



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

**MONOGRAFIA**

**DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) Y  
SANEAMIENTO BÁSICO RURAL PARA LA COMUNIDAD JERUSALÉN DEL  
MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA, RACCS. (2017-2018)**

Para optar al título de ingeniero civil

**Elaborado por**

Br. Michael Javier Lara Castillo  
Br. Jader Josué Hernández Rosales

**Tutor**

Ing. Noé Hernández Durán

Managua, Enero de 2018



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION**  
**DECANATURA**

**DEC-FTC-REF-No.075**  
Managua, Junio 14 del 2017

Bachilleres  
**MICHAEL JAVIER LARA CASTILLO**  
**JADER JOSUÉ HERNÁNDEZ ROSALES**  
Su atención

Estimados Bachilleres:

Es de mi agrado informarles que el PROTOCOLO de su Tema **MONOGRAFICO**, titulado **"DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) Y SANEAMIENTO BÁSICO RURAL PARA LA COMUNIDAD JERUSALÉN DEL MUNICIPIO DE NUEVA GUINEA, RACCS. (2017-2018)"**. Ha sido aprobado por esta Decanatura.

Asimismo les comunico estar totalmente de acuerdo, que el **Ing. Noé Hernández**, sea el tutor de su trabajo final.

La fecha límite, para que presenten concluido su documento, debidamente revisado por el tutor guía será el **14 de Diciembre del 2017**.

Esperando puntualidad en la entrega de la Tesis, me despido.

Atentamente,

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**

Decano



CC: Protocolo  
Tutor  
Archivo\*Consecutivo  
IJGG\*Dara

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme permitido llegar hasta esta meta de superación y formación profesional de culminación universitaria, gracias por guiarnos en el sendero de lo sensato y brindarnos fuerza, paciencia y sabiduría por tomar las decisiones correctas, gracias por darme vida, salud y múltiples bendiciones.

A nuestros padres y madres, por brindarnos la educación y forjar en nosotros el deseo de convertirnos en profesionales, dándonos ejemplo de superación, humildad y sacrificio, ensañándonos a valorar todo eso bueno que la vida nos regala, sus consejos, sus apoyos incondicionales y su paciencia, a todos ellos dedicamos el presente trabajo que hemos contribuido a la consecución de este logro.

A nuestro tutor, Noé Hernández Durán que nos brindó su tiempo, su conocimiento, nos guio y nos acompañó en este proceso.

Agradecemos, a la Alcaldía del municipio Nueva Guinea, por la atención, por darnos la oportunidad de desarrollar este estudio en el municipio y por facilitarnos información necesaria. Al fondo de inversión social de emergencia (FISE) por orientarnos y darnos valiosa información técnica.

**A TODOS GRACIAS.**

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la vida.

A mis padres, Blanca Auxiliadora Rueda Castillo, Jesús Alú Lara Zarate, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un profesional, gracias por haberme dado el mejor regalo de la vida, la educación.

A mi familia, hermanos, sobrinos(as), abuelos(as), primos(as), quienes siempre estuvieron dándome inspiración.

A mi compañero de monografía, Jader José Hernández Rosales, por su amistad y motivación para realizar este trabajo final monográfico.

**MICHAEL JAVIER LARA CASTILLO.**

## **DEDICATORIA**

De todo corazón y con mucha gratitud dedico este trabajo:

En primer lugar a Dios por darme la vida, sabiduría y las fuerzas para seguir siempre adelante; por cuidar en todo momento de mi familia y de mí, por estar siempre conmigo en mis momentos más felices y en los momentos incierto de mi vida, gracias por no desampararme.

A mis padres Saturnino Hernández Palacio y Martha Lorena Rosales por su gran confianza, apoyo económico, moral y amor incondicional durante toda mi vida hasta el día de hoy que gracias a ellos pude lograr todas las metas de todos mis estudios.

A mis hermanos y hermana por ser un gran apoyo en mi vida.

A mi compañero de monografía, Michael Javier Lara Castillo por su amistad, compañerismo y motivación, por estar al frente en la realización de este trabajo.

**JADER JOSUE HERNANDEZ ROSALES**

## INDICE

<b>1 GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3 JUSTIFICACION.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4 OBJETIVOS. ....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.1 Objetivo general.....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>6</b>
<b>2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1 Contexto Físico del Área de estudio. ....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1 Macro Y Micro Localización.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Parámetros meteorológicos. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1 Clima. ....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.2 Precipitación.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.3 Temperatura.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.4 Evaporación.....</b>	<b>10</b>
<b>3. ANALISIS SOCIOECONÓMICO.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Contexto Socioeconómico.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.1 Población y vivienda. ....</b>	<b>10</b>
<b>3.3.2 Vivienda.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.2.1 Tenencia de la vivienda:.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3.3 Construcción de las paredes de las viviendas: ....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.4 Piso de la vivienda:.....</b>	<b>12</b>
<b>3.3.5 Techo de la vivienda.....</b>	<b>13</b>
<b>3.3.6 Divisiones de las viviendas. ....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.7 Estado de la vivienda. ....</b>	<b>15</b>
<b>3.3.8 Distribución de la población por edades.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3.8.1 Rango por edades:.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3.8.2 Rango por sexo:.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3.9 Situación económica de la familia.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.9.1 Fuentes de ingreso:.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.10 Situación socio ambiental. ....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.10.1 Tipos de Cultivos:.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3.10.2 Tenencia de animales. ....</b>	<b>20</b>

<b>3.3.10.3 Tenencia de Ganado.</b>	22
<b>3.3.11 Agua Potable.</b>	22
<b>3.3.12 Calidad del Agua.</b>	23
<b>3.3.13 Situación de la salud de la población.</b>	23
<b>3.3.14 Enfermedades.</b>	24
<b>3.3.15 Saneamiento.</b>	25
<b>3.3.15.1 Uso y manejo de las letrinas</b>	25
<b>3.3.15.1.1 Tenencia de letrina:</b>	25
<b>3.3.15.2 Estado de la letrina:</b>	26
<b>3.3.16 Manejo de las aguas servidas.</b>	28
<b>3.3.17 Educación de la Población.</b>	29
<b>3.3.18 Ocupación de los miembros de la familia.</b>	30
<b>3.3.19 Vías de Comunicación.</b>	31
<b>4 MARCO TEÓRICO.</b>	32
<b>4.1 Estudio socioeconómico.</b>	32
<b>4.2 Levantamiento Topográfico.</b>	32
<b>4.3 Proyección de la población.</b>	33
<b>4.4 Determinación de las variaciones de consumo.</b>	34
<b>4.5 Análisis del Software Epanet.</b>	34
<b>4.6 Saneamiento Básico rural.</b>	34
<b>4.7 Costo y presupuesto de obra.</b>	35
<b>4.8 Generalidades de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.</b>	35
<b>4.8.1 Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).</b>	36
<b>4.8.2. Tipos de Fuentes.</b>	36
<b>4.8.2.1 Fuentes de aguas superficiales.</b>	36
<b>4.8.2.2 Fuentes de aguas sub-superficiales.</b>	36
<b>4.8.2.3 Fuentes de aguas subterráneas.</b>	36
<b>4.8.3 Obra de captación.</b>	37
<b>4.8.4 Estación de bombeo.</b>	37
<b>4.8.5 Línea de conducción.</b>	37
<b>4.8.5.1 Conducción por bombeo.</b>	37
<b>4.8.5.2 Conducción por gravedad.</b>	38
<b>4.8.5.3 Conducción por bombeo-gravedad.</b>	38
<b>4.8.6 Tanque de almacenamiento.</b>	38

4.8.7 Red de distribución.....	39
4.8.8 Tratamiento.....	39
4.8.9 Conexiones domiciliarias.....	39
<b>4.9 Parámetros de diseño de los sistemas de conducción y distribución basados en las normas y criterios del INAA.....</b>	<b>40</b>
4.9.1 Períodos de diseños.....	40
4.9.2 Velocidades permisibles en tuberías.....	40
4.9.3 Presiones mínimas y máximas.....	40
4.9.4 Cobertura sobre tuberías.....	41
4.9.5 Pérdidas en el sistema.....	41
4.9.6 Resistencia de la tubería y su material.....	41
4.9.7 Pérdida de Energía.....	42
<b>5 DISEÑO METODOLOGICO.....</b>	<b>42</b>
5.1 Estudios Previos.....	42
5.1.1 Censo y estudio socioeconómico.....	42
5.1.2 Recopilación y levantamiento de la información.....	42
5.1.3 Levantamiento topográfico general.....	43
5.1.4 Estudio de fuentes de abastecimiento.....	43
5.1.5 Estudio Oferta y Demanda.....	43
<b>5.2 Diseño final de los elementos del sistema de abastecimiento propuesto.....</b>	<b>43</b>
5.2.1 Proyección de la Población.....	44
5.2.2 Calculo de población.....	44
5.2.3 Proyección de consumos.....	45
5.2.3.1 Dotación.....	45
5.2.4 Población a servir.....	45
5.2.5 Fuentes de abastecimiento.....	45
5.2.5.1 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).....	45
5.2.6 Pozos.....	46
5.2.6.1 Pozo Perforado (PP).....	46
5.2.7 Rejilla.....	46
5.2.8 Ademe o tubería ciega.....	47
5.2.9 Diámetro de perforación.....	47
5.2.10 Provisión de Empaque de Grava.....	48
5.2.11 Sello Sanitario.....	48

<b>5.2.12 Tubos Piezométrico.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.13 Tubo de Engrave. ....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.14 Desarrollo por Compresorado.....</b>	<b>48</b>
<b>5.2.15 Pruebas de Bombeo. ....</b>	<b>49</b>
<b>5.2.16 Estación de bombeo.....</b>	<b>49</b>
<b>5.2.17. Caseta de control. ....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.18. Fundaciones de equipo de bombeo.....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.19 Equipo de bombeo y motor.....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.19.1 Bombas Verticales.....</b>	<b>50</b>
<b>5.2.19.2 Bombas Horizontales.....</b>	<b>51</b>
<b>5.3 Línea de Conducción.....</b>	<b>51</b>
<b>5.3.1Línea de conducción por bombeo.....</b>	<b>51</b>
<b>5.4 Golpe de Ariete.....</b>	<b>51</b>
<b>5.5 Celeridad.....</b>	<b>52</b>
<b>5.6 Calculo de Sobrepresión o subpresión en las paredes de las tuberías....</b>	<b>53</b>
<b>5.7 Red de distribución.....</b>	<b>53</b>
<b>5.8 Clase de tubería a seleccionar o emplear.....</b>	<b>54</b>
<b>5.9 Diámetro Mínimo.....</b>	<b>55</b>
<b>5.10 Diámetro económico.....</b>	<b>55</b>
<b>5.11 Válvulas y anclaje.....</b>	<b>55</b>
<b>5.11.1 Válvula de aire.....</b>	<b>55</b>
<b>5.11.2 Válvula de limpieza.....</b>	<b>56</b>
<b>5.11.3 Válvula de Pase.....</b>	<b>56</b>
<b>5.11.4 Válvulas de compuertas.....</b>	<b>56</b>
<b>5.12 Anclaje.....</b>	<b>56</b>
<b>5.13 Tanque de almacenamiento.....</b>	<b>57</b>
<b>5.14 Capacidad Mínima.....</b>	<b>57</b>
<b>5.15 Localización.....</b>	<b>58</b>
<b>5.16 Tanque Ciclópeo.....</b>	<b>58</b>
<b>5.17 Tratamiento.....</b>	<b>59</b>
<b>5.18 Cloración.....</b>	<b>60</b>
<b>5.19 Volumen Dosificador.....</b>	<b>60</b>
<b>6 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....</b>	<b>62</b>
<b>6.1 Estudio de Población y consumo.....</b>	<b>62</b>

<b>6.2 Tasa de crecimiento de la localidad.</b>	<b>62</b>
<b>6.3 Proyección a la población.</b>	<b>63</b>
<b>6.4 Proyecciones de consumos.</b>	<b>64</b>
<b>6.4.1 Nivel de servicio y dotación de agua.</b>	<b>64</b>
<b>6.5 Descripción de la configuración del sistema propuesto.</b>	<b>64</b>
<b>6.5.1 Fuente de abastecimiento.</b>	<b>65</b>
<b>6.5.2 Obra de captación.</b>	<b>66</b>
<b>6.5.3 Configuración de la línea de conducción.</b>	<b>66</b>
<b>6.5.4 Calculo de diámetro.</b>	<b>66</b>
<b>6.6 Calculo de la velocidad.</b>	<b>67</b>
<b>6.7 Calculo de Celeridad.</b>	<b>68</b>
<b>6.8 Calculo del Golpe de Ariete.</b>	<b>68</b>
<b>6.9 Calculo de Sobrepresión o Subpresión en las paredes de la tubería.</b>	<b>69</b>
<b>6.10 Resistencia de la tubería.</b>	<b>69</b>
<b>6.11 Carga Total Dinámica.</b>	<b>70</b>
<b>6.12 Calculo de la Carga Total Dinámica.</b>	<b>71</b>
<b>6.13 Equipo de Bombeo.</b>	<b>72</b>
<b>6.14 Potencia de la Bomba.</b>	<b>72</b>
<b>6.15 Potencia de motor.</b>	<b>72</b>
<b>6.16 Caseta de control bombeo.</b>	<b>73</b>
<b>6.17 Desinfección.</b>	<b>73</b>
<b>6.18 Tanque de almacenamiento.</b>	<b>74</b>
<b>6.19 Red de distribución.</b>	<b>75</b>
<b>6.20 Tipo de red.</b>	<b>76</b>
<b>6.30 Demanda Nodales.</b>	<b>76</b>
<b>6.30.1 Introducción y procesamiento de datos en Epanet.</b>	<b>78</b>
<b>6.31 Saneamiento Básico Rural.</b>	<b>85</b>
<b>6.31.1 Los criterios utilizados para la selección de los postulantes de saneamiento fueron:</b>	<b>85</b>
<b>6.31.2 Demanda de Saneamiento.</b>	<b>86</b>
<b>6.31.3 Descripción detallada de la unidad de saneamiento.</b>	<b>86</b>
<b>6.32 Características de los componentes del saneamiento.</b>	<b>87</b>
<b>6.32.1 Todas las dimensiones anteriormente mencionadas son internas.</b>	<b>87</b>
<b>6.32.2 Tanque Séptico.</b>	<b>88</b>
<b>6.32.3 Zanja de Infiltración u Oxidación.</b>	<b>88</b>

<b>6.33 Planta de mantenimiento de saneamiento (Tanque Séptico).....</b>	<b>89</b>
<b>6.34 Alternativa de saneamiento seleccionada para la comunidad Jerusalén.</b> .....	<b>89</b>
<b>7 COSTOS DE OBRA PROPUESTA Y TARIFA.....</b>	<b>90</b>
<b>7.1 Presupuesto del proyecto. ....</b>	<b>90</b>
<b>7.2 Calculo de Tarifa Mabe Jerusalén, Nueva Guinea. ....</b>	<b>90</b>
<b>7.3 Costo de operación anual y mantenimiento. ....</b>	<b>93</b>
<b>8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>94</b>
<b>8.1 Conclusiones. ....</b>	<b>94</b>
<b>8.2 Recomendaciones.....</b>	<b>96</b>
<b>9 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>97</b>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Población y Vivienda .....	11
Tabla 2: Tenencia de la vivienda .....	11
Tabla 3: Paredes de la vivienda .....	12
Tabla 4: Piso de la vivienda .....	13
Tabla 5: Techo de la vivienda.....	14
Tabla 6: Numeración de divisiones de las viviendas .....	15
Tabla 7: Estado de la vivienda .....	16
Tabla 8: Distribución de rangos por edades .....	16
Tabla 9: Población por rangos de sexo .....	17
Tabla 10: Personas que trabajan dentro y afuera del lugar .....	19
Tabla 11: Actividades económicas de la población.....	19
Tabla 12: Tipo de cultivos .....	20
Tabla 13: Tenencia de animales .....	21
Tabla 14: Tenencia de animales doméstico en la vivienda .....	21
Tabla 15: Tenencia de ganado .....	22
Tabla 16: Calidad de agua .....	23
Tabla 17: Tenencia de letrina .....	26
Tabla 18: Estado actual de la letrina .....	27
Tabla 19: Personas que usan letrina .....	28
Tabla 20: Manejo de aguas servidas .....	29
Tabla 21: Educación Poblacional.....	30
Tabla 22: Ocupación de los miembros de familia.....	30
Tabla 23: Velocidades permisibles según normas.....	40
Tabla 24: Presiones permisibles según normas.....	41
Tabla 25: Calculo de tasa de crecimiento poblacional.....	63
Tabla 26: Proyección de la población .....	63
Tabla 27: Proyecciones de consumos.....	64
Tabla 28: Calculo de celeridad.....	68
Tabla 29: Calculo del golpe de ariete .....	68
Tabla 30: Calculo de sobrepresión y subpresión .....	69
Tabla 31: Perdidas por accesorios .....	71
Tabla 32: Desinfección.....	73
Tabla 33: Volumen del tanque de almacenamiento .....	74
Tabla 34: Demanda nodales calculadas por el software Epanet.....	77
Tabla 35: Presupuesto del proyecto.....	90
Tabla 36: Costo anual de Operación, Mantenimiento y Admón. ....	93

## INDICE DE IMAGENES

<b>Imagen 1: Entrada Nueva Guinea.....</b>	<b>7</b>
<b>Imagen 2: Macro y Micro localización.....</b>	<b>8</b>
<b>Imagen 3: Tenencia de la vivienda.....</b>	<b>11</b>
<b>Imagen 4: Piso de la vivienda .....</b>	<b>13</b>
<b>Imagen 5: Techo de la vivienda .....</b>	<b>14</b>
<b>Imagen 6: Divisiones de la vivienda.....</b>	<b>15</b>
<b>Imagen 7: Estado de la vivienda.....</b>	<b>16</b>
<b>Imagen 8: Población por rangos de edades .....</b>	<b>17</b>
<b>Imagen 9: Población por rango de sexo .....</b>	<b>18</b>
<b>Imagen 10: Actividades económicas de la población .....</b>	<b>19</b>
<b>Imagen 11: Tipos de cultivos .....</b>	<b>20</b>
<b>Imagen 12: Tenencia de animales doméstico en la vivienda .....</b>	<b>21</b>
<b>Imagen 13: Calidad del agua .....</b>	<b>23</b>
<b>Imagen 14: Tenencia de letrina.....</b>	<b>26</b>
<b>Imagen 15: Estado actual de la letrina.....</b>	<b>27</b>
<b>Imagen 16: Personas que usan letrina .....</b>	<b>28</b>
<b>Imagen 17: Manejo de aguas servidas .....</b>	<b>29</b>
<b>Imagen 18: Clase de tubería .....</b>	<b>54</b>
<b>Imagen 19: Presiones calculadas por Epanet .....</b>	<b>79</b>
<b>Imagen 20: Velocidades calculadas por Epanet .....</b>	<b>81</b>
<b>Imagen 21: Corrida cero presiones por Epanet .....</b>	<b>83</b>
<b>Imagen 22: Alternativa de saneamiento .....</b>	<b>89</b>

## ABREVIATURAS

### Acrónimos

ACI	American Concrete Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Standard for Testing and Materials
CAPRE	Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana
CAPS	Comités de Agua Potable y Saneamiento.
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
FISE	Fondo de Inversión Social de Emergencia.
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
INEC	Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos
INETER	Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales
INIDE	Instituto Nacional de Información de Desarrollo
NTON 09001-99	Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural
NTON 09002-99	Normas técnicas de saneamiento básico rural
MARENA	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MINSA	Ministerio de Salud
OMS	Organización Mundial de la Salud
RNC	Reglamento Nacional de la Construcción
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia

### Unidades de medida

cm	Centímetros
Gl	Galones

Gpm	Galones por minuto
Gppd	Galones por persona por día
hf	Perdidas friccionantes
hl	Pérdidas localizadas
HP	Horse Power
Kpa	Kilo pascal
KW	Kilo watts
Lppd	Litros por persona por día
Lps	Litros por segundo
Lts	Litros
NPM	Número Más Probable
mm	Milímetros
M/seg	Metros por segundos
m	Metros
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
m.c.a.	Metros columna de agua
mg/lt	Milígramos por litro
m. s. n. m.	Metros sobre el nivel del mar
Pulg	Pulgadas
UNT	Unidades de Turbidez

### **Diversas**

CMD	Consumo Máximo Día
CMH	Consumo Máximo Hora
CPD	Consumo Promedio Diario
CPDT	Consumo Promedio Diario Total
CTD	Carga Total Dinámica
G.A.	Golpe de Ariete
H°F°	Hierro Fundido

H°G°	Hierro Galvanizado
MABE	Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico
MAG	Mini Acueductos por Gravedad
PEA	Población Económicamente Activa
PEI	Población Económicamente Inactiva
PPCBM	Pozo Perforado Con una Bomba de Mecate
PVC	Cloruro de polivinilo
SAAP	Sistema de Abastecimiento

## RESUMEN

En presente documento monográfico se muestra el Diseño de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) en la comunidad de Jerusalén, municipio de Nueva Guinea Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS),

La Colonia Jerusalén, fue fundada en 1978 la cual fue formada por ocho familias, provenientes de varios lugares de Nicaragua, tiene una superficie territorial de 292.32 km<sup>2</sup>. La comunidad Jerusalén se localiza en las Coordenadas UTM WGS84 Este: 772088.514570 y Norte: 1301580.3992 con una altura que asciende aproximadamente a los 209 m.s.n.m.

La comunidad de Jerusalén está ubicada a una distancia de 11.2 KM de la Ciudad de Nueva Guinea, inicialmente se recorre 7 KM sobre la vía principal pavimentada, Nueva Guinea-Managua, y posteriormente se transita 4.2 KM sobre vía empedrada para llegar al poblado. La comunidad cuenta con calles internas en buen estado con dimensiones suficientes para realizar los trabajos, el pozo y el tanque están ubicados a la orilla de una calle.

El diseño del sistema se realizará en base a los estudios topográficos, socioeconómicos y la calidad de agua, ya que esto permite conocer las condiciones del sector.

Según las proyecciones realizadas, en el año 2037 el MABE, abastecerá a 928 habitantes con una demanda de 1.141 Lps (18 gpm) en el consumo máximo día. De acuerdo a los resultados obtenidos con los estudios antes mencionados, se propone la construcción de un Sistema por bombeo eléctrico (MABE), **Fuente -Tanque – Red.**

La línea de conducción que va de la fuente de captación al tanque de almacenamiento constará de 49 m de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro más la sarta de 6 ml de diámetro 2", además de la columna de bombeo 82 metros de tubería HG DE 3" diámetro.

La red de distribución tiene una longitud de 231.50 MI de tubería PVC SDR-26, diámetro 3" y 4,914.95 ml de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro. Para una longitud total de 5,146.45 ml. Se presentó presiones que varían desde los 11.93 m.c.a. hasta los 34.80 m.c.a. manteniendo siempre el rango que estipula la norma nicaragüense.

El tanques de almacenamientos propuestos será Tanque Sobre suelo de concreto ciclópeo y estos se construirá en el sitio propuesto en el plano. Sus dimensiones cumplen los requerimientos que establecen que el volumen de almacenamiento debe ser igual al 35% del Consumo Promedio Diario. Tendrá una capacidad de 36,000 litros equivalente a 36 m<sup>3</sup>, equivalentes a 9500 galones.

De acuerdo al censo levantado en la zona, habrán 178 vivienda a los cuales se les instalará conexiones domiciliarias con sus respectivos medidores domiciliarios. El costo total de la obra no alcanza los ocho millones de córdobas y eso mantiene un costo per cápita por debajo de lo que propone EL FISE para proyectos de agua potable.

## **1 GENERALIDADES.**

### **1.1 INTRODUCCION.**

El acceso de agua potable y saneamiento es una necesidad fundamental que requiere toda población, el abastecimiento y condición de recurso determinan directamente el tipo y calidad de vida de la población. En la actualidad la disponibilidad de agua potable es un indicador del desarrollo socioeconómico sostenible de una comunidad.

Debido a esta situación la población se ha dado a la búsqueda de distintas fuentes de aguas, tanto superficiales como subterráneas, para abastecer sus necesidades, pero no cuentan con procesos de extracción ni estudios adecuados, para verificar si el agua es apta para el consumo. A esto, se le suma la dificultad para transportar el líquido y las largas horas de espera para obtenerlo.

Otro problema que afecta a la población es la falta de un sistema idóneo para el tratamiento de las aguas residuales el cual afecta a la salud de la población debido a las condiciones desfavorables tales como los agentes de infección generando así distintas enfermedades y proliferación de mosquitos transmisores del dengue, chikungunya y zika.

El abastecimiento de agua potable debe cumplir los siguientes objetivos: suministrar una cantidad suficiente para consumo de agua potable que esta cumpla los estándares mínimos de calidad para ser consumida, que la fuente de suministro procure estar próximo a la residencia con fácil acceso y por último que el costo para obtener el recurso este de acuerdo con la capacidad económica de la población.

El propósito de este trabajo es presentar el **diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) y saneamiento básico rural** para la comunidad **Jerusalén** del Municipio de **Nueva Guinea, RACCS.**

Los parámetros de diseño de los sistemas de conducción y distribución están basados en las normas y criterios del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). La calidad del agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe cumplir con las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas establecidas, para el caso de Nicaragua, por las “Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense (NTON 09 003-99) para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua”.

## **1.2 ANTECEDENTES.**

Debido a la actual situación que presenta la comunidad de Jerusalén, se está formulando un proyecto de Agua y Saneamiento Rural que consiste en: un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE) que abastecerá a 552 habitantes en 178 viviendas con igual número de conexiones domiciliarias.

En la Provincia Central, el agua subterránea proviene principalmente de las infiltraciones de las lluvias que caen sobre ella y la escorrentía de las aguas superficiales. En las inmediaciones de las orillas de los ríos, donde los aluviones constituyen parte de las paredes y fondo de ellos o donde las rocas masivas fracturadas, están en contacto con las agua del río, se produce recarga desde el río hacia el acuífero. La situación antes descrita es mejor cuando el río es permanente.

La comunidad de Nueva Guinea se abastece de agua potable de una toma superficial, que viene del río El Zapote, esta se almacena en un tanque sobre suelo se distribuye por gravedad a todo el acueducto.

Para finalizar, también existe un pozo perforado, construido en el mes de Julio del 2013, por la empresa Master Perforaciones, según el informe técnico de la construcción de dicho pozo. Más adelante se precisarán las características constructivas y detalles de producción potencial, en relación a la demanda de agua de este proyecto.

La fuente de captación será un Pozo Perforado existente en la comunidad el cual tiene un caudal óptimo de explotación a largo plazo de 32 gpm de acuerdo a los resultados de la prueba de bombeo realizada.

De igual manera se les consultó sobre las personas que ejercen la función de acarrear el agua a sus hogares, los resultados indican que en su mayoría las mujeres la acarrear con el 88%, un 27% lo realizan los hombres que viven en el hogar. Cabe mencionar que el número de viajes que realizan como mínimo

personas son dos, haciendo diez viajes al día, y como máximo efectúan 20 viajes diarios para acarrear el vital líquido de agua.

### **1.3 JUSTIFICACION.**

La iniciativa de realizar un diseño de abastecimiento de agua y saneamiento para la comunidad Jerusalén surge de la necesidad de la población con respecto al abastecimiento de agua y la ausencia de depósitos adecuados de excretas y desperdicios que provocan el deterioro de la salud humana así como del medio ambiente.

Los pozos excavados en general, carecen de protección sanitaria y sus aguas no son desinfectadas apropiadamente, por lo que la población está expuesta a los riesgos de contraer enfermedades de origen hídrico, por causa de la eventual ingesta de agua contaminada.

Por otra parte las condiciones de pobreza en que vive la mayor parte de sus habitantes constituyen una seria limitación para que la población pueda dar respuesta, por cuenta propia a su demanda.

Como una alternativa de solución al problema de desabastecimiento de agua en la comunidad de Jerusalén, se ha proyectado la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

El proyecto contribuye en una respuesta a las necesidades de saneamiento básico, de 40 familias que no tienen unidades de saneamiento en la comunidad. Dichas familias cuentan con un inadecuado saneamiento básico, principalmente en lo que respecta a la mala disposición de excretas, basura y abastecimiento de agua. Lo cual provoca muchas enfermedades tales como diarrea, parasitosis intestinal e infección tracto urinario. El tratamiento planteado es el más adecuado, porque los suelos existentes en la comunidad son arcillosos, las zanjas de infiltración son más eficiente en suelos arcillosos que los pozos de absorción.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Diseñar un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) y saneamiento básico rural para la comunidad Jerusalén del municipio de nueva guinea, RACCS.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

1. Analizar socioeconómicamente a la población por medios de encuestas para la determinación la capacidad económica de la población.
2. Realizar el levantamiento topográfico alti-planimétrico del área del proyecto para el trazado de la red.
3. Modelar el sistema de abastecimiento de agua potable haciendo uso del software especializado EPANET.
4. Dimensionar los componentes de la red de distribución de agua potable.
5. Proponer un sistema de saneamiento básico rural para la comunidad.
6. Elaboración de planos finales del sistema.
7. Elaborar el presupuesto de la obras a ejecutar.

## **2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.**

### **2.1 Contexto Físico del Área de estudio.**

#### **2.1.1 Macro Y Micro Localización.**

El Proyecto se localiza en el municipio de Nueva Guinea departamento Región Autónoma Costa Caribe Sur (R.A.C.C.S). Ver Imagen N°1. Se localiza a unos 8 km al noroeste de la Cabecera Municipal, a la orilla de la carretera que une Nueva Guinea con el poblado El Coral. La comunidad está ubicada en las coordenadas 11° 43' 56" Latitud Norte y 84° 29' 54" Longitud Oeste.

La comunidad Jerusalén se localiza en las Coordenadas UTM WGS84 Este: 772088.514570 y Norte: 1301580.3992 con una altura que asciende aproximadamente a los 209 m.s.n.m.

**Imagen 1: Entrada Nueva Guinea**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Límites de Jerusalén, Nueva Guinea.

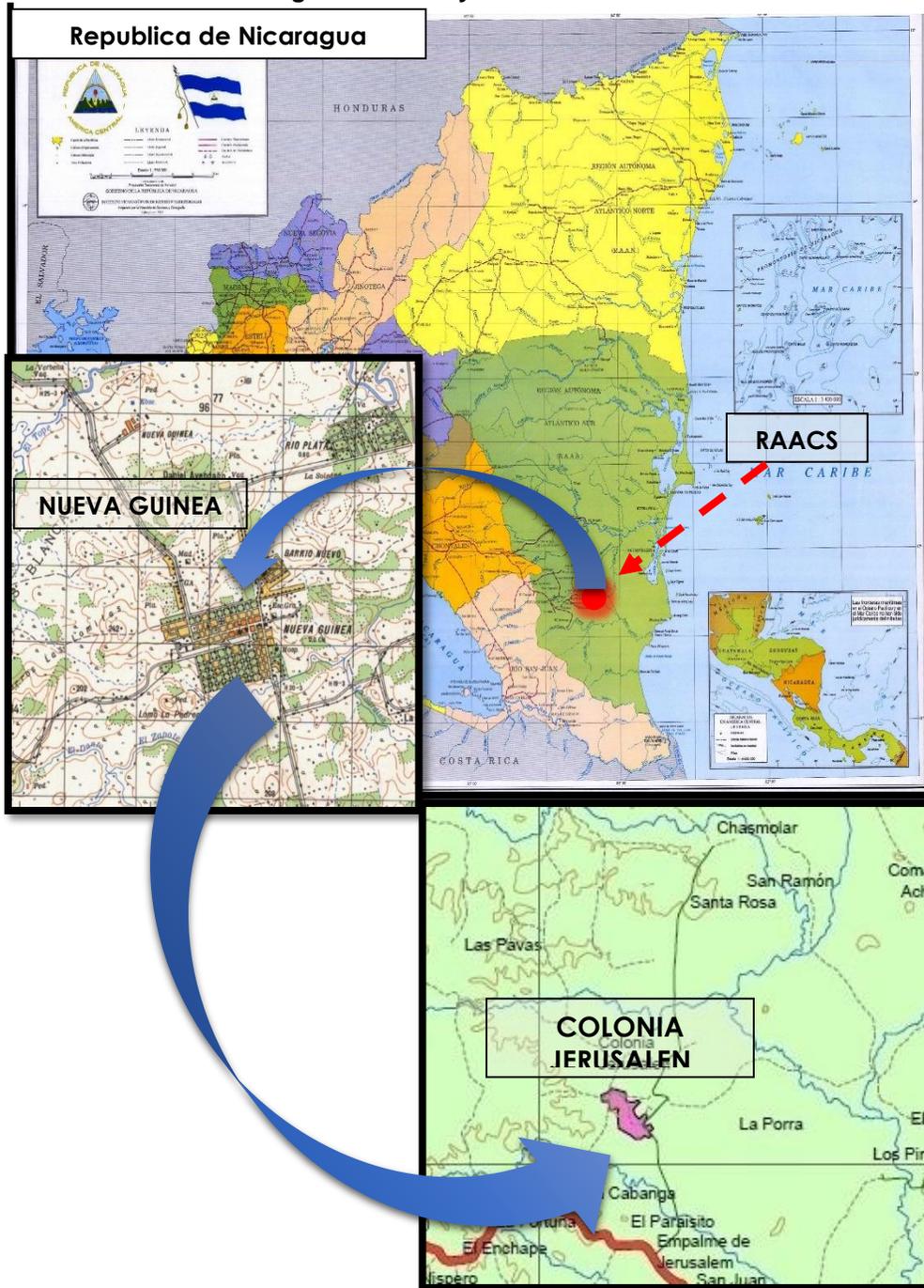
Norte : Comunidad El Chasmolar.

Sur : Comunidad San Juan.

Este : Comunidad El Achote.

Oeste : Comunidad El Níspero.

Imagen 2: Macro y Micro localización



FUENTE: MAPA GEOLOGICO DE NICARAGUA

## **2.2 Parámetros meteorológicos.**

### **2.2.1 Clima.**

El clima de la zona de estudio, al igual que el de la cabecera municipal de Nueva Guinea, según zonificación climática propuesta por Kopen, determina que el clima predominante en el Municipio de Nueva Guinea es Monzónico Tropical (Am), que tiene una característica de bosque muy húmedo subtropical, con intensas lluvias y temperaturas bastante altas por la cercanía a la costa y la humedad de la zona.

El municipio de Nueva Guinea tiene un clima húmedo hasta zonas de transición al muy húmedo (también se dice per-húmedo o demasiado húmedo) en el sur-este. Desde el punto de vista de los productores, el periodo relativamente seco generalmente es demasiado corto y en algunos años inexistente. La limitación agroclimática más severa es el índice de nubosidad, que limita la productividad de plantas en general y las de tipo “amas de sol”, como es el maíz y las palmas, en particular.

### **2.2.2 Precipitación.**

El comportamiento pluviométrico se puede conocer con el análisis de los datos mensuales de precipitación, en este estudio se analizaron los registros de datos de la estación meteorológica Nueva Guinea, para un periodo de 30 años, obteniendo como resultado una Precipitación promedio anual de 2,687.2 mm. Podemos observar que la época lluviosa se extiende de mayo hasta enero ocurriendo las máximas entre julio y agosto, disminuyendo en marzo y abril.

### **2.2.3 Temperatura.**

Respecto al comportamiento de la temperatura media en la zona, se puede decir que las máximas es de 26.2° C, la cual ocurre entre abril y mayo; siendo estos los meses más cálidos del año, la temperatura más baja se presenta en los meses de noviembre y enero (23.8° C), la media anual es de 25° C.

#### **2.2.4 Evaporación.**

Una de las características de la variable de evaporación, es que no presenta un comportamiento uniforme a lo largo de los doce meses del año, la cantidad de evaporación está en dependencia de la cantidad de calor absorbido por el suelo, que a su vez se relaciona con el balance energético. Se presenta los datos de evaporación potencial de la estación Nueva Guinea con un valor anual del orden de 1400 mm, a partir de marzo a mayo se eleva hasta un 10 % del promedio anual.

### **3. ANALISIS SOCIOECONÓMICO.**

#### **3.1 Contexto Socioeconómico.**

##### **3.3.1 Población y vivienda.**

En la recopilación de la información a través de los instrumentos establecidos se aplicó un total de 146 personas encuestas socio económicas y censo poblacional dirigidos a jefes y jefas de familia por vivienda, las cuales suman una población de 552 habitantes. Cabe mencionar que no se levantó la información en 29 viviendas ya que durante el proceso se encontraban cerradas. En algunos casos las familias permanecen en las fincas o huertas, y/o las utilizan cuando llegan a comercializar sus cosechas o productos lácteos y piña, y otras andaban fuera de la comunidad.

Cabe mencionar que dentro de las 29 viviendas cerradas en el momento que realizaron el levantamiento de las encuestas, se identificaron 20 casa de habitación, 3 Iglesias, un Centro de Salud, una Escuela, una Casa Comunal, una Casa Pastoral, una Bodega de la Universidad URACCAN, y un beneficiario que no desea tener el servicio de agua potable en su vivienda. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 1: Población y Vivienda**

Ocupación	Cantidad	Porcentaje (%)
Ama de casa	160	29%
Agricultor	110	20%
Jornalero	50	9%
Estudiante	86	16%
Otros	146	26%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.2 Vivienda

#### 3.3.2.1 Tenencia de la vivienda:

En cuanto a la tenencia de la vivienda los resultados obtenidos de las encuestas de línea basé en cuanto al tipo de propiedad del hogar reflejan que en un 98% la tenencia es propia, y un 2% de las propiedades son prestadas, este indicador refleja un alto índice de propiedad de la vivienda. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 2: Tenencia de la vivienda**

Tenencia	Cantidad	Porcentaje (%)
Propia	143	98%
Prestada	3	2%
Total	146	100%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 3: Tenencia de la vivienda**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.3 Construcción de las paredes de las viviendas:

Los resultados obtenidos de la encuesta Socio económica y Censo Poblacional, en cuanto a la construcción de las paredes de las viviendas, los datos revelan que 61 viviendas son de madera, seguido con el 54 de bloque, 22 están construidas de bloque y madera, 4 Bloque y otros material, así mismo con el 3% Otro, y con 1 hay viviendas con paredes de Ladrillo, para igual de 1 paredes de madera y otro. Estos datos indican que predominan las construidas con bloque, seguida las construidas con madera, pero igual indica que hay un porcentaje considerable que construyen viviendas con paredes mixtas sobresaliendo las de Bloque y Madera. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 3: Paredes de la vivienda

Paredes	Cantidad	Porcentaje (%)
Bloque	54	36
Bloque y Madera	22	15
Bloque y Otros	4	3
Ladrillo	1	1
Madera	61	42
Madera y Otro	1	1
Otros	3	2
Total	146	100

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.4 Piso de la vivienda:

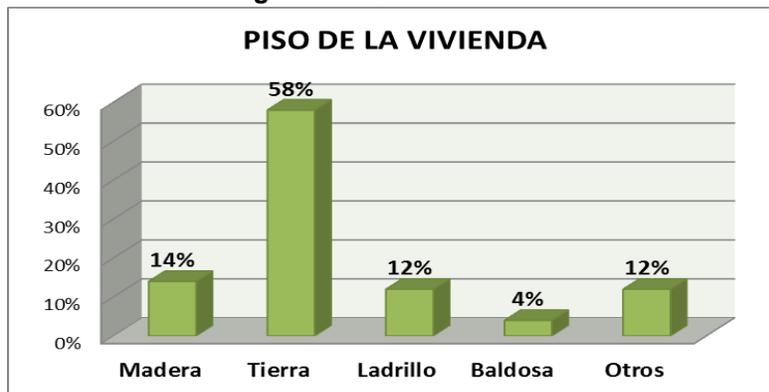
La siguiente tabla nos muestra los resultados conseguidos de la encuesta de la línea base, en cuanto al piso de los hogares, predominan con un mayor porcentaje las viviendas con piso de tierra con un 58%, seguido los hogares con piso de madera con un 14%, viviendas con piso de ladrillo un 12%, así como los hogares con otro tipo de piso con el 12%, las de menor porcentaje corresponde con el 4% los hogares con piso de baldosa. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 4: Piso de la vivienda**

Tipo de piso	Cantidad	Porcentaje (%)
Madera	21	14%
Tierra	85	58%
Ladrillo	17	12%
Baldosa	6	4%
Otros	18	12%
Total	146	100%.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

**Imagen 4: Piso de la vivienda**



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

### 3.3.5 Techo de la vivienda.

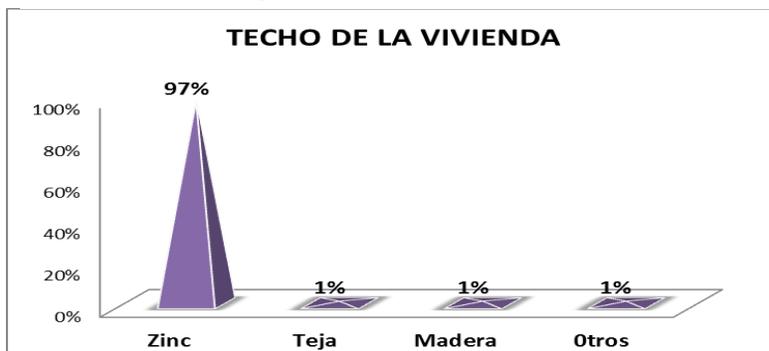
De los resultados del levantamiento de la información a través de las encuestas socio económicas y Censo Poblacional en las 146 viviendas, el tipo de techo que predomina en los hogares con el 97 % son las que tienen techo de zinc, seguidos de teja con el 1%, madera 1% y otros 1%. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 5: Techo de la vivienda**

Tipo de techo	Cantidad	Porcentaje (%)
Zinc	141	97%
Teja	2	1%
Madera	2	1%
Otros	1	1%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 5: Techo de la vivienda**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.6 Divisiones de las viviendas.

Los resultados obtenidos de las encuestas en cuanto al número de divisiones de las viviendas, las que predominan con un porcentaje mayor del 75% son las casas que cuentan con dos divisiones, seguidas las que tienen tres divisiones en su hogar con el 19%, un 5% no tiene división en su vivienda y en menor porcentaje con un 1% las viviendas que tienen cuatro divisiones. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 6: viviendas**

Divisiones	Cantidad	Porcentaje (%)
Dos	110	75%
Tres	28	19%
Cuatro	2	1%
No tiene división	8	5%
Total	146	100%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 6: Divisiones de la vivienda**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.7 Estado de la vivienda.

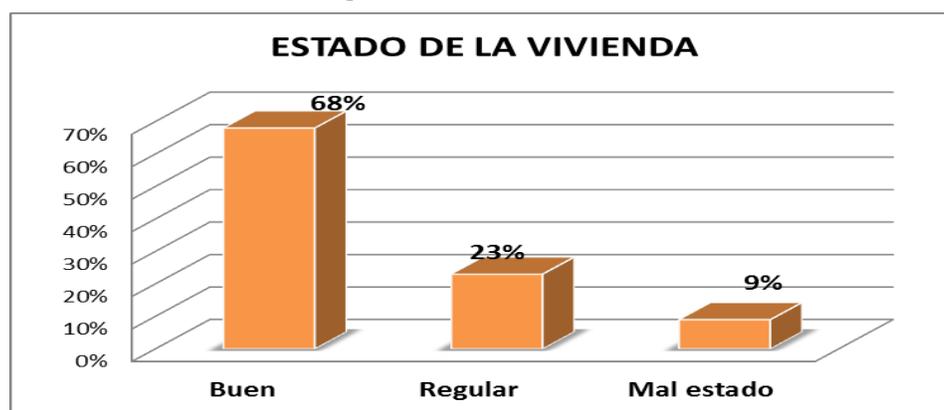
Según la opinión de cada una de las personas encuestadas y aplicando la técnica de observación, el 68% se encuentran en buen estado, el 23% en regular estado y un 9% de las vivienda se encuentran en mal estado. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 7: Estado de la vivienda**

Estado	Cantidad	Porcentaje (%)
Buena	99	68%
Regular	34	23%
Mal estado	13	9%
Total	146	100%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 7: Estado de la vivienda**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.8 Distribución de la población por edades.

#### 3.3.8.1 Rango por edades:

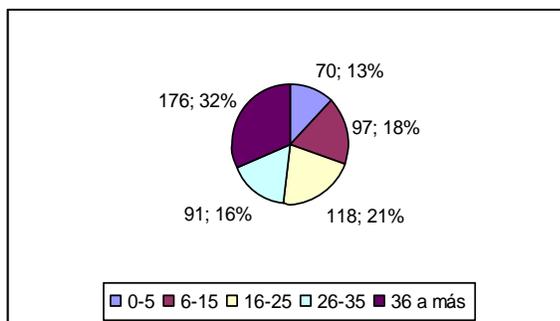
La siguiente tabla nos muestra la distribución total de los habitantes de la población, por rango de edades. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 8: Distribución de rangos por edades**

Edades	Cantidad	Porcentaje (%)
0-5	70	13%
6-15	97	18%
16-25	118	21%
26-35	91	16%
36 a más	176	32%
Total	552	100%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 8: Población por rangos de edades**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La tabla nos muestra que el rango de edades de la población, de mayor porcentaje oscila entre las edades de 36 a más años con el 32%, seguido del intervalo que va de los 16 a los 25 años con el 21%; de los 6 años a los 15 años de edad con un porcentaje del 18%, luego las edades comprendidas entre los 26 a 35 años con el 16%, en rango menor de edad de la población se encuentra en las personas de 1 a 5 años de edad, con un porcentaje del 13%.

Al realizar la sumatoria de los rangos de edades entre el rango de 1 a 5 años hasta los 25 años, se refleja un indicador de población joven del 52%.

### 3.3.8.2 Rango por sexo:

**Tabla 9: Población por rangos de sexo**

Sexo	Cantidad de habitantes	Porcentaje (%)
Hombre	283	51%
Mujer	269	49%
<b>Total:</b>	<b>552</b>	<b>100%</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

A continuación se muestra la cantidad de habitantes y el porcentaje por rango de sexo.

**Imagen 9: Población por rango de sexo**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

La tabla nos muestra que en la comunidad existe un total de 269 mujeres lo que representa el 49% de la población y 283 hombres correspondiente al 51%, para un total de 552 habitantes que serán beneficiados con el proyecto de agua y saneamiento en la comunidad de Jerusalén.

### **3.3.9 Situación económica de la familia.**

#### **3.3.9.1 Fuentes de ingreso:**

**Ingresos mensuales del hogar:** El ingreso promedio es de C\$ 1000 Córdobas a mas con el 88% seguido del ingreso medio entre C\$ 801 y 1,000 con un 8 % y el minino de C\$ 400 a C\$ 800 con el 1%. Un 4% de los encuestados no brindaron información sobre el ingreso económico.

**Pago de energía:** de acuerdo a la información proporcionada sobre el pago de energía eléctrica se encontró viviendas que pagaron como mínimo C\$ 20.00, intermedio de C\$ entre 100 a 350, y como máximo C\$ 3000.00.

**Personas que trabajan dentro y fuera de la comunidad:** De la población económicamente activa que trabaja, un 28% correspondiente a los hombres lo hace dentro de su comunidad, un 3% trabajan fuera de la comunidad, el 12% de las mujeres trabajan dentro de su comunidad y el 2% fuera de la comunidad.

Cabe destacar que 241 habitantes tanto hombres como mujeres trabajan dentro y fuera de la comunidad, lo que representa un 44% de la población en general, los demás no trabajan o se dedican a los que aceres del hogar. **Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 10: Personas que trabajan dentro y afuera del lugar

Categoría	Número de personas que trabajan Dentro de la comunidad	Número de personas que trabajan Afuera de la comunidad	Porcentaje%	
			Dentro de la comunidad	Fuera de la comunidad
Hombres	152	18	28%	3%
Mujeres	59	12	11%	2%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En cuanto a las actividades económicas que realiza la población de estos territorios, los resultados señalan que en un 19% las personas se dedican a la agricultura, el 17% de la población se dedica a otras actividades económicas, un 11% se dedican a la actividad económica de jornaleros y un 1% se dedica a la pesca. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 11: Actividades económicas de la población

Actividad	Cantidad	Porcentaje
Agricultores	90	19%
Jornaleros	52	11%
Pesca	1	1%
Otros	84	17%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Imagen 10: Actividades económicas de la población



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.10 Situación socio ambiental.

#### 3.3.10.1 Tipos de Cultivos:

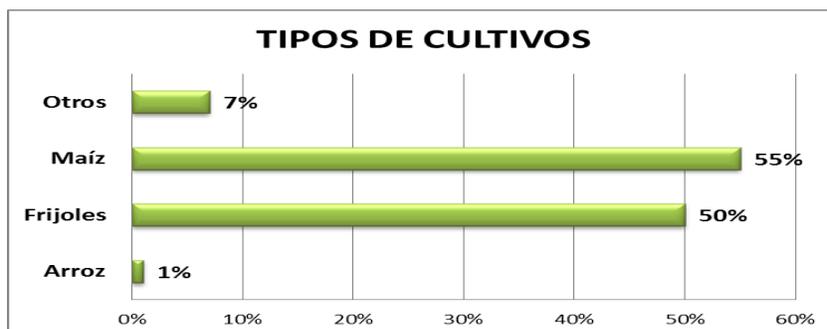
Según los datos obtenidos de la encuesta, los cultivos que las personas realizan en la comunidad indican que los cultivos con mayor porcentaje corresponde a la siembra de maíz con un 55%, seguido de la siembra de frijoles con un 50%, un 7% a otros tipos de cultivos como: yuca, piña, y por último el cultivo del arroz con el 1%. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 12: Tipo de cultivos

Cultivos	Cantidad	Porcentaje (%)
Arroz	1	1%
Frijoles	73	50%
Maíz	81	55%
Otros	10	7%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Imagen 11: Tipos de cultivos



FUENTE: ELABORACION PROPIA

#### 3.3.10.2 Tenencia de animales.

La mayoría de los hogares, manifestaron que la tenencia de animales domésticos que predominan en sus viviendas son las gallinas con un total de 1031 en la población, para un promedio de 10 a 20 gallinas por las vivienda que tienen animales domésticos y la crianza de cerdos con un total de 126 en la población,

para un promedio de 2 a 3cerdos en las viviendas que tienen crianza de cerdos.  
**(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 13: Tenencia de animales**

<b>Animales domésticos</b>	<b>Cantidad</b>
<b>Gallinas</b>	1031
<b>Cerdos</b>	126

FUENTE: ELABORACION PROPIA

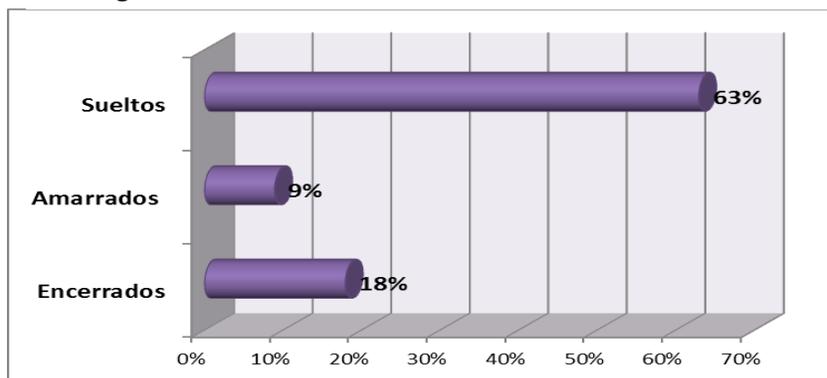
Cabe mencionar que el 63% de los animales domésticos los pobladores los mantienen sueltos, en segundo lugar con el 18% los mantienen encerrados y por último el 9% los animales se encuentran amarrados. El abastecimiento de agua para los animales domésticos corresponde en un 73% de los pozos, en segundo lugar de las quebradas en un 1%.**(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 14: Tenencia de animales doméstico en la vivienda**

<b>Como se encuentran los animales domésticos en la vivienda</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Encerrados</b>	18%
<b>Amarrados</b>	9%
<b>*Sueitos</b>	63%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 12: Tenencia de animales doméstico en la vivienda**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.10.3 Tenencia de Ganado.

En cuanto a la tenencia de ganado de la población, la mayor cantidad corresponde al ganado vacuno con un total de 1010 para un promedio de 10 a 15 por vivienda, el ganado equino con un total de 119 para un promedio de 3 a 5 por vivienda y el ganado caprino con un total de 15. Así mismo, los comunitarios cuentan con otro tipo de animales en sus viviendas como: gallinas, cerdos, perros, gatos. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 15: Tenencia de ganado

Especie	Cantidad
Vacuno	1010
Equino	119
Caprino	15

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.11 Agua Potable.

El 10% de las personas entrevistadas manifestaron que el agua que consumen es mala, en un porcentaje mayor la calidad del servicio corresponde al 50% y con un 40% expreso que es Regular la calidad de agua que consumen.

Lo que indica que los comunitarios están consiente que la calidad del agua no es buena, por lo que es necesario tomar medidas de desinfección del agua para evitar enfermedades relacionadas a la contaminación a través del agua. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

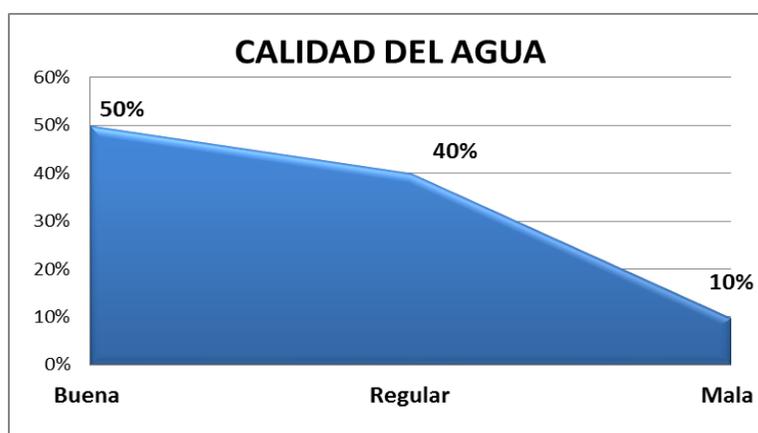
### 3.3.12 Calidad del Agua.

Tabla 16: Calidad de agua

Calidad del agua	Cantidad	Porcentaje (%)
Buena	73	50%
Regular	58	40%
Mala	15	10%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Imagen 13: Calidad del agua



FUENTE: ELABORACION PROPIA

En cuanto a la percepción de la población sobre las condiciones del agua que a diario consumen en su vivienda, solamente el 10 % expresaron que el agua que consumen tiene mal sabor, un 5% mal olor y un 10% mal color.

### 3.3.13 Situación de la salud de la población.

En cuanto a las enfermedades más frecuentes de los niños en la comunidad las que más predominan son: hepatitis, diarrea, tos, enfermedades dermatológicas.

Enfermedades más frecuentes en los hombres y mujeres:

- Diarrea.
- Tos.

- Resfriados.
- Parasitosis.
- Dengue.
- Infecciones Renales y Dérmicas.

A continuación se detallan la cantidad de personas y el porcentaje según las edades de las enfermedades, que han padecido durante el año pasado en la comunidad de Jerusalén, según el levantamiento de las encuestas socioeconómicas realizada en la población beneficiaria del proyecto.

#### **3.3.14 Enfermedades.**

**Diarrea:** El 9% de la población padecieron de diarrea durante el año pasado, lo que corresponde a 13 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Tos:** El 14% de la población padecieron de Tos durante el año pasado, lo que corresponde a 21 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Resfriados:** El 12% de la población padecieron de Resfriados durante el año pasado, lo que corresponde a 17 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Malaria:** El 2% de la población padecieron de Malaria durante el año pasado, lo que corresponde a 3 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Dengue:** El 3% de la población padecieron de Dengue durante el año pasado, lo que corresponde a 4 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Parasitosis:** El 4% de la población padecieron de Parasitosis durante el año pasado, lo que corresponde a 6 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Infección Renal:** El 1% de la población padecieron de Infección Renal durante el año pasado, lo que corresponde a 2 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Infecciones Dérmicas:** El 2% de la población padecieron de Infecciones Dérmicas durante el año pasado, lo que corresponde a 3 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

**Otras Enfermedades:** El 2% de la población padecieron de Otras enfermedades durante el año pasado, lo que corresponde a 3 personas de las diferentes edades que viven en la comunidad.

Cabe destacar que en el 82% los niños de la comunidad se encuentran vacunados y un 5% todavía no están vacunados. El 100% de la población realizan un buen lavado de manos, un buen uso de las letrinas, un buen uso del agua.

Asimismo, en la comunidad de Jerusalén nacieron niños en un 12% y un 4% corresponde al fallecimiento de niños en el transcurso de todo el año.

### **3.3.15 Saneamiento.**

#### **3.3.15.1 Uso y manejo de las letrinas**

##### **3.3.15.1.1 Tenencia de letrina:**

Cabe mencionar que en la comunidad existen 175 viviendas, en la cual se van a construir unidades sanitarias.

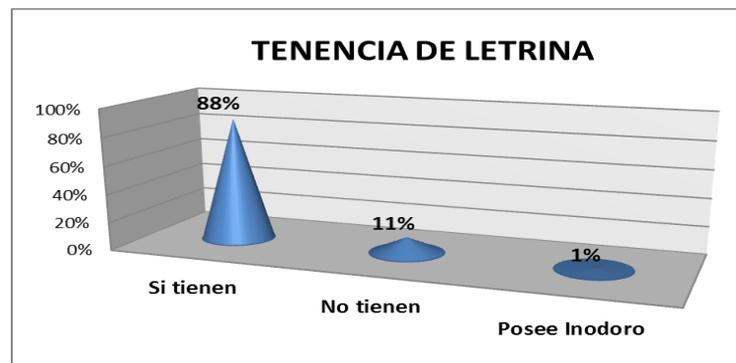
Los datos generados por las 146 personas entrevistadas, en cuanto a la tenencia de las letrinas nos indicaron que el 88% posee letrina en su vivienda y el 11% no poseen letrinas en su vivienda, se hace mención que el 1% corresponde a una persona entrevistada que indicaron tener inodoro con arrastre hidráulico en su vivienda. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 17: Tenencia de letrina**

	Cantidad	Porcentaje (%)
<b>Si tienen</b>	129	88%
<b>No tienen</b>	16	11%
<b>Posee Inodoro</b>	1	1%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 14: Tenencia de letrina**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.15.2 Estado de la letrina:

Referente al estado actual de las letrinas de las 146 viviendas entrevistadas, las personas manifestaron poseer letrina en Buen estado lo que representa el 29% de la población, en Regular Estado con el 34% y por último en mal estado con el 25%, cabe mencionar que una persona posee Inodoro en su vivienda lo que representa el 1% cual se encuentra en buen estado y 16 personas manifestaron no poseer unidades sanitarias en su viviendas correspondiente al 11%.

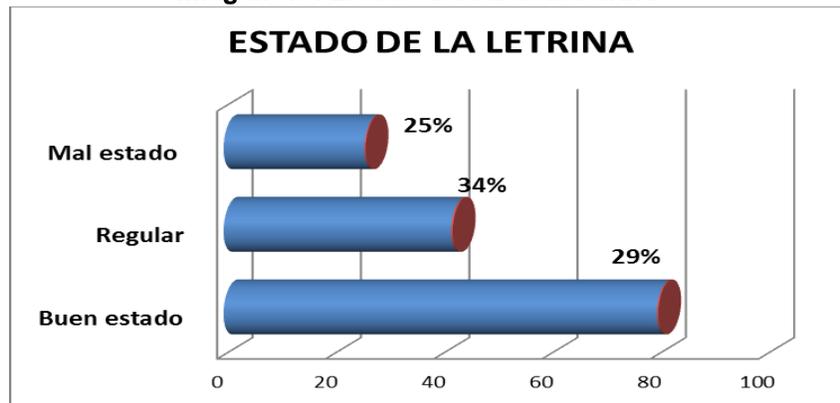
La mayoría de los pobladores manifestaron que sus letrinas se encuentran en Buen Estado, aunque aducen que las mayorías de las letrinas están recién construidas pero estas se llenan de agua, porque la comunidad es de zona lluviosa, otras expresaron continuar utilizando la letrina que utilizan antes que llegara el proyecto a la comunidad. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 18: Estado actual de la letrina

Estado	Cantidad	Porcentaje (%)
Buen estado	80	29%
Regular	42	34%
Mal estado	26	25%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Imagen 15: Estado actual de la letrina



FUENTE: ELABORACION PROPIA

Cabe mencionar que los criterios para definir el estado de las letrinas se utilizó la técnica de observación considerando los siguientes criterios:

**Buen Estado:** Caseta, plancha, banco y foso, no presentan deterioro y si presentan es leve.

**Regular Estado:** Caseta, plancha, banco o foso presenta mediano deterioro

**Mal Estado:** Caseta, plancha, banco y foso, presentan severo deterioro.

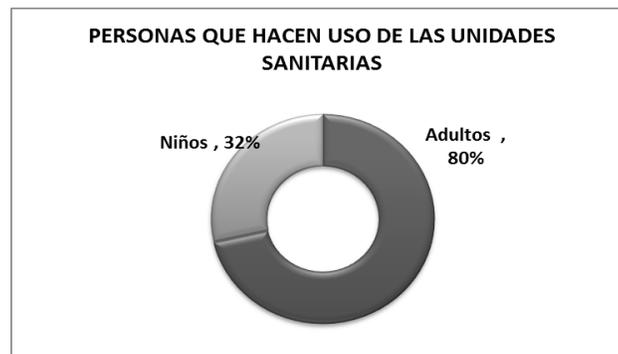
En relación con el uso de la letrina, los pobladores indicaron que la utilizan todas las personas que habitan en el hogar como: los niños, los adultos y otros familiares. Caben enfatizar que de las 146 personas que fueron entrevistadas, indicaron que el mayor porcentaje que usaban la letrina eran las personas adultas con el 80%, en segundo lugar los niños con un 32%. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

Tabla 19: Personas que usan letrina

Estado	Porcentaje (%)
Adultos	80%
Niños	32%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Imagen 16: Personas que usan letrina



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.16 Manejo de las aguas servidas.

Esta es una variable muy importante que tiene su impacto positivo o negativo en la higiene ambiental de las comunidades o territorios, según los resultados los habitantes indicaron que el 62% dejan correr el agua, el 29% tienen zanja de drenaje, el 26% riegan el agua en el patio y un 5% dejan que el agua se filtre.

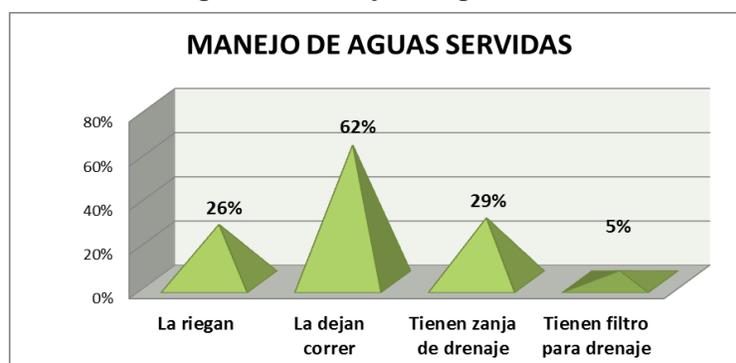
Cabe mencionar que en un 89% no existen charcas en el patio de los hogares de los pobladores, ya que un 53% de las personas manifestaron las eliminan aterrando, y un 46% drenado las charcas existentes. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 20: Manejo de aguas servidas**

Manejo de las aguas servidas	Cantidad	Porcentaje (%)
La riegan	38	26%
La dejan correr	91	62%
Tienen zanja de drenaje	43	29%
Tienen filtro para drenaje	7	5%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Imagen 17: Manejo de aguas servidas**



FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.17 Educación de la Población.

En la comunidad únicamente existe una Escuela cuyo nombre es Alejandro Vega Matus, que imparte los niveles de escolaridad desde pres escolar hasta cuarto año de secundaria, para culminar la secundario deben viajar a la cabecera municipal, así mismo pueden continuar sus estudios superiores en cualquiera de las dos universidades existente en la cabecera municipal, universidades Martín Lutero y URACCAN.

El mayor porcentaje de escolaridad de la comunidad radica en el nivel de primaria con el 40%, un dato muy importante que se debe de considerar en esta comunidad es la de alfabetizar ya que el 25% es el índice, seguido de secundaria con el 24%, estudios superiores con el 5%, estudio técnicos con el 1%, preescolar

Con el 5%. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 21: Educación Poblacional**

<b>Escolaridad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Ninguno</b>	135	25%
<b>Pre escolar</b>	27	5%
<b>Primaria</b>	222	40%
<b>Secundaria</b>	139	24%
<b>Estudios técnicos</b>	3	1%
<b>Estudios superiores</b>	27	5%
	<b>552</b>	<b>100%</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 3.3.18 Ocupación de los miembros de la familia.

En cuanto a la ocupación de los miembros de las familias se encontró que el mayor porcentaje corresponde a la población que se dedica a otro tipo de trabajo con el 26%, seguido de las Amas de Casa con el 29%, un 20% corresponde a la ocupación de Agricultor, seguido con el 16% estudiantes, en menor porcentaje de la población con 9% son Jornaleros. **(Adjunto tabla Encuesta socioeconómica)**

**Tabla 22: Ocupación de los miembros de familia**

<b>Ocupación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Ama de casa</b>	160	29%
<b>Agricultor</b>	110	20%
<b>Jornalero</b>	50	9%
<b>Estudiante</b>	86	16%
<b>Otros</b>	146	26%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### **3.3.19 Vías de Comunicación.**

La comunidad de Jerusalén se encuentra ubicada a una distancia de 11 KM del municipio de Nueva Guinea, departamento de la RACCS, inicialmente se recorre 7 KM sobre la vía principal pavimentada, Nueva Guinea / Managua, y posteriormente se transita 4 KM sobre la vía empedrada para llegar al poblado. Existe un bus de transporte colectivo (viceversa) que cruza por el poblado con destino a la comunidad el Chasmolar, así como existen otros vehículos como taxi, vehículos de la empresa lácteos, bicicletas, motos y medios diversos que son utilizados por los comunitarios para movilizarse.

## **4 MARCO TEÓRICO.**

### **4.1 Estudio socioeconómico.**

Un estudio socioeconómico, es un documento que nos permite conocer el entorno económico y social de alguna persona o familia en particular, se trata de una investigación con la intención de conocer aspectos propios de las persona a encuestar, tales como su situación económica actual, su forma de vida, su entorno familiar y social. Lo cual consiste en una entrevista a profundidad aplicando en un cuestionario diseñado expresamente para los aspectos relevantes que queremos conocer.

### **4.2 Levantamiento Topográfico.**

El levantamiento topográfico es el punto de partida para poder realizar toda una serie de etapas básicas dentro de la identificación y señalamiento del terreno mediante tres coordenadas que son latitud, longitud y elevación o cota. Existen dos grandes modalidades:

- Levantamiento topográfico planimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener los puntos y definir la proyección sobre el plano de comparación.
- Levantamiento topográfico altimétrico: es el conjunto de operaciones necesarias para obtener las alturas respecto al plano de comparación.

### 4.3 Proyección de la población.

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se pueden obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963, 1995 y 2005, (INIDE) y el (MINSa). Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará El método geométrico expresado por la siguiente fórmula:

$$P_n : P_o * (1+r)^n$$

Donde:

$P_n$  : Población del año “n”

$P_o$  : Población al inicio del período de diseño

r : Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n : Número de años que comprende el período de diseño.

Sí no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

#### **4.4 Determinación de las variaciones de consumo.**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. Estos valores, para localidades fuera de la ciudad de Managua, son los siguientes:

Consumo Máximo Día (CMD) =  $1.5 * \text{CPD}$  (Consumo Promedio Diario)

Consumo Máximo Hora (CMH) =  $2.5 * \text{CPD}$  (Consumo Promedio Diario)

#### **4.5 Análisis del Software Epanet.**

Epanet es un programa para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser "una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas" Si bien fue diseñado para agua potable también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

#### **4.6 Saneamiento Básico rural.**

La Estrategia de Saneamiento Básico permite conocer las alternativas más comunes para la identificación y solución de los problemas de saneamiento en las comunidades rurales de difícil acceso, ya que esto condiciona un manejo inadecuado de agua y alimento y una disposición incorrecta de los residuos sólidos y excretas.

#### **4.7 Costo y presupuesto de obra.**

Costo es el que debe pagar la “empresa” por la aplicación y uso de los factores de producción: mano de obra, materiales, equipos/herramientas y capital. Estos se diferencian entre costos directos y costos indirectos, los cuales a su vez pueden ser fijos o variables.

- Costo directo: es el constituido por los insumos necesarios para la realización de un rubro específico.
  
- Costo indirecto: lo constituye todo gasto que debe hacer la “empresa” simplemente por existir, para funcionar o para realizar un conjunto de rubros u obras.

Presupuesto de obra es aquel que por medio de mediciones y valoraciones nos da un conste de la obra a construir, la valoración económica de la obra, acerca a la realidad, aunque el costo final puede variar del presupuesto de obra inicial.

#### **4.8 Generalidades de los componentes del sistema de abastecimiento de agua.**

Los sistemas para abastecimiento de agua potable constan de diversos componentes: **Tipos de fuente, Obra de captación, Estación de bombeo, Línea conducción, Tanque de almacenamiento, Red de distribución, Tratamiento, Conexiones domiciliarias**; en cada uno se construye las obras necesarias para que sus objetivos particulares sean alcanzados de forma satisfactoria.

#### **4.8.1 Mini acueductos por Bombeo Eléctrico (MABE).**

Consiste en un pozo perforado, una caseta de control, el equipo de bombeo, la línea de conducción, el tanque de almacenamiento, la red de distribución y la conexión domiciliar.

#### **4.8.2. Tipos de Fuentes.**

##### **4.8.2.1 Fuentes de aguas superficiales.**

Las aguas superficiales son aquellas que escurren en los cauces y presentan una superficie libre sujeta a la presión atmosférica. Estas requieren obras de captación que generalmente utilizan equipos de bombeo para su aprovechamiento directo, con previo tratamiento, en función de componente indeseables y parámetros de calidad exigidos por normas actuales

##### **4.8.2.2 Fuentes de aguas sub-superficiales.**

Se refiere el término "Sub-superficial" al agua que infiltra a escasa profundidad, como por ejemplo, en el subálveo de los ríos, que es aquella franja longitudinal entre ambas márgenes de una corriente, en la cual, por ser la interface efecto de la infiltración del agua de la corriente en el subsuelo, esta es de buena calidad y de economía captación.

##### **4.8.2.3 Fuentes de aguas subterráneas.**

Los cuerpos de agua subterránea o acuíferos se clasifican en función de sus condiciones de operación relativas a la presión en la cual está sometida el cuerpo de agua. Un acuífero es una estructura hidráulica natural que almacena y confinados. El acuífero libre se caracteriza por tener el almacenamiento bajo presión atmosférica, no así el confinado, en el cual el almacenamiento bajo presión hidráulica. Un cuerpo de agua subterránea presenta diversas ventajas con relación a los cuerpos superficiales ya que por el lado de la calidad del agua, la filtración natural del agua hace menos costoso el tratamiento que deba darse a esta para tomarla potable.

### **4.8.3 Obra de captación.**

La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de captar el caudal deseado. Su diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento seleccionado y sus características. Para fuentes superficiales con o sin regulación de caudales se diseñan represas, diques tomas, bocatomas laterales, bocatomas de fondo, captaciones de agua de lluvia.

### **4.8.4 Estación de bombeo.**

En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de bombeo o a la red de distribución. Para el diseño de la una estación de bombeo se consideran los siguientes aspectos.

### **4.8.5 Línea de conducción.**

#### **4.8.5.1 Conducción por bombeo.**

La conducción por bombeo es necesaria cuando se requiere adicionar energía para obtener el gasto de diseño. Este tipo de conducción se usa generalmente cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es menor a la altura piezométrica requerida en el punto de entrega. El equipo de bombeo proporciona la energía necesaria para lograr el transporte del agua.

#### **4.8.5.2 Conducción por gravedad.**

Una conducción por gravedad se presenta cuando la elevación del agua en la fuente de abastecimiento es mayor a la altura piezométrica requerida o existente en el punto de entrega del agua, el transporte del fluido se logra por la diferencia de energías disponible.

#### **4.8.5.3 Conducción por bombeo-gravedad.**

Si la topografía del terreno obliga al trazo de la conducción a cruzar por partes más altas que la elevación de la superficie del agua en el tanque de regularización, conviene analizar la colocación de un tanque intermedio en ese lugar. La instalación de dicho tanque ocasiona que se forme una conducción por bombeo-gravedad, donde la primera parte es por bombeo y la segunda por gravedad o bien viceversa.

#### **4.8.6 Tanque de almacenamiento.**

Generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse un servicio continuo a la ciudad.

El tanque tiene funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos. Existiendo variaciones de consumo para las diferentes horas de un día cualquiera, la tubería que suministra agua a las edificaciones (red) debe ser capaz de conducir el máximo consumo que una determinada zona demande en cualquier instante. Ello se transmitirá a toda la red y llegaría al tanque, el cual actuará como amortiguador (compensador) de estas variaciones horarias.

#### **4.8.7 Red de distribución.**

La red de distribución tiene como objetivo repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores de la comunidad. Para el diseño de la red es necesario definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque del almacenamiento. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presiones adecuadas durante todo el período de diseño.

#### **4.8.8 Tratamiento.**

El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo de tratamiento es muy variado en función de la calidad del agua que debe estar exenta de organismo patógeno que producen brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario someter el agua a desinfección (incluyendo la de origen subterráneo) que es la extracción, desactivación o eliminación de lo microorganismo patógenos que existen en el agua garantizando una buena calidad y previniendo cualquier contaminación durante la distribución.

#### **4.8.9 Conexiones domiciliarias.**

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costo de operación (sistema por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuario del servicio.

## 4.9 Parámetros de diseño de los sistemas de conducción y distribución basados en las normas y criterios del INAA.

### 4.9.1 Períodos de diseños.

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad.
- Qué elementos del sistema deben diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

### 4.9.2 Velocidades permisibles en tuberías.

Se recomienda fijar valores de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Tabla 23: Velocidades permisibles según normas

Parámetro	Norma Técnica Rural INAA-NTON 09-001-99
Velocidad Mínima (m/s)	0.4
Velocidad Máxima (m/s)	2

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Sin embargo son aceptables en ambos casos velocidades promedios de 0.3 m/s.

### 4.9.3 Presiones mínimas y máximas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

**Tabla 24: Presiones permisibles según normas**

<b>Parámetro</b>	<b>Norma Técnica Rural INAA-NTON 09-001-99</b>
Presión Mínima (m.c.a)	5
Presión Máxima (m.c.a)	50

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 50 mm (2 pulg) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, Podrá usarse el diámetro mínimo de 37.5mm (1 ½) en longitudes no superiores a 100 m.

#### **4.9.4 Cobertura sobre tuberías.**

En el diseño de tuberías colocadas en calles de tránsito vehicular se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m, sobre la corona del conducto en toda su longitud y en calles peatonales esta cobertura mínima será 0.70 m.

#### **4.9.5 Pérdidas en el sistema.**

Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20%.

#### **4.9.6 Resistencia de la tubería y su material.**

Las tuberías deberán resistir las presiones internas estáticas, dinámicas, de golpe de ariete y las presiones externas de rellenos y cargas vivas debido al tráfico.

#### **4.9.7 Pérdida de Energía.**

A medida que un fluido del agua fluye por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción, tales energía traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo.

### **5 DISEÑO METODOLOGICO**

#### **5.1 Estudios Previos.**

##### **5.1.1 Censo y estudio socioeconómico.**

Para obtener los resultados del proyecto, fue necesario realizar un estudio socioeconómico que permitió conocer las necesidades básicas y la situación actual de la población en las comunidades para lo cual se diseñó una encuesta socioeconómica donde se analizaron los siguientes aspectos:

- Datos de la población
- Datos vivienda
- Datos económico
- Datos de saneamiento e higiene
- Agua potable
- Salud

##### **5.1.2 Recopilación y levantamiento de la información.**

La Alcaldía de Nueva Guinea proporcionó la información de la comunidad como: cantidad de población y censo, planos topográficos, estudios previos, pozos existentes, principales actividades económicas, problemas de salud más comunes, proyectos y estudios ejecutados anteriormente, entre otros. Se procesaron estos datos mediante el Software Excel.

### **5.1.3 Levantamiento topográfico general.**

Se realizó el levantamiento topográfico **planimétrico y altimétrico** en la comunidad Jerusalén en compañía del coordinador de la UMA de la alcaldía de nueva guinea, el cual colaboró en guiar al equipo técnico en el trayecto del levantamiento la red de distribución, Terreno del tanque y levantamiento de casa a casa.

### **5.1.4 Estudio de fuentes de abastecimiento.**

Se obtuvo información de las inspecciones y de los análisis físicos-químicos, realizados en el laboratorio, considerando los resultados de la muestra analizada tomada de la fuente superficial en la comunidad de Jerusalén. Se concluye que el agua presenta color verdadero aceptable de acuerdo a los valores permisibles de las normas de la **OMS** para uso y consumo doméstico.

### **5.1.5 Estudio Oferta y Demanda.**

Se realizó el estudio de la oferta-demanda del sistema de abastecimiento de agua potable para una proyección de 20 años, garantizando que la oferta de agua cumplan los criterios que aparecen en las Normas Técnicas de INAA.

## **5.2 Diseño final de los elementos del sistema de abastecimiento propuesto.**

Actualmente, no existe un sistema de abastecimiento de agua de potable, por lo que se propone la construcción de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), constando de una fuente de captación y un tanque de almacenamiento para suplir la demanda de la población. El sistema operativo funcionará con el siguiente esquema: **Fuente-Tanque-Red.**

### **5.2.1 Proyección de la Población.**

Para los fines de estimar la población esperada en el año 2037, se analizó el comportamiento del crecimiento de la población en los últimos períodos intercensales, esto es para conocer las tasas reales de crecimiento y visualizar tendencias que sean compatibles con la Norma sobre el tema, que establece tasas de crecimiento en el rango de 2.5% a 4% o, en su defecto, que aporte elementos de juicio que permitan asumir valores congruentes con los de la Norma.

Dado que la tendencia observada indica que la población rural del departamento de la RAAS y sus municipios, tenderá a crecer, en general, a un ritmo menor del 2% y que continuará contrayéndose a lo largo del tiempo si no ocurren cambios estructurales en el país en los órdenes político, social y económico que modifiquen esa tendencia, el Consultor adoptó, para los fines de proyección de la población, una tasa de crecimiento constante del 2.5% a lo largo del período de diseño, que es el valor mínimo que establece la Norma NTON 09001-99.

### **5.2.2 Calculo de población.**

La fórmula usada para la proyección de las poblaciones futuras es la correspondiente al método geométrico. Este método es el que se utiliza en Nicaragua este es el que mejor representa el ritmo del crecimiento de países sub desarrollado donde hay un mayor porcentaje de población.

### **5.2.3 Proyección de consumos.**

#### **5.2.3.1 Dotación.**

La dotación de agua a utilizar tiene relación con el nivel de servicio que prestara el sistema propuesto:

- Para sistema de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignara una dotación de 30 a 40 lppd.
- Para sistema de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignara una dotación de 50 a 60 lppd.
- Para sistema de abastecimiento de agua por medio de pozos excavados a mano y pozos perforados, se asignara una dotación de 20 a 30 lppd.

#### **5.2.4 Población a servir.**

El diseño se hará con base a la característica de la población. Configuración de la comunidad y la característica tecnológicas de instalaciones a establecerse.

### **5.2.5 Fuentes de abastecimiento.**

#### **5.2.5.1 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE).**

Esta opción será considerada solo en los casos en que exista:

- Disponibilidad de fuente de abastecimiento.
- Disponibilidad de energía eléctrica.
- Capacidad de pago de la comunidad.

Si no se puede aplicar ésta opción se procurará adoptar cualquiera de los otros tipos de sistemas. Si no existe otra opción técnica y económicamente más aceptable entonces se realizará la perforación de uno o más pozos.

Los criterios de aceptación del pozo serán los siguientes:

- El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con mínimo de cuatro etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.
- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.
- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio (QDP).
- Disposición de la comunidad para operar y mantener el sistema.

## **5.2.6 Pozos.**

### **5.2.6.1 Pozo Perforado (PP).**

Los pozos perforados se construyen cuando no es posible excavar un pozo a mano y está en dependencia de la formación geológica, particularmente cuando el terreno es rocoso o donde el acuífero se encuentre muy profundo, mayor de 40 mts.

### **5.2.7 Rejilla.**

Es un material o filtro variable importante en el diseño de pozo perforado que capta agua de acuífero no consolidado, sus siguientes características son:

- Impida el paso de arena.
- Permite la circulación del agua hacia los pozos a baja velocidad y con la máxima capacidad específica.

- Sirve como estructura o soporte de la formación acuífera.

En los acuíferos consolidados, rocosos, el pozo perforado deja cara libre a las grietas, por donde fluye el agua; no se requiere estructura filtrante.

### **5.2.8 Ademe o tubería ciega.**

Es una tubería de acero, colocada con holgura dentro la perforación del pozo, Se ubica en zonas de fracturas, donde el material es impermeable o estéril.

### **5.2.9 Diámetro de perforación.**

El diámetro de perforación de un pozo está directamente relacionado con la cantidad de agua que se espera obtener de la captación, puesto que se debe permitir instalar la bomba con diámetro adecuado para que su capacidad de bombeo sea la prevista.

Por lo tanto los diámetros que hay que considerar en el diseño de una captación son los siguientes:

- Diámetro electrobomba sumergible.
- Diámetro de la tubería de revestimiento del pozo, interior y exterior.

**Electrobomba Sumergible:** Se emplean casi exclusivamente en pozos muy profundos, donde tienen ventajas frente al uso de bombas de eje vertical.

**Tubería de Revestimiento del Pozo:** Para el revestimiento del pozo, se recomienda instalar tubería de acero y su diámetro es función directa del diámetro de la bomba que se va introducir por su interior o exterior.

#### **5.2.10 Provisión de Empaque de Grava.**

Este se colocara en los estratos de material suelto, a partir de donde se encontró zona permeable o de producción y su diámetro dependerá de la litología y del tamaño del material encontrado durante la perforación.

#### **5.2.11 Sello Sanitario.**

Tiene por objeto proteger de la contaminación de desechos líquidos que van hacia al pozo y a través de este acuífero, debiendo ser sellado mediante mortero simple con el objetivo de estabilizar las paredes del pozo.

#### **5.2.12 Tubos Piezométrico.**

Este se coloca con el objetivo de monitorear el nivel estático de agua ya que puede presentar variaciones significativas, de esta manera se puede conocer el tiempo de recuperación.

#### **5.2.13 Tubo de Engrave.**

Se ubica con el propósito de realizar sondeos al nivel del empaque de grava el cual con el tiempo tiende a acomodarse y asentarse, por lo que se hará necesario rellenar, de esta forma se garantiza que no penetre material alterando la calidad del agua ni a la bomba misma.

#### **5.2.14 Desarrollo por Compresorado.**

Esta fase sirve para llegar a estimular los acuíferos captados sellados por el lodo de perforación, para que de esta manera se inicie con la explotación del agua para el consumo directo.

Consiste en inducir aire con un compresor de alta presión para explorar el agua del pozo.

#### **5.2.15 Pruebas de Bombeo.**

Tiene por objeto determinar la cantidad de agua que se puede extraer del pozo. En una obra de captación de aguas subterráneas que permiten conocer el caudal óptimo de aprovechamiento, sus condiciones de operación y los parámetros hidráulicos del acuífero.

El caudal de explotación será obtenido a través de una prueba de bombeo de un mínimo de 24 horas a caudal constante y de una prueba a caudal variable con un mínimo de 4 etapas de una hora cada una. La recomendación del caudal máximo de explotación se hará de acuerdo al análisis de la prueba.

El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior del 1.5 del consumo promedio (CPD).

#### **5.2.16 Estación de bombeo.**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consisten en:

- Caseta de protección.
- Conexiones eléctricas o mecánicas.
- Conexión de bomba o sarta.
- Fundación y equipo de bombeo (bomba y motor).
- Tipo de energía.

### **5.2.17. Caseta de control.**

La caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un molde típico, incluyéndose la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

### **5.2.18. Fundaciones de equipo de bombeo.**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y características del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### **5.2.19 Equipo de bombeo y motor.**

#### **5.2.19.1 Bombas Verticales.**

Los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son de la turbina de eje vertical y sumergible, para su selección deben tomarse en cuenta los factores siguientes:

- a) Nivel de bombeo de acuerdo a los resultados de la pruebas de bombeo efectuada al pozo.
- b) Variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.
- c) El diámetro del ademe del pozo, el cual debe estar relacionado al caudal a extraerse.
- d) El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplado a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud por la cual se recomiendan los diámetros para columnas de bombeo en relación al caudal.
- e) Curvas de las características de las bombas.

### **5.2.19.2 Bombas Horizontales.**

Las bombas centrífugas horizontales generalmente se emplean para pozos llanos y con un nivel de agua no mayor de 5.5 m por debajo del centro de la bomba y con un límite máximo de aspiración que se fija con la presión atmosférica.

## **5.3 Línea de Conducción.**

### **5.3.1 Línea de conducción por bombeo.**

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará de una frente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

Deberán considerarse los siguientes aspectos:

- Para el cálculo hidráulico, las pérdidas por fricción se determinan por el uso de la fórmula de Hazen-William u otra similar.
- Se dimensionara para la condición del consumo de máximo día al final del periodo de diseño, el cual se estima en 1.5 del consumo promedio ( $CMD=1.5 * CP$ , más las pérdidas).
- La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberán ser protegidas contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de las descargas de las bombas.

## **5.4 Golpe de Ariete.**

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente.

El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpe de Ariete).

Cálculo del Golpe de Ariete:

$$G.A = \frac{C * V}{G}$$

Donde:

G.A = Golpe de Ariete (m).

V = Velocidad media del agua (m/s).

C = Celeridad (m/s).

G = Aceleración de las paredes (m/s<sup>2</sup>).

### 5.5 Celeridad.

Se trabajó con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión, conocida como celeridad.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \left(\frac{D}{E}\right)}}$$

Donde:

C: celeridad de la onda de presión (m/s).

D: diámetro interno del tubo en (m).

E: espesor de la tubería (m).

K: coeficiente que tiene en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo para tubos plásticos o de PVC, K = 18

## 5.6 Calculo de Sobrepresión o subpresión en las paredes de las tuberías.

$$S_{p1} = (E_2 - E_1) + G.A$$

$$S_{p2} = (E_2 - E_1) - G.A$$

$s_{p1}$  : Sobrepresión (m).

$s_{p2}$  : Subpresion (m).

$E_2$  : Elevación rebose tanque de almacenamiento (msnm).

$E_1$  : Elevación de ojo de la bomba (msnm).

G.A: Golpe de Ariete (m).

## 5.7 Red de distribución.

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- Se deberá diseñar para la condición del consumo máximo hora al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario (CMH=2.5CPD, más las pérdidas).
- El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

Para el análisis de la red debe considerarse los casos de red abierta (ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede afectarse de dos maneras.

Aplicando la fórmula:

$$H = \left[ \frac{S_e Q_e - S_f Q_f}{2.85 Q_e - Q_f} \right] L$$

H: Perdidas por fricción en metros.

Q<sub>e</sub>: Caudal entrante en el tramo (gpm).

Q<sub>f</sub>: Caudal de salida al final del tramo (gpm).

S<sub>e</sub>: Perdidas en el tramo correspondiente (Q<sub>e</sub> en decimales).

S<sub>f</sub>: Perdidas en el tramo correspondiente (Q<sub>f</sub> en decimales).

L: Longitud del tramo en metros.

### 5.8 Clase de tubería a seleccionar o emplear.

La clase de tubería a emplear, será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima económica, Adjunto tabla.

**Imagen 18: Clase de tubería**

Presión de Trabajo			
SDR	(KG/CM <sup>2</sup> )	(PSI)	(M.C.A)
11	18	400	280
13.5	22.4	320	224
17	17.5	250	175
26	11.2	160	112
32.5	8.8	125	88
41	7.0	100	70
50	5.6	80	56

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Como resultado de los estudios de campo se dispondrá de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitirá determinar las clases de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC)

Más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionara una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro Galvanizado).

### **5.9 Diámetro Mínimo.**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica; y en zonas donde razonablemente no se vaya a producir un aumento de densidad de población, podrá usarse el diámetro mínimo de 1 ½" (37.5mm).

### **5.10 Diámetro económico.**

Para determinar el diámetro económico en la línea de impulsión se aplicó formula de Bresse:

$$D = 0.9 Q^{0.45}$$

D = Diámetro en m.

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/seg.

### **5.11 Válvulas y anclaje.**

#### **5.11.1 Válvula de aire.**

Las válvulas de aire permite el ingreso como la salida de este. El acceso de aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida de agua, como en el caso de una ruptura, de no contarse con una válvula de aire, pueden producirse presiones negativa dentro de la misma y se puede llegar a romper la tubería si es de PVC, o colapsarse si es de acero.

El diámetro de las válvulas de aire y vacío se determinara en función del diámetro de la línea de conducción. Los fabricantes generalmente recomienda el uso de válvulas cuyo diámetro es 1 ½" por pie de diámetro de la línea de conducción normalmente es de ¾".

#### **5.11.2 Válvula de limpieza.**

Estos dispositivos permiten las descargas de los sedimentos acumulados en las redes se debe instalar en los puntos extremos más bajos de ellas. El diámetro es igual al de la tubería que sirve.

#### **5.11.3 Válvula de Pase.**

Deberá espaciarse de tal manera que permita aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas. Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegida mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales.

#### **5.11.4 Válvulas de compuertas.**

Pueden ser de hierro fundido, empleando principalmente para diámetro de 6". En adelante, de bronce que son más económicas que las de hierro fundido de 4" de diámetro o menos, o de plástico que se emplean en los equipos de dosificadores de solución de hipoclorito de calcio. Se ubicara al inicio y al final de la línea de conducción para regular o cortar el flujo cuando sea necesario.

#### **5.12 Anclaje.**

Es obligado el uso de los anclajes de concreto en cada uno de los accesorios de la red. El diseño de los mismos será realizado para soportar la fuerza interna reducida por la presión del agua dentro de la red.

### 5.13 Tanque de almacenamiento.

De acuerdo con lo tipulado sobre el tema en la norma INAA – NTON 09 00399, el volumen de almacenamiento disponible en el sistema debe ser del 40% del consumo promedio diario, para atender variaciones de consumo y emergencias en el sistema o bien fluctuaciones horarias de la demanda, más la reserva de incendio.

### 5.14 Capacidad Mínima.

La capacidad mínima de almacenamiento está compuesta por:

- Volumen compensador.
- Reserva para eventualidades o emergencia.
- Reserva para combatir incendios.

Por tanto el volumen de almacenamiento se calcula:

$$V_T = VC + VR$$

Donde:

$V_T$ : Volumen Total ( $m^3$ , gpm, lts)

$VC$ : Volumen de Compensación por variaciones horarias

$VR$ : Volumen de reserva.

**Volumen de compensador:** Es el volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimara en 15% de consumo promedio diario.

**Volumen de Reserva:** Para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimara como el 20% de consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento es igual al 35% del consumo promedio diario.

### **5.15 Localización.**

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizado en zonas próximas al poblado y estimándose en cuanto a la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicio aceptables en puntos de distribución.

### **5.16 Tanque Ciclópeo.**

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes:

Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

En el diseño de los tanques ciclópeo debe de considerarse lo siguiente:

1. Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.
2. Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el Servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.
3. La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

4. Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose, y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
5. Se debe de considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.
6. Se recomienda que los tanques tengan una altura máxima de 2.00 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especial se construirán tanques de acero sobre el suelo.

### **5.17 Tratamiento.**

Si la calidad del agua satisface las normas recomendadas deberá someterse a tratamiento de potabilización. Toda agua que se utiliza para consumo humano debe someterse a desinfección, incluso la de origen subterráneo para prevenir cualquier contaminación durante la distribución.

La mayoría de las aguas superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración).

Desde hace décadas, el cloro ha sido uno de los desinfectantes más importantes, su uso se extiende en todo el mundo, jugando un papel esencial en el tratamiento del agua.

Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las principales propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y dan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

### **5.18 Cloración.**

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente agua libres de organismos patógenos, que evite brotes epidémicos de origen hídrico. Para lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores; también es la sustancia química más económica y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

En el caso de Acueductos Rurales se utiliza para la desinfección, el cloro en forma de hipocloritos, por su facilidad de manejo y aplicación.

La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipoclorador de carga constante o bien una bomba dosificadora.

Para desinfectar el agua se estima la concentración del cloro que vamos a utilizar para preparar adecuadamente la dosificación de la mezcla.

### **5.19 Volumen Dosificador.**

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer:

$$A = \frac{B * Q}{C * 10}$$

Dónde:

A: Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

B: Dotación de cloro igual a 1.5 mg/lit.

Q: Consumo máximo diario para cada año comprendido entre el periodo de diseño (CMD) en litros/minutos.

C: Concentración de la solución (1%).

Con los datos obtenidos para el volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se puede calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año. Como máximo se calculará para un mes, pero deben preparar cada semana para evitar que el cloro pierda su capacidad desinfectante (se vence).

$$V_{dia} = Volumen\ dosificador * \frac{1440\ min}{dia} * \frac{1\ lts}{1000ml}$$

EN el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones de 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución del 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración, que es la que nos permite calcular la dosificación del aparato inyector, para esto se emplea la siguiente formula:

$$V_{12\%} * C_{12\%} = V_{1\%} * C_{1\%}$$

Dónde:

V12%: Volumen de solución al 12% (ml).

V1%: Volumen de la solución al 1% (ml).

C12%: Concentración de la solución al 12%.

C1%: Concentración de la solución al 1%.

Despejando V12% que el volumen requerido:

$$V_{12\%} = \frac{V_{1\%} * C_{1\%}}{C_{12\%}} = V_{1\%} \frac{1}{2}$$

Para determinar la cantidad de dosificación de cloro, se emplean las ecuaciones antes descritas. Estas se calculan en base a la Proyección de Consumo Máximo Día (CMD) por año.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable (MABE), se desarrolla a través del desempeño de las siguientes actividades descritas de forma secuencial.

## **6 ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.**

### **6.1 Estudio de Población y consumo.**

El proyecto será diseñado para un periodo de 20 años de acuerdo a las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüense INAA. (NTON 09001-99).

Para el cálculo de las poblaciones futuras se utilizó el método geométrico partiendo de los datos de censo poblacional por medios de los representantes comunitarios o promotores sociales.

### **6.2 Tasa de crecimiento de la localidad.**

La determinación de la población del periodo de diseño se basó en la proyección del crecimiento geométrico teniendo como datos oficial los resultados de censos poblacionales efectuado por INDE (Instituto Nicaragüense de formación y desarrollo) en los años comprendidos 1995 y 2005.

Tabla 25: Calculo de tasa de crecimiento poblacional

CALCULO DE TASA DE CRECIMIENTO					
DATOS	CENSO NACIONAL		CENSO MINSA		TASA DE CRECIMIENTO
	1995	2005	2016	2017	r
R.A.A.S	271519	306510			1.20%
NUEVA GUINEA	79250	66936			1.70%
JERUSALEN			552	566	0.70%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

La tasa de crecimiento poblacional del departamento de Nueva Guinea es 1.70% a 0.70%. De acuerdo con las **NTON** estas deben estar en el rango de 2.5% a 4% por lo tanto, se considera la tasa mínima de 2.5% para realizar la proyección poblacional de la comunidad Jerusalén.

### 6.3 Proyección a la población.

Partiendo del datos más recientes de la alcaldía cuenta con una poblacional de 566 habitantes en la comunidad Jerusalén y utilizando la tasan de crecimiento del 2.5% anual. En el año 2017.

Tabla 26: Proyección de la población

AÑO	TASA	POBLACION
2017	2.5	566
2022	2.5	641
2027	2.5	725
2032	2.5	820
2037	2.5	928

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 6.4 Proyecciones de consumos.

### 6.4.1 Nivel de servicio y dotación de agua.

Se ha calculado la proyección de la población y al mismo tiempo se ha calculado los valores actuales y proyectados del Consumo Promedio Diario (CPD), Almacenamiento, Consumo Máximo Día (CMD) y Consumo Máximo Hora. En la siguiente tabla se muestra estos datos. **Ver en anexos # 1 (Proyecciones de consumo)**

Tabla 27: Proyecciones de consumos

AÑO	POBLACION JERUSALEN	DOTACION LPPD	CPD LPS	CMD LPS	CMD GPM	CMH LPS	CMH GPM
2017	566	60	0.393	0.696	11.027	1.089	17.257
2022	641	60	0.445	0.788	12.488	1.233	19.544
2027	725	60	0.503	0.891	14.125	1.395	22.105
2032	820	60	0.569	1.008	15.976	1.577	25.002
2037	928	60	0.644	1.141	18.080	1.785	28.295

FUENTE: ELABORACION PROPIA

En el año 2037 el Consumo Máximo Día equivale a 1.141 Lps, 18 Gpm y el Consumo Máximo Hora equivale a 1.785 Lps, 28 Gpm.

## 6.5 Descripción de la configuración del sistema propuesto.

El sistema de abastecimiento de agua potable de las comunidad Jerusalén está ideado para funcionar bajo un esquema operativo del tipo **FUENTE-TANQUE-RED**, el cual se mantendrá la ubicación del tanque con respecto a la comunidad permitirá que el sistema hidráulico sea más efectivo según la red de distribución.

El diseño se caracterizara de la siguiente manera.

- Fuente y Obra de Toma.
- Obras de captación

- Configuración de la línea de conducción.
- Tanque de Almacenamiento.
- Sistema de Desinfección.
- Red de Distribución.
- Conexiones Domiciliares.

### **6.5.1 Fuente de abastecimiento.**

Para satisfacer la demanda de la comunidad su caudal es de 1.141 Lps (18 gpm) para el año 2037, El sistema de abastecimiento será mediante una captación subterránea debidamente protegida para garantizar la calidad del agua en su estado natural. Los datos proporcionados por la empresa perforadora del pozo, esto es más del 200% de las necesidades de la comunidad. **Ver en anexo # 3. (Prueba de bombeo del pozo)**

El pozo fue perforado por la empresa Master Perforaciones donde los caudales se determinaron utilizando el método de aire a presión.

La fuente subterránea tiene una capacidad de 75 gpm y está ubicada en la elevación 211 msnm en las coordenadas: UTM 771,554 Longitud Oeste 1, 301,619 Latitud Norte.

Por lo tanto el caudal del pozo tiene un factor de seguridad de 2.3 veces al caudal de bombeo proyectado para el año 2037.

Se realizó pruebas de tres escalones, con una duración de 4 horas cada uno. En el primer escalón (Q1) el pozo se bombeo durante 4 horas con 16 gpm, en el segundo (Q2) se bombeo también durante 4 horas con 32 gpm y en tercero (Q3) con 48 gpm.

El cálculo de rendimiento seguro del pozo (Caudal de explotación a largo plazo). El caudal máximo (Qmax) del pozo fue calculado en base a un rebajamiento del 60%

del espesor saturado ( $s_{m\acute{a}x} = 39.5 \times 0.60 = 23.7\text{m}$ ) Con el rebajamiento aproximado a 23.7, se obtuvo un caudal máximo de 60 gpm.

El caudal Optimo de explotación ( $Q_{\acute{o}p}$ )=32 gpm a 40 gpm. El caudal óptimo de explotación cálculo resultado de 32 gpm, con un descenso de los 24 mts hasta los 33 mts. **Ver en anexo # 3. (Prueba de bombeo del pozo del pozo)**

### **6.5.2 Obra de captación.**

La captación del agua subterránea es por medio de un pozo perforado del tipo artesiano y se colocó un revestimiento de 6" PVC SDR-26 ya existente. Con la instalación de una bomba sumergible de 5 HP.

### **6.5.3 Configuración de la línea de conducción.**

La línea de conducción que va de la fuente de captación al tanque de almacenamiento constará de 49 m de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro más la sarta de 6 ml de diámetro 2", además de la columna de bombeo 82 metros de tubería HG DE 3" diámetro. **Ver en anexo # 8. (Planos constructivos)**

### **6.5.4 Calculo de diámetro.**

El diámetro de la línea de conducción está diseñado para impulsar el flujo desde el pozo hasta el tanque de almacenamiento de agua potable y luego hacia la red distribución, este diámetro será capaz de llevar el caudal bombeado cada año, desde el inicio de funcionamiento del sistema hasta el final del periodo de diseño. Según la fórmula de Bresse:

### Calculo de diámetro económico en línea de conducción.

Q diseño = CMD (LPS) = 1.141  
Q (m3/seg) = 0.001141  
FACTOR = 0.9

$$D = 0.9 * Q^{0.45}$$
$$D = 0.9 * \left( \frac{0.001141 m^3}{seg} \right)^{0.45}$$
$$D = 1.6795 \text{ Pulg}$$
$$D = 2 \text{ Pulg}$$

El diámetro de la línea de conducción es de 2 Pulgadas.

### 6.6 Calculo de la velocidad.

$$V = \frac{Q}{A}, \quad A = \frac{\pi d^2}{4}, \quad V = \frac{4 * Q}{\pi * d^2}$$

Q diseño = CMD (LPS) = 1.141  
Q (m3/seg) = 0.001141  
Diámetro de tubería (Pulg) = 2  
Diámetro de tubería (Mts) = 0.0508

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * d^2}$$
$$V = \frac{4 * 0.001141 m^3/seg}{\pi * (0.0508 mts)^2}$$
$$V = 0.4 \frac{mts}{seg}$$

### Velocidades permisibles según norma.

PARÁMETRO	Norma Técnica Rural INAA-NTON 09-001-99
Velocidad Mínima (m/s)	0.4
Velocidad Máxima (m/s)	2

FUENTE: NORMAS DE INAA

La velocidad de diseño cumple de acuerdo a las normas de INNA.

## 6.7 Cáculo de Celeridad.

Tabla 28: Calculo de celeridad

CALCULO DE CELERIDAD		
$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k * \left(\frac{d}{e}\right)}}$		
MODULO DE ELESTACIDAD DEL TUBO PVC. (K)	18	
DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA. (D)	50.8	mm
	0.0508	m
ESPESOR DEL TUBO. (E)	0.0023	m
<b>CELERIDAD</b>		
	<b>468.8</b>	<b>m/s</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**K: coeficiente de módulo de elasticidad del tipo de material del tubo (PVC=18)**

## 6.8 Calculo del Golpe de Ariete.

Tabla 29: Calculo del golpe de ariete

CALCULO DE MAXIMA ONDA DE PRESION EN LA TUBERIA		
$G_a = \frac{C * V}{g}$		
VELOCIDAD	0.4	m/s
CELERIDAD O VELOCIDAD DE LA ONDA	468.8	m/s
GRAVEDAD	9.81	m2/s
<b>MAXIMA ONDA DE PRESION EN LA TUBERIA</b>		
	<b>17.36</b>	<b>m/s</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 6.9 Calculo de Sobrepresión o Subpresión en las paredes de la tubería.

Tabla 30: Calculo de sobrepresión y subpresión

CALCULO DE SOBREPRESION O SUBPRESION		
$S_{p1} = (E_2 - E_1) + h_a \qquad S_{p2} = (E_2 - E_1) - h_a$		
ELEVACION HASTA EL OJO DE LA BOMBA	157.5	msnm
ELEVACION REBOSE TANQUE DE ALMACENAMIENTO	216.0	msnm
GOLPE DE ARIETE	17.36	m/s
<b>SOBREPRESION</b>	<b>75.86</b>	<b>mts</b>
<b>SUBPRESION</b>	<b>41.14</b>	<b>mts</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 6.10 Resistencia de la tubería.

Tabla 6.10: Resistencia de la tubería

CALCULO DE LA RESISTENCIA DE LA TUBERIA		
$P_t = f * P_n$		
PRESION DE TRABAJO EN LA TUBERIA	112	m.c.a
FACTOR DE SEGURIDAD	1.05	
<b>RESISTENCIA DE LA TUBERIA</b>	<b>117.6</b>	<b>m.c.a</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Condición:  $P_t > SP_1$

**117.6 > 75.86 CUMPLE**

Por lo tanto se propone una línea de conducción a utilizar tubería PVC de diámetro de 2" SDR-26.

## 6.11 Carga Total Dinámica.

La carga total dinámica es la altura geométrica entre el nivel inferior y el nivel superior del líquido de agua, considerando las sumatoria de las pérdidas de fricción y pérdidas de accesorios. **Ver en anexo # 8. (Planos pozo propuesto)**

a) Carga Estática.

$$CE = h_i + h_a$$

$$CE = (216 - 172.25) + (172.25 - 128.5)$$

$$CE = 87.5 \text{ mts}$$

b) Perdidas de columna de bombeo.

$$h_c = 5\% * L_c$$

$$L_c = 82 \text{ mts}$$

$$h_c = 4.1 \text{ mts}$$

c) Perdidas por fricción.

$$h_f = 10.6451 * \frac{Q^{1.852} * L}{C^{1.852} * D^{4.871}}$$

$$h_f = 10.6451 * \frac{0.00114^{1.852} * 49}{150^{1.852} * 0.0508^{4.871}}$$

$$h_f = 0.4 \text{ mts}$$

d) Perdidas por accesorios.

**Tabla 31: Perdidas por accesorios**

<b>PERDIDAS POR ACCESORIOS</b>			
<b>ACCESORIOS</b>	<b># DE ACCESORIOS</b>	<b>L/D (M)</b>	<b>L/Dt (M)</b>
Reductor	2	0.87	1.74
Válvula Check	1	3.3	3.3
Válvula de Compuerta	2	0.3	0.6
Válvula de Alivio	1	0.4	8.4
Válvula de Pase	1	0.002	0.002
Codo 45	2	0.2	0.4
Cruz de H.F	1	3.1	3.1
Unión Bresse	1	0.3	0.3
Manómetro	1	1.2	1.2
<b>TOTAL</b>		<b>9.672</b>	<b>19.042</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

$$hf = 10.6451 * \frac{0.00114^{1.852} * 19.042}{150^{1.852} * 0.0508^{4.871}}$$

$$hf_{accesorios} = 0.083 \text{ mts}$$

### 6.12 Calculo de la Carga Total Dinámica.

$$CTD = CE + hc + hf + ha$$

$$CTD = 87.5 + 4.1 + 0.083 + 0.4$$

$$CTD = 92.1. \text{ mts}$$

La Carga total dinámica es 300 Pies

### 6.13 Equipo de Bombeo.

La bomba debe ser mayor de la carga total dinámica y solo se utilizara para la línea de conducción. **Ver en anexo # 8. (Planos equipo de bombeo)**

### 6.14 Potencia de la Bomba.

Caudal de explotación = CMD = QBombeo.

<b>QBombeo</b>	<b>= 18.080 gpm</b> <b>= 0.001140547 m<sup>3</sup>/seg</b>
<b>Carga total dinámica</b>	<b>= 92.1 mts</b> <b>= 300 Pies</b>
<b>Eficiencia de la bomba</b>	<b>= 75 %</b>
<b>Revoluciones por minutos</b>	<b>= 3960</b>

$$P_{bombeo} = \frac{Q_{Bombeo} * CTD}{3960}$$
$$P_{bombeo} = \frac{0.001140547 \frac{m^3}{seg} * 300 Pies}{3960}$$
$$P_{bombeo} = 1.83 HP$$
$$P_{bombeo} = 2 HP$$

### 6.15 Potencia de motor.

Factor de potencia nominal del motor = 1.15

$$P_{motor} = Potencia bombeo * 1.15$$
$$P_{motor} = 1.83 HP * 1.15$$
$$P_{motor} = 2.1 HP$$

Se recomienda Utilizar una bomba Franklin electric construida en Hierro Galvanizado con un motor de 2 HP de 4 pulg, Energía 1/60/220 Monofásica.

## 6.16 Caseta de control bombeo.

Es necesario la construcción de una caseta de control para mantener el registro y proteger los registros eléctricos y mecánicos, según la normativa nicaragüense debe estar diseñada de mampostería reforzada e incluir elementos de iluminación, ventilación y desagüe. **Ver Anexo # 8 (Plano de Caseta de control.)**

## 6.17 Desinfección.

En la siguiente tabla muestra el cálculo de la cantidad de cloro a usarse para la desinfección del agua, Se observan los cálculos para cada año de servicio del sistema. La cantidad de hipoclorito de sodio está disponible en proporciones al 12% por lo que prepara una solución al 1% en cada año del periodo diseño.

**Tabla 32: Desinfección**

DOSIFICACION DE HIPOCLORITO DE CALCIO									
AÑOS	POBLACION PROYECTADA (PN)	CMD (LPS)	DOSIS DIARIA (ML/MIN)	VOLUMEN SOLUCION 1% (LTS/DIAS)	TIEMPO DE VACIADO (DIAS) DE UN VIDON	CANTIDADES VACIADAS VIDON DE 1000 (LTS)	CANTIDAD DE SOLUCION 1% x MES (LTS)	CANTIDAD DE HIPOCLORITICO AL 12% x MES (LTS)	CANTIDAD DE HIPOCLORITICO AL 12% x AÑOS (LTS)
2017	566	0.590	5.31	7.65	13	2.29	229.39	19.12	229
2018	580	0.604	5.44	7.83	13	2.35	234.84	19.57	235
2019	595	0.620	5.58	8.04	12	2.41	241.06	20.09	241
2020	610	0.635	5.72	8.23	12	2.47	246.89	20.57	247
2021	625	0.651	5.86	8.44	12	2.53	253.11	21.09	253
2022	641	0.668	6.01	8.66	12	2.60	259.72	21.64	260
2023	657	0.684	6.16	8.86	11	2.66	265.94	22.16	266
2024	673	0.701	6.31	9.08	11	2.73	272.55	22.71	273
2025	690	0.719	6.47	9.32	11	2.80	279.55	23.30	280
2026	707	0.736	6.62	9.54	10	2.86	286.16	23.85	286
2027	725	0.755	6.80	9.78	10	2.94	293.54	24.46	294
2028	743	0.774	6.97	10.03	10	3.01	300.93	25.08	301
2029	761	0.793	7.14	10.28	10	3.08	308.32	25.69	308
2030	780	0.813	7.32	10.54	9	3.16	316.09	26.34	316
2031	800	0.833	7.50	10.80	9	3.24	323.87	26.99	324
2032	820	0.854	7.69	11.07	9	3.32	332.04	27.67	332
2033	840	0.875	7.88	11.34	9	3.40	340.20	28.35	340
2034	861	0.897	8.07	11.63	9	3.49	348.75	29.06	349
2035	883	0.920	8.28	11.92	8	3.58	357.70	29.81	358
2036	905	0.943	8.49	12.22	8	3.67	366.64	30.55	367
2037	928	0.967	8.703	12.53	8	3.76	375.97	31.33	376

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 6.18 Tanque de almacenamiento.

En las siguientes tablas muestra el volumen de agua para el consumo, se propone un tanque de mampostería con una capacidad de 36 m<sup>3</sup> (9500gln) este cumple la demanda de almacenamiento al final del período de diseño del proyecto.

**Tabla 33: Volumen del tanque de almacenamiento**

<b>VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>			
CPD		<b>57.37</b>	Lps
Volumen compensador	15%	8.6	m <sup>3</sup>
Volumen de reserva	20%	11.5	m <sup>3</sup>
<b>Volumen Total</b>	<b>35%</b>	<b>20.1</b>	<b>m<sup>3</sup></b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Se propone la construcción de un tanque de concreto ciclópeo sobre el suelo con losa superior e inferior de concreto reforzado con las siguientes características.

<b>DATOS DEL TANQUE PROPUESTO CICLÓPEO SOBRE EL SUELO</b>		
<b>L<sub>LS</sub>=</b>	<b>5.2</b>	<b>Longitud losa superior</b>
<b>L<sub>LI</sub>=</b>	<b>7.1</b>	<b>Longitud losa Inferior</b>
<b>L<sub>m-m</sub> =</b>	<b>7</b>	<b>Longitud entre muro</b>
<b>H<sub>mm</sub>=</b>	<b>2.3</b>	<b>Altura de Muro</b>
<b>H<sub>total</sub>=</b>	<b>2.7</b>	<b>Altura total del Tanque</b>
<b>B<sub>agua</sub>=</b>	<b>4.4</b>	<b>Base del agua</b>
<b>B<sub>m</sub>=</b>	<b>1.3</b>	<b>Base del muro de mampostería</b>
<b>L<sub>agua</sub>=</b>	<b>4.4</b>	<b>Longitud de agua</b>
<b>B<sub>LS</sub>=</b>	<b>5.2</b>	<b>Base losa superior</b>
<b>B<sub>LI</sub>=</b>	<b>7.1</b>	<b>Base losa inferior</b>
<b>E<sub>ii</sub>=</b>	<b>0.25</b>	<b>Espesor de losa inferior</b>
<b>E<sub>is</sub>=</b>	<b>0.15</b>	<b>Espesor de losa Superior</b>
<b>A<sub>LS</sub>=</b>	<b>27.04</b>	<b>Área losa superior</b>
<b>A<sub>LIM-M</sub>=</b>	<b>49</b>	<b>Área losa superior muro - muro</b>
<b>A<sub>P</sub>=</b>	<b>38.02</b>	<b>Área promedio</b>
<b>A<sub>LI</sub>=</b>	<b>50.41</b>	<b>Área de losa Inferior</b>
<b>L<sub>inclinada</sub>=</b>	<b>2.47</b>	<b>Largo de pared inclinada</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Dimensiones Viga Corona		
$B_{vc} =$	<b>0.2</b>	metro
$H_{vc}$	<b>0.25</b>	metro
$L_{vc} =$	<b>20.8</b>	metro

FUENTE: ELABORACION PROPIA

Viga de Anclaje dentro del Muro		
$B_{vam} =$	<b>0.25</b>	metro
$H_{vam} =$	<b>0.1</b>	metro
$L_{VAM} =$	<b>22.8</b>	metro

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El tanque de almacenamiento contara con todos sus accesorios para su funcionamiento como válvula de limpieza, caja de concreto sin refuerzo para válvula de limpieza, su respiradero, válvula de compuerta y caja de concreto sin refuerzo para la válvula de salida.

Para el tanque propuesto se construirá en el sitio propuesto en el plano, Sus dimensiones cumplen los requerimientos que establecen que el volumen de almacenamiento debe ser igual al 35% del consumo promedio diario. **Ver en anexo # 8. (Dimensiones del tanque de almacenamiento)**

### 6.19 Red de distribución.

La red de distribución tiene una longitud de 231.50 ml de tubería PVC SDR-26, diámetro 3" y 4,914.95 ml de tubería PVC SDR-26 de 2" de diámetro. Para una longitud total de 5,146.45 ml. **Ver anexo # 8 (Red de distribución)**

El análisis de la red de distribución se analizaron mediante el programa computarizado Epanet v2.0 que nos permite conocer el comportamiento del sistema bajos las condiciones de cero consumos en la red para verificar las presiones estática se mantengan dentro el rango permitido y con el consumo máximo horario.

## 6.20 Tipo de red.

Debido a la ubicación que presenta las viviendas de la comunidad en estudio se seleccionó por asignar una red combinada la cual se adapta muy bien a la necesidad de las demanda base.

## 6.30 Demanda Nodales.

Para el análisis de la red de distribución se ejecutó con la condición del consumo máximo hora

Las demandas nodales se calcularon con el método por metro lineal, considerando el consumo promedio horario calculado y la longitud total de la tubería.

$$Q_{unitario} = \frac{CMH}{LONGITUD\ TOTAL\ RED\ DISTRIBUCCION} = \frac{1.785}{5,083.52} = 0.000351 \frac{Lps}{mts}$$

Definiendo cada uno de los tramos de tubería e insertado sus respectivas longitudes con su diámetro correspondiente se determinaron los valores del gasto por tramo mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{nodo1} = 0.000351 \frac{lps}{mts} * 41.53 = 0.01458 Lps$$

Tabla 34: Demanda nodales calculadas por el software Epanet

Nodos	Longitud (metros)	Q unitario (LPS/metros)	Q nodo (LPS)
2	41.53	0.000351	0.01458
3	45.25	0.000351	0.01588
4	82.50	0.000351	0.02896
5	50.00	0.000351	0.01755
6	84.28	0.000351	0.02958
7	309.02	0.000351	0.10847
8	136.92	0.000351	0.04806
9	129.00	0.000351	0.04528
10	130.00	0.000351	0.04563
11	104.00	0.000351	0.03650
12	230.81	0.000351	0.08101
13	477.70	0.000351	0.16767
14	135.11	0.000351	0.04742
15	77.50	0.000351	0.02720
16	58.00	0.000351	0.02036
17	253.50	0.000351	0.08898
18	130.00	0.000351	0.04563
19	301.00	0.000351	0.10565
20	135.50	0.000351	0.04756
21	70.00	0.000351	0.02457
22	140.00	0.000351	0.04914
23	110.00	0.000351	0.03861
24	100.00	0.000351	0.03510
25	177.50	0.000351	0.06230
26	290.00	0.000351	0.10179
27	122.50	0.000351	0.04300
28	30.00	0.000351	0.01053
29	20.00	0.000351	0.00702
30	60.00	0.000351	0.02106
31	50.00	0.000351	0.01755
32	299.50	0.000351	0.10512
33	100.90	0.000351	0.03542
34	60.00	0.000351	0.02106
35	70.00	0.000351	0.02457
36	20.00	0.000351	0.00702
37	76.50	0.000351	0.02685
38	100.00	0.000351	0.03510
39	105.00	0.000351	0.03686
40	80.00	0.000351	0.02808
41	90.00	0.000351	0.03159
<b>TOTAL</b>			<b>1.78432</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 6.30.1 Introducción y procesamiento de datos en Epanet.

Los datos que se introdujeron en Epanet v.2 para efectuarse el análisis son:

- En los nodos: cota de elevación y la demandad nodal.
- En los tramos: diámetro, longitud, coeficiente de rugosidad.

El procesamiento de los datos está enfocados principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo.

Para la selección de diámetro de la red de distribución se tomaron en cuenta criterios técnicos y económicos para las zonas rurales, el material y longitud de las tuberías.

Para conocer las condiciones de comportamiento hidráulico del sistema de abastecimiento de la comunidad Jerusalén, se realizó en la hora más crítica del día (CMH), verificando las presiones y velocidades del sistema. **(Adjunto tabla resultado de Epanet).**

Se analizó las corridas de Epanet para 2 escenarios

1. Al 100% de la demanda de los nodos.
2. Demanda cero de los nodos.

Las presiones máximas y mínimas de la red de distribución están entre el rango permitido según las NTON como se muestra en la siguiente imagen.

Las velocidades máximas y mínimas de la red de distribución esta entre el rango permitido según NTON como se muestra la siguiente imagen.

Imagen 19: Presiones calculadas por Epanet

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión 2	207.69	0.01458	12.47
Conexión 3	208.23	0.01588	11.93
Conexión 4	205.83	0.02896	14.33
Conexión 5	205.90	0.01755	14.26
Conexión 6	205.77	0.02958	14.27
Conexión 7	201.93	0.10847	17.89
Conexión 33	194.3	0.10512	24.03
Conexión 34	191.56	0.03542	26.59
Conexión 35	188.78	0.02106	29.30
Conexión 36	187.21	0.02457	30.81
Conexión 25	184.32	0.03510	33.63
Conexión 26	185.56	0.06230	32.36
Conexión 27	186.98	0.10175	30.86
Conexión 28	197.74	0.04300	20.09
Conexión 29	186.45	0.01053	31.38
Conexión 30	186.56	0.00702	31.27
Conexión 31	188.13	0.02106	29.70
Conexión 32	186.54	0.01755	31.29
Conexión 24	183.15	0.03861	34.80
Conexión 23	194.74	0.04914	23.20
Conexión 21	195.42	0.04756	22.52

Conexión 37	195.62	0.00702	22.32
Conexión 20	197.13	0.10565	20.82
Conexión 14	197.66	0.16767	20.44
Conexión 18	200.09	0.08898	18.02
Conexión 38	200.19	0.02685	17.96
Conexión 17	198.75	0.02036	19.42
Conexión 16	197.44	0.02720	20.76
Conexión 15	197.10	0.04742	21.16
Conexión 11	199.33	0.03650	19.03
Conexión 10	201.51	0.04563	17.20
Conexión 9	200.23	0.04528	18.75
Conexión 8	199.61	0.04806	19.82
Conexión 39	190.51	0.03510	27.79
Conexión 40	189.27	0.03686	28.99
Conexión 41	191.47	0.02808	26.77
Conexión 42	195.83	0.03159	22.40
Conexión 13	197.42	0.08101	20.79
Conexión 19	197.24	0.04563	20.87
Conexión 22	190.54	0.02457	27.40
Conexión 43	128.5	0	91.85
Embalse 12	128.50	No Disponible	0.00
Depósito 1	218.40	No Disponible	1.90

FUENTE: SOFTWARE EPANET

Imagen 20: Velocidades calculadas por Epanet

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería 2	25.5	50.8	0.06	0.03
Tubería 4	100	50.8	0.02	0.01
Tubería 5	57.56	76.2	1.71	0.37
Tubería 31	100	50.8	-0.23	0.11
Tubería 42	126.22	50.8	-0.23	0.11
Tubería 43	235.40	50.8	0.27	0.13
Tubería 32	260	50.8	0.05	0.02
Tubería 22	140	50.8	0.02	0.01
Tubería 30	53	50.8	0.26	0.13
Tubería 3	65	50.8	0.05	0.02
Tubería 6	111	76.2	1.68	0.37
Tubería 7	387.2	50.8	0.82	0.40
Tubería 8	141.8	50.8	0.46	0.23
Tubería 10	60	50.8	0.40	0.20
Tubería 11	80	50.8	0.38	0.19
Tubería 12	60	50.8	0.26	0.13
Tubería 13	295	50.8	0.20	0.10
Tubería 14	245	50.8	0.04	0.02
Tubería 15	40	50.8	0.06	0.03
Tubería 16	20	50.8	0.05	0.02
Tubería 17	20	50.8	0.04	0.02
Tubería 19	60	50.8	0.08	0.04

Tubería 20	160	50.8	0.04	0.02
Tubería 21	120	50.8	-0.01	0.00
Tubería 36	11	50.8	-0.08	0.04
Tubería 35	29	50.8	-0.09	0.04
Tubería 34	573	50.8	-0.19	0.10
Tubería 33	147	50.8	-0.09	0.05
Tubería 29	63	50.8	-0.28	0.14
Tubería 28	92	50.8	-0.30	0.15
Tubería 27	52	50.8	-0.58	0.28
Tubería 26	156	50.8	-0.61	0.30
Tubería 25	104	50.8	-0.66	0.32
Tubería 24	154	50.8	-0.70	0.35
Tubería 23	119.84	50.8	-0.75	0.37
Tubería 38	130	50.8	0.22	0.11
Tubería 1	60.5	76.2	1.78	0.39
Tubería 18	100	50.8	0.02	0.01
Tubería 9	60	50.8	0.42	0.21
Tubería 37	70	50.8	0.26	0.13
Tubería 39	80	50.8	0.18	0.09
Tubería 40	80	50.8	0.16	0.08
Tubería 41	100	50.8	0.12	0.06
Tubería 44	49	76.2	1.14	0.25
Bomba bomba	No Disponible	No Disponible	1.14	0.00

FUENTE: SOFTWARE EPANET

Imagen 21: Corrida cero presiones por Epanet

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión 2	207.69	0	12.61
Conexión 3	208.23	0	12.07
Conexión 4	205.83	0	14.47
Conexión 5	205.90	0	14.40
Conexión 6	205.77	0	14.53
Conexión 7	201.93	0	18.37
Conexión 33	194.3	0	26.00
Conexión 34	191.56	0	28.74
Conexión 35	188.78	0	31.52
Conexión 36	187.21	0	33.09
Conexión 25	184.32	0	35.98
Conexión 26	185.56	0	34.74
Conexión 27	186.98	0	33.32
Conexión 28	197.74	0	22.56
Conexión 29	186.45	0	33.85
Conexión 30	186.56	0	33.74
Conexión 31	188.13	0	32.17
Conexión 32	186.54	0	33.76
Conexión 24	183.15	0	37.15
Conexión 23	194.74	0	25.56
Conexión 21	195.42	0	24.88
Conexión 37	195.62	0	24.68

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión 37	195.62	0	24.68
Conexión 20	197.13	0	23.17
Conexión 14	197.66	0	22.64
Conexión 18	200.09	0	20.21
Conexión 38	200.19	0	20.11
Conexión 17	198.75	0	21.55
Conexión 16	197.44	0	22.86
Conexión 15	197.10	0	23.20
Conexión 11	199.33	0	20.97
Conexión 10	201.51	0	18.79
Conexión 9	200.23	0	20.07
Conexión 8	199.61	0	20.69
Conexión 39	190.51	0	29.79
Conexión 40	189.27	0	31.03
Conexión 41	191.47	0	28.83
Conexión 42	195.83	0	24.47
Conexión 13	197.42	0	22.88
Conexión 19	197.24	0	23.06
Conexión 22	190.54	0	29.76
Conexión 43	128.5	0	91.85
Embalse 12	128.50	No Disponible	0.00
Depósito 1	218.40	No Disponible	1.90

FUENTE: SOFTWARE EPANET

### **6.31 Saneamiento Básico Rural.**

La comunidad de Jerusalén no cuenta con una red de alcantarillado existente, el tipo de suelo en la comunidad es arcilla color rojo clasificado por el método Sistema Unificado de Clasificación de Suelo como ML, además los estudios de infiltración practicado en el área de estudio dieron como resultado tasas de infiltración dentro un rango 20-30 L/m<sup>2</sup>/d.

Es importante recordar la necesidad de constar posteriormente con un adecuado sistema de disposición final, para descartar sanitariamente los efluentes del tanque, por esta razón se recuerda que para cada situación debe diseñarse la zanja o campo de infiltración, con base en los resultado de las pruebas de infiltración establecida en las normas técnicas de saneamiento realizada en el área de estudio, o bien asegurar que la descarga o vertido sea sanitariamente adecuada y satisfactorio.

Los campos de infiltración o absorción se diseñan no solo como elemento de disposición final, sino como tratamiento facultativo complementario al del tanque séptico. En caso de suelos de condiciones difíciles la solución planteada, incluye un filtro de flujo ascendente, predominantemente anaerobio pero que incorpora organismos facultativos.

#### **6.31.1 Los criterios utilizados para la selección de los postulantes de saneamiento fueron:**

1. Las viviendas no tienen ningún tipo de Unidad de Saneamiento.
2. Las viviendas que tienen sus unidades de saneamiento están en mal estado.
3. Las viviendas que tienen sus unidades de saneamiento están llenas de lodos.
4. Las viviendas que están ubicadas en un radio de 30 metros alrededor del Pozo perforado que va ser utilizado para abastecer a la comunidad.
5. Los jefes de familia que quieren pagar la cuota de saneamiento

### **6.31.2 Demanda de Saneamiento.**

En la comunidad de Jerusalén existen 178 viviendas de las cuales solo se lograron entrevistar un total 146 que representa el 81.4 %, en la mayoría de las viviendas entrevistadas existen letrinas semi elevadas que se encuentran en bueno, regular y mal estado.

Se realizó el levantamiento de la demanda de saneamiento en coordinación alcaldía, Formulador y el CAPS, dicho listado fue elevado por la comunidad en la asamblea de concertación de saneamiento. El total de déficit saneamiento es 29 Unidades. **Ver en anexo # 8. (Planos de alternativa saneamiento)**

### **6.31.3 Descripción detallada de la unidad de saneamiento.**

Los componentes son los siguientes:

#### **Caseta e Tasa Rural-----Tanque séptico----- Zanja de Infiltración**

Alcances: Construcción de 29 Unidades Sanitarias.

- Instalación de 40 Cerramiento en **U** con estructura metálica (A-36) y forro con lámina de Plycem a una cara de espesor E=10 mm.
- Instalación de 40 Techo de estructura metálica acero A-36, con láminas de zinc ondulada calibre No.28
- Instalación de 40 Tanque séptico biodigestor de polietileno con capacidad de 1300 litros.
- Construcción 480 ml de Zanja de infiltración de aguas tratadas.
- Instalación de 40 lavamanos con todos sus accesorios.

### 6.32 Características de los componentes del saneamiento.

**Las dimensiones de las unidades de saneamiento, fueron calculadas basadas en las normativas de Saneamiento:**

1. Caseta: Dimensión Mínima 1.2 metro x 1.2 metro.
2. Tanque séptico: ancho 0.6 metro x 1.5 largo y 1.6 altura.
3. Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente FAFA: 1m ancho x 1m largo x 2.7 m altura.
4. La dimensión de la zanja de infiltración: 0.8 ancho x 1,6 metros de alto x 12 metros de longitud.

**Ver en anexo # 8. (Dimensiones de la alternativa saneamiento)**

#### 6.32.1 Todas las dimensiones anteriormente mencionadas son internas.

- **Caseta:** Esta caseta será de estructura metálica y paredes de Plycem.
- **Estructura:** Estructura metálica de acero A-36, la soldadura será usada conforme normativas de soldar, con un área de  $4\text{m}^2$ .
- **Cubierta de Zinc:** Zinc ondulado calibre 26 Estándar con un área de  $2.5\text{m} \times 1.85 = 4\text{m}^2$ .
- **Puerta:** Esta será de madera roja, con un ancho de 0.85metros con 1.85 metros de alto.
- **Tanque séptico:** El Material será de polietileno capaz de soportar los empujes provocados por el suelo. El volumen mínimo efectivo es  $1.08\text{ m}^3$ .
- **Zanja de Infiltración:** Las dimensiones mínimas a utilizar son las calculadas, haciendo uso de las recomendaciones de las normas técnicas de Saneamiento.

### **6.32.2 Tanque Séptico.**

Un tanque séptico es un recipiente fabricado en polietileno o fibra de vidrio reforzada que se instala enterrado y tapado. Su función es recibir y descontaminar las aguas negras que provienen de la descarga del inodoro, del sector rural o semiurbana, donde no haya servicio de alcantarillado sanitario. Cuando el agua contaminada entra al tanque los residuos sólidos van al fondo, en un proceso llamado sedimentación.

Para lograr una buena descontaminación del agua, el tanque se complementa con otras estructuras en el siguiente orden: Tratamiento Primario “Tanque Séptico Biodigestor”, y finalmente zanja de infiltración.

### **6.32.3 Zanja de Infiltración u Oxidación.**

En este último paso del tratamiento se da un tratamiento secundario final, gracias al crecimiento de microorganismos en la superficie del material, utilizando para rellenar las zanjas. Además, el efluente es dirigido al suelo para su infiltración.

La colocación de plástico en la zanja de infiltración no es correcta, ya que se estaría impidiendo varios procesos. Uno de ellos es la salida de los gases que producirían las bacterias adheridas a las piedras con su metabolismo, al procesar la materia orgánica disuelta que por ahí pasa y otro es el de evapotranspiración que sucede con la participación del sol. Adicionalmente, con el plástico ahí colocado y la acción del sol, se estará aumentando la temperatura interna, provocándose un efecto “invernadero” sobre las piedras y ocasionando la “muerte” o inhabilitación de las bacterias.

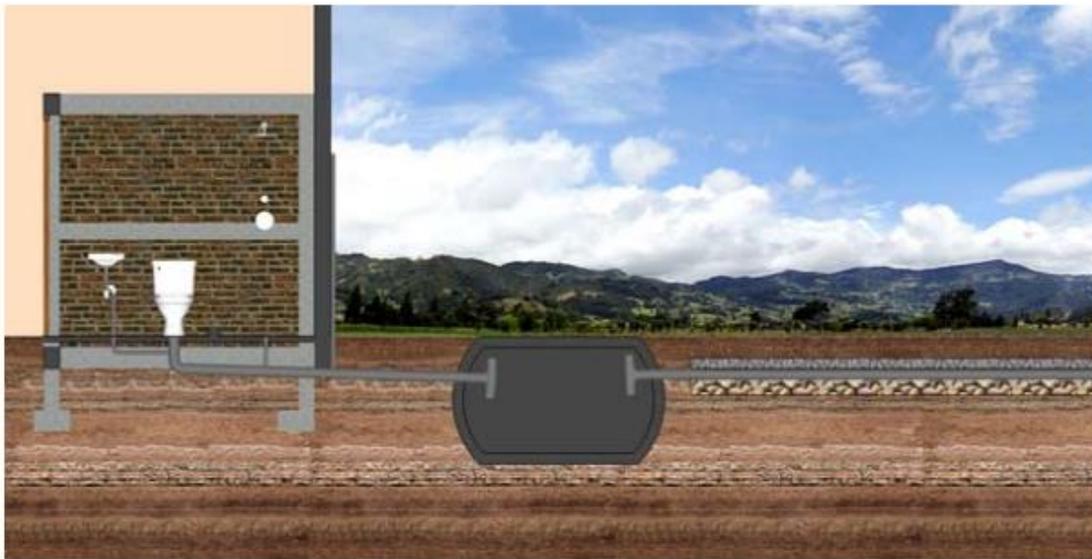
### **6.33 Planta de mantenimiento de saneamiento (Tanque Séptico).**

Este plan de saneamiento e higiene se va a implementar en la comunidad de Jerusalén del municipio de Nueva Guinea, en la región de la RACCS, el cual garantiza la sostenibilidad en el tiempo de las estructuras propuestas, Tanques Sépticos y zanja de infiltración.

### **6.34 Alternativa de saneamiento seleccionada para la comunidad Jerusalén.**

A continuación se describen los componentes de la opción que estará compuesto por Cerramiento en U+ Tanque séptico Biodigestor + Zanja de infiltración.

**Imagen 22: Alternativa de saneamiento**



**SISTEMA SI-2 Tanque Séptico + Zanja de Infiltración o Campo de Infiltración**

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 7 COSTOS DE OBRA PROPUESTA Y TARIFA.

### 7.1 Presupuesto del proyecto.

El costo total de la obras del sistema mejorado y ampliado asciende a **C\$ 8, 663,155.68 (ocho millones seiscientos sesenta y tres mil ciento cincuenta y cinco con sesenta y ocho centésimas)**. Ver anexo # 7 (Costos y presupuesto) detalle del presupuesto calculado basado en la cuantificación y estimación de volúmenes de obras, siendo congruentes con las etapas, sub etapas y actividades constructivas o desarrollo, valorando tantos costos directos como indirectos.

En la siguiente tabla de muestra el presupuesto general del proyecto según el desglose de costo de construcción de la obra.

Tabla 35: Presupuesto del proyecto

<b>TOTAL:</b>	<b>Agua potable</b>	<b>5,792,749.66</b>
<b>TOTAL:</b>	<b>Saneamiento</b>	<b>2,870,406.02</b>
<b>GRAN TOTAL:</b>		<b>8,663,155.68</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 7.2 Calculo de Tarifa Mabe Jerusalén, Nueva Guinea.

La metodología y procedimiento del cálculo de la tarifa está basada en la Guía para el Cálculo y Fijación de Tarifas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para Sistemas menores de 500 Conexiones, emitida por el INAA para regular el cálculo y fijación de tarifas, así como su aplicación, registro y control.

El monto de la tarifa estimada para el sistema de la comunidad de Jerusalén es de C\$ 18.11. Los cálculos matemáticos detallados se muestran en el **Ver anexo # 7 (Costos y Presupuesto)**, lo que equivale un costo promedio mensual de C\$18.11/vivienda. En otro orden, a continuación se describe el proceso y las bases conceptuales para el cálculo de las tarifas.

**SP= Costos en salarios y prestaciones sociales**

<b>Sueldos y Salarios</b>		
<b>Concepto de Costo</b>	<b>Valor</b>	<b>Anual</b>
Cajera y Auxiliar Contable	C\$ 2,000.00	C\$ 24,000.00
Operador y Fontanero	C\$ 4,500.00	C\$ 54,000.00
Lector y Colector	C\$ 4,500.00	C\$ 54,000.00
<b>Total</b>	<b>C\$ 11,000.00</b>	<b>C\$ 132,000.00</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GM= Gastos anuales de administración**

<b>Gastos Anuales de Administración</b>		
Fotocopias	C\$ 300.00	C\$ 3,600.00
Papelería	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
Artículos de Oficina	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
<b>Total</b>		<b>C\$ 6,000.00</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**Recuperación de activo fijo (RAF)**

<b>Calculo de Recuperación de Activo Fijo</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Valor Adquisición</b>	<b>Vida Útil</b>	<b>Provisión de reemplazo Anual</b>
Línea de Conducción	C\$ 23,797.78	15	C\$ 1,586.52
Línea de Distribución	C\$ 2,008,460.72	15	C\$ 133,897.38
Tanque de Almacenamiento	C\$ 740,651.73	20	C\$ 37,032.59
Estación de bombeo	C\$ 958,484.53	10	C\$ 95,848.45
Caseta de Control	C\$ 0.00	20	C\$ 0.00
Instalaciones eléctricas	C\$ 0.00	20	C\$ 0.00
Conexiones	C\$ 581,936.87	20	C\$ 29,096.84
Planta de Purificación	C\$ 20,904.57	10	C\$ 2,090.46
<b>Total Anual</b>			<b>C\$ 299,552.24</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**GM= Gastos anuales de mantenimiento**

<b>Costos Anuales de Mantenimiento</b>	
Accesorios PVC (Adaptadores, Tees, Codos, etc.)	C\$ 12,000.00
Insumos (pegamento, lija, teflón, etc.)	C\$ 300.00
Herramientas menores (Segueta, Sierra, Llave Crece, etc.)	C\$ 100.00
Servicios por Mantenimiento del equipo de bombeo, sartas, válvulas y medidores	C\$ 13,000.00
Asistencia Técnica	C\$ 1,000.00
<b>Total</b>	<b>C\$ 26,400.00</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**EE= costos de energía eléctrica**

<b>Costos Anuales de Energía Eléctrica</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Anual</b>
Promedio de Consumo	C\$ 9,310.08	<b>C\$ 111,720.96</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

**PQ= Costos de productos químicos**

**Costos Anuales de Químicos**

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Anual</b>
Cloro	C\$ 807.24	<b>C\$ 9,686.88</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

<b>Viáticos</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>	<b>Anual</b>
Almuerzo	100	1200
Desayuno	100	1200
Cena	0	0
Transporte	60	720
Telefonía		0
<b>Total</b>		<b>C\$ 3,120.00</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

### 7.3 Costo de operación anual y mantenimiento.

Los rubros considerados en la estimación de costos operativos de la alternativa técnica seleccionada son:

- Gastos anuales de administración y mantenimiento, quienes se encargaran de efectuar labores en la estación de bombeo y tanque.
- El consumo y costo de energía eléctrica, en base a las características del equipo de bombeo.
- Costo debido al caudal extraído mediante acople a la línea de conducción.
- Costos anuales en salarios y prestaciones sociales del sistema propuesto.

**Tabla 36: Costo anual de Operación, Mantenimiento y Admón.**

<b>Costo Anual de Operación, Mantenimiento y Admón.</b>	
<i>Gatos anuales de administración</i>	C\$ 3,120.00
<i>Gastos anuales de mantenimiento</i>	26,400.00
<i>Costos anuales de energía eléctrica</i>	C\$ 111,720.96
<i>Costos anuales de productos químicos</i>	C\$ 9,686.88
<i>Costo anuales de Recuperación de activo fijo (RAF)</i>	C\$ 299,552.24
<i>Gastos anuales de administración</i>	C\$ 6,000.00
<i>Costos anuales en salarios y prestaciones sociales</i>	C\$ 132,000.00
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>C\$ 588,480.08</b>

FUENTE: ELABORACION PROPIA

## 8 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 8.1 Conclusiones.

1. El estudio y diseño del mini acueducto por bombeo eléctrico para la comunidad Jerusalén, Municipio de Nueva Guinea Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS), Se ha efectuado adaptando las “Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99)” emitidas por el INAA.
2. El servicio de agua potable según la encuesta socioeconómica presenta un porcentaje del 75% de la población con pozos propios excavado a mano lo que se traduce a que necesitan un sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Jerusalén.
3. La fuente de abastecimiento de la comunidad Jerusalén es de un pozo perforado existente del tipo artesiano la cual tendrá un caudal de 28 gpm proyectado en el año 2037, con una línea de conducción de diámetro de 2 pulg PVC/SDR, Lo más adecuada para el mini acueducto es de tipo **Fuente –Tanque–Red** en base al levantamiento topográfico alti-planimétrico realizado.
4. La red de distribución propuesta se extiende una longitud de 231.50 MI de tubería PVC SDR-26, diámetro 3” y 4,914.95 ml de tubería PVC SDR-26 de 2” de diámetro. Para una longitud total de 5,146.45 ml.
5. Según resultados del análisis hidráulico en la red de distribución propuesta, con el programa Epanet 2.0, bajo las condiciones del **Consumo de Máximo Hora** las presiones y la velocidades cumplen con las Normas del INAA obteniendo como las presiones del sistema que varía entre 11.93 m.c.a a 34.80 m.c.a por lo que no se requiere de ningún tipo de dispositivo regulador de presión, así mismo se analizaron las velocidades y la mayoría de estas se

encuentran por debajo lo que requiere válvula de limpieza según lo estipulado en las normas rurales.

6. El diseño de saneamiento está basado en las Normas Técnicas de **SANEAMIENTO BASICO RURAL (NTON 09002-99)**, en información recabada en la comunidad, así como también de los estudios realizados en campo, se evaluaron las alternativas en base a la metodología de toma de decisiones del menú de opciones tecnológicas en saneamiento del **Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE)**, donde se describen los pasos a seguir, obteniendo como resultado una única Alternativa Tanque Séptico Biodigestor-Zanja de Infiltración.
  
7. El costo total de las obras del sistema de abastecimiento de agua potable (**MABE**) y saneamiento básico rural para la comunidad de Jerusalén Nueva Guinea, asciende a **C\$ 8, 663,155.68** córdobas nacionales (ocho millones seiscientos sesenta y tres mil ciento cincuenta y cinco **con** sesenta y ocho centésimas), con un costo de operación anual y mantenimiento asciende a **C\$ 588,480.08** córdobas nacionales (quinientos ochenta y ocho mil cuatrocientos ochenta con ocho centésimas).

## **8.2 Recomendaciones.**

- 1.** Se recomienda construir el sistema de abastecimiento de agua a como ha sido diseñado, y así asegurar que se dote a la comunidad de un servicio eficiente, continuo y sanitariamente seguro.
- 2.** Se recomienda capacitar debidamente a los miembros del CAPS y a la población para la fase de operación y mantenimiento del sistema, así como también en los aspectos Legales, económicos y administrativos para lograr la sostenibilidad del sistema, durante su vida útil, hasta el año 2037.
- 3.** Se recomienda dar mantenimiento periódico al sistema de abastecimiento para cumplir con un funcionamiento eficiente durante el periodo de diseño.
- 4.** Realizar Análisis de Calidad de agua del pozo Jerusalén, al menos 2 veces al año.

## **9 BIBLIOGRAFÍA.**

1. 1999. Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua [Informe] / aut. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. - Managua: NTON 09-003-99.
2. 1999. Normas Técnicas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural [Informe] / aut. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. - Managua: NTON 09-001-99.
3. 1991. Pérdidas Locales y Distribuidas en Acueductos y Evaluación de Medidores de Caudal. [Libro] / Aut. Tzatchkov V.; García M.C... - Monterrey-México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
4. Diciembre 2007. Redes de Distribución [Libro] / aut. Comisión Nacional del Agua-CONAGUA. - México DF: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
5. Noviembre 2009. Diseño de Tanque elevado sobre Torre en el Municipio de Santa Rosa del Peñón - León [Monografía] / aut. Lashkar Granera / Edwin Vallejos / Jefferson Gómez/ Tutor: Juan Samsong.
6. Diciembre 2007. Obras de Toma [Libro] / aut. Comisión Nacional del Agua-CONAGUA. – México DF: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento.
7. 2007. Reglamento Nacional de la Construcción [Código de la Construcción Nicaragüense] / aut. Ministerio de Transporte e Infraestructura.
8. 2002. Hydraulic Design Handbook - [Libro] / aut. Larry W. Mays.