UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LA COMUNIDAD DE PIEDRA LARGA ABAJO, DEL MUNICIPIO DE CONDEGA, DEPARTAMENTO DE ESTELÍ

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Douglas Adiac Peralta Hernández
Br. Julismar Del Carmen Herrera Cano

Tutor

MSc. Ing. Henry Javier Vílchez Pérez

Managua, Enero de 2017

Dedicatoria

Primeramente, a Dios nuestro señor, por darnos la vida, sabiduría y la voluntad de seguir siempre adelante; por estar siempre cuidando de nuestras familias y de nosotros, por estar siempre en los momentos más felices y en los más oscuros e inciertos de nuestras vidas, gracias por no desampararnos.

Y muy especialmente a nuestros padres, Douglas Peralta Peralta, Marvin Herrera Cornejo, y a nuestras madres, Alba Mara Hernández Zeledón, Lidia Cano Cano, por siempre estar con nosotros, enseñarnos a crecer, apoyarnos incondicionalmente y guiarnos, por ser las bases que nos ayudaron alcanzar este sueño.

Douglas Adiac Peralta Hernández

Julismar Del Carmen Herrera Cano

Agradecimiento

Agradecemos Infinitamente a Dios nuestro señor, por habernos dado la sabiduría, el conocimiento y sobre todo por la vida que nos prestó.

Agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo que nos brindaron, por la confianza que depositaron en nosotros, por el amor que nos demostraron y sobre todo por sus consejos, ya que gracias a ellos fuimos guiados por un buen camino y pudimos alcanzar una de nuestra meta propuesta.

Agradecemos a personas que aun no siendo familiares con sus consejos nos ayudaron para nunca rendirnos y poder enfrentar los problemas que en muchas ocasiones tuvimos.

A la alcaldía de Condega por brindarnos apoyo y proveernos la información necesaria para la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a nuestro tutor MSc. Ing. Henry Vílchez por su amable atención, apoyo y ayuda en todo momento; a los maestros del departamento de construcción por brindarnos sus conocimientos que con su paciencia y abnegación nos impartieron clase con el fin de ser personas capaces de desempeñarnos en el campo de la construcción.

Douglas Adiac Peralta Hernández

Julismar Del Carmen Herrera Cano

Abreviaturas

Acrónimos

CMD: Consumo Máximo Día

CMH: Consumo Máximo Hora

Cm: Centímetros

CAPRE: Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana

CAPS: Comités de Agua Potable y Saneamiento

CPD: Consumo Promedio Diario

CPDT: Consumo Promedio Diario Total

CTD: Carga Total Dinámica

ENACAL: Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

FISE: Fondo de Inversión Social de Emergencia

G.A: Golpe de Ariete

Gl: Galones

Gpm: Galones por minuto

Gppd: Galones por persona por día

H.F: Hierro Fundido

Hf: Pérdidas por fricción

HP: Horse Power

H.G. Hierro Galvanizado

Hl: Pérdidas localizadas

INAA: Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados

INETER: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales

NTON 09001-99: Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural.

Km: Kilómetro

KW: Kilo watts

Lts: Litros

Lppd: Litros por persona por día

Lps: Litros por segundo

m: Metros

Ft: Pies

m.c.a: Metros columna de agua

m^2 : Metros cuadrados

m^3 : Metros cúbicos

m/seg: Metros por segundos

m. s. n. m: Metros sobre el nivel del mar

Mm: Milímetros

MABE: Mini Acueductos por Bombeo Eléctrico

MINSA: Ministerio de Salud

PVC: Cloruro de polivinilo

Plg: Pulgadas

SAAP: Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

UNT: Unidades de Turbidez

ÍNDICE

1 CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1
1.2 ANTECEDENTES 3
1.3 JUSTIFICACIÓN 4
1.4 OBJETIVOS 5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL 5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

2 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO 7

2.1 MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO (MABE) 7
2.2 FUENTE DE ABASTECIMIENTO 7
2.3 AGUAS SUBTERRÁNEAS 7
2.4 OBRA DE CAPTACIÓN 8
2.5 CAPTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS 8
2.6 POZOS PERFORADOS 8
2.7 POBLACIÓN A SERVIR 8
2.8 CONSUMO DE AGUA 8
2.9 DOTACIÓN 9
2.10 PERIODO DE DISEÑO 9
2.11 PRESIONES 9
2.12 ALTURA DINÁMICA TOTAL ADT 9
2.13 LÍNEA DE CONDUCCIÓN POR BOMBEO 10
2.14 GOLPE DE ARIETE 10
2.15 TANQUE DE ALMACENAMIENTO 10
2.16 TANQUE SOBRE EL SUELO 10
2.17 TRATAMIENTO DE AGUA 10
2.18 DESINFECCIÓN 11

2.19 RED DE DISTRIBUCIÓN 11
2.20 TOMAS DOMICILIARES 11
2.21 EVALUACIÓN AMBIENTAL 12
2.22 CATEGORÍAS AMBIENTALES 12

3 CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA COMUNIDAD 14

3.1 LOCALIZACIÓN 14
3.1.1 MACRO LOCALIZACIÓN 14
3.1.2 MICRO LOCALIZACIÓN 15
3.2 JURISDICCIÓN POLÍTICA 17
3.3 VÍAS DE COMUNICACIÓN 17
3.4 POBLACIÓN 17
3.4.1 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR EDAD 17
3.4.2 DISTRIBUCIÓN DE POBLACIÓN POR SEXO 18
3.5 EDUCACIÓN 18
3.6 DISTRIBUCIÓN DE LA ESCOLARIDAD 18
3.7 CONDICIONES DE LA VIVIENDA 19
3.7.1 LA TENENCIA DE LA PROPIEDAD 20
3.7.2 CONFINAMIENTO DE AMBIENTES 20
3.7.3 MATERIALES DE LOS PISOS 21
3.7.4 MATERIALES DE LOS TECHOS 21
3.7.5 ESTADO DE LA VIVIENDA 22
3.7.6 SITUACIÓN ECONÓMICA DE LA FAMILIA 22
3.7.7 INGRESO ECONÓMICO 23
3.7.8 TRABAJO QUE REALIZAN LOS HABITANTES 23
3.8 SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA 24
3.8.1 ESTADO DE LAS LETRINAS 24
3.8.2 DISPOSICIÓN FINAL DE AGUAS GRISES 25
3.9 RECURSO Y SERVICIO DE AGUA 27
3.10 PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL 27
3.11 SITUACIÓN DE SALUD EN LA VIVIENDA 28

3.12 ENERGÍA ELÉCTRICA 29

4 CAPITULO IV. DISEÑO METODOLÓGICO 31

4.1 FUENTES DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS 31
4.1.1 FUENTES PRIMARIAS 31
4.1.2 FUENTES SECUNDARIAS 31
4.2 RECOLECCIÓN DE DATOS 32
4.3 HERRAMIENTAS USADAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO 32
4.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS 32
4.5 LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS 33
4.6 CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL SISTEMA 33
4.7 ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO 34
4.7.1 RAZÓN DE CRECIMIENTO 34
4.7.2 TASA DE CRECIMIENTO 34
4.7.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN 35
4.8 DOTACIÓN 36
4.9 POBLACIÓN A SERVIR 36
4.10 PERIODO DE DISEÑO 36
4.11 PÉRDIDAS DE AGUA EN EL SISTEMA 36
4.12 VARIACIONES DE CONSUMO 37
4.13 COBERTURA DE TUBERÍA 37
4.14 PRESIONES MÁXIMAS Y MÍNIMAS 37
4.15 VELOCIDADES PERMISIBLES EN LAS TUBERÍAS 38
4.16 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA 38
4.17 DISEÑO DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA 42
4.18 FUENTE 42
4.19 ESTACIÓN DE BOMBEO. 43
4.19.1 ELEMENTOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO 43
4.19.2 CACETA DE CONTROL 43
4.19.3 EQUIPO DE BOMBEO 43

4.19.3.1 Bombas verticales 43
4.19.4 POTENCIAL Y CAUDAL EXPLOTABLE 43
4.19.5 DISEÑO HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO 44
4.19.6 ECUACIÓN DE BERNOULLI 45
4.19.7 CARGA TOTAL DINÁMICA (CTD) 45
4.19.7.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo 45
4.19.7.2 Carga estática de la descarga 45
4.19.7.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo 45
4.19.7.4 Pérdidas de la descarga 46
4.19.7.5 Pérdidas de la tubería 47
4.19.8 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA 47
4.19.9 POTENCIA DEL MOTOR 47
4.20 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO 48
4.21 ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO 48
4.22 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 48
4.22.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 48
4.22.2 VELOCIDAD 49
4.22.3 GOLPE DE ARIETE 49
4.22.3.1 Cálculo de celeridad 49
4.22.3.2 Cálculo de tiempo de cierre 50
4.22.3.3 Cálculo de la sobrepresión 50
4.22.3.4 Presión admisible de la tubería 50
4.23 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE 51
4.23.1 ALMACENAMIENTO 51
4.23.2 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE 51
4.23.3 CÁLCULO DE ALTURA DEL TANQUE RECTANGULAR. 52
4.24 DESINFECCIÓN 52
4.24.1 TRATAMIENTO 52
4.24.2 DOSIFICACIÓN 52
4.25 RED DE DISTRIBUCIÓN 52
4.25.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN. 53

4.25.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES NODALES 54
4.25.2.1 Cálculo del caudal unitario 54
4.25.2.2 Repartición de caudales por el método tributario 54
4.26 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN 54
4.27 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA 55
4.28 CLASIFICACIÓN AMBIENTAL 56
4.29 EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO 56
4.29.1 PROCESO DE EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO 56
4.29.2 LA EVALUACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO SE REALIZA SEGÚN LOS SIGUIENTES PASOS 57
4.29.3 HISTOGRAMA 57
4.29.4 SIGNIFICADO DE LA EVALUACIÓN 60
4.30 ANÁLISIS AMBIENTAL 60
4.30.1 VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL 61
4.30.2 POSIBLES IMPACTOS ESPERADOS CON EL PROYECTO 61
4.30.3 PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES 62

5 CAPITULO V. RESULTADOS 64

5.1 ESTIMACIÓN DE POBLACIÓN DE DISEÑO 64
5.1.1 RAZÓN DE CRECIMIENTO 64
5.1.2 TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DE LA COMUNIDAD PIEDRA LARGA ABAJO 64
5.1.3 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN 65
5.2 COBERTURA DE TUBERÍA 65
5.3 PRUEBA DE BOMBEO 65
5.4 PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA 65
5.4.1 RESULTADOS DE LABORATORIO 66
5.5 ESTACIÓN DE BOMBEO 68
5.5.1 EQUIPO DE BOMBEO 68
5.5.2 POTENCIAL Y CAUDAL EXPLOTABLE 68
5.5.3 DISEÑO HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO 69
5.5.4 ESTUDIO ECONÓMICO COMPARATIVO 69

5.5.5 CARGA TOTAL DINÁMICA (CTD) 69
5.5.5.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo 69
5.5.5.2 Carga estática de la descarga 69
5.5.5.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo 70
5.5.5.4 Pérdidas de la descarga 70
5.5.5.5 Pérdidas de la tubería 71
5.5.6 POTENCIA HIDRÁULICA DE LA BOMBA. 71
5.5.7 POTENCIA DEL MOTOR. 71
5.5.8 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO 71
5.6 ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL EQUIPO DE BOMBEO 71
5.7 DISEÑO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 73
5.7.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN 73
5.7.2 VELOCIDAD 73
5.7.3 GOLPE DE ARIETE 73
5.7.3.1 Calculo de celeridad 73
5.7.3.2 Calculo de tiempo de cierre 73
5.7.3.3 Cálculo de la sobrepresión 74
5.7.3.4 Presión admisible de la tubería 74
5.8 DIMENSIONAMIENTO DEL TANQUE 74
5.8.1 CÁLCULO DE VOLUMEN DEL TANQUE 74
5.8.2 CÁLCULO DE ALTURA DEL TANQUE RECTANGULAR 74
5.9 DESINFECCIÓN 74
5.10 DOSIFICACIÓN 75
5.11 RED DE DISTRIBUCIÓN 76
5.11.1 DIÁMETRO DE LA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 76
5.11.2 DETERMINACIÓN DE CAUDALES NODALES 76
5.11.2.1 Cálculo del caudal unitario 76
5.11.2.2 Repartición de caudales por el método tributario 76
5.12 ANÁLISIS HIDRÁULICO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN 77
5.12.1 CONDICIONES 78

5.13 EVALUACIÓN DE EMPLAZAMIENTO 84
5.14 CALIDAD AMBIENTAL DEL SITIO SIN CONSIDERAR EL PROYECTO 87
5.14.1 VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL SIN CONSIDERAR EL PROYECTO 88
5.14.2 IMPACTOS AMBIENTALES QUE GENERA EL PROYECTO 90
5.14.3 VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS DEL PROYECTO 91
5.14.4 PLAN DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR EL PROYECTO 93
5.14.5 PLAN DE CONTINGENCIA ANTE RIESGO 94

6 CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 96

6.1 CONCLUSIONES 96
6.2 RECOMENDACIONES 99
6.3 BIBLIOGRAFÍA 101

Índice de Gráficas

Gráfica 1. Distribución de población por edad. 17
Gráfica 2. Distribución de población por sexo. 18
Gráfica 3. Nivel de escolaridad de los habitantes. 19
Gráfica 4. Confinamiento de ambientes 20
Gráfica 5. Tipo de piso 21
Gráfica 6. Tipo de techo 21
Gráfica 7. Estado de la vivienda. 22
Gráfica 8. Personas que trabajan dentro de la comunidad 23
Gráfica 9. En que trabajan las personas del hogar. 24
Gráfica 10. Estado de las letrinas. 25
Gráfica 11. Disposición final de aguas grises 26
Gráfica 12. Como eliminan las charcas 26
Gráfica 13. Quienes acarrean el agua. 27
Gráfica 14. ¿Cuánto pagaría por el servicio? 28

Índice de Tablas de contenido

Tabla 1. Tenencia de propiedad 20
Tabla 2. Ingreso económico mensual 23
Tabla 3. Enfermedades padecidas dentro de los miembros del hogar 29
Tabla 4. Estadísticas censales 35
Tabla 5. Periodo de diseño 36
Tabla 6. Coeficiente de Rugosidad 38
Tabla 7. Parámetros bacteriológicos 39
Tabla 8. Parámetros Organolépticos 40
Tabla 9. Parámetros Físicos-Químicos 41
Tabla 10. Parámetros para sustancias no deseadas 41
Tabla 11. Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud 42
Tabla 12. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes 46
Tabla 13. Valores de K para diferentes materiales de tubería 50
Tabla 14. Presión de trabajo 51

Tabla 15. Valor total del histograma 59
Tabla 16. Criterios para valorar la calidad ambiental 61
Tabla 17. Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad Piedra Larga Abajo .64
Tabla 18. Proyección de población y determinación caudal de diseño 65
Tabla 19. Resultados de Parámetros Bacteriológicos 66
Tabla 20. Resultados de Parámetros Organolépticos 66
Tabla 21. Resultados de Parámetros Físicos- Químicos 66
Tabla 22. Resultados de Parámetros para sustancias no deseadas 67
Tabla 23. Resultados de Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud 67
Tabla 24. Potencial y Caudal explotable 68
Tabla 25. Diseño hidráulico del equipo de bombeo 69
Tabla 26. Estudio económico comparativo 69
Tabla 27. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta) Accesorios utilizados 70
Tabla 28. Resultados del análisis del equipo de bombeo 72
Tabla 29. Resultado del análisis de la curva característica 72
Tabla 30. Dosificación 75
Tabla 31. Tramos de tubería 76
Tabla 32. Caudales nodales 77
Tabla 33. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y CMH 80
Tabla 34. Resultados de velocidades para la condición tanque lleno y CMH 82
Tabla 35. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y consumo cero. 84
Tabla 36. Evaluación de Emplazamiento COMPONENTE A CONSIDERAR: Fuente 85
Tabla 37. Evaluación de Emplazamiento COMPONENTE A CONSIDERAR: Tanque 86
Tabla 38. Calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto 87
Tabla 39. Valoración de la calidad ambiental sin considerar el proyecto 88
Tabla 40. Impactos ambientales que genera el proyecto 90

Tabla 41. Valoración de los impactos del proyecto 91
Tabla 42. Plan de mitigación de los impactos ambientales 93
Tabla 43. Plan de contingencia ante riesgo.....94

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Macro localización. 15
Ilustración 2. Micro localización.....16
Ilustración 3. Esquema de la línea de conducción 44
Ilustración 4 Esquema de funcionamiento de Abastecimiento 55
Ilustración 5. Análisis hidráulico del equipo de bombeo 72
Ilustración 6. Hipoclorador de carga constante.....75
Ilustración 7. Esquema de la red con el etiquetado de nodos y líneas 78
Ilustración 8. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y CMH 79
Ilustración 9. Análisis de velocidades, por la condición tanque lleno y CMH 81
Ilustración 10. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y consumo cero 83

Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Razón de crecimiento ……...35
Ecuación 2. Proyección de población.……..36
Ecuación 3. CPD……38
Ecuación 4. CMD…….....37
Ecuación 5. CMH…….. 37
Ecuación 6. Carga total dinámica……. 45
Ecuación 7. Nivel de bombeo……. 45
Ecuación 8.Carga estática de la descarga 45
Ecuación 9. Longitud de columna……. 45
Ecuación 10. Pérdidas en la columna dentro del pozo…… 45
Ecuación 11. Diámetro……. 46
Ecuación 12. Pérdidas localizadas……. 47

Ecuación 13.Potencia hidráulica de la bomba…….. 47
Ecuación 14.Potencia del motor …….....47
Ecuación 15.Pérdidas Hanzen-Williams…… 48
Ecuación 16.Velocidad…….. 49
Ecuación 17.Celeridad…….. 49
Ecuación 18.Tiempo de cierre. 50
Ecuación 19.Sobrepresión…… 50
Ecuación 20.Presión de trabajo…….....50
Ecuación 21.Volumen total del tanque…… 51
Ecuación 22.Altura total del tanque…… 52
Ecuación 23.Pérdidas por fricción en metros…….....53
Ecuación 24.Caudal unitario…… 54
Ecuación 25.Repartición de caudales…….. 54

Resumen

El incremento de la población en el ámbito rural del municipio de Condega es un fenómeno socio-económico que trae consigo demandas de grandes proporciones en todos los niveles y aspectos; originando escasez que como consecuencia viene acompañada de secuelas de hambre, guerra y otros aspectos negativos.

Por lo que la población de la comunidad de Piedra Larga Abajo, municipio de Condega, departamento de Estelí, no es la excepción, con una población de 267 habitantes presentando uno de los problemas globalizados como es la escasez de agua.

Por lo que la propuesta de abastecimiento titulada, " **Diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad de Piedra Larga Abajo, del municipio de Condega, departamento de Estelí**", vendrá a dar una respuesta para un horizonte de 20 años, considerando que el objetivo principal es garantizar el suministro, así como el buen funcionamiento de todos los componentes de la red ante una situación de variación de consumo máximo horario.

Por lo que la propuesta tiene la siguiente configuración Fuente-Tanque-Red, la fuente es un pozo perforado que tiene un rendimiento de 50 GPM, que es suficiente para garantizar los consumos de la comunidad. La línea de conducción tiene una longitud de 191.50 m, compuesta por una tubería de PVC 1½" (SDR-26) y una red de distribución 1997.65 m, compuesta por una tubería de PVC 1½" (SDR-51).

La red de agua potable se diseñó utilizando el programa EPANET, para determinar los cálculos hidráulicos, y el software de AutoCAD para la elaboración de planos, cumpliendo con lo establecido según las normas del (INAA).Finalmente, se realizó la evaluación de emplazamiento del proyecto por lo que al realizar el histograma da un valor mayor a 2.6, significa que el sitio no es peligroso y con una buena calidad ambiental por lo que de acuerdo al FISE, lo considera como sitio elegible para la inversión.

Palabras Claves: Fuente, Redes, Emplazamiento, Consumos, EPANET.

.

Capítulo I.
Aspectos Generales

“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”
Leonardo da Vinci.

Capítulo I. Aspectos generales

1.1 Introducción

De acuerdo a la OMS (2012), el acceso al agua potable es una necesidad fundamental y quizás una de las más importantes que requiere toda población, el abastecimiento y condición del recurso determina directamente el tipo y calidad de vida de la población.

Por otra parte, uno de los principales problemas que afectan a la zona rural de la ciudad de Condega según informe presentado por Alcaldía Municipal (2015), es una cobertura limitada, con tres pozos de abastecimientos público que son los que abastece a toda la comunidad, esta problemática se debe a que las políticas sectoriales del país no toman en cuenta los potenciales impactos de la variabilidad y del cambio climático sobre la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

Así mismo las comunidades que están siendo afectadas por la deficiente calidad y cantidad del agua con que se cuenta, siendo necesario tener este líquido en cantidades suficientes y de calidad adecuada como condición indispensable para mejorar el nivel de vida de las familias y aspirar al desarrollo, evitando a sus pobladores enfermedades de origen hídrico a través de una infraestructura hidráulica que permita satisfacer eficientemente el servicio de agua potable a los diferentes sectores de la población.

Sin embargo en la comunidad Piedra Larga Abajo del municipio de Condega, departamento de Estelí, por estar ubicado en una zona tropical seca, presenta dificultades en el acceso del agua de consumo humano, ya que las fuentes existentes son tres pozos perforados que datan de 1995 que no abastece a toda la población y no cumplen con los requerimiento sanitarios establecidos en las normativas de país en materia de abastecimiento.

Hay que mencionar además que no cumplen con las demandas de la comunidad que ha experimentado un crecimiento demográfico, además que se presentan los efectos contaminantes, causados por las aguas residuales no tratadas y las escorrentías agrícolas.

Después de lo antes expuesto se realizará una propuesta para el diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico en la comunidad de Piedra Larga Abajo, del municipio de Condega, departamento de Estelí, elevando así las condiciones de vida de dichos pobladores y reduciendo drásticamente el índice de enfermedades de origen hídrico, que aquejan a la población de esta comunidad.

El cálculo para el diseño del sistema de agua potable se basará en las “Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y Potabilización de agua” del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA).

Se debe agregar que en este documento se presentan aspectos relevantes en la realización del diseño de un sistema de distribución de agua potable por bombeo, que constara de una línea de conducción y red distribución que se modelo hidráulicamente mediante el programa EPANET. Además se muestra el diseño de la selección de la bomba para la conducción al reservorio que será de sección rectangular, tomando en consideración la población proyectada y el caudal de consumo estimado estos diseños están basados en las normas y especificaciones del INNA.

1.2 Antecedentes

La comunidad de Piedra Larga Abajo se formó en 1983, a distancia de 9 kilómetros al Sur de la cabecera municipal de Condega, esta se encuentra a orilla del rio Estelí y la carretera panamericana, con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud norte 13° 17´90´´, Longitud Oeste 86°20´60´´, con una altura promedio de 603 msnm; cuyos límites con las comunidades vecinas corresponden a: Al Norte: San pedro de Arenales, al Sur: Estelí, Al Este: Las Brumas, Al Oeste: Piedra Larga Arriba.

En el año de 1990 se realizó la construcción del primer pozo por la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), el cual fue excavado a mano, pero debido a su método constructivo no cumplía las demandas de consumo poblacional. Es por esto que para el año de 1995, la Alcaldía Municipal realizó la perforación de 3 pozos.

Desde ese entonces hasta el día de hoy esta comunidad se abastece del agua de estos pozos, sin embargo, como es de esperarse la población ha ido creciendo con una tasa de crecimiento del 2.69% anual, por lo que el abastecimiento es deficiente teniendo una demanda de población de 0.57 lps, superando el caudal de explotación de las fuentes 0.25 lps.

1.3 Justificación

Los pobladores de la comunidad de Piedra Larga Abajo del municipio de Condega, actualmente no cuentan con un sistema de agua potable adecuado, por lo que se abastecen de 3 pozos perforados. La población no es beneficiada en su totalidad porque los pozos no dan abasto a todas las familias de la comunidad, principalmente en época de verano; esto según normativas de ENACAL, cada pozo perforado según las Normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua (NTON 09003-99), se pueden abastecer de 8 -15 familias.

La comunidad cuenta con servicio de energía eléctrica, lo que permite realizar la conexión de la bomba.

Con la materialización de proyecto, se estará reduciendo:

- La incidencia de enfermedades infecto contagiosa que se presentan en la época de lluvias, tales como diarrea, dolores estomacales, parasitosis y hepatitis, se estará disminuyendo de manera transversal el nivel de riesgo de estas enfermedades en la comunidad al contar con un sistema adecuado.

- También con el proyecto contribuirá a que la población adquiera hábitos higiénicos a través de la educación ambiental que contribuyan a mantener su salud, el mantenimiento y operación del sistema garantizando su uso racional del recurso y protección de las fuentes de agua.

- Se disminuirá el trabajo o desgaste físico que incurren los miembros de las familias y principalmente las mujeres, al transportar el agua desde los pozos hasta sus hogares.

- Se mejorará grandemente el acceso al agua en cantidad y calidad, ya que la fuente cuenta con los parámetros de las pruebas de potabilización establecidos por las normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. (NTON 09 001-99).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, (Mini Acueducto Por Bombeo Eléctrico) en la comunidad de piedra larga abajo, del municipio de Condega, departamento de Estelí.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la población de la comunidad Piedra Larga Abajo a través de una encuesta socioeconómica.

- Realizar el análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento para garantizar que el agua suministrada es apta para el consumo humano de acuerdo a lo establecido en la CAPRE 2000.

- Realizar un estudio Topográfico que genere los niveles del terreno para el diseño hidráulico de los componentes del sistema para cumplir de esta manera con lo indicado en las normas de diseño de abastecimiento.

- Realizar el diseño hidráulico de la red de distribución y la línea de conducción tomando en cuenta el levantamiento topográfico, auxiliados con el programa EPANET.

- Realizar una evaluación de emplazamiento del proyecto de abastecimiento de acuerdo al Decreto 76-2006.

Capítulo II.

Marco Teórico

2 Capítulo II. Marco teórico

Las conceptualizaciones están sustentadas por los siguientes autores: Agua potable para poblaciones rurales de Roger Agüero Pittman (1997), Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados de Ricardo Alfredo López Cualla (1999) y por la norma de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

2.1 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

Cuando por las condiciones topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población, es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua hasta la altura conveniente.

Esta opción es considerada solo en los casos que exista: Disponibilidad de fuente de abastecimiento; Disponibilidad de energía eléctrica y capacidad de pago de la comunidad (NTON 09001-99, capítulo 5, inciso 3.3).

2.2 Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua constituyen el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y antes de dar cualquier paso es necesario definir su ubicación, tipo, cantidad y calidad. De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como la topografía del terreno, se consideran dos tipos de sistema: los de gravedad y los de bombeo (Agüero Pittman,1997)

2.3 Aguas subterráneas

Parte de la precipitación en la cuenca se infiltra en el suelo hasta la zona de saturación, formando así las aguas subterráneas. La explotación de éstas dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero (Agüero Pittman,1997).

2.4 Obra de captación

Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar de afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua, para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacía el reservorio (Agüero Pittman,1997).

2.5 Captación de aguas subterráneas

La captación de aguas subterránea se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares) (Agüero Pittman,1997).

2.6 Pozos perforados

Este tipo de pozos es el más adecuado para el suministro de agua a poblaciones de cierto tamaño o a instalaciones industriales. Por la naturaleza de su construcción son pozos profundos y, por lo tanto, los de mejor calidad de agua; pueden atravesar cualquier tipo de formación geológica (López R.A, 1999).

2.7 Población a servir

En los mini acueductos la población a servir estará en dependencia de las características de la población objeto del estudio. El tipo y configuración de la comunidad y las características tecnológicas de las instalaciones a establecerse (NTON 09001-99 capítulo 3, inciso 2).

2.8 Consumo de agua

Independientemente que la población se rural o urbana, se debe considerar el consumo doméstico, el industrial, el comercial, el público y el consumo por pérdidas (Agüero Pittman,1997).

2.9 Dotación

La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua consumida por una persona en un día, y depende de los siguientes factores:

1. Nivel de servicio adaptado.
2. Factores geográficos
3. Factores culturales.
4. Uso de agua

(NTON 09001-99, capítulo 3, inciso 1).

2.10 Periodo de diseño

En la determinación del tiempo real para el cual se consideran funcional el sistema, intervienen una serie de variables que deben ser evaluadas para lograr un proyecto económicamente viable. Por lo tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100 % eficiente, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la existencia física de las instalaciones (Agüero Pittman, 1997).

2.11 Presiones

La presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua, en un tramo de tubería (Agüero Pittman, 1997).

2.12 Altura Dinámica Total ADT

Es la altura total contra la cual debe trabajar la bomba. Para obtener la altura dinámica total, es necesario establecer la ecuación de Bernoulli entre los niveles del agua en la succión y la impulsión (López R.A, 1999).

2.13 Línea de conducción por bombeo

En el diseño de conducción por bombeo se hará uso de una fuente externa de energía para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo (NTON 09001-99, capítulo 7, inciso 2.2).

2.14 Golpe de ariete

Se denomina Golpe de ariete el efecto de choque violento sobre presión súbita producido sobre las paredes del conducto forzado, al modificarse de manera instantánea el movimiento del fluido, como puede ocurrir en el caso del cierre repentino de una válvula (López R.A, 1999).

.

2.15 Tanque de almacenamiento

Los depósitos para el alamacenamiento en los sistemas de abastecimiento, de agaua tienen como objetivo; suplir las 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 (NTON 09001-99, capítulo 8, inciso 1).

2.16 Tanque sobre el suelo

Se recomiendan estos tipos de tanque, cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera (NTON 09001-99, capitulo 8, inciso 2.2).

2.17 Tratamiento de agua

En la actualidad, ningún agua es apta para el consumo humano, además, siempre requerirá un tratamiento mínimo de cloración, con el fin de prevenir la contaminación con organismos patógenos durante la conducción del agua (López R.A, 1999).

2.18 Desinfección

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades 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 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, o como hipoclorito de Sodio de configuración líquida (NTON 09001-99, capítulo 9, inciso 2).

2.19 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 domiciliares o puestos públicos (NTON 09001-99, capítulo 7, inciso 3).

2.20 Tomas Domiciliares

Son tomas de agua que se aplican en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajo costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio (NTON 09001-99, capitulo 3, inciso 3.2).

2.21 Evaluación ambiental

Cumple la función de garantizar la incorporación de todos los estándares ambientales nacionales aplicables al ámbito de la infraestructura social y a otros tipos de proyectos de interés público o municipal (FISE, 2012).

2.22 Categorías ambientales

La evaluación Ambiental de obras, Proyectos, Industrias y actividades está compuesta por 3 categorías ambientales según el impacto ambiental potencial que pueda generar (Decreto 76-2006).

Capítulo III. Descripción General de la Comunidad

3 Capítulo III. Descripción general de la comunidad

Los datos que se presenta en esta sección proceden de información facilitada por la alcaldía municipal de Condega e investigaciones de campo realizadas por el equipo de trabajo, a fin de determinar las condiciones socioeconómicas que prevalecen dentro de la comunidad.

La investigación de campo comprendió la aplicación de una encuesta socio-económica para el diagnóstico de la condición del servicio de agua, ver Anexo A.

El proceso de encuestado se desarrolló en el mes de abril del año 2016, los días 11 y 12. Atendiendo a las recomendaciones del FISE, las encuestas fueron aplicadas indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia y cuando la ocasión lo permitió el entrevistado fue el cabeza de familia.

El proceso de encuestado incluyó a 60 familias de la comunidad, para una muestra del 100%.

El procesamiento del material encuestado se realizó con ayuda del programa MICROSOFT EXCEL, de manera que se pudiera presentar de forma práctica, por medios gráficos, los resultados obtenidos de las encuestas.

3.1 Localización

3.1.1 Macro localización

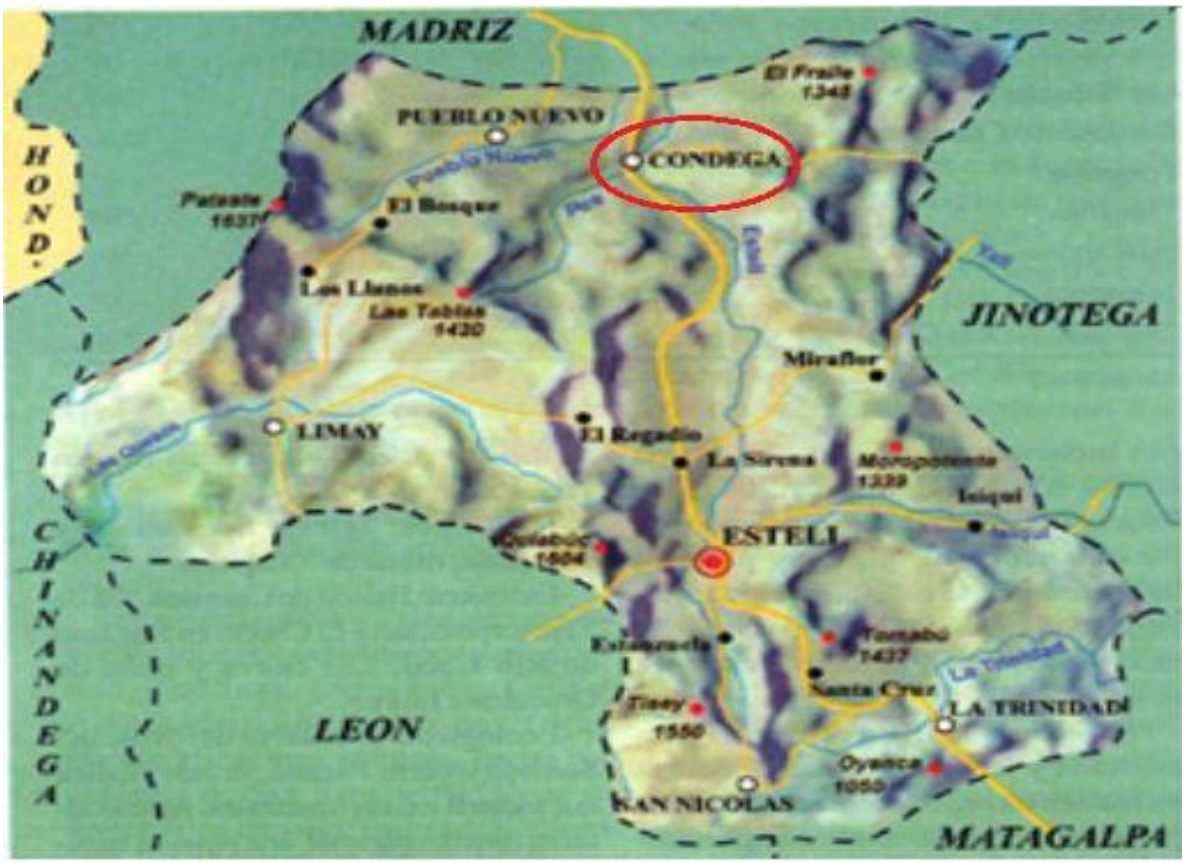
El municipio de Condega, Departamento de Estelí, está localizado al norte de la zona central del país cuyos límites son los siguientes:

- Norte: Palacagüina y Telpaneca
- Sur: Departamento de Estelí.
- Este: San Sebastián de Yalí.
- Oeste: Pueblo Nuevo y San Juan de Limay

Tiene una extensión territorial de 370.84 km^{2,} su proyección poblacional según datos de Instituto Nacional de Información de Desarrollo, (INIDE, 2006) para el año 2005 es de 28,481 habitantes.

Este municipio tiene una altitud de 560.91 msnm, con Latitud norte: 13° 21' y longitud oeste: 86° 23' (INETER, 2008).

Ilustración 1. Macro localización.



Fuente: Alcaldía de Condega, 2010

3.1.2 Micro localización

La comunidad Piedra Larga Abajo, se encuentra localizada al sur del municipio de Condega, departamento de Estelí, en las coordenadas geográficas: Latitud 13º 21' Norte, Longitud 86º 23' Oeste.

Está comunidad se encuentra ubicada aproximadamente a 9 km de la cabecera municipal, con las siguientes coordenadas geográficas: Latitud norte 13° 17´90´´,

Longitud Oeste 86°20´60´´, con una altura promedio de 603 msnm; cuyos límites son los siguientes:

Los límites territoriales de la comunidad son:

- Al Norte con la Comunidad San Pedro de los Arenales.
- Al Sur con la Ciudad de Estelí.
- Al Este con la Comunidad de las Brumas.
- Al Oeste con la Comunidad de Piedra Larga Arriba.

Ilustración 2. Micro localización



Fuente: INETER, 1995

3.2 Jurisdicción política

La comunidad Piedra Larga Abajo, pertenece políticamente al Municipio Condega, Departamento de Estelí. Dicha comunidad asiste al centro de salud más cercano situado en la comunidad vecina conocida como San Pedro, de igual forma para realizar compras mayoritarias, trámites legales (terreno, ganado, asentamiento de recién nacidos); acuden al casco urbano del municipio de Condega (Alcaldía de Condega, 2015).

3.3 Vías de comunicación

La principal vía de comunicación es la carretera Panamericana, la cual atraviesa la comunidad (Alcaldía de Condega, 2015).

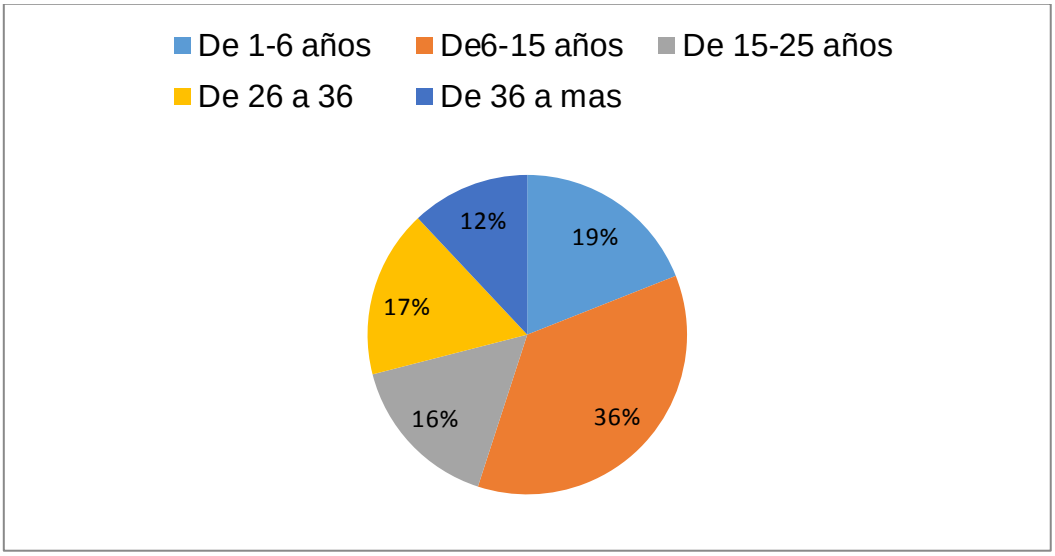
3.4 Población

De acuerdo al censo poblacional realizado en abril del año 2016, la comunidad cuenta con una población de 267 habitantes, distribuidos en 60 viviendas, para un índice poblacional de 4.45 habitantes por vivienda.

3.4.1 Distribución de población por edad

Durante las visitas de campo se pudo constatar que la población se compone principalmente niños y adolescentes, ver gráfica 1.

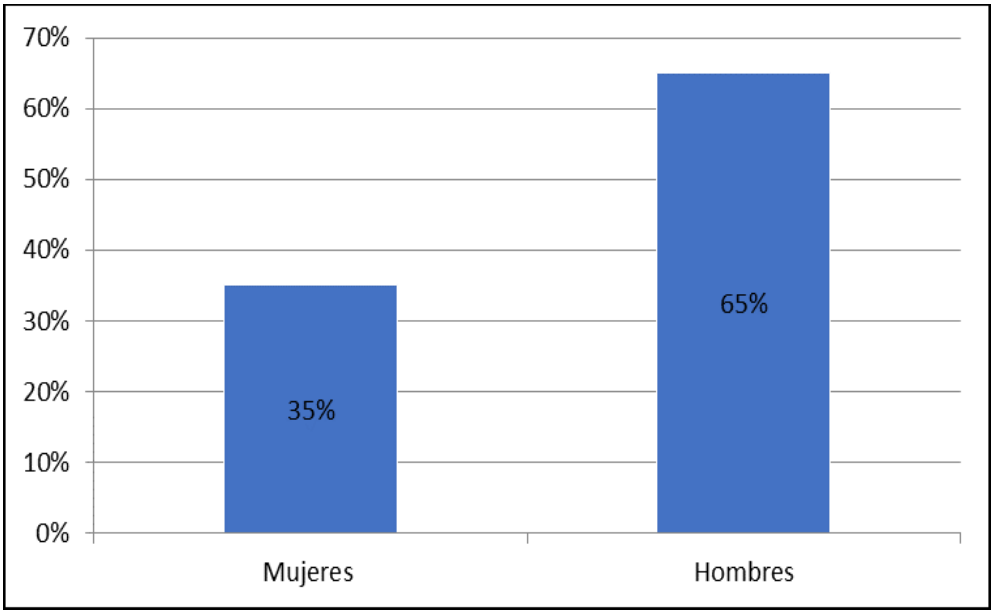
Gráfica 1. Distribución de población por edad



3.4.2 Distribución de población por sexo

La distribución de géneros corresponde a un 65% de habitantes del sexo masculino y 35% del sexo femenino, ver gráfica 2.

Gráfica 2. Distribución de población por sexo



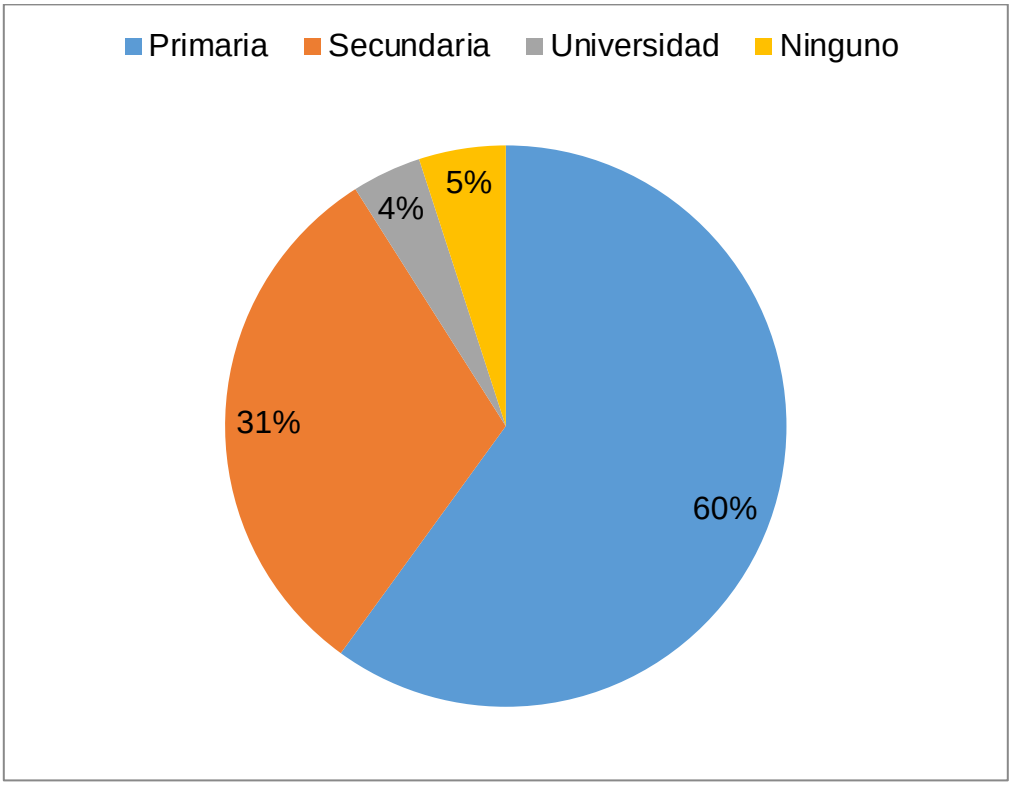
3.5 Educación

De acuerdo a las encuestas socioeconómicas realizadas, la comunidad Piedra Larga Abajo, solo cuenta con una escuela pública, destinada a brindar educación de primaria, por lo que al terminar este nivel las personas continúan en el instituto público del casco urbano del municipio de Condega.

3.6 Distribución de la escolaridad

La población perteneciente a la comunidad Piedra Larga Abajo, se encuentra en la siguiente situación en base al nivel de escolaridad, ver gráfica 3.

Gráfica 3. Nivel de escolaridad de los habitantes, comunidad Piedra Larga Abajo.



De un total de 267 habitantes el 60% de la población tiene nivel de escolaridad de primaria, que incluye personas adultas que no tuvieron opciones para continuar estudiando y niños que no quieren o no pueden seguir haciéndolo. El 31% se encuentran en el nivel de secundaria o no continuaron estudiando, apenas un 4% están o llegaron a un nivel universitario y el 5% no fueron a un centro escolar o no han iniciado sus estudios.

3.7 Condiciones de la vivienda

El número de lotes que presenta la comunidad es de 60 viviendas habitadas, 1 iglesia construida por los habitantes que asisten a ella y 1 escuela de primaria construida por el estado.

3.7.1 La tenencia de la propiedad

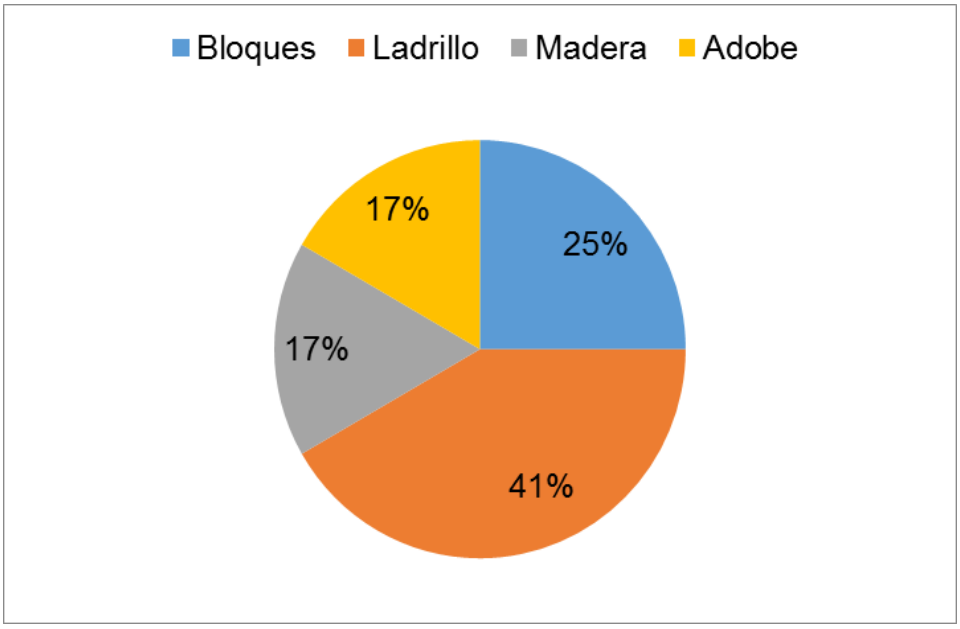
Tabla 1. Tenencia de propiedad

La vivienda es:		
Propia	Prestada	Alquilada
90%	10 %	0%
∑ =100 **%**		

3.7.2 Confinamiento de ambientes

El tipo de construcción es tradicional, según las encuestas socioeconómicas, el 41% de las viviendas están construidas de ladrillos, ver gráfica 4.

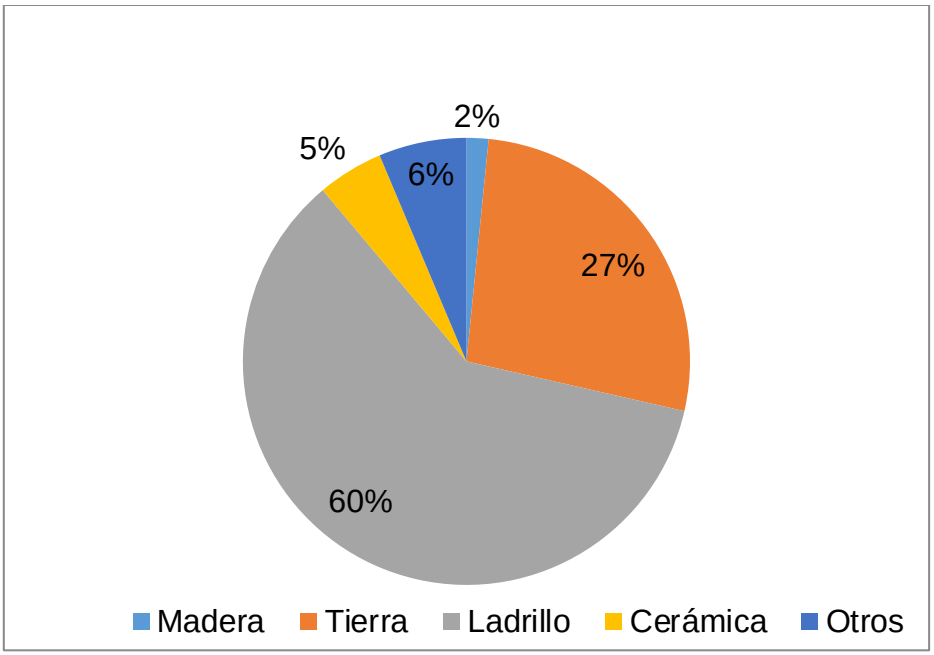
Gráfica 4. Confinamiento de ambientes



Es una zona de pocos recursos económicos por los que no utilizan pisos de cerámica u otro piso de gran valor, en su mayoría son de ladrillo, ver gráfica 5.

3.7.3 Materiales de los pisos

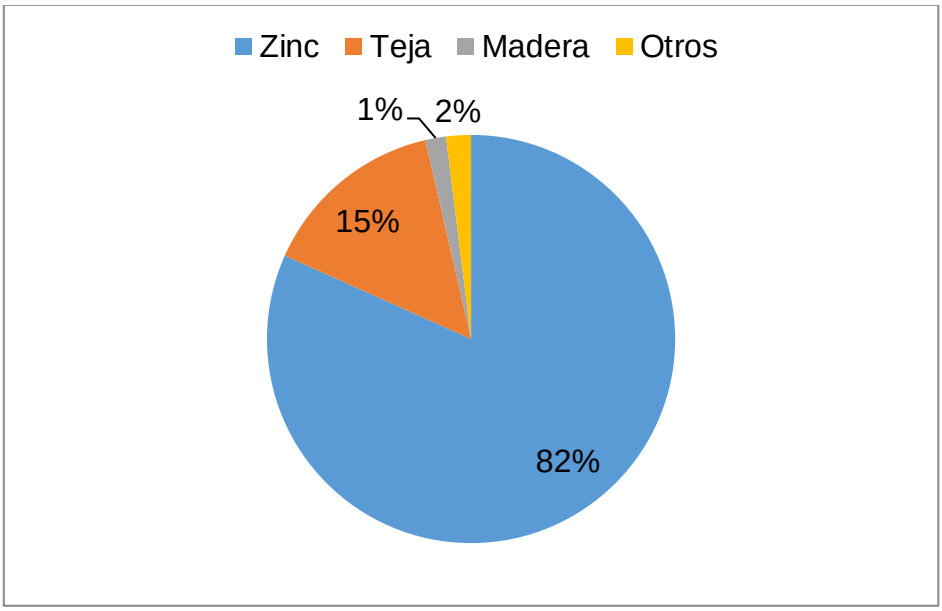
Gráfica 5. Tipo de piso



3.7.4 Materiales de los techos

El tipo de techo, según encuesta socioeconómica; el 82 % de las viviendas utilizan Zinc, y un 15% teja, ver gráfica 6.

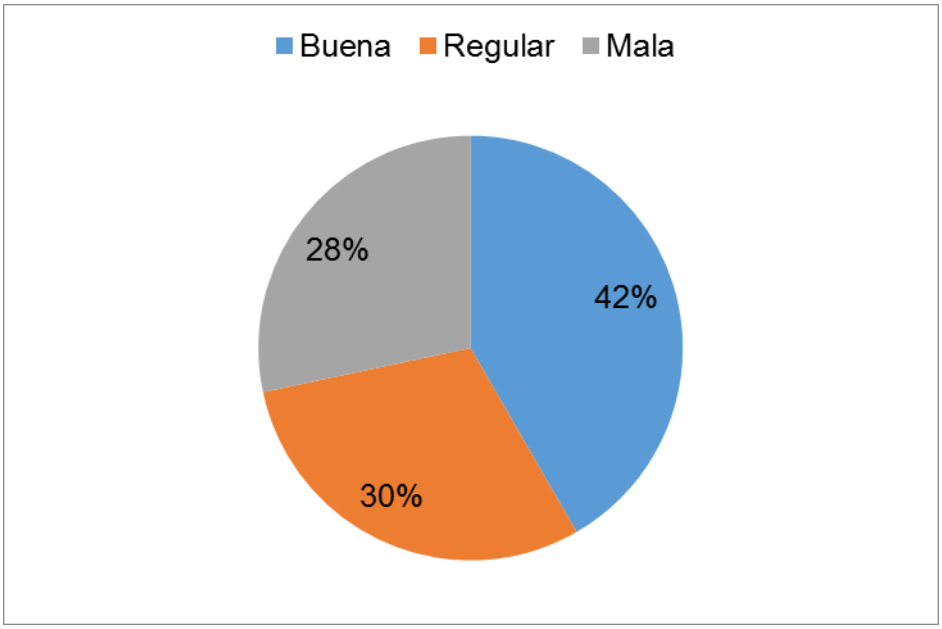
Gráfica 6. Tipo de techo



3.7.5 Estado de la vivienda

En la comunidad existen 60 viviendas, con la encuesta se obtuvo un dato de 42% viviendas buenas, 30% viviendas regulares y 28% viviendas malas, ver gráfica 7.

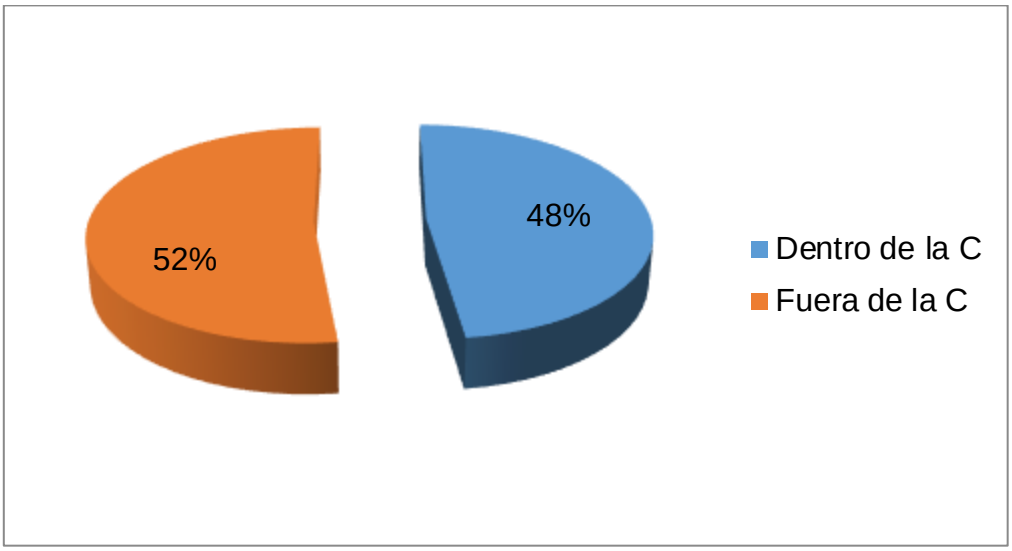
Gráfica 7. Estado de la vivienda



3.7.6 Situación Económica de la Familia

La cantidad de personas que representa la comunidad Piedra Larga Abajo es de 267 habitantes, de los cuales solo el 48% trabajan dentro y 52% fuera de la misma, ver gráfica 8.

Gráfica 8. Personas que trabajan dentro de la comunidad



3.7.7 Ingreso económico

El ingreso económico por cada hogar de toda la comunidad, está representado de la siguiente manera:

Tabla 2. Ingreso económico mensual

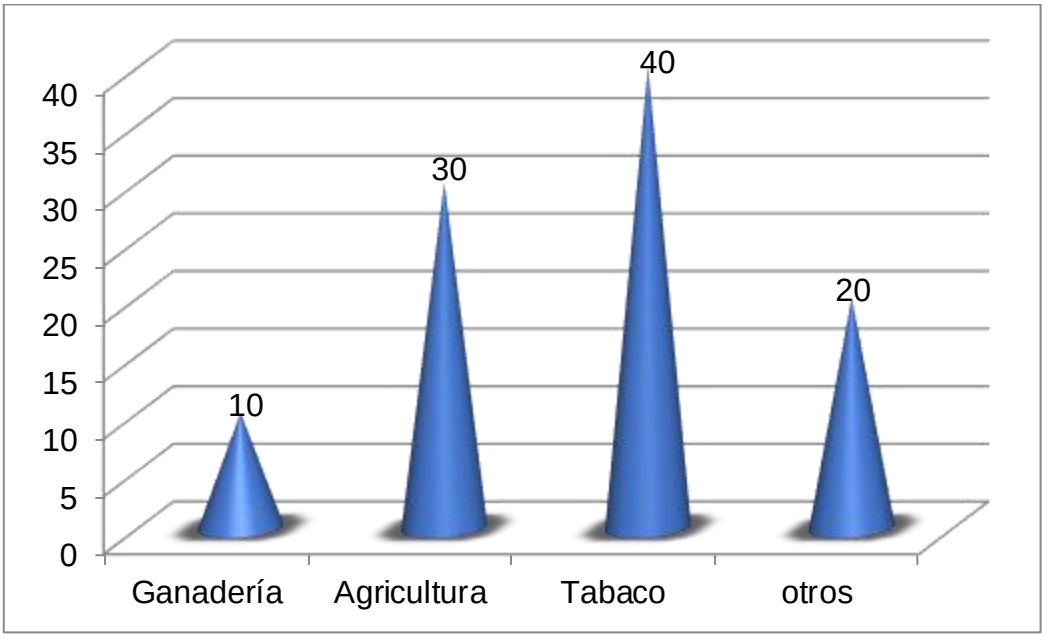
Ingreso Económico mensual (C$)			
1000-4000	4000-6000	6000-10000	+10000
75%	23%	2 %	%
∑ =100 **%**			

De acuerdo a la tabla 2, el ingreso económico mensual que más predomina en esta población se encuentra en el rango de 1000 a 4000 córdobas mensuales (75%), ya que la mayoría de las personas se dedican al tabaco y a la agricultura.

3.7.8 Trabajo que realizan los habitantes

En esta comunidad las personas se dedican en un 40%, al cultivo de tabaco, y el 30% a la agricultura, siendo estos su principal fuente de ingresos, ver gráfica 9.

Gráfica 9. En que trabajan las personas del hogar



3.8 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

Durante las visitas a la comunidad y las encuestas que se realizaron se observó lo siguiente:

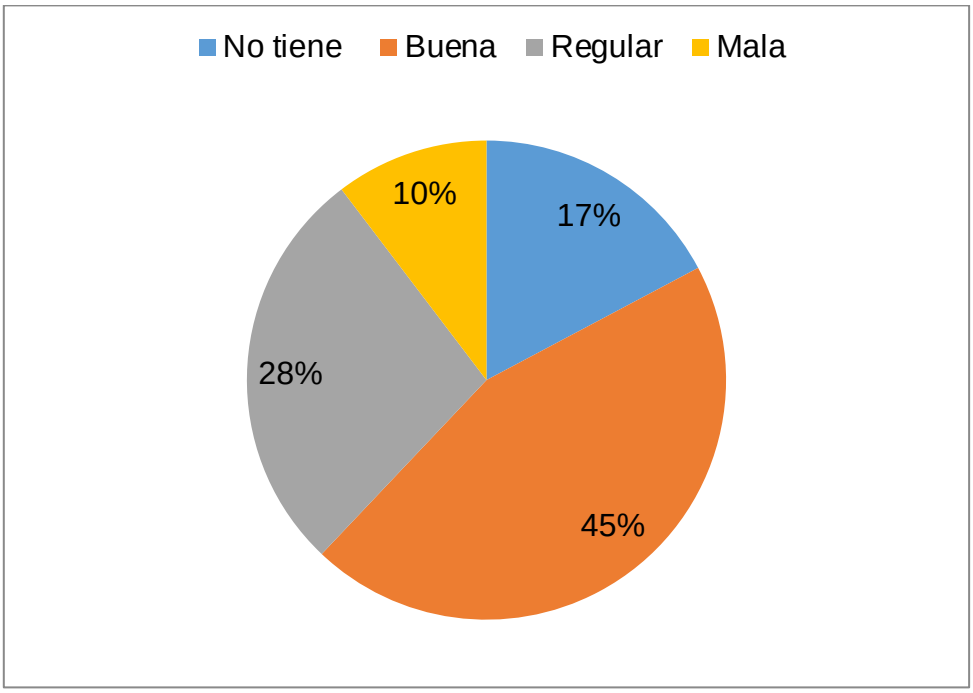
- No tiene un servicio de agua adecuado.
- Realizan mal uso de los pocos recursos naturales con los que se cuenta.
- No se cuenta con alcantarillado sanitario.

3.8.1 Estado de las letrinas

Para la obtención de los resultados, se encuestó un universo de 60 habitantes, encontrándose el siguiente orden de uso de letrinas: Una escuela, una iglesia y 58 que son de tipo domiciliar; 16 que se encuentran en estado regular, 26 en buen estado, 6 en mal estado y 10 viviendas que no cuentan con este servicio, ver gráfica 10.

Cabe señalar que las personas que se encuentran trabajando en el campo fuera del hogar tienden a hacer sus necesidades al aire libre, lo que conlleva a la contaminación de las aguas de la fuente.

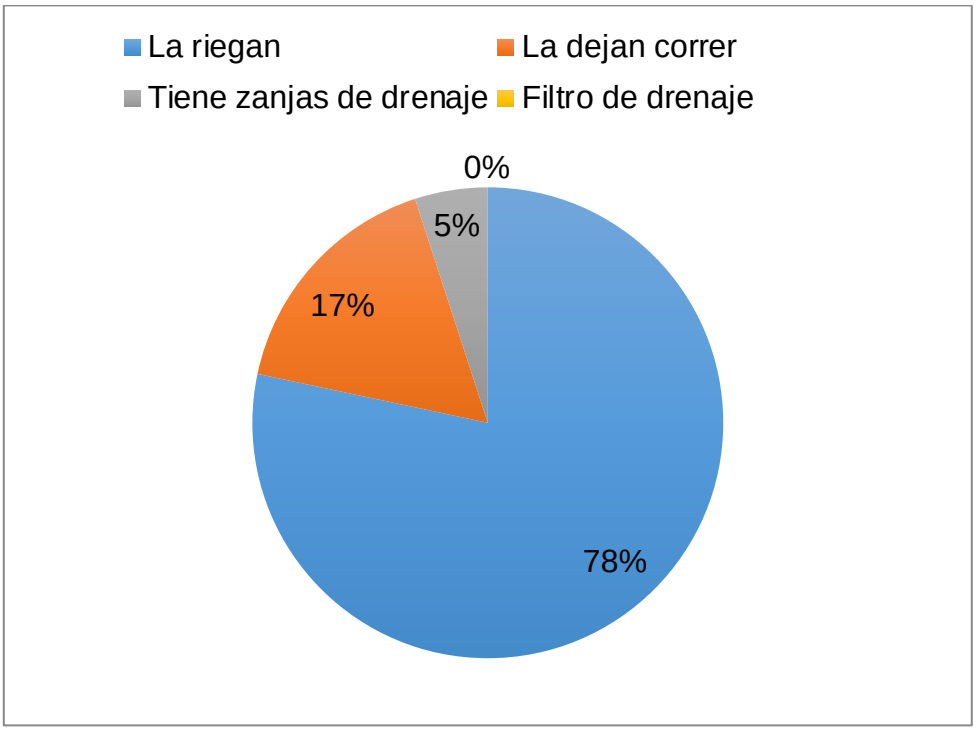
Gráfica 10. Estado de las letrinas



3.8.2 Disposición final de aguas grises

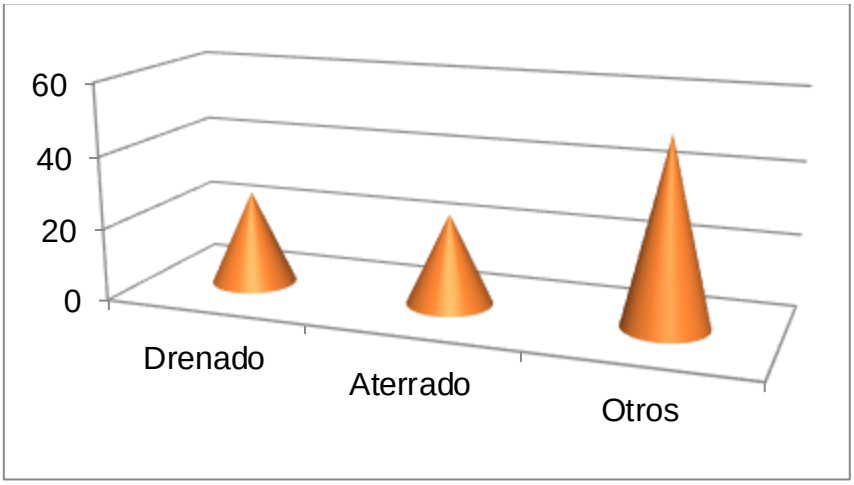
En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las aguas grises provenientes del lavado, baño y cocina son descargadas superficialmente sobre los patios, generando así charcas, ver gráfica 11.

Gráfica 11. Disposición final del agua grises



En los referentes a las eliminaciones de las charcas de los patios, la población opta por aterrarlas o por drenarla, ver gráfica 12.

Gráfica 12. Como eliminan las charcas

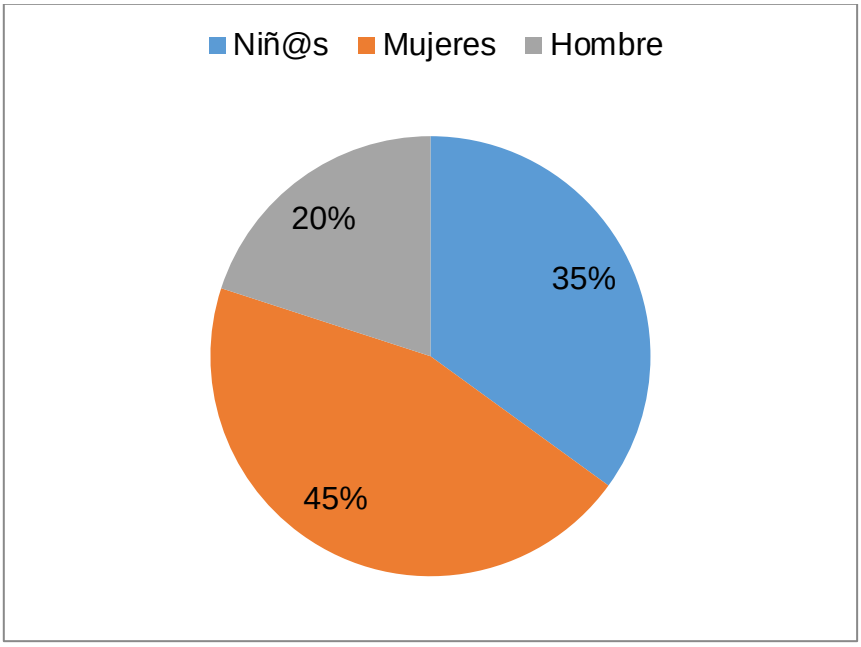


3.9 Recurso y Servicio de Agua

La comunidad cuenta con tres pozos públicos de los cuales se abastecen, pero no cuentan con unos sistemas de agua potable.

Por lo que los habitantes acarrean el agua desde los pozos hasta sus hogares, tarea que es realizada en su mayoría por mujeres y niños, ver gráfica 13.

Gráfica 13. Quienes acarrean el agua



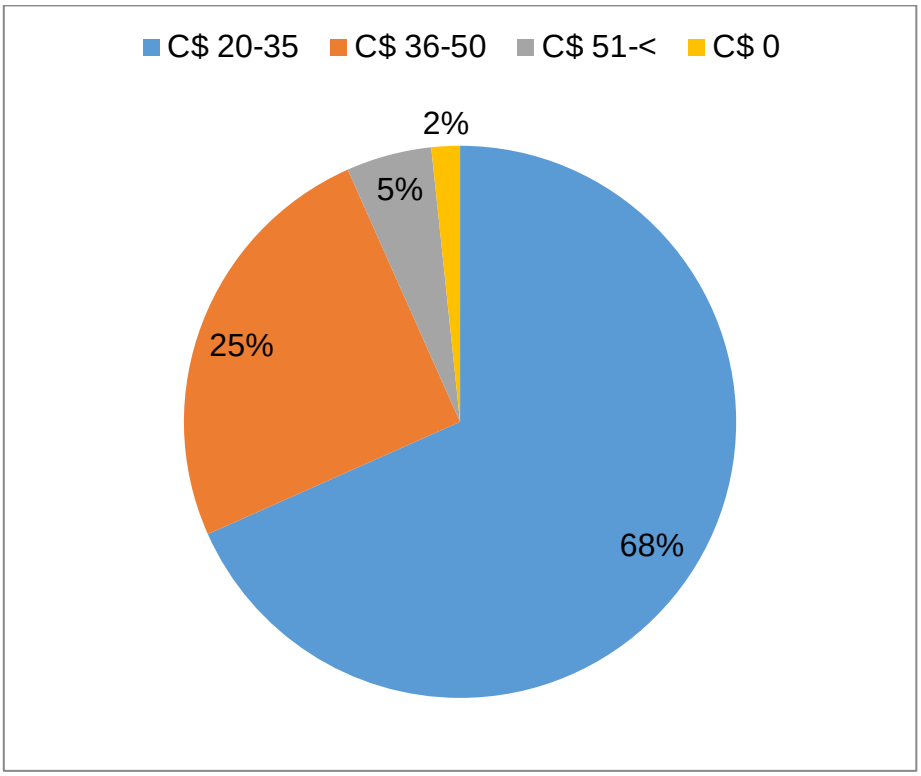
3.10 Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural

Son pocas las personas que conocen sobre los programas de agua y saneamiento rural del FISE, por lo tanto, desconocen metodologías para agua y saneamiento.

Los pobladores tienen un desconocimiento sobre las entidades que manejan estas temáticas, por lo tanto, no se ha logrado las mejoras a los pozos con lo que cuentan.

Durante la realización de las entrevistas el 98% está dispuesto a pagar si se le hacen mejoras al sistema, ver gráfico 14.

Gráfica 14. ¿Cuánto pagaría por el servicio?



3.11 Situación de salud en la vivienda

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 San Pedro o si es necesario al puesto de salud del casco Urbano de Condega.

La población de esta comunidad tiene prevalencia de enfermedades como la diarrea, tos, resfriados y dengue; siendo los más afectados los niños y adultos mayores, ver tabla 3.

Tabla 3. Enfermedades padecidas dentro de los miembros del hogar durante el año pasado**.**

Enfermedades	Grupos de Edad				Observaciones
	-5	6-15	16-25	+26	
Diarrea	5			1	La enfermedad que más predomina son los resfriados.
Tos	2	3	1	1	
Resfriados	3	2	1	5	
Malaria				1	
Dengue	1				
Parasitosis					
Infección Renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones Dérmicas (Piel)					
Otras					

3.12 Energía Eléctrica

La comunidad cuenta con el servicio de energía eléctrica.

Capitulo IV.
Diseño Metodológico

4 Capitulo IV. Diseño metodológico

En el presente documento se utilizaron las Normas Técnicas: Diseño de sistemas de abastecimientos de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99).

4.1 Fuentes de la recolección de datos

Para el desarrollo de esta investigación se consultaron diversas fuentes de datos, las cuales se describen a continuación:

4.1.1 Fuentes primarias

- Reconocimiento del área de estudio.
- Características del agua.
- Situación económica de cada familia beneficiada.
- Identificación de las posibles fuentes de agua.
- Ubicación del pozo.
- Datos y mapas de la zona de estudio.

4.1.2 Fuentes secundarias

- Se visitó a las instituciones como la ALCALDIA, ENACAL y MINSA, para recopilar información y datos necesarios (Ubicación, características locales), para tener un mejor orden e información del proyecto.

- ENACAL: Para tener información de las normas más comunes que aplican en los sistemas de agua, así como los parámetros más comunes que evalúan la calidad de agua de la fuente.

- INETER: Para recaudar mapas cartográficos y topográficos necesarios para la ubicación de la fuente, de igual manera para el trazado preliminar de la línea para el sistema.

- Consultas en biblioteca virtual de ENACAL central, con el fin de buscar normas necesarias aplicadas a este tipo de sistema en la parte rural.

4.2 Recolección de datos

- Encuesta socioeconómica a poblaciones beneficiadas.
- Aforo en la fuente para conocer el caudal que esta genera para el abastecimiento de la población.
- Análisis físico-químico de calidad de agua de la fuente de abastecimiento para así conocer las condiciones del agua que se le dará a la población.
- Levantamiento topográfico mediante instrumentos apropiado para el diseño del sistema (MABE).
- Uso de AutoCAD para el trazado y delimitación de la cuenca a través de un mapa topográfico de INETER.

4.3 Herramientas usadas para recolección de datos necesarios para el diseño

- Mapas de la zona (Escala, 1:50,000).
- GPS (Trimble), GeoExplorer 2008.
- Equipo topográfico (Estación total Leyca Ts06, Primas con bastón, Tripode, Cinta de carrete 30m, Cinta métrica).
- Calculadora.
- Computadora Laptop.
- Libreta de campo.
- Cámara fotográfica.
- Recipientes destilados para muestras de agua.

4.4 Procesamiento y análisis de datos

El análisis de datos consiste en estudiar la información recolectada y la correlación de la información de la primera etapa, la cual debe ir ligada con los requerimientos de la información identificados en los objetivos de la investigación; por lo que se implementó el uso de programas como:

- Programas de Microsoft (Excel, Word) para la memoria de cálculo e informe de la formulación del sistema.
- Procesamiento de datos obtenidos en el levantamiento topográfico mediante el programa CivilCAD.
- Obtención de ecuaciones y normas aplicadas al diseño.
- AutoCAD: Para la delimitación de cuenca.
- EPANET: Para la simulación del sistema.

4.5 Levantamientos topográficos

La metodología para la realización del levantamiento topográfico, se llevó acabo aplicando las recomendaciones brindadas por FISE.

Por lo que para realizar esta actividad se hicieron los siguientes pasos:

1- Evaluación de la zona: Este permitió conocer el sitio del proyecto y determinar su cobertura, sirviendo esto para la realización del croquis, indicar los puntos límites, caminos, distancias estimadas, entre otros.
2- Levantamiento topográfico: Se realizó la Planimetría y Altimetría de las ciudadelas y la línea de conducción para ubicar los puntos de mayor y menor elevación que permitió analizar la ubicación de la fuente y el tanque de almacenamiento.
3- Elaboración de planos topográficos: Se elaboraron los planos topográficos de los lotes, así como plano de planta, perfil de la línea de conducción y distribución utilizando el programa AutoCAD y su complemento CivilCAD.

4.6 Criterios de diseño para el sistema

El diseño de los componentes del sistema estará basado a la normativa implementada por el Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (INAA) principalmente con las Normas técnica rurales (NTON-09001-99).

La configuración del sistema de abastecimiento propuesto para la comunidad de Piedra Larga Abajo, será del tipo: Fuente-Tanque-Red, por lo que se hará de acuerdo a este orden la descripción de los criterios de diseño.

4.7 Estimación de población de diseño

4.7.1 Razón de crecimiento

Para el planteamiento de alternativas se efectuará las proyecciones de población, para lo cual se requiere estudiar el comportamiento del crecimiento de la población.

$$r = \left(\frac{Pn}{Po}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \qquad \textbf{Ecuación 1}$$

Donde:

r: Tasa de crecimiento

Pn: Población de año n

Po: Población al inicio del periodo de diseño

n: Número de años que comprende el período de diseño

4.7.2 Tasa de crecimiento

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 2.2, si no se dispone de población al inicio del periodo de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales previamente entrenados. Conviene la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%.

Se determinó la tasa de crecimiento basado en los registros de INIDE, de los años 1995, 2005, Censo MR de Condega año 2015 y para el año 2016 el dato es obtenido de la encuesta socio-económica.

Tabla 4. Estadísticas censales

Censo Poblacional	**República de Nicaragua**	**Municipio Condega**	**Comunidad Piedra Larga Abajo**
Encuesta socio-económica 2016, (fuente propia).		33,808	267
Censo MR de Condega 2015		33,407	260
Censo de crecimiento INIDE 2005	5,142,098	28,481	248
Censo de crecimiento INIDE 1995	4,357,099	25,155	

Fuente: Censo poblacional, (INIDE, 1995-2005). Censo MR de Condega, (2015). Encuesta socio-económica, (2016).

4.7.3 Proyección de la población

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 2.2, el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la siguiente ecuación:

$$P_n=P_o(1+r)^n \qquad \textbf{Ecuación 2}$$

Donde:

P_n: Población del año n

P_o: Población al inicio del periodo de diseño

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal

n: Número de años que comprende el período de diseño

4.8 Dotación

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 3.1, la dotación que usaremos para nuestro proyecto será con un caudal de 60 lppd, ya que solo se consideraron conexiones domiciliares de patio.

4.9 Población a Servir

La comunidad cuenta con 267 habitantes, una escuela pública y una iglesia evangélica.

4.10 Periodo de diseño

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.1, en proyectos de abastecimientos de agua potable se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes de sistema.

Tabla 5. Periodo de diseño

Tipo de componente	**Periodo de diseño**
Pozos perforados	15 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON-09001-99

4.11 Pérdidas de agua en el sistema

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.7, 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 se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

4.12 Variaciones de consumo

Según con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.2, las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para dimensionamiento de: Obra de captación, línea de conducción y red de distribución.

CPD= Dotación* Población **Ecuación 3**

CMD=(1.5*CPD)+P **Ecuación 4**

CMH=(2.5*CPD)+P **Ecuación 5**

Donde:

CMD: Consumo máximo diario

CMH: Consumo máximo hora

CPD: Consumo promedio diario

P: Pérdidas

4.13 Cobertura de tubería

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.6, para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo.

4.14 Presiones Máximas y Mínimas

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.3, 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:

Presión Mínima: 5.0 metros

Presión Máxima: 50.0 metros

4.15 Velocidades permisibles en las tuberías

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 4.5, se recomienda fijar valor de las velocidades del flujo en los conductos en un rango para erosión interna o sedimentación en las tuberías.

Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad Mínima=0.4 m/s

Velocidad Máxima=2 m/s

Coeficiente de Rugosidad (C) de Hazen-William para los diferentes tipos de materiales en los conductos.

Tabla 6. Coeficiente de Rugosidad

Material del conducto	**Coeficiente de Rugosidad (C)**
Tuvo de Hierro Galvanizado (Hº.Gº)	100
Tuvo de Hierro Fundido (Hº.Fº)	130
Tuvo Plástico (PVC)	150

Fuente: NTON-09001-99

4.16 Parámetros de calidad del agua

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

a) La fuente de agua a considerar para el proyecto, deberá ser objeto de por lo menos un análisis físico-químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

b) Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliforme total, coliforme fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

c) Análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberán cumplir con las normas de calidad de las aguas vigentes aprobadas por el INAA y MINSA.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros establecidos por la NTON 09001-99 para evaluar la calidad del agua, dichos parámetros han sido adoptadas de las "Normas regionales de calidad del agua para el consumo humano", editadas por CAPRE.

Tabla 7. Parámetros bacteriológicos

Origen	**Parámetros (b)**	**Valor recomendado**	**Valor max. Admisible**	**Observaciones**
A- Todo tipo de Agua de bebida	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
B- Agua que entra al sistema de Distribución	Coliforme fecal	Negativo	Negativo	
	Coliforme total	Negativo	≤ 4	En muestras consecutivas.
C- Agua en el sistema de distribución detectado	Coliforme total	Negativo	≤ 4	En muestras puntuales. No debe de ser.
		Negativo	Negativo	En el 95% de las muestras anuales (c)

Fuente: NTON 09001-99

A) NMP/100 ml en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

B) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliforme fecal. Si el remuestreo da resultados negativos, no se toma en consideración las muestras adicionales recolectadas, cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

C) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año, el porcentaje de muestras negativas debe ser ≥ 90%.

Tabla 8. Parámetros Organolépticos

Parámetros	**Unidad**	**Valor recomendado**	**Valor max. Admisible**
Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 9. Parámetros Físicos-Químicos

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	Us/cm	400	
Dureza	mg/l $CaCO_3$	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Calcio	mg/l $CaCO_3$	100	
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol.Tot. Disueltos	mg/l		1000
Magnesio	mg/l $CaCo_3$	30	50

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 10. Parámetros para sustancias no deseadas

Parámetros	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Nitrato-$NO-^{1}_{3}$	mg/l	25	45
Nitritoso-$NO-^{1}_{2}$	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Fluoruro	mg/l		0.7-1.5

Fuente: NTON 09001-99

Tabla 11. Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

Parámetros	Unidad	Valor Máx. Admisible
Arsénico	mg/l	0.01

Fuente: NTON 09001-99

4.17 Diseño de los componentes del sistema

Un MABE, se compone de los siguientes elementos: Fuente de abastecimiento (generalmente un pozo perforado), estación de bombeo, línea de conducción, tanque y red de distribución.

4.18 Fuente

Es un pozo perforado con una profundidad de 250 pies, con diámetro de 6", ubicado en la cota 608.89 msnm.

Este debe de cumplir con dos propósitos importantes:

- 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.

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 5.3.3, establece que para que un pozo perforado sea una fuente potencial a ser explotada en un MABE, se debe considerar que:

- El caudal de explotación de bombeo estará en función de un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

- El caudal máximo recomendado de la explotación de un pozo deberá ser igual o superior a 1.5 del consumo día promedio.

4.19 Estación de Bombeo.

4.19.1 Elementos de la estación de bombeo

A grandes rasgos se pueden distinguir tres elementos en toda la estación de bombeo:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba).
- La bomba (se debe disponer siempre de una bomba de reserva).
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba).

Los equipos de bombeo se seleccionan para un periodo inicial de 5 a 10 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el periodo de diseño final (López R.A, 1999).

4.19.2 Caceta de control

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 6.2, la caseta de control se diseña de mampostería reforzada acorde a un modelo típico, incluyendo la iluminación, ventilación y desagüe, tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

4.19.3 Equipo de bombeo

4.19.3.1 Bombas verticales

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 6.4.1, los equipos de bombeo que generalmente se emplean para pozos perforados son los de turbina de eje vertical y sumergible.

En la tubería de descarga se deberá efectuar un estudio económico-comparativo de diversos diámetros para seleccionar el más apropiado.

4.19.4 Potencial y caudal explotable

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 5.3.3, como uno de los principales criterios de aceptación de una fuente para un MABE, que el caudal

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

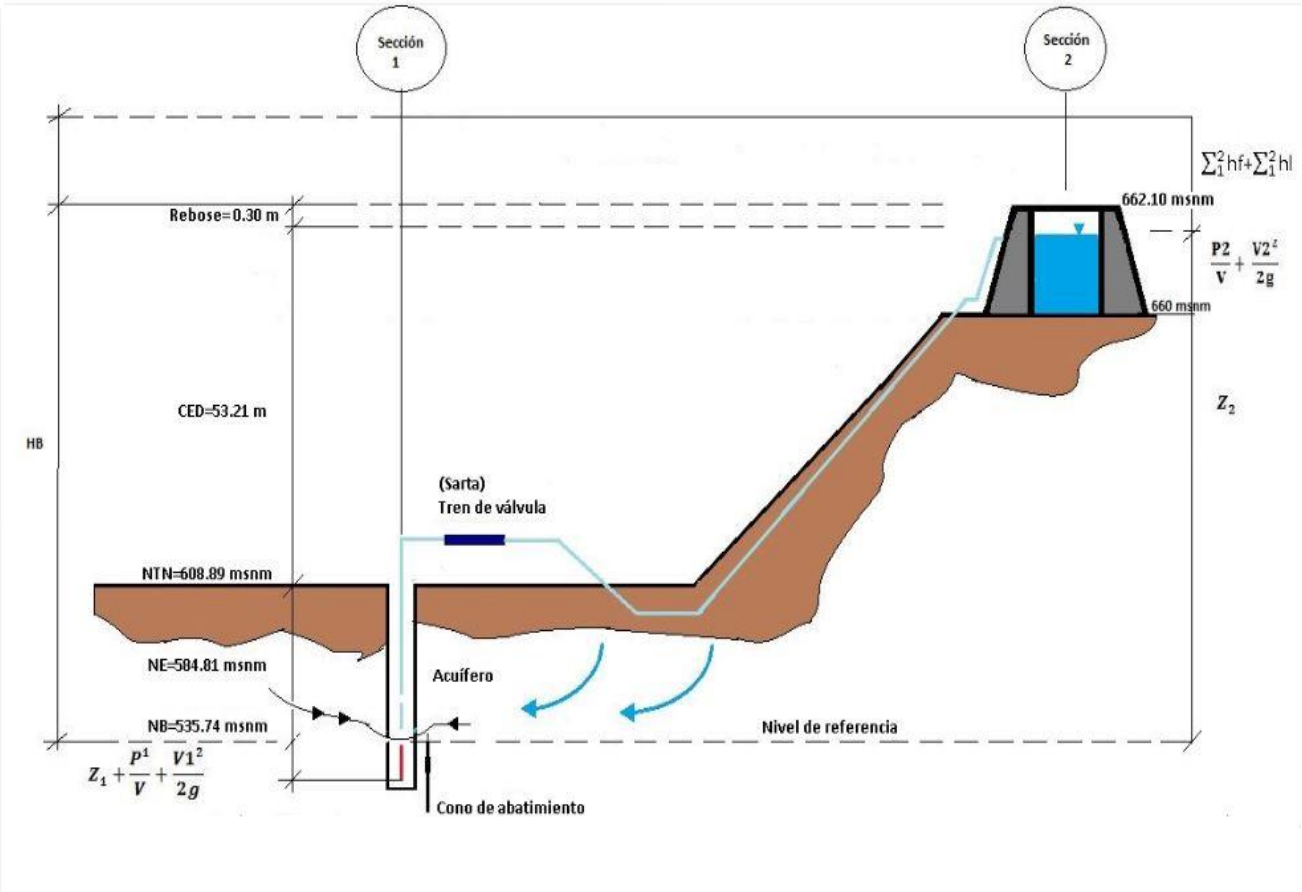
Por lo tanto, se debe verificar que el rendimiento potencial del pozo sea suficiente para dotar de agua al nuevo sistema.

4.19.5 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Se diseñará un solo equipo de bombeo, calculado para el caudal de diseño de 20 años, el equipo deberá ser reemplazado luego del primer periodo de 10 años, por otro equipo de iguales especificaciones que el primero, las que se determinaran en esta sección.

En la práctica la sumergencia de la bomba generalmente se estima en unos 10 ft a 20 ft por lo cual se trabajó con una sumergencia de 10 ft.

Ilustración 3. Esquema de la línea de conducción



4.19.6 Ecuación de Bernoulli

Descarga ahogada

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + HB = Z_2 + \frac{(V_2)^2}{2g} + \sum_{1}^{2} hf + \sum_{1}^{2} hl$$

Donde se obtiene la ecuación de altura de bombeo o carga total dinámica.

4.19.7 Carga total dinámica (CTD)

CTD= NB + CED + hf columna + hf descarga + hf tubería **Ecuación 6**

4.19.7.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo

NB=NEA + Variación + Abatimiento **Ecuación 7**

4.19.7.2 Carga estática de la descarga

CED = Nivel de terreno en el pozo a nivel de llenado en el tanque. **Ecuación 8**

4.19.7.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 6.4.1, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5%.

Lc=NB + Sumergencia **Ecuación 9**

$hf_{columna}$ = 5%Lc **Ecuación 10**

Donde

NB: Nivel más bajo durante el bombeo

Lc: Longitud de columna

4.19.7.4 Pérdidas de la descarga

Diámetro y velocidades en las tuberías:

El diámetro de la tubería de descarga será calculado a partir de la siguiente ecuación, similar a la de Bresse, pero que utiliza el caudal de diseño en lugar del caudal de bombeo:

D: Diámetro en m

Q: Caudal de diseño $\frac{m^3}{s}$

$$D=0.9(Q)^{0.45}$$ **Ecuación 11**

Pérdidas en la descarga

Utilizando la tabla de pérdidas localizadas en longitudes equivalentes en metros de tubería recta.

Tabla 12. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta)

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	76	100	125	150	200	250	300	350
	plg.	1/2	3/4	1	1 1/4	11/2	2	21/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90º																
Radio largo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Radio medio		0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5
Radio corto		0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5
Codo 45º		0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.9	2.3	3.0	3.8	4.6	5.3
Curva 90º																
R/D:1 ½		0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4
R/D: 1		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4
Curva 45º		0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.1	1.5	1.8	2.2	2.5
Entrada																
Normal		0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2
De borda		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0
Válvula																
Compuerta		0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4
Globo		4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67.0	85.0	102	120
Angulo		2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0
de pie		3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0
Retención																
T. liviano		1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0
T. pesado		1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	12.9	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0
Te de paso																
Directo		0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3
Lateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Te salida																
Bilateral		1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de																
tubería		0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0

Fuente: López R.A, 1999

L_e: Longitud equivalente que depende de los elementos contenidos en la sarta

$$h_{desc}=10.674\left(\frac{Q}{c}\right)^{1.852}\left(\frac{L_l}{\emptyset*4.87}\right)$$ **Ecuación 12**

4.19.7.5 Pérdidas de la tubería

$L_{tubería}$: Longitud de tubería

(ver ecuación 12).

4.19.8 Potencia hidráulica de la bomba

$$P_B=\frac{Q*CTD}{3960*e}$$ **Ecuación 13**

Donde:

P_B: Potencia de la bomba (HP)

Q: CMD (gpm)

CMD: Caudal máximo día

CTD: Carga total dinámica (pie)

e: Eficiencia de la bomba (para efectos del cálculo teórico se estima en un 60%)

4.19.9 Potencia del motor

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 6.5, tiene que considerar por norma emplear un factor de 1.15 para calcular la potencia necesaria del motor en base a la potencia por la bomba, debido a las perdidas mecánicas.

$$P_M=1.15*P_B$$ **Ecuación 14**

Donde:

P_M: Potencia del bombeo (HP)

P_B: Potencia hidráulica de la bomba (HP)

4.20 Selección del equipo de bombeo

Conociendo la altura a vencer por la bomba (Hb) y el caudal que debe suministrar la misma (Q), se selecciona de entre los equipos de bombeo ofrecidos por catálogo aquel modelo que presente una curva característica que trabaje en un rango de altura y caudal lo más parecido posible a los valores calculados. Del catálogo se obtienen las especificaciones de la bomba seleccionada, que incluye: velocidad de giro (n), diámetro del orifico de la bomba (d), potencia (P) y eficiencia (N).

4.21 Análisis hidráulico del equipo de bombeo

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones.

- Nivel dinámico del agua dentro del pozo.
- Curva característica del equipo de bombeo seleccionado.
- Dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tubería PVC, C: 150 y 1 ½" de diámetro.

4.22 Diseño hidráulico de la línea de conducción

4.22.1 Diámetro de la línea de conducción

(ver ecuación 11).

Para el dimensionamiento de la tubería de las líneas de conducción, se aplicará La ecuación exponencial de Hazen- Williams.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549\,Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \qquad \textbf{Ecuación 15}$$

Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en $\frac{m}{m}$

Q: Gasto en $\frac{m^3}{s}$

D: Diámetro en metros

C: Coeficiente de Hazen-Williams

4.22.2 Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$V= \frac{4*Q}{\pi*\emptyset^2}$$ **Ecuación 16**

Límites establecidos para limitar el efecto del golpe de ariete.

0.6 m/s < 0.6 m/s <1.5 m/s.

4.22.3 Golpe de ariete

4.22.3.1 Cálculo de celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-21 de 1 1/2", el espesor del tubo es 2.17 mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 12.

Aplicando la ecuación de celeridad mediante fórmula de Allievi:

$$C= \frac{9900}{\sqrt{(48.3+k*\left(\frac{D}{E}\right)}}$$ **Ecuación 17**

Donde:

C: Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D: Diámetro de la tubería (m).

e: Espesor de los tubos (m).

K: Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Tabla 13. Valores de K para diferentes materiales de tubería

Material de la tubería	K
Acero	0.5
Hierro fundido	1.0
Concreto	5.0
Asfalto-cemento	4.4
Plástico	18.0

Fuente: López R. A, 1999

4.22.3.2 Cálculo de tiempo de cierre

Para considerar las peores condiciones de funcionamiento los cálculos se realizan para cierre inmediato de la válvula de retención, de esta manera consideramos la sobrepresión máxima.

$$T = \frac{2L}{C}$$ **Ecuación 18**

Donde:

L: Longitud hasta el depósito (m).

C: Velocidad de propagación de la onda o celeridad.

T: Fase o periodo de cierre (s)

4.22.3.3 Cálculo de la sobrepresión

$$G.A = \frac{C*T}{g}$$ **Ecuación 19**

Donde:

G.A: Sobrepresión (m).

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

C: Celeridad (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s^2).

4.22.3.4 Presión admisible de la tubería

$$Pt = G.A + CED$$ **Ecuación 20**

Tabla 14. Presión de trabajo

SDR	Presión de trabajo	
	psi	kg/cm^2
64	63	4.4
51	80	5.6
41	100	7.0
32.5	125	8.8
26	160	11.2
21	200	14.0
17	250	17.6
13.5	315	22.1

Fuente: Amanco; Asesoría Técnica

4.23 Dimensionamiento del tanque

4.23.1 Almacenamiento

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 8.2, la capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

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

La capacidad total del tanque se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

4.23.2 Cálculo de volumen del tanque

Vol. Total = 35% CPD **Ecuación 21**

4.23.3 Cálculo de altura del tanque rectangular.

Largo = Ancho

ALL: Volumen a reservar

4.23.4 Altura total

Altura Total= ALL +rebose **Ecuación 22**

4.24 Desinfección

4.24.1 Tratamiento

Con el propósito de proveer agua libre de bacterias, virus y amebas a los usuarios, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físico-químicos, bacteriológicos, organolépticos, hierro y arsénico determinaron que no se requiere de ningún tratamiento adicional más que la desinfección preventiva con cloro para garantizar la pureza del agua y eliminar los coliformes totales.

4.24.2 Dosificación

De conformidad con los métodos y medios empleados por el ENACAL y FISE en sistemas rurales, el sistema de cloración consistirá en desinfección mediante la aplicación de solución de cloro usando una concentración de cloro activo de 1.5 mg/l.

En nuestro país las soluciones de cloro se venden en presentación de 12% de concentración, donde indicamos la cantidad de solución de cloro al 12%, que se debe comprar para preparar la solución al 1% por cada año del periodo de diseño del proyecto.

4.25 Red de distribución

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 7.3, la red de distribución en el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo

presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser condiciones domiciliares 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).

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.

4.25.1 Diámetro de la línea de distribución.

(ver ecuación 11).

De acuerdo con lo establecido por la NTON 09001-99, en el inciso 3.3.2, el diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

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

Se realizará el análisis con la siguiente ecuación:

$$H = \left[\frac{SeQe - SfQf}{2.85\ (Qe - Qf)}\right] L$$ **Ecuación 23**

En la cual:
H: Pérdidas por fricción en metros
Qe: Caudal entrante en el tramo en (gpm)
Qf: Caudal salida al final del tramo (gpm)
Se: Pérdidas en el tramo correspondiente Qe en decimales
Sf: Pérdidas en el tramo correspondiente Qe en decimales
L: Longitud del tramo en metros

4.25.2 Determinación de caudales nodales

Los caudales nodales para el análisis del modelo hidráulico de la red de distribución fueron calculados a través del método de la longitud unitaria. Se calculó el caudal unitario para determinar el caudal en cada tramo y posteriormente realizar la repartición de caudales.

4.25.2.1 Cálculo del caudal unitario

El caudal por unidad de longitud de tubería se determinó a partir de la ecuación, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud total efectiva de la red.

$$q = \frac{Qmh}{L\,t}$$ **Ecuación 24**

4.25.2.2 Repartición de caudales por el método tributario

La longitud tributada en un nodo es la suma de las longitudes medias de los tramos adyacentes; los caudales nodales resultaron de la multiplicación del caudal unitario por la longitud tributada del tramo.

$Qi=q*Li$ **Ecuación 25**

Donde:

Qi: Caudal en el tramo de tubería (lps)

q: Caudal unitario por metro lineal de tubería (lps/m)

Li: Longitud tributada del tramo (m)

4.26 Análisis hidráulico de la red de distribución

La simulación del sistema se realizó con el software EPANET, considerando dos condiciones de trabajo:

- **Tanque lleno y CMH**

Para simular una condición de trabajo exigente, pero con el tanque funcionando a capacidad.

- **Tanque lleno y Consumo cero**

Simula un sistema sin demanda (horas de la madrugada), cuando se presentan mayores presiones.

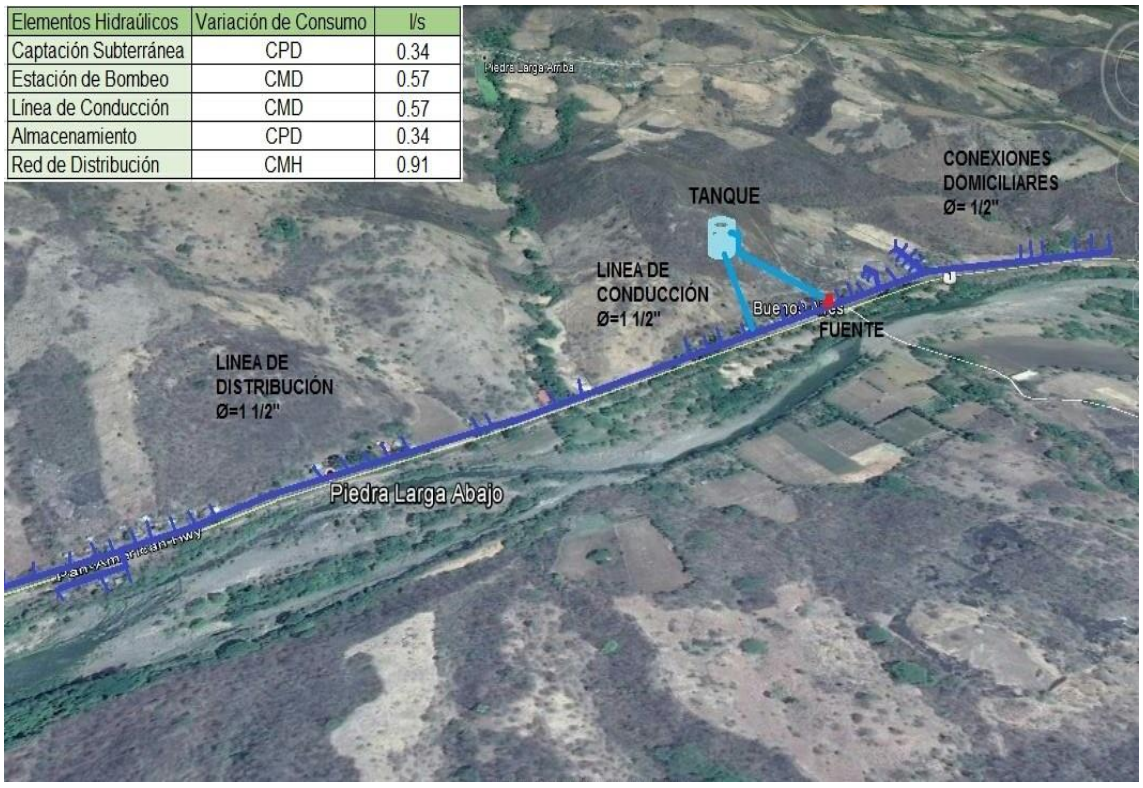
Se consideraron:

- Dimensiones reales del tanque de almacenamiento.
- Tuberías de PCV, C: 150 Y 1 ½" de diámetro.
- El modelo hidráulico consta con 10 nodos de tubería principal.

4.27 Esquema de funcionamiento del sistema

Ilustración 4 Esquema de funcionamiento de Abastecimiento

Elementos Hidraúlicos	Variación de Consumo	l/s
Captación Subterránea	CPD	0.34
Estación de Bombeo	CMD	0.57
Línea de Conducción	CMD	0.57
Almacenamiento	CPD	0.34
Red de Distribución	CMH	0.91



4.28 Clasificación ambiental

La clasificación ambiental de los proyectos es un instrumento de gestión ambiental que permite identificar las acciones a seguir según las incidencias que éstos pudieran tener en el medio ambiente. Los proyectos de agua la mayor parte se unen en la categoría IV del cuadro de clasificación ambiental según decreto 76-2006, y de la lista de proyectos contemplados en el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública).

La Categoría IV establece que "Agrupa algunos tipos de proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo".

4.29 Evaluación de emplazamiento

La evaluación del emplazamiento permite valorar las características generales del sitio y el entorno donde se propone ubicar el proyecto para evitar o prevenir potenciales riesgos e impactos ambientales que atentan contra la sostenibilidad y la adaptabilidad del proyecto.

4.29.1 Proceso de evaluación del emplazamiento

El proceso de evaluación del emplazamiento es realizado por el formulador, facilitador, unidades de medio ambiente de las alcaldías, según sea el caso, es revisado por quien lo recibe y es verificado por quien evalúa el proyecto, el técnico municipal y/o asesor municipal.

4.29.2 La evaluación del emplazamiento se realiza según los siguientes pasos

1. Se clasifica ambientalmente el proyecto: (Consultar los cuadros de clasificación ambiental de los proyectos). Una vez que el proyecto se clasifica en la categoría IV, se procede a realizar la selección de variables que serán utilizadas para evaluar el sitio.

2. Se seleccionan las variables que serán utilizadas en tipo de proyecto: En la evaluación las variables a utilizar se seleccionan de acuerdo al tipo de proyecto.

3. Después de seleccionar las variables que corresponden con el tipo de proyecto, se utiliza el cuadro de evaluación y el histograma para proceder a evaluar el emplazamiento.

4. Antes de realizar la vista al sitio, será necesario consultar las distintas fuentes de información que se tenga sobre el territorio donde se emplaza el proyecto.

5. Visita al sitio: Esta etapa es muy importante porque deberá verificarse toda la información necesaria para llenar el histograma.

4.29.3 Histograma

La evaluación del emplazamiento se realizará mediante el llenado de un histograma que se expresa en el formulario adjunto. El histograma consta de tres partes:

1. Valoración de variables.
2. Cálculo matemático y evaluación de elegibilidad del sitio.
3. Observaciones sobre el resultado y firma.

I. La primera parte consta de tres columnas que son:

Relación variable: se relacionan todas las variables que podría contener una evaluación del emplazamiento.

Para uso de formulador o el facilitador: en esta columna el formulador o el facilitador valora las variables que serán objeto de evaluación.

Los valores posibles para cada variable son: No aplica; que quiere decir que no se valora, 1,2 o 3 según el cuadro de evaluación.

Para uso del técnico Municipal y/o Asesor municipal: es una columna idéntica a la que utiliza el formulador o el facilitador.

La evaluación de cada variable se hará contando con la información de las características ambientales del territorio donde se emplazará el proyecto, se rellenará o se hará una marca de los valores obtenidos en la escala (E) que va desde el valor 1 hasta 3 por cada variable objeto de estudio. Los valores a otorgar en la escala de 1 a 3 podrán ser seleccionados en el cuadro de evaluación adjunta. El cuadro ha sido elaborado considerando tres rangos de situaciones que se pueden presentar en cada variable y si significado es el siguiente:

- ✓ Los valores de 1 en la escala representan las situaciones más riesgosas, peligrosas o ambientalmente no compatibles con el tipo de proyecto que se evalúa.
- ✓ Los valores de 2 en la escala representan las situaciones intermedias de riesgos, peligros o ambientalmente aceptables con limitaciones con el tipo de proyecto que se evalúa.
- ✓ Los valores en escala 3 representan situaciones libres de todo tipo de riesgos y compatibles ambientalmente.
- ✓ La columna P se corresponde con el peso o importancia del problema, así, las situaciones, as riesgosas o ambientales incompatibles tienen en la máxima importancia o peso (3), mientras que las situaciones no riesgosas o ambientalmente compatibles tienen la mínima importancia o peso (1),

mientras que las situaciones intermedias tienen un peso o importancia media (2).

II. La segunda parte está destinada para los cálculos matemáticos de los valores registrados, ver Tabla 15.

Tabla 15. Valor total del histograma

Frecuencia (F)	Suma			
Escala x Peso x Frecuencia (ExPxF)	Valor A	1 x 3 x F	2 x 2 x F	3 x 1 x F
Peso x Frecuencia (PxF)	Valor B	3 x F	2 x F	1 x F
Valor Total (ExPxF)/ (PxF)	A/B			
Rangos /Significados	1-1.5	1.6-2.0	2.1-2.5	>2.5

Fuente: FISE, 2008

En la fila Escala x Peso x Frecuencia (E x P x F), se multiplican los tres valores, o sea la escala, la evaluación por el peso y la importancia por la frecuencia
Mientras que en la fila Peso x Frecuencia (P x F) se multiplican sólo los valores del Peso y la importancia por la Frecuencia

Posteriormente se suman los valores totales de la fila ExPxF y los valores de la fila PxF y se depositan en la columna que dice SUMA.

Finalmente se divide la suma total de la fila (ExPxF) entre la suma total de la fila (PxF) y se deposita en la fila que dice VALOR TOTAL. Este valor se aproximará a un entero y un decimal y de esta forma el valor obtenido se enmarca en un rango que puede ser: Se marcará en rojo el rango donde se situé el valor total obtenido.

4.29.4 Significado de la evaluación

Finalmente, como se puede apreciar el valor total del histograma oscilara entre 1y 3 teniendo el siguiente significado:
Los valores entre 1 y 1.5 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso, con alto componente de riesgo a desastre y/o con un severo deterioro de la calidad ambiental pudiendo dar lugar a la pérdida de la inversión o lesionar la salud de las personas que utilizaran el servicio. Por lo que el FISE recomienda seleccionar otro lugar.

Los valores entre 1.6 y 2.0 significa que el sitio donde se propone emplazar el proyecto es peligroso ya que tiene algunos riesgos a desastres y/o existen limitaciones ambientales que pueden eventualmente lesionar la salud de las personas que utilizan el sitio. Por lo que el FISE sugiere la búsqueda de una mejor alternativa de localización y en caso de no presentar otra alternativa el FISE estudiara de forma detallada la elegibilidad del sitio de desarrollo del proyecto.

Los valores entre 2.1 y 2.5 significa que el sitio es poco peligroso, con muy bajo componente de riesgo a desastres y/o deterioro de la calidad ambiental a pesar de las limitantes aisladas. El FISE considera esta alternativa de sitio elegible.

Los valores superiores a 2.6 significa que el sitio no es peligroso, muy bajo riesgo y/o buena calidad ambiental para el emplazamiento del proyecto, por lo que el FISE considera este sitio elegible para el desarrollo de la inversión.

4.30 Análisis ambiental

El Análisis Ambiental es un instrumento para utilizarse en la fase de factibilidad del proyecto y permite identificar y valorar la situación ambiental del medio con proyecto o sin proyecto, así como incorporar las medidas de mitigación y de respuestas ante desastres.

Este análisis se encuentra dentro de los criterios de elegibilidad de los proyectos.

Para realizar el Análisis Ambiental será necesario contar con la siguiente información:

- Conocimiento del sitio y el área de influencia del proyecto
- Resultados de la evaluación de emplazamiento
- Requisitos Básicos Ambientales del proyecto
- Auto diagnóstico comunitario

4.30.1 Valoración de la calidad ambiental

Una vez identificado los Factores Ambientales, con las causas del deterioro y sus correspondientes efectos, se procede a la valoración de cada efecto observado, asignando los valores, según los criterios que se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 16. Criterios para valorar la calidad ambiental

CALIDAD AMBIENTAL			
CRITERIOS	**Valor = 3**	**Valor = 2**	**Valor =1**
Intensidad de los problemas ambientales observados en el sitio para cada factor	Baja o no existen problemas	Media	Alta

Fuente: FISE, 2008

4.30.2 Posibles impactos esperados con el proyecto

El impacto generado por un proyecto se mide según las alteraciones ambientales que puede crear las diferentes acciones de la obra, tomando en consideración las diferentes etapas del proyecto.

Los niveles de impacto.

Nivel 1: Alto

Nivel 2: Medio

Nivel 3: Bajo

Sin embargo, en el periodo de funcionamiento de la obra el análisis no prevé ninguna amenaza, por lo que sus valores fueron en términos de valoración insignificantes (escala 0 cuando el efecto es positivo).

4.30.3 Plan de mitigación de los impactos ambientales

Las medidas de mitigación están dirigidas a los impactos ambientales negativos identificados y evaluados, con el propósito de reducir o eliminar las posibles afectaciones que puedan causar al medio ambiente, recursos naturales y al ser humano, tanto en la etapa de construcción y operación del sistema.

Las medidas de mitigación en la etapa de construcción deben quedar bien detalladas en las especificaciones técnicas del contrato (contratista) y la supervisión del proyecto debe exigir su cumplimiento durante el tiempo de ejecución del proyecto.

Capítulo V.
Resultados

5 Capitulo V. Resultados

5.1 Estimación de población de diseño

5.1.1 Razón de crecimiento

Para el periodo de censo 2005-2015

Datos:

P_n= 260 hab.

P_o =248 hab.

n= 10

%r [2005-2015]= 0.0047*100 = 0.47%

Debido a que la diferencia de periodos es de 10 años, no se recomienda realizar una proyección de población con esta razón.

Para el periodo 2015-2016

Datos:

P_n= 267 hab.

P_o =260 hab.

n= 1

%r [2015-2016]= 0.0269 *100 = 2.69%

5.1.2 Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad Piedra Larga Abajo

Tabla 17. Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad Piedra Larga Abajo

Año	Censo	Población	Razón de crecimiento
2005	INIDE	248	0.47
2015	MR de Condega	260	
2015		260	2.69
2016	Encuesta socio-económica	267	

Fuente: Elaboración propia, (2016)

De los resultados obtenidos se puede decir que la comunidad de piedra Larga Abajo, para efectos de diseño se usara una tasa de crecimiento de 2.69%.

5.1.3 Proyección de la población

Tabla 18. Proyección de población y determinación caudal de diseño

Año	Población	Dotación (lppd)	CPD Dom (lps)	CPD 7% (lps)	CPD (lps)	Pérdidas 20% (lps)	CPDT (LPS)	CMD (lps)	CMH (lps)
2016	267								
2017	274	60	0.1904	0.0133	0.2037	0.0407	0.2445	0.35	0.55
2022	313	60	0.2174	0.0152	0.2326	0.0465	0.2792	0.40	0.63
2027	358	60	0.2483	0.0174	0.2657	0.0531	0.3188	0.45	0.72
2032	408	60	0.2835	0.0198	0.3034	0.0607	0.3641	0.52	0.82
2036	454	60	0.3153	0.0221	**0.3374**	0.0675	0.4048	**0.57**	**0.91**

5.2 Cobertura de tubería

Toda nuestra red de tubería se encuentra en sitios de poco tráfico vehicular, por lo cual la cobertura será de 1 m sobre la corona del tubo, a excepción de la estación 1+700, en el tramo de tubería p8, el cual está en la carretera principal “Panamericana Norte”, este si tendrá una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería.

5.3 Prueba de bombeo

De la prueba de bombeo escalonada a razón de 18, 25 y 50 GPM, se definió la ecuación de descenso del pozo con una aceptable eficiencia en el pozo de 60% o sea que debe explotarse en ese rango, el más viable para mantener sostenido el caudal de diseño. El abatimiento máximo para este caudal es de 36.88 m y el Nivel de Bombeo es de 73.15 m.

5.4 Parámetros de calidad del agua

5.4.1 Resultados de laboratorio

Tabla 19. Resultados de Parámetros Bacteriológicos

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor máximo admisible CAPRE
Coliforme Total	2,30E+03	NMP/100 ml	Negativo
E. Coli	1,70E+01	NMP/100 ml	Negativo

Tabla 20. Resultados de Parámetros Organolépticos

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor máximo admisible CAPRE
Color verdadero	5,00	mgl^{-1} Pt-Co	15 mgl^{-1} Pt-Co
Turbidez	1,00	UNT	5,00UNT

Tabla 21. Resultados de Parámetros Físicos- Químicos

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor máximo admisible CAPRE
Cloruros	7,98	mg/l^{-1}	250,00 mg/l^{-1}
Conductividad	566,00	Us/cm	Sin referencia
Dureza	254,00	mg/l^{-1}	Sin referencia
Sulfatos	15,07	mg/l^{-1}	250 mg/l^{-1}
Calcio	88,18	mg/l^{-1}	Sin referencia
Sodio	24,20	mg/l^{-1}	200,00 mg/l^{-1}
Potasio	0,30	mg/l^{-1}	10,00 mg/l^{-1}
Solidos. Total. Disueltos	369,79	mg/l^{-1}	1000,00 mg/l^{-1}
Magnesio	8,26	mg/l^{-1}	50,00 mg/l^{-1}

Tabla 22. Resultados de Parámetros para sustancias no deseadas

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor máximo admisible CAPRE
Nitratos	8,89	mg/l^{-1}	50,00 mg/l^{-1}
Nitritos	0,007	mg/l^{-1}	0,10 o 3,00 mg/l^{-1}
Amonio	0,312	mg/l^{-1}	0,5 mg/l^{-1}
Hierro	0,03	mg/l^{-1}	0,30 mg/l^{-1}
Fluoruro	< ld	mg/l^{-1}	0,7 – 1,5 mg/l^{-1}

Tabla 23. Resultados de Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

Parámetros	Resultado	Unidad	Valor máximo admisible CAPRE
Arsénico	0,01	mg/l^{-1}	

El análisis físico-químico en el laboratorio, se realizó considerando los parámetros que miden las características estéticas del agua tales como: turbiedad, color, y conductividad eléctrica (dureza); los parámetros biológicos (coliformes fecal y total) y los parámetros químicos (cloruros, nitritos, calcio, magnesio, hierro, y arsénico) de acuerdo a las normas técnicas de INAA, ver Anexo C.

Los resultados del análisis, indican que todas las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, según la norma CAPRE.

Según la norma para la clasificación de los recursos hídricos, con el objetivo de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hídricos, los niveles y calidad tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos:

Para el caso de análisis de esta investigación se consideran que la muestra obtenida está en la categoría del tipo 1 porque serán aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o sub-producto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él.

.

Tomando en consideración las sub-categorías del tipo 1 nuestra muestra es del tipo 1-A porque son aguas que desde el punto de vista sanitario pueden será condicionadas con solo la adición de desinfectantes. Considerando los resultados de la muestra analizada tomada del acuífero subyacente de la comunidad, se concluye que el agua del mismo es sanitariamente segura y por tanto apta para el uso y consumo doméstico; La calidad del agua del pozo existente resultante de los análisis físico-químicos indican que el acuífero circundante es apto para la explotación.

5.5 Estación de Bombeo

5.5.1 Equipo de bombeo

El equipo de bombeo que se utilizará será una bomba vertical ya que el pozo tiene una profundidad mayor a 10 metros.

5.5.2 Potencial y caudal explotable

El pozo experimenta un rendimiento de 50 GPM, por tanto:

Tabla 24. Potencial y Caudal explotable

CPD	5.35 GPM
1.5 CPD	8.03 GPM
Rendimiento aproximado del pozo	50 GPM

Debido a que el rendimiento del pozo (50 GPM) es mayor a 1.5 CPD (8.03 GPM), este presenta el potencial suficiente para abastecer la demanda del sistema propuesto, a su vez este resultado indica que el grado de explotación de la fuente entrado en funcionamiento el proyecto será mínimo, lo que garantiza la durabilidad

de la misma y un suministro de agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población, ver Anexo D.

5.5.3 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Tabla 25. Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Nivel estático del agua (NEA)	79.00 ft
Sumergencia	10 ft
Tubería de conducción de PVC con C	150
$Q_{Diseño}$	0.51 lps
16 horas de bombeo	
Nivel de bombeo	240.00 ft

5.5.4 Estudio económico comparativo

Tabla 26. Estudio económico comparativo

Diámetro	CTD(ft)	Bomba Kw	C$/Kwh	Costo de energía C$	Costo de mano de obra C$/m	Costo de tubería C$/UND
1 ½”	432.63	1.22	2.50	44.742	34.00	229.00
2"	427.20	1.23	2.50	44.742	36.00	365.00
3”	427.10	1.22	2.50	44.742	42.00	716.00

Al efectuar el estudio con diversos diámetros, se trabajó con el diámetro más económico (1 ½”), en cuanto al costo de energía, incluyendo costo de mano de obra y costo de tubería.

5.5.5 Carga total dinámica (CTD)

5.5.5.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo

NB = 239.99 ft ≈ 73.15 m

5.5.5.2 Carga estática de la descarga

CED=53.21 m

5.5.5.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo

L_C= 76.20 m

Hf columna = 3.81 m

5.5.5.4 Pérdidas de la descarga

- **Diámetro**

D=0.0296 m=1.165” ≈ 1.5”

El diámetro económico para la red da como resultado 1.165 pulgadas, por lo cual decidimos utilizar un diámetro de 1 1/2” pulgadas por la falta de comercialización del primer resultado.

- **Pérdidas en la descarga**

Ver Tabla 27.

Tabla 27. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta) Accesorios utilizados

Accesorio	**Cantidad**	**Longitud equivalente (m)**	**Total(m)**
C-90° de radio mediano	1	1.1	1.1
Válvula de compuerta, VC liviano	1	0.3	0.3
Válvula de retención, VR liviano	1	3.2	3.2
Tee paso directo	1	0.9	0.9
Medidor	1	10	10
C-90° Radio Corto	1	1.3	1.3
C-45°	4	0.6	2.4
Salida al tanque	1	1	1
		Le total	20.20 m

$L_{equivalente}$ =20.20 m

Hf descarga =0.13 m

5.5.5.5 Pérdidas de la tubería

Hf tubería = 1.56 m

- **Carga Total Dinámica**

CTD=131.86 m ≈432.63 ft

5.5.6 Potencia hidráulica de la bomba.

P_B=1.66 HP

5.5.7 Potencia del motor.

P_M=1.90 HP

5.5.8 Selección del equipo de bombeo

Q = 0.57 lps

HB = 131.86 m

5.6 Análisis hidráulico del equipo de bombeo

Ilustración 5. Análisis hidráulico del equipo de bombeo

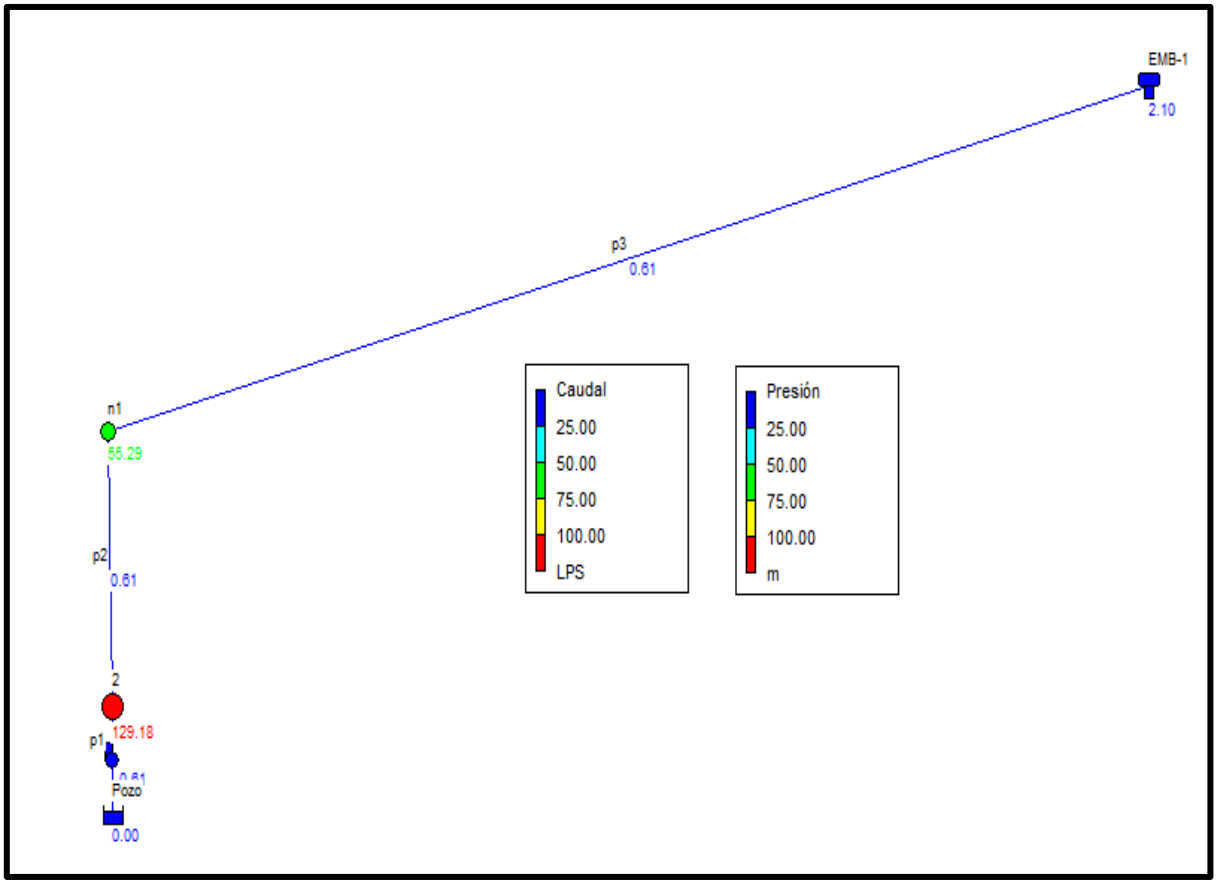


Tabla 28. Resultados del análisis del equipo de bombeo

ID Línea	Longitud m	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p2	73.15	0.61	0.54
Tubería p3	191.5	0.61	0.54
Bomba p1	No Disponible	0.61	0.00

Tabla 29. Resultado del análisis de la curva característica

ID Nudo	Cota m	Presión m
Conexión Bomba	535.74	129.18
Conexión Sarta	608.89	55.29
Embalse Pozo	535.74	0.00
Depósito EMB-1	660	2.10

En la simulación con la curva característica de la bomba 10S15-21 60 Hz de 1 ½ HP, ver Anexo E. Se obtiene que para conducir un caudal de 0.61 lps, se necesita una altura de bombeo de 129.18 m; teniendo un caudal de diseño de 0.57 lps y una altura de bombeo de 131.86 m.

La curva característica es válida para este sistema, siendo un diseño óptimo para la línea de conducción, ver anexo E.

5.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción

5.7.1 Diámetro de la línea de conducción

QMD=0.00057 m3/s

D=0.0313 m = 1.23" ≈ 1.50"

$\frac{H}{L}$=S= 1.56 m

5.7.2 Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad:

V=0.503 $\frac{m}{s}$

Límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.
0.6 m/s < 0.6 m/s< 1.5 m/s.

5.7.3 Golpe de ariete

5.7.3.1 Calculo de celeridad

C=518.66 m/s

5.7.3.2 Calculo de tiempo de cierre

T= 0.74 s

5.7.3.3 Cálculo de la sobrepresión

G. A=39.04 m

5.7.3.4 Presión admisible de la tubería

Pt= 92.25 m = 131.18 PSI

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26, con una Presión de Trabajo de 160 PSI, ver tabla 14.

5.8 Dimensionamiento del tanque

5.8.1 Cálculo de volumen del tanque

CPD= 29.148 m^3/ día

Vol. total= 10.2 m^3

5.8.2 Cálculo de altura del tanque rectangular

Largo=Ancho

Largo = Ancho = 2.25 m

ALL = 2.10 m

Rebose = 0.30 m

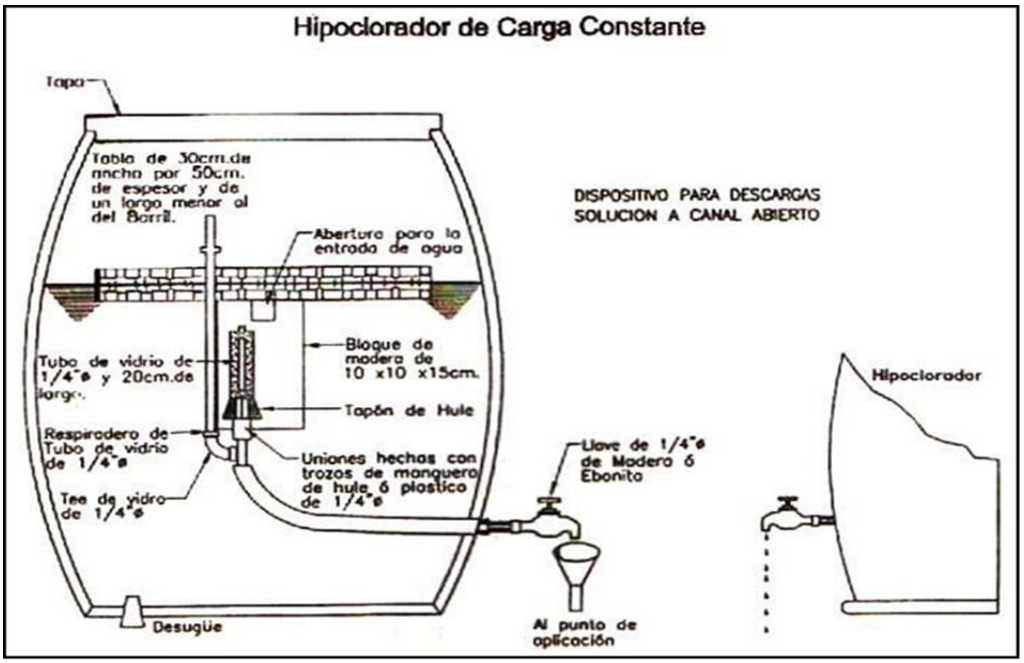
Altura total

Altura Total = 2.10+ 0.30 m = 2.40 m

5.9 Desinfección

Se requiere la aplicación únicamente de cloro como medida profiláctica. Por lo que se requerirá de un proceso de desinfección mediante el uso de hipoclorito de calcio. La solución de cloro se aplicará a través de un hipoclorador de carga constante.

Ilustración 6. Hipoclorador de carga constante



5.10 Dosificación

Tabla 30. Dosificación

A	Población Proyectada Pn	CMD lps	Dosis Diaria ml/min	Volumen Solucion 1%	Tiempo de vaciado (dias) de un bidon100 lts	Cantidades vaciadas bidon de 100 lts	Cantidad de solucion 1% x mes (lts)	Cantidad de hipoclorito al 12% x mes (lts)	Cantidad de hipoclorito al 12 % por año (lts)
2016	**267**	**0**	0	0	0	0	0	0	0
2017	274	0.35	3.12	4.49	22	1.35	134.66	11.22	135
2018	282	0.36	3.20	4.61	22	1.38	138.28	11.52	138
2019	289	0.37	3.29	4.73	21	1.42	142.00	11.83	142
2020	297	0.38	3.38	4.86	21	1.46	145.82	12.15	146
2021	305	0.39	3.47	4.99	20	1.50	149.74	12.48	150
2022	313	0.40	3.56	5.13	20	1.54	153.77	12.81	154
2023	322	0.41	3.66	5.26	19	1.58	157.91	13.16	158
2024	330	0.42	3.75	5.41	19	1.62	162.16	13.51	162
2025	339	0.43	3.85	5.55	18	1.67	166.52	13.88	167
2026	348	0.44	3.96	5.70	18	1.71	171.00	14.25	171
2027	358	0.45	4.06	5.85	17	1.76	175.60	14.63	176
2028	367	0.46	4.17	6.01	17	1.80	180.32	15.03	180
2029	377	0.48	4.29	6.17	16	1.85	185.17	15.43	185
2030	387	0.49	4.40	6.34	16	1.90	190.15	15.85	190
2031	398	0.50	4.52	6.51	15	1.95	195.27	16.27	195
2032	408	0.52	4.64	6.68	15	2.01	200.52	16.71	201
2033	419	0.53	4.77	6.86	15	2.06	205.91	17.16	206
2034	431	0.54	4.89	7.05	14	2.11	211.45	17.62	211
2035	442	0.56	5.03	7.24	14	2.17	217.14	18.10	217
2036	454	0.57	5.16	7.43	13	2.23	222.98	18.58	223

5.11 Red de distribución

5.11.1 Diámetro de la línea de distribución

Q=0.00091 m3/s

D=0.0385 m = 1.52” ≈ 1.50”

5.11.2 Determinación de caudales nodales

5.11.2.1 Cálculo del caudal unitario

Tabla 31. Tramos de tubería

Nodo	**Longitud Real**
DEP1-n1	
N1-n2	259.40m
N2-n3	102.50m
N2-n4	154.80m
N4-n5	72.14m
N4-n6	314.59m
N1-n7	791.10m
N7-n8	18.20m
N7-n10	224.52m
SUMA	**1997.65m**

Qmh = 0.91 pls

Lt = 1997,65 m

Qmh**=**0.91 lps

Lt=1997.65m

$q=0.000456\,\frac{lps}{m}$

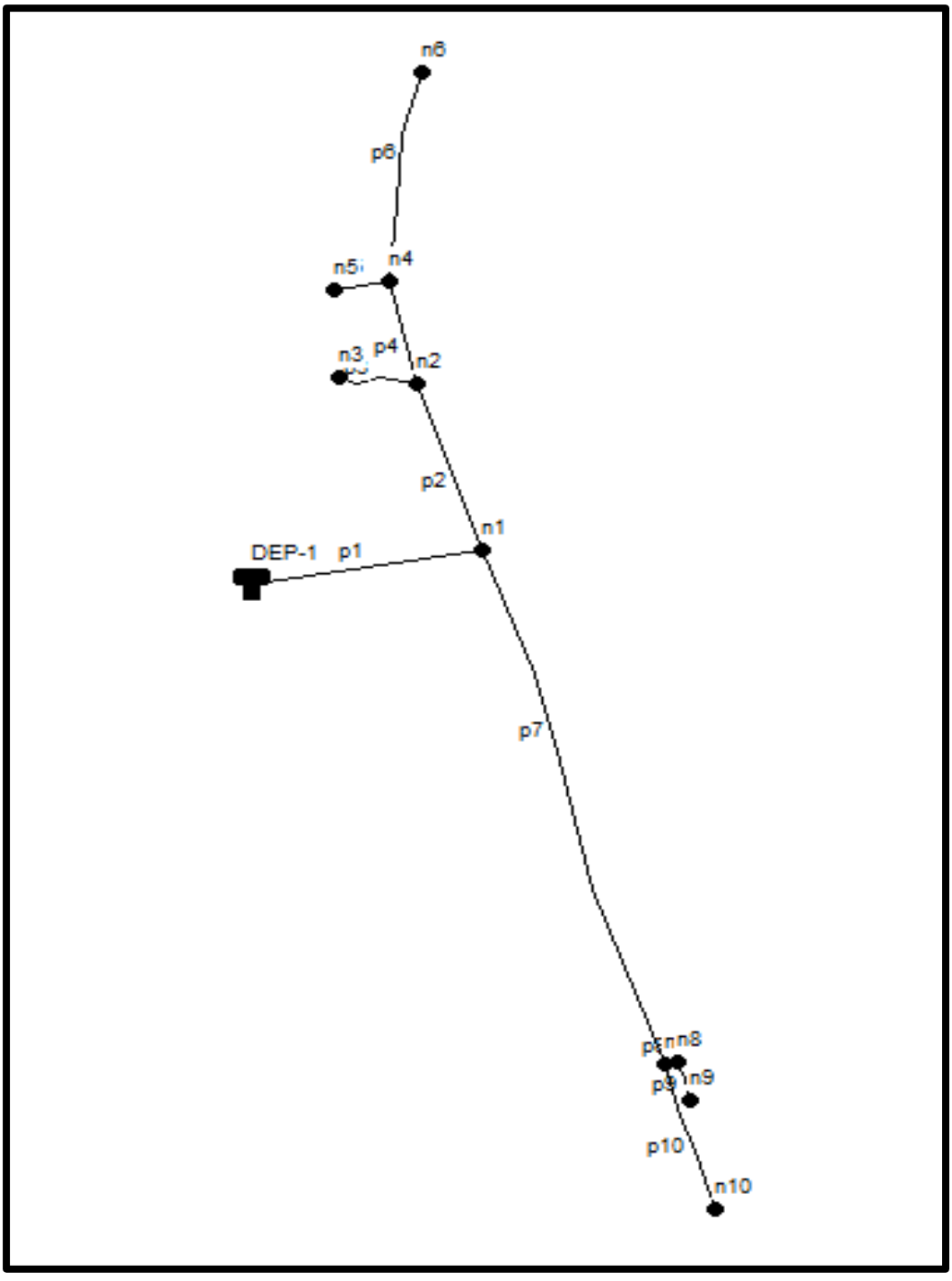
5.11.2.2 Repartición de caudales por el método tributario

Tabla 32. Caudales nodales

Nodos	Caudal Unitario	Longitud Tributada	Q Nodo
N1	0.000456 lps/m	525.25m	0.24 lps
N2	0.000456 lps/m	258.35m	0.12 lps
N3	0.000456 lps/m	51.25m	0.02 lps
N4	0.000456 lps/m	270.77m	0.12 lps
N5	0.000456 lps/m	36.07m	0.02 lps
N6	0.000456 lps/m	157.30m	0.07lps
N7	0.000456 lps/m	516.91m	0.24 lps
N8	0.000456 lps/m	39.30m	0.02 lps
N9	0.000456 lps/m	30.20m	0.01 lps
N10	0.000456 lps/m	112.26m	0.05 lps
SUMA		1997.65m	0.91 lps

5.12 Análisis hidráulico de la red de distribución

Ilustración 7. Esquema de la red con el etiquetado de nodos y líneas



5.12.1 Condiciones:

- **Tanque lleno y CMH**

- Análisis de Presiones

Ilustración 8. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y CMH

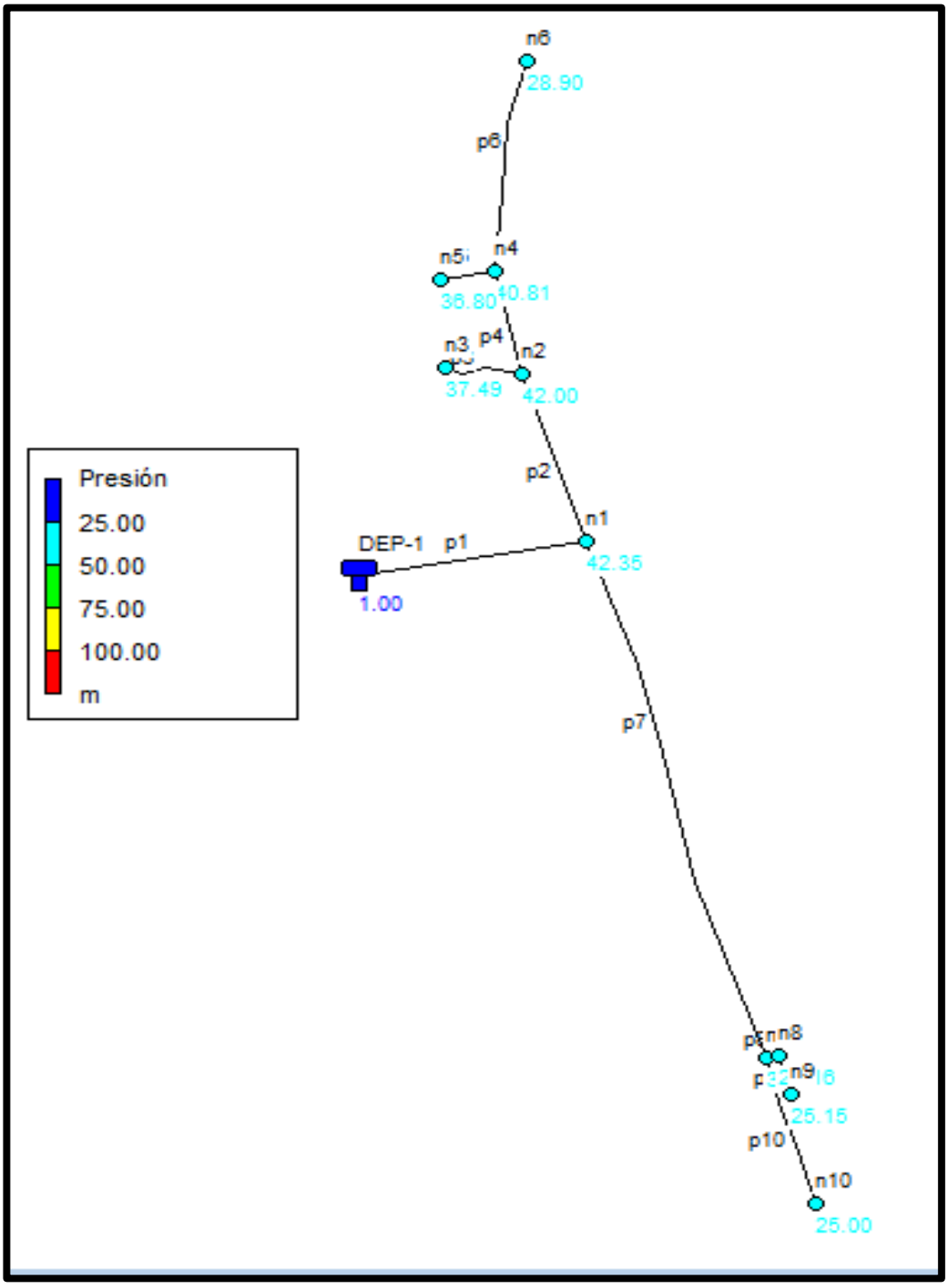


Tabla 33. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y CMH

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n6	0.07	653.90	28.90
Conexión n4	0.12	654.31	40.81
Conexión n5	0.02	654.30	36.80
Conexión n2	0.12	654.50	42.00
Conexión n1	0.24	655.35	42.35
Conexión n7	0.24	653.16	33.16
Conexión n10	0.05	653.00	25.00
Conexión n8	0.02	653.16	27.16
Conexión n9	0.01	653.15	25.15
Conexión n3	0.02	654.49	37.49
Depósito DEP-1	-0.91	661.00	1.00

La máxima presión registrada en la línea de distribución es de 42.35 metros, por consiguiente, ningún nodo del sistema sobrepasa la presión límite de 50 m que establece la NTON 09001-99.

- Análisis de velocidades

Ilustración 9. Análisis de velocidades, por la condición tanque lleno y CMH

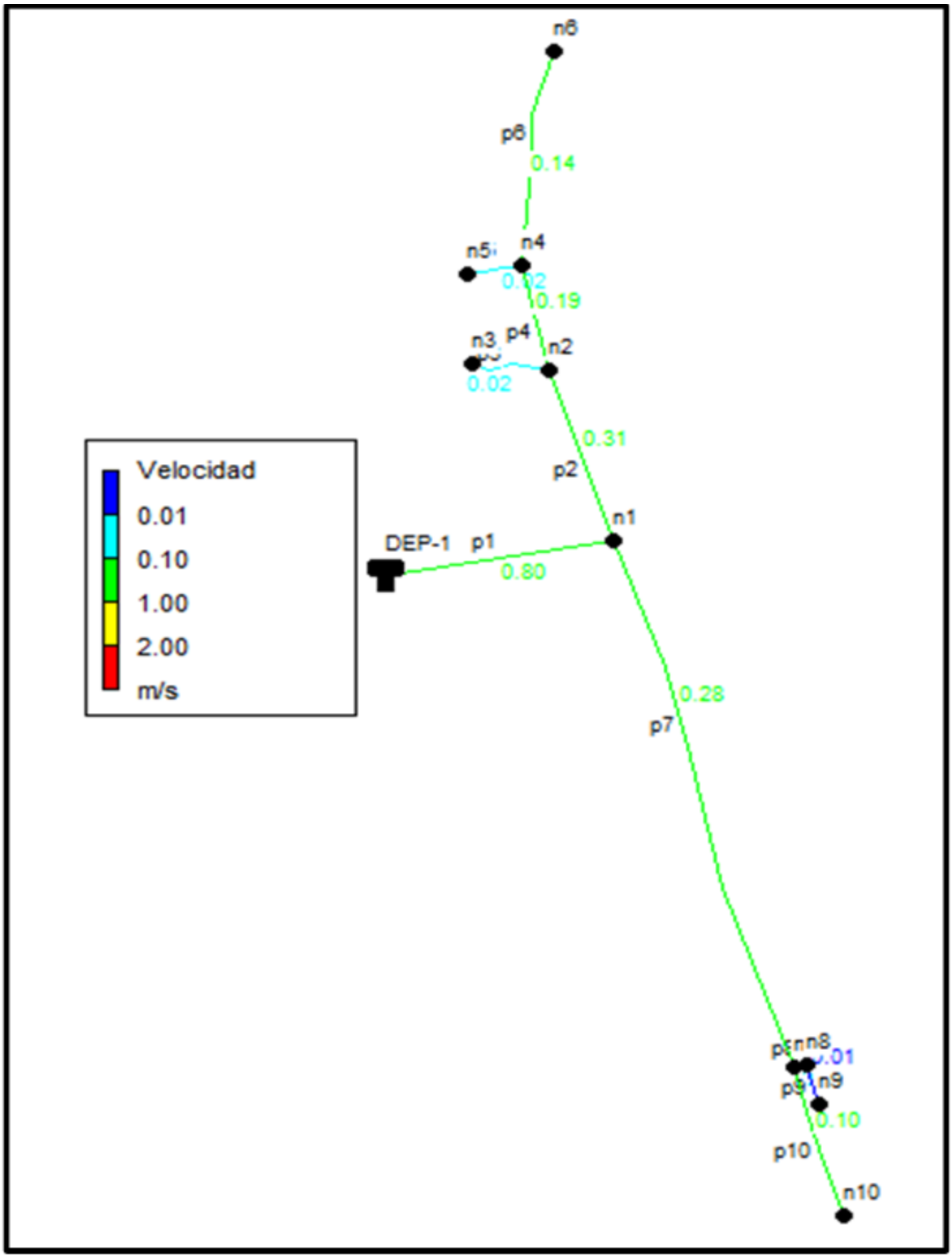


Tabla 34. Resultados de velocidades para la condición tanque lleno y CMH

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p5	72.14	38	0.02	0.02
Tubería p8	18.2	38	0.03	0.03
Tubería p9	60.4	38	0.01	0.01
Tubería p3	102.5	38	0.02	0.02
Tubería p1	293.7	38	0.91	0.80
Tubería p2	259.40	38	-0.35	0.31
Tubería p4	154.58	38	-0.21	0.19
Tubería p7	791.10	38	0.32	0.28
Tubería p10	224.52	38	0.05	0.10
Tubería p6	314.59	38	0.07	0.14

Los resultados en la línea de distribución presentan velocidades inferiores a los valores permisibles que establece la NTON 09001-99.

Se colocarán válvulas de limpieza en los puntos más bajo (nodos 2 y 7), para evitar la acumulación de sedimentos en los conductos.

- **Tanque lleno y consumo cero**

- Análisis de presiones.

Ilustración 10. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y consumo cero

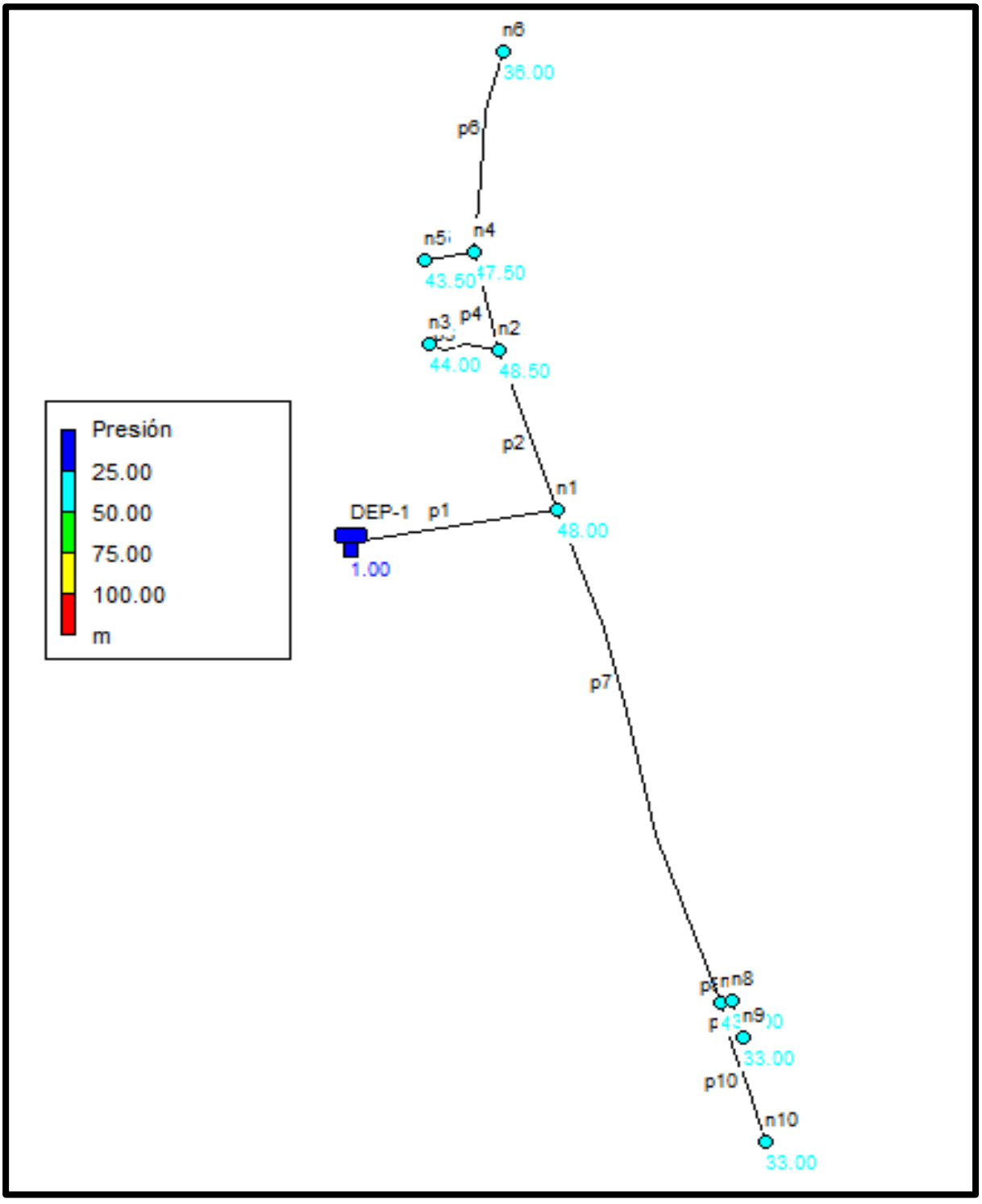


Tabla 35. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y consumo cero

ID Nudo	Demanda LPS	Presión m
Conexión n6	0.00	36.00
Conexión n4	0.00	47.50
Conexión n5	0.00	43.50
Conexión n2	0.00	48.50
Conexión n1	0.00	48.00
Conexión n7	0.00	41.00
Conexión n10	0.00	33.00
Conexión n8	0.00	35.00
Conexión n9	0.00	33.00
Conexión n3	0.00	44.00
Depósito DEP-1	0.00	1.00

La presión admisible de la tubería es de 48.50 metros (68.97 PSI), considerando una línea de distribución de PVC SDR-51 con una Presión de Trabajo de 80 PSI, ver tabla 14.

5.13 Evaluación de emplazamiento

Tabla 36. Evaluación de Emplazamiento COMPONENTE A CONSIDERAR: Fuente DEPARTAMENTO: Estelí MUNICIPIO: Condega

VARIABLES	PARA EL USO DEL FORMULADOR						
	N.A	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACIÓN	x						
REGIMEN DE VIENTO	x						
PRESIPITACIÓN	x						
RUIDOS	x					x	
CALIDAD DEL AIRE	x						
SISMICIDAD	x						
EROSIÓN	x						
USOS DE SUELO				x			
DESLIZAMIENTOS				x			
VULCANISMO						x	
RANGOS DE PENDIENTE						x	
CALIDAD DEL SUELO	x						
SUELOS AGRICOLAS	x						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						x	
HIDROLOGIA	x						
MAR Y LAGOS	x						
ÁREAS PROTEGIDAS	x						
CALADO Y FONDO	x						
ESPECIES NATIVAS	x						
SEDIMENTACIÓN	x						
RADIO DE COBERTURA						x	
ACCESIBILIDAD						x	
CONSIDERACIONES URBANISTICAS				x			
ACCESO A LOS SERVICIOS						x	
DESECHOS SOLIDOS						x	
LINEAS DE ALTA TENSIÓN	x						
PELIGRO DE INCENDIOS	x						
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURAS	x						
FUENTES DE CONTAMINACIÓN	x					x	
CONFLICTOS TERRITORIALES						x	
MARCO LEGAL						x	
SEGURIDAD CIUDADANA	x						
PARTICIPACION CIUDADANA						x	
PLAN DE INVERSIÓN MINICIPAL Y SOSTENIBILIDAD						x	
FRECUENCIAS (F)	SUMA			3		13	
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (E x P x F)	51			12		39	
PESO P x FRECUENCIA (Px F)	19			6		13	
VALOR TOTAL	2.7						
RAGOS	1-1.5	1.6-2.0	**2.1-2.5**	>2.5			

EL VALOR PROMEDIO, (2.8 PUNTOS) NOS REVELA QUE: VALORES SUPERIORES A 2.50 SIGNIFICA QUE EL SITIO DONDE SE PROPONE EMPLAZAR EL PROYECTO NO ES VULNERABLE, EXENTO DE RIESGO Y/O BUENA CALIDAD AMBIENTAL PARA EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO, POR LO QUE EL FISE CONSIDERA ESTE SITIO ELEGIBLE PARA EL DESARROLLO DE LA INVERSION. SIEMPRE Y CUANDO NO SE OBTENGAN CALIFICACIONES DE 1 EN ALGUNOS DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- SISMICIDAD
- DESLIZAMIENTOS
-VULCANISMO
-MAR Y LAGOS
-FUENTES DE CONTAMINACION
-MARCO LEGAL. EL SITIO ES ELEGIBLE PARA EL DESARROLLO DE LA INVERSIONES, Y DEBERÁN IMLEMENTARSE MEDIDAS NECESARIAS PARA DISMINUIR Y/O MITIGAR LA VULNERABILIDAD ANTE RIESGOS**.**

Tabla 37. Evaluación de Emplazamiento COMPONENTE A CONSIDERAR: Tanque de almacenamiento
DEPARTAMENTO: Estelí MUNICIPIO: Condega

VARIABLES	PARA EL USO DEL FORMULADOR						
	N.A	E	P	E	P	E	P
	0	1	3	2	2	3	1
ORIENTACIÓN	x						
REGIMEN DE VIENTO	x						
PRESIPITACIÓN	x						
RUIDOS	x					x	
CALIDAD DEL AIRE	x						
SISMICIDAD	x						
EROSIÓN	x						
USOS DE SUELO	x						
DESLIZAMIENTOS				x			
VULCANISMO						x	
RANGOS DE PENDIENTE						x	
CALIDAD DEL SUELO	x						
SUELOS AGRICOLAS	x						
HIDROLOGIA SUPERFICIAL						x	
HIDROLOGIA	x						
MAR Y LAGOS	x						
ÁREAS PROTEGIDAS	x						
CALADO Y FONDO	x						
ESPECIES NATIVAS	x						
SEDIMENTACIÓN	x						
RADIO DE COBERTURA						x	
ACCESIBILIDAD						x	
CONSIDERACIONES URBANISTICAS				x			
ACCESO A LOS SERVICIOS						x	
DESECHOS SOLIDOS						x	
LINEAS DE ALTA TENSIÓN	x						
PELIGRO DE INCENDIOS	x						
INCOMPATIBILIDAD DE INFRAESTRUCTURAS	x						
FUENTES DE CONTAMINACIÓN	x					x	
CONFLICTOS TERRITORIALES						x	
MARCO LEGAL						x	
SEGURIDAD CIUDADANA	x						
PARTICIPACION CIUDADANA						x	
PLAN DE INVERSIÓN MINICIPAL Y SOSTENIBILIDAD						x	
FRECUENCIAS (F)	SUMA			2		13	
ESCALA X PESO X FRECUENCIA (E x P x F)	47			8		39	
PESO P x FRECUENCIA (Px F)	17			4		13	
VALOR TOTAL	2.8						
RAGOS	1-1.5	1.6-2.0	**2.1-2.5**	>2.5			

EL VALOR PROMEDIO, (2.8 PUNTOS) NOS REVELA QUE: VALORES SUPERIORES A 2.50 SIGNIFICA QUE EL SITIO DONDE SE PROPONE EMPLAZAR EL PROYECTO NO ES VULNERABLE, EXENTO DE RIESGO Y/O BUENA CALIDAD AMBIENTAL PARA EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO, POR LO QUE EL FISE CONSIDERA ESTE SITIO ELEGIBLE PARA EL DESARROLLO DE LA INVERSION. SIEMPRE Y CUANDO NO SE OBTENGAN CALIFICACIONES DE 1 EN ALGUNOS DE LOS SIGUIENTES ASPECTOS:

- SISMICIDAD
- DESLIZAMIENTOS
-VULCANISMO
-MAR Y LAGOS
-FUENTES DE CONTAMINACION
-MARCO LEGAL.EL SITIO ES ELEGIBLE PARA EL DESARROLLO DE LA INVERSIONES, Y DEBERÁN IMLEMENTARSE MEDIDAS NECESARIAS PARA DISMINUIR Y/O MITIGAR LA VULNERABILIDAD ANTE RIESGOS

5.14 Calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto

Tabla 38. Calidad ambiental del sitio sin considerar el proyecto

FACTORES AMBIENTALES	ALTERACIONES AMBIENTALES		VALORACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL FACTOR
	CAUSAS ESPECIFICAR LAS ACCIONES HUMANAS QUE GENERAN EL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	EFECTOS ESPECIFICAR LOS EFECTOS QUE SE OBSERVAN EN EL MEDIO AMBIENTE DEBIDO AL DETERIORO DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN CASO QUE LA VALORACIÓN SEA MALA	
CALIDAD DEL AIRE	No existen alteraciones.		
RUIDO	No existen alteraciones.		
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	Falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos, sedimentación por procesos erosivos.	Degradación de la calidad de agua.	2
		Afectaciones a la salud de la población	3
		Reducción de poblaciones de plantas y animales acuáticas.	3
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	Vertido de aguas residuales, manejo inadecuado de desechos sólidos a cielo abierto.	Degradación de calidad de aguas.	2
		Afectaciones a la salud humana.	2
SUELOS	Ausencia de buenas prácticas agrícolas, uso de agroquímicos de forma no controlada, reducción de cobertura vegetal.	Pérdida de capacidad productiva de los suelos.	2
		Aumento de procesos de erosión y sedimentación.	3
		Reducción de capacidad de infiltración de suelos.	2
CUBIERTA VEGETAL	Deforestación	Perdida de especies de alto valor maderable.	2
FAUNA	Deforestación	Reducción de Hábitat de especies de fauna silvestre.	2
PAISAJE	Deforestación	Alteración de la calidad paisajística.	3
MEDIO CONSTRUIDO	Deficiencia en servicios básicos, especialmente en la disposición de desechos sólidos y líquidos.	Generación de focos de contaminación que afectan la salud de la población.	3
POBLACIÓN	No existen alteraciones.		
CALIDAD DE VIDA	Falta de cobertura de servicios básicos como abastecimiento de agua potable.	Incremento de enfermedades diarreicas en la comunidad	2
CULTURA	No existen alteraciones.		
VALOR PROMEDIO DE IMPORTANCIA			2

5.14.1 Valoración de la calidad ambiental sin considerar el proyecto

Tabla 39. Valoración de la calidad ambiental sin considerar el proyecto

FACTORES AMBIENTALES	CAUSAS	EFECTOS	CRITERIOS					PROMEDIO
			Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	Falta de sistemas de tratamiento de aguas residuales y desechos sólidos, sedimentación por procesos erosivos.	Degradación de la calidad de agua.	2	2	2	2	2	2
		Afectaciones a la salud de la población	2	3	3	2	2	2.4≈3
		Reducción de poblaciones de plantas y animales acuáticas.	3	3	3	3	2	2.8≈3
CANTIDAD Y CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	Vertido de aguas residuales, manejo inadecuado de desechos sólidos a cielo abierto.	Degradación de calidad de aguas.	2	2	2	2	3	2.2≈2
		Afectaciones a la salud humana.	2	2	2	2	3	2.2≈2
SUELOS	Ausencia de buenas prácticas agrícolas, uso de agroquímicos de forma no controlada, reducción de	Pérdida de capacidad productiva de los suelos.	2	2	2	2	2	2
		Aumento de procesos de erosión y sedimentación.	2	3	3	2	3	2.6≈3
		Reducción de capacidad de	2	3	2	2	2	2.2≈2

FACTORES AMBIENTALES	CAUSAS	EFECTOS	Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	PROMEDIO
	cobertura vegetal.	infiltración de suelos.						
CUBIERTA VEGETAL	Deforestación	Perdida de especies de alto valor maderable.	2	3	3	2	3	2.6≈3
FAUNA	Deforestación	Reducción de Hábitat de especies de fauna silvestre.	3	3	2	2	3	2.6≈3
PAISAJE	Deforestación	Alteración de la calidad paisajística.	3	3	3	3	3	3
MEDIO CONSTRUIDO	Deficiencia en servicios básicos, especialmente en la disposición de desechos sólidos y líquidos.	Generación de focos de contaminación que afectan la salud de la población.	2	3	3	3	3	2.8≈3
CALIDAD DE VIDA	Falta de cobertura de servicios básicos como abastecimiento de agua potable.	Incremento de enfermedades diarreicas en la comunidad	2	3	3	3	3	2.8≈3
	VALOR PROMEDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL MEDIO							**2.61≈3**

5.14.2 Impactos ambientales que genera el proyecto

Tabla 40. Impactos ambientales que genera el proyecto

ESTADIO DEL PROYECTO	ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	FACTOR AMBIENTAL AFECTADO
Construcción	Realización de Obras preliminares (limpieza del terreno)	Contaminación de aire por generación de partículas de polvo.	Aire
		Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	Aire
		Generación de focos de contaminación por disposición de excretas humanas durante construcción de obras.	Suelo
	Realización de trabajos de perforación y obras civiles.	Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	Aire
		Contaminación de aire por generación de partículas de polvo.	Aire
		Pérdida de calidad edáfica por generación y vertido de residuos de tierra y rocas.	Suelo
Operación	Abastecimiento de agua potable a la comunidad.	Mejora de la calidad de vida de la población por abastecimiento adecuado en cantidad y calidad de agua potable.	Calidad de Vida
VALOR MEDIO DE IMPORTANCIA			3

5.14.3 Valoración de los impactos del proyecto

Tabla 41. Valoración de los impactos del proyecto

CAUSA	EFECTO	CRITERIOS					PROMEDIO
		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	
Realización de Obras preliminares (limpieza del terreno)	Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	3	3	3	3	3	3
	Contaminación de aire por generación de partículas de polvo.	3	3	3	3	3	3
	Generación de focos de contaminación por disposición de excretas humanas durante construcción de obras.	3	3	3	3	3	3
Realización de trabajos de excavación y obras civiles.	Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	3	3	3	3	3	3
	Contaminación de aire por	3	3	3	**3**	**3**	3
CAUSA	**EFECTO**						

		Intensidad	Superficie	Recuperación	Duración	Población Afectada	PROMEDIO
	generación de partículas de polvo						
	Pérdida de calidad edáfica por generación y vertido de residuos de tierra y rocas.	3	3	3	3	3	3
VALOR PROMEDIO DEL ESTADO ACTUAL DEL MEDIO							**3**

5.14.4 Plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto

Tabla 42. Plan de mitigación de los impactos ambientales

ACCIONES IMPACTANTES	EFECTOS	MEDIDAS DE MITIGACION	COSTO DE LA MEDIDA	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
Realización de Obras preliminares (limpieza del terreno)	Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	Control de horario de trabajo para evitar molestias a la población circundante	Indirecto	Contratista
	Contaminación de aire por generación de partículas de polvo	Humedecimiento de cúmulos de tierra.	Indirecto	Contratista
	Generación de focos de contaminación por disposición de excretas humanas durante la construcción de obras.	Construcción de una letrina temporal.	C$ 5000	Contratista
Realización de trabajos de excavación y obras civiles.	Alteración de la tranquilidad por generación de ruidos	Control de horario de trabajo para evitar molestias a la población circundante	Indirecto	Contratista
	Contaminación de aire por generación de partículas de polvo	Humedecimiento de cúmulos de tierra.	Indirecto	Contratista
	Pérdida de calidad edáfica por generación y vertido de residuos de tierra y rocas.	Recolección y disposición hacia un sitio adecuado y autorizado por la municipalidad.	Indirecto	Contratista

5.14.5 Plan de contingencia ante riesgo

Tabla 43. Plan de contingencia ante riesgo

DESCRIPCIÓN (Describir las características del peligro)	MEDIDAS PREVENTIVAS O DE CONTINGENCIAS	RESPONSABLE POR EL CUMPLIMIENTO DE LA MEDIDA
Sísmico	Se implementará un programa de sensibilización a los trabajadores sobre conductas a seguir ante la ocurrencia de un sismo, definir y señalizar los sitios seguros para refugios.	Administrador de Proyecto
Deslizamientos, Flujos Torrenciales	Se implementará un programa de educación sobre las amenazas de deslizamientos, en el cual se determinará los sitios expuestos y seguros, se recomendará las conductas a seguir ante la ocurrencia de un evento de esta naturaleza.	Administrador del proyecto y líderes comunitarios.
Incendios	A través de un plan de educación determinar la forma de evacuación y las conductas a seguir ante un evento de este tipo. Debe existir una eficiente comunicación entre líderes comunitarios y autoridades.	Administrador del proyecto

Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

6 Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- El estudio y diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable por Bombeo Eléctrico para la comunidad de Piedra Larga Abajo, del municipio de Condega, departamento de Estelí, se ha efectuado adoptando las "Normas técnicas de diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-00)", emitidas por el INAA, por lo que con respecto a los objetivos planteados se concluye lo siguiente:

- Se realizó el diagnóstico de la situación actual de la población de la comunidad de Piedra Larga Abajo a través de un estudio socioeconómico, donde se obtuvo que la distribución de población por sexo es de 35% mujeres y 65% hombres por lo que la distribución por edades es de; niños 19% y el 36% jóvenes, donde el nivel de escolaridad es primaria con un 60%, por lo tanto para considerar un programa de capacitación de agua y saneamiento se deberá tomar en cuenta los indicadores de sexo, distribución por edades y el nivel de escolaridad.

- Al realizar el análisis de los resultados físico químico, bacteriológicos, indican que todas las concentraciones de los parámetros analizados son inferiores al valor límite permisible, según la norma CAPRE; se consideran que la muestra obtenida está en la categoría del tipo 1 porque serán aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial, tomando en consideración las sub-categorías del tipo 1, nuestra muestra es del tipo 1-A porque son aguas que desde el punto de vista sanitario serán condicionadas con solo la adición de desinfectantes.

- Al realizar el estudio topográfico, se generó la alternativa de un sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico debido a los niveles entre pozo (608.89 msnm) y tanque (660 msnm). la topografía del terreno fue favorable a los

criterios de diseño de los componentes del sistema cumpliendo con lo indicado en la NTON 09001-99.

- Se realizó el diseño hidráulico de la línea de conducción donde se obtuvo la curva característica de la bomba (10S15-21 1 ½ HP) es válida para el sistema; también se realizó el diseño en la red de distribución donde se obtuvo las presiones en los nodos cumpliendo con los establecido en la NTON 09001-99, tomando en cuenta el levantamiento topográfico y auxiliados con el programa EPANET.

- Así mismo al realizar la simulación se cumple con lo establecido en la normativa en lo que respecta a presiones, sin embargo en el criterio de velocidades no se cumple, por lo tanto se han proyectado válvulas de limpieza para garantizar la evacuación de material que pudiera sedimentarse.

- Se debe de agregar que los diámetros seleccionados para la red de conducción (1 ½") fueron propuestos según las normas para las zonas rurales, el material y longitud de las tuberías se propusieron en base a criterios técnicos (SDR 26).

- Así mismo los diámetros seleccionados para la red de distribución (1 ½") fueron propuestos según las normas para las zonas rurales, el material y longitud de las tuberías se propusieron en base a criterios técnicos (SDR 51).

- Se Realizó una evaluación de emplazamiento del proyecto de abastecimiento de acuerdo al Decreto 76-2006, al realizar el histograma da un valor mayor a 2.6, lo que significa que el sitio no es peligroso y con una buena calidad ambiental por lo de acuerdo al FISE, lo considera como sitio elegible para la inversión.

- Así mismo se realizaron los planes de mitigación y de contingencia ante riesgo, con el propósito de reducir o eliminar las posibles afectaciones que puedan causar al medio ambiente, recursos naturales y al ser humano, tanto en la etapa de construcción y operación del sistema.

- Con la implementación de este sistema de agua potable los 267 habitantes mejorarán de forma sustancial las condiciones higiénicos-sanitarios en que habitan, dando un impacto positivo en el desarrollo de calidad de vida en la comunidad.

- El sistema adoptado es el más recomendable, habiendo considerado la realidad socioeconómica de la comunidad, las características hidrológicas y topografías del sitio.

6.2 Recomendaciones

- Con la implementación de este proyecto se buscará un enfoque integrado donde las inversiones se complementen con una fuerte promoción de la higiene y programas de divulgación. Dichos programas se coordinarán con la Campaña Nacional para el Lavado de Manos. Además, las expresiones del poder ciudadano de las comunidades beneficiarias serán capacitadas y equipadas para asumir responsabilidad sobre las funciones esenciales de operación y mantenimiento y las mismas contarán con asistencia técnica cuando lo requieran por parte de la Alcaldía, FISE, ENACAL o instituciones académicas.

- La Alcaldía de Condega y la comunidad de Piedra Larga Abajo, deben trabajar conjuntamente en la organización adecuada de los comunitarios, a través de los líderes. Los pobladores deben ser capacitados y educados para que logren construir, mantener y operar su propio proyecto de agua.

- Se debe de conformar un Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), que vele por el manejo, cuido y mantenimiento del servicio. El comité deberá capacitarse con el manual de Familia Escuela y Comunidades Saludables (FECSA); porque de esta manera se impulsará una estrategia metodológica participativa de educación ambiental para el saneamiento integral aplicando herramientas que generen compromisos y acciones en las familias, escuelas y comunidades.

- En la etapa post proyecto, el facilitador social, da seguimiento a la comunidad de manera frecuente durante 6 meses post obra, garantizando así todo el proceso de transición y de aplicación de todos los procedimientos establecidos para la operación y mantenimiento del sistema, que serán realizados por los CAPS.

- Se deberá consumir el agua exclusivamente para las necesidades humanas y actividades domésticas, no utilizar el agua para el cultivo, ni para el consumo y baño de grandes animales; o cualquier actividad no considerada durante el diseño o que resulte inapropiada a saber por el CAPS.

- El Comité de Agua Potable designara a los encargados de realizar las labores de operación y mantenimiento del sistema. Dentro la persona encargada de manipular y brindar mantenimiento al sistema se recomienda que al menos uno de ellos sea fontanero.

- De acuerdo a la inspección visual y los datos recopilados en el campo se propone la construcción de unidades sanitarias ecológicas (inodoros ecológicas), ya que las condiciones del terreno son adecuadas para este tipo de obras, esta propuesta se basa en que el terreno a pesar de encontrarse altamente consolidado y difícil de excavar, es sumamente permeable durante la época de lluvias, por lo que el coeficiente de infiltración es bastante alto en la zona del proyecto y de acuerdo a esta situación se propone dicho tipo de letrinas para el saneamiento ambiental de la comunidad.

6.3 Bibliografía

Agüero, P.R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima, Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).

AMANCO. (2008), *La nomenclatura de las tuberías y accesorios PVC, Asesoría Técnica. Recuperado de* http://www.sistemamid.com/download php?a=79955.

Alcaldía Municipal de Condega (2016). Cobertura de proyecto de abastecimiento de agua para zonas rurales del Municipio de Condega. Condega: Autor.

Casa de Gobierno. (2006). *Decreto de evaluación ambiental. Publicado en La Gaceta Diario Oficial No. 248, del 22 de diciembre de 2006.* Managua: Autor.

Fondo de Inversión Social de Emergencia. (2008). *Manual de gestión ambiental.* Managua: Autor.

Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (1995). *VII Censo de Población y III Vivienda.* Managua: Autor.

Instituto Nacional de Información de Desarrollo (2005). *VIII Censo de Población y IV de Vivienda*. Managua: Autor.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). *Norma para la clasificación de Recursos Hídricos (NTON 05-007-98).* Managua: Autor.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). *Normativas relativas al Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio Rural (NTON 09001 - 99).* Managua: Autor.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado, INAA. (1999). *Normas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de Aguas (NTON 09003 - 99).* Managua: Autor.

López, R.A. (1999). *Diseño de acueductos y alcantarillados. Segunda edición.* Bogotá, Colombia: Alfa y Omega.

Anexos

Anexo A

ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

Departamento: Estelí Municipio: Condega Comunidad: Piedra Larga Abajo
Quien es Responsable del Hogar: Padre_____Madre_____Otro_____

Nombre de la persona Encuestada: _____

Proyecto: Diseño de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE)

Datos personales: (iniciar con responsable del hogar) Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	1 -5	6 - 15	16- 25	26- 35	+ 36		

I. CONDICIONES DELA VIVIENDA (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o mas repuestas)

1. La vivienda es: a) Propia_____b) Prestada___c) Alquilada_____

2. Las paredes son: a) Bloque_b) Ladrillo_c) Madera_d) Adobe_e) Ripios f) Otros_____

3. El piso es: a) Madera_b) Tierra_c) Balastro_ d) Ladrillo_e) Otros_____

4. El techo es: a) Zinc_b) Teja_c) Madera_d) Palma_e) Paja_f) Hoja_ g) 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____

II. SITUACIÓNECONOMICADELAFAMILIA

7. ¿Cuantas Personas del hogar trabajan?

Dentro de la Comunidad: H ____M ____Total_____Fuera de la comunidad: H____ M____Total_____

¿Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C$ _____

8. ¿En que trabajan las personas del hogar?

Anexo A1

ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

a) Ganadería_____b) Agricultura_____c) Jornaleros_____Otros_____ Cual?_____

9. Que cultivos realizan? a) Arroz___b) Frijoles___c) Maíz___d) Otros_____

10. Tienen Ganado? No_____ Si_____Cuanto: a) Vacuno___b) Equino___c) Caprino_____

11. Tienen animales Domésticos? No_____ Si_____Cuantos: a) Cerdos_____b) Gallinas_____

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados___b) Amarrados___c) Sueltos_____

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) El Río___b) Quebrada_____c) Pozo_____

III. SANEAMIENTOE HIGIENEAMBIENTALDELAVIVIENDA (Observar;verificar)

14. ¿Tienen Letrina?

A) Si_____¿En qué estado se encuentra? a) Buena____b) Regular____c) Mala____(verificar)
B) No____ Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí____ No____

15. ¿Quienes usan la Letrina? a) Adultos_____b) Niños/as_____c) Otros familiares_____

16. ¿La letrina está construida en suelo? a) Rocoso____b) Arenoso____c)Arcilloso_____

17. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa? a) La riegan___b) La dejan correr_____

c) Tienen zanja de drenaje_____d) Tiene filtro para drenaje_____

18. ¿Existen charcas en el patio? a) Si_____(pasar # 19) b) No_____

19. ¿Cómo eliminan las charcas? a) Drenando _____b) Aterrando____c) Otros_____

IV.RECURSOSY SERVICIOS DE AGUA

20. Cuentan con servicio de agua?
a) No____Como se abastecen: _____

b) Si____Cual: _____c) Cuanto pagan de agua al mes?_____

21. ¿Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer_____b) El hombre_____ c) Los niños/as____d) Otros_____Quien?_____

22. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan ?_____

23. En qué almacena el agua? a) Barriles_____b) Bidones_____c) Pilas_____

24. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados_____b) Destapados_____ c) Como_____(verificar)

25. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera: a) Buena___b) Regular____c) Mala_____

26. Que condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor_____b) Tiene mal olor_____c) Tiene mal color_____

V.PROGRAMADE AGUAPOTABLEY SANEAMIENTORURAL (PASR)

27. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

a) Si____b) _No___c) Poco_____Que sabe?_____

28. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si_____ b) No____c) Porque_____

Anexo A2

ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

29. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C$ 20 a 35_____b) C$ 36 a 50_____ c) C$ 51 a más_____

d) No estaría dispuesto/a_____ Porque? _____

VI. ORGANIZACIÓN COMUNITARIA:

30. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?
Si_____ Que tipo? a) Productiva ____b)Social_____c)Religiosa_____d)Otra_____

No_____ Porque? _____

31. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres____b) Mujeres_____c) Total_____

32. Las personas de este hogar PARTICIPARIAN de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad.

a) Si_____b) No_____c) Porque_____

VII. SITUACIONDE SALUDENLAVIVIENDA

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

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

33. Están vacunados los niños y niñas? a) Si____b) No_____Porque_____

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

Lavado de manos a) Si_____b) No_____c) Porque?_____

Hacer buen uso del Agua a) Si_____b) No_____c) Porque?_____

Hacer buen uso de la letrina a) Si_____b) No_____c) Porque?_____

35. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas _____Niños_____Total_____

Fallecidos/as: Niñas _____Niños_____Total_____

_____ _____
Nombre del Encuestador(a) Fecha:

Anexo B



Pozo comunal perforado número 2, donde se realizaron las pruebas de bombeo cumpliendo con un rendimiento 50 GPM, que es suficiente para garantizar los consumos de la comunidad.



La principal vía de comunicación es la carretera Panamericana, la cual atraviesa la comunidad.

Anexo B1



Ubicación del Tanque de almacenamiento, con una altura de 660 msnm.

2014-AN-545

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
Telefax (505) 2267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni

Resultados Analíticos Físico Químicos

CLIENTE

ABACUS S.A.
Planes de Altamira de Enitel Villa Fontana 1 c al Norte
½ c al Este, Casa # 198
Managua, Managua
Ing. Oscar Bravo
Tel: 22780924

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Piedra Larga Abajo
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Condega, Estelí
COORDENADAS	No reportadas
FECHA DE MUESTREO	2014-05-26
HORA DE MUESTREO	08 h 00
CÓDIGO DEL LABORATORIO	AN-545
FECHA DE RECEPCIÓN	2016-05-26
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2016-05-26
FECHA DEL REPORTE	2016-06-06

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	meq.l^{-1}	Rango de Detección	Valor máximo admisible CAPRE [3]
TURBIDEZ	2130.B [1]		1,00	UNT		0,00 a 999	5,00 UNT
pH A 25,0 °C	4500-H.B [1]		7,21	Unidades de pH		0,10 a 14,00	6,5 - 8,5 Unidades de pH
CONDUCTIVIDAD A 28,0°C	2510.B [1]		566,00	µS.cm^{-1}		1,0 a 100 000,00	Sin referencia
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS	1030. E [1]		369,79	mg.l^{-1}			1000,00 mg.l^{-1}
COLOR VERDADERO	2120.B [1]		5,0	mg.l^{-1} Pt-Co		5,0 - 70,0	15,00 mg.l^{-1} Pt-Co
CALCIO	3500-Ca.B [1]	0,08	88,18	mg.l^{-1}	4,400		Sin referencia
MAGNESIO	3500-Mg.B [1]	0,20	8,26	mg.l^{-1}	0,680		50,00 mg.l^{-1}
SODIO	Electrodo IS - Na [2]	0,10	24,20	mg.l^{-1}	1,053		200,00 mg.l^{-1}
POTASIO	3500-K.B [1]	0,10	0,30	mg.l^{-1}	0,008		10,00 mg.l^{-1}
CLORUROS	4110.B [1]	0,25	7,98	mg.l^{-1}	0,225		250,00 mg.l^{-1}
NITRATOS	4110.B [1]	0,25	8,89	mg.l^{-1}	0,143		50,00 mg.l^{-1}
SULFATOS	4110.B [1]	0,25	15,07	mg.l^{-1}	0,314		250,00 mg.l^{-1}
CARBONATOS	2320.B [1]	2,00	< ld	mg.l^{-1}			Sin referencia
BICARBONATOS	2320.B [1]	0,75	329,51	mg.l^{-1}	5,401		Sin referencia
DUREZA TOTAL Como $CaCO_3$	2340.C [1]	0,13	254,00	mg.l^{-1}	5,080		Sin referencia
ALCALINIDAD TOTAL Como $CaCO_3$	2320.B [1]	0,62	270,03	mg.l^{-1}	5,401		Sin referencia
ALCALINIDAD A LA FENOLFTALEINA	2320.B [1]	1,67	< ld	mg.l^{-1}			Sin referencia
SILICE REACTIVO DISUELTO	4500-SiO_2.C [1]	0,20	54,89	mg.l^{-1}			Sin referencia
NITRITOS	4500-NO_2.B [1]	0,003	0,007	mg.l^{-1}			0,10 ó 3,00 mg.l^{-1}*
HIERRO TOTAL	3500-Fe.B [1]	0,02	0,03	mg.l^{-1}			0,30 mg.l^{-1}
FLUORUROS	4110.B [1]	0,25	< ld	mg.l^{-1}			0,7 - 1,5 mg.l^{-1}
AMONIO	4500-NH_3.F [1]	0,0003	0,312	mg.l^{-1}			0,5 mg.l-1
BALANCE IONICO DE LA MUESTRA	1030. E [1]		0,47	%			

* Si se toma el valor de 3,00 mg.l^{-1} debe relacionarse el nitrato y nitrito por fórmula

Clave:

< ld: El valor está por debajo del límite de detección

< rd: El valor está por debajo del rango de detección

Datos de campo reportados por el cliente:

No reportados

Lic. Armando López González

MSc. Juriette Molina Marcia
Jefe de laboratorio de Aguas Naturales

Referencias:

[1] American Public Health Association (APHA). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 st .Edition* Washington: APHA.

[2] Thermo Orion. (2001). *ROSS Sodium Electrodes Instruction Manual. Model 86-11BN* . USA: Thermo Orion.

[3] Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE) (1993). *Normas de Calidad para consumo humano.* Costa Rica.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Aguas Naturales hace constar que la muestra de agua natural codificada con el Nº AN-545 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Aguas Naturales".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la Institucion por un tiempo de 5 años.

ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.

Managua, a los seis días del mes de junio del año dos mil catorce.

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Anexo C

2014-MB-0712

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982
Telefax (505) 2267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan-edu.ni

Resultados Analíticos de Microbiología

CLIENTE

ABACUS, S.A.
Planes de Altamira de Enitel Villa Fontana 1 c al Norte, 1/2 c al Este, casa # 198
Managua, Managua
Ing. Oscar Bravo
Teléfono No. 22780924

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua Natural
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Comunidad de Piedra Larga Abajo
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Piedra Larga Abajo
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Condega, Estelí
ELEVACIÓN	No reportada
COORDENADAS	No reportadas
FECHA DE MUESTREO	2016-05-26
HORA DE MUESTREO	08 h 00
CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-0712
FECHA DE RECEPCIÓN	2016-05-26
FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS	2016-05-26
FECHA DEL REPORTE	2016-06-02

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valor Recomendado [2] CAPRE	Valor Guía [3] WHO
* COLIFORMES TOTALES	9221 B[1]	< 1.8	2.30E+03	NMP/ 100 ml	Negativo	SR
* COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E[1]	< 1.8	4.90E+02	NMP/ 100 ml	Negativo	No detectable en 100 ml
* *Escherichia coli*	9221 F[1]	< 1.8	1.70E+01	NMP/ 100 ml	Negativo	No detectable en 100 ml

* Ensayos Acreditados

ONA
Oficina Nacional de Acreditación

Lic. María Luisa Talavera López

Lic. Carmen Chacón Marologa
Jefe Lab. Microbiología

Observaciones:

Coliformes termotolerantes: Coliformes fecales (denominación anterior)

Clave:

NMP/ 100 ml: Número más Probable en cien mililtros de muestra analizada.

SR: Sin Referencia

Referencias:

[1] American Public Health Association (APHA). (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* 21st . Ed. Washington: APHA.

[2] Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana (CAPRE). (1993). Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano Costa Rica: CAPRE

[3] World Health Organization (W.H.O.) , 2011. Guidelines for drinking- Water Quality, fourth edition. Geneva 27, Switzerland: W.H.O

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra de agua natural codificada con el N° MB-0712 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.

ÁREA ANALÍTICA

ÁREA ANALÍTICA CIRA/UNAN

Los resultados emitidos en éste informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.

Managua, a los dos días del mes de junio del año dos mil catorce

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD CIRA/UNAN

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

Anexo C1

2014-CM-343

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua

Hospital Monte España 300 metros al lago, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767 ,2278 6982
Telefax (505) 2267-8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni

Resultados Analíticos de Metales Pesados

CLIENTE

ABACUS S.A
Planes de Altamira de Enitel Villa Fontana, 1 Cuadra al Norte,
1/2 Cuadra al Este casa Nº 198
Ing. Oscar Bravo
Tel: 22780924

MATRIZ DE LA MUESTRA	AGUA NATURAL
FUENTE	Pozo Perforado
IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE	Comunidad Piedra Larga Abajo
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Piedra Larga Abajo
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Condega, Estelí
COORDENADAS	No reportadas
FECHA DE MUESTREO	2016-05-26
HORA DE MUESTREO	08 h 00
CÓDIGO DEL LABORATORIO	CM-343
FECHA DE RECEPCION	2016-05-26
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS	2016-05-27
FECHA DEL REPORTE	2016-06-02

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Valores máximos admisibles OMS [2]
Arsénico total	E. Rothery, et al, 1984 [1]	2,02	< ld	µg.l^{-1}	10,00 µg.l^{-1}

Clave:
ld: Límite de detección.

Ing. Jennifer Charlene Blynze Ramírez

PhD. Francisco J Picado Parrón
Jefe Lab. Contaminantes Metálicos

Referencias:

1. E. Rothery. 1984. Operation Manual - VGA 76. VARIAN.
2. Organización Mundial de la Salud. 1995. Guías para la calidad del agua potable. 2ª Ed. Ginebra: OMS.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Contaminantes Metálicos hace constar que la muestra de agua codificada con el N° CM-343 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados de Contaminantes Metálicos".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Así mismo copia de estos registros los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.

ÁREA ANALÍTICA
CIRA/UNAN

ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren unicamente al objeto ensayado. El cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar el Centro bajo expresa y formal autorización de su Director. Por su parte, el CIRA/UNAN se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del cliente.

Managua, a los dos días del mes de junio del año dos mil catorce

ÁREA TECNICA ASEGURAMIENTO
Y CONTROL DE LA CALIDAD

ÁREA TÉCNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD CIRA/UNAN

Anexo C2

Anexo D

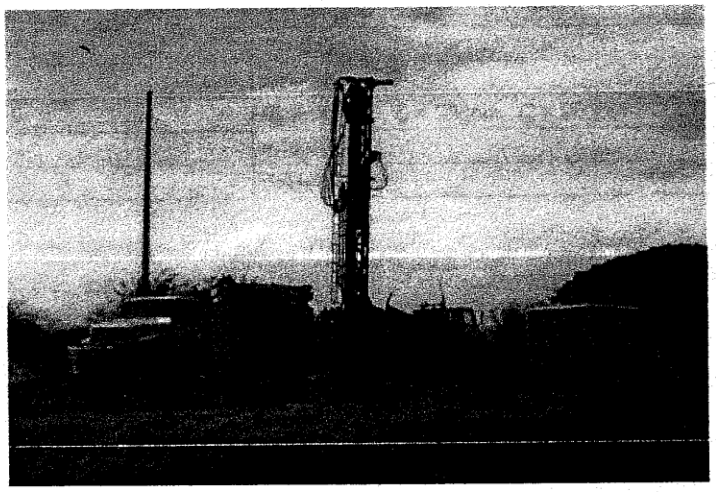
Abacus Drilling

Managua, 7 de Junio del 2016

"PIEDRA LARGA ABAJO"

"INFORME DE PRUEBA DE BOMBEO"

Ubicación: **Comunidad Piedra Larga Abajo, municipio de Condega, departamento de Estelí.**



Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

Anexo D1

Abacus Drilling

I.- DATOS GENERALES

Cliente	**ALCALDIA MUNICIPAL DE CONDEGA**
Tipo de Prueba de Bombeo	Escalonada y Constante
Fecha de Prueba de Bombeo	3 de Junio del 2016
Hora De Llegada de Equipo	3:30 pm del 2 de Junio
Hora de Inicio	6:00 am
Hora Final	6:00 pm
Tiempo de Prueba de Bombeo	12 Horas
Ubicación	**Comunidad de Piedra Larga Abajo, Municipio de Condega, Departamento Estelí.**
Pozo	**Viejo**
Profundidad	250' pies.
Ø de Tubería Revestimiento	6"
Nivel Estático	79' pies.
Nivel de Bombeo	Q_1 = 240´
Galones por minuto	Q_1 = 50gpm, Q = 25gpm, Q = 20gpm
Recuperación	4.03 GPM
Técnico	Jose Buitrago

Anexo D2

Abacus Drilling

Prueba de Bombeo de 12 Horas.				
Tiempo		N. Est	79´	Resumen de Aforo de Pozo.
H. Inicial	H. Final	Abat.	GPM	Observaciones
06:00				Inicio de Prueba de Bombeo.
06:00	07:00	120´	50	Q: 50
07:00	08:00	164´	50	
08:00	09:00	180´	50	Q: 50
09:00	10:00	210´	50	
10:00	11:00	230´	50	AGUA CRISTALINA
11:00	12:00	210´	40	Q: 40
12:00	1:00	190´	30	Q: 30
1:00	2:00	180´	25	Q: 25
2:00	3:00	170´	15	Q: 15
3:00	4:00	200´	20	Q: 20
4:00	5:00	200´	20	AGUA CRISTALINA
5:00	6:00	200´	20	RECUPERACION

Recuperación					
Tiempo		N. Dinamico	N. Recup	Resumen de Aforo de Pozo.	
H. Inicial	H. Final		Recupt.	Recupt.	Observaciones/Minutos
6:00					
6:00	6:00	200´	79´	121´	30 Minutos

Recomendaciones:
Aforar el pozo a no más de 20GPM con una tubería de columna HG de 2" a 240´ de profundidad (6.05GPP).

Nivel Estático del agua = 79´
Nivel Dinámico del agua = 200´

Anexo D3

Abacus Drilling

II. CRONOLOGICO DE PRUEBA

Prueba de Bombeo 12 Horas.					
Tiempo		N. Est	79´	Resumen de Aforo de Pozo.	
Horas	Minutos.	Bombeo	Abat.	GPM	Observaciones
06:00	0	0	0	0	Inicio de Prueba de Bombeo.
06:01	1	79´	0	50	
06:02	2	81´	2´	50	Q = 50 GPM.
06:03	3	83´	4´	50	
06:04	4	85´	6´	50	
06:05	5	87´	8´	50	
06:06	6	89´	10´	50	
06:07	7	91´	12´	50	
06:08	8	93´	14´	50	
06:09	9	95´	16´	50	
06:10	10	97´	18´	50	
06:12	12	99´	20´	50	
06:14	14	101´	22´	50	
06:16	16	103´	24´	50	
06:18	18	105´	26´	50	
06:20	20	107´	28´	50	Q = 50 GPM
06:25	25	109´	30´	50	
06:30	30	111´	32´	50	
06:35	35	113´	34´	50	
06:40	40	115´	36´	50	
06:45	45	117´	38´	50	
06:50	50	118´	39´	50	
06:55	55	119´	40´	50	
07:00	60	120´	41´	50	Q = 50 GPM
07:10	70	128´	49´	50	
07:20	80	136´	57´	50	
07:30	90	144´	65´	50	
07:40	100	150´	71´	50	
07:50	110	156´	77´	50	
08:00	120	164´	85´	50	Q = 18 GPM
08:30	150	172´	93´	50	
09:00	180	180´	101´	50	AGUA CRISTALINA

Anexo D4

Abacus Drilling

09:30	210	195´	116´	50	
10:00	240	210´	131´	50	Q = 18 GPM
10:30	270	220´	141´	50	
11:00	300	230´	151´	50	Q = 25 GPM
11:30	330	220´	141´	40	AGUA CRISTALINA
12:00	360	210´	131´	40	
1:00	420	190´	111´	30	
2:00	480	180´	101´	25	Q = 60 GPM
3:00	540	170´	91´	15	
4:00	600	200´	121´	20	
5:00	660	200´	121´	20	
6:00	720	200´	121´	20	RECUPERACION

Atentamente,

Ing. Oscar Bravo Mayorga
OPERACIONES

Planes de Altamira #198 Managua, Nicaragua 505-2278-0924
www.abacusdrilling.com info@abacusdrilling.com

Anexo D5

PERFIL DEL POZO DE LA COMUNIDAD DE PIEDRA LARGA ABAJO

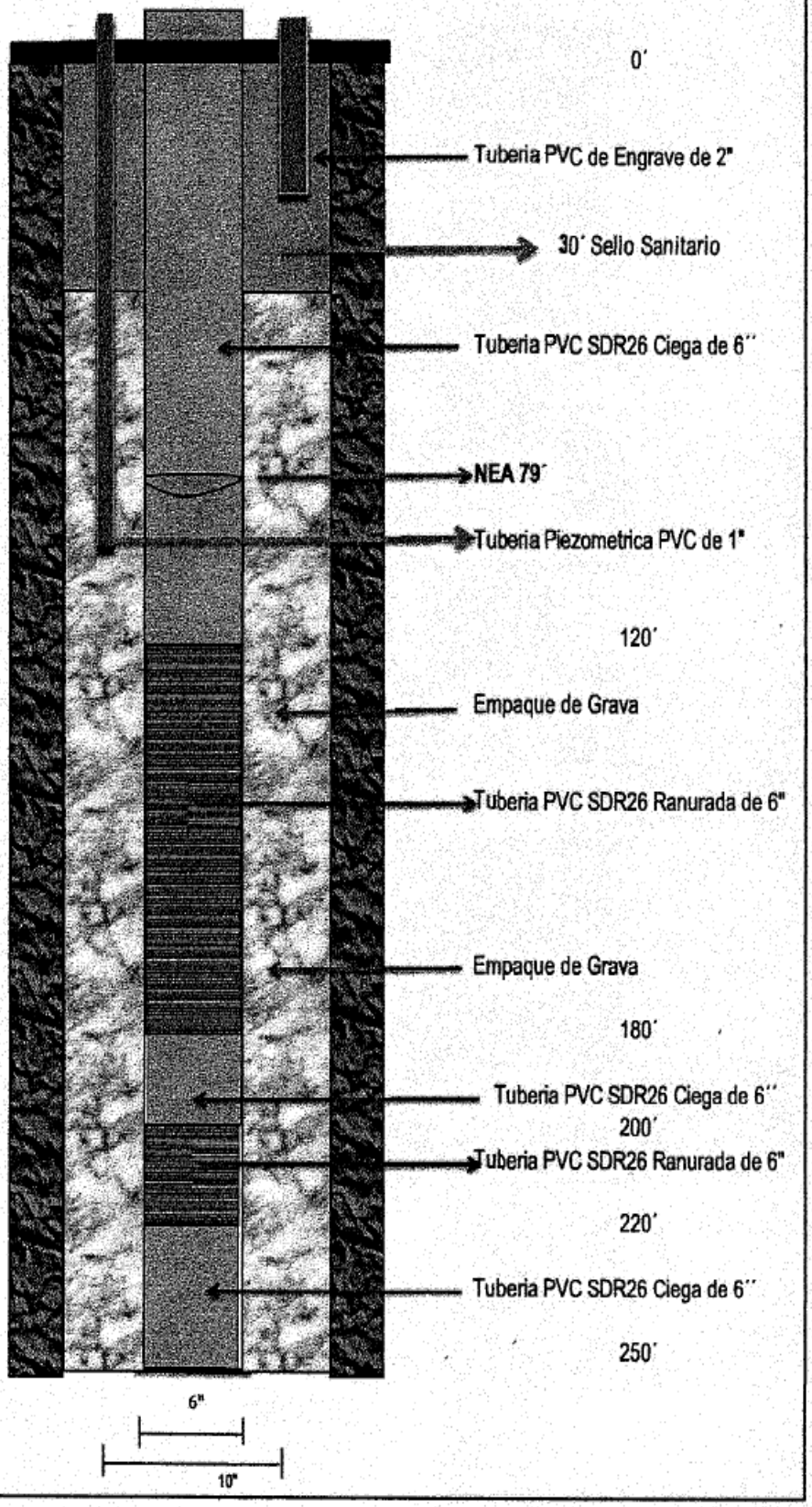
Abacus Drilling

PROPIETARIO

Alcaldia Municipal de Condega

DIRECCION

Comunidad de Piedra Larga Abajo, Mcpio Condega, Dpto Estelí



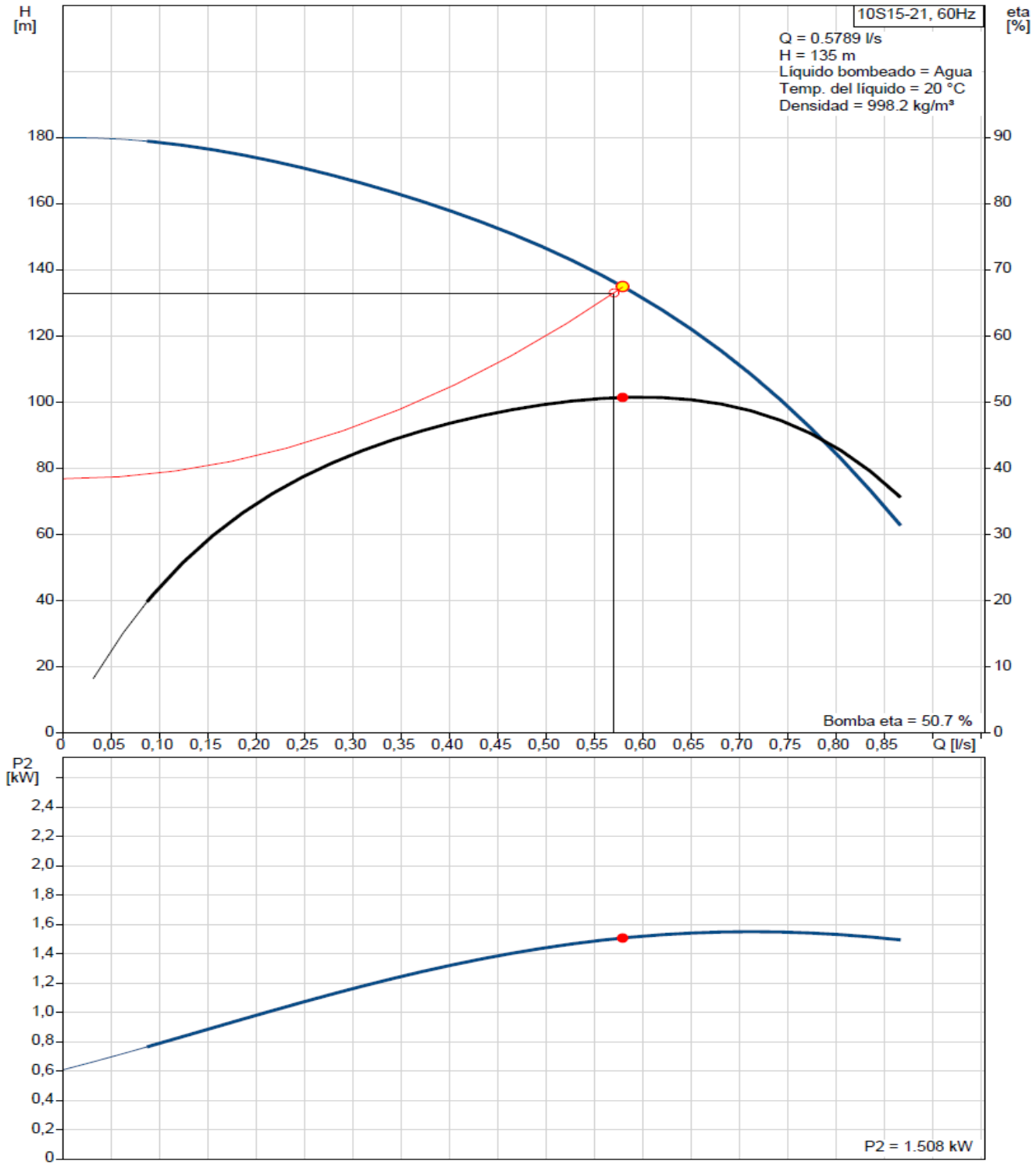
Anexo E

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos:

Bajo pedido 10S15-21 60 Hz



Anexo E1

GRUNDFOS

Empresa:
Creado Por:
Teléfono:

Datos:

Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	10S15-21
Código::	Bajo pedido
Número EAN::	Bajo pedido
Técnico:	
Velocidad para datos de bomba:	3450 rpm
Caudal real calculado:	0.5789 l/s
Altura resultante de la bomba:	135 m
Tolerencia de curva:	ISO 9906:2012 Grade 3B
Bomba Nº:	09010021
Etapas:	21
Modelo:	B
Válvula:	bomba con válvula de retención integrada
Materiales:	
Bomba:	Acero inoxidable
	DIN W.-Nr. 1.4301
	AISI 304
Impulsor:	Acero inoxidable
	DIN W.-Nr. 1.4301
	AISI 304
Motor:	Acero inox.
	DIN W.-Nr. 1.4301
	AISI 304
Instalación:	
Descarga:	1 1/4"NPT
Diámetro del motor:	4 inch
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Temperatura máxima del líquido:	40 °C
Temp. líquido:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m³
Datos eléctricos:	
Tipo de motor:	FRANKLIN
Applic. motor:	NEMA
Potencia (P2) requerida por la bomba:	1.57 kW
Fase:	1
Intensidad de arranque:	52 A
Rendimiento del motor a carga total:	67.9 %
Tipo de arranque:	directo
Retraso:	15 A
Motor Nº:	96011064
Paneles control:	
Código del cuadro:	82F001
Otros:	
Peso bruto:	18.6 kg
Area de ventas:	Namreg

