



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía:

**“PROPUESTA DE DISEÑO PARA UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE
AGUA POTABLE EN LA COMARCA SAN DIEGO, DEPARTAMENTO DE
CHONTALES, TOMANDO COMO FUENTE UN PUNTO DE ACOPLE DE LA
RED DE DISTRIBUCIÓN DE JUIGALPA”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Isaac Eliezer Lumbi
Br. Jeferson Jhordanny Galeano Oporta

Tutor

Ing. Rafael Antonio Taleno Campos

Managua, noviembre 2020

Agradecimientos

A Dios nuestro Padre Celestial, que nos da vida, familia, maestros, compañeros, fuerza para levantarnos de los tropiezos y sobre todo sabiduría; para poder estar hoy, cumpliendo con nuestros sueños.

A nuestros padres y hermanos, que són el motor de nuestra vida, nuestra máxima expresión de persistencia, los que han luchado por darnos lo mejor, por su apoyo incondicional y por sus consejos sabios; para concluir con esta meta propuesta.

Agradecemos de forma especial a nuestro tutor **Ing. Rafael Antonio Taleno Campos**, por dedicar su tiempo, para guiarnos y brindarnos sus conocimientos en la elaboración del presente trabajo.

A ENACAL, por proporcionarnos toda la información necesaria y brindarnos la oportunidad de realizar nuestro trabajo monográfico en las instalaciones que están a su cargo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización del presente trabajo, ya que, sin ellos y las personas e instituciones antes mencionadas; no hubiese sido posible la culminación de nuestros estudios profesionales.

Br. Isaac Eliezer Lumbi
Br. Jeferson Jhordanny Galeano Oporta

Dedicatoria

A **Dios** nuestro creador, por darme el don de la vida, sabiduría, entendimiento y perseverancia, para no desfallecer ante cada adversidad y poder culminar mi carrera; al permitirme concluir dicho trabajo con éxito.

A mi santa madre: María Nelly Lumbi por su entrega incondicional y el sacrificio que día a día hizo para que pudiese culminar mis proyectos académicos.

Al amor de mi vida, mi hija: Isayely Belén Lumbi Marín; por ser mi inspiración y la razón que me motiva a ser mejor cada día.

A mis maestros desde primaria hasta hoy en día, por ser mis segundos padres y permitirme penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

A mis compañeros de estudios universitarios, que durante cinco años nos caracterizamos por ser un grupo unido y perseverante, lo que permitió superar las dificultades presentadas a lo largo del camino.

Br. Isaac Eliezer Lumbi

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a **Dios** por bendecirme con la vida, por guiarme a lo largo de este proceso, por ser mi apoyo y fortaleza en los momentos de dificultad y lograr concluir mis estudios universitario.

A mis Padres Milciades Galeano y Reyna Oporta por su comprensión, trabajo y sacrificio en todos estos años gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y así poder culminar mis estudios universitarios. Así mismo a la memoria de **mi tía Juana Oporta** quien me brindo sus consejos, apoyo y estuvo pendiente de mí. Un gran ejemplo de persona fuerte, amorosa y humilde.

A mis maestros de todo el curso académico quienes tuvieron paciencia, sabiduría y ese don de la enseñanza que día a día la imparten.

A todos mis compañeros de estudio universitario, que durante estos cinco largos años compartimos buenos y malos momento que logramos superar.

Br. Jeferson Jhordanny Galeano Oporta

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
III.	JUSTIFICACION	3
IV.	OBJETIVOS	5
	4.1. Generale	5
	4.2. Específicos.....	5
V.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	6
	5.1. Macro - localización.....	6
	5.1.1. Posición geográfica, coordenada, extensión, límites.....	6
	5.2. Micro localización	7
	5.3. Perfil socioeconómico	8
	5.3.1. Población.....	8
	5.3.2. Servicios e infraestructuras existentes	10
	5.3.3. Actividades económicas	11
	5.3.4. Situación habitacional.....	11
	5.3.5. Infraestructura de la vivienda.....	15
	5.3.6. Situación ocupacional.....	16
	5.3.7. Ingreso mensual por familia.....	17
	5.3.8. Situación actual del abastecimiento de agua.....	18
VI.	FUNDAMENTO TEÓRICO	25
	6.1. Topografía.....	25
	6.1.1. Levantamiento topográfico	25
	6.2. Estudio de población	26
	6.2.1. Método geométrico	26

6.2.2.	Tasa de crecimiento	26
6.2.3.	Periodo de diseño.....	26
6.3.	Estudio de consumo.....	27
6.3.1.	Dotaciones.....	27
6.4.	Fuentes de abastecimiento	28
6.4.1.	Concepto de acople.....	28
6.5.	Abastecimiento de agua.....	28
6.5.1.	Caudal	29
6.5.2.	Consumo Promedio Diario (CPD).....	29
6.5.3.	Consumo de Máximo Día (CMD).....	29
6.5.4.	Consumo Máximo Hora (CMH).....	29
6.5.5.	Pérdidas en el sistema	29
6.6.	Calidad del agua	30
6.6.1.	Agua potable.....	32
6.7.	Almacenamiento	32
6.7.1.	Tanque de almacenamiento	32
6.7.2.	Localización del tanque	33
6.8.	Sistema de conducción y distribución del agua.....	33
6.8.1.	Red de distribución	33
6.8.2.	Líneas de conducción.....	33
6.8.3.	Sistema por gravedad.....	34
6.8.4.	Pérdidas de energía por fricción	35
VII.	DISEÑO METODOLÓGICO	36
7.1.	Generalidades del proyecto	36
7.2.	Estudio topográfico.....	36

7.2.1.	Elaboración de los planos topográficos	37
7.3.	Estudio de la población	37
7.3.1.	Proyección de la población	37
7.4.	Estudio de consumo.....	39
7.4.1.	Nivel de servicio.....	39
7.4.2.	Puestos públicos.....	39
7.4.3.	Conexiones domiciliarias.....	40
7.5.	Parámetros de diseño	41
7.5.1.	Periodo de diseño.....	41
7.5.2.	Variaciones de consumo	42
7.5.3.	Presiones máximas y mínimas	43
7.5.4.	Velocidades permisibles en tuberías	44
7.5.5.	Cobertura de tuberías.....	45
7.5.6.	Pérdidas volumétricas en el sistema	45
7.5.7.	Pérdidas de energía en el sistema	45
7.6.	Análisis de la fuente de abastecimiento	45
7.6.1.	Caudal y presión.....	45
7.6.2.	Calidad del agua.....	46
7.7.	Línea de conducción	46
7.8.	Diseño de la red de distribución	47
7.9.	Disposición del sistema.....	47
7.9.1.	Fuente – Tanque de almacenamiento - Red de distribución	47
7.9.2.	Selección de tubería a emplear	48
7.9.3.	Diámetros	48
7.10.	Tanque de almacenamiento.....	48

7.10.1.	Concentración de demanda	50
7.11.	Análisis de la red en el software EPANET	51
7.12.	Análisis y calculo hidráulico del sistema	51
7.13.	Recopilación de datos.....	52
7.14.	Evaluación socio-económica.....	52
7.15.	Realización del presupuesto	52
7.16.	Procesamiento y análisis de datos.....	53
VIII.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	54
8.1.	Proyección de población y demanda.....	54
8.1.1.	Proyección de población.....	54
8.1.2.	Proyección de consumo	56
8.2.	Fuente de abastecimiento	57
8.3.	Red de distribución.....	58
8.3.1.	Análisis del sistema con cero consumos en la red	59
8.3.2.	Análisis del sistema con la demanda máxima horaria en la red	59
8.3.3.	Estudio del agua	59
8.4.	Diseño del tanque de almacenamiento	60
8.5.	Costo del proyecto	61
IX.	CONCLUSIONES.....	62
X.	RECOMENDACIONES	64
XI.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
XII.	ANEXOS	I

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1 Macro localización del proyecto.....	6
Imagen 2 : Micro localización del proyecto.....	7

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Información general de la población.....	8
Tabla 2 : Grupos etarios según género	9
Tabla 3: Número de habitantes por vivienda	11
Tabla 4: Familias por vivienda	12
Tabla 5: Escolaridad	13
Tabla 6: Estado propietario de la vivienda.....	13
Tabla 7: Posesión de título de propiedad.....	14
Tabla 8 : Infraestructura de la vivienda	15
Tabla 9: Sistema higiénico en la vivienda.....	15
Tabla 10 : Número de viviendas que cuentan con energía eléctrica	16
Tabla 11: Habitantes que trabajan por cada hogar	16
Tabla 12: Ingreso promedio al mes en cada hogar	17
Tabla 13: Procedencia del agua	18
Tabla 14 : Eficiencia de los pozos para abastecer a la comunidad en verano e invierno	19
Tabla 15: Almacenamiento de agua en el hogar.....	20
Tabla 16 : Frecuencia de mantenimiento al depósito de almacenamiento	20
Tabla 17 : Calidad de agua que consume	21
Tabla 18 : Tratamiento al agua que consume	22
Tabla 19 : Enfermedades padecía recientemente.....	23
Tabla 20 : Aceptabilidad del proyecto	23
Tabla 21: Parámetros organolépticos	31
Tabla 22: Parámetros fisicoquímicos	31
Tabla 23: Periodo de diseño	42
Tabla 24: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams.....	44

Tabla 25: Presiones de trabajo.....	48
Tabla 26: Población actual e índice habitacional	54
Tabla 27: Habitantes de la comunidad en 2005 y 2020	55
Tabla 28: Proyecciones de la población.....	55
Tabla 29: Estimación de consumo.....	57

Índice de gráficos

Gráfico 1: Población general de San Diego	8
Gráfico 2 :Grupos etarios según género.....	9
Gráfico 3 : Número de habitantes por vivienda	12
Gráfico 4 : Familias por vivienda	12
Gráfico 5: Escolaridad	13
Gráfico 6 : Estado propietario de la vivienda.....	14
Gráfico 7 : Posesión de título de propiedad	14
Gráfico 8 : Sistema higiénico en la vivienda.....	15
Gráfico 9 : Número de viviendas que cuentan con energía eléctrica	16
Gráfico 10 : Habitantes que trabajan por cada hogar	17
Gráfico 11 : Ingreso promedio al mes en cada hogar	17
Gráfico 12 : Procedencia del agua.....	18
Gráfico 13 : Eficiencia de los pozos para abastecer a la comunidad en verano e invierno	19
Gráfico 14 : Almacenamiento de agua en el hogar	20
Gráfico 15 : Frecuencia de mantenimiento al depósito de almacenamiento	21
Gráfico 16 : Calidad de agua que consume	21
Gráfico 17 : Tratamiento al agua que consume	22
Gráfico 18 : Enfermedades padecía recientemente	23
Gráfico 19 : Aceptabilidad del proyecto.....	24

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Tasa de crecimiento	37
Ecuación 2 población futura	38
Ecuación 3: Consumo doméstico	42
Ecuación 4 Consumo máximo diario.....	43
Ecuación 5 Consumo máximo horario	43
Ecuación 6 :Continuidad	44
Ecuación 7 : Pérdidas por fricción	45
Ecuación 8: Volumen del tanque	49
Ecuación 9: Dimensiones del tanque	49
Ecuación 10: Caudal unitario	50
Ecuación 11: Caudal concentrado.....	50
Ecuación 12: Variación de caudal.....	51

Acrónimos

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios.

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados.

INIDE: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

MARENA: Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.

Lppd: Litros por persona por día.

CPD: Consumo Promedio Diario.

CMD: El Consumo Máximo Diario

CMH: El Consumo Máximo Horario

L/S: Litros por segundo.

M³/s: metros cúbicos por segundo.

M³/d: metros cúbicos por día

M³/h: metros cúbicos por hora

M³: metros cúbicos

Resumen

El presente trabajo se realizó con el fin de proponer un diseño para un sistema de abastecimiento de agua potable el cual, fuese factible y funcional desde el punto de vista técnico y económico, para la comarca San Diego, departamento de Chontales, bajo los criterios establecidos por la norma NTON 09001 - 99: Normas Técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (sector rural).

De acuerdo al estudio realizado se determinó que, el sistema idóneo para la comunidad, es un sistema que funcione por gravedad, con la configuración Fuente – Tanque - Red de distribución. Para la determinación de las variaciones de presión y caudal disponibles se instaló un dispositivo llamado datalogger proporcionado por **ENACAL**, en San Pedrito, lugar que servirá como el punto de acople, por ser el último punto existente donde llega el agua potable desde planta de tratamiento ubicada en Juigalpa. Para fijar las dotaciones y describir el área de estudio se realizó una encuesta en cada casa de la comunidad en análisis.

Si se llega a ejecutar el proyecto de abastecimiento de agua potable en la localidad, la comunidad tendrá un mayor desarrollo económico y esto permitirá a los habitantes mejorar la calidad de vida al contar con el vital líquido en óptimas condiciones. Todo esto se ajusta al objetivo número seis del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, donde se establece el agua limpia y saneamiento, para el 2030.

I. INTRODUCCIÓN

La ciudad de Juigalpa es la cabecera del departamento Chontales, se encuentra ubicada a 139.8 km de la capital de Nicaragua. Esta es una de las regiones más importantes del país, por ser la que conecta el Atlántico Sur con la zona central, y por su gran influencia en el comercio de las actividades ganaderas y agrícolas.

Esta ciudad se abastece de agua potable mediante una toma ubicada en puerto Díaz, en el lago Cocibolca a 27.1 km del casco urbano. El sistema posee la siguiente configuración para la potabilización y distribución de las aguas: Fuente – línea de conducción – planta de tratamiento – tanque de almacenamiento - red de distribución.

El sistema de abastecimiento da cobertura al 100 % del casco urbano de Juigalpa, sin embargo, aún existen algunos sectores poblacionales aledaños que no están conectados a esta red y debido a esto no cuentan con el vital líquido.

Uno de los sectores que presenta esta problemática es la comunidad de San Diego, ubicada a 9 km kilómetros del Municipio de Juigalpa. En esta zona, actualmente los pobladores se abastecen de pozos comunales y privados (perforados o excavados a mano), el agua extraída no lleva ningún tipo de tratamiento, lo que provoca daños en la salud de los pobladores que de igual forma al no contar con el vital líquido (Agua potable) se les dificulta tener un buen desarrollo en la comunidad.

El presente trabajo monográfico dará solución a esta problemática, mediante la propuesta de abastecer a dicha comunidad, desde un punto de acople a la red de Juigalpa, ubicado en la comunidad de San Pedrito a 5.61 km de la planta de tratamiento ubicada en Juigalpa. Para dicho sistema se tomará en cuenta la presión brindada por la red, más la elevación en el punto de acople para proponer la mejor configuración técnica que sea posible.

II. ANTECEDENTES

La comunidad en estudio se encuentra al Noreste de Juigalpa, para el año 2005 contaba con una población de 285 habitantes y 69 viviendas, según los datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE). Actualmente cuenta con una población de estimada 335 habitantes y 71 viviendas, según los resultados obtenidos con la encuesta realizada casa a casa.

Cuenta con una carretera principal de adoquín y sus calles internas no poseen revestimiento, sin embargo, son de acceso en todo tiempo. Los pobladores de la comarca disponen de una escuela de educación primaria y una iglesia. Poseen algunos centros de comercio importantes, no tienen puestos de salud y sus actividades económicas están enfocadas a la agricultura y la ganadería.

Esta zona no cuenta con una red de distribución de agua potable; si no que siempre se han abastecido de puestos públicos, los cuales son pozos perforados de forma manual. En estos puestos la población llega a realizar sus necesidades como lavado de ropa y recolecta de agua para su uso doméstico.

Importante mencionar que, desde el año 2010, el lugar de estudio, ha venido realizando gestiones de la mano con la alcaldía de Juigalpa, para resolver el problema de abastecimiento de agua que se presenta en la zona, pero nunca se ha logrado concretar nada ya que, según los pobladores, la alcaldía de Juigalpa manifiesta no tener presupuesto para realizar el estudio.

En la presente labor se pretende retomar todos los esfuerzos de las partes involucradas para proceder a realizar los estudios que permitan realizar el correcto dimensionamiento del sistema de agua potable. Y que ellos posteriormente puedan seguir realizando sus gestiones y encontrar el financiamiento para su construcción.

III. JUSTIFICACION

En la actualidad la comunidad de San Diego, presenta una crisis seria en cuanto al servicio de agua potable, al no contar con un sistema que permita el suministro del vital líquido en óptimas condiciones, las personas se ven en la necesidad de abastecerse de pozos comunales, quebradas y en temporadas de invierno con agua de lluvia. Esta precariedad afecta directamente a la población de la comunidad, de la cual, el 28.17% de los habitantes expresaron en la encuesta realizada que en los últimos 5 meses han padecido de cólera (diarrea y vomito), y un 28.17% de parasitosis.

Ante esta problemática que afecta a la comunidad San Diego, surge la motivación del presente estudio, el cual se enfoca en la elaboración de una “Propuesta de diseño para un sistema de abastecimiento de agua potable en la comarca San Diego, Departamento de Chontales, tomando como fuente un punto de acople de la red de distribución de Juigalpa”. Con esta propuesta, se dará solución a los escasos de agua en la comunidad, mediante la aplicación de principios de ingeniería hidráulica, que permitan suministrarle a cada habitante el vital líquido de una forma fácil y segura. Beneficiando de esta forma directamente a toda la población de la comunidad en lo que respecta a lo social, económico y sanitario. Todo esto se ajusta al objetivo número seis del desarrollo sostenible de las Naciones Unidas, donde se establece el agua limpia y saneamiento, para el 2030. Y a lo establecido por la organización mundial de la salud (OMS), en Ginebra, 27 de noviembre de 2002, *“El agua es fundamental para la vida y la salud. La realización del derecho humano a disponer de agua es imprescindible para llevar una vida saludable, que respete la dignidad humana. Es un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos”*.

Es esencial mencionar que, la comunidad en estudio se encuentra en vía de desarrollo y es muy importante para la ciudad de Juigalpa, por ser una zona agrícola, ganadera, cuenta con artesanos, comerciantes y también con sistema de educación primaria indispensable para todos los padres de familia que ponen a estudiar a sus niños.

En el dimensionamiento se tomará en cuenta la presión estática dada por la línea de distribución que va desde la Planta de tratamiento Juigalpa Chontales hasta San Pedrito, así como también la elevación en el punto de acople, para proponer el sistema de abastecimiento de agua que sea más adecuado de manera técnica, económica y operacional.

Se realizará un estudio de presiones y caudales en el punto de acople, con el fin de analizar si se puede garantizar los elementos necesarios como presión y caudal que permitan el adecuado abastecimiento de agua y que estos se ajusten a la norma técnica del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

Siempre se pretenderá dar cobertura al 100 % de la población proyectada en todos los tramos en la comunidad de estudios.

IV. OBJETIVOS

4.1. Generale

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para la comarca San Diego, municipio de Juigalpa Chontales, tomando como fuente un punto de acople de la red de la ciudad, que cumpla con los requerimientos establecidos en la norma INAA, mejorando de esta forma las condiciones de vida de los habitantes.

4.2. Específicos

- Analizar las características que presenta el relieve del terreno (altimetría y planimetría), mediante un levantamiento topográfico con estación total, que facilite el diseño de los distintos elementos del sistema.
- Realizar los cálculos de proyección de la población de diseño, tomando en cuenta los datos históricos de los censos poblacionales del INIDE, así como una encuesta poblacional que se realizará como parte del estudio.
- Fijar las dotaciones para consumo de agua, tomando la población proyectada y los criterios en la normativa del NTON 09 001-99 del INAA.
- Hacer un monitoreo de caudales y presiones en el punto de acople verificando de esta forma la viabilidad del abastecimiento de agua potable desde este punto.
- Dimensionar cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable haciendo uso del software Epanet.
- Calcular el costo y presupuesto de la obra.

V. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

5.1. Macro - localización

5.1.1. Posición geográfica, coordenada, extensión, límites.

El departamento de Chontales se encuentra ubicado en la región central del país entre los 11° 40' y 12° 30' de latitud norte y 84° 35' y 85° 40' de longitud oeste. Chontales ocupa una extensión territorial de 6,481.27 Km², dividida en diez municipios; y, sus límites son:

Norte: Departamento de Boaco.

Sur: Departamento de Río San Juan.

Al Este: con la Región Autónoma del Atlántico Sur (R.A.A.S).

Al Oeste: con el lago Cocibolca.

Imagen 1 Macro localización del proyecto



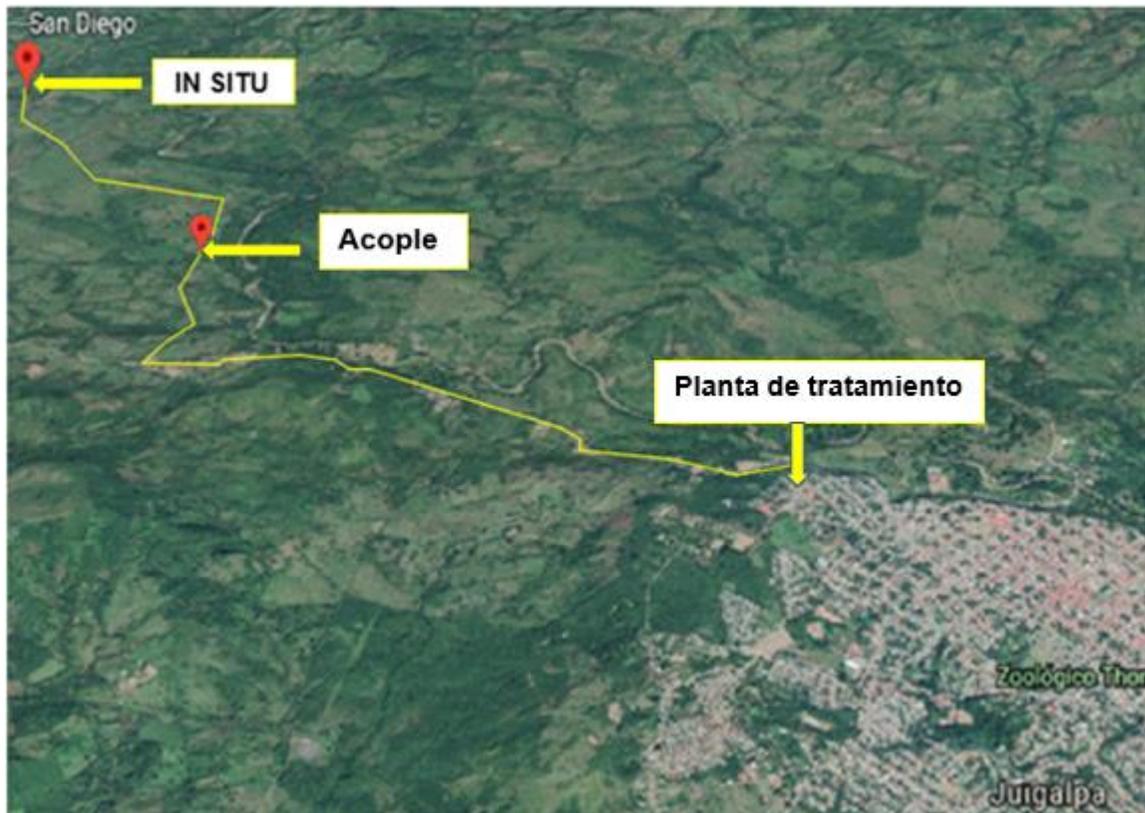
Fuente: Elaboración propia

5.2. Micro localización

El Municipio de Juigalpa, se localiza entre las coordenadas 12°06'22" Latitud Norte y 85°21'52" Longitud Oeste. La comunidad de San Diego, pertenece al Municipio de Juigalpa, el cual está; bajo la jurisdicción del departamento Chontales de la República de Nicaragua.

San Diego, dista del casco urbano del Municipio de Juigalpa a 9 kilómetros. Tiene una extensión de 10.122 km², se localiza sobre la carretera Juigalpa- San Francisco de Cuapa, se toma a la derecha del empalme las Lajitas viniendo Juigalpa – Managua.

Imagen 2 : Micro localización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

5.3. Perfil socioeconómico

La comunidad de San Diego, es calificada como un sector rural concentrado. La comuna tiene una población de 335 personas que habitan en 71 viviendas, para un índice de 5 hab./viviendas. Según los datos obtenidos en las encuestas realizadas en cada vivienda. En la tabla 1 se presenta un resumen de la población y viviendas de la comunidad.

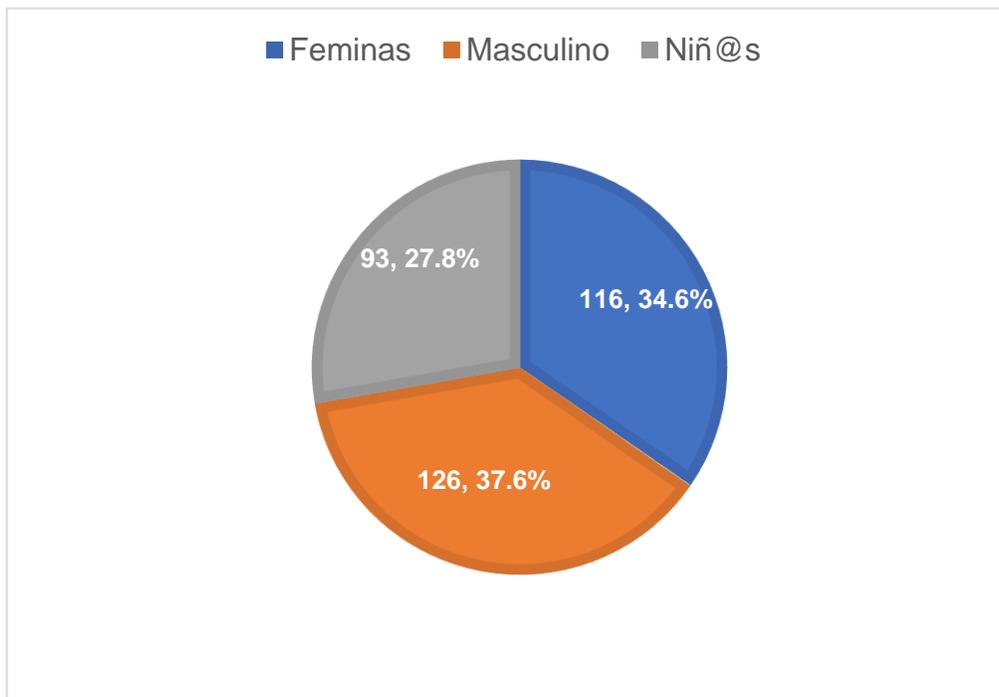
5.3.1. Población

Tabla 1: Información general de la población

Población y viviendas							
Comunidad	niños	adultos	total	N de viviendas	hab/viv.	N. familias	hab/fam.
San Diego	93	242	335	71	5	73	5
Descripción			valor numérico			valor porcentual	
Féminas			116			34.6%	
Masculino			126			37.6%	
Niñ@s			93			27.8%	
Total			335			100%	

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 1: Población general de San Diego



Fuente: Elaboración propia

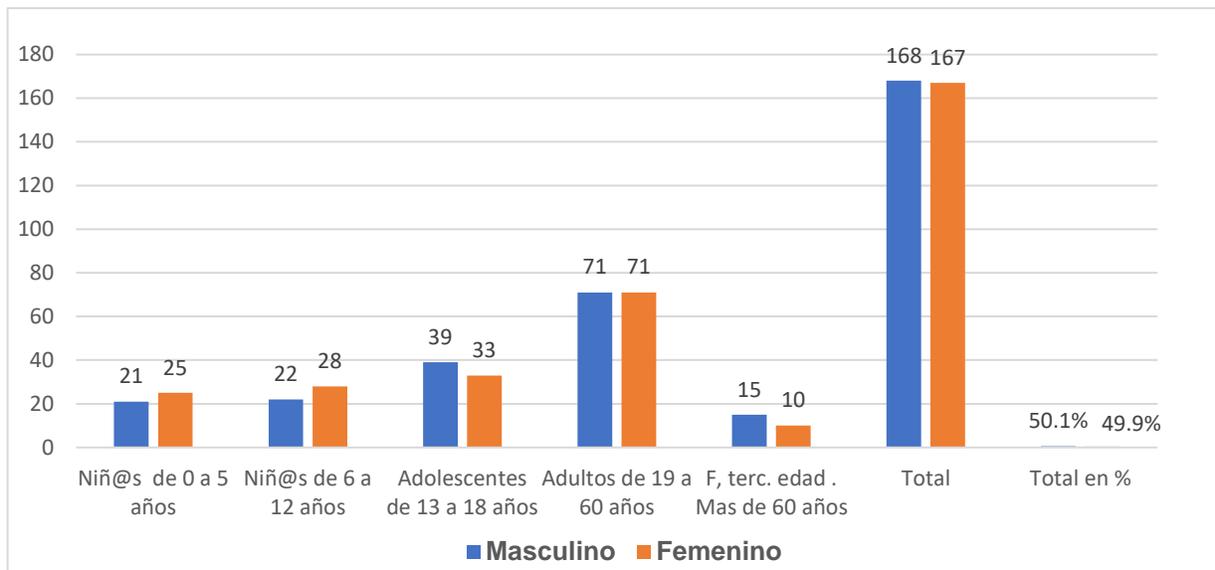
Se observa que, La población general total de la comunidad de San Diego es de 335 para un 100% de personas de ambos sexos, de los cuales 126 equivalen a un 37.6% del sexo masculino, 116 corresponde a un 34.6% del sexo femenino y 93 pertenecen a un 27.8% de niños que habitan en la localidad.

Tabla 2 : Grupos etarios según género

Genero	Niñ@s de 0 a 5 años	Niñ@s de 6 a 12 años	adolescentes de 13 a 18 años	Adultos de 19 a 60 años	F, terc. edad. Mas de 60 años	Total	Total, en %
Masculino	21	22	39	71	15	168	50.1%
Femenino	25	28	33	71	10	167	49.9%
Sub total	46	50	72	142	25	335	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2 :Grupos etarios según género



Fuente: Elaboración propia

- Según el estudio realizado se puede observar que dentro del rango de edad de 0 a 5 años habitan 46 equivalente, a un 13.73% de infantes de ambos sexos, de los cuales, 25 representan un 7.46% perteneciente al sexo femenino, y 21 equivalen a un 6.27% de sexo masculino.
- Se analiza que dentro del rango de edad de 6 a 12 años habitan 50, equivalente a un 14.93% de niños de ambos sexos, de los cuales 28 representan un 8.36% perteneciente al sexo femenino, y 22 equivalen a un 6.57% de sexo masculino.

- Dentro del rango de edad de 13 a 18 años habitan 72, equivalente a un 21% de adolescentes de ambos sexos, de los cuales, 33 representan un 9.85% perteneciente al sexo femenino, y 39 equivalen a un 11.64% de sexo masculino.
- Luego en el intervalo de edad de 19 a 60 años habitan 142, equivalente a un 42% de adultos de ambos sexos, de los cuales, 71 representan un 21.19% perteneciente al sexo femenino, y 71 equivalen a un 21.19% de sexo masculino.
- Por último se observa que dentro del rango de edad mayores de 60 años habitan 25, equivalente a un 7.46% de personas de la tercera edad de ambos sexos, de los cuales 10 representan un 2.99% perteneciente al sexo femenino, y 15 equivalen a un 4.48% de sexo masculino.

Incluyendo a niños y adultos, en total se encontró 167, que equivale al 49.9% de sexo femenino y 168 equivalen a un 50.1% de sexo masculino

5.3.2. Servicios e infraestructuras existentes

Energía eléctrica: En San Diego, se cuenta con este servicio, todas las viviendas están conectadas al sistema eléctrico que brinda UNION FENOSA, y la tarifa máxima que se ha registrado es de C\$ 450.00 y el mínimo es de C\$ 210.00 por mes.

Medios de comunicación disponible: Televisores, radios y logran comunicarse por medio de celulares ya que cuentan con acceso a red de comunicación tanto Claro como Movistar.

Transporte: Cuenta con una carretera principal de adoquín y sus calles internas no poseen revestimiento, sin embargo, son de acceso en todo tiempo. Poseen servicio de transporte público y también se trasladan a la ciudad en su medio de transporte personal (vehículo, motocicleta y/o bicicleta), al ride, a caballo e incluso a pie.

Salud: No existe ningún centro que brinde este servicio la población, unas se automedican, otras son atendidas en el centro ubicado en la ciudad de Juigalpa y para caso de mayor gravedad se recurre al hospital del mismo municipio antes mencionado.

Educación: Cuenta con una escuelita que tiene por nombre San Diego, tiene un pabellón con 3 aulas, en el cual se brinda la enseñanza de primaria multigrado. Para poder brindar este servicio el MINED ha asignado 2 docentes, uno para impartir clases de primer a tercer grado en el turno matutino y el segundo asignado para dar de cuarto a sexto grado en el turno vespertino.

La comuna para profesar su fe cuenta con una capilla católica y una iglesia evangélica.

5.3.3. Actividades económicas

El potencial económico de esta comunidad está basado en actividades agropecuarias, aunque también parte de la población se dedican comercializar productos de artesanía. Otra parte de la población viaja a trabajar a la ciudad de Juigalpa. Los principales cultivos en la comunidad son el Maíz, Frijoles y pastizales. En la comunidad existen tres pulperías en la cuales se venden productos como: Maíz, Frijoles, Arroz, Sal, Azúcar, Cal, Jabón, Aceite, gaseosas y la mayoría de productos de consumo doméstico. El ingreso por Familia por mes es de C\$ 7,500.

5.3.4. Situación habitacional

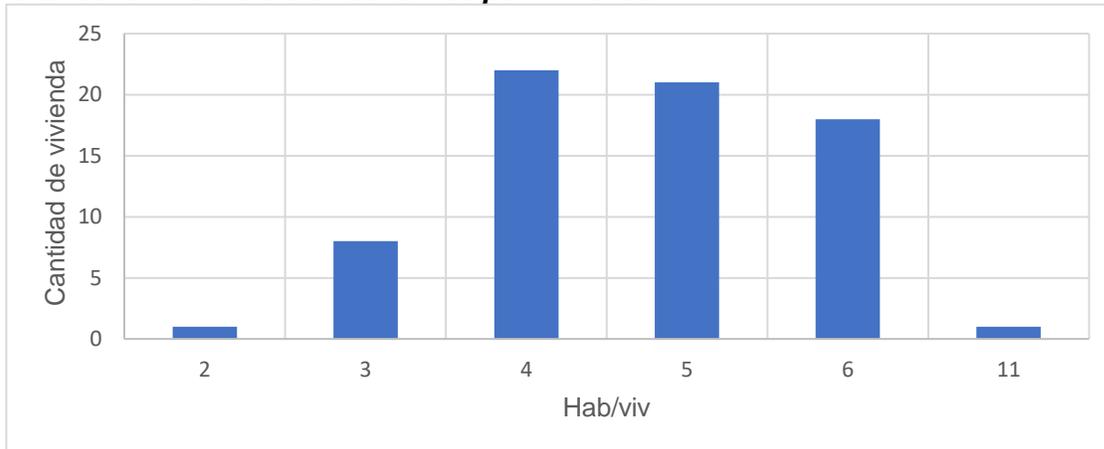
En la comunidad en estudio, hay en total 73 familias. Las 73 familias presentes en la localidad, habitan en 71 viviendas. Las cuales, para la recopilación de datos fueron encuestadas una a una.

Tabla 3: Número de habitantes por vivienda

Hab / Viv	Número de casas	Porcentaje %
2	1	1.4
3	8	11.3
4	22	31.0
5	21	29.6
6	18	25.3
11	1	1.4
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3 : Número de habitantes por vivienda



Fuente: Elaboración propia

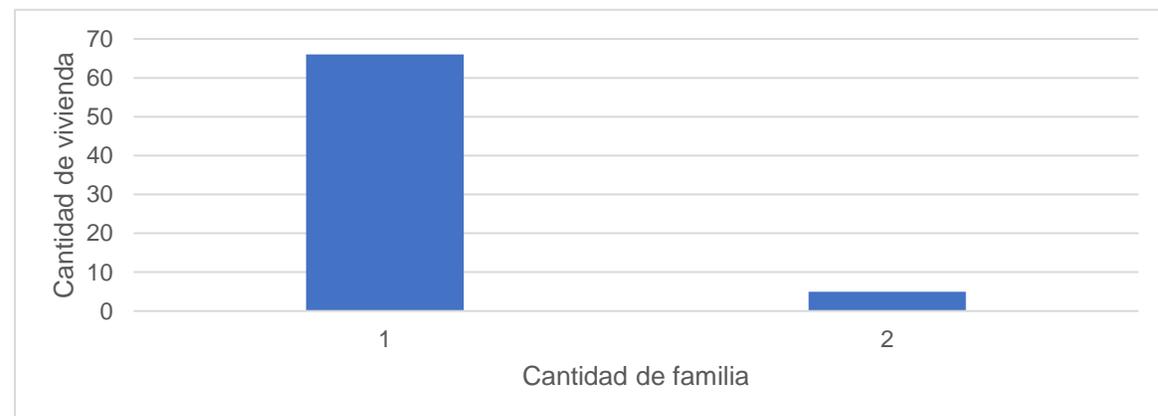
Se observa que en 1 vivienda equivalente al 1.4% de las 71 viviendas encuestadas habitan únicamente 2 persona, en 8 vivienda que equivale al 11.3% habitan 3 persona en cada casa, en 22 vivienda que equivale al 31.0% habitan 4 persona, en 21 vivienda que equivale al 29.6% habitan 5 persona, en 18 vivienda que equivale al 25.3% habitan 6 persona y en 1 vivienda que equivale al 1.4% habitan 11 persona.

Tabla 4: Familias por vivienda

Cantidad de familia	Cantidad de viviendas	Porcentaje %
1	66	93%
2	5	7%
Total	71	100%

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 4 : Familias por vivienda



Fuente: Elaboración propia

Podemos observar que en 66 viviendas que equivale al 93% de las 71 viviendas encuestada únicamente solo habitan 1 familia y en 5 vivienda que equivale al 7% habitan 2 familia.

Tabla 5: Escolaridad

Descripción	Numero de casa	Porcentaje
Sexto grado	17	23.9
Bachiller	38	53.5
Universitario	3	4.2
Ninguno	11	15.6
Licenciado	2	2.8
Total	71	100.0

Gráfico 5: Escolaridad

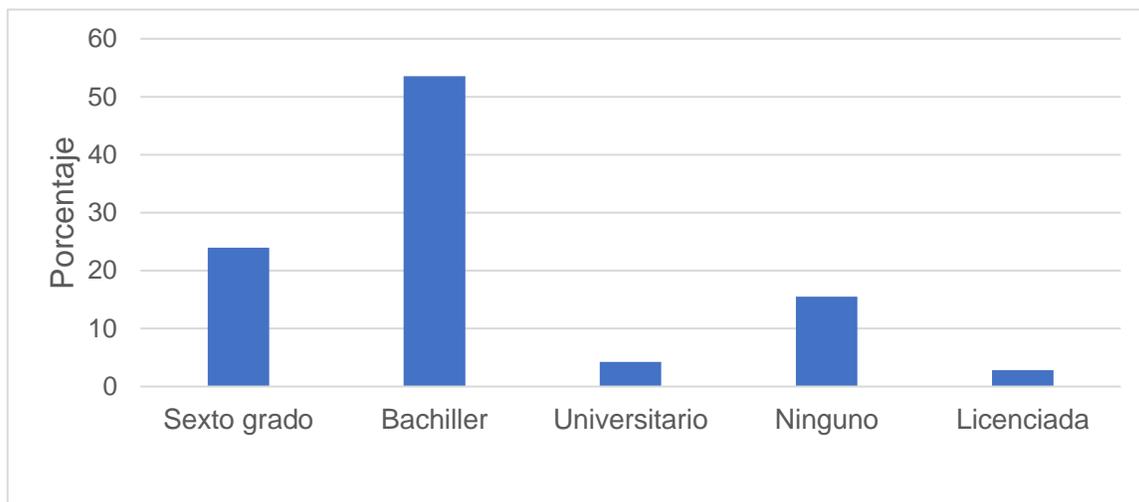
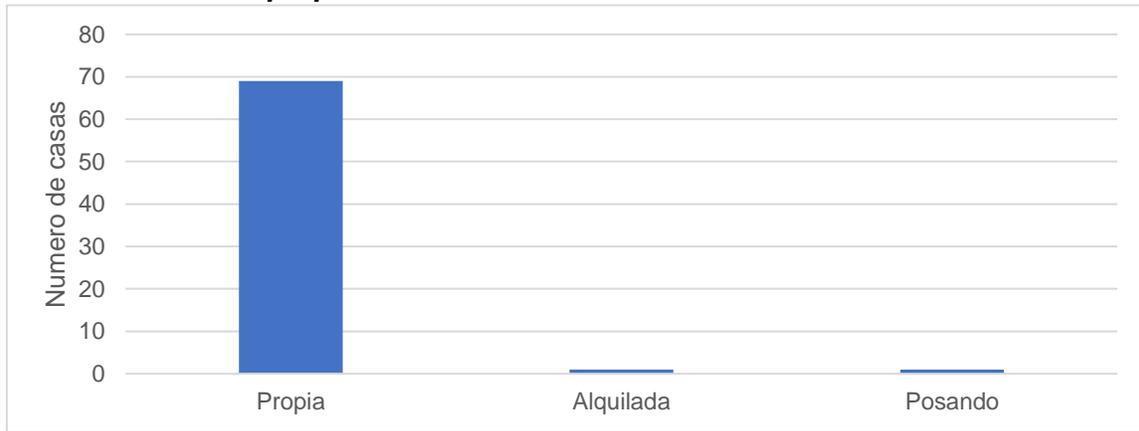


Tabla 6: Estado propietario de la vivienda

Propiedad	Numero de casa	Porcentaje
Propia	69	97.2
Alquilada	1	1.4
Posando	1	1.4
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6 : Estado propietario de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

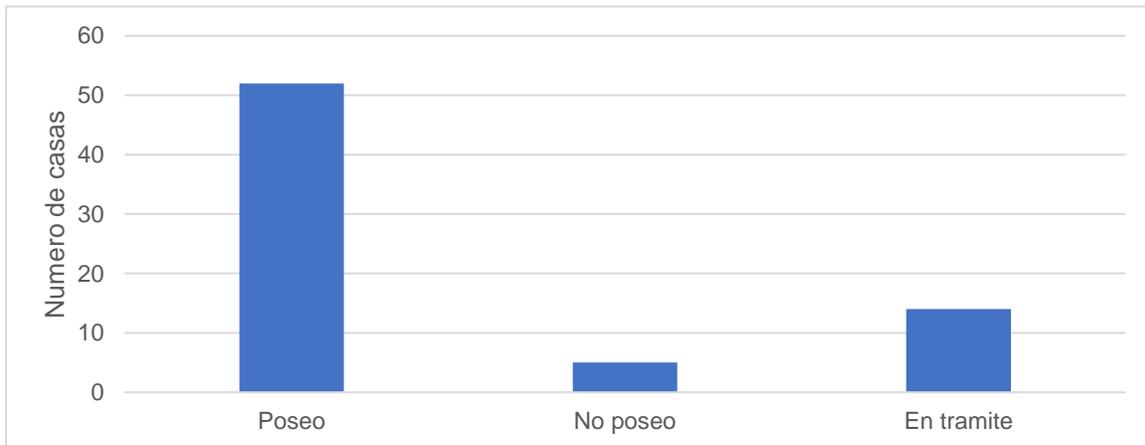
El 97.2% que equivale a 69 viviendas respondieron que la casa es propia el 1.4% que equivale a 1 casa respondió que la casa es alquilada y el 1.4% que equivale a 1 casa respondió que está posando.

Tabla 7: Posesión de título de propiedad

Título de propiedad	Números de casas	Porcentaje
Poseo	52	73.24
No poseo	5	7.04
En tramite	14	19.72
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 7 : Posesión de título de propiedad



Fuente: Elaboración propia

En 52 casa que equivale al 73.24% dicen poseer título de su casa, en 5 casa que equivale al 7.04% dicen no poseer título de propiedad y en 14 casa que equivale al 19.72% dicen que están en trámite del título de propiedad.

5.3.5. Infraestructura de la vivienda

Tabla 8 : Infraestructura de la vivienda

Descripción	Tipos de paredes		Tipo de techos		Tipo de piso		
	Mampostería	Madera	Zinc	Tejas	Tierra	Concreto	Cerámica
San Diego	69	2	59	12	16	43	12

Fuente: Elaboración propia

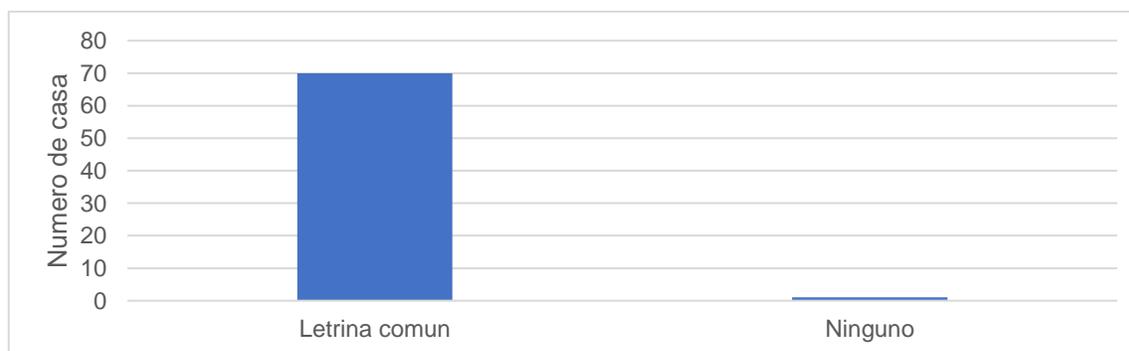
En la comunidad San Diego la mayoría de sus casas están construida con material local, 69 casas que equivalen al 97.18% posee paredes de mampostería y 2 casas que equivale al 2.82% sus paredes son de madera. En cuanto al tipo de techo 59 casas que equivalen al 83.09% poseen techos de zinc y 12 casas que equivalen al 16.91% poseen techo de tejas. El tipo de piso en 16 casas que equivale al 22.54% es de tierra, en 43 casa que equivale al 60.56% el tipo de piso es de concreto y en 12 casa que equivale al 16.90% el tipo de piso es de cerámica.

Tabla 9: Sistema higiénico en la vivienda

Tipo de letrina	Numero de casa	Porcentaje
Letrina común	70	98.6
Ninguna	1	1.4
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8 : Sistema higiénico en la vivienda



Fuente: Elaboración propia

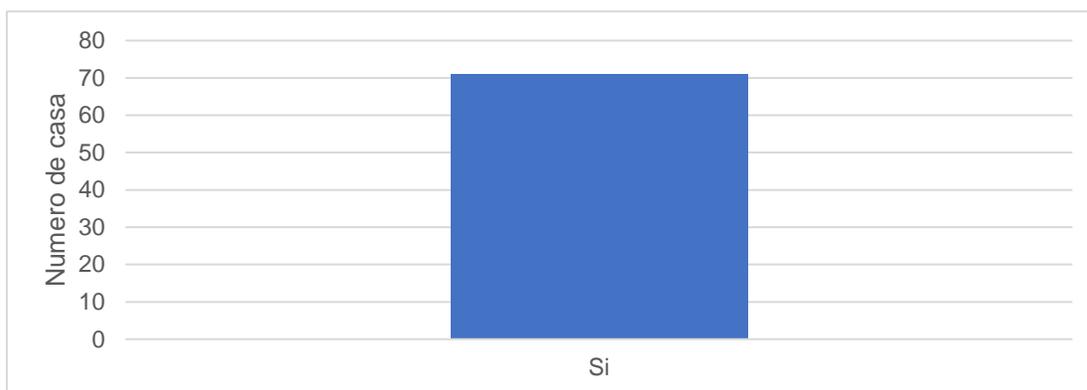
El 98.6% de las casas encuesta posee letrina común y el 1.4% no posee letrina

Tabla 10 : Número de viviendas que cuentan con energía eléctrica

Descripción	Numero de casa	Porcentaje
Si	71	100.0
No	0	0.0
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9 : Número de viviendas que cuentan con energía eléctrica



Fuente: Elaboración propia

En la comunidad afortunadamente el 100% poseen energía eléctrica.

5.3.6. Situación ocupacional

Tabla 11: Habitantes que trabajan por cada hogar

Hab / Casa	Cantidad de Casas	Porcentaje
1	34	47.9
2	35	49.3
3	2	2.8
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 10 : Habitantes que trabajan por cada hogar



Fuente: Elaboración propia

De las 71 vivienda encuestada, 34 vivienda que representa al 47.9% respondieron que solo 1 persona trabaja, 35 vivienda que corresponde al 49.3% respondieron que solo 2 persona trabajan y de 2 vivienda que representa el 2.8% respondieron que solo 3 persona trabajan.

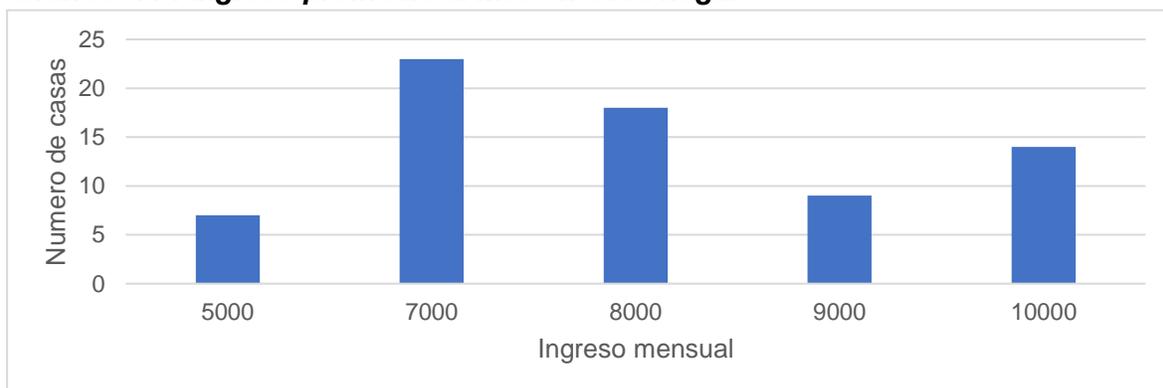
5.3.7. Ingreso mensual por familia

Tabla 12: Ingreso promedio al mes en cada hogar

Ingreso mensual C\$	Numero de casa	Porcentaje%
5000	7	9.9
7000	23	32.4
8000	18	25.3
9000	9	12.7
10000	14	19.7
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 11 : Ingreso promedio al mes en cada hogar



Fuente: Elaboración propia

En la comunidad San Diego en 7 casas que equivale al 9.9% su ingreso mensual es de 5000 córdobas, en 23 casas que equivale al 32.4% sus ingresos mensuales son de 7000 córdobas, en 18 casas que equivale al 25.3% su ingreso es de 8000 córdobas, en 9 casas que equivale al 12.7% su ingreso es de 9000 córdobas y en 14 casas que equivale a 19.7% su ingreso es de 10000 córdobas.

Según los números estadísticos obtenidos en campo, se determinó que el promedio de una familia son 7900 córdobas mensuales.

5.3.8. Situación actual del abastecimiento de agua

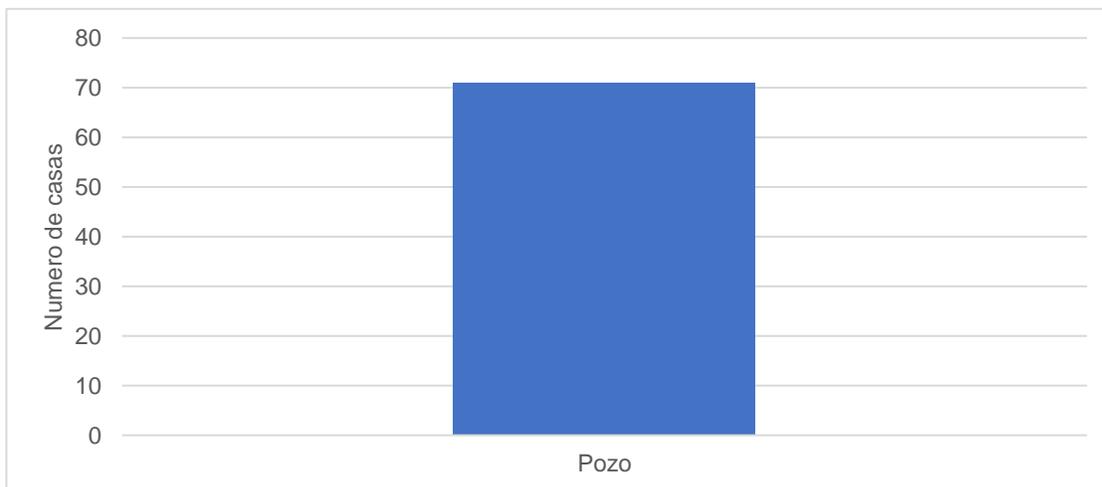
Los pobladores de la Comunidad San Diego se abastecen de agua a través 2 pozos comunales (ver anexo 11 y 12), y 3 de las familias cuentan con un pozo privado; todos los pozos son perforados con diámetro de ademe de 4" con profundidades promedio de 320ft, cloración por parte de los comunitarios.

Tabla 13: Procedencia del agua

Procedencia	Número de casas	Porcentaje
Pozos perforados	71	100.0
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 12 : Procedencia del agua



Fuente: Elaboración propia

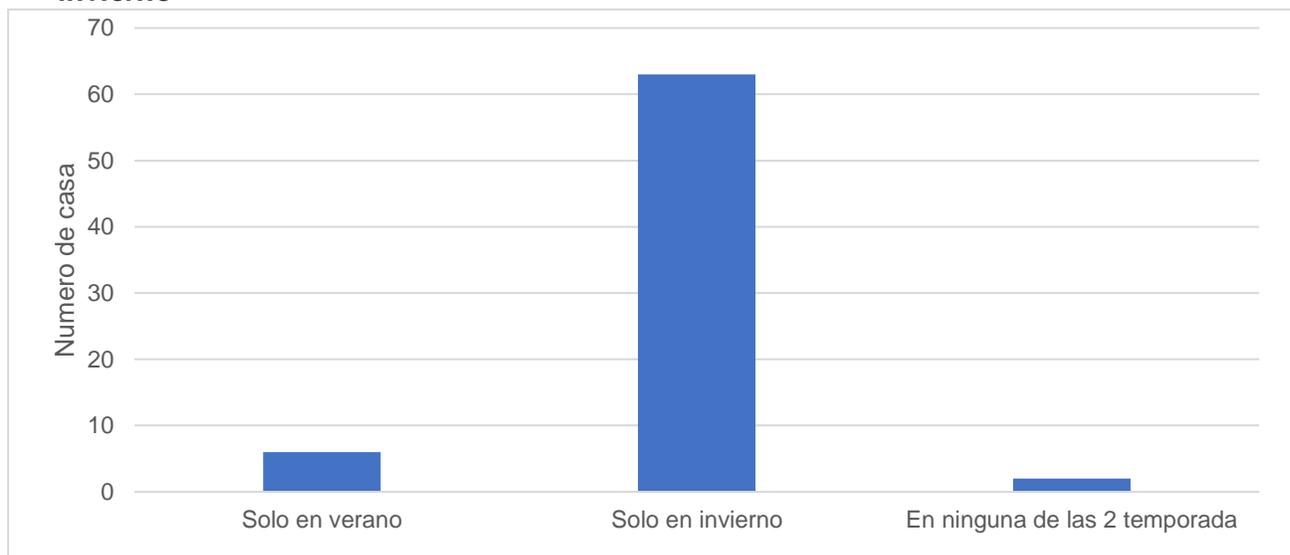
En la comunidad de San Diego las 71 vivienda encuestada respondieron que la procedencia del agua que consumen es de pozo lo que equivale al 100% de la comunidad.

Tabla 14 : Eficiencia de los pozos para abastecer a la comunidad en verano e invierno

Descripción	Numero de casa	Porcentaje
Solo en verano	6	8.5
Solo en invierno	63	88.7
En ninguna de las temporadas	2	2.8
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 13 : Eficiencia de los pozos para abastecer a la comunidad en verano e invierno



Fuente: Elaboración propia

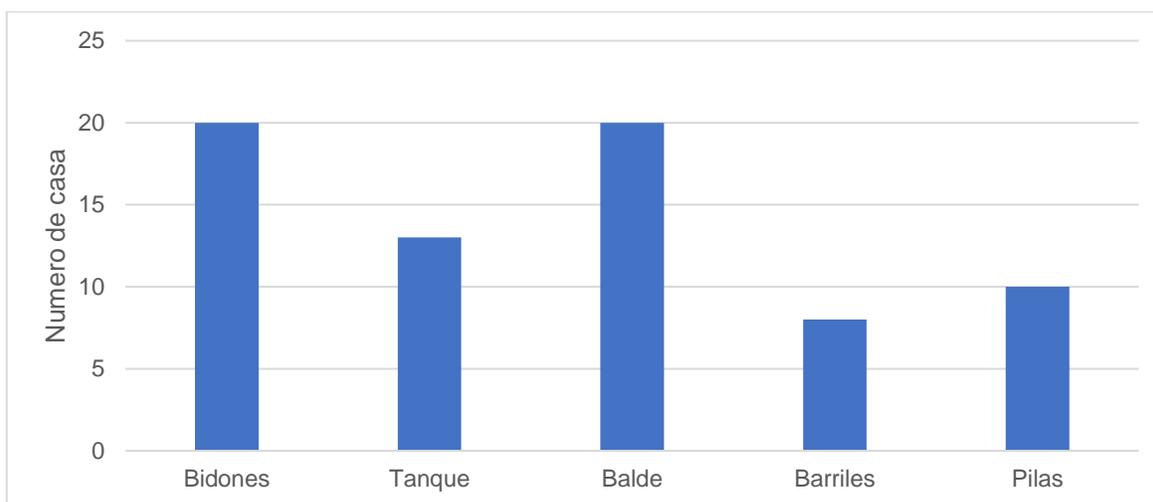
En 6 casas que equivale al 8.5% de las 71 casas encuestada confirmaron que la fuente solo abastece en verano, en 63 casa que representa al 88.7% respondieron que solo abastece en invierno y en 2 casa que equivale al 2.8% respondieron que la fuente no abastece en ninguna de las 2 temporadas.

Tabla 15: Almacenamiento de agua en el hogar

Recipientes	Numero de casa	Porcentaje
Bidones	20	28.2
Tanques	13	18.3
Baldes	20	28.2
Barriles	8	11.2
Pilas	10	14.1
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 14 : Almacenamiento de agua en el hogar



Fuente: Elaboración propia

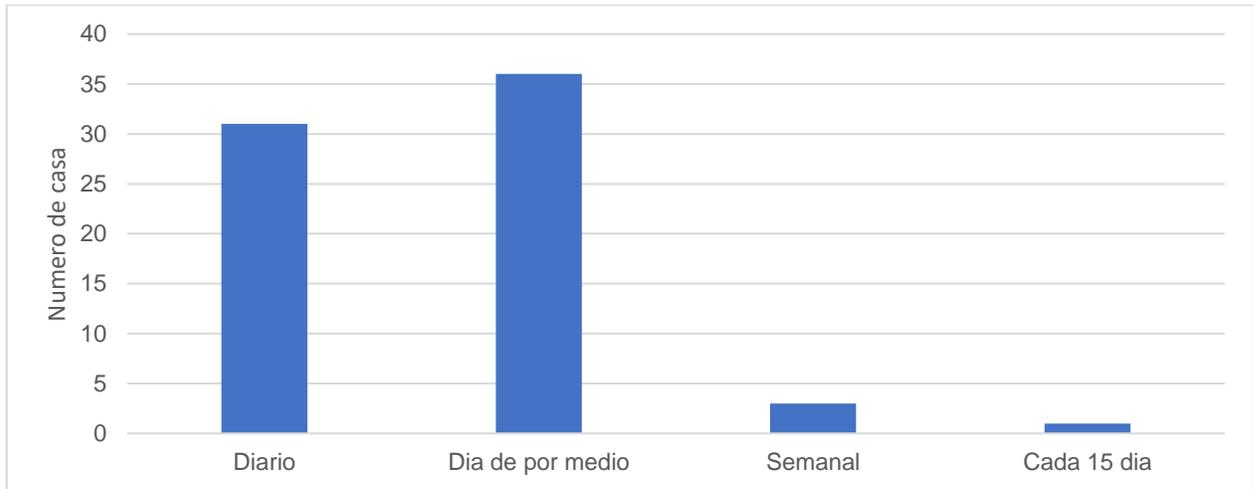
Los recipientes que se utiliza para el almacenamiento del vital líquido en la comunidad San Diego en 20 casas que equivalen al 28.2% utiliza bidones, en 13 casa que equivale al 18.3% utilizan tanques, en 20 casas que representa el 28.2% utilizan baldes, en 8 casas que equivale al 11.2% utilizan barriles y en 10 casa que representa el 14.1% utilizan pilas.

Tabla 16 : Frecuencia de mantenimiento al depósito de almacenamiento

Frecuencia	Numero de casa	Porcentaje
Diario	31	43.7
Dia de por medio	36	50.7
Semanal	3	4.2
Cada 15 día	1	1.4
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 15 : Frecuencia de mantenimiento al depósito de almacenamiento



Fuente: Elaboración propia

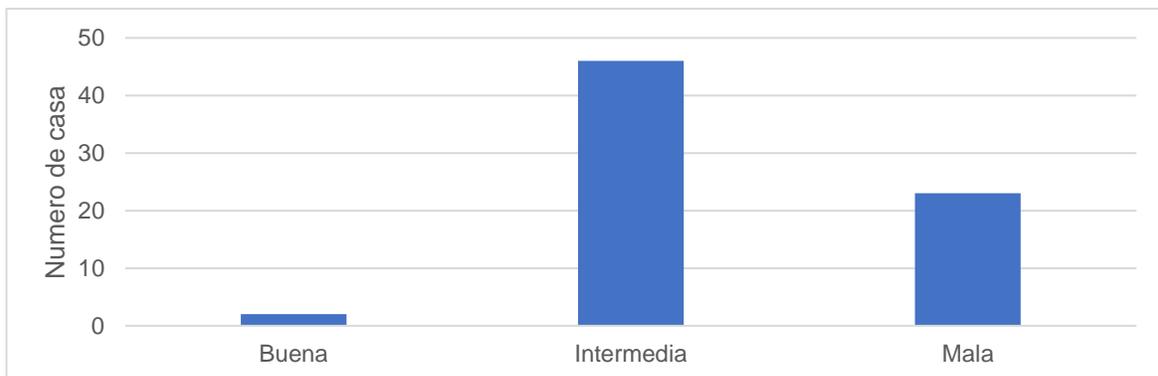
El mantenimiento a sus depósitos en 31 casa que equivale al 43.7% lo hacen diario, en 36 casa que equivalen al 50.7% lo hacen día de por medio, en 3 casa que equivale al 4.2% lo hacen semanal y en 1 casa que equivale al 1.4% lo hacen cada 15 día.

Tabla 17 : Calidad de agua que consume

Calidad del agua	Número de casa	Porcentaje
Buena	2	2.8
Intermedia	46	64.8
Mala	23	32.4
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 16 : Calidad de agua que consume



Fuente: Elaboración propia

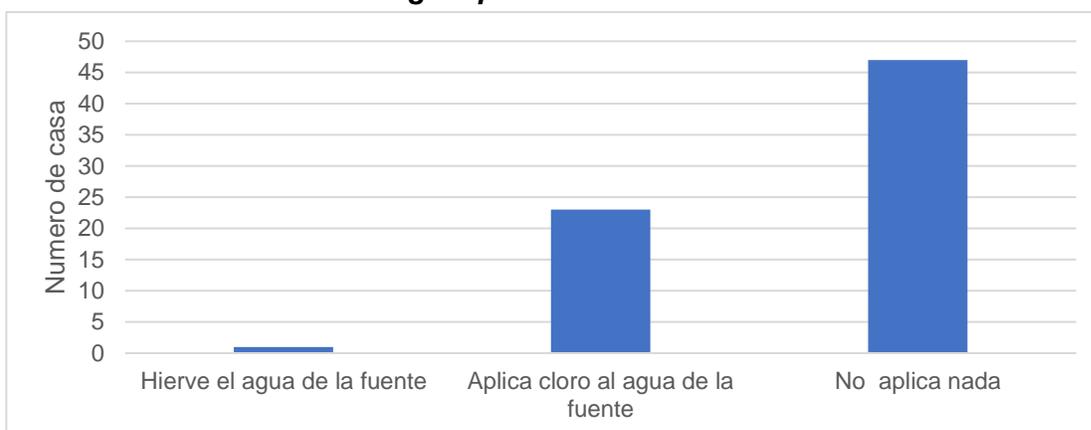
El 2.8% de las viviendas encuestadas calificaron el agua con una calidad buena, el 64.8% dijeron que el agua está en un promedio intermedio y el 32.4% la calificaron de mala. Algunos ciudadanos expresaron que no consumen agua de estos pozos, ya que prefieren comprar agua purificada en Juigalpa o traer agua potable de esta misma ciudad.

Tabla 18 : Tratamiento al agua que consume

Tratamiento del agua	Numero de casa	Porcentaje
Hierve el agua de la fuente	1	1.4
Aplica cloro al agua de la fuente	23	32.4
No aplica nada	47	66.2
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 17 : Tratamiento al agua que consume



Fuente: Elaboración propia

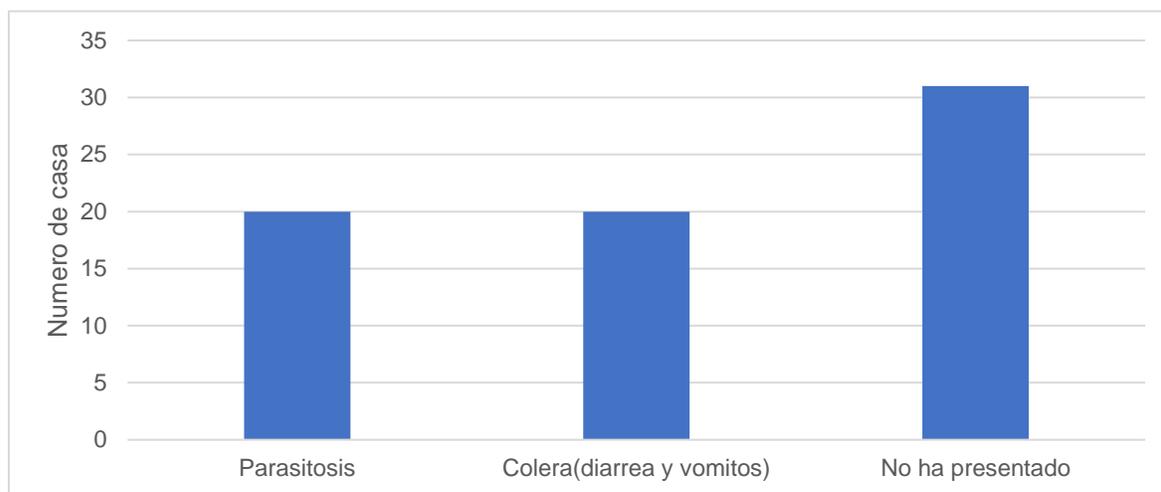
En 1 casa que equivale al 1.4% de las 71 casas encuestada hierven el agua, en 23 casas que equivale al 32.4% aplican cloro al agua y en 47 casa que equivale al 66.22% no aplican nada.

Tabla 19 : Enfermedades padecía recientemente

Enfermedades	Numero de casa	Porcentaje
Parasitosis	20	28.17
colera	20	28.17
No ha presentado	31	43.66
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 18 : Enfermedades padecía recientemente



Fuente: Elaboración propia

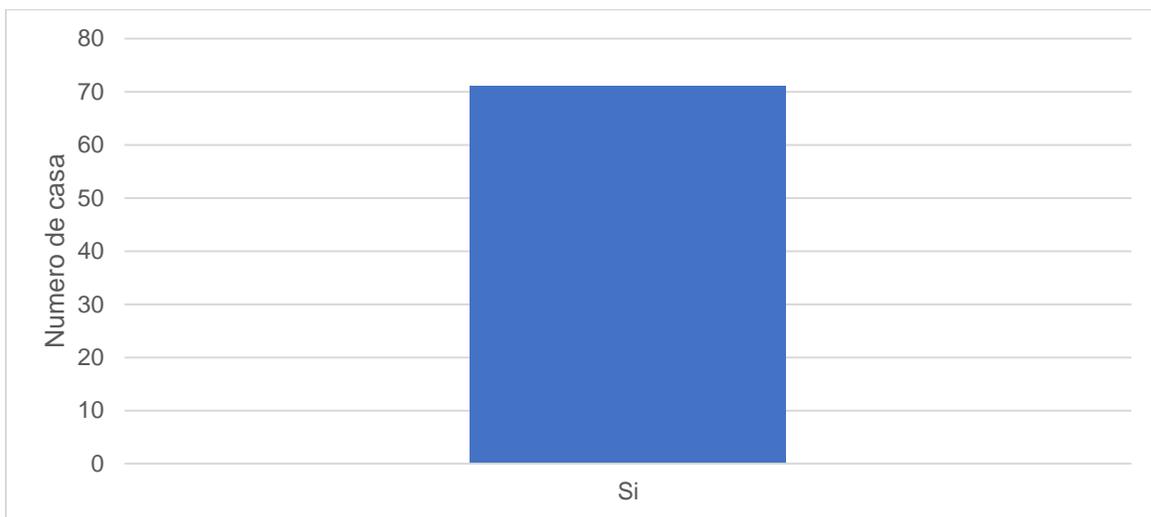
Haciendo un breve análisis en la comunidad se observa que 20 casas que equivale al 28.17% han padecido de parasitosis en los últimos 5 meses, de igual forma 20 casas que equivale al mismo porcentaje dijeron haber padecido de colera, y en 31 viviendas, equivalente al 43.66% expresaron que nunca han presentado ninguna enfermedad.

Tabla 20 : Aceptabilidad del proyecto

Descripción	Numero de casa	Porcentaje
Si	71	100.0
No	0	0.0
Total	71	100.0

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 19 : Aceptabilidad del proyecto



Fuente: Elaboración propia

De las 71 viviendas encuestada que representa el 100% de la población manifestaron que aceptarían un proyecto de agua potable.

VI. FUNDAMENTO TEÓRICO

El marco teórico que se presenta a continuación, permite conocer los conceptos básicos y necesarios para el entendimiento del desarrollo de este proyecto.

Todo se planteará en función de nuestros objetivos así que, partiremos con la definición de lo que es la topografía y los equipos topográficos a utilizar en el proyecto. Posteriormente lo que es el estudio de población, mismo que abarca el método de proyección, tasa de crecimiento y periodo de diseño.

Posteriormente tenemos todo lo referente al estudio de consumo (dotaciones), continúan conceptos importantes como la definición de fuente de abastecimiento, lo que es un cople y todos los conceptos de los caudales.

Luego se abarca lo que es la calidad del agua y su almacenamiento. Por último, se presenta los componentes del sistema de conducción y distribución del agua.

6.1. Topografía

“La topografía puede definirse como una ciencia aplicada, encargada de determinar la posición relativa de puntos sobre la Tierra y la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre”. (VILLALBA, 2010, pág. 1).

6.1.1. Levantamiento topográfico

Conjunto de operaciones que tienen por objeto determinar la posición de puntos en el espacio y su representación en un plano, el conjunto de operaciones incluye:

- Selección del método de levantamiento.
- Elección del equipo a utilizar.
- Identificar y ubicar posibles vértices de apoyo.
- Realización de mediciones en terreno.
- Cálculo y procesamiento de datos.
- Elaboración de planos.

6.1.1.1. Equipo a utilizar

Estación total: Se denomina estación total a un instrumento utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Una Estación Total integra 4 equipos en uno solo con el objetivo de facilitar y eficientar los procesos topográficos de campo. Estos aparatos son: distanciómetro, teodolito, nivel de precisión y sistemas de pc. (Valencia, 2011, p. 4).

6.2. Estudio de población

6.2.1. Método geométrico

“Este método es aplicable a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua, se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros establecidos en la norma del INAA, basándose en el crecimiento histórico”. (INAA, Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua potable (NTON 09 001-99), 1989, p. 2).

6.2.2. Tasa de crecimiento

La información necesaria para seleccionar la tasa de crecimiento con la cual habrá de proyectarse la población de la localidad en estudio, podrá conseguirse en las Instituciones siguientes: INIDE, MINED y EL MINSA. Estas manejan toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963 y 1995 y 2005. INAA, indica que la tasa de crecimiento no debe ser menor del 2.5%, ni mayor que 4%; $2.5\% < r < 4\%$

6.2.3. Periodo de diseño

Cuando se trata de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, es obligatorio fijar la vida útil de todos los componentes del sistema; debe definirse hasta qué punto estos componentes pueden satisfacer las necesidades futuras de la localidad; qué partes deben considerarse a construirse en forma inmediata, y cuáles serán las previsiones que deben de tomarse en cuenta para incorporar nuevas construcciones al sistema. Para lograr esto en forma económica, es necesario fijar los períodos de diseño para cada componente del sistema. (INAA, 1989, pág. 23.).

Factores de importancia en la determinación del periodo de diseño son:

- Vida útil de las estructuras y equipo tomados en cuenta obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeaciones de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población: La fijación de un período económico está íntimamente ligado a factores económicos y su asignación está ajustado a criterios económicos, los cuales están regidos por los costos de construcción que inducirán a mayores o menores periodos de inversión, para atender la demanda que el crecimiento poblacional obliga.

En la práctica varía de 20, 30 hasta 50 años y depende de factores tales como: economía, fondos disponibles, criterio del diseñador, etc. En nuestro país se considera razonable diseñar el proyecto para un período de 20 años.

6.3. Estudio de consumo

6.3.1. Dotaciones

La dotación es la cantidad de recurso hídrico que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo humano, más los diversos usos domésticos racionalizados para cada individuo; en términos generales, son considerados todos los servicios que demanda cada integrante familiar en una hora o día promedio. En palabras más sencillas cuantificamos la producción del recurso que debe proporcionar al sistema a emplear con el fin de satisfacer efectiva y óptimamente a la comunidad.

Según la norma (INAA, Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua potable (NTON 09 001-99), 1989)“La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de: Nivel de Servicio adoptado, Factores geográficos, Factores culturales y Uso del agua. “

Cuando se habla de factores de la dotación se refiere que, no es igual la dotación asignada para la ciudad de Managua, en comparación a la estimada para el Municipio de Juigalpa, o una comunidad Rural, la primera tiende a ser mayor; ya

que, los hábitos diarios varían según la cultura de cada sitio, por ende, los usos y la cantidad del vital líquido destinados para cada actividad habitual variaran.

Cabe destacar, que las instituciones públicas (Escuelas, Iglesias, Centros de Salud, entre otros...), y las Industrias existentes, y, en caso de que haya hidrantes en el sitio en estudio, influirán también en el caudal de diseño; ya que, a cada uno se le asigna un factor u porcentaje de uso, y, este se le aplica al gasto obtenido según la población total, justificando así el agua demandada por dichas entidades.

6.4. Fuentes de abastecimiento

Son aquellos recursos que se encuentran en la naturaleza, o en el ambiente (creado) que pueden ser aprovechados por el hombre para su subsistencia o desarrollo tales como: acuíferos, manantiales, arroyos, ríos, lagunas, lagos, mares y océanos (NTON 05 – 029 – 06, 2006). La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesaria para garantizar la potabilidad de la misma.
- Es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico (Día de Máximo Consumo).

6.4.1. Concepto de acople

Acoplamiento es el acto y el resultado de acoplar. Este verbo hace referencia a vincular, combinar, acomodar, unir o ajustar dos o más elementos. Aplicado a los sistemas de agua potable se puede decir que es la unión de dos o más tuberías.

6.5. Abastecimiento de agua

El propósito fundamental de un sistema de abastecimiento de agua es suministrar agua segura para el consumo humano a un costo no muy elevado es decir razonable, la cantidad de agua para mantener la vida de una persona es

relativamente pequeña, pero al agruparse formando comunidades y tomando en cuenta las necesidades de cada persona, la cantidad se incrementa.

Un sistema de distribución de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores.

6.5.1. Caudal

El caudal, se relaciona a la demanda de agua que requiera la población en un periodo de diseño determinado. Para esto es necesario determinar el Caudal promedio diario (CPD), Caudal Máximo Día (CMD), y el Caudal Máximo Hora (CMH).

6.5.2. Consumo Promedio Diario (CPD)

El caudal promedio diario, CPD, es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

6.5.3. Consumo de Máximo Día (CMD)

El caudal máximo diario, CMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.

6.5.4. Consumo Máximo Hora (CMH)

El caudal máximo horario, CMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio.

6.5.5. Pérdidas en el sistema

Parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicios en el sistema. Dentro del diseño, es necesario considerar estas pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, esta se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua según las normas del INAA, el porcentaje se fijará en un 20%.

6.6. Calidad del agua

Se estima que el 80% de todas las enfermedades en el mundo están asociadas con el agua de mala calidad.

Muchas de las enfermedades tales como las infecciones de los ojos y la piel se deben probablemente a la falta de agua. Si se mejora la calidad y cantidad del suministro de agua, la proliferación de las enfermedades será disminuida previendo de esta forma epidemias futuras.

El objetivo de esta norma IINAA, es proteger la salud pública y por consiguiente ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua, que puedan representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua, para lo cual se deberán seguir las siguientes instrucciones.

- a) La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.
- b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.
- c) El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad del agua vigentes aprobadas por el INAA y MINSa.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua.

Tabla 21: Parámetros organolépticos

Parámetros organolépticos			
Parámetro máximo	Unidad	Valor	Valor
	Recomendado		Recomendado
Color verdadero	m/g (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 ⁰ c
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 ⁰ c, 3 a 25 ⁰ c

Fuente: INAA, (NTON09001-99),1989, pag.51

Tabla 22: Parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	⁰ c	18 a 30	
Concentración			
iones hidrogeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/lCaC ₀₃	400	
Sulfato	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/lCaC ₀₃	100	
Cobre	mg/l	1	2.0
Magnesio	mg/lCaC ₀₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol. Tot. Dis.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3.0

Fuente: INAA, (NTON09001-99),1989, pag.51

6.6.1. Agua potable

“El agua potable es el agua apta para consumo humano, es decir, el agua que puede tomarse directamente o usarse para lavar y/o preparar alimentos sin riesgo alguno para la salud”. (Raffino, 2019, pág. 1).

6.6.1.1. Consumo de agua potable

El consumo es la parte del suministro de agua potable que generalmente utilizan los usuarios sin considerar las pérdidas en el sistema. Se expresa en unidades M³/día o L/día, o bien cuando se trata de consumo per cápita se utiliza (L/hab/día o LPPD). El consumo de agua se determina de acuerdo con el tipo de usuarios, se divide según su uso en: doméstico y no doméstico; el consumo doméstico se suele dividir según la clase socioeconómica de la población. El consumo no doméstico incluye el comercial, el industrial y de servicios públicos.

6.7. Almacenamiento

6.7.1. Tanque de almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (INAA, Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua potable (NTON 09 001-99), 1989, p. 30).

6.7.1.1. Capacidad

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva. El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

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

6.7.2. Localización del tanque

Los tanques estarán situados en sitios lo más cercano posible a la red de distribución, teniendo en cuenta la topografía del lugar y debe ser tal que produzca en lo posible, presiones uniformes en todos y cada uno de los nudos componentes de dicha red. (INAA, NTON 09 003-99, 1989, p. 53).

6.8. Sistema de conducción y distribución del agua

6.8.1. 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:

- a) Se deberá diseñar para condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, ($CMH = 2.5CPD$, más las pérdidas volumétricas).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento

6.8.2. Líneas de conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y

vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios. (INAA, Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua potable (NTON 09 001-99), 1989, p. 24).

6.8.2.1. Línea de conducción por gravedad

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario, más las pérdidas por fugas.
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 50 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

6.8.3. Sistema por gravedad

El diseño de la red de distribución se hará para tres condiciones de operación.

a) Consumo de la máxima hora para el año último del período de diseño. En esta condición se asume una distribución razonada de la demanda máxima horaria en todos los tramos y circuitos de la red de distribución, pudiendo el caudal demandado llegar bajo dos condiciones según sea el caso:

- 1) El 100% del caudal demandado llegará por medio de la línea de conducción, fuente o planta de tratamiento, siempre y cuando no se contemple tanque de almacenamiento.
- 2) El caudal demandado llegará por dos puntos, la demanda máxima diaria por la línea de conducción y el resto aportado por el tanque de abastecimiento para completar la demanda máxima horaria.

b) Consumo coincidente. Ese caudal corresponde a la demanda máxima diaria más la demanda de incendio ubicado en uno o varios puntos de la red de distribución.

c) Demanda cero. En esta condición se analizan las máximas presiones en la red.

6.8.4. Pérdidas de energía por fricción

A medida que un fluido fluye por un conducto, tubo o algún otro dispositivo, ocurren pérdidas de energía debido a la fricción que hay entre el líquido y la pared de la tubería; tales energías traen como resultado una disminución de la presión entre dos puntos del sistema de flujo. Esto constituye lo que se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicios en el sistema. En el cálculo hidráulico estas pérdidas por fricción serán determinadas mediante el uso de la fórmula de Hazen–Williams

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo del diseño para mini - acueducto, se basará principalmente en “las Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua”, que han sido establecidas por el INAA, en los criterios de Hidráulica y en los conocimientos básicos de Ingeniería Sanitaria permitiendo el cumplimiento de cada uno de los objetivos planteados. La metodología a emplearse se desarrollará en las siguientes actividades:

7.1. Generalidades del proyecto

Antes de iniciar el diseño de un sistema de esta índole, se deberá tener un buen conocimiento del área y para esto es necesario realizar investigaciones de todas las condiciones que pueden significar aporte de datos para un diseño equilibrado, de costo razonable y capaz de llenar las necesidades bases de la obra que se desea construir.

Para el presente proyecto a continuación, se muestran los estudios que se tomaron en cuenta en el diseño del mini - acueducto para la población de San Diego.

7.2. Estudio topográfico

Con los equipos del programa institucional UNI- Juigalpa, se realizó el levantamiento topográfico de la comunidad (ver anexo 1), a partir del punto de acople, que permitió determinar la ubicación de la red y cada componente del sistema; adaptándose al terreno para reducir los costó en una futura elaboración del proyecto.

Para dicho levantamiento se utilizó una estación total Gowin TKS - 202, orientándose con 2 coordenadas asumidas (x, y, z), para la elaboración de los planos topográficos del sistema de abastecimiento propuesto en el *software* Auto CAD Civil 3D.

7.2.1. Elaboración de los planos topográficos

Se procedió a la elaboración de los planos topográficos del sistema propuesto, haciendo uso del software civil 3D, con el fin de realizar el respectivo diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.

7.3. Estudio de la población

Con el fin de conocer datos estadísticos importantes de la población de San Diego, como su población actual, situación socioeconómica entre otras variables se realizó en cada una de las viviendas una encuesta poblacional (ver anexo 2, 3), con la cual se efectuó la proyección de la población y se determinó los caudales de diseño para cada uno de los elementos que conformarán el sistema del proyecto.

Dicho estudio es de mucha importancia para determinar la capacidad económica de la población; ya que, la construcción de mini acueducto, implica inversiones de cuantiosos recursos tanto humanos como técnicos y económicos. En todo sistema de abastecimiento del vital líquido, la mano de obra de operación y mantenimiento son inevitables y deben ser cubiertos por los habitantes beneficiados.

7.3.1. Proyección de la población

Se proyectó la población utilizando el método geométrico ya que el aumento de la población es proporcional al tamaño de la misma en un determinado tiempo, además de ser el método utilizado en Nicaragua para proyección de población. La información base se obtuvo del censo poblacional realizado personalmente. Se calculó la tasa de crecimiento en base a censos oficiales de fuentes como alcaldía e INIDE.

El patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, por ende, para el cálculo de la tasa de crecimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$r = \left(\frac{pf}{pi}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Ecuación 1: Tasa de crecimiento

Donde:

r = tasa de crecimiento

p_f = población final

p_i = población inicial

n = cantidad de años entre p_f y p_i

En el análisis de la tasa de crecimiento se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento mayor del 4%.
- Ninguna de las localidades tendrá una tasa de crecimiento urbano menor del 2.5%.

Si el promedio de la proyección de población presenta una tasa de crecimiento:

- Mayor del 4%, la población se proyectará en base al 4% de crecimiento anual.
- Menor del 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5% anual.
- No menor del 2.5%, ni mayor del 4%, la proyección final se hará basada en el promedio obtenido.

$$P_n = P_c (1 + r)^n$$

Ecuación 2 población futura

Donde:

P_n = Población futura.

P_c = Población actual.

n = Periodo de diseño.

r = Tasa de crecimiento

7.4. Estudio de consumo

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

- Nivel de servicio adoptado.
- Factores geográficos.
- Factores culturales.
- Uso del agua.

Para el proyecto se realizaron estudios de consumo, en base a las “Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua en el medio Rural (NTON 09001 – 99)” publicada por INAA, mediante la cual se tienen las siguientes dotaciones:

- a) Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignará un caudal de 30 a 40 lppd.
- b) Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.
- c) Para los pozos excavados a mano y pozos perforados se asignará una dotación de 20 a 30 lppd.

7.4.1. Nivel de servicio

El nivel de servicio está en base a la tipología de los medios a implementar para el aprovisionamiento del vital líquido tales como:

7.4.2. Puestos públicos

Son tomas de agua que se establecen particularmente en el sector rural para abastecer de 2 a 20 casas.

7.2.2.1. Consideraciones

- a) Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.

- b) El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz, etc.
- c) Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- d) En cada puesto público se colocará como máximo dos grifos.

7.2.2.2 Ubicación

- a) El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de los puestos domiciliarios
- b) Se ubicarán puestos en las escuelas, centro de salud y centros infantiles.
- c) El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- d) La distancia máxima entre el puesto y la casa más alejada será de 100m.

7.2.2.3. Criterios técnicos

- a) El flujo de un grifo deberá ser de 0.10 lps mínimo y 0.30 lps máximo. Se recomienda usar un flujo menor para no desgastar los empaques en muy corto tiempo. Se puede controlar el flujo con una válvula de tapón (globo de ½" en la entrada del puesto). Al instalar la válvula, tiene que ajustarse, para que se obtenga el flujo deseado.
- b) La carga residual mínima deberá ser de 5m y máxima 50m. Se recomienda cargas menores que la máxima permisible, porque se controla mejor el sistema y se presenta menor desgaste de los empaques y accesorios.
- c) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12mm).

7.4.3. 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 costos de operación (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio. Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

7.2.3.1. Condiciones sociales

- a) Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con tomas domiciliarias.
- b) Deberá realizarse una campaña educativa a la comunidad en cuanto al uso y ahorro del agua y protección del sistema, ya que cada casa contará con su llave.

7.2.3.2. Condiciones técnicas

- a) Se deberá realizar un estudio de factibilidad en el sistema particularmente de la capacidad de la fuente, debido a que la dotación se incrementa comparada con los puestos públicos.
- b) La comunidad deberá aportar parte de la tubería a utilizarse en las tomas domiciliarias.
- c) Se aplicarán todos los criterios técnicos señalados en la construcción de puestos públicos.
- d) El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12mm).

7.5. Parámetros de diseño

7.5.1. Periodo de diseño

En los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema con los siguientes propósitos:

- Determinar que períodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer las demandas de la comunidad.
- Que elementos del sistema deberán diseñarse por etapas.
- Cuáles serán las provisiones a considerarse para incorporar los nuevos componentes del sistema.

A continuación, se indica los períodos de diseño económico de los componentes de un sistema de agua potable.

Tabla 23: Periodo de diseño

Tipos de componentes	Periodo de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, INAA (2006)

7.5.2. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo están expresadas como factores de la demanda promedio diaria y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: Obras de captación, líneas de conducción, red de distribución, etc.

7.5.2.1. Consumo doméstico

Con la finalidad de conocer cuál sería el consumo promedio diario (CPD) de la de la población, se procedió a realizar el cálculo mediante la siguiente formula:

$$\text{Consumo doméstico} = \frac{DOT * POB}{86400}$$

Ecuación 3: Consumo doméstico

Donde:

DOT = Dotación de agua en función del tipo de sistemas lppd

POB = Población de la comunidad en análisis

7.5.2.2. Consumo máximo día

Se realizó el cálculo del consumo máximo día mediante el uso de la siguiente formula:

$$(CMD) = K * CPD + 20\% (CPD)$$

Ecuación 4 Consumo máximo diario

Donde: K tiene el valor de 150% por ser una zona fuera de managua.

7.5.2.3. Consumo máximo hora

Con el objetivo de determinar el consumo máximo en una hora, mismo que sería útil para modelar la red, se realizó el cálculo haciendo uso de la ecuación que se presenta a continuación:

$$(CMH) = K * CPD + 20\% (CPD)$$

Ecuación 5 Consumo máximo horario

Donde: K tiene el valor de 250% por ser una zona fuera de managua.

7.5.3. Presiones máximas y mínimas

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

Presión mínima: 5.0 m

Presión máxima: 50.0 m

Tabla 24: Coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams

Material de conducto	Coeficiente de rugosidad
Tubo de hierro galvanizado (H ⁰ G ⁰)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de hierro fundido (H ⁰ F ⁰)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural, INAA 2006.

7.5.4. Velocidades permisibles en tuberías

Se recomienda fijar valores de velocidades de flujos en los conductos en un rango para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles y brindados por la norma NTON 09001 - 99 son los siguientes:

Velocidad mínima = 0.4 m/s

Velocidad máxima = 2.0 m/s

La velocidad es calculada por el software Epanet a través de la fórmula de continuidad, que se expresa:

Ecuación 6 :Continuidad

$Q = V * A$ Despejando la velocidad:

$V = Q/A$ Dónde:

V = Velocidad (m/s).

Q = Caudal (m³/s).

A = Área de la sección transversal de la tubería (m²).

7.5.5. Cobertura de tuberías

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo.

7.5.6. Pérdidas volumétricas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes. La cantidad de agua pérdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario, cuyo valor no deberá ser mayor al 20%.

7.5.7. Pérdidas de energía en el sistema

Se realizaron los cálculos de las pérdidas de energía en el sistema, utilizando la fórmula propuesta por Hazen – Williams.

$$HF = 10.67 * \frac{Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Ecuación 7 : Pérdidas por fricción

Donde:

Q: caudal

C: constante de rugosidad según el material del conducto

D: diámetro de la tubería

L: longitud de la tubería

7.6. Análisis de la fuente de abastecimiento

7.6.1. Caudal y presión

Con el fin de determinar si se puede satisfacer la demanda diaria de los consumidores de San Diego, primeramente, se realizó un diagnóstico de la obra existente del sistema de agua potable, es decir, del punto de acople (que tendrá la función de fuente de abastecimiento). Con el apoyo de la empresa Nicaragüense de

Acueductos y Alcantarillados ENACAL, se instaló por 5 días, un datalogger en la última vivienda conectada al punto de acople (ver anexo 4), que permitió registrar los datos de presiones y caudales disponibles.

7.6.2. Calidad del agua

Con respecto a la calidad del agua en el punto de acople, el vital líquido es proveniente de la planta de tratamiento de Juigalpa Chontales. Esta, ya viene con su respectivo tratamiento que la hace apta para el consumo humano, es por esto que únicamente se revisó el parámetro fisicoquímico de cloro residual, para corroborar si el punto donde se desea acoplar cumple como mínimo, con los parámetros de cloro residual brindados por la normativa del INAA, que es de 0.5 mg/l - 1 mg/l.

Con apoyo de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios (ENACAL), se tomaron muestras de agua en el punto de acople, San pedrito, luego en Juigalpa, con apoyo del jefe de calidad de agua, ing. Miguel Meza, se agregó un reactivo llamado DPD1 y con un comparador de cloro residual libre, se determinó la cantidad de cloro residual existente en el punto de acople (ver anexo 5). Con este dato posteriormente se realizó una modelación en Epanet, con la finalidad de analizar si hasta el último punto de la red de distribución ubicado en San Diego, el cloro residual aún se encuentra en el parametro que nos establece la normativa.

7.7. Línea de conducción

Se diseño la línea de conducción según lo establecido en la norma del INAA, la cual orienta utilizar el consumo máximo día. Además, para vencer las perdidas por fricción se consideró la presión residual y la elevación en el punto de acople para obtener la carga estática suficiente que permite transportar el caudal, aguas abajo desde la fuente de abastecimiento (punto de acople), en San Pedrito, hasta el tanque de almacenamiento ubicado en San Diego.

7.8. Diseño de la red de distribución

“En el diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del proyectista, sobre todo en aquellas zonas en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del periodo de diseño”. (INAA, NTON 09 003-99, 1989, p. 41).

El sistema de distribución tiene como función principal, suministrar el agua potable suficiente a los diferentes consumidores en forma segura.

Las redes de distribución de agua potable en los pueblos y ciudades son generalmente redes que forman anillos cerrados. Por el contrario, las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas.

Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente, se diseñó toda la red del sistema, en base al consumo máximo horario al final del período de diseño, el agua que suplirá la demanda máxima hora de la comunidad, será procedente de un tanque de almacenamiento ubicado en el centro de la comunidad.

7.9. Disposición del sistema

7.9.1. Fuente – Tanque de almacenamiento - Red de distribución

Esta alternativa consiste en transporta por gravedad el agua proveniente de la fuente hasta un sistema de almacenamiento. Esto, con el fin de suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Este sistema es de carácter económico y funcional. Ya que puede permitir el abastecimiento de agua potable al 100% de la comunidad, al final del periodo de diseño, cumpliendo con las presiones requeridas en todos los puntos de la red de distribución.

7.9.2. Selección de tubería a emplear

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

Tabla 25: Presiones de trabajo

SDR	(kg/cm ²)	(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: ASTM

En este caso solamente se determinará la presión residual máxima, la cual se hará una comparación con los rangos de presión de trabajo que se muestran en la tabla 3, teniendo como opción la tubería SDR 26 y 32.5, todo esto se comparara con los precios de las tuberías respetando la carga máxima de 50mca máximo que plantea la norma del INAA.

7.9.3. Diámetros

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico. Definidas las clases de tubería y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

7.10. Tanque de almacenamiento

Tomando en consideración los criterios de diseños para el tanque de almacenamiento establecidos en la norma del INAA, los cuales fueron mencionados en los subtítulos 6.7 y 6.7.1 del presente documento. Se diseñó el tanque de almacenamiento, el cual estará ubicado en el centro de la comunidad de San Diego, en el punto que tiene la mayor elevación. Este tendrá la función de suplir la cantidad

necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Las fórmulas utilizadas para calcular su volumen y dimensiones se presenta continuación:

Vol. Tanque = 35 % CPD

Ecuación 8: Volumen del tanque

Donde:

CPD = Consumo promedio diario

Vol. Compensador + Vol. Reserva = 35 %

Para sus dimensiones se utilizó el volumen del tanque calculado anteriormente y se igualó al cálculo de volumen de un cilindro. Ya que la figura propuesta para el tanque de almacenamiento en el presente estudio, es un tanque cilíndrico con su diámetro igual a su altura.

Entonces:

$$\Phi = h$$

$$\text{Vol. Tanque} = \frac{\pi}{4} * \phi^2 * h$$

$$\text{Vol. Tanque} = \frac{\pi}{4} * \phi^3$$

$$\rightarrow \Phi = \sqrt[3]{\left(\frac{4}{\pi} * \text{Vol. Tanque}\right)}$$

Ecuación 9: Dimensiones del tanque

Donde:

Φ = diámetro del tanque

H = altura den tanque

7.10.1. Concentración de demanda

La concentración de caudales en los nodos se realizó calculando el caudal por unidad de longitud y determinando la longitud tributaria para cada nodo. Ya que la norma, establece que en localidades pequeñas como lo es San Diego y en localidades en las cuales se pueda estimar que su desarrollo futuro sea en base a densidades uniformes, se podrán obtener los consumos concentrados en base al consumo por unidad de longitud de las tuberías.

Para esto primero se calculó el caudal unitario que está definido por la siguiente

formula:
$$q_u = \frac{Q}{\sum L}$$

Ecuación 10: Caudal unitario

Donde:

q_u : Caudal unitario

Q : Caudal de máxima hora

$\sum L$: Longitud total

Posteriormente se procedió a calcular los caudales concentrados en cada uno de los nodos de la red mediante la siguiente formula:

$$q_c = (1/2)(\sum L)(q_u)$$

Ecuación 11: Caudal concentrado

Donde:

q_c : Caudal concentrado

(1/2): valor constante para tomar las longitudes tributarias

$\sum L$: Longitud total

q_u : Caudal unitario

7.11. Análisis de la red en el software EPANET

Se realizará el trazado y modelaje de la red de distribución utilizando el software Epanet, el cual trabaja en base al método de relajamiento de Hardy Cross. La cual está definida con la siguiente fórmula:

$$\Delta Q = - \frac{\sum(HF)}{1.85 \sum(HF/Q)}$$

Ecuación 12: Variación de caudal

Donde:

ΔQ = Variación de caudal

$\sum(HF)$ = Sumatoria de las perdidas

$\sum(Q)$ = Sumatoria de caudales

El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica, dentro de una red presurizada.

7.12. Análisis y calculo hidráulico del sistema

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico, y, la demanda promedio diaria y horaria de los pobladores. El cálculo hidráulico se hizo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por ENACAL, para el sector rural.

El análisis y cálculos hidráulicos comprenden:

- Determinación de la demanda.
- Selección de la dotación de agua.
- Proyección de la demanda para 20 años.
- Diseño de la red de distribución a través del sistema electrónico EPANET.

7.13. Recopilación de datos

Se visitaron las instituciones locales correspondientes, tales como: Alcaldía Municipal de Juigalpa, centro de salud de la comunidad, MINED, entre otros, para contar con la información necesaria sobre el sitio, documentación de la caracterización de la zona. Cabe destacar, que se recopilaron datos gracias a la aplicación de una encuesta en cada hogar.

7.14. Evaluación socio-económica

La encuesta realizada permitió realizar la evaluación socioeconómica de la comunidad para identificar las condiciones de vida actuales, los niveles de pobreza, el grado de educación y el acceso a ella, conocer sobre los problemas de salud vinculados con el consumo de agua. Este estudio se hizo para adoptar las técnicas y tecnologías contractivas más adecuadas en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en este medio Rural.

7.15. Realización del presupuesto

Se elaboró una tabla de Excel que contiene la descripción de las actividades a realizar en la obra, las unidades de medida, cantidades, costos unitarios y costos totales tanto de materiales como de mano de obra, utilizando el listado del Maestro de Precios del FISE (Fondo de Inversión social de emergencia). A partir del presupuesto, se dedujo términos acerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra.

Se debe hacer un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamiento topográfico. En este sentido cobra importancia el cálculo de take off, que consiste en determinar volúmenes y cantidades de materiales pertenecientes a cada una de las etapas que integran la obra. Se entregará el presupuesto respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, incluyendo partida, cubicación, precio unitario y total.

7.16. Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento se realizó en los siguientes softwares:

- Excel, Word, AutoCAD y EPANET.
- Procesamiento de datos obtenidos en visita casa a casa para conocer el estudio socio- económico, en Microsoft Excel y SPSS.
- Se seleccionó la información recopilada para redacción de este documento.
- Estudio de manuales de programas a utilizar.
- Digitalización de datos de instrumentos topográficos.
- Identificación de posibles líneas de distribución del agua.
- Obtención de ecuaciones y normas de diseño.
- Análisis de diferencias de niveles en la topografía.

El procesamiento de los datos está enfocado principalmente a los resultados de la velocidad en los tramos y la presión en cada nodo, si estos no cumplen con lo establecido en las normas nacionales se pueden proponer otros diámetros hasta obtener resultados aceptables.

Una vez procesados los datos en los diferentes programas, se organizó en tablas, cuadros, gráficos y dibujos, posterior se realizó el análisis de los mismos.

VIII. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

8.1. Proyección de población y demanda

Uno de los factores que intervienen directamente en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es el número de individuos que se desea beneficiar con el servicio; ya que, a partir de dicha información se definen los gastos demandados que determinarán la capacidad de todos los elementos que construirán el acueducto.

8.1.1. Proyección de población

Para determinar los volúmenes del vital líquido, necesarios para el abastecimiento del agua potable durante los próximos 20 años a la población de San Diego y poder conocer las capacidades debe tener la fuente, red de distribución, fue necesario conocer primero la población actual y en base a ésta, determinar la población futura durante todo el período de diseño. Para la proyección de población de esta localidad, se aplicó el método geométrico; partiendo de los datos suministrados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo, (INIDE).

8.1.1.1. Población actual

Con el fin de obtener datos veraces de la población actual y número de viviendas, se realizó la encuesta casa a casa en la localidad en estudio. Obteniendo los siguientes datos de población y viviendas.

Tabla 26: Población actual e índice habitacional

Comunidad	población y vivienda		
	habitantes	viviendas	hab/vivienda
San Diego	335	71	5

8.1.1.2. Selección de la tasa de crecimiento

En base al censo nacional realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE), en el año 2005 se tomó este dato de población y a través de nuestra encuesta realizada obtuvimos nuestra población actual. Una vez conocido

estos dos datos importantes para nuestro estudio, se realizó el cálculo de tasa de crecimiento.

Tabla 27: Habitantes de la comunidad en 2005 y 2020

Comunidad	año	habitantes
San Diego	2005	285
	2020	335

Tasa de crecimiento

$$r = \left(\frac{335}{285}\right)^{\frac{1}{15}} - 1$$

$$r = 0.0108$$

$$r = 1.08\%$$

La tasa de crecimiento a utilizar será del 2.5% por ser la tasa mínima brindada por la norma.

8.1.1.3. **Proyección de la población futura**

En el diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua de las Comunidad se usó el método de la proyección geométrica, para la proyección de la población futura de San Ramón. Con una tasa de incremento geométrico anual del del 2.5%.

$$Pn_{2040} = 335(1 + 2.5\%)^{20} = 549 \text{ hab}$$

$$pn_{2040} = 549 \text{ hab}$$

Tabla 28: Proyecciones de la población

Año	N° Años	Tasa de crecimiento (r)	Po (Hab.)	Pn (Hab.)
2020	0	2.50%	335	335
2025	5	2.50%	335	379
2030	5	2.50%	379	429
2035	5	2.50%	429	485
2040	5	2.50%	485	549

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, la población de diseño de la localidad en estudio al final del periodo es de 549 habitantes.

8.1.2. Proyección de consumo

8.1.2.1. Nivel de servicio y dotación

El nivel de servicio propuesto corresponde en su totalidad a conexiones domiciliarias y la dotación corresponde a 60 lppd, durante todo el periodo de diseño conforme a las Normas Técnicas de Diseño de Abastecimiento de Agua potable del medio Rural.

Por lo anterior, se propone establecer una dotación per cápita mínima para el consumo de agua domestico de 16 GPM, para la población que será abastecida de agua potable, por medio de conexiones de patio.

8.1.2.2. Estimación de consumos

La demanda de agua futura, para el sector en estudio ha sido determinada en base a las proyecciones demográficas, dotaciones y nivel de pérdidas. En base a dichos valores y los parámetros definidos, la demanda de agua para el año 2040 del poblado San Diego, resultó ser, de **0.75 lps** para el consumo de máximo día y **1.19 lps** para el consumo de máxima hora al final del periodo de diseño.

A continuación, se presenta el cálculo final para el año 2040 y una tabla de resumen con la proyección de todos los gastos demandados tanto para el periodo actual como para el final de diseño.

$$Dot = 60 \text{ L/hab/ dia}$$

$$Consumo \text{ doméstico}_{2040} = \frac{(549)(60)}{86400} = \mathbf{0.38lps}$$

$$CPD = 0.38+7\%*0.38+7\%*0.38+0.02*0.38= \mathbf{0.44 \text{ lps}}$$

$$CMD = 1.5 * 0.44 + 0.20 * 0.44 \text{ lps} = \mathbf{0.75 \text{ lps}}$$

$$CMH = 2.5 * 0.44 + 0.20 * 0.44 \text{ lps} = 1.19 \text{ lps}$$

Tabla 29: Estimación de consumo

Año	Pn (Hab.)	Dotación (litros/pobladores/día)				unidad de medida lps			
		dotación	Institucion7%	comercio 7%	industria 2%	CPD	HF 20%CPD	CMD	CMH
2020	335	60	4.2	4.2	1.2	0.27	0.05	0.46	0.73
2025	379	60	4.2	4.2	1.2	0.31	0.06	0.52	0.82
2030	429	60	4.2	4.2	1.2	0.35	0.07	0.59	0.93
2035	485	60	4.2	4.2	1.2	0.39	0.08	0.66	1.06
2040	549	60	4.2	4.2	1.2	0.44	0.09	0.75	1.19

Fuente: Elaboración propia

CPD: Consumo promedio diario, es la contribución de los consumos domésticos más porcentajes aplicados a la dotación doméstica, es decir, 7% por instituciones públicas, 7% por generado por el comercio y 2% industrial (Tabla 2-4 de NTON 099003-99); multiplicado por la población y dividido entre 86400 (para pasar de lppd a lps).

Hf = Caudal por fuga, = 20%CPD

➤ Variaciones diarias: el consumo máximo día (CMD)= 1.5 CPD + Qfugas

➤ Variaciones horarias: el consumo máximo horario (CMH)=2.5 CPD + Qfugas

Para la comunidad en cuestión, el consumo promedio diario total varía de **0.27 lps** en el año 2020 a **0.44 lps** en el año 2040.

En la comunidad en estudio, el consumo de máximo día varía de **0.46 lps** en el año 2020 a **0.75 lps** en el año 2040.

Para la localidad en análisis, el consumo de máxima hora varía de **0.73 lps** en el año 2020 a **1.19 lps** en el año 2040.

8.2. Fuente de abastecimiento

Para el abastecimiento de agua potable de los pobladores en la comunidad de San Diego, se propone abastecer del vital líquido hasta el año de 2040, a los habitantes de dicha localidad, mediante la obra de captación consistirá en un punto de acople

a un nodo que pertenece a la red principal del municipio de Juigalpa chontales, cuya tubería es de 2". (Ver anexo 6)

En base a datos recopilados y proporcionados por ENACAL, se cuenta en la última vivienda con una presión promedio de **35. mca.** (Ver anexo 7).

En cuanto al caudal, la fuente (tubería principal de 2 “), dispone de **450 Gpm** y en la última vivienda un gasto de **1.98 lps.** (Ver anexo 8)

Estos valores son favorables para nuestro diseño ya que excede al caudal de máxima demanda horaria por parte de la comunidad de San Diego; el cual es de, **1.19 lps.**

8.3. Red de distribución

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de cero consumos en la red y también con el consumo máximo horario en la misma, para verificar que las presiones estáticas se mantengan dentro del rango permitido y con el consumo máximo horario.

Antes de modelar el programa se realizó el cálculo de caudales concentrados de cada nodo, a continuación, se presenta el cálculo realizado en una tabla de resumen.

Tramos	Longitudes mts	Nodos	Demanda base lps
3-1	147.8	1	0.04
3-2	145.3	2	0.04
4-3	413.6	3	0.19
4-5	271.1	4	0.24
6-4	237.2	5	0.07
6-7	181.6	6	0.28
8-6	629.1	7	0.04
8-10	138.7	8	0.23
8-9	90	9	0.02
Total	2254.3	10	0.04
		Total	1.19

Fuente: Elaboración propia

8.3.1. Análisis del sistema con cero consumos en la red

El nodo con la menor presión calculada en la red, es el 7, este tiene una cota topográfica de 113 m.s.n.m. y la presión es de 9.5 m.c.a. a, según el análisis realizado. El nodo 11, posee la mayor presión calculada en la red, con una cota topográfica de 94 m.s.n.m. y presión de 37.80. m.c.a. (ver anexo 9).

8.3.2. Análisis del sistema con la demanda máxima horaria en la red

Al igual que en el análisis con cero consumos descritos anteriormente se encontró la concentración de las presiones mínimas y máximas del sistema en el nodo 7 y nodo 11. La presión mínima es de 9.45 m.c.a. a y se registra en el nodo 7. La presión máxima es de 37.80 m.c.a. a y se registra en el nodo 11. (ver anexo 10)

Con el consumo máxima horario no se encontraron presiones por encima de los 50 m.c.a.

En cuanto a las velocidades como bien se conoce dependen de gran manera del diámetro de la tubería, pero de igual forma del caudal concentrado en cada uno de los nodos, es por esto que las velocidades del flujo en nuestro sistema varían, la mayoría se encuentran en un intervalo de 0.24 y 0.59 m/s, obteniendo de esta forma valores que cumplen con los parámetros establecidos en la norma nacional, INAA. (ver anexo 10)

En algunos tramos cortos donde el caudal es super bajo, se modeló con diámetros mínimos de 1 ½ “, sin embargo, por el factor caudal las velocidades son bajas, estas van desde 0.02 a 0.13 m/s. Ante esto se dejarán algunas recomendaciones al final del documento.

8.3.3. Estudio del agua

Según el estudio realizado al agua, en el punto de acople, el resultado obtenido en el análisis fisicoquímico fue de 0.9 mg/l de cloro residual. Este parametro se encuentra en el rango establecido en la normativa nacional del INAA, la cual considera un rango de 0.5 mg/l a 1 mg/l. ver anexo (5)

En la modelación realizada en Epanet, para el cloro residual en todos los puntos de la red en San Diego, de igual forma cumple con los criterios ya que, se mantiene en el mismo rango de 0.9 mg/l, ver anexo (10). No varía con respecto al inicial, esto se debe a que las demandas son bajas.

8.4. Diseño del tanque de almacenamiento

$$Vol_{tanque} = 0.35 * 0.44 lps$$

$$Vol_{tanque} = 13.30 m^3$$

Se propone un tanque de almacenamiento con un volumen de 14 m³

$$Vol_{tanque} = 14 m^3 = 3698.41 \text{ GLNS}$$

Según nuestro volumen calculado se propone un Tanque de acero (A-36) capacidad. = 4000 Galones sobre torre Altura = 6.00m con fundación de concreto de 3000 PSI, (incluye pintura).

Dimensiones del tanque:

$$Vol = \frac{\pi}{4} * \theta^2 * h$$

$$Vol = \frac{\pi}{4} * \theta^3$$

$$\theta = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} * 14}$$

$$\theta = 2.61m$$

$$h = 2.61m$$

8.5. Costo del proyecto

El costo aproximado de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable en la comunidad San Diego, municipio de Juigalpa, departamento de Chontales es de C\$2,180,912 (dos millones ciento ochenta mil novecientos doce). (Ver anexo 13)

IX. CONCLUSIONES

- De acuerdo con los resultados del levantamiento topográfico y los análisis realizados, se concluyó que la solución más factible y funcional desde el punto de vista técnico y económico para esta comunidad, es el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad con las características Fuente – Tanque - Red de distribución.
- Se estima un crecimiento demográfico del 2.5%, en base al cual se considera una población a beneficiar de 549 habitantes para el año 2040.
- El sistema de abastecimiento se diseñó para un periodo de 20 años tomando en cuenta abastecer al 100% de la población proyectada, y de esa manera solucionar la problemática que enfrenta la comunidad de San Diego, en cuanto al agua para consumo humano.
- Se diseñó cada uno de los componentes del sistema de la red en el software de licencia libre EPANET, obteniendo para la demanda máxima horaria diámetros de tuberías que van desde 1 ½ “a 2” y cuyas presiones oscilan entre los 9.45 m.c.a. a y 37.80 m.c.a. Así mismo se analizaron las velocidades en el sistema y la mayoría de estas se encuentran en un rango de 0.24m/s y 0.59 m/s. sin embargo, hubo excepciones en algunos tramos cortos donde el caudal concentrado es muy bajo y la velocidad del flujo varía entre 0.02 a 0.13 m/s. En general casi todas las velocidades se encuentran en un valor cercano al estipulado en las normas **NTON 09001 - 99**, a pesar de ello, se propone colocar 6 válvulas de limpieza en las zonas más bajas de la red, evitando que se acumulen sedimentos. También, se diseñó un tanque de almacenamiento, el cual tendrá forma cilíndrica, con dimensiones que se describen a continuación: diámetro de 2.61mts, altura 2.61mts y una elevación de 120 m.s.n.m. incluyendo la altura de la torre de 6mts.

- El costo total del proyecto es de es de **C\$2,180,912** (dos millones ciento ochenta mil novecientos doce).
- Si en un futuro se llega a efectuar el proyecto, El sistema de agua potable funcionara correctamente cumpliendo al 100% tanto en las presiones como en las velocidades ya que se cuenta con suficiente caudal, mismo que es de 450gpm.

X. RECOMENDACIONES

A ENACAL:

- Monitorear la calidad del agua de la fuente seleccionada para el abastecimiento de esta localidad, ya que ésta garantiza la continuidad de los servicios en un horizonte de 20 años.
- Garantizar estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, válvulas de aire (ventosa) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.
- Capacitar a la comunidad para la formación del Comité de Agua Potable (CAP), en la operación, cuidado y mantenimiento del sistema propuesto con el fin de que sea auto sostenible.

A la Alcaldía del Municipio de Juigalpa:

- Formular un plan de desarrollo comunitario; ya que este tiende a ser de suma importancia para la formulación y sistematización de un proyecto de esta índole.
- Se recomienda también a las autoridades municipales, facilitar servicio de deposición de desechos sólidos; ya que, la comunidad de San Diego no cuenta con ello, y, cabe mencionar, que la manera en que hasta el momento los comunitarios han resuelto su carencia conlleva e incide de manera negativa al ambiente; contribuyendo también a la proliferación de enfermedades.

XI. BIBLIOGRAFÍA

Blandón, I. K. (Junio de 2013). *repositorio.unan.edu.ni*. Obtenido de repositorio.unan.edu.ni: <http://repositorio.unan.edu.ni/5502/1/94618.pdf>

INAA. (1989). *(NTON 09 003-99)*.

INAA. (1989). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento de Agua potable (NTON 09 001-99)*.

Valencia, L. H. (2011). Manual de operacion de la estacion total. En L. H. Valencia, *Manual de operacion de la estacion total* (pág. 77). valencia .

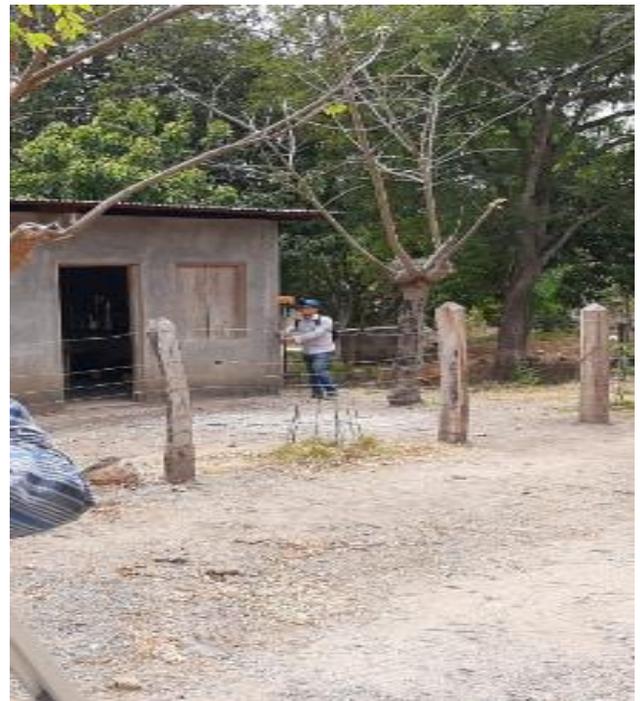
VILLALBA, M. A. (2010). <https://www.ecoediciones.com>. Obtenido de <https://www.ecoediciones.com>: <https://www.ecoediciones.com/wp-content/uploads/2018/02/Topograf%C3%ADa-Conceptos-y-aplicaciones-ebook.pdf>

XII. ANEXOS

Anexo 1: Levantamiento topográfico



Fuente: Elaboración propia



Anexo 2: Encuesta a la población



Líder en Ciencia y Tecnología

Encuesta a población

Universidad Nacional de Ingeniería.

I. Introducción

Nosotros como estudiantes de la carrera de ingeniería civil, estamos aplicando esta encuesta para conocer la opinión de la población sobre la realización de un mini-acueducto de agua potable en la comunidad de San Diego, municipio de Juigalpa Chontales.

II. Objetivo

Aplicar una encuesta a la población de San Diego, que determine los datos que aporten a la sistematización de un mini-acueducto de abastecimiento de agua potable en la comunidad, y, el comportamiento socio-demográfico, a su vez, el índice habitacional en base a los valores poblacionales.

III. Instrucción

Responda los datos generales con cifras exactas, ya que, sus datos influirán directamente en la racionalización de la dotación de vital líquido por persona.

Seleccione su respuesta con una X de acuerdo a su criterio.

IV. Datos generales

Edad: _____ Sexo: _____ Estado civil: _____ Escolaridad: _____

Datos Generales de la familia							
Departamento:		Municipio:		Comunidad:		Dirección:	
Total de miembros	F	M	Niñ@s				
Grupos etarios							
Niñas (0-5)	Niñas (6-12)	Adolecen. F (13-18)	Adultos de F (19-60)	F, terc. edad>60			
Niños (0-5)	Niños (6-12)	Adolecen. M (13-18)	Adultos de M (19-60)	F, terc. edad>60			

V. Desarrollo

1. ¿Cuántos habitan en casa? 4 ___ 5 ___ 6 ___ Otros

(Especificar)_____

2. ¿Cuántas familias habitan en casa? 1___ 2___ 3 ___ Otros

(Especificar)_____

3. ¿Cuántos de los que habitan en casa trabajan?

2___ 3 ___ Otros (Especificar)_____

4. Cuánto es el Ingreso promedio al mes en su hogar

3,000 córdobas ___

5, 000 córdobas ___

7, 000 córdobas ___

Otros (Especificar)_____

5. ¿La casa que habita es?

Propia___

Alquilada___

Posando___

6. ¿De ser propietario, posee título de propiedad?

Poseo___

No Poseo___

En trámite___

Otros/Especificar_____

7. ¿Las paredes de la vivienda que habita son de?

Mampostería__

Madera__

Zinc__

Plástico__

Otros, especificar_____

8. ¿El piso de la casa que habita es de?

Tierra__

Cemento__

Cerámica__

Otro/especificar_____

9. ¿El techo de la vivienda es de?

Zinc__

Nicalit__

Teja__

Otro/especificar _____

10. ¿La casa que habita podría considerarse?

Humilde __

Cómoda __

Lujosa __

11. ¿Cuál es la procedencia del agua?

Quebrada __ Pozo __ Rio __ Otros (Especificar)_____

12. ¿Cuál cree usted que es la calidad de agua que recibe?

Buena ___ Intermedia ___ Mala___ Pésima___

13. ¿Con qué frecuencia se abastece de agua?

Diario ___ Varios días a la semana___ 1 vez a la semana ___ Cada 15 días ___ Mensual ___

14. ¿En qué almacenan el agua?

Cilindros ___ Bidones ___ Tanque ___ Cisterna ___ Balde ___ Otros ___

15. ¿Con que frecuencia le da mantenimiento a su depósito?

Diario ___ Día por medio ___ Semanal ___ Cada 15 días ___ Raras veces___

16. ¿Qué tipo de saneamiento le da al agua que consume?

a) Hierve el agua de la fuente___

b) Aplica cloro al agua de la fuente___

c) Incisos a) y b) ___

d) Compra agua (Embotellada/Purificada) ___

e) Otros (Especificar) _____

17. ¿Ha presentado recientemente usted y/o familia enfermedades como:

Parasitosis___

Cólera (diarrea y vómito) ___

Malaria___

Hepatitis___

18. ¿La fuente abastece la cantidad de agua suficiente para consumo, higiene personal y usos domésticos, tanto en época de invierno como

en verano? Solo en verano__ solo en invierno __ En ninguna de las dos temporadas__

19. ¿Qué tipo de letrina posee?

Letrina abonera ecológica __

Letrina común __

Ninguno__

20. ¿Qué utilizas para lavarte las manos después de ir al baño?

Sólo agua __ Ceniza __ Agua y jabón __ Otros (Especificar)__ Nunca

lo hago__

21. Con qué procuras lavar las frutas y/o vegetales antes de comerlos?

Agua__ Agua y jabón __ Agua y cloro __ otros (Especificar)__ No los

lavo__

22. ¿Le gustaría que su comunidad formara parte de un proyecto de agua potable?

Si __ No __

Anexo 3: Recopilación de datos (encuesta)



Fuente: Elaboración propia



Anexo 4: Recopilación de datos (Datalogger)

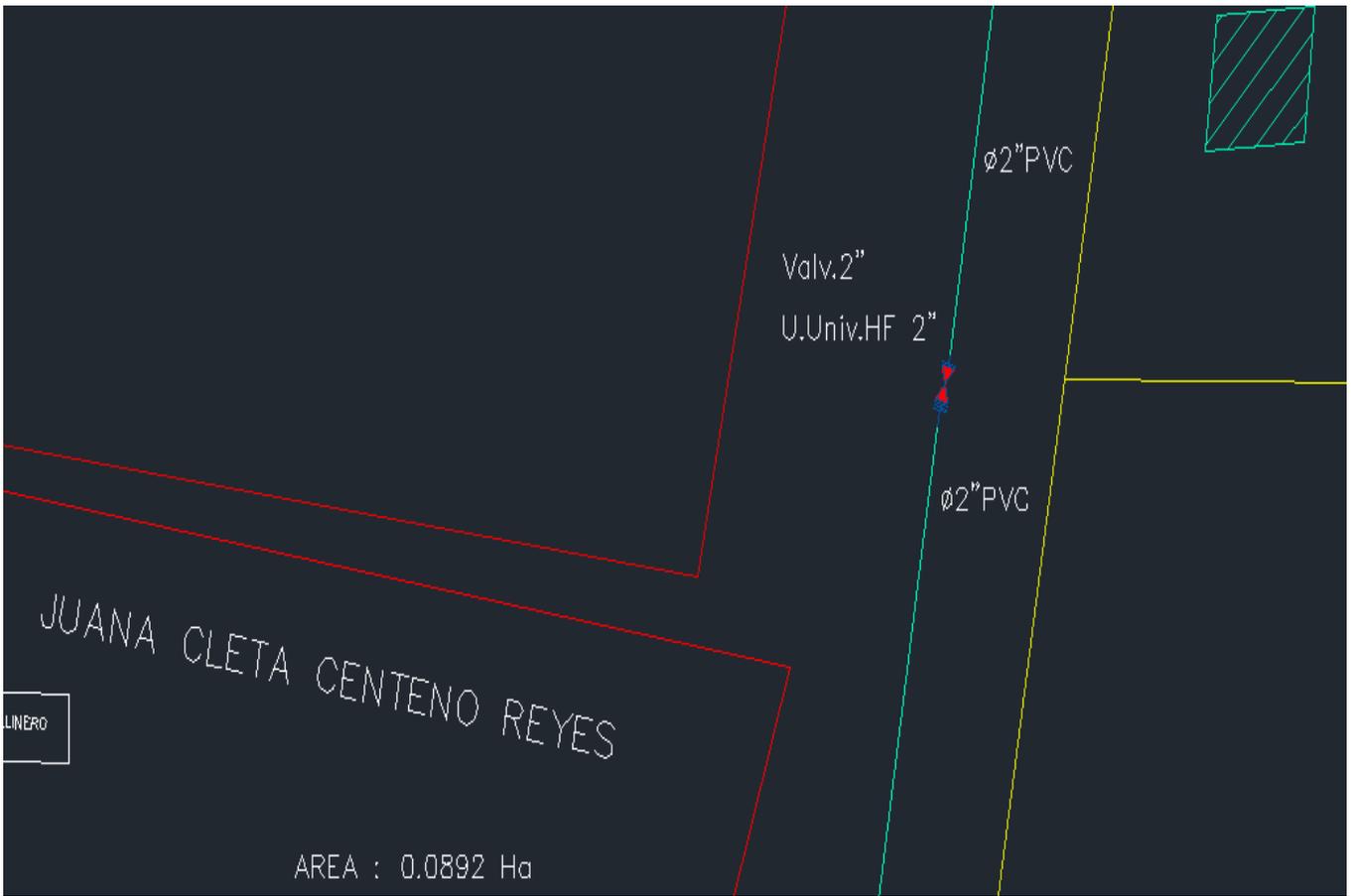


Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Toma de muestra de agua y análisis de calidad

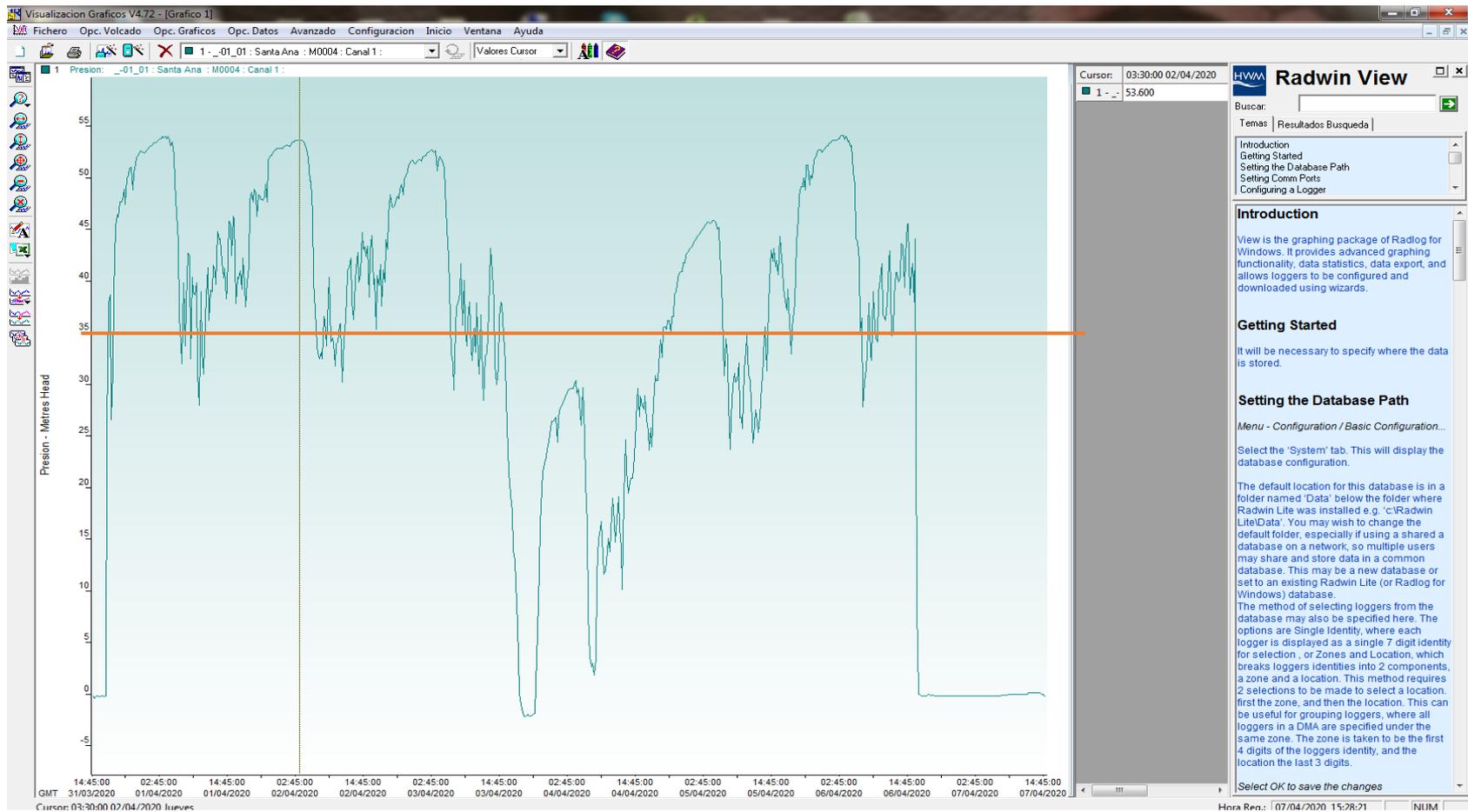


Anexo 6: Punto de acople



Fuente: Alcaldía municipal de Juigalpa

Anexo 7: Histograma de datos registrados por Datalogger



Fuente: ENACAL Chontales

Anexo 8: Constancia de ENACAL



CONSTANCIA

Por medio de la presente hacemos constar que la Línea de Conducción Tanque PTAP Juigalpa – Las Lajitas, está diseñada con las siguientes características:

- Tubería de Conducción: 4" P.V.C.
- Tubería de Distribución: 2" P.V.C
- Dotación: 120 lppd
- Caudal gpm: 450 gpm
- Caudal ltrs/seg: 1.98 ltrs/seg.

Extendemos dicha constancia para uso de Monografía de los Estudiantes,

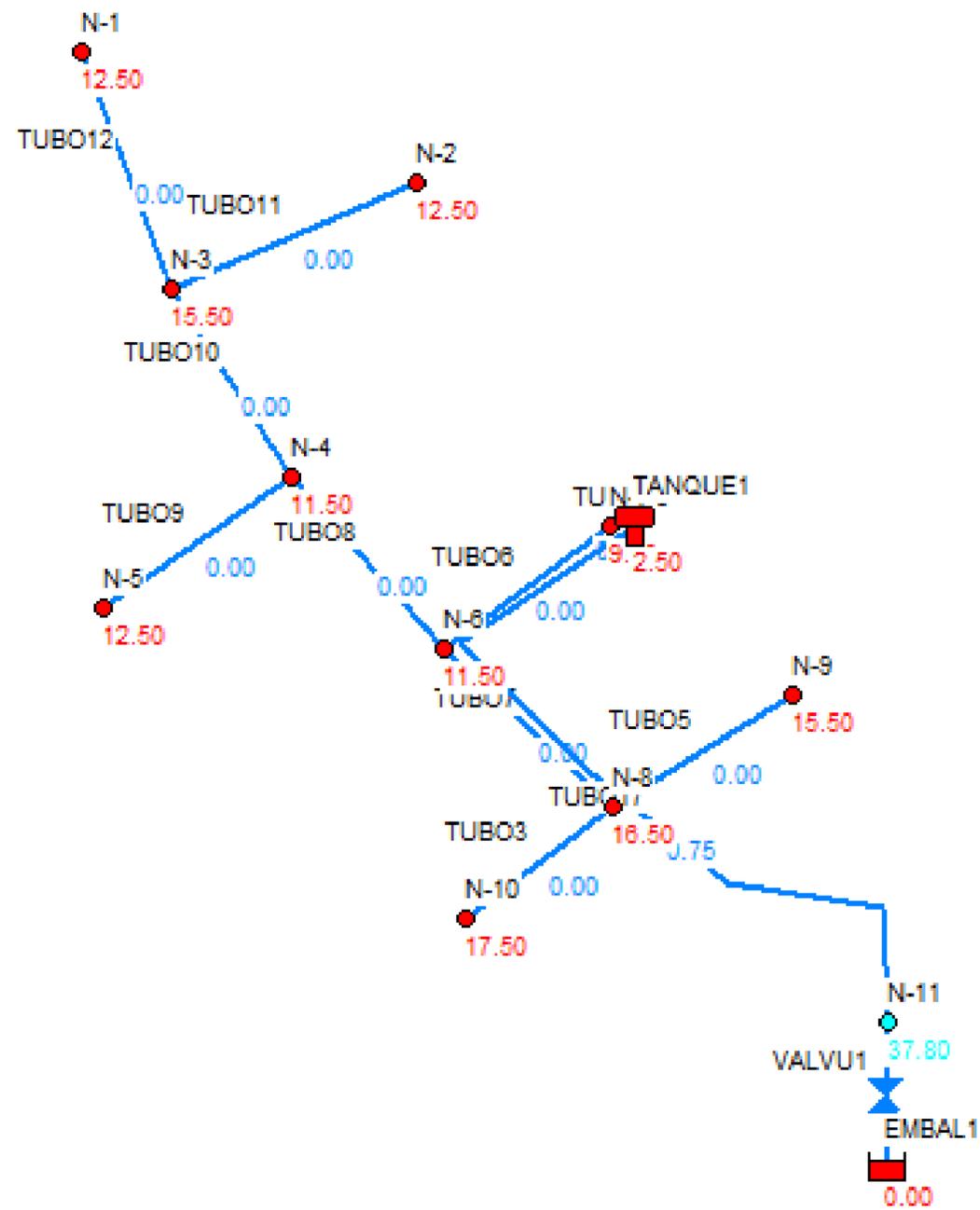
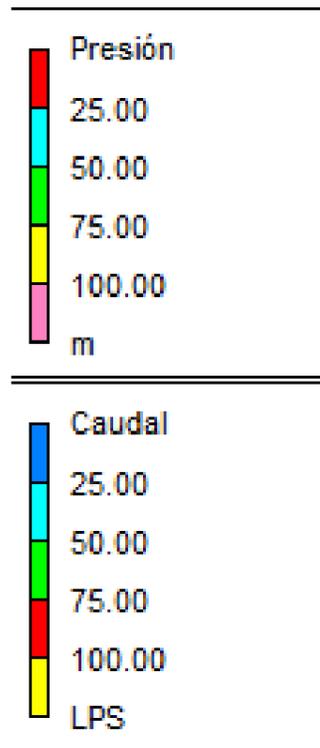
1. **Isaac Eliezer Lumbi**
2. **Jeferson Jhordany Galeano Oporta**

A los 30 días del mes de Junio del año 2020.



Ing. Rigoberto José Méndez Espinoza
Jefe Técnico Departamental.

Anexo 9: Análisis con cero consumos en la red



Fuente: Elaboración propia

(Presiones en la red para cero consumos)

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Demanda LPS	Presión m	Químico mg/L
Conexión N-8	106	0	0.00	16.50	0.00
Conexión N-9	107	0	0.00	15.50	0.00
Conexión N-10	105	0	0.00	17.50	0.00
Conexión N-6	111	0	0.00	11.50	0.00
Conexión N-7	113	0	0.00	9.50	0.00
Conexión N-4	111	0	0.00	11.50	0.00
Conexión N-5	110	0	0.00	12.50	0.00
Conexión N-3	107	0	0.00	15.50	0.00
Conexión N-2	110	0	0.00	12.50	0.00
Conexión N-1	110	0	0.00	12.50	0.00
Conexión N-11	94	0	0.00	37.80	0.00
Embalse EMBAL1	129	No Disponible	-0.75	0.00	0.00
Depósito TANQUE1	120	No Disponible	0.75	2.50	0.90

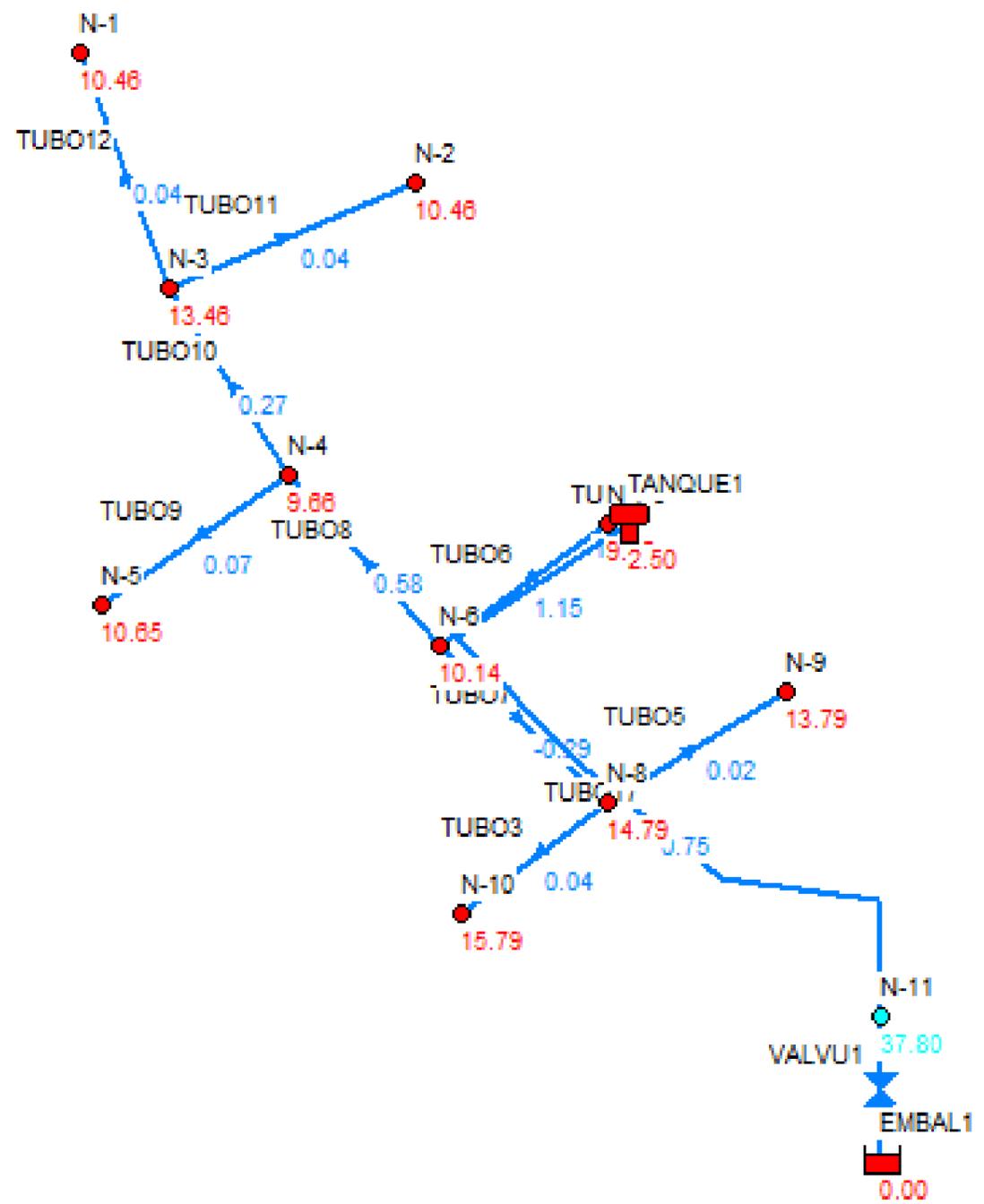
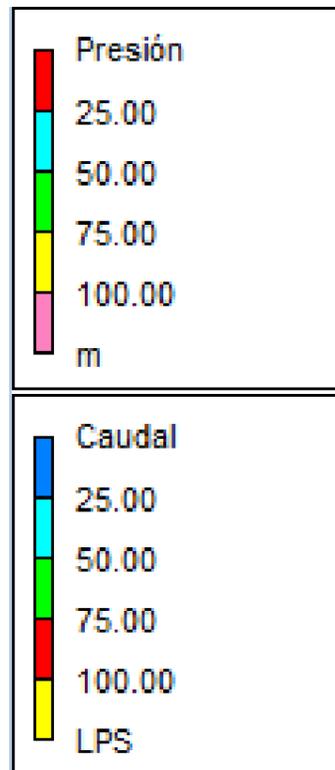
Fuente: Elaboración propia

(Velocidades en la red para cero consumos)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción
Tubería TUB03	138.7	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB05	66.07	38.1	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB06	181.6	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB07	629.1	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB08	237.2	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB09	271.1	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB010	413.6	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB011	145.5	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB012	147.8	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB016	6	50.8	0.00	0.00	0.00	0.000
Tubería TUB017	3412.7	52.8	0.75	0.34	2.73	0.024
Válvula VALVU1	No Disponible	52.8	-0.75	0.34	2.80	0.000

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: Análisis con Consumo Máximo Horario en la red



Fuente: Elaboración propia

(Presiones en la red para Consumo Máximo Horario y porcentaje de cloro residual)

ID Nudo	Cota m	Demanda LPS	Presión m	Químico mg/L
Conexión N-8	106	0.23	14.79	0.90
Conexión N-9	107	0.02	13.79	0.90
Conexión N-10	105	0.04	15.79	0.90
Conexión N-6	111	0.28	10.14	0.90
Conexión N-7	113	0.04	9.45	0.90
Conexión N-4	111	0.24	9.66	0.90
Conexión N-5	110	0.07	10.65	0.90
Conexión N-3	107	0.19	13.46	0.90
Conexión N-2	110	0.04	10.46	0.90
Conexión N-1	110	0.04	10.46	0.90
Conexión N-11	94	0.00	37.80	0.00
Embalse EMBAL1	129	-0.75	0.00	0.00
Depósito TANQUE1	120	-0.44	2.50	0.90

Fuente: Elaboración propia

(Velocidades en la red para Consumo Máximo Horario y porcentaje de cloro residual)

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Químico mg/L
Tubería TUB03	138.7	50.8	0.04	0.02	0.01	0.90
Tubería TUB05	66.07	38.1	0.02	0.02	0.02	0.90
Tubería TUB06	181.6	50.8	1.15	0.57	7.21	0.90
Tubería TUB07	629.1	50.8	-0.29	0.14	0.56	0.90
Tubería TUB08	237.2	50.8	0.58	0.29	2.03	0.90
Tubería TUB09	271.1	50.8	0.07	0.03	0.04	0.90
Tubería TUB010	413.6	50.8	0.27	0.13	0.49	0.90
Tubería TUB011	145.5	50.8	0.04	0.02	0.01	0.90
Tubería TUB012	147.8	50.8	0.04	0.02	0.01	0.90
Tubería TUB016	6	50.8	1.19	0.59	7.68	0.90
Tubería TUB017	3412.7	52.8	0.75	0.34	2.73	0.00
Válvula VALVU1	No Disponible	52.8	-0.75	0.34	2.80	0.00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11: pozo comunitario de San Diego 1



Fuente: Elaboración propia

Anexo12: pozo comunitario de San Diego 2



Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Presupuesto del proyecto

ETAPA	SUB ETAPAS	DESCRIPCION	U/M	Cant	Costo Unitario en C\$				Costo Total en C\$			
					Mat	M obra	Transp	Total	Mat	M Obra	Transp	Total
310	0	Preliminares										
	1	Limpieza inicial	m2	2,921.83	-	10.54	-	10.54	-	30,796.09	-	30,796.09
		Limpieza inicial manual	m2	2,921.83	-	10.54	-	10.54	-	30,796.09	-	30,796.09
310	2	Trazo y nivelación	m2	2,921.83	62.70	8.48	0.03	71.20	183,189.00	24,763.95	77.92	208,030.87
		Cuartón de pino de 2" x 2" x 5 vrs	Uds	974.00	133.00	-	0.04	133.04	129,542.00	-	38.96	129,580.96
		Regla de pino de 1" x 3" x 5 vrs	Uds	487.00	100.00	-	0.08	100.08	48,700.00	-	38.96	48,738.96
		Nylon	Uds	79.00	57.00	-	-	57.00	4,503.00	-	-	4,503.00
		Clavos de 2½" corrientes	Lbs	18.50	24.00	-	-	24.00	444.00	-	-	444.00
		Acarrear cuartón de 2" x 2" x 5 vrs	Uds	974.00	-	0.63	-	0.63	-	613.62	-	613.62
		Acarrear tabla de 1" x 3" x 5 vrs	Uds	487.00	-	0.94	-	0.94	-	457.78	-	457.78
		Instalar niveletas sencillas	Uds	487.00	-	48.65	-	48.65	-	23,692.55	-	23,692.55
320		Línea de conducción	ml	3,412.47	62.13	56.18	0.03	118.34	212028.20	191707.45	93.21	403846.86
		Tubería de PVC 2" SDR 26	ml	3,412.47	60.00	-	0.02	60.02	204748.20	-	68.25	204816.45
		Pega PVC (1/8" galón)	gl	32	210.00	-	0.78	210.78	6720.00	-	24.96	6744.96
		Cinta teflón	Uds	20	28.00	-	-	28.00	560.00	-	-	560
		Instalar Tubo PVC 2" SDR 26	ml	3,412.47	-	51.60	-	51.60	-	176083.45	-	176083.45
		Prueba hidrostática, con bomba manual, tubo pvc hasta 4" y longitud hasta 300 m	cu	12	-	1302.00	-	1302.00	-	15624.00	-	15624.00
330	0	Red de Distribución										
	1	Excavación para tubería	m3	2,921.23	-	56.52	-	56.52	-	165,112.61	-	165,112.61
		Zanja 0.60m*1m*4869.72m	m3	2,921.83	-	56.51	-	56.51	-	165,112.61	-	165,112.61
330	9	Tubería de 1.5" de diámetro	ml	90.00	47.68	54.30	0.43	102.41	4,291.60	4,886.70	38.58	9,216.88
		Tubería de PVC 1.5" SDR 26	ml	90.00	42.84	-	0.42	43.26	3,855.60	-	37.80	3,893.40
		Pega PVC (1/8" galón)	gl	1.00	210.00	-	0.78	210.78	210.00	-	0.78	210.78
		Cinta teflón	Uds	7.00	28.00	-	-	28.00	196.00	-	-	196.00
		Abrazadera de 3/4	Uds	6.00	5.00	-	-	5.00	30.00	-	-	30.00
		Instalar Tubo PVC 1.5" SDR 26	ml	90.00	-	39.83	-	39.83	-	3,584.70	-	3,584.70
		Prueba hidrostática, con bomba manual, tubo pvc hasta 4" y longitud hasta 300 m	cu	1.00	-	1,302.00	-	1,302.00	-	1,302.00	-	1,302.00
330	10	Tubería de 2" de diámetro	ml	1,535.30	61.95	56.69	0.03	118.67	95,118.00	87,033.48	40.07	182,191.55

		Tubería de PVC 2" SDR 26	ml	1,535.30	60.00	-	0.02	60.02	92,118.00	-	30.71	92,148.71
		Pega PVC (1/8" galón)	gl	12.00	210.00	-	0.78	210.78	2,520.00	-	9.36	2,529.36
		Cinta teflón	Uds	15.00	28.00	-	-	28.00	420.00	-	-	420.00
		Abrazadera de 3/4	Uds	12.00	5.00	-	-	5.00	60.00	-	-	60.00
		Instalar Tubo PVC 2" SDR 26	ml	1,535.30	-	51.60	-	51.60	-	79,221.48	-	79,221.48
		Prueba hidrostática, con bomba manual, tubo pvc hasta 4" y longitud hasta 300 m	cu	6.00	-	1,302.00	-	1,302.00	-	7,812.00	-	7,812.00
330	25	Válvulas y accesorios	cu	32.00	1152.10	2087.34	281.17	3520.61	36867.15	66794.97	8997.32	112659.44
		Instalación de válvula pase 1.5"	cu	1.00	95.00	798.90	-	893.90	95.00	798.90	-	893.90
		Instalación de válvula de pase 2"	cu	7.00	45.00	1,230.40	-	1,275.40	315.00	8,612.80	-	8,927.80
		Codo liso de pvc 45 2.5"	cu	3.00	41.00	105.99	-	146.99	123.00	317.97	-	440.97
		Tee lisa de pvc 2"	cu	3.00	40.00	185.71	-	225.71	120.00	557.13	-	677.13
		Tee reductora lisa de pvc de 2" a 1½" (SCH40) junta cementada	cu	6	55.95	69.94	13.99	139.88	335.70	419.64	83.94	839.28
		Válvula de limpieza de hierro fundido Diam. =1½"	cu	7.00	5,093.35	6,366.69	1,273.34	12,733.38	35,653.45	44,566.83	8913.38	89133.66
		Instalación de válvula compuerta de 2.5"	cu	4.00	35.00	2,853.20	-	2,888.20	140.00	11,412.80	-	11,552.80
		Cruz pvc 2.5"	cu	1.00	85.00	108.90	-	193.90	85.00	108.90	-	193.90
330	4	Relleno y Compactación	m3	2,908.31	-	50.70	-	50.70	-	147,451.32	-	147,451.32
		Relleno y compactación con material natural	m3	2,908.31	-	-	-	-	-	-	-	-
		Relleno y compactación a mano	m3	2,908.31	-	50.70	-	50.70	-	147,451.32	-	147,451.32
330	26	Nivelación y Conformación	m2	2,921.83	-	2.68	-	2.68	-	7,830.50	-	7,830.50
		nivelación y conformación	m2	2,921.83	-	2.68	-	2.68	-	7,830.50	-	7,830.50
335	00	Tanque de almacenamiento	M³	14	10591.92	13238.30	2647.66	26477.88	148286.88	185,336.20	37067.24	370690.32
350		Conexiones Domiciliares										
	1	Excavación para tubería	m3	106.52	-	56.51	-	56.51	-	6,019.45	-	6,019.45
		Zanja de 0.20m*0.40m*1331.49m	m3	106.52	-	56.51	-	56.51	-	6,019.45	-	6,019.45
350	6	Conexión domiciliaria tubo pvc 1/2"	ml	1,331.49	12.39	13.73	0.03	26.16	16,502.14	18,281.36	42.28	34,265.78
		Tubería de PVC 1/2" SDR 13.5	ml	1,331.49	11.50	-	0.03	11.53	15,312.14	-	39.94	15,352.08
		Pega PVC (1/8" galón)	gl	3.00	210.00	-	0.78	210.78	630.00	-	2.34	632.34
		Cinta teflón	Uds	20.00	28.00	-	-	28.00	560.00	-	-	-
		Instalar Tubo PVC 1.5" SDR 13.5	ml	1,331.49	-	13.73	-	13.73	-	18,281.36	-	18,281.36
350	7	Relleno y compactación	m3	106.52	-	50.70	-	50.70	-	5,400.56	-	5,400.56
		Rellenar y compactar a mano	m3	106.52	-	50.70	-	50.70	-	5,400.56	-	5,400.56
350	9	Medidores de agua potable	Uds	71.00	1,181.19	1,119.21	0.54	2,300.94	83,864.50	79,463.91	38.41	163,366.82
		Medidores	Uds	71.00	1,138.50	-	0.53	1,139.03	80,833.50	-	37.63	80,871.13

		Pega PVC (1/8" galón)	gl	1.00	210.00	-	0.78	210.78	210.00	-	0.78	210.78
		Cinta teflón 3/4" x 260	Uds	12.00	28.00	-	-	28.00	336.00	-	-	336.00
		Instalar medidor de agua potable 1/2"	ml	71.00	-	754.10	-	754.10	-	53,541.10	-	53,541.10
		Válvula de pase 1/2"	Uds	71.00	35.00	-	-	35.00	2,485.00	-	-	2,485.00
		Instalar válvula		71.00	-	365.11	-	365.11	-	25,922.81	-	25,922.81
370	1	Limpieza y entrega	m2	2,921.83	-	10.54	-	10.54	-	30,796.09	-	30,796.09
		Limpieza final manual	m2	2,921.83	-	10.54	-	10.54	-	30,796.09	-	30,796.09
										Costo total en córdobas		C\$1,877,669.00
										Impuesto municipal (1%)		C\$ 18,776.69
										Impuesto al valor agregado (I.V.A)		C\$ 284,466.85
										Total, general		C\$2,180,912.55
		459805.92								Total, en dólares		\$ 63,223.18

