



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**DISEÑO DE MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELÉCTRICO EN LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGÜINA,  
DEPARTAMENTO DE MADRIZ.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Br. Cristian Josué Cruz Cruz.

**Tutor**

MSc. Ing. Henry Javier Vílchez Pérez.

Managua, Diciembre 2018

Managua, 11 de Diciembre del 2015.

**Dr. Ing. Oscar Isaac Gutiérrez Somarriba**  
**Decano FTC**  
**UNI-RUPAP**

**Estimado Dr. Gutiérrez:**

Con el fin de poder optar al título de INGENIERO CIVIL, remitimos a usted el protocolo de tesina “**Diseño de Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico en la comunidad de Los Arados del Municipio de Palacagüina, Departamento de Madriz**”, para su debida revisión y aprobación.

No omitimos manifestar, que el MSc Ing. Henry Javier Vilches Pérez está de acuerdo en ser nuestro tutor.

En espera de su respuesta, nos suscribimos.

**Atentamente,**

---

Br. Cristian Josué Cruz Cruz  
*Email:* [criscruz23@gmail.com](mailto:criscruz23@gmail.com)  
*Móvil:* 83393945

---

Br. Celesteciel Talavera Candia.  
*Email:* [celeste.ingcivil@yahoo.com](mailto:celeste.ingcivil@yahoo.com)  
*Móvil:* 86502430

## **Dedicatoria**

Dedicada a Dios nuestro señor, por darme la salud, bendecir e iluminar mi vida y la de mi familia, permitiendo junto a ellos alcanzar mis sueños y metas, por finalizar mis estudios y así poder coronar mi carrera. Te doy gracias señor.

Muy especialmente a mi Padres, Pablo Alfonso Cruz Acuña, y mi Madres, Maribel del Socorro Cruz Matute, por dedicarme todo su apoyo al estar con migo, enseñándome a crecer y guiarme por el camino que me hiciera alcanzar el sueño de ser un profesionales.

## **Agradecimiento**

A Dios nuestro Señor, por darme la vida, ser mi guía, amigo y luz durante los momentos difíciles y exitosos; darme la voluntad de seguir siempre adelante tendiéndome su mano y permitirme el paso hacia mi meta.

Agradezco a mis padres y familiares por el apoyo que me brindaron, y forjar en mí el deseo de convertirme en profesionales, por su amor y sus consejos los cuales han permitido guiarme por el camino que me llevara hacia el éxito logrando alcanzar mis metas propuestas.

A la alcaldía de la ciudad de Palacagüina por darme la oportunidad de desarrollar este estudio en el municipio y facilitarme la información necesaria para la realización de este trabajo.

Un especial agradecimiento a mi Maestro y tutor MSc. Ing. Henry Vílchez por brindarme su tiempo, apoyo y conocimiento, ser mi guía y acompañarme en este proceso.

A los líderes comunitarios por ayudarme en la investigación de campo y brindarme información de la comunidad.

## 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

HI: 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<sup>2</sup> : Metros cuadrados

m<sup>3</sup> : 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

## Resumen

En Nicaragua, igual que en muchos países, el acceso al agua potable representa un problema agudo, aunque Nicaragua aún posee un valioso potencial hídrico, miles de hogares no pueden acceder al servicio. La población rural suele ser una de las principales que carecen de este recurso; en el municipio Palacagüina la mayoría de sus comunidades sufre un incremento de la poblacional moderada, lo cual lleva a exigir la proporción de cierta cantidad de recurso, entre ellos el recurso hídrico adecuado para su consumo.

Lo cual hace considerar a la comunidad de Los Arados, como unas de las principales comunidades del municipio de Palacagüina con la necesidad de tener un medio adecuado para el suministrar a la población de dicho recurso.

Por lo tanto, se optó por realizar los estudios necesarios para la elaboración de un diseño de un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), con el cual se pretende dar respuesta por un periodo de 20 años, garantizar como objetivo principal que el suministro de agua sea capaz de funcionar en forma continua en calidad y cantidad, así como el buen funcionamiento de todos los componentes de la red.

La propuesta tiene la siguiente configuración Fuente-Tanque-Red, la fuente es un pozo perforado que tiene un rendimiento de 100 GPM, que es suficiente para garantizar los consumos de la comunidad. La línea de conducción tiene una longitud de 212.75 m, compuesta por una tubería de PVC 1 1/2" (SDR-32.5) y una red de distribución 2696.83 m, compuesta por una tubería de PVC 2".

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).

# Índice

<b>Capítulo I.- Aspectos generales .....</b>	<b>1</b>
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedente .....	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 Objetivos Generales.....	6
1.4.2 Objetivo Especifico.....	6
<b>Capítulo II .Marco teórico.....</b>	<b>8</b>
2.1 Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE) .....	8
2.2 Fuentes de abastecimiento .....	8
2.3 Aguas subterráneas.....	8
2.4 Captación .....	8
2.6 Pozo perforado.....	9
2.7 Población a servir.....	9
2.8 Consumo de agua .....	9
2.9 Dotación .....	9
2.10 Periodo de diseño .....	10
2.13 Líneas de conducción.....	10
2.16 Almacenamiento.....	11
2.18 Funciones del tanque de almacenamiento .....	11
2.19 Potabilización .....	12
2.21 Red de distribución.....	13
2.22 Conducción por gravedad .....	13
2.21 Tipos Ramificados .....	13
2.22 Válvulas.....	13
2.22.1 Válvulas de pase.....	13
2.22.2 Válvulas de limpieza.....	14
2.23 Dispositivos de control de transitorios .....	14
2.24 Conexiones domiciliarias.....	14



<b>Capítulo III. Descripción general de la comunidad.....</b>	<b>16</b>
3.1 Localización.....	16
3.1.1 Macro localización.....	16
3.2.1 Micro localización.....	17
3.3 Jurisdicción política .....	17
3.4 Vías de comunicación .....	18
3.5 Energía Eléctrica .....	18
3.6 Población.....	18
3.6.1 Distribución de población por edad.....	18
3.6.2 Distribución de población por sexo.....	19
3.7 Educación 19	
3.8 Distribución de la escolaridad.....	19
3.9 Condiciones de la vivienda.....	20
3.9.1 La tenencia de la propiedad.....	20
3.9.2 Confinamiento de ambientes.....	21
3.9.3 Materiales de los pisos.....	22
3.9.4 Materiales de los techos.....	22
3.9.5 Estado de la vivienda.....	23
3.10 Economía familiar.....	23
3.10.1 Situación Económica de la Familia.....	23
3.10.2 Ingreso económico.....	24
3.10.3 Trabajo que realizan los habitantes.....	25
3.11 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda .....	25
3.11.1 Estado de las letrinas.....	25
3.11.2 Disposición final de aguas grises.....	26
3.12 Recurso y Servicio de Agua .....	27
3.13 Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural.....	27
3.14 Situación de salud en la vivienda .....	28
<b>Capitulo IV. Diseño metodológico .....</b>	<b>30</b>
4.1 Fuentes de la recolección de datos.....	30
4.1.1 Fuentes primarias.....	30

4.1.2 Fuentes secundarias .....	30
4.2 Recolección de datos .....	31
4.3 Herramientas usadas para recolección de datos necesarios para el diseño..	31
4.4 Procesamiento y análisis de datos .....	31
4.5 Levantamientos topográficos.....	32
4.6 Criterios de diseño para el sistema .....	32
4.7 Estimación de población de diseño .....	33
4.7.1 Razón de crecimiento.....	33
4.7.2 Tasa de crecimiento.....	33
4.7.3 Proyección de la población.....	34
4.8 Dotación .....	34
4.9 Población a Servir .....	35
4.10 Periodo de diseño .....	35
4.11 Pérdidas de agua en el sistema .....	35
4.12 Variaciones de consumo .....	36
4.13 Cobertura de tubería .....	36
4.14 Presiones Máximas y Mínimas .....	36
4.15 Velocidades permisibles en las tuberías .....	37
4.16 Parámetros de calidad del agua.....	37
4.17 Diseño de los componentes del sistema .....	41
4.18 Fuente .....	41
4.19 Estación de Bombeo .....	42
4.19.1 Elementos de la estación de bombeo.....	42
4.19.2 Caceta de control.....	42
4.19.3 Equipo de bombeo.....	42
4.19.3.1 Bombas verticales .....	42
4.19.4 Potencial y caudal explotable.....	42
4.19.5 Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....	43
4.19.7 Carga total dinámica (CTD).....	43
4.19.7.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo .....	43
4.19.7.2 Carga estática de la descarga .....	44

4.19.7.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo .....	44
4.19.7.4 Pérdidas de la descarga .....	44
4.19.7.5 Diámetro y velocidades en las tuberías .....	44
4.19.7.6 Pérdidas de la tubería .....	45
4.19.8 Potencia hidráulica de la bomba .....	45
4.19.9 Potencia del motor .....	46
4.20 Selección del equipo de bombeo .....	46
4.21 Análisis hidráulico del equipo de bombeo .....	46
4.22 Diseño hidráulico de la línea de conducción .....	47
4.22.1 Diámetro de la línea de conducción .....	47
4.22.2 Velocidad .....	47
4.22.3 Golpe de ariete .....	48
4.22.3.1 Cálculo de celeridad .....	48
4.22.3.2 Cálculo de tiempo de cierre .....	49
4.22.3.3 Cálculo de la sobrepresión .....	49
4.22.3.4 Presión admisible de la tubería .....	49
4.23 Dimensionamiento del tanque .....	50
4.23.1 Almacenamiento .....	50
4.23.2 Cálculo de volumen del tanque .....	51
4.23.3 Cálculo de altura del tanque rectangular .....	51
4.23.4 Altura total .....	51
4.24 Desinfección .....	51
4.24.1 Tratamiento .....	51
4.24.2 Dosificación .....	51
4.25 Red de distribución .....	52
4.25.1 Diámetro de la línea de distribución .....	52
4.25.2.1 Cálculo del caudal unitario .....	53
4.25.2.2 Repartición de caudales por el método tributario .....	53
4.26 Análisis hidráulico de la red de distribución .....	53

<b>Capítulo V. Resultados .....</b>	<b>56</b>
5.1 Estimación de población de diseño .....	56
5.1.1 Razón de crecimiento.....	56
5.1.2 Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad Los Arados.....	56
5.1.3 Proyección de la población.....	57
5.2 Cobertura de tubería .....	57
5.3 Prueba de bombeo.....	57
5.4.1 Resultados de laboratorio.....	58
5.5 Estación de Bombeo .....	60
5.5.1 Equipo de bombeo.....	60
5.5.2 Potencial y caudal explotable.....	60
5.5.3 Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....	61
5.5.4 Estudio económico comparativo.....	61
5.5.5 Carga total dinámica (CTD).....	63
5.5.5.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo .....	63
5.5.5.2 Carga estática de la descarga .....	63
5.5.5.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo .....	64
5.5.5.4 Pérdidas de la descarga.....	64
5.5.5.5 Pérdidas de la tubería .....	64
5.5.6 Potencia hidráulica de la bomba.....	65
5.5.7 Potencia del motor.....	65
5.5.8 Selección del equipo de bombeo.....	65
5.6 Análisis hidráulico del equipo de bombeo .....	66
5.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción .....	68
5.7.1 Diámetro de la línea de conducción.....	68
5.7.2 Velocidad.....	68
5.7.3 Golpe de ariete.....	69
5.7.3.1 Calculo de celeridad.....	69
5.7.3.2 Calculo de tiempo de cierre.....	69
5.7.3.3 Cálculo de la sobrepresión .....	69
5.7.3.4 Presión admisible de la tubería .....	69

5.8 Dimensionamiento del tanque .....	70
5.8.1 Cálculo de volumen del tanque.....	70
5.8.2 Cálculo de altura del tanque rectangular.....	70
5.9 Desinfección.....	70
5.10 Dosificación .....	71
5.11.1 Diámetro de la línea de distribución.....	72
5.11.2 Determinación de caudales nodales.....	72
5.11.2.1 Cálculo del caudal unitario .....	72
5.11.2.2 Repartición de caudales por el método tributario .....	73
5.12 Análisis hidráulico de la red de distribución.....	74
5.12.1 Condiciones.....	75
<b>Capítulo VI.....</b>	<b>77</b>
6 Conclusiones.....	82
6.1 Recomendaciones.....	84
6.2 Bibliografía.....	85

## **Indice de Graficas**

Gráfica 1 Distribución de población por edad.....	18
Gráfica 2 Distribución de población por sexo .....	19
Gráfica 3 Nivel de escolaridad de la poblacion.....	20
Gráfica 4 La tenencia de la propiedad.....	21
Gráfica 5 Confinamiento de ambientes .....	21
Gráfica 6 Materiales de los pisos .....	22
Gráfica 7 Materiales de los techos .....	22
Gráfica 8 Estado de la vivienda.....	23
Gráfica 9 Situación económica de la familia.....	24
Gráfica 10 Ingreso económico mensual .....	24

Gráfica 11 Trabajo que realizan los habitantes .....	25
Gráfica 12 Estado de las letrinas.....	26
Gráfica 13 Disposición final de aguas grises.....	26
Gráfica 14 Recurso y servicio de agua.....	27
Gráfica 15 Disponibilidad de pago.....	27
Grafica 16. Enfermedades padecidas dentro de los miembros del hogar durante el año pasado.....	28

### **Indice de tabla de contenido**

Tabla 1. Estadísticas censales .....	344
Tabla 2. Periodo de diseño.....	35
Tabla 3. Coeficiente de rugosidad.....	37
Tabla 4. Parámetros bacteriológicos .....	38
Tabla 5. Parámetros organolépticos.....	39
Tabla 6. Parámetros físicos-químicos .....	40
Tabla 7. Parámetros para sustancias no deseadas .....	40
Tabla 8. Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.....	41
Tabla 9. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).....	45
Tabla 10. Valores de k para diferentes materiales de tubería .....	48
Tabla 11. Presión de trabajo .....	50
Tabla 12. Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad los arados .....	56
Tabla 13. Proyección de población y determinación caudal de diseño .....	57
Tabla 14. Resultados de Parámetros Bacteriológicos.....	58
Tabla 15. Resultados de Parámetros Organolépticos .....	58
Tabla 16. Resultados de Parámetros Físicos- Químicos .....	58

Tabla 17. Resultados de Parámetros para sustancias no deseadas.....	59
Tabla 18. Resultados de Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud.....	59
Tabla 19. Potencial y Caudal explotable .....	60
Tabla 20. Diseño hidráulico del equipo de bombeo.....	61
Tabla 21. Estudio económico comparativo.....	62
Tabla 22. Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta) Accesorios utilizados.....	64
Tabla 23. Resultados del análisis del equipo de bombeo .....	67
Tabla 24. Resultado del análisis de la curva característica .....	67
Tabla 25. Dosificación .....	71
Tabla 26. Tramos de tubería .....	72
Tabla 27. Caudales nodales.....	73
Tabla 28. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y CM.....	78
Tabla 29. Resultados de velocidades para la condición tanque lleno y CMH .....	79
Tabla 30. Resultados de presiones para la condición tanque lleno y consumo cero .....	80

## Índice de Ilustración

Ilustración 1. Macro y micro localización del área de estudio.....	17
Ilustración 2. Análisis hidráulico del equipo de bombeo .....	66
Ilustración 3. Hipocloroso de carga constante.....	70
Ilustración 4. Esquema de la red con el etiquetado de nodos y líneas.....	74
Ilustración 5. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y CMH.....	75
Ilustración 6. Análisis de velocidades, por la condición tanque lleno y CMH .....	77
Ilustración 7. Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y consumo cero .....	79

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1. Razón de crecimiento.....	33
Ecuación 2. Proyección de la población.....	34
Ecuación 3. CPD.....	36
Ecuación 4. CMD.....	36
Ecuación 5. CMH.....	36
Ecuación 6. Carga total dinámica (CTD).....	43
Ecuación 7. Nivel de bombeo.....	43
Ecuación 8. Carga estática de la descarga.....	44
Ecuación 9. Longitud de columna.....	44
Ecuación 10. Perdidas en la columna dentro del pozo.....	44
Ecuación 11. Diametro.....	44
Ecuación 12. Pérdidas localizadas.....	45
Ecuación 13. Potencia hidráulica de la bomba.....	45
Ecuación 14. Potencia del motor.....	46
Ecuación15. Perdidas Hanzen Williams.....	47
Ecuación16. Velocidad.....	47
Ecuación 17. Celeridad.....	48
Ecuación 18. tiempo de cierre.....	49
Ecuación 19. Sobrepresión.....	49
Ecuación 20. Presión de trabajo.....	49
Ecuación 21. volumen del tanque.....	51
Ecuación 22. Altura total del tanque.....	51
Ecuación 23. Perdida por fricción en metro.....	52
Ecuación 24. Caudal unitario.....	53
Ecuación 25. Repartición de caudales.....	53





# **Capítulo I.**

## **Aspectos Generales**

## **Capítulo I.- Aspectos generales**

### **1.1 Introducción**

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

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

De acuerdo a datos de la unidad municipal de agua y saneamiento del municipio de Palacagüina cuenta con una cobertura en servicios de agua en el área rural del municipio del 55%; considerando que una persona tiene acceso al agua si su vivienda se ubica a una distancia menor a 150 metros del sistema, el restante 45% se ubica a distancias superiores.

Es importante resaltar que muchos de los sistemas de abastecimiento de agua potable del municipio son de antes y después del Huracán Mitch es decir su vida de funcionamiento oscila entre 10 o más años lo que significa que se deben prever inversiones de rehabilitación a corto y mediano tiempo.

Por lo que el propósito de este trabajo es presentar el diseño de un proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad de los Arados que se encuentran a una distancia de 16 kilómetros al sureste de la cabecera municipal de Madriz, ubicadas en las siguientes coordenadas geográficas: 13°27'12.74" N y a 86°21'49.488" O.

En él se plantearon y analizaron las características técnicas y económicas de las posibles alternativas de solución tomando en consideración; capacidad de la

fuentes de abastecimiento, tratamiento, impulsión, capacidad de regulación y de distribución, para definir la solución técnico-económica más conveniente.

Por lo que los parámetros de diseño de la conducción y distribución, fueron en base a las normas y criterios del Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). La calidad del agua distribuida a través del sistema de abastecimiento cumple con las condiciones físicas, químicas y bacteriológicas establecidas, para el caso de Nicaragua, por las Normas Técnicas Obligatorias Nicaragüenses (NTON 09 003-99) para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.

Para realizar el presente informe se cuenta con el apoyo de la población los cuales están dispuestos a brindar la información requerida y están conscientes a que se les realicen entrevistas personales y a realizar actividades de manera colectiva que logren la recopilación de la información necesaria para llegar a los resultados esperados.

## **1.2 Antecedente**

La comunidad de los Arados del municipio de Palacagüina suele abastecerse a través de seis pozos perforados con bomba de mecate y siete pozos excavados a mano, los cuales no presentan condiciones higiénicas sanitarias.

Con el incremento poblacional que ha experimentado la comunidad, los consumos de agua aumentaron de tal manera que producto de los consumos se están secando dichos pozos.

Los primeros habitantes de dicha comunidad, se abastecían de las comunidades aledañas como: La Tuna, La Calera y Rio Arriba, usando como medio de transporte carretas y animales de carga (Burros y Bestias).

En el año 1990, se construyen los primeros medios de abastecimiento, entre los cuales se perforan cuatro pozos y tres excavados a mano, los cuales permitieron que la comunidad tuviera un medio de suministro más cercano; en el año presente tres de estos están fuera de uso de la población ya que no cuentan con los medios necesarios para adquirir el recurso.

Para 1998, después del huracán Mitch se perforaron dos pozos más, por los organismos Acción contra el hambre y Agencia de Desarrollo y Recursos Asistenciales (ADRA), aumentando los medios para suministro del vital líquido a la población, extrayéndolo mediante el uso de bombas de mecate.

En el año 2006, la comunidad del municipio de Palacagüina, impulso el mejoramiento de los pozos existente, situando bombas de mecate a un pozo por sector y perforando nuevos pozos en los lugares más cercanos a la población.

En el presente año la comunidad está sufriendo ciertos problemas con los pozos; por la profundización del agua, cambio de sabor y por el deterioro de las bombas existentes debido a la falta de mantenimiento.

### **1.3 Justificación**

Los pobladores de la comunidad de Los Arados del municipio de Palacagüina, actualmente no cuentan con un sistema de agua potable adecuado, por lo que se abastecen de seis pozos perforados con bomba de mecate, siete excavados a mano y ninguno de ellos cuenta con análisis bacteriológicos.

La contaminación que se presenta en los pozos es antropogénica producto que los pozos no tienen confinamiento perimetral, además que se da la existencia de pilas para consumo animal cercana a los pozos.

Dichas fuentes en época de verano no se da abasto para suplir las necesidades de toda la localidad, debido al aumento de la densidad.

Debido a lo mencionado anteriormente consideramos necesario la implementación de un sistema de abastecimiento de agua potable tipo mini acueducto por bombeo (MAG), que cumpla con las especificaciones establecidas en la Normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del agua (NTON 09003-99) así como las Norma CAPRE-2000, con lo cual se busca garantizar a la población:

- La reducción de enfermedades infecto contagiosas que se presentan en la época de lluvias.
- Se disminuirá el desgaste físico que inciden en los miembros de las familias y principalmente las mujeres.
- Se mejorara el acceso al agua, en cantidad, calidad, ya que la red y la fuente, cuentan con las pruebas de potabilización que se requiere y con la capacidad necesaria para abastecer la demanda de la comunidad.
- De manera transversal se estará disminuyendo el nivel de riesgo de que la comunidad reciba afectaciones en las demás fuentes de agua.
- Aumentará la probabilidad de que en la comunidad se incorporen mayor cantidad de industrias.

- La población adquirirá 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.

Si el proyecto no se llevara a cabo, con el transcurso del tiempo caducaría la vida útil de los pozos y estos no servirían para consumo humano, se aumentarían las enfermedades y se tendría gastos más elevados, a lo que normalmente les costaría si ellos tuvieran agua Potable en su comunidad.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivos Generales**

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable, por bombeo eléctrico en la comunidad de Los arados Municipio de Palacagüina, departamento de Madriz.

### **1.4.2 Objetivo Especifico**

- Realizar a través de un estudio socioeconómico un diagnóstico de la situación actual de la población de la comunidad de Los Arados.
- Considerar los análisis físico – químico y bacteriológico de la fuente de abastecimiento para garantizar que el agua suministrada es apta para el consumo humano.
- Realizar el diseño hidráulico de la red de distribución y la línea de conducción tomando en cuenta el levantamiento topográfico.
- Diseñar cada uno de los componentes del sistema de agua potable del sistema propuesto en la comunidad.
- Realizar una simulación de cada uno de los componentes del sistema en el software EPANET 2.0.



# **Capítulo II.**

## **Marco Teórico**



## **Capítulo II .Marco teórico.**

La conceptualización está sustentada en los siguientes actores: Agua potable para poblaciones rurales de Roger Agüero Pittman (1997), Normas Técnicas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Medio Rural (NTON 09001-99) y II- Saneamiento Básico Rural (NTON 0900-99), Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09003-99), establecidas por el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario.

### **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 Fuentes de abastecimiento**

Las fuentes de abastecimiento deben ser básicamente permanentes y suficientes, ya que deben producir agua en cantidad y calidad suficiente para abastecer a la población que se desea servir.

### **2.3 Aguas subterráneas**

Son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato permeable.

### **2.4 Captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición de flujo durante todo el año la captación de aguas previstas. El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad,

aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas). Las dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población.

## **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 Pozo perforado**

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 por persona por día está en dependencia de:

1. nivel de servicio adoptado
2. factores geográficos
3. factores culturales
4. uso del agua

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

## **2.10 Periodo de diseño**

En los diseños de proyectos de abastecimientos de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito determinar que periodos de estos componentes del sistema, deberán satisfacer las demandas futuras de la comunidad. 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 Líneas de conducción**

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta la comunidad, formando el enlace entre la obra de captación y la red de distribución. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas (NTON 09001-99, capítulo 7, inciso 7.2).

## **2.14 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).

### **2.15 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).

### **2.16 Almacenamiento**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad, pues debe reservar una cantidad de agua suficiente para cubrir cualquier eventualidad del sistema, tal como de energía en el equipo de bombeo, o reparaciones del mismo, incendios, y variaciones de consumo (NTON 09003-99, capítulo 8, inciso 8.1).

Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución (NTON 09001-99, capítulo 8, inciso 8.3).

### **2.17 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, capítulo 8, inciso 2.2)

### **2.18 Funciones del tanque de almacenamiento**

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día).
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo (NTON 09001-99, capítulo 8, inciso 8.1 y 8.1).

## **2.19 Potabilización**

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

Las mayorías de las agua superficiales requieren en mayor o en menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de potabilización y en consecuencia la mayoría de los sistemas de agua potable poseen plantas de tratamiento (como mínimo cloración). Desde hace décadas, el cloro ha sido un desinfectante muy importante y ha jugado un papel esencial en el tratamiento de agua. El cloro es el desinfectante más extendido y usado a nivel mundial.

En Nicaragua casi todos los sistemas de abastecimiento que desinfectan el agua el agua potable debido a su potencia germicida, economía y eficiencia. Además, los desinfectantes basados en cloro son los únicos desinfectantes principales con las propiedades residuales duraderas que previenen el crecimiento microbiano y proporcionan protección continua durante la distribución de la planta de tratamiento al hogar.

## **2.20 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).

## **2.21 Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el sistema puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos. Se deberá proveer la red de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento. (NTON 09001-99, capítulo 7, inciso 7.3).

## **2.22 Conducción por gravedad**

Una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo (NTON 09001-99, capítulo 7, inciso 7.2).

### **2.21 Tipos Ramificados**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red es usada cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

## **2.22 Válvulas**

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo, entre otras.

### **2.22.1 Válvulas de pase**

Deberán espaciarse de tal manera que permitan aislar tramos máximos de 400 metros de tuberías, cerrando no más de cuatro válvulas.

Serán instaladas siempre en las tuberías de menor diámetro y estarán protegidas mediante cajas metálicas subterráneas u otras estructuras accesibles especiales (NTON 09003-99, capítulo 7, inciso 10.2).

### **2.22.2 Válvulas de limpieza**

Estos dispositivos que permitirán las descargas de los sedimentos acumulados en las redes deberán instalarse en los puntos extremos y más bajos de ellas. (NTON 09003-99, capítulo 7, inciso 10.3).

### **2.23 Dispositivos de control de transitorios**

Estructuras diseñadas para controlar depresiones, sobrepresiones, burbujas de aire y demás perturbaciones en la conducción, ocasionadas por fenómenos transitorios.

### **2.24 Conexiones domiciliarias.**

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



**Capítulo III.**  
**Descripción General de**  
**la Comunidad.**



### **Capítulo III. Descripción general de la comunidad**

Los datos que se presentaran fueron obtenidos mediante la implementación de la encuesta socio- económica así como el aporte de los líderes comunitarios y alcaldía municipal del municipio de Palacagüina.

En el proceso de la realización de las encuesta, fue practicada a cada una de las familias de la comunidad, aplicando una por hogar, a una muestra de 110 familias pero solo se procesaron 90%, porque el 10% no brindaron información certera.

La encuesta socio-económica permitió obtener información en los siguientes aspectos de: vivienda, economía, salud, situación actual de abastecimiento de agua, excretas.

El procesamiento del material encuestado se realizó con ayuda del programa MICROSOFT EXCEL, de manera que los resultados de la encuesta pudieran presentar de forma práctica, por medios gráficos.

#### **3.1 Localización**

##### **3.1.1 Macro localización**

El municipio de Palacagüina, se encuentra ubicado en el departamento de Madriz a una distancia de 22 Km de la cabecera departamental Somoto y a una distancia de 196 Km de la capital (ALMPA, 2015). Palacagüina se encuentra ubicado entre las coordenada 13°27´ de latitud norte y a 86°24´ longitud oeste, con una extensión territorial de 156 Kms<sup>2</sup> y sus límites son:

Norte: Con el municipio de Totogalpa.

Sur: Con los municipios de Condega y Pueblo Nuevo.

Este: Con el municipio de Telpaneca.

Oeste: Con el municipio de Yalagüina.

### 3.2.1 Micro localización

La comunidad de los Arados se encuentra ubicada en el municipio de Palacagüina a una distancia de cuatro kilómetro del casco urbano de Palacagüina, está a una distancia de 198 km de la capital Managua y a 19 km de la cabecera departamental Somoto (ALMPA, 2015), sus límites son:

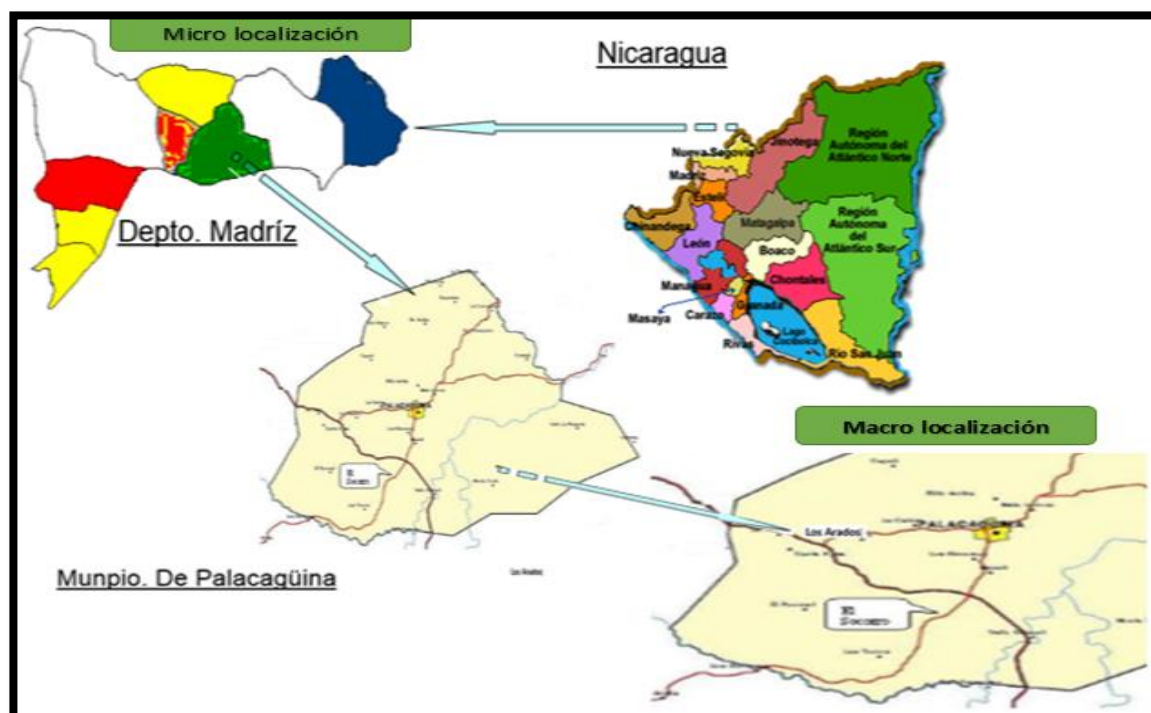
Norte: Comunidad de Río Arriba.

Sur: Comunidad de Musuli y Shell.

Este: Comunidad La Calera.

Oeste: Comunidad La Tuna.

**Ilustración 1.** Macro y micro localización del área de estudio



Fuente: Adaptado de ALMPA, 2018.

### 3.3 Jurisdicción política

La comunidad Los Arados, pertenece políticamente al Municipio de Palacagüina, Departamento de Madriz. Los pobladores de la comunidad asisten al centro de salud más cercano ubicado en el casco urbano de ciudad de Palacagüina, de igual forma para realizar compras mayoritarias, trámites legales (terreno, ganado, asentamiento de recién nacidos); acuden al casco urbano del municipio de Palacagüina.

### 3.4 Vías de comunicación

Las vías de comunicación están dadas por tres kilómetros de carretera adoquinadas que comunica la comunidad “Los Arados” con el Municipio de Palacagüina. Los habitantes se transportan en bicicleta, a caballo, a pie o a veces en taxi, caponeras, bus y vehículos propios.

El municipio de Palacagüina se comunica con el resto del país gracias a la carretera panamericana que atraviesa parte de su circunscripción.

### 3.5 Energía Eléctrica

En la comunidad en estudio todas las viviendas cuentan con servicio domiciliario de energía eléctrica, la administración del servicio está a cargo de (DISNORTE) unión Fenosa; se puede constatar que toda las casas cuentan con este servicio.

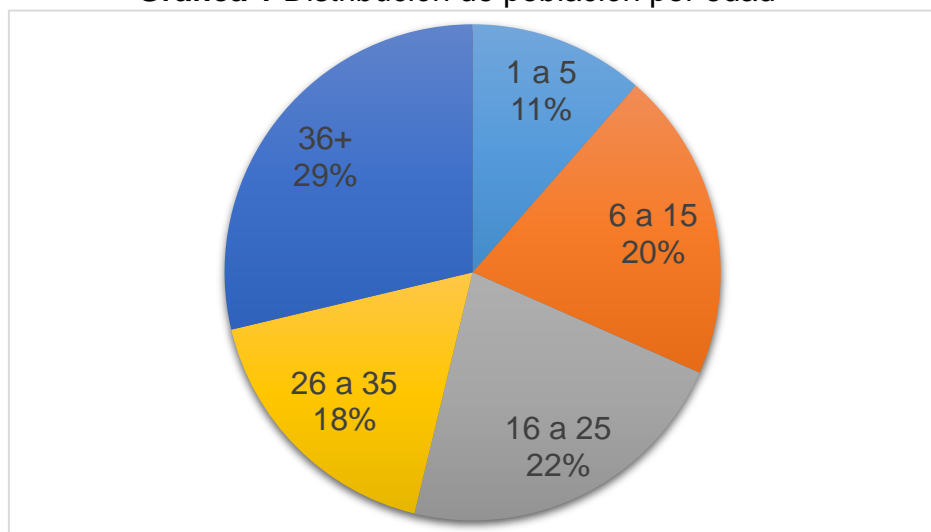
### 3.6 Población

De acuerdo al censo poblacional realizado en el año 2016, la comunidad cuenta con una población de 440 habitantes, distribuidos en 110 viviendas, para un índice poblacional de 4 habitantes por vivienda.

#### 3.6.1 Distribución de población por edad

Durante la encuesta realizada se pudo constatar que la mayoría de la población está compuesta principalmente por jóvenes de 16 a 25 años y adultos mayores de 36 años, Ver Grafica 1.

**Gráfica 1** Distribución de población por edad

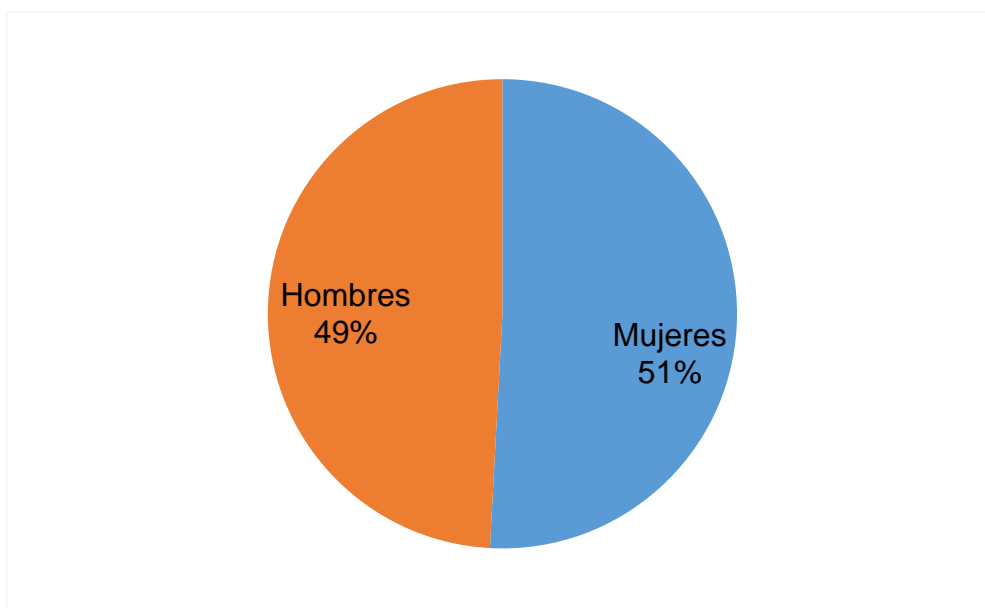


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.6.2 Distribución de población por sexo

La distribución de géneros corresponde a un 49% de habitantes del sexo masculino y 51% del sexo femenino, lo cual permite ver una diferencia moderada entre ambos sexos, ver gráfica 2.

**Gráfica 2** Distribución de población por sexo



FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

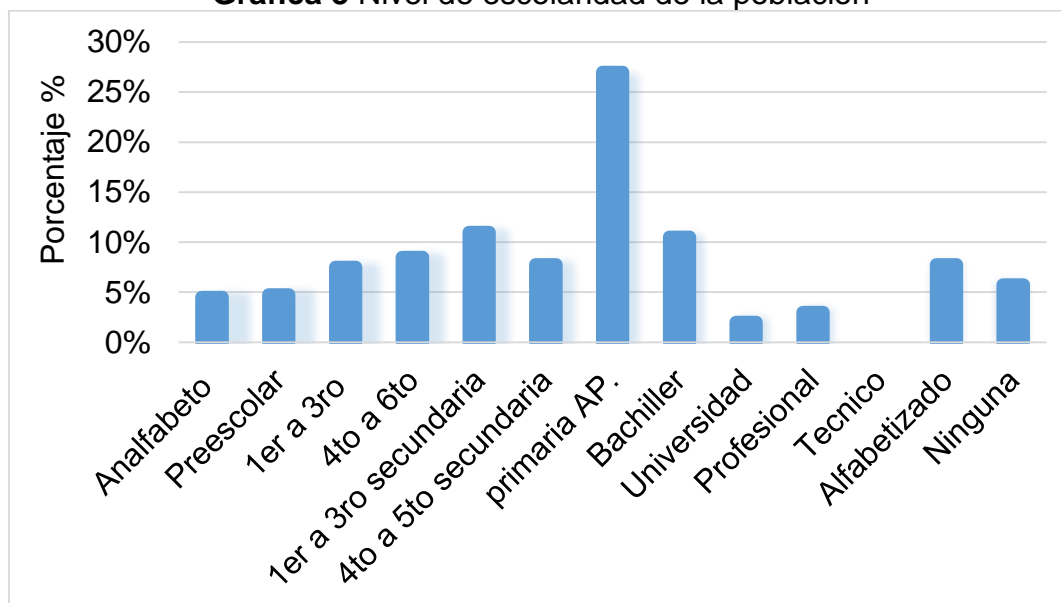
### 3.7 Educación

De acuerdo a la encuesta socioeconómica realizada, la comunidad de los Arados, solo cuenta con una escuela pública, brindando solo educación primaria, por lo que al terminar este nivel los niños continúan sus estudios en el instituto Público de la ciudad de Palacagüina, ya sea tomando clases de modo regular o sabatino.

### 3.8 Distribución de la escolaridad

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

**Gráfica 3** Nivel de escolaridad de la población



FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

De un total de 440 habitantes, el 8% lograron ser alfabetizados por el programa yo sí puedo, 5% se encuentran en preescolar, el 28% tiene el nivel de escolaridad de primaria, que incluye personas adultas que no tuvieron opciones para continuar estudiando o niños que no quieren o no pueden seguir asíéndolo.

Actualmente el 15% de la población está cursando la Primaria, el 18% se encuentra en el nivel de secundaria, el 11% llegaron a ser Bachilleres, apenas un 2% están o llegaron a un nivel Universitario y el 3% son profesionales, 10% no fueron a un centro escolar o no iniciaron sus estudios.

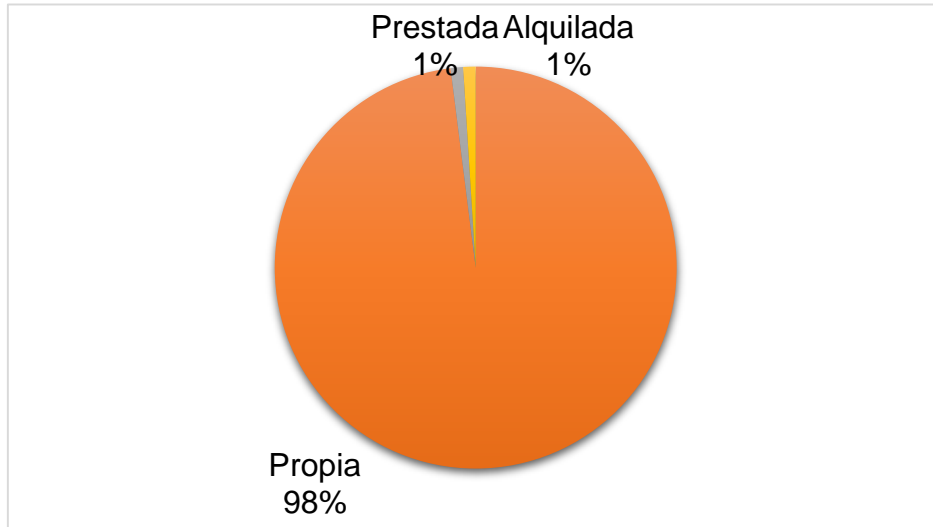
### **3.9 Condiciones de la vivienda**

El número de casas que presenta la comunidad es de 110 viviendas habitadas, una iglesia construida por los habitantes que asisten a ella, una escuela de primaria construida por el estado y una casa base para reuniones comunitarias.

#### **3.9.1 La tenencia de la propiedad**

En cuanto a la tenencia de la propiedad el 98% de los comunitarios son propietarios de la vivienda, el 1% es prestado y un 1% es alquilado.

**Gráfica 4 La tenencia de la propiedad**

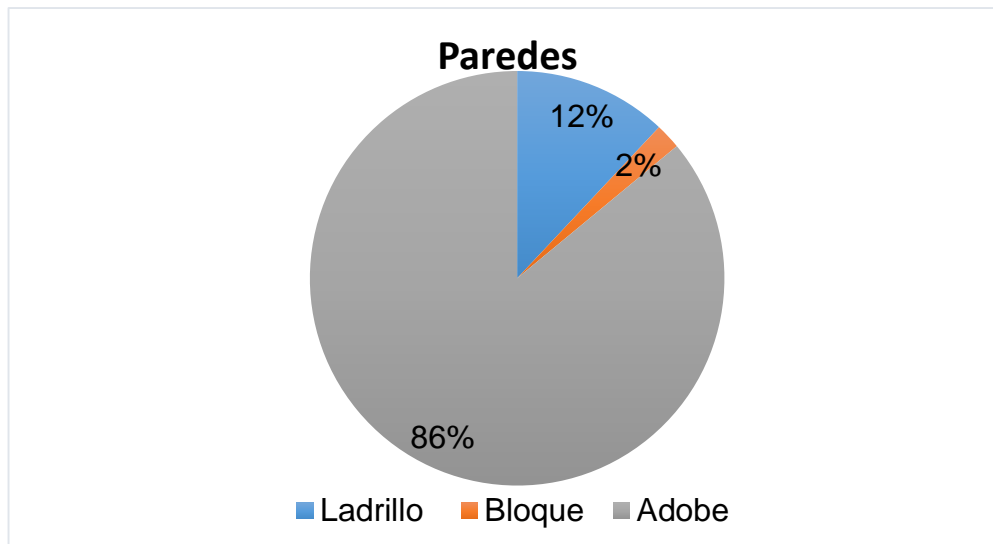


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.9.2 Confinamiento de ambientes

El tipo de construcción es tradicionalmente adobe (86%), por lo que según la encuesta socioeconómica se tienen dos categorías de materiales para confinamiento como son ladrillo de barro 12% y bloque 2%, ver gráfica 5.

**Gráfica 5 Confinamiento de ambientes**



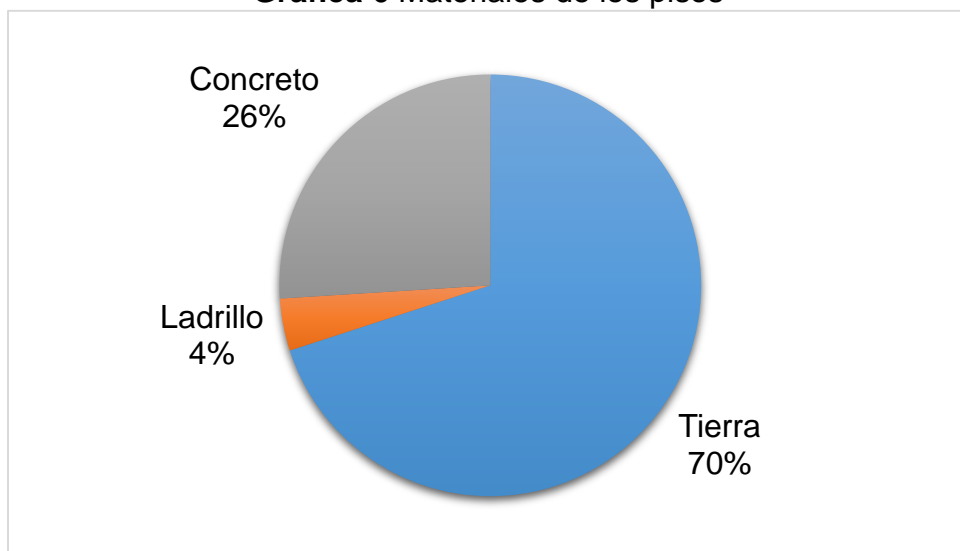
FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

Podemos constatar que la comunidad cuenta con pocos recursos económicos, por lo cual las personas toman la disposición de usar métodos de construcción tradicional como es el Adobe (Material elaborado mediante el uso de suelos convertido en lodo y vertido en un marco rectángulas y puesto a secar).

### 3.9.3 Materiales de los pisos

Las familias de la comunidad suele dejar en su mayoría el piso con suelo natural 70%, u optar por otro método constructivo como el concreto 26%, y ladrillo de barro 4%, ver grafica 6.

**Gráfica 6** Materiales de los pisos

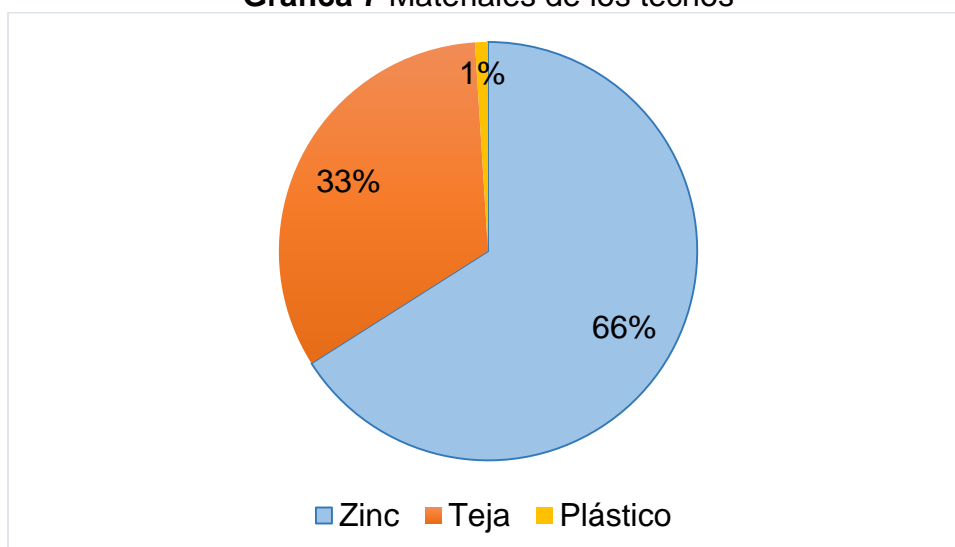


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.9.4 Materiales de los techos

El tipo de techo, según encuesta socioeconómica; el 66 % de las viviendas utilizan Zinc, y un 33% tejas, y un 1% Plásticos. Ver gráfica 7.

**Gráfica 7** Materiales de los techos

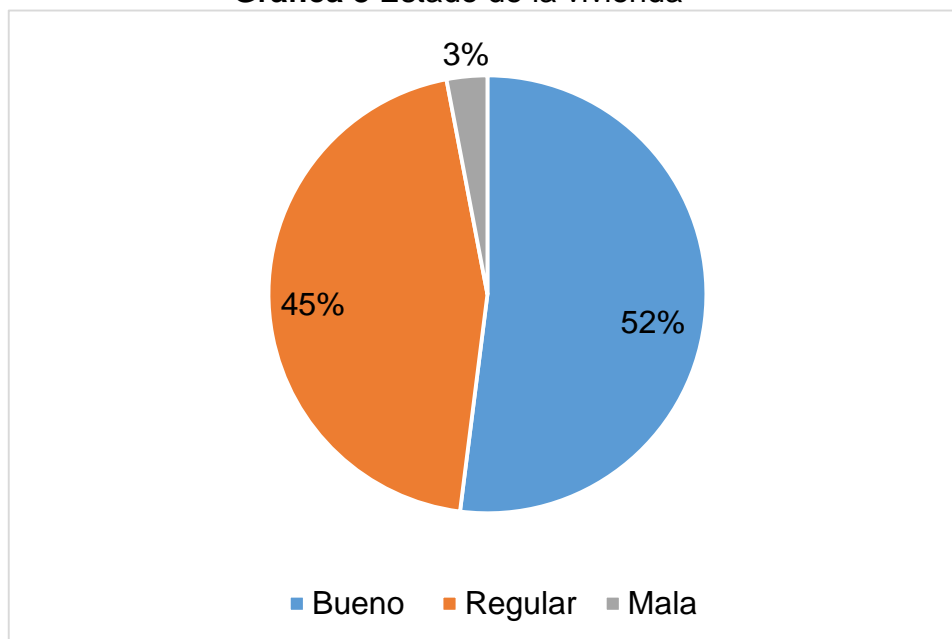


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.9.5 Estado de la vivienda

En la comunidad existen 110 viviendas, con la encuesta se obtuvo un dato de 52% viviendas buenas, 45% viviendas regulares y 3% viviendas malas, ver gráfica 8.

**Gráfica 8** Estado de la vivienda



FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

El estudio demuestra que pocas familias suelen estar en peligro, podemos decir que las viviendas más deterioradas suelen ser aquellas que suelen ser habitadas por tiempos cortos o aquellas que en su totalidad permanecen solas.

### 3.10 Economía familiar

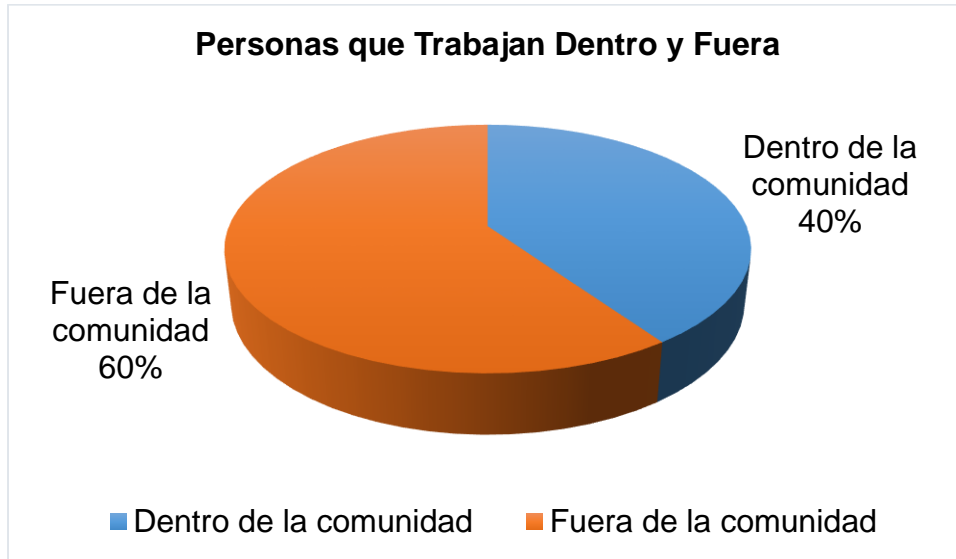
La economía de las familias de la comunidad suelen depender en cierta cantidad de los trabajos que las personas realizan fuera de la comunidad ya sea en otros sectores del municipio como fuera de este.

#### 3.10.1 Situación Económica de la Familia

La cantidad de personas que representa la comunidad de los Arados es de 440 habitantes, de los cuales solo el 60% trabajan fuera de la comunidad en empresas tabacaleras, corte de café, beneficios de café y un 40% trabajan dentro de la misma en la agricultura, ver gráfica 9.



**Gráfica 9** Situación económica de la familia

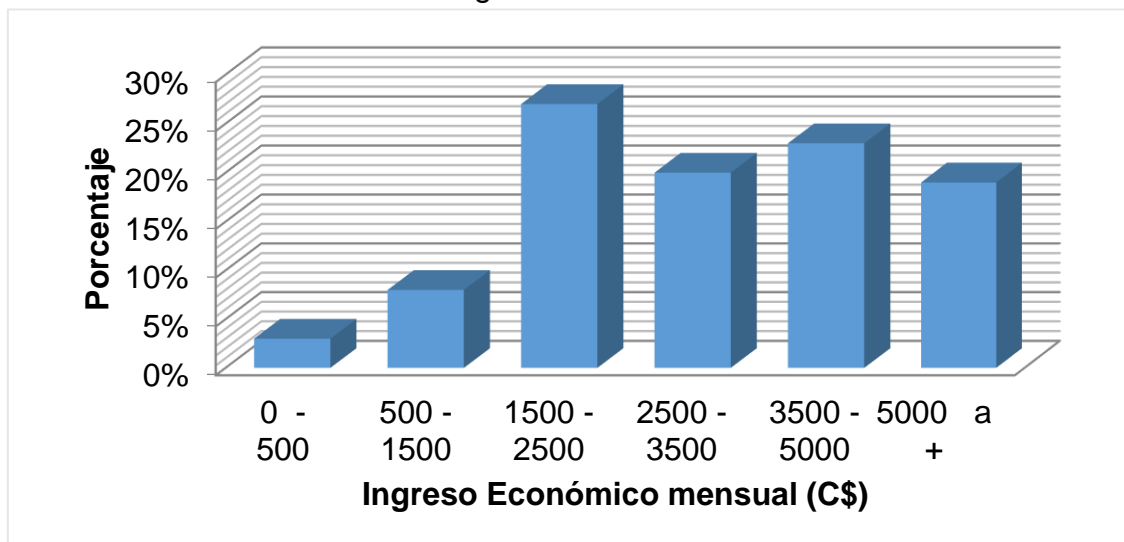


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.10.2 Ingreso económico

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

**Gráfica 10** Ingreso económico mensual



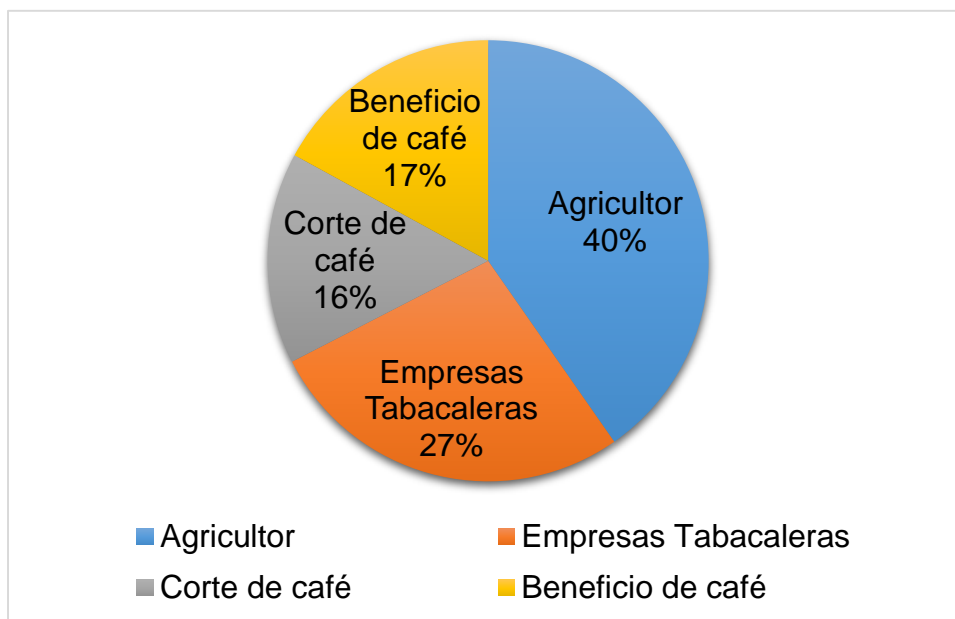
FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

De acuerdo a la Gráfica 9, el ingreso económico mensual que más predomina en esta población se encuentra en el rango de 1500 a 2500 córdobas mensuales (26%), y un 22% en el rango de 3500 a 5000 córdobas mensuales dedicándose la mayoría a diversos roles de trabajo.

### 3.10.3 Trabajo que realizan los habitantes

En esta comunidad las personas se dedica un 60% a diferentes roles de trabajo siendo en empresas tabacaleras, corte de café, beneficios de café y un 40% a la agricultura siendo estas sus principales fuentes de ingresos, ver gráfica 11.

**Gráfica 11** Trabajo que realizan los habitantes



FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.11 Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda

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

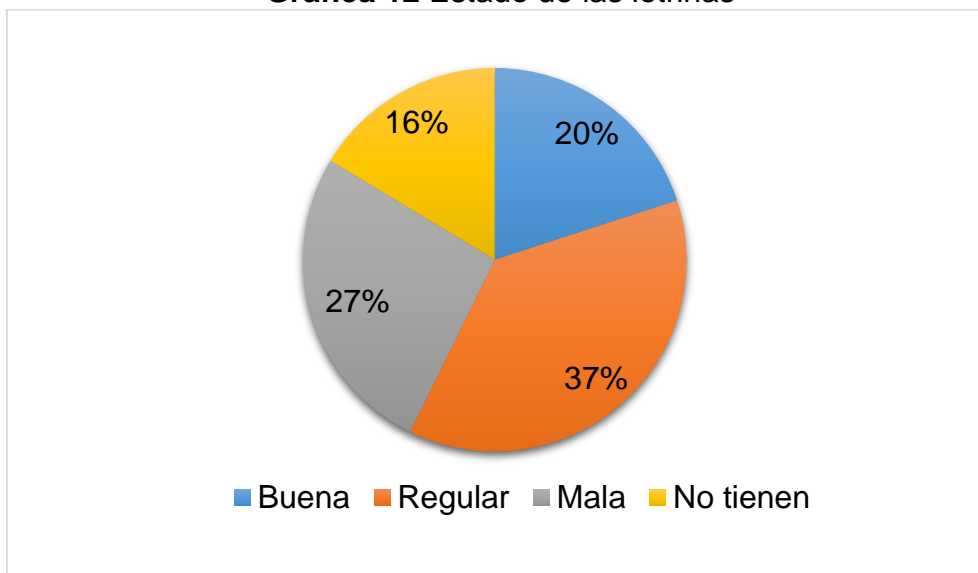
- No tiene un servicio de agua adecuado.
- No se cuenta con alcantarillado sanitario.

#### 3.11.1 Estado de las letrinas

Para la obtención de los resultados, se encuestó un total de 110 casas, encontrándose el siguiente orden de uso de letrinas: Una escuela, una iglesia y 90 que son de tipo domiciliar; 41 que se encuentran en estado regular, 22 en buen estado, 29 en mal estado y 18 viviendas que no cuentan con este servicio, ver gráfica 12.

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 12** Estado de las letrinas

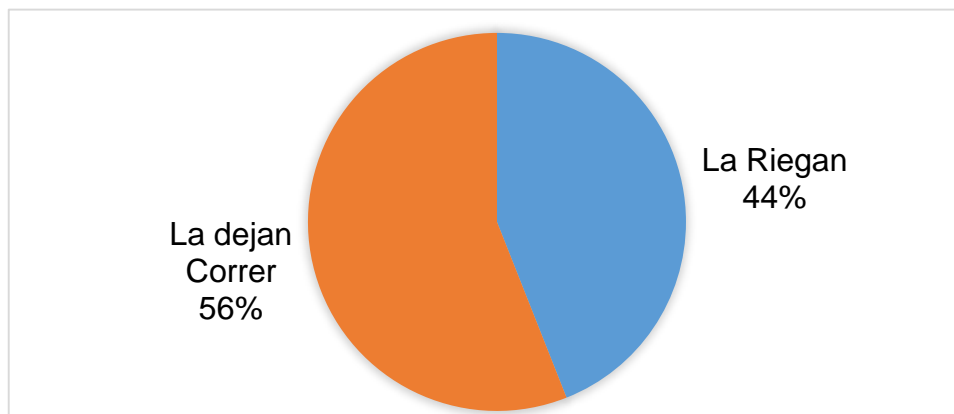


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.11.2 Disposición final de aguas grises

En la comunidad no hay servicio de alcantarillado sanitario, las agua servidas provenientes del lavado, baño y cocina son descargadas superficialmente sobre los patios generando así charcas, otras son utilizadas para regar los jardines, ver gráfica 13.

**Gráfica 13** Disposición final de aguas grises

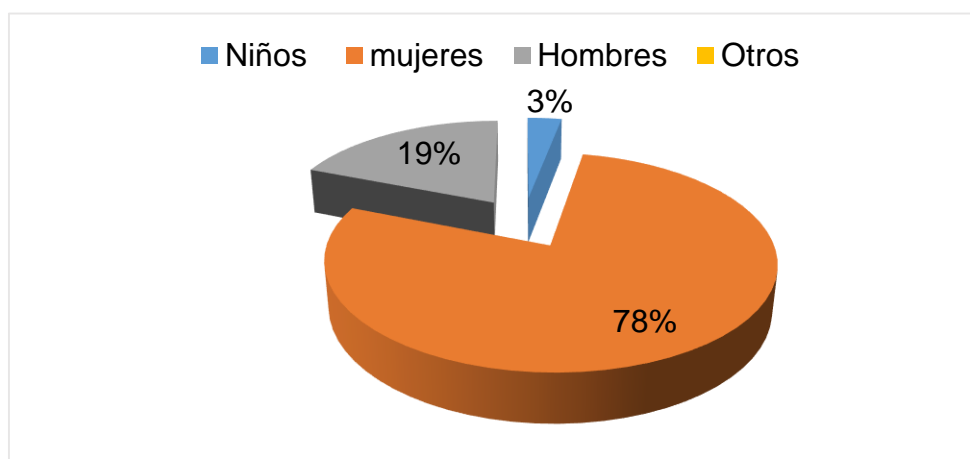


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.12 Recurso y Servicio de Agua

La comunidad suele abastecerse a través de seis pozos perforados con bomba de mecate y siete pozos excavados a mano, los cuales no presentan condiciones higiénicas sanitarias. Por lo que los habitantes acarrear el agua desde los pozos hasta sus hogares, tarea que es realizada en su mayoría por mujeres y niños, ver gráfica 14.

**Gráfica 114** Acarreo del agua

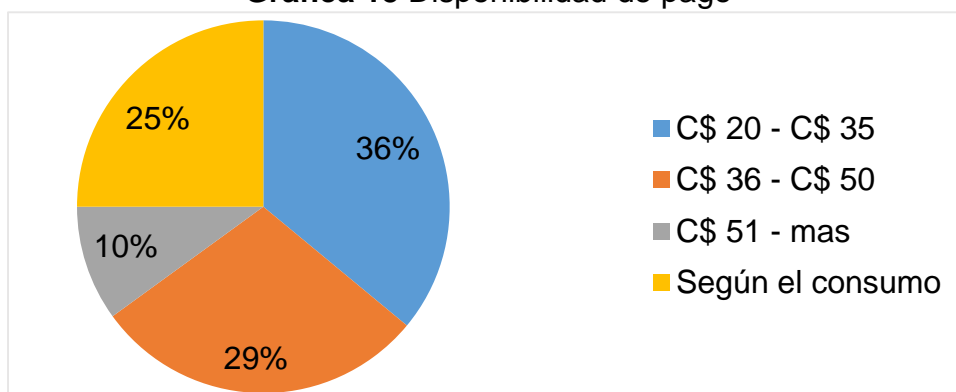


FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica

### 3.13 Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural

La mayoría de la población de Los Arados no tiene mucho conocimiento sobre los sistemas de Agua Potable y saneamiento Rural. Con la realización de la Encuesta el 29% está dispuesta a pagar entre 36 y 50 córdobas al mes por el sistema de Agua potable. Ver Grafica 15

**Gráfica 15** Disponibilidad de pago



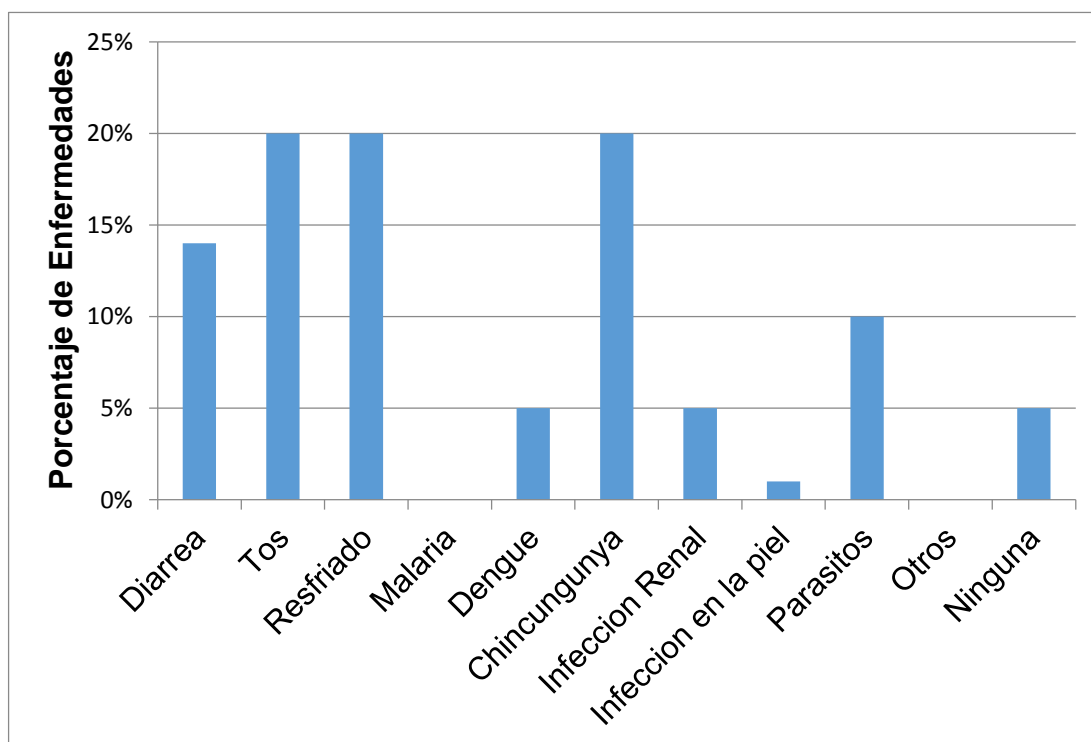
FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica.

### 3.14 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 el municipio de Palacagüina. La población de Los Arados tiene prevalencia de enfermedades como tos, resfriados y Chincungunya; siendo los más afectados los niños y adultos mayores, grafica 16.

Según el MINSA suele ser unas de las comunidades que menos visita el centro asistencial y según las jornadas unas de las que menos suele enfermarse gracias a que tienen una alimentación balanceada y que involucra pocas comidas perjudiciales para el cuerpo humano.

**Grafica 16.** Enfermedades padecidas dentro de los miembros del hogar durante el año pasado.



FUENTE: Elaboración de Encuesta Socioeconómica



# **Capitulo IV.**

## **Diseño Metodológico**

## **Capítulo IV. Diseño metodológico**

Las normas de diseño empleadas fueron tomadas del documento normas técnicas I.-diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural (NTON 09001-99). Saneamiento básico rural (NTON 09002-99).

### **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, para recopilar información y datos necesarios (Ubicación, características locales, estudios realizados), para tener un mejor orden e información del proyecto.
- ENACAL: Para verificar las normas que comúnmente se aplican en los sistemas de agua, 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, reconocimiento de la área de estudio, de igual manera para el trazado preliminar de la línea para el sistema.
- 
- Consultas en biblioteca virtual de ENACAL central, con el objetivo de obtener las normas necesarias que deben ser aplicadas a los sistemas 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.
- GPS.
- Equipo topográfico (Teodolito digital DGT10, estadía, Trípode, 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 el estudio de la información obtenida, como en la comparación con la información recolectada en la primera etapa, la cual debe ir ligada a los objetivos propuesto para dicho investigación, por lo tanto, fue necesario implementar el uso de diversos 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, son las recomendados brindadas por el 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 para 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 Los Arados, 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.

$$r = \left(\frac{P_n}{P_o}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \quad \text{Ecuación 1}$$

**Donde:**

r: Tasa de crecimiento

P<sub>n</sub>: Población de año n

P<sub>o</sub>: Población al inicio del periodo de diseño

n: Número de años que comprende el período de diseño

### 4.7.2 Tasa de crecimiento

Conforme a 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 del MINSA año 2015 y para el año 2016 los dato obtenido de la encuesta socio-económica.

**Tabla 1.** Estadísticas censales

<b>Censo Poblacional</b>	<b>Republica de Nicaragua</b>	<b>Municipio Palacagüina</b>	<b>Comunidad Loa arados</b>
Encuesta socio-económica 2016, (fuente propia).	-	-	440
MINSA 2015	-		432
Censo de crecimiento INIDE 2005	5,142,098	12,825	396
Censo de crecimiento INIDE 1995	4,357,099	11,483	367

**Fuente:** Censo poblacional, (INIDE, 1995-2005). MINSA Palacagüina, (2015). Encuesta socio-económica, (2016).

#### **4.7.3 Proyección de la población**

Según la NTON 09001-99, en el inciso 2.2, para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico. Este método es el que se utiliza en Nicaragua, ya que es el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en subdesarrollo donde hay un mayor porcentaje de población joven menor de 30 años. La fórmula se expresa de la forma siguiente:

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

**Donde:**

P<sub>n</sub>: Población del año n

P<sub>o</sub>: 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 domiciliarias de patio.

#### 4.9 Población a Servir

La comunidad cuenta con 440 habitantes, una escuela pública (primaria) 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 con el objetivo de:

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

**Tabla 2.** Periodo de diseño

<b>Tipo de componente</b>	<b>Periodo de diseño</b>
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

En el inciso 4.7, de la NTON 09001-99 dice que 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**

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.

$$\text{CPD} = \text{Dotación} * \text{Población} \qquad \text{Ecuación 3}$$

$$\text{CMD} = (1.5 * \text{CPD}) + \text{P} \qquad \text{Ecuación 4}$$

$$\text{CMH} = (2.5 * \text{CPD}) + \text{P} \qquad \text{Ecuación 5}$$

#### **Donde:**

CPD: consumo promedio diario

CMD: consumo máximo diario

CMH: consumo máximo hora

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**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma 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 3.** Coeficiente de rugosidad

<b>Material del Conducto</b>	<b>Coeficiente de Rugosidad ( C )</b>
Tubo de hierro Galvanizado (Ho.Go)	100
Tubo de concreto	130
Tubo de asbesto cemento	140
Tubo de Hierro fundido ( Ho. Fo )	130
Tubo 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 4. Parámetros bacteriológicos**

<b>Origen</b>	<b>Parámetros (b)</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor max. Admisible</b>	<b>Observaciones</b>
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  $\geq 90\%$ .

**Tabla 5.** Parámetros organolépticos

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

Fuente: NTON 09001-99



**Tabla 6.** Parámetros físicos-químicos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	Us/cm	400	
Dureza	mg/l CaCO <sub>3</sub>	400	
Sulfatos	mg/l	25	250
Calcio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	100	
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sol.Tot. Disueltos	mg/l		1000
Magnesio	mg/l CaCO <sub>3</sub>	30	50

Fuente: NTON 09001-99

**Tabla 7.** Parámetros para sustancias no deseadas

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor recomendado</b>	<b>Valor máximo admisible</b>
Nitrato-NO <sup>-1</sup> <sub>3</sub>	mg/l	25	45
Nitritoso-NO <sup>-1</sup> <sub>2</sub>	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 8.** Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Máx. Admisible</b>
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 300 pies, con diámetro de 6", ubicado en la cota 578.52 ° 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.

Según la NTON 09001-99, en su 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 Caseta de control**

Según 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, para su selección se deben tomar en cuenta los factores siguientes.

Se debe considerar que 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 en el inciso 5.3.3, de la NTON 09001-99 dice 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 20 ft.

#### 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.

#### 4.19.6 Ecuación de bernoulli

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2g} + HB = Z_2 + \frac{(V_2)^2}{2g} + \sum_1^2 hf + \sum_1^2 hl$$

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

#### 4.19.7 Carga total dinámica (CTD)

$$CTD = NB + CED + hf \text{ columna} + hf \text{ descarga} + hf \text{ tubería} \quad \text{Ecuación 6}$$

##### 4.19.7.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo

$$NB = N \text{ Terreno} - (NEA + \text{Variación} + \text{Abatimiento} + \text{sumergencia}) \quad \text{Ecuación 7}$$

#### 4.19.7.2 Carga estática de la descarga

CED = Altura de rebose – Nivel del pozo

**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%.

$L_c = NB$

**Ecuación 9**  $h_f$

columnas = 5% $L_c$

**Ecuación 10**

**Donde:**

NB: Nivel más bajo durante el bombeo

$L_c$ : 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 9.** 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	1 1/2	2	2 1/2	3	4	5	6	8	10	12	14
Codo 90°																
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 45°		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 90°																
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 45°		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 de pie		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
Retención		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
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)

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

$$h_{desc} = 10.674(Q c) 1.852 \left( \frac{Ll}{\phi^{*4.87}} \right) \quad \text{Ecuación 12}$$

#### 4.19.7.5 Pérdidas de la tubería

L tubería: Longitud de tubería (Ver ecuación 12).

#### 4.19.8 Potencia hidráulica de la bomba

$$PB = \frac{Q * CTD}{3960 * e} \quad \text{Ecuación 13}$$

**Donde:**

PB: 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 pérdidas mecánicas.

$$PM=1.15*P_B$$

**Ecuación 14**

**Donde:**

PM: Potencia del bombeo (HP)

P<sub>B</sub>: Potencia hidráulica de la bomba (HP)

#### **4.20 Selección del equipo de bombeo**

Conociendo la altura a vencer por la bomba (H<sub>b</sub>) 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 orificio 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 2" 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.

$$\frac{H}{L} = S = \frac{10.549 Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad \text{Ecuación 15}$$

#### Donde:

H: Pérdida de carga en metros

L: Longitud en metros

S: Pérdida de carga en 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:

$$V = \frac{4*Q}{\pi*\phi^2} \quad \text{Ecuación 16}$$



Límites establecidos para limitar el efecto del golpe de ariete.

$$0.6 \text{ m/s} < 0.6 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s}.$$

### 4.22.3 Golpe de ariete

#### 4.22.3.1 Cálculo de celeridad

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-32.5 de 1 1/2", el espesor del tubo es 1.52 mm y la K para tubos plásticos de acuerdo a la tabla 10.

Aplicando la ecuación de celeridad mediante fórmula de Allievi:

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

**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 10.** 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.

$$T = \frac{2L}{c} \quad \text{Ecuación 18}$$

**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

$$G.A = \frac{c \cdot T}{g} \quad \text{Ecuación 19}$$

**Dónde:**

G.A: Sobrepresión (m).

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

C: Celeridad (m/s).

g: Aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

#### 4.22.3.4 Presión admisible de la tubería

$$P_t = G.A + C.E.D \quad \text{Ecuación 20}$$

**Tabla 11. Presión de trabajo**

SDR	Presión de trabajo	
	psi	kg/cm <sup>2</sup>
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 de los 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 a los consumidores agua libre de bacterias, virus y amebas, se debe incorporar un sistema de desinfección. Los resultados de los análisis físico- químico, bacteriológico, organoléptico, 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 domiciliarias o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM = 2.5CPD$ , más las pérdidas).
- 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 N°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:

$$H = \left[ \frac{SeQ_e - SfQ_f}{2.85(Q_e - Q_f)} \right] L \quad \text{Ecuación 23}$$

##### En la cual:

H: Pérdidas por fricción en metros

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

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

Se: Pérdidas en el tramo correspondiente

Q<sub>e</sub> en decimales

Sf: Pérdidas en el tramo correspondiente

Q<sub>e</sub> 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.

$$q = \frac{Q_{mh}}{L_t} \quad \text{Ecuación 24}$$

##### **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.

$$Q_i = q * L_i \quad \text{Ecuación 25}$$

**Donde:**

Q<sub>i</sub>: Caudal en el tramo de tubería (lps)

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

L<sub>i</sub>: 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 2" de diámetro.
- El modelo hidráulico consta con 12 nodos de tubería principal.

# **Capítulo V.**

# **Resultados**



## Capítulo V. Resultados

### 5.1 Estimación de población de diseño

#### 5.1.1 Razón de crecimiento

Para el periodo de censo 2007-2017

Datos:

$P_n = 396$  hab.

$P_o = 367$  hab.

$n = 10$

$\%r [2005-2015] = 0.0076 * 100 = 0.76\%$

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 2017-2018

Datos:

$P_n = 440$  hab.

$P_o = 432$  hab.

$n = 1$

$\%r [2017-2018] = 0.0185 * 100 = 1.85\%$

#### 5.1.2 Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad Los Arados

**Tabla 12.** Tasa de crecimiento poblacional de la comunidad los arados

<b>Año</b>	<b>Censo</b>	<b>Población</b>	<b>Razón de crecimiento</b>
2007	INIDE	394	0.76%
2017	MINSA	432	
2017		432	1.85%
2018	Encuesta socio económica	440	

Fuente: Elaboración propia, (2016)

De los resultados obtenidos se puede decir que para efectos de diseño en la comunidad de Los Arados se usara la tasa de crecimiento mínima del 2.5%, que es la indicada por la norma.

### 5.1.3 Proyección de la población

**Tabla 13.** Proyección de población y determinación caudal de diseño

Año	Población	Dotación	CPD	Pub. Institucional	Perdidas	CPD	CMD	CMH
			Lps	Lps	Lps	Lps	Lps	Lps
2018								
2019	451	60	0.3132	0.0219	0.0670	0.4021	0.6032	1.0054
2024	510	60	0.3544	0.0248	0.0758	0.4550	0.6825	1.1375
2025	523	60	0.3632	0.0254	0.0777	0.4664	0.6995	1.1659
2029	577	60	0.4009	0.0281	0.0858	0.5148	0.7722	1.2869
2034	653	60	0.4536	0.0318	0.0971	0.5824	0.8736	1.4561
2038	721	60	0.5007	0.0350	0.1071	0.6429	0.9643	1.6072

Fuente: Elaboración propia, (2016)

### 5.2 Cobertura de tubería

La mayor parte de nuestra red se encuentra en zonas donde el tráfico vehicular es mínimo, por lo cual la cobertura será de 1 m sobre la corona del tubo, en excepción las tuberías que pasaran cerca de la carretera como en los tramos (p9-p10) (p9-p11), los cuales tendrán una cobertura de 1.20 m sobre la corona de la tubería como lo establece la norma.

### 5.3 Prueba de bombeo

De la prueba de bombeo escalonada a razón de 50 y 100 GPM, se definió la ecuación de descenso del pozo con una aceptable eficiencia en el pozo de 85% o sea que debe explotarse en ese rango.

## 5.4 Parámetros de calidad del agua

### 5.4.1 Resultados de laboratorio

**Tabla 14.** Resultados de Parámetros Bacteriológicos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Coliformes fecales	ucf/100m	00.0	Negativo

Fuente: Análisis Bacteriológico.

**Tabla 15.** Resultados de Parámetros Organolépticos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Color verdadero	mg/l-1 Pt-Co	0.0	15 mg/l-1 Pt-Co
Turbidez	UNT	0.41	5,00UNT

Fuente: Análisis físico - químico.

**Tabla 16.** Resultados de Parámetros Físicos- Químicos

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Cloruros	mg/l <sup>-1</sup>	28.63	250,00 mg/l <sup>-1</sup>
Conductividad	Us/cm	667	Sin referencia
Dureza	mg/l <sup>-1</sup>	444.35	Sin referencia
Sulfatos	mg/l <sup>-1</sup>	21.35	250 mg/l <sup>-1</sup>
Calcio	mg/l <sup>-1</sup>	370.29	Sin referencia
Sodio	mg/l <sup>-1</sup>	-	200,00 mg/l <sup>-1</sup>
Potasio	mg/l <sup>-1</sup>	-	10,00 mg/l <sup>-1</sup>
Sol. Tot. Disueltos	mg/l <sup>-1</sup>	331	1000,00 mg/l <sup>-1</sup>

Fuente: Análisis físico - químico.

**Tabla 17.** Resultados de Parámetros para sustancias no deseadas

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Nitratos	mg/l <sup>-1</sup>	36.3	50,00 mg/l-1
Nitritos	mg/l <sup>-1</sup>	<LD	0,10 o 3,00 mg/l-1
Amonio	mg/l <sup>-1</sup>	-	0,5 mg/l-1
Hierro	mg/l <sup>-1</sup>	-	0,30 mg/l-1
Fluoruro	mg/l-5	-	0,7 – 1,5 mg/l-1

Fuente: Análisis físico - químico.

**Tabla 18.** Resultados de Parámetros para sustancias inorgánicas de significado para la salud

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultado</b>	<b>Valor máximo admisible CAPRE</b>
Arsenio	mg/l <sup>-1</sup>	0.0	

Fuente: Análisis físico - químico.

El análisis físico-químico en el laboratorio, fue realizada considerando cada uno de los parámetros necesario 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 la norma CAPRE, los cuales permite conocer si la fuente cuenta con la calidad de agua para el consumo humano.

Los resultados del análisis, indica que en cuanto a los parámetros Físico Químicos y Bacteriológico las aguas de esta fuente son aptas para consumo humano, con respecto a los análisis realizados cumple con la norma CAPRE.

Sin embargo como medida preventiva se realizara el tratamiento con cloración en solución.

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:

En un análisis de la normas ambientales de calidad del agua del país, se consideraron dos como son la norma CAPRE y la NTON 05-00798, por lo que según la NTON 05-00798, en su acápite dos, establece dos categorías de aguas para consumo humano como son tipo 1 A y B, siendo el caso de los resultados el tipo 1-A, que son aguas destinadas al uso doméstico, por lo que son aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con solo la adición de desinfectantes.

Después de hacer un análisis de las dos normas, estas establecen que con esta calidad de agua únicamente se deberá adicionar de cloro como desinfectante, para su abastecimiento.

## **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 100 GPM, por tanto:

**Tabla 19.** Potencial y Caudal explotable

<b>CPD</b>	10.19 GPM
<b>1.5 CPD</b>	15.29 GPM
Rendimiento aproximado del pozo	100 GPM

Debido a que el rendimiento del pozo (100GPM) es mayor a 1.5 CPD (15.29 GPM), podemos decir que 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.

### 5.5.3 Diseño hidráulico del equipo de bombeo

**Tabla 20.** Diseño hidráulico del equipo de bombeo

Nivel estático del agua (NEA)	55.77 ft
Sumergencia	20 ft
Tubería de conducción de PVC con C	150
Q Diseño	0.96 lps
Horas de bombeo	16 horas
Nivel de bombeo	146.68 ft

Fuente: Elaboración propia, (2018)

### 5.5.4 Estudio económico comparativo

- Diámetro

$$D = 0.9 * (0.00096m/s)^{0.45}$$

$$D = 0.0395m = 1.56plg \approx 2 plg$$

Se analizará Costo Anual Equivalente (CAE), para los diámetros 1 1/2", 2" y 3" con el objetivo de determinar diámetro más económico el cual corresponderá a la línea de conducción a instalarse. (Ver tablas de análisis en hojas siguientes). El punto más bajo en la curva del costo total, que representa la sumatoria del costo directo o anualidad de la tubería más el costo de operación y costo de energía analizado anualmente, mostrará el diámetro a utilizar.

**Tabla 21.** Estudio económico comparativo

<b>COSTO ANUAL EQUIVALENTE</b>			
<b>Datos</b>	<b>Diámetro 1 1/2"</b>	<b>Diámetro 2"</b>	<b>Diámetro 3"</b>
Caudal (m3/s)	0.000965	0.000965	0.000965
Coefficiente de rugosidad (adim.)	150.00	150.00	150.00
Tiempo de bombeo (hrs)	16.00	16.00	16.00
Pérdidas en la succión (m)	2.24	2.24	2.24
Pérdidas en la descarga (m)	5.32	1.32	0.19
Carga Total Dinámica (m)	78.55	74.78	73.65
Carga Total Dinámica (pies)	257.65	245.29	241.58
Potencia Hidráulica de la bomba (Hp)	1.66	1.58	1.55
Potencia moto bomba (Hp)	1.91	1.82	1.79
Factor de conversión a kw	0.75	0.75	0.75
Potencia del motor (kw)	1.43	1.36	1.34
Energía consumida en un año de operación (kw - h)	8351.35	7950.83	7830.64
Costo del kw-h (C\$)	2.5	2.5	2.5
Costo anual de energía (C\$/año)	20878.37	19877.06	19576.59

### **Costo directo de la tubería**

La tubería de conducción se evaluará para los siguientes costos directos:

<b>Diámetro</b>	<b>Costo de compra C\$/ Tubo</b>	<b>Costo de mano de obra C\$/m</b>	<b>Costo total C\$/ tubo</b>	<b>Nº total de tubos c/u</b>	<b>Costo directo de tubería C\$</b>
1 1/2"	220	50	270	37	9990
2"	340	50	390	37	14430
3"	780	50	830	37	30710

Fuente: Elaboración propia, (2018)

### Costo anual de tubería

Diámetro	Costo directo de tubería C\$	Vida útil (años)	Tasa de interés %	Factor de anualización	Anualización del tubo C\$
1 ½"	9990	20	12	0.1339	1337.66
2"	14430	20	12	0.1339	1932.18
3"	30710	20	12	0.1339	4112.07

Fuente: Elaboración propia, (2018)

### Costo anual equivalente

Diámetro	Costo anual de energía C\$	Anualización del tubo C\$	Costo anual equivalente C\$
1 ½"	20878.37	1337.66	22216.03
2"	19880.43	1932.18	21812.61
3"	19577.29	4112.07	23689.36

Fuente: Elaboración propia, (2018)

De acuerdo al estudio económico comparativo se debe utilizar con tubería de diámetro de 2 pulgadas, pero al realizar el cálculo de velocidad en la línea de conducción se obtiene que no se cumple con los límites admisibles (0.60 m/s-1.5 m/s) por lo cual se usó tubería de 1 ½ pulgadas.

#### 5.5.5 Carga total dinámica (CTD)

##### 5.5.5.1 Nivel más bajo del agua durante el bombeo

$$NB = \left( 578.52m - \left( \frac{55.77ft + 54.49ft + 16.4ft + 20ft}{3.28ft} \right) \right) = 533.80m$$

##### 5.5.5.2 Carga estática de la descarga

$$CED = 604.80m - 578.52m = 26.28m$$



### 5.5.5.3 Pérdidas en la columna dentro del pozo

$$LC = 578.52m - 533.80m = 44.72m$$

$$Hf \text{ columnas} = 44.72m * 0.05 = 2.24m$$

### 5.5.5.4 Pérdidas de la descarga

**Tabla 22.** 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°	5	0.6	3
Salida al tanque	1	1	1
		Le total	20.8m

$$Hf = 10.549 \left( \frac{15.29}{150} \right)^{1.852} \left( \frac{20.80}{(1.5)^{4.87}} \right)$$

$$Hf = 0.45 m$$

### 5.5.5.5 Pérdidas de la tubería

$$Hf = 10.674 \left( \frac{15.29}{150} \right)^{1.852} \left( \frac{225}{(1.5)^{4.87}} \right)$$

$$Hf = 4.88 m$$

### **- Carga Total Dinámica**

$$CTD = 44.72 \text{ m} + 26.28 \text{ m} + 2.24 \text{ m} + 0.45 \text{ m} + 4.88 \text{ m}$$

$$CTD = 78.57 \text{ m}$$

### **5.5.6 Potencia hidráulica de la bomba**

$$P_B = \left( \frac{(15.29 \text{ gpm})(78.57 \text{ m} * 3.28 \text{ ft})}{(3960)(0.60)} \right)$$

$$P_B = 1.66 \text{ HP}$$

### **5.5.7 Potencia del motor**

$$P_M = 1.15 * 1.66$$

$$P_M = 1.91 \text{ HP}$$

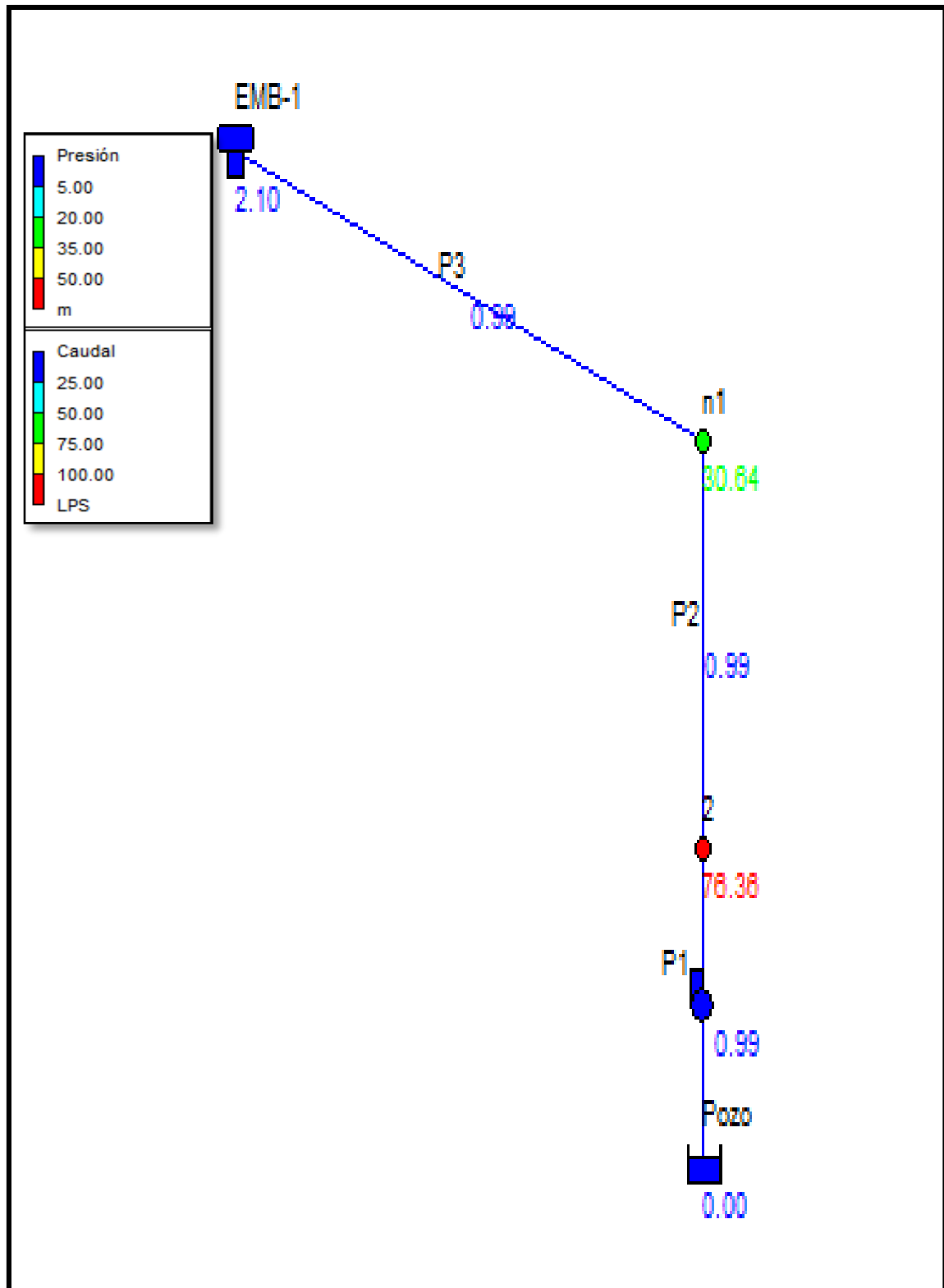
$$P_{MOTOR \text{ COMERCIAL}} = 2 \text{ HP}$$

### **5.5.8 Selección del equipo de bombeo**

$$Q = 0.96 \text{ lps} \quad \text{HB} = 78.57 \text{ m}$$

## 5.6 Análisis hidráulico del equipo de bombeo

Ilustración 2. Análisis hidráulico del equipo de bombeo



Fuente: Elaboración propia, (2018)

**Tabla 23.** Resultados del análisis del equipo de bombeo

ID Línea	Longitud m	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería P2	44.72	0.99	0.87
Tubería P3	225	0.99	0.87
Bomba P1	No Disponible	0.99	0.00

Fuente: Elaboración propia, (2018)

**Tabla 24.** Resultado del análisis de la curva característica

ID Nudo	Cota m	Presión m
Conexión Bomba	533.8	76.36
Conexión Sarta	578.52	30.64
Embalse Pozo	533.80	0.00
Depósito EMB-1	602	2.10

Fuente: Elaboración propia, (2018)

En la simulación con la curva característica de la bomba 16S20-18 de 2 HP, ver Anexo D. Se obtiene que para conducir un caudal de 0.99 lps, se necesita una altura de bombeo de 76.36 m; teniendo un caudal de diseño de 0.96 lps y una altura de bombeo de 78.57m.

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

## 5.7 Diseño hidráulico de la línea de conducción

### 5.7.1 Diámetro de la línea de conducción

$$QMD = 0.64 \text{ lps} * 1.5$$

$$QMD = 0.00096 \frac{m^3}{s}$$

$$D = 0.9 * (0.00096 \text{ m/s})^{0.45}$$

$$D = 0.0395 \text{ m} = 1.56 \text{ plg} \approx 2 \text{ plg}$$

### 5.7.2 Velocidad

Aplicando la ecuación de continuidad:

$$V = \left( \frac{(4) (0.00096 \text{ m}^3/s)}{(\pi)(0.0508\text{m})^2} \right)$$

$$V = 0.47 \frac{m}{s}$$

Límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.

$$0.6 \text{ m/s} < 0.47 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s.} \quad \longrightarrow \quad \text{No cumple.}$$

$$V = \left( \frac{(4) (0.00096 \text{ m}^3/s)}{(\pi)(0.0381\text{m})^2} \right)$$

$$V = 0.84 \frac{m}{s}$$

Límites establecidos por la norma para limitar el efecto del golpe de ariete.

$$0.6 \text{ m/s} < 0.84 \text{ m/s} < 1.5 \text{ m/s}$$

### 5.7.3 Golpe de ariete

#### 5.7.3.1 Calculo de celeridad

$$C = \frac{9900}{\sqrt{(48.3 + 18(0.0375/0.00152)}}$$

$$C = 446.15 \frac{m}{s}$$

#### 5.7.3.2 Calculo de tiempo de cierre

$$T = \left( \frac{(2)(225 \text{ m})}{(446.15 \text{ m/s})} \right)$$

$$T = 1.01 \text{ s}$$

#### 5.7.3.3 Cálculo de la sobrepresión

$$G.A = \left( \frac{(446.15 \text{ m/s})(1.01 \text{ s})}{(9.81 \text{ m/s})} \right)$$

$$G.A = 45.93 \text{ m/s}$$

#### 5.7.3.4 Presión admisible de la tubería

$$P_t = (45.93 \text{ m} + 26.28 \text{ m})$$

$$P_t = 72.21 \text{ mca} = 102.54 \text{ PSI}$$

Considerando una línea de conducción de tubo PVC de 1 1/2" SDR-32.5, con una Presión de Trabajo de 125PSI, ver tabla 11.

## 5.8 Dimensionamiento del tanque

El tanque diseñado es apoyado sobre suelo, de losas de concreto reforzado y paredes de concreto ciclópeo.

### 5.8.1 Cálculo de volumen del tanque

$$\begin{aligned}\text{Capacidad del tanque} &= (35\%) \text{ (CPD)} \\ &= (35\%) (55.296 \text{ m}^3/\text{día}) \\ \text{Vol. Total} &= 19.35 \text{ m}^3\end{aligned}$$

### 5.8.2 Cálculo de altura del tanque rectangular

Largo= Ancho

Largo = Ancho = 2.80 m

ALL = 2.50 m

Rebose = 0.30 m

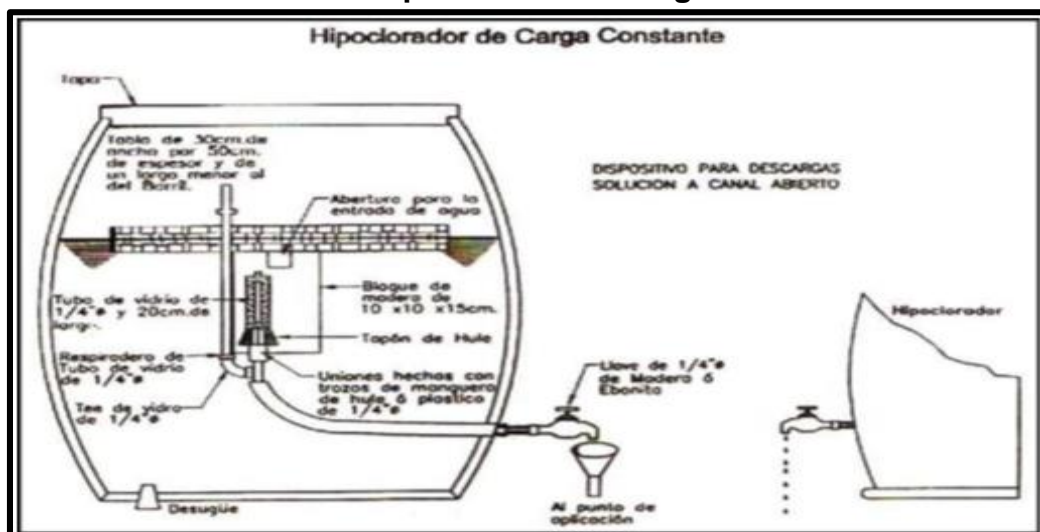
#### Altura total

Altura Total = 2.50+ 0.30 m = 2.80 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 3. Hipoclorador de carga constante



## 5.10 Dosificación

Tabla 25. Dosificación

A	Población Proyectada Pn	CMD lps	Dosis Diaria ml/min	Volumen Solución 1%	Tiempo de vaciado (días) de un bidón de 100 lts	Cantidades vaciadas bidón de 100 lts	Cantidad de solución 1% x mes (lts)	Cantidad de hipoclorito al 12% x mes (lts)	Cantidad de hipoclorito al 12 % por año (lts)
1	451.00	0.60	5.43	7.82	13	2.35	234.53	19.544	235
2	462.28	0.62	5.56	8.01	12	2.40	240.39	20.033	240
3	473.83	0.63	5.70	8.21	12	2.46	246.40	20.534	246
4	485.68	0.65	5.85	8.42	12	2.53	252.56	21.047	253
5	497.82	0.67	5.99	8.63	12	2.59	258.88	21.573	259
6	510.27	0.68	6.14	8.84	11	2.65	265.35	22.112	265
7	523.02	0.70	6.30	9.07	11	2.72	271.98	22.665	272
8	536.10	0.72	6.45	9.29	11	2.79	278.78	23.232	279
9	549.50	0.73	6.61	9.53	10	2.86	285.75	23.813	286
10	563.24	0.75	6.78	9.76	10	2.93	292.89	24.408	293
11	577.32	0.77	6.95	10.01	10	3.00	300.22	25.018	300
12	591.75	0.79	7.12	10.26	10	3.08	307.72	25.644	308
13	606.54	0.81	7.30	10.51	10	3.15	315.42	26.285	315
14	621.71	0.83	7.48	10.78	9	3.23	323.30	26.942	323
15	637.25	0.85	7.67	11.05	9	3.31	331.38	27.615	331
16	653.18	0.87	7.86	11.32	9	3.40	339.67	28.306	340
17	669.51	0.90	8.06	11.61	9	3.48	348.16	29.013	348
18	686.25	0.92	8.26	11.90	8	3.57	356.86	29.739	357
19	703.41	0.94	8.47	12.19	8	3.66	365.79	30.482	366
20	720.99	0.96	8.68	12.50	8	3.75	374.93	31.244	375

Fuente: Elaboración propia, (2018)



## 5.11 Red de distribución

### 5.11.1 Diámetro de la línea de distribución

**Q= CMH**

**Q=0.00161 m<sup>3</sup>/s**

**D=0.0498 m = 1.96" ≈ 2"**

### 5.11.2 Determinación de caudales nodales

#### 5.11.2.1 Cálculo del caudal unitario

**Tabla 26.** Tramos de tubería

<b>Nodo</b>	<b>Longitud Real</b>
DEP1-n1	
N1 - n2	291.91m
N1 - n3	238.52m
N3 - n4	19.00m
N4 - n5	75.70m
N4 - n6	80.20m
N6 - n7	143.50m
N6 - n8	286.50m
N3 - n9	298.20m
N9 - n10	349.70m
N9 - n11	144.00m
N11 - n6	306.20m
N11 - n12	463.40m
<b>SUMA=</b>	<b>2696.83m</b>

Fuente: Elaboración propia, (2018)

$Q_{mh} = 1.61 \text{ lps}$

$LT = 2696.83$

$q = 0.000597 \frac{\text{lps}}{\text{m}}$

### 5.11.2.2 Repartición de caudales por el método tributario

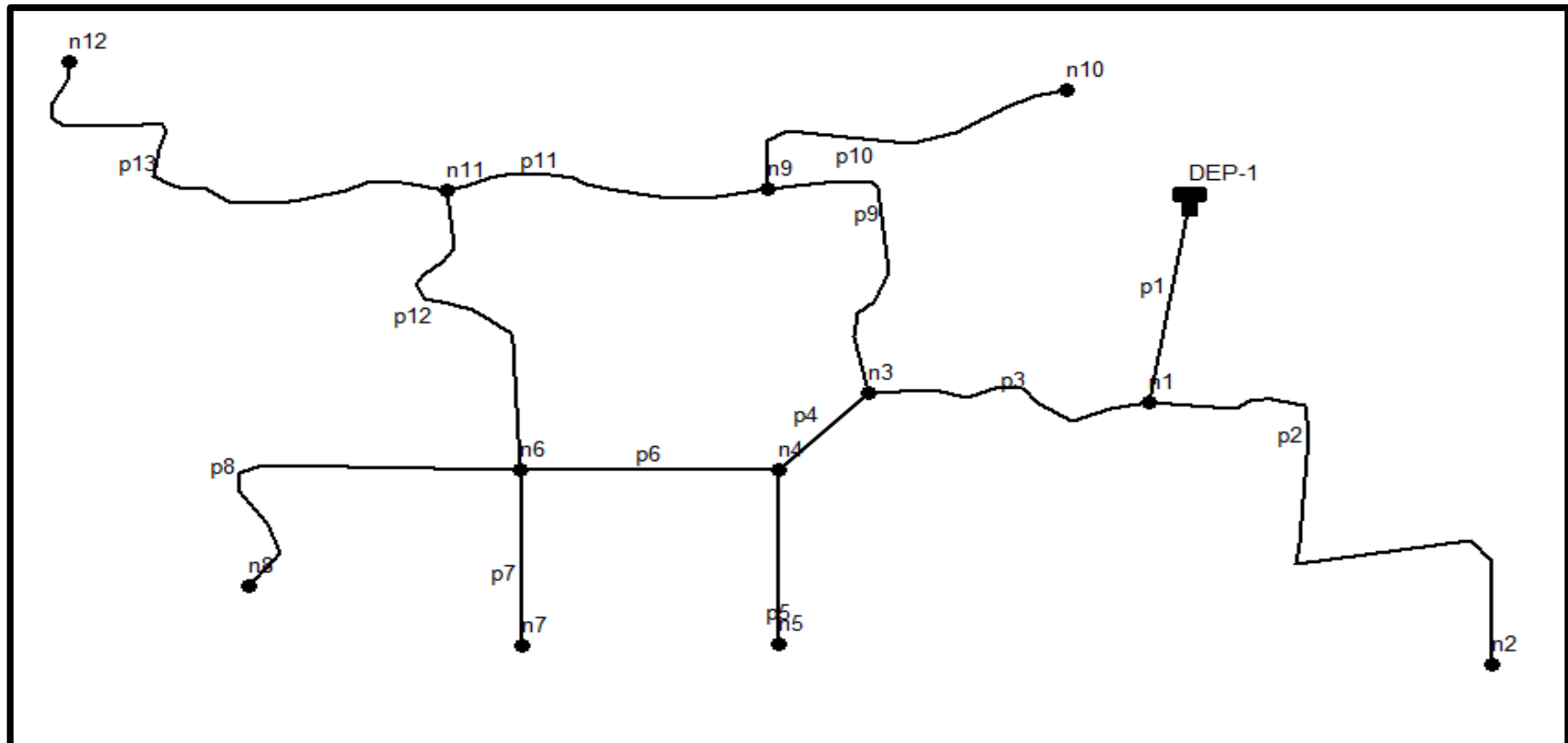
**Tabla 27.** Caudales nodales

<b>Nodos</b>	<b>Caudal Unitario</b>	<b>Longitud Tributada</b>	<b>Q Nodo</b>
N1	0.000597	265.22	0.16
N2	0.000597	145.96	0.09
N3	0.000597	277.86	0.17
N4	0.000597	87.45	0.05
N5	0.000597	37.85	0.02
N6	0.000597	408.20	0.24
N7	0.000597	71.75	0.04
N8	0.000597	143.25	0.09
N9	0.000597	395.95	0.24
N10	0.000597	174.85	0.10
N11	0.000597	456.80	0.27
N12	0.000597	231.70	0.14
<b>SUMA</b>		<b>2696.83</b>	<b>1.61</b>

Fuente: Elaboración propia, (2018)

## 5.12 Análisis hidráulico de la red de distribución

Ilustración 4. Esquema de la red con el etiquetado de nodos y líneas



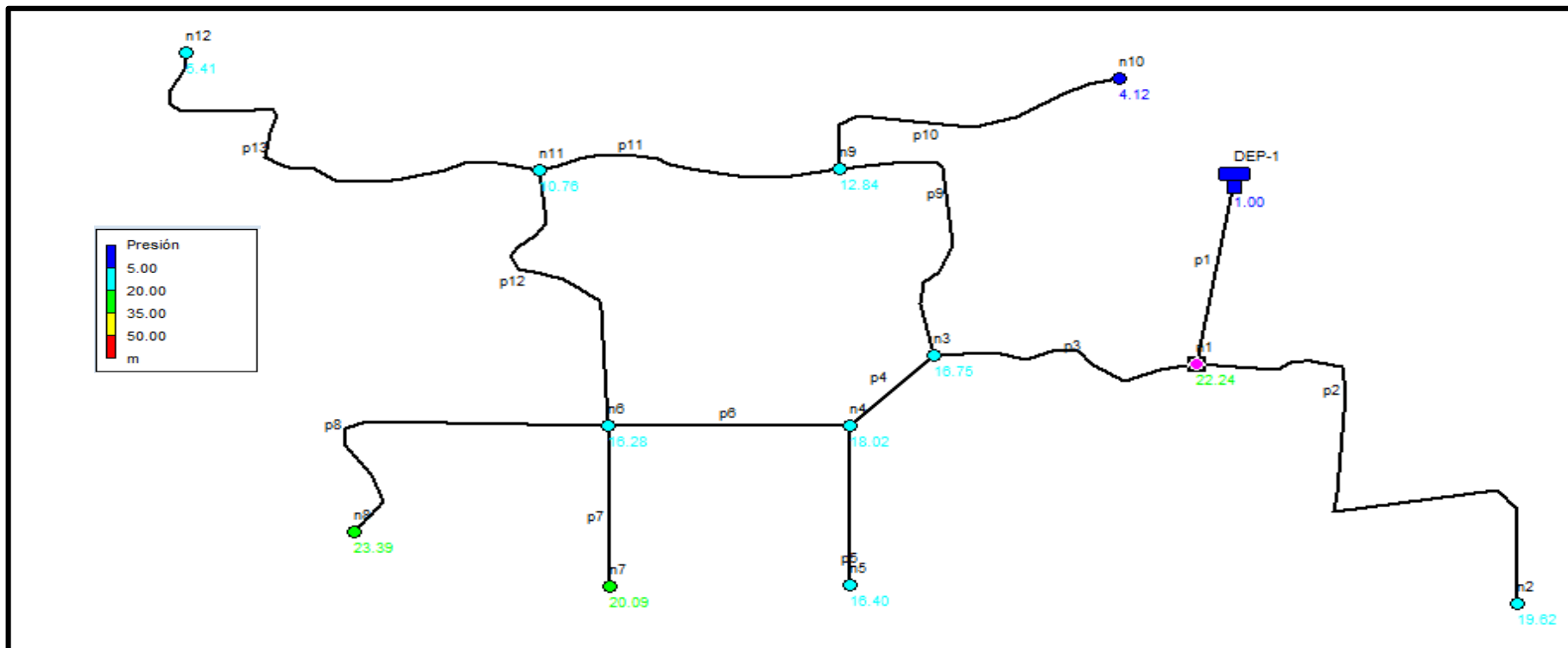
Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2018)

### 5.12.1 Condiciones:

- Tanque lleno y CMH

- Análisis de Presiones

**Ilustración 5.** Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y CMH



Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2018)

**Tabla 28.** Resultados de presiones para la condición tanque lleno y CM

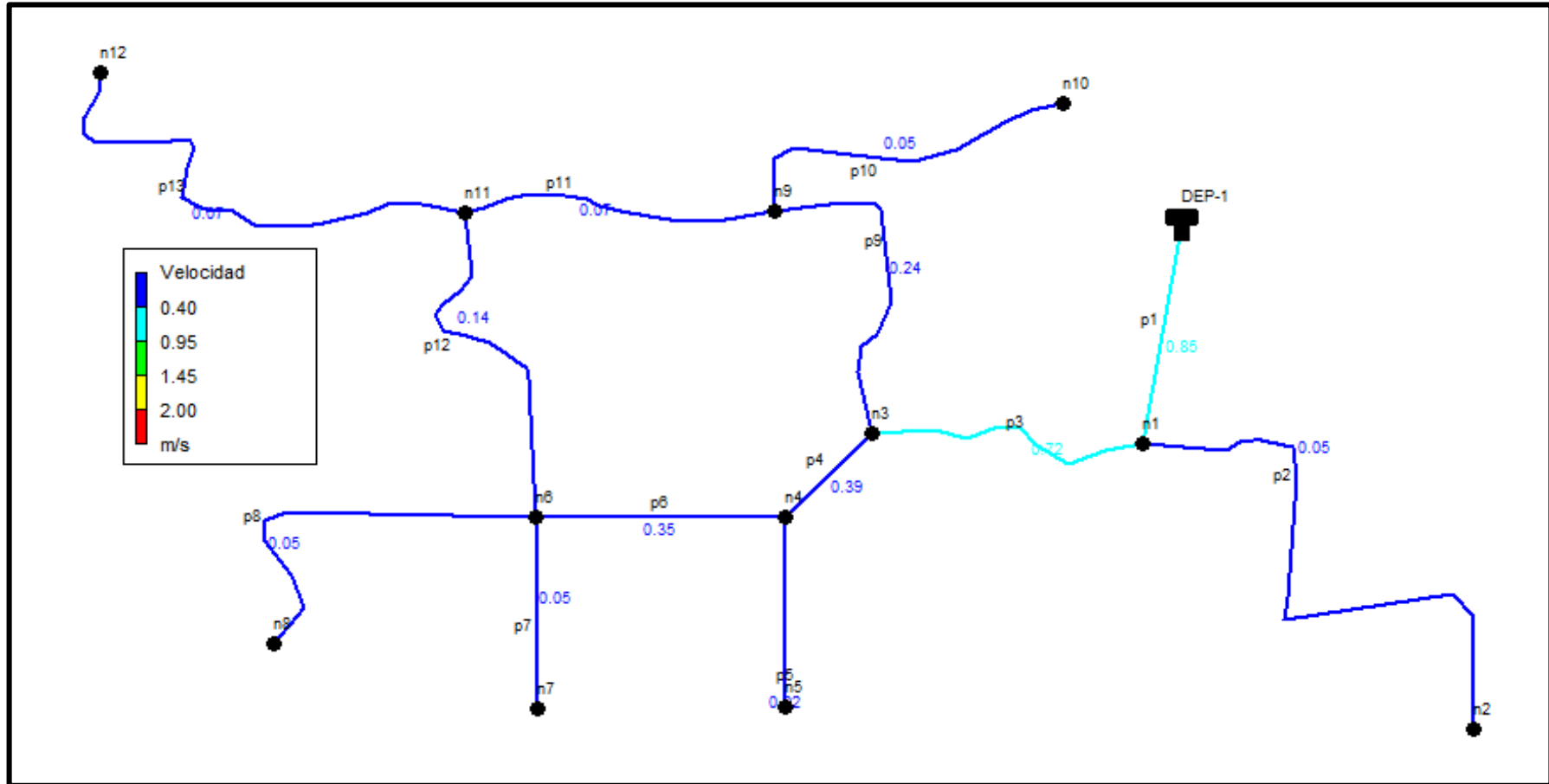
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m
Conexión n1	0.16	601.07	22.24
Conexión n2	0.09	601.05	19.62
Conexión n3	0.17	598.36	16.75
Conexión n4	0.05	598.29	18.02
Conexión n5	0.02	598.29	16.40
Conexión n6	0.24	598.05	16.28
Conexión n7	0.09	598.04	20.09
Conexión n8	0.09	598.03	23.39
Conexión n9	0.24	597.90	12.84
Conexión n10	0.10	597.87	4.12
Conexión n11	0.27	597.88	10.76
Conexión n12	0.14	597.81	5.41
Depósito DEP-1	-1.66	603.00	1.00

Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2017).

La máxima presión registrada en la línea de distribución es de 23.39 metros y la mínima presión es de 5.41 metros, por consiguiente, ningún nodo del sistema sobrepasa la presión límite de 5 y 50 metros que establece la NTON 09001-99.

- Análisis de velocidades

**Ilustración 6.** Análisis de velocidades, por la condición tanque lleno y CMH



Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2017)

**Tabla 29.** Resultados de velocidades para la condición tanque lleno y CMH

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Caudal LPS	Velocidad m/s
Tubería p4	19	50	0.76	0.39
Tubería p5	75.7	38	0.02	0.02
Tubería p6	80.2	50	0.69	0.35
Tubería p7	143.5	50	0.09	0.05
Tubería p8	286.5	50	0.09	0.05
Tubería p9	298.2	50	0.48	0.24
Tubería p10	349.7	50	0.10	0.05
Tubería p11	144	50	0.14	0.07
Tubería p13	463.4	50	0.14	0.07
Tubería p12	306.2	50	-0.27	0.14
Tubería p2	291.91	50	0.09	0.05
Tubería p3	238.52	50	1.41	0.72
Tubería p1	125.45	50	1.66	0.85

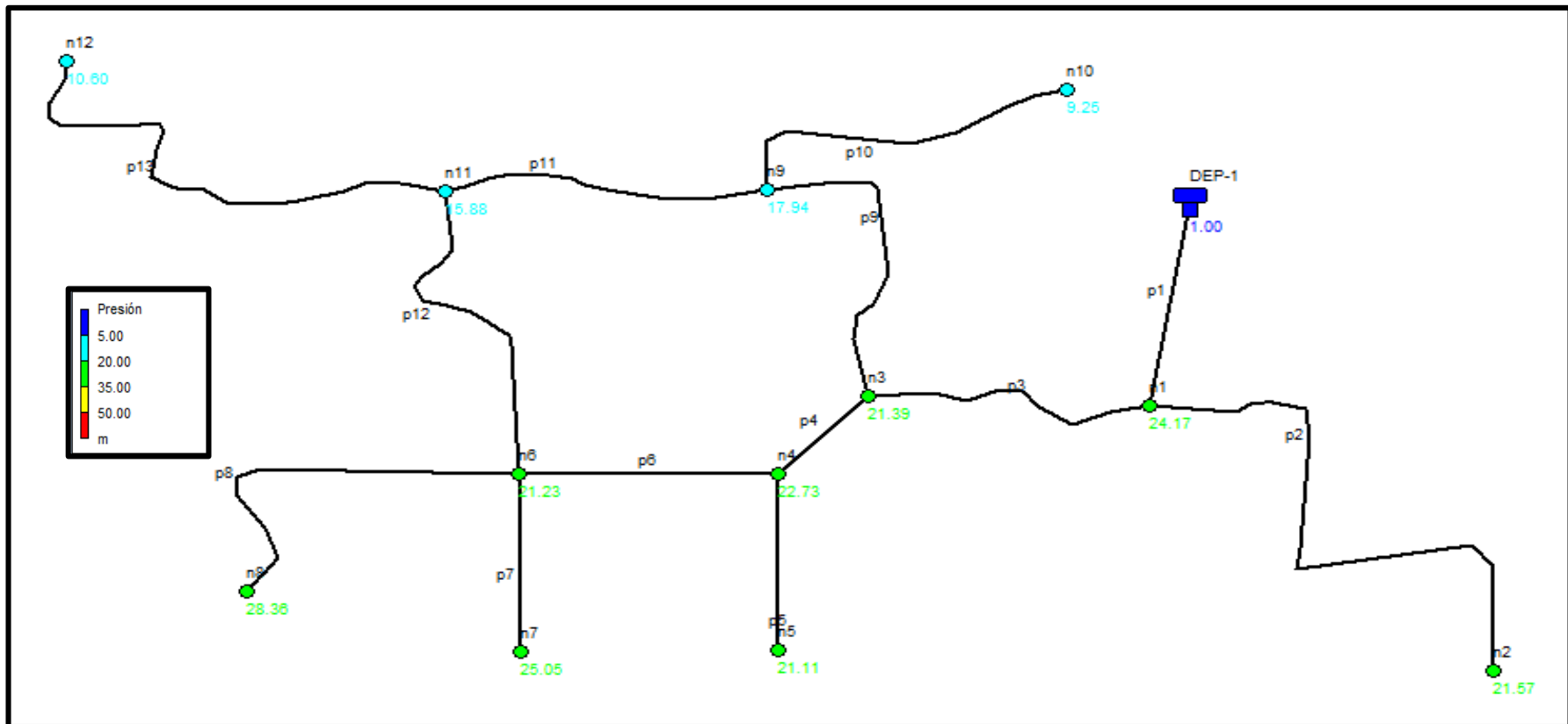
Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2017).

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 1, 4, 6, 9, y 11), para evitar la acumulación de sedimentos en los conductos.

## Tanque lleno y consumo cero

- Análisis de presiones.

**Ilustración 8.** Análisis de presiones, por la condición tanque lleno y consumo cero



Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2017).



**Tabla 30.** Resultados de presiones para la condición tanque lleno y consumo cero

ID Nudo	Demanda LPS	Presión m
Conexión n1	0.00	24.17
Conexión n2	0.00	21.57
Conexión n3	0.00	21.39
Conexión n4	0.00	22.73
Conexión n5	0.00	21.11
Conexión n6	0.00	21.23
Conexión n7	0.00	25.05
Conexión n8	0.00	28.36
Conexión n9	0.00	17.94
Conexión n10	0.00	9.25
Conexión n11	0.00	15.88
Conexión n12	0.00	10.60
Depósito DEP-1	0.00	1.00

Fuente: Elaboración propia, simulación en software EPANET (2017).

La presión admisible de la tubería es de 28.36 metros (40.19 PSI), considerando una línea de distribución de PVC SDR-64 con una Presión de Trabajo de 63 PSI, ver tabla 11.



# **Capítulo VI. Conclusiones Y Recomendaciones**

## **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 Los Arados, del municipio de Palacagüina, departamento de Madriz, se realizó adoptando cada una de 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 análisis de la situación en la que se encuentra la comunidad de Los Arados, donde la población es de 440 habitantes distribuidos en 110 viviendas, donde el 51% son mujeres y 49% hombres, además, la mayoría de la población son adulta y jóvenes de 16 a 25 años, debemos recalcar la importancia de que el 98% de las viviendas son propias y que la mayoría de la población cuenta con educación primaria, secundaria lo es satisfactoria para el correcto manejo y seguir instrucciones sobre el sistema.
- Al realizar el análisis de los resultados físico químico, bacteriológicos, indican que las concentraciones de los parámetros analizados en su mayoría son inferiores al valor permitido, se considera que según normas CAPRE que la muestra obtenida es de tipo 1 ya que, es agua destinada a uso doméstico y a uso industrial, y de tipo 1-A porque son agua que ocupara nada más de la adición de desinfectante para que sea apropiada para ser consumida.
- Una vez realizado el estudio topográfico nos permitió ver que las elevaciones existente en la comunidad principalmente el sitio donde se ubicara el tanque (602 msnm), y los demás lugares donde pasara la red, nos llevó a la conclusión que podía adoptar al diseñar un sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico (pozo –tanque-sistema).

- Al realizar el diseño hidráulico de la línea de conducción se obtuvo los datos para la curva característica necesaria para la selección de la bomba; donde se optó por una bomba (16S20-18 2Hp) la cual es adecuada para el funcionamiento del sistema.; de igual manera se diseñó la red de distribución obteniendo cada uno de los caudales nodales y la presión en cada uno de ellos cumpliendo satisfactoriamente con los requerido por la norma, para ellos se accedió al uso del programa EPANET y la topografía.
- una vez ejecutada la simulación del sistema en el programa (EPANET), pudimos notar que las presiones cumplen con lo establecido en la normativa pero presenta problemas en las velocidades en ciertos puntos, para lo cual se ah premeditado el uso de válvulas de limpieza y así evitar materiales que puedan sedimentarse.
- Los diámetros de la red de conducción (1 1/2"), fueron planteado cumpliendo lo propuesto por la norma rural, su material y longitud según los criterios técnicos (SDR 32.5). De igual manera los diámetros seleccionados para la red de distribución (2") fueron propuestos según las normas para las zonas rurales, el material y longitud de las tuberías se propusieron en base a criterios técnicos (SDR 64).
- Con la ejecución de este sistema de agua potable las 440 habitantes mejorarán de forma valiosa las condiciones higiénico-sanitarias en que habitan, los cual será positivo para el desarrollo de la calidad de vida de la comunidad.
- Se puede constatar que el sistema adoptado es el más indicado, considerando la realidad socioeconómico que la familias de la comunidad presenta, así como las características hidrología y topografía del sitio.

## **6.2 Recomendaciones**

El uso y mantenimiento del sistema es el factor más importante a considerar una vez ejecutado el proyecto, ya que de ello dependerá la eficacia de la inversión, por esto se refleja en este documento la forma adecuada de organización comunitaria, que garantizara la buena administración del sistema por los mismos beneficiarios una vez que los demás actores se han retirado.

En la etapa post proyecto, el facilitador social deben dar respectivo seguimiento de manera frecuente a la comunidad, lo que permitirá garantizar 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.

La Alcaldía de Palacagüina y la comunidad de Los Arados, deben trabajar conjuntamente en la organización adecuada de los comunitarios, a través de los líderes, así se formara un comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), que vele por el manejo, cuido y mantenimiento del servicio.

Los miembros del comité de Agua Potable y Saneamiento deberán ser capacitados con el manual de Familia Escuela y Comunidades Saludables (FECSA). De esta manera se promoverá estrategias de educación en ambiente y salubridad lo que tendrá como resultados: el buen uso y mantenimiento del sistema de agua, y una efectiva organización, lo que garantizará la vida útil del sistema y el mejoramiento de la calidad de vida de la comunidad que es el objetivo primordial en este tipo de estudios.

Se debe considerar el uso del agua únicamente para los factores propuesto (uso doméstico e industrial) y no para cultivos, y consumo animal. Una vez esté funcionando el proyecto, la comunidad deberá formular y ejecutar medidas pertinentes, para evitar la contaminación de la fuente y del agua que se encontrara en el tanque de almacenamiento.

## 6.1 Bibliografía

PALACAGUINA, A. M. (2009-2020). *Plan Municipal de Agua y Saneamiento de Palacaguina*. Palacaguina: Equipo AVAR.

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>.

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

**Anexos # 1**  
**Encuesta**  
**Socioeconómica**



## ENCUESTA SOCIOECONÓMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

Departamento: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_

Comunidad: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Quien es Responsable del Hogar: Padre \_\_\_\_\_ Madre \_\_\_\_\_ Otro \_\_\_\_\_

Nombre de la persona Encuestada: \_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto: \_\_\_\_\_

**Datos personales: (iniciar con responsable del hogar)**

Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
		F	M	1-5	6-15	16-25	26-35	+36		

**I. CONDICIONES DE LA VIVIENDA (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas)**

1. La vivienda es:      a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_ c) Alquilada \_\_\_\_\_
2. Las paredes son:    a) Bloque \_\_\_\_ b) Ladrillo \_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_
3. El piso es :        a) Madera \_\_\_\_\_ b) Tierra \_\_\_\_\_ c) Ladrillo \_\_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_
4. El techo es : a) Zinc \_\_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_ c) Madera \_\_\_\_ d) Palma \_\_\_\_ e) Otros \_\_\_\_\_
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_ b) Dos \_\_\_\_ c) No tiene \_\_\_\_
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_ b) Regular \_\_\_\_ c) Mala \_\_\_\_

## **II. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA**

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\$ \_\_\_\_\_

De cuanto fue el último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? \_\_\_\_\_

8. En que trabajan las personas del hogar? a) Ganadería \_\_\_\_\_ b) Agricultura \_\_\_\_\_

c) Jornaleros \_\_\_\_\_ Otros \_\_\_\_\_ Cual? \_\_\_\_\_

9. Que cultivos realizan? a) Arroz \_\_\_\_\_ b) Frijoles \_\_\_\_\_ c) Maíz \_\_\_\_\_ d) Otros \_\_\_\_\_

10. Tienen Ganado? Si \_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno \_\_\_\_\_ b) Equino \_\_\_\_\_ c) Caprino \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

11. Tienen animales Domésticos? Si \_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos \_\_\_\_\_ b) Gallinas \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

12. Los animales domésticos están? a) Encerrados \_\_\_\_\_ b) Amarrados \_\_\_\_\_ c) Suelos \_\_\_\_\_

13. Los animales domésticos se abastecen de agua en? a) El Río \_\_\_\_\_ b) Quebrada \_\_\_\_\_

c) Pozo \_\_\_\_\_

## **III. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (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 Si \_\_\_\_\_ 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. Que 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. Como eliminan las charcas? a) Drenando \_\_\_\_\_ b) Aterrando \_\_\_\_\_ c) Otros \_\_\_\_\_

#### **IV. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA**

20. Cuentan con servicio de agua?

a) Si \_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_

b) No \_\_\_\_ Como se abastecen: \_\_\_\_\_

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

a) Tiene mal sabor \_\_\_\_ b) Tiene mal olor \_\_\_\_ c) Tiene mal color \_\_\_\_\_

#### **V. PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO RURAL (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 \_\_\_\_\_

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 mas \_\_\_\_\_

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 \_\_\_\_\_

a) 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. SITUACION DE SALUD EN LA VIVIENDA

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)

\_\_\_\_\_  
Nombre del Supervisor(a)

**Anexos # 2**

**Situación Actual de la  
Fuente y Sitio de  
Tanque.**



Fuente a ser utilizada para el diseño del mine acueducto y donde se realizaron la prueba de bombeo, con rendimiento de 100 GPM, capacidad suficiente para suministrar a la población.



Predio de ubicación de tanque de almacenamiento, terreno donado por beneficiaria del proyecto extensión de 25 metros cuadrados.

# **Anexos # 3**

## **Pruebas de Laboratorio**

**EMPRESA NICARAGÜENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS**

**LABORATORIO ENACAL OCCIDENTE  
REPORTE ANALITICO**

**I. Datos generales**

Número de Informe: 075 B-2016  
 Unidad Organizativa Solicitante  
 Informe dirigido a: CONSPERSA  
 Procedencia de la muestra: P.P  
 Departamento: Madriz  
 Municipio: Palacaguina  
 Localidad: Los Arados

**II. Información de la muestra**

Código Laboratorio  
 Descripción de la muestra y Punto de captación  
 Pozo Perforado Los Arados  
 Fecha de captación: 27/04/2016  
 Fecha de ingreso al Lab: 28/04/2016  
 Fecha de emisión de informe: 04/05/2016  
 Muestra captada por:

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICO**

PARÁMETRO	Unidad	RESULTADO	Método	Límite de Detección
Apariencia		Claro	inspección visual	no aplicable
Color verdadero	UC	0.0	colorimétrico Pt Co	8.44 uc
Turbidez	NTU	0.41	SM 2130 B.	0.292 ntu
Sólidos disueltos	mg/L	331	SM 1030 F.	no aplica
Temperatura	°C	28.7	SM 2550 B.	no aplica
PH	adim.	7.18	SM 4500-H B.	no aplica
Conductividad elect.	US/cm	667	SM 2510 B.	2.547 uS/cm
Alcalinidad total (CaCO3)	mg/L	460.3	SM 2320 B.	5.20 mg/L
Dureza total (CaCO3)	mg/L	444.35	SM 2340 C.	no determinado
Calcio (Ca)	mg/L	370.29	SM 3500-Ca B.	no determinado
Magnesio (Mg)	mg/L	40.39	SM 3500-Mg E.	no determinado
Bicarbonatos (HCO3)	mg/L	561.38	SM 2320 B.	no determinado
Carbonatos (CO3)	mg/L	0.0	SM 2320 B.	no determinado
Hidroxilo (OH)	mg/L	0.0	SM 2320 B.	no determinado
Cloruros (Cl)	mg/L	28.63	SM 4500-Cl B.	4.4 mg/L
Sulfatos (SO4)	mg/L	21.35	SM 4500-SO4 E.	10 mg/L
Nitratos (NO3)	mg/L	36.3	SM 4500-NO3 D.	2 mg/l (estim.)
Nitritos (NO2)	mg/L	< L.D	SM 4500-NO2 B.	0.006 mg/L

**ANALISIS BACTERIOLOGICO**

Coliformes Fecales	ucf/100m	00.0	SM9222-D	0.0 U.C.F
--------------------	----------	------	----------	-----------

**METALES PESADOS**

Arsénico (As)	µg/L	0.0	SM3113B,3030E
---------------	------	-----	---------------

OBSERVACIONES: En cuanto a los parámetros Físico Químico y Bacteriológico las aguas de esta fuente son de buena calidad con respecto a estos análisis realizados cumplen con las Norma CAPRE a excepción de la Dureza que sobrepasa los valores de la Norma, en cuanto a Arsénico la Norma indica 10.0 µg/L, y esta muestra no presenta Arsénico cumple con la Norma. Nota: el Análisis de Arsénico se realizó en Arsenador marca Wag Tech.

Lic. María José Díaz Herrera  
 Tec Lab. ENACAL Occidente

Lic. Franklin Calderón Lezama  
 Auxiliar Laboratorio Enacal Occ.





LAQUISA

Teléfono Oficina  
2310-2583/8854-2550

Los Arados

LABORATORIOS QUIMICOS, S. A.  
LAQUISA

INFORME DE ANÁLISIS

Ciente: CONSPERSA Lugar muestreo:  
Dirección: Barrio Linda Vista Sector N° 19, Primera Entrada 10 Vras al Oeste/Somoto Munic./Depto.:  
Nombre muestra: Palacaguina Madriz, Localidad: Los Arados, Fecha muestreo:  
Hora: 8:30 pm  
Descripción muestra: Agua  
Fecha ingreso: 29/04/2016 Fecha informe: 04/05/2016  
Ref. laboratorio: Ag-0475-16 Muestreado por: Cliente  
Número de muestreo:

Análisis	Unidad	Resultado
Plomo	mg/l	<0.1

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida.  
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

Lic. Augusto César Téllez  
Responsable Técnico



Lic. Julio César Barrera Berrios  
Responsable de Suelo

Página 2 de 2

Km. 83, Carretera León - Managua  
Apartado 154 - E-mail: laquisa@gmail.com  
León, Nicaragua

# **Anexos # 4**

## **Prueba de Bombeo**

**PROYECTO DE PERFORACION DE POZOS  
DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO**

Fecha: 28/11/2016	Unidad Impulsadora:	Bomba Electrica BRUNELL	T. Agua:	
Localidad:	LOS ARADOS	Pozo N°	PPN° 2	Hora Inicial 06:00 a.m.
Municipio:	PALACAGUINA		Hora Final	06:00 p.m.
Longitud de Columna:	300 Pies		Diámetro revestimiento	6" PVC
Diámetro del orificio de descarga:	1 1/2"		Diámetro descarga	1 1/2"
Profundidad del Pozo:	300 Pies		CONSPERSA	
Nivel Estático del Agua:	17 MTS			
Equipo de Bombeo:	Planta Eléctrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5HP			

	Tiempo de Bombeo	Descenso (m)	Abt. (m)	Caudal (gpm)	Resumen de aforo
Hora	(minutos)				Observaciones
06:00	0	0	0	0	inicio de prueba
06:01	1	17	0	50	
06:02	2	19.67	2.67	50	
06:03	3	20.57	3.57	50	
06:04	4	21.17	4.17	50	
06:05	5	21.8	4.8	50	
06:06	6	22.63	5.63	50	
06:07	7	23.28	6.28	50	
06:08	8	24.02	7.02	50	
06:09	9	24.47	7.47	50	
06:10	10	25.1	8.1	50	
06:12	12	25.63	8.63	50	
06:14	14	26.24	9.24	50	
06:16	16	26.87	9.87	50	
06:18	18	27.56	10.56	50	
06:20	20	28.31	11.31	50	Q=50 GPM
06:25	25	28.94	11.94	50	
06:30	30	29.46	12.46	50	
06:35	35	30.09	13.09	60	
06:40	40	30.82	13.82	60	
06:45	45	31.74	14.74	60	
06:50	50	32.56	15.56	60	
06:55	55	33.43	16.43	60	
07:00	60	34.31	17.31	60	Q=60 GPM

**PROYECTO DE PERFORACION DE POZOS  
DATOS DE PRUEBA DE BOMBEO**

Fecha: 23/11/2016	Unidad Impulsadora:	Bomba Electrica BRUNELL	T. Agua:
Localidad:	LOS ARADOS	Pozo N°. PPN° 2	Hora Inicial 06:00 a.m.
Municipio:	PALACAGUINA		Hora Final 06:00 p.m.
Longitud de Columna:	300 Pies	Diametro revestimiento	6" PVC
Diámetro del orificio de descarga:	1 1/2"	Diámetro descarga	1 1/2"
Profundidad del Pozo:	300 Pies	CONSPERSA	
Nivel Estático del Agua:	17 MTS		
Equipo de Bombeo:	Planta Electrica marca MILLER de 16000 watt. Motor Franklin Electric 5HP		

	Tiempo de Bombeo	Descenso (m)	Abt. (m)	Caudal (gpm)	Resumen de aforo
Hora	(minutos)				Observaciones
07:10	70	0.92	-16.08	75	
07:20	80	1.81	-15.19	75	
07:30	90	2.63	-14.37	75	
07:40	100	3.61	-13.39	75	
07:50	110	4.71	-12.29	75	
08:00	120	5.86	-11.14	75	Q=75 GPM
08:30	150	7.04	-9.96	75	
09:00	180	8.16	-8.84	75	
09:30	210	9.37	-7.63	80	
10:00	240	10.6	-6.4	80	
10:30	270	11.92	-5.08	80	
11:00	300	13.28	-3.72	80	Q=80 GPM
11:30	330	14.73	-2.27	80	
12:00	360	16.38	-0.62	80	
1:00	420	18.19	1.19	90	Q=90 GPM
2:00	480	20.42	3.42	90	
3:00	540	23.32	6.32	90	
4:00	600	26.34	9.34	100	
5:00	660	29.96	12.96	100	
6:00	720	33.61	16.61	100	Q=100 GPM

**Anexos # 5**

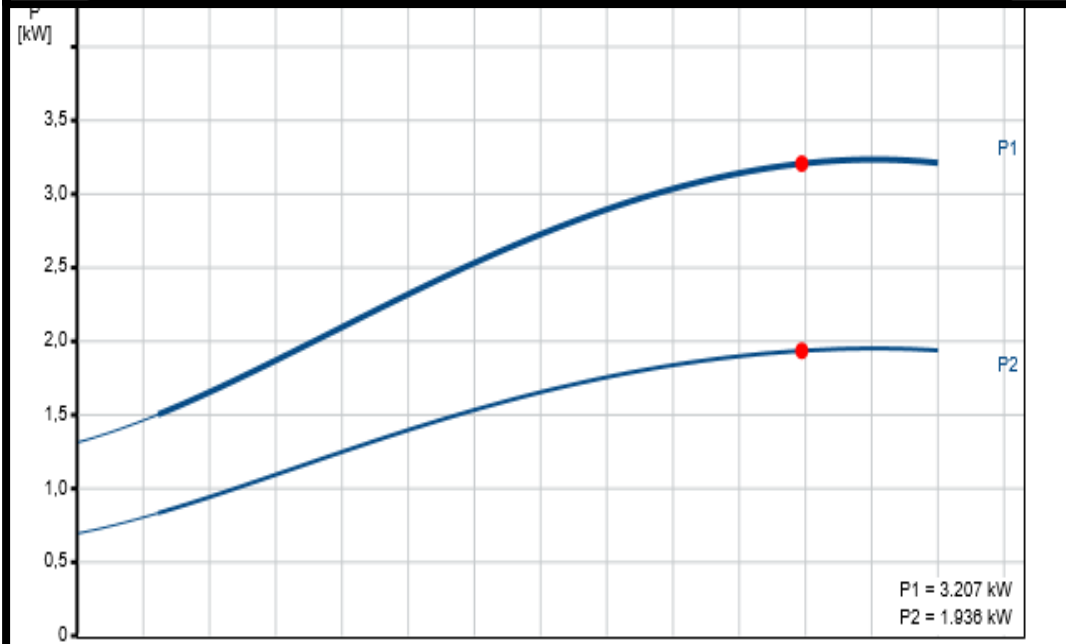
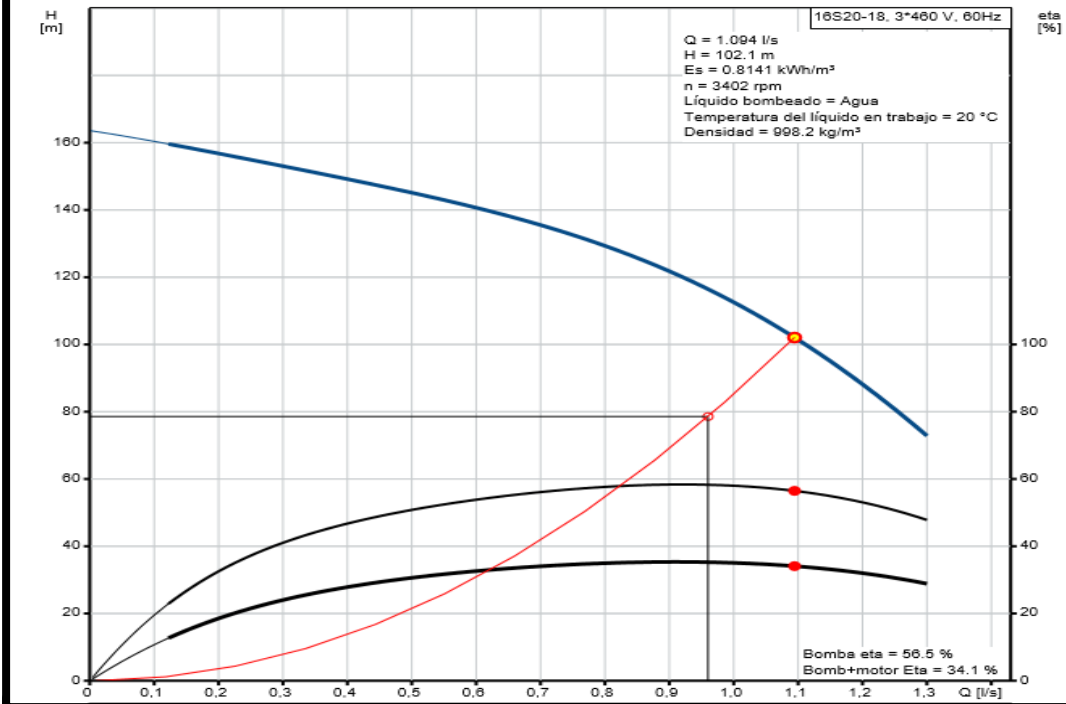
**Curva Características  
de la Bomba**



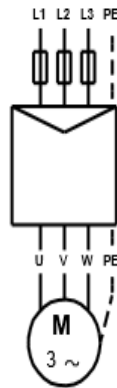
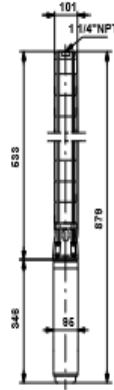
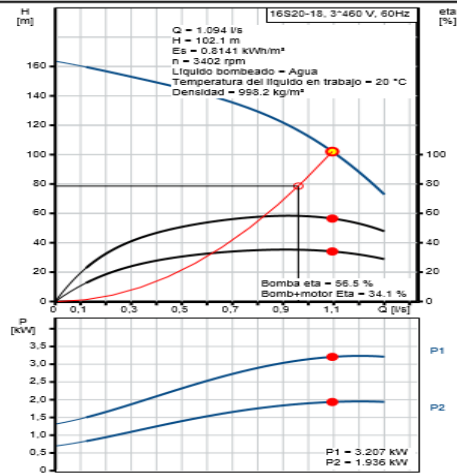
Empresa:  
Creado Por:  
Teléfono:

Datos: 29/09/2018

### Bajo pedido 16S20-18 60 Hz



Descripción	Valor
<b>Información general:</b>	
Producto::	16S20-18
Código::	Bajo pedido
Número EAN::	Bajo pedido
<b>Técnico:</b>	
Caudal real calculado:	1.094 l/s
Altura resultante de la bomba:	102.1 m
Etapas:	18
Impulsor reducido:	NONE
Cierre mecánico del motor:	LIPSEAL
Homologaciones en placa:	CE,EAC,CSACOMP
Tolerancia de curva:	ISO9906:2012 3B
Bomba Nº:	10010018
Modelo:	A
Válvula:	YES
Versión de motor:	T40
<b>Materiales:</b>	
Bomba:	Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304
Impulsor:	Acero inoxidable EN 1.4301 AISI 304
Motor:	Acero inox. DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
<b>Instalación:</b>	
Máxima presión ambiental:	15 bar
Descarga:	1 1/4"NPT
Diámetro del motor:	4 inch
<b>Líquido:</b>	
Líquido bombeado:	Agua
Temperatura máxima del líquido:	40 °C
Temp. líquido máx. a 0.15 m/seg:	40 °C
Liquid temperature during operation:	20 °C
Densidad:	998.2 kg/m <sup>3</sup>
<b>Datos eléctricos:</b>	
Tipo de motor:	MS402
Aplic. motor:	GRUNDFOS
Potencia nominal - P2:	1.5 kW
Potencia (P2) requerida por la bomba:	1.5 kW
Código KVA:	L
Frecuencia de alimentación:	60 Hz
Tensión nominal:	3 x 460 V
Factor de trabajo:	1.25
Corriente nominal:	4.35 A
Intensidad de arranque:	540 %
Cos phi - Factor de potencia:	0.75
Velocidad nominal:	3450 rpm
Carga axial máxima:	350 kg
Tipo de arranque:	directo
Grado de protección (IEC 34-5):	IP68
Clase de aislamiento (IEC 85):	B
Protección del motor:	Ninguno
Protección térmica:	exterior
Transmisor de temp. incorporado:	no
Motor Nº:	79362006
Otros:	



# **Anexos # 6**

## **Planos**





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

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA DEPARTAMENTO DE MADRIZ.**

**INDICE**

Nº - HOJA	DESCRIPCION
1 - 25	CARATULA
2 - 25	PLANO TOPOGRAFICO
3 - 25	PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
4 - 25	PLANTA - PERFIL CONDUCCION
5 - 25	PLANTA - PERFIL RED PRNCIPAL
6 - 25	PLANTA - PERFIL RED PRNCIPAL
7 - 25	PLANTA - PERFIL RED PRNCIPAL
8 - 25	PLANTA - PERFIL RAMAL Nº 1 Y Nº 2
9 - 25	PLANTA PERFIL RAMAL Nº 3 Y Nº 4
10 - 25	PLANTA PERFIL RAMAL Nº 5 Y Nº 4
11 - 25	DERROTERO LINEA DE CONDUCCION
12 - 25	DERROTERO RED PRINCIPAL
13 - 25	DERROTERO RED PRINCIPAL
14 - 25	DERROTERO RED PRINCIPAL
15 - 25	DERROTERO RED PRINCIPAL
16 - 25	DERROTERO RAMAL Nº 1 Y 2
17 - 25	DERROTERO RAMAL Nº 3 Y 4
18 - 25	DERROTERO RAMAL Nº 5
19 - 25	DERROTERO RAMAL Nº 6
20 - 25	PLANTA GENERAL DEL TANQUE
21 - 25	PLANOS DE DETALLES DE TANQUE
22 - 25	PLANOS CONSTRUCTIVOS DE CASETA DE CONTROL
23 - 25	PLANOS DE CASETA Y DETALLES
24 - 25	PLANOS CONSTRUCTIVOS DE SARTA
25 - 25	PLANOS CONSTRUCTIVOS DE SARTA



magaspara.colorear.com



**UNIVESIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

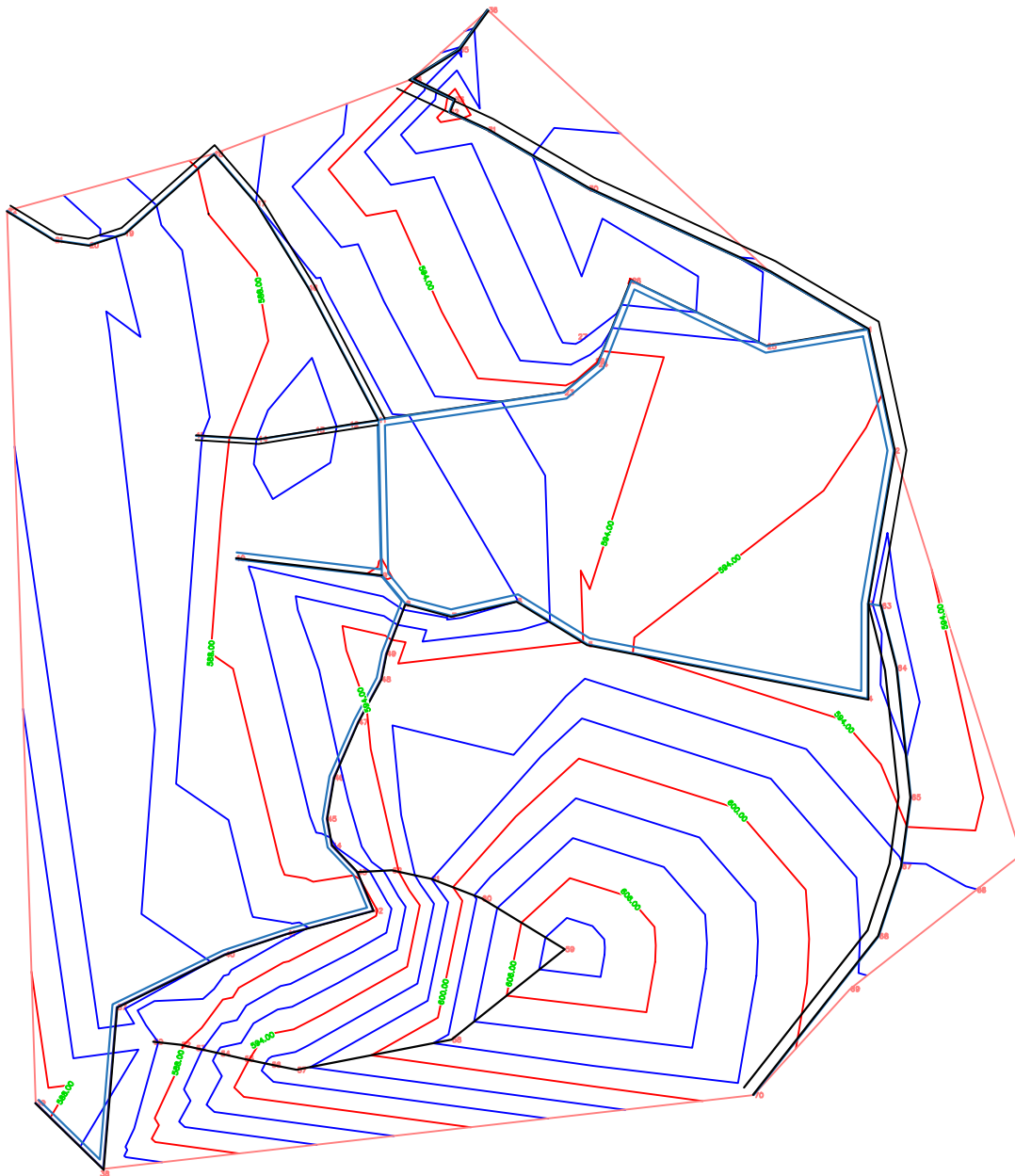
REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
CARATULA.

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

1  
25



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
ESC: 1:1000

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

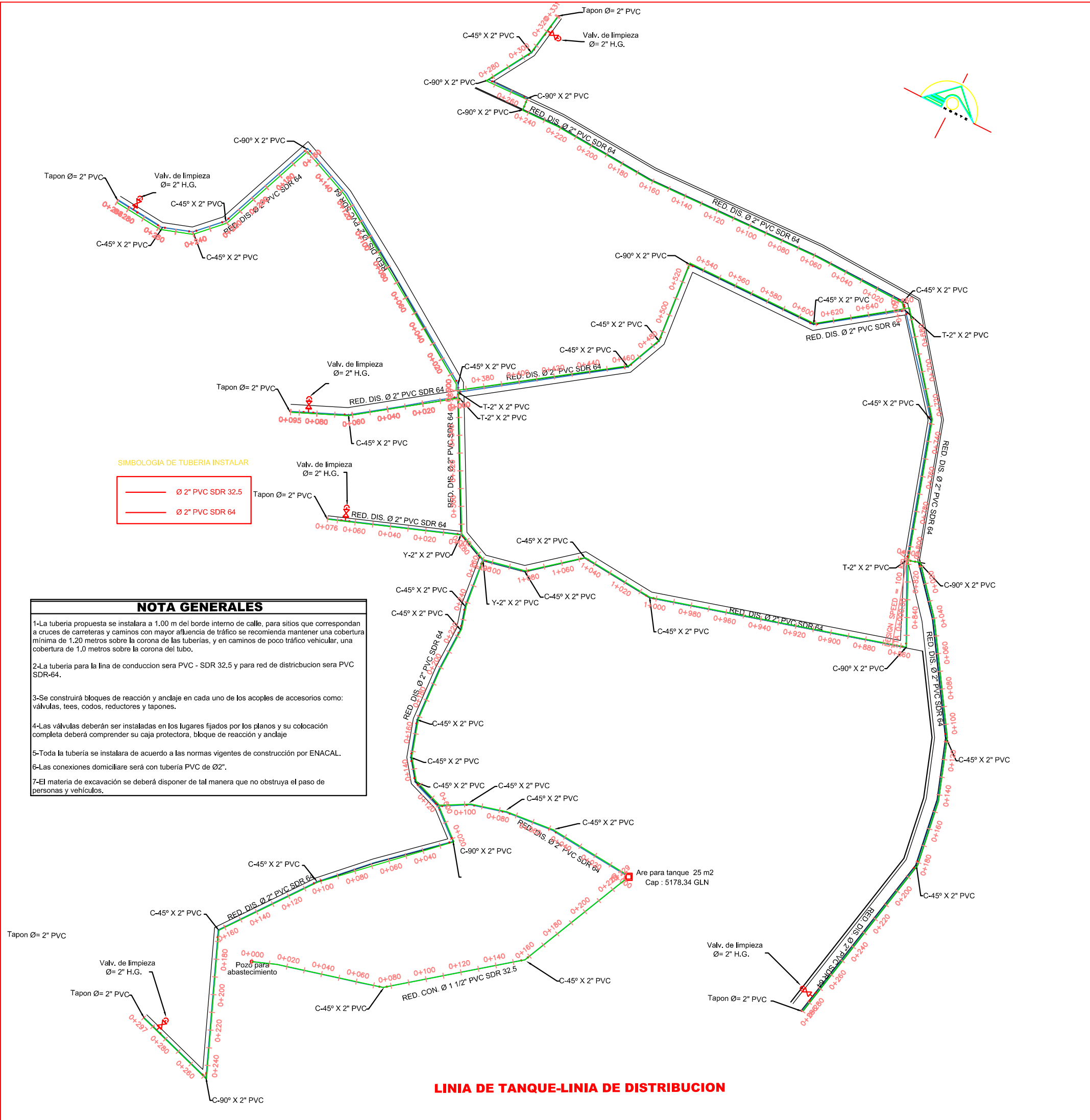
REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PLANO TOPOGRAFICO

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA

2  
25




**SIMBOLOGIA DE TUBERIA INSTALAR**

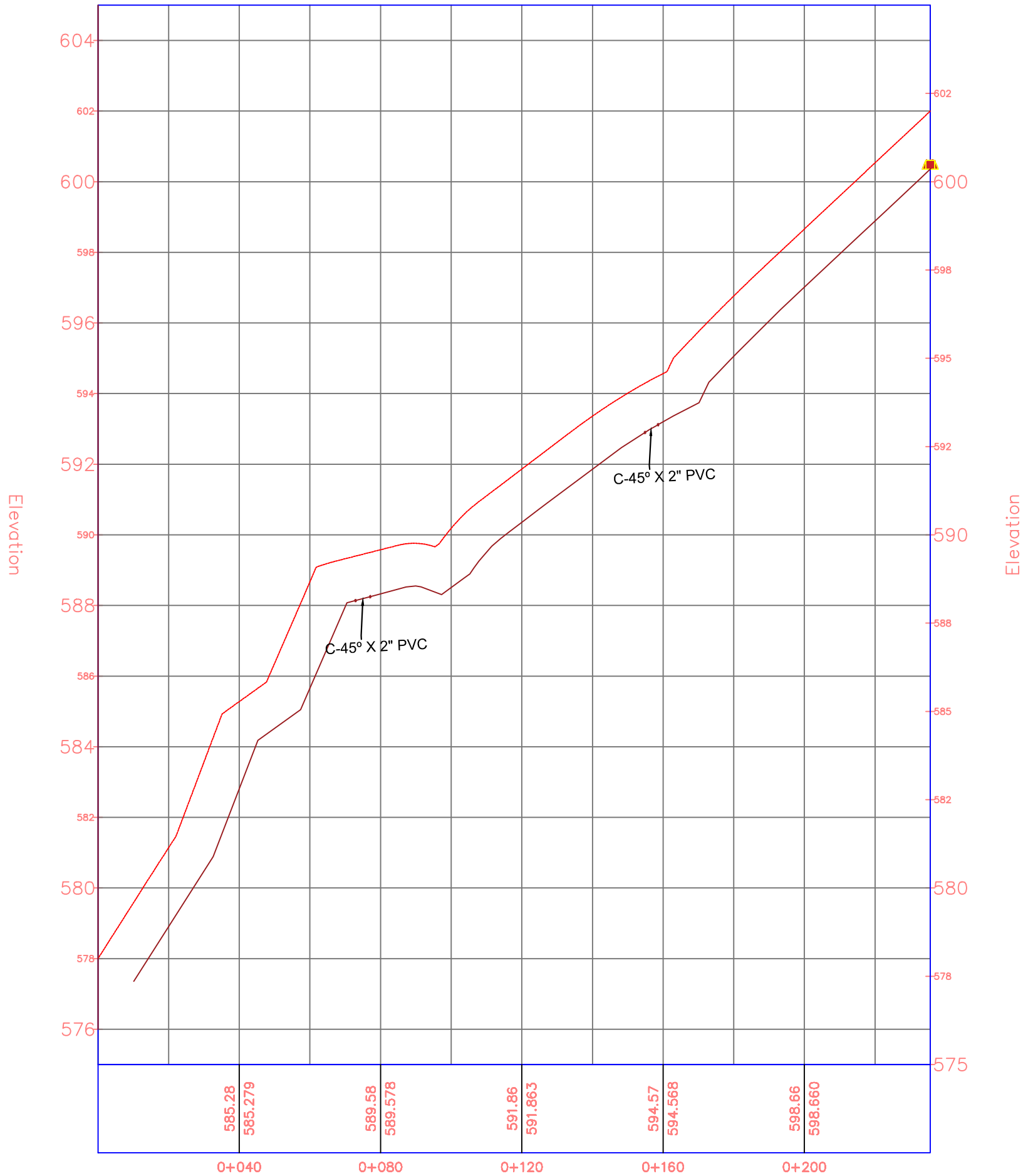
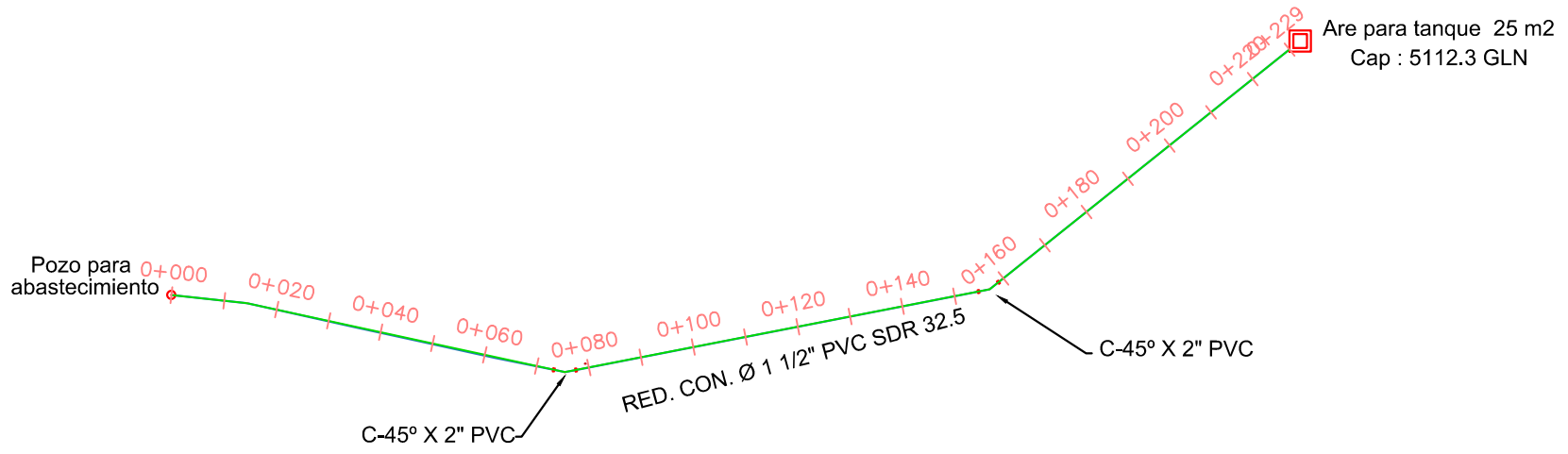
- Ø 2" PVC SDR 32.5
- Ø 2" PVC SDR 64


**NOTA GENERALES**

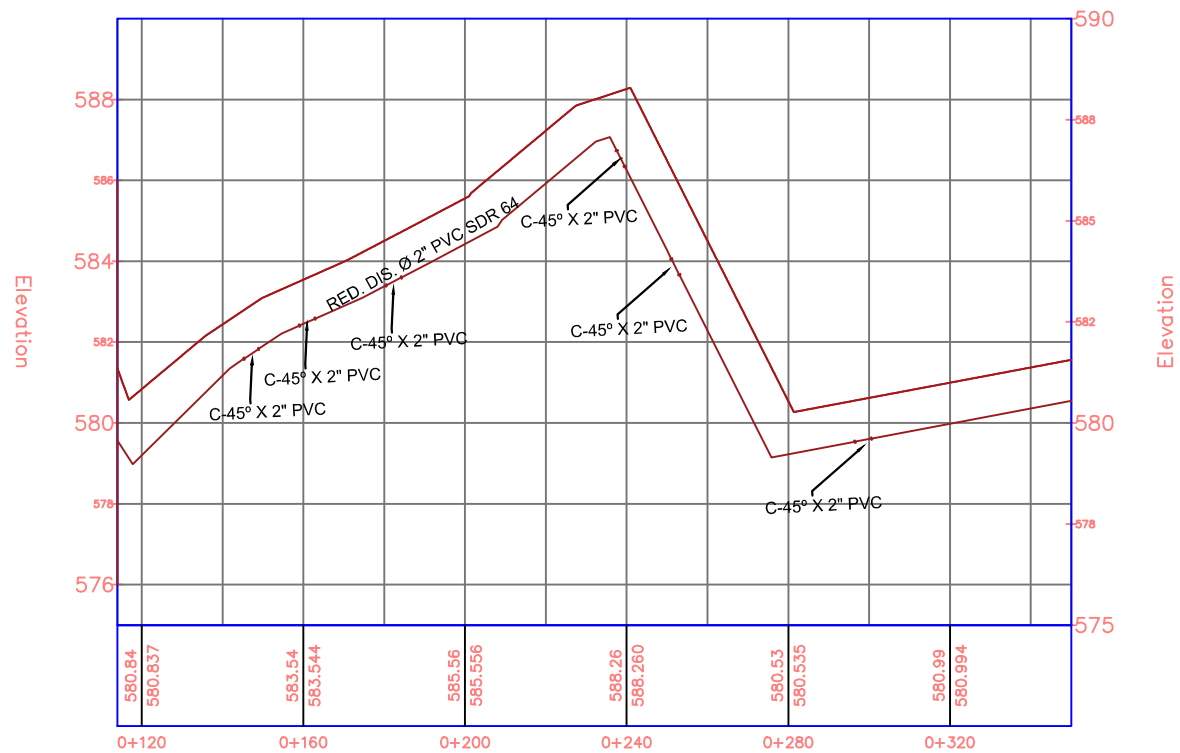
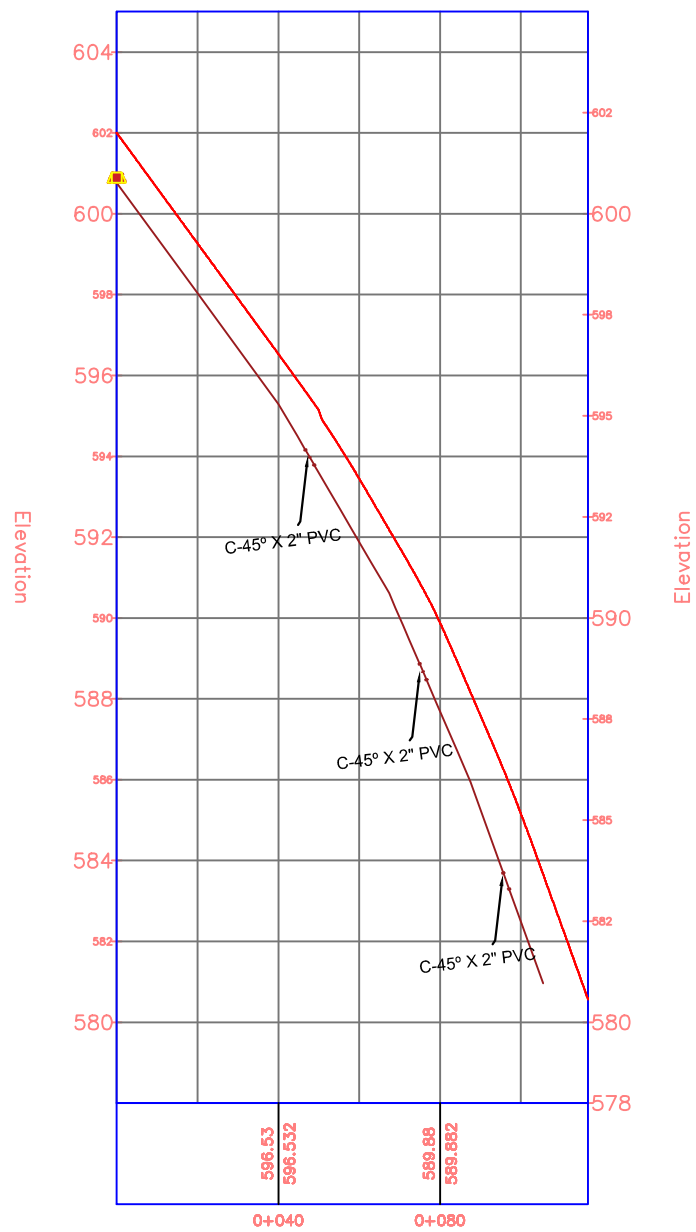
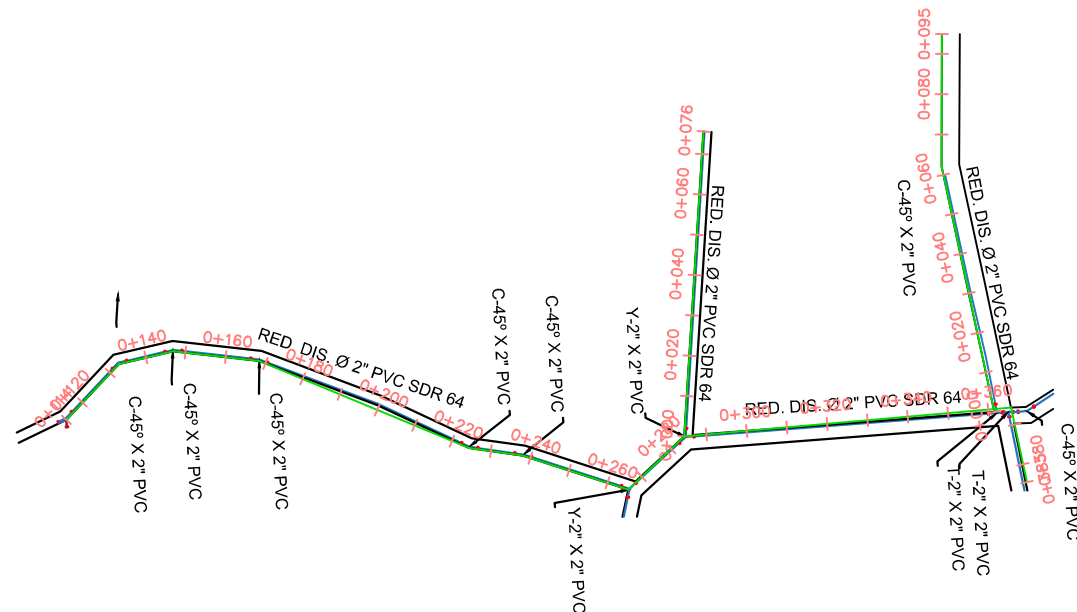
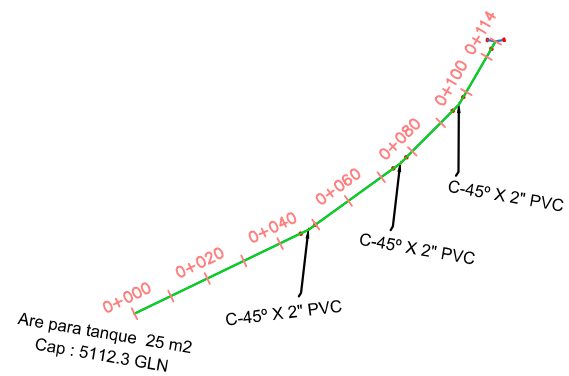
- 1-La tubería propuesta se instalará a 1.00 m del borde interno de calle, para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metros sobre la corona del tubo.
- 2-La tubería para la línea de conducción será PVC - SDR 32.5 y para red de distribución será PVC SDR-64.
- 3-Se construirá bloques de reacción y anclaje en cada uno de los acoples de accesorios como: válvulas, tees, codos, reductores y tapones.
- 4-Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos y su colocación completa deberá comprender su caja protectora, bloque de reacción y anclaje
- 5-Toda la tubería se instalará de acuerdo a las normas vigentes de construcción por ENACAL.
- 6-Las conexiones domiciliare será con tubería PVC de Ø2".
- 7-El materia de excavación se deberá disponer de tal manera que no obstruya el paso de personas y vehículos.

**LINIA DE TANQUE-LINIA DE DISTRIBUCION**

 <p><b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b></p>	<p>DIBUJO: BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ</p>	<p>ESCALA DE DIBUJO: ESC: 1:1000</p>	<p>PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.</p>	<p>HOJA</p>
	<p>REVISÓ: ING. HENRY VILCHEZ.</p>	<p>ESCALA DE IMPRESION: SIN ESCALA</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA GENERAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE</p>	<p>DUEÑO: ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA</p>



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	DIBUJO: BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ	ESCALA DE DIBUJO: <b>ESC: 1:1000</b>	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.	HOJA
	REVISÓ: ING. HENRY VILCHEZ.	ESCALA DE IMPRESION: SIN ESCALA	CONTENIDO: PERFIL LINEA DE CONDUCCION	DUEÑO: ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE DIBUJO: ESC: 1:100 VERT.  
ESC: 1:1000 HOR.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

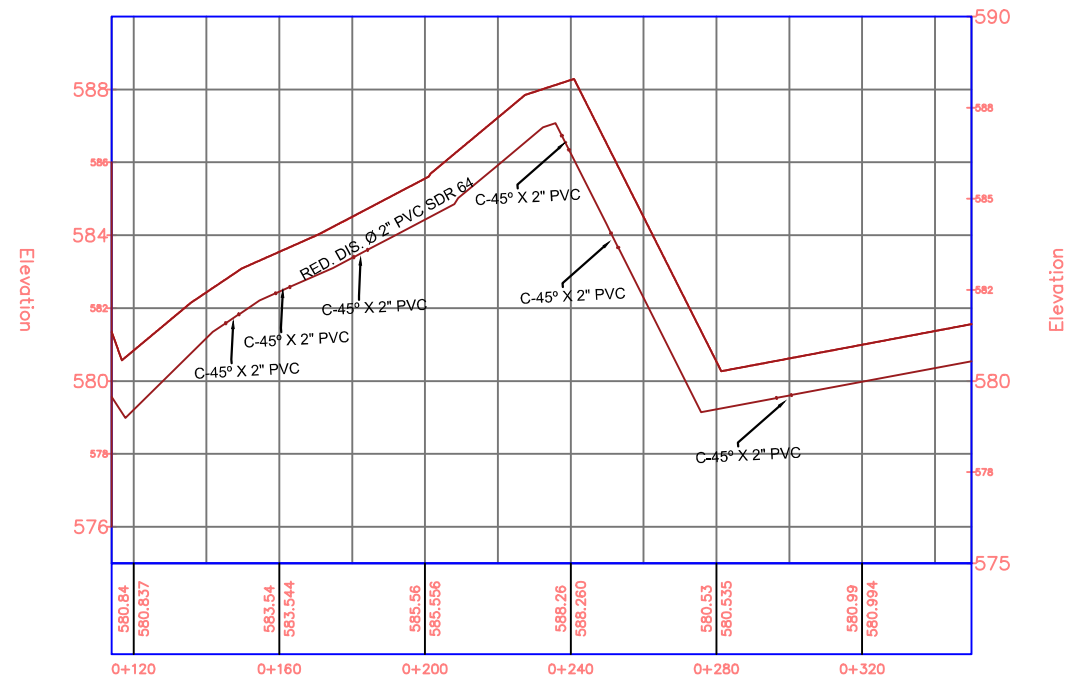
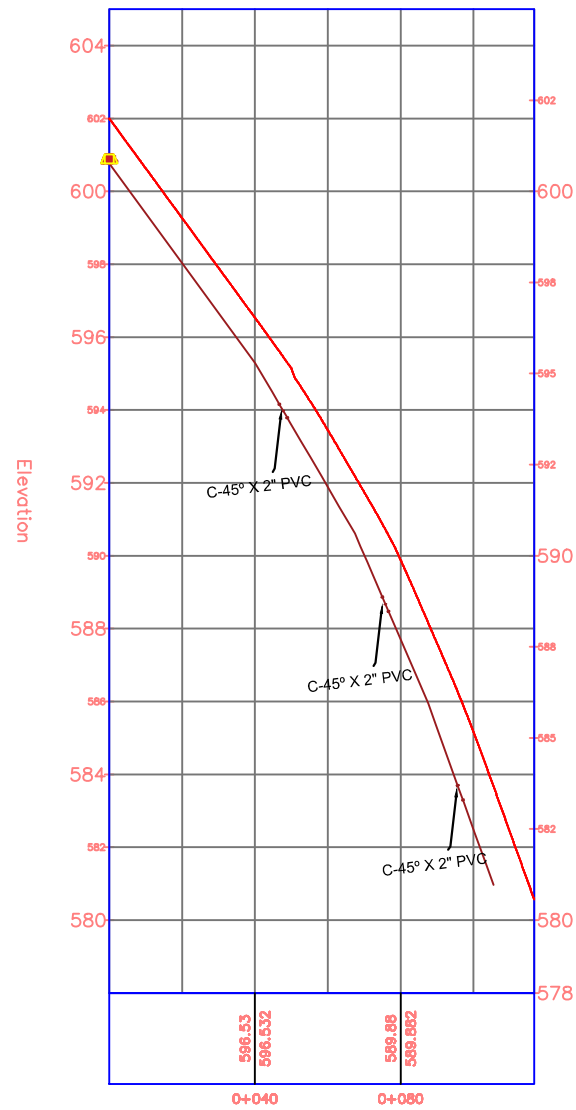
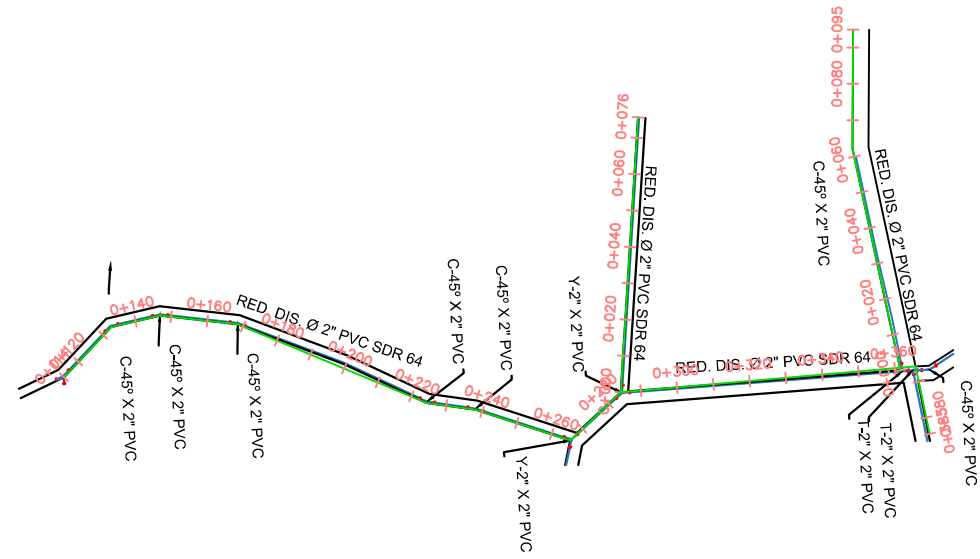
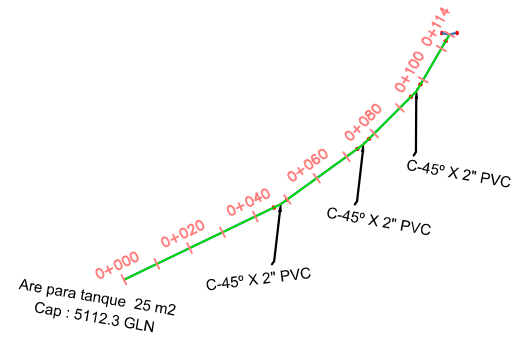
CONTENIDO:  
PERFIL RED PRINCIPAL

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

HOJA

5

25



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE DIBUJO: ESC: 1:100 VERT.  
ESC: 1:1000 HOR..

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

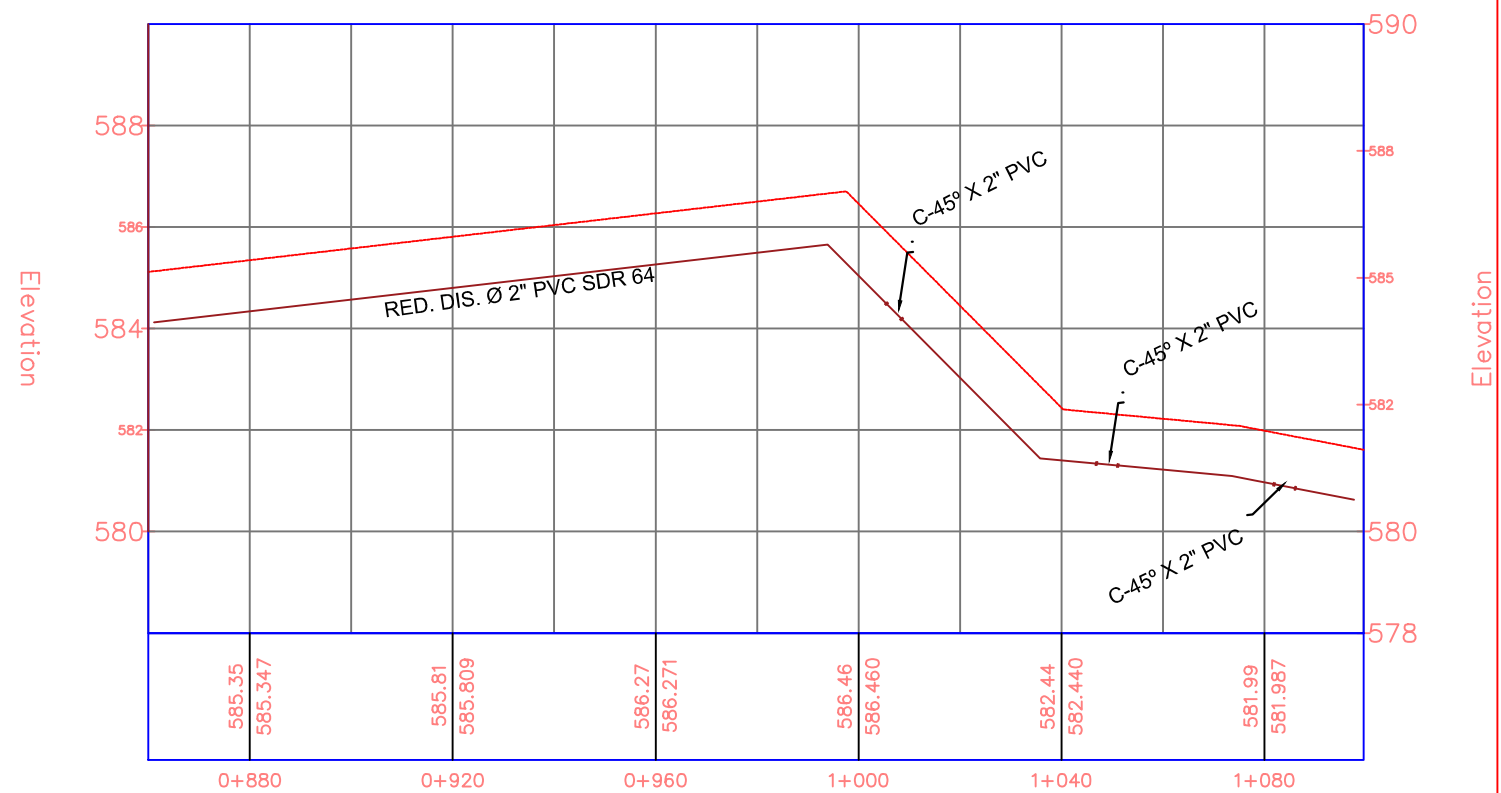
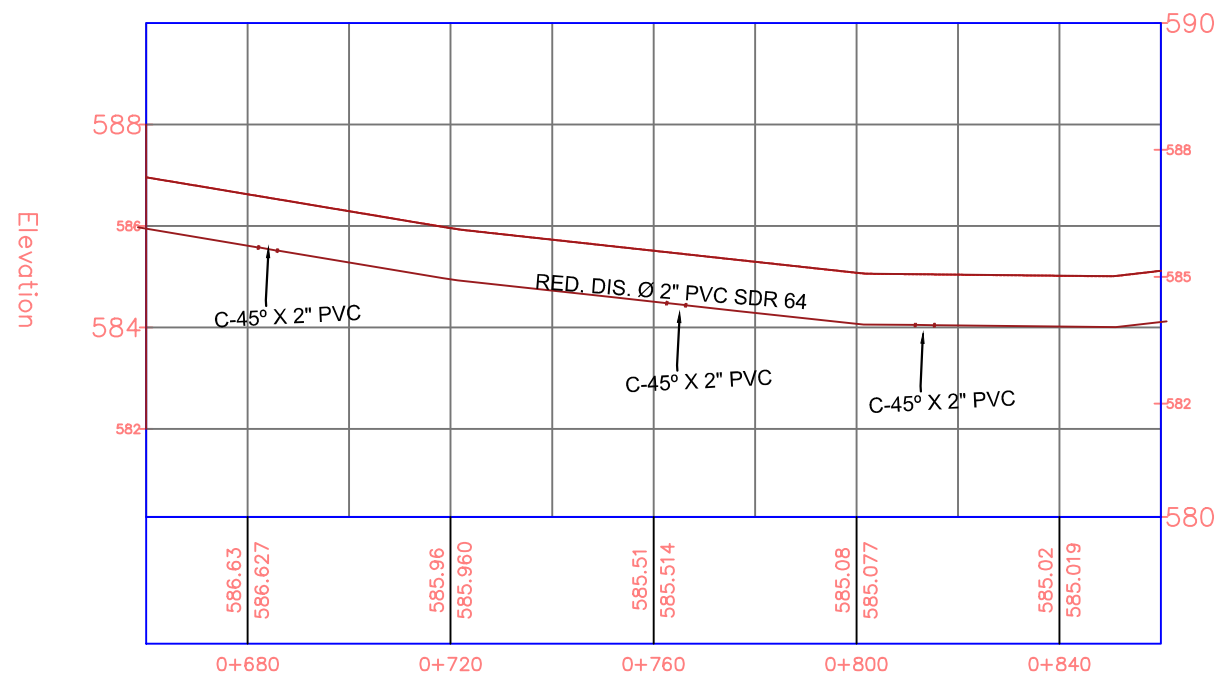
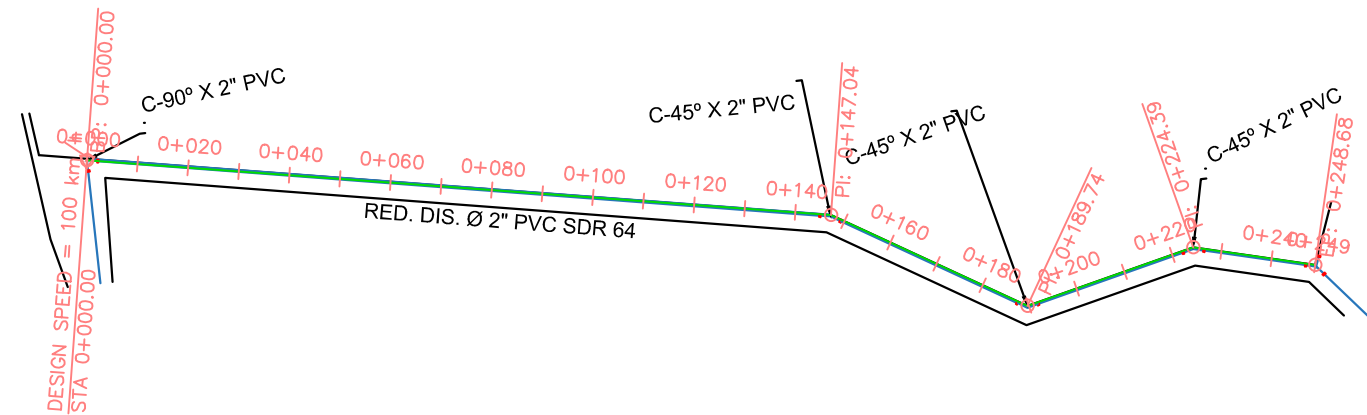
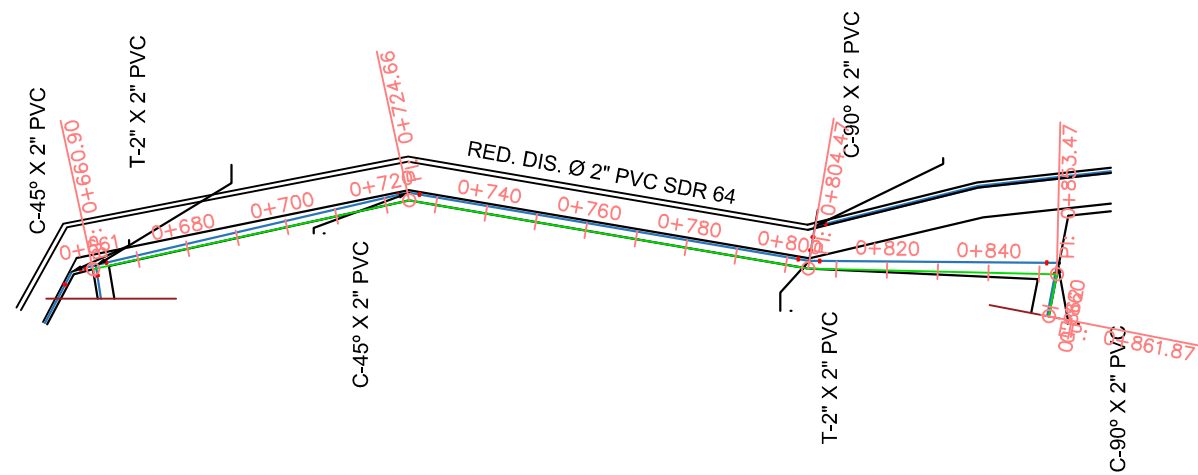
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

CONTENIDO:  
PERFIL RED PRINCIPAL

DUÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

HOJA

5  
8



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE DIBUJO: ESC 1:100 VERT  
ESC 1:1000 HORIZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

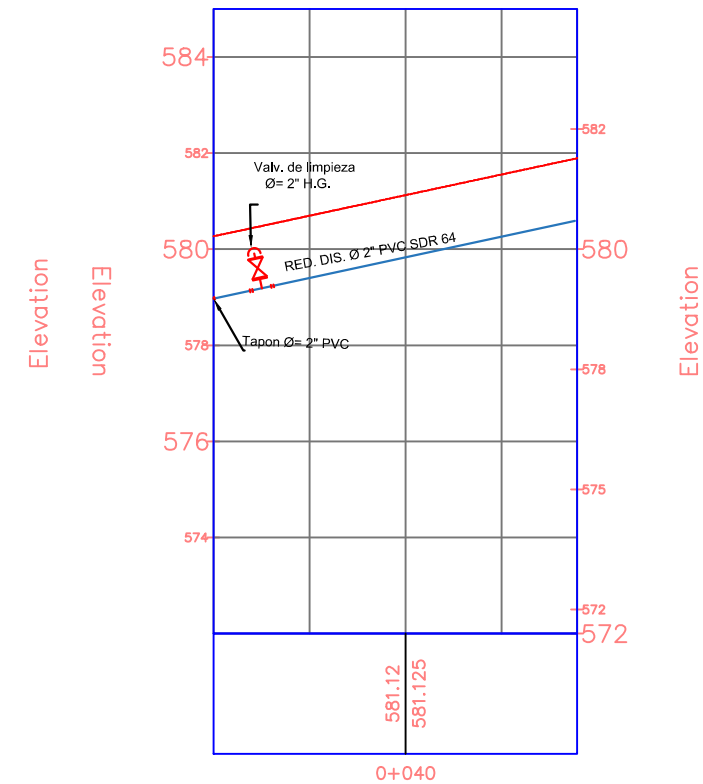
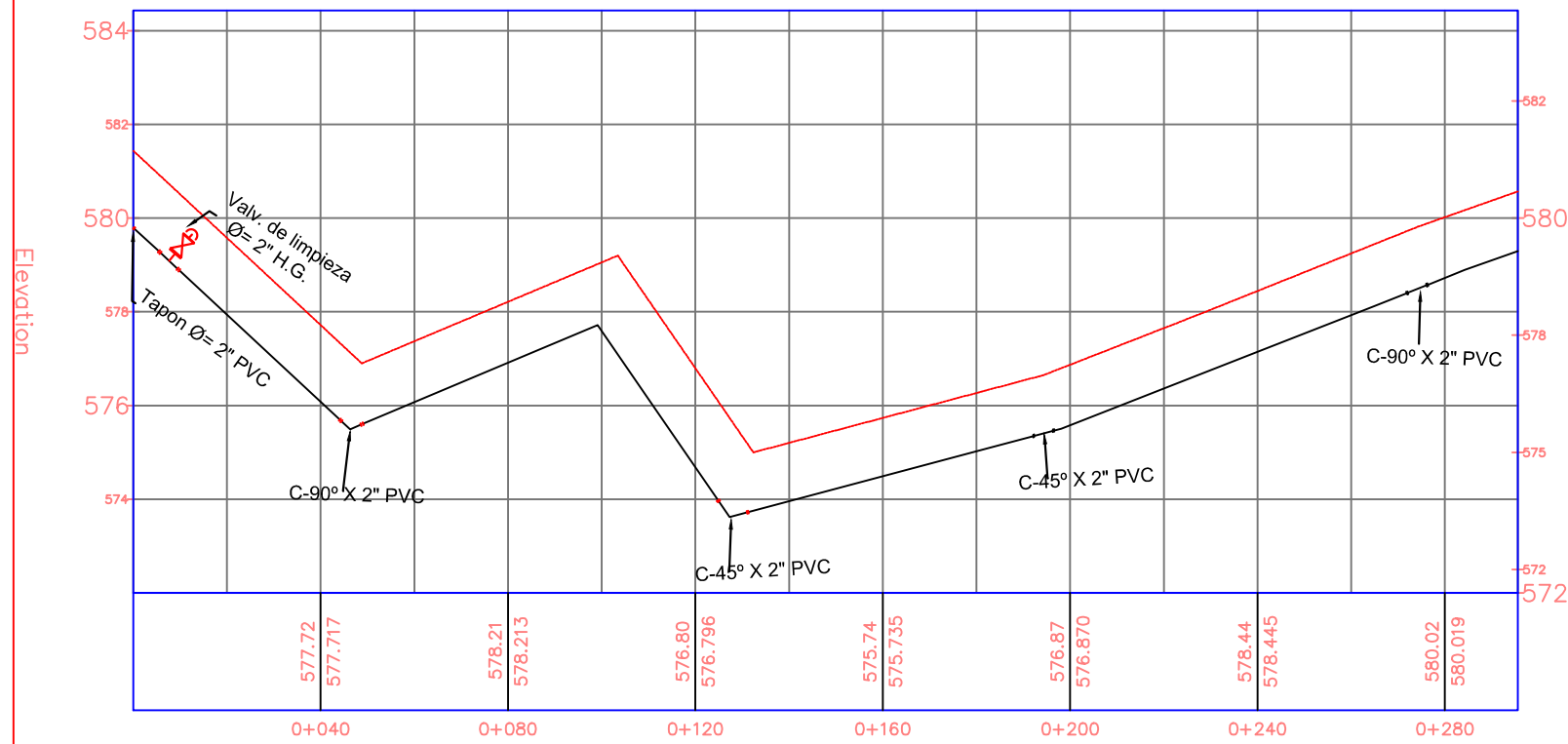
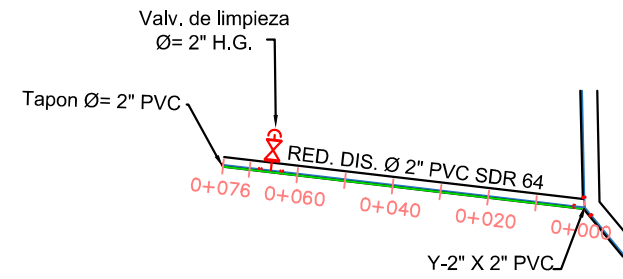
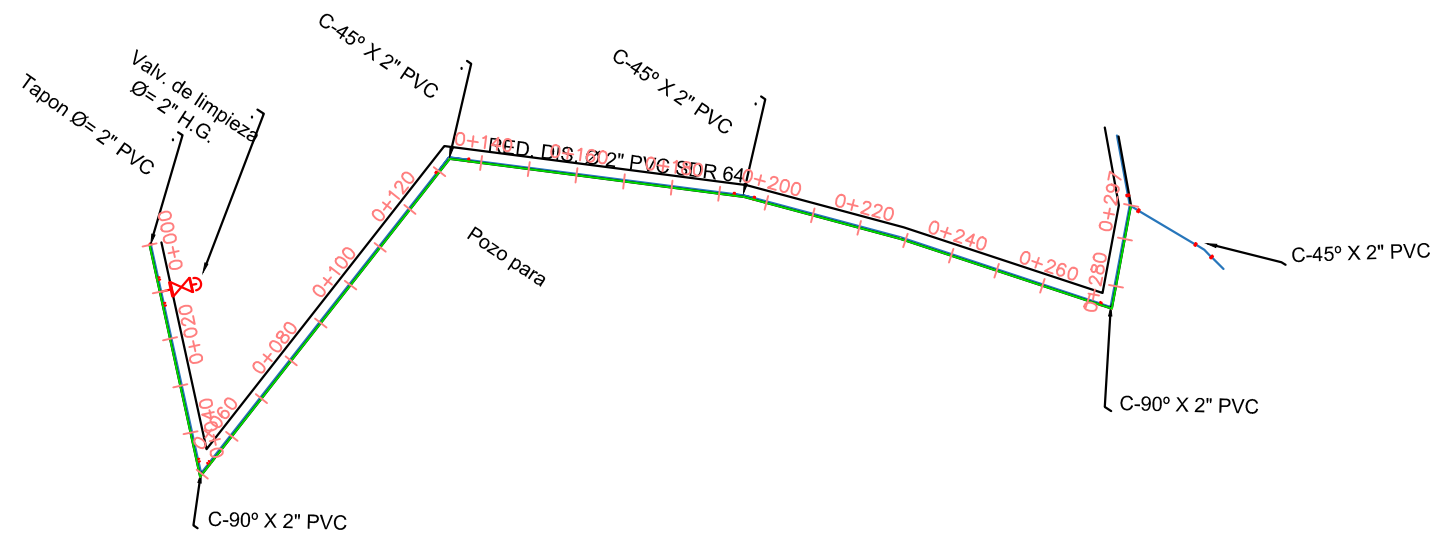
CONTENIDO:  
PERFIL RED PRINCIPAL

DUÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

HOJA

7  
25





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE DIBUJO: ESC 1:100 VERT  
ESC 1:1000 HORIZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

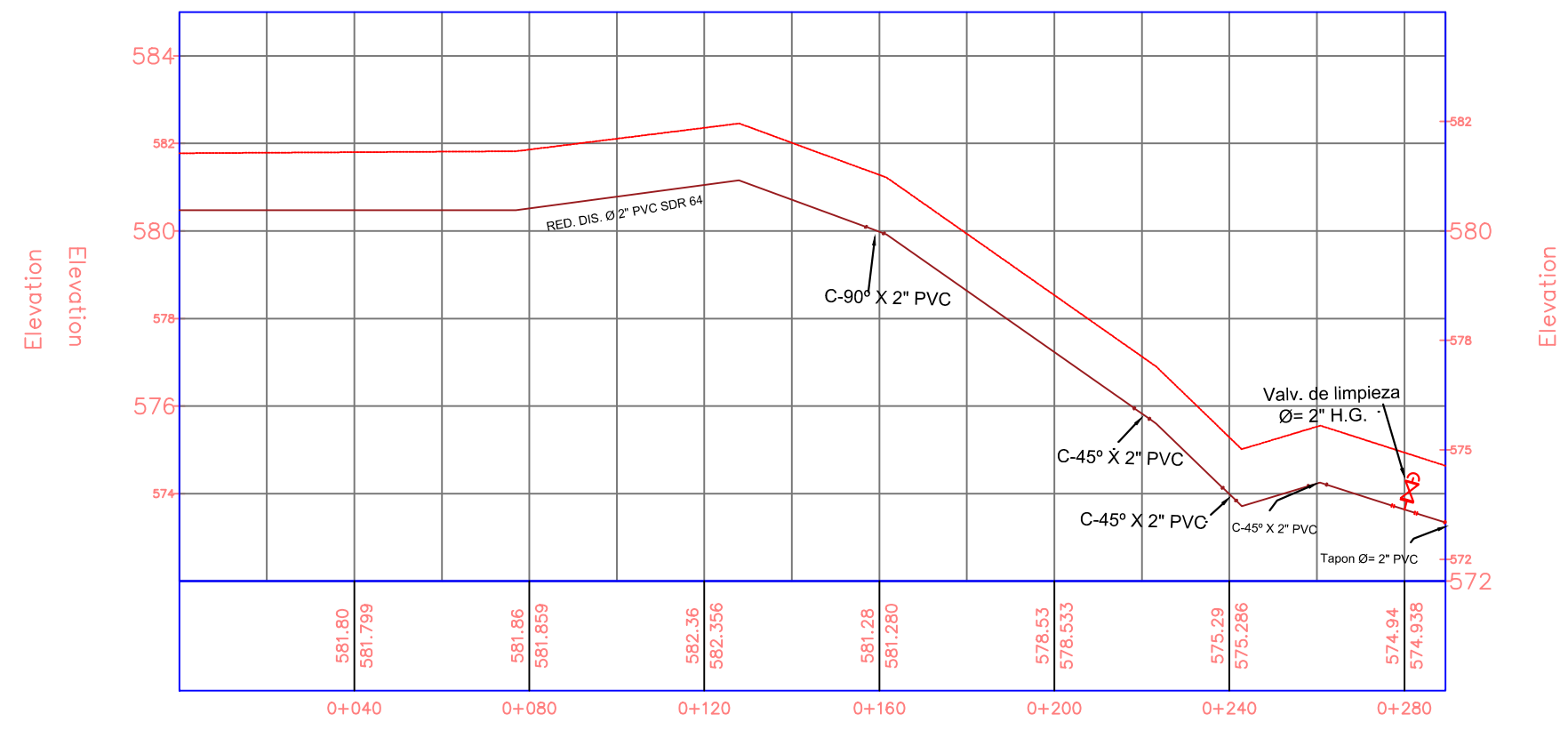
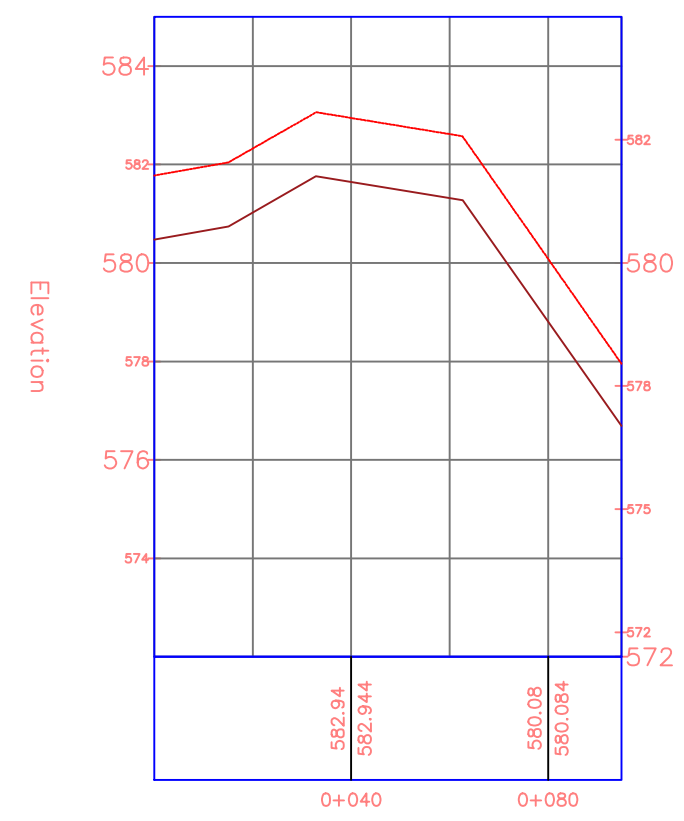
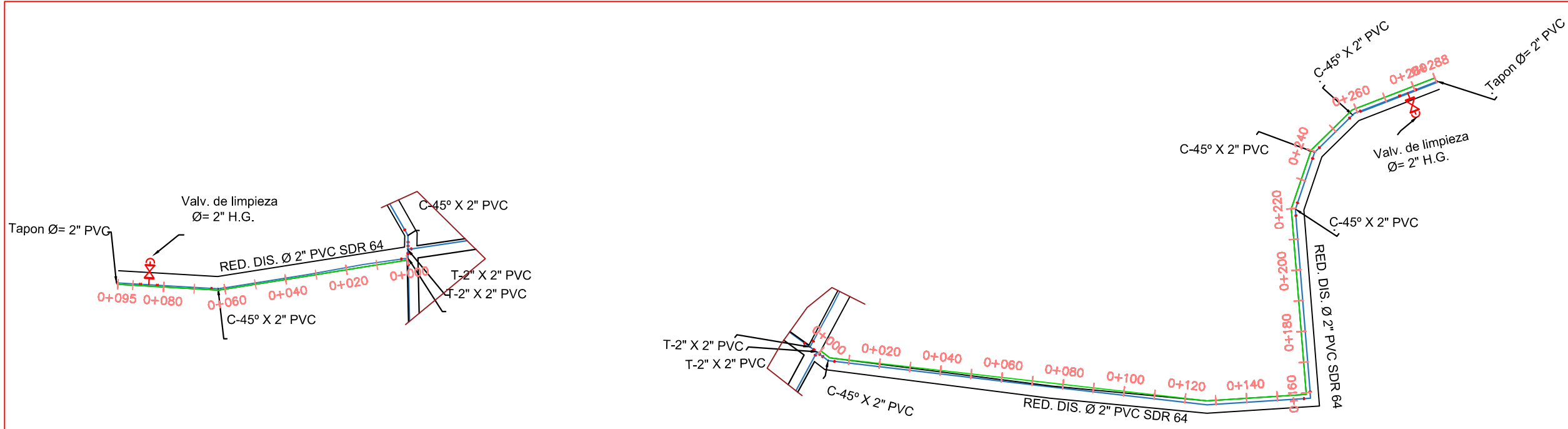
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.


CONTENIDO:  
PERFIL RAMAL Nº 1 Y 2

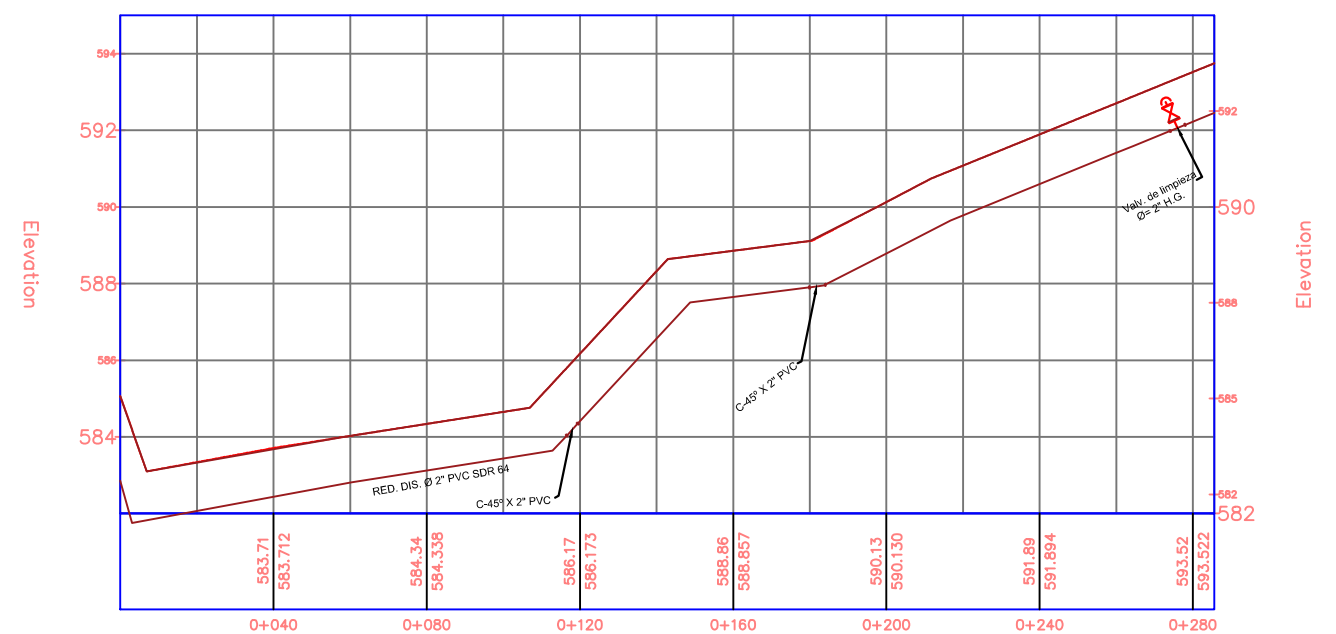
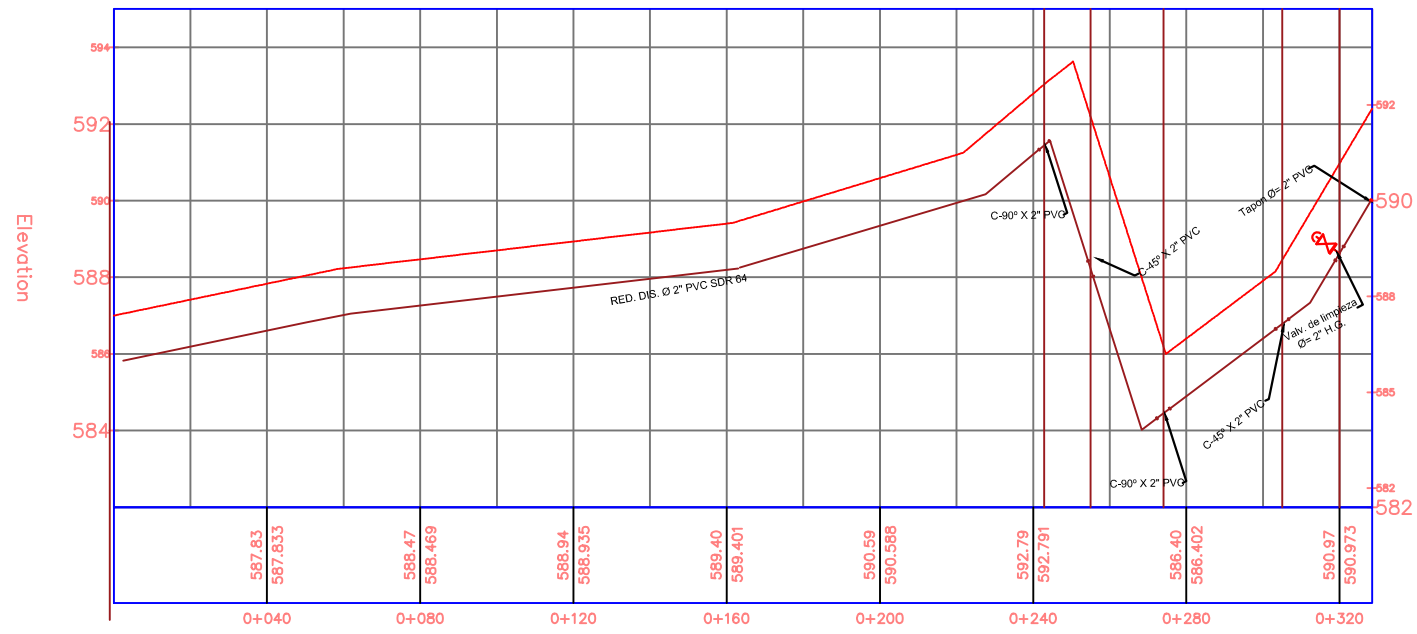
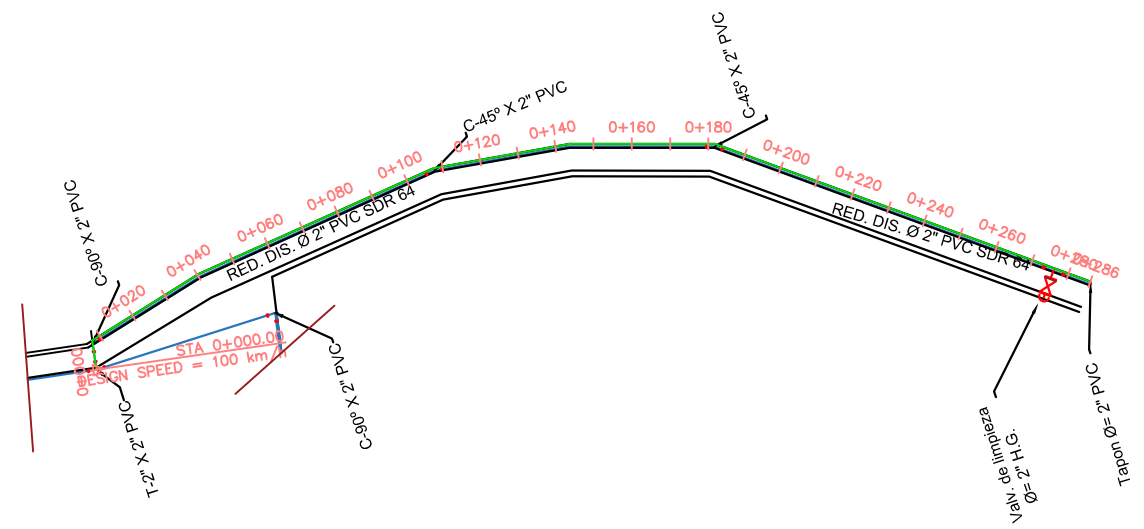
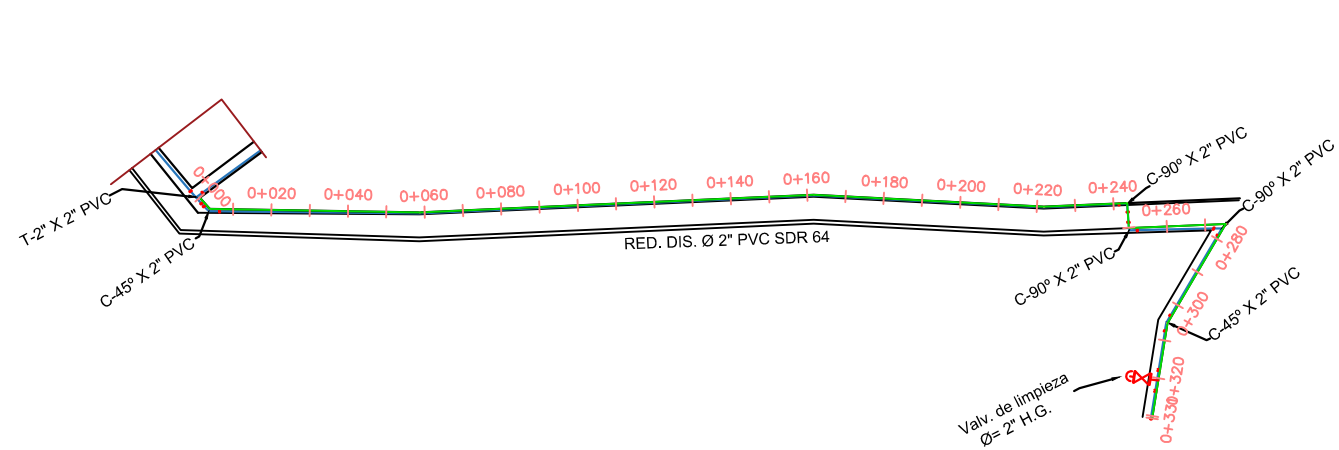
DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

HOJA

8  
25



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b>	DIBUJO: BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ	ESCALA DE DIBUJO: ESC 1:100 VERT ESC 1:1000 HORIZ.	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.	HOJA
	REVISÓ: ING. HENRY VILCHEZ.	ESCALA DE IMPRESION: SIN ESCALA	CONTENIDO: PERFIL RAMAL Nº 3 Y 4	DUEÑO: ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PERFIL RAMAL N° 5 Y 6

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

10  
25

## DERROTERO LINEA DE CONDUCCION

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Northing	Easting
EST	PV					
				50	132353.80	862246.61
50	52	S83° 56' 57.60"E	14.30	52	132352.30	862260.83
52	53	S77° 30' 17.29"E	13.03	53	132350.57	862268.45
53	54	S77° 30' 17.29"E	13.03	54	132347.75	862281.18
54	55	S77° 38' 32.24"E	12.55	55	132345.06	862293.43
55	56	S77° 37' 42.89"E	14.29	56	132342.00	862307.39
56	57	S78° 31' 00.35"E	13.42	57	132339.33	862320.54
57	58	N78° 57' 54.43"E	81.32	58	132354.89	862400.36
58	59	N51° 20' 17.19"E	74.71	59	132401.56	862458.69



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO LINEA DE  
CONDUCCION

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

11

25

## DERROTERO RED PRINCIPAL

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Northing	Easting
EST	PV					
				43	132441.29	862351.63
43	59	N58° 34' 17.29"W	50.11	59	132401.56	862458.69
59	60	N68° 46' 02.96"W	28.04	60	132427.69	862415.93
60	61	N77° 58' 15.45"W	20.56	61	132437.85	862389.79
61	62	S87° 18' 06.43"W	18.07	62	132442.14	862369.68



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RED PRINCIPAL

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

12

25

## DERROTERO RED PRINCIPAL

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				8	132579.65	862376.56
8	9	S39° 34' 09.13"E	18.88	9	132594.20	862364.53
9	11	S1° 16' 03.91"E	80.12	11	132674.30	862362.76
11	43	S43° 40' 57.60"E	18.92	43	132441.29	862351.63
43	44	S9° 59' 16.53"E	13.85	44	132454.99	862338.54
44	45	S9° 32' 16.98"W	21.38	45	132468.77	862336.11
45	46	S23° 38' 43.03"W	31.17	46	132489.94	862339.67
46	47	S28° 12' 09.03"W	25.08	47	132518.55	862352.19
47	48	S11° 16' 37.62"W	13.50	48	132540.62	862364.03
48	49	S20° 58' 11.14"W	27.14	49	132553.84	862366.66



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RED PRINCIPAL

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

13

25

## DERROTERO RED PRINCIPAL

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				1	132721.00	862615.00
1	11	S81° 36' 12.31"W	96.67	11	132674.30	862362.76
11	23	S50° 10' 30.48"W	22.81	23	132688.42	862458.39
23	24	S21° 40' 29.80"W	46.27	24	132703.03	862475.91
24	25	N64° 08' 56.26"W	77.52	25	132712.23	862562.76
25	26	S80° 28' 12.38"W	52.97	26	132746.03	862493.00

## DERROTERO RED PRINCIPAL

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				1	132721.00	862615.00
1	2	S12° 04' 51.87"E	64.23	2	132658.51	862628.68
2	3	S9° 50' 00.41"W	80.03	3	132579.67	862615.21
3	4	S0° 05' 58.69"E	49.59	4	132530.67	862614.81



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RED PRINCIPAL

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

14

25

# DERROTERO RED PRINCIPAL

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				4	132530.67	862614.81
4	5	S58° 27' 42.16"E	42.77	5	132558.69	862470.51
5	6	N79° 00' 41.98"W	147.68	6	132581.06	862434.06
6	7	S77° 12' 11.16"W	34.61	7	132573.38	862400.23
7	8	N75° 09' 59.00"W	24.37	8	132579.65	862376.56



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RED PRINCIPAL

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

15

25



### DERROTERO RAMAL NUMERO 1

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Northing	Easting
EST	PV					
				37	132371.64	862227.82
37	38	S22° 43' 23.93"E	21.90	38	132288.35	862220.90
38	39	S74° 55' 31.66"W	46.34	39	132322.35	862186.02
39	40	S71° 35' 24.31"W	33.68	40	132398.84	862283.52
40	41	S63° 58' 16.51"W	61.79	41	132409.67	862315.53
41	42	S4° 44' 50.65"W	84.05	42	132421.46	862359.93
42	43	N45° 43' 28.40"W	49.35	43	132441.29	862351.63

### DERROTERO RAMAL NUEMERO 2

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				9	132594.20	862364.53
9	10	N83° 18' 39.09"W	75.70	10	132603.03	862289.37



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RAMAL N° 1

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

16

25

### DERROTERO RAMAL NUMERO 4

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				11	132674.30	862362.76
11	17	N40° 41' 33.75"W	33.73	17	132785.82	862300.05
17	18	N31° 37' 54.05"W	50.97	18	132811.39	862278.06
18	19	S48° 22' 30.95"W	61.38	19	132770.46	862232.00
19	20'	S71° 45' 36.08"W	19.62	20	132764.36	862213.49
20	21	N81° 30' 23.93"W	18.13	21	132767.02	862195.69
21	22	N58° 11' 48.93"W	28.65	22	132782.09	862171.39

### DERROTERO RAMAL NUMERO 3

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				11	132674.30	862362.76
11	12	S80° 58' 29.94"W	14.94	12	132671.95	862347.95
12	13	S80° 58' 31.51"W	17.90	13	132669.14	862330.27
13	14	S80° 58' 30.95"W	29.73	14	132664.48	862300.93
14	15	N86° 39' 03.85"W	32.36	15	132666.37	862268.67



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RAMAL N° 3 Y 4

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

17

25

## DERROTERO RAMAL NUMERO 5

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				1	132721.00	862615.00
1	29	N65° 09' 57.66"W	21.76	29	132750.61	862564.43
29	30	N63° 55' 17.33"W	24.23	30	132793.61	862470.84
30	31	N57° 44' 50.67"E	28.57	31	132823.86	862418.82
31	32	S59° 38' 59.85"E	58.85	32	132833.00	862399.07
32	33	S65° 19' 24.77"E	103.00	33	132839.35	862401.76
33	34	S59° 49' 18.10"E	60.18	34	132850.00	862380.00
34	35	S22° 57' 30.91"W	6.89	35	132865.25	862404.16
35	36	S36° 19' 18.38"W	25.35	36	132885.59	862419.12



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RAMAL N°5

DUÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

18

25

## DERROTERO RAMAL NUMERO 6

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	Norte	Este
EST	PV					
				3	132579.67	862615.21
3	63	S80° 19' 39.67"E	7.20	63	132578.49	862622.00
63	64	S13° 57' 00.35"E	34.59	64	132546.47	862629.98
64	65	S6° 12' 48.88"E	66.95	65	132479.86	862637.23
65	67	S7° 52' 11.08"W	35.85	67	132444.21	862632.31
67	68	S18° 07' 07.46"W	37.79	68	132408.29	862620.55
68	70	S38° 11' 15.68"W	104.17	70	132326.29	862556.09



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR.CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA  
COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

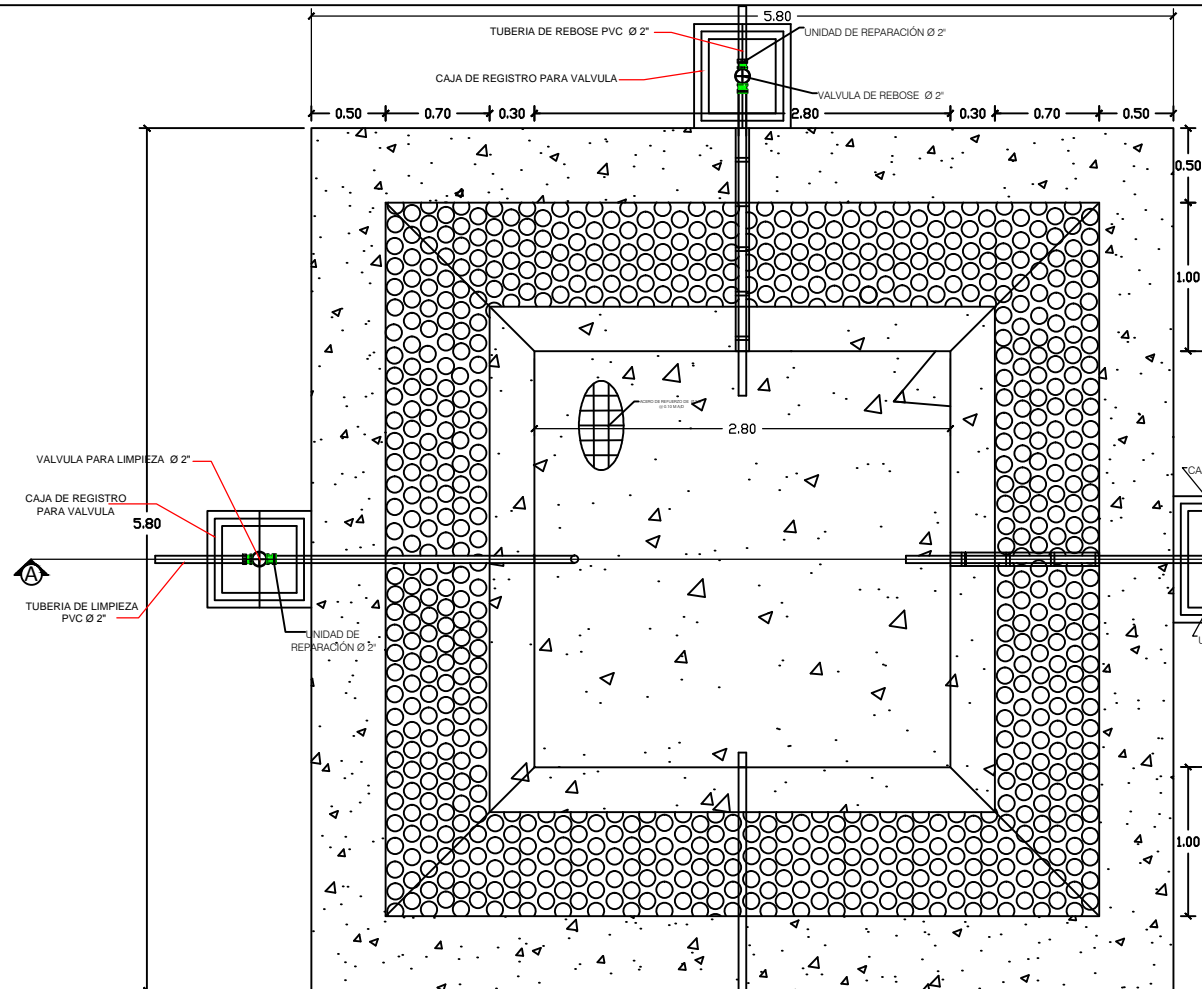
ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DERROTERO RAMAL N° 6

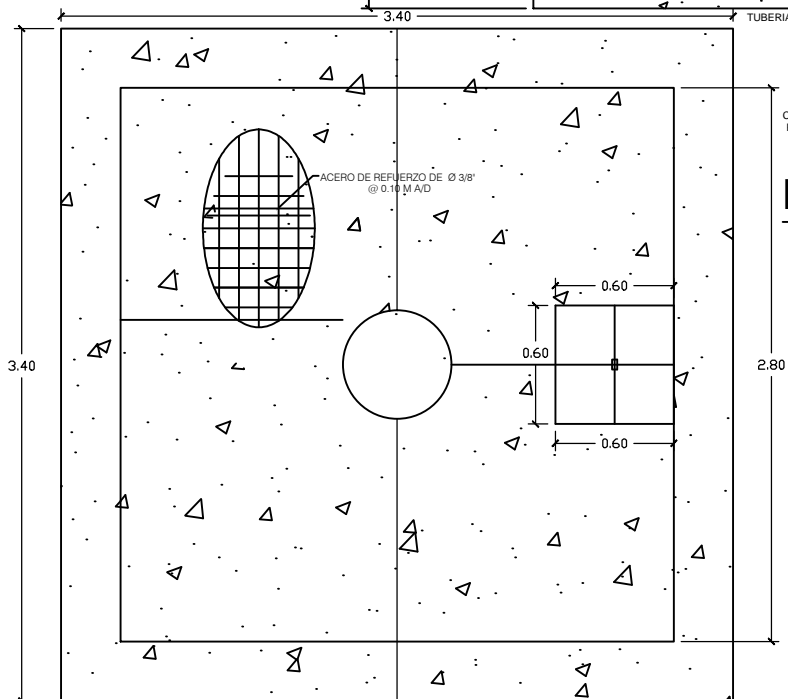
DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

19

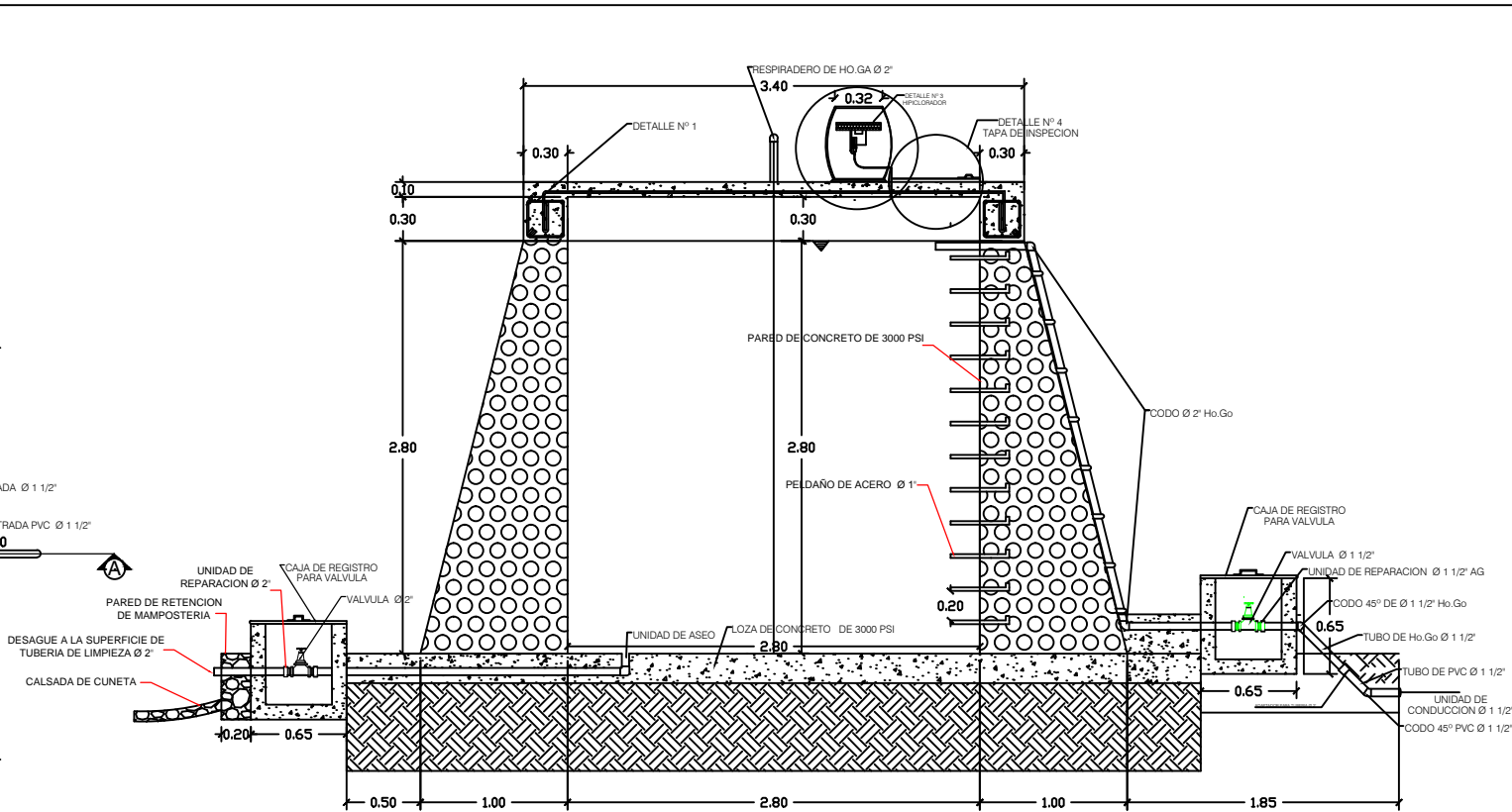
25



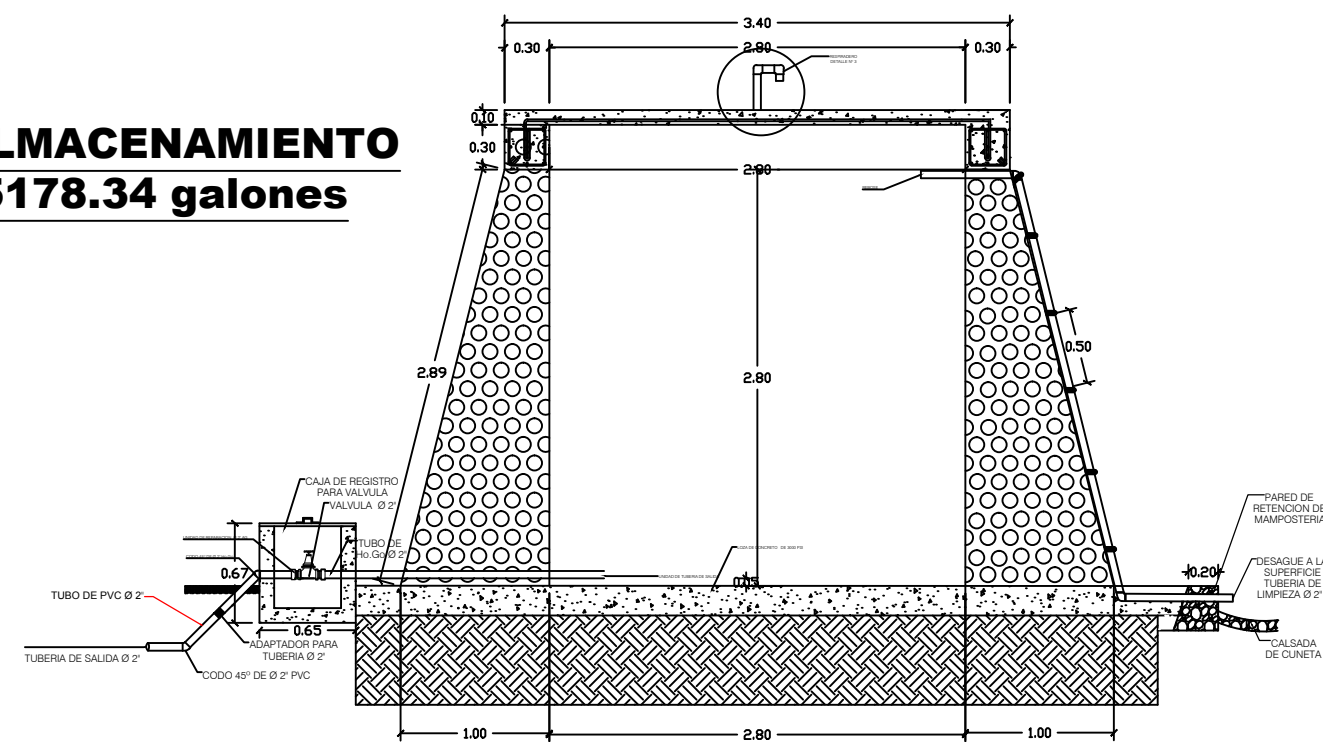
**PLANTA ESTRUCTURAL  
DE LOSA DE FONDO**



**PLANTA ESTRUCTURAL  
LOSA SUPERIOR**



**SECCION A-A**



**SECCION B-B**

**TANQUE DE ALMACENAMIENTO**  
**Capacidad: 5178.34 galones**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
ESC: 1:100

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

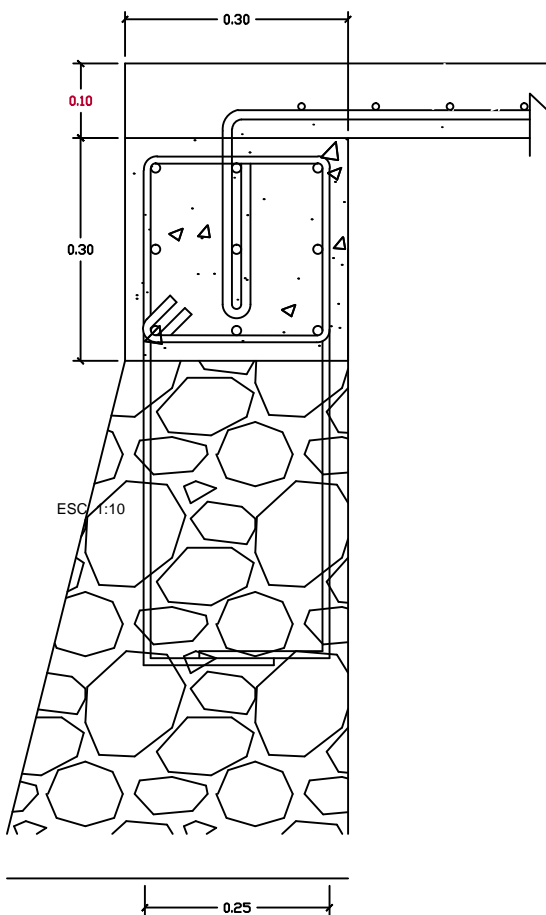
ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PLANTA ARQUITECTONICA Y  
SECCION DE TANQUE DE  
ALMACENAMIENTO.

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

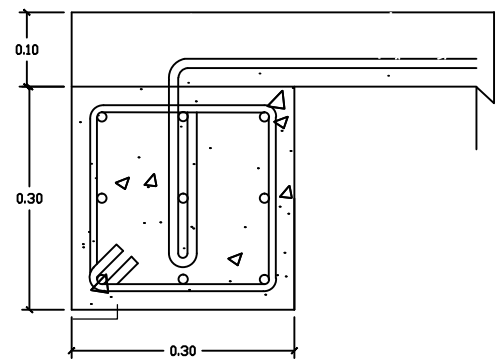
20

25



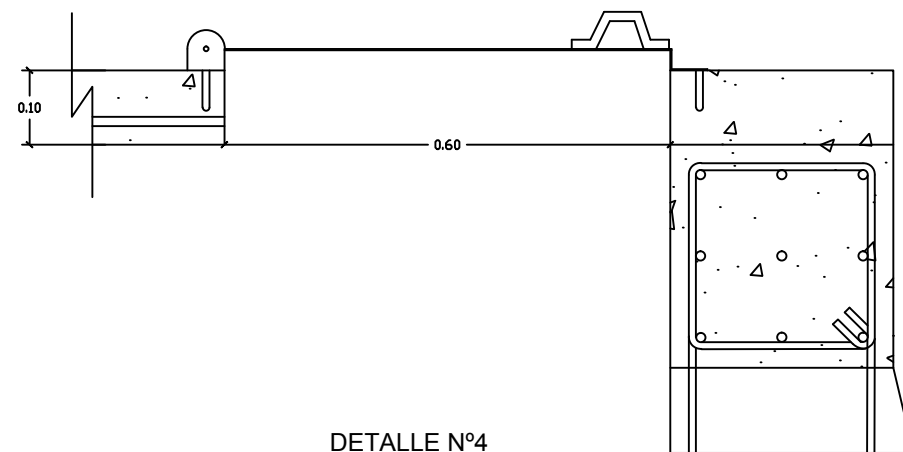
**DETALLE No. 1**

ESC 1:10



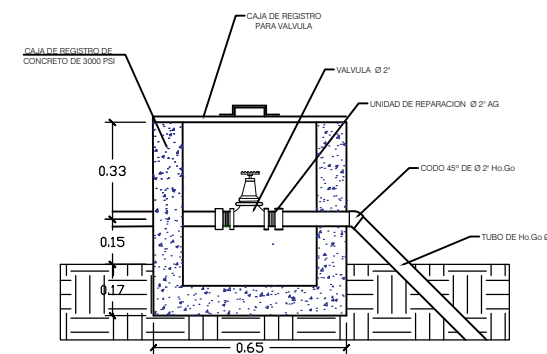
**DETALLE DE VC-1**

ESC 1:10



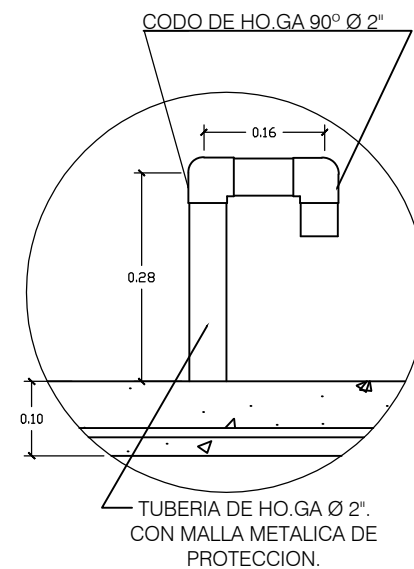
**DETALLE N°4  
TAPA DE INSPECCION**

ESC 1:10



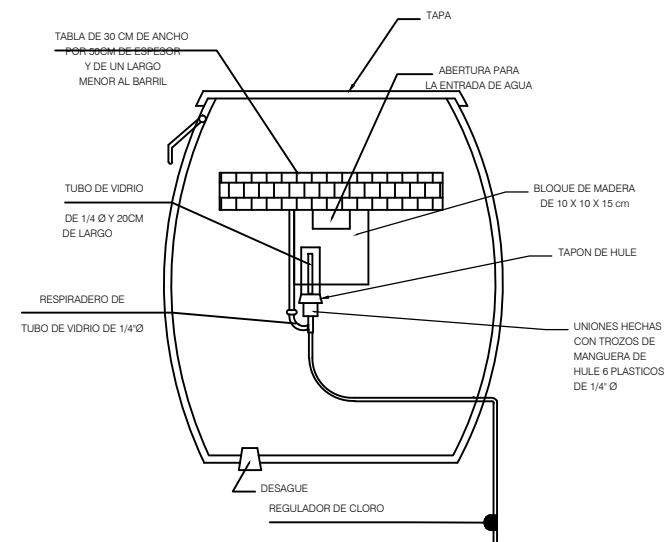
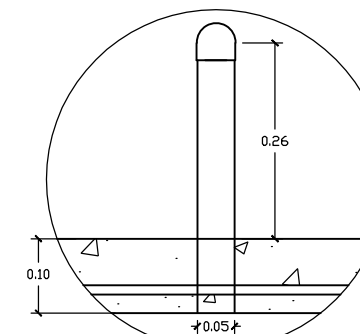
**DETALLE DE LA CAJA  
DE VALVULA**

ESC 1:50



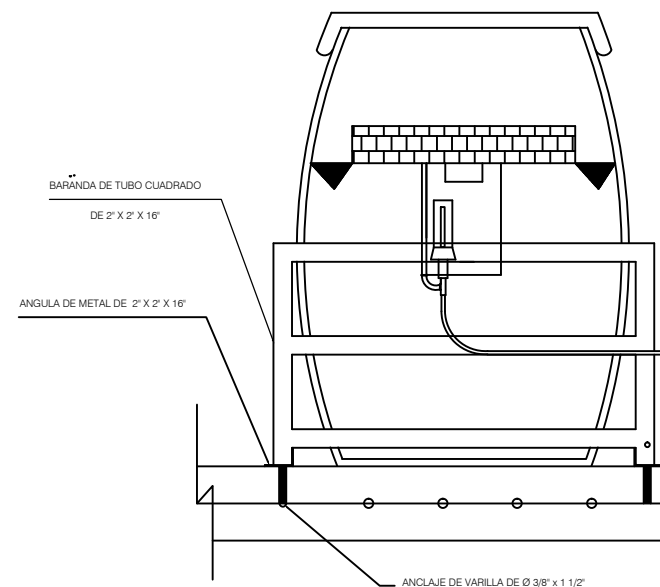
**DETALLE N° 2 RESPIRADERO**

ESC 1:10



**DETALLE N°3  
HIPOCLORADOR DE CARGA CONSTANTE**

SIN ESCALA



**FIJACION DE HIPOCLORADOR EN LA LOSA SUPERIOR**

SIN ESCALA



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

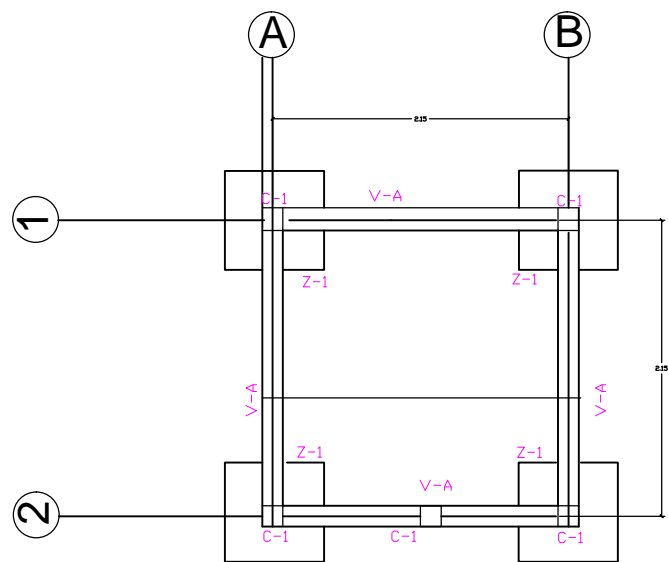
ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
DETALLES DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

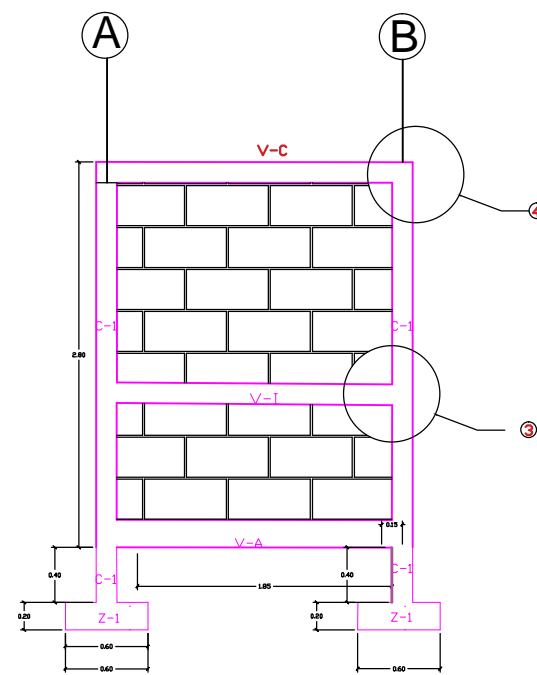
DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

21

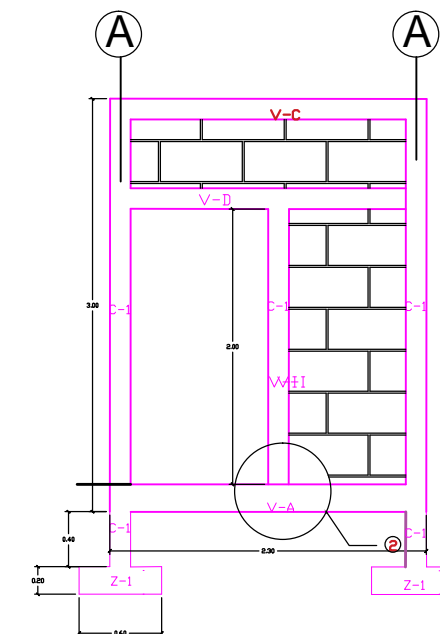
25



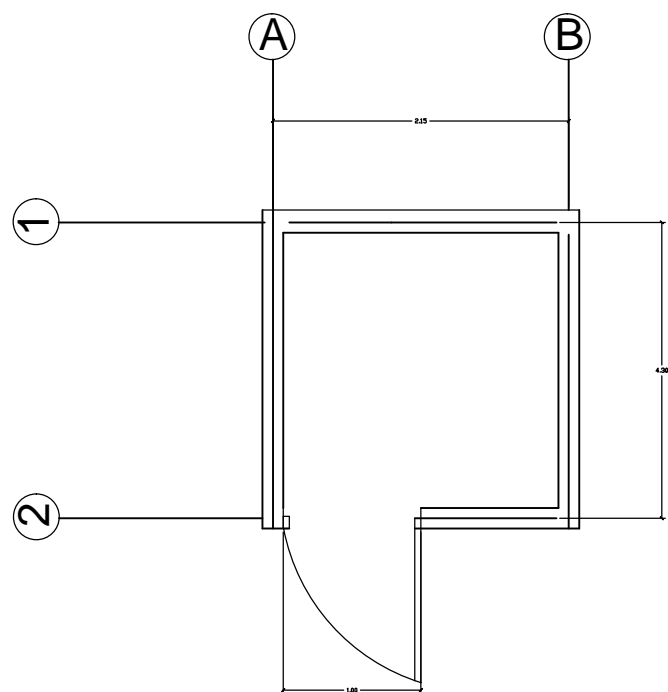
PLANTA DE FUNDACIONES



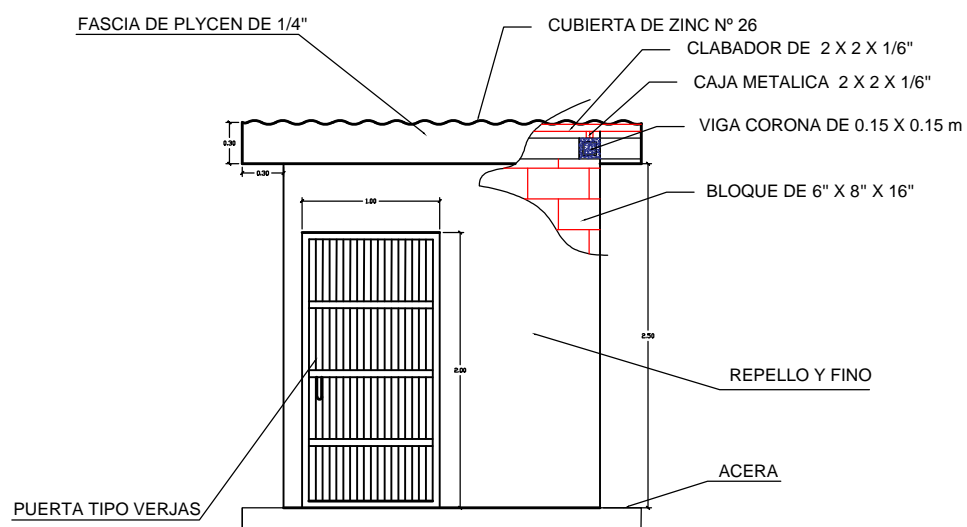
ELEVACION ESTRUCTURAL EJE 1



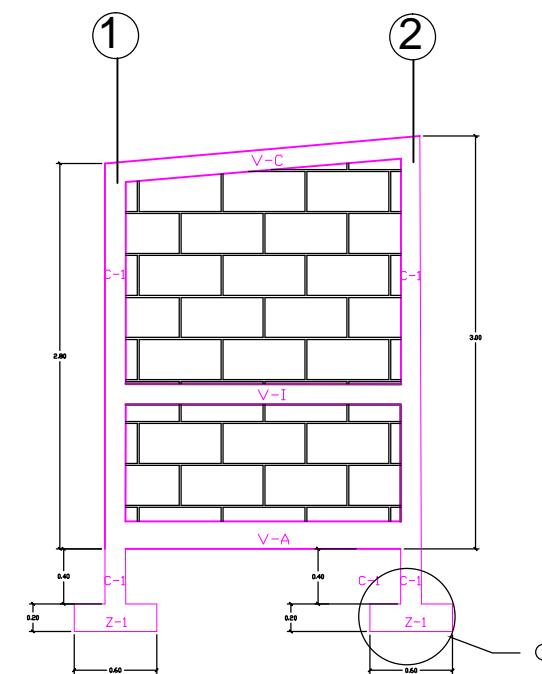
ELEVACION ESTRUCTURAL EJE 2



PLANTA ARQUITECTONICA



ELEVACION ARQUITECTONICA



ELEVACION ESTRUCTURA EJE A Y B



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
ESC: 1:50

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

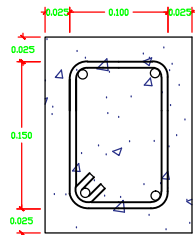
ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PLANOS DE CASETA Y  
DETALLES

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

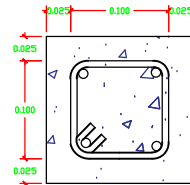
22

25



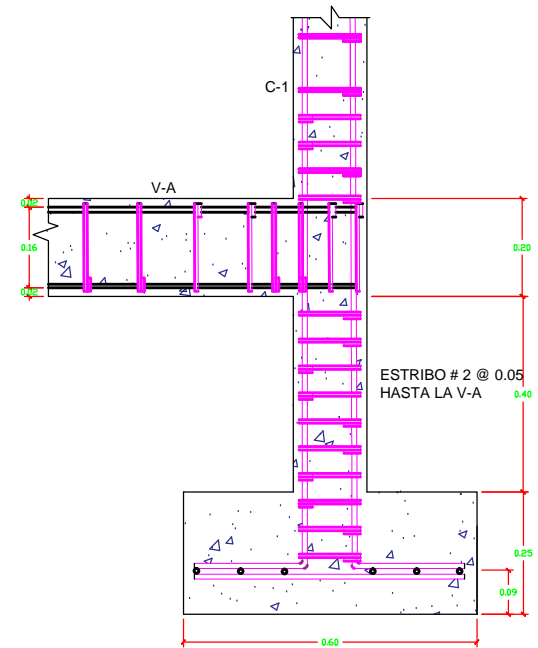
REF 4 # 3  
ESTRIBO # 2 @ 0.05  
RESTO @ 0.10 m.

**DETALLE DE V-A**

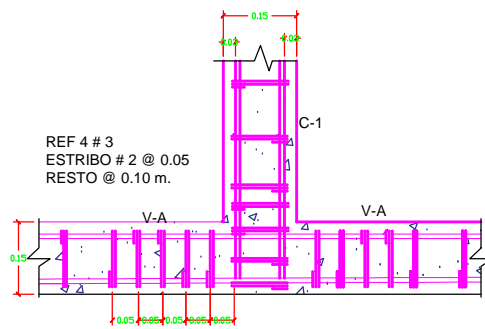


REF 4 # 3  
ESTRIBO # 2 @ 0.05  
RESTO @ 0.10 m.

**DETALLE DE C-1 V-I V-C**

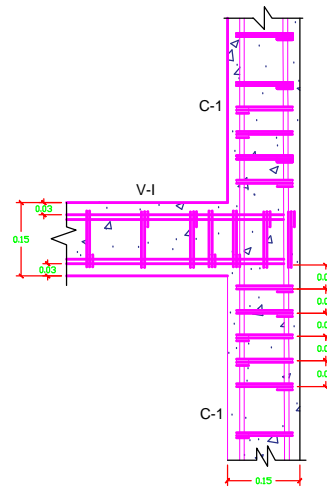


**DETALLE 1**

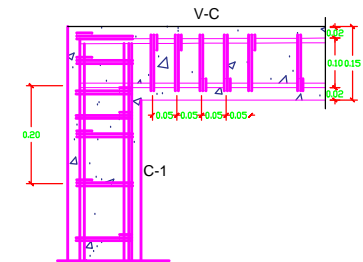


REF 4 # 3  
ESTRIBO # 2 @ 0.05  
RESTO @ 0.10 m.

**DETALLE 2**



**DETALLE 3**



**DETALLE 4**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
ESC: 1:20

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

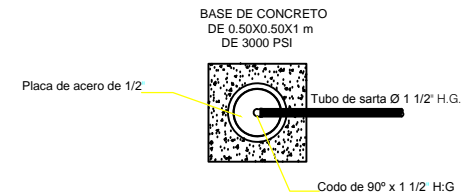
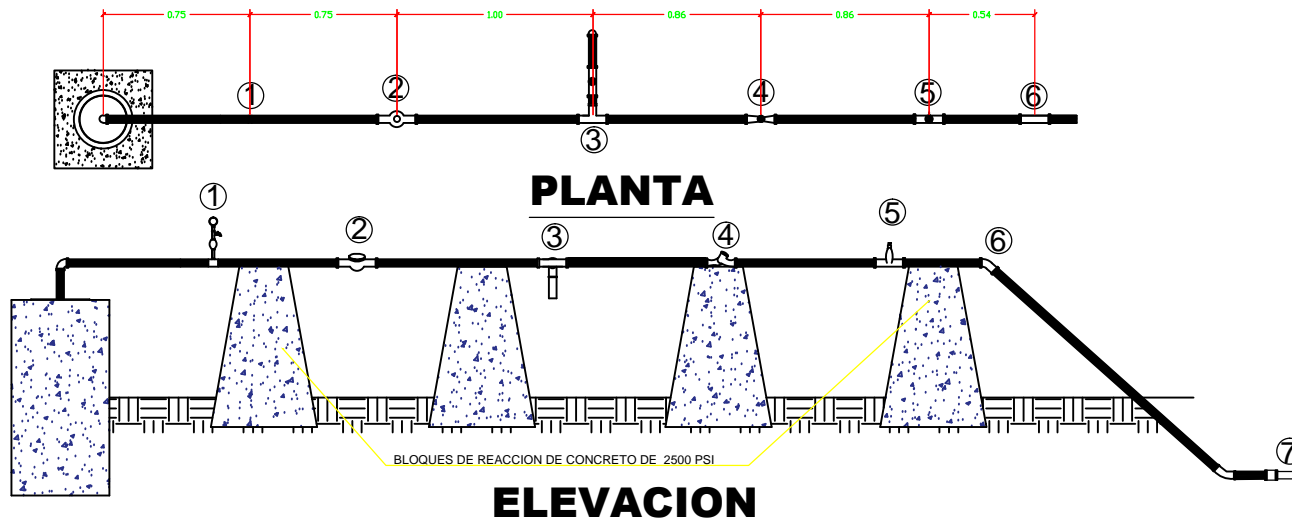
ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PLANOS DE CASETA Y  
DETALLES

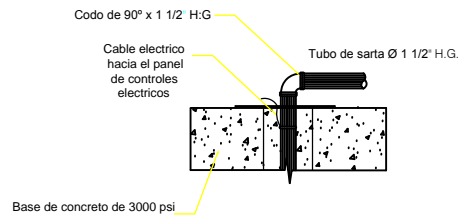
DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

23  
25

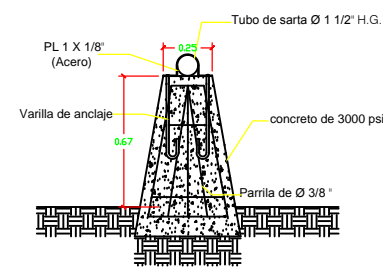




**PLANTA**



**ELEVACION**



**BLOQUE DE RACCION Y ANCLAJE TIPICO**

LISTA DE MATERIALES A UTILIZAR EN SARTA DE Ø DE 2		
No	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	MANOMETRO DE CARGA
2	1	MEDIDOR
3	1	TEE DE PASO DIRECTO
4	1	VALAVULA DE RETENCION - VR LIVIANO
5	1	VALVULA DE COMPUERTA - VR LIVIANO
6	1	CODO DE 45° X 2'' HF. EXTREMOS ROSCADOS
7	1	UNIOS DRESSER DE Ø 1 1/2'' PARA TUBO PVC Y H.G



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE DIBUJO:  
ESC: 1:50

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

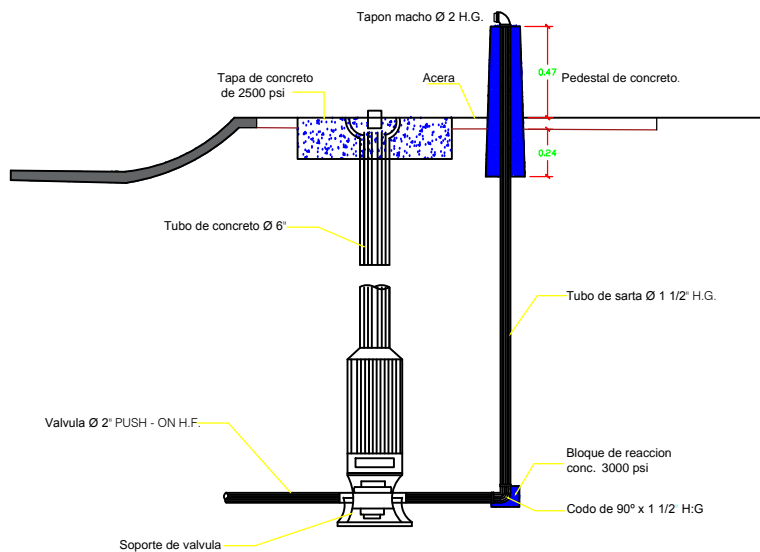
CONTENIDO: PLANOS CONSTRUCTIVOS DE SARTA

DUEÑO: ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

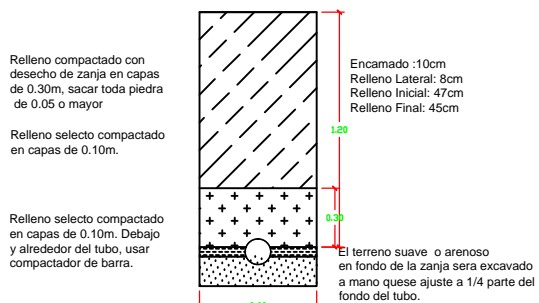
HOJA

24

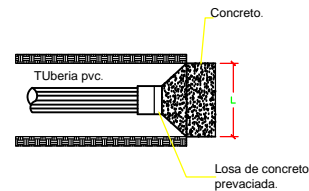
25



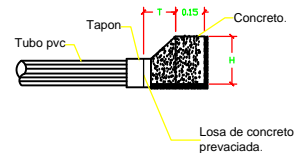
### DETALLE DE VALVULA DE LIMPIEZA Ø 2"



### DETALLE DE ZANJA PARA TUBERIA



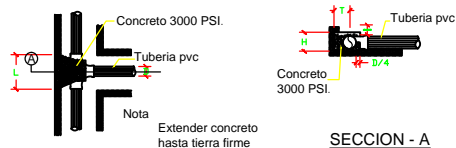
PLANTA



ELEVACION

BLOQUE DE REACCION PARA TAPONES		
D	1 1/2"	2"
T	0.1	0.1
H	0.15	0.20
L	0.20	0.30

### DETALLE DE TAPON

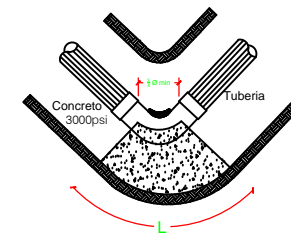


PLANTA

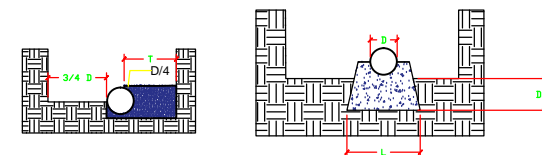
SECCION - A

BLOQUE DE REACCION PARA TEE		
D	1 1/2"	2"
T	0.10	0.10
H	0.10	0.20
L	0.20	0.20

### DETALLE DE TEE



PLANTA



SECCION

SECCION

### ANCAJE PARA CODOS HORIZONTALES

BLOQUE DE REACCION PARA CODOS			
	D	1 1/2"	2"
90°	T	0.1	0.1
	H	0.15	0.20
	L	0.20	0.30
45°	T	0.10	0.10
	H	0.10	0.10
	L	0.15	0.20

VOLUMEN DE CONCRETO m³		
D	1 1/2"	2"
90°	0.003	0.006
45°	0.0015	0.002



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

DIBUJO:  
BR. CRISTIAN JOSUE CRUZ CRUZ

ESCALA DE DIBUJO:  
INDICADA

PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE LOS ARADOS DEL MUNICIPIO DE PALACAGUINA MADRIZ.

HOJA

REVISÓ:  
ING. HENRY VILCHEZ.

ESCALA DE IMPRESION:  
SIN ESCALA

CONTENIDO:  
PLANO DE DETALLES GENERALES

DUEÑO:  
ALCALDIA MUNICIPAL DE PALACAGUINA.

25  
25