia de la comunidad</li> </ul>	<b>Otros Interesados</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Empresas embotelladoras de refrescos</li> <li>• Pulperías y mercaditos que venden refrescos en botellas plásticas</li> <li>• Habitantes de la comunidad que no tienen casas de Techo Honduras</li> </ul>	
<b>Patrocinador</b> Techo Honduras Comunidad 17 de Enero			
<b>Cliente</b> Comunidad 17 de Enero con casas de Techo Honduras			
<p><b>Descripción del proyecto</b>  <b>Antecedentes</b>            Techo Honduras, no cuenta con estudios o diseños previos realizados en el país sobre la recolección y utilización del agua lluvia. No se han enfocado en satisfacer las necesidades de agua en las comunidades en las que construyen casas.</p> <p><b>Descripción del producto o servicio:</b>            El estudio de investigación contempla el diseño técnico y la evaluación financiera de la construcción de un sistema de recolección de agua lluvia utilizando botellas de refresco plásticas. Contempla también, la construcción y entrega de un sistema por casa construida por Techo Honduras en la comunidad.</p> <p><b>Objetivos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar cómo se abastece de agua la comunidad 17 de Enero de La Lima, en dónde Techo Honduras construyó casas.</li> <li>2. Estimar la precipitación de agua lluvia mensual/anual del municipio de La Lima.</li> <li>3. Definir las necesidades básicas de agua que necesita suplir la comunidad 17 de Enero de La Lima.</li> <li>4. Demostrar la funcionalidad de la recolección/abastecimiento de agua lluvia por medio de un sistema de botellas de plástico recicladas en las casas de Techo Honduras en la comunidad.</li> <li>5. Establecer la relación costo/beneficio de este sistema de recolección/abastecimiento de agua lluvia con botellas de plástico recicladas para la comunidad.</li> <li>6. Construcción del sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia en casas de Techo Honduras.</li> </ol>			

**Plazo de entrega del producto final: 6 de Mayo del 2022**

**Costo total del proyecto: L. 500,729.00**

**Beneficios**

- Una demanda satisfecha de agua que podrá ser de entre un 10% y 60% para viviendas de 18 m2 de Techo, y entre 15.5% y 94% para viviendas de 25 m2 de techo dependiendo de la cantidad de personas que habitan la casa.
- Ahorro monetario en el gasto de compra de combustible para poner a trabajar las bombas mecánicas para recolección de agua subterránea.
- Tasa de Retorno Social atractiva, por cada lempira invertido en el proyecto generará al menos 2.65 lempiras de retorno.
- Reducción de la enfermedades causadas por problemas de agua y saneamiento.

**Entregables**

- 1.1.1 Localización de la comunidad
- 1.1.2 Cálculo de la Demanda
- 1.1.3 Cálculo de la Oferta
- 1.1.4 Valor del volumen de almacenamiento
- 1.1.5 Diseño del sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia
- 1.2.1 Interesado del proyecto
- 1.2.2. Mapa de impactos
- 1.2.3 Ratio SROI
- 2.1 Botellas de refrescos PET utilizadas donadas
- 2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes
- 3.1 Priorización de viviendas
- 3.2 Visita a las casas priorizadas
- 4.1.1 Capacitación teórica a los participantes.
- 4.1.2 Capacitación práctica a los participantes
- 5.1.1 Entrega de los materiales a los grupos de trabajo.
- 5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación
- 5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento
- 5.3.1 Reporte de Monitoreo
- 5.3.2 Reporte de Instaladores
- 6.1 Evaluación Operativa
- 6.2 Evaluación de Resultados

**Criterios de aceptación**

- La construcción de un sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia en cada una de las 120 casas construidas por Techo Honduras en la comunidad.
- Utilización de materiales de buena calidad y bajo costo que esté de acuerdo a las capacidades económicas de la población.
- Los resultados obtenidos en la evaluación operativa y de resultados del proyecto sea mayor al 90% de calificación.

### Continuación de Tabla 37.

<p><b>Exclusiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Construcción del sistema en casas que no sean las construidas por Techo Honduras.</li><li>- No incluye la entrega de botellas plásticas de refresco.</li><li>- Ningún concepto que no haya sido detallado en los alcances del proyecto.</li></ul> <p><b>Restricciones</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Que se entregue el proyecto en el plazo establecido</li><li>- Que el sistema construido sea personalizado para las necesidades de la demanda de cada una de las familias, no se debe generalizar el cálculo.</li><li>- El tamaño del techo definirá la cantidad de agua que podrá ser recolectada por cada casa.</li><li>- La ejecución del proyecto dependerá de los lineamientos sanitarios por motivo del Covid-19.</li></ul> <p><b>Prioridades:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Alcance</li><li>2. Costo</li><li>3. Tiempo</li></ol>
<p><b>Supuestos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Se contará con la aceptación de los habitantes de la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés, para llevar a cabo el proyecto.</li><li>- Se tendrá el apoyo de la organización Techo Honduras, de jóvenes voluntarios y de la empresa privada.</li><li>- El proyecto no tendrá atrasos por problemas políticos, sociales, naturales.</li><li>- No habrá atrasos significativos en la construcción del sistema y desarrollo del proyecto, debido a las limitantes y restricciones sanitarias generadas por el Covid-19.</li></ul>
<p><b>Riesgos</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Falta de interés de la comunidad a un método alternativo de abastecimiento de agua.</li><li>- Falta de información y poca socialización con los interesados del proyecto para la ejecución del proyecto.</li><li>- Que surja un riesgo no contemplado en la gestión de riesgos del proyecto.</li><li>- Atrasos en la ejecución del proyecto debido al mal clima.</li></ul>

### 6.3.2.2.2 RECOPIACIÓN DE REQUISITOS

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

**Tabla 38. Requisitos del Proyecto**

<b>Requisitos</b>	<b>Solicitado por</b>	<b>Importancia (A, M, B) (Alta, Media, Baja)</b>
Que la vivienda haya sido construida por Techo Honduras	Patrocinador	A
Que el techo y las estructura de las paredes de la vivienda esté en buen estado.	Director del Proyecto	A
Que el techo de la vivienda sea de lámina metálica.	Gerente de Obra Civil	M
La Ejecución del proyecto debe impactar positivamente en el medio ambiente y no generar contaminantes o residuos que puedan contaminar las fuentes de abastecimiento actuales.	Director del Proyecto	A
Las botellas plásticas utilizadas deberán de ser reutilizadas y no nuevas, se busca reducir la contaminación que estas producen al no ser desechadas correctamente.	Patrocinador Director del Proyecto	A
Se necesita una participación activa y el compromiso por parte de al menos un miembro de cada familia de la comunidad para poder desarrollar los objetivos del proyecto.	Director del Proyecto	A

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



### 6.3.2.2.3 DEFINICIÓN DEL ALCANCE

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

**Tabla 39. Definición del Alcance**

<b>Proyecto:</b>	Estudio técnico y financiero para determinar la factibilidad del desarrollo de la construcción de un sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia en las casas que Techo Honduras construyó en la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés.
<b>Incluye:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cálculo de la precipitación de los últimos 20 años, de la estación La Mesa para la ciudad de La Lima.</li> <li>- Determinación del porcentaje de demanda de agua satisfecha, dependiendo del área del techo y cantidad de habitantes.</li> <li>- Determinación de cantidades de botellas de plástico necesarias para la construcción del sistema y que serán reutilizadas.</li> <li>- Prototipo del sistema de recolección y abastecimiento de agua lluvia.</li> <li>- Costo para la construcción e instalación del sistema.</li> <li>- Cronograma de trabajo para la ejecución del proyecto.</li> <li>- Búsqueda de voluntarios para participar en la construcción de los sistemas.</li> <li>- Construcción del sistema en cada una de las 120 casas construidas por Techo Honduras en la comunidad.</li> <li>- La búsqueda de socios estratégicos empresariales que quieran apoyar el proyecto, económicamente o con la recolección de botellas de plástico.</li> </ul>
<b>No Incluye:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Financiación 100% de los costos del proyecto, en su etapa de ejecución por parte de Techo Honduras.</li> <li>- Reparación de techos de las viviendas en caso de ser necesario.</li> <li>- Construcción del sistema para viviendas que no hayan sido construidas por Techo Honduras.</li> </ul>

### 6.3.2.2.4 CREAR LA EDT/WBS

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

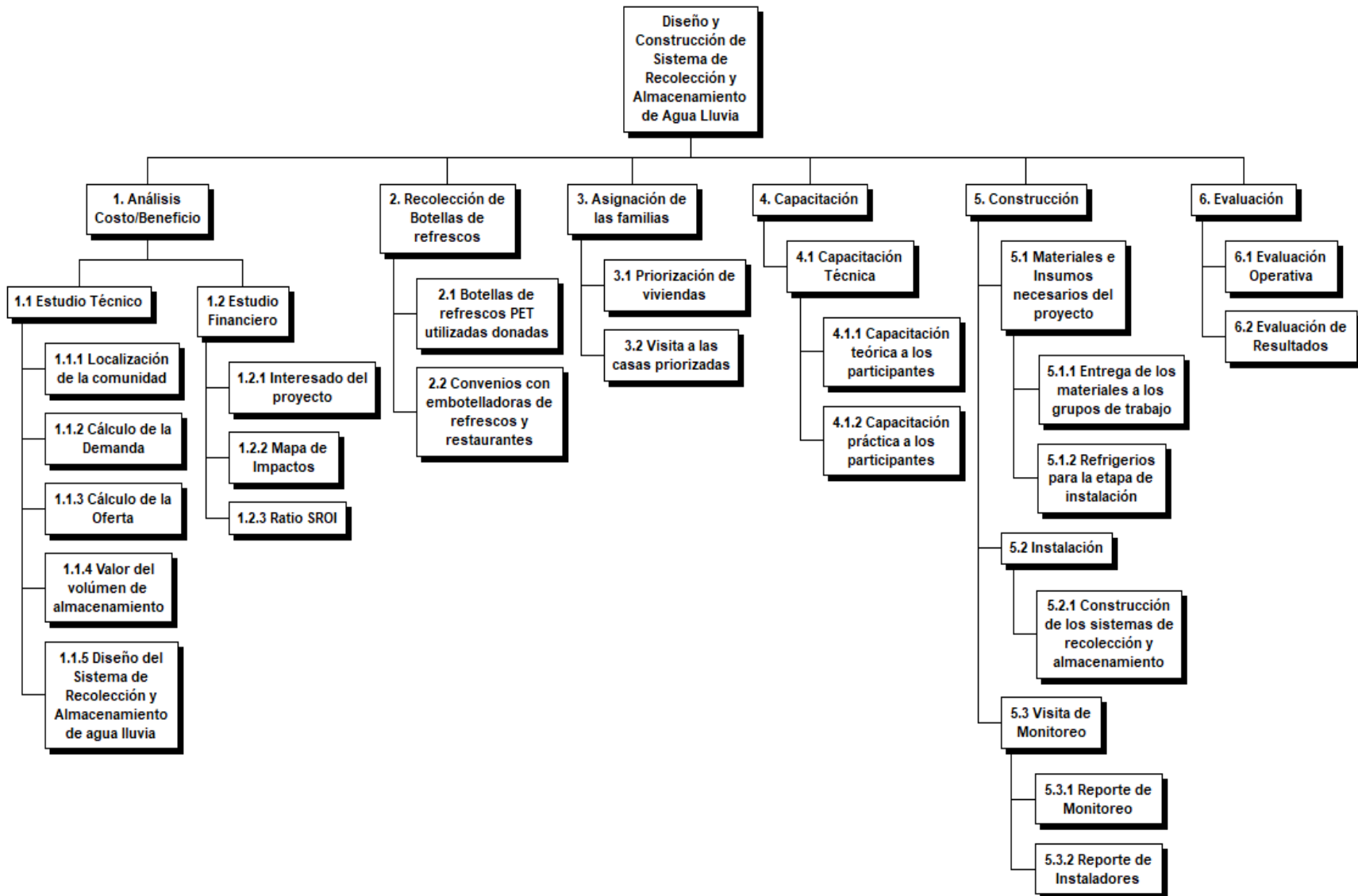


Figura 39. Estructura de descomposición del trabajo del proyecto

### 6.3.2.3 GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO

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

#### 6.3.2.3.1 PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA

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

**Tabla 40. Plan de gestión del cronograma del proyecto.**

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>	<i>“Factibilidad técnica y financiera de sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”</i>	
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO:</b>	Ing. César Caballero	
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>	21/03/2021	
<b>Persona(s) autorizada(s) a solicitar y aprobar cambios en cronograma:</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UBICACIÓN</b>
Ing. César Caballero	Director del Proyecto	Oficina de Dirección de Proyectos
Ing. Rodemel Pacheco	Gerente de Obras Civiles	Oficina de Proyectos
Marcelo Zumelzu	Director General de Techo Honduras Sede SPS	Oficina de Techo SPS
<b>PROPÓSITO DEL PLAN DE GESTIÓN DEL CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>		
Definir cómo se va a elaborar y dirigir el cronograma, que acciones tomar con los cambios que se generen o sean solicitados.		
<b>METODOLOGÍA PARA LA GESTIÓN DEL CRONOGRAMA</b>		
<p>Se realizará por medio de la utilización del programa MS Project, se determinará la ruta crítica para el poder evaluar el avance del proyecto, también se definirá y reportará el impacto en el tiempo, costo, calidad por los cambios en el cronograma. Los cambios en el cronograma se efectuarán según la designación de las responsabilidades:</p> <p>La planificación estará a cargo del director del Proyecto: Ing. César Caballero</p> <p>El seguimiento y control de los cambios estará bajo el cargo de: Ing. Rodemel Pacheco</p> <p>Las solicitudes de cambios: Cada semana se recibirán las solicitudes de cambio en el cronograma, estas solicitudes serán revisadas por el equipo del proyecto para evaluar si un cambio es factible según el plan de gestión del alcance.</p> <p>Las solicitudes de cambio de cronograma se revisarán los días sábados teniendo un plazo máximo de 7 días hábiles para dar respuesta la solicitud.</p> <p>Las actualizaciones de la línea base del tiempo se realizarán mensualmente, 1 vez, cada final del mes.</p>		

**Continuación Tabla 40.**

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

**6.3.2.3.2 DEFINIR LAS ACTIVIDADES**

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

**Tabla 41. Listado de las Actividades del Proyecto**

<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección y Almacenamiento de Agua Lluvia</b>
<b>1. Análisis Costo/Beneficio</b>
1.1 Estudio Técnico
1.1.1 Localización de la comunidad
1.1.2 Cálculo de la Demanda
1.1.3 Cálculo de la Oferta
1.1.4 Valor del volumen de almacenamiento
1.1.5 Diseño del Sistema de Recolección y Almacenamiento de agua lluvia
1.2 Estudio Financiero
1.2.1 Interés del proyecto
1.2.2 Mapa de Impactos
1.2.3 Ratio SROI
<b>2. Recolección de Botellas de refrescos</b>
2.1 Botellas de refrescos PET utilizadas donadas
2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes
<b>3. Asignación de las familias</b>
3.1 Priorización de viviendas
3.2 Visita a las casas priorizadas

## Continuación Tabla 41.

<b>4. Capacitación</b>
4.1 Capacitación técnica
4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)
4.1.2 Capacitación práctica a los participantes
<b>5. Construcción</b>
5.1 Materiales e Insumos necesarios del proyecto
5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)
5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación
5.2 Instalación
5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento
5.3 Visitas de Monitoreo
5.3.1 Reporte de Monitoreo
5.3.2 Reporte de Instaladores
<b>6. Evaluación</b>
6.1 Evaluación Operativa
6.2 Evaluación de Resultados
Fin del Proyecto

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

### 6.3.2.3.3 SECUENCIAR LAS ACTIVIDADES

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

**Tabla 42. Predecesores de las Actividades**

Nombre de tarea	Predecesoras
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección y Almacenamiento de Agua Lluvia</b>	
Inicio del Proyecto	
<b>1. Análisis Costo/Beneficio</b>	
<b>1.1 Estudio Técnico</b>	
1.1.1 Localización de la comunidad	
1.1.2 Cálculo de la Demanda	1.1.1
1.1.3 Cálculo de la Oferta	1.1.1
1.1.4 Valor del volúmen de almacenamiento	1.1.2, 1.1.3
1.1.5 Diseño del Sistema de Recolección y Almacenamiento de agua lluvia	1.1.4
<b>1.2 Estudio Financiero</b>	
1.2.1 Interesado del proyecto	1.1.5
1.2.2 Mapa de Impactos	1.2.1
1.2.3 Ratio SROI	1.2.2
<b>2. Recolección de Botellas de refrescos</b>	
2.1 Recolección de Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	1.1, 1.2
2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	1.1, 1.2
<b>3. Asignación de las familias</b>	
3.1 Priorización de viviendas	2.1, 2.2
3.2 Visita a las casas priorizadas	2.1, 2.2
<b>4. Capacitación</b>	
4.1 Capacitación técnica	
4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)	3.1, 3.2
4.1.2 Capacitación práctica a los participantes	4.1.1
<b>5. Construcción</b>	
5.1 Materiales e Insumos necesarios del proyecto	
5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)	4.1.2
5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación	4.1.2
5.2 Instalación	
5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento	
5.3 Visitas de Monitoreo	
5.3.1 Reporte de Monitoreo	5.2.1FC-30 días
5.3.2 Reporte de Instaladores	5.2.1FC-30 días
<b>6. Evaluación</b>	
6.1 Evaluación Operativa	5.3.1, 5.3.2
6.2 Evaluación de Resultados	5.3.1, 5.3.2
<b>Fin del Proyecto</b>	

#### 6.3.2.3.4 ESTIMACIÓN DE LA DURACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

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

**Tabla 43. Duración de las actividades**

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección y Almacenamiento de Agua Lluvia</b>	<b>266.75 días</b>	<b>mar 01-06-21</b>	<b>vie 06-05-22</b>	
Inicio del Poyecto	0 días	mar 01-06-21	mar 01-06-21	
<b>1. Análisis Costo/Beneficio</b>	<b>16 días</b>	<b>mar 01-06-21</b>	<b>mar 22-06-21</b>	
1.1 Estudio Técnico	10 días	mar 01-06-21	lun 14-06-21	
1.1.1 Localización de la comunidad	1 día	mar 01-06-21	mié 02-06-21	
1.1.2 Cálculo de la Demanda	2 días	mié 02-06-21	vie 04-06-21	1.1.1
1.1.3 Cálculo de la Oferta	2 días	mié 02-06-21	vie 04-06-21	1.1.1
1.1.4 Valor del volúmen de almacenamiento	2 días	vie 04-06-21	mar 08-06-21	1.1.2, 1.1.3
1.1.5 Diseño del Sistema de Recolección y Almacenamiento de agua lluvia	5 días	mar 08-06-21	lun 14-06-21	1.1.4
1.2 Estudio Financiero	6 días	lun 14-06-21	mar 22-06-21	
1.2.1 Interesado del proyecto	1 día	lun 14-06-21	mar 15-06-21	1.1.5
1.2.2 Mapa de Impactos	2 días	mar 15-06-21	jue 17-06-21	1.2.1
1.2.3 Ratio SROI	3 días	jue 17-06-21	mar 22-06-21	1.2.2
<b>2. Recolección de Botellas de refrescos</b>	<b>60 días</b>	<b>mar 22-06-21</b>	<b>lun 06-09-21</b>	
2.1 Recolección de Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	60 días	mar 22-06-21	lun 06-09-21	1.1, 1.2
2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	14 días	mar 22-06-21	vie 09-07-21	1.1, 1.2
<b>3. Asignación de las familias</b>	<b>2 días</b>	<b>lun 06-09-21</b>	<b>mié 08-09-21</b>	
3.1 Priorización de viviendas	2 días	lun 06-09-21	mié 08-09-21	2.1, 2.2
3.2 Visita a las casas priorizadas	2 días	lun 06-09-21	mié 08-09-21	2.1, 2.2
<b>4. Capacitación</b>	<b>13.75 días</b>	<b>mié 08-09-21</b>	<b>dom 26-09-21</b>	
4.1 Capacitación técnica	13.75 días	mié 08-09-21	dom 26-09-21	
4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)	2 días	mié 08-09-21	vie 10-09-21	3.1, 3.2
4.1.2 Capacitación práctica a los participantes	6 días	sáb 11-09-21	dom 26-09-21	4.1.1

### Continuación Tabla 43.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
<b>5. Construcción</b>	<b>160 días</b>	<b>sáb 02-10-21</b>	<b>dom 24-04-22</b>	
5.1 Materiales e Insumos necesarios del proyecto	160 días	sáb 02-10-21	dom 24-04-22	
5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)	60 días	sáb 02-10-21	dom 24-04-22	4.1.2
5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación	60 días	sáb 02-10-21	dom 24-04-22	4.1.2
5.2 Instalación	160 días	sáb 02-10-21	dom 24-04-22	
5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento	60 días	sáb 02-10-21	dom 24-04-22	
5.3 Visitas de Monitoreo	77.5 días	sáb 15-01-22	dom 24-04-22	
5.3.1 Reporte de Monitoreo	30 días	sáb 15-01-22	dom 24-04-22	5.2.1FC-30 días
5.3.2 Reporte de Instaladores	30 días	sáb 15-01-22	dom 24-04-22	5.2.1FC-30 días
<b>6. Evaluación</b>	<b>10 días</b>	<b>lun 25-04-22</b>	<b>vie 06-05-22</b>	
6.1 Evaluación Operativa	10 días	lun 25-04-22	vie 06-05-22	5.3.1, 5.3.2
6.2 Evaluación de Resultados	10 días	lun 25-04-22	vie 06-05-22	5.3.1, 5.3.2
Fin del Proyecto	0 días	vie 06-05-22	vie 06-05-22	

#### 6.3.2.3.5 DESARROLLAR EL CRONOGRAMA

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

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



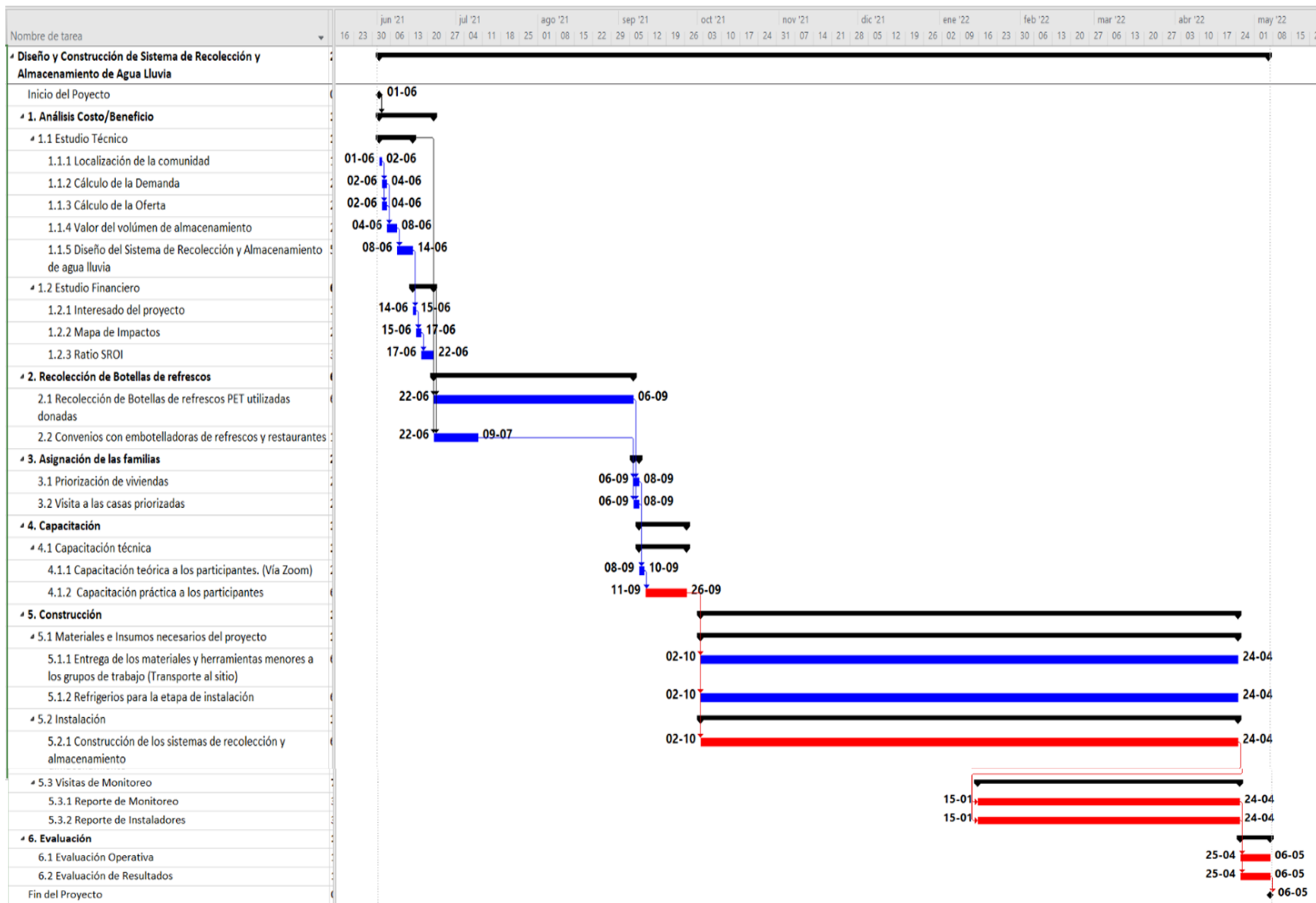


Figura 40. Diagrama de Gantt del Proyecto

### 6.3.2.4 GESTIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO

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

#### 6.3.2.4.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS

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

**Tabla 44. Plan de Gestión de los Costos**

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO		
“Factibilidad técnica y financiera de sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”		SCALL-HN		
UNIDADES DE MEDIDA: UNIDADES DE MEDIDA A UTILIZAR, PARA ESTIMAR Y TRABAJAR CADA TIPO DE RECURSO.				
TIPO DE RECURSO		UNIDADES DE MEDIDA		
Recurso Personal		Costo / hora		
Recurso Consumible		Unidades Generales		
Recurso No Consumibles		Unidades Generales		
CUENTA DE CONTROL	ENTREGABLES	PRESUPUESTO	RESPONSABLE	FECHAS INICIO-FIN
ECO501	6 Fases	L. 500,729.00	Ing. César Caballero	01/06/2021 al 06/05/2022
PLANIFICACIÓN GRADUAL:				
ETAPA	COMPONENTES DE PLANIFICACIÓN	FECHA DE EMISIÓN DE PRESUPUESTO	RESPONSABLE	
Fase de Análisis Costo/Beneficio	Hitos y Actividades Calendarizadas	22/03/2021	Cesar Caballero	

**Continuación Tabla 44.**

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

#### 6.3.2.4.2 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS

Consiste en desarrollar una estimación aproximada de los recursos monetarios necesarios para completar la actividades del proyecto. La exactitud de la estimación del costo de un proyecto, aumenta según avanza el proyecto, de manera que es un proceso iterativo. (PMI, 2017)

Para el presente proyecto, el cálculo se basó en la estimación del costo de construcción del sistema de almacenamiento y recolección de agua lluvia, el costo del proyecto en su fase de construcción de 120 sistemas de recolección para igual número de casas es de L. 416,796.00, el cual será dividido en partes iguales, la organización deberá pagar L. 208,398.00 y la comunidad, la misma cantidad, ver tabla 30 descrita anteriormente.

En la etapa de análisis del Costo/Beneficio, que incluye el estudio técnico y financiero, el costo será de 0 lempiras, debido a que el trabajo de investigación, requisito previo a la investidura de master, será donado a la organización Techo Honduras por parte de los autores del mismo.

Para el resto de las actividades, los costos para la realización de la misma se ven desglosada en la figura 41, contempla gastos de papelería, transporte, alimentación, mano de obra, está basada en el voluntariado, que incluso aporta un monto en cada actividad para financiar los gastos por transporte y otros materiales menores.

<b>2.1 Recolección de Botellas de refrescos PET utilizadas donadas</b>	
Gastos de Transporte	L6,000.00
Bolsas Plásticas para la recolección	L4,500.00
Publicidad de Facebook	L500.00
Stand Publicitario	L2,000.00
<b>Σ L13,000.00</b>	

<b>2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes</b>	
Gastos de Transporte	L500.00
Alimentación en reuniones	L2,000.00
Gastos de Papelería	L1,000.00
<b>Σ L3,500.00</b>	

<b>3.2 Visita a las casas priorizadas</b>	
Gastos de Transporte	L300.00
Golosinas e Hidratación	L300.00
<b>Σ L600.00</b>	

<b>5.1.2 Refrigierios para la etapa de instalación</b>	
Alimentación para 15 personas por 60 días	L45,000.00
<b>Σ L45,000.00</b>	

<b>5.3.1 Reporte de Monitoreo</b>	
Gastos de Papelería	L500.00
<b>Σ L500.00</b>	

<b>5.3.1 Reporte de Instaladores</b>	
Gastos de Papelería	L500.00
<b>Σ L500.00</b>	

<b>4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)</b>	
Honorarios capacitador	L600.00
<b>Σ L600.00</b>	

<b>4.1.2 Capacitación práctica a los participantes</b>	
Honorarios capacitador	L3,600.00
Gastos de materiales e insumos	L3,600.00
<b>Σ L7,200.00</b>	

<b>5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)</b>	
<b>Σ L8,000.00</b>	

<b>6.1 Evaluación Operativa</b>	
Gastos de Papelería	L500.00
<b>Σ L500.00</b>	

<b>6.2 Evaluación de Resultados</b>	
Gastos de Papelería	L500.00
<b>Σ L500.00</b>	

**Figura 41. Desglose de gastos y costos de las actividades del Proyecto**

A continuación, en la tabla 45, se muestra la distribución de los costos por actividad, para la ejecución del proyecto.

**Tabla 45. Presupuesto de ejecución del proyecto**

<b>Nombre de tarea</b>	<b>Costo</b>
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección y Almacenamiento de Agua Lluvia</b>	<b>L497,296.00</b>
Inicio del Proyecto	L0.00
<b>1. Análisis Costo/Beneficio</b>	<b>L0.00</b>
1.1 Estudio Técnico	<b>L0.00</b>
1.1.1 Localización de la comunidad	L0.00
1.1.2 Cálculo de la Demanda	L0.00
1.1.3 Cálculo de la Oferta	L0.00
1.1.4 Valor del volumen de almacenamiento	L0.00
1.1.5 Diseño del Sistema de Recolección y Almacenamiento de agua lluvia	L0.00
1.2 Estudio Financiero	<b>L0.00</b>
1.2.1 Interés del proyecto	L0.00
1.2.2 Mapa de Impactos	L0.00
1.2.3 Ratio SROI	L0.00
<b>2. Recolección de Botellas de refrescos</b>	<b>L16,500.00</b>
2.1 Recolección de Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	L13,000.00
2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	L3,500.00
<b>3. Asignación de las familias</b>	<b>L1,200.00</b>
3.1 Priorización de viviendas	L0.00
3.2 Visita a las casas priorizadas	L1,200.00
<b>4. Capacitación</b>	<b>L7,800.00</b>
4.1 Capacitación técnica	<b>L7,800.00</b>
4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)	L600.00
4.1.2 Capacitación práctica a los participantes	L7,200.00
<b>5. Construcción</b>	<b>L470,796.00</b>
5.1 Materiales e Insumos necesarios del proyecto	<b>L53,000.00</b>
5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)	L8,000.00
5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación	L45,000.00
5.2 Instalación	<b>L416,796.00</b>
5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento	L416,796.00
5.3 Visitas de Monitoreo	<b>L1,000.00</b>
5.3.1 Reporte de Monitoreo	L500.00
5.3.2 Reporte de Instaladores	L500.00
<b>6. Evaluación</b>	<b>L1,000.00</b>
6.1 Evaluación Operativa	L500.00
6.2 Evaluación de Resultados	L500.00
Fin del Proyecto	L0.00

Se observan los costos de cada una de las fases, la primera fase tiene un costo de 0 lempiras, la segunda fase tiene un costo de L 16,500.00, la tercera fase tiene un costo de L 1,200.00, la cuarta fase posee un costo de L 7,800.00, la fase 5, construcción de los sistemas, tiene un costo de L 470,796.00, la evaluación tiene un costo de L 1,000.00.

### 6.3.2.5 GESTIÓN DE CALIDAD DEL PROYECTO

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

**Tabla 46. Plan de Gestión de la Calidad del Proyecto**

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b>		“Factibilidad técnica y financiera de sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”
<b>DIRECTOR DEL PROYECTO:</b>		Ing. César Caballero
<b>FECHA DE ELABORACIÓN:</b>		23/03/2021
<b>ELABORADO POR:</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>FECHA</b>
Ing. César Caballero	Director del Proyecto	23/03/2021
Ing. Rodemel Pacheco	Gerente de Obras Civiles	23/03/2021
Marcelo Zumelzu	Director Techo Honduras zona norte	23/03/2021
<b>PROPÓSITO DEL PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL PROYECTO</b>		
El sistema de recolección y abastecimiento brindará una solución a la necesidad de agua en la comunidad, por lo que es importante garantizar un sistema que sea duradero y que no vaya a comprometer la salud de las personas, es por eso que desde su instalación inicial debe de realizarse de la mejor manera y con los mejores materiales.		
<b>ROLES Y RESPONSABILIDADES</b>		
<b>ROL</b>	<b>RESPONSABILIDADES</b>	
Gerente de Obras Civiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene la responsabilidad de la generación del Plan de Gestión de Calidad.</li> <li>- Definirá los parámetros de calidad y sus indicadores básicos.</li> <li>- Será responsable de la aprobación de las actividades.</li> </ul>	
<b>ABORDAJE PARA LA PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD</b>		
Describe como el equipo de trabajo implementará la calidad en el proyecto. Este plan busca el aseguramiento de la calidad y la mejora continua de los procesos de construcción de cada uno de los sistemas.		
Integrará e involucra a todos los grupos para que asuman un papel significativo en el desarrollo y la entrega, de tal forma que todos participen en conjunto.		
<b>ABORDAJE PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b>		
Se le otorga al director de obras civiles, las facultades para ejecutar, revisar, plantear acciones preventivas o correctivas en los procesos del proyecto, así como se encargará de aprobar el manual de calidad y de los procedimientos operativos.		
<b>ABORDAJE PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Supervisar los resultados específicos del proyecto, para determinar si cumplen con los parámetros de calidad esperados e identificar los modos de eliminar las causas de resultados insatisfactorios.</li> <li>- Se realizará la corrección de las reparaciones de los defectos.</li> <li>- Se determinará la corrección de los productos entregables.</li> <li>- Permitirá actualizaciones al plan de dirección del proyecto.</li> </ul>		
<b>ABORDAJE PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD</b>		
Se harán uso de herramientas estadísticas para la supervisión de la calidad, se harán uso de Histogramas – Pareto, así como revisión de cumplimiento de indicadores para los procesos del proyecto, esto conforme a se va desarrollando el proyecto, y en la revisión de desempeño previo a las auditorias.		

### 6.3.2.6 GESTIÓN DE LOS RECURSOS DEL PROYECTO

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

#### 6.3.2.6.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS

Este proceso se basa en la identificación y documentación de los recursos físicos, los roles de los miembros del equipo dentro de un proyecto, las responsabilidades, las habilidades requeridas, así como los materiales, equipos y suministros necesarios para ejecutar cada una de las actividades del proyecto.

**Tabla 47. Planificación de los recursos en su etapa de Inicio.**

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador-TECHO	Patrocinador - Jefe de Hogar	Equipo de Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
1	Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia								
1.1.	Análisis Costo/Beneficio								
1.1.1	Estudio Técnico	X	X						
1.1.2	Estudio Financiero	X	X						
1.2.	Recolección de Botellas de refrescos								
1.2.1	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas			X	X				
1.2.2	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes			X					



Continuación Tabla 47.

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE INICIO DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador-TECH O	Patrocinador - Jefe de Hogar	Equipo de Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
<b>1.3.</b>	<b>Asignación de las familias</b>			X					
<b>1.3.1</b>	Priorización de viviendas			X					
<b>1.3.2</b>	Visita a las casas priorizadas			X					
<b>1.4.</b>	<b>Capacitación</b>								
<b>1.4.1</b>	Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)			X					
<b>1.4.2</b>	Capacitación práctica a los participantes			X					
<b>1.5.</b>	<b>Construcción</b>								
<b>1.5.1</b>	Materiales e Insumos necesarios del proyecto			X					
<b>1.5.2</b>	Instalación	X		X					
<b>1.5.3</b>	Visitas de Monitoreo			X					
<b>1.6.</b>	<b>Evaluación</b>	X	X	X					
<b>1.6.1</b>	Evaluación Operativa	X	X	X					
<b>1.6.2</b>	Evaluación de Resultados	X	X	X					

**Tabla 48. Recursos en su etapa de Planificación**

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO							
		Direc tor del Proye cto	Gerente de Obra Civil	Patroc inador - TECH O	Patroc inador - Jefe de Hogar	Promo tores	Mesa de Trabaj o	Instala dores	Capac itador es
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
<b>1</b>	<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>								
<b>1.1.</b>	<b>Análisis Costo/Beneficio</b>								
<b>1.1.1</b>	Estudio Técnico	X	X						
<b>1.1.2</b>	Estudio Financiero	X	X						
<b>1.2.</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>			X					
<b>1.2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas			X	X				
<b>1.2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes			X					
<b>1.3.</b>	<b>Asignación de las familias</b>			X					
<b>1.3.1</b>	Priorización de viviendas	X	X	X					
<b>1.3.2</b>	Visita a las casas priorizadas			X					
<b>1.4.</b>	<b>Capacitación</b>								
<b>1.4.1</b>	Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)			X					
<b>1.4.2</b>	Capacitación práctica a los participantes	X		X					
<b>1.5.</b>	<b>Construcción</b>	X	X	X					
<b>1.5.1</b>	Materiales e Insumos necesarios del proyecto	X	X	X					

Continuación Tabla 48.

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador- TECH O	Patrocinador - Jefe de Hogar	Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
1.5.2	Instalación								
1.5.3	Visitas de Monitoreo	X	X	X					
1.6.	<b>Evaluación</b>								
1.6.1	Evaluación Operativa			X					
1.6.2	Evaluación de Resultados			X					

Tabla 49. Planificación de los recursos en sus etapa de Ejecución.

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador- TECH O	Patrocinador - Jefe de Hogar	Equipo de Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
1	<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>								
1.1.	<b>Análisis Costo/Beneficio</b>								
1.1.1	Estudio Técnico								
1.1.2	Estudio Financiero								
1.2.	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>								

Continuación Tabla 49.

ITEM EDT	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador-TECHO	Patrocinador - Jefe de Hogar	Equipo de Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
1.2.1	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas								
1.2.2	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes								
1.3.	<b>Asignación de las familias</b>								
1.3.1	Priorización de viviendas			X					
1.3.2	Visita a las casas priorizadas			X		X			X
1.4.	<b>Capacitación</b>								
1.4.1	Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)	X	X	X	X	X	X	X	X
1.4.2	Capacitación práctica a los participantes		X	X	X	X	X	X	X
1.5.	<b>Construcción</b>	X	X	X	X			X	
1.5.1	Materiales e Insumos necesarios del proyecto			X		X			
1.5.2	Instalación								
1.5.3	Visitas de Monitoreo					X			
1.6.	<b>Evaluación</b>					X			
1.6.1	Evaluación Operativa			X		X			
1.6.2	Evaluación de Resultados			X		X			

**Tabla 50. Planificación de los recursos en su etapa de cierre.**

ITEM ED T	DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE LA EDT AL NIVEL DE TAREAS	ETAPA DE CIERRE DEL PROYECTO							
		Director del Proyecto	Gerente de Obra Civil	Patrocinador - TECHNO	Patrocinador - Jefe de Hogar	Equipo de Promotores	Mesa de Trabajo	Instaladores	Capacitadores
		César Caballero	Rodemel Pacheco	Marcelo Zumelzu	Cada Jefe de Hogar	Promotor líder	Miembro Mesa de Trabajo	Instalador líder	Técnico Capacitador
<b>1</b>	<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>								
<b>1.1.</b>	<b>Análisis Costo/Beneficio</b>								
<b>1.1.1</b>	Estudio Técnico								
<b>1.1.2</b>	Estudio Financiero								
<b>1.2.</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>								
<b>1.2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas								
<b>1.2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes								
<b>1.3.</b>	<b>Capacitación</b>								
<b>1.4.1</b>	Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)								
<b>1.4.2</b>	Capacitación práctica a los participantes								
<b>1.5.</b>	<b>Construcción</b>								
<b>1.5.1</b>	Materiales e Insumos necesarios del proyecto								
<b>1.5.3</b>	Visitas de Monitoreo	X	X	X		X			
<b>1.6.</b>	<b>Evaluación</b>								
<b>1.6.1</b>	Evaluación Operativa	X	X	X		X			
<b>1.6.2</b>	Evaluación de Resultados	X	X	X		X			

### 6.3.2.6.2 ESTIMAR LOS RECURSOS DE LAS ACTIVIDADES

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

En la siguiente tabla se muestran los materiales necesarios para realizar un sistema de recolección y almacenamiento de agua lluvia.

**Tabla 51. Materiales necesarios para la construcción de 1 sistema de recolección.**

Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad Total
Tubo de pvc de 4" drenaje	1	Lance	120
Tubo de pvc de 2" drenaje	1	Lance	120
Tubo de pvc de 1" potable	1	Lance	120
Tubo de pvc de 1/2" potable	1	Lance	120
Pegamento para pvc	1/8"	Galón	15
Tapón de pvc de 4"	1	Unidad	120
Reductor de pvc de 1" a 1/2"	40	Unidad	4,800
Reductor de pvc de 4" a 2"	1	Unidad	120
Reductor de pvc de 2" a 1"	1	Unidad	120
Sikaflex 1A	4	Cartuchos	480
Tapón echizo 4"	2	Unidad	120
Llave de paso de agua 1/2"	1	Unidad	120
Adaptador macho pvc de 1/2"	1	Unidad	120
Codo de pvc de 4"	1	Unidad	120
Codo de pvc de 2"	2	Unidad	240
Codo de pvc de 1"	4	Unidad	480
Codo de pvc de 1/2"	4	Unidad	480
Tee de pvc de 1/2"	1	Unidad	120
Tee de pvc de 4"	2	Unidad	240
Tee de pvc de 1"	40	Unidad	4,800
Cinta adhesiva de teflón de 1/2"	1	Rollo	120
Lija para metal	1	Pliego	120
Postes de metal 2-1/2"x 10 pie	9	Unidad	1,080
Solera de metal 2-1/2" x 10 pie	4	Unidad	480

### Continuación de Tabla 51.

Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad Total
Esquinero metálico 1-1/4" x10 pie	8	Unidad	960
Tornillos punta de broca de 7/16"	80	Unidad	9,600
Clavo 2"	10	Unidad	1,200
Canal de Plástico para agua lluvia de 3"	2	Lance	240
Botellas plásticas de 3 litros para sistema de 450 litros	150	Unidad	18,000

En la tabla 51, se muestran los principales materiales necesarios para la construcción de 1 sistema, también se incluye la cantidad total de materiales necesarios para la construcción de 120 sistemas, una para cada casa que Techo Honduras construyó en la comunidad.

En la tabla 52, se muestran las herramientas menores que cada equipo de instaladores deberá contar para poder armar e instalar el sistema de recolección y almacenamiento:

**Tabla 52. Herramientas menores necesarias para la construcción del sistema.**

Descripción	Cantidad	Unidad
Taladro inalámbrico de 12 V	2	Unidad
Pistola para silicón	4	Unidad
Nivel de mano	2	Unidad
Segueta con arco	2	Unidad
Pinzas de Electricista	4	Unidad
Desarmador Plano	2	Unidad
Lápices	8	Unidad
Tijeras para hojalatero	2	Unidad
Cinta métrica de 8 m	4	Unidad
Formón	2	Unidad
Martillo	2	Unidad
Rotomartillo	2	Unidad
Juego de brocas	2	Unidad

En cuanto a los recursos humanos necesarios para la realización de cada una de las actividades del proyecto, se podrán observar en la tabla 53.

**Tabla 53. Recurso humano necesario para la realización de las actividades del proyecto.**

Nombre de tarea	Recurso Humano
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección y Almacenamiento de Agua Lluvia</b>	
Inicio del Proyecto	
<b>1. Análisis Costo/Beneficio</b>	Dos personas – Grupo 1
1.1 Estudio Técnico	Dos personas – Grupo 1
1.1.1 Localización de la comunidad	Dos personas – Grupo 1
1.1.2 Cálculo de la Demanda	Dos personas – Grupo 1
1.1.3 Cálculo de la Oferta	Dos personas – Grupo 1
1.1.4 Valor del volúmen de almacenamiento	Dos personas – Grupo 1
1.1.5 Diseño del Sistema de Recolección y Almacenamiento de agua lluvia	Dos personas – Grupo 1
1.2 Estudio Financiero	Dos personas – Grupo 1
1.2.1 Interesado del proyecto	Dos personas – Grupo 1
1.2.2 Mapa de Impactos	Dos personas – Grupo 1
1.2.3 Ratio SROI	Dos personas – Grupo 1
<b>2. Recolección de Botellas de refrescos</b>	
2.1 Recolección de Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	Dos personas – Grupo 2
2.2 Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	Dos personas – Grupo 3
<b>3. Asignación de las familias</b>	
3.1 Priorización de viviendas	Dos personas – Grupo 3
3.2 Visita a las casas priorizadas	Dos personas – Grupo 2
<b>4. Capacitación</b>	
4.1 Capacitación técnica	
4.1.1 Capacitación teórica a los participantes. (Vía Zoom)	Una persona – Grupo 4
4.1.2 Capacitación práctica a los participantes	Una persona – Grupo 4
<b>5. Construcción</b>	
5.1 Materiales e Insumos necesarios del proyecto	
5.1.1 Entrega de los materiales y herramientas menores a los grupos de trabajo (Transporte al sitio)	Cuatro personas – Grupo 5
5.1.2 Refrigerios para la etapa de instalación	Dos personas – Grupo 6
5.2 Instalación	
5.2.1 Construcción de los sistemas de recolección y almacenamiento	2 equipos de cuatro personas, ocho personas en total – Grupo 7 y 8
5.3 Visitas de Monitoreo	
5.3.1 Reporte de Monitoreo	Dos personas – Grupo 9
5.3.2 Reporte de Instaladores	Dos personas - Grupo 9
<b>6. Evaluación</b>	
6.1 Evaluación Operativa	Dos personas - Grupo 9
6.2 Evaluación de Resultados	Dos personas - Grupo 9
Fin del Proyecto	

Como se aprecia en la tabla 52, un total de 24 personas serán necesarias como mínimo para realizar cada una de las actividades, es posible que en más de alguna actividad, más voluntarios puedan participar.



### 6.3.2.7 GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES DEL PROYECTO

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

#### 6.3.2.7.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS COMUNICACIONES

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

**Tabla 54. Matriz de Comunicaciones del Proyecto**

Código de WBS	Información	Contenido	Formato	Nivel de Detalle	Responsable de Comunicar	Grupo Receptor	Metodología o tecnología	Frecuencia de comunicación
1.1	Estudio Técnico	Datos de precipitación, cálculo de oferta y demanda, volumen de almacenamiento	Plan de Proyecto	Alto	Director del Proyecto	Gerente de obra civil, patrocinador	Documento PDF vía email	Una sola vez
1.2	Estudio Financiero	Mapa de Impacto, Ratio SROI	Plan de Proyecto	Medio	Director del Proyecto	Gerente de obra civil, patrocinador	Documento PDF vía email	Una sola vez
2.1	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	Campaña para recibir donaciones de botellas plásticas	Informe de Mercadeo	Medio	Patrocinador – Techo Hn	Director del Proyecto, gerente de obra civil	Vía email	Una sola vez
2.2	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	Solicitudes, y reuniones vía zoom	Informe de Mercadeo	Medio	Patrocinador – Techo Hn	Director del Proyecto, gerente de obra civil	Vía email	Una sola vez

**Continuación Tabla 54.**

<b>Código de WBS</b>	<b>Información</b>	<b>Contenido</b>	<b>Formato</b>	<b>Nivel de Detalle</b>	<b>Responsable de Comunicar</b>	<b>Grupo Receptor</b>	<b>Metodología o tecnología</b>	<b>Frecuencia de comunicación</b>
3.0	Asignación de las familias	Plan de orden de construcción de viviendas	Plan de Proyecto	Alto	Patrocinador – Techo Hn	Director del Proyecto, gerente de obra civil, comunidad	Documento impreso	Una sola vez
4.1	Capacitación Técnica	Información para la capacitación teórica y práctica a los participantes	Plan de Proyecto	Alto	Gerente de obra civil	Patrocinador – Techo Hn, comunidad, Director del Proyecto	Documento impreso	Una sola vez
5.1	Materiales necesarios del proyecto	Listado de materiales necesarios para la construcción	Plan de Proyecto	Medio	Gerente de obra civil	Patrocinador – Techo Hn, comunidad, Director del Proyecto	Documento impreso	Semanal
5.2	Instalación	Reportes de instalación	Plan de Proyecto	Alto	Gerente de obra civil	Patrocinador – Techo Hn, comunidad, Director del Proyecto	Documento PDF vía email	Semanal
5.3	Visitas de Monitoreo	Informes de proceso de construcción	Cierre del Proyecto	Medio	Director del Proyecto	Patrocinador – Techo Hn, Gerente de obra civil	Documento PDF vía email	Una sola vez
6.0	Evaluación	Resultados sobre el desempeño del proyecto	Cierre del Proyecto	Medio	Director del Proyecto	Patrocinador – Techo Hn, Gerente de obra civil	Documento PDF vía email	Una sola vez

### 6.3.2.8 GESTIÓN DE LOS RIESGOS DEL PROYECTO

Este proceso se basa en aumentar la probabilidad y el impacto de las contingencias positivas y disminuir las probabilidad e impacto de las contingencias negativas sobre el cumplimiento de alguno de los objetivos del proyecto.

Se deben adoptar estrategias adecuadas para darle respuesta ante cualquier contingencia que pueda presentarse, y evaluar también la efectividad de las respuestas aplicadas a los riesgos que se han planteado, se deben identificar los riesgos potenciales y estar atentos a la aparición de nuevos riesgos.

#### 6.3.2.8.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS RIESGOS

Este proceso se refiere a determinar las actividades que agrupan las actividades que hay que realizar para gestionar los riesgos de un proyecto. A continuación, se presenta el plan de gestión de los riesgos para el proyecto a desarrollar en la comunidad 17 de Enero.

**Tabla 55. Plan de Gestión de los Riesgos**

NOMBRE DEL PROYECTO		SIGLAS DEL PROYECTO	
“Factibilidad técnica y financiera de sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”		SCALL-TECHO	
METODOLOGÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Planificación de Gestión de los Riesgos	Elaborar Plan de Gestión de los Riesgos	<i>Guía del PMBOK</i> <sup>TM</sup> PMI	Patrocinadores, director del proyecto y equipo de proyecto
Identificación de Riesgos	Identificar que riesgos pueden afectar el proyecto y documentar sus características	Lista de riesgos	Patrocinadores, director del proyecto y equipo de proyecto y archivos históricos de proyectos
Análisis Cualitativo de Riesgos	Evaluar probabilidad e impacto Establecer ranking de importancia	Definición de probabilidad e impacto Matriz de Probabilidad e Impacto	Patrocinadores, director de proyectos y equipo de proyecto
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Evaluar probabilidad e impacto Establecer ranking de importancia	Definición de probabilidad e impacto Matriz de Probabilidad e Impacto	Patrocinadores, director de proyectos y equipo de proyecto
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Definir respuesta a riesgos Planificar ejecución de respuestas		Sponsor y usuarios. PM y equipo de proyecto Archivos históricos de proyectos

**Continuación Tabla 55.**

ROLES Y RESPONSABILIDADES DE GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	ROLES	PERSONAS	RESPONSABILIDADES
Planificación de Gestión de los Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Identificación de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Análisis Cualitativo de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
Análisis Cuantitativo de Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo	No aplica	No aplica
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Equipo de G. Riesgos Líder Apoyo Miembros	No aplica	Dirigir actividad, responsable directo Proveer definiciones Ejecutar Actividad
PERIODICIDAD DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
PROCESO	MOMENTO DE EJECUCIÓN	ENTREGABLE DEL WBS	PERIODICIDAD DE
Planificación de Gestión de los	Al inicio del proyecto	1.2 Plan del Proyecto	Una vez
Identificación de Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.2 Plan del Proyecto 1.4 Reunión de Coordinación Semanal	Una vez Semanal
Análisis Cualitativo de Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.2 Plan del Proyecto 1.4 Reunión de Coordinación Semanal	Una vez Semanal
Planificación de Respuesta a los Riesgos	Al inicio del proyecto En cada reunión del equipo del proyecto	1.2 Plan del Proyecto 1.4 Reunión de Coordinación Semanal	Una vez Semanal
Seguimiento y Control del Riesgos	En cada fase del proyecto	1.4 Reunión de Coordinación Semanal	Semanal
FORMATOS DE LA GESTIÓN DE RIESGOS			
Planificación de Gestión de los Riesgos		Plan de Gestión de Riesgos	
Identificación de Riesgos		Identificación y Evaluación Cualitativa de Riesgos	
Análisis Cualitativo de Riesgos		Identificación y Evaluación Cualitativa de Riesgos	
Planificación de Respuesta a los Riesgos		Plan de Respuesta a Riesgos	

### 6.3.2.8.2 IDENTIFICAR LOS RIESGOS

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

**Tabla 56. Identificación de los riesgos del proyecto.**

CO DIG O DE EDT	ACTIVIDAD / TAREAS	RIESGOS IDENTIFICADOS		
		TIPO DE RIESGO		
		DESCRIPCION DEL RIESGO	EXTERNO	INTERNO
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>				
<b>1</b>	Análisis Costo/Beneficio			
<b>1.1</b>	Estudio Técnico	No tener una justificación clara de los argumentos que permitan definir el estudio.		X
		Análisis y determinación errónea del tamaño óptimo del proyecto.		X
<b>1.2</b>	Estudio Financiero	No contar con la información financiera de la organización (Ingresos, costos totales, etc)		X
		No considerar todos los elementos de costo o inversión, así como los beneficios económicos esperados.		X
<b>2</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>			
<b>2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	No crear una campaña de publicidad con suficiente alcance para que las personas puedan enterarse de la donación.		X
		Recibir botellas de plástico con volúmenes menores a los requeridos	X	
<b>2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	Que las embotelladoras y los restaurantes no estén interesados en apoyar el proyecto.	X	
		Involucramiento medio en el desarrollo del proyecto.	X	
<b>3</b>	<b>Asignación de las familias</b>	Priorizar las familias con menos necesidad de demanda de agua en comparación con las otras.		X
		El jefe de hogar no cuenta con disponibilidad de tiempo para acompañar la actividad en la fecha señalada.	X	

**Continuación Tabla 56.**

CO DIG O DE EDT	ACTIVIDAD / TAREAS	RIESGOS IDENTIFICADOS		
		TIPO DE RIESGO		
		DESCRIPCION DEL RIESGO	EXTERNO	INTERNO
<b>4</b>	<b>Capacitación</b>			
<b>4.1</b>	Creación de Equipos Comunitarios	No contar con el suficiente número de voluntarios para crear el equipo de trabajo.		X
<b>4.2</b>	Capacitación Técnica	No contar con una amplia participación comunitaria interesada en participar en el proyecto.	X	
		No tener disponible al personal técnico capacitador para que imparta la capacitación teórica y práctica.	X	
<b>5</b>	<b>Construcción</b>			
<b>5.1</b>	Materiales necesarios del Proyecto	Que los materiales sean entregados con demora.		X
		Que los materiales se puedan perder o sean sustraídos por personas externas a la comunidad.	X	
<b>5.2</b>	Instalación	Que no exista suficiente personal voluntario para la construcción del sistema.(Debido a la falta de interés o por el riesgo a la exposición de la Covid-19, y resultar contagiado)	X	
		Que las condiciones existentes de ciertas viviendas y techos no permitan la construcción del sistema tal cual fue diseñado.	X	
<b>5.3</b>	Visitas de Monitoreo	Que el sistema no sea usado correctamente por la población	X	
		Que se encuentren errores cometidos durante la construcción del sistema		X
<b>6</b>	Evaluación	Que el informe de evaluación operativo y de resultados sufra atrasos en su presentación por falta de información.		X

**6.3.2.8.3 REALIZAR EL ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGOS**

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

**Tabla 57. Criterios de Evaluación del Riesgo - Escala de Color**

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

**Tabla 58. Análisis Cualitativo de los Riesgos**

CODIGO DE EDT	ACTIVIDAD / TAREAS	ANALISIS CUALITATIVO DEL RIESGO			
		PROBABILIDAD		GRAVEDAD O IMPACTO	
		CATEGORIA	VALOR	CATEGORIA	VALOR
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>					
<b>1</b>	<b>Análisis Costo/Beneficio</b>				
<b>1.1</b>	Estudio Técnico		0.40		0.80
			0.20		0.80
<b>1.2</b>	Estudio Financiero		0.40		0.60
			0.20		0.80
<b>2</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>				
<b>2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas		0.60		0.90
			0.40		0.40
<b>2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes		0.60		0.50
			0.60		0.50
<b>3</b>	<b>Asignación de las familias</b>		0.20		0.30
			0.20		0.70
<b>4</b>	<b>Capacitación</b>				
<b>4.1</b>	Creación de Equipos Comunitarios		0.40		0.80
			0.40		0.80
<b>4.2</b>	Capacitación Técnica		0.30		0.60
			0.30		0.70
<b>5</b>	<b>Construcción</b>				
<b>5.1</b>	Materiales necesarios del Proyecto		0.60		0.80
			0.50		0.80
<b>5.2</b>	Instalación		0.40		0.80
			0.70		0.90
<b>5.3</b>	Visitas de Monitoreo		0.80		0.90
			0.50		0.80
<b>6</b>	<b>Evaluación</b>		0.50		0.40

#### 6.3.2.8.4 REALIZAR EL ANALISIS CUANTITATIVO DE LOS RIESGOS

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

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

**Tabla 59. Escala de categorización del riesgo**

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

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

**Tabla 60. Análisis Cuantitativo de los Riesgos.**

CODIGO DE EDT	ACTIVIDAD / TAREAS	ANALISIS CUANTITATIVO DEL RIESGO		
		RIESGO		
		CATEGORIA	VALOR	ESCALA DE COLOR
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>				
<b>1</b>	Análisis Costo/Beneficio			
<b>1.1</b>	Estudio Técnico	ALTO	0.32	
		MODERADO	0.16	
<b>1.2</b>	Estudio Financiero	BAJO	0.24	
		MODERADO	0.16	
<b>2</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>			
<b>2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	ALTO	0.54	
		MODERADO	0.16	
<b>2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	ALTO	0.30	
		ALTO	0.30	
<b>3</b>	Asignación de las familias	BAJO	0.06	
		BAJO	0.14	
<b>4</b>	<b>Capacitación</b>			
<b>4.1</b>	Creación de Equipos Comunitarios	ALTO	0.32	
		ALTO	0.32	



**Continuación Tabla 60.**

CODIGO DE EDT	ACTIVIDAD / TAREAS	ANALISIS CUANTITATIVO DEL RIESGO		
		RIESGO		
		CATEGORIA	VALOR	ESCALA DE COLOR
4.2	Capacitación Técnica	MODERADO	0.18	
		MODERADO	0.21	
5	<b>Construcción</b>			
5.1	Materiales necesarios del Proyecto	ALTO	0.48	
		ALTO	0.40	
5.2	Instalación	ALTO	0.32	
		ALTO	0.63	
5.3	Visitas de Monitoreo	ALTO	0.72	
		ALTO	0.40	
6	<b>Evaluación</b>	MODERADO	0.20	

**6.3.2.8.5 PLANIFICAR LA RESPUESTA A LOS RIESGOS**

Según el PMI (2017), la planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso de desarrollar opciones, determinar estrategias y definir las acciones para abordar la exposición general al riesgo del proyecto, así como para tratar los riesgos individuales del proyecto. Este proceso identifica la forma correcta para abordar los riesgos, generales y específicos del proyecto. A continuación, se presenta la respuesta a cada uno de los riesgos identificados en el proyecto.

**Tabla 61. Respuesta a los Riesgos.**

<b>CODIGO DE EDT</b>	<b>ACTIVIDAD / TAREAS</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIAS</b>	<b>COSTO ESTIMADO AL PLAN DE RESPUESTA AL RIESGO</b>	<b>COSTO REAL A CARGAR AL SOBRE COSTO DEL PROYECTO</b>
<b>Diseño y Construcción de Sistema de Recolección de Almacenamiento de Agua Lluvia</b>				
<b>1</b>	Análisis Costo/Beneficio			
<b>1.1</b>	Estudio Técnico	Por medio de una reunión entre el director y el patrocinador, definir por medio del juicio de expertos cual será el fin deseado para el proyecto, definir a donde se quiere llegar y plasmarlo en un documento escrito.	L100.00	L32.00
		Determinar en los estados financieros del patrocinador, el monto que se podrá utilizar para la inversión y establecer el tamaño del proyecto que se podrá realizar.	L150.00	L24.00
<b>1.2</b>	Estudio Financiero	Se solicitará al patrocinador un documento ejecutivo mensual sobre los estados de resultados de la empresa, para poder determinar su comportamiento financiero mensual y llevar registro.	L1,200.00	L288.00
		Llevar un registro digital de todos los costos en que se incurrirá al poner en marcha el proyecto. Determinar el monto de inversión que provendrá de préstamo bancario.	L0.00	L0.00
<b>2</b>	<b>Recolección de Botellas de refrescos</b>			
<b>2.1</b>	Botellas de refrescos PET utilizadas donadas	Se pagará la promoción de anuncios en Facebook por lo menos unas 2 semanas antes del día en que se recolectarán las botellas, el anuncio está por una semana	L300.00	L162.00
		Se recibirán dichas botellas y se agruparán las del mismo tamaño para hacer un sistema paralelo de menor volumen.	L0.00	L0.00
<b>2.2</b>	Convenios con embotelladoras de refrescos y restaurantes	Se solicitará una reunión y se realizará una presentación corta explicando el proyecto a nivel gerencial, explicando los beneficios que brindaran a las comunidades.	L0.00	L0.00
		Se le dará seguimiento informativo semanal de los avances del proyecto con la organización.	L0.00	L0.00
<b>3</b>	Asignación de las familias	Se revisará el listado de asignación de familias previo al comienzo de la construcción de los sistemas.	L0.00	L0.00
		Se documentará su situación y su caso se pondrá a evaluación del director del proyecto y del director de Techo, para determinar si proceder con la construcción del sistema.	L200.00	L28.00

**Continuación Tabla 61.**

<b>CODIGO DE EDT</b>	<b>ACTIVIDAD / TAREAS</b>	<b>PLAN DE CONTINGENCIAS</b>	<b>COSTO ESTIMADO AL PLAN DE RESPUESTA AL RIESGO</b>	<b>COSTO REAL A CARGAR AL SOBRE COSTO DEL PROYECTO</b>
<b>4</b>	<b>Capacitación</b>			
<b>4.1</b>	Creación de Equipos Comunitarios	Se realizarán grupos de trabajo con menor cantidad de voluntarios, de ser necesario, se dividirá el trabajo, y se realizará una actividad primero, y luego la siguiente.	L0.00	L0.00
<b>4.2</b>	Capacitación Técnica	Se establecerá que al menos 1 miembro de la familia deberá participar en proceso de construcción del sistema, en caso de fuerza mayor se evaluará la situación.	L0.00	L0.00
		Se capacitará personal voluntario de Techo para poder suplir el rol de capacitador de ser necesario y que pueda apoyar en futuros proyectos.	L1,500.00	L315.00
<b>5</b>	<b>Construcción</b>			
<b>5.1</b>	Asignación de las familias	Se revisará el listado de asignación de familias previo al comienzo de la construcción de los sistemas.	L0.00	L0.00
		Se documentará su situación y su caso se pondrá a evaluación del director del proyecto y del director de Techo, para determinar si proceder con la construcción del sistema.	L200.00	L28.00
<b>5.2</b>	Materiales necesarios del Proyecto	Para evitar este inconveniente, se realizará un listado de los materiales a ser utilizados y se pedirá que sean entregados con al menos semana y media de anticipación.	L100.00	L48.00
		Los materiales serán almacenados en alguna bodega dispuesta por Techo, la misma contará con seguridad.	L500.00	L200.00
<b>5.3</b>	Instalación	Se ampliará la convocatoria de voluntarios para otras zonas del país, que deseen participar en la actividad por medio de campaña de publicidad	L300.00	L96.00
		Se buscará adaptar el diseño a las condiciones encontradas en campo, de no ser subsanable se pospondrá la construcción, dándole tiempo al dueño que realice los arreglos necesarios.	L0.00	L0.00
<b>5.4</b>	Visitas de Monitoreo	En las visitas de control y monitoreo del funcionamiento del sistema, se realizarán las correcciones necesarias con los habitantes, instruyéndolos sobre cómo deben utilizarse.	L2,000.00	L1,440.00
		Se realizará inspecciones periódicas para detectar las posibles falencias a tiempo y no comprometer la continuación de la construcción.	L2,000.00	L800.00

6	Evaluación	Se solicitará información con suficiente anticipación para tener tiempo prudencial para la realización del informe.	L0.00	L0.00
<b>GRAN TOTAL DE PLAN DE RIESGOS</b>			<b>L8,350.00</b>	<b>L3,433.00</b>

Como se observa en la tabla anterior, al darle repuesta a los riesgos identificados del proyecto, al darle valor al costo estimado al plan de respuesta al riesgo y al definir el costo real a cargar sobre costo del proyecto, que será de L. 3,433.00. El costo total del proyecto incluyendo la reserva para la contingencia de los riesgos será de L. 500,729.00.

#### 6.3.2.9 GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES DEL PROYECTO

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

##### 6.3.2.9.1 PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LAS ADQUISICIONES

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

En la tabla 62, se muestra el plan de gestión de las adquisiciones del proyecto.

**Tabla 62. Plan de Gestión de las adquisiciones del proyecto.**

NOMBRE DEL PROYECTO	SIGLAS DEL PROYECTO
<p><b>“Factibilidad Técnica y Financiera de Sistema Recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras”</b></p>	<p><b>SCALL- TECHO</b></p>
<p><b>PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR A SEGUIR: PROCEDIMIENTOS DE ADQUISICIÓN QUE SE DEBEN SEGUIR.</b></p>	
<p>Para los Contratos con los capacitadores técnicos se realiza el siguiente proceso:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se comunica al capacitador la próxima fecha de inicio del curso.</li> <li>- Se solicita la disponibilidad de horario del capacitador</li> <li>- Se establece la fecha y hora de la capacitación con el personal de Techo Honduras para el desarrollo del curso.</li> <li>- Se confirma con el capacitador mediante una llamada y un correo electrónico el horario establecido para el desarrollo del curso.</li> <li>- El capacitador firma el contrato por el servicio.</li> </ul>	
<p>Para los contratos de refrigerio durante la construcción, se realiza el siguiente procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se revisa la lista de posibles proveedores del servicio.</li> <li>- Se solicita cotización del servicio y lista de productos.</li> <li>- Se revisa la cotización.</li> <li>- Se negocia con el proveedor, los términos del servicio, las fechas que debe efectuarse, y la forma de pago.</li> <li>- Se firma el contrato, y se provee el 50% del pago por el servicio.</li> </ul>	
<p>Para la adquisición de materiales se tiene proveedores seleccionados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se debe cotizar el precio de los materiales en al menos 3 lugares diferentes, considerando las mismas características.</li> </ul>	
<p><b>COORDINACIÓN CON OTROS ASPECTOS DE LA GESTIÓN DEL PROYECTO:</b></p>	
<p>En la Planificación del Proyecto se establecieron las siguientes fechas para la realización de los contratos:</p> <p>Contrato con los capacitadores técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacitación teórica: 6 de septiembre del 2021.</li> <li>- Capacitación práctica: 6 de septiembre del 2021.</li> </ul> <p>Contratos de Refrigerio:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Refrigerio para etapa de construcción: 11 de septiembre del 2021.</li> </ul>	
<p><b>COORDINACIÓN CON LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE LOS PROVEEDORES:</b></p>	
<p>El Contrato con los capacitadores técnicos debe ser coordinado con 15 días de anticipación, para permitir prepararse con la información necesaria para el día de la capacitación. Las coordinaciones con los capacitadores se realizarán mediante correo electrónico y mensajes de Whatsapp. El pago del servicio se realiza al 100% al terminar la capacitación, ese mismo día. Cualquier modificación que se requiera en el servicio deberá ser comunicada con 48 horas de anticipación.</p>	
<p>El contrato de Refrigerio para la etapa de construcción, se realiza con una anticipación de 1 semana para el inicio del servicio. Adelantando el 50% del pago correspondiente al servicio a la firma del contrato, y el otro 50% luego de terminado el servicio. Se debe comunicar al proveedor las fechas de la actividad de la construcción y la hora en que se realizará el servicio. Cualquier modificación en el servicio se debe realizar con 72 horas de anticipación.</p>	
<p><b>RESTRICCIONES Y SUPUESTOS: QUE PUEDAN AFECTAR LAS ADQUISICIONES PLANIFICADAS Y POR LO TANTO EL LOGRO DE LOS OBJETIVOS DEL PROYECTO.</b></p>	
<p>Las restricciones y/o supuestos que han sido identificados y que pueden afectar las adquisiciones del proyecto son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Solicitudes de cambio en el presupuesto del proyecto, debido a la modificación de los precios en la cotización o que la cotización ha sido emitida por un período de validez el cual concluyó.</li> <li>- Se asume que la probabilidad de modificación del cronograma es mínima, pues esto conlleva a renegociar el contrato durante el desarrollo del servicio con todos los proveedores.</li> </ul>	
<p><b>MÉTRICAS: MÉTRICAS DE ADQUISICIÓN A SER USADAS PARA GESTIONAR Y EVALUAR PROVEEDORES.</b></p>	
<p>Se tomarán como referencia para evaluar los proveedores, los tiempos de repuesta, tiempo de entrega de los materiales, disponibilidad de los materiales cuando se necesitan.</p>	

### 6.3.2.10 GESTIÓN DE LOS INTERESADOS DEL PROYECTO

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

#### 6.3.2.10.1 PLANIFICAR EL INVOLUCRAMIENTO DE LOS INTERESADOS

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

**Tabla 63. Involucramiento de los interesados del proyecto.**

<b>Poder/Influencia</b>	
<b>Bajo/Alto- Mantener satisfecho</b> - Habitantes de la comunidad 17 de Enero - Rosa Acosta (presidenta del patronato de la comunidad)	<b>Alto/Alto – Gestionar de cerca</b> - César Caballero (Director de proyecto) - Rodemel Pacheco (Gerente técnico de obra civil) - Marcelo Zumelzu (Director General de Techo Honduras Sede SPS)
<b>Bajo/Bajo – Monitorear</b> - Empresas embotelladoras de refrescos.	<b>Bajo/Alto – Mantener informado</b>

Como lo plantea la tabla 63, los interesados se encuentran clasificados considerando su poder y su interés dentro del proyecto. Los habitantes de la comunidad 17 de Enero dirigidos por la señora Rosa Acosta, presidenta del patronato, se encuentran clasificados en la sección de bajo poder e interés alto, a ellos hay que mantenerlos satisfechos con el desarrollo del proyecto, mientras que el equipo de gestión del proyecto y el director general de Techo Honduras, tienen un alto nivel de poder e interés, por lo que serán los encargados de gestionar de cerca el proyecto.

**Tabla 64. Matriz de interesados del proyecto.**

Nombre	Cargo	Rol en el proyecto	Información de contacto	Expectativas	Influencia	Clasificación Influencia	Fecha Actualización
César Caballero	Director de Proyecto	Responsable de liderar un equipo de trabajo con la función de conseguir unos objetivos, durante el planeamiento y ejecución de cualquier proyecto.	cfc20@gmail.com	Una buena gestión del programa, incrementar las posibilidades de culminar con éxito el proyecto.	Alta	Gestionar de cerca	26/mar/2021
Rodemel Pacheco	Gerente técnico de obra civil	Supervisar y dirigir la etapa de construcción de los sistemas.	Proyectos12_2013@yahoo.es	Dirigir los equipos de trabajo de campo, supervisar que la construcción se lleve dentro de los costos, calidad y tiempo.	Alto	Gestionar de cerca	26/mar/2021
Marcelo Zumelzu	Director General Techo Honduras Sede SPS	Planificar, ser intermediario, codirigir el proyecto con la estrategia de Techo.	Marcelo.zumelzu@techo.org	Apoyo logístico para la realización del proyecto. Realización de convenios con patrocinadores.	Alto	Gestionar de cerca	26/mar/2021
Rosa Acosta	Jefe de patronato de la comunidad.	Coordinar e intermediar con los hab. de la comunidad.	9648-6407	Apoyo logístico, coordinar la comunidad.	Alto	Gestionar de cerca	26/mar/2021
Habitantes de la comunidad 17 de Enero	Jefes de hogar	Los jefes de hogar participaran en la construcción junto con Techo	Por medio de la sra. Rosa Acosta	Aceptación del proyecto, participación activa en la ejecución, compromiso.	Alto	Gestionar de cerca	26/mar/2021

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Villahermosa. Retrieved from <http://normasapa.net/formula-muestra-poblacion/>
- Arandes, J., Bilbao, J., & Danilo, L. (2004). Reciclado de Residuos Plásticos. Revista Iberoamericana de Polímeros.
- Arapack. (2018, Enero 31). ¿Qué es el PET? Retrieved from <https://www.arapack.com/faq/que-es-el-pet/>
- Arias, F. G. (2006). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodlogía científica. Caracas: Editorial Episteme.
- Arriaga, P. (2020, Noviembre 20). Iagua. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/pedro-arriaga/medida-precipitacion>
- Ávila, Á. (2013). Ecotecnia para captación y reciclaje de aguas pluviales en casas de interés social en Pachuca, Hidalgo. México D.F.
- Ávila, R. (2001). Guía para elaborar la tesis: metodología de la investigación; cómo elaborar la tesis y/o investigación, ejemplos de diseños de tesis y/o investigación. Lima: Ediciones R.A.
- Baca, G. (2010). Evaluación de Proyectos. México D.F: McGraw-Hill.
- Bateman, A. (2007). Hidrología Básica y Aplicada.
- Blanco, A. (2007). Formulación y Evaluacion de proyectos. Caracas.
- Canelo, N. (2008). Incorporación de tecnología innovadora como una alternativa para cubrir las necesidades de agua y saneamiento, de los pobladores de la aldea Los Calzones del municipio de Santa Rosa, Copán, Honduras. Tegucigalpa.
- Careaga, J. (1993). Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. México D.F.
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos. Madrid: Centro Nacional de Epidemiología.
- CESPRO. (2014). Ecotécnicas. INDESOL-SEDESOL.
- Cortés, M., & Iglesias, M. (2004). Generalidades sobre Metodología de la Investigación. México: Universidad Autónoma del Carmen.
- De Anda, L. (2017, Febrero 16). Almacenamiento y regulación de agua en el sistema de distribución. Retrieved from <https://www.iagua.es/blogs/luis-anda-valades/almacenamiento-y-regulacion-agua-sistema-distribucion>



- ECODES. (2020, Marzo 07). Medición, Gestión y Evaluación Impacto. Retrieved from <https://ecodes.org/hacemos/cultura-para-la-sostenibilidad/medicion-y-evaluacion-de-impacto/medicion-del-impacto-social-ambiental-y-socioeconomico-a-traves-de-la-metodologia-sroi#:~:text=El%20SROI%20es%20un%20m%C3%A9todo,una%20organizaci%C3%B3n%2C%20proyec>
- Eko Group H2O. (2020, Noviembre 15). Eko Group H2O. Retrieved from <https://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o/ekomuro>
- Espacio Ciencia. (2020, Septiembre 24). Espacio Ciencia. Retrieved from <https://espaciociencia.com/las-ventajas-y-desventajas-de-los-plasticos/>
- FAO. (2013). Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia. Santiago.
- Fondo Mundial para la Naturaleza. (2020, Noviembre 03). WWF Panda. Retrieved from [https://wwf.panda.org/es/que\\_hacemos/agua\\_dulce/](https://wwf.panda.org/es/que_hacemos/agua_dulce/)
- García-Chevesich, P. (2014). Sistemass Urbanos de Captación de Aguas Lluvias (SCALLs) en los Estados Unidos. Denver.
- Geoffrey, R. (2003). Principios de Marketing (Segunda ed.). Thomson editores Sapin.
- Global Water Partnership Central America. (2016). Cosecha de agua lluvia: sustento para la vida. Tegucigalpa.
- González, M., Saldarriaga, G., & Jaramillo, O. (2010). Estudio Nacional del Agua. IDEAM.
- GWP Centroamérica. (2017). Recomendaciones para la Implementación de prácticas y políticas relacionadas con los sistemas de cosecha de aguas lluvias frente al cambio climático.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F: McGraw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. México D.F: McGraw-Hill.
- Hernández, E. (2003). Metodología de la Investigación.
- Herrmann, T., & Uwe, S. (1999). Rainwater utilisation in Germany: efficiency, dimensioning, hydraulic and environmental aspects. Hannover.
- Hurtado, J. (2000). Metodología de la Investigación. Caracas: Fundación Sypal.
- Ibarra, M. (2020, Noviembre 22). Lifeder. Retrieved from <https://www.lifeder.com/sustento-teorico-investigacion/>
- INE. (2018). Población La Lima, Cortés. Tegucigalpa.
- Isern, I., & Canela, J. (1998). El uso de hipótesis en la investigación científica. Barcelona.

- Kotler, P., Bloom, P., & Thomas, H. (2004). *El Marketing de Servicios Profesionales*. Ediciones Paidós Ibérica S.A.
- López, B. (2015). *Análisis de la Situación Actual*.
- López, E., & Nora, G. (2008). *Estudio Técnico.... Elemento indispensable en la evaluación de proyectos de inversion*.
- López, P. (2004). *Población Muestra y Muestreo*. Punto Cero versión On-line.
- López, R., Avello, R., Palmero, D., Sánchez, S., & Quintana, M. (2019). *Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas*. Guayaquil.
- Mairena, R., Smits, S., & Uytewaal, E. (2011). *Análisis de la situación del sector agua y saneamiento en Honduras*. Tegucigalpa.
- Maranto, M., & González, M. E. (2015). *Fuentes de Información*. Hidalgo.
- Martinez, A. (2018). *Implementación de Sistema de Cosecha de Agua de Lluvia con Bolsa de Geomembrana en Honduras y El Salvador (#XXX)*. Tegucigalpa.
- Máxima, J. (2021, Mayo 8). *LLuvia - Definición y Características*. Retrieved from <https://www.caracteristicas.co/lluvia/>
- Meteomanz. (2021, Febrero 10). *Meteomanz*. Retrieved from <http://meteomanz.com/sy3?cou=4160&ind=78708&y1=2000&m1=01&y2=2021&m2=01&fm=00&so=100>
- Mi Ambiente. (2013). *Guía de diseño de sistema de cosecha de agua lluvia para consumo humano*, Proyecto del Fondo de Adaptación, Honduras.
- Miranda, J. (2005). *Gestión de Proyectos: identificación, formulación, evaluación financiera - económica - social - ambiental*. (Cuarta ed.). MMEditores.
- Narillos Roux, H. (2010). *El SROI: Un método para medir el impacto social de las inversiones*. España: Análisis Financiero.
- National Geographic España. (2020, Noviembre 15). *National Geographic España*. Retrieved from [https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico\\_12712](https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/grandes-reportajes/ahogados-mar-plastico_12712)
- Ordoñez, J. J. (2011). *Cartilla Técnica: Ciclo Hidrológico*. Lima : Zaniel I. Novoa Goicochea.
- Palacio, N. (2010). *Propuesta de un sistema de aprovechamiento dde agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable*. Antioquia.
- Paredes, G., & Munguia, S. (2017). *Manual para la Construcción y mantenimiento de Cosechas de Aguas Lluvias*. Tegucigalpa.

- Pedraza, H. (2001). *La Matriz de Congruencia: Una Herramienta para Realizar Investigaciones Sociales*. Michoacan: Economía y Sociedad.
- Pizarro, R., Abarza, A., Morales, C., Calderón, R., Tapia, J., Garcia, P., & Córdova, M. (2015). *Manual de diseño y construcción de sistemas de captación de aguas lluvias en zonas rurales de Chile*. Chile: UNESCO.
- PMI. (2017). *Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos - Guía del PMBOK*. Newton Square: Project Management Institute.
- Popy, E. R. (2020, Octubre 27). Pinterest. Retrieved from [https://ar.pinterest.com/pin/311170655498882535/?nic\\_v2=1a1GEtUob](https://ar.pinterest.com/pin/311170655498882535/?nic_v2=1a1GEtUob)
- Portillo Vásquez, J. d. (2017). *Impacto socioeconómico de tecnologías de captación de agua en cuatro municipios de la región del Yeguaré, Honduras*.
- Quintana Peña, A. (2006). *Metodología de Investigación Científica Cualitativa*. Lima: UNMSM.
- Reguant, M., & Martínéz-Olmo, F. (2014). *Operacionalización de Conceptos/VARIABLES*. Barcelona: Diposit Digital de la UB.
- Robles, M., Näslund-Hadley, E., & Ramos, M. C. (2015). *Manejo Sostenible del Agua*. Creative Commons IGO 3.0.
- Rojas, R. (1985). *Guía para realizar Investigación Sociales*. México: Plaza y Valdés.
- Romero, N. (2010). *Manual Básico de Ecotecnia: Un Acercamiento a las Ecotecnia y Buenos Hábitos*. México: Fórum Social Mundial.
- Salinas, A., & Rodríguez, R. (2010). *Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización*. Nicoya: CEMEDE.
- Tamayo y Tamayo, M. (2012). *El Proceso de la Investigación Científica*. México D.F: Limusa.
- Techo . (2020). *Sistema de Captación de Agua de Lluvia*. Mexico.
- Trinchet, C., & Trinchet, R. (2007). *La definición del problema: el paso primero y fundamental del proceso de investigación científica*. La Habana: ACIMED.
- Unilever. (2018, Abril 04). Unilever. Retrieved from <https://www.unilever.com/news/Press-releases/2018/unilever-to-pioneer-breakthrough-food-packaging-technology-together-with-ioniqa-and-indorama-ventures.html>
- USGS . (2020, Noviembre 13). USGS Science for a changing world. Retrieved from [https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science\\_center\\_objects=0#qt-science\\_center\\_objects](https://www.usgs.gov/special-topic/water-science-school/science/el-ciclo-del-agua-water-cycle-spanish?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects)
- Virtual Water. (2007). *Virtual Water*. Retrieved from (<http://virtualwater.eu/>).

Weather-Atlas. (2020, Noviembre 15). Weather-Atlas. Retrieved from [https://www.weather-atlas.com/en/germany-climate#:~:text=The%20average%20annual%20rainfall%20in,64%C2%B0F\)%20in%20August.](https://www.weather-atlas.com/en/germany-climate#:~:text=The%20average%20annual%20rainfall%20in,64%C2%B0F)%20in%20August.)

Zumelzu, M. (2020, Noviembre 30). Información de la comunidad 17 de Enero de la Lima. (C. Caballero, & R. Pacheco, Interviewers)

## ANEXOS

A continuación, se presenta la encuesta que se realizó a los jefes de familia de la comunidad 17 de Enero de La Lima, Cortés para la recolección de información, sobre sus necesidades básicas de agua, consumo de botellas plásticas entre otros.

### FACTIBILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUA LLUVIA EN BOTELLAS DE PLÁSTICO RECICLADAS PARA TECHO HONDURAS

Estimado encuestado, reciba un cordial saludo de parte alumnos de la maestría de administración de Proyectos de Unitec, le agradecemos de antemano su interés a participar respondiendo la presente encuesta que busca determinar la factibilidad técnica y financiera de un sistema de recolección de agua lluvia en botellas de plástico recicladas para Techo Honduras. Favor marcar con una “X” dentro del cuadro de su respuesta seleccionada.

1. ¿Quién es el jefe de hogar en su familia?

Hombre

Mujer

2. ¿El jefe de hogar trabaja actualmente?

Si

No

3. ¿Qué profesión desempeña o desempeñaba?

4. ¿Es empleado permanente o temporal?

Permanente

Temporal

5. ¿Cuáles son sus ingresos mensuales?

Menos de 4 mil

Entre 4 mil – 6500

Entre 6,500 – 8,500

Más de 8,500

6. ¿Cuántas personas habitan en su vivienda?

1

2

3

4

5

5+

7. ¿Cuáles son las principales actividades para las que utiliza el agua? Puede seleccionar más de 1 respuesta.

Consumo

Ducha

Descarga de inodoro

Lavado de Ropa

Lavado de vajilla

Riegos

8. ¿Consume refresco colas? Si su respuesta es “Si”, pase a la siguiente pregunta, si es “No”, pase a la pregunta # 12

Si

No

9. ¿Cuántos refrescos cola compra semanalmente?

1-2

3-4

5-6

+ 6

10. ¿Qué presentación de refresco suele comprar?

Vidrio

Plástico Desechable

11. ¿Qué tamaño de refresco suele comprar?

500 ml

1.1 litros

1.25 litros

2 litros

3 litros

12. ¿De dónde es recolectada el agua que utilizan? Si su respuesta es “Fuentes subterráneas” pase a la siguiente pregunta, si no, pase a la 15

Fuentes subterráneas (pozos)

Fuentes superficiales (ríos, riachuelos)

Sistema de tuberías de agua potable

13. ¿Utiliza bomba de combustible para recolectar agua de fuente subterránea? Si su respuesta es “Si” pase a la siguiente pregunta, si no, pase a la pregunta # 15.

Si

No

14. ¿Cuánto dinero aproximadamente gasta mensualmente en combustible para poner en funcionamiento la bomba de agua?

R/ L. 100 – L. 300

L. 400 – L. 600

L. 600 – L. 1000

+ L. 1000

15. ¿Cuál es el área total disponible del techo para recolección?

18 m<sup>2</sup> (3 m x 6 m)

25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m)



**Figura 42. Vista isométrica del sistema construido a la casa de Techo Honduras.**



**Figura 43. Vista isométrica 2 del sistema de captación en casas de Techo Honduras.**





**Figura 44. Estado de casa de la comunidad después de huracanes ETA e IOTA**



**Figura 45. Casa de Techo acondicionada por una familia.**



**Figura 46. Casa en la comunidad que fue reconstruida y elevada.**



**Figura 47. Después de los huracanes, muchos de los pobladores han improvisado viviendas.**



**Figura 48. Casa que fue reconstruida por sus habitantes después de los huracanes.**



**Figura 49. Las casas de Techo Honduras pueden adaptarse a las necesidades de las familias.**