



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**“DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) Y SANEAMIENTO
BÁSICO EN LA COMUNIDAD EL NARANJO DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN DE
LIMAY, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Cindy Nolberta Umaña Ortez
Br. Jeyson Danilo Benavidez Lanuza

Tutor

Ing. Eddie M. González Valdivia

Managua, Mayo 2022

DEDICATORIA

A **Dios**, quien ha hecho obras grandes por mí, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A **mí madre, Sra. Rosa Argentina Umaña Ortiz** por su apoyo incondicional, moral, económico, por su entrega, por su amor sin límites y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A **mis abuelos Bonifacio Umaña (Q.E.P.D) y Fidelia Benítez y mis hermanos, Karina Massiel y Hugo Alfredo** por sus consejos y paciencia durante todo este largo trayecto y por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida y también por confiar en mí para lograr ser esa gran persona a seguir y uno de los grandes ejemplos en mi familia de que se puede ser humilde sin importar todo lo que hayas logrado.

A cada uno de mis familiares por forjarme y enseñarme a diferenciar entre lo bueno y lo malo que te da la vida.

De igual manera **mis maestros**, que han sido los guías en el transcurso de mi carrera, brindándome el pan de la enseñanza y aprendizaje de buenos valores, así como **mis compañeros** que me han fortalecido con el apoyo mutuo e incondicional para llegar a ser un buen profesional.

Br. Cindy Nolberta Umaña Ortiz.

Dedicatoria

A Dios: por haberme dado la vida, convicción e inteligencia para lograr alcanzar este propósito, y por brindarme el apoyo de mis familiares, maestros y amigos.

A mi Abuela: Sonia Benavidez por haberme cuidado, dado amor y valores morales para lograr conseguir mis metas y propósitos en la vida.

A mis amigos: que a través de sus vibras y trabajo indirectamente me alentaron y motivaron cada día a seguir adelante y culminar mis estudios.

A mis maestros: Por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales, y que marcaron cada etapa de nuestro camino universitario sirviendo de escalones e inspiración.

A mis Padres: a Vilma Lanuza mi madre, y Danilo Benavidez mi padre por apoyarme incondicionalmente en todo momento a través de sus consejos, y educación.

A mi familia: Tías, tíos, primos, demás familiares y seres queridos por haber estado siempre para mí, brindándome su cariño y fortaleza

A mi tutor de tesis: a Eddie González, por habernos brindado completamente todo su apoyo, conocimiento, equipos y bibliografías, y haber sido el guía fundamental para encontrar una solución adecuada al tema.

Br. Jeyson Danilo Benavidez.

AGRADECIMIENTO

Mediante nuestras palabras queremos expresar agradecimiento a todas las personas, que demostraron apoyo incondicional y amistad sincera en la realización de este trabajo.

Primeramente, a Dios ya que él brinda nuestra sabiduría, inteligencia, fortaleza y bendiciones para concluir correctamente este trabajo.

A nuestras familias, amistades y demás personas que nos aprecian, principalmente nuestros padres, por brindarnos el apoyo incondicional en todo momento ya que ellos nos facilitaron las condiciones necesarias para hacer cumplir nuestras metas y la realización de este trabajo.

A nuestro tutor **Ing. Eddie M. González** por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos durante todo el desarrollo de la tesis.

Con mucho cariño a los estudiantes de la generación 2016 de la carrera de ingeniería civil, ya que de una u otra forma nos apoyaron incondicionalmente en todo momento durante los años estudiados. Así mismo a los diferentes maestros que nos inculcaron la enseñanza desde la primaria, secundaria y durante el transcurso de la carrera.

Br. Cindy Nolberta Umaña Ortez.

Br. Jeyson Danilo Benavidez Lanuza.

INDICE

CAPITULO I: GENERALIDADES	1
1.1	Introducción..... 1
1.2	Antecedentes 3
1.3	Justificación..... 5
1.4	OBJETIVOS 6
1.4.1	Objetivo General 6
1.4.2	Objetivos Específicos..... 6
1.5	Área de estudio. 7
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	12
2.1	Normas jurídicas y técnicas..... 12
2.2	Generalidades 13
2.3	Mini acueducto por gravedad (MAG)..... 15
2.4	Estudio socioeconómico..... 15
2.4.1	Censo poblacional 16
2.4.2	Encuesta 16
2.5	Fuente de abastecimiento 16
2.5.1	Calidad del agua 17
2.6	Aforo..... 17
2.7	Captación del manantial 17
2.8	Preparación de diseño (criterios y especificaciones)..... 18
2.8.1	Población de Diseño 18
2.8.2	Proyección de Población 19
2.8.3	Dotación y Consumo..... 20
2.8.4	Puestos públicos..... 20
2.8.5	Conexiones domiciliarias 21
2.9	Estudios de ingeniería básica..... 21
2.10	Parámetros de Diseño..... 21
2.10.1	Periodo de Diseño 22
2.10.2	Variaciones de Consumo 22
2.10.3	Presiones y Velocidades permisibles..... 23

2.10.4	Coeficiente de Rugosidad.....	23
2.10.5	Pérdidas de agua en el sistema.....	24
2.11	Línea de Conducción y Red de Distribución.....	24
2.11.1	Línea de Conducción	24
2.11.2	Red de Distribución.....	26
2.11.3	Golpe de Ariete	27
2.12	Potabilización	31
2.12.1	Desinfección	33
2.12.2	Unidad complementarias y especiales.....	33
2.12.3	Sedimentador	34
2.12.4	Filtro Lento de Arena (FLA).	34
2.13	Almacenamiento.....	34
2.14	Saneamiento básico rural.....	35
2.14.1	Letrinas sanitarias.....	35
	CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO.....	36
3.1	Fase Metódica (inicial).....	36
3.1.1	Tipo de Proyecto.....	36
3.1.2	Área de Estudio	36
3.1.3	Fuente de Recolección de Datos.....	36
3.1.4	Criterios de Diseño	37
3.2	Fase de aplicación de técnicas de obtención y sistematización de datos (instrumental).....	37
3.2.1	Valorización socioeconómica de los recursos hídricos.	37
3.3	Estudio disponibilidad de agua.....	38
3.3.1	Levantamiento Topográfico	38
3.3.2	Aforo por Método de California	39
3.3.3	Trazo Inicial	40
3.3.4	Calidad del agua, muestreo y análisis.	40
3.4	FASE METODICA FINAL.....	41
3.4.1	Verificación	41
3.4.2	Consumos.....	41

3.4.3	Factores de Máximas Demandas	41
3.4.4	Diseño hidráulico	41
3.4.5	Criterios de Diseño	42
3.4.6	Diseño Estructural.....	42
3.4.7	Saneamiento básico rural	43
3.5	REPORTE DE RESULTADOS	44
3.5.1	Elaboración del Presupuesto	44
3.5.2	Tarifa Hídrica	45
3.6	Planta Potabilizadora.....	45
3.6.1	Cloración.....	46
3.6.2	Dimensionamiento de la unidad de oxidación – acomplejamiento..	47
3.6.3	Dimensionamiento del Sedimentador	48
3.6.4	Dimensionamiento de Filtro Lento de Arena (FLA).....	51
	CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS	56
4.1	Diagnostico socioeconómico.....	56
4.1.1	Generalidades.....	56
4.2	Proyección de población y demanda.....	65
4.2.1	Tasa de crecimiento de población	65
4.2.2	Proyección de la población	66
4.2.3	Proyección de consumo.....	66
4.2.4	Estimación de consumos	67
4.3	Análisis Hidrológico de la Fuente	69
4.3.1	Caudal de diseño y consumo.....	69
4.3.2	Capacidad de la fuente	69
4.3.3	Calidad de Agua	70
4.4	Balance Hídrico de la Microcuenca.....	80
4.5	Topografía y Análisis Geométrico	87
4.6	Análisis Geotécnico.....	91
4.7	Análisis Hidráulico.....	99
4.8	Obra de captación	100
4.9	Línea de Conducción por Gravedad.....	100

4.9.1	Determinación de diámetro de tubería de la línea de conducción.	101
4.9.2	Golpe de ariete	103
4.9.3	Análisis hidráulico de la línea de conducción.....	105
4.10	Planta Potabilizadora.....	106
4.10.1	Criterios de opciones y dimensionamiento sistema de cloración..	106
4.10.2	Unidad de Oxi – hidroxidación.	110
4.10.3	Sedimentador	113
4.10.4	Filtro lento de arena (FLA).....	116
4.11	Tanque de almacenamiento	119
4.11.1	Volumen de Tanque de Almacenamiento de Concreto.....	119
4.11.2	Volumen de tanque de almacenamiento de Rotoplas.....	121
4.12	Diseño de cruce aéreo	122
4.13	Red de Distribución por Gravedad	122
4.13.1	Definición de caudal por nodo	123
4.13.2	Determinación del diámetro de la tubería	126
4.13.3	Análisis de velocidades en la red de distribución.....	127
4.13.4	Análisis de presiones en la red de distribución.	130
4.14	Diseño estructural de tanques de almacenamientos y planta de tratamiento.....	133
4.14.1	Diseño estructural de losa de concreto para tanque Rotoplas.....	133
4.14.2	Diseño estructural de Tanque de almacenamiento de concreto. ...	134
4.14.3	Diseño estructural de unidad de oxi – hidroxidación.....	136
4.14.4	Diseño estructural de sedimentador.	137
4.14.5	Diseño estructural de filtro de lento de arena.	138
4.15	Presupuesto	138
4.15.1	Estimación de Costo o Presupuesto de la Obra.	138
4.15.2	Elaboración de presupuesto.	139
4.16	Planos constructivos.....	139
4.17	Valorización económica hídrica y fijación de tarifa.	139
4.18.1	Cálculo de Tarifa.....	140
4.18	Manual de Operaciones y Administración del acueducto.	142

CONCLUSIONES.....	158
RECOMENDACIONES	160
BIBLIOGRAFÍA.....	162
ANEXOS	I

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Municipal.....	8
Tabla 2. Normas jurídicas y técnicas.....	12
Tabla 3. Periodos De Diseño.....	22
Tabla 4. Coeficiente de Rugosidad (C).....	23
Tabla 5. Métodos Más Adecuados En Función Del Material.....	27
Tabla 6. Relación De Módulo De Elasticidad Del Agua Y Del Material De La Tubería.....	29
Tabla 7. Criterios Para Foso De Letrina.....	44
Tabla 8. Criterios de velocidad de flujo.....	49
Tabla 9. Tasa de crecimiento poblacional.....	65
Tabla 10. Proyección de la población.....	66
Tabla 11. Proyección de población y demanda de agua potable.....	68
Tabla 12. Aforo por método de california.....	69
Tabla 13. Resultados de Dureza.....	73
Tabla 14. Resultados de Alcalinidad.....	74
Tabla 15. Error Analítico.....	77
Tabla 16. Índice de Langelier.....	79
Tabla 17. Índice de Ryznar.....	80
Tabla 18. Temperatura.....	81
Tabla 19. Precipitación.....	83
Tabla 20. Evapotranspiración.....	84
Tabla 21. Humedad del suelo.....	85
Tabla 22. Factor de Infiltración conjugado.....	86
Tabla 23. Balance anual de humedad de suelos.....	86
Tabla 24. Memoria de cálculo de levantamiento topográfico y análisis geométrico de la red.....	89
Tabla 25. Contenido de humedad.....	91
Tabla 26. Determinación de la gravedad específica de los suelos.....	92
Tabla 27. Análisis granulométrico.....	93
Tabla 28. Clasificación de los suelos.....	93

Tabla 29. Límites de consistencia	95
Tabla 30. Clasificación AASHTO.....	96
Tabla 31. Ensaye Proctor estándar ASTM D 698.....	96
Tabla 32. Contenido de humedad	97
Tabla 33. Capacidad de soporte del suelo	98
Tabla 34. Resultados de análisis hidráulico	102
Tabla 36. Presión máxima en la línea de conducción	104
Tabla 37. Velocidades línea de conducción	105
Tabla 38. Presiones de línea de conducción.....	106
Tabla 39. Cálculos del sistema de cloración por goteo	108
Tabla 40. Dimensionamiento de Filtro de remoción de arsénico.....	112
Tabla 41. Dimensionamiento de Sedimentador.....	114
Tabla 42. Dimensionamiento de Filtro Lento de Arena.....	117
Tabla 43. Cálculo de Volumen de almacenamiento de tanque concreto.....	120
Tabla 44. Cálculo de volumen de almacenamiento de tanque Rotoplas.....	121
Tabla 45. Determinación de Caudales	124
Tabla 46. Velocidades.....	128
Tabla 47. Presiones red de distribución	130
Tabla 48. Resultados de capacidad de carga	134
Tabla 49. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para tanque concreto.....	135
Tabla 50. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura losa de fondo para tanque Rotoplas	136
Tabla 51. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para Unidad Oxi-hidroxidación.....	137
Tabla 52. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para sedimentador.....	137
Tabla 53. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para filtro lento de arena.....	138
Tabla 54. Cálculo de tarifa hídrica.....	141
Tabla 55. Mantenimiento de Manantial.....	154

Tabla 56. Mantenimiento de Línea de conducción	155
Tabla 57. Mantenimiento Tanque de Almacenamiento	155
Tabla 58. Mantenimiento de Red de distribución.....	156
Tabla 59. Mantenimiento de Sistema de desinfección	157

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Macro localización.....	7
Ilustración 2 Micro localización	8
Ilustración 3. Procesos y Operaciones Unitarias más frecuentes en Plantas de Potabilización.	32
Ilustración 4.Método de California modificado por González.....	40
Ilustración 5. Filtro lento modificado.	52
Ilustración 6. Distribución por edad de los habitantes en la comunidad El Naranjo.	57
Ilustración 7. La Vivienda es:.....	57
Ilustración 8. Las paredes son de:.....	58
Ilustración 9. El Piso es de:	58
Ilustración 10. El techo es de:.....	59
Ilustración 11. Enfermedades padecidas en la comunidad.	59
Ilustración 12. Cuantas personas trabajan en el hogar.	60
Ilustración 13. Ingresos mensuales en los hogares:.....	61
Ilustración 14. Origen de los ingresos familiares	61
Ilustración 15. En que trabajan las personas de su hogar.....	62
Ilustración 16. Cultivos que siembran en la comunidad.....	62
Ilustración 17. Tienen Letrinas.....	63
Ilustración 18. Fuentes actuales de abastecimiento	64
Ilustración 19. La calidad de agua de consumo	64
Ilustración 20. Gráfico de temperaturas mínimas, medias y máximas.....	82
Ilustración 21. Precipitación.....	83
Ilustración 22. Área de recarga.....	87
Ilustración 23. Carta de Plasticidad de Casagrande.....	94
Ilustración 24. Limite liquido	95
Ilustración 25. Curva de contenido de humedad optima.....	97
Ilustración 26. Gráfico de capacidad de soporte del suelo	99
Ilustración 27. Linea de Conducción.....	100
Ilustración 28. Red de Distribución	123

Ilustración 29. Organización de CAPS	144
Ilustración 30. Constitución del CAPS	145

Resumen ejecutivo

Este trabajo consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad El Naranjo, municipio de San Juan de Limay, ya que no disponen actualmente de un sistema de agua potable que tenga cobertura total. Esta situación es un riesgo para la salud de los pobladores, pero especialmente para niñez y la tercera edad, que son los más vulnerables.

La presente solución es con el objetivo de que se construya un sistema que pueda ser autosostenible, por la comunidad y su Comité de agua potable y Saneamiento (CAPS) y evitando los altos costos.

La fuente de la cual se abastecerá la comunidad El Naranjo es un manantial de ladera, tipificándose como afloramiento de agua subterránea. En el diseño se tomarán en cuenta la población que será abastecida con 20 años de vida útil. Donde se aprovecharán las obras existentes asegurando su mantenimiento adecuado y protección.

Este trabajo consta de cinco capítulos en donde se han reflejado los resultados de los estudios realizados en la comunidad de El Naranjo, detallados a continuación.

Capítulo I. Generalidades: Se describen aspectos básicos del proyecto tales como: introducción, antecedentes, justificación y objetivos del presente estudio.

Capítulo II. Marco Teórico: Este capítulo está formado por la parte conceptual adecuada a proyectos de agua potable.

Capítulo III. Diseño Metodológico: En este capítulo se presenta la metodología que se utilizó para desarrollar los diferentes cálculos y métodos utilizados para la obtención de resultados correctos.

Capítulo IV. Análisis y presentación de resultado: En este capítulo se presentan todos los resultados y cálculos realizados en cada una de las etapas del diseño.

Conclusiones y Recomendaciones: En esta parte del documento se aborda el resultado final del trabajo desarrollado en todo el documento, de igual manera se recomienda la realización de un mantenimiento periódico, para alargar su vida útil al diseño.

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El agua es un elemento esencial para mantener la vida. Las necesidades básicas humanas de abastecimiento seguro de alimentos e inmunidad frente a las enfermedades dependen de ella. El desarrollo social y económico de cualquier país se basa así mismo en la disponibilidad de agua limpia. Sin embargo, la realidad es que más de la tercera parte del mundo se ve agobiada por una severa crisis del agua y de saneamiento.

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que organismos no gubernamentales, cooperaciones externas, los gobiernos municipales en conjunto las comunidades han aunado esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

Los altos índices de crecimientos de la población a nivel general han provocado la necesidad de una distribución apropiada del agua. Para poder lograr esto se deben realizar diseños de adecuados de sistemas de distribución, basándose en normativas establecidas para construcción de sistemas de agua potable.

Estos diseños de sistemas de distribución del agua dependen del tamaño de la población, la topografía del terreno, fuentes disponibles, entre otros factores. En este documento se presentan resultados obtenidos en la realización del diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y una simulación hidráulica que se llevó a cabo mediante el Microsoft Excel.

El propósito de este trabajo es presentar un diseño de proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad El Naranjo, municipio de San Juan de Limay del departamento de Estelí.

Para lograr ese objetivo se plantearon y analizaron las características técnicas, operativas y económicas para un diseño factible basados en el nivel de vida y la economía familiar, la disponibilidad de agua en la fuente de abastecimiento, los conflictos existentes y el caudal ecológico.

Los parámetros de diseño de la conducción y distribución están basados en las normas técnicas establecidas por el gobierno de la república a través del ente regulador INAA y cuyas tareas hoy son asumidas por ANA. En base a los análisis de la calidad de agua se propone el tren de tratamiento para la potabilización. La Planta potabilizadora propuesta contiene un arreglo novedoso de operaciones y procesos unitarios y orientado a la remoción de Arsénico.

1.2 Antecedentes

En Nicaragua, el servicio de agua potable se está extendiendo mucho más y con mayor frecuencia en zonas rurales; por lo que los gobiernos locales en conjunto con Organizaciones de apoyo y las comunidades han sumado esfuerzos y fondos para mejorar el abastecimiento de agua potable en las comunidades, dando así mejores condiciones de vida para sus habitantes y un mejor aprovechamiento de los recursos naturales. De acuerdo con el **Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica en cinco comunidades** (San Luis, Colocondo, Parcila, Los Encuentros Y El Naranjo) **del Municipio de San Juan de Limay** realizado por Visión Mundial, El naranjo es una comunidad pobre, con difícil acceso, sin capacidades locales para el cambio sociotécnico y sin apoyo real en la visibilización de oportunidades para el emprendimiento.

Actualmente la comunidad El Naranjo se abastece con agua proveniente de un manantial el cual tiene una toma típica para manantial de ladera, construido hace más de 30 años por la cooperación suiza. Cuando se construyó por el proyecto AGUASAN-COSUDE fue para 8 viviendas y luego fue abandonado. Hoy, la comunidad consta de 66 viviendas de estas solo 22 viviendas se sirven del sistema. La fuente tiene la capacidad necesaria, para abastecer a toda la comunidad. En la actualidad las actividades que implican uso doméstico son realizadas con agua del río, que tiene sus nacientes en las faldas del cerro El Quiabu, sector de Los Roblitos.

La comunidad, dada la necesidad está usando alternativamente varios manantiales de ladera que se emplazan aguas arriba de su casa más elevada cambian de punto de extracción en tanto se presentan conflictos por la “propiedad de las fuentes”.

En la actualidad han retomado el manantial equipado por COSUDE y de la fuente se capta un caudal aproximado de 0.90 L/s. El emplazamiento de la captación está en un pequeño bosque, rodeado de suelos agrícolas y pasturas y aunque su caudal es suficiente este se desaprovecha por el abandono existente en la obra de toma. El sistema no cuenta con ningún tipo de tratamiento, filtración o cloración, el agua es conducida directamente desde la captación al tanque de ladrillo con una capacidad de 9.9 m³. (Gonzalez, 2019)

En dependencia de la fuente que se conecta, el llenado del tanque dura desde alrededor de 1.5 días a unas horas. Cuando la fuente es muy pequeña se regula la apertura de la válvula de salida a la red. Según los líderes comunitarios el tanque siempre es vaciado el mismo día de apertura de la válvula, la población suele almacenar el agua en envases plásticos, de barro y algunos en pilas. La obra de toma y demás obras asociadas al acueducto existente están expuestas a la contaminación y sin mantenimiento lo cual permite que los animales las dañen al pisarla o defecar en los márgenes de la fuente. (Gonzalez, 2019)

1.3 Justificación

En la comunidad El Naranjo Son muchos los problemas que afectan a los ciudadanos, y uno de los más relevantes es el pobre suministro con agua de calidad en una cantidad adecuada y forma continua y accesible de forma segura. Esto obliga a utilizar agua de dudosa calidad, se pretende ayudar a la población local a mejorar su nivel de vida y promover el uso responsable del agua para crear una cultura de compromiso de cuidado hídrico desde las comunidades.

Con el sistema adecuadamente diseñado se garantiza el abastecimiento con agua segura en cantidad adecuada, de calidad óptima, accesible para toda la comunidad y continuamente abastecida a un costo ajustado a la realidad de la economía familiar y el nivel de vida de la familia local. El abastecimiento con agua segura evita la propagación de enfermedades hídricas y con ello los costos para el sistema de salud pública se reduce.

Son personas con muy pocos ingresos y lo poco que se cosecha se utiliza para consumo domiciliar y a pesar que cuentan con recursos hídricos no los están aprovechando correctamente debido a la falta de conocimientos y tecnificación ya que no cuentan con oportunidades de emprendimiento ni educación.

El proyecto de agua potable pretende contribuir a la mejora significativa en el nivel de vida de la población, aprovechando los recursos disponibles en el territorio, con adecuado aprovechamiento y cuidado, creando oportunidades para el desarrollo humano y el emprendimiento productivo. Junto a ello aparece la mejora de la costo- efectividad del gasto público en desarrollo humano y salud, mejorando las capacidades de la población, en especial infantil y adolescente para tomar con energía, en la formación técnica y profesional, el camino para la superación de la pobreza.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Diseñar un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) y saneamiento básico en la comunidad El Naranjo del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✚ Examinar el entorno hidrosanitario y socioeconómico de la comunidad de El Naranjo del municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí, para establecer criterios para la sostenibilidad de las soluciones de ingeniería.
- ✚ Realizar los estudios de ingeniería básica que faciliten la generación de especificaciones de diseño hidráulico y estructural más adecuado.
- ✚ Dimensionar las obras hidráulicas y estructuras de un Mini Acueducto por Gravedad (MAG) y proponer una alternativa de saneamiento básico rural para mejorar las condiciones sanitaria de las viviendas.
- ✚ Elaborar los planos generales del sistema de agua potable para su posterior ejecución utilizando diferentes softwares.
- ✚ Estimar el costo y presupuesto de la obra para su construcción bajo criterios de costo efectividad.
- ✚ Calcular la tarifa hídrica de operación, para conocer el costo social por el servicio de agua potable a la comunidad.
- ✚ Proponer un manual de operación y mantenimiento del sistema de agua potable como lo establece la ley general del agua potable y la ley a los comités de Agua Potable.

1.5 Área de estudio

Macro Localización

El proyecto estará ubicado en la comunidad El Naranjo, en el municipio de San Juan de Limay, se encuentra dentro del corredor seco del país en el departamento de Estelí.

Ilustración 1. Macro localización



Fuente: Elaboración propia.

Micro Localización

El Naranjo está ubicado a 15 Km al Este del municipio de San Juan de Limay, la comunidad se extiende en la rivera del río El Naranjo, localizada en las coordenadas UTM 13.1677145, y -86.4875904, a una elevación de 530 msnm.

Ilustración 2 Micro localización



Fuente: Elaboración propia.

✚ Características generales del municipio.

Tabla 1. Ficha Municipal

FICHA MUNICIPAL	
Nombre del Municipio	SAN JUAN DE LIMAY
Nombre del Departamento	Estelí
Extensión Territorial	530.9 Km ²
Distancia de Managua	195 kms
Posición Geográfica	Ubicado entre las coordenadas 13° 10' de latitud norte y 86° 36' de longitud oeste.
Altura sobre el nivel del mar	281 m.s.n.m.
Población	17,434 habitantes Población urbana 6,230 hab. Población rural 11,204 hab.
Temperatura	Media anual 29°c., con precipitación anual de entre 800 y 1,200 m.m.
Densidad poblacional	32.84 hab. / kms ²
Clima	Sabana Tropical Cálido.

Fuente: (Caracterización Municipal de San Juan de Limay)

✚ Demografía.

En este municipio hay un total: 32.84 hab./ km² de los cuales 6,922.22 hab./km² viven en la zona urbana y 21.14 hab./km² viven la zona rural.

Clima.

El clima es de sabana tropical cálido seco de altura con temperaturas que oscilan entre 24 y 34° C, perteneciente a los municipios más cercanos a la zona del pacífico. Es una de las zonas más secas y áridas del país con un índice de precipitación media anual de 800 - 1200 mm de agua, bajo el régimen de lluvia estacional irregular que se inicia en el mes de mayo y finaliza en octubre, presentando un período de muy escasa precipitación denominado "Canícula", entre Julio y agosto, el Verano (noviembre - abril) es muy seco presentando problemas para las actividades productivas por la aguda escasez de agua. A veces hay un intervalo de 2 meses sin llover, fenómeno que ocasiona la pérdida de las siembras de primera.

Accidentes geográficos.

Su topografía es muy quebrada (90% del territorio municipal). En el centro del Municipio se encuentra un valle de aproximadamente 6,100 ha. (8,728.50 mz) en parte de esta planicie se ubica el casco urbano. La cabecera municipal se encuentra a 281 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.).

En el oriente del Municipio, colindante con el Municipio de Estelí, se observan las mayores alturas, entre las que podemos mencionar las mesas del Horno (1,352 m.s.n.m.) y Loma El Zapote (1,321 m.s.n.m.). La altura en la zona oscila entre 281 - 1400 m.s.n.m. Los suelos del Municipio de San Juan De Limay son muy áridos.

Hidrografía.

En lo que se refiere a los recursos hidrográficos, contamos con 2 ríos, el Río Negro y Río Los Quesos, el primero de ellos es fronterizo con los municipios de San Francisco del Norte, teniendo su origen en el hermano país de la República de Honduras, desembocando en éste el río Los Quesos. El río Los Quesos nace en

la parte alta de las comunidades de Los Roblitos y Naranjo, naciente de Flor Amarilla (El Naranjo), conocido como Quebrada el Naranjo (10 km.) y en la comunidad Colocondo, conocido como naciente Quebrada Colocondo (4 km.). Estas dos quebradas se unen en la comunidad de Los Encuentros, dando origen al río Los Quesos, siendo su recorrido sobre las comunidades de Platanares (10 km.), uniéndose aquí con la Quebrada El Pedernal (15 km.), nacida en la parte alta de las comunidades El Zapote y Santa Pancha; continuando el recorrido el río Los Quesos por las comunidades de La Grecia (4 km.), uniéndose en el lugar conocido como Estanzuela (5 km.) con la Quebrada Tranqueras (20 km.), que nace en las comunidades Las Canarias, La Máquina (P. Nuevo) y Zapote.

El río Los Quesos continúa su recorrido por lugares como San Pedro (2 km.), Río Abajo (3 km.), Quebrada de Agua (4 km.), La Naranja (4 km.), El Ojochito (12 km.), Paso Real (4 km.), Pimienta (5 km.), hasta llegar a una comunidad de Villa Nueva. El recorrido del río Los Quesos en total es de 53 km., a partir de la confluencia de las Quebradas El Naranjo y Colocondo. El río Los Quesos deja el territorio municipal y continúa su recorrido por el vecino municipio de Villa Nueva, hasta su confluencia con el Río Negro en una de las comunidades de Villa Nueva. Las Quebradas de Pedernal y Tranqueras son de estación lluviosa. Entre otras quebradas que confluyen en el río Los Quesos tenemos: Quebrada Grande (formada por las quebradas Morcillo: 4 km. y San Lorenzo: 16 km.) y Ojochal. También existen otras quebradas pequeñas o riachuelos, de origen lluvioso. En la trayectoria del río Los Quesos entre las comunidades de Platanares y San Pedro (9 km.) el agua se filtra por debajo de la capa superficial del cauce, en época seca.

Flora y Fauna.

La fauna al igual que la flora es propia de trópico seco. Entre los animales más comunes podemos mencionar la iguana verde, garrobo, cusuco, conejo y venado. Existen algunas especies de aves que se encuentran en estado de extinción, entre las que podemos mencionar al perico codorniz, también se encuentran urracas,

zanates, pijules, azulonas, etc. Este es el único Municipio de la Región que en sus ríos se encuentran camarones de agua dulce, que constituye parte de la alimentación de sus pobladores y están en proceso de desaparición por extracción inadecuada y pérdida de hábitat (rio seco en verano). En el Municipio no se encuentran bosques de gran consideración ante el despale indiscriminado a que fue sometido y la vegetación existente es de tipo matorrales en su mayoría, se pueden encontrar aún algunas especies de madera que se utilizan en la industria maderera, pero son muy escasas.

Vías de comunicación y transporte.

La comunidad de El Naranjo hacia la cabecera municipal consiste en un camino de verano de unos 20 km que épocas de lluvias es afectada por pegaderos que se forman o crecida de río. No cuenta con unidades de transporte colectivo, se hace uso de servicios de renta de motocicletas o bestias para poder llegar a San Juan de Limay o a la comunidad El Regadío dependiendo donde se quieran movilizar.

Servicios públicos.

Energía eléctrica: Actualmente la comunidad de El Naranjo no cuenta con energía eléctrica el 90% de la población solo cuenta con paneles solares.

Telecomunicaciones: Actualmente, la población tiene acceso al servicio de celulares de la empresa Claro solo un 30% debido a que en toda la comunidad no se encuentra una buena red.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Normas jurídicas y técnicas.

Para el diseño de un sistema de agua potable en la zona rural se requirió de una serie de normas y criterios que no necesariamente deben ser las normas del sector urbano debido a que existen diferencias en ambos medios, considerando dentro de esas diferencias los factores culturales, económicos y sociales.

Tabla 2. Normas jurídicas y técnicas

Ley No. 217 ley general del Medio ambiente y los Recursos naturales.	Establece las normas para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del medio ambiente y los recursos naturales que lo integran, asegurando su uso racional y sostenible, de acuerdo a lo señalado en la Constitución Política.
Ley No. 620 ley general de las Aguas Nacionales.	Tiene como objetivo poner el marco jurídico institucional para administrar, conservar, desarrollar, uso y aprovechamiento sostenible y de preservación en cantidad y calidad de todo lo que es agua en el país, garantizando a la vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.
Ley No. 423 ley general de Salud.	La ley establece que la misma tiene por objetivo “tutelar el derecho que tiene toda persona de disfrutar, conservar y recuperar su salud, en armonía con lo establecido en las disposiciones legales y normas especiales.

Ley No. 297 ley General de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario y su Reforma.	La presente Ley tiene por objeto regular las actividades de producción de agua potable, la recolección de aguas servidas y la disposición final de estas.
NTON 09-003-99 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el abastecimiento de agua. NTON 09-001-99 Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense para el abastecimiento de agua rural.	Las presentes Normas tienen como objetivo establecer las principales directrices para el diseño de los Sistemas de Abastecimiento de Aguas, contribuyendo al buen desarrollo y funcionamiento de los Sistemas actuales y futuros del sector; por lo tanto, se espera que las mismas sean de gran ayuda para los Proyectistas y Entidades que se dedican a la elaboración de proyectos del sector de suministro de agua.

Fuente: Elaboración propia

2.2 Generalidades

Glosario

Agua: Es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H₂O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas de vida conocidas sobre la tierra. Esta sustancia generalmente es encontrada en estado líquido, aunque la misma puede hallarse en estado sólido (hielo) o gaseoso (vapor). (Valdivielso)

Agua segura Es el agua que es abastecida en cantidad suficiente para satisfacer todas las necesidades humanas, presentes y futuras, apta para ser consumida por su alta calidad; que llega a todos los hogares y de manera continua al costo más adecuado para la economía familiar y que por su elevado valor socio ambiental es cuidada y protegida por la sociedad. (González, 2011)

Agua Potable. Se define como agua segura el agua apta para el consumo humano, de buena calidad y que no genera enfermedades. Es agua que ha sido sometida a algún proceso de potabilización casera. (González, 2011)

Calidad del agua. El concepto se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades nacionales e internacionales. El agua de calidad para consumo humano, puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a composición química, sus propiedades físicas y la inexistencia de patógenos, no representa un riesgo para la salud. (González, 2011)

Arsénico: El arsénico es un elemento ampliamente distribuido en la corteza terrestre. El arsénico ha sido clasificado químicamente como un metaloide, con propiedades tanto de metal como de elemento no metálico; sin embargo, se le refiere frecuentemente como un metal. El arsénico elemental (llamado también arsénico metálico) es un material sólido de color gris acero. Sin embargo, en el ambiente generalmente se encuentra combinado con otros elementos como por ejemplo oxígeno, cloro y azufre. El arsénico combinado con estos elementos se conoce como arsénico inorgánico. El arsénico cambiando con carbono e hidrogeno se conoce como arsénico orgánico. (2007)

Cantidad de agua: Se refiere a la necesidad de que las personas tengan acceso a una dotación de agua suficiente para satisfacer sus necesidades básicas: bebida, cocina, higiene persona, limpieza de la vivienda y lavado de ropa. (González, 2011)

Continuidad del servicio: Significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente. Lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día. (González, 2011)

Cobertura del servicio: Significa que el agua debe llegar a todas las personas sin restricciones. Nadie debe quedar excluido del acceso al agua de buena calidad. (González, 2011)

Costos del servicio: El agua es un servicio social pero también económico, cuya obtención y distribución implica un costo. Este costo ha de incluir el tratamiento, el mantenimiento y la reparación de las instalaciones, así como los gastos administrativos que un buen servicio exige. (González, 2011)

Cultura del agua: Es un conjunto de costumbres, valores, actitudes y hábitos que un individuo o una sociedad tienen con respecto a la importancia del agua para el desarrollo de todo ser vivo, la disponibilidad del recurso en su entorno y las acciones necesarias para obtenerla, tratarla, distribuirla, cuidarla y reutilizarla. (González, 2011)

2.3 Mini acueducto por gravedad (MAG).

Estos sistemas están integrados por los siguientes componentes: obra de captación (toma), línea de conducción, cajas rompe presión, tanque de almacenamiento, red de distribución y puestos de entrega del agua que pueden ser conexiones domiciliarias, conexiones en patio, puestos públicos. Los mini acueductos por gravedad con toma de manantial se encuentran preferentemente en las zonas montañosas con climas sub húmedos y per húmedos donde todavía hay restos de bosques primarios y afloramiento de aguas subterráneas por las irregularidades topográficas.

2.4 Estudio socioeconómico

Un estudio socioeconómico consiste en el análisis de un sector determinado de ciudadanía recogiendo información de cómo ellos interactúan en la comunidad y

sociedad, desde lo social, económico y en qué condiciones viven. (Giron Lucas, Et al, 2011)

2.4.1 Censo poblacional

Es el conjunto de las operaciones consistentes en recoger, recopilar, evaluar, analizar y publicar o divulgar de alguna otra forma datos demográficos, económicos y sociales relativos a todos los habitantes de un país, o de una parte bien delimitada de un país, en un momento determinado. (Naciones Unidas, 2010)

2.4.2 Encuesta

Es una técnica que se lleva a cabo mediante el estudio de preguntas a una muestra de personas, facilitan información sobre las opiniones, actitudes y comportamientos de los ciudadanos. Se emplea ante la necesidad de experimentar una hipótesis o descubrir una solución a un problema, identificar e interpretar, de la manera más metódica posible (Malhotra, 2018), la percepción ciudadana sobre la problemática abordada.

2.5 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto: debe estar lo suficientemente protegida y 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 necesarias para garantizar la potabilidad de la misma. (INAA, 1999)

2.5.1 Calidad del agua

El agua destinada para el consumo humano idealmente debe estar libre de sustancias químicas y biológicas que constituyan un peligro para la salud, y debe ser presentada para su uso eliminando aquellas propiedades físicas que le den un mal aspecto, color u olor.

Los diferentes parámetros de calidad se resumen normalmente en dos grandes grupos:

- a) La calidad microbiológica, basada en microorganismos patógenos que en su mayoría se relacionan con una contaminación fecal humana o animal.
- b) La calidad física – química, tiene que ver mucho en el ciclo del agua y refleja las características de las formaciones geológicas y del suelo con el cual estaba en contacto, influenciada además por las actividades humanas, específicamente por los productos y afluentes de la agricultura y de la industria. (Castillo B. H., 2016)

2.6 Aforo

Es la medición del flujo de la Fuente de abastecimiento. Cabe señalar que es importante seleccionar una fuente adecuada o una combinación de fuentes para dotar de agua en cantidad suficiente a la población y, por otro, realizar el análisis físico, químico y bacteriológico del agua y evaluar los resultados con los valores de concentración máxima admisible recomendados por la OMS. (Agüero, 2004)

2.7 Captación del manantial

Si el agua subterránea aflora en la superficie sin la ayuda de medios artificiales, recibe el nombre de manantial. Generalmente este tipo de fuentes, sufren

variaciones en su producción asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el final del periodo de estiaje en la zona. Los criterios para considerar un manantial como fuente de suministro de agua potable son los siguientes:

- El dato o datos de aforo, deberán corresponder al final del periodo de estiaje de la zona y se tomará como base para el diseño el mínimo valor reportado.
- El caudal crítico de producción de la fuente deberá ser mayor o igual al consumo máximo diario de la población al final del periodo de diseño, de lo contrario se desestimará su utilización. (INAA, 1999)

2.8 Preparación de diseño (criterios y especificaciones).

Para emprender el diseño de un acueducto es necesario realizar una serie de estudios básicos, útiles para establecer unos criterios generales para el diseño propiamente dicho a partir de unas especificaciones técnicas de diseño para cada componente del sistema. Estos estudios se pueden agrupar en dos bloques:

- **Estudios de población, dotación y consumo.**
- **Estudios de ingeniería básica.**

2.8.1 Población de Diseño

El proyectista adoptará el criterio más adecuado para determinar la población futura, tomando en cuenta para ello datos censales y proyecciones u otra fuente que refleje el crecimiento poblacional, los que serán debidamente sustentados. (Agüero, 2004)

2.8.2 Proyección de Población

Según la NTON **Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural (NTON 09 – 001-99 y 09 002 99)** “La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población”. La información 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 estatales siguientes:

- El Instituto Nicaragüense de información para el desarrollo (INIDE), el cual maneja 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, 1971, 1995 y 2005 por el INIDE (INEC).
- Alcaldías municipales y MNSA donde se lleva una aproximación de nacimientos y muertes.

El crecimiento será geométrico si el aumento de población es proporcional al tamaño de ésta. En este caso el patrón de crecimiento es el mismo que el de interés compuesto, este método se aplica a pequeñas comunidades en especial en el área rural y a ciudades con crecimiento muy estabilizado y que posean áreas de extensión futura casi nulas.

$$P_n = P_0 + (1 + r)^n \quad \text{con} \quad r = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{(t_2-t_1)}} - 1$$

Donde:

P_n : Población del año “n”.

P_0 : Población al inicio del período de diseño.

r : Tasa de crecimiento.

n : Número de años del período de diseño.

t_1 : Último año de registro.

t_2 : Año del censo.

2.8.3 Dotación y Consumo

Según la NTON 09 001 99 para Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural se establece que la cantidad de agua que será necesaria para satisfacer las necesidades de cada ciudadano es pertinente a los efectos del diseño Hidráulico del acueducto. Para ello deben evaluarse el nivel de vida, el clima y los hábitos de consumo y uso del agua. La cantidad de agua requerida para satisfacer esas necesidades se denomina dotación de agua se expresa en litros por persona por día (lppd) y depende de:

- 1) Nivel de servicio adoptado
- 2) Factores geográficos
- 3) Factores culturales
- 4) Uso del agua

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

2.8.4 Puestos públicos

Son tomas de agua que se implementarán particularmente en el sector rural para abastecer una o más casas.

- Deberá ubicarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- Deberá evitarse que se lave la ropa, bañarse, lavar maíz, etc.

- Se cercará el puesto de tal manera que se garantice su protección evitando el acceso de animales.

2.8.5 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 operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población, y número de usuarios del servicio.

2.9 Estudios de ingeniería básica

Conocida la Población e identificada la necesidad de una cantidad de agua para cada ciudadano, se puede seleccionar una o varias fuentes que satisfagan la demanda de cantidad, localizándole y realizando los trazos iniciales de los sistemas de conducción y distribución, tanque y Planta de potabilización. Para ello se realizan los estudios de ingeniería básica que pueden ser, sin limitarse a ello:

- Cantidad y Calidad
- Hidrología e Hidrogeología
- Topografía
- Geología y geotecnia

2.10 Parámetros de Diseño

Los criterios utilizados en el diseño para los diferentes elementos del proyecto, están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños que son los siguientes:

2.10.1 Periodo de Diseño

Según (INAA, 1999) en los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de:

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

A continuación, se indican los periodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Tabla 3. Periodos De Diseño

Tipos de Componentes	período de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	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: (INAA, 1999)

2.10.2 Variaciones de Consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc. (INAA, 1999)

Estos valores son los siguientes:

$$CPD = \frac{\text{Población} * \text{Dotación}}{\text{Tiempo Característico}}$$

Consumo máximo día (CMD) = 1.5 CPD (Consumo promedio diario)
Consumo máximo hora (CMH) = 2.5 CPD (Consumo promedio diario)

2.10.3 Presiones y Velocidades permisibles

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que estas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes: (INAA, 1999)

Presión Mínima: 5.0 metros Presión Máxima: 50.0 metros
 Velocidad Mínima: 0.4 m/s Velocidad Máxima: 2 m/s

2.10.4 Coeficiente de Rugosidad

Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen – Williams para los diferentes tipos de materiales en los conductos. (INAA, 1999)

Tabla 4. Coeficiente de Rugosidad (C).

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
Tubo de hierro Galvanizado (H ^o .G ^o)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido (H ^o . F ^o)	130
Tubo plástico (PVC)	150

Fuente: (INAA, 1999)

En caso de requerirse una solución distinta se deberá tomar los datos relacionados a ella desde la literatura especializada.

2.10.5 Pérdidas de agua en el sistema

Cuando se proyectan Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%. (INAA, 1999)

2.11 Línea de Conducción y Red de Distribución

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios. (INAA, 1999)

2.11.1 Línea de Conducción

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras 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. De acuerdo con la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, por gravedad y conducción por bombeo. En este caso es una línea de conducción por gravedad. Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción se aplicará la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 Q^2}{C * "D"}$$

Donde:

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

S= Pérdida de carga en mts/mts

Q= Gasto en m³/Seg

D = Diámetro en metros

C = Coeficiente de Hazen-Williams cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada. Esta ecuación es válida en tuberías de diámetros iguales y mayores a 50 mm (dos (2) pulgadas).

Para tubos de menor diámetro, el (King, 1996) propone el uso de la ecuación empírica de Manning y afirma que sus resultados son indudablemente precisos comparados a la solución de Darcy Weisbach y Hanzen and Williams y puede aplicarse a conductos de cualquier diámetro. Esta solución se recomienda con la forma:

$$Q = \frac{0.312}{n} * D^{8/3} * S^{1/2}$$

$$V = \frac{0.397}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

$$Hf = 6.25 * n^2 * \frac{L * V^2}{D^{4/3}} \text{ en función de la velocidad}$$

$$Hf = 10.14 * n^2 * \frac{L * Q^2}{D^{16/3}} \text{ en función del caudal}$$

$$D = \left(\frac{3.185 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{8/3}$$

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 de máximo día al final del período de diseño. El cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 metros de columna de agua (mca) como mínimo.

- 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 < 70 mca., incorporando en la línea componentes de control de presión donde sea necesario. (INAA, 1999)

2.11.2 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 la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ($CHM = 2.5CPD$, más las pérdidas de agua).
- 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.

Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (ramificada) y de malla cerrada.

Para las redes ramificadas se puede aplicar el procedimiento de distribución en marcha descrito por (Azevedo, 2000), mediante el cálculo de los caudales y pérdidas unitarias tramo a tramo y a lo largo de las redes de distribución. En función del material de las tuberías el procedimiento de cálculo más adecuado es:

Tabla 5. Métodos Más Adecuados En Función Del Material.

Material	Formula
Plástico (PE)	Veronesse – Datei
Plástico (PVC)	Blasius
Fibro cemento	Scimemi
Aluminio	Scobey
Fundición Acero	Hazen – William

Fuente: Manual de Hidráulica de (Cátedra de Ingeniería Rural, 2010)

A partir de lo recomendado por el manual de Hidráulica de la cátedra de ingeniería rural (Cátedra de Ingeniería Rural, 2010) el procedimiento de Blasius para el cálculo del coeficiente de fricción es:

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

Manning por su parte relaciona “n” con el coeficiente de pérdidas de Darcy Weisbach con la siguiente expresión:

$$C = \frac{Rh^{1/6}}{n}$$

Puede aplicarse varios procedimientos de cálculo, pero, la NTON 09-001-99 indica la solución de Hazen Williams descrita en el acápite de línea de conducción. En este trabajo se toma en consideración las características de la red para la definición de los procedimientos de cálculo a usar, en especial las restricciones impuestas por el diámetro de conductos.

2.11.3 Golpe de Ariete

Para cumplir con su objetivo las líneas de conducción se diseñan y operan para un régimen de flujo permanente, sin embargo, en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro.

Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo.

Cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea. La línea se analiza para los efectos de sobrepresión que ocasiona el cierre de una válvula al final de la conducción.

- Valor de la celeridad.

La celeridad (a) es la velocidad de propagación de la onda de presión a través del agua contenida en la tubería. Su valor se determina a partir de la ecuación de continuidad y depende fundamentalmente de las características geométricas y mecánicas de la conducción, así como de la compresibilidad del agua.

Una expresión práctica propuesta por Allievi, que permite una evaluación rápida del valor de la celeridad cuando el fluido circulante es agua, es la siguiente:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}}$$

Siendo:

K: Coeficiente función del módulo de elasticidad (ε) del material constitutivo de la tubería, que representa principalmente el efecto de la inercia del grupo motobomba, cuyo valor es:

$$k = \frac{10^{10}}{\varepsilon}$$

D: Diámetro interior de la tubería

e: Espesor de la tubería

Tabla 6. Relación De Módulo De Elasticidad Del Agua Y Del Material De La Tubería.

Valores de K para hallar la celeridad

Material de la tubería	ε (kg/m ²)	K
Palastros de hierro y acero	$2 \cdot 10^{10}$	0.5
Fundición	10^{10}	1
Hormigón (sin armar)	$2 \cdot 10^9$	5
Fibrocemento	$1.85 \cdot 10^9$	5.5 (5-6)
PVC	$3 \cdot 10^8$	33.3 (20-50)
PE baja densidad	$2 \cdot 10^7$	500
PE alta densidad	$9 \cdot 10^7$	111.11

Fuente: (Cátedra de Ingeniería Rural, 2010)

- Tiempo de cierre de la válvula. Cierre lento y cierre rápido.

Se define el tiempo (T) como el intervalo entre el inicio y el término de la maniobra, sea cierre o apertura, total o parcial, ya que durante este tiempo se produce la modificación del régimen de movimiento del fluido. Este concepto es aplicable tanto a conducciones por gravedad como a impulsiones, conociéndose en el primer caso como tiempo de cierre de la válvula y como tiempo de parada en el segundo.

Mendiluce propone la siguiente expresión para el cálculo del tiempo de parada:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m}$$

Siendo: L: Longitud de la conducción (m)

v: Velocidad de régimen del agua (m/s)

g: Aceleración de la gravedad, 9.81 m/s²

H_m: Altura manométrica

C y K: Coeficientes de ajuste empíricos.

Se calcula la longitud crítica “Lc”, que es la distancia que separa el final de la impulsión del punto crítico o de coincidencia de las fórmulas de Michaud y Allievi. En la Lc rige la fórmula de Michaud.

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

Una vez conocido el valor del tiempo T y determinado el caso en el que nos encontramos (cierre lento o cierre rápido), el cálculo del golpe de ariete se realizará de la forma siguiente.

Basándonos en el concepto de longitud crítica, se tiene que:

Si $L < L_c$, se trata de una **impulsión (conducción) corta**, que se correspondería con un **cierre lento**, calculándose el golpe de ariete mediante la fórmula de Michaud.

Si $L > L_c$, entonces la **impulsión (conducción) es larga** y el **cierre rápido**, siendo el valor del golpe de ariete el dado por Allievi desde la válvula hasta el punto crítico y por Michaud en el resto.

$L < L_c$	Impulsión corta	$T > \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre lento	Michaud	$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$
$L > L_c$	Impulsión larga	$T < \frac{2 \cdot L}{a}$	Cierre rápido	Allievi	$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$

El tipo de cierre, lento o rápido, también puede conocerse comparando el tiempo de parada de la bomba o el de cierre de la válvula con el tiempo que tarda la onda de presión en dar una oscilación completa, es decir, con:

$$\frac{2 \cdot L}{a}$$

2.12 Potabilización

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos y operaciones unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecidas.

El objetivo inmediato es proveer a la sociedad de agua potable, porque de esta manera cada comunidad satisface un requerimiento fundamental para su bienestar y comodidad para lo cual se diseñan unidades de gestión de la calidad del agua denominadas coloquialmente como Plantas de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) cuyo objetivo básico es el de integrar de la manera más económica, los procesos y operaciones de tratamiento para que, cuando sea operada adecuadamente, pueda proveer sin interrupción el caudal de diseño y satisfacer los requerimientos de calidad del agua potable (Romero Rojas, 1999). Los procesos y operaciones unitarios más frecuentes se resumen en la ilustración 3.

Ilustración 3. Procesos y Operaciones Unitarias más frecuentes en Plantas de Potabilización.

Procesos de purificación de agua	
PROCESO	PROPÓSITO
TRATAMIENTO PRELIMINAR	
Cribado	Remoción de desechos grandes que pueden obstruir o dañar los equipos de la planta.
Pretratamiento químico	Remoción eventual de algas y otros elementos acuáticos que causan sabor, olor y color.
Presedimentación	Remoción de grava, arena, limo y otros materiales sedimentables.
Aforo	Medida del agua cruda por tratar.
TRATAMIENTO PRINCIPAL	
Aireación	Remoción de olores y gases disueltos; adición de oxígeno para mejorar sabor.
Coagulación/floculación	Conversión de sólidos no sedimentables en sólidos sedimentables.
Sedimentación	Remoción de sólidos sedimentables.
Ablandamiento	Remoción de dureza.
Filtración	Remoción de sólidos finos, flóculo en suspensión y la mayoría de los microorganismos.
Adsorción	Remoción de sustancias orgánicas y color.
Estabilización	Prevención de incrustaciones y corrosión.
Fluoruración	Prevención de caries dental.
Desinfección	Exterminio de organismos patógenos.

Fuente: Potabilización del agua Pág. 14 (Romero Rojas, 1999)

Es importante remarcar que en el caso de que la coagulación-floculación, o el acomplejamiento de especies iónicas presentes (Arsénico), se utilice como etapa dentro de una planta potabilizadora de agua, resultaría necesario una etapa de modificación de la condición REDOX del agua por cloración previa al tratamiento (Benjamin, 2015) y (Kiely G., (1999)) ya que usualmente en este tipo de plantas la cloración constituye una etapa final a la potabilización con el objetivo de desinfección.

2.12.1 Desinfección

De acuerdo con la norma NTON-09003-99 en el inciso 9.4, existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminantes posteriores; también es la sustancia química que más económicamente y con mejor control y seguridad se puede aplicar al agua para obtener su desinfección.

El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio en configuración líquida. En el caso de acueductos rurales se utiliza para la desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación.

La localización del sistema de cloración del agua se decide en base a un esquema conceptual definido en función del conjunto de operaciones y procesos unitarios a diseñar.

2.12.2 Unidad complementarias y especiales.

Cuando la calidad del agua lo requiera se deberán diseñar unidades tecnológicas para la remoción de contaminantes específicos, sean turbiedad en exceso, especies iónicas disueltas u otro componente. Estos pueden ser pre-oxidación con cloro, coagulación-floculación, unidades de electrocoagulación con electrodo de sacrificio de aluminio o hierro, filtros de oxi - hidroxidación de hierro para la remoción de Arsénico, sedimentadores, Filtros lentos y/o rápidos de arena, filtros de CAG, por ejemplo.

La cinética de las reacciones implicadas y las soluciones numéricas se desarrollan por caso específico. Igualmente ocurre con el ensamblaje secuencial de procesos y operaciones unitarias.

2.12.3 Sedimentador

Un sedimentador es una tecnología que está diseñada para eliminar sólidos suspendidos por sedimentación. También se le llama decantador, tanque de asentamiento o tanque de sedimentación. La baja velocidad del flujo en un sedimentador se hunda, mientras los componentes que pesan menos que el agua flotan hacia la superficie. (Tilley, Ulrich, & Luthi, 2018)

2.12.4 Filtro Lento de Arena (FLA).

De acuerdo con el centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente (CEPIS, 2003), la filtración dinámica es un tipo especial de filtración lenta en arena, se trata de un lecho de arena apoyado sobre otro lecho de grava, contenidos en una caja con una entrada para el agua cruda y una salida para el agua tratada. Se usa para remoción de materia orgánica y organismos patógenos del agua cruda con turbiedades relativamente bajas. No obstante, se prevé una eficiencia de hasta el 75% si se usan compuestos que reducen la turbiedad.

2.13 Almacenamiento

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua tienen como objetivo; 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.

Tomándose en cuenta estos objetivos, se definen cuatro aspectos a considerar en el almacenamiento que son: la capacidad, la localización, la clase de tanque y el tipo de tanque. La capacidad debe complementar un volumen para compensar variaciones horarias del consumo igual a 15% del CPD, un volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación igual a 20% del CPD.

Por lo tanto, la capacidad del tanque es equivalente a 35% del CPD. La localización debe ser próximo al poblado tomando en cuenta la topografía del terreno para asegurar presiones de servicio aceptables. Las clases de tanque pueden ser de mampostería, hormigón armado y acero. Por ultimo los tipos de tanque que se han recomendado construir en el país son: tanque sobre el suelo, tanque elevado y cisterna. (INAA, 1999)

2.14 Saneamiento básico rural

Los riesgos sanitarios se definen como aquellos eventos exógenos que ponen en peligro la salud o la vida humana como resultado de la exposición, casi siempre involuntaria, a factores biológicos, químicos o físicos presentes en el medio ambiente o en los productos o servicios que se consumen, incluyendo la publicidad de estos.

La prevención y control de los efectos nocivos de los factores ambientales, junto con la promoción del saneamiento básico son actividades en caminadas al control y fomento sanitario, en que concurren los esfuerzos federales, estatales y municipales, en el ámbito de sus competencias, hacia la protección de la salud. (Sánchez, 2006)

2.14.1 Letrinas sanitarias

Es un sitio, fuera de una vivienda, destinado a defecar, y normalmente no conectado a ninguna alcantarilla, se compone de una caseta, una losa con su asiento colocada sobre un hueco o pozo cuya profundidad puede ser de 2 metros o más, La correcta deposición de los excrementos es fundamental para preservar la salud de las comunidades rurales y urbanas.

CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO

3.1 Fase Metódica (inicial)

En esta etapa se describirá los diferentes aspectos característicos del problema, los cuales al ser interpretados conducirán a la selección correcta de los métodos aplicables en la búsqueda de la solución al problema o problemática, en esta parte se describen las siguientes características:

3.1.1 Tipo de Proyecto

El proyecto se puede catalogar como un proyecto de intervención para la obtención de un medio tangible, donde interviene la ingeniería aplicada para resolver un problema. Por su tiempo de ocurrencia el proyecto es prospectivo. (Hernández Meléndrez , 2006, pág. 30).

3.1.2 Área de Estudio

El área de estudio es el territorio de la comunidad de El Naranjo, localizada en la jurisdicción del municipio de San Juan de Limay, del Departamento de Estelí. Comprende desde la comunidad los encuentros por el norte, hasta las comunidades los Roblitos y el Caulote por el límite sur, al oeste colinda con las Lomas y el Terrero #2, y al este con la Naranjita y la Sirena. Hidrológicamente pertenece a la cuenca de río los quesos.

3.1.3 Fuente de Recolección de Datos

Se realizan estas actividades con el fin de describir la zona: Reconocimiento del área de cobertura de la comunidad, la situación socioeconómica de cada familia beneficiada, así como los datos generales y mapas de la zona en estudio. También se visitará las siguientes entidades públicas así mismo se revisará sus páginas web:

- Alcaldía del municipio de San Juan de Limay, para obtener datos generales, administrativos y sociales de la comunidad.
- INETER – Para conseguir mapas meteorológicos y físicos.
- ENACAL – Para obtener información sobre diferentes proyectos de agua potable en la zona.
- FISE – Para conseguir estudios socioeconómicos de comunidades rurales.
- MINSA
- Se realizaron visitas de campo para conocer la manera en que está organizada la comunidad El Naranjo, los sectores que lo conforman, familiarizarse con el liderazgo comunitario, si hay un comité de agua potable (CAPS) ya organizado, si existe presencia de proyectos para el desarrollo social de la comunidad y si se había planteado el problema ante autoridades gubernamentales u organizaciones.

3.1.4 Criterios de Diseño

De acuerdo con los resultados de los estudios previos, se evaluarán cuáles pueden ser las posibles alternativas de solución del problema, constatar con la Norma técnica nicaragüense obligatoria (NTON) cual será la tecnología que se adecue a la topografía del lugar, está a su vez deberá estar adecuada a las realidad económica y social que atraviesa la comunidad.

3.2 Fase de aplicación de técnicas de obtención y sistematización de datos (instrumental).

3.2.1 Valorización socioeconómica de los recursos hídricos.

Se levantará un censo poblacional y se realizará una investigación de aspectos socioeconómicos de la comunidad para cuantificar, proyectar población y gastos de diseño según normativa NTON 09 003-99. Todo esto con el fin de realizar un análisis económico de los resultados arrojados por las encuestas.

Se realizará una exploración hidrogeológica de los terrenos circundantes a la comunidad de El Naranjo, municipio de San Juan de Limay con el propósito de localizar un sitio óptimo para construir una obra de captación de agua segura para la población. Durante el estudio se construirá un modelo conceptual se realizará el trabajo de campo validado por este modelo, aportando elementos de geología, clima, hidrodinámica de suelos y de hidrogeología; relevantes para la satisfacción de los objetivos del estudio. Se localizará pozos, manantiales y accidentes geológicos, topográficos y de la historia hidro - social de la comunidad.

3.3 Estudio disponibilidad de agua

3.3.1 Levantamiento Topográfico

Se realizará un levantamiento topográfico con estación total con el fin de estudiar las condiciones del terreno en donde estará ubicado el proyecto que debe suministrar la información necesaria para adecuar el diseño de la red a las restricciones propias del lugar y evitar el mal funcionamiento del sistema una vez que sea instalado. El levantamiento topográfico se hará por el método taquimétrico con estación total, para la ubicación espacial en el terreno se utilizará el Sistema Global de Posicionamiento Satelital (GPS), un aparato digital y portátil, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM, Datum WGS84, para marcar el sitio en el punto más alto del estudio.

Luego se introducirá los datos de coordenadas manualmente del primer punto a la estación total e iniciamos el levantamiento topográfico, trazamos línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta buscando la parte más recta entre los dos puntos; Continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (Casas, Postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los puentes, pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

Básicamente, estos levantamientos deben dar una perfecta idea de conjunto y tener detalles suficientes para el diseño y la ejecución posterior bien ubicada, el levantamiento topográfico se deberá ser amarrado a la Red Geodésica Nacional de por lo menos un punto o mojón aprobado por INETER, convenientemente referenciado y protegido de tal manera que pueda reconstruirse a partir de él un levantamiento de campo.

Se harán estacionamientos no mayores de 20 m y se tomarán todos los accidentes que se presenten entre estos estacionamientos, tales como cauces, depresiones, y tuberías existentes. Las curvas de nivel tendrán un intervalo de 0.50 m a 1.00 m y en terreno accidentado el intervalo será mayor. (INAA, 1999)

3.3.2 Aforo por Método de California¹

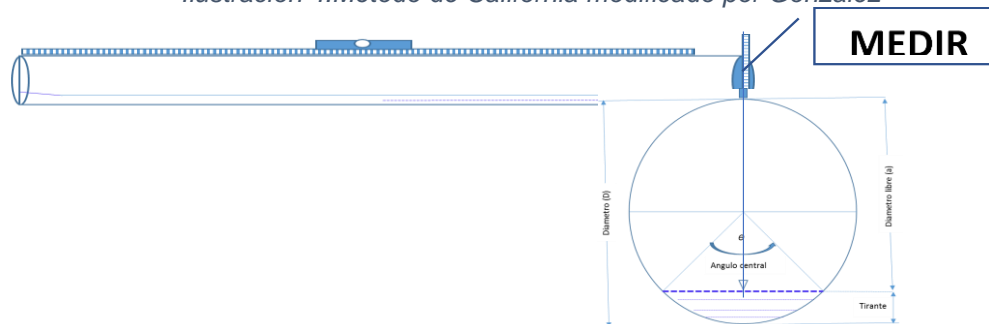
Para el cálculo del caudal generado por la fuente se utiliza el método de California con formula de Van Leer, con el uso de un dispositivo tecnológico desarrollado por González, Eddie M., se midió el tirante de vacío por un tiempo aproximado de una hora, para poder conocer el caudal que ofrece.

Se realizó un procedimiento de cálculo a partir del aforo, para determinar la velocidad, caudales y volúmenes del manantial para luego diseñar la red de conducción y distribución del agua.

$$Q = 4.685 * \left[\left(1 - \frac{a}{D} \right)^{1.88} \right] * \left[D^{2.48} \right]$$

¹ El método ha sido validado en el norte de Nicaragua por González, E. M. mediante una modificación innovadora al aparato de aplicación.

Ilustración 4. Método de California modificado por González



Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Trazo Inicial

El tanque estará situado 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.

Su estructura debe ser construida con materiales a prueba de humedad e incendio. En el diseño del interior de las casetas se deben considerar los requerimientos de espacio para cada pieza del equipo, su localización, iluminación, ventilación y desagüe.

3.3.4 Calidad del agua, muestreo y análisis.

Se tomará una muestra de la fuente existente ubicada a una distancia del tanque de almacenamiento. Posteriormente se llevará al laboratorio para evaluar si esta cumple o no, con los parámetros mínimos de consumo de agua ya establecidos por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense (NTON).

De no ser así, se procederá hacer la búsqueda de otras posibles fuentes, cabe destacar que para la calidad del agua desde una perspectiva meramente geológica y de su ocurrencia natural se tomará desde lo que indica el mapa hidro geoquímico del INETER.

3.4 FASE METODICA FINAL

3.4.1 Verificación

Interpretación y uso de datos para establecer criterios personales y especificaciones técnicas para el diseño de la red de distribución.

3.4.2 Consumos

Como lo denominan las “Guías técnicas para el diseño de alcantarillado sanitario y sistemas de tratamiento de aguas residuales” los consumos se calcularán en base al consumo doméstico diario a partir de la dotación adecuada.

3.4.3 Factores de Máximas Demandas

Según **NORMAS TECNICAS PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA (NTON 09 003-99)** estas variaciones del consumo estarán expresadas en porcentajes de las demandas promedio diario de la manera siguiente:

- Demanda del máximo día (DMD): Será igual del 130% de la demanda promedio diaria para la ciudad de Managua. Para las otras localidades del resto del país, este parámetro estará entre el 130% a 150%.
- Demanda de la hora máxima (DMH): Para la ciudad de Managua el factor será igual al 150% de la demanda del día promedio, y para las localidades del resto del país, será igual al 250% del mismo día.

3.4.4 Diseño hidráulico

Se analizarán primeramente las condiciones hidrogeológicas de la comunidad El Naranjo, luego se estudiarán los resultados del estudio de consumo de diseño poblacional, y finalmente se abordará la disponibilidad y calidad del manantial de

abastecimiento propuesto, todo esto con el fin de diseñar la línea de conducción, la red de distribución y tanque de almacenamiento. Se diseñará la línea de conducción por gravedad aprovechando al máximo la energía potencial disponible para conducir el gasto de diseño de la fuente de abastecimiento al tanque de almacenamiento a la red de distribución.

Con esto se calculará el diámetro mínimo, que satisfaciendo las razones técnicas (capacidad) permita presiones iguales o menores que la resistencia física del material. Se diseñará para la condición del consumo de máximo día (CMD) al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CPD).

$$\text{CMD} = 1.5 \text{ CPD}$$

3.4.5 Criterios de Diseño

Se diseñará la red de distribución partiendo de los criterios expuestos en las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 003-99) con los cuales se utilizará un rango de velocidades de flujo de 0.6 m/s a 2.00 m/s.

La presión mínima residual en la red principal será de 14.00 m. la carga estática máxima será de 50.00 m. El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución será de 2 pulgadas (50mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea satisfactoria para atender la demanda máxima.

3.4.6 Diseño Estructural

Altura mínima: la altura del fondo del tanque debe estar a una elevación tal que, una vez determinadas las pérdidas por fricción a lo largo de las tuberías entre el tanque y el punto más desfavorable en la red haciendo uso del método de Hardy Cross de los gastos compensados, resulte todavía una altura disponible suficiente para proporcionar la presión residual mínima establecida.

Tipos de tanque:

- Tanques sobre el suelo (superficiales) recomendados en los siguientes casos:
 - a) Cuando lo permita la topografía del terreno.
 - b) Cuando los requisitos de capacidad sean mayores de 250.000 galones.
- Tanques elevados
 - a) Que el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
 - b) Debe utilizarse la misma tubería para entrada y salida del agua solo en el caso que el sistema sea fuente-red-tanque.
- Tanques compensadores, combinados (sobre suelo y elevados)

En los casos de almacenar grandes volúmenes de agua compensador se diseñarán dos almacenamientos uno sobre suelo cisterna y otro elevado para proporcionar las presiones.

3.4.7 Saneamiento básico rural

Se optó por la letrina de foso seco ya que esta cuenta con un periodo de diseño máximo de 10 años, siendo esta la más comúnmente utilizada en Nicaragua según el NTON-09-002-99.

- **Foso y caseta de letrina**

Tabla 7. Criterios Para Foso De Letrina.

Período de diseño mínimo	4 años
Período de diseño máximo	10 años
Volumen de lodos	60 Lts/Pers/año
Rango de profundidad	2.0 m - 4.50 m
Forma	Rectangular
Ancho	0.70 m
Largo	0.90 m
Brocal	0.50 m altura mínima
Tubo Ventilador	Generalmente ϕ 4" PVC
Altura frontal	2.0 m
Altura posterior	1.90 m
Alero del techo frontal y posterior	0.50 m
Hueco de ventilación en parte alta de pared	0.15 x0.20 m

Fuente: NTON 09-002-99 (INAA, 1999)

3.5 REPORTE DE RESULTADOS

3.5.1 Elaboración del Presupuesto

Fundado en los resultados de diseño se considerará la rentabilidad, posibilidad y conveniencia de la ejecución de la obra, así también se hará el estimado de volúmenes de obra y costo, siendo congruentes con las etapas, subetapas y actividades constructivas, valorando tanto costos directos como costos indirectos.

Mediante un presupuesto se permite conocer las cantidades de la obra que posee cada una de las etapas del proyecto, así como un costo estimado de todo el sistema de agua, para estimar el monto total de la inversión que harán los involucrados en el proyecto.

3.5.2 Tarifa Hídrica

Se hará la fijación de una tarifa hídrica ambientalmente ajustada tomando en cuenta los diferentes rubros de consumo como doméstico, agropecuario, forestal ya que es una zona rural, y genera ingresos económicos por año para sustentar las actividades relacionadas con la administración del acueducto y el recurso hídrico. Desde los datos aportados por la encuesta, la población está dispuesta a aceptar una tarifa por el uso del agua que facilite no solo la operación y mantenimiento del sistema de agua potable. Hay disposición a pagar y las inconvenientes detectados pasan por la desconfianza de los ciudadanos en la administración de los recursos.

3.6 Planta Potabilizadora

El agua para el consumo humano debe estar exenta de microorganismos patógenos, sustancias tóxicas, minerales y materiales orgánicos excesivos. Para que los consumidores puedan aceptarla debe estar libre de color, turbiedad y olor, y contener el oxígeno suficiente para que tenga un sabor agradable. El suministro del agua de buena calidad, que permita atender las necesidades de los consumidores, contribuirá a disminuir la incidencia de las infecciones de la piel, y puede también disminuir las enfermedades diarreicas y la mayoría de las infecciones parasitarias.

Sin embargo, el suministro del agua segura, en cantidad suficiente y calidad aceptable, no garantiza un mejoramiento de las condiciones de salud a menos de que sea continuo, se utilice apropiadamente, mejoren las prácticas higiénicas domésticas y utilicen métodos adecuados de disposición de los desechos líquidos y residuos sólidos.

El método que se ha de utilizar en la purificación depende básicamente de las características del agua cruda. La selección del proceso de tratamiento se hace

con base en la experiencia y en estudios de tratabilidad realizados en el laboratorio o con plantas piloto, en cada caso en particular. A partir de los resultados analíticos del agua de la fuente seleccionada, se procede a establecer los requerimientos tecnológicos de aseguramiento de la calidad del agua cuyo objetivo es producir:

- a)** Agua segura, sin compuestos químicos u organismos patógenos que pongan en riesgo la salud de los consumidores
- b)** Agua aceptable, que no tenga sabor o color desagradables
- c)** Agua clara, libre de materia suspendida y turbiedad
- d)** Agua razonablemente blanda, es decir, que los usuarios no requieran grandes cantidades de detergentes y jabones para la ducha, lavar ropa y trastes
- e)** Agua sin características corrosivas o incrustantes
- f)** Agua con bajo contenido orgánico

3.6.1 Cloración

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

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

Cálculo Del Caudal De Goteo Constante:

$$Q_{goteo} = C_d * A * (2 * g * h)^{0.5}$$

Donde:

Q_{goteo} : Caudal que ingresa por el orificio.

C_d : Coeficiente de descarga (0.6).

D : Diámetro del orificio.

A : Área del orificio (\varnothing 2.0 mm).

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

G : Aceleración de la gravedad es 9.81 m/s².

h : profundidad del orificio.

3.6.2 Dimensionamiento de la unidad de oxidación – acomplejamiento

Para el filtro KANCHAN el tiempo de contacto del agua cruda con los clavos oxidados fue de 20 minutos. Los cálculos de la “hidráulica de la pana” determinaron la cantidad y diámetro de los orificios de salida en función del tiempo de contacto requerido, lo cual dio como resultado dos orificios de 2 mm cada uno. En este punto el filtro construido difiere del diseño original del KAF versión GEM 505, que establece abrir en el fondo de la pana 40 orificios (de 2 mm) uniformemente distribuidos (Ngai, 2006). Tomando como referencia los resultados reportados por Castillo, en sus trabajos con el filtro Kamchan el tiempo de residencia del agua en el ambiente de hierro es de 20 minutos y el filtro funcionara de forma intermitente en días alternos. Con esta experiencia se desarrolló el procedimiento propio para el cálculo hidráulico y diseño geométrico de la unidad de oxi-hidroxidación de hierro. El volumen de cada unidad del filtro de hierro es:

$$Q = \frac{Vol}{T}$$

$$Vol = \frac{Q}{T}$$

Pero el reservorio estará ocupado por clavos de 1 pulgada con una porosidad (n) de = 0.4 Por tanto, el volumen ajustado es:

$$Vol_{Total} = Vol_{agua}/n$$

De los reportes de MIT y verificados por Castillo, se requiere intermitencia en el funcionamiento para facilitar la producción de oxi-hidróxidos de hierro, $Fe(OH)_3$ por tanto se requiere dos unidades básicas que trabajan en días alternos por 12 horas cada uno. Por tanto, el Volumen total (V_t) requerido es de:

$$V_t = 2 * N$$

Asumiendo como válida para el dimensionamiento de las unidades de oxi-hidroxidación, la ecuación de mínimo costo (K) útil en el diseño de Filtros lentos de arena:

$$K = (2 * N) / (N + 1)$$

El área de la sección en planta de una unidad de filtro será:

$$V/T = A_{unit} \quad L = \sqrt{A_{unit} * k} \quad L = \sqrt{\frac{A_{unit}}{k}}$$

La profundidad se asume según las capas de la unidad de oxidación.

3.6.3 Dimensionamiento del Sedimentador

La sedimentación después de la coagulación y floculación se proyectó realizarla por medio de sedimentación convencional (flujo horizontal), para lo cual se utilizaron los criterios o parámetros de diseño establecidos para la remoción de sólidos sedimentables que han sido producidos por el tratamiento químico (aplicación de sulfato de aluminio para la formación de flóculos de alumbre). Se proyectó proveer dos unidades de sedimentación para no interrumpir el servicio de suministro de agua durante las labores de mantenimiento de los Sedimentadores. El Caudal afluente para un sedimentador esta dado por:

$$Q_a = \frac{Q}{N}$$

Donde:

Q_a: Caudal afluente (L/s).

Q: Caudal de diseño (L/s).

N: Número de unidades.

Dimensiones caja de sedimentación:

$$A = \left(\frac{Q_a}{V_c} \right) / 1000$$

Donde:

A: Área superficial (m²).

V_c: Velocidad crítica de caída (m/s).

El ancho y la altura del canal se escoge para satisfacer los criterios de funcionamiento. El espaciamiento tiene que ser al mínimo igual al ancho. La longitud de la caja agua arriba de la pantalla difusora será al mínimo de 70cm.

Criterios del funcionamiento

$$V_f = \left(\frac{L^3}{B * h} \right) / 1000$$

Donde:

L³: Longitud caja de sedimentación (m).

B: ancho (m).

h: profundidad agua (m).

Tabla 8. Criterios de velocidad de flujo.

velocidad del flujo V _f (m/s)
Verificación criterio: 3<longitud/ancho<6
Verificación criterio: 5<longitud/profundidad<20

Tiempo de recorrido de las partículas (hrs).

$$t = \left(\frac{L3}{V_f} \right) / 3600$$

Tiempo máximo de caída de las partículas (hrs).

$$t_{m\acute{a}x} = \left(\frac{h}{V_c} \right) / 3600$$

Tiempo de permanencia (hrs).

$$t_p = \left(\frac{A * h}{\frac{Q_a}{1000}} \right) / 3600$$

Volumen adicional para almacenar el lodo.

La pendiente del fondo del canal tiene que ser de 10% para evacuar el lodo
$h_2 = L3$ (Longitud caja de sedimentación) * 10% (mts)
Profundidad= h (Profundidad del agua) + h_2 (mts)

Pantalla difusora

Diámetros orificios (mts): Existe una pérdida de carga cuando el agua fluye a través de los orificios. Esta crea una diferencia de nivel entre agua arriba y agua abajo de la pantalla difusora. Mas grande el diámetro y el número de orificios, más pequeña será la diferencia de nivel.

El espaciamiento (Esp) Vertical y horizontal será de 0.1 metros.

Números de orificios dispuestos horizontalmente.

$$N_H = \left(\frac{B}{Esp} \right)$$

Números de orificios dispuestos verticalmente.

$$N_V = \left(\frac{h}{Esp} \right)$$

Número de orificio totales.

$$N_T = N_H * N_V$$

Estimación de la diferencia de altura entre caja de entrada y caja de sedimentación h' (mts).

$$h' = 0.124 * \frac{\left(\frac{1}{N_T} \right) * \left(\frac{Q_a}{1000} \right)^2}{Diam Orif^4}$$

Seguridad: diferencia de altura entre caja de entrada y caja de sedimentación h' (mts), Se escoge la diferencia de nivel entre agua arriba y agua abajo la pantalla difusora. 20cm es un valor suficientemente alto en la mayoría de los casos. En todos casos, ese valor, tendrá que ser diez veces superior al valor estimado (célula arriba).

3.6.4 Dimensionamiento de Filtro Lento de Arena (FLA).

Básicamente, un filtro lento consta de un tanque que contiene una capa sobrenadante de agua cruda, lecho filtrante de arena, drenaje y un juego de dispositivos de regulación y control.

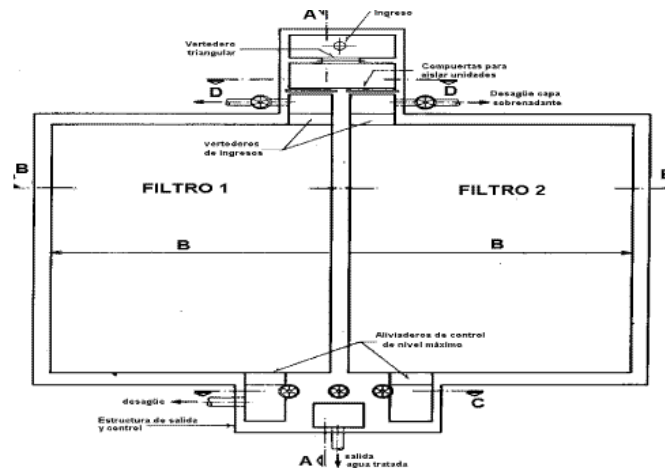
El filtro lento modificado que recomienda el CEPIS elimina los dispositivos de control vulnerables y tiene las siguientes características:

La estructura de ingreso consiste en una cámara de distribución con vertederos rectangulares para distribuir el caudal uniformemente a todas las unidades del sistema y válvula de limpieza. Si no se han considerado unidades previas para acondicionar la calidad del agua, en esta cámara se incluirá el sistema de ajuste y medición de caudal, consistente en una válvula y un vertedero triangular.

Las cajas de los filtros deberán ser, por lo menos, dos y estarán compuestas de un sistema de drenaje, una capa de grava graduada, una capa de arena, una capa de agua y el borde libre.

La estructura de salida es común a dos unidades y comprende un vertedero de control de nivel máximo de operación, una caja de desagüe, dos cámaras de salida cada una con un vertedero de control de nivel mínimo, una válvula para comunicar la cámara de salida con la de desagüe, una válvula para intercomunicar las cámaras de salida, una cámara de reunión del efluente y dos válvulas para eliminar el efluente inicial.

Ilustración 5. Filtro lento modificado.



Criterios de diseño.

El medio filtrante debe estar compuesto por granos de arena duros y redondeados, libres de arcilla y materia orgánica. La arena no debe contener más de 2% de carbonato de calcio y magnesio. Experimentalmente se ha encontrado

que el diámetro efectivo de la arena debe ser del orden de 0.15 a 0.35 mm. La profundidad del lecho puede variar entre 0.50 y 1.00 m, pudiendo el filtro operar con un espesor mínimo de 0.30 m (5). El coeficiente de uniformidad puede ser menor de 3.0, se recomienda un rango de 1.8 a 2.0. En última instancia, cualquier material inerte puede utilizarse como medio filtrante.

La capa soporte debe reunir características similares a las indicadas para la arena. Debe considerarse una altura mínima de 0.30 m de grava dispuesta en tres capas de diferente granulometría. La grava más fina debe seleccionarse, teniendo en cuenta el tamaño de los granos de arena y la más gruesa de acuerdo con el tamaño de los orificios del drenaje. El drenaje puede estar conformado por drenes o por ladrillos de construcción. Los tubos de drenaje están compuestos de un dren principal y ramificaciones o drenes laterales.

Los drenes laterales se unirán al principal mediante tee o cruces y podrán ser de concreto, de cerámica o de PVC. Los drenes laterales se instalarán dejando juntas abiertas de 2 cms o se perforarán orificios de 2 a 4 mm de diámetro, separados de 0.10 a 0.30 m centro a centro y dispuestos en la parte inferior de los drenes. La separación entre los drenes laterales debe ser de 1/16 de su longitud o como máximo de 2.5 m. Con respecto a la pared, se considerará una separación de 1/32 de su longitud o como máximo de 1.25 m.

El dimensionamiento de los drenes se efectuará con el criterio de que la velocidad límite en cualquier punto de estos no sobrepase de 0.30 m/s. La relación de velocidades entre el dren principal (V_p) y los drenes secundarios (V_s) debe ser de: $V_p/V_s < 0 = 0.15$, para obtener una colección uniforme del agua filtrada. La pérdida de carga producida por los drenes no debe exceder de un 10% de la pérdida de carga del medio filtrante, cuando la arena está limpia y su altura es mínima. Puede estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$h = 0.33 l 1/dh . v^2/2g$$

Siendo (l) el coeficiente de fricción de Colebrook, (dh) el diámetro hidráulico y (v) la velocidad del dren:

$$(dh = 4Ad/p).$$

En los drenajes de ladrillo, los bloques que van sobre el fondo de la caja del filtro deben asentarse con mortero y los que techan los canales se colocaran dejando separaciones o aberturas de 2 cms para que pase el agua filtrada. Se deben proyectar, por lo menos, dos unidades funcionando en paralelo, para poblaciones de menos de 2,000 habitantes. En poblaciones mayores se decidirá el número de unidades, teniendo en cuenta el tamaño máximo de 50 m² para que sea factible completar el mantenimiento en 24 horas.

La velocidad de diseño también es importante al decidir el número de unidades. Con velocidades mayores de 0.30 m/h deberá considerarse un mínimo de tres unidades.

El área de cada unidad (As) es una función de la velocidad de filtración (Vf), del caudal (Q), del número de turnos de operación (C) y del número de unidades (N). $As = Q.C/N.V_f$. Con operación continua el área de la unidad será igual a $As = Q/N.V_f$.

La altura del agua sobre el lecho filtrante puede variar entre 1.0 y 1.50 m.

Se interconectarán las unidades a través de la cámara de salida para efectuar el llenado ascendente del filtro.

Cuando se tenga suficiente presión en el afluente al filtro, se podrá implementar la limpieza por el método de "trillado". Para esto, deberá considerarse un ingreso de agua tratada (o por lo menos prefiltrada) por el fondo de la unidad, un canal de recolección de agua de limpieza y su correspondiente válvula de evacuación.

Las paredes interiores de la caja, en el tramo ocupado por el lecho filtrante, deberán presentar acabado rugoso para impedir la producción de cortocircuitos.

El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante. El control de nivel máximo dentro de la caja del filtro se efectúa mediante un vertedero de alivio ubicado sobre las cámaras de desagüe. (Marrón, 199)

CAPITULO IV: ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Diagnostico socioeconómico.

4.1.1 Generalidades

El área de estudio del proyecto se localizó en la comunidad El Naranjo, en el municipio de San Juan de Limay, departamento de Estelí. Este estudio tuvo como fin conocer la realidad socioeconómica de la comunidad, así como las formas de abastecimiento de agua que utiliza la comunidad y las condiciones hidrosanitarias del sitio del proyecto. Este se dividió en tres fases metódicas:

- Visita de campo.
- Gabinete (donde se procesaron los datos).
- La interpretación de resultados.

La encuesta se realizó entrevistando a los jefes de familia de las 50 casas con la ayuda de un formato de encuesta previamente realizado. (Ver anexo A-1 Encuesta).

Población

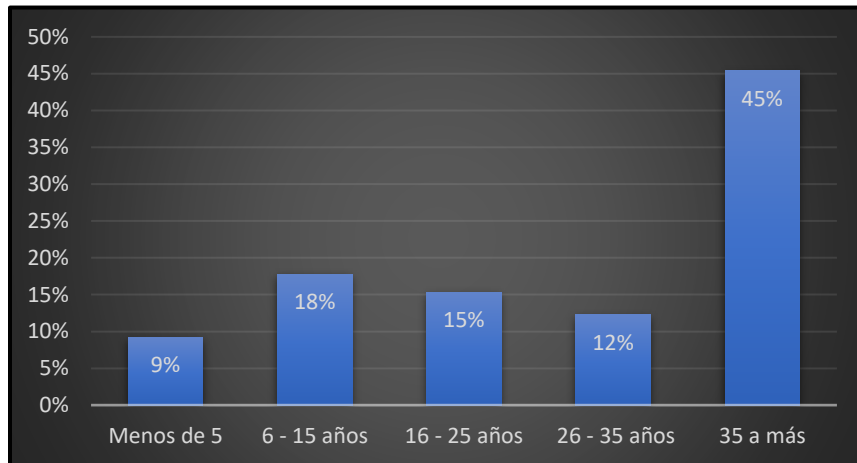
Personas que habitan en la vivienda

La población total censada corresponde a 171 habitantes, de los cuales el 52% son hombres, 48% mujeres incluyendo niños y adolescentes. Por lo que se puede determinar que los hombres son la población mayoritaria de la comunidad.

Rango de edad población

Los rangos de edad de la población total encuestada se reflejan en el siguiente gráfico. Lo que da como resultado que la edad mayoritaria de la población oscila entre los 36 años o más con 45%.

Ilustración 6. Distribución por edad de los habitantes en la comunidad El Naranjo.



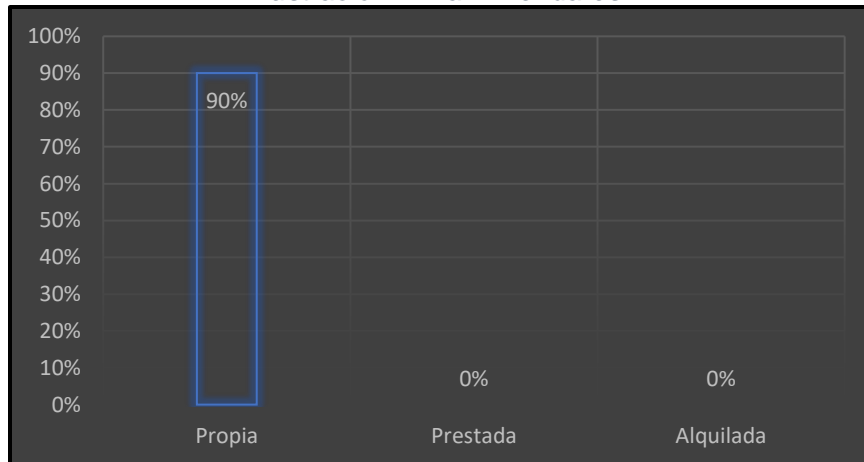
Fuente: Elaboración propia

Vivienda

Adquisición de la vivienda

En base a los datos levantados se indago que el 90% de las viviendas son habitadas por sus dueños, son propias y de uso domiciliar.

Ilustración 7. La Vivienda es:



Fuente: Elaboración propia.

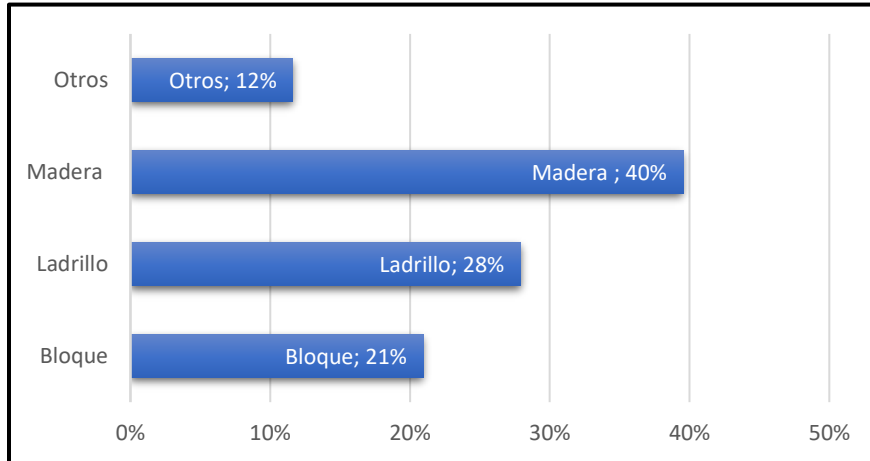
Uso de la vivienda

Mediante encuestas realizadas se determinó que 48 viviendas son de uso domiciliar, únicamente hay dos de tipo vivienda – negocio, que son pulperías.

Estado de la vivienda

En la encuesta que se hizo se consideró el estado de la vivienda y los materiales constructivos en las paredes, piso y techos. Obteniendo que un 21% de viviendas son paredes de Bloque, 28% de ladrillo, 40% de madera y 12% elaborada de otros materiales.

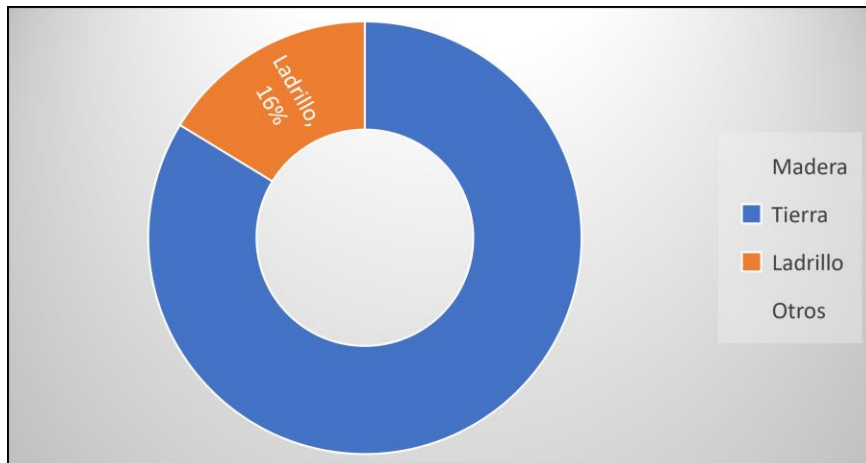
Ilustración 8. Las paredes son de:



Fuente: Elaboración propia.

En lo que respecta al piso de las viviendas se obtuvo que un 84% es de tierra y 16% es ladrillo.

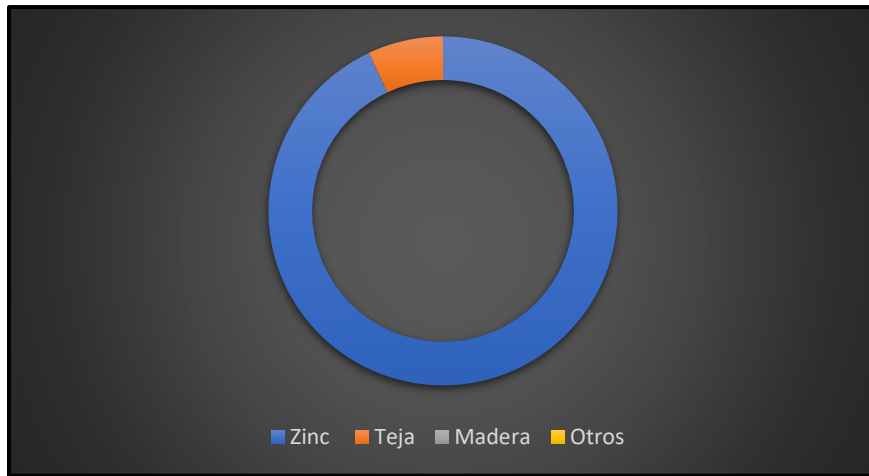
Ilustración 9. El Piso es de:



Fuente: Elaboración propia.

Los materiales utilizados para cubrir el techo de las viviendas el 93% cuenta con material de zinc y el 7% es material de teja.

Ilustración 10. El techo es de:



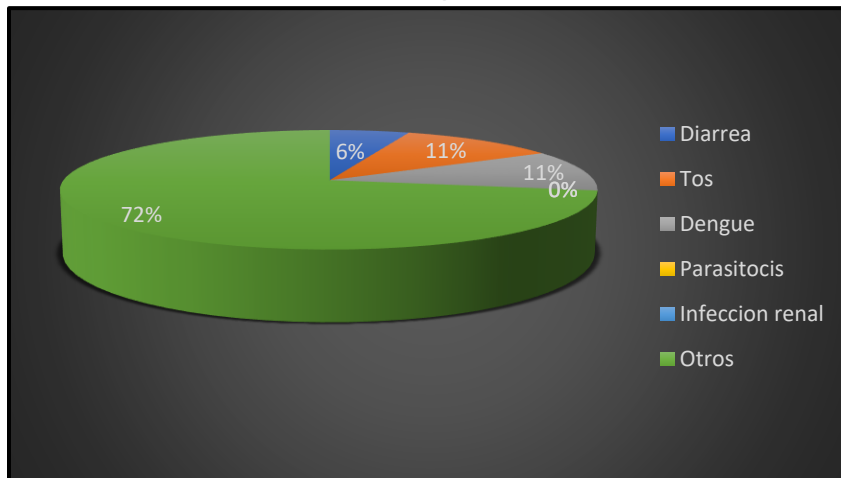
Fuente: Elaboración propia

Salud

Situación de salud en las viviendas

De acuerdo a las encuestas socioeconómicas realizadas, en la comunidad no existe puesto de salud, por lo que las personas acuden al más cercano ubicado en la comunidad Los Encuentros o si es necesario al puesto de salud del casco Urbano de San Juan de Limay.

Ilustración 11. Enfermedades padecidas en la comunidad.



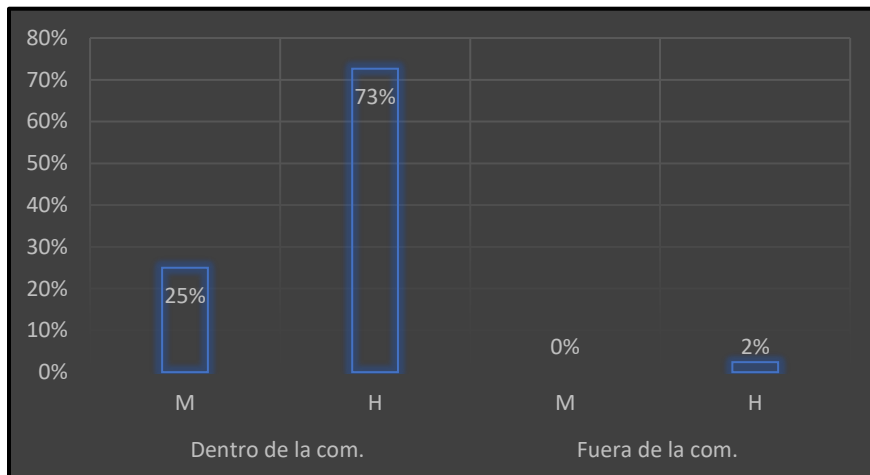
Fuente: Elaboración propia

Situación económica y social

Cuántas personas del hogar trabajan

De las 171 personas registradas en el estudio, se tiene como resultado que el 75% de los hombres trabajan y el 25% de mujeres. Del total de personas que trabajan dentro de la comunidad son el 73% son hombres y el 25% son mujeres. Los que trabajan fuera de la comunidad son el 2% y son hombres, las mujeres no trabajan fuera de la comunidad.

Ilustración 12. Cuántas personas trabajan en el hogar.

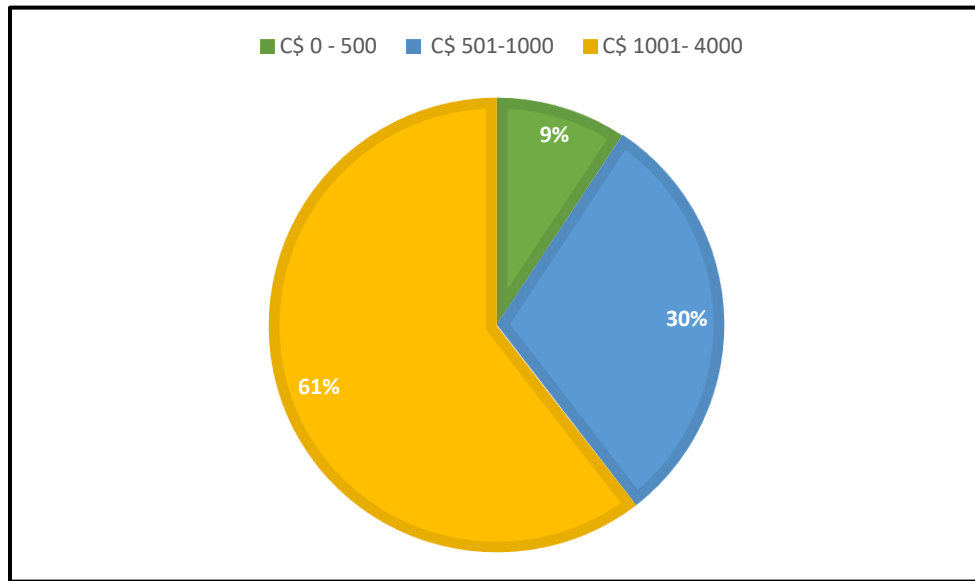


Fuente: Elaboración propia

Ingresos mensuales

Según el censo realizado se tiene que los ingresos mensuales de las personas que trabajan varía de C\$ 0 – 500 con 9%, C\$ 501 – 1000 con 30%, C\$1001 – 4000 con 61%, con esto podemos decir que la mayor parte de la población tiene ingresos de entre C\$1000 – 4000 mensuales.

Ilustración 13. Ingresos mensuales en los hogares:

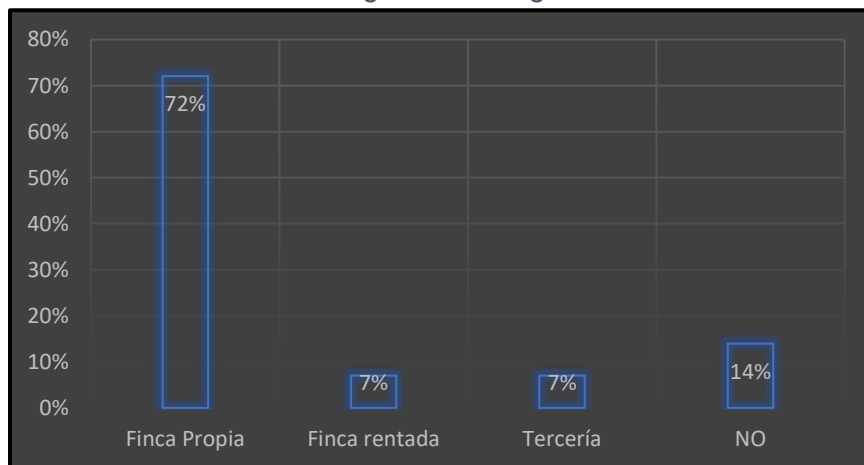


Fuente: Elaboración propia

Origen de los ingresos familiares

La mayoría de las familias obtiene sus ingresos el 72% de su finca propia, el 7% finca rentada, el 7% tercería y el 14% se dedica a otras labores ya que no cuenta con tierras para trabajar.

Ilustración 14. Origen de los ingresos familiares

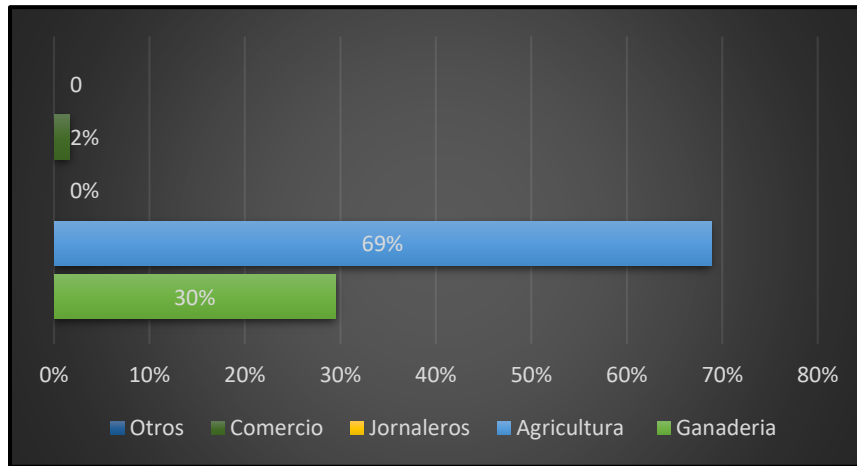


Fuente: Elaboración propia

Actividades económicas

Dentro de las principales actividades económicas de la población se tiene que con un porcentaje del 69% se dedican a la agricultura, el 30% se dedican a la ganadería y el 2% al comercio.

Ilustración 15. En que trabajan las personas de su hogar

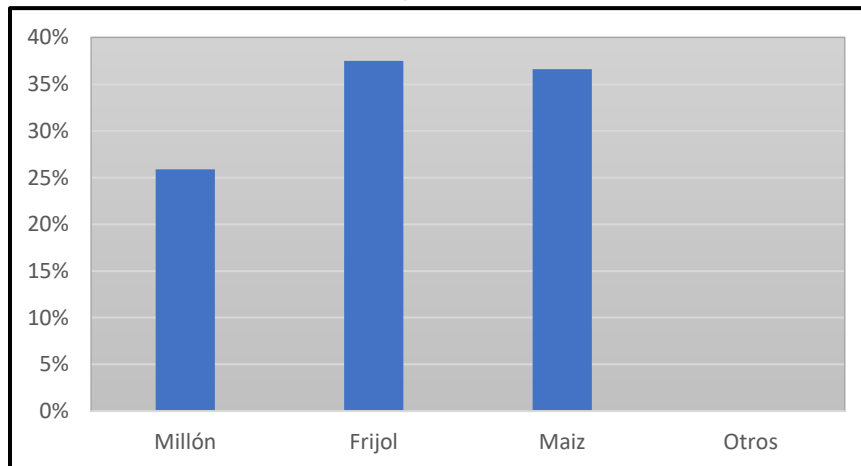


Fuente: Elaboración propia

Cultivos que se cosechan

Dentro de las familias que se dedican a la agricultura, dentro de sus cultivos están con igual porcentaje del 38% el frijol, el 37% el maíz y un 26% el millón.

Ilustración 16. Cultivos que siembran en la comunidad



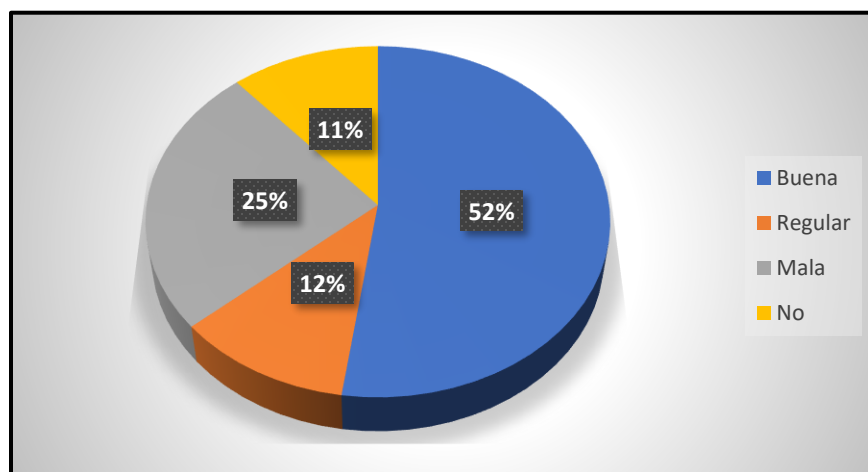
Fuente: Elaboración propia

Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

Disponibilidad y estado de las letrinas

De las viviendas encuestadas, el 89% cuentan con letrinas y el 11% restante de las viviendas no tienen.

Ilustración 17. Tienen Letrinas



Fuente: Elaboración propia

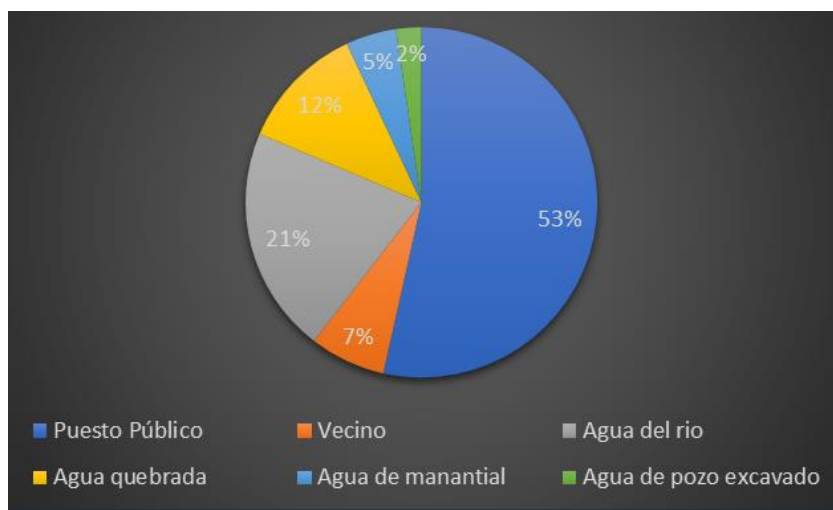
De las familias registradas que tienen letrinas el 52% están en buen estado, el 12% en estado regular y el 25% están en mal estado y un 11% no cuentan con servicio de letrinas.

Recursos y servicio de agua

Disponibilidad de agua

En cuanto a la situación del agua se encontró que la mayoría de las viviendas se abastecen de agua con un porcentaje de 53% de puestos públicos, un 7% de vecinos, un 21% de agua de ríos, 12% de Quebradas, un 5% de agua de manantial y un 2% de agua de pozo excavado.

Ilustración 18. Fuentes actuales de abastecimiento

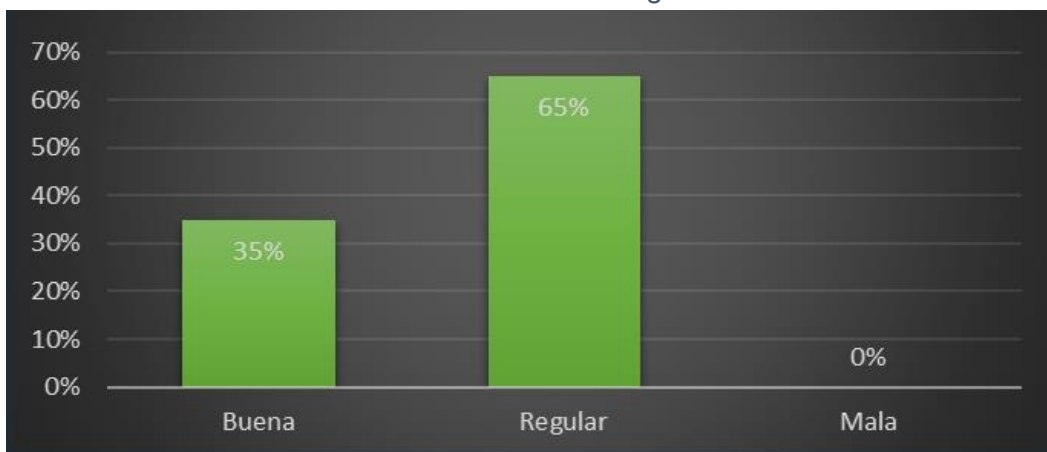


Fuente: Elaboración propia

Calidad del agua

Con respecto a la calidad del agua de consumo humano, de las familias encuestadas, el 65% opinan que su calidad es regular y el 35% que es buena. Los que hacen referencia a regular calidad del agua, se basan a sus características relacionadas con el sabor, color y olor.

Ilustración 19. La calidad de agua de consumo



Fuente: Elaboración propia

4.2 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.

4.2.1 Tasa de crecimiento de población

Se ha tomado como marco de referencia poblacional los datos del resumen censal de INIDE, obtenidos del resumen del VII censo de población y III de viviendas 1995 y del VIII censo de población, IV de viviendas 2005 y los resultados de las encuestas aplicadas para una comparación con la tasa de crecimiento brindadas por los censos anteriores, por lo tanto, se calcula la proyección de partida del año 2021 para las proyecciones futuras, 247 hab. La densidad poblacional de personas por viviendas es de 3.8 hab/viv. Estos datos revelan que existen 66 viviendas que demandan el servicio de agua.

Los datos demográficos y dotaciones, al aplicar los criterios técnicos y las normas para el diseño hidráulico, permiten calcular para el final del periodo de diseño las proyecciones de población, dotación, caudales del sistema, volumen útil de almacenamiento y, además evaluar las características y capacidad de la fuente.

Tabla 9. Tasa de crecimiento poblacional

Zona	Año 1971	Año 1995	Año 2005	Período 1 (1,971- 1,995)	Período 2 (1,995-2005)	Período 3 (1,971-2005)	Promedio	Observación
San Juan de Limay	8652	12501	13455	1.5452%	0.7381%	1.3072%	1.1968%	Se tomo una tasa de crecimiento de 2.5%
Estelí	79164	174894	201548	3.3579%	1.4286%	2.7867%	2.5244%	

Fuente: Resumen censal INIDE

De acuerdo con las normas establecidas por el INAA, debe ser un mínimo del 2.5% anual y un máximo de 4%; por lo tanto, la tasa de crecimiento seleccionada para nuestro caso es del 2.5% ya que el promedio del municipio de San Juan de Limay es menor a 2.5%.

4.2.2 Proyección de la población

Se estimó la proyección de la población para un periodo de 20 años usando el método geométrico.

$$P_n = P_0 * (1 + r)^t$$

P_n : Población Final

P_0 : Población Inicial

r: Tasa de crecimiento t: Periodo de proyección (años)

Tabla 10. Proyección de la población

Vida útil del proyecto			20 años	
Año	Ordinal	Po	r (%)	Pd
2021	0	247	0.025	247
2026	5			279
2031	10			316
2036	15			358
2041	20			405

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 405 habitantes.

4.2.3 Proyección de consumo

El cálculo del consumo de la población se basó en los datos recopilados con anterioridad en cuanto al crecimiento poblacional proyectado y la dotación estipulada en las normas de Acueductos Rurales del país, esta dotación incluye un factor estimado de pérdidas y desperdicios de agua en el sistema, de acuerdo con los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable

rural, determinando así el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto. 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 del medio Rural.

Por lo anterior, se propone establecer una dotación per cápita mínima para el consumo de agua domestico de 16 GpPD (60 lppd), para la población que será abastecida de agua potable, por medio de conexiones de patio.

4.2.4 Estimación de consumos

La demanda de agua futura, para el sector en estudio ha sido determinada en base a las proyecciones demográficas y dotaciones. En base a dichos valores y los parámetros definidos, la demanda de agua de la Comunidad El Naranjo resulto ser de 0.281 L/s como consumo promedio diario y 0.422 como el consumo de máximo día y 0.703 lps para el consumo máximo hora al final de periodo de diseño.

A continuación, se presenta un cuadro de resumen de la proyección de los gastos demandados tanto para el periodo actual como el final de diseño.

Tabla 11. Proyección de población y demanda de agua potable

PROYECCIÓN DE PLOBLACIÓN Y DEMANDA DE AGUA POTABLE									
Vida útil del proyecto			20 años		Dotación	CAUDALES (L/s)			Demanda diaria
Año	Ordinal	Po	r (%)	Pd	Lppd	CPD	CMD	CMH	m3/día
2021	0	247	0.025	247	60	0.172	0.257	0.429	22.23
2022	1			253		0.176	0.264	0.440	22.79
2023	2			260		0.180	0.270	0.451	23.36
2024	3			266		0.185	0.277	0.462	23.94
2025	4			273		0.189	0.284	0.473	24.54
2026	5			279		0.194	0.291	0.485	25.15
2027	6			286		0.199	0.298	0.497	25.78
2028	7			294		0.204	0.306	0.510	26.42
2029	8			301		0.209	0.313	0.522	27.09
2030	9			308		0.214	0.321	0.536	27.76
2031	10			316		0.220	0.329	0.549	28.46
2032	11			324		0.225	0.338	0.563	29.17
2033	12			332		0.231	0.346	0.577	29.90
2034	13			340		0.236	0.355	0.591	30.64
2035	14			349		0.242	0.364	0.606	31.41
2036	15			358		0.248	0.373	0.621	32.20
2037	16			367		0.255	0.382	0.637	33.00
2038	17			376		0.261	0.391	0.652	33.83
2039	18			385		0.268	0.401	0.669	34.67
2040	19			395		0.274	0.411	0.686	35.54
2041	20		405	0.281	0.422	0.703	36.43		

Fuente: Elaboración propia

4.3 Análisis Hidrológico de la Fuente

4.3.1 Caudal de diseño y consumo

En el mes de abril del 2021 se llevó a cabo el aforo, con el objetivo de determinar la capacidad de la fuente de captación por el método de California con fórmula de Van Leer donde se utilizaron los siguientes instrumentos un tubo PVC 3^{1/2}" , cinta métrica y nivel. Se midió el tirante vacío por un tiempo aproximado de 30 minutos, para poder conocer el caudal que ofrece. Los resultados de acuerdo al aforo realizado fueron:

Tabla 12. Aforo por método de California

AFORO							
Comunidad El Naranjo, Municipio San Juan de Limay, Municipio de Estelí.							
(Método de California con fórmula de Van Leer)							
Fuente	Valores de tubo		CAUDAL AFORADO			Volumen Diario	
	Tirante libre	Diametro	Q _(m³/s)	Q _(lps)	Q _(gpm)	m ³ /día	lpd
Fuente 1	0.0662	0.089	0.000898	0.898	14.23	77.58	77,584.48
	e =	Poblacion	Dotacion	Demanda	Oferta	Razon de uso	
	2.00 mm	280.00 Hab.	60.00 Lppd	0.19 l/s	0.90 l/s	21.65%	
		Identificar - MEDIR Y ANOTAR	TRASLADO				
		Fuente	a medido	a real			
		1	68.2000 mm	66.2000			

Nota: El aparato debe colocarse garantizando la pendiente "0" (Cero), se mide unicamente el tirante libre (a)

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Capacidad de la fuente

La fuente que abastecerá al Mini Acueducto por Gravedad tiene un caudal de 0.90 Lts/Seg.

Los resultados de las proyecciones de diseño nos revelan que el número de personas a ser abastecidas por el MAG al final del periodo de diseño será de 405 habitantes, quienes con una dotación de 60 lppd, demandaran un consumo máximo diario (CMD) de 0.422 lps y un consumo máximo horario (CMH) de 0.703 lps.

Es importante señalar que, al inicio del proyecto se requiere la construcción de 66 conexiones domiciliarias con micro medición, beneficiando a 247 beneficiarios directos, más 1 escuela y 2 iglesias.

4.3.3 Calidad de Agua

La investigación de la fuente del sistema no deberá limitarse tan solo a la fuente más conveniente, es necesario localizar la fuente más limpia. El agua para consumo humano deberá ser sanitariamente segura y libre de elementos que constituyan un peligro para la salud, eliminando aquellas propiedades físico – químico, bacteriológicas y metales pesados.

Resultados de la calidad de agua

Se realizó en el mes de Julio 2021 muestreo y análisis de agua por medio del Laboratorio Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (PIENSA – UNI) con verificación de Arsénico total en el Laboratorio del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA – UNAN) tomando en cuenta los parámetros físico- químico, bacteriológico y arsénico, obteniendo los siguientes resultados (Ver Anexo Resultados de análisis de calidad de agua):

- **Análisis Físico – Químico**

El análisis Físico-químico realizado por Laboratorio Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (PIENSA – UNI) consideró los siguientes parámetros: color verdadero, turbiedad, concentraciones de iones de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, alcalinidad, carbonatos, bicarbonatos, Cloruros, nitratos, calcio, magnesio, manganeso, nitritos, hierro total, sulfatos, dureza total, dureza cálcica, sodio, potasio, flúor. Los resultados de los parámetros físico-químicos, la muestra de agua analizada, obtenida en su estado natural del manantial se encuentran dentro de los estándares de la Norma para clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos (NTON 05 007-98).

Características físicas

Existen ciertas características del agua, se consideran físicas porque son perceptibles por los sentidos (vista, olfato o gusto), y tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad del agua, se refiere a mediciones indirectas de componentes químicos presentes en el agua que pueden o no ser tóxicos.

Color: puede estar ligada a la turbidez o presentarse independiente de ella. Se atribuye comúnmente a la presencia de taninos, lignina, ácido húmicos, ácidos grasos, ácidos fúlvicos, etc. Para eliminar el color aparente se aplica la coagulación - floculación seguida por sedimentación. La cantidad de coagulante depende de la concentración inicial del color y del pH óptimo (generalmente ácido). En el caso del color verdadero, se recurre a sistemas más complejos como la absorción en carbón activado, oxidación, según sea el origen del color.

Olor y sabor: Están estrechamente relacionados y constituyen el motivo principal de rechazo por parte del consumidor. La falta de olor puede ser un indicio indirecto de la ausencia de contaminantes, tales como los compuestos fenólicos. La eliminación del olor y del sabor se asocia con el tipo de compuesto que la origina el más común en aguas de suministro se debe al sulfuro de hidrógeno, el cual se elimina mediante aireación. Otros compuestos más estables en el agua como el hierro requieren oxidación y sedimentación- filtración.

Características químicas

Turbiedad: Es originada por las partículas en suspensión o coloides. Es decir, causadas por las partículas que, por su tamaño, se encuentran suspendidas y reducen la transparencia del agua en menor o mayor grado. Los resultados muestran que 0.058 UTN y según la norma CAPRE el valor permisible es de 5, esto nos confirma que el agua está en buen rango de turbiedad. Para remover la

turbiedad se empela la coagulación- floculación, seguida de sedimentación y filtración. En caso de el agua contenga una turbiedad > 100 UTN se puede aplicar un paso previo de sedimentación.

Potencial de hidrogeno: el pH puede definirse como una medida que expresa el grado de acidez o basicidad de una solución en una escala que varía entre 0 y 14. La acidez aumenta cuando el pH disminuye. Una solución con pH menor a 7 se dice que es acida, mientras que si es mayor a 7 se clasifica como básica. Los resultados muestran un 6.59 pH y según la norma CAPRE el rango de aceptación esta entre 6.5 y 8.5, esto nos indica que es admisible para el consumo.

Cloruros: Las aguas superficiales normalmente no contienen cloruros en concentraciones tan altas como para afectar el sabor, excepto en aquellas fuentes provenientes de terrenos salinos o de acuíferos con influencia de corrientes marinas; por lo general no son los cloruros sino de sulfatos y los carbonatos los principales responsables de la salinidad en este tipo de aguas. Los resultados muestran que 8.58 mg/L y su valor permisible según la norma su valor admisible es de 250 mg/L.

Conductividad eléctrica: es la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica y es una medida indirecta de la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua. Los resultados muestran 218.00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y su valor permisible es de 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Dureza: La dureza del agua, derivada de la presencia de calcio y magnesio, generalmente se pone de manifiesto por la precipitación de restos de jabón y la necesidad de utilizar más jabón para conseguir la limpieza deseada. Los resultados muestran que 75.28 mg/L CaCO_3 y su valor permisible es de 400 mg/L CaCO_3 . Estas aguas se clasifican como moderadamente duras. Con fines de

verificación de los resultados analíticos se procedió a evaluar la dureza del agua de acuerdo a los procedimientos indicados por (Hounslow, 2018) tomando como especies causantes de dureza a Calcio y Magnesio. Los resultados calculados muestran precisión adecuada de los resultados analíticos.

Tabla 13. Resultados de Dureza

DUREZA			
Parámetros de los que depende: Ca, Mg			
Calcio	mg Ca ⁺² /L	16.35	
Magnesio	mg Mg ⁺² /L	8.38	
Parámetros calculados:			
Calcio	meq Ca ⁺² /L	0.82	
Magnesio	meq Mg ⁺² /L	0.69	
DUREZA CALCULADA			TIPOLOGIA
Dureza	mg CaCO ₃ /L	75.251	Dureza
Dureza	mg Ca ⁺² /L	30.10	(mg CaCO ₃ /L)
Dureza	mg HCO ₃ ⁻ /L	91.81	0 - 50
Dureza	° Franceses	7.53	50 - 150
Dureza	° Alemanes	4.23	150 - 300
Dureza	° Ingleses	5.26	> 300
			Valoración
			blanda
			moderadamente dura
			dura
			muy dura

Fuente: Elaboración propia

El origen de la dureza como la suma de las durezas individuales debidas a los iones de calcio, magnesio, indica la presencia de dureza cálcica y magnésica. La dureza total de las aguas es un componente con bastante significación en la calidad fisicoquímica.

Alcalinidad: Los resultados para alcalinidad muestran que existen 97.4 mg/l como CaCO₃. Realizando verificación de resultados se encontró precisión en este resultado. Sin embargo, la verificación realizada con Bicarbonatos muestra incongruencia. Lo cual debe ser evaluado con cuidado. El resultado indica la presencia de 118.75 mg HCO₃⁻/L

Tabla 14. Resultados de Alcalinidad

ALCALINIDAD				
Parámetros de los que depende: HCO₃, CO₃				
	(mg CaCO ₃ /L)		Alk	Valoración
Bicarbonatos	mg HCO ₃ ⁻ /L	97.40	< 12,3	muy baja
Carbonatos	mgCO ₃ ²⁻ /L	0.00	24,6 - 41	baja
			41 - 98,4	media
Alk Calculada	mg CaCO ₃ /l	79.90	98,4 - 147,6	alta
Verificacion	mg CaCO ₃ /l	97.34	> 147,6	muy alta
Laboratorio	mg CaCO ₃ /l	97.40	Alcalinidad media	
Verificacion mediante la formula:		Alcalinidad = Bicarbonatos/1.22		Incongruente
Fuente: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21st Edition, 2005.				
VERIFICACION ANALITICA				
Razon Bicarbonatos :	1.22	Custodio y Llamas (1)	Pag. 211	
Alcalinidad TAC	1.2192	Hounslow (2)	Pag. 76	
Alcalinidad:	97.4 mg CaCO ₃ /l	Bicarbonatos:	118.828 (1)	
			118.750 (2)	

Fuente: Elaboración propia

Sulfatos: Los sulfatos están presentes de forma natural en muchos minerales y se utilizan comercialmente, sobre todo, en la industria química. Se liberan al agua procedentes de residuos industriales y mediante precipitación desde la atmósfera; no obstante, las concentraciones más altas suelen encontrarse en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. Los resultados muestran que 1.28 mg/L y su valor permisible es de 250 mg/L.

Calcio: Es un metal alcalinotérreo, es el principal constituyente de muchas rocas y tiene un solo estado de oxidación Ca²⁺. Los resultados muestran una concentración de 16.35 mg/L y su valor permisible es de 100 mg/L. La concentración de calcio y junto al magnesio es utilizada para caracterizar la dureza del agua.

Magnesio: El magnesio no existe libre en la naturaleza. Se encuentra combinado como carbonato, $MgCO_3$, constituyendo el mineral llamado magnesita o giobertita. Se encuentra generalmente en las aguas en cantidades mucho menores que el calcio, pero su importancia biológica es grande, ya que es indispensable en el desarrollo de ciertos sistemas enzimáticos, actuando igualmente en la constitución de los huesos. Los resultados muestran un 8.38 mg/L y su valor permisible es de 30 mg/L.

Flúor: El flúor representa 0.3 g/kg de la corteza terrestre. La concentración máxima presente en forma natural en el agua de abastecimiento rara vez excede de 5 mg/l, aunque se llegan a encontrar valores hasta de 10 mg/l. Los resultados muestran un 0.180 mg/L y su valor permisible es 0.7 a 1.5 mg/L.

Manganeso: El manganeso es uno de los metales más abundantes en la corteza terrestre, que por lo general se encuentra junto con el hierro. El manganeso se asocia con cloruros, nitratos y sulfatos. Las concentraciones de manganeso disuelto en las aguas subterráneas y superficiales pobres en oxígeno pueden alcanzar varios miligramos por litro. Los resultados muestran un <0.006 mg/L y su valor permisible es de 0.5 mg/L.

Nitratos y nitritos: los nitratos y los nitritos son iones presentes en la naturaleza intercambiables entre ambos a través de un gran número de reacciones químicas y biológicas. Los nitritos (NO_2) y nitratos (NO_3) se expresan, por lo general, en términos de nitrógeno oxidado total (NO_x). En las aguas superficiales y subterráneas, las concentraciones ascienden por lo general a unos cuantos mg/l. Los resultados de nitratos muestran un 6.13 mg/L y su valor permisible es de 50 mg/L y nitritos 0.003 mg/L su valor permisible 0.1 mg/L. Esta relación de concentración son un indicio de condiciones oxidantes en el acuífero.

Sodio: El sodio es un constituyente natural de los tejidos de plantas y animales. Se asocia con la alta presión en la sangre y enfermedades del corazón si es

consumido en exceso. Los resultados muestran 13.35 mg/L y su valor permisible es de 200 mg/L.

Carbonatos: los carbonatos son compuestos que presentan como característica común la presencia del complejo aniónico, los principales minerales de este grupo son la calcita y la dolomita, que son componentes mayoritarios de rocas sedimentarias como las calizas y las dolomías, o de rocas metamórficas como los mármoles. Los resultados muestran <0.40 mg/L CaCO_3 y su valor limite no está especificado según la Norma.

Bicarbonatos: El bicarbonato de sodio se obtiene al combinar moléculas de carbono, sodio, hidrógeno y oxígeno. Esta mezcla, también conocida como bicarbonato sódico, es en realidad un tipo de sal. Los resultados muestran <97.40 mg/L CaCO_3 y su valor limite no está especificado según la Norma. Estos resultados fueron verificados mediante los procedimientos indicados por (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2005) y mediante las expresiones analítica de verificación señaladas en (Costodio E & Llamas, 2001.) y (Hounslow, 2018). Esta verificación indica 118.2 mg/l.

Hierro: el hierro y el manganeso son dos elementos similares que pueden ser un fastidio para el abastecimiento del agua potable. El hierro es más común que el manganeso, pero frecuentemente ocurren juntos, no son peligrosos para la salud. Los resultados muestran <0.006 mg/L y su valor permisible es de 0.3 mg/L.

Dureza cálcica: es la suma de las durezas individuales debidas a los iones de calcio, magnesio, estroncio y bario en forma de carbonato o de bicarbonato. La dureza total de las aguas es un componente con bastante significación en la calidad fisicoquímica. Los resultados muestran 75.28 mg/L CaCO_3

Potasio: el potasio, al igual que el sodio, es un metal alcalino abundante en la naturaleza que forma parte de minerales como silvina, ClK , que es una variedad

de sal, pero más amarga. Los resultados muestran 1.49 mg/L y su valor permisible es de 10 mg/L.

Análisis de error analítico: El resultado de error analítico muestra aceptabilidad de resultados de laboratorio con la excepción señalada para Bicarbonatos. El error es de -4.475

Tabla 15. Error Analítico

COMPOSICION IONICA Y ELECTRONEUTRALIDAD					
Especies iónicas					
Parámetro	mg/l	Peso Molecular	Carga	meq/l	Suma
Cationes					
Sodio (Na ⁺)	13.35	22.989768	1	0.58069312	
Potasio (K ⁺)	1.49	39.0983	1	0.03810907	
Calcio (Ca ⁺⁺)	16.35	40.078	2	0.81590898	
Magnesio (Mg ⁺⁺)	8.38	24.305	2	0.68957005	
Amonio (NH ₄ ⁺)	0.000	18.0385	1	0	2.124281
Aniones					
Parámetro	Valor mg/l	Peso Molecular	Carga	meq/l	Suma
Cloruros (Cl ⁻)	8.58	35.4527	-1	-0.2420126	
Sulfatos (SO ₄ ⁻⁻)	1.28	96.0636	-2	-0.02664901	
Bicarbonatos (HCO ₃ ⁻)	118.75	61.01714	-1	-1.94617447	
Nitratos (NO ₃ ⁻)	6.13	62.00494	-1	-0.09886309	
Nitritos (NO ₂ ⁻)	0.00	46.00554	-2	-0.00013042	
Flúor (F ⁻)	0.18	18.9984032	-1	-0.00947448	2.323304
Balance de Electro neutralidad					
Suma de Cationes		2.124281	Error analítico		
Suma de Aniones		2.323304	-4.475%		
	Suma	4.447585			

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis Bacteriológico**

El análisis Bacteriológico realizado Laboratorio Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (PIENSA – UNI), consideró los siguientes parámetros: Coliformes Total, Coliformes Fecales y E. coli. El resultado emitido por el Laboratorio del Análisis Bacteriológico concluye que, en la muestra de agua, el parámetro de Coliformes Totales y Coliformes Fecales se obtuvo valores negativos por lo cual cumple con las normas CAPRE.

Características Microbiológicas

Coliformes totales: son indicadores de contaminación del agua y los alimentos, la determinación y concentración de estas bacterias en el agua condensada para usos tecnológicos. La presencia de coliformes totales en muestras de agua solo indican la existencia de contaminación. En las pruebas realizadas en el laboratorio PIENSA de la UNI se muestra que 5.4×10^2 NMP/100 mL

Coliformes fecales: Los coliformes son relativamente fáciles de identificar, las pruebas de detección de bacterias coliformes pueden ser una indicación confiable para detectar presencia de otras bacterias patógenas. Los resultados muestran que contiene 49.0 NMP/100mL y esto según la norma CAPRE indica que sus resultados son negativos. La población microbiana debe eliminarse por desinfección o por la acción combinada de filtración lenta y desinfección.

- **Análisis Metales pesados**

El Análisis de Metales pesados investiga importantes parámetros que permiten certificar que la fuente en estudio presenta condiciones aptas para el consumo humano, dado que la presencia de alguno de estos compuestos a identificar provoca a largo plazo efectos negativos en la salud.

El Análisis realizado por Laboratorios del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos (CIRA – UNAN), considerando el siguiente parámetro: Arsénico se encontró que en la muestra SI SE DETECTÓ presencia esta sustancia en grandes cantidades dando un resultado de 0.04347 mg. l⁻¹ y el valor permisible que permite la norma es 0.010 m. l⁻¹. En relación a los resultados del análisis de metales pesados se concluye que es NO es apta para consumo humano y tiene que ser tratada.

Capacidad para la Corrosión o formación de incrustaciones

Para conocer la capacidad del agua para crear incrustaciones o corroer los materiales se realizó el cálculo del Índice de Langelier. El resultado indica agua con tendencia corrosiva.

Tabla 16. Índice de Langelier

Índice de Langelier, (Simplificado) (1936)			
Se establece para una temperatura determinada y mide el estado de equilibrio del agua en relación con su carácter incrustante o corrosivo.			
Datos de partida (valores introducidos en la hoja "Índices de tendencia precipitación"):			
C.E.	$\mu\text{S/cm a } 25^{\circ}\text{C}$	218	nr Sin referencia de muestreo
factor para TDS		0.75	
TDS	mg/l	164	
T	$^{\circ}\text{C}$	20.0	
pH		6.59	
Ca^{+2}	mg CaCO_3/l	40.77	
HCO_3^-	mg/l	118.75	
CO_3^{2-}	mg/l	0.00	
Alk	mg CaCO_3/l	97.41	
Parámetros calculados:			
A	f (TDS)	0.12	
B	f (T)	2.18	
C	f (Ca)	1.21	
D	f (ALC)	1.99	
$\text{pHs}_{\text{simplificado}}$		$(9.3+A+B)-(C+D)$	8.40
LSI (simplificado)		$\text{pH} - \text{pHsat}_{\text{simplificado}}$	-1.81
			RD 140/2003 $\pm 0,5$
INTERPRETACIÓN			
Si LSI (simplificado) < 0, agua con tendencia a ser corrosiva			
Si LSI (simplificado) = 0, agua en equilibrio químico			
Si LSI (simplificado) > 0, agua con tendencia incrustante			

Fuente: Elaboración propia

El análisis del Índice de Ryznar coincide con Langelier y establece que el agua tiene capacidad corrosiva intolerable.

Tabla 17. Índice de Ryznar

Índice de Ryznar		
El Índice de Ryznar también marca la tendencia a la precipitación o la disolución de CaCO_3 . Se ha utilizado durante años, a veces con buenos resultados. Debido a su carácter semi-empírico, puede resultar menos fiable que los índice de saturación		
Datos de partida:		
pH		6.59
CE	$\mu\text{S/cm a } 25^\circ\text{C}$	218
Calcio	$\text{mg Ca}^{+2}/\text{L}$	16.35
Calcio	$\text{mg CaCO}_3/\text{l}$	40.77
Bicarbonatos	$\text{mg HCO}_3^-/\text{L}$	118.75
Carbonatos	$\text{mgCO}_3^{=}/\text{L}$	0
factor para el cálculo de los TDS		0.75
TDS= CE *factor		164
Temperatura	$^\circ\text{C}$	25
Parámetros calculados:		
A	f (TDS)	0.12
B	f (T)	2.08
C	f (Ca)	1.21
D	f (Alk)	1.99
$\text{pHs})_{\text{Langellier-abreviada}} (9.3+A+B)-(C+D)$		8.40
RSI	$\text{pHsat})_{\text{Lang-abrev. -pl}}$	10.22
Se interpreta como:		
RSI > 9,0 intolerablemente corrosiva 7,5 < RSI < 9,0 fuertemente corrosiva 7,0 < RSI < 7,5 significativamente corrosiva 6,0 < RSI < 7,0 ligeram. incrust. o corrosiva 5,0 < RSI < 6,0 ligeramente incrustante 4,0 < RSI < 5,0 fuertemente incrustante		

Fuente: Elaboración propia

Esta capacidad corrosiva es potencialmente una solución al tratar el agua para la remoción de arsénico mediante procedimientos de ox-hidroxidación de Hierro.

4.4 Balance Hídrico de la Microcuenca.

El balance hídrico del territorio tributante a la microcuenca de estudio de la comunidad el Naranjo fue calculada y analizada en el Diagnóstico de Disponibilidad y Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático Para la Gestión de Estrategias Comunitarias de Adaptación y Seguridad Hídrica en Cinco Comunidades elaborado por el Ing. Eddie M. González, de donde se tomó todas las referencias para la verificación de resultados realizada en este documento.

Para el análisis hidrológico se usó la estación pluviométrica de San Juan de Limay con extensión de registro de 42 años y se complementó con los registros de temperatura ajustados por Gradiente Vertical Adiabático Húmedo (GVAH) tomando como temperatura de referencia la registrada en la estación AG Condega.

Temperatura.

La temperatura media de la zona es de unos 27.74 °C en el año, la temperatura fue obtenida por Gradiente adiabático húmedo con referencia a la estación AG Condega. El coeficiente de disminución de la temperatura en condición húmeda utilizado fue de 0.65°C/100m. Este coeficiente puede ser influido por una serie de ocurrencias como la exposición de las laderas al sol, la presencia de montañas y cuerpos de agua, vientos alisios, etc.

Tabla 18. Temperatura

ESTACION DE REFERENCIA													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media 24 h	22.7	23.5	24.6	26.9	25.7	25.2	24.6	25.2	25.8	25.1	23.9	23.8	24.8
Máximo	24.0	25.8	26.9	28.5	27.8	27.8	26	26.6	27.2	27.6	25.8	25.6	28.5
Mínimo	20.0	20.8	21.1	24.7	23.3	22.8	22.8	22.9	23.3	23.2	22.2	19.5	19.5

GRADIENTE GVAH													
TEMPERATURA MEDIA DE LIMAY AJUSTADA													
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Media
Media	25.69	26.49	27.59	29.89	28.69	28.19	27.59	28.19	28.79	28.09	26.89	26.79	27.74
Máximo	26.99	28.79	29.89	31.49	30.79	30.79	28.99	29.59	30.19	30.59	28.79	28.59	29.62
Mínimo	22.99	23.79	24.09	27.69	26.29	25.79	25.79	25.89	26.29	26.19	25.19	22.49	25.21

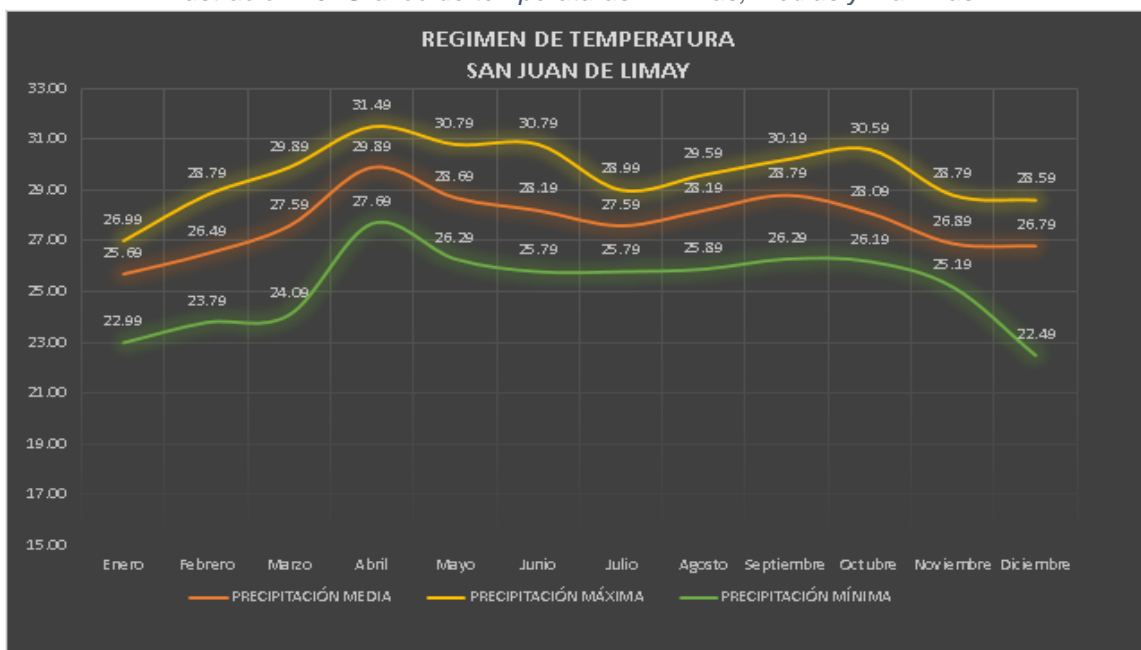
Fuente: Elaboración propia

La temperatura media mensual oscila conforme el ciclo anual de clima en el hemisferio norte terrestre, con mínimos en el mes de enero y máximas en abril. Las temperaturas mínimas presentan un pico de calor atmosférico en marzo, y las máximas se desplazan hacia el mes de abril. La radiación incidente y la temperatura local se ven influenciadas por la posición de las laderas que reciben el sol en buena parte del año en un ángulo que favorece la reflexión de la energía recibida con lo cual la percepción térmica es de mucho calor. La topografía

favorece el albedo y el calentamiento del aire de baja altitud (por el cambio de longitud de onda de la radiación recibida).

El conjunto de valores sostiene un patrón con máximas al inicio de la estación húmeda y desciende suavemente hacia el mes de julio cuando asciende nuevamente con pico en el mes de noviembre cuando inicia la estación seca en Nicaragua y el invierno del hemisferio norte y el sol se recibe desde el sur. El mínimo se presenta en el mes de enero. Este territorio puede clasificarse como caluroso, con aire húmedo, afectado por lluvias ciclónicas y frontales. La topografía influye en la sensación térmica bochornosa.

Ilustración 20. Gráfico de temperaturas mínimas, medias y máximas.



Fuente: Elaboración propia

Precipitaciones.

En el análisis de precipitaciones del Disponibilidad y Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático Para la Gestión de Estrategias Comunitarias de Adaptación y Seguridad Hídrica en Cinco Comunidades elaborado por el Ing. Eddie M. González se tomaron los datos de la serie completa de la estación PV 58-002 San

Juan de Limay de los registros de INETER. La extensión del registro va de 1969 a 2014.

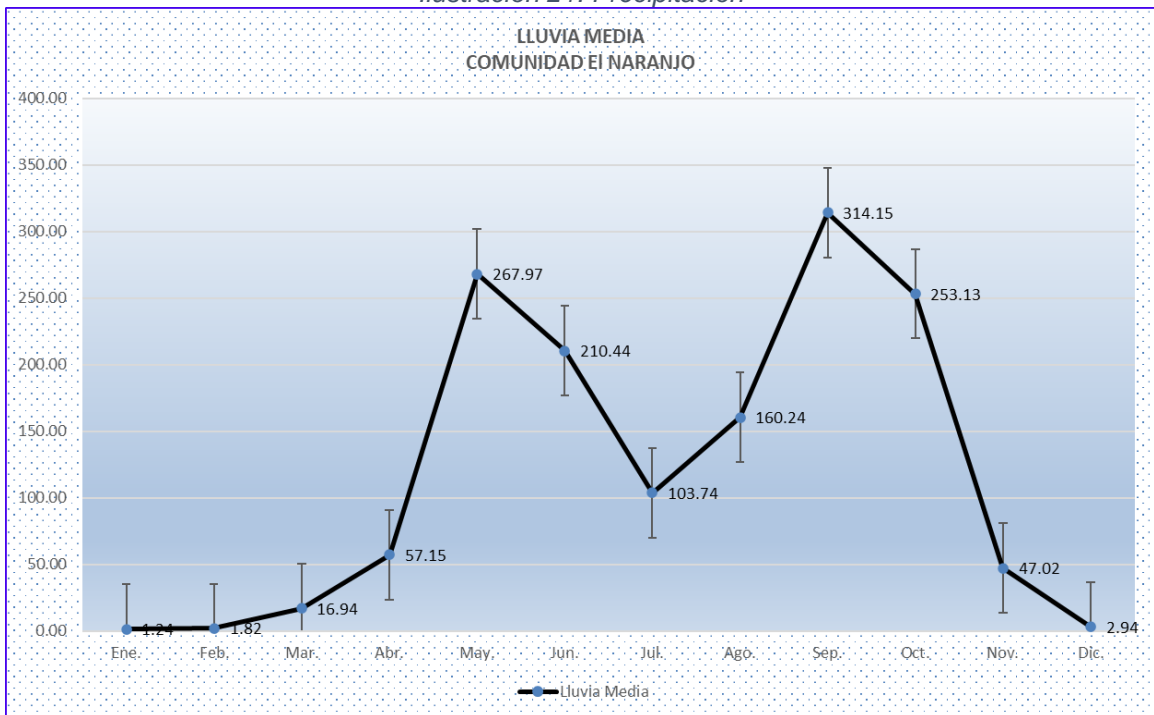
Tabla 19. Precipitación

RESUMEN DE LLUVIA MEDIA EN 24 HORAS														
Estación PV		Limay		X: 13° 10' 42"	Y: 86° 36' 36"	Elevacion		281 msnm						
No	Año	Mes												Total Año
		Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	
Promedio		1.24	1.82	16.94	57.15	267.97	210.44	103.74	160.24	314.15	253.13	47.02	2.94	1436.78
Desv. Típica		5.71	5.52	29.75	67.14	146.29	121.66	95.23	140.36	182.12	292.09	62.88	8.81	599.66
Maximo (Año 1979)		35.20	29.20	144.80	261.50	760.70	472.40	354.10	504.70	716.90	1717.70	321.90	44.50	2811.90
Mínimo (Año 2015)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	417.10	21.10	5.90	71.80	31.40	14.00	0.00	561.30

Fuente: Elaboración propia

La lluvia anual media es de 1436.78 mm/año, con fuerte influencia de la orografía.

Ilustración 21. Precipitación



Fuente: Elaboración propia

Las lluvias locales tienen un marcado comportamiento bimodal con máximas en mayo y septiembre. Hay seis meses con humedad adecuada para el crecimiento

vegetal y seis meses de humedad escasa a nula (secos). Sin embargo, las precipitaciones son muy irregulares en su distribución espacial y temporal.

✚ Evapotranspiración

Se estudio la evapotranspiración de acuerdo con las referencias de estudios previos a 5 comunidades cercanas en el territorio, dichos estudios fueron presentado en el documento Diagnostico de Disponibilidad y Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático Para la Gestión de Estrategias Comunitarias de Adaptación y Seguridad Hídrica en Cinco Comunidades elaborado por el Ing. Eddie M. González y utilizo el procedimiento de Thornthwaite. Como se señaló con anterioridad en este documento se estimó desde el cálculo de la temperatura local tomando como estación de referencia a Condega AG y aproximándola por Gradiente Adiabático Húmedo. Los resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 20. Evapotranspiración

Cálculo de la ETP mensual mediante la fórmula de Thornthwaite														
														a= 3.2889
	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
temp	24.192	23.09	23.89	24.99	27.292	26.092	25.592	24.992	25.592	26.192	25.492	24.292	24.192	301.70
Indice Calorico : i	10.88	10.14	10.68	11.43	13.06	12.20	11.85	11.43	11.85	12.27	11.78	10.95	10.88	138.51
ETP sin corr	100.2	85.9	96.1	111.5	148.9	128.4	120.5	111.5	120.5	130.1	119.0	101.5	100.2	
nºdías mes	31	31	28.5	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31.0	
nº horas luz	12.5	11.2	10	9.4	9.7	10.6	12	13.3	14.4	15	14.7	13.7	12.5	
ETP corr.	107.8	82.9	76.1	90.2	120.4	117.2	120.5	127.7	149.4	162.6	150.6	115.9	107.8	1421.4

Fuente: Elaboración propia

La evapotranspiración potencial es cercana de unos 1421.4 mm/año. La evapotranspiración real es de 984.9 mm/anuales y este régimen de clima marca de forma sustantiva las épocas de agua disponible en el suelo para las tareas de agricultura y recarga de acuíferos.

Tabla 21. Humedad del suelo

HUMEDAD DEL SUELO													
												Reserva máx:	60
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
P	1.2	1.8	16.9	57.1	268.0	210.4	103.7	160.2	314.2	253.1	47.0	2.9	1436.8
ETP corr.	107.8	82.9	76.1	90.2	120.4	117.2	120.5	127.7	149.4	162.6	150.6	115.9	1421.4
ETR	1.2	1.8	16.9	57.1	120.4	117.2	120.5	127.7	149.4	162.6	107.0	2.9	984.9
Déficit	106.6	81.1	59.2	33.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	43.6	113.0	436.4
Reserva	0	0.0	0.0	0.0	0.0	60.0	60.0	43.2	60.0	60.0	60.0	0.0	
Excedentes		0.0	0.0	0.0	0.0	87.6	93.2	0.0	15.8	164.7	90.6	0.0	451.9

Fuente: Elaboración propia

Infiltración.

Para la infiltración se tomó referencia de los estudios previos a 5 comunidades cercanas en el territorio, dichos estudios fueron presentado en el documento Diagnostico de Disponibilidad y Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático Para la Gestión de Estrategias Comunitarias de Adaptación y Seguridad Hídrica en Cinco Comunidades elaborado por el Ing. Eddie M. González. El procedimiento de análisis de resultados de infiltración de campo fue el de Kostiaikov.

Para la estimación de la tasa de infiltración se realizaron 4 ensayos de infiltración. Se uso un infiltro metro de anillo simple y carga constante localizadas de acuerdo con la vegetación, posición en el paisaje y tipo de suelos. Cada test se localizó de acuerdo al análisis del paisaje en tres aspectos: pendiente, grupo textural, y cobertura vegetal y luego se ponderaron para cada área aproximada en el territorio de recarga delimitado.

Tabla 22. Factor de Infiltración conjugado

El Naranjo - Caulote				
FACTOR DE INFILTRACION CONJUGADO				
	C _i	Area (km ²)	Area (%)	Ci ponderado
6	0.65	0.290	23.39%	0.033
7	0.81	0.300	24.19%	0.042
22	0.95	0.250	20.16%	0.049
23	1.00	0.400	32.26%	0.052
Imagen	0.85	1.240	100.00%	0.176

Fuente: Elaboración propia

Balance De Humedad De Suelo

Las referencias del balance de humedad del suelo se sustrajeron del documento Diagnostico de Disponibilidad y Vulnerabilidad Ante el Cambio Climático Para la Gestión de Estrategias Comunitarias de Adaptación y Seguridad Hídrica en Cinco Comunidades elaborado por el Ing. Eddie M. González. Donde se realizó una aproximación de la disponibilidad de agua en la fuente con datos de clima y tiempo y el tipo de suelos mediante un Balance de Hídrico simplificado.

Tabla 23. Balance anual de humedad de suelos

BALANCE ANUAL DE HUMEDAD DE SUELOS													
mm/mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total anual
Precipitacion	1.24	1.82	16.94	57.15	267.97	210.44	103.74	160.24	314.15	253.13	47.02	2.94	1436.78 mm
Intercepcion	1.24	1.82	16.94	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	2.94	182.94 mm
Escurrimiento	0.00	0.00	0.00	9.29	61.99	47.61	20.94	35.06	73.54	58.28	6.76	0.00	313.46 mm
Infiltracion	0.00	0.00	0.00	6.53	43.59	33.48	14.72	24.65	51.71	40.98	4.75	0.00	220.41 mm
ETR	1.24	1.82	16.94	57.15	120.37	117.23	120.52	127.67	149.44	162.58	107.02	2.94	984.91 mm
Recarga	0.00	0.00	0.00	0.00	85.61	45.60	0.00	0.00	91.17	32.27	0.00	0.00	254.65

Fuente: Elaboración propia

La recarga anual media resulta en 254.65 mm equivalente a 254,650 m³/Km² que indica seguridad en la fuente por cantidad de agua. Teniendo el área de recarga

1.23 km² el volumen total de recarga es 313,219 m³/año que aparecen como descarga difusa en una serie alineada de manantiales

Ilustración 22. Área de recarga



Fuente: Google Earth

4.5 Topografía y Análisis Geométrico

El levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico con una estación modelo Leica Ts con su prisma, bastón, trípode y un GPS demás herramientas necesarias (Martillos, clavos, varillas de acero y libreta de campo), para el levantamiento topográfico, de ahí se levantaron 0.19 km aproximadamente para el diseño de la línea de conducción y 4.34 km de red de distribución.

En el levantamiento realizado se fueron ubicando viviendas y así se obtuvieron los resultados topográficos, los cuales se detallan en la tabla 24 que está a continuación, en la base de datos se muestran datos topográficos como N° de nodos, tramos, coordenadas, las diferentes cotas.

La longitud de cada tramo se calculó con la formula siguiente:

$$L = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2}$$

Estas longitudes permiten estimar la cantidad de tubos que son necesarios para la línea de conducción y red de distribución abarcando en estos datos de red principal y los diferentes ramales en que se divide la comunidad.

En conjunto con representantes de la comunidad se estudió la ruta más adecuada para las líneas de tubería tomando en cuenta que una parte de la zona en el sector que de la capacidad es boscoso. Luego se definió la ruta del proyecto sobre el camino principal y ramales de caminos o trochas existentes con el fin de no afectar ningún pase de servidumbre con la red de distribución.

La ruta seleccionada favorece la construcción del sistema con tuberías soterradas y evita en gran parte los pases aéreos y la construcción de estructuras soportes para estos pases y por ende la exposición de la tubería al deterioro por intemperie y por exposición a actos dañinos.

Se realizaron 41 estacionamientos, en la primera estación se le asignó coordenadas UTM de GPS correspondiendo a: X=554945.000 m Y=1455085.000 m Z=566.773 msnm, de igual manera todo el levantamiento se hizo con referencia al norte magnético.

El número de conexiones presentes en el sistema corresponde a 66 incluyendo una escuela, una iglesia católica y una iglesia evangélica. La información levantada se puede observar en plano topográfico dibujado en Civil 3D.

La base de datos del levantamiento se presenta en el acápite anexo: Planos de diseño de abastecimiento de agua potable de este trabajo.

Tabla 24. Memoria de cálculo de levantamiento topográfico y análisis geométrico de la red.

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD												
TOPOGRAFIA Y ANALISIS GEOMETRICO												
NODO	TRAMOS		COORDENADAS			COTA TERRENO		COTAS		LONGITU	LONGITU	Numero de Tubos
	Nº.	INICIAL	FINAL	X	Y	Z	INICIAL	FINAL	Diferenci	Acumulad	L	
CAPTACION A TANQUE DE ALMACENAMIENTO												
CAPTACION			554945.0000	1455085.0000	566.773				0	0	0	
2	CAPTACION	2	554980.7461	1455073.6843	561.152	566.773	561.152	5.62	5.62	37.91	37.910	7
3	2	3	555051.2455	1455051.3671	538.392	561.152	538.392	22.76	28.38	77.37	115.280	13
4	3	4	555089.1274	1455075.7731	524.385	538.392	524.385	14.01	42.39	47.19	162.470	8
5	TE	4	555109.7096	1455080.2981	521.304	524.385	521.304	3.08	45.47	21.29	183.760	4
TRAMO / RAMAL 1												
TE									1.00	0		
6	TE	6	555106.4450	1455086.8671	520.459	521.304	520.459	0.85	1.85	7.44	191.200	2
7	6	7	555135.6770	1455101.3031	511.531	520.459	511.531	8.928	10.77	33.8	225.000	6
8	7	8	555156.2122	1455128.9931	499.503	511.531	499.503	12.028	22.80	36.51	261.510	7
9	8	9	555175.6346	1455171.0571	487.684	499.503	487.684	11.819	34.62	47.82	309.330	8
10	9	10	555223.2385	1455210.9671	467.571	487.684	467.571	20.113	54.73	65.3	374.630	11
11	10	11	555227.428	1455214.4700	466.823	467.571	466.823	0.748	55.48	5.51	380.140	1
TRAMO / RAMAL 2												
23	11	23	555220.4710	1455224.6180	466.819	466.823	466.819	0.004	55.485	12.3	392.440	3
24	23	24	555208.1273	1455245.0600	466.601	466.819	466.601	0.218	55.703	23.88	416.320	4
25	24	25	555203.2552	1455261.3530	467.093	466.601	467.093	-0.492	55.211	17.01	433.330	3
26	25	26	555204.6197	1455278.0980	469.717	467.093	469.717	-2.624	52.587	17	450.330	3
27	26	27	555175.7693	1455305.1480	465.961	469.717	465.961	3.756	56.343	39.73	490.060	7
28	27	28	555131.0447	1455331.4060	462.787	465.961	462.787	3.174	59.517	51.96	542.020	9
29	28	29	555126.0411	1455343.6010	462.540	462.787	462.540	0.247	59.764	13.18	555.200	3
30	29	30	555166.6399	1455399.2490	459.775	462.540	459.775	2.765	62.529	68.94	624.140	12
31	30	31	555131.9009	1455427.6270	458.728	459.775	458.728	1.047	63.576	44.87	669.010	8
32	31	32	555128.6769	1455493.1370	457.130	458.728	457.130	1.598	65.174	65.61	734.620	11
TRAMO / RAMAL 3												
33	32	33	555152.0829	1455494.5740	459.698	457.130	459.698	-2.568	62.606	23.59	758.210	4
34	33	34	555152.5749	1455529.8200	463.224	459.698	463.224	-3.526	59.080	35.43	793.640	6
35	34	35	555166.1639	1455561.1270	466.640	463.224	466.640	-3.416	55.664	34.3	827.940	6
36	35	36	555183.8539	1455646.8700	473.387	466.640	473.387	-6.747	48.917	87.81	915.750	15
37	36	37	555168.7289	1455672.6050	475.020	473.387	475.020	-1.633	47.284	29.9	945.650	5
38	37	38	555162.3609	1455703.9450	478.952	475.020	478.952	-3.932	43.352	32.22	977.870	6
39	38	39	555165.1819	1455729.1500	481.441	478.952	481.441	-2.489	40.863	25.48	1003.350	5
40	39	40	555177.5039	1455742.3290	480.803	481.441	480.803	0.638	41.501	18.05	1021.400	4
41	40	41	555172.8649	1455783.4300	483.285	480.803	483.285	-2.482	39.019	41.44	1062.840	7
42	41	42	555179.7939	1455818.2340	479.316	483.285	479.316	3.969	42.988	35.71	1098.550	6
TRAMO / RAMAL 4												
43	42	43	555102.2609	1455503.4370	457.636	457.130	457.636	-0.506	64.668	28.36	1126.910	5
44	43	44	555076.0959	1455539.3490	449.492	457.636	449.492	8.144	72.812	45.17	1172.080	8
45	44	45	555073.3059	1455564.6920	451.486	449.492	451.486	-1.994	70.818	25.57	1197.650	5
46	45	46	555068.2899	1455582.7300	452.057	451.486	452.057	-0.571	70.247	18.73	1216.380	4
47	46	47	555067.6569	1455604.5720	451.565	452.057	451.565	0.492	70.739	21.86	1238.240	4
48	47	48	555066.5059	1455631.7380	451.179	451.565	451.179	0.386	71.125	27.19	1265.430	5
49	48	49	555063.1879	1455660.4590	450.618	451.179	450.618	0.561	71.686	28.92	1294.350	5
50	49	50	555050.1207	1455706.4240	451.703	450.618	451.703	-1.085	70.601	47.8	1342.150	8
51	50	51	555038.5265	1455734.0730	452.680	451.703	452.680	-0.977	69.624	30	1372.150	5
52	51	52	555028.4153	1455757.7990	453.571	452.680	453.571	-0.891	68.733	25.81	1397.960	5
53	52	53	555019.7534	1455800.5900	451.022	453.571	451.022	2.549	71.282	43.73	1441.690	8
54	53	54	555020.8126	1455811.3210	450.324	451.022	450.324	0.698	71.980	10.81	1452.500	2
55	54	55	555020.3100	1455844.4040	447.858	450.324	447.858	2.466	74.446	33.18	1485.680	6
56	55	56	555016.0629	1455867.2450	446.398	447.858	446.398	1.460	75.906	23.28	1508.960	4
57	56	57	555010.5309	1455889.4820	445.012	446.398	445.012	1.386	77.292	22.96	1531.920	4
58	57	58	554970.4294	1455958.0670	445.974	445.012	445.974	-0.962	76.330	79.45	1611.370	14
59	58	59	554958.6857	1455965.8560	445.693	445.974	445.693	0.281	76.611	14.09	1625.460	3
60	59	60	554936.1368	1455964.8950	444.300	445.693	444.300	1.393	78.004	22.61	1648.070	4
61	60	61	554901.0734	1455975.9440	444.342	444.300	444.342	-0.042	77.962	36.76	1684.830	7
62	61	62	554882.7814	1455990.3790	444.833	444.342	444.833	-0.491	77.471	23.31	1708.140	4
63	62	63	554864.9034	1456009.2380	446.003	444.833	446.003	-1.170	76.301	26.01	1734.150	5
64	63	64	554871.4633	1456022.6420	446.047	446.003	446.047	-0.044	76.257	14.92	1749.070	3
65	64	65	554866.2373	1456078.4220	446.055	446.047	446.055	-0.008	76.249	56.02	1805.090	10
66	65	66	554866.6384	1456112.9730	444.969	446.055	444.969	1.086	77.335	34.57	1839.660	6
67	66	67	554860.2937	1456120.8590	445.288	444.969	445.288	-0.319	77.016	10.13	1849.790	2
68	67	68	554861.3936	1456143.5560	443.617	445.288	443.617	1.671	78.687	22.78	1872.570	4
69	68	69	554867.5098	1456227.5610	440.397	443.617	440.397	3.220	81.907	84.29	1956.860	15

NODO	TRAMOS		COORDENADAS			COTA TERRENO		COTAS		LONGITU	LONGITU	Numero de Tubos
			X	Y	Z	INICIAL	FINAL	Diferenci	Acumulad	L	D	
	Nº.	INICIAL				FINAL	m snm	m snm	Acotas (m)	(m)	(m)	
70	69	70	554875.9989	1456272.1620	439.884	440.397	439.884	0.513	82.420	45.4	2002.260	8
71	70	71	554876.1391	1456299.2720	442.997	439.884	442.997	-3.113	79.307	27.29	2029.550	5
72	71	72	554883.4294	1456334.5010	446.754	442.997	446.754	-3.757	75.550	36.17	2065.720	7
73	72	73	554882.9053	1456401.1040	447.495	446.754	447.495	-0.741	74.809	66.61	2132.330	12
74	73	74	554818.3806	1456607.6142	453.000	447.495	453.000	-5.505	69.304	216.43	2348.760	37
TRAMO / RAMAL 5												
75	11	75	555249.4666	1455185.8200	467.198	466.823	467.198	-0.375	55.106	36.15	2384.910	7
76	75	76	555266.3328	1455166.0090	467.155	467.198	467.155	0.043	55.149	26.02	2410.930	5
77	76	77	555282.7835	1455143.2920	467.144	467.155	467.144	0.011	55.160	28.05	2438.980	5
78	77	78	555301.8644	1455117.7270	469.256	467.144	469.256	-2.112	53.048	59.98	2498.960	10
79	78	79	555319.3455	1455101.1790	470.207	469.256	470.207	-0.951	52.097	24.09	2523.050	5
80	79	80	555327.1682	1455060.0743	470.060	470.207	470.060	0.147	52.244	41.84	2564.890	7
81	80	81	555361.8568	1455041.1314	472.925	470.060	472.925	-2.865	49.379	39.63	2604.520	7
82	81	82	555382.7601	1454992.7065	474.479	472.925	474.479	-1.554	47.825	52.77	2657.290	9
83	82	83	555354.2280	1454981.6503	476.206	474.479	476.206	-1.727	46.098	30.65	2687.940	6
84	83	84	555378.8611	1454930.4600	481.225	476.206	481.225	-5.019	41.079	57.03	2744.970	10
85	84	85	555378.1795	1454833.9564	495.019	481.225	495.019	-13.794	27.285	97.49	2842.460	17
86	85	86	555390.5977	1454812.4361	491.611	495.019	491.611	3.408	30.693	25.08	2867.540	5
87	86	87	555354.2176	1454796.7232	501.150	491.611	501.150	-9.539	21.154	40.76	2908.300	7
TRAMO / RAMAL 6												
88	75	88	555285.9380	1455199.7416	465.917	467.198	465.917	1.281	56.387	39.06	2947.360	7
89	88	89	555291.0845	1455184.6530	465.960	465.917	465.960	-0.043	56.344	15.94	2963.300	3
90	89	90	555314.5318	1455156.4210	468.226	465.960	468.226	-2.266	54.078	36.77	3000.070	7
91	90	91	555326.8145	1455140.0980	469.453	468.226	469.453	-1.227	52.851	20.46	3020.530	4
92	91	92	555355.9161	1455103.8220	471.487	469.453	471.487	-2.034	50.817	46.55	3067.080	8
93	92	93	555365.5313	1455093.5540	473.401	471.487	473.401	-1.914	48.903	14.2	3081.280	3
94	93	94	555398.9644	1455059.0570	475.403	473.401	475.403	-2.002	46.901	48.08	3129.360	9
95	94	95	555428.2209	1455025.6610	475.314	475.403	475.314	0.089	46.990	44.4	3173.760	8
96	95	96	555443.0792	1455016.7990	474.600	475.314	474.600	0.714	47.704	17.32	3191.080	3
97	96	97	555454.2211	1455007.2770	473.616	474.600	473.616	0.984	48.688	14.69	3205.770	3
98	97	98	555469.4474	1455018.4474	472.158	473.616	472.158	1.458	50.146	18.94	3224.710	4
99	98	99	555472.6701	1455026.3980	472.604	472.158	472.604	-0.446	49.700	8.59	3233.300	2
100	99	100	555499.3325	1455006.3070	473.995	472.604	473.995	-1.391	48.309	33.41	3266.710	6
101	100	101	555527.6334	1454993.6650	476.041	473.995	476.041	-2.046	46.263	31.06	3297.770	6
102	101	102	555555.8321	1454964.7290	476.494	476.041	476.494	-0.453	45.810	40.41	3338.180	7
103	102	103	555578.5474	1454946.2550	477.192	476.494	477.192	-0.698	45.112	29.29	3367.470	5
104	103	104	555597.1942	1454928.5520	478.431	477.192	478.431	-1.239	43.873	25.74	3393.210	5
105	104	105	555607.9299	1454922.1560	479.064	478.431	479.064	-0.633	43.240	12.51	3405.720	3
106	105	106	555630.9750	1454898.2530	481.699	479.064	481.699	-2.635	40.605	33.31	3439.030	6
107	106	107	555787.2473	1454807.4820	468.756	481.699	468.756	12.943	53.548	181.18	3620.210	31
108	107	108	555819.6703	1454780.5680	469.818	468.756	469.818	-1.062	52.486	42.15	3662.360	8
109	108	109	555833.0982	1454768.3870	470.767	469.818	470.767	-0.949	51.537	18.15	3680.510	4
110	109	110	555863.9962	1454740.7060	470.227	470.767	470.227	0.540	52.077	41.49	3722.000	7
TRAMO / RAMAL 7												
111	109	111	555865.5314	1454763.9700	473.552	470.767	473.552	-2.785	48.752	32.85	3754.850	6
112	111	112	555890.4852	1454755.0250	475.885	473.552	475.885	-2.333	46.419	26.61	3781.460	5
113	112	113	555896.1237	1454753.5530	476.391	475.885	476.391	-0.506	45.913	5.85	3787.310	1
TRAMO / RAMAL 8												
114	88	114	555314.4422	1455210.6220	480.368	465.917	480.368	-14.451	41.936	33.76	3821.070	6
115	114	115	555328.7847	1455219.0580	484.090	480.368	484.090	-3.722	38.214	17.05	3838.120	3
116	115	116	555331.5033	1455264.7390	495.323	484.090	495.323	-11.233	26.981	47.12	3885.240	8
117	116	117	555304.3162	1455296.9484	492.370	495.323	492.370	2.953	29.934	42.25	3927.490	8
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO												
TN(2)	2	TN(2)	554979.3169	1455069.3143	560.568	561.152	560.568	0.584	6.205	4.63	3932.120	1
TRAMO / RAMAL 9												
12	TN(2)	12	554980.4217	1455060.4217	559.684	560.568	559.684	0.000	0.884	9	3941.120	2
13	12	13	554989.2129	1454986.0703	552.647	559.684	552.647	7.037	7.921	75.2	4016.320	13
14	13	14	555000.0420	1454929.4894	555.402	552.647	555.402	-2.755	5.166	57.67	4073.990	10
15	14	15	555051.0328	1454911.8327	548.547	555.402	548.547	6.855	12.021	54.39	4128.380	10
16	15	16	555087.2473	1454930.2897	535.212	548.547	535.212	13.335	25.356	42.78	4171.160	8
17	16	17	555191.1122	1454928.6364	510.543	535.212	510.543	24.669	50.025	106.77	4277.930	18
18	17	18	555210.6170	1454957.6375	502.531	510.543	502.531	8.012	58.037	35.86	4313.790	6
19	18	19	555251.2315	1454950.0254	497.254	502.531	497.254	5.277	63.314	41.66	4355.450	7
20	19	20	555268.9445	1454978.4385	491.053	497.254	491.053	6.201	69.515	34.05	4389.500	6
TRAMO / RAMAL 10												
21	12	21	555051.8477	1455039.8814	538.642	559.684	538.642	21.042	21.926	77.24	4466.740	13
22	21	22	555104.9379	1455064.6699	532.764	538.642	532.764	5.878	27.804	58.89	4525.630	10
										4525.63	4.526 Km	808

Fuente: Elaboración propia

4.6 Análisis Geotécnico.

Se llevo a cabo el muestro en la comunidad El Naranjo, cerca de donde está emplazado el tanque existente donde se cabo una calicata de 60 centímetros de profundidad y se extrajo una muestra de aproximadamente 35 kg de suelo para realizar los ensayos pertinentes para describir y valorar el suelo en el lugar del emplazamiento del tanque.

Contenido De Humedad

El contenido de humedad del suelo recolectado nos definió la cantidad de agua presente en el suelo al momento de efectuar el ensaye, relacionando el peso del muestreo en campo y el peso seco del mismo.

Tabla 25. Contenido de humedad

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:		Norma:	ASTM D 2216		
PESO ESPECÍFICO:		Norma:	ASTM D 854		
Fecha de Muestreo :		3 de Junio 2021			
Muestreado por :		Grupo Tesistas			
CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD:					
Observaciones :		Muestra :	M-1		
		Estrato :	E-1		
		Potencia :	0.60	m	
Tara Número	Unidades	1	2	3	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr	460.00	450.00	400.00	
Peso Tara + Muestra Seca	Gr	422.00	412.00	368.00	
Peso de la Tara	Gr	65.00	65.00	65.00	
Peso de la Muestra Seca	Gr	357.00	347.00	303.00	
Peso del Agua	Gr	38.00	38.00	32.00	
Contenido de Humedad	%	10.64	10.95	10.56	
Promedio:		10.72			

Fuente: Elaboración propia

El promedio de resultados obtenidos de los tres ensayos realizados fue de 10.72% de humedad presente en el suelo, cercano a la humedad optima lo cual significa que este lugar está bien asentado.

Determinación De La Gravedad Específica De Los Suelos.

Se realizo el ensaye de gravedad especifica del suelo, para determinar la relación entre el peso seco y el peso húmedo, cuyo valor clasifico nuestro suelo según su

textura, como una arcilla poco plástica al presentar un valor promedio de 2.73 después de tres ensayos.

Tabla 26. Determinación de la gravedad específica de los suelos

PESO ESPECÍFICO:				
Observaciones :		Ubicación :	NA	
		Estrato :	E-1	
		Potencia :	0.6 m	
Tara Número	Unidades	1	2	3
Peso del Suelo Seco	Gr	60.00	60.00	60.00
Peso Molde Vaío	Gr	82.00	82.00	82.00
Peso molde + Agua	Gr	525.00	525.00	525.00
Peso molde + Agua +Suelo	Gr	607.00	608.00	606.00
Volumen de Sólidos	Cm ³	-22.00	-23.00	-21.00
Peso Específico de Sólidos	Gr / Cm ³	2.73	2.61	2.86
Promedio		2.73		

Fuente: Elaboración propia

✚ **Análisis Granulométrico (ASTM D-422).**

A partir de la curva granulométrica se dedujo en primera instancia el tipo de suelo principal y los componentes eventuales. Se encontró el diámetro efectivo de los granos (D10) el cual es 0.08 mm² que fue el tamaño correspondiente al 10% en la curva granulométrica. Otros tamaños definidos estadísticamente fueron el D60 y D30. El D60 nos arrojó un resultado de 1.64 mm² y el D30 que fue de 0.48 mm² estos valores fueron utilizados para definir la uniformidad del suelo por medio del coeficiente de Uniformidad Cu que se definió como 21.867 y describe una arena bien graduada al tener un Cu mayor a 6.

El coeficiente de curvatura del suelo resulta ser 1.873 lo cual define el suelo como bien graduado al estar entre los valores de 1 y 3.

Tabla 27. Análisis granulométrico

Miniacueducto por gravedad de la comunidad El Naranjo - San Juan de Limay							
Ensayo : ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D-422)							
Norma :							
Fecha de Muestreo :							
Muestreado por :							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO							
Peso Inicial de la Muestra Seca		495.00		Gr	Ubicación :		D60 = 1.64 Cu = 21.867
Peso de la Muestra Después del Labado		485.00		Gr	Estrato :		D30 = 0.48 Cc = 1.873
Perdida por Lavado		10.00		Gr	Potencia:		D10 = 0.08
Tolerancia	2.02	%	Desechar Ensayo				
Tamiz	Abertura	Retenido		% Q' Pasa			
		(gr.)	(%)				
8	2.380	75	15.15	84.85			
10	2.000	100	20.20	64.65			
20	0.840	60	12.12	52.53			
30	0.590	60.00	12.12	40.40			
40	0.420	72.00	14.55	25.86			
60	0.250	16.00	3.23	22.63			
80	0.177	16.00	3.23	19.39			
100	0.149	16.00	3.23	16.16			
120	0.125	16.00	3.23	12.93			
200	0.074	18.50	3.74	9.19			
Cazoleta		45.50	9.19				
Total Retenido :		495.00	100.00				

Fuente: Elaboración propia

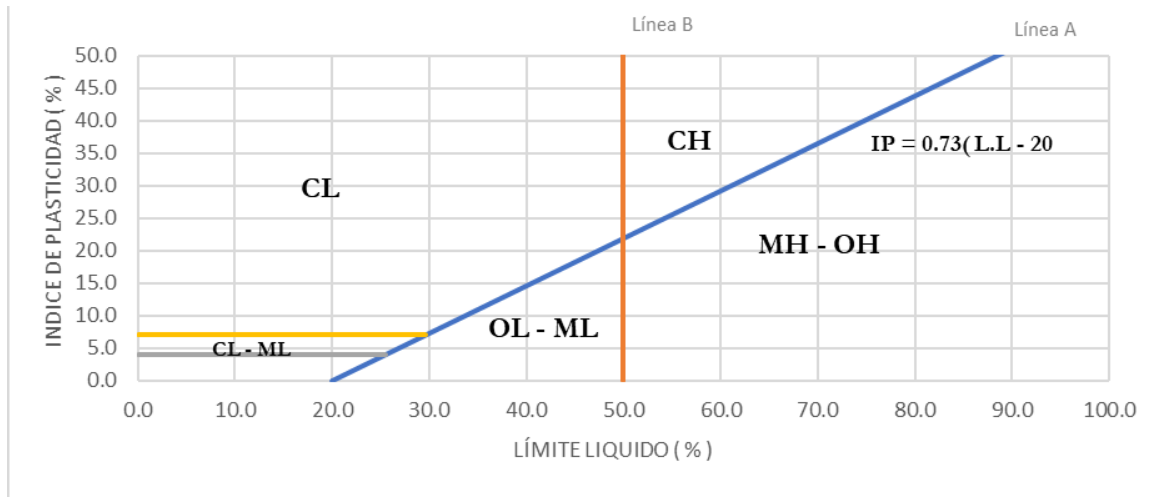
Los suelos son clasificados por la SUCS según su consistencia lo cual a la vez nos da una idea de la trabajabilidad del suelo, las fundaciones del tanque existente están emplazadas en un suelo GM los cuales son gravas limosas. Las características del suelo se ven afectadas por la presencia significativa de partículas finas.

Tabla 28. Clasificación de los suelos

Realizado por :		GRUPO TESISTA					
		Laboratorio de Mecánica de Suelos - UNC					
		CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S					
Ubicación :		NA	Potencia: 0.60 m				
Estrato :		E-1					
% Que Pasa la Malla N° 200				45.00			
% Que Pasa la Malla N° 4				45.00			
Límite Líquido	LL =	63.88 %	D60 =	1.6400	Cu =	21.867	
Límite Plástico	LP =	39.38 %	D30 =	0.48	Cc =	1.873	
Índice de Plasticidad	IP =	24.50 %	D10 =	0.08	Suelo Bien Graduado		
Tipo de Suelo Según su Granulometría :		Suelo Grueso					
		Grava					
Tipo de Simbología :		Simbología Normal					
Tipo de Suelo :		GM, GC					
Suelo :		GM					

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23. Carta de Plasticidad de Casagrande



Fuente: Elaboración propia

El suelo de la comunidad El Naranjo se encuentra por debajo de la línea A, con un coeficiente de balasto vertical (k_v) de entre 6 y 14 kg/cm^3 con un promedio de 10 kg/cm^3 .

🚧 Límites De Consistencia, Limite Liquido y Limite Plástico

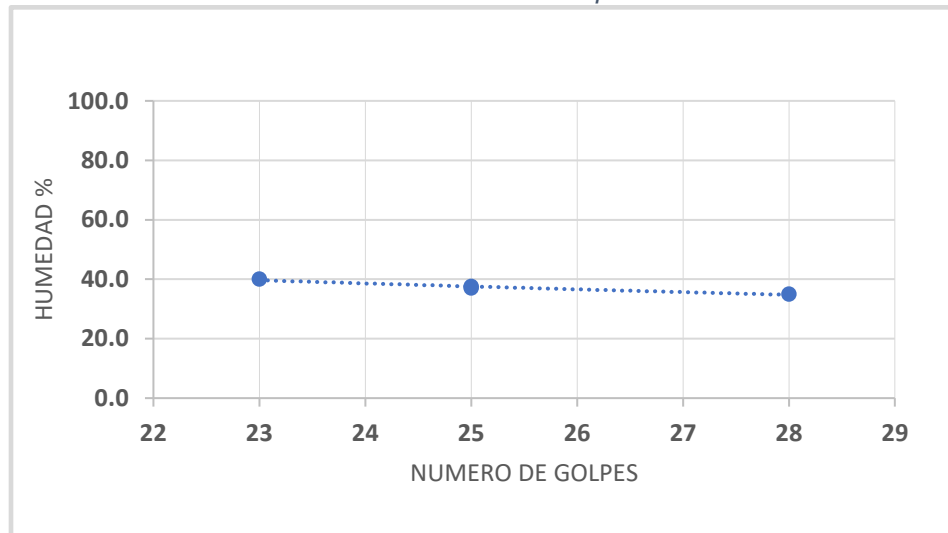
Las propiedades de un suelo formado por partículas finamente divididas, como una arcilla no estructurada dependen en gran parte de la humedad. El agua forma una película alrededor de los granos y su espesor puede ser determinante del comportamiento diferente del material. Entre mayor sea el contenido de humedad el suelo va a ceder de manera más fácil, el límite líquido definido para la muestra de suelo se ubicó en un 37.58% de humedad, y el límite plástico resultó en 12.54% de humedad. Ambos resultados son prueba del índice de plasticidad del suelo, el cual se calculó en 25.04% y el grado de consistencia (k_w) en 1.073. El suelo se clasifica por su consistencia y plasticidad como un suelo medio duro y sólido.

Tabla 29. Límites de consistencia

Miniacueducto por gravedad de la comunidad El Naranjo - San Juan de Limay										
Ensayo :		LÍMITES DE CONSISTENCIA								
LÍMITE LÍQUIDO		Norma :	ASTM D 4318							
LÍMITE PLÁSTICO		Norma :	ASTM D 4319							
Fecha de Muestreo :		3 de Junio 2021								
Muestreado por :		Grupo tesista								
LÍMITES DE CONSISTENCIA			Muestra :	M-1		Potencia :	0.6 m			
			Estrato :	E1						
			LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia	
Tara Número		Unidades	1	2	3	1	2	3		
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr		380	375	378	9.5	8.5	9.8	Límite Líquido: LL =	37.58%
Peso Tara + Muestra Seca	Gr		331	331	331	9	8.12	9.25	Límite Plástico: LP =	12.54%
Peso de la Tara	Gr		231	231	231	5	5	5	Índice de Plasticidad: IP =	25.04%
Peso de la Muestra Seca	Gr		100	100	100	4	3.12	4.25	Contenido de Humedad Wn =	10.72%
Peso del Agua	Gr		49	44	47	0.5	0.38	0.55	Grado de Consistencia: Kw =	1.073
Contenido de Humedad	%		49	44	47	12.5	12.179	12.941	Grado de Consistencia: Media Dura , Sólida	
Número de Golpes			2	6	3	Promedio :	12.54			

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 24. Limite liquido



Fuente: Elaboración propia

🚧 Clasificación AASHTO

Tras el estudio granulométrico se dio a estudio a continuación la clasificación bajo la norma AASHTO, la cual a partir de la granulométrica y estados de consistencia situó el suelo como un A-2-6 el cual es un material granular compuesto de gravas y arenas limosas y arcillosas.

Tabla 30. Clasificación AASHTO

Realizado por :	GRUPO TESISTA				
Fecha :	11 de Junio 2021				
CLASIFICACIÓN AASHTO					
Parámetros Usados		Ubicación :	NA	Potencia :	0.60 m
% Que Pasa la Malla N° 200	9.00	Estrato :	E-1		
% Que Pasa la Malla N° 40	26.00	Determinación del Índice de Grupo IG			
% Que Pasa la Malla N° 10	65.00	a =	0.00	IG =	0.00
Límite Líquido	LL = 37.50 %	b =	0.00		
Límite Plástico	LP = 12.54 %	c =	0.00		
Índice de Plasticidad :	IP = 24.96 %	d =	14.96		
Tipo de Suelo :	Material Granular				
Clasificación de Suelos :	A - 2				
Suelo :	A - 2 - 6	(0)			
Tipo de Material :	Gravas y Arenas Limosas y Arcillosas				
Terreno de Fundación :	Regular				

Fuente: Elaboración propia

🚧 Ensaye Proctor estándar ASTM D 698

Tabla 31. Ensaye Proctor estándar ASTM D 698

Miniacueducto por gravedad de la comunidad El Naranjo - San Juan de Limay					
Realizado por :	grupo tesista		Ubicación :	NA	
			Muestra :	M-1	
Ensayo N°	1	2	3	4	5
Volumen del cilindro (in ³)	18.43	18.43	18.43	18.43	18.43
Peso del molde cilíndrico (kg)	4.46	4.46	4.46	4.46	4.46
Peso del material + molde cilíndrico (kg)	5.5282	5.6416	5.783	5.897	5.951
$\gamma_h = \frac{W_m}{V_c} = \frac{W_{me} - W_e}{V_c} \quad \gamma_d = \frac{\gamma_h}{1 + W} \quad \gamma_{dz} = \frac{S_s}{1 + WS_s} \gamma_w$					
Peso Volumétrico humedad (lh) kg/in ³	0.06	0.06	0.07	0.08	0.08
PVS id PVS kg/in ³	0.05	0.06	0.06	0.07	0.07
Peso Volumétrico Saturado (ldz) kg/in ³	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

El peso volumétrico o densidad determina las características de compactación del suelo a medida que este va aumentando su contenido de humedad. Durante el ensaye de Proctor estándar se tomaron los pesos al momento de compactarlo con 5 muestras con diferentes humedades, este fue tomando una capacidad de soporte mayor conforme la densidad iba aumentando proporcionalmente a la

humedad, llegando a alcanzar 319.73 kg/in³ hasta que el suelo llego a su estado limite y comenzó a volverse suave y moldeable.

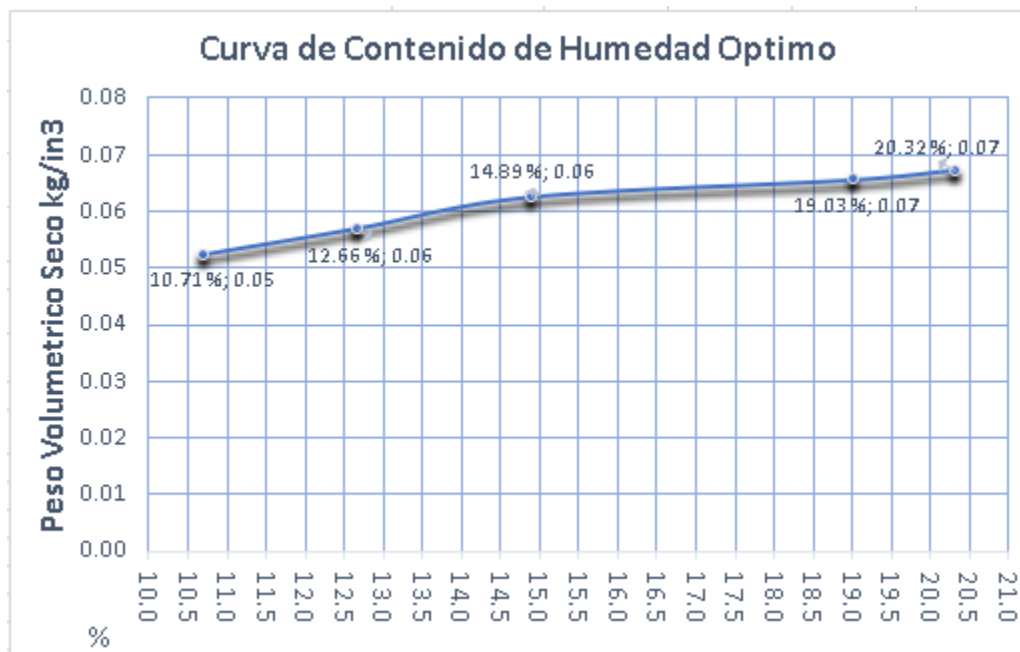
Tabla 32. Contenido de humedad

Realizado por :	grupo tesista		Ubicacion :	NA	
			Muestra :	M-1	
Ensayo	1	2	3	4	5
Tara N°	1	2	3	4	5
Peso tara (gr)	40.5	28.5	25	25	29.5
peso humedo + tara (gr)	100	100	100	100	100
peso seco + tara (gr)	125.5	123.5	117.5	114.5	112
% de humedad	20.32 %	19.03 %	14.89 %	12.66 %	10.71 %

Fuente: Elaboración propia

Se realizaron 5 ensayos aumentado el contenido de humedad gradualmente, registrando sus densidades secas y comparándolas con la humedad, para graficar la curva de humedad optima y determinar este parámetro para fines de compactación de las cimentaciones en el campo.

Ilustración 25. Curva de contenido de humedad optima



Fuente: Elaboración propia

Resultando el contenido de humedad optima de 14.5 %, es decir que en este punto alcanzaría el mayor valor de peso volumétrico sin presentar falla liquida y alcanzaría la mayor capacidad de carga.

La capacidad de soporte del suelo.

Se establecieron los valores de capacidad de carga del suelo por medio de un penetrómetro de mano con el cual identificamos y verificamos la humedad optima, los ensayos alcanzaron un valor de carga máximo de 4.7 kg/cm² contando con una humedad de 14.89%, luego los valores bajaron hasta 2.6 kg/cm², cuando el suelo ya se encontraba saturado, sin embargo, nótese que las capacidades varían poco para las humedades de 14.89%, 12.66% y 10.71% determinando un rango optimo del 10.5% hasta 15.5%.

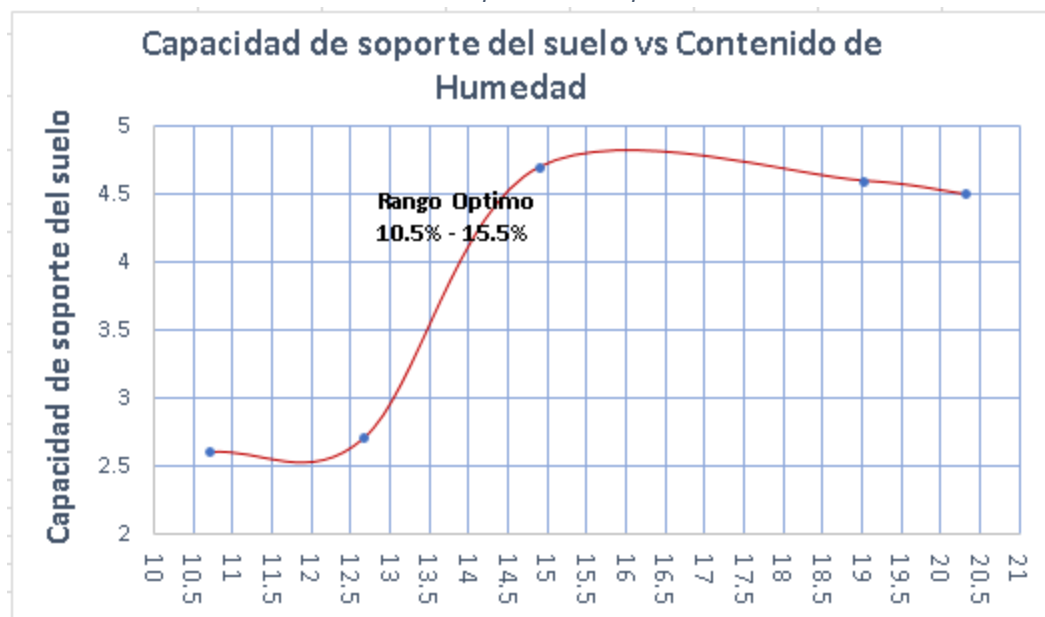
Los resultados de Penetrómetro de bolsillo (de campo) se muestra muy similares a los obtenidos mediante el análisis PROCTOR. Esta práctica resulta en un uso innovador de los recursos tecnológicos disponible.

Tabla 33. Capacidad de soporte del suelo

Determinacion de capacidad de soporte del suelo por medio de penetrómetro de bolsillo					
Ensayo	1	2	3	4	5
Capacidad de soporte	2.6	2.7	4.7	4.6	4.5
% de humedad	20.32 %	19.03 %	14.89 %	12.66 %	10.71 %

Fuente: 1 Elaboración propia

Ilustración 26. Gráfico de capacidad de soporte del suelo



Fuente: Elaboración propia

4.7 Análisis Hidráulico.

En las siguientes paginas se presenta el diseño hidráulico de cada uno de los elementos que conforman el sistema propuesto, se presentan en el siguiente orden operacional del sistema:

- Obra de captación.
- Línea de Conducción por gravedad.
- Planta de tratamiento de agua potable.
- Tanque de Almacenamiento.
- Red de distribución.
- Conexiones domiciliarias.
- Perdidas en el sistema.
- Obras complementarias.

4.8 Obra de captación

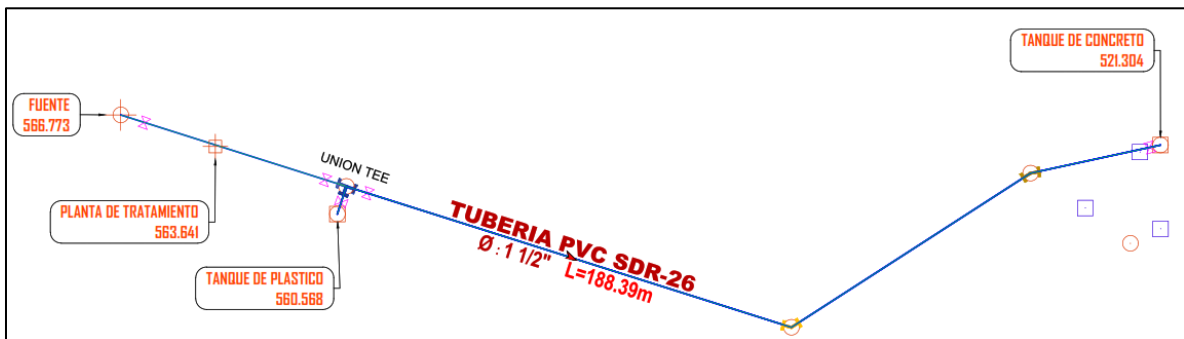
La obra de captación la cual se encuentra a 566.773 msnm, está ubicada directamente en la fuente de abastecimiento, la cual consiste en una caja de concreto reforzado con las características de ser una captación de un manantial de ladera y concentrado, la obra de captación ya se encuentra construida por lo que solo es necesario darle mantenimiento ya que se encuentra en buen estado.

4.9 Línea de Conducción por Gravedad

La línea de conducción se diseñará en base al caudal de consumo máximo día al final del periodo, en este caso el CMD= 0.422 LPS. El levantamiento topográfico determino que la longitud de la línea de conducción desde la fuente al tanque de almacenamiento existente y propuesto Rotoplas es de 188.39m, a la vez se pudo determinar que la fuente de abastecimiento está ubicada a una altura de 566.773 msnm y el tanque de almacenamiento Rotoplas está ubicado a una altura de 560.568 msnm y el tanque existe está ubicado a 521.304 msnm, por lo tanto, se refleja una diferencia de altura entre fuente y tanques de 6.21m y 45.47m.

Dicho caudal deberá ser abastecido por la Fuente El Naranjo con aportación de 0.90 litros por segundos (lps).

Ilustración 27. Línea de Conducción



Fuente: 2 Elaboración propia

4.9.1 Determinación de diámetro de tubería de la línea de conducción.

Para la selección del diámetro de la línea de conducción por gravedad, es necesario realizar un análisis hidráulico para determinar las pérdidas, presiones y velocidades en el sistema y así seleccionar el diámetro económicamente y técnicamente más óptimo, debido a esto se realizó una comparación entre diversos diámetros principalmente la estimación del diámetro económico para la línea de conducción fue a partir de la siguiente ecuación de Manning:

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8} 25.4$$
$$D = 1.548 * \left(\frac{0.009 * \left(\frac{0.900}{1000} \right)}{0.1483^{1/2}} \right)^{3/8} 25.4$$
$$D = 1 \text{ "}$$

Como resultado final, el diámetro propuesto para la línea de conducción es de 1 1/2" (37.5 mm) al tanque existente y de 1" (25.4 mm) para el tanque nuevo, reflejado como diámetro mínimo en la NTON 09-003-99 (INAA, 1999). Por lo tanto, se hace necesario calcular las pérdidas por fricción de la tubería y así seleccionar la más adecuada para este proyecto, cabe destacar que además de la tubería 1 1/2", se tomó en cuenta la tubería de 1" y 2" estas debido a que al momento del cálculo de cada una de ellas pueden o no cumplir con los parámetros establecidos por la norma aunque estas no se encuentren dentro del rango calculado se buscara despreciar la velocidad para así esta pueda oponerse ante la presión que puede estar sometida.

Para realizar este cálculo se utilizó la variación de la formula mostrada a continuación.

$$H_f = 1743.811 * \frac{L * Q_{tran}^{1.85}}{D^{4.87} * C^{1.85}}$$

Donde:

Hf= Perdidas por fricción (m)

C= Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q= Caudal (m³/s)

Una vez planteada la ecuación a utilizar y definidos cada uno de los elementos que la integran, se procede a calcular las perdidas, velocidades para cada una de las tuberías propuestas aplicando la ecuación anterior. A continuación, se procede a calcular la velocidad, esto aplicando las siguientes fórmulas de simplificada y Manning.

$$V = 1.9735 * \left(\frac{Q}{D^2}\right)$$

$$V_U = \frac{1}{n} * \left(\frac{D}{4}\right)^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} = \frac{0.397}{n} * D^{2/3} * S^{1/2}$$

En la tabla 34, se presenta los resultados obtenidos, como se puede observar para los diámetros, las perdidas, las velocidades.

Tabla 34. Resultados de análisis hidráulico

ANÁLISIS HIDRAULICO											
NODO	TRAMOS		Qdiseño (Lts/seg)	Diámetro Propuesto		C-F H - W	Perdida Hf			V (m/seg)	
	N°	INICIAL		FINAL	(Pulg)		m	Fricción mca	Accesorios mca	Total mca	Continuidad con Simplificada
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO											
1	CAPTACIÓN		0.900 l/s								0
2	1	2	0.9000	1 1/2	0.0381	150	0.712	0.142	0.854	0.79	1.92
3	2	3	0.8129	1 1/2	0.0381	150	1.203	0.241	1.444	0.71	2.48
4	3	4	0.8129	1 1/2	0.0381	150	0.734	0.147	0.881	0.71	2.55
5 TE	4	TE	0.8129	1 1/2	0.0381	150	0.331	0.066	0.397	0.71	2.48
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO											
TN(2)	2	TN(2)	0.0871	1	0.0254	150	0.008	0.002	0.010	0.17	0.15

Fuente: Elaboración propia

4.9.2 Golpe de ariete

Para cumplir con su objetivo las líneas de conducción se diseñan y operan para un régimen de flujo permanente, sin embargo, en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro. Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo. Cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea. La línea se analiza para los efectos de sobrepresión que ocasiona el cierre de una válvula al final de la conducción.

- **Sobrepresión por golpe de ariete.**

En el caso de una maniobra rápida ($T < 2L/C$), la sobrepresión máxima será:

$$\Delta P = \frac{C}{g} \Delta V$$

$\Delta P =$ Sobrepresión por golpe de ariete (m)

$C =$ Celeridad (m/s)

$g =$ Aceleración gravitacional (m/s²)

$V =$ Velocidad media (m/s)

La sobrepresión por golpe de ariete debe sumarse a la presión estática máxima de la línea de conducción, para seleccionar la cédula de la tubería.

- **Celeridad**

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

$$C = \frac{\sqrt{\frac{E_f}{\rho}}}{1 + \frac{E_f}{E_m} * \frac{D}{S}}$$

E_f = Modulo de elasticidad de Agua.

E_m = Modulo de elasticidad del material.

ρ = Densidad

Donde; C es un coeficiente de corrección y se calcula con la formula siguiente:

$$C = \frac{2S}{D} (1 + \mu) + \frac{D(1 + \mu^2)}{D + S}$$

Con μ = Coeficiente de poisson

Considerando que la fuente de abastecimiento se encuentra a una elevación de 566.773 msnm y el tanque se encuentra a una altura de 521.304, la diferencia de altura es de 45.4 m, por lo tanto a la diferencia de altura entre la fuente y el punto con menor elevación en la línea de conducción se le añadió el valor de la sobrepresión por golpe de ariete, obteniendo como resultado que la presión máxima en la línea de conducción será de 58.37 mca es decir que la tubería SDR-26 si soportara la presión, ya que la presión de trabajo admisible para la tubería SDR-26 es de 160 psi que equivale a 113 mca, por lo cual se recomienda usar este tubería ya que tiene la capacidad de resistir una presión máxima en el punto más bajo, este tramo comprende una longitud de 188.4m, estos datos calculados en el diseño de la línea de conducción en Microsoft Excel.

Tabla 35. Presión máxima en la línea de conducción

Altura captación	Elevación punto más bajo	Diferencia altura	Golpe de ariete	Presión máxima
566.773 msnm	524.385 msnm	42.388 m	20.94 m	63.33 mca

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que no se debe instalar una pila rompe presión en la línea de conducción debido a que esta llega a bajar 42.388 m desde la captación hasta su punto más bajo y con una presión máxima de 63.33 mca, pero esta presión es necesaria para que esta logre impulsar el agua hasta los dos tanques de almacenamiento.

4.9.3 Análisis hidráulico de la línea de conducción

En las tablas 37 y 38, se presenta los resultados del análisis hidráulico realizado en Microsoft Excel, en las cuales se muestran las presiones y velocidades presentes en la línea de conducción, se puede notar que cuenta con una presión máxima de 63.33 mca en su punto más bajo. Las velocidades no cumplen con límites que establece la norma, pero debido a la presión a la que se verá sometida la tubería no interfiere en la acumulación de sedimentos.

Cabe destacar que como se mencionaba anteriormente la línea de conducción constara de tubería de 1 ½ “SDR-26.

Tabla 36. Velocidades línea de conducción

ANÁLISIS HIDRAULICO							
NODO	TRAMOS		Qdiseño (Lts/seg)	Diametro Propuesto		V (m/seg)	
	N°.	INICIAL		FINAL	(Pulg)	m	Simplificada
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO							
1	CAPTACIÓN		0.900 l/s			0	
2	1	2	0.9000	1 1/2	0.0381	0.79	1.92
3	2	3	0.8129	1 1/2	0.0381	0.71	2.48
4	3	4	0.8129	1 1/2	0.0381	0.71	2.55
5 TE	4	TE	0.8129	1 1/2	0.0381	0.71	2.48
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO							
TN(2)	2	TN(2)	0.0871	1	0.0254	0.17	0.15

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Presiones de línea de conducción

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE							
NODO	TRAMOS		La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solucion de Michaud	Solucion de Allievi	MAXIMA PRESION	COMPROBACIÓN
	N°	INICIAL FINAL		Hsing (m)	Hsing (m)	Pmax	
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO							
CAPT							
2	CAPT	2	Cierre lento, Solución de Michaud	4.62	66.53	10.24	OK
3	2	3	Cierre lento, Solución de Michaud	20.04	85.73	48.42	OK
4	3	4	Cierre lento, Solución de Michaud	20.94	88.25	63.33	OK
5 TE	4	TE	Cierre lento, Solución de Michaud	12.90	85.95	58.37	OK
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO							
TN(2)			Cierre lento, Solución de Michaud	0.17	5.72	0.75	OK

Fuente: Elaboración propia

4.10 Planta Potabilizadora

4.10.1 Criterios de opciones y dimensionamiento sistema de cloración.

Peso de hipoclorito de calcio o sodio necesario.

$$P = Q * d$$

Donde:

P = Peso de cloro en gr/h.

Q = Caudal de agua a clorar en m³/h.

d= Dosificación adoptada en gr/m³.

Peso del producto comercial en base al porcentaje de cloro.

$$Pc = P * 100/r$$

Donde:

Pc = Peso producto comercial gr/h. Q = Caudal de agua a clorar en m³/h.

r= Porcentaje del cloro activo que contiene el producto comercial (%).

Caudal horario de solución de hipoclorito (q_s) en función de la concentración de la solución preparada.

El valor de "qs" permite seleccionar el equipo dosificador requerido:

$$q_s = P_c * 100/c$$

Donde:

P_c = Peso producto comercial gr/h.

q_s = Demanda horaria de la solución en Lts/h, asumiendo que la densidad de 1 litro de solución pesa 1 kg.

c = Concentración solución (%).

Cálculo del volumen de la solución, en función del tiempo de Consumo del recipiente en el que se almacena dicha solución.

$$V_s = q_s * t$$

Donde:

V_s = Volumen de la solución en Lts (correspondiente al volumen útil de los recipientes de preparación).

t = Tiempo de uso de los recipientes de solución en horas.

t se ajusta a ciclos de preparación de: 6 horas (4 ciclos), 8 horas (3 ciclos) y 12 horas (2 ciclos) correspondientes al vaciado de los recipientes y carga de nuevo volumen de solución.

Tabla 38. Cálculos del sistema de cloración por goteo

CALCULO DEL SISTEMA DE CLORACION POR GOTEO								
SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL NARANJO								
Dosis adoptada: de hipoclorito de calcio (mg/lit)		3		Precio de mercado Cl /C\$/Kg		500		
Porcentaje de cloro activo: 70%		65.00%						
Concentración de la solución= 0.25%		0.25%						
Equivalencia 1 gota=		0.00005		lt				
Umbral de diseño	V reservorio (m3)	Qmd Caudal máximo diario (lps)	Qmd máximo (m3/h)	Caudal diario	Dosis (gr/m3)	P peso de cloro (gr/h)	Pc producto comercial (gr/h)	Peso Pc producto comercial (Kg/h)
2021	14	0.257	0.93		3.00	2.78	4.27	0.00427
2026	14	0.291	1.05			3.14	4.84	0.00484
2031	14	0.329	1.18			3.55	5.47	0.00547
2036	14	0.373	1.34			4.03	6.20	0.00620
2041	14	0.422	1.52			4.56	7.01	0.00701
Umbral de diseño	qs Demanda de la solución (l/h)	Tiempo de uso del recipiente (h)	Vs volumen solución (Lt.)	Volume n Bidón adoptado o Lt.	qs Demanda de la solución (gotas/s)	Cloro Anual Demandado (kg)	Costo Total ANUAL del Cloro (C\$)	
2021	1.71	24	40.99	100	9	37.41	18,703.27	
2026	1.93		46.42	100	11	42.36	21,177.64	
2031	2.19		52.48	100	12	47.89	23,943.10	
2036	2.48		59.50	200	14	54.29	27,145.22	
2041	2.80		67.31	200	16	61.42	30,711.21	

Umbral de diseño	V reservorio (m3)	Qmd máximo (lps)	Caudal diario	Qmd máximo (m3/h)	Caudal diario	Dosis (gr/m3)	P peso de cloro (gr/h)	r Porcentaje de cloro activo (%)	Pc Peso producto comercial (gr/h)
2021	14	0.257		0.93		5.00	4.63	65.00	7.12
2026	14	0.291		1.05			5.24		8.06
2031	14	0.329		1.18			5.92		9.11
2036	14	0.373		1.34			6.71		10.33
2041	14	0.422		1.52			7.60		11.69

Umbral de diseño	Pc Peso producto comercial (Kg/h)	C concentración de la solución (%)	qs Demanda de la solución (l/h)	Tiempo de uso del recipiente (h)	Vs volumen solución (l)	Volumen Bidón adoptado Lt.	qs Demanda de la solución (gotas/s)
2021	0.01	0.25	2.85	14	39.85	100	16
2026	0.01		3.22		45.13	100	18
2031	0.01		3.64		51.02	100	20
2036	0.01		4.13		57.84	200	23
2041	0.01		4.67		65.44	200	26

Fuente: Elaboración propia

4.10.2 Unidad de Oxi – hidroxidación.

Para la remoción de arsénico a nivel centralizado se tomarán los criterios de diseño expresados por (Castillo R. B., 2011) en su investigación sobre el Filtro de Arsénico KANCHAN -TM y las recomendaciones de (Kiely G., (1999)). Para la secuencia de operaciones y procesos unitarios. Las unidades descritas comprenden: La unidad de cloración, la unidad de Remoción de arsénico y la unidad de Filtración Lenta en Arena.

La unidad de cloración se localiza al inicio del tren de potabilización creando un ambiente oxidante que potencia la capacidad corrosiva natural del agua y elimina los patógenos presentes, esto se logra mediante la aplicación de cloro a la entrada de una unidad de oxidación de hierro (Filtro de clavos) (Franco M. Francisca, 2014).

La unidad de remoción de arsénico consiste en un lecho filtrante compuesto por clavos de hierro oxidados y trozos de ladrillos. el arsénico se remueve mediante la adsorción en los hidróxidos de hierro, seguido de una unidad de sedimentación. El tiempo de contacto del agua cruda con los clavos oxidados debe ser de 20 minutos (Castillo, 2011).

La unidad de remoción de patógenos y hierro acomplejado residual lo conforma un filtro lento de arena, el cual esta soportado por capas de arena gruesa y grava. Durante el proceso de purificación del agua cruda, esta se hace pasar a través de un lecho poroso de un medio filtrante de arena, durante este paso la calidad del agua se mejora considerablemente por reducción del número de microorganismos, eliminación de materias en suspensión y de material coloidal, (Ngai and Wallewijk, 2003).

Esta unidad tendrá las siguientes dimensiones:

Caudal de diseño =	0.9 l/s
Número de unidades =	2
Área superficial del filtro =	1.42 m ²
Volumen total Unitario (VT) =	3 m ³ .
Volumen total integrado =	6 m ³
Longitud =	1.38 m.
Ancho =	1.03 m
Altura Total =	1.9 m
Altura del lecho Filtrante=	1.6 m
Tiempo de Residencia Hidráulica=	20 minutos
Ciclo de operación=	Días alternos

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Ghurye y Clifford (D., (2001)) quienes plantean que, para diferentes técnicas de remoción, las mayores eficiencias se logran pre oxidando el As (III) a As (V). La influencia de la oxidación del arsénico en la interacción fluido-partícula radica en que el nuevo estado de oxidación o valencia implicará una mayor carga actuante en el proceso de coagulación, lo que favorece la adsorción del mismo a los sólidos en suspensión que al flocular remueven el arsénico de la fase líquida.

Es importante remarcar que en el caso de que la coagulación-floculación se utilice como etapa dentro de una planta potabilizadora de agua, resultaría necesario una etapa de cloración-oxidación previa al tratamiento ya que usualmente en este tipo de plantas la cloración constituye una etapa posterior a la floculación y con el objetivo de desinfección (Kiely G., (1999)).

Tabla 39. Dimensionamiento de Filtro de remoción de arsénico

DISEÑO DE FILTRO DE REMOCION DE ARSENICO					
Dimensionamiento de la unidad de oxidacion - acomplejamiento					
Tomando como referencia los resultados reportados por Castillo, en sus trabajos con el filtro Kamchan el tiempo de residencia del agua en el ambiente de hierro es de 20 minutos y el filtro funcionara de forma intermitente en dias alternos.					
Con esta experiencia se diseña el volumen del filtro de hierro:					
$Q = Vol / T$	$T =$	20	minutos	1200	segundos
	$Q =$	0.9	l/s	0.0009	m ³ /s
resolviendo para volumen:					
$Vol = Q/T$	Volumen en T= 1.08 m ³ de agua				
Pero el reservorio estara ocupado por clavos de 1 pulgada con una porosidad (n) de = 40.00%					
Por tanto el volumen ajustado es:					
$Vol_{Total} = Vol_{agua}/n =$	2.7	m ³	Se asume :	3	m ³
De los reportes de MIT y verificados por Castillo, se requiere intermitencia en el funcionamiento para facilitar la produccion de oxihidroxidos de hierro por tanto se requiere dos unidades basicas que trabajan en dias alternos por 12 horas cada uno					
El Volumen total (At) requerido es de = $Vt = 2*N = 6$ m³					
Asumiendo como validad para el dimensionamiento de las unidades de oxihidroxidacion, la ecuacion de minimo costo (K) util en el diseño de Filtros lentos de arena:					
$N =$ numero de unidades =	2		$K = (2*N)/(N+1)$		
Entonces:	$K =$	1.33			
Asumiendo una profundidad total (T)de : 1.9 m					
El area de la seccion en planta de una unidad filtro sera: $V/T = A_{unit.} = 1.42105263$ m²					
$L =$	1.38	Verificando	$L * A =$	1.42105263	OK
$A =$	1.03				
Especificaciones					
Borde Libre	m	0.3			
Capa de Ladrillos	m	0.3			
Capa de Clavos	m	1			
Capa de Grava	m	0.3			
		1.9 m			
ACEPTADO					

Fuente: Elaboración propia

4.10.3 Sedimentador

Se construirá un sedimentador con 2 unidades en paralelo de acuerdo a los criterios de diseño en sedimentadores, esto por efectos de mantenimiento, situado contigua a la Unidad de Oxi – hidroxidación. Su finalidad es retener las partículas que no se logren sedimentar en la Unidad de Oxi - hidroxidación y evitar la obstrucción de la línea de conducción y los filtros.

Sus dimensiones corresponden 4 m de largo, 1.5 m de ancho, 0.6 m de alto, su construcción será de mampostería confinada y para evitar el ingreso de otras partículas tendrá su tapa de inspección, además tendrá todos sus dispositivos para su operación y limpieza.

Tabla 40. Dimensionamiento de Sedimentador

Características del agua

Parámetros formula de la velocidad de sedimentación (Ley Stocke)					
dpartícula (m) diámetro de la partícula más fina que queremos que no pasen a la etapa de tratamiento siguiente	0.000050	<table border="1"> <tr> <td>Velocidad crítica de caída</td> </tr> <tr> <td>Vc (m/s)</td> </tr> <tr> <td>0.00070</td> </tr> </table>	Velocidad crítica de caída	Vc (m/s)	0.00070
Velocidad crítica de caída					
Vc (m/s)					
0.00070					
densidad agua (kg/m3) 20°C	997.86				
densidad partícula (kg/m3)	2650.00				
Viscosidad dinámica (pa/seg)	0.0010540				

Caudal afluyente (Qa) l/s	0.90
Número de unidades	2.00
Caudal afluyente por unidad (Qa) l/s	0.45

Dimensiones caja de sedimentación

Área superficial m2	0.64	
L3 (longitud caja de sedimentación) mts	4.00	
B (ancho) mts	1.50	
h (profundidad agua) mts	0.60	
Espaciamiento entre entrada y pantalla, L2 (mts)	0.70	OK

Ancho pared exterior	0.20
Ancho pared interior	0.10

Criterios del funcionamiento

velocidad del flujo Vf (m/s)	0.0005	OK
Verificación criterio: $3 < \text{longitud}/\text{ancho} < 6$	3.13	OK
Verificación criterio: $5 < \text{longitud}/\text{profundidad} < 20$	7.83	OK
Tiempo de recorrido de las partículas (horas)	2.22	
Tiempo máximo de caída de las partículas (horas)	0.24	OK
Tiempo de permanencia (horas)	0.24	

Volumen adicional para almacenar el lodo

La pendiente del fondo del canal tiene que ser de 10% para evacuar el lodo	
h2 mts	0.40
Profundidad h+h2 (mts)	1.00

Pantalla difusora

Pantalla difusora		
Diámetro orificios (mts)	0.0304	
Espaciamiento (vertical y horizontal) Esp (mts)	0.1	
Numero de orificios dispuestos horizontalmente	15	
Numero de orificios dispuestos verticalmente	6	
Numero de orificio totales	90	
Estimación de la diferencia de altura entre caja de entrada y caja de sedimentación h' (mts)	0.00032667	
Seguridad: diferencia de altura entre caja de entrada y caja de sedimentación h' (mts)	0.200	OK

Desagüe y limpieza

Caja de sedimentación		
Ancho del canal (D2)	0.1	
profundidad canal (hd)	0.15	
Diámetro Tubo (m)	0.0762	OK

Caja de entrada		
Ancho del canal (D1)	0.15	
profundidad canal hd	0.15	
Diámetro Tubo (m)	0.127	OK

Fuente: Elaboración propia

4.10.4 Filtro lento de arena (FLA).

El mejoramiento en la calidad de agua mediante filtración lenta en arena, actúa a medida que se desarrolla en torno a las partículas de arena, colonias de organismo microscópicos y algunas bacterias del agua. Desarrollándose procesos de degradación química y biológica que reducen la materia retenida a formas más simples.

El flujo de agua en un filtro lento de arena puede regularse a la salida o entrada del filtro y el método seleccionando puede afectar ligeramente la estructura, los dispositivos de control y el funcionamiento. Un filtro lento maduro y bien operado puede reducir entre a 1 a 3 log la concentración de enterobacterias. Las cifras corresponden a filtros que están operando bajo condiciones variables, por lo que los resultados varían notablemente.

La selección del tamaño de los granos de arena es un factor crucial en el rendimiento del filtro, la selección de un tamaño efectivo de grano fino mejorara el rendimiento del proceso de tratamiento, aunque aumentara la perdida inicial de la carga hidrostática.

Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación de un filtro de arena están determinados principalmente, por costos la mano de obra, pero no se pueden dar cifras generales debido a las variaciones en las situaciones locales. Los precios de estos materiales varían, por lo tanto, lo que se representa es una estimación, debe tenerse en cuenta.

Cuando los sistemas están bien diseñados, operados y mantenidos el efluente de las plantas de filtración requiere de dosis bajas de cloro como ultima barrera, prácticamente solo para asegurar que el agua conserve su calidad bacteriológica hasta ser consumida.

La adecuada operación y mantenimiento determinan la eficiencia del filtro, el estado de maduración de la capa biológica, la frecuencia de los raspados, el periodo de duración de cada operación de limpieza y la forma en que se efectuó el arenado del filtro.

Tabla 41. Dimensionamiento de Filtro Lento de Arena

FILTRO DE ARENA PARA 0.9 LPS				
DIMENSIONAMIENTO DEL MONOLITO FILTRANTE				
Paso	Datos	Cantidad	Unidad	Resultados
1	Caudal de diseño	Q = 0.000900	m ³ /s	Para diseño se toma el Caudal de día de Maximo consumo al final del periodo. En El Naranjo por sus condiciones singulares se tomara el caudal total de fuente
		3.24	m ³ /h	
2	Numero de fases	F = 1		Fases de implementacion de proyecto
	Caudal en cada fase	Qf = 0.0009	m ³ /s	Para cada una de las fases de implementacion
	Turbiedad maxima	T = 10	NTU	Turbiedad en periodo humedo
3	Tasa de filtracion	Uf = 6.32	m ³ /m ² /d	Velocidad de filtracion en funcion de la turbiedad media del agua cruda
		0.26	m ³ /m ² /h	
4	Area total requerida	S = 12.29	m ²	Area total requerida al final del periodo de diseño
		0.00	ha	
3	Numero de unidades rectangulares	nf = 1.15	ud	Numero de unidades en funcion a la raiz cubica de la superficie total
		nf = 2		
6	Relacion de minimo costo	K = 1.3333		Relacion largo/ancho
4	Superficie de cada filtro	s = 6.15	m ²	
	largo de cada unidad	l = 2.86	m	Calculo de la longitud del filtro
		3.00		
	ancho de cada unidad	b = 2.15	m	Calculo del ancho del filtro
		2.10		
	Area total ocupada por 1 filtro	Scalc = 6.30	m ²	ok

DIMENSIONAMIENTO DEL LECHO FILTRANTE					
	Coefficiente de uniformidad de la arena	Cu =	2.8		Del analisis granulometrico de la arena = D60/D10
	Tamaño efectivo	Te =	0.3	mm	Del analisis granulometrico de la arena = D10
	Altura del manto de agua	Hagua =	1	m	Altura del sobrenadante. Altura del agua sobre el lecho filtrante
	Altura total del manto de arena	Ha =	0.9	m	Espesor total de la arena al inicio de operación
	Profundidad minima del manto de arena	Hf =	0.5	m	Espesor o profundidad mínima del lecho antes de proceder al rearenado
	Capa activa de arena	Hr =	0.4	m	Capa sustraída durante la operación del filtro y se debe renovar en el periodo de varias carreras del filtro
	Tiempo de operación	t0 =	3.33	años	Vida util de la capa activa
CAPA DE SOPORTE					
	Altura total capa de grava	hg =	50	cm	Capa total de soporte
	Capa 1 de grava	eg1 =	10	cm	capa en contacto con la arena
	Capa 2 de grava	eg2 =	10	cm	capa intermedia
	Capa 3 de grava	eg3 =	30	cm	capa en contacto con fondo falso
	Te capa 1	Te-eg1:	0.5 - 2	mm	Rango de tamaño capa 1
	Te capa 2	Te-eg2:	2.0 - 2.5	mm	Rango de tamaño capa 2
	Te capa 3	Te-eg3:	5.0 - 20	mm	Rango de tamaño capa 3
FONDO FALSO					
Paso	Datos	Cantidad	Unidad	Resultados	
	Diametro Laterales PVC perforados	dl =	4	plg	PVC SDR 17 ranurado
			101.6	mm	
	Longitud lateral	Ll =	1.05	m	Longitud que guarda relacion con el ancho de cada unidad
			1	m	
	Espaciamiento entre laterales	e =	1.00	m	espaciamiento entre ejes de tuberia.
			1	m	
	Numero de drenes laterales	nl=	1.9		para los cuatro lados de laterales
			2.00		
	Caudal por lateral	qu =	0.90	l/s	caudal unitario en cada lateral
	Area lateral	al =	0.0081	m2	
	Velocidad en el lateral	vl =	0.30	m/s	Tubo ranurado con S=0.05%, 80% tirante y C=150 (PVC)
	Relacion entre velocidad salida/lateral	Vm/Vl =	0.15		
	Seccion caja de control (concreto)	w =	0.6	m	Ht = 0.2 m
		h =	0.3	m	
		S =	0.18	m2	
	Numero de cajas de control	nm	2		
	caudal en cada caja de control	Qm =	0.9	l/s	caudal total en 3 laterales
	velocidad de salida por lateral	vm =	0.30	m/s	PVC con S=0.05%, 80%tirante y C = 150

Fuente: 3 Elaboración propia

4.11 Tanque de almacenamiento

Para el diseño del tanque de almacenamiento el cual estará ubicado en las siguientes coordenadas (X 555109.7096, Y1455080.2381) con una elevación a nivel de terreno de 521.304 msnm para el tanque de concreto, las coordenadas para el tanque de almacenamiento de Rotoplas (X 554979.3169, Y 1455069.3143) con una elevación a nivel de terreno 560.568 msnm, se diseñara de acuerdo a los parámetros establecidos por la norma técnica de abastecimiento rural (NTON 09 001-99), será proyectado con un 35% del consumo promedio diario al final del periodo de diseño, además del cálculo del volumen compensador y de reserva los cuales son el 15% y 20% del CPD respectivamente.

4.11.1 Volumen de Tanque de Almacenamiento de Concreto.

Como se muestra en la tabla el volumen de agua demandado por la comunidad en el año 2041 necesita un tanque de 9 m³, pero se asumió un tanque de 10 m³ para poder abastecer a 51 viviendas.

Tabla 42. Cálculo de Volumen de almacenamiento de tanque concreto

CALCULO DE TANQUE			
Proyecto	El Naranjo, Limay		
Fecha	21/9/2021		
PRODUCCION DE AGUA			
Producción mínima del manantial en l/s (Verano. Abril 2021)			0.90
Producción mínima del manantial en l/d			77760
CONSUMO DE AGUA			
Población actual	197 hab	Tasa de crecimiento =	2.5%
Dotación	60 l/d	Perdidas hasta =	20%
Casas Existentes	51	Proyección (años) =	20
Casa Habitadas	45		
Población Futura	323 Habitantes		
Densidad actual	4.37 Hab./casa		
Conexiones futuras	74 casas		
Caudal Promedio Diario (CPD)	0.19 l/s	16.473	m ³ /d
Caudal de día máximo (CMD)	0.29	24.7095	
Agregando las pérdidas probables en la red con 20% del QPD			
CPDT al final de la vida útil	38,108 l/d		0.44 l/s
FACTOR ESTIMADO DE PRODUCCION/CONSUMO			
Cociente de la producción del manantial y del CPDT en volumen			2.0405
En caudal			2.0405
ALMACENAMIENTO Y SIMULTANEIDAD			
Volumen del tanque. (Iopez C.)	13.00	metros cúbicos	
Volumen del tanque. (NTON 09-001-99.)			
Factor combinado	0.35	Se asume	0.35
NTON (35% CPD en m ³ /día)	9.00	metros cúbicos	
(0.5% CPDT en m ³ /día)	14.00		
Caudal	5.29 l/s	Para que la mitad del CPDT se consuma en 2 horas	
Qmax cond	1.10 l/s	De la línea de conducción	
Número Total de llaves	74		
Caudal por llave	0.12 l/s		
Fracción de llaves abiertas	60%	Simultáneamente	
	45.00	Llaves	
Caudal Probable por simultaneidad		5.4	
Nota: El volumen del tanque se asume como el 50% del CPDT (m ³ /día). Un 15 % mayor al recomendado por la NTON			

Fuente: Elaboración propia

4.11.2 Volumen de tanque de almacenamiento de Rotoplas.

Como se muestra en la tabla el volumen de agua demandado por el sector alto de la comunidad en el año 2041 necesita un tanque de 4 m³, pero se asumió un tanque de 5 m³ con este tanque serán abastecidas 13 viviendas.

Tabla 43. Cálculo de volumen de almacenamiento de tanque Rotoplas

CALCULO DE NUEVO TANQUE			
Proyecto	El Naranjo, Limay		
Fecha	21/9/2021		
PRODUCCION DE AGUA			
Producción mínima del manantial en l/s (Verano. Abril 2021)			0.90
Producción mínima del manantial en l/d			77760
CONSUMO DE AGUA			
Población actual	51 hab	Tasa de crecimiento =	2.5%
Dotación	60 l/d	Perdidas hasta =	20%
Casas Existentes	13	Proyección (años) =	20
Casa Habitadas	13		
Población Futura	84 Habitantes		
Densidad actual	3.92 Hab./casa		
Conexiones futuras	22 casas		
Caudal Promedio Diario (CPD)	0.01 l/s	1.092	m ³ /d
Caudal de día máximo (CMD)	0.02	1.638	
Agregando las pérdidas probables en la red con 20% del QPD			
CPDT al final de la vida útil	9,910 l/d		0.11 l/s
FACTOR ESTIMADO DE PRODUCCION/CONSUMO			
Cociente de la producción del manantial y del CPDT en volumen			7.8463
En caudal			7.8463
ALMACENAMIENTO Y SIMULTANEIDAD			
Volumen del tanque. (lopez C.)	4.00		metros cúbicos
Volumen del tanque. (NTON 09-001-99.)			
Factor combinado	0.35	Se asume	0.35
NTON (35% CPD en m ³ /día)	1.00		metros cúbicos
(0.5% CPDT en m ³ /día)	4.00		
Caudal	1.38 l/s	Para que la mitad del CPDT se consuma en 2 horas	
Qmax cond	0.29 l/s	De la línea de conducción	
Número Total de llaves	22		
Caudal por llave	0.12 l/s		
Fracción de llaves abiertas	52%	Simultáneamente	
	12.00	Llaves	
Caudal Probable por simultaneidad	1.44		
Nota: El volumen del tanque se asume como el 50% del CPDT (m ³ /día). Un 15 % mayor al recomendado por la NTON			

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que estas consideraciones son tomadas en base de las recomendaciones estipulas en la NTON 09-001-99.

Además, para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias.

4.12 Diseño de cruce aéreo

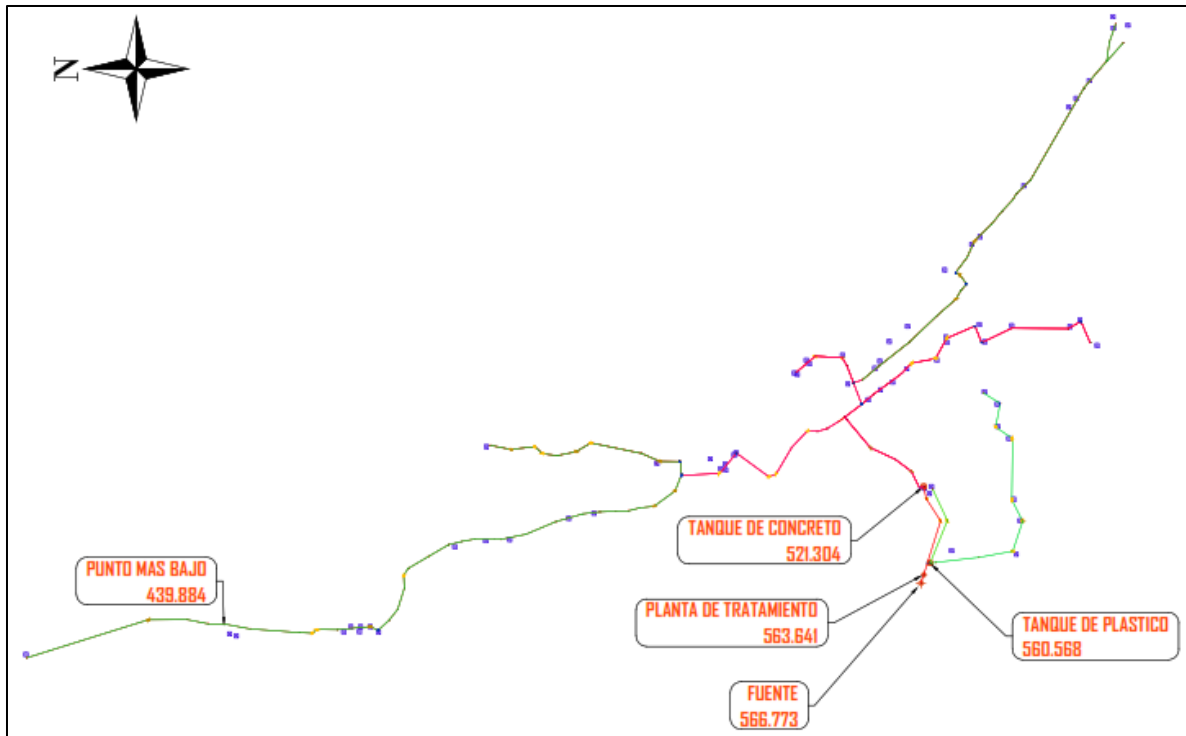
Se propuso para un cruce aéreo típico correspondiente a un paso de quebrada de longitud equivalente a 20 metros con tubería de acero (H-G); sin embargo, se propuso de manera constructivo ya que no se estableció en objetivos, considerando como un planteamiento más aplicado al área estructural, recomendando que si es necesario se haga un análisis estructural completo para el cruce aéreo en este proyecto.

4.13 Red de Distribución por Gravedad

Según el levantamiento topográfico de las localidades se realizó el trazado de la red de distribución, la red es circuito abierto y tiene una longitud es 4340 m compuesta por tubería PVC SDR-26 y distribuida en 10 ramales los cuales se especifican en la tabla. El sistema se diseñó en base a la condición del consumo máximo horario al final del periodo del diseño.

De Igual manera en la ilustración 28, se presenta un esquema del trazo de la red de distribución.

Ilustración 28. Red de Distribución



Fuente: Elaboración propia

4.13.1 Definición de caudal por nodo

Para definir el caudal en cada nodo se empleó el método de densidad poblacional especificado en (Agüero Pittman, 1997, pág. 95), aplicando la fórmula se obtuvo.

$$Q_{Tramo} = N^{\circ} Hab Tramo * CMH$$

La aplicación de este método se debe a la distribución de la población presente en la comunidad, cabe destacar que se lograron contabilizar un total de 64 viviendas distribuidas en la comunidad por lo tanto se estableció un promedio de 3.857 habitantes por viviendas. Mediante la aplicación de la ecuación a continuación se determinaron los valores de los caudales en cada nodo, detallados en la tabla 45.

Tabla 44. Determinación de Caudales

ANALISIS HIDRAULICO							
NODO	TRAMOS		DEMANDA		Qtramo consumido (Lts/seg)	Qtransito (Lts/seg)	Qdiseño (Lts/seg)
			VIVIENDAS UND	HABITANTES UND			
N°.	INICIAL	FINAL	UND	UND	(Lts/seg)	(Lts/seg)	(Lts/seg)
TRAMO / RAMAL 1							
5	TE	TE			0.0000 l/s	0.0000	0.0000
6	TE	6	51	196.71	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
7	6	7	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
8	7	8	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
9	8	9	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
10	9	10	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
11	10	11	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
TRAMO / RAMAL 2							
23	11	23	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
24	23	24	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
25	24	25	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
26	25	26	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
27	26	27	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
28	27	28	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
29	28	29	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
30	29	30	0	0.00	0.0000 l/s	0.3415	0.3415
31	30	31	5	19.29	0.0335 l/s	0.3080	0.3080
32	31	32	1	3.86	0.0067 l/s	0.3013	0.3013
TRAMO / RAMAL 3							
33	32	33	0	0.00	0.0000 l/s	0.3013	0.3013
34	33	34	0	0.00	0.0000 l/s	0.3013	0.3013
35	34	35	1	3.86	0.0067 l/s	0.2946	0.2946
36	35	36	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
37	36	37	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
38	37	38	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
39	38	39	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
40	39	40	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
41	40	41	0	0.00	0.0000 l/s	0.2946	0.2946
42	41	42	1	3.86	0.0067 l/s	0.2879	0.2879
TRAMO / RAMAL 4							
43	32	43	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
44	43	44	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
45	44	45	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
46	45	46	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
47	46	47	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
48	47	48	0	0.00	0.0000 l/s	0.2879	0.2879
49	48	49	1	3.86	0.0067 l/s	0.2813	0.2813
50	49	50	1	3.86	0.0067 l/s	0.2746	0.2746
51	50	51	0	0.00	0.0000 l/s	0.2746	0.2746
52	51	52	0	0.00	0.0000 l/s	0.2746	0.2746
53	52	53	1	3.86	0.0067 l/s	0.2679	0.2679
54	53	54	0	0.00	0.0000 l/s	0.2679	0.2679
55	54	55	1	3.86	0.0067 l/s	0.2612	0.2612
56	55	56	0	0.00	0.0000 l/s	0.2612	0.2612
57	56	57	1	3.86	0.0067 l/s	0.2545	0.2545
58	57	58	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545
59	58	59	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545
60	59	60	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545

ANALISIS HIDRAULICO							
NODO	TRAMOS		DEMANDA		Qtramo consumido (Lts/seg)	Qtransito (Lts/seg)	Qdiseño (Lts/seg)
	N°	INICIAL	FINAL	VIVIENDAS UND			
61	60	61	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545
62	61	62	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545
63	62	63	0	0.00	0.0000 l/s	0.2545	0.2545
64	63	64	2	7.71	0.0134 l/s	0.2411	0.2411
65	64	65	4	15.43	0.0268 l/s	0.2143	0.2143
66	65	66	0	0.00	0.0000 l/s	0.2143	0.2143
67	66	67	0	0.00	0.0000 l/s	0.2143	0.2143
68	67	68	0	0.00	0.0000 l/s	0.2143	0.2143
69	68	69	0	0.00	0.0000 l/s	0.2143	0.2143
70	69	70	2	7.71	0.0134 l/s	0.2009	0.2009
71	70	71	0	0.00	0.0000 l/s	0.2009	0.2009
72	71	72	0	0.00	0.0000 l/s	0.2009	0.2009
73	72	73	0	0.00	0.0000 l/s	0.2009	0.2009
74	73	74	1	3.86	0.0067 l/s	0.1942	0.1942
TRAMO / RAMAL 5							
75	11	75	0	0.00	0.0000 l/s	0.1942	0.1942
76	75	76	1	3.86	0.0067 l/s	0.1875	0.1875
77	76	77	1	3.86	0.0067 l/s	0.1808	0.1808
78	77	78	1	3.86	0.0067 l/s	0.1741	0.1741
79	78	79	1	3.86	0.0067 l/s	0.1674	0.1674
80	79	80	0	0.00	0.0000 l/s	0.1674	0.1674
81	80	81	2	7.71	0.0134 l/s	0.1540	0.1540
82	81	82	0	0.00	0.0000 l/s	0.1540	0.1540
83	82	83	1	3.86	0.0067 l/s	0.1473	0.1473
84	83	84	1	3.86	0.0067 l/s	0.1406	0.1406
85	84	85	0	0.00	0.0000 l/s	0.1406	0.1406
86	85	86	2	7.71	0.0134 l/s	0.1272	0.1272
87	86	87	1	3.86	0.0067 l/s	0.1205	0.1205
TRAMO / RAMAL 6							
88	75	88	0	0.00	0.0000 l/s	0.1205	0.1205
89	88	89	0	0.00	0.0000 l/s	0.1205	0.1205
90	89	90	1	3.86	0.0067 l/s	0.1138	0.1138
91	90	91	1	3.86	0.0067 l/s	0.1071	0.1071
92	91	92	0	0.00	0.0000 l/s	0.1071	0.1071
93	92	93	1	3.86	0.0067 l/s	0.1004	0.1004
94	93	94	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
95	94	95	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
96	95	96	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
97	96	97	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
98	97	98	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
99	98	99	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
100	99	100	0	0.00	0.0000 l/s	0.1004	0.1004
101	100	101	1	3.86	0.0067 l/s	0.0938	0.0938
102	101	102	1	3.86	0.0067 l/s	0.0871	0.0871
103	102	103	0	0.00	0.0000 l/s	0.0871	0.0871
104	103	104	0	0.00	0.0000 l/s	0.0871	0.0871
105	104	105	0	0.00	0.0000 l/s	0.0871	0.0871
106	105	106	1	3.86	0.0067 l/s	0.0804	0.0804
107	106	107	2	7.71	0.0134 l/s	0.0670	0.0670
108	107	108	1	3.86	0.0067 l/s	0.0603	0.0603
109	108	109	0	0.00	0.0000 l/s	0.0603	0.0603
110	109	110	1	3.86	0.0067 l/s	0.0536	0.0536

ANALISIS HIDRAULICO							
NODO	TRAMOS		DEMANDA		Qtramo consumido (Lts/seg)	Qtransito (Lts/seg)	Qdiseño (Lts/seg)
			VIVIENDAS	HABITANTES			
N°	INICIAL	FINAL	UND	UND			
TRAMO / RAMAL 7							
111	109	111	0	0.00	0.0000 l/s	0.0536	0.0536
112	111	112	1	3.86	0.0067 l/s	0.0469	0.0469
113	112	113	1	3.86	0.0067 l/s	0.0402	0.0402
TRAMO / RAMAL 8							
114	88	114	1	3.86	0.0067 l/s	0.0335	0.0335
115	114	115	0	0.00	0.0000 l/s	0.0335	0.0335
116	115	116	1	3.86	0.0067 l/s	0.0268	0.0268
117	116	117	4	15.43	0.0268 l/s	0.0000	0.0000
TRAMO / RAMAL 9							
12	TN(2)	12	0	0.00	0.0000 l/s	0.0871	0.0871
13	12	13	1	3.86	0.0067 l/s	0.0804	0.0737
14	13	14	1	3.86	0.0067 l/s	0.0737	0.0670
15	14	15	1	3.86	0.0067 l/s	0.0670	0.0603
16	15	16	2	7.71	0.0134 l/s	0.0536	0.0402
17	16	17	0	0.00	0.0000 l/s	0.0536	0.0536
18	17	18	2	7.71	0.0134 l/s	0.0402	0.0268
19	18	19	1	3.86	0.0067 l/s	0.0335	0.0268
20	19	20	1	3.86	0.0067 l/s	0.0268	0.0201
TRAMO / RAMAL 10							
21	12	21	1	3.86	0.0067 l/s	0.0201	0.0134
22	21	22	3	11.57	0.0201 l/s	0.0000	
BALANCE DE DISTRIBUCION EN MARCHA							
13	50	0.0000	0.0871	0.09			
51	197	0.0000	0.0000	0.34			
64	247	0.0000 l/s		0.43			
Balance de distribución en marcha						98.37%	
Error probable de calculo						1.65%	

Fuente: Elaboración propia

4.13.2 Determinación del diámetro de la tubería

$$D = 1.548 * \left(\frac{n * Q}{S^{1/2}} \right)^{3/8} 25.4$$

Según la velocidad optima propuesta de 1.91 m/s es necesario que la tubería tenga un diámetro interno aproximado de 38.1 mm es decir 1 ½ “, sin embargo, cabe destacar que la norma técnica para el diseño de abastecimiento y potabilización de agua – pág. 43, el diámetro mínimo para la red será de 2 pulgadas (50 mm) siempre y cuando se demuestre que su capacidad sea

satisfactoria para atender la demanda máxima, aceptándose en ramales abiertos en extremos de la red, para servir a pocos usuarios de reducida capacidad económica. Por lo tanto, el diámetro elegido para la red de distribución es de 1¹/₂ pulgada y 1 pulgada.

4.13.3 Análisis de velocidades en la red de distribución.

Una vez adoptado el diámetro para la red de distribución y distribuido el gasto en cada nodo se realizó el análisis hidráulico en EXCEL, cabe destacar que se realizó en estado de régimen permanente obteniendo así las velocidades presentes en la red. El diámetro utilizado en la simulación corresponde al diámetro interno para la tubería SDR-26 de 1¹/₂" y 1", siendo este 38.1 mm y 25.4 mm según lo estipulado en la ASTM D-2241.

En la tabla 46, se puede observar que la velocidad logra cumplir en la mayoría de los tramos con la velocidad mínima establecida por la norma técnica nacional, esto se debe a que el caudal que pasa por los primeros tramos es mayor mientras que en el resto de tramos que no cumplen con la velocidad es debido a que los diámetros son muy grandes con respecto a la demanda de agua presente, por tanto en busca de cumplir con las velocidades se puede disminuir el diámetro pero esto no es posible ya que según indica la norma el diámetro mínimo que se puede utilizar es 1 1/2" pero esto solo aplica en circunstancias especiales mencionadas anteriormente.

Con el fin de solucionar que las velocidades en la tubería sean bajas se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución y en las partes más altas ubicar válvulas de aire y vacío, para evitar la sedimentación como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 001-99).

Tabla 45. Velocidades

NODO N°.	TRAMOS		Qdiseño (Lts/seg)	Diametro Propuesto		V (m/seg) Continuidad con	
	INICIAL	FINAL		(Pulg)	m	Simplificada	(m/s)
TRAMO / RAMAL 1							
5	TE	TE	0.0000				
6	TE	6	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	0.49
7	6	7	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.09
8	7	8	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.47
9	8	9	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.67
10	9	10	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.91
11	10	11	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.91
TRAMO / RAMAL 2							
23	11	23	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.88
24	23	24	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.83
25	24	25	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.78
26	25	26	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.71
27	26	27	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.69
28	27	28	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.66
29	28	29	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.64
30	29	30	0.3415	1 1/2	0.0381	0.30	1.58
31	30	31	0.3080	1 1/2	0.0381	0.27	1.54
32	31	32	0.3013	1 1/2	0.0381	0.26	1.49
TRAMO / RAMAL 3							
33	32	33	0.3013	1	0.0254	0.59	1.10
34	33	34	0.3013	1	0.0254	0.59	1.04
35	34	35	0.2946	1	0.0254	0.58	0.99
36	35	36	0.2946	1	0.0254	0.58	0.88
37	36	37	0.2946	1	0.0254	0.58	0.85
38	37	38	0.2946	1	0.0254	0.58	0.80
39	38	39	0.2946	1	0.0254	0.58	0.77
40	39	40	0.2946	1	0.0254	0.58	0.77
41	40	41	0.2946	1	0.0254	0.58	0.73
42	41	42	0.2879	1	0.0254	0.57	0.75
TRAMO / RAMAL 4							
43	32	43	0.2879	1	0.0254	0.57	0.91
44	43	44	0.2879	1	0.0254	0.57	0.95
45	44	45	0.2879	1	0.0254	0.57	0.93
46	45	46	0.2879	1	0.0254	0.57	0.92
47	46	47	0.2879	1	0.0254	0.57	0.91
48	47	48	0.2879	1	0.0254	0.57	0.90
49	48	49	0.2813	1	0.0254	0.56	0.90
50	49	50	0.2746	1	0.0254	0.54	0.87
51	50	51	0.2746	1	0.0254	0.54	0.86
52	51	52	0.2746	1	0.0254	0.54	0.85
53	52	53	0.2679	1	0.0254	0.53	0.85
54	53	54	0.2679	1	0.0254	0.53	0.85
55	54	55	0.2612	1	0.0254	0.52	0.85
56	55	56	0.2612	1	0.0254	0.52	0.85
57	56	57	0.2545	1	0.0254	0.50	0.86
58	57	58	0.2545	1	0.0254	0.50	0.83
59	58	59	0.2545	1	0.0254	0.50	0.83
60	59	60	0.2545	1	0.0254	0.50	0.83
61	60	61	0.2545	1	0.0254	0.50	0.82
62	61	62	0.2545	1	0.0254	0.50	0.81
63	62	63	0.2545	1	0.0254	0.50	0.80
64	63	64	0.2411	1	0.0254	0.48	0.80
65	64	65	0.2143	1	0.0254	0.42	0.78

NODO	TRAMOS		Qdiseño (Lts/seg)	Diametro Propuesto		V (m/seg) Continuidad con	
	INICIAL	FINAL		(Pulg)	m	Simplificada	(m/s)
66	65	66	0.2143	1	0.0254	0.42	0.78
67	66	67	0.2143	1	0.0254	0.42	0.78
68	67	68	0.2143	1	0.0254	0.42	0.78
69	68	69	0.2143	1	0.0254	0.42	0.78
70	69	70	0.2009	1	0.0254	0.40	0.77
71	70	71	0.2009	1	0.0254	0.40	0.75
72	71	72	0.2009	1	0.0254	0.40	0.73
73	72	73	0.2009	1	0.0254	0.40	0.71
74	73	74	0.1942	1	0.0254	0.38	0.65
TRAMO / RAMAL 5							
75	11	75	0.1942	1 1/2	0.0381	0.17	0.76
76	75	76	0.1875	1 1/2	0.0381	0.16	0.76
77	76	77	0.1808	1 1/2	0.0381	0.16	0.75
78	77	78	0.1741	1 1/2	0.0381	0.15	0.73
79	78	79	0.1674	1 1/2	0.0381	0.15	0.72
80	79	80	0.1674	1 1/2	0.0381	0.15	0.71
81	80	81	0.1540	1 1/2	0.0381	0.14	0.69
82	81	82	0.1540	1 1/2	0.0381	0.14	0.67
83	82	83	0.1473	1 1/2	0.0381	0.13	0.65
84	83	84	0.1406	1 1/2	0.0381	0.12	0.61
85	84	85	0.1406	1 1/2	0.0381	0.12	0.49
86	85	86	0.1272	1 1/2	0.0381	0.11	0.52
87	86	87	0.1205	1 1/2	0.0381	0.11	0.43
TRAMO / RAMAL 6							
88	75	88	0.1205	1 1/2	0.0381	0.11	0.69
89	88	89	0.1205	1 1/2	0.0381	0.11	0.69
90	89	90	0.1138	1	0.0254	0.22	0.51
91	90	91	0.1071	1	0.0254	0.21	0.50
92	91	92	0.1071	1	0.0254	0.21	0.49
93	92	93	0.1004	1	0.0254	0.20	0.48
94	93	94	0.1004	1	0.0254	0.20	0.47
95	94	95	0.1004	1	0.0254	0.20	0.46
96	95	96	0.1004	1	0.0254	0.20	0.47
97	96	97	0.1004	1	0.0254	0.20	0.47
98	97	98	0.1004	1	0.0254	0.20	0.48
99	98	99	0.1004	1	0.0254	0.20	0.47
100	99	100	0.1004	1	0.0254	0.20	0.46
101	100	101	0.0938	1	0.0254	0.19	0.45
102	101	102	0.0871	1	0.0254	0.17	0.45
103	102	103	0.0871	1	0.0254	0.17	0.44
104	103	104	0.0871	1	0.0254	0.17	0.43
105	104	105	0.0871	1	0.0254	0.17	0.43
106	105	106	0.0804	1	0.0254	0.16	0.41
107	106	107	0.0670	1	0.0254	0.13	0.46
108	107	108	0.0603	1	0.0254	0.12	0.46
109	108	109	0.0603	1	0.0254	0.12	0.45
110	109	110	0.0536	1	0.0254	0.11	0.45
TRAMO / RAMAL 7							
111	109	111	0.0536	1	0.0254	0.11	0.43
112	111	112	0.0469	1	0.0254	0.09	0.42
113	112	113	0.0402	1	0.0254	0.08	0.42

NODO N°.	TRAMOS		Qdiseño (Lts/seg)	Diametro Propuesto		V (m/seg) Continuidad con	
	INICIAL	FINAL		(Pulg)	m	Simplificada	(m/s)
TRAMO / RAMAL 8							
114	88	114	0.0335	1 1/2	0.0381	0.03	0.52
115	114	115	0.0335	1 1/2	0.0381	0.03	0.50
116	115	116	0.0268	1 1/2	0.0381	0.02	0.42
117	116	117	0.0000	1 1/2	0.0381	0.00	0.44
TRAMO / RAMAL 9							
12	TN(2)	12	0.0871	1	0.0254	0.17	0.06
13	12	13	0.0737	1	0.0254	0.16	0.17
14	13	14	0.0670	1	0.0254	0.15	0.14
15	14	15	0.0603	1	0.0254	0.13	0.21
16	15	16	0.0402	1	0.0254	0.11	0.30
17	16	17	0.0536	1	0.0254	0.11	0.41
18	17	18	0.0268	1	0.0254	0.08	0.44
19	18	19	0.0268	1	0.0254	0.07	0.46
20	19	20	0.0201	1	0.0254	0.05	0.48
TRAMO / RAMAL 10							
21	12	21	0.0134	1	0.0254	0.04	0.27
22	21	22		1	0.0254	0.04	0.30

Fuente: Elaboración propia

4.13.4 Análisis de presiones en la red de distribución.

Las presiones presentes en la red se conocieron mediante el análisis hidráulico realizado en EXCEL, las cuales se presentan en la tabla, cabe destacar que los valores obtenidos se deben comparar con los límites establecidos por la norma (5 a 50 mca).

Tabla 46. Presiones red de distribución

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE							
NODO N°.	TRAMOS		La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solucion de Michaud	Solucion de Allievi	MAXIMA PRESION	COMPROBACIÓN
	INICIAL	FINAL		Hsing (m)	Hsing (m)	Pmax	
TRAMO / RAMAL 1							
6	TE	6	Cierre lento, Solución de Michaud	0.50	16.97	1.35	OK
7	6	7	Cierre lento, Solución de Michaud	5.52	37.81	15.29	OK
8	7	8	Cierre lento, Solución de Michaud	9.99	51.02	31.79	OK
9	8	9	Cierre lento, Solución de Michaud	15.10	57.80	48.72	OK
10	9	10	Cierre lento, Solución de Michaud	23.86	66.04	77.59	OK
11	10	11	Cierre lento, Solución de Michaud	3.35	66.01	57.83	OK

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE							
NODO	TRAMOS		La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solución de Michaud	Solución de Allievi	MAXIMA PRESION	COMPROBACIÓN
	N°	INICIAL		FINAL	Hsing (m)	Hsing (m)	
TRAMO / RAMAL 2							
23	11	23	Cierre lento, Solución de Michaud	6.86	64.97	61.35	OK
24	23	24	Cierre lento, Solución de Michaud	11.68	63.20	66.38	OK
25	24	25	Cierre lento, Solución de Michaud	8.66	61.67	62.88	OK
26	25	26	Cierre lento, Solución de Michaud	8.28	59.04	59.87	OK
27	26	27	Cierre lento, Solución de Michaud	16.23	58.59	71.57	OK
28	27	28	Cierre lento, Solución de Michaud	19.57	57.25	78.09	OK
29	28	29	Cierre lento, Solución de Michaud	6.53	56.69	65.29	OK
30	29	30	Cierre lento, Solución de Michaud	23.27	54.69	84.80	OK
31	30	31	Cierre lento, Solución de Michaud	17.12	53.26	79.70	OK
32	31	32	Cierre lento, Solución de Michaud	21.99	51.46	86.16	OK
TRAMO / RAMAL 3							
33	32	33	Cierre lento, Solución de Michaud	7.69	41.37	69.30	OK
34	33	34	Cierre lento, Solución de Michaud	10.32	39.28	68.40	OK
35	34	35	Cierre lento, Solución de Michaud	9.53	37.33	64.19	OK
36	35	36	Cierre lento, Solución de Michaud	17.11	33.27	65.02	OK
37	36	37	Cierre lento, Solución de Michaud	7.30	32.19	53.59	OK
38	37	38	Cierre lento, Solución de Michaud	7.29	30.31	49.64	OK
39	38	39	Cierre lento, Solución de Michaud	5.71	29.05	45.57	OK
40	39	40	Cierre lento, Solución de Michaud	4.22	29.02	44.72	OK
41	40	41	Cierre lento, Solución de Michaud	8.11	27.58	46.13	OK
42	41	42	Cierre lento, Solución de Michaud	7.52	28.48	49.51	OK
TRAMO / RAMAL 4							
43	32	43	Cierre lento, Solución de Michaud	7.74	34.49	71.41	OK
44	43	44	Cierre lento, Solución de Michaud	12.14	35.88	83.96	OK
45	44	45	Cierre lento, Solución de Michaud	7.22	35.01	77.04	OK
46	45	46	Cierre lento, Solución de Michaud	5.38	34.60	74.63	OK
47	46	47	Cierre lento, Solución de Michaud	6.17	34.41	75.91	OK
48	47	48	Cierre lento, Solución de Michaud	7.47	34.13	77.59	OK
49	48	49	Cierre lento, Solución de Michaud	7.84	33.88	78.53	OK
50	49	50	Cierre lento, Solución de Michaud	11.82	33.02	81.42	OK
51	50	51	Cierre lento, Solución de Michaud	7.77	32.43	76.39	OK
52	51	52	Cierre lento, Solución de Michaud	6.69	31.92	74.42	OK
53	52	53	Cierre lento, Solución de Michaud	10.70	32.01	80.98	OK
54	53	54	Cierre lento, Solución de Michaud	2.99	32.05	73.97	OK
55	54	55	Cierre lento, Solución de Michaud	8.51	32.23	81.96	OK
56	55	56	Cierre lento, Solución de Michaud	6.21	32.29	81.11	OK
57	56	57	Cierre lento, Solución de Michaud	6.14	32.34	82.44	OK
58	57	58	Cierre lento, Solución de Michaud	17.34	31.33	92.67	OK
59	58	59	Cierre lento, Solución de Michaud	3.77	31.25	79.38	OK
60	59	60	Cierre lento, Solución de Michaud	5.89	31.32	82.89	OK
61	60	61	Cierre lento, Solución de Michaud	9.05	30.97	86.01	OK
62	61	62	Cierre lento, Solución de Michaud	5.93	30.66	82.40	OK
63	62	63	Cierre lento, Solución de Michaud	6.46	30.20	81.76	OK
64	63	64	Cierre lento, Solución de Michaud	3.83	30.06	79.09	OK
65	64	65	Cierre lento, Solución de Michaud	12.47	29.59	87.72	OK
66	65	66	Cierre lento, Solución de Michaud	8.20	29.52	84.54	OK
67	66	67	Cierre lento, Solución de Michaud	2.59	29.38	78.60	OK
68	67	68	Cierre lento, Solución de Michaud	5.61	29.51	83.30	OK
69	68	69	Cierre lento, Solución de Michaud	17.58	29.45	98.49	OK
70	69	70	Cierre lento, Solución de Michaud	10.42	29.21	91.84	OK
71	70	71	Cierre lento, Solución de Michaud	6.42	28.46	84.73	OK
72	71	72	Cierre lento, Solución de Michaud	8.01	27.53	82.56	OK
73	72	73	Cierre lento, Solución de Michaud	13.30	26.97	87.11	OK
74	73	74	Cierre rapido, Solución de Allievi	28.89	24.73	93.03	OK

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE							
NODO	TRAMOS		La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solucion de Michaud	Solucion de Allievi	MAXIMA PRESION	COMPROBACIÓN
	N°	INICIAL		FINAL	Hsing (m)	Hsing (m)	
TRAMO / RAMAL 5							
75	11	75	Cierre lento, Solución de Michaud	7.97	26.26	62.07	OK
76	75	76	Cierre lento, Solución de Michaud	5.95	26.13	60.10	OK
77	76	77	Cierre lento, Solución de Michaud	6.33	25.98	60.49	OK
78	77	78	Cierre lento, Solución de Michaud	11.58	25.17	63.63	OK
79	78	79	Cierre lento, Solución de Michaud	5.27	24.83	56.37	OK
80	79	80	Cierre lento, Solución de Michaud	8.48	24.66	59.72	OK
81	80	81	Cierre lento, Solución de Michaud	7.79	23.79	56.16	OK
82	81	82	Cierre lento, Solución de Michaud	9.59	23.18	56.41	OK
83	82	83	Cierre lento, Solución de Michaud	5.92	22.63	51.02	OK
84	83	84	Cierre lento, Solución de Michaud	9.17	21.14	49.25	OK
85	84	85	Cierre lento, Solución de Michaud	10.12	16.93	36.41	OK
86	85	86	Cierre lento, Solución de Michaud	3.84	17.88	33.53	OK
87	86	87	Cierre lento, Solución de Michaud	4.57	14.74	24.73	OK
TRAMO / RAMAL 6							
88	75	88	Cierre lento, Solución de Michaud	7.88	23.90	63.26	OK
89	88	89	Cierre lento, Solución de Michaud	3.50	23.83	58.84	OK
90	89	90	Cierre lento, Solución de Michaud	5.71	19.33	58.79	OK
91	90	91	Cierre lento, Solución de Michaud	3.28	19.04	55.14	OK
92	91	92	Cierre lento, Solución de Michaud	6.72	18.53	56.54	OK
93	92	93	Cierre lento, Solución de Michaud	2.21	18.14	50.11	OK
94	93	94	Cierre lento, Solución de Michaud	6.55	17.62	52.45	OK
95	94	95	Cierre lento, Solución de Michaud	6.08	17.52	52.07	OK
96	95	96	Cierre lento, Solución de Michaud	2.59	17.60	49.30	OK
97	96	97	Cierre lento, Solución de Michaud	2.24	17.74	49.92	OK
98	97	98	Cierre lento, Solución de Michaud	2.88	17.95	52.03	OK
99	98	99	Cierre lento, Solución de Michaud	1.34	17.85	50.04	OK
100	99	100	Cierre lento, Solución de Michaud	4.74	17.51	52.05	OK
101	100	101	Cierre lento, Solución de Michaud	4.31	17.05	49.58	OK
102	101	102	Cierre lento, Solución de Michaud	5.40	16.86	50.21	OK
103	102	103	Cierre lento, Solución de Michaud	4.00	16.66	48.11	OK
104	103	104	Cierre lento, Solución de Michaud	3.48	16.37	46.36	OK
105	104	105	Cierre lento, Solución de Michaud	1.75	16.22	43.99	OK
106	105	106	Cierre lento, Solución de Michaud	4.20	15.64	43.80	OK
107	106	107	Cierre rapido, Solución de Allievi	18.79	17.51	70.06	OK
108	107	108	Cierre lento, Solución de Michaud	5.81	17.23	57.29	OK
109	108	109	Cierre lento, Solución de Michaud	2.64	17.04	53.17	OK
110	109	110	Cierre lento, Solución de Michaud	5.66	17.03	56.74	OK
TRAMO / RAMAL 7							
111	109	111	Cierre lento, Solución de Michaud	4.40	16.40	52.16	OK
112	111	112	Cierre lento, Solución de Michaud	3.52	15.95	48.94	OK
113	112	113	Cierre lento, Solución de Michaud	0.82	15.85	45.73	OK
TRAMO / RAMAL 8							
114	88	114	Cierre lento, Solución de Michaud	5.24	18.10	46.18	OK
115	114	115	Cierre lento, Solución de Michaud	2.68	17.24	39.89	OK
116	115	116	Cierre lento, Solución de Michaud	5.32	14.40	31.30	OK
117	116	117	Cierre lento, Solución de Michaud	5.16	15.08	34.09	OK
TRAMO / RAMAL 9							
12	TN(2)	12	Cierre lento, Solución de Michaud	0.17	2.16	7.26	OK
13	12	13	Cierre lento, Solución de Michaud	3.33	6.39	17.45	OK
14	13	14	Cierre lento, Solución de Michaud	2.16	5.13	13.53	OK
15	14	15	Cierre lento, Solución de Michaud	3.15	7.77	21.38	OK
16	15	16	Cierre lento, Solución de Michaud	3.80	11.22	35.37	OK
17	16	17	Cierre lento, Solución de Michaud	11.88	15.57	68.11	OK
18	17	18	Cierre lento, Solución de Michaud	4.97	16.70	69.22	OK
19	18	19	Cierre lento, Solución de Michaud	5.95	17.36	75.47	OK
20	19	20	Cierre lento, Solución de Michaud	5.17	18.12	80.89	OK

TRAMO / RAMAL 10						
21	12	21	Cierre lento, Solución de Michaud	5.63	10.09	33.76 OK
22	21	22	Cierre lento, Solución de Michaud	5.10	11.28	39.10 OK

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 47, en la red se presentan nodos con presiones mayores al límite (50 mca) establecido por la norma siendo el mayor el del nodo 69 con una presión de 98.49 mca, sin embargo, aunque se superen la carga estipulada, la normativa nacional (pág. 43) establece que se permitirán en puntos asilados, presiones estáticas hasta de 70 mca cuando el área de servicio sea de topografía irregular.

Cabe destacar que se optó por instalar 1 pilas rompe presión en puntos estratégicos para regular las presiones excesivas presentadas en la red debido a las características topográficas de la zona.

4.14 Diseño estructural de tanques de almacenamientos y planta de tratamiento.

4.14.1 Diseño estructural de losa de concreto para tanque Rotoplas.

- **Capacidad de carga del suelo**

Se determinó la capacidad de carga para una zapata aislada cuadrada, emplazada en un suelo con un ángulo de fricción interna de 27° el cual fue tomada de los resultados de Ensayo de Penetración Estándar realizados por Hoek y Bray para el Manual de Estabilización de taludes. Primeramente, Se determinaron los factores de carga por medio de las fórmulas de N_q de Reissner, N_c de Prandtl y N_y de Versic quien partió de las fórmulas de Caquot y Kerisel.

Tabla 47. Resultados de capacidad de carga

CAPACIDAD DE CARGA		
PROCEDIMIENTO DE TERZAGHI Y MEYERHOF		
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	(Reissner 1924) $N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi \tan(\phi)}$	18.40
	(Prandtl 1921) $N_c = \cot(\phi) * (N_q - 1)$	30.13
	(Caquot y Kerisel 1952 y Vesic 1973) $N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan(\phi)$	22.40
FACTORES DE FORMA	$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \left(\frac{N_q}{N_c} \right)$	1.60
	$F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L} \right) \tan(\phi)$	1.58
	$F_{\gamma c} = 1 - 0,4 \left(\frac{B}{L} \right)$	0.60
FACTORES DE PROFUNDIDAD	$F_{cd} = 1 + 0,4$	1.31
	$F_{qd} = 1 + 2 \tan(\phi) (1 - \sin(\phi))^2$	1.23
FACTORES DE INCLINACION	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$	0.475
	$F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$	0.004
CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA DE MEYERHOF (1963)	CARGA ULTIMA PARA UNA FUNDACION RECTANGULAR $q_u = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + q N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$	206.60
	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE FS=3 $q_{adm} = \frac{q_u}{FS}$	68.87

Fuente: Elaboración propia

4.14.2 Diseño estructural de Tanque de almacenamiento de concreto.

La losa de fondo, paredes, y losa de cubierta fueron analizadas como placas flexibles y no como una placa rígida, debido a que el espesor es pequeño en relación a la longitud. dicha placa estará empotrada en los bordes. Por medio del método PCA fueron determinamos los espesores de mínimos y reales.

Tabla 48. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para tanque concreto

Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura				
DESCRIPCION	PARED		LOSA DE CUBIERTA	LOSA DE FONDO
	VERTICAL	HORIZONT		
Largo de tanque (cm)	240.00		240.00	240.00
Ancho de tanque (cm)	240.00		240.00	240.00
Altura de tanque (cm)	240.00		240.00	240.00
Momentos (M) (kg-m)	478.52	396.49	93.43	279.86
fs (kg/cm ²)	900.00		1400.00	900.00
fc = 0.45 f'c (kg/cm ²)	210.00		79.00	210.00
Espesor Mínimo " e min " (cm)	9.19		8.69	24.60
Espesor Real " e " (cm)	15.00		15.00	30.00
Area de Acero:				
Cuantia minima = (As min) (cm ²)	26.70	29.86	4.28	12.24
As Real = (As) (cm ²)	30.96	30.96	17.04	30.96
Distribución	#4 @ 10cm	#4 @ 10cm	#3 @ 10cm	#4 @ 10cm

Fuente: Elaboración propia

El tanque de almacenamiento fue diseñado para un periodo de diseño de 25 años, será un tanque cuadrado de concreto reforzado de 3000 Psi con lados de 2.4 m y una altura de 2.4 m, dispondrá de una capacidad de almacenamiento de 10 m³ y estará emplazado en la misma ubicación donde se encuentra el tanque existente. Las zapatas de cimentación serán cuadradas con lados de 1 m y un desplante de 1 m, fundadas en un suelo compuesto por gravas limosas bien graduadas, clasificado como un A-6 según las metodologías AASHTO, siendo un suelo regular, cuyo contenido de humedad de 10.72% es cercano al contenido de humedad óptimo.

Emplazamiento para tanque de plástico

La losa de fondo fue analizada como una placa flexible y no como una placa rígida, debido a que el espesor es pequeño en relación a la longitud. dicha placa estará empotrada en los bordes. Por medio del método PCA fueron determinados los espesores de losa mínimos y reales. Se utilizará una losa de fondo de concreto reforzado de 10cm de espesor con un refuerzo de acero grado 40 #4 a cada 10cm.

Tabla 49. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura losa de fondo para tanque

Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura	
DESCRIPCION	LOSA DE FONDO
Largo de Losa (cm)	240.00
Ancho de Losa (cm)	240.00
Momentos (M) (kg-m)	62.16
fs (kg/cm ²)	900.00
f _c = 0.45 f'c (kg/cm ²)	280.00
Espesor Minimo " e min " (cm)	6.56
Espesor Real " e " (cm)	10.00
Area de Acero:	
Cuantia minima = (As min) (cm ²)	5.10
As Real = (As) (cm ²)	30.96
Distribución	#4 @ 10cm

Fuente: Elaboración propia

4.14.3 Diseño estructural de unidad de oxi – hidroxidación.

Para el diseño estructural de la unidad oxi-hidroxidación, se utilizará el método de **Portland Cement Association**, que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se considera las paredes empotradas entre sí.

Los resultados obtenidos a partir de los análisis fueron los siguiente:

Se construirán paredes y losas de 20cm de espesor de concreto reforzado de 3000 psi con una parrilla de acero grado 40 #3 a cada 10cm de separación.

Tabla 50. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para Unidad Oxi-hidroxidación

Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura UNIDAD OXI-HIDROXIDACION			
DESCRIPCION	PARED		LOSA DE FONDO
	VERTICAL	HORIZONT	
Largo de unidad Oxi-Hidroxidacion (cm)	103.00		103.00
Ancho de unidad Oxi-Hidroxidacion (cm)	103.00		103.00
Altura de unidad Oxi-Hidroxidacion (cm)	190.00		190.00
Momentos (M) (kg-m)	198.91	240.65	6.95
fs (kg/cm2)	900.00		900.00
fc = 0.45 f'c (kg/cm2)	210.00		210.00
Espesor Mínimo " e min " (cm)	10.82		1.84
Espesor Real " e " (cm)	20.00		20.00
Area de Acero:			
Cuantia minima = (As min) (cm2)	3.00	3.00	3.40
As Real = (As) (cm2)	7.10	13.49	7.10
Distribución	#3 @ 10cm	#3 @ 10cm	#3 @ 10cm

Fuente: Elaboración propia

4.14.4 Diseño estructural de sedimentador.

Para el diseño estructural del sedimentador, se utilizará el método de **Portland Cement Association**, que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se considera las paredes empotradas entre sí, se utilizarán paredes de concreto reforzado de 3000 psi, con varillas de refuerzo #4 de acero grado 40 separadas a cada 10cm.

Tabla 51. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para sedimentador

Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura			
DESCRIPCION	PARED		LOSA DE FONDO
	VERTICAL	HORIZONT	
Largo de sedimentador (cm)	790.00		790.00
Ancho de sedimentador (cm)	360.00		360.00
Altura de sedimentador (cm)	235.00		235.00
Momentos (M) (kg-m)	12.96	18.58	6.70
fs (kg/cm2)	900.00		900.00
fc = 0.45 f'c (kg/cm2)	210.00		210.00
Espesor Mínimo " e min " (cm)	15.76		18.97
Espesor Real " e " (cm)	20.00		20.00
Area de Acero:			
Cuantia minima = (As min) (cm2)	26.70	10.98	12.24
As Real = (As) (cm2)	101.91	30.96	101.91
Distribución	#4 @ 10cm	#4 @ 10cm	#4 @ 10cm

Fuente: Elaboración propia

4.14.5 Diseño estructural de filtro de lento de arena.

Para el diseño estructural del fla, se utilizará el método de **Portland Cement Association**, que determina momentos y fuerzas cortantes como resultado de experiencias sobre modelos basados en la teoría de Plates and Shells de Timoshenko, donde se considera las paredes empotradas entre sí.

Tabla 52. Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura para filtro lento de

Resumen del cálculo estructural y distribución de armadura			
DESCRIPCION	PARED		LOSA DE FONDO
	VERTICAL	HORIZONT	
Ancho de FLA (cm)	660.00		660.00
Largo de FLA (cm)	500.00		500.00
Alto de FLA (cm)	270.00		270.00
Momentos (M) (kg-m)	807.00	688.91	279.86
fs (kg/cm2)	900.00		900.00
fc = 0.45 f'c (kg/cm2)	210.00		210.00
Espesor Minimo " e min " (cm)	17.05		15.73
Espesor Real " e " (cm)	20.00		20.00
Area de Acero:			
Cuantia minima = (As min) (cm2)	66.32	54.15	74.44
As Real = (As) (cm2)	85.14	85.14	85.14
Distribución	#4 @ 10cm	#4 @ 10cm	#4 @ 10cm

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, los resultados arrojados por el análisis y diseño estructural para el Filtro lento de arena (FLA), fueron paredes y losa de concreto reforzado de 3000 psi de 20cm de espesor con varillas de acero #4 grado 40 a cada 10cm.

4.15 Presupuesto

4.15.1 Estimación de Costo o Presupuesto de la Obra.

Se determinaron las cantidades de la obra para elaborar un costo estimado del proyecto, utilizando la normativa de costos primarios y complejos de obra de El Catalogo del FISE. (Ver anexo A-8 Presupuesto.)

4.15.2 Elaboración de presupuesto.

- **Cálculos costos directos:** En base a la cantidad de materiales y mano de obra.
- **Cálculos costos indirectos:** En base a transporte de materiales y gastos administrativos.
- **Cálculo costo total:** Obtención del estimado del costo de obra total.

A su vez se elaboró una evaluación económica y financiera para determinar la factibilidad del proyecto.

4.16 Planos constructivos

Se elaboraron planos constructivos con el objetivo de proporcionar mayores detalles de los elementos que componen el sistema de tratamiento se pueden observar en anexos set de planos.

4.17 Valorización económica hídrica y fijación de tarifa.

Partiendo del estudio socioeconómico sabemos que la mayoría de la población tiene bajos ingresos mensuales lo que nos establece una capacidad de pago para asignar valores, mediante una encuesta abierta se conoció la disposición de pago por la comunidad.

La disposición de pago se toma a partir de cuanto está dispuesto a pagar el jefe de familia por cada metro cubico de agua que consuma.

Con estos resultados nos permite establecer un valor para la fijación de la tarifa de pago por el servicio de agua potable en la comunidad partiendo de la disposición de pago de la misma.

4.18.1 Cálculo de Tarifa.

Las Tarifas a costos promedios, se calculan proyectando los costos promedios totales del sistema, una provisión de reemplazo de los activos fijos y las utilidades expresadas en córdobas, así como las ventas expresadas en metros cúbicos, todo para un período de 20 años.

Cálculo del CT

$$CT = OyM + GA + GC + T + OG$$

Costos de operación y mantenimiento (O y M)

$$OyM = (SP + EE + PQ + C + M)$$

DONDE:

CT = Costos Totales del sistema de agua potable.

O y M = Costos de operación y mantenimiento.

SP = Salarios y Prestaciones Sociales.

PQ = Productos Químicos. C = Combustible. M = Materiales.

GA = Gastos de Administración.

GC = Gastos de Comercialización.

T = Total de impuestos anuales a pagar a la Dirección General de Ingresos y a la Alcaldía Municipal, todo esto relacionado con las operaciones financieras del servicio de agua potable.

OG = Corresponde a otros gastos y que no estén incluidos en las demás variables de este acápite.

Tabla 53. Cálculo de tarifa hídrica

ESTADO DEL FLUJO DE EFECTIVO ANUAL - AGUA POTABLE	
(En córdobas)	
Viviendas Servidas - Conexiones (Unidades)	64
% del Total, viviendas servidas	105
Volumen de Ventas (m ³)	14,625
INGRESOS	
Facturación de Agua Potable	156,036
(-) Descuentos y Rebajas	3,121
Otros Ingresos	
Préstamos	0
TOTAL, INGRESOS (A)	C\$ 152,915.28
GASTOS CORRIENTES	
Gastos de operación y mantenimiento	144,000.00
Materiales	1,000.00
Combustibles y lubricantes	1,000.00
Costos Directos de Mantenimiento	500.00
Otros Costos Directos	500.00
Gastos Administrativos y de Comercialización	9,036.00
TOTAL, GASTOS CORRIENTES (B)	C\$ 156,036.00
CRITERIOS / SUPUESTOS	
Ventas (m ³)	14,625
Egresos	C\$ 156,036.00
Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Fórmula	10.67
Tarifa a Costos Promedios C\$/m ³ Valor	10.67
Rebajas anuales (máximo)	2%
agua no contabilizada	10%
total, viviendas en el último año de la proyección	105
TARIFA PROMEDIO ESTIMADA	
Consumo promedio por vivienda en m³/mes	10.8
Tarifa promedio estimada C\$/mes	115.22

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo presentado en la tabla anterior se determinó que el consumo promedio es de 10.8 m³ al mes por cada vivienda, de igual manera se presenta una tarifa Promedio de pago de C\$ 115.22 para cada vivienda al mes. Si una conexión se excede en este consumo, pagará por cada metro cúbico adicional la cantidad de C\$10.8 por cada m³ consumido.

4.18 Manual de Operaciones y Administración del acueducto.

Introducción

La administración de la República de Nicaragua tiene el deber de delegar, la dirección continua y administración de los sistemas de Abastecimiento de Agua, a través de los comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), integrado por representantes de cada vivienda de la comunidad, así mismo el gobierno se encargará de la planificar y promover el control de los programas de agua potable y su desarrollo.

Para asegurar el derecho del ciudadano rural se dictó la Ley 722 que desarrolla el marco jurídico nacional y lo ajusta al ambiente rural.

La ley parte considerando que los nicaragüenses tienen derecho por igual a la salud siendo el acceso al agua un derecho humano fundamental, indispensable para el desarrollo social y realización de los demás derechos humanos y que siendo el recurso agua, patrimonio de la Nación, es responsabilidad del Estado la promoción y el desarrollo integral del suministro de agua al país.

Ley General de Aguas Nacionales y su Reglamento, establecen una serie de disposiciones y enunciados generales sobre los Comités de Agua Potable y Saneamiento, que obligan a la aprobación de un marco legal específico sobre el tema que disponga fundamentalmente lo relacionado a la organización, constitución, legalización y funcionamiento de estas organizaciones comunitarias en el País.

Facultades, Funciones y Obligaciones de los CAPS.

Los CAPS se definen como organizaciones sin fines de lucro, que de manera voluntaria y electos democráticamente, tienen a su cargo la administración,

operación y mantenimiento del servicio de agua potable y saneamiento en la comunidad, con el apoyo de todos los usuarios, a quienes, además rinden cuentas de sus gestiones y actividades.

El Comités de Agua Potable y Saneamiento, para que el sistema se funcione eficientemente tendrá las siguientes facultades:

- Cumplir y hacer cumplir el Reglamento y las Normas que establezca el ente regulador del estado en lo relativo a la administración, operación y mantenimiento de los acueductos rurales.
- Adquirir bienes inmuebles o muebles que sean necesarios para la construcción, rehabilitación, ampliación, mejoramiento, conservación, desarrollo y mantenimiento de los sistemas de agua potable. Los bienes inmuebles adquiridos serán considerados de carácter comunitarios.
- Rehabilitar, mantener y ampliar el sistema de agua.
- Prever y controlar de la contaminación del agua.
- Garantizar la distribución de agua potable a las comunidades de acuerdo con la capacidad técnica del servicio y de las normas sanitarias vigentes.
- Manejar y administrar adecuadamente los fondos provenientes del cobro de la tarifa por la distribución del servicio de agua potable.
- Firmar convenios de colaboración con la municipalidad respectiva u otra institución del Estado o con organismos no gubernamentales nacionales o internacionales, para la elaboración, gestión, financiamiento y ejecución de proyectos de agua potable y saneamiento.
- Asociarse con otros CAPS, para la prestación de servicios a comunidades ubicadas en uno o más territorios municipales.
- Convocar a reuniones a los comunitarios para tratar asuntos relativos al acueducto.
- Autorizar o suspender los servicios domiciliarios conforme el Reglamento y de conformidad con las disposiciones de la Autoridad de Aplicación.

- Colaborar con la Autoridad Nacional del Agua y el Ministerio de Salud, en la promoción comunal y divulgación relativas al uso y cuidado del agua.
- Fomentar la utilización adecuada del Sistema, Vigilando y protegiendo las fuentes de abastecimiento y las microcuencas hidrográficas del Sistema, evitando su contaminación.
- Rendir informes del funcionamiento del CAPS conforme el Reglamento, estatutos y las normas que para tales fines se establezcan

🚦 Organización del CAPS de la comunidad.

Los CAPS se legalizan por medio de un procedimiento donde deben tener su certificado de registro municipal, para esto deben presentar a la Unidad Técnica Municipal una solicitud acompañada del acta constitutiva, los estatutos y sus reglamentos, la Unidad Técnica Municipal da el certificado en un máximo de 30 días.

Ilustración 29. Organización de CAPS



Fuente: Elaboración propia

El CAPS debe tener en su casa sede siempre disponible los documentos de ley que lo respaldan y con ellos debe realizar la difusión y sensibilización ciudadana: Constitución Política de la Republica de Nicaragua.

Ley 217: Ley General del Ambiente y los Recursos Naturales y Reglamento.

Ley 620: Ley General de las Aguas Nacionales y Reglamento.

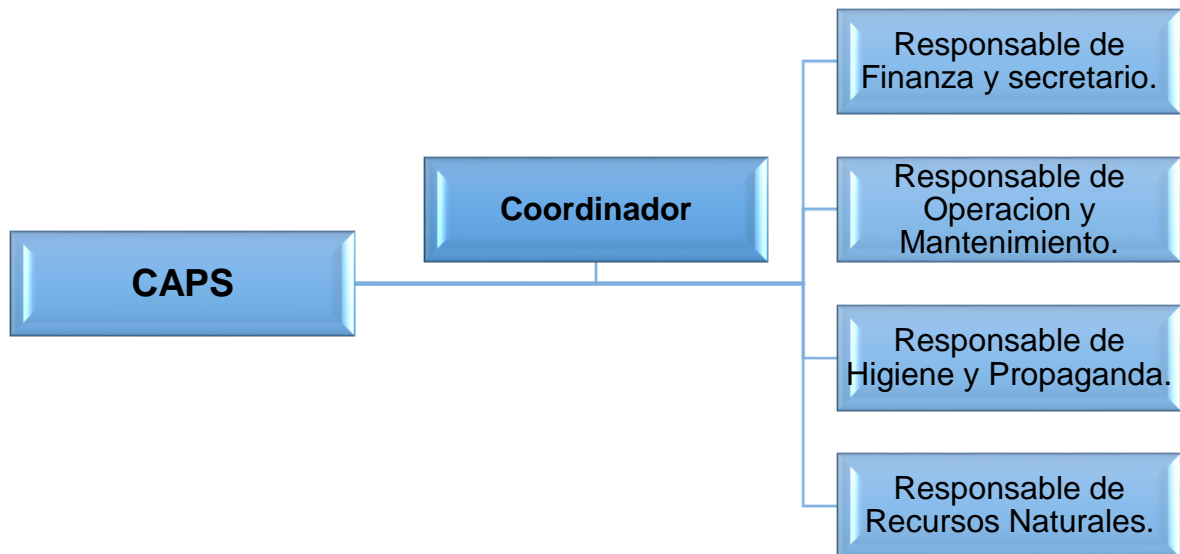
Ley 722 Ley Especial de Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS).

Reglamento de la Ley Especial de los Comités de Agua Potable y Saneamiento. (CAPS) (La Gaceta, diario oficial No. 172/8 de septiembre 2010).

Constitución del CAPS.

Constitución del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) estará constituida por miembros residentes en la comunidad, de reconocida solvencia moral y designados a través del voto mayoritario en Asamblea General convocada para tal efecto. La convocatoria será hecha por la Alcaldía Municipal por los medios y procedimiento que ya existen. El comité de Agua Potable estará integrado por cinco miembros Ad-honorem, cuyos cargos son:

Ilustración 30. Constitución del CAPS



Fuente: Elaboración propia

Se debe realizar una Asamblea General en la comunidad para la Constitución del Comité de Agua Potable y saneamiento (CAPS), donde se redactará el Acta

respectiva la cual será firmada por cada ciudadano participante y una copia de la misma será remitida a la Unidad Municipal de Agua (UMA) para su consideración y trámite correspondiente.

Aspectos Operacionales

El CAPS debe emplear una serie de procedimiento y normas en el desarrollo de las siguientes actividades:

Solicitud de Conexión:

Es deber del comité de agua potable, proveer el servicio de abastecimiento de agua al mayor número posible de la población con calidad y cantidad adecuada. Para ello debe establecerse un procedimiento que parte del documento o ficha de solicitud para el nuevo usuario, el cual contendrá la información necesaria de:

Fecha de solicitud, nombre del solicitante, domicilio, ubicación de la conexión solicitada, régimen de propiedad.

Obligaciones del solicitante relacionado al pago del servicio y el uso y mantenimiento adecuado de las instalaciones.

También debe contener información técnica con respecto a la ubicación de la nueva conexión, para determinar el pago a realizar por el nuevo cliente.

Procedimiento de nueva Conexión:

- Solicitud de Conexión y Pago

El usuario llena la ficha o formato de solicitud con los datos generales y se lo entrega al responsable de finanzas y secretario, los cuales analizan la factibilidad técnica y aprueban la solicitud.

- Autorización

Aprobada la solicitud se Efectúa el pago de la nueva conexión por el usuario, después se procede a la conexión.

- Instalación

El fontanero o personal contratado realizará la nueva conexión de servicio.

- Registro de Usuarios

El responsable de finanzas y secretario inscribe los nuevos usuarios en el Registro de usuarios e informa al Libro de Recaudaciones.

- Suspensión del Servicio

El principal recurso o ingreso con que cuentan los comités de agua potable, en el cobro de la tarifa, por lo que se requiere que los usuarios paguen regularmente por el servicio de agua potable y que hagan el uso adecuado de dicho servicio, empleándose para consumo, higiene personal de los alimentos y viviendas y no para otros usos, además debe evitarse el derroche y mantener en buenas condiciones la instalación domiciliar.

Cuando se hayan agotado todas las instancias se procederá a la suspensión del servicio previa notificación al usuario con 48 horas de anticipación al corte del servicio de agua potable, una vez efectuado el corte del servicio deberá asentarse en el registro de usuarios y en el libro de recaudaciones.

Procedimiento para la Reconexión del Servicio

- Solicitud de Reconexión

El usuario con el servicio suspendido solicita se le vuelva a conectar a la Red de distribución de agua potable.

- Reconexión

El usuario que ha sido sancionado con el corte de su conexión domiciliaria puede ser rehabilitado, una vez que haya pagado las deudas pendientes y el gasto de reconexión. El fontanero u operador del sistema de agua potable realiza la reconexión dejando habilitado el servicio.

- Registro de Ingreso

El responsable de Finanza y secretario anota en el libro de recaudaciones los pagos efectuados por el usuario y su concepto.

- Orden de Reconexión

El responsable de Finanzas y secretario, gira instrucciones al fontanero u operador del sistema, comunicándole la ubicación del usuario y le entrega los materiales y Herramientas necesarias.

- Contabilidad y Finanzas

Los comités de Agua Potable deberán rendir informes de los ingresos y egresos que genere el sistema de abastecimiento de agua. Para registrar adecuadamente los ingresos y egresos, se recomienda llevar un libro diario en el que se registran los ingresos por diversos conceptos y erogaciones que demanda la operación y

mantenimiento del sistema, el cual contendrá los datos siguientes; nombre del acueducto, fecha, ingreso, e importe, egreso, número del comprobante e importe.

- Libro de Ingresos

Los rubros por Ingresos se detallan a continuación:

Pago por el usuario: El usuario paga en el local establecido por el comité de agua potable su conexión y/o tarifa.

Otros Ingresos: El comité de agua potable (CAP), puede percibir ingreso por donación, subsidios, rifas o fiestas sociales.

Libro de Egresos: Los Rubros por Egresos deben contemplar los diferentes pagos que acarrearán la operación, el mantenimiento y la administración del servicio de agua potable. Los gastos pueden ser variados, pero lo de mayor frecuencia se describe a continuación:

Pago a Operadores: Se contratará personal de la comunidad especialmente adiestrado para la tarea de operación y mantenimiento, tales como vigilancia y conservación de fuentes de agua, manejo de válvulas, control de reservorios, puesta en funcionamiento, etc.

Productos Químicos En todo caso se prevé como máximo el empleo del hipoclorador y clavos. Por lo tanto, el comité de agua potable deberá almacenar hipoclorito de sodio.

Materiales: El comité de Agua Potable deberá mantener un stock de materiales como: tubos, tee, codos, llaves de pase, etc. Tanto para efectuar reparaciones necesarias como para construir las nuevas conexiones domiciliarias.

Herramientas y Repuestos: El comité de Agua Potable deberá mantener herramientas en buen estado para las tareas de operación, mantenimiento y conexión.

Papelería: Comprende los gastos por la elaboración de formatos en el proceso administrativos, los Registros y Libros, papelería y útiles de oficina.

- Informes Administrativos

El informe administrativo deberá contener la información resumida de ingresos y egresos, y realizarse en un período de un mes. El informe debe comprender lo siguiente:

Pago o Gasto: Cada pago de personal o compra realizada por CAPS.

Registro: Los egresos deben registrarse en un Libro Diario de Ingresos y de Egresos y mensualmente se hará un resumen de ingresos y egresos.

Archivo: Los Ingresos y Egresos deben anotarse uno a continuación del otro, día a día.

Elementos que conforman un MAG.

Obra de Captación: Es la estructura que construimos para captar el agua de la fuente.

Captación cerrada o caja de captación: Es una estructura cerrada, normalmente tiene un filtro de piedra bolón colocado entre la caja y la tierra donde brota el manantial, con unas rejillas u orificios para la entrada del agua. La caja de captación consta de un tubo de rebose y limpieza, un respiradero y tapa de vista.

La línea de conducción: es la que transporta el agua procedente desde la fuente de abastecimiento (obra de captación) hasta la red de distribución y/o al tanque de almacenamiento.

Planta de tratamiento: Es la parte del sistema donde se da tratamiento al agua para mejorarla y dejarla apta para el consumo humano

El tanque: es utilizado para almacenamiento de agua y suplir la demanda de la población en las horas de mayor consumo.

Red de distribución: La red de distribución es el sistema de tuberías de PVC-SDR26, que permite distribuir el agua a los diversos puntos de consumo en la comunidad

Puestos de agua: Son los elementos de servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias.

Así mismo utilizaremos algunos accesorios y herramientas para el mantenimiento y reparación del sistema como:

- Llave de chorro.
- Válvula de pase.
- Válvula de limpieza.
- Codos 90 y 45.
- Adaptadores.
- Reductores.
- Tees.
- Uniones.
- Medidores de agua.
- Cajas protectoras con medidores

Operación de MAG.

La operación y mantenimiento del sistema una vez en funcionamiento está a cargo del CAPS. El CAPS debe asegurar:

- Que todos los usuarios estén haciendo uso adecuado y responsable del agua.
- Que las personas no estén desperdiciando agua al llenar los recipientes, colocándolos en el lugar apropiado y evitando llenarlos demasiado.
- Que toda la población este cuidando y haciendo uso correcto de las llaves en las tomas domiciliarias abriendo y cerrando las llaves sin presionar demasiado para evitar romper los empaques.
- Recorridos de inspección Como parte de la operación normal del acueducto en la red de distribución para asegurar que el agua llegue de forma adecuada en todos los sectores de la comunidad.

Mantenimiento preventivo del MAG.

El mantenimiento preventivo son los cuidados o actividades que realizan todas las personas usuarias, para evitar desperfectos o mal funcionamiento en el sistema de agua. Existen actividades de mantenimiento físico del sistema, así como de mantenimiento de la fuente y calidad del agua. Entre las actividades a realizar están:

1. Aplicar pintura anticorrosiva en las partes de hierro del sistema para protegerlas.
2. Abrir y cerrar al menos una vez al mes las llaves de pase y de limpieza para evitar que se acumulen residuos sólidos, se oxiden o dañen los mecanismos internos.
3. Proteger las tuberías que están al descubierto de igual manera mantener en buen estado todos los elementos del sistema de agua.
4. Al menos cada seis meses o cuando sea necesario, desinfectar el tanque de almacenamiento y la red de distribución.

5. Reportar inmediatamente a la persona responsable de la operación y mantenimiento, cualquier falla o daño detectado.
6. Mantener las tapas de inspección de las captaciones, pilas rompe presión y tanques bien aseguradas con sus respectivos pasadores y candados.
7. Mantener en buen estado la cerca que protege la fuente, evitando la entrada de animales y personas no autorizadas.
8. Limpiar la maleza y evitamos charcas en los alrededores del sistema evitando contaminaciones y facilitar la detección de fallas o daños.
9. Limpiar la maleza y evitamos charcas en los alrededores del sistema facilitando la detección de fallas o daños.
10. Realizar en coordinación con la UMAS, cada 3 meses el análisis bacteriológico del agua tomando muestras en diferentes partes del sistema, así como el control de cloro residual en la red de distribución. Si el resultado indica contaminación, se procede a desinfectar el sistema.

Cloración

La desinfección mediante la cloración es un proceso que requiere de mucho cuidado para que la dosis del desinfectante garantice agua segura para el consumo humano, esta actividad debe ser desempeñada por una persona debidamente capacitada por la UMA.

1. Se deberá asegurar que se está suministrando la dosis correcta de hipoclorito 3 gr/m³.
2. Se deberá controlar la válvula plástica de pase ubicada en la manguera flexible para mantener la dosificación adecuada o constante del hipoclorador.
3. Se deberá verificar que no falte la solución de cloro en el recipiente del hipoclorador.
4. Se deberá manipular adecuadamente la válvula de medición del inyector hidráulico para controlar el flujo de succión de la solución de cloro.
5. Medir el cloro residual libre para verificar la dosificación.

Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo comprende el conjunto de actividades necesarias que se realizan periódicamente para prevenir fallas en las instalaciones y equipos del sistema de agua y sus componentes.

Tabla 54. Mantenimiento de Manantial

Manantial		
Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Limpiar la maleza y rozar la hierba en el predio de la captación. Reparar la cerca de protección en caso se encuentra en mal estado.	Mensual	Pala, piocha, rastrillo, machete, alambre de pua, grapas y martillo.
Revisar el funcionamiento del sistema recolector a través de la boca de inspección, verificar la acumulación de sedimentos en el fondo y el caudal de agua que entra a la línea de conducción. Tomar muestra de agua, probarla gustativa y olfativamente para detectar malos olores y sabores.	Diario	Llave stilson de 12", escobilla, balde.
Inspeccionar las orillas de la captación para ver si hay filtración de agua.	Mensual	
Recorrer el área de influencia para detectar posibles focos de contaminación y actividades como el despale que puedan perjudicar la fuente	Semestral	
Realizar inspección con el fin de:		

Captar muestra de agua para el análisis fisicoquímico.	Semestral	Laboratorio portátil
Captar muestra de agua para el análisis bacteriológico.	Mensual	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Mantenimiento de Línea de conducción

Línea de conducción		
Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Recorrido sobre la línea de conducción para inspeccionar si hay fugas visibles y otros daños. Rozar el sendero por donde pasa la línea de conducción. Esta actividad deberá ser realizada por el grupo de apoyo.	Quincenal	Palas, barras, machetes.
Limpiar la línea de conducción, abriendo las válvulas de pase de la tubería de limpieza para evacuar los sedimentos y efectuar limpieza general en las cajas de las mismas. Esta actividad deberá ser realizada por el operario del sistema.	Mensual	Llave stilson de 12", herramientas de fontanería, barras, palas, machete.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Mantenimiento Tanque de Almacenamiento

Tanque de Almacenamiento		
Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Limpiar maleza y rozar la grama alrededor del tanque y caja de válvula. Esta actividad deberá ser realizada por el operador del sistema.	Mensual	Rastrillo, pala, machete, alambre de pua, grapas, martillo.
Limpieza y desinfección general del tanque. Pintar la escalera de acceso y la tapa de inspección. Limpiar y	Mensual	Cepillo de alambre, pintura, anticorrosiva aceitera, balde, cloro,

cambiar la malla del tubo de entrada del rebose si es necesario. Esta actividad deberá ser realizada por el grupo de apoyo.		cemento, arena, cuchara de albañil.
--	--	-------------------------------------

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Mantenimiento de Red de distribución

Red de distribución		
Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Revisar e inspeccionar sistemáticamente todas las conexiones individuales para detectar y corregir el derroche de agua en las llaves de chorro. Recorrer sistemáticamente la red de distribución para detectar fugas visibles, roturas de tuberías y fugas en las válvulas.	Semanal	Herramientas de fontanería, repuestos para las llaves de chorro.
Limpiar las tuberías de la red abriendo las válvulas de pase en los extremos muertos para evacuar los sedimentos.	Mensual	
Inspeccionar todas las válvulas para efectuarles limpieza general lo mismo que a las cajas protectoras. Manipular las válvulas para facilitar su funcionamiento.	Mensual	Herramientas de fontanería, llave stilson de 12”.
Realizar la inspección sanitaria y el monitoreo de la calidad de agua en diferentes puntos de la red para:		
Determinar el valor del cloro residual.	Diario	Comparador de cloro laboratorio portátil.
Captar muestra de agua para el análisis bacteriológico.	Mensual	
Esta actividad será realizada por el operador del sistema y el promotor UNOM.		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Mantenimiento de Sistema de desinfección

Sistema de desinfección		
Actividades	Frecuencia	Requerimientos
Limpiar los dosificadores, orificios y tubos pequeños. Si la manguera esta obstruida hay que limpiarla.	Quincenal	Aguja o clavos fino, alambre.
Esta actividad deberá ser realizada por el operador del sistema.		

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

El naranjo es una comunidad de recursos limitados dedicada mayoritariamente a las labores del campo, se encuentra a unos 20 km del casco urbano y tiene difícil acceso automotor, Tienen una pobre organización comunitaria por lo que la gestión de abastecimiento de agua es irregular e ineficiente casi en su totalidad a pesar de contar con un manantial difuso. No cuentan con una evacuación adecuada de aguas grises y las letrinas están en mal estado.

Se realizaron los estudios de ingeniería básica para proporcionar las especificaciones técnicas de diseño tanto estructural, hidráulico e hidro químico para la planta de tratamiento, tanques de almacenamiento, y redes de conducción y distribución, determinando así los términos y condiciones para la ejecución constructiva del MAG, de acuerdo con el estudio topográfico realizado en este trabajo, es factible la construcción de un mini acueducto por gravedad, la configuración adecuada para el sistema es: Fuente – Línea de Conducción – Planta potabilizadora compuesta por una unidad de Oxi-hidroxidación, sedimentador, Filtro lento de arena – Tanques de almacenamiento – Red de distribución.

De acuerdo a los resultados del análisis de calidad del agua de la fuente seleccionada donde se encontró contaminación por arsénico, se proveerá la realización de su respectivo tratamiento por medio de una planta de tratamiento para la remoción de arsénico que estará compuesto por la unidad de cloración que se localizara al inicio del tren de potabilización creando un ambiente oxidante, para luego pasar por un lecho filtrante compuesto por clavos de hierro oxidados y trozos de ladrillo, luego pasara por un sedimentador ayudando a que todos los sedimentos del hierro queden atrapados en el sedimentador y así llegando al filtro lento de arena eliminando organismos microscópicos y algunas bacterias del agua.

De acuerdo al análisis hidráulico se determinó el trazo de la línea de conducción, la cual estará compuesta de tubería PVC de 1 1/2" SDR-26, a excepción del tramo del tanque de almacenamiento de Rotoplas en el cual se propuso una tubería de 1", esto debido a las velocidades y presiones estáticas obtenidas en el análisis. Así mismo se obtuvo el trazo de la red de distribución, la cual consta con una longitud total 4340 m, la cual estará compuesta totalmente de tubería PVC SDR-26 de 1" y 1 1/2", se instalará 1 pila rompe presión para buscar equilibrar las presiones presentadas en la red y así lograr cumplir con los parámetros establecidos en la norma NTON 09 003 99.

Los cálculos hidráulicos reflejan que el proyecto abastece al 100% de la comunidad, ya que los dos tanques de almacenamiento se ubicaron a una altura adecuada y para el suministro de agua suficiente y apta para consumo humano.

Se elaboraron los planos hidráulicos generales del mini acueducto por gravedad y la planta de tratamiento de agua para su posterior ejecución, se presentan tanto detalles hidráulicos como profundidades de lecho y carga piezométrica, como detalles estructurales de paredes, esqueleto y cimentación de las obras, cabe destacar que se diseñó con un periodo de diseño de 20 años y una población máxima de 405 personas.

Se determinó un valor total del MAG a todo costo en \$ 282884.82 contemplando todos los elementos que forman parte del sistema. Dicho monto será disminuido por la comunidad proporcionado mano de obra y/o materiales útiles en la ejecución de la construcción

Se elaboró un manual de operaciones y mantenimiento preventivo y correctivo con especificaciones para el cuidado, operación, mantenimiento y reparación de los elementos del mini acueducto, en dicho manual se aborda también los procesos para la gestión administrativa, jurídica y funciones del CAPS, comprometiendo a toda la comunidad al buen uso del sistema.

RECOMENDACIONES

- Capacitar a la comunidad para la reformación del Comité CAPS el cual debe realizar trabajos de incidencia para el cuidado de la fuente y el uso racional del agua. Según las condiciones sociales para conexiones domiciliarias, deberá realizarse una campaña educativa con enfoque al uso y ahorro del agua, protección del sistema para preservación de la obra y la buena operación de este.
- Capacitar a la población para que sean vigías del sistema, y velen por el buen funcionamiento de las obras diseñadas, realizando rondas de vigilancia frecuentemente, así como supervisiones técnicas por parte de las autoridades nacionales.
- Realizar labores de mantenimiento como limpieza y pintura para garantizar la vida útil y capacidad operativa de la infraestructura física de los tanques de almacenamiento, planta potabilizadora y redes de tuberías. Realizar las alternativas de saneamiento básico rural propuestas, construyendo una unidad sanitaria por cada vivienda para mejorar las condiciones sanitarias, evitando las contaminaciones de los acuíferos y así aumentar la calidad de vida y agua.
- Hacer un replanteo de los planos para realizar verificaciones y correcciones de campo con el objetivo de cumplir una eficiente ejecución y construcción de todas las obras del sistema, así como añadir nuevas viviendas resurgentes al tiempo de la ejecución. Respetar los cálculos estructurales y seguir meticulosamente las especificaciones técnicas de concreto, acero y tuberías PVC

- Realizar una actualización de costos unitarios de materiales y mano de obra al tiempo de la ejecución del proyecto. Concientizar a los habitantes de la comunidad a respetar las tarifas hídricas establecidas en tiempo y forma para evitar averías en el sistema por falta de suministros de funcionamiento y mantenimiento, y/o por falta de contratación de mano de obra técnicamente calificada para los mantenimientos correctivos
- Seguir los procedimientos descritos en el manual de operación y mantenimiento para evitar daños al sistema de abastecimiento. Realizar reuniones frecuentes para perpetrar un planteamiento de los posibles factores o circunstancia que expongan al sistema a fallas de funcionamiento.
- Realizar monitoreos trimestrales de la calidad del agua de la fuente para verificar el correcto funcionamiento de la planta potabilizadora e identificar el surgimiento de nuevos agentes contaminantes en el manantial y microcuenca.
- Promover la reforestación en la microcuenca de la fuente, para la conservación y preservación del agua del sistema realizando jornadas continuas de reforestación en la zona de recarga y la zona del manantial con árboles de rápido crecimiento en 200 metros a la redonda. Implementar un plan de protección de cuenca que abarque: campaña en contra del despale y vertidos de lodos al subsuelo en un depósito de desechos de materiales peligrosos.

BIBLIOGRAFÍA

- Agenicia para sustancias toxiacas y el registro de enfermedades (ATSDR). (agosto de 2007). *Resumen de Salud publica Arsenico*. Obtenido de <https://atsdr.cdc.gov>
- Agüero, I. R. (2004). *GUIAS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE CAPTACION DE MANANTIALES*. Lima.
- Azevedo, N. (2000). *Hidraulica*. Sau Pablo: Edgard Blucher.
- Benjamin, M. (2015). *Water Chemistry* (Primera Edicion ed.). Ottawa, Ontario, Canada: Waveland Press. Recuperado el 22 de Enero de 2022
- Castillo, B. H. (2016). *DISEÑO DE SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD LOS*. Managua: UNI.
- Castillo, R. B. (2011). *Comportamiento de tecnología kanchan y sono filter para la remoción de arsénico en aguas con concentraciones de 60 µg/l a 80 µg/l en la comunidad de linda vista del municipio de santa rosa del peñón*. Tesis sometida a la considera.
- Cátedra de Ingeniería Rural. (2010). *Hidráulica*. Ciudad Real: www.ingenieriaRural.com.
- CEPIS. (2003). *Cento Panamericano de ingeniería sanitaria y cinecias del ambiente*.
- Costodio E & Llamas. (2001.). *Hidrogeologia subterrânea*. Ed. Omega.
- D., G. G. ((2001)). *Laboratory study on the oxidation of arsenicIII to arsenic V*. USA. Cincinnati,: Environmental Protection Agency.
- Franco M. Francisca, C. P. (2014). *Remoción de arsénico en agua mediante procesos de Coagulación - Floculación*.
- Giron Lucas, Et al. (2011). *ESTUDIO SOCIOECONÓMICOPARA DETERMINAR LAS OPORTUNIDADES DE EMPRENDIMIENTO PARA LOS POBLADORES EN EL BARRIO CUBA EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL, EN LOS MESES DE JUNIO A AGOSTODEL 2011*. Guayaquil.
- González, E. M. (2011). *Manual del Agua Potable. Notas de aprendizaje en Ingeniería del Agua*. Obtenido de www.cienciadelagua.wordpress.com

- Gonzalez, E. M. (2019). *Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica en cinco comunidades (San Luis, Colocondo, Parcila, Los Encuentros Y El Naranjo) del Municipio de S. Esteli*: World Vision.
- Hernández Meléndrez , E. (2006). *Como escribir una tesis*. Lima, Peru: Escuela Nacional de Salud Publica.
- Hounslow, A. (2018). *Water Quality Data. Analysis and Interpretation*. CRC Press. ISBN 9780873716765.
- INAA. (1999). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural y Saneamiento Básico Rural (NTON 09 002 99)*. Managua,Nicaragua.
- INIDE. (s.f.). *Instituto Nicaraguense de la Información para el Desarrollo*. Obtenido de www.INEC.com
- Kiely G., K. ((1999)). *Ingeniería Ambiental*. Madrid: Mc Graw-Hill.
- King, H. W. (1996). *Handbook of Hydraulics for the solutions of engineering problems*. McGraw-Hill.
- López, R. A. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados*. . Bogotá: Segunda edición. Colombia.
- Malhotra, N. K. (25 de octubre de 2018). *question pro*. Obtenido de question pro: <https://www.questionpro.com/es/una-encuesta.html>
- Marrón, C. (199). *Planta de tratamiento por filtración lenta*. Lima .
- Naciones Unidas. (2010). *Principios y recomendaciones para los censos de población y habitación*. Nueva York.
- Romero Rojas, J. A. (1999). *Potabilización del agua*. Mexico DF: Alfa Omega.
- Sánchez, Q. V. (2006). *Manual de Saneamiento Básico*. mexico D.F: Lic. Rosa Bonifaz Pedrer.
- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (2005). 21st Edition.
- Tilley, E., Ulrich, L., & Luthi, C. (11 de Diciembre de 2018). *Sedimentador*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias->

de/tecnologias-de-saneamiento/tratamiento-semi-
centralizado/sedimentador

Valdivielso, A. (s.f.). *Que es el agua*. Obtenido de
<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>

ANEXOS

A-1. ENCUESTA SOCIOECONÓMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO.

Departamento:

Municipio:

Comunidad:

Fecha:

Datos personales: (Quién es Responsable del Hogar):

N ° de referencia de la casa:

N ° de habitantes de la casa:

Nombre de la persona responsable de la vivienda:

Nombre de la Persona Encuestada:

Datos de habitantes del hogar / hogares

Grupo de edad y sexo										Escolaridad	
0_5		6_15		16_25		25_35		36		Primaria	Secundaria
H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Si la casa es multi hogar describa el segundo núcleo o más, adecuadamente separados											
0_5		6_15		16_25		25_35		36		Primaria	Secundaria
H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M

Situación de salud en la vivienda

Enfermedades padecidas por los miembros de la vivienda durante el pasado mes (cuantos).

Enfermedades	Grupos de edad				Observaciones
	0-5	6-15	16-25	>26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infección renal					
infecciones dérmicas (piel)					
Otras					

Número de migrantes en la casa _____

¿Están vacunados los niños y niñas?

a) Si b) No c) Porque

Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en esta vivienda, durante el año pasado?

Nacidos vivos/as: Niñas ____ Niños ____ Total ____

Fallecidos/as: ____ Niñas ____ Niños ____ Causa

Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como:

Lavado de manos con jabón: a) Si _____ b) No _____

¿Por qué? _____

Buen uso de la letrina a) Si _____ b) No _____

¿Por qué? _____

Aseo personal a) Si _____ b) No _____

¿Por qué? _____

Limpieza de la vivienda a) Si _____ b) No _____

¿Por qué? _____

Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica.

I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA (marcar con una X una o más respuestas)

1. La vivienda es: a) Propia ____ b) Prestada ____ c) Alquilada ____
 2. Las paredes son: a) Bloque ____ b) Ladrillo ____ c) Madera ____ d) otros ____
 3. El piso es: a) Madera ____ b) Tierra ____ c) Ladrillo ____ d) otros ____
 4. El techo es: a) Zinc ____ b) Teja ____ c) Madera ____ d) Palma ____
e) otros ____
 5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres ____ b) Dos ____ c) No tiene ____
 6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena ____ b) Regular ____ c) Mala ____
 7. La vivienda es utilizada para otra actividad y/o Negocio:

- Tiene servicio de energía eléctrica. a) Si ____ b) No ____ c) otros ____

II. SITUACION ECONOMICA DE LA FAMILIA

¿Cuántas personas de la vivienda trabajan?

Dentro de la comunidad: H ____ M ____ Total ____

Fuera de la comunidad: H ____ M ____ Total ____

Trabajan los menores de 15 años: Si ____ No ____

Cuanto recibe de remesas _____

¿Cuál es el ingreso económico del mes, en esta vivienda? C\$ _____

Medios de vida: propiedad y producción

Cuál es el origen de los ingresos familiares

Finca propia ____ Finca rentada ____ Tercería ____ otro ____

Cual: _____

Negocio propio

Comercio ____ Industria ____ Servicios ____ Otro ____

Cual: _____

¿En que trabajan las personas de esta vivienda?

- a) Ganadería ____ b) Agricultura ____ c) Jornal ____ d) Comercio ____ Otros

Cual: _____

¿Qué cultivos realizan?

- a) Café ____ b) Frijoles ____ c) Maíz ____ d) Otros ____

¿Cuál y que área en manzana?

¿Tienen ganado comercial?

Si ____ cuanto: a) vacuno ____ b) Equino ____ c) Caprino ____ No ____

¿Tienen animales domésticos?

Si ____ cuantos: a) Cerdos ____ b) Gallinas ____ Otros ____ Ninguno ____

Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica.

¿Los animales domésticos se manejan?

- a) Encerrados ____ b) Amarrados ____ c) Suelos ____

¿Los animales domésticos se abastecen de agua en?

- a) Rio ____ b) quebrada ____ c) Pozo ____

III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (observar, verificar)

¿Tienen letrinas? a) Si ____ tipo de letrina ____ años de construida ____

b) No ____

¿en qué estado se encuentra? a) Buena ____ b) Mala (verificar) ____

Estaría dispuesto/a construir o mejorar su letrina: Si ____ No ____

Porque _____

¿Quienes usan la letrina? a) Adultos ____ b) Niños/as ____ c) Otros familiares

¿La letrina está construida en suelo? a) Rocoso ____ b) Arenoso ____ c) Arcilloso

¿Hay facilidades para el lavado de mano cerca de la letrina? Si ____ No ____

¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa?

La riegan ___ b) La dejan correr ___ c) Tienen zanja de drenaje ___ d) Tiene filtro para drenaje _____ otros _____

¿Existen charcas en el patio? a) Si ___ b) No _____

¿Como eliminan las charcas de aguas grises? a) Drenando _____ b) Aterrando _____ c) Otros _____

Que hace con la basura: a) Quema ___ b) Entierra ___ c) Recolección ___ d) Otros _____

¿Qué otros problemas de Saneamiento tienen en su vivienda?

IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

a) ¿Cuentan con servicio de agua? Si _____ Que tipo _____

b) No _____ como se abastecen _____

c) Pagan por servicio de agua: a) Si _____ b) No _____

d) ¿Cuánto por de agua al mes? _____

e) Cantidad que consumen al mes: m³ _____ Barriles _____

Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica.

Si no hay servicio de agua ¿quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer _____ b) El hombre ___ c) Los niños/as ___ d) Otros _____

¿Quien? _____

¿Cuánto tiempo en el día invierten en el acarreo del agua? _____

¿En que almacenan el agua?

a) Barriles _____ b) Bidones _____ c) Pilas ___ d) Otros _____

Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados ___ b) Destapados ___ c) Como _____ (verificar)

La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena _____ b) Mala _____ c) Regular _____

En el agua que se consumen se observa: (se puede marcar varias situaciones)

a) Mal sabor _____ b) Mal olor ___ c) Tiene color _____

¿Tiene problemas de acceso de agua potable en su vivienda? a) si _____

b) No _____

¿cuáles son los problemas? _____

V. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA

¿Los miembros de esta vivienda pertenecen a alguna organización?

¿Si ____ Que tipo? a) Productiva ____ b) Social ____ c) Religiosa ____

d) Otra ____

¿No ____ Por qué? _____

¿Cuántos miembros de la vivienda participan en la organización comunitaria?

a) Hombres ____ b) Mujeres ____ c) Total ____

Han recibido algún tipo de capacitación. En que temáticas _____

Las personas de esta vivienda PARTICIPARIAN de forma organizada en construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad

a) Si ____ b) No ____ Porque _____

Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica.

VI. Si existiera la posibilidad de realizar un nuevo sistema de agua potable, para mejorar la calidad y garantizar agua segura a toda la comunidad:

¿Estaría dispuesto a apoyar para solucionar este problema de agua potable? a)

Si ____ b) No ____ Porque _____

¿Estaría dispuesto a apoyar la construcción para solucionar el problema del agua potable?

a) ¿Si ____ de qué forma? a) Efectivo ____ b) mano de obra ____ c) Materiales ____

No ____ Porque _____

¿Estaría dispuesto a pagar por el consumo real de agua?

Si ____ No ____ Porque _____

¿Está de acuerdo que se haga uso del micro medidor?

a) Si ____ b) No ____ Porque _____

¿Cuánto estaría en capacidad de pagar por este servicio al mes? (asumiendo que se consume 60 lppd o 1.5 barril por día en una familia de 5)

30 ____ 40 ____ 50 ____ 60 ____ 70 ____ 80 ____ 90 ____ 100 ____

Lo que diga el medidor_____

¿Está dispuesto a pagar una tarifa hídrica mínima de C\$ 2 córdobas por metro cubico para crear un fondo comunal de promoción de la seguridad hídrica?

Si_____ No _____ Porque_____

Si es propietario de la tierra ¿estaría dispuesto a facilitar el permiso legal de servicio del pase de las tuberías?

a) Si_____ b) No_____ Porque_____

¿Estaría dispuesto a pagar por realizar su instalación de la tubería hasta el puesto en el patio de su casa?

a) Si_____ b) No_____ Porque_____

De acuerdo a la ley 722. Ley de los CAPS la conoce ¿cómo cree usted que debería de organizarse este comité?

Diagnóstico de recursos hídricos y su vulnerabilidad ante el cambio climático para la gestión de estrategias comunitarias de adaptación y seguridad hídrica.

Todos los fondos de los sistemas de agua potable son manejados por los CAPS ¿cómo cree usted que debería realizarse la administración del acueducto y sus recursos?

¿Está dispuesto a participar de forma activa y apoyar al comité?

Cree usted que se pueden aprovechar los fondos por tarifa hídrica que son administrados por los CAPS para promover la economía local y el desarrollo.

¿Para asegurar el buen funcionamiento del sistema de agua potable con fondos propios aportados y hechos crecer por la comunidad?

Para generar nuevas oportunidades en el desarrollo de la comunidad con realización de préstamos por parte del CAPS, (tomado en cuenta las respectivas condiciones) tales como:

- ✓ Créditos a corto y mediano plazo para proyectos en beneficio de las mujeres y jóvenes de la comunidad.
- ✓ Creación de nuevos proyectos de negocio familiares con el fin de mejorar la economía de la comunidad.
- ✓ Crédito de corto plazo para compra de insumos para cultivos
- ✓ Crédito para compra de semillas de cultivos.

¿Como cree usted que debe organizarse la comunidad para tener éxito en esta tarea?

GRACIAS

Nombre del encuestador(a)

Firma del Encuestador(a)

Fuente: Elaboración Propia.

A-3. Memoria de Cálculo de Análisis Hidráulico.

ANALISIS HIDRAULICO																	
NODO	TRAMOS		DEMANDA		Qdiseño (Lts/seg)	Pendiente		Diametro			TIPO DE TUBERIA	C-F H - W	Perdida Hf			V (m/seg)	
			VIVIENDAS	HABITANTES		de tramo m/m	Linea energia m/m	Calculado (Pulg)	Propuesto (Pulg)	m			Friccion mca	Accesorios mca	Total mca	Continuidad con Simplificada	(m/s)
Nº.	INICIAL	FINAL	UND	UND													
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO																	
1	CAPTA				0.900 l/s											0	
2	1	2	0	0.00	0.9000	0.1483	0.1483	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.712	0.142	0.854	0.79	1.92
3	2	3	0	0.00	0.8129	0.2942	0.2462	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	1.203	0.241	1.444	0.71	2.48
4	3	4	0	0.00	0.8129	0.2968	0.2609	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.734	0.147	0.881	0.71	2.55
5 TE	4	TE	0	0.00	0.8129	0.1447	0.2474	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.331	0.066	0.397	0.71	2.48
TRAMO / RAMAL 1																	
5 TE		TE			0.0000												
6	TE	6	51	196.71	0.3415	0.1136	0.0096	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.023	0.005	0.028	0.30	0.49
7	6	7	0	0.00	0.3415	0.2641	0.0479	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.106	0.021	0.127	0.30	1.09
8	7	8	0	0.00	0.3415	0.3294	0.0872	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.114	0.023	0.137	0.30	1.47
9	8	9	0	0.00	0.3415	0.2472	0.1119	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.149	0.030	0.179	0.30	1.67
10	9	10	0	0.00	0.3415	0.3080	0.1461	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.204	0.041	0.245	0.30	1.91
11	10	11	0	0.00	0.3415	0.1358	0.1459	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.017	0.003	0.020	0.30	1.91
TRAMO / RAMAL 2																	
23	11	23	0	0.00	0.3415	0.0003	0.1414	2.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.038	0.008	0.046	0.30	1.88
24	23	24	0	0.00	0.3415	0.0091	0.1338	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.075	0.015	0.090	0.30	1.83
25	24	25	0	0.00	0.3415	-0.0289	0.1274	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.053	0.011	0.064	0.30	1.78
26	25	26	0	0.00	0.3415	-0.1544	0.1168	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.053	0.011	0.064	0.30	1.71
27	26	27	0	0.00	0.3415	0.0945	0.1150	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.124	0.025	0.149	0.30	1.69
28	27	28	0	0.00	0.3415	0.0611	0.1098	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.162	0.032	0.194	0.30	1.66
29	28	29	0	0.00	0.3415	0.0187	0.1076	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.041	0.008	0.049	0.30	1.64
30	29	30	0	0.00	0.3415	0.0401	0.1002	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.216	0.043	0.259	0.30	1.58
31	30	31	5	19.29	0.3080	0.0233	0.0950	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.116	0.023	0.139	0.27	1.54
32	31	32	1	3.86	0.3013	0.0244	0.0887	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.163	0.033	0.196	0.26	1.49
TRAMO / RAMAL 3																	
33	32	33	0	0.00	0.3013	-0.1089	0.0826	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.421	0.084	0.505	0.59	1.10
34	33	34	0	0.00	0.3013	-0.0995	0.0744	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.633	0.127	0.760	0.59	1.04
35	34	35	1	3.86	0.2946	-0.0996	0.0672	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.588	0.118	0.706	0.58	0.99
36	35	36	0	0.00	0.2946	-0.0768	0.0534	1.00	1	0.0254	PVC.	150	1.505	0.301	1.806	0.58	0.88
37	36	37	0	0.00	0.2946	-0.0546	0.0500	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.512	0.102	0.614	0.58	0.85
38	37	38	0	0.00	0.2946	-0.1220	0.0443	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.552	0.110	0.662	0.58	0.80
39	38	39	0	0.00	0.2946	-0.0977	0.0407	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.437	0.087	0.524	0.58	0.77
40	39	40	0	0.00	0.2946	0.0353	0.0406	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.309	0.062	0.371	0.58	0.77
41	40	41	0	0.00	0.2946	-0.0599	0.0367	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.710	0.142	0.852	0.58	0.73
42	41	42	1	3.86	0.2879	0.1111	0.0391	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.586	0.117	0.703	0.57	0.75

TRAMO / RAMAL 4																	
43	32	43	0	0.00	0.2879	-0.0178	0.0574	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.466	0.093	0.559	0.57	0.91
44	43	44	0	0.00	0.2879	0.1803	0.0621	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.742	0.148	0.890	0.57	0.95
45	44	45	0	0.00	0.2879	-0.0780	0.0591	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.420	0.084	0.504	0.57	0.93
46	45	46	0	0.00	0.2879	-0.0305	0.0578	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.308	0.062	0.370	0.57	0.92
47	46	47	0	0.00	0.2879	0.0225	0.0571	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.359	0.072	0.431	0.57	0.91
48	47	48	0	0.00	0.2879	0.0142	0.0562	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.447	0.089	0.536	0.57	0.90
49	48	49	1	3.86	0.2813	0.0194	0.0554	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.455	0.091	0.546	0.56	0.90
50	49	50	1	3.86	0.2746	-0.0227	0.0526	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.719	0.144	0.863	0.54	0.87
51	50	51	0	0.00	0.2746	-0.0326	0.0507	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.451	0.090	0.541	0.54	0.86
52	51	52	0	0.00	0.2746	-0.0345	0.0492	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.388	0.078	0.466	0.54	0.85
53	52	53	1	3.86	0.2679	0.0583	0.0494	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.628	0.126	0.754	0.53	0.85
54	53	54	0	0.00	0.2679	0.0646	0.0496	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.155	0.031	0.186	0.53	0.85
55	54	55	1	3.86	0.2612	0.0743	0.0501	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.455	0.091	0.546	0.52	0.85
56	55	56	0	0.00	0.2612	0.0627	0.0503	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.319	0.064	0.383	0.52	0.85
57	56	57	1	3.86	0.2545	0.0604	0.0505	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.300	0.060	0.360	0.50	0.86
58	57	58	0	0.00	0.2545	-0.0121	0.0474	2.00	1	0.0254	PVC.	150	1.038	0.208	1.246	0.50	0.83
59	58	59	0	0.00	0.2545	0.0199	0.0471	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.184	0.037	0.221	0.50	0.83
60	59	60	0	0.00	0.2545	0.0616	0.0473	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.295	0.059	0.354	0.50	0.83
61	60	61	0	0.00	0.2545	-0.0011	0.0463	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.480	0.096	0.576	0.50	0.82
62	61	62	0	0.00	0.2545	-0.0211	0.0454	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.305	0.061	0.366	0.50	0.81
63	62	63	0	0.00	0.2545	-0.0450	0.0440	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.340	0.068	0.408	0.50	0.80
64	63	64	2	7.71	0.2411	-0.0029	0.0436	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.176	0.035	0.211	0.48	0.80
65	64	65	4	15.43	0.2143	-0.0001	0.0422	3.00	1	0.0254	PVC.	150	0.533	0.107	0.640	0.42	0.78
66	65	66	0	0.00	0.2143	0.0314	0.0420	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.329	0.066	0.395	0.42	0.78
67	66	67	0	0.00	0.2143	-0.0315	0.0416	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.096	0.019	0.115	0.42	0.78
68	67	68	0	0.00	0.2143	0.0734	0.0420	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.217	0.043	0.260	0.42	0.78
69	68	69	0	0.00	0.2143	0.0382	0.0419	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.801	0.160	0.961	0.42	0.78
70	69	70	2	7.71	0.2009	0.0113	0.0412	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.383	0.077	0.460	0.40	0.77
71	70	71	0	0.00	0.2009	-0.1141	0.0391	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.230	0.046	0.276	0.40	0.75
72	71	72	0	0.00	0.2009	-0.1039	0.0366	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.305	0.061	0.366	0.40	0.73
73	72	73	0	0.00	0.2009	-0.0111	0.0351	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.562	0.112	0.674	0.40	0.71
74	73	74	1	3.86	0.1942	-0.0254	0.0295	1.00	1	0.0254	PVC.	150	1.715	0.343	2.058	0.38	0.65
TRAMO / RAMAL 5																	
75	11	75	0	0.00	0.1942	-0.0104	0.0231	2.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.040	0.008	0.048	0.17	0.76
76	75	76	1	3.86	0.1875	0.0017	0.0229	2.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.027	0.005	0.032	0.16	0.76
77	76	77	1	3.86	0.1808	0.0004	0.0226	3.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.027	0.005	0.032	0.16	0.75
78	77	78	1	3.86	0.1741	-0.0352	0.0212	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.054	0.011	0.065	0.15	0.73
79	78	79	1	3.86	0.1674	-0.0395	0.0206	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.020	0.004	0.024	0.15	0.72
80	79	80	0	0.00	0.1674	0.0035	0.0204	2.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.035	0.007	0.042	0.15	0.71
81	80	81	2	7.71	0.1540	-0.0723	0.0190	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.028	0.006	0.034	0.14	0.69
82	81	82	0	0.00	0.1540	-0.0294	0.0180	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.038	0.008	0.046	0.14	0.67
83	82	83	1	3.86	0.1473	-0.0563	0.0171	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.020	0.004	0.024	0.13	0.65
84	83	84	1	3.86	0.1406	-0.0880	0.0150	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.035	0.007	0.042	0.12	0.61
85	84	85	0	0.00	0.1406	-0.1415	0.0096	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.059	0.012	0.071	0.12	0.49
86	85	86	2	7.71	0.1272	0.1359	0.0107	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.013	0.003	0.016	0.11	0.52
87	86	87	1	3.86	0.1205	-0.2340	0.0073	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.019	0.004	0.023	0.11	0.43

TRAMO / RAMAL 6																	
88	75	88	0	0.00	0.1205	0.0328	0.0191	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.018	0.004	0.022	0.11	0.69
89	88	89	0	0.00	0.1205	-0.0027	0.0190	2.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.007	0.001	0.008	0.11	0.69
90	89	90	1	3.86	0.1138	-0.0616	0.0180	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.108	0.022	0.130	0.22	0.51
91	90	91	1	3.86	0.1071	-0.0600	0.0175	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.054	0.011	0.065	0.21	0.50
92	91	92	0	0.00	0.1071	-0.0437	0.0166	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.123	0.025	0.148	0.21	0.49
93	92	93	1	3.86	0.1004	-0.1348	0.0159	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.033	0.007	0.040	0.20	0.48
94	93	94	0	0.00	0.1004	-0.0416	0.0150	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.113	0.023	0.136	0.20	0.47
95	94	95	0	0.00	0.1004	0.0020	0.0148	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.104	0.021	0.125	0.20	0.46
96	95	96	0	0.00	0.1004	0.0412	0.0149	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.041	0.008	0.049	0.20	0.47
97	96	97	0	0.00	0.1004	0.0670	0.0152	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.034	0.007	0.041	0.20	0.47
98	97	98	0	0.00	0.1004	0.0770	0.0156	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.044	0.009	0.053	0.20	0.48
99	98	99	0	0.00	0.1004	-0.0519	0.0154	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.020	0.004	0.024	0.20	0.47
100	99	100	0	0.00	0.1004	-0.0416	0.0148	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.078	0.016	0.094	0.20	0.46
101	100	101	1	3.86	0.0938	-0.0659	0.0140	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.064	0.013	0.077	0.19	0.45
102	101	102	1	3.86	0.0871	-0.0112	0.0137	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.073	0.015	0.088	0.17	0.45
103	102	103	0	0.00	0.0871	-0.0238	0.0134	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.053	0.011	0.064	0.17	0.44
104	103	104	0	0.00	0.0871	-0.0481	0.0129	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.046	0.009	0.055	0.17	0.43
105	104	105	0	0.00	0.0871	-0.0506	0.0127	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.022	0.004	0.026	0.17	0.43
106	105	106	1	3.86	0.0804	-0.0791	0.0118	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.052	0.010	0.062	0.16	0.41
107	106	107	2	7.71	0.0670	0.0714	0.0148	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.200	0.040	0.240	0.13	0.46
108	107	108	1	3.86	0.0603	-0.0252	0.0143	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.038	0.008	0.046	0.12	0.46
109	108	109	0	0.00	0.0603	-0.0523	0.0140	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.017	0.003	0.020	0.12	0.45
110	109	110	1	3.86	0.0536	0.0130	0.0140	2.00	1	0.0254	PVC.	150	0.030	0.006	0.036	0.11	0.45
TRAMO / RAMAL 7																	
111	109	111	0	0.00	0.0536	-0.0848	0.0130	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.024	0.005	0.029	0.11	0.43
112	111	112	1	3.86	0.0469	-0.0877	0.0123	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.015	0.003	0.018	0.09	0.42
113	112	113	1	3.86	0.0402	-0.0865	0.0121	1.00	1	0.0254	PVC.	150	0.003	0.001	0.004	0.08	0.42
TRAMO / RAMAL 8																	
114	88	114	1	3.86	0.0335	-0.4281	0.0110	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.001	0.000	0.001	0.03	0.52
115	114	115	0	0.00	0.0335	-0.2183	0.0100	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.001	0.000	0.001	0.03	0.50
116	115	116	1	3.86	0.0268	-0.2384	0.0069	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.001	0.000	0.001	0.02	0.42
117	116	117	4	15.43	0.0000	0.0699	0.0076	1.00	1 1/2	0.0381	PVC.	150	0.000	0.000	0.000	0.00	0.44
					0.3415												
Balance			51	196.71													

ANALISIS EN CONDICION MAXIA						
CAPACIDAD MAXIMA DE RED						
MANNING		HAZEN-WILLIAMS				
Caudal potencial maximo	Poblacion potencial a servir	Factor de friccion interna -		C =	150	Poblacion potencial a servir
		Diametro		Caudal .		
l/s	Habitantes	m	pulg.	m	l/s	Habitantes
CAPTACION A TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
2.1940	1263.77	0.024877109	0.979411779	0.000900	0.9000	518.40
2.8272		0.021566823	0.849085836	0.000813	0.8129	
2.9104		0.021311443	0.839031506	0.000813	0.8129	
2.8343		0.021544498	0.84820689	0.000813	0.8129	
TRAMO / RAMAL 1						
0.5597	322.40	0.03015889	1.5	0.000632	0.6315	363.75
1.2468		0.021706168	1.5	0.001500	1.4998	
1.6825		0.019192661	1.5	0.002073	2.0730	
1.9062		0.018233501	1.5	0.002372	2.3722	
2.1779		0.017262576	1.5	0.002739	2.7394	
2.1768		0.017266216	1.5	0.002738	2.7379	
TRAMO / RAMAL 2						
2.1425	1234.06	0.017379221	1.5	0.002691	2.6913	1550.21
2.0842		0.017577132	1.5	0.002612	2.6124	
2.0338		0.017754563	1.5	0.002544	2.5443	
1.9471		0.018075211	1.5	0.002427	2.4273	
1.9320		0.018133044	1.5	0.002407	2.4070	
1.8881		0.018305011	1.5	0.002348	2.3480	
1.8694		0.018379896	1.5	0.002323	2.3229	
1.8035		0.018652938	1.5	0.002235	2.2345	
1.7565		0.018130852	1.5	0.002172	2.1717	
1.6971		0.018235492	1.5	0.002093	2.0926	
TRAMO / RAMAL 3						
0.5553	319.87	0.01850634	1	0.000693	0.6930	399.15
0.5273		0.018904362	1	0.000655	0.6553	
0.5011		0.019139688	1	0.000620	0.6202	
0.4467		0.020065276	1	0.000548	0.5477	
0.4321		0.020339381	1	0.000529	0.5285	
0.4069		0.020848127	1	0.000495	0.4953	
0.3900		0.021214522	1	0.000473	0.4731	
0.3896		0.021224705	1	0.000473	0.4725	
0.3703		0.021671405	1	0.000447	0.4473	
0.3823		0.021203102	1	0.000463	0.4630	

MANNING		HAZEN-WILLIAMS				
Caudal potencial maximo	Poblacion potencial a servir	Factor de friccion interna -		C =	150	Poblacion potencial a servir
		Diametro		Caudal .		
l/s	Habitantes	m	pulg.	m	l/s	Habitantes
TRAMO / RAMAL 4						
0.4630	266.66	0.019600166	1	0.000569	0.5694	327.95
0.4817		0.019283563	1	0.000594	0.5943	
0.4699		0.019479947	1	0.000579	0.5786	
0.4644		0.019574623	1	0.000571	0.5713	
0.4619		0.019618208	1	0.000568	0.5680	
0.4582		0.019683891	1	0.000563	0.5630	
0.4548		0.019567697	1	0.000559	0.5585	
0.4432		0.0195954	1	0.000543	0.5432	
0.4353		0.019740945	1	0.000533	0.5328	
0.4285		0.019869098	1	0.000524	0.5238	
0.4297		0.019660754	1	0.000525	0.5254	
0.4302		0.019651576	1	0.000526	0.5260	
0.4326		0.019419001	1	0.000529	0.5292	
0.4334		0.019403562	1	0.000530	0.5303	
0.4341		0.019201059	1	0.000531	0.5311	
0.4206		0.019451393	1	0.000513	0.5133	
0.4196		0.019471499	1	0.000512	0.5119	
0.4204		0.019454693	1	0.000513	0.5131	
0.4157		0.019545172	1	0.000507	0.5069	
0.4116		0.019625833	1	0.000501	0.5014	
0.4054		0.019748433	1	0.000493	0.4933	
0.4035		0.019382947	1	0.000491	0.4908	
0.3972		0.018654807	1	0.000483	0.4825	
0.3962		0.018673309	1	0.000481	0.4813	
0.3943		0.018710247	1	0.000479	0.4788	
0.3962		0.018674841	1	0.000481	0.4812	
0.3954		0.018689889	1	0.000480	0.4802	
0.3921		0.018299441	1	0.000476	0.4758	
0.3820		0.018496017	1	0.000463	0.4627	
0.3696		0.018749124	1	0.000446	0.4464	
0.3620		0.018909928	1	0.000437	0.4365	
0.3320		0.019343178	1	0.000398	0.3975	
TRAMO / RAMAL 5						
0.8661	498.88	0.020339097	1.5	0.001012	1.0120	582.89
0.8618		0.020111064	1.5	0.001006	1.0065	
0.8569		0.019881233	1.5	0.001000	1.0003	
0.8302		0.019854497	1.5	0.000967	0.9667	
0.8188		0.019672108	1.5	0.000952	0.9523	
0.8132		0.019727237	1.5	0.000945	0.9454	
0.7846		0.01939518	1.5	0.000909	0.9094	
0.7644		0.019603509	1.5	0.000884	0.8842	
0.7462		0.019466851	1.5	0.000861	0.8615	
0.6970		0.019668212	1.5	0.000800	0.8004	
0.5583		0.02154577	1.5	0.000630	0.6297	
0.5895		0.020282584	1.5	0.000668	0.6679	
0.4859		0.021510155	1.5	0.000542	0.5421	

MANNING		HAZEN-WILLIAMS				
Caudal potencial maximo	Poblacion potencial a servir	Factor de friccion interna -		C =	150	Poblacion potencial a servir
		Diametro		Caudal .		
l/s	Habitantes	m	pulg.	m	l/s	Habitantes
TRAMO / RAMAL 6						
0.7881	453.95	0.017636375	1.5	0.000914	0.9139	526.40
0.7857		0.017658683	1.5	0.000911	0.9109	
0.2595		0.017469467	1	0.000305	0.3047	
0.2556		0.01717597	1	0.000300	0.2998	
0.2488		0.017369391	1	0.000291	0.2911	
0.2435		0.017098682	1	0.000284	0.2844	
0.2366		0.017300976	1	0.000276	0.2758	
0.2352		0.017344342	1	0.000274	0.2739	
0.2363		0.017310053	1	0.000275	0.2754	
0.2382		0.017253902	1	0.000278	0.2777	
0.2410		0.017170444	1	0.000281	0.2813	
0.2396		0.017211367	1	0.000280	0.2795	
0.2350		0.017348557	1	0.000274	0.2738	
0.2289		0.017083357	1	0.000266	0.2661	
0.2264		0.016683962	1	0.000263	0.2629	
0.2237		0.016766689	1	0.000260	0.2595	
0.2198		0.016889222	1	0.000255	0.2546	
0.2178		0.016952499	1	0.000252	0.2521	
0.2100		0.01669132	1	0.000242	0.2424	
0.2350		0.014869268	1	0.000274	0.2738	
0.2314		0.014378375	1	0.000269	0.2692	
0.2287		0.014447	1	0.000266	0.2658	
0.2286		0.013816504	1	0.000266	0.2657	
TRAMO / RAMAL 7						
0.2202	126.84	0.014030236	1	0.000255	0.2552	146.99
0.2141		0.013490163	1	0.000248	0.2476	
0.2128		0.012754909	1	0.000246	0.2459	
TRAMO / RAMAL 8						
0.5969	343.83	0.012146215	1.5	0.000677	0.6770	389.93
0.5685		0.012391553	1.5	0.000642	0.6423	
0.4748		0.012257544	1.5	0.000529	0.5287	
0.4974		4.61386E-08	1.5	0.000556	0.5560	
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO						
0.0768	44.22	0.026011569	1	0.000082	0.0818	47.10
TRAMO / RAMAL 9						
0.0289	16.67	0.03882695	1	0.000029	0.0285	16.42
0.0858		0.023318356	1	0.000092	0.0922	53.13
0.0688		0.02462316	1	0.000073	0.0727	
0.1043		0.019944282	1	0.000114	0.1138	
0.1507		0.014697021	1	0.000169	0.1694	
0.2090		0.01433495	1	0.000241	0.2412	
0.2242		0.010701224	1	0.000260	0.2601	
0.2330		0.010532472	1	0.000271	0.2712	
0.2432		0.009276577	1	0.000284	0.2841	
TRAMO / RAMAL 10						
0.1354	77.99	0.010112993	1	0.000151	0.1509	86.93
0.1515		0.00000000	1	0.000170	0.1704	

A-4 Memoria de Cálculo de Análisis de cargas disponibles y línea de energía.

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD															
NIVELES ESTATICOS DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO															
Nuevo		560.568		msnm	Existente	521.304	msnm								
CHT Para analisis desobre presiones															
ANALISIS DE CARGAS DISPONIBLES Y LINEA DE ENERGIA															
NODO	TRAMOS		Cota de referencia	Longitud		COTA GEOMETRICA		CARGA ESTATICA	Velocidad de flujo		CARGA DE Velocidad	CARGA DINAMICA	PERDIDAS DE CARGA	Carga de velocidad	Carga piezometrica
	N°.	INICIAL		FINAL	msnm	m	Acumulada		INICIAL	FINAL					
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO															
CAPTACIÓN			566.773		0		566.773	0	0	0	0.00	0.00	0	566.773	566.773
2	CAPTACIÓN	2	561.152	37.91	37.91	566.773	561.152	5.62	0.789	1.923	0.19	5.81	0.712	565.538	566.250
3	2	3	538.392	77.37	115.28	561.152	538.392	28.38	0.713	2.478	0.31	28.69	1.203	564.680	565.883
4	3	4	524.385	47.19	162.47	538.392	524.385	42.39	0.713	2.551	0.33	42.72	0.734	565.637	566.371
5 TE	4	TE	521.304	21.29	183.76	524.385	521.304	45.47	0.713	2.484	0.31	45.78	0.331	566.426	566.757
TRAMO / RAMAL 1															
6	TE	6	520.459	7.44	191.20	521.304	520.459	0.85	0.300	0.491	0.01	0.86	0.023	521.270	521.293
7	6	7	511.531	33.80	225.00	520.459	511.531	9.77	0.300	1.093	0.06	9.83	0.106	521.153	521.259
8	7	8	499.503	36.51	261.51	511.531	499.503	21.80	0.300	1.475	0.11	21.91	0.114	521.187	521.301
9	8	9	487.684	47.82	309.33	499.503	487.684	33.62	0.300	1.671	0.14	33.76	0.149	521.148	521.297
10	9	10	467.571	65.30	374.63	487.684	467.571	53.73	0.300	1.909	0.19	53.92	0.204	521.082	521.286
11	10	11	466.823	5.51	380.14	467.571	466.823	54.48	0.300	1.908	0.19	54.67	0.017	521.456	521.473
TRAMO / RAMAL 2															
23	11	23	466.819	12.30	392.44	466.823	466.819	54.49	0.300	1.878	0.18	54.66	0.038	521.408	521.446
24	23	24	466.601	23.88	416.32	466.819	466.601	54.70	0.300	1.827	0.17	54.87	0.075	521.324	521.399
25	24	25	467.093	17.01	433.33	466.601	467.093	54.21	0.300	1.783	0.16	54.37	0.053	521.360	521.413
26	25	26	469.717	17.00	450.33	467.093	469.717	51.59	0.300	1.707	0.15	51.74	0.053	521.346	521.399
27	26	27	465.961	39.73	490.06	469.717	465.961	55.34	0.300	1.694	0.15	55.49	0.124	521.202	521.326
28	27	28	462.787	51.96	542.02	465.961	462.787	58.52	0.300	1.655	0.14	58.66	0.162	521.120	521.282
29	28	29	462.54	13.18	555.20	462.787	462.54	58.76	0.300	1.639	0.14	58.90	0.041	521.359	521.400
30	29	30	459.775	68.94	624.14	462.540	459.775	61.53	0.300	1.581	0.13	61.66	0.216	520.999	521.215
31	30	31	458.728	44.87	669.01	459.775	458.728	62.58	0.270	1.540	0.12	62.70	0.116	521.193	521.309
32	31	32	457.13	65.61	734.62	458.728	457.13	64.17	0.264	1.488	0.11	64.29	0.163	521.091	521.254
TRAMO / RAMAL 3															
33	32	33	459.698	23.59	758.21	457.130	459.698	61.61	0.59	1.10	0.06	61.67	0.421	520.523	520.944
34	33	34	463.224	35.43	793.64	459.698	463.224	58.08	0.59	1.04	0.06	58.14	0.633	520.093	520.726
35	34	35	466.64	34.30	827.94	463.224	466.64	54.66	0.58	0.99	0.05	54.71	0.588	520.178	520.766
36	35	36	473.387	87.81	915.75	466.640	473.387	47.92	0.58	0.88	0.04	47.96	1.505	518.334	519.839
37	36	37	475.02	29.90	945.65	473.387	475.02	46.28	0.58	0.85	0.04	46.32	0.512	520.317	520.829
38	37	38	478.952	32.22	977.87	475.020	478.952	42.35	0.58	0.80	0.03	42.38	0.552	520.233	520.785
39	38	39	481.441	25.48	1003.35	478.952	481.441	39.86	0.58	0.77	0.03	39.89	0.437	520.460	520.897
40	39	40	480.803	18.05	1021.40	481.441	480.803	40.50	0.58	0.77	0.03	40.53	0.309	520.716	521.025
41	40	41	483.285	41.44	1062.84	480.803	483.285	38.02	0.58	0.73	0.03	38.05	0.71	519.911	520.621
42	41	42	479.316	35.71	1098.55	483.285	479.316	41.99	0.57	0.75	0.03	42.02	0.586	520.161	520.747

ANALISIS DE CARGAS DISPONIBLES Y LINEA DE ENERGIA															
NODO	TRAMOS		Cota de referencia	Longitud		COTA GEOMETRICA		CARGA ESTATICA	Velocidad de flujo		CARGA DE	CARGA DINAMICA	PERDIDAS DE CARGA	Carga de velocidad	Carga piezometrica
				Tramo	Acumulada	INICIAL	FINAL	Linea de energia	Continuidad	Manning	Velocidad				
N°.	INICIAL	FINAL	msnm	m	m	msnm	msnm	m	m/s	m/s	V2/2g	mca	mca	mca	m
TRAMO / RAMAL 4															
43	32	43	457.636	28.36	1126.91	479.316	457.636	43.67	0.57	0.91	0.04	43.71	0.466	500.414	500.880
44	43	44	449.492	45.17	1172.08	457.636	449.492	71.81	0.57	0.95	0.05	71.86	0.742	519.866	520.608
45	44	45	451.486	25.57	1197.65	449.492	451.486	69.82	0.57	0.93	0.04	69.86	0.42	520.508	520.928
46	45	46	452.057	18.73	1216.38	451.486	452.057	69.25	0.57	0.92	0.04	69.29	0.308	520.731	521.039
47	46	47	451.565	21.86	1238.24	452.057	451.565	69.74	0.57	0.91	0.04	69.78	0.359	520.628	520.987
48	47	48	451.179	27.19	1265.43	451.565	451.179	70.13	0.57	0.90	0.04	70.17	0.447	520.452	520.899
49	48	49	450.618	28.92	1294.35	451.179	450.618	70.69	0.56	0.90	0.04	70.73	0.455	520.435	520.890
50	49	50	451.703	47.80	1342.15	450.618	451.703	69.60	0.54	0.87	0.04	69.64	0.719	519.905	520.624
51	50	51	452.68	30.00	1372.15	451.703	452.68	68.62	0.54	0.86	0.04	68.66	0.451	520.440	520.891
52	51	52	453.571	25.81	1397.96	452.680	453.571	67.73	0.54	0.85	0.04	67.77	0.388	520.564	520.952
53	52	53	451.022	43.73	1441.69	453.571	451.022	70.28	0.53	0.85	0.04	70.32	0.628	520.085	520.713
54	53	54	450.324	10.81	1452.50	451.022	450.324	70.98	0.53	0.85	0.04	71.02	0.155	521.031	521.186
55	54	55	447.858	33.18	1485.68	450.324	447.858	73.45	0.52	0.85	0.04	73.48	0.455	520.431	520.886
56	55	56	446.398	23.28	1508.96	447.858	446.398	74.91	0.52	0.85	0.04	74.94	0.319	520.703	521.022
57	56	57	445.012	22.96	1531.92	446.398	445.012	76.29	0.50	0.86	0.04	76.33	0.3	520.741	521.041
58	57	58	445.974	79.45	1611.37	445.012	445.974	75.33	0.50	0.83	0.04	75.37	1.038	519.263	520.301
59	58	59	445.693	14.09	1625.46	445.974	445.693	75.61	0.50	0.83	0.03	75.65	0.184	520.971	521.155
60	59	60	444.3	22.61	1648.07	445.693	444.3	77.00	0.50	0.83	0.04	77.04	0.295	520.749	521.044
61	60	61	444.342	36.76	1684.83	444.300	444.342	76.96	0.50	0.82	0.03	77.00	0.48	520.378	520.858
62	61	62	444.833	23.31	1708.14	444.342	444.833	76.47	0.50	0.81	0.03	76.50	0.305	520.728	521.033
63	62	63	446.003	26.01	1734.15	444.833	446.003	75.30	0.50	0.80	0.03	75.33	0.34	520.657	520.997
64	63	64	446.047	14.92	1749.07	446.003	446.047	75.26	0.48	0.80	0.03	75.29	0.176	520.984	521.160
65	64	65	446.055	56.02	1805.09	446.047	446.055	75.25	0.42	0.78	0.03	75.28	0.533	520.269	520.802
66	65	66	444.969	34.57	1839.66	446.055	444.969	76.34	0.42	0.78	0.03	76.37	0.329	520.677	521.006
67	66	67	445.288	10.13	1849.79	444.969	445.288	76.02	0.42	0.78	0.03	76.05	0.096	521.143	521.239
68	67	68	443.617	22.78	1872.57	445.288	443.617	77.69	0.42	0.78	0.03	77.72	0.217	520.901	521.118
69	68	69	440.397	84.29	1956.86	443.617	440.397	80.91	0.42	0.78	0.03	80.94	0.801	519.733	520.534
70	69	70	439.884	45.40	2002.26	440.397	439.884	81.42	0.40	0.77	0.03	81.45	0.383	520.568	520.951
71	70	71	442.997	27.29	2029.55	439.884	442.997	78.31	0.40	0.75	0.03	78.34	0.23	520.873	521.103
72	71	72	446.754	36.17	2065.72	442.997	446.754	74.55	0.40	0.73	0.03	74.58	0.305	520.721	521.026
73	72	73	447.495	66.61	2132.33	446.754	447.495	73.81	0.40	0.71	0.03	73.83	0.562	520.206	520.768
74	73	74	453	216.43	2348.76	447.495	453	68.30	0.38	0.65	0.02	68.33	1.715	517.896	519.611
TRAMO / RAMAL 5															
75	11	75	467.198	36.15	2384.91	0.000	467.198	54.11	0.17	0.76	0.03	54.14	0.04	521.253	521.293
76	75	76	467.155	26.02	2410.93	467.198	467.155	54.15	0.16	0.76	0.03	54.18	0.027	521.279	521.306
77	76	77	467.144	28.05	2438.98	467.155	467.144	54.16	0.16	0.75	0.03	54.19	0.027	521.279	521.306
78	77	78	469.256	59.98	2498.96	467.144	469.256	52.05	0.15	0.73	0.03	52.07	0.054	521.223	521.277
79	78	79	470.207	24.09	2523.05	469.256	470.207	51.10	0.15	0.72	0.03	51.12	0.02	521.290	521.310
80	79	80	470.06	41.84	2564.89	470.207	470.06	51.24	0.15	0.71	0.03	51.27	0.035	521.260	521.295
81	80	81	472.925	39.63	2604.52	470.060	472.925	48.38	0.14	0.69	0.02	48.40	0.028	521.272	521.300
82	81	82	474.479	52.77	2657.29	472.925	474.479	46.83	0.14	0.67	0.02	46.85	0.038	521.251	521.289
83	82	83	476.206	30.65	2687.94	474.479	476.206	45.10	0.13	0.65	0.02	45.12	0.02	521.286	521.306
84	83	84	481.225	57.03	2744.97	476.206	481.225	40.08	0.12	0.61	0.02	40.10	0.035	521.253	521.288
85	84	85	495.019	97.49	2842.46	481.225	495.019	26.29	0.12	0.69	0.01	26.30	0.059	521.198	521.257
86	85	86	491.611	25.08	2867.54	495.019	491.611	29.69	0.11	0.52	0.01	29.71	0.013	521.292	521.305
87	86	87	501.15	40.76	2908.30	491.611	501.15	20.15	0.11	0.43	0.01	20.16	0.019	521.275	521.294

ANÁLISIS DE CARGAS DISPONIBLES Y LINEA DE ENERGIA															
NODO	TRAMOS		Cota de referencia	Longitud		COTA GEOMETRICA		CARGA ESTÁTICA	Velocidad de flujo		CARGA DE	CARGA DINAMICA	PERDIDAS DE CARGA	Carga de velocidad	Carga piezometrica
				Tramo	Acumulada	INICIAL	FINAL	Linea de energia	Continuidad	Manning	Velocidad				
N°.	INICIAL	FINAL	msnm	m	m	msnm	msnm	m	m/s	m/s	V2/2g	mca	mca	mca	m
TRAMO / RAMAL 6															
88	75	88	465.917	39.06	2947.36	0.000	465.917	55.39	0.11	0.69	0.02	55.41	0.018	521.292	521.310
89	88	89	465.96	15.94	2963.30	465.917	465.96	55.34	0.11	0.69	0.02	55.37	0.007	521.314	521.321
90	89	90	468.226	36.77	3000.07	465.960	468.226	53.08	0.22	0.51	0.01	53.09	0.108	521.101	521.209
91	90	91	469.453	20.46	3020.53	468.226	469.453	51.85	0.21	0.50	0.01	51.86	0.054	521.209	521.263
92	91	92	471.487	46.55	3067.08	469.453	471.487	49.82	0.21	0.49	0.01	49.83	0.123	521.070	521.193
93	92	93	473.401	14.20	3081.28	471.487	473.401	47.90	0.20	0.48	0.01	47.91	0.033	521.250	521.283
94	93	94	475.403	48.08	3129.36	473.401	475.403	45.90	0.20	0.47	0.01	45.91	0.113	521.089	521.202
95	94	95	475.314	44.40	3173.76	475.403	475.314	45.99	0.20	0.46	0.01	46.00	0.104	521.107	521.211
96	95	96	474.6	17.32	3191.08	475.314	474.6	46.70	0.20	0.47	0.01	46.72	0.041	521.233	521.274
97	96	97	473.616	14.69	3205.77	474.600	473.616	47.69	0.20	0.47	0.01	47.70	0.034	521.247	521.281
98	97	98	472.158	18.94	3224.71	473.616	472.158	49.15	0.20	0.48	0.01	49.16	0.044	521.228	521.272
99	98	99	472.604	8.59	3233.30	472.158	472.604	48.70	0.20	0.47	0.01	48.71	0.02	521.275	521.295
100	99	100	473.995	33.41	3266.71	472.604	473.995	47.31	0.20	0.46	0.01	47.32	0.078	521.159	521.237
101	100	101	476.041	31.06	3297.77	473.995	476.041	45.26	0.19	0.45	0.01	45.27	0.064	521.186	521.250
102	101	102	476.494	40.41	3338.18	476.041	476.494	44.81	0.17	0.45	0.01	44.82	0.073	521.168	521.241
103	102	103	477.192	29.29	3367.47	476.494	477.192	44.11	0.17	0.44	0.01	44.12	0.053	521.208	521.261
104	103	104	478.431	25.74	3393.21	477.192	478.431	42.87	0.17	0.43	0.01	42.88	0.046	521.222	521.268
105	104	105	479.064	12.51	3405.72	478.431	479.064	42.24	0.17	0.43	0.01	42.25	0.022	521.269	521.291
106	105	106	481.699	33.31	3439.03	479.064	481.699	39.61	0.16	0.41	0.01	39.61	0.052	521.209	521.261
107	106	107	468.756	181.18	3620.21	481.699	468.756	52.55	0.13	0.46	0.01	52.56	0.200	520.915	521.115
108	107	108	469.818	42.15	3662.36	468.756	469.818	51.49	0.12	0.46	0.01	51.50	0.038	521.239	521.277
109	108	109	470.767	18.15	3680.51	469.818	470.767	50.54	0.12	0.45	0.01	50.55	0.017	521.280	521.297
110	109	110	470.227	41.49	3722.00	470.767	470.227	51.08	0.11	0.45	0.01	51.09	0.03	521.254	521.284
TRAMO / RAMAL 7															
111	109	111	473.552	32.85	3754.85	0.000	473.552	47.75	0.11	0.43	0.01	47.76	0.024	521.266	521.290
112	111	112	475.885	26.61	3781.46	473.552	475.885	45.42	0.09	0.42	0.01	45.43	0.015	521.283	521.298
113	112	113	476.391	5.85	3787.31	475.885	476.391	44.91	0.08	0.42	0.01	44.92	0.003	521.307	521.310
TRAMO / RAMAL 8															
114	88	114	480.368	33.76	3821.07	0.000	480.368	40.94	0.03	0.52	0.01	40.95	0.001	521.316	521.317
115	114	115	484.09	17.05	3838.12	480.368	484.09	37.21	0.03	0.50	0.01	37.23	0.001	521.315	521.316
116	115	116	495.323	47.12	3885.24	484.090	495.323	25.98	0.02	0.42	0.01	25.99	0.001	521.311	521.312
117	116	117	492.37	42.25	3927.49	495.323	492.37	28.93	0.00	0.44	0.01	28.94	0.000	521.314	521.314

ANÁLISIS DE CARGAS DISPONIBLES Y LINEA DE ENERGIA																
NODO	TRAMOS		Cota de referencia	Longitud		COTA GEOMETRICA		CARGA ESTATICA	Velocidad de flujo		CARGA DE	CARGA DINAMICA	PERDIDAS DE CARGA	Carga de velocidad	Carga piezometrica	
	Nº.	INICIAL		FINAL	msnm	Tramo	Acumulada	INICIAL	FINAL	Linea de energia	Continuidad					Manning
				m	m	msnm	msnm	m	m/s	m/s	V2/2g					
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO																
TN(2)	2	TN(2)	561.152	4.63	3932.12	561.152	560.568	0.58	0.17	0.15	0.00	0.59	0.008	561.137	561.145	
TRAMO / RAMAL 9																
12	TN(2)	12	559.684	9.00	3941.12	560.568	559.684	7.09	0.17	0.06	0.00	7.09	0.016	566.741	566.757	
13	12	13	552.647	75.20	4016.32	559.684	552.647	14.13	0.16	0.17	0.00	14.13	0.116	566.542	566.658	
14	13	14	555.402	57.67	4073.99	552.647	555.402	11.37	0.15	0.14	0.00	11.37	0.076	566.622	566.698	
15	14	15	548.547	54.39	4128.38	555.402	548.547	18.23	0.13	0.21	0.00	18.23	0.060	566.655	566.715	
16	15	16	535.212	42.78	4171.16	548.547	535.212	31.56	0.11	0.30	0.00	31.57	0.031	566.716	566.747	
17	16	17	510.543	106.77	4277.93	535.212	510.543	56.23	0.11	0.41	0.01	56.24	0.078	566.626	566.704	
18	17	18	502.531	35.86	4313.79	510.543	502.531	64.24	0.08	0.44	0.01	64.25	0.015	566.753	566.768	
19	18	19	497.254	41.66	4355.45	502.531	497.254	69.52	0.07	0.46	0.01	69.53	0.013	566.758	566.771	
20	19	20	491.053	34.05	4389.50	497.254	491.053	75.72	0.05	0.48	0.01	75.73	0.007	566.771	566.778	
TRAMO / RAMAL 10																
21	12	21	538.642	77.24	4466.74	491.053	538.642	28.13	0.04	0.27	0.00	28.13	0.009	566.759	566.768	
22	21	22	532.764	58.89	4525.63	538.642	532.764	34.01	0.04	0.30	0.00	34.01	0.000	566.778	566.778	

DISEÑO HIDRAULICO TUBERIA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD

DEL MANUAL TECNICO AMANCO					
				D (mm)	e (mm)
Tipo de tubería :	PVC hidráulico SDR - 26 de 1 1/2" de diámetro	112 mca	160 psi	44.55	1.85
Tipo de tubería :	PVC hidráulico SDR - 26 de 1" de diámetro	112 mca	160 psi	30.35	1.52

ANALISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE

NODO N°.	TRAMOS		CALCULO DEL TIEMPO DE CIERRE O TIEMPO DE MANIOBRA (Tc)							CALCULO DE LA FASE O PERIODO DE LA ONDA DE AGUA (T)					La sobrepresion producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solucion de Michaud Hsing (m)	Solucion de Allievi Hsing (m)	MAXIMA PRESION Pmax	COMPROBACIÓN	
	INICIAL	FINAL	C	m	V (m/s)	L (m)	g (m/s ²)	Hm o CHT (m)	Tc (seg ²)	K	D (m)	e (m)	a (seg)	Lc (m/s)						T (seg)
CAPTACIÓN A TANQUE DE ALMACENAMIENTO																				
CAPT																				
2	CAPT	2	0.6	1.98	1.92	37.91	9.81	5.62	3.22	33.33	0.045	0.00185	339.37	6432.70	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	4.62	66.53	10.24	OK
3	2	3	0.6	1.96	2.48	77.37	9.81	28.38	1.95	33.33	0.045	0.00185	339.37	13128.42	0.46	Cierre lento, Solución de Michaud	20.04	85.73	48.42	OK
4	3	4	0.6	1.98	2.55	47.19	9.81	42.39	1.17	33.33	0.045	0.00185	339.37	8007.37	0.28	Cierre lento, Solución de Michaud	20.94	88.25	63.33	OK
5	TE	4	0.6	1.99	2.48	21.29	9.81	45.47	0.84	33.33	0.045	0.00185	339.37	3612.56	0.13	Cierre lento, Solución de Michaud	12.90	85.95	58.37	OK
TRAMO / RAMAL 1																				
6	TE	6	0.6	2.00	0.49	7.44	9.81	0.85	1.48	33.33	0.045	0.00185	339.37	1262.45	0.04	Cierre lento, Solución de Michaud	0.50	16.97	1.35	OK
7	6	7	0.6	1.98	1.09	33.80	9.81	9.77	1.36	33.33	0.045	0.00185	339.37	5735.30	0.20	Cierre lento, Solución de Michaud	5.52	37.81	15.29	OK
8	7	8	0.6	1.98	1.47	36.51	9.81	21.80	1.10	33.33	0.045	0.00185	339.37	6195.15	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	9.99	51.02	31.79	OK
9	8	9	0.6	1.98	1.67	47.82	9.81	33.62	1.08	33.33	0.045	0.00185	339.37	8114.27	0.28	Cierre lento, Solución de Michaud	15.10	57.80	48.72	OK
10	9	10	0.6	1.97	1.91	65.30	9.81	53.73	1.07	33.33	0.045	0.00185	339.37	11080.34	0.38	Cierre lento, Solución de Michaud	23.86	66.04	77.59	OK
11	10	11	0.6	2.00	1.91	5.51	9.81	54.48	0.64	33.33	0.045	0.00185	339.37	934.96	0.03	Cierre lento, Solución de Michaud	3.35	66.01	57.83	OK
TRAMO / RAMAL 2																				
23	11	23	0.6	1.99	1.88	12.30	9.81	54.49	0.69	33.33	0.045	0.00185	339.37	2087.11	0.07	Cierre lento, Solución de Michaud	6.86	64.97	61.35	OK
24	23	24	0.6	1.99	1.83	23.88	9.81	54.70	0.76	33.33	0.045	0.00185	339.37	4052.04	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	11.68	63.20	66.38	OK
25	24	25	0.6	1.99	1.78	17.01	9.81	54.21	0.71	33.33	0.045	0.00185	339.37	2886.32	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	8.66	61.67	62.88	OK
26	25	26	0.6	1.99	1.71	17.00	9.81	51.59	0.71	33.33	0.045	0.00185	339.37	2884.62	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	8.28	59.04	59.87	OK
27	26	27	0.6	1.98	1.69	39.73	9.81	55.34	0.85	33.33	0.045	0.00185	339.37	6741.53	0.23	Cierre lento, Solución de Michaud	16.23	58.59	71.57	OK
28	27	28	0.6	1.97	1.66	51.96	9.81	58.52	0.90	33.33	0.045	0.00185	339.37	8816.76	0.31	Cierre lento, Solución de Michaud	19.57	57.25	78.09	OK
29	28	29	0.6	1.99	1.64	13.18	9.81	58.76	0.67	33.33	0.045	0.00185	339.37	2236.43	0.08	Cierre lento, Solución de Michaud	6.53	56.69	65.29	OK
30	29	30	0.6	1.97	1.58	68.94	9.81	61.53	0.95	33.33	0.045	0.00185	339.37	11697.98	0.41	Cierre lento, Solución de Michaud	23.27	54.69	84.80	OK
31	30	31	0.6	1.98	1.54	44.87	9.81	62.58	0.82	33.33	0.045	0.00185	339.37	7613.70	0.26	Cierre lento, Solución de Michaud	17.12	53.26	79.70	OK
32	31	32	0.6	1.97	1.49	65.61	9.81	64.17	0.90	33.33	0.045	0.00185	339.37	11132.94	0.39	Cierre lento, Solución de Michaud	21.99	51.46	86.16	OK
TRAMO / RAMAL 3																				
33	32	33	0.6	1.99	1.10	23.59	9.81	61.61	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	4370.42	0.13	Cierre lento, Solución de Michaud	7.69	41.37	69.30	OK
34	33	34	0.6	1.98	1.04	35.43	9.81	58.08	0.73	33.33	0.030	0.00152	370.53	6563.97	0.19	Cierre lento, Solución de Michaud	10.32	39.28	68.40	OK
35	34	35	0.6	1.98	0.99	34.30	9.81	54.66	0.73	33.33	0.030	0.00152	370.53	6354.62	0.19	Cierre lento, Solución de Michaud	9.53	37.33	64.19	OK
36	35	36	0.6	1.96	0.88	87.81	9.81	47.92	0.92	33.33	0.030	0.00152	370.53	16268.20	0.47	Cierre lento, Solución de Michaud	17.11	33.27	65.02	OK
37	36	37	0.6	1.99	0.85	29.90	9.81	46.28	0.71	33.33	0.030	0.00152	370.53	5539.45	0.16	Cierre lento, Solución de Michaud	7.30	32.19	53.59	OK
38	37	38	0.6	1.98	0.80	32.22	9.81	42.35	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	5969.27	0.17	Cierre lento, Solución de Michaud	7.29	30.31	49.64	OK
39	38	39	0.6	1.99	0.77	25.48	9.81	39.86	0.70	33.33	0.030	0.00152	370.53	4720.58	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	5.71	29.05	45.57	OK
40	39	40	0.6	1.99	0.77	18.05	9.81	40.50	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	3344.05	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	4.22	29.02	44.72	OK
41	40	41	0.6	1.98	0.73	41.44	9.81	38.02	0.76	33.33	0.030	0.00152	370.53	7677.42	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	8.11	27.58	46.13	OK
42	41	42	0.6	1.98	0.75	35.71	9.81	41.99	0.73	33.33	0.030	0.00152	370.53	6615.85	0.19	Cierre lento, Solución de Michaud	7.52	28.48	49.51	OK

A-5 Memoria de Cálculo de Análisis de sobrepresión.

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE																				
NODO	TRAMOS		CALCULO DEL TIEMPO DE CIERRE O TIEMPO DE MANIOBRA (Tc)							CALCULO DE LA FASE O PERIODO DE LA ONDA DE AGUA (T)					La sobrepresion producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solucion de	Solucion de	MAXIMA	COMPROBACIÓN	
			C	m	V	L	g	Hm o CHT	Tc	K	D	e	a	Lc		T	Michaud	Allievi		PRESION
Nº.	INICIAL	FINAL			(m/s)	(m)	(m/s2)	(m)	(seg2)		(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)	(seg)	Hsing (m)	Hsing (m)	Pmax	
TRAMO / RAMAL 4																				
43	32	43	0.6	1.99	0.91	28.36	9.81	43.67	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	5254.14	0.15	Cierre lento, Solución de Michaud	7.33	34.49	51.00	OK
44	43	44	0.6	1.98	0.95	45.17	9.81	71.81	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	8368.46	0.24	Cierre lento, Solución de Michaud	12.14	35.88	83.96	OK
45	44	45	0.6	1.99	0.93	25.57	9.81	69.82	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	4737.25	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	7.22	35.01	77.04	OK
46	45	46	0.6	1.99	0.92	18.73	9.81	69.25	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	3470.03	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	5.38	34.60	74.63	OK
47	46	47	0.6	1.99	0.91	21.86	9.81	69.74	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	4049.91	0.12	Cierre lento, Solución de Michaud	6.17	34.41	75.91	OK
48	47	48	0.6	1.99	0.90	27.19	9.81	70.13	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	5037.38	0.15	Cierre lento, Solución de Michaud	7.47	34.13	77.59	OK
49	48	49	0.6	1.99	0.90	28.92	9.81	70.69	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	5357.89	0.16	Cierre lento, Solución de Michaud	7.84	33.88	78.53	OK
50	49	50	0.6	1.98	0.87	47.80	9.81	69.60	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	8855.71	0.26	Cierre lento, Solución de Michaud	11.82	33.02	81.42	OK
51	50	51	0.6	1.99	0.86	30.00	9.81	68.62	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	5557.98	0.16	Cierre lento, Solución de Michaud	7.77	32.43	76.39	OK
52	51	52	0.6	1.99	0.85	25.81	9.81	67.73	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	4781.71	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	6.69	31.92	74.42	OK
53	52	53	0.6	1.98	0.85	43.73	9.81	70.28	0.71	33.33	0.030	0.00152	370.53	8101.68	0.24	Cierre lento, Solución de Michaud	10.70	32.01	80.98	OK
54	53	54	0.6	1.99	0.85	10.81	9.81	70.98	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2002.72	0.06	Cierre lento, Solución de Michaud	2.99	32.05	73.97	OK
55	54	55	0.6	1.98	0.85	33.18	9.81	73.45	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	6147.12	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	8.51	32.23	81.96	OK
56	55	56	0.6	1.99	0.85	23.28	9.81	74.91	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4312.99	0.13	Cierre lento, Solución de Michaud	6.21	32.29	81.11	OK
57	56	57	0.6	1.99	0.86	22.96	9.81	76.29	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4253.71	0.12	Cierre lento, Solución de Michaud	6.14	32.34	82.44	OK
58	57	58	0.6	1.96	0.83	79.45	9.81	75.33	0.77	33.33	0.030	0.00152	370.53	14719.38	0.43	Cierre lento, Solución de Michaud	17.34	31.33	92.67	OK
59	58	59	0.6	1.99	0.83	14.09	9.81	75.61	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2610.40	0.08	Cierre lento, Solución de Michaud	3.77	31.25	79.38	OK
60	59	60	0.6	1.99	0.83	22.61	9.81	77.00	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4188.86	0.12	Cierre lento, Solución de Michaud	5.89	31.32	82.89	OK
61	60	61	0.6	1.98	0.82	36.76	9.81	76.96	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	6810.38	0.20	Cierre lento, Solución de Michaud	9.05	30.97	86.01	OK
62	61	62	0.6	1.99	0.81	23.31	9.81	76.47	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4318.55	0.13	Cierre lento, Solución de Michaud	5.93	30.66	82.40	OK
63	62	63	0.6	1.99	0.80	26.01	9.81	75.30	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	4818.77	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	6.46	30.20	81.76	OK
64	63	64	0.6	1.99	0.80	14.92	9.81	75.26	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2764.17	0.08	Cierre lento, Solución de Michaud	3.83	30.06	79.09	OK
65	64	65	0.6	1.97	0.78	56.02	9.81	75.25	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	10378.60	0.30	Cierre lento, Solución de Michaud	12.47	29.59	87.72	OK
66	65	66	0.6	1.98	0.78	34.57	9.81	76.34	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	6404.64	0.19	Cierre lento, Solución de Michaud	8.20	29.52	84.54	OK
67	66	67	0.6	1.99	0.78	10.13	9.81	76.02	0.62	33.33	0.030	0.00152	370.53	1876.74	0.05	Cierre lento, Solución de Michaud	2.59	29.38	78.60	OK
68	67	68	0.6	1.99	0.78	22.78	9.81	77.69	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4220.36	0.12	Cierre lento, Solución de Michaud	5.61	29.51	83.30	OK
69	68	69	0.6	1.96	0.78	84.29	9.81	80.91	0.76	33.33	0.030	0.00152	370.53	15616.07	0.45	Cierre lento, Solución de Michaud	17.58	29.45	98.49	OK
70	69	70	0.6	1.98	0.77	45.40	9.81	81.42	0.69	33.33	0.030	0.00152	370.53	8411.07	0.25	Cierre lento, Solución de Michaud	10.42	29.21	91.84	OK
71	70	71	0.6	1.99	0.75	27.29	9.81	78.31	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	5055.91	0.15	Cierre lento, Solución de Michaud	6.42	28.46	84.73	OK
72	71	72	0.6	1.98	0.73	36.17	9.81	74.55	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	6701.07	0.20	Cierre lento, Solución de Michaud	8.01	27.53	82.56	OK
73	72	73	0.6	1.97	0.71	66.61	9.81	73.81	0.73	33.33	0.030	0.00152	370.53	12340.56	0.36	Cierre lento, Solución de Michaud	13.30	26.97	87.11	OK
74	73	74	0.6	1.89	0.65	216.43	9.81	68.30	1.00	33.33	0.030	0.00152	370.53	40097.11	1.17	Cierre rapido, Solución de Allievi	28.89	24.73	93.03	OK
TRAMO / RAMAL 5																				
75	11	75	0.6	1.98	0.76	36.15	9.81	54.11	0.70	33.33	0.045	0.00185	339.37	6134.06	0.21	Cierre lento, Solución de Michaud	7.97	26.26	62.07	OK
76	75	76	0.6	1.99	0.76	26.02	9.81	54.15	0.67	33.33	0.045	0.00185	339.37	4415.17	0.15	Cierre lento, Solución de Michaud	5.95	26.13	60.10	OK
77	76	77	0.6	1.99	0.75	28.05	9.81	54.16	0.68	33.33	0.045	0.00185	339.37	4759.62	0.17	Cierre lento, Solución de Michaud	6.33	25.98	60.49	OK
78	77	78	0.6	1.97	0.73	59.98	9.81	52.05	0.77	33.33	0.045	0.00185	339.37	10177.62	0.35	Cierre lento, Solución de Michaud	11.58	25.17	63.63	OK
79	78	79	0.6	1.99	0.72	24.09	9.81	51.10	0.67	33.33	0.045	0.00185	339.37	4087.68	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	5.27	24.83	56.37	OK
80	79	80	0.6	1.98	0.71	41.84	9.81	51.24	0.72	33.33	0.045	0.00185	339.37	7099.56	0.25	Cierre lento, Solución de Michaud	8.48	24.66	59.72	OK
81	80	81	0.6	1.98	0.69	39.63	9.81	48.38	0.71	33.33	0.045	0.00185	339.37	6724.56	0.23	Cierre lento, Solución de Michaud	7.79	23.79	56.16	OK
82	81	82	0.6	1.97	0.67	52.77	9.81	46.83	0.75	33.33	0.045	0.00185	339.37	8954.20	0.31	Cierre lento, Solución de Michaud	9.59	23.18	56.41	OK
83	82	83	0.6	1.98	0.65	30.65	9.81	45.10	0.69	33.33	0.045	0.00185	339.37	5200.80	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	5.92	22.63	51.02	OK
84	83	84	0.6	1.97	0.61	57.03	9.81	40.08	0.77	33.33	0.045	0.00185	339.37	9677.05	0.34	Cierre lento, Solución de Michaud	9.17	21.14	49.25	OK
85	84	85	0.6	1.95	0.49	97.49	9.81	26.29	0.96	33.33	0.045	0.00185	339.37	16542.45	0.57	Cierre lento, Solución de Michaud	10.12	16.93	36.41	OK
86	85	86	0.6	1.99	0.52	25.08	9.81	29.69	0.69	33.33	0.045	0.00185	339.37	4255.66	0.15	Cierre lento, Solución de Michaud	3.84	17.88	33.53	OK
87	86	87	0.6	1.98	0.43	40.76	9.81	20.15	0.77	33.33	0.045	0.00185	339.37	6916.30	0.24	Cierre lento, Solución de Michaud	4.57	14.74	24.73	OK

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE																					
NODO	TRAMOS		CÁLCULO DEL TIEMPO DE CIERRE O TIEMPO DE MANIOBRA (Tc)							CÁLCULO DE LA FASE O PERIODO DE LA ONDA DE AGUA (T)					La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solución de	Solución de	MAXIMA	COMPROBACIÓN		
	N°.	INICIAL	FINAL	C	m	V (m/s)	L (m)	g (m/s ²)	Hm o CHT (m)	Tc (seg ²)	K	D (m)	e (m)	a (seg)		Lc (m/s)	T (seg)	Michaud		Allievi	PRESION
																	Hsing (m)	Hsing (m)	Pmax		
TRAMO / RAMAL 6																					
88	75	88	0.6	1.98	0.69	39.06	9.81	55.39	0.70	33.33	0.045	0.00185	339.37	6627.84	0.23	Cierre lento, Solución de Michaud	7.88	23.90	63.26	OK	
89	88	89	0.6	1.99	0.69	15.94	9.81	55.34	0.64	33.33	0.045	0.00185	339.37	2704.76	0.09	Cierre lento, Solución de Michaud	3.50	23.83	58.84	OK	
90	89	90	0.6	1.98	0.51	36.77	9.81	53.08	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	6812.23	0.20	Cierre lento, Solución de Michaud	5.71	19.33	58.79	OK	
91	90	91	0.6	1.99	0.50	20.46	9.81	51.85	0.64	33.33	0.030	0.00152	370.53	3790.54	0.11	Cierre lento, Solución de Michaud	3.28	19.04	55.14	OK	
92	91	92	0.6	1.98	0.49	46.55	9.81	49.82	0.69	33.33	0.030	0.00152	370.53	8624.13	0.25	Cierre lento, Solución de Michaud	6.72	18.53	56.54	OK	
93	92	93	0.6	1.99	0.48	14.20	9.81	47.90	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2630.78	0.08	Cierre lento, Solución de Michaud	2.21	18.14	50.11	OK	
94	93	94	0.6	1.98	0.47	48.08	9.81	45.90	0.70	33.33	0.030	0.00152	370.53	8907.59	0.26	Cierre lento, Solución de Michaud	6.55	17.62	52.45	OK	
95	94	95	0.6	1.98	0.46	44.40	9.81	45.99	0.69	33.33	0.030	0.00152	370.53	8225.81	0.24	Cierre lento, Solución de Michaud	6.08	17.52	52.07	OK	
96	95	96	0.6	1.99	0.47	17.32	9.81	46.70	0.64	33.33	0.030	0.00152	370.53	3208.81	0.09	Cierre lento, Solución de Michaud	2.59	17.60	49.30	OK	
97	96	97	0.6	1.99	0.47	14.69	9.81	47.69	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2721.56	0.08	Cierre lento, Solución de Michaud	2.24	17.74	49.92	OK	
98	97	98	0.6	1.99	0.48	18.94	9.81	49.15	0.64	33.33	0.030	0.00152	370.53	3508.94	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	2.88	17.95	52.03	OK	
99	98	99	0.6	2.00	0.47	8.59	9.81	48.70	0.62	33.33	0.030	0.00152	370.53	1591.43	0.05	Cierre lento, Solución de Michaud	1.34	17.85	50.04	OK	
100	99	100	0.6	1.98	0.46	33.41	9.81	47.31	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	6189.73	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	4.74	17.51	52.05	OK	
101	100	101	0.6	1.98	0.45	31.06	9.81	45.26	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	5754.36	0.17	Cierre lento, Solución de Michaud	4.31	17.05	49.58	OK	
102	101	102	0.6	1.98	0.45	40.41	9.81	44.81	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	7486.60	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	5.40	16.86	50.21	OK	
103	102	103	0.6	1.99	0.44	29.29	9.81	44.11	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	5426.44	0.16	Cierre lento, Solución de Michaud	4.00	16.66	48.11	OK	
104	103	104	0.6	1.99	0.43	25.74	9.81	42.87	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4768.75	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	3.48	16.37	46.36	OK	
105	104	105	0.6	1.99	0.43	12.51	9.81	42.24	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	2317.68	0.07	Cierre lento, Solución de Michaud	1.75	16.22	43.99	OK	
106	105	106	0.6	1.98	0.41	33.31	9.81	39.61	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	6171.21	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	4.20	15.64	43.80	OK	
107	106	107	0.6	1.91	0.46	181.18	9.81	52.55	0.91	33.33	0.030	0.00152	370.53	33566.48	0.98	Cierre rapido, Solución de Allievi	18.79	17.51	70.06	OK	
108	107	108	0.6	1.98	0.46	42.15	9.81	51.49	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	7808.96	0.23	Cierre lento, Solución de Michaud	5.81	17.23	57.29	OK	
109	108	109	0.6	1.99	0.45	18.15	9.81	50.54	0.63	33.33	0.030	0.00152	370.53	3362.58	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	2.64	17.04	53.17	OK	
110	109	110	0.6	1.98	0.45	41.49	9.81	51.08	0.67	33.33	0.030	0.00152	370.53	7686.68	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	5.66	17.03	56.74	OK	
TRAMO / RAMAL 7																					
111	109	111	0.6	1.98	0.43	32.85	9.81	47.75	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	6085.99	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	4.40	16.40	52.16	OK	
112	111	112	0.6	1.99	0.42	26.61	9.81	45.42	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	4929.93	0.14	Cierre lento, Solución de Michaud	3.52	15.95	48.94	OK	
113	112	113	0.6	2.00	0.42	5.85	9.81	44.91	0.61	33.33	0.030	0.00152	370.53	1083.81	0.03	Cierre lento, Solución de Michaud	0.82	15.85	45.73	OK	
TRAMO / RAMAL 8																					
114	88	114	0.6	1.98	0.52	33.76	9.81	40.94	0.69	33.33	0.045	0.00185	339.37	5728.52	0.20	Cierre lento, Solución de Michaud	5.24	18.10	46.18	OK	
115	114	115	0.6	1.99	0.50	17.05	9.81	37.21	0.65	33.33	0.045	0.00185	339.37	2893.10	0.10	Cierre lento, Solución de Michaud	2.68	17.24	39.89	OK	
116	115	116	0.6	1.98	0.42	47.12	9.81	25.98	0.75	33.33	0.045	0.00185	339.37	7995.49	0.28	Cierre lento, Solución de Michaud	5.32	14.40	31.30	OK	
117	116	117	0.6	1.98	0.44	42.25	9.81	28.93	0.73	33.33	0.045	0.00185	339.37	7169.13	0.25	Cierre lento, Solución de Michaud	5.16	15.08	34.09	OK	

ANÁLISIS DE SINGULARIDADES - GOLPE DE ARIETE																				
NODO	TRAMOS		CÁLCULO DEL TIEMPO DE CIERRE O TIEMPO DE MANIOBRA (Tc)							CÁLCULO DE LA FASE O PERIODO DE LA ONDA DE AGUA (T)						La sobrepresión producida por el Golpe de Ariete se procede a comparar los tiempos hallados: Tc < T	Solución de Michaud	Solución de Allievi	MAXIMA PRESION	COMPROBACIÓN
	Nº.	INICIAL	FINAL	C	m	V (m/s)	L (m)	g (m/s ²)	Hm o CHT (m)	Tc (seg ²)	K	D (m)	e (m)	a (seg)	Lc (m/s)		T (seg)	Hsing (m)	Hsing (m)	
CAPTACIÓN A TANQUE NUEVO DE ALMACENAMIENTO																				
TN(2)			0.6	2.00	0.15	4.63	9.81	0.58	0.84	33.33	0.030	0.00152	370.53	857.78	0.02	Cierre lento, Solución de Michaud	0.17	5.72	0.75	OK
TRAMO / RAMAL 9																				
12	TN(2)	12	0.6	2.00	0.06	9.00	9.81	7.09	0.61	33.33	0.030	0.00152	370.53	1667.39	0.05	Cierre lento, Solución de Michaud	0.17	2.16	7.26	OK
13	12	13	0.6	1.96	0.17	75.20	9.81	14.13	0.78	33.33	0.030	0.00152	370.53	13932.00	0.41	Cierre lento, Solución de Michaud	3.33	6.39	17.45	OK
14	13	14	0.6	1.97	0.14	57.67	9.81	11.37	0.74	33.33	0.030	0.00152	370.53	10684.29	0.31	Cierre lento, Solución de Michaud	2.16	5.13	13.53	OK
15	14	15	0.6	1.97	0.21	54.39	9.81	18.23	0.72	33.33	0.030	0.00152	370.53	10076.61	0.29	Cierre lento, Solución de Michaud	3.15	7.77	21.38	OK
16	15	16	0.6	1.98	0.30	42.78	9.81	31.56	0.68	33.33	0.030	0.00152	370.53	7925.68	0.23	Cierre lento, Solución de Michaud	3.80	11.22	35.37	OK
17	16	17	0.6	1.95	0.41	106.77	9.81	56.23	0.76	33.33	0.030	0.00152	370.53	19780.84	0.58	Cierre lento, Solución de Michaud	11.88	15.57	68.11	OK
18	17	18	0.6	1.98	0.44	35.86	9.81	64.24	0.65	33.33	0.030	0.00152	370.53	6643.64	0.19	Cierre lento, Solución de Michaud	4.97	16.70	69.22	OK
19	18	19	0.6	1.98	0.46	41.66	9.81	69.52	0.66	33.33	0.030	0.00152	370.53	7718.18	0.22	Cierre lento, Solución de Michaud	5.95	17.36	75.47	OK
20	19	20	0.6	1.98	0.48	34.05	9.81	75.72	0.64	33.33	0.030	0.00152	370.53	6308.31	0.18	Cierre lento, Solución de Michaud	5.17	18.12	80.89	OK
TRAMO / RAMAL 10																				
21	12	21	0.6	1.96	0.27	77.24	9.81	28.13	0.75	33.33	0.030	0.00152	370.53	14309.94	0.42	Cierre lento, Solución de Michaud	5.63	10.09	33.76	OK
22	21	22	0.6	1.97	0.30	58.89	9.81	34.01	0.70	33.33	0.030	0.00152	370.53	10910.31	0.32	Cierre lento, Solución de Michaud	5.10	11.28	39.10	OK

A-6 Presupuesto

Proyecto : Agua y Saneamiento comunidad El Naranjo Municipio: San Juan de Limay Departamento: Esteli								
COD	ACTIVIDAD	UM	CANT	MO		MAT		COSTO TOTAL GLOBAL
				CU	CT	CU	CT	
310	PRELIMINARES							
	LIMPIEZA INICIAL	ML	376.78	-		22.4	17970	17992.4
	TRAZO Y NIVELACION			-				
	TRAZO Y NIVELACION PARA TUBERIAS (INCL. ESTACAS DE MADERA + MANO DE OBRA TOPOGRAFIA)	ML	1,424.39	-		0.37	3342	3342.37
320	ROTULO							
	ROTULO TIPO FISE DE 1.22 m x 2.44 m (ESTRUCTURA METALICA & ZINC LISO) CON BASES DE CONCRETO REF.	C/U	1	-		602.7	602.7	1205.4
	LÍNEA DE CONDUCCION							
	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	105.00	23.70	119.04	4.345	456.18	63,343.08
	Tubo PVC de 1 1/2	ML	19.00	-	-	17.14	325.71	6,514.29
	Pega PVC marca Durman	GLN	1.00	-	-	11.43	11.43	22.86
	PRUEBA HIDROSTATICA (DE PRESION y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y ACCESORIOS PVC	C/U	1.00	88.64	96.63	96.625	96.63	378.51
	VALVULAS Y ACCESORIOS							
	VALVULA DE PASE DE MARIPOSA DE BRONCE Diám.=1 1/2" CON PROTECTOR DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO(INCL. EXCAVACION)	C/U	8.00	23.70	23.7	15.11	120.84	1,466.79
	Valvula de Pase de mariposa de Bronce	C/U	8.00	-	-	7.14	57.14	514.29
	Cemento para fijar Tubo	BLS	4.00	-	-	10.00	40.00	200.00
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF. +CONCRETO DE 3,000 PSI DE Ancho=1.00m,Largo=2.00m,Alt.=0.50m CON REPELLO y FINO CORRIENTE(INCL. EXC	C/U	2.00	23.70	23.7	151.3	302.61	1,002.63
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIO	C/U	6.00	-	-	61.08	366.51	2565.55
	ACCESORIOS DE TUBERIA	C/U	3.00	-	-	1.39	4.179	158.91
Tee lisa PVC de 1 1/2"	C/U	1.00	-	-	1.43	1.5	48.90	
Codo Liso PVC de 1 1/2 x 22.5°	C/U	1.00	-	-	1.50	1.5	50.40	
Codo Liso PVC de 1 1/2 x 45°	C/U	1.00	-	-	1.25	1.25	49.90	

COD	ACTIVIDAD	UM	CANT	MO		MAT		COSTO TOTAL GLOBAL
				CU	CT	CU	CT	
330	LINEA DE DISTRIBUCION							
	TUBERIA DE PVC Diám.=1½" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	1,236.00	7.99	239.7	3.22	3979.66	4230.57
	Tubo PVC de 1 1/2	ML	207.00	15.71	157.1	17.14	3548.57	3738.52
	Pega PVC marca Durman	Gln	3.00	15.71	34.29	11.43	34.29	95.71
	TUBERIA DE PVC Diám.=3/4" (SDR-26) (ASTM D2241) (JUNTA CEMENTADA) (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	3,005.00	23.70	237	15.12	7903.55	8,179.37
	Tubo PVC de 3/4" SDR 26	ML	501.00	23.70	237	15.12	7575.12	7,850.94
	Pega PVC marca Durman	Gln	8.00	-	-	11.43	91.4	363.56
	PRUEBA HIDROSTÁTICA (DE PRESIÓN y DE ESTANQUEIDAD)(CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA y	C/U	25.00	88.64	1449.38	57.98	1449.38	3,045.37
	VALVULA DE PASE DE MARIPOSA DE BRONCE Diám.=1 1/2" CON PROTECTOR DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO(INCL. EXCAVACION)	C/U	45.00	23.70	237	17.52	788.43	1,066.65
	Valvula de Pase de mariposa de Bronce	C/U	45.00	-	-	7.14	321.43	589.27
	Cemento para fijar Tubo	BLS	23.00	-	-	10.00	230.00	500.70
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF.+CONCRETO DE 3,000 PSI DE	C/U	5.00	23.70	189.6	179.16	895.80	1,288.26
	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO PARA ACCESORIO	C/U	52.00	15.71	355.5	34.38	1787.7617	2,193.35
	ACCESORIOS DE TUBERIA							
TEE LISA DE PVC Diám.=1 1/2" GR 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	4.00	-	-	1.43	5.71	28.57	
TEE LISA DE PVC Diám.= 3/4" GR 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	2.00	-	-	1.3	2.6	7.80	
CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 22.5° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	6.00	-	-	1.5	9	63.00	
CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	10.00	-	-	1.25	12.5	137.50	
CODO LISO DE PVC Diám.=1½", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	5.00	-	-	1	5	30.00	
CODO LISO DE PVC Diám.=3/4", 22.5° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	16.00	-	-	1.5	24	408.00	
CODO LISO DE PVC Diám.= 3/4", 45° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	11.00	-	-	1.25	13.75	165.00	
CODO LISO DE PVC Diám.= 3/4", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	5.00	-	-	1.00	5	30.00	

COD	ACTIVIDAD	UM	CANT	MO		MAT		COSTO TOTAL GLOBAL
				CU	CT	CU	CT	
335	TANQUE DE ALMACENAMIENTO CONCRETO 10 m3							
	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	m3	13.82	7.99	119.85	8.67	119.85	256.36
	CORTE MANUAL DE TERRENO	m3	19.58	7.99	47.94	3.47	47.94	107.34
	RELLENO MANUAL CON MATERIAL SELECTO DEBAJO DE FUNDACIONES (INCL. COSTO DE MATERIAL)	m3	1.73	7.99	71.91	41.61	71.91	193.42
	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m CON 6 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS Cal.#13½ (INCL. BASES DE CONCRETO DE 2,500 PSI)	ML	11.60	23.70	198.4	55.64	645.41	923.15
	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO Diám.=0.25m(10")Alt.=2.00m y POSTES DE MADERA PINO Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS L=4.25m,Alt.=1.40m	C/U	1.00	23.70	23.7	108.27	108.27	263.94
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF.+CONCRETO DE 3,000 PSI+PARED DE LADRILLO CUARTERON DE Ancho 1=0.75m,Ancho 2=0.75m,Alt.=0.65m(INCL. EXC	C/U	2.00	23.70	47.4	177.03	354.07	602.20
	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON 2 BRIDAS (o FLANGES) DE HIERRO	C/U	2.00	15.71	15.71	207.855	415.71	654.985
	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diam.=2" CON BRIDA (o FLANGE) DE PVC (2 C/U) +	C/U	1.00	15.71	15.71	35.71	35.71	102.84
	PINTURA EPOXICA BLANCA (INCL. CATALIZADOR EPÓXICO BLANCO) SOBRE PAREDES DE TANQUES DE	m2	28.80	15.71	31.42	37.55	1081.42	1166.10
340	FUENTE Y OBRAS DE TOMA							
	CERCO (A) DE POSTES DE CONCRETO PRETENSADO Alt.=2.55m CON 6 HILADAS DE ALAMBRE DE PÚAS Cal.#13½ (INCL. BASES DE CONCRETO DE 2,500 PSI)	ML	80	23.707	126.8	10.54	843.55	1004.605
	PORTÓN DE POSTES DE MADERA DE PINO Diám.=0.25m(10")Alt.=2.00m y POSTES DE MADERA PINO Diám.=0.125m(5")CON FORRO DE ALAMBRE DE PÚAS L=4.25m,Alt.=1.40m	C/U	1	23.71	23.71	103.71	103.71	254.83
	ANÁLISIS BIOLÓGICOS-BACTERIOLÓGICO COMPLETO(Bacterias coliformes fecales y totales, Escherichia Coli) DE 1(UNA);ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA (ARSÉNICO) DE 1(UNA) MUESTRA MUESTRA DE	C/U	3		-	184.91	554.73	739.64
CAMARA DE INFILTRACION	C/U	1.00	19.42	38.84	71.69	71.69	201.64	

COD	ACTIVIDAD	UM	CANT	MO		MAT		COSTO TOTAL GLOBAL
				CU	CT	CU	CT	
360	PLANTA DE PURIFICACION							
	CAPACITACION A TRES(3)PERSONAS POR TREINTA(30)HRS PARA MANEJO DE PLANTA	C/U	3.00	300.00	900	738	2214	4152.00
	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO DE 2,500 PSI REF. Ancho 1=0.80m,Ancho 2=0.80m,Alt.=0.85m(NO INCL.	C/U	1.00	23.71	47.41	115.79	115.79	302.71
	CONCRETO DE 3,000 PSI FILTRO OXIDACION (MEZCLADO A MANO) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	1.83	23.71	95.371	259.40	474.45	852.927
504	CONCRETO DE 3,000 PSI CEMENTADOR (MEZCLADO A MANO)	M3	14.70	23.71	715.29	224.02	3293.14	4256.16
	CONCRETO DE 3,000 PSI Filtro Lento de Arena (MEZCLADO A MANO)	M3	30.36	23.71	715.29	186.77	5670.28	6596.04
	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL.26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA	M2	92.72	23.71	221.9	14.20	1316.56	1,576.36
	PUERTA DE MARCO DE TUBO SECCIÓN CIRCULAR DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1½" CON FORRO DE MALLA CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZA	C/U	4.00	23.71	63.4	22.02	88.07	197.19
	CERRAMIENTO DE MALLA CICLÓN DE ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO CAL.#12(Diám.del alambre=2.5908mm(INCL.VARILLAS DE HIERRO SOLDADAS A ESQUELETO NO INCL. ESO	M2	109.00	23.71	221.9	7.68	837.43	1090.72
504	LETRINA SEMI ELEVADA							
	FOSO PARA LETRINA SENCILLA SEMI- ELEVADA ENCHAPE DE LADRILLO CUARTERON CON GRADAS LAD(NO INCL.MONC)	C/U	64.00	42.86	15428.571	624.841	39989.855	
	LOSA PREFABRICADA DE CONCRETO REF.Ancho=0.90m,Long.=1.10m,Esp.=0.05m y 1(UN) BANCO	C/U	64.00		-	37.14	2377.143	17885.714
	PREFABRICADO DE CONCRETO REF. PARA LETRINA SEPARADOR DE FIBRA DE VIDRIO PARA ORINA PARA ASIENTO DE LETRINA	C/U	64.00		-	9.06	584.78	16065.263
	CASETA DE LETRINA							
	ESTRUCTURA DE ACERO (A-36) Y TUBO RECTANGULAR DE HIERRO DE 1"x1½" P/CASETA LETRINA SENCILLA De 0.82mx1.01(INCL.TUBO PVC Diám.=1½"(SDR-	C/U	64.00		-	44.61	5,174.81	20,690.851
	FORRO DE LÁMINA LISA DE ZINC CAL.28,1 CARA SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA P/PAREDES DE CASETA DE LETRINA SENCILLA En planta,Ancho=0.82m,Long.=1.01m	C/U	64.00		-	28.64	3,322.10	18,822.169
	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL.28 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA P/CASETA DE LETRINA SENCILLA,Área d	C/U	64.00		-	32.57	3,777.83	19,281.822
RÓTULO LEYENDA(SOLAMENTE PINTADO CON PINTURA DE ACEITE) EN PUERTA PARA PROYECTOS DE LETRINAS(A PARTIR DE 2008)	C/U	64.00		-	7.34	851.82	859.164	

COD	ACTIVIDAD	UM	CANT	MO		MAT		COSTO TOTAL GLOBAL
				CU	CT	CU	CT	
	LAVANDEROS DOMICILIARES	C/U	64	23.70	1066.5	54.093	3461.93	4,606.221
	TUBERIA DE PVC Diám.=2" (SDR-41) (ASTM D2665) JUNTA CEMENTADA (NO INCL. EXCAVACIÓN)	ML	96.00	-		5.71	91.43	1,187.34
	LAVADERO SENCILLO DE CONCRETO REF. Ancho=0.63m,Alto=0.83m (De 2 partes:1 fondo estriado y 1 pileta) DE FABRICACION NACIONAL (NO INCL. LLAVE DE	U/M	64.00	-		34.29	2194.29	2228.57
	CODO LISO SANITARIO DE PVC Diám.=2", 90° (ASTM D2665)	U/M	64.00	-		1.71	109.71	111.43
	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA							
370	LIMPIEZA FINAL	M2	800	-		29.94	17960	17989.94
	PLACA CONMEMORATIVA							
	PLACA CONMEMORATIVA DE ALUMINIO DE 0.65m x 0.42m	C/U	1	-		245	385	630
	COSTO TOTAL							C\$278,337.05

A-9 Memoria Fotográfica





SET DE PLANOS