



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**TRABAJO MONOGRÁFICO**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) Y  
SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD, BALSAMO ABAJO, MUNICIPIO DE  
SAN JUAN DEL RIO COCO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ”**

**Para optar al título de Ingeniero Civil**

**Elaborado por**

Br. Diana Marcela Montiel Ponce

Br. Roger Antonio Calderón Merlo

Br. Kevin Fernando Martínez Acuña

**Tutor**

Msc. José Ángel Baltodano Maldonado

Managua, marzo 2021





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



Managua, 26 de Marzo de 2021

**Dr. Ing. Oscar Gutiérrez Somarriba**

**Decano FTC**

**Su despacho.**

Estimado Dr. Ing. Gutiérrez:

Reciba un saludo de mi parte, y al mismo tiempo le doy a conocer que he revisado el trabajo de monográfico titulado: "**DISEÑO DE UN SISTEMA MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG) Y SANEAMIENTO PARA LA COMUNIDAD, BALSAMO ABAJO, MUNICIPIO DE SAN JUAN DEL RIO COCO, DEPARTAMENTO DE MADRIZ**", realizado por los bachilleres: Diana Marcela Montiel Ponce, Roger Antonio Calderón Merlo y Kevin Fernando Martínez Acuña, para optar al título de Ingeniero Civil.

Este trabajo de monografía fue desarrollado de forma independiente por los sustentantes y cumple con los objetivos propuestos en su protocolo y por lo tanto considero que puede ser presentada y defendida antes el jurado que usted designe.

Sin más a que hacer referencia, se despide de usted,

Atentamente,

---

**M.Sc. Ing. José Ángel Baltodano M.**

**Profesor Titular**

**Tutor**

## **Resumen ejecutivo**

El propósito de este documento monográfico es de brindar de forma concisa, la descripción del diseño de un sistema de agua potable, que preste un servicio eficiente y continuo durante su periodo de diseño de 20 años, el cual abastecerá a 1550 habitantes proyectados, con la finalidad de mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la comunidad.

Para garantizar la finalidad de este documento, se planteó cumplir los siguientes componentes, que facilitaron la ejecución del presente trabajo:

El sistema de abastecimiento de agua potable seleccionado es un Mini Acueducto por Gravedad (MAG), aprovechando la topografía del terreno, con una longitud de línea de conducción 5632 m y una red de distribución 8169.80 m compuesta por tubería PVC, SDR-26, SDR 17 y H<sup>o</sup>G<sup>o</sup>, con diámetros de 3", 2" Y 1 1/2". El sistema estará compuesto por obra de captación, tanque de almacenamiento, pre filtro vertical, línea de conducción, red de distribución, y conexiones domiciliarias.

Se realizaron encuestas casa a casa de cada familia beneficiada del proyecto, donde cada persona accedió a dar la información requerida. Posteriormente se recopiló toda información y se analizó de forma gráfica, haciendo uso de los gráficos de Excel.

El levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, fue facilitado por la alcaldía municipal de San Juan del Rio Coco, para determinar las distancias y elevaciones de la superficie del terreno por donde se conducirá la tubería.

Se realizó un estudio hidrológico de la fuente, que es una quebrada, en el cual se realizaron aforos en épocas de verano, para determinar la capacidad de agua que fluye, para satisfacer los requerimientos de la población proyecta y así mismo determinar la calidad de la misma, a través de análisis de laboratorio para realizar su respectivo tratamiento de desinfección.

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).

Para el diseño del saneamiento para la comunidad también se usaron las normas rurales NTON.

El costo total de inversión, es de C\$ 11,389,379.67.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por regalarme sabiduría, darme la capacidad de realizar y terminar nuestro trabajo monográfico ya que, si no es por él, no hubiese logrado concluir mis estudios.

Expreso mi gratitud a aquellas personas que contribuyeron y apoyaron a la realización de esta tesis. por sus sugerencias, paciencia y dedicación en todo el proceso que implicó el desarrollo de esta.

Agradezco a nuestro tutor, el **Ing. José Ángel Baltodano**, por sus valiosos consejos, paciencia y el apoyo brindado en el diseño, ejecución y elaboración de esta tesis.

**Diana Marcela Montiel Ponce**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios sus bendiciones, por guiarme a lo largo de mi existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Róger Antonio Calderón Zelaya y Ana Eveling Merlo Cerros, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Gracias a Mi tío José Ramón Merlo porque siempre estuvo pendiente en el avance de mis estudios.

Gracias a Ramon Calderón por haberme brindado su apoyo y conocimientos en la realización de esta tesis.

Gracias a Norman Lorente por haberme brindado su apoyo hasta lograr terminar mi tesis.

**Róger Antonio Calderón Merlo**

## **AGRADECIMIENTO**

### **A mis padres:**

Que gracias a sus consejos y palabras de aliento me han ayudado a crecer como persona y luchar por lo que quiero, gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar una gran meta. Los quiero mucho

### **A mis hermanos:**

Gracias siempre por su apoyo, cariño y estar siempre en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es de ustedes

### **A mi asesor:**

Por el tiempo dedicación y paciencia en la elaboración de este documento ha sido un camino largo, nada sencillo, pero agradecemos a cada una de las personas que intervinieron en este proceso y nos brindaron su apoyo. Gracias a ustedes y a nuestro esfuerzo hemos logrado culminar esta meta con éxito.

**Kevin Fernando Martínez Acuña**



## **DEDICATORIA**

Dedico especialmente esta tesis a Dios sobre todas las cosas por haberme dado fortaleza, constancia, perseverancia y optimismo en culminar esta mi primera fase de preparación profesional.

Llena de alegría, de amor y esperanza, también dedicó este trabajo monográfico a cada uno de mis seres queridos, quienes han sido mis pilares para seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a ellos que con mucho esfuerzo, esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres especialmente, Marlene Ponce y Ramón Montiel y mi Hija María Luciana, porque ellos son la motivación de mi vida, mi orgullo de ser lo que seré.

A mis hermanos y sin dejar atrás a toda mi familia y personas especiales en mi vida, por confiar en mi y estar pendiente de todos mis logros.

**Diana Marcela Montiel Ponce**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

**Róger Antonio Calderón Merlo**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo primeramente a Dios por darme salud y sabiduría para lograr culminar este trabajo con éxito.

A mis padres por ser siempre mi soporte, por brindarme siempre su apoyo, por creer en mí y motivarme para no rendirme nunca.

A mis maestros por guiarme y corregirme de la mejor manera, por ayudarnos a concluir este trabajo ser siempre mi ejemplo a seguir.

**Kevin Fernando Martínez Acuña**

## Tabla de contenido

1. Generalidades.....	1
1.1.Introducción.....	1
1.2.Antecedentes .....	2
1.3.Justificación.....	4
1.4Objetivos .....	5
1.4.1.Objetivo general: .....	5
1.4.2.Objetivos específicos:.....	5
2. Descripción del sitio .....	7
2.1.Información general del área de estudio .....	7
2.1.1.Datos generales de municipio .....	7
2.1.2.Contexto local.....	7
2.1.2.1.Macro localización .....	7
2.1.2.2.Micro localización .....	7
2.1.3.Demografía.....	7
2.1.3.1.Población y su distribución en su municipio .....	7
2.1.4.Aspectos socioeconómicos .....	8
2.1.5.Aspectos de servicios básicos.....	9
2.1.6.Educación.....	9
2.1.7.Salud.....	10
2.1.8.Estado del sistema de agua, saneamiento e higiene .....	10
2.1.8.1.Instalaciones de agua potable existentes.....	10
2.1.8.2.Saneamiento .....	11
3. Marco teórico .....	13
3.1.Generalidades del sistema.....	13

3.1.1	Generalidades de los componentes del sistema .....	13
3.1.1.1	Fuente de Abastecimiento .....	13
3.1.1.1.1	Tipos de fuentes .....	13
3.1.1.1.1.1	Manantiales... ..	13
3.1.1.1.1.2	Aguas subterráneas .....	13
3.1.1.1.1.3	Galería de infiltración .....	14
3.1.1.1.1.4	Ríos.....	15
3.1.1.1.1.5	Lagos y embalses.....	15
3.1.1.1.1.6	Pozos.....	16
3.1.1.1.2	Consumo... ..	16
3.1.1.1.2.1	Consumo promedio Diario (CPD) .....	17
3.1.1.1.2.2	Consumo máximo Día (CMD) .....	17
3.1.1.1.2.3	Consumo máximo Hora (CMH) .....	17
3.1.1.1.2.4	Pérdidas en el sistema .....	17
3.1.1.2	Obra de captación .....	17
3.1.1.3	Línea de conducción .....	18
3.1.1.3.1	Línea de conducción por gravedad. ....	18
3.1.1.4	Almacenamiento.....	19
3.1.1.4.1	Capacidad de Almacenamiento.....	19
3.1.1.4.2	Localización.....	19
3.1.1.4.3	Tanques.....	19
3.1.1.4.3.1	Tanque sobre el suelo. ....	19
3.1.1.5	Red de distribución.....	19
3.1.1.5.1	Tipos de redes.....	20
3.1.1.6	Conexiones domiciliarias.....	20
3.1.1.7	Accesorios.....	21
3.1.1.7.1	Accesorios y dispositivos especiales.....	21

3.1.1.7.2.Válvulas.....	21
3.1.1.7.3.Válvula de limpieza.....	21
3.1.1.7.4.tee.....	21
3.1.1.7.5.Reducciones.....	22
3.1.2.6.Tratamiento del agua.....	22
3.1.2.6.1.Cloración.....	22
3.1.2.6.2.Calidad del agua .....	22
3.1.2.7.Letrina Sanitaria .....	23
4. Criterio de diseño .....	25
4.1.Proyección de la población.....	25
4.1.1.Cálculo de la población .....	25
4.1.2.1.Población a servir .....	26
4.1.3.Proyección de consumo .....	26
4.1.3.1.Dotación.....	26
4.1.3.2.Niveles de servicio .....	26
4.1.3.2.1.Conexiones domésticas .....	26
4.1.4.Descripción del sistema propuesto (Mini acueducto por gravedad con conexiones domiciliars) .....	27
4.1.4.1.Parámetros de diseños.....	27
4.1.4.1.1.Periodos de diseño:.....	27
4.1.4.1.2.Variaciones de consumo .....	27
4.1.4.1.3.Presiones máximas y mínimas.....	27
4.1.4.1.4.Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams .....	28
4.1.4.1.5.Velocidades permisibles en tuberías.....	28
4.1.4.1.6.Cobertura de tuberías.....	28

4.1.4.1.7.Pérdidas de agua en el sistema .....	28
4.1.4.2.Obra de captación .....	29
4.1.4.2.1.Modos de Funcionamiento .....	30
4.1.4.2.2.Material Filtrante.....	30
4.1.4.2.3.Tubería Perforada (Drenes) .....	31
4.1.4.2.4.Criterios de Diseños .....	31
4.1.4.2.5.Área de Pre filtración:.....	32
4.1.4.3.Línea de conducción por gravedad .....	33
4.1.4.3.1.Golpe de ariete .....	34
4.1.4.4.Red de distribución.....	35
4.1.4.5.Hidráulica del acueducto .....	36
4.1.4.5.1.Selección de la Clase de Tubería a Emplear. ....	36
4.1.4.5.2.Diámetros.....	37
4.1.4.6.Tanque de almacenamiento .....	37
4.1.4.6.1.Capacidad .....	37
4.1.4.6.2.Volumen de reserva .....	38
4.1.4.6.3.Diseño de tanque sobre el suelo .....	38
4.1.4.7.Tratamiento .....	38
4.1.4.7.1.Cloración.....	38
4.1.4.7.2.Volumen dosificador .....	38
4.1.4.8.Diseño de saneamiento.....	40
4.1.4.8.1.Soluciones básicas de saneamiento .....	40
5. Diseño metodológico.....	49
5.1.Fase exploratoria.....	49

5.1.1. Recopilación de datos .....	49
5.1.2. Evaluación Socioeconómica.....	49
5.1.3. Información topográfica .....	49
5.1.4. Análisis y calculo hidráulico del sistema.....	50
5.1.4.1. Seleccionar la dotación de agua .....	50
5.1.4.2. Demanda actual y futura del sistema .....	50
5.1.4.3. Aforo y análisis de calidad de agua de la fuente .....	51
5.1.5. Dimensionamiento del depósito de captación .....	51
5.1.6. Dimensionamiento de la línea de conducción .....	51
5.1.6.1. Diámetro.....	52
5.1.6.2. Pérdidas hidráulicas .....	52
5.1.7. Dimensionamiento del Tanque de almacenamiento.....	52
5.1.8. Diseño de la red de distribución. ....	52
5.1.8.1. Tipo de red .....	52
5.1.8.2. Demandas nodales .....	53
5.1.9. Introducción y Procesamiento de Datos. ....	53
5.1.10. Saneamiento e higiene.....	54
5.1.11. Estimación de costos o presupuesto de la obra.....	54
6. Análisis y presentación de resultado.....	56
6.1. Conceptualización del proyecto.....	56
6.1.1. Proyección de población. ....	56
6.1.1.1. Cálculo de la tasa de crecimiento.....	56
6.1.1.2. Cálculo de la población .....	57
6.1.1.3. Proyección de consumo .....	58



6.1.2.Caudales de diseño.....	59
6.1.3.Población servida .....	59
6.1.4.Fuente de abastecimiento y captación .....	61
6.1.4.1.Características de la fuente.....	61
6.1.4.2.Determinación de la capacidad de la fuente.....	61
6.1.5.Análisis de calidad de agua .....	62
6.1.6.Obra de captación .....	63
6.1.7.Línea de conducción .....	64
6.1.7.1.Análisis hidráulico de la línea de conducción .....	64
6.1.7.2.Propuesta .....	64
6.1.7.2.1.Sin pilas ropa rompe presión .....	64
6.1.7.2.2.Con pilas rompe presión.....	67
6.1.8.Tanque de almacenamiento .....	69
6.1.9.Sistema de desinfección para el sistema.....	69
6.1.10.Red de distribución.....	69
6.1.10.1.Presiones máximas y mínimas.....	71
6.1.10.2.Análisis con Consumo Máximo Hora en la red .....	71
6.1.11.Saneamiento .....	73
6.1.11.1.Demanda de saneamiento e higiene .....	73
6.1.11.2.Nivel de servicio .....	76
6.1.12.Costos del proyecto.....	77
Conclusiones y recomendaciones.....	78
Conclusiones.....	78
Recomendaciones.....	79

Bibliografía .....	80
1. CAPRE. (1994). Norma Regional de Calidad de agua para consumo Humano. Costa Rica.....	80
Anexos .....	81
Anexos I: Imagen 1: Plano de macro localización del sitio de proyecto .....	81
Anexo II: Imagen 2: Micro localización del Proyecto .....	81
Anexo III. Encuesta socioeconómica.....	82
Anexo IV. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de la fuente .....	86
Anexo V. Imagen N°3: Captura de pantalla del informe “San Juan del Rio Coco en cifras” elaborado por el INIDE en el año 2005, con ocasión del censo de población y vivienda de ese año.....	87
Anexo VI Imagen N° 4: Localización de la Fuente en la Propiedad de Natividad Guerrero.....	87
Anexo VII. Diseño de obra de captación .....	88
Anexo VII Sistema de desinfección .....	92
Anexo IX. Resultados del Análisis con EPANET.....	93
Anexo X Calculo golpe de ariete .....	100
Anexo XI Fotos de la fuente y sitio de ubicación de la obra de toma .....	104
Anexo XII Presupuesto del Proyecto.....	105
Anexo XIII Especificaciones técnicas .....	110
Anexo XIV Planos constructivos.....	142

# **CAPITULO I**

## **1. Generalidades**

### **1.1. Introducción**

Para lograr el equilibrio hidrológico que asegure un abasto suficiente de agua potable a la población, esto se alcanza armonizando la disponibilidad natural con las extracciones del recurso mediante el uso eficiente del agua.

Nicaragua, un país rico en recursos naturales. La población obtiene el agua que consume de fuentes tales como ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo. Estos acuíferos se recargan de forma natural en épocas de lluvias.

Sin embargo, la época de lluvia tiene una duración promedio de 4 meses lo que propicia una escasa captación. Aunado a esto, del total de agua captada por lluvias, aproximadamente el 60% se evapora.

La desproporción que existe entre la cantidad de agua que se capta, el escurrimiento y las extensiones territoriales que comprenden, sumando a la corta temporada de lluvias hace que la disponibilidad del agua sea cada vez menor.

Bajo este panorama Nicaragua enfrenta actualmente graves problemas de suministro y calidad de agua. Parte de esta problemática, se resuelve con la construcción de infraestructura hidráulicas, que permiten satisfacer eficientemente a los diferentes sectores de la población, contribuyendo al desarrollo socioeconómico y sanitario del mismo.

Los habitantes de la comunidad La Bálsamo Abajo no cuenta con el servicio de agua potable, la población se abastece de aguas crudas de pozos o quebradas sin ningún tratamiento para su consumo, las mujeres, niños y adolescentes tienen que recorrer grandes distancias para obtener el agua, invirtiendo tiempos y esfuerzos.

## 1.2. Antecedentes

El Municipio de San Juan del Río Coco antes de ser elevado a municipio perteneció al municipio de Telpaneca, por lo que algunas personas lo llamaban San Juan de Telpaneca. El origen de la población de este municipio trata desde mediados del siglo XIX, en los planteles y campamentos minerales de San Juan y de los trabajadores de la mina Babilonia. Sin embargo, el verdadero incremento de la población es de los años 1928 y 1929 con motivo de la conocida "Guerra de las Segovia", dirigida por el general Augusto C. Sandino.

La inserción de esta población desplazada de estos municipios de la zona seca, con tradición de sembrar granos básicos (maíz, frijoles y sorgo), sustituyeron en algunos casos el cultivo del café para sembrar lo que estaban acostumbrado, la siembra de granos básicos, también despalaron grandes áreas de bosque viéndose afectado el ecosistema ya establecido.

La principal fuente hidrográfica está compuesta por el Río Coco, que recorre el territorio con dirección oeste al noroeste, que a la vez sirve de límite entre el municipio de San de Yalí y el municipio de SJRC, existiendo una abundante fuente hidrográfica compuesta por los ríos San Juan que nace en el cerro Los Candelarios, atraviesa de este a oeste el poblado de SJRC y confluye en el cerro El Chamastro y el Río Almorzadero, que nace en el cerro El Bálsamo pasando por el cerro La Podrida y confluye en el cerro Susukayán. Algunas quebradas en su recorrido forman algunos saltos, siendo el más relevante el Chorro de la Virgen. (UNAN, 2016)

En la comunidad no existe actualmente una cobertura de agua potable, los pobladores se abastecen de aguas crudas de pozos o quebradas que no son tratadas o potabilizadas para su consumo. Dentro de la comunidad no existe un sistema de agua destinado a satisfacer la demanda de la comunidad, por lo que la población se debe abastecer de fuentes alternas, como las quebradas que bordean la comunidad y otros logran acarrear el agua desde pequeños manantiales hasta sus viviendas por medio de mangueras o en recipientes destinados para este fin.

Aun no se han hecho estudios para sistemas de abastecimiento de agua en esta comunidad.

En cuanto al saneamiento, de las 198 viviendas, son 159 las que cuentan con letrina, de estas, solo 30 letrinas están en buen estado que representa solo el 16% del total de letrinas existentes.

### **1.3. Justificación**

La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

Este proyecto se origina de la necesidad que están viviendo los pobladores de la comunidad en estudio que no cuenta con el servicio de agua potable, se abastece de aguas crudas de pozos o quebradas sin ningún tratamiento para su consumo.

Por la falta del servicio de agua potable y deficiente sistema de saneamiento, con el fin de mejorar su calidad de vida; para este trabajo de investigación, se proyectará, una planificación en etapas para llegar al objetivo final, como es el diseño del sistema de acueducto por gravedad y saneamiento en la comunidad de Bálsamo Abajo.

En cada etapa de los procesos a desarrollar se definirán aspectos como, la proyección y análisis de demanda, análisis económico y social, análisis de alternativas para saneamiento e Higiene, entre otros.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general:**

- Diseñar un Sistema Mini acueducto por Gravedad (MAG) y Saneamiento para la Comunidad, Bálsamo Abajo, Municipio de San Juan del Rio Coco, Departamento de Madriz.

### **1.4.2. Objetivos específicos:**

- Realizar el estudio socioeconómico para conocer las características demográficas y demanda de servicios de agua potable de la población objetivo.
- Analizar la calidad de agua de la fuente a aprovechar que se utilizara para el sistema de agua potable.
- Diseñar las obras hidráulicas del sistema de abastecimiento de agua potable, tales como: Obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento y red de distribución, acometidas.
- Estimar costos aproximados de las obras propuestas.
- Diseñar el sistema de saneamiento en la comunidad Bálsamo abajo.



# **CAPITULO II**

## **2. Descripción del sitio**

### **2.1. Información general del área de estudio**

#### **2.1.1. Datos generales de municipio**

La comunidad de El Bálsamo Abajo pertenece al municipio de San Juan del Rio Coco, jurisdicción del departamento de Madriz, se encuentra ubicado a una distancia de 5 km de la cabecera departamental y a 248 Km de la capital (Managua). Entre las coordenadas X: 590,309.62W Y: 1,499,867.62N. Es de fácil acceso, no cuenta con servicios básicos de agua potable. La vía de acceso principal se corta o se hace intransitable en periodo de invierno.

#### **2.1.2. Contexto local**

##### **2.1.2.1. Macro localización**

Norte: Departamento Nueva Segovia.

Sur: Departamento Estelí y Chinandega.

Este: Departamento de Jinotega

Oeste: Republica de Honduras.

##### **2.1.2.2. Micro localización**

Los Límites del municipio de San Juan del Rio Coco son:

- Al norte: Municipio El Jícaro.
- Al sur: Municipio San Sebastián De Yalí.
- Al este: Municipio Quilalí
- Al oeste: Municipio de Telpaneca

#### **2.1.3. Demografía**

##### **2.1.3.1. Población y su distribución en su municipio**

La comunidad El Bálsamo abajo está constituida por 198 viviendas en las que habitan un total de 946 personas, de las cuales son 429 hombres y 417 son mujeres

Además de las viviendas existentes se contabiliza una escuela y un preescolar por lo que, para efectos prácticos en la proyección de consumo se utilizara caudal institucional del 7%.

A Continuación, se muestra la distribución de la población de la comunidad:

Total, de Mujeres: 417

Total, de Hombres: 429

Rango de Edades:

Total, de Niños (as): (0-15 años): 272

Total, de : (16-25): 242

Total, de (26-35): 289

Total, de (36- a más): 143

#### **2.1.4. Aspectos socioeconómicos**

Antes de mencionar los porcentajes según actividad económica a la que se dedican las familias, cabe mencionar que la mayoría de personas se dedican a 2 actividades de manera simultánea, siendo estas la agricultura y jornaleros y estos datos se encuentran reflejados en los porcentajes

La economía y empleo de los miembros de las familias está mayormente basada en la agricultura (62.6%), los principales rubros de producción de las familias son, los frijoles, el maíz y Café. Generalmente la producción agrícola es para el consumo familiar y el intercambio local, considerándose como un aspecto limitante para el desarrollo económico productivo de las comunidades, los altos costos del transporte de sus productos hacia otros mercados.

Un 51.7% de la población son jornaleros, un 19.6% se dedica a la categoría otros dentro de la cual se encuentran domésticas, maestros, policía, guarda de seguridad, electricista, ayudante de ruta y comerciantes. Un 1.3% manifestó que se dedican a la ganadería.

El ingreso mensual de las familias mayoritariamente se coloca entre los 1001 a 3000 córdobas.

### 2.1.5. Aspectos de servicios básicos

En la zona existe energía eléctrica, aunque este servicio no está presente en algunos sectores de la comunidad, de modo que el 47.4% de la población no cuenta con servicio de energía eléctrica.

En cuanto al uso de recursos hídricos, el 79.1% de la población se abastece de pozos excavados sin tratamiento previo, el 16.1% se abastece de quebradas y el 4.8% de ojos de agua.

El 98.26% de la población apoyaría el proyecto en cualquier actividad necesaria para su ejecución y/o mantenimiento, mostrándose anuentes en ayudar en cualquier labor para obtener el servicio de agua potable.

### 2.1.6. Educación

En la comunidad existe una escuela primaria llamada: “Emmanuel Mongalo y Rubio” y un preescolar anexo que lleva el mismo nombre, se cuenta con una matrícula de 217 niños y niñas y los maestros que laboran son 13, ya que se atiende en el turno matutino y vespertino, para continuar sus estudios de secundaria y profesionales las personas deben salir fuera de la comunidad. El turno de mayor asistencia es el matutino con 135 estudiantes. El mayor porcentaje de educación en la comunidad radica en primaria con un 49.7%

Tabla 1. Porcentajes de educación

Escolaridad	Población	porcentaje
iletrado	93	9.83%
primaria	436	46.08%
secundaria	234	24.74%
universitario	45	4.8%
ninguno	138 (se incluyen los datos de niños que aún no están en edad escolar)	14.6%

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.7. Salud

La comunidad no cuenta con puesto de salud, para ser atendidos deben ir hasta la comunidad Bálsamo centro, que queda de 4 a 6 km de distancia. Las enfermedades más comunes están referidas a diarrea (28.5%). Tos (32.37%), malaria (3.38%), resfriado (28.74%), dengue (0.5%), parasitosis (0.5%) infección renal (1.2%), infecciones dérmicas (0.7%) otras como epilepsia crónica (0.5%).

### 2.1.8. Estado del sistema de agua, saneamiento e higiene

En la comunidad no existe actualmente una cobertura de agua potable, los pobladores se abastecen de aguas crudas de pozos o quebradas que no son tratadas o potabilizadas para su consumo.

#### 2.1.8.1. Instalaciones de agua potable existentes

Tabla 2. Estado de instalaciones de agua potable existentes

Fuente:

<b>Instalación Existente</b>	<b>Estado (B, R, M)</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Tanque de almacenamiento</b>	<b>M</b>	<b>Nunca se uso</b>
<b>Tubería de conducción</b>	<b>M</b>	<b>No sirve</b>
<b>Dique toma</b>	<b>M</b>	<b>Deteriorado</b>
<b>Puesto público</b>	<b>M</b>	<b>Obsoleto</b>
<b>Pozo excavado</b>	<b>M</b>	<b>Mal olor, sabor y color, turbiedad alta</b>

Elaboración propia

El agua en la comunidad la usan para beber, preparar sus alimentos, lavar su ropa y bañarse. Algunos la usan para la fabricación de materiales de construcción (ladrillos, tejas, etc.). De igual forma, se utiliza en los beneficios húmedos para lavar café durante la temporada de cosecha (4 meses)

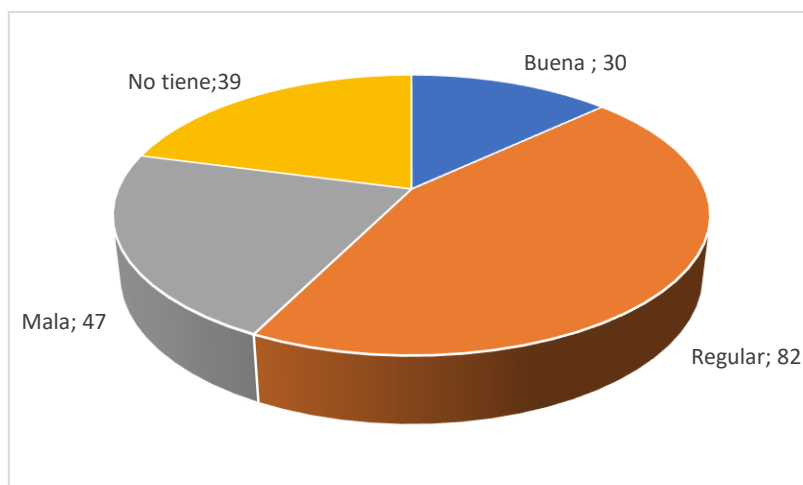
La población almacena agua, que trae de la quebrada o de los pozos, en bidones o botellas para su consumo; no practica ningún tipo de tratamiento como cloración para desinfectar.

### 2.1.8.2. Saneamiento

El acceso a los servicios de saneamiento se refiere a la cantidad de personas con acceso al menos a una letrina utilizada por los beneficiarios, el estado de la misma y el uso que se le da.

En cuanto al saneamiento, de las 198 viviendas, son 159 las que cuentan con letrina, de estas, solo 30 letrinas están en buen estado que representa solo el 16% del total de letrinas existentes.

Gráfico 1. Estado de las letrinas



Fuente: Elaboración propia

# CAPITULO III

### **3. Marco teórico**

#### **3.1. Generalidades del sistema**

Los sistemas para abastecimiento de agua potable constan de diversas estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un reservorio de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

##### **3.1.1 Generalidades de los componentes del sistema**

###### **3.1.1.1. Fuente de Abastecimiento**

“La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales”. (INAA, 2019)

- 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.

###### **3.1.1.1.1. Tipos de fuentes**

###### **3.1.1.1.1.1. Manantiales**

Un manantial es un punto localizado en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea que aparece en la superficie en forma de corriente. El rendimiento de los manantiales es variable y en muchos casos el agua está sujeta a contaminación. Los manantiales termales, generalmente, no pueden utilizarse por presentar un alto contenido de minerales. (INAA, 1999)

###### **3.1.1.1.1.2. Aguas subterráneas**

Información necesaria: Para el abastecimiento por aguas subterráneas se debe obtener la siguiente información

- Geológica: Información geológica y estratigráfica. Características físicas de los acuíferos (magnitud, espesor, límites, etc.). Propiedades físicas de los acuíferos



(permeabilidad, rendimiento específico, permeabilidad de los acuíferos adjuntos, coeficiente de almacenamiento, etc.).

- Hidrológico: Nivel piezométrico para el cual es necesario conocer la profundidad y los cambios de altura de las capas freáticas.

- Precipitación anual, escorrentía y posibles recargas al sub-suelo, pérdidas por evaporación, transpiración y descargas de aguas subterráneas.

- Calidad del agua: Características minerales del agua de cada acuífero.

Investigaciones preliminares:

Antes de hacer la investigación subterránea, se hará una exploración de la zona, como se indica a continuación:

- Investigación geológica: para evaluar la fuente se puede utilizar la información geológica disponible conjuntamente con la información geológica que se obtiene en el reconocimiento de campo. Tales informaciones serán interpretadas por un experto en el campo de la hidrogeología. Se hará una investigación completa de los pozos que existan en la zona.

- Investigación de fotografías aéreas: Se usarán las fotografías aéreas disponibles y planos geológicos para hacer un avalúo tentativo, a fin de determinar las condiciones de los acuíferos utilizables. Los planos de suelos y fuentes superficiales que hayan sido preparados basándose en las fotografías aéreas, pueden ser utilizados para localizar los acuíferos poco profundos.

- Investigación geofísica: Cuando las investigaciones mencionadas en los párrafos arriba sean insuficientes, se utilizará la exploración geofísica.

- Método de refracción sísmica: Este método no es adaptable a zonas pequeñas debido a la interferencia de vibraciones.

#### **3.1.1.1.1.3. Galería de infiltración**

Una galería de infiltración es un conducto horizontal y permeable construido para interceptar y recolectar agua subterránea que fluye por gravedad (acuífero libre). Para que tenga éxito una galería, debe localizarse en un acuífero permeable que

tenga el nivel freático alto y estar alimentado por una fuente adecuada y cercana, cuya calidad en el aspecto químico la haga utilizable.

Generalmente las galerías de infiltración están ubicadas paralelamente a los lechos de los ríos, con el objeto de asegurar un abastecimiento permanente de agua.

#### **3.1.1.1.1.4. Ríos**

- En ríos, las obras de toma deberán llenar las condiciones siguientes:  
La bocatoma se localizará en un tramo de la corriente que esté a salvo tanto de erosión como de cualquier descarga de aguas residuales, para aislarla lo más posible de las fuentes de contaminación.
- La toma de agua se situará a un nivel inferior al de las aguas mínimas de la corriente. La velocidad del agua a través de la rejilla deberá ser de 0.10 a 0.15 m/s, para evitar, hasta donde sea posible el arrastre de materiales flotantes.
- La estructura inmediata a la transición se proyectará para que la velocidad sea en esta parte de la obra de 0.60 m/s o mayor, a fin de evitar azolves. El límite máximo de velocidad permisible estará fijado por las características del agua y el material del conducto.
- Si se hace necesaria la construcción de una gran presa de derivación se deberán tomar en cuenta en el diseño, todo lo referente a información geológica, geotécnica, hidrológica y el cálculo estructural.
- Se podrán diseñar estructuras de tomas por flotación cuando los niveles del río sean muy variables.

#### **3.1.1.1.1.5. Lagos y embalses**

En los lagos y embalses deben tomarse las siguientes consideraciones:

- Ubicar las tomas en puntos tales que la calidad del agua no se desmejore.
- Las tomas podrán ser torres dentro de los embalses o lagos con entradas de agua a diferentes niveles.
- Podrán ser obras flotantes si no están expuestas a corrientes.
- Podrán ser tubos sumergidos en el fondo del lago o embalse debidamente protegido. (INAA, 1999)

#### **3.1.1.1.1.6. Pozos**

##### **Pozo Excavado a Mano (PEM)**

Esta opción resulta ser una solución tecnológica bastante apropiada para el suministro de agua para el sector rural disperso. Para garantizar la durabilidad del sistema se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- Todo PEM deberá ser sometido a una prueba de rendimiento. El procedimiento para la realización de la prueba se presenta más adelante.
- Serán considerados solamente aquellos PEM, cuyo nivel estático se encuentre como mínimo 2 mts. por encima del fondo del pozo; esta medida deberá realizarse al final del periodo de seco de la zona

##### **Pozo Perforado (PP)**

Esta elección se considerará únicamente si las opciones PEM, MAG Y CM no se pueden aplicar. Corresponde a la utilización de un pozo perforado empleando una bomba manual, por lo cual se deberá cumplir con los siguientes criterios:

- El caudal máximo de explotación será obtenido mediante una prueba de bombeo, siguiendo las consideraciones en el inciso “a” del apartado 5.3.3 mini acueducto por bombeo eléctrico.
- El caudal máximo de explotación del pozo será igual o superior a 19 litros por minuto.

El servicio brindado por Pozo Excavado a Mano (PEM) o Pozo Perforado (PP), será equipado con bomba manual, preferiblemente del tipo “mecate”. Su ubicación será tal que quede equidistante de las viviendas y no mayor de 100 mts. de la más alejada.

#### **3.1.1.1.2. Consumo**

El consumo, se relaciona a la demanda de agua que requiera la población en un periodo de diseño determinado. Para esto es necesario determinar el consumo promedio diario ( $C_{PD}$ ), consumo Máximo Día ( $C_{MD}$ ), y el consumo Máximo Hora ( $C_{MH}$ ).

#### **3.1.1.1.2.1. Consumo promedio Diario (CPD)**

El consumo promedio diario,  $C_{PD}$ , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios en un período de un año.

#### **3.1.1.1.2.2. Consumo máximo Día (CMD)**

El consumo máximo diario,  $C_{MD}$ , corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año.

#### **3.1.1.1.2.3. Consumo máximo Hora (CMH)**

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

#### **3.1.1.1.2.4. Pérdidas en el sistema**

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

### **3.1.1.2. Obra de 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.

Según la calidad del agua la captación puede ser:

Directa: cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.

Indirecta: cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con el río.

### **3.1.1.3. Línea de conducción**

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

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo”. (INAA, 1998)

#### **3.1.1.3.1. Línea de conducción por gravedad.**

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

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 mts, incorporando en la línea tanquillas rompe presión donde sea necesario.

#### **3.1.1.4. Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua. (INAA, 1998)

##### **3.1.1.4.1. Capacidad de Almacenamiento**

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

- a) Volumen Compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva: El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

##### **3.1.1.4.2. Localización**

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

##### **3.1.1.4.3. Tanques**

###### **3.1.1.4.3.1. Tanque sobre el suelo.**

Se recomienda este tipo de tanque en los casos siguientes: Cuando la topografía del terreno lo permita y en comunidades rurales que dispongan localmente de materiales de construcción como piedra bolón o cantera.

##### **3.1.1.5. 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

domiciliares o puestos públicos; para su diseño deberá considerarse los aspectos siguientes:

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

b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos.

c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

#### **3.1.1.5.1. Tipos de redes**

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

##### 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.

##### Tipos Mallados

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es el más conveniente y tratara siempre de lograrse mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

#### **3.1.1.6. Conexiones domiciliarias**

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

### **3.1.1.7. Accesorios**

Los accesorios son piezas especiales que se instalan en las tuberías con fines de limpieza, separación y seguridad en la misma, estos se colocan como elementos de unión entre los componentes de una conducción de agua, se utilizan para efectuar intersecciones de conductos, variación de diámetros, cambios de dirección, conexiones con válvulas, etc. Este grupo es constituido por juntas carretes, extremidades, tees, cruces, codos y reducciones, entre otros.

Este tipo de elementos se deben inspeccionar frecuentemente, para verificar si no tienen fugas, si trabajan correctamente y no se encuentran obstruidos por elementos extraños o deterioro.

#### **3.1.1.7.1. Accesorios y dispositivos especiales**

Estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, pilas rompe presión, válvulas de aire (ventosas) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.

#### **3.1.1.7.2. 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.

#### **3.1.1.7.3. Válvula de limpieza**

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos por lo cual resulta conveniente colocar dispositivos que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tuberías. En este caso se usará el diámetro inmediato inferior al de la línea principal.

#### **3.1.1.7.4. tee**

Las tee se utilizan para unir tres conductos, donde las tres uniones pueden ser del mismo diámetro, o dos de igual diámetro y uno menor. En el segundo caso se llama te de reducción



#### **3.1.1.7.5. Reducciones**

Las reducciones se emplean para unir dos tubos de diferente diámetro.

#### **3.1.2.6. Tratamiento del agua**

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 sub 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 potable es el cloro 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

##### **3.1.2.6.1. Cloración**

La cloración es el procedimiento de desinfección de aguas mediante el empleo de cloro o compuestos clorados. Se puede emplear gas cloro.

##### **3.1.2.6.2. Calidad del agua**

El agua es considerada el vital líquido, y la accesibilidad de esta es considerado un derecho; el termino calidad, va en dependencia del uso al que estará destinado el servicio, es decir, para consumo humano, únicamente doméstico u agrícola; en base a eso, todo recurso hídrico debe cumplir con las normas técnicas regidas por un ente nacional que regula los proyectos de esta naturaleza.

La calidad del recurso hídrico depende de ciertos parámetros, que definen tanto el estado fisicoquímico como biológico del recurso; los cuales, se subdividen en otra serie de aspectos a evaluar. Cabe destacar, que algunos de los mencionados tienden a ser percibidos a simple vista y otros únicamente mediante una serie de análisis desarrollados en pruebas de laboratorios; los cuales se hacen con muestras representativas del agua cruda. Para proteger la calidad del agua, el proyectista debe prever las condiciones presentes o futuras, para la prevención de las fuentes de agua evitando cualquier tipo de contaminantes, para lo cual deberá presentar las respectivas recomendaciones, en base a las disposiciones legales existente emitidas por las instituciones encargadas de la vigilancia, control y preservación del medio ambiente tales como INAA, MARENA, INETER entre otros. (CAPRE, 1994)

#### **3.1.2.7. Letrina Sanitaria**

Es una pequeña estructura, la cual se utiliza para hacer las necesidades fisiológicas de evacuación de excretas, ella está compuesta por una caseta, una plataforma con su asiento, la que está colocada sobre una fosa, donde se van depositando las heces fecales, para evitar la contaminación del medio ambiente.

# **CAPITULO IV**

## **4. Criterio de diseño**

### **4.1. Proyección de la población**

La población a servir es el parámetro básico, para dimensionar los elementos que constituyen el sistema. La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de población.

La información de datos poblacionales se puede obtener de las siguientes fuentes de información tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963, 1995 y 2005 del INIDE. Se deberá determinar la población y la densidad poblacional para el periodo de diseño adoptado.

La determinación de la población final para el periodo de diseño adoptado se realizará a partir de proyecciones, utilizando la tasa de crecimiento poblacional de la zona rural del departamento de Madriz, establecida por el organismo oficial que regula estos indicadores.

#### **4.1.1. Cálculo de la población**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

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

Dónde:

P<sub>n</sub>: Población del año “n”

P<sub>o</sub>: Población al inicio del período 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.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios o promotores sociales, previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso

particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados.

#### **4.1.2.1. Población a servir**

En los mini acueductos por gravedad y captaciones de quebradas 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.

#### **4.1.3. Proyección de consumo**

##### **4.1.3.1. 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.

Para sistemas de abastecimiento de agua potable por medio de conexiones domiciliarias de patio, y de acuerdo con las normas técnicas de abastecimiento de agua para zonas rurales se asignará un caudal de 50 a 60 lppd.

##### **4.1.3.2. Niveles de servicio**

###### **4.1.3.2.1. Conexiones domésticas**

Las condiciones sociales y técnicas son las siguientes:

- Condiciones Sociales

Deberá realizarse un estudio cuidadoso para considerar las posibilidades económicas de la comunidad para construir un sistema con toma domiciliarias. El nivel de servicio adoptado es de conexión domiciliar para todas las viviendas.

#### **4.1.4. Descripción del sistema propuesto (Mini acueducto por gravedad con conexiones domiciliarias)**

Para el diseño de este sistema de abastecimiento de agua potable, se tomó como base a las Normas Técnicas de INAA NTON 09001-99 (Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable en el medio rural) y NTON-09002-99 (Saneamiento Básico Rural).

A continuación, se describen los parámetros de diseño utilizados:

##### **4.1.4.1. Parámetros de diseños**

###### **4.1.4.1.1. Periodos de diseño:**

La vida útil para los componentes del sistema de agua referentes a: Captación de quebradas, Sedimentador, Línea de conducción, Tanque de Almacenamiento, y Red de Distribución se proyectó para 20 años.

###### **4.1.4.1.2. Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirvieron de base para el dimensionamiento de la capacidad de los componentes del sistema, estos valores son los siguientes:

- Consumo Máximo Día (CMD): 1.5 CPD (consumo promedio diario) +perdidas, utilizado para Línea de Conducción por Gravedad.
- Consumo Máximo Hora (CMH): 2.5 CPD (consumo promedio diario) + perdidas, utilizado para Red de Distribución por Gravedad.

###### **4.1.4.1.3. Presiones máximas y mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma de INAA recomienda que las presiones se mantengan en los valores siguientes:

Presión Mínima: 5 m

Presión Máxima: 50 m.

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda en línea de

conducción mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando pilas rompe presión donde sea necesario.

#### 4.1.4.1.4. Coeficiente de rugosidad de Hazen Williams

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

$$h = 10,674 * [Q^{1,852} / (C^{1,852} * D^{4,871})] * L$$

Tabla 3. Coeficiente de Rugosidad

Material del Conducto	Coeficiente de Rugosidad (C)
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: (INAA, 1999)

#### 4.1.4.1.5. Velocidades permisibles en tuberías.

Las velocidades recomendadas del flujo en los conductos son para evitar erosión o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

Velocidad Mínima: 0.40 m/s

Velocidad Máxima: 2.00 m/s

#### 4.1.4.1.6. Cobertura de tuberías

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

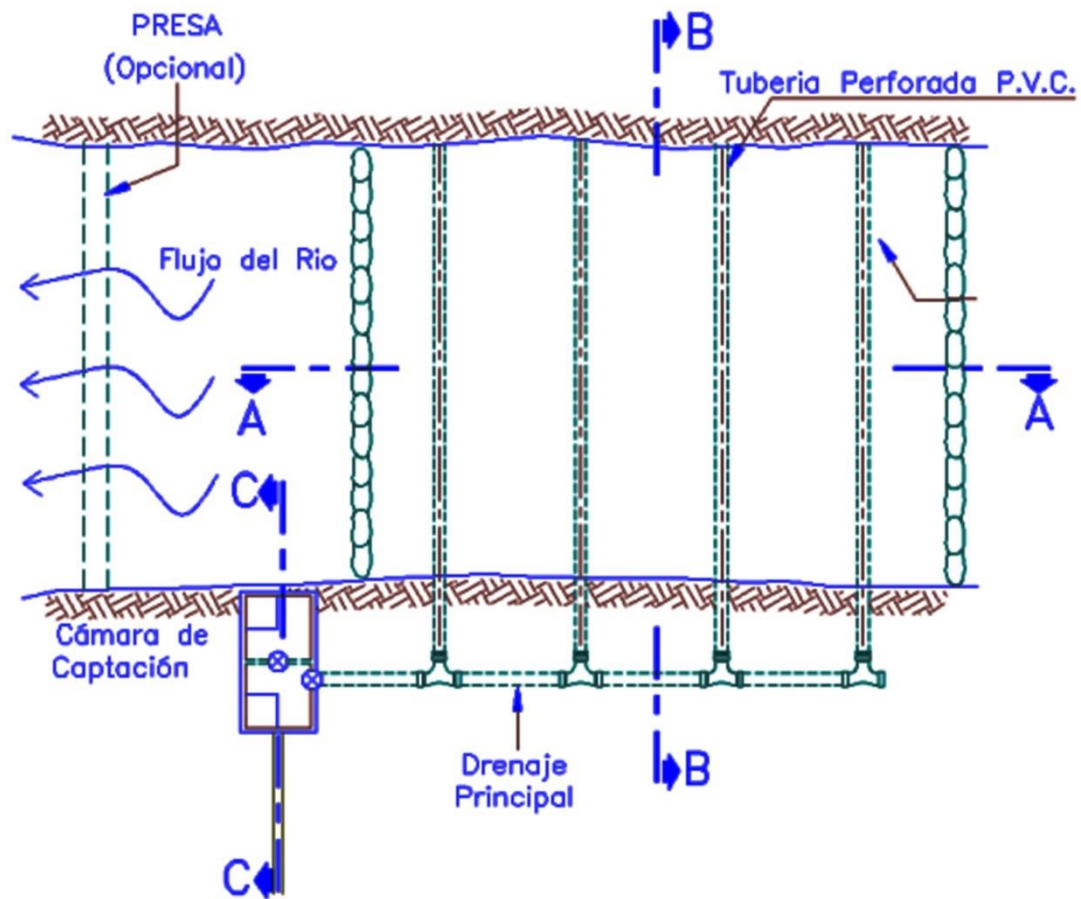
#### 4.1.4.1.7. Pérdidas de agua en el sistema

Para el diseño de este acueducto se consideró un 20% del consumo promedio diario.

#### 4.1.4.2. Obra de captación

La captación mediante lecho filtrante o pre filtro vertical, de igual manera que el pre filtro horizontal sirve como pre tratamiento al agua, mejorando su calidad antes de pasar a otras unidades de tratamiento del sistema. Está constituido por una o más tuberías perforadas o drenes introducidas transversalmente en el lecho del río y recubiertas con material filtrante clasificado. El agua se filtra a través de los diferentes estratos del lecho filtrante hasta el dren, para luego ser conducida mediante tuberías hasta la cámara de recolección lateral en el margen del río.

Figura N°1: Vista en Planta de Pre filtro Vertical



Fuente: NTON 09 03-99



#### **4.1.4.2.1. Modo de Funcionamiento**

El Pre filtro vertical trabaja mediante la entrada del flujo de agua cruda que ingresa en sentido vertical descendente a través de varias capas material granular de diferentes espesores que conforman el lecho filtrante hasta llegar la tubería perforada ubicada en el lecho del río. El agua captada en estas tuberías perforadas es concentrada en un dren principal que la trasporta a cámara de colección. También, al igual que los pre filtros horizontales en este tipo de estructuras se puede contar con una cámara de captación directa que es, donde el ingreso del agua hacia la cámara de colección es controlado mediante válvulas hidráulicas.

#### **4.1.4.2.2. Material Filtrante**

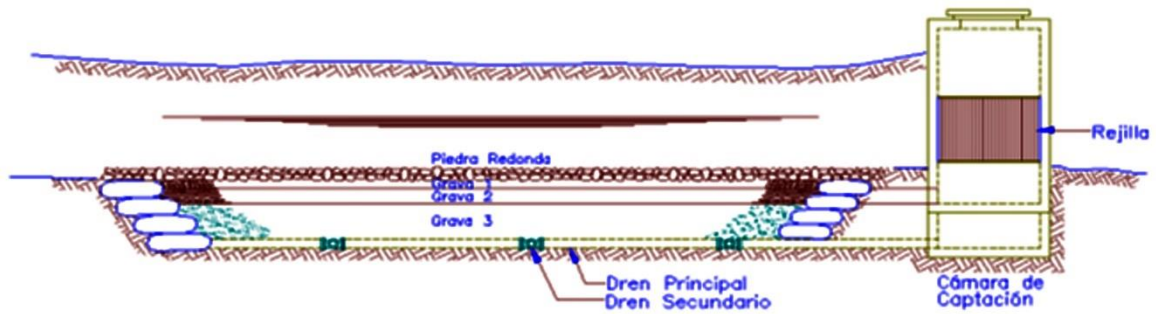
El material filtrante es la selección de material clasificado de diferente granulometría para la filtración del agua del curso natural. El diámetro del material filtrante seleccionado puede variar entre 6 a 40 mm y podrá ser colocado en capas de 0.10 a 0.50 m, variando la velocidad de filtración en dependencia del diámetro del material filtrante y los espesores de capas. De acuerdo al INAA para lograr una velocidad de filtración descendente de  $6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  ( $0.25 \text{ m/h}$ ), el pre filtro vertical estará conformado por grava de acuerdo a las características señaladas en la tabla

Tabla N 4° Especificaciones de Grava Pre filtro Vertical

<b>Lecho</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Diámetro (mm)</b>
1	0.1	15-25
2	0.20	10-15
3	0.50	5-10

Fuente: NTON 09 03-99

Figura N° 2: Vista Longitudinal de Pre filtro Vertical

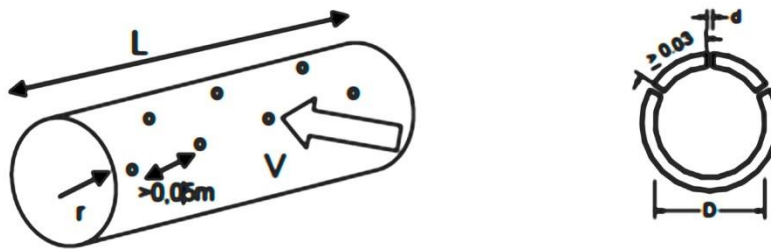


Fuente: NTON 09 03-99

#### 4.1.4.2.3. Tubería Perforada (Drenes)

El tipo, longitud y diámetro de los drenes depende de la calidad del agua y el caudal de diseño. Comúnmente se emplea tubería PVC que es muy estable ante cualquier tipo de agua.

Figura N° 3: Detalle de la Tubería perforada o dren



Fuente: Ministerio de Servicios y Obras Publicas de la República de Bolivia, 2005.

#### 4.1.4.2.4. Criterios de Diseños

En términos generales el uso de un pre filtro vertical se aplica cuando la calidad del agua superar 50 UTN y para su diseño se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- La turbiedad del agua cruda o sedimentada del afluente deberá ser inferior a 400 UTN.

- b) Se deben considerar como mínimo tres capas de material filtrante de diferentes espesores. La grava debe ser canto rodado y será decreciente entre la primera y la última capa que es la del fondo.
- c) Las tasas de filtración varían en dependencia del diámetro del material filtrante y el espesor de la capa de 2 a 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d. No obstante, para la clasificación de material filtrante proporcionada por el INAA, la velocidad de filtración es de 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d (0.25 m/h).
- d) Debe diseñarse un sistema hidráulico de lavado con tasas de filtración de 1 a 1.5 m/min.
- e) La velocidad en los orificios de las tuberías perforadas debe oscilar entre 0.1 0.15 m/s para evitar arrastre de partículas.

**4.1.4.2.5. Área de Pre filtración:**

El dimensionamiento del área requerida de pre filtración está en dependencia del caudal de diseño y la velocidad de filtración del lecho filtrante y se determina mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{3600 Q}{V_f}$$

Dónde:

A: Área de Pre filtración (m<sup>2</sup>)

Q: Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/s)

V<sub>f</sub>: Velocidad de Filtración (m/h)

Velocidad de Filtración:

La velocidad de filtración recomendada es de 2 a 24 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d. Para las especificaciones de grava de material filtrante recomendadas por la NTON 09 03-99 en la tabla 3.3, se establece una velocidad de filtración de 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/d equivalente a 0.25 m/h.

Longitud de Tubería Perforada (Drenes):

La longitud tubería perforada se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$L = \frac{2 \times Q}{Af \times V}$$

Donde:

L: Longitud total del drene en m

Q: Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/s

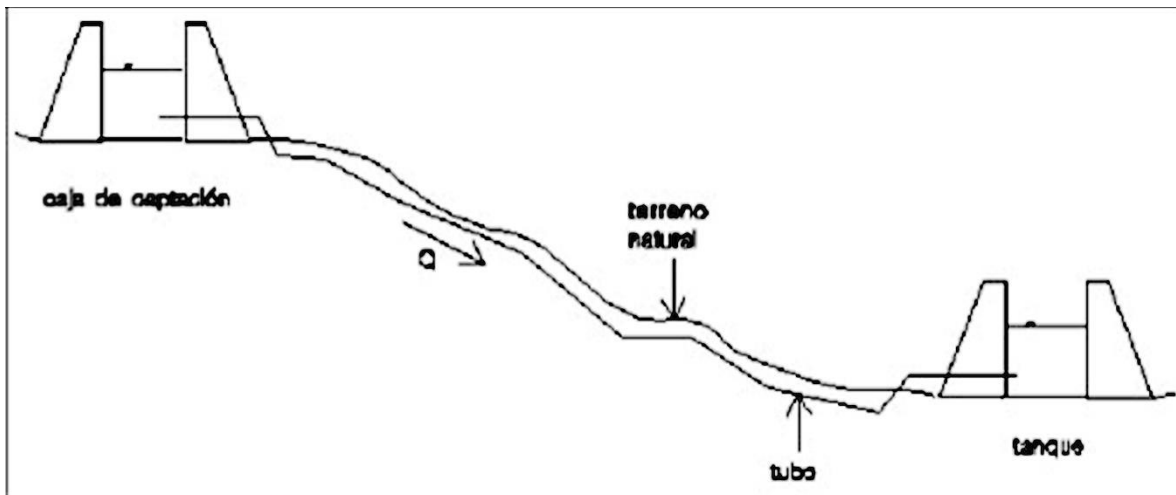
v: Velocidad del agua a través de los orificios en m/s

v = 0,10 m/s a 0,15 m/s para evitar arrastre de partículas.

Af: Área efectiva de los orificios o ranuras por metro lineal en m<sup>2</sup>/m para el diámetro adoptado (también denominada área específica – dependerá del fabricante o de la cantidad de ranuras u orificios que se hagan en las tuberías)

#### 4.1.4.3. Línea de conducción por gravedad

Figura N° 4. Línea de Conducción por Gravedad



Fuente: Elaboración propia

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

- a) Se diseñará para la condición del consumo de máximo día al final del período de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD= 1.5 CPD+ Q pérdidas).
- b) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- c) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70 m, incorporando en la línea pilas rompe presión donde sea necesario.

Sobre el trazo de la conducción, será necesario obtener un levantamiento topográfico en planimetría y altimetría, marcando las elevaciones del terreno natural en los puntos donde existen cambios importantes de la pendiente del terreno y en los puntos donde cambia el trazo horizontal de la conducción.

La línea de conducción debe estar diseñada para soportar la presión estática más la sobrepresión por golpe de ariete en el caso de cierre rápido de las válvulas.

#### **4.1.4.3.1. Golpe de ariete**

En este trabajo se realizarán las consideraciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones del golpe de ariete.

#### **Celeridad de la onda de presión del agua.**

Se trabajará con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de la onda de sobrepresión:

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

Dónde:

a: celeridad de la onda de presión (m/s) D = diámetro interno del tubo en (mm)

e: espesor de la tubería (mm)

K: coeficiente que tiene en cuenta el módulo de elasticidad del material del tubo

Para tubos plásticos o de PVC, K = 18

Para Cierre rápido (Tiempo de Cierre  $T_c > 2 L / C$ ) la sobrepresión (en mca) se calcula con la fórmula:

$$\Delta H = \frac{V * \alpha}{g}$$

Dónde:

V: Velocidad media del flujo en la tubería (m/s)

G: es la aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

#### 4.1.4.4. Red de distribución

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

- a) Se deberá diseñar para la condición del consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CHM=2.5CPD +$  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.
- d) Para el análisis de la red deben considerarse los casos de red abierta (Ramificada) y de malla cerrada. Para el primer caso el análisis puede efectuarse de dos maneras.

Aplicando la fórmula siguiente:

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

Dónde:

H: Pérdidas por fricción en metros

$Q_e$ : Caudal entrante en el tramo en (gpm)

$Q_f$ : Caudal de salida al final del tramo (gpm)

$S_e$ : Pérdidas en el tramo correspondientes  $Q_e$  en decimales  $S_f$ : Pérdidas en el tramo correspondientes  $Q_f$  en decimales L: Longitud del tramo en metros

#### 4.1.4.5. Hidráulica del acueducto

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permite dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, ya que, si son muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarán problemas de depósitos y sedimentación; pero si es reducido puede originar pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían causar erosión a las tuberías.

##### 4.1.4.5.1. Selección de la Clase de Tubería a Emplear.

Tabla 5. Clase de Tubería y Presiones de Trabajo para Tubería de PVC.

SDR	Presión de Trabajo			
	(kg/cm <sup>2</sup> )	(psi)	(m.c.a)	
11	28	400		280
13.5	22.4	320		224
17	17.5	250		175
26	11.2	160		112
32.5	8.8	125		88
41	7	100		70
50	5.6	80		56

Fuente: (INAA, 1999)

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

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

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

#### **4.1.4.5.2. Diámetros**

Para la determinación de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

En todo caso sea en toda la longitud de la línea de conducción o en tramos, la selección de diámetro más conveniente resultará para aquellas combinaciones que aproveche al máximo ese desnivel es decir haciendo:  $H_f = \Delta H$ .

#### **4.1.4.6. Tanque de almacenamiento**

##### **4.1.4.6.1. Capacidad**

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

Volumen Compensador

El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.



#### **4.1.4.6.2. Volumen de reserva**

El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario. De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.

#### **4.1.4.6.3. Diseño de tanque sobre el suelo**

Tanque sobre el suelo deber tener una altura máxima de 3.0 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto. En caso especial.

#### **4.1.4.7. Tratamiento**

En el caso de acueductos rurales se utiliza para desinfección el cloro en forma de hipocloritos, debido a su facilidad de manejo y aplicación. La aplicación al agua, de la solución de hipoclorito de calcio o de sodio se efectuará mediante el hipo clorador de carga constante o bien con una bomba dosificadora O un equipo de arrastre hidráulico

##### **4.1.4.7.1. Cloración**

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

##### **4.1.4.7.2. Volumen dosificador**

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

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

Donde:

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

B: Dotación de Cloro igual a 1.5 mg/l

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

C: Concentración de la solución (1 %)

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

$$V \text{ día} = \text{Volumén dosificador} \times \frac{1440 \text{ min}}{\text{día}} \times \frac{1 \text{ lt}}{1000 \text{ ml}}$$

Como en el mercado nicaragüense las soluciones de cloro se venden en presentaciones del 12% de concentración, es necesario calcular el volumen de solución al 12% necesaria para preparar una solución al 1% de concentración que es la que permite calcular la dosificación del aparato clorinador. Se emplea la siguiente fórmula:

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

Donde:

V<sub>12%</sub>: Volumen de la solución al 12% (ml)

V<sub>1%</sub>: Volumen de la solución al 1% (ml)

C<sub>12%</sub>: Concentración de la solución al 12%

C<sub>1%</sub>: Concentración de la solución al 1% Despejando V<sub>12%</sub> que el volumen requerido:

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

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

#### **4.1.4.8. Diseño de saneamiento**

Dentro de la selección de alternativas de saneamiento consideramos dos tipos de alternativas, cada una de las cuales tiene a su vez diferentes tipos de soluciones, para seleccionar la alternativa adecuada hemos hecho uso del Menú de soluciones básicas de saneamiento facilitado por FISE.

El Menú considera aspectos socio económicos de la comunidad y las familias; así como, condiciones y criterios técnicos hidrológicos, hidrogeológicos, geotécnicos y ambientales tales como:

- Disponibilidad de agua en cantidades suficientes y permanentes.
- Características geotécnicas de los suelos
- Permeabilidad y Tasa de infiltración de los suelos
- Profundidad del nivel freático, riesgo de contaminación de las fuentes de aguas y obras de agua potable.
- Aplicación de la Evaluación del emplazamiento, análisis ambiental del SISGA-FISE y otros instrumentos ambientales aplicables. (Vulnerabilidad del área del sub proyecto).

##### **4.1.4.8.1. Soluciones básicas de saneamiento**

Se consideran soluciones básicas de saneamiento en este menú, las destinadas a resolver las necesidades de tratamiento, disposición de excretas y lavado de manos en las comunidades rurales, encontrándose dentro de estas, las soluciones técnicas siguientes:

#### **A. Soluciones Secas**

Incluye los diferentes modelos de letrinas secas mejoradas, acompañadas en cualquiera de sus variantes, por un lavamanos, Comprende todos los tipos de letrinas existentes; Letrinas de foso estándar sencilla sin revestir (LFE-SR), letrinas de fosa estándar sencilla con revestimiento (LFE –CR), letrina semi elevada (LSE), Letrina Fosa Elevada (LE), Letrinas aboneras secas familiares (LASF) y Letrinas Aboneras Solares.

## B. Soluciones Húmedas

Consiste en un sistema con Inodoro de descarga hidráulica manual reducida, con una taza sanitaria de cerámica con sello hidráulico, con altura adecuada y anatómicamente confortable, un lavamanos, una red de recolección de aguas residuales (Grises y negras o solo negras), a través de una red de recolección de 4"  $\Phi$ , PVC sanitario que conduce las aguas servidas provenientes del inodoro, ducha, lavamanos, lavaderos hacia un pozo séptico revestido parcial o totalmente.

Para elegir la solución adecuada, vamos a hacer uso de la matriz de selección siguiente:

<b>SOLUCIONES SECAS</b>	<b>CONDICION DE CUMPLIMIENTO (SI/NO)</b>	<b>SOLUCIONES HUMEDAS</b>	<b>CONDICION DE CUMPLIMIENTO (SI/NO)</b>
Las viviendas o comunidad no cuentan con un suministro de agua suficiente y permanente	SI	Las viviendas cuentan o contarán con suministro de agua suficiente y permanente	SI
Los suelos investigados exhiben tasas de infiltración efectivas nulas o menores que 10 Lts/m <sup>2</sup> /día	SI	El nivel freático (NF) se encuentra a una profundidad mayor o igual que 9 m	SI
Las fuentes de agua (pozos excavados, perforados o corrientes de agua superficial) se encuentran a distancias mayores que 20 m del punto de localización final de la letrina	SI	Los suelos investigados exhiben tasas de infiltración efectivas iguales o mayores que 10 Lts/m <sup>2</sup> /día	NO
El terreno donde se construirá la letrina está libre de riesgo de inundaciones, derrumbes o anegamiento periódico	SI	Las fuentes de agua (pozos excavados, perforados o corrientes de agua superficial) se encuentran a distancias mayores que 20 m del punto de localización final del pozo séptico	SI

La vivienda cuenta con suficiente espacio para garantizar una separación mínima con relación a la vivienda de no menos de 5 m	SI	El terreno donde se construirá la letrina está libre de riesgo de inundaciones, derrumbes o anegamiento periódico	SI
Las soluciones de arrastre hidráulico no resultan viables técnica ni económicamente.	SI	Las familias beneficiadas aportan el ambiente necesario para la instalación de los aparatos sanitarios (inodoro + lavamanos) preferiblemente dentro de la vivienda	NO
		Las familias ya cuentan con lavaderos, duchas o están dispuestos a proporcionarlos.	NO

Tabla 6. Soluciones básicas de saneamiento

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla anterior vamos a elegir una solución de saneamiento de Letrinas secas mejoradas. Dentro de esta alternativa existen 6 opciones que son:

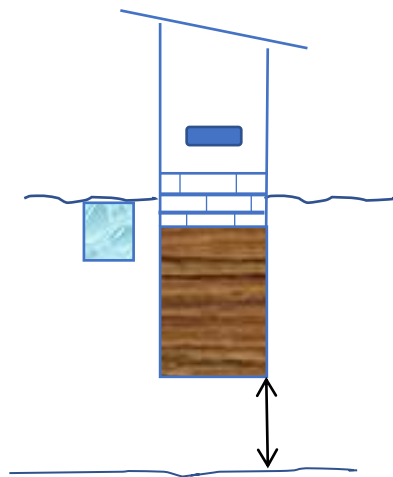
1. Letrina de Foso Estándar sencilla sin revestir (LFE-SR) + Lavamanos.
2. Letrina de Foso Estándar sencilla con revestimiento (LFE-CR) + Lavamanos.
3. Letrina de Foso Estándar Sencilla Semi elevada + Lavamanos.
4. Letrina de Foso Estándar Sencilla Elevada + Lavamanos.
5. Letrina abonera seca familiar + Lavamanos.
6. Letrina Abonera Solar + Lavamanos.

Las características de cada opción son las siguientes:

LS – 1 Letrina de Foso estándar sencilla sin revestir (LFE-SR) + Lavamanos

- Foso excavado a partir del nivel natural del terreno.
- Profundidad del nivel freático en época de lluvia mayor a 6 m
- Terrenos estables.
- Separación del fondo del foso con relación al nivel freático: 3 metros (mínimo).

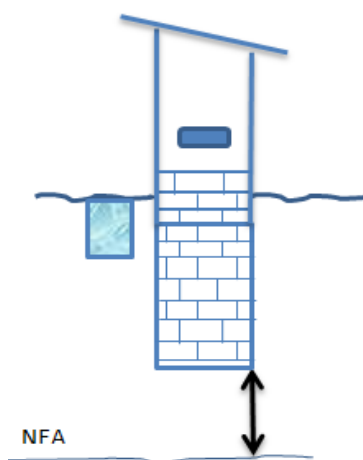
Figura N°2: Letrina de Foso Estándar Sencilla sin Revestir.



## LS -2 Letrina de Foso estándar sencilla lcon revestimiento + Lavamanos

- Foso excavado a partir del nivel natural del terreno.
- Profundidad del nivel freático en época de lluvia mayor a 6 m
- Terrenos inestables.
- Separación del fondo del foso con relación al nivel freático: 3 metros (mínimo).
- Revestimiento de mampostería

FiguraN°3: Letrina de Foso estándar sencilla lcon revestimiento

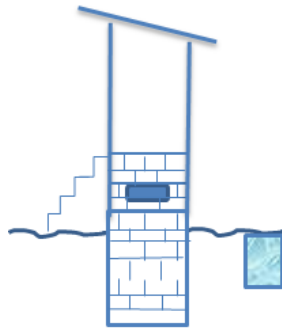


## LS -3 Letrina de Foso estándar sencilla semi elevada + Lavamanos

- Foso con 1 m excavado a partir del nivel natural del terreno y 1 m construido sobre el nivel de terreno natural.
- Revestimiento de mampostería
- Condiciones geotécnicas del suelo sean adversas, cuando el nivel freático en invierno es muy somero ( $NF \geq 1.00m$ ) o los resultados de las investigaciones de campo indican que los suelos en estado natural son extremadamente arcillosos, (son socuite) o muy inestables (arenosos o gravosos sueltos), rocosos o muy difíciles de excavar.



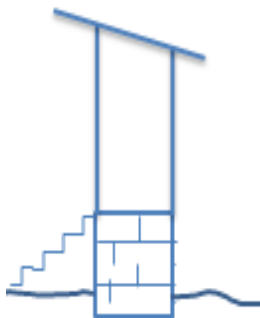
Figura N°4: Letrina de Foso estándar sencilla semi elevada



LS -4 Letrina de Foso estándar sencilla elevada + Lavamanos

- Las letrinas elevadas se construirán cuando el nivel freático en invierno es muy somero (0.00 a 0.50m) o los resultados de las Investigaciones de campo indican que los suelos en estado natural son extremadamente arcillosos, (son socuite) o muy inestables (arenosos o gravosos sueltos), rocosos o muy difíciles de excavar.

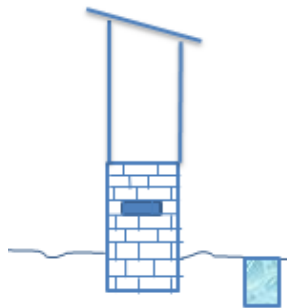
Figura N°5: Letrina de Foso estándar sencilla elevada



LS -5 Letrina Abonera Seca Familiar

- Se construirán cuando el nivel freático es muy somero (0.00 a 0.50m), los resultados de las Investigaciones de campo indican que los suelos en estado natural son extremadamente arcillosos, (son socuite) o muy inestables (arenosos o gravosos sueltos), rocosos o muy difíciles de excavar.

Figura N°6: Letrina Abonera Seca Familiar



#### LS -6 Letrina Abonera Solar

- Se construirán cuando el nivel freático es muy somero (0.00 a 0.50m), los resultados de las Investigaciones de campo indican que los suelos en estado natural son extremadamente arcillosos, (son socuite) o muy inestables (arenosos o gravosos sueltos), rocosos o muy difíciles de excavar.

Figura N°7: Letrina Abonera Solar



# CAPITULO V

## **5. Diseño metodológico**

### **5.1. Fase exploratoria**

Se realizaron visitas de campo al lugar para una debida inspección y localización.

#### **5.1.1. Recopilación de datos**

Se visitaron las instituciones locales correspondientes (tales como Alcaldía Municipal de San Juan del Río Coco, ENACAL, entre otros), para contar con la información necesaria sobre el sitio, documentación de la caracterización de la zona, etc.

#### **5.1.2. Evaluación Socioeconómica**

Se realizó varias visitas a la comunidad. La alcaldía en coordinación con el nuevo FISE realizó en el 2017 un censo poblacional al 100% de las viviendas en la comunidad a ser beneficiada, determinando la población por grupos de edad y sexo.

Se realizó encuesta socioeconómica, el formato de encuesta socioeconómica incluyó además de datos poblacionales correspondientes al censo los siguientes datos: escolaridad, población económicamente activa, clase de vivienda, servicios generales, etc. La Encuesta Socioeconómica se realizó al 100% de la población beneficiada.

Las actividades de censo y encuesta socioeconómica fueron previamente planificadas a partir de un esquema general de la comunidad en donde se localizaron la ubicación de las viviendas. Ver Anexo III.

#### **5.1.3. Información topográfica**

Por medio del departamento de Topografía de la Alcaldía de San Juan del Río coco, se obtuvo información topográfica (plano de calles y avenidas, curvas de nivel y planimetría y altimetría) de la comunidad Bálsamo Abajo información fue actualizada en el año 2017.

Por lo reciente del estudio topográfico no fue necesario realizar un levantamiento topográfico, además que se realizó un reconocimiento de la zona de estudio, constatándose la veracidad de la Información obtenida.

Toda la información topográfica generada en este estudio es suficiente para replantear las poligonales del proyecto durante la ejecución del mismo y se entregan de forma digitalizadas integralmente como fueron bajadas del equipo de levantamiento topográfico utilizado.

En el levantamiento topográfico planimétrico se determinó la ubicación de vías de acceso otros puntos de referencia importante o de interés público. En lo que se refiere a las viviendas, se registraron la ubicación de las mismas sin que ello signifique una delimitación exacta.

Para el levantamiento altimétrico en cada estación o PI se cuenta con la elevación, información fundamental para el dimensionamiento del sistema y garantizar que el agua llegue a cada vivienda a beneficiar.

#### **5.1.4. Análisis y calculo hidráulico del sistema**

El análisis hidráulico del sistema se realizó tomando en cuenta los resultados del estudio topográfico y de la demanda diaria y horaria de la comunidad. El cálculo hidráulico se llevó a cabo siguiendo las normas técnicas para el abastecimiento de agua potable emitidas por INAA para el sector rural.

El análisis y cálculo hidráulico comprende:

##### **5.1.4.1. Seleccionar la dotación de agua**

El nivel de servicio a instalar en la comunidad es tomas domiciliarias al cual se le asignó una dotación per cápita de 50 lppd a 60 lppd o 15.85 gppd.

##### **5.1.4.2. Demanda actual y futura del sistema**

La comunidad Bálsamo Abajo tiene una población actual de 946 personas, aplicando una dotación de 60 lppd o 15.85 gppd por cada habitante se obtiene una demanda actual de 14, 994 gpd.

Para la demanda futura se utilizó el método geométrico para proyectar el consumo actual a 20 años del periodo de diseño del sistema, se utilizó una tasa de crecimiento constante de 2.5 % el cual resulta un consumo de 24, 570 gpd al final del periodo de diseño.

#### **5.1.4.3. Aforo y análisis de calidad de agua de la fuente**

El aforo realizado por la Alcaldía Municipal de San Juan del Rio Coco a través del laboratorio SERFIQ CETAL laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería en el 2017, demuestran que la fuente tiene suficiente caudal para implementar el proyecto al final del periodo de diseño, obteniéndose un caudal del de 67.85 gpm.

#### **Los análisis de calidad de agua realizados a la fuente demuestran:**

Análisis fisicoquímico: 1 parámetro no cumple, siendo este el color, esto se debe a que es una zona de cultivos, teniendo un resultado 18 mgl, los índices permisibles son de 1 a 15. Ver Anexo IV

Análisis bacteriológico: resultó 28 coliformes Totales NMP/100 ml y 10 coliformes fecales NMP/100 ml, por lo que demuestra que la fuente está contaminada por coliformes fecales, lo que será necesario aplicar un proceso de desinfección. Ver Anexos IV.

#### **5.1.5. Dimensionamiento del depósito de captación**

El dimensionamiento de la captación se realizó con base en la topografía del punto y de la clase de fuente; buscando no alterar la calidad del agua, ni modificar la corriente y el caudal natural de la fuente, ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias; el agua puede crear otro cauce y la fuente desaparece.

#### **5.1.6. Dimensionamiento de la línea de conducción**

Para el diseño hidráulico de la línea de conducción se tomó como referencia principal la topografía fuente-tanque. Se trabajó en base a cada punto o Pi

topográfico y la longitud entre cada punto como nodos del sistema, la línea de conducción tiene una longitud de 5632 m y un total de 18 PI topográfico.

#### **5.1.6.1. Diámetro**

La selección del diámetro será según el análisis hidráulico de la línea de conducción, para el cual se basa en el caudal que transporta y el gradiente hidráulico.

#### **5.1.6.2. Pérdidas hidráulicas**

Para el análisis hidráulico se utilizó la ecuación de Hazen Williams, para el cálculo de las pérdidas a lo largo de todo el sistema. Utilizando un coeficiente de Hazen Williams de 150 para ductos de PVC.

#### **5.1.7. Dimensionamiento del Tanque de almacenamiento**

Los criterios de dimensionamiento que se utilizaron son los que señalan las normas nacionales el cual el depósito debe tener un volumen compensador equivalente al 15 % del CPD, también un volumen de reserva equivalente al 20% del CPD.

Se propone construir un tanque, asentado sobre el suelo de forma trapezoidal. El nodo donde se encuentra tiene una elevación de 878 m, las dimensiones del tanque son las siguientes

#### **5.1.8. Diseño de la red de distribución.**

El diseño hidráulico de la red se realizó en el software de análisis y modelación hidráulica EPANET. Se trabajó con un total de 19 tramos y 37 nodos distribuido a todo lo largo y ancho de la comunidad, con el objetivo de abastecer todas las viviendas.

##### **5.1.8.1. Tipo de red**

Debido al grado de dispersión que presentan las viviendas de la comunidad en estudio se optó por asignar una red del tipo abierta o ramificada la cual se adapta muy bien a la necesidad.

### **5.1.8.2. Demandas nodales**

Las demandas nodales se calcularon en dependencia de la cantidad de viviendas que va abastecer dicho tramo, en el cual se consideraron datos como el nacimiento actual de personas en cada casa, la dotación per cápita, la tasa de crecimiento adoptada y el factor de consumo humano; el caudal total debe ser igual al consumo promedio horario calculado. Ver tabla N° 7 .

### **5.1.9. Introducción y Procesamiento de Datos.**

El diseño de la red se hizo bajo 2 tipos de análisis, consumo máximo Horario y consumo de máximo día, estos con el objetivo de verificar que las presiones se mantengan dentro del rango permitido por las normas del INAA, que aseguren las presiones necesarias en cada vivienda, así como proponer el tipo de tubería que se colocara, para ver que el agua llegue a todos los puntos de interés en la comunidad.

Los datos que se introdujeron para efectuar el análisis son:

- En los nodos: Cota de elevación y la demanda Nodal
- En los Tramos: Diámetro, Longitud, Coeficiente de Rugosidad.

También es necesario introducir accesorios tales como válvulas de limpieza y de control de flujo para el funcionamiento óptimo del sistema.

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

En este caso específico la red de distribución presenta velocidades muy bajas en algunos tramos aun con diámetros bien pequeños, por lo que se propuso colocar válvulas de limpieza para garantizar el buen funcionamiento del todo el sistema.



#### **5.1.10. Saneamiento e higiene**

Se realizó estudio socioeconómico donde se evaluó las 198 viviendas, clasificando en Bueno, regular y mal estado. De acuerdo resultados obtenidos se propondrá l alternativa más viable.

#### **5.1.11. Estimación de costos o presupuesto de la obra**

A partir del presupuesto se dedujeron conclusiones acerca de rentabilidad, posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se hizo un análisis minucioso de la información contenida en los planos y levantamientos topográficos, tratando de no omitir ni el más mínimo detalle.

Se calculó el costo respectivo parcial y total de las etapas de construcción de las obras proyectadas, cubicación, precio unitario y total.

# **CAPITULO VI**

## **6. Análisis y presentación de resultado**

### **6.1. Conceptualización del proyecto**

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Bálsamo Abajo se propone un sistema del tipo fuente-tanque-red.

#### **6.1.1. Proyección de población.**

##### **6.1.1.1. Cálculo de la tasa de crecimiento**

Con el objeto de proyectar correctamente la población y la demanda requerida a 20 años, es necesario determinar a priori la tasa de crecimiento poblacional de la comunidad en estudio.

Tratándose de la comunidad Bálsamo Abajo se ha realizado la evaluación de antecedentes basados en el último censo de vivienda y población realizado por el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INIDE). Esta institución redactó el documento llamado “San Juan del Rio Coco en Cifras” que se encuentra en la página web de la institución.

En la página número 4 de este documento, en el sub índice “Micro región V” se aprecia que la población de Bálsamo Abajo es, en el año 2005, de 981 habitantes. Ver Anexo V.

Sin embargo, según censo realizado por parte del FISE, en el año dos mil diecisiete, la población desciende a los 857 habitantes. debido probablemente a la migración de su gente a otras comunidades.

Para determinar la tasa de crecimiento poblacional adecuada hemos optado por calcularla a través del método geométrico, que consiste en utilizar la fórmula propuesta:

$$r = \left( \frac{P_i}{P_o} \right)^{1/n} - 1$$

Donde:

Pi: Población en el año actual.

Po: Población en el año base anterior al actual.

n: Número de años entre el año actual y el año base anterior.

Para aplicar la fórmula anterior consideramos lo siguiente:

- La población final Pf corresponde a 857 habitantes.
- La población base Po es de 981 habitantes.
- El tiempo transcurrido n es de 12 años.

Aplicamos la fórmula geométrica:

$$r = \left( \frac{Pf}{Po} \right)^{1/n} - 1$$

$$r = \left( \frac{857}{981} \right)^{1/12} - 1$$

$$r = -0.01119$$

Para reflejar la cifra como porcentaje multiplicamos el resultado por 100, dando como resultado -1.12% este valor indica un decrecimiento poblacional en la comunidad debido probablemente a la migración de su gente a otras comunidades; sin embargo, esta monografía tomará la tasa de crecimiento mínima en la norma la que se aplicará para calcular proyección de población y demanda, la que será  $r = 2.50\%$

#### **6.1.1.2. Cálculo de la población**

Para obtener la población de diseño de la Comunidad Bálsamo Abajo se utilizó el método de proyección geométrico. (Ver tabla N° 7)

Durante la investigación realizada se logró comprobar el índice de crecimiento poblacional, con los datos obtenidos por medio de censo poblacional realizado por Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en 2005 y el censo realizado por El FISE y la Alcaldía Municipal de San Juan del Rio Coco en el año 2017, se realizó el cálculo del crecimiento poblacional de la comunidad Bálsamo Abajo teniendo en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se estima que la población de la comunidad Bálsamo Abajo, no es estable ya que algunas familias emigran temporalmente por diversas razones.
- La proyección de la población de la comunidad hasta el año 2041, con una tasa de crecimiento del 2.5% sería bastante adecuada y estaría dentro del margen de seguridad.
- La cantidad de 946 habitantes a beneficiar con agua potable se obtuvo de la proyección de población realizada tomando en cuenta el censo poblacional realizado por el FISE en el año 2017, la cual, se proyectó al 2021.

#### **6.1.1.3. Proyección de consumo**

El cálculo del consumo de la población se basó en los datos recopilados con anterioridad en cuanto al crecimiento poblacional proyectado y la dotación estipulada en las normas de Acueductos Rurales del país, esta dotación incluye un factor estimado de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, de acuerdo a los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable rural, determinando así el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto.

- La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para sistemas de agua potable rural (NTON 09001-99), con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es de 50-60 lppd (13.21- 15.85 galones por persona diario).

- Para el análisis de este proyecto la dotación estimada será de 60 lppd.
- El porcentaje de pérdidas en concepto de fugas y desperdicios, será del 20%.

### **6.1.2. Caudales de diseño.**

El caudal de diseño de la línea de conducción para el último día del periodo de diseño del proyecto es 1.96 lps.

$$\text{CMD} = (1.5 * 0.15 \text{ l/s}) + 0.23 \text{ l/s} = 1.96 \text{ lps} \text{ (Ver tabla N° 7)}$$

Así mismo el caudal de diseño de la red de distribución para el último día del periodo de diseño del proyecto es 3.11 lps

$$\text{CMH} = (2.5 * 0.15 \text{ l/s}) + 0.23 \text{ l/seg} = 3.11 \text{ lps} \text{ (Ver Tabla N° 7)}$$

### **6.1.3. Población servida**

De 198 edificaciones en total que existen actualmente en la comunidad se beneficiaran el 100% (se incluyen: las edificaciones habitadas, y de servicio social (escuela).

Tabla N° 7 Proyección de Población y Consumo para la Comunidad Bálamo Abajo, Municipio de San Juan del Rico  
 Coco, Departamento de Madriz

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN Y CONSUMO BALSAMO ABAJO													
n	AÑO	n	Po	(1+r)n	Proyección de Población Total	Consumo Promedio Diario (CPD)				CMD	CMH	ALMACENAMIENTO	
						CD: Conexión Domiciliar (Gl/día)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (l/s)	Q institucional 7% CD (Gl/día)	CPD (l/s)			l/s	LPS
0	2021	0	946	1	946	14,994	0.14	1,050	0.70	1.19	1.90	5,615	21.25
1	2022	1	946	1.025	970	15,369	0.14	1,076	0.72	1.22	1.95	5,756	21.79
2	2023	1	970	1.025	994	15,753	0.15	1,103	0.74	1.26	1.99	5,900	22.33
3	2024	1	994	1.025	1,019	16,147	0.15	1,130	0.76	1.29	2.04	6,047	22.89
4	2025	1	1,019	1.025	1,044	16,551	0.16	1,159	0.78	1.32	2.09	6,198	23.46
5	2026	1	1,044	1.025	1,070	16,964	0.16	1,188	0.80	1.35	2.15	6,353	24.05
6	2027	1	1,070	1.025	1,097	17,389	0.16	1,217	0.82	1.39	2.20	6,512	24.65
7	2028	1	1,097	1.025	1,124	17,823	0.17	1,248	0.84	1.42	2.26	6,675	25.26
8	2029	1	1,124	1.025	1,153	18,269	0.17	1,279	0.86	1.46	2.31	6,842	25.90
9	2030	1	1,153	1.025	1,181	18,726	0.18	1,311	0.88	1.49	2.37	7,013	26.54
10	2031	1	1,181	1.025	1,211	19,194	0.18	1,344	0.90	1.53	2.43	7,188	27.21
11	2032	1	1,211	1.025	1,241	19,674	0.18	1,377	0.92	1.57	2.49	7,368	27.89
12	2033	1	1,241	1.025	1,272	20,165	0.19	1,412	0.95	1.61	2.55	7,552	28.58
13	2034	1	1,272	1.025	1,304	20,670	0.19	1,447	0.97	1.65	2.62	7,741	29.30
14	2035	1	1,304	1.025	1,337	21,186	0.20	1,483	0.99	1.69	2.68	7,934	30.03
15	2036	1	1,337	1.025	1,370	21,716	0.20	1,520	1.02	1.73	2.75	8,133	30.78
16	2037	1	1,370	1.025	1,404	22,259	0.21	1,558	1.04	1.77	2.82	8,336	31.55
17	2038	1	1,404	1.025	1,439	22,815	0.21	1,597	1.07	1.82	2.89	8,544	32.34
18	2039	1	1,439	1.025	1,475	23,386	0.22	1,637	1.10	1.86	2.96	8,758	33.15
19	2040	1	1,475	1.025	1,512	23,970	0.22	1,678	1.12	1.91	3.03	8,977	33.98
20	2041	1	1,512	1.025	1,550	24,570	0.23	1,720	1.15	1.96	3.11	9,201	34.83

Fuente: Elaboración propia

#### 6.1.4. Fuente de abastecimiento y captación

##### 6.1.4.1. Características de la fuente

La fuente de abastecimiento para este proyecto es una quebrada. Dicho sitio de captación de la fuente superficial se ubica en un sitio el cual no está expuesto a ninguna fuente de contaminación producto de las aguas de beneficios o producto de los químicos utilizados para el control de plagas de cultivos, abonos, etc.

La fuente y el sitio de toma se localizan en la propiedad del Sr. Natividad Guerrero, siendo el punto más alto de la microcuenca de 1345 msnm; tiene un área de 0.25 km<sup>2</sup>, y un perímetro de 1.0 km, y tiene dirección de drenaje Noreste. Ver Anexos 7. Se ubica a 5 km aproximadamente al suroeste del casco urbano de la comunidad. El caudal mínimo de la quebrada 67.85 gpm en temporada de estiaje y la demanda máxima diaria proyectada para 20 años de la comunidad incluyendo las pérdidas y las variaciones del consumo equivale a 44, 692.06 gpd o 31.04 gpm, según Tabla N° 7.

##### 6.1.4.2. Determinación de la capacidad de la fuente

La Alcaldía del San Juan del Rio Coco y el FISE, en el 2017 realizó aforo por medio del molinete Gurley Modelo 622D Pigmeo, donde inicialmente se mide el ancho de la sección del rio luego se realizan las mediciones de tramos con duración de un minuto cada una, con una distancia donde se obtuvo:

Tabla N°8: Resultados de aforo

No	Descripción de Fuente	Coordenadas		Caudal			
		X	Y	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	Lps	Gpm
1	Natividad Guerrero	586663	1499666	0.0107	1.284	10.7	169.6

Fuente: Elaboración propia



Los resultados que se obtuvieron demuestran que la fuente propuesta tiene un caudal de 10.7 lps, equivalentes a 169.6 gpm.

Cabe mencionar que este aforo se realizó en época de invierno en el mes que se presentan mayores precipitaciones, en la época de estiaje (verano) estos datos podrían variar por lo que conservadoramente se toma un 50% de su producción.

La comunidad Bálsamo Abajo tiene un grupo meta total proyectado de 1,550 habitantes, se estima una dotación de 60 lppd, para una demanda de 31.04 gpm. Se estima que época de estiaje la fuente reduzca en 50% de capacidad, además se debe considerar un caudal excedente ecológico de 20%; por tanto, la capacidad de la fuente es de 67.85 gpm.

#### **6.1.5. Análisis de calidad de agua**

Se hizo una muestra de la fuente y se llevó al laboratorio SERFIQ-CETEAL. A continuación, se presenta un resumen de los resultados:

A como se puede apreciar en los análisis de resultados de laboratorio (ver Anexo IV), hay varios parámetros que están por encima de los límites permisibles: turbidez, color, amonio, flúor, coliformes fecales y totales. Tanto la turbidez como el color pueden ser tratados por una variedad de tratamientos, entre ellos están coagulación y los filtros rápidos de arena y filtros presurizados; que asegurarían reducir la concentración de estos contaminantes a valores permisibles.

Concentraciones altas de amonio en agua superficial indican presencia de contaminación fecal y que ha alterado ya el equilibrio químico del agua. Bajas concentraciones de amonio pueden ser removidas en la desinfección; pero se consume oxígeno en el proceso de formación de cloraminas. Se tiene que tener en cuenta que para remover amonio se va a tener que añadir más cloro del que se añadiría normalmente.

Con respecto al flúor, es imprescindible para la salud humana, pero en pequeñas concentraciones. En la pasta de dientes vienen concentraciones bajas de fluoruro que el cuerpo necesita. Por esta razón, se puede omitir el tratamiento de fluoración.

El tratamiento para el ámbito bacteriológico es desinfección mediante la adición de cloro. La adición de cloro reduce el pH del agua, pero este efecto acidificante es neutralizado por la dureza del agua. A como se puede observar en de análisis de resultados de laboratorio (ver anexo IV), la dureza total del agua es apenas 15,12 mg/L, un valor bajo y que podría no ser suficiente para neutralizar el cloro que se añade al agua. Es decir, como el agua tiene baja dureza, al añadir cloro se acidificaría. Por tanto, se tiene que subir la dureza del agua mediante la adición de cal a un valor de 100 mg/L, el cual es un valor recomendado conforme a OMS (2006); ya que concentraciones menores a 100 mg/L hacen que el agua se vuelva corrosiva y sin capacidad amortiguadora.

En resumen, el tratamiento del agua tendría que llevar un pre filtro, adición de cal (para subir dureza) y desinfección (adición de hipoclorito de calcio o sodio).

#### **6.1.6. Obra de captación**

La fuente de captación se realizará mediante una obra de toma localizada en las coordenadas E: 586653.803 N: 1499744.797 a una altura de 1002 msnm en la propiedad del Señor Natividad Guerrero.

En el caso de captaciones de fuentes superficiales sin regulación, el arrastre de partículas en épocas de crecidas, puede ocasionar problemas, cuando la turbiedad es muy alta, por lo cual una variante que disminuya tal eventualidad se logra con una estructura de captación mediante lecho filtrante.

La obra de toma consistirá en un dique con pre filtro de flujo vertical. El muro será de concreto ciclópeo con un ancho de 4 m y el largo del pre filtro de 8.0 m, la obra incluye la protección horizontal de dos aletones de 1.38 m de longitud; el área de filtración será de 28.22. m<sup>2</sup> y será cubierta de 3 capas de material granular tipo grava de diferente granulometría con espesor total de 0.8 m. En la parte inferior del lecho filtrante se ubicarán los drenes que llevarán el agua hasta una caja de captación colocada junto al muro; dicha caja tendrá dimensiones típicas de 1.0 X 1.0m y una altura de 1.1 m.

El sistema de drenaje estará compuesto por 5 drenes laterales de PVC SDR-17 de 2" que serán perforados con 200 orificios de 10 mm cada uno, 40 orificio en cada lateral la longitud de cada dren lateral será de 4 m.

Los drenes laterales conducirán el agua hacia la tubería principal de PVC SDR-17 4"; esta se dirigirá hacia la pila de captación que permitirá la salida del flujo por la línea de conducción hasta la planta de tratamiento.

El área de filtrado se confinará por un mejoramiento con concreto ciclópeo con ancho de 1.05 m. Ver anexo VIII cálculo de diseño de obra de captación y ver anexo XIV planos construcción.

#### **6.1.7. Línea de conducción**

La línea de conducción tiene una longitud de 5632 m. La tubería propuesta es de PVC y tubería HG, que conducirá los caudales de 1.53 lps en los primeros 10 años y de 1.96 lps correspondiente al segundo período de diseño (a los 20 años).

##### **6.1.7.1. Análisis hidráulico de la línea de conducción**

Según las normas, la línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima diario CMD al final de su periodo de diseño, la línea se analizó para un caudal 1.96 lps según Tabla N° 7

##### **6.1.7.2. Propuesta**

###### **6.1.7.2.1. Sin pilas ropa rompe presión**

Según este análisis hidráulico de la línea de conducción se propone un diámetro de 3 pulgadas PVC, el cual es el inmediato superior del diámetro calculado, pero como podemos ver en los cálculos, este diámetro da una presión que alcanza los límites especificados en las normas rurales que son de 5 a 50 mca, pero para sistema de agua potable por gravedad para tubería PVC la presión puede alcanzar un valor máximo de 70 mca. La topografía de la zona por donde se trazará la línea de conducción es

irregular, forma una especie de hamaca, en la parte de la fuente y el tanque es alta, pero la parte de en medio baja, lo que provoca presiones demasiadas altas por lo que es necesario colocar pilas rompe presión para reducir la presión y llevarlas a las normas establecida (menores de 70 mca).

Tabla N°09: Propuesta sin pilas rompe presión

Nodo	Altura	Tramo	Dist. H	Long l	CMD	carga D	S	D cal	D. prop	Velocidad	hf	Cota Piez	Pr	H EST
	(m)		(m)	(m)	(lps)	(m)	(m/m)	(pulg)	(pulg)	(m/s)	(m)	(m)	(m)	(m)
CAPTACION	1,002.41												0	
1	988.73	CAP - 01	120	120.78	1.96	13.68	0.11	1.39	3	1.32	0.69	1,001.72	12.99	13.68
2	958.35	01 - 02	100	104.51	1.96	30.38	0.29	1.15	3	1.32	0.57	988.16	29.81	44.06
3	874.90	02 - 03	380	389.06	1.96	83.45	0.21	1.22	3	1.32	2.18	956.17	81.27	127.51
4	859.35	03 - 04	320	320.38	1.96	15.55	0.05	1.65	3	1.32	1.84	873.06	13.71	143.06
5	840.40	04 - 05	340	340.53	1.96	18.95	0.06	1.61	3	1.32	1.95	857.40	17.00	162.01
6	796.33	05 - 06	400	402.42	1.96	44.07	0.11	1.40	3	1.32	0.23	840.17	43.84	206.08
7	785.17	06 - 07	280	280.22	1.96	11.16	0.04	1.72	3	1.32	1.61	794.72	9.55	217.24
8	771.41	07 - 08	300	300.32	1.96	13.76	0.05	1.67	3	1.32	1.72	783.45	12.04	231.00
9	758.03	08 - 09	340	340.26	1.96	13.38	0.04	1.73	3	1.32	1.95	769.46	11.43	244.38
10	743.94	09 - 10	480	480.21	1.96	14.09	0.03	1.83	3	1.32	2.75	755.28	11.34	258.47
11	736.15	10 - 11	380	380.08	1.96	7.79	0.02	1.97	3	1.32	2.18	741.76	5.61	266.26
12	730.31	11 - 12	500	500.03	1.96	5.84	0.01	2.22	3	1.32	2.87	733.28	2.97	272.10
13	751.83	12 - 13	300	300.77	1.96	-21.52	-0.07	#¡NUM!	3	1.32	1.72	728.59	-23.24	250.58
14	773.12	13 - 14	180	181.25	1.96	-21.29	-0.12	#¡NUM!	3	1.32	1.03	750.80	-22.32	229.29
15	812.27	14 - 15	580	581.32	1.96	-39.15	-0.07	#¡NUM!	3	1.32	3.33	769.79	-42.48	190.14
16	846.72	15 - 16	320	321.85	1.96	-34.45	-0.11	#¡NUM!	3	1.32	0.87	811.40	-35.32	155.69
17	873.10	16 - 17	260	261.33	1.96	-26.38	-0.10	#¡NUM!	3	1.32	0.7	846.02	-27.08	129.31
18	875.56	17 - 18	40	40.08	1.96	-2.46	-0.06	#¡NUM!	3	1.32	0.11	872.99	-2.57	126.85
TANQUE	878.00	18 - TQ	12	12.25	1.96	-2.44	-0.20	#¡NUM!	3	1.32	0.03	875.53	-2.47	124.41

Fuente: Elaboración propia

#### **6.1.7.2.2. Con pilas rompe presión**

La pila rompe presión se ubica entre el Nudo 1 y 2, la presión en estos nodos sobre pasa los límites (70mca), por lo que se propone una tubería que soporte esta presión y garantice un buen funcionamiento de la línea, y esta selección será en base a la presión de diseño que equivale a la presión acumulada en el tramo más la Sobrepresión por el golpe de ariete. Se propone una tubería H° G° de 3" desde la captación hasta el Nudo 15 hasta el tanque tubería de PVC SDR17 de 3".

$$P= 44.06+55.28= 99.44$$

Tabla N° 10. Propuesta con Pila rompe presión.

Nodo	Altura (m)	Tramo	Dist. H (m)	Long l (m)	CMD (lps)	carga D (m)	S (m/m)	D cal (pulg)	D. prop (pulg)	Velocidad (m/s)	hf (m)	Cota Piez (m)	Pr (m)	H EST (m)
CAPTACION	1,002.41												0	
1	988.73	CAP - 01	120	120.78	1.96	13.68	0.11	1.39	3	0.74	0.69	1,001.72	12.99	13.68
2	958.35	01 - 02	100	104.51	1.96	30.38	0.29	1.15	3	0.74	0.57	988.16	29.81	44.06
3	874.90	02 - 03	380	389.06	1.96	83.45	0.21	1.22	3	0.74	2.18	956.17	81.27	127.51
4	859.35	03 - 04	320	320.38	1.96	15.55	0.05	1.65	3	0.74	1.84	873.06	13.71	143.06
5	840.40	04 - 05	340	340.53	1.96	18.95	0.06	1.61	3	0.74	1.95	857.40	17.00	162.01
6	796.33	05 - 06	400	402.42	1.96	44.07	0.11	1.40	3	0.74	0.23	840.17	43.84	206.08
7	785.17	06 - 07	280	280.22	1.96	11.16	0.04	1.72	3	0.74	1.61	794.72	9.55	217.24
8	771.41	07 - 08	300	300.32	1.96	13.76	0.05	1.67	3	0.74	1.72	783.45	12.04	231.00
9	758.03	08 - 09	340	340.26	1.96	13.38	0.04	1.73	3	0.74	1.95	769.46	11.43	244.38
10	743.94	09 - 10	480	480.21	1.96	14.09	0.03	1.83	3	0.74	2.75	755.28	11.34	258.47
11	736.15	10 - 11	380	380.08	1.96	7.79	0.02	1.97	3	0.74	2.18	741.76	5.61	266.26
12	730.31	11 - 12	500	500.03	1.96	5.84	0.01	2.22	3	0.74	2.87	733.28	2.97	272.10
13	751.83	12 - 13	300	300.77	1.96	-21.52	-0.07	#¡NUM!	3	0.74	1.72	728.59	-23.24	250.58
14	773.12	13 - 14	180	181.25	1.96	-21.29	-0.12	#¡NUM!	3	0.74	1.03	750.80	-22.32	229.29
15	812.27	14 - 15	580	581.32	1.96	-39.15	-0.07	#¡NUM!	3	0.74	3.33	769.79	-42.48	190.14
16	846.72	15 - 16	320	321.85	1.96	-34.45	-0.11	#¡NUM!	3	0.74	0.87	811.40	-35.32	155.69
17	873.10	16 - 17	260	261.33	1.96	-26.38	-0.10	#¡NUM!	3	0.74	0.7	846.02	-27.08	129.31
18	875.56	17 - 18	40	40.08	1.96	-2.46	-0.06	#¡NUM!	3	0.74	0.11	872.99	-2.57	126.85
TANQUE	878.00	18 - TQ	12	12.25	1.96	-2.44	-0.20	#¡NUM!	3	0.74	0.03	875.53	-2.47	124.41

Fuente: Elaboración propia

#### **6.1.8. Tanque de almacenamiento**

Las normas NTON09001-99 en el capítulo referente al almacenamiento indican que el tanque de almacenamiento debe estimarse en un 35% del consumo promedio diario (15% destinado a compensar las variaciones horarias del consumo y 20% de reserva para atender eventualidades en caso de emergencias como son reparaciones en Obra de toma o captación, Línea de Conducción).

Se localiza en la Coordenadas UTM 590576.646E – 1499758.692N a 879.26 msnm y se ha proyectado un volumen útil de almacenamiento demandado por la población al final del período de diseño correspondiente a 34.83 m<sup>3</sup>.

Se construirá un tanque de concreto ciclópeo y tendrá las siguientes dimensiones internas: 5.00 m x 5.00 m con un rebose de 2.075 m. Estructuralmente tendrá un soporte que consiste en una columna apoyada en zapata al centro del tanque, la columna tendrá dimensiones 0.30m X 0.30m. De modo que la capacidad real del tanque de almacenamiento será de 51.69 m<sup>3</sup>. Ver Anexo X. Planos Constructivos Tanque de almacenamiento.

#### **6.1.9. Sistema de desinfección para el sistema**

Ya que las velocidades de nuestra red de distribución son bajas, porque el caudal es pequeño vamos a utilizar una concentración de 2 mg/l de cloro, Atraves del sistema por carga constante o goteo

#### **6.1.10. Red de distribución**

La red de distribución, estará conformada por tubería P.V.C SDR-26 con una longitud de 7849.41 metros en diámetros que van de 50 mm y 38 mm. Debido a las características topográficas que presenta el terreno, el sistema global de la red, se dividió en veinte nodos. Ver tabla N° 10 (Tramos en que se dividió la Red de Distribución)



Tabla N°11: Tramos en que se dividió la red de distribución

No	NODO		LONG. ( m )	C	DIAMETRO ( mm )
	DE	A			
1	N10	N12	39.13	150	50
2	N12	N43	566.26	150	50
3	N43	N53	161.11	150	50
4	N53	N58	92.75	150	50
5	N58	N93	379.66	150	50
6	N93	N148	688.85	150	50
7	N148	N169	289.47	150	50
8	N169	N194	82.43	150	50
9	N194	N203	99.15	150	50
10	N203	N207	38.61	150	50
11	N207	N209	15.2	150	50
12	N209	N217	83.86	150	50
13	N217	N238	300.09	150	50
14	N238	N257	258.19	150	50
15	N257	N345	272.64	150	50
16	N257	N352	407.26	150	50
17	N207	N316	68.77	150	38
18	N209	N319	60.04	150	38
19	N217	N320	65.98	150	38
20	N194	N281	258.09	150	50
21	N281	N307	309.73	150	38
22	N169	N177	118.17	150	50
23	N177	N487	435.81	150	50
24	N487	N512	352.88	150	50
25	N177	N190	199.86	150	50
26	N190	N377	315.46	150	50
27	N190	N384	442.51	150	50
28	N384	N399	249.85	150	50
29	N399	N416	217.98	150	50
30	N12	N543	496.69	150	50
31	N543	N549	92.83	150	50
32	N549	N557	138.96	150	50
33	N557	N558	14.95	150	50
34	N558	N581	370.81	150	50
35	N549	N585	49.65	150	38
36	N557	N590	45.33	150	50
37	N558	N599	90.79	150	38

Fuente: Elaboración propia

El sistema de la red contiene válvulas de control para la interrupción del suministro de agua por mantenimiento, válvulas de limpieza y aire.

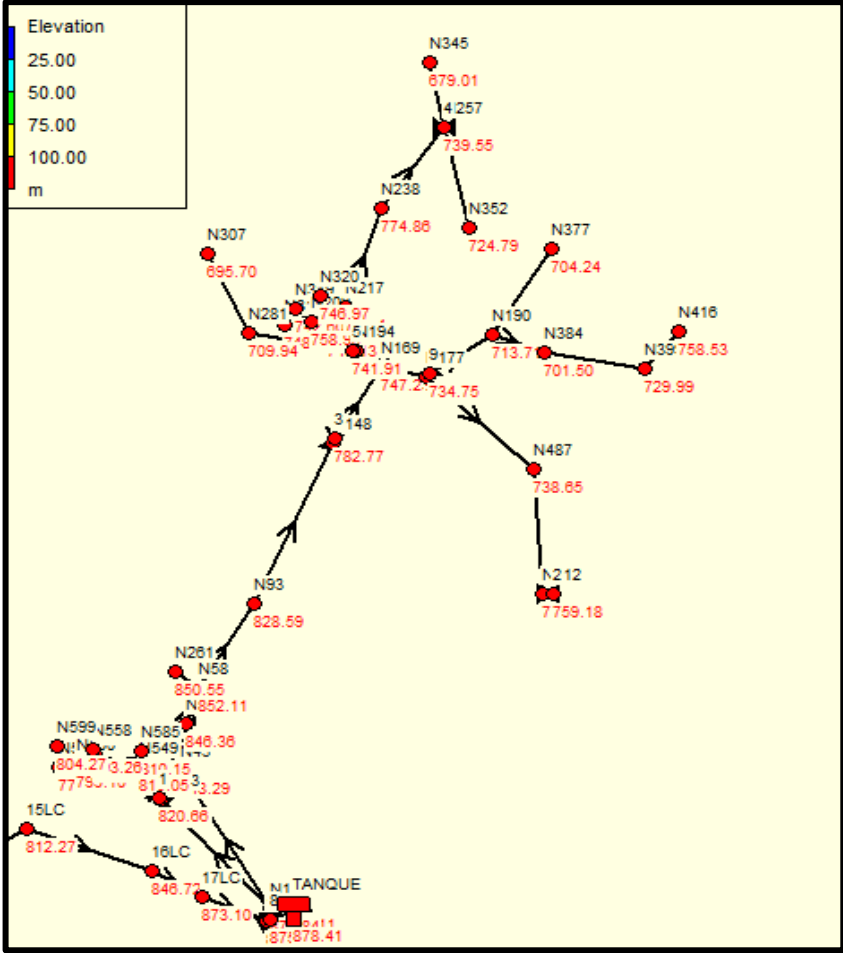
#### **6.1.10.1. Presiones máximas y mínimas**

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica EPANET, bajo las condiciones de consumo máximo horario (CMH) y consumo de máximo día (CMD) en la red, para verificar que las presiones y las velocidades se mantengan dentro del rango permitido y, obteniendo los siguientes resultados.

#### **6.1.10.2. Análisis con Consumo Máximo Hora en la red**

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo N257 el cual tiene una cota topográfica de 739.55 y la presión es de 5 mca según el análisis realizado. El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 345 con una cota topográfica de 679.01 y la presión es de 65.54 mca.

Figura N° 5. Diseño de la Red de Distribución de la Comunidad Balsamo Abajo



Fuente: Elaboración propia

## 6.1.11. Saneamiento

### 6.1.11.1. Demanda de saneamiento e higiene

De acuerdo a los resultados del estudio socioeconómico el 19.70% (39) de las viviendas no tienen letrina, el 80.30% (159) de las viviendas tienen letrinas en bueno, regular y mal estado.

En la visita de campo se constató que ninguno de los beneficiarios del proyecto tiene lavaderos en su casa, por lo que se propone la construcción de 39 unidades de saneamiento priorizando las viviendas que no tienen letrinas y 39 unidades de higiene en la comunidad en estudio.

Tabla N°12: Vivienda con Saneamiento

VIVIENDAS CON SANEAMIENTO				CANTIDAD TOTAL	PORCENTAJE
Tipo	Cantidades				
	Bueno	Regular	Malo		
Letrinas	30	82	47	159	80.30%
VIVIENDAS SIN SANEAMIENTO				39	19.70%
Total				198	100%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a pruebas realizadas por la Alcaldía y el FISE se obtuvieron los siguientes resultados:

La prueba de infiltración se realizó en el sitio con coordenadas:

X: 591155

Y: 1501185

Z: 715

Para calcular la tasa de infiltración se utilizó la fórmula:

$$F = (R / (t_2 - t_1)) \times \ln((h_1 + R) / (2h_2 + R))$$

Donde:

R: Radio del pozo interior en metros

T2: Tiempo de lectura final

T1: Tiempo de lectura inicial

H2: Altura final del agua

H1: Altura inicial del agua

Ln: Logaritmo natural

Marcar con X según lo indicado

Tabla N° 13: Resultados tipo de terreno

	Muy Duro	Duro	Suave	Arenoso	Arcilloso
Al excavar el terreno es			x		x

Nivel freático: 30 m Distancia al sitio: En el sitio

Dueño del lugar: Fidelicio González

Fecha 14 DE mayo del 2017

Realizado el procedimiento indicado en la guía adjunta, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N°14: Resultados prueba de infiltración

Tiempo en minutos	Altura de agua en cm
00	60
60	52
120	45
180	36

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de la tasa se hizo uso de los siguientes datos:

R: 0.3 m

T2: 120 minutos = 2 horas

T1: 60 minutos = 1 hora

H2: 45 cm = 0.45 m

H1: 52 cm = 0.52 m

$$F = (R / (t_2 - t_1)) \times \ln \left( \frac{(h_1 + R)}{(2h_2 + R)} \right)$$

$$F = (30 / (120 - 60)) \times \ln \left( \frac{(52 + 30)}{(2 \times 45 + 30)} \right)$$

$$F = 1.31 \text{ cm}^2/\text{min}$$

$$F = 78.95 \text{ L/cm}^2/\text{min}$$

$$F = 9.16 \text{ L/m}^2/\text{día}$$

### 6.1.11.2. Nivel de servicio

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliarias que serán instaladas hasta el límite de la propiedad, de las cuales se propone instalar un total de 184 tomas y 1 puesto público que ocuparan 14 viviendas.

Para elegir la opción de saneamiento tomamos en cuenta lo siguiente:

- a. El nivel freático se encuentra a los 30 m según la clasificación del mapa de cuencas hidrográficas de Nicaragua.
- b. El tipo de terreno es inestable de tipo arcilloso.
- c. La tasa de infiltración es menor que 10 L/m<sup>2</sup>/día, técnica y económicamente es factible la implementación de soluciones tecnológicas secas.
- d. Se recomienda construir 48 unidades nuevas de saneamiento priorizando las viviendas que no poseen letrinas, estas serán de tipo Letrina Sencilla con revestimiento; ya que las existentes son de tipo sencilla sin revestir por lo tanto es necesario construir la unidad de saneamiento recomendada en la selección de este menú de soluciones tecnológicas.
- e. También se propone proveer 48 unidades de lavaderos sencillos de concreto con grifo.

Con base en lo anterior se elige la opción de **Letrina sencilla con revestimientos (LS-2) + lavaderos** Debido a que:

- La profundidad del nivel freático en época de lluvia alcanza los 30 m como promedio; en algunos puntos el nivel freático lo encontramos a los 25 m de profundidad.
- El terreno es inestable de tipo arcilloso
- El terreno se puede excavar fácilmente

### 6.1.12. Costos del proyecto

El costo aproximado de inversión para la ejecución del proyecto de agua potable para la comunidad Bálsamo Abajo, Municipio de San Juan del Rio Coco es de C\$ 7,166,737.78.04 el cual se detalla en la siguiente Tabla. Ver Anexos XII. Presupuesto Detallado.

ETAPA	CODIGO	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (SIN TRANSPORTE)
310		PRELIMINARES	M <sup>2</sup>	25,347.87	15.26	386,871.47
320		LINEA DE CONDUCCION	M	5,632.00	287.75	1,620,620.91
330		RED DE DISTRIBUCION	M	8,264.01	379.04	3,132,397.47
	340	FUENTES Y OBRAS DE TOMA	C/U	1	53,134.06	53,134.06
335		TANQUE DE ALMACENAMIENTO CAPACIDAD 51.69 M <sup>3</sup>	GLB	1	683,226.54	683,226.54
360		PLANTA DE PURIFICACION	C/U	1	936.38	936.38
350		CONEXIONES	C/U	198	1,818.85	360,132.16
370		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA	M2	11,656.33	17.92	208,881.45
501		LETRINA SENCILLA CON REVESTIMIENTO	C/U	39	10,864.79	423,726.64
	49928	LAVANDERO	C/U	39	7,610.53	296,810.70
<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>						<b>7,166,737.78</b>
Monto de materiales (80% del costo total directo sin transporte)						5,733,390.22
Monto de transporte de materiales (F.T=1.3392)						1,944,765.96
Costos directos (Incluyendo transporte)						9,111,503.74
Costo total de venta (F.V=1.25)						11,389,379.67



## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

1. La comunidad Bálsamo Abajo cuenta con una población actual de 946 habitantes (año 2021) y para el final del periodo de diseño (año 2041) la población se estimó de 1550 personas para un consumo promedio diario de 0.702 Lps y 1.150 Lps respectivamente.
2. El potencial hídrico de la fuente seleccionada (Quebrada Natividad Guerrero) proporciona las cantidades de agua necesarias para ser aprovechada para implementar el sistema de abastecimiento de agua por gravedad propuesto al final del periodo de diseño, la cual pasará por su tratamiento previo, el cual consistirá en un pre filtro de flujo vertical.
3. Con los datos topográficos se ha diseñado un sistema adecuado para la comunidad Bálsamo Abajo, se ha seleccionado un sistema de agua potable (MAG), que consistirá en: tanque de almacenamiento, línea de conducción, red de distribución y acometidas.
4. El monto total de la obra asciende a C\$ 7, 214, 151.04 Córdobas
5. Se recomiendan construir 48 unidades nuevas de saneamiento y proveer 48 unidades de lavaderos sencillos de concreto con grifo.

## **Recomendaciones**

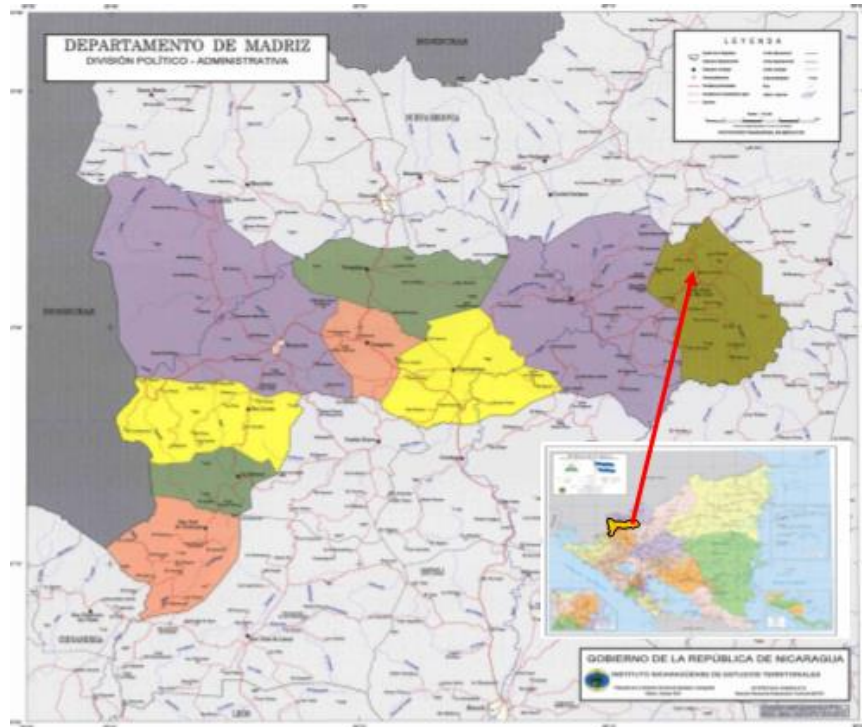
1. El suministro de agua potable se recomienda que sea por medio de un mini acueducto por gravedad, con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias (MAG-CD), ya que, desde un punto de vista social, hay mayor disposición de pagar por el servicio y la disponibilidad de participar en las actividades del mismo.
2. Formar una organización que maneje exclusivamente el proyecto de agua (se recomienda la legalización a la mayor brevedad posible del CAPS), es necesario capacitar al personal que le forme en aspectos de planeación, gerencia de proyectos, administración, contabilidad, mantenimiento de sistemas de agua, relaciones humanas
3. Organizar un programa de capacitación en Educación Sanitaria durante el período de ejecución del proyecto.
4. Promover la reforestación de la fuente de agua y su conservación para preservar el agua del sistema, esto será coordinada por el CAPS, los recursos económicos para esta actividad serán gestionados ante la Alcaldía Municipal de San Juan del Rio Coco y las organizaciones que inciden en la zona.
5. Se debe orientar a cada familia que será responsable de arborizar sus propios terrenos.
6. Es necesario que se realice un estudio de impacto ambiental, ya que todo proyecto debe causar un daño mínimo o ser compatible con la naturaleza.

## **Bibliografía**

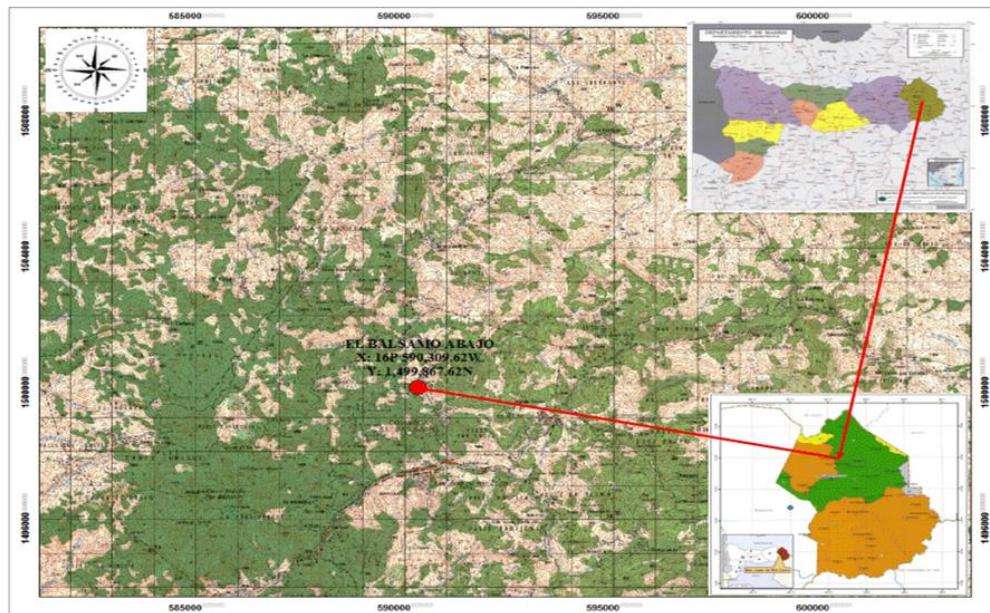
1. CAPRE. (1994). Norma Regional de Calidad de agua para consumo Humano. Costa Rica.
2. Geo Datos. (27 de Noviembre de 2019). Obtenido de <https://www.geodatos.net/coordenadas/nicaragua/madriz/somoto>
3. INAA. (1999). NORMAS TECNICAS PARA DISEÑO DE ABASTECIMIENTO. Managua.
4. INAA. (1989). Normas para el Diseño de sistemas de abastecimiento y Potablización de las Aguas (NTON 09003). Managua: SE.
5. INAA. (1998). INAA. Obtenido de INAA: <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>

## Anexos

### Anexos I: Imagen 1: Plano de macro localización del sitio de proyecto



### Anexo II: Imagen 2: Micro localización del Proyecto



## **Anexo III. Encuesta socioeconómica**

### **Datos Generales**

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Género: M: F:**

#### **1- Grado de instrucción**

- A) Preescolar
- B) Primaria completa
- C) Secundaria incompleta
- D) Secundaria completa
- E) Técnica
- F) Superior
- G) Ninguno de los anteriores

#### **2- Estado civil**

- A) Soltero (a)
- B) Divorciado (a)
- C) Casado (a)
- D) Viudo (a)

#### **4- Cuantas personas viven en su casa**

Nº \_\_\_\_\_

### **Aspectos Socioeconómicos**

#### **5- Ocupación económica**

- A) Agricultura
- B) Jornaleros
- C) Ama de casa
- D) Maestro
- E) Comerciante
- F) Ganadería

G) Otros: \_\_\_\_\_

**6- Cuantas personas trabajan en su casa**

Nº \_\_\_\_\_

**7- Cuanto es el ingreso y gasto mensual familiar**

A) Ingreso: \_\_\_\_\_

B) Gasto: \_\_\_\_\_

**Aspectos de Servicios Básicos**

**8- Actualmente cuál es su fuente de abastecimiento de agua**

A) Camión cisterna

B) Pozo

C) Vecino

D) Otros: \_\_\_\_\_

**9- Donde almacena el agua**

A) Cilindros

B) Baldes

C) Rotoplas

D) Otros: \_\_\_\_\_

**10- Cada cuanto se abastece de agua**

A) Diario

B) Semanal

C) Otros: \_\_\_\_\_

**11- Que uso le da al agua que almacena**

---

---

---

**12- Le da mantenimientos de sus depósitos de agua**

A) Si

B) No

**13- Con qué frecuencia lo hace**

**14- Tiene mascotas en su casa**

A) Si

B) No

**15- Se ha producido enfermedades a causa del agua**

A) Si

B) No

**16- Cual es la prioridad que le da al uso de agua**

---

---

---

---

---

**17- Estaría dispuesto a apoyar en cualquier actividad para ejecución y mantenimiento para un proyecto de agua potable**

A) Si

B) No

**18- Está enterado de un proyecto de agua potable a futuro**

A) Si

B) No

**19- Cuanto estaría dispuesto a pagar por el servicio**

**20- Ha recibido instrucción sanitaria**

A) Si

B) No

**21- Tienes una letrina en casa**

A) Si

B) No

**22- Te lavas las manos después de defecar u orinar**

A) Siempre

B) A veces

C) Nunca

Fuente: Elaboración propia



## Anexo IV. Análisis fisicoquímico y bacteriológico de la fuente



Universidad Nacional de Ingeniería  
Facultad de Ingeniería Química  
SERFIQ-CETEAL



### INFORME DE RESULTADOS DE SERVICIOS DE LABORATORIOS

#### PROYECTO DE AGUA Y SANEAMIENTO COMUNIDAD BÁLSAMO ABAJO.

Atención: Sr. Raúl Olivas Lira

Lugar y Fecha: Managua, 04 de diciembre 2017

Dirección: Managua.

CEL:

Servicios de Laboratorio: Análisis Fisicoquímico, Microbiológico y de metales Pesados para Agua de Consumo.

La Facultad de Ingeniería Química a través de la Unidad de Servicios, SERFIQ-CETEAL, les presenta los resultados obtenidos de UNA muestra de agua de fuente superficial, la cual fue tomada por personal de la empresa y trasladada por ellos al laboratorio de Ingeniería Ambiental de la FIQ. Sitio de toma de Muestra: COMUNIDAD BÁLSAMO ABAJO.

#### Detalles de los Resultados

Parámetro	Método	M1	NORMA CAPRE Consumo Humano	
			VR	VMA
Temperatura (°C)	Termómetro	27,5	18	30
pH	4500-B	8,33	6,5-8,5	
Turbiedad (NTU)	2130-B	1,9	1,00	5,00
Color (Unit PCo)	Colorímetro HACH	18,0	1,0	15,0
Conductividad Eléctrica (µS/cm)	2510-B	74,6	400	-
Sólidos Totales Disueltos (mg/L)	2510-B	37,0	1000	
Dureza Total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	2340-C	15,12	400	-
Dureza Cálcica (mg/CaCO <sub>3</sub> )	2340-C	2,18	NR	
Sulfatos (mg/L)	4500-D	3,0	25	250
Manganeso (mg/L)	3500-B	0,2	0,1	0,5
Hierro Total (mg/L)	3500-B	0,15	-	0,30
Calcio (mg/L)	3500-B	0,86	100	-
Magnesio (mg/L)	3500-B	3,14	30,0	50,0
Alcalinidad Total (mg CaCl <sub>2</sub> /L)	2320-B	40,0	NR	
Cloruros (mg/L)	4500-D	6,38	25	250
Amonio (mg/L)	Nessler	1,56	0,05	0,5
Nitratos (mg/L)	Espectrofotometría UV-Visible	5,7	25	50
Nitritos (mg/L)	Espectrofotometría UV-Visible	0,012	0,1	3,0
Bicarbonatos (mg/L)	2320-B	40,0	NR	
Sodio (mg/L)	3500-X	12,85	-	200,0
Potasio (mg/L)	3500-C	4,95	-	10,0
Fluoruro (mg/L)	4500-C	0,0	-	0,7
Arsénico (mg/L)	HACH Ar	<0,005	-	0,01
Coliformes Totales (UFC/100 ml)	Filtración por membrana	28,0	Negativo	
Coliformes Fecales (UFC/100 ml)	Filtración por membrana	10,0	Negativo	

M1: Fuente superficial de la comunidad Bálsamo Abajo. La temperatura y el pH en esta tabla son los medidos en el momento de realizar los análisis en laboratorio. NR: no reporta la norma, Neg.: Negativo, VR: Valor Recomendado, VMA: Valor Máximo admisible. ND: No detectado

000516

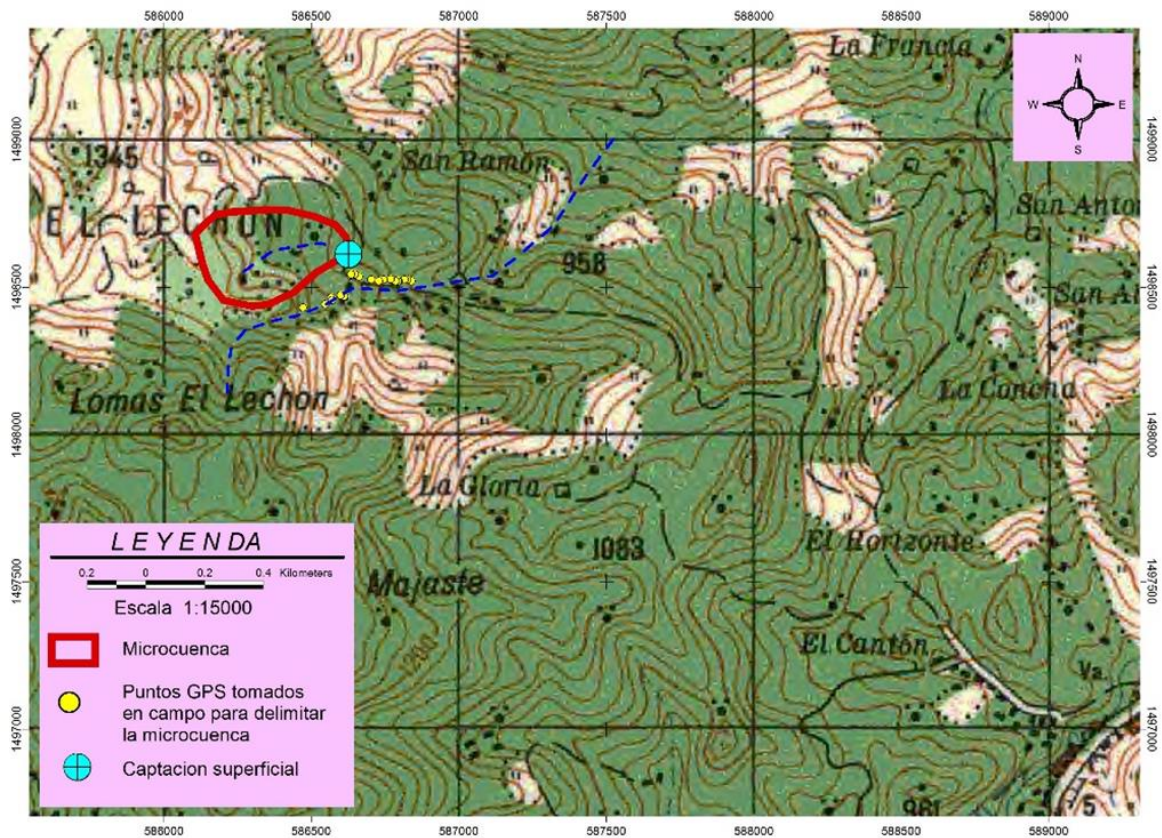


Unidad de Servicios de la Facultad de Ingeniería Química / SERFIQ-CETEAL  
Universidad Nacional de Ingeniería, Avenida Universitaria Frente a la escuela de Danza  
Telefax: (505)2278-3140 - Cel.: (505)8887-7220, E-mail: [Netly.Betanco@portal.uni.edu.ni](mailto:Netly.Betanco@portal.uni.edu.ni)

**Anexo V. Imagen N°3: Captura de pantalla del informe “San Juan del Rio Coco en cifras” elaborado por el INIDE en el año 2005, con ocasión del censo de población y vivienda de ese año**

<b>MicroRegión V</b>	<b>3 853</b>	<b>845</b>	<b>1 146</b>	<b>841</b>	<b>1 021</b>	<b>87.1</b>	<b>61.8</b>	<b>425</b>	<b>35.1</b>	<b>35.5</b>	<b>30.0</b>	<b>20.7</b>
Guanacastillo	561	137	155	117	152	94.1	64.8	76	36.1	33.9	38.6	22.7
El Varital No.1	320	76	102	59	83	85.0	71.0	46	39.0	39.2	34.4	25.6
El Varital No.2	423	97	126	87	113	88.8	73.6	64	41.6	50.0	37.2	31.1
Balsamo Centro	632	132	170	164	166	93.9	60.5	40	28.2	29.4	22.7	17.7
Balsamo Abejo	981	209	301	210	261	83.4	55.7	68	31.7	28.2	24.7	12.8
Balsamo Arriba	472	92	146	118	116	89.6	71.7	77	40.3	45.2	28.0	28.8
Delicias del Carton	464	102	146	86	130	76.4	47.1	54	35.6	36.6	33.7	20.0

**Anexo VI Imagen N° 4: Localización de la Fuente en la Propiedad de Natividad Guerrero**



## **Anexo VII. Diseño de obra de captación**

### **Caudales proyectados:**

#### **1. Área de prefiltración**

El dimensionamiento de la cámara de pre filtración depende de la velocidad de filtración del lecho filtrante y el caudal de diseño.

$$Q=1.96 \text{ lps}$$

$$Q= 0.00196 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Ancho}= 3.9 \text{ m}$$

#### **Velocidad de filtración**

Criterio: Se recomienda velocidad de filtración de 0.25 m/h variables

$$V_f= 0.25 \text{ m/h}$$

#### **Área de filtración**

$$A = \frac{3600Q}{V_f}$$

Donde:

A: Área de pre filtración (m)

Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)

V<sub>f</sub>: Velocidad de filtración (m/h)

$$A = \frac{3600(0.00196)}{0.25}$$

$$A = 28.22 \text{ m}^2$$

#### **Ancho**

b= 4m (valor asumido)

#### **Longitud de Pre filtro**

$$L = \frac{A}{B}$$

Donde:

B: ancho del prefiltro (m)

A: área de pre filtración (m<sup>2</sup>)

L: longitud del pre filtro

$$L = \frac{28.22}{4}$$

$$L = 7.05 \text{ m}$$

$$L = 8 \text{ m}$$

### **Cálculos de la tubería perforada**

#### **Área de los orificios**

#### **Datos**

D= 10 mm (valor asumido)

A<sub>0</sub>=?

$$A_0 = \frac{d^2 \pi}{4}$$

$$A_0 = \frac{(0.01)^2 \pi}{4}$$

$$A_0 = 0.00007854 \text{ m}^2$$

#### **Area total**

Q= 0.00196 m<sup>3</sup>/s

V= 0.30 m/s (valor del CEPIS)

$A_T = ?$

$$A_T = \frac{Q}{V}$$

$$A_T = \frac{0.00196}{0.15}$$

$$A_T = 0.01306 \text{ m}^2$$

**Numero de los orificios totales**

$$n = \frac{A_T}{A_o}$$

$$n = \frac{0.01306}{0.00007854}$$

$$n = 166 \approx 200$$

**Numero de orificios por laterales**

**Numero de laterales= 5**

$$n = \frac{\text{numero total de orificios}}{\text{numero de laterales}}$$

$$n = \frac{200}{5}$$

$$n = 40$$

**Caudal en los laterales**

$$Q_L = \frac{Q}{\text{numero de laterales}}$$

$$Q_L = \frac{0.00196 \text{ m}^3}{5}$$

$$Q_L = 0.000392 \text{ m}^3/\text{s}$$

### Área en los laterales

Diámetro laterales= 2" (diámetro asumido)

$$A = \frac{d^2\pi}{4}$$

$$A = \frac{(0.05)^2\pi}{4}$$

$$A = 0.0019635 \text{ m}^2$$

### Velocidad en los laterales

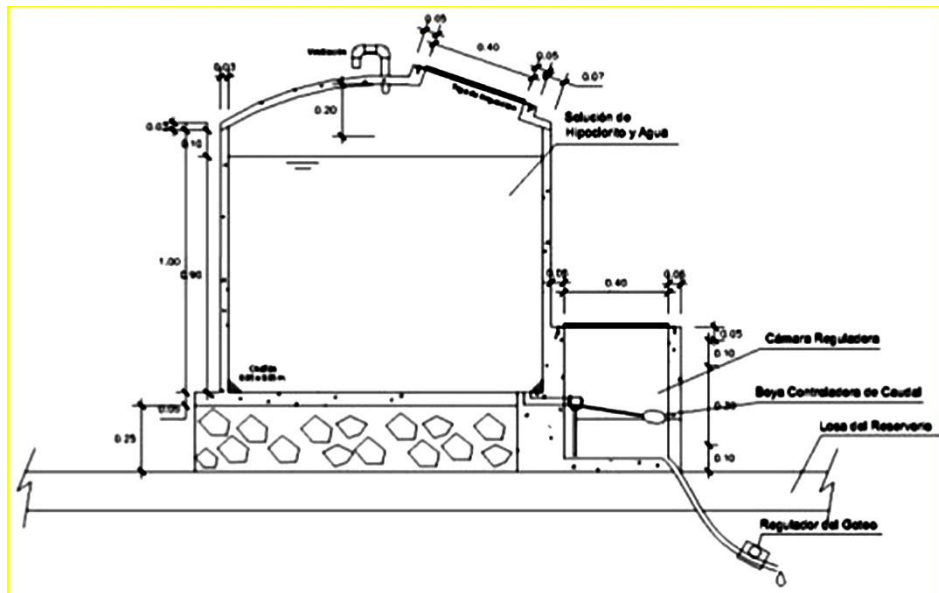
$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0.000392}{0.0019635}$$

$$V = 0.20 \text{ m/s}$$

## Anexo VII Sistema de desinfección

Imagen N°5: Clorador por carga Constante o Goteo.



## Anexo IX. Resultados del Análisis con EPANET.

Imagen N° 6: Presiones y velocidades de la Red.

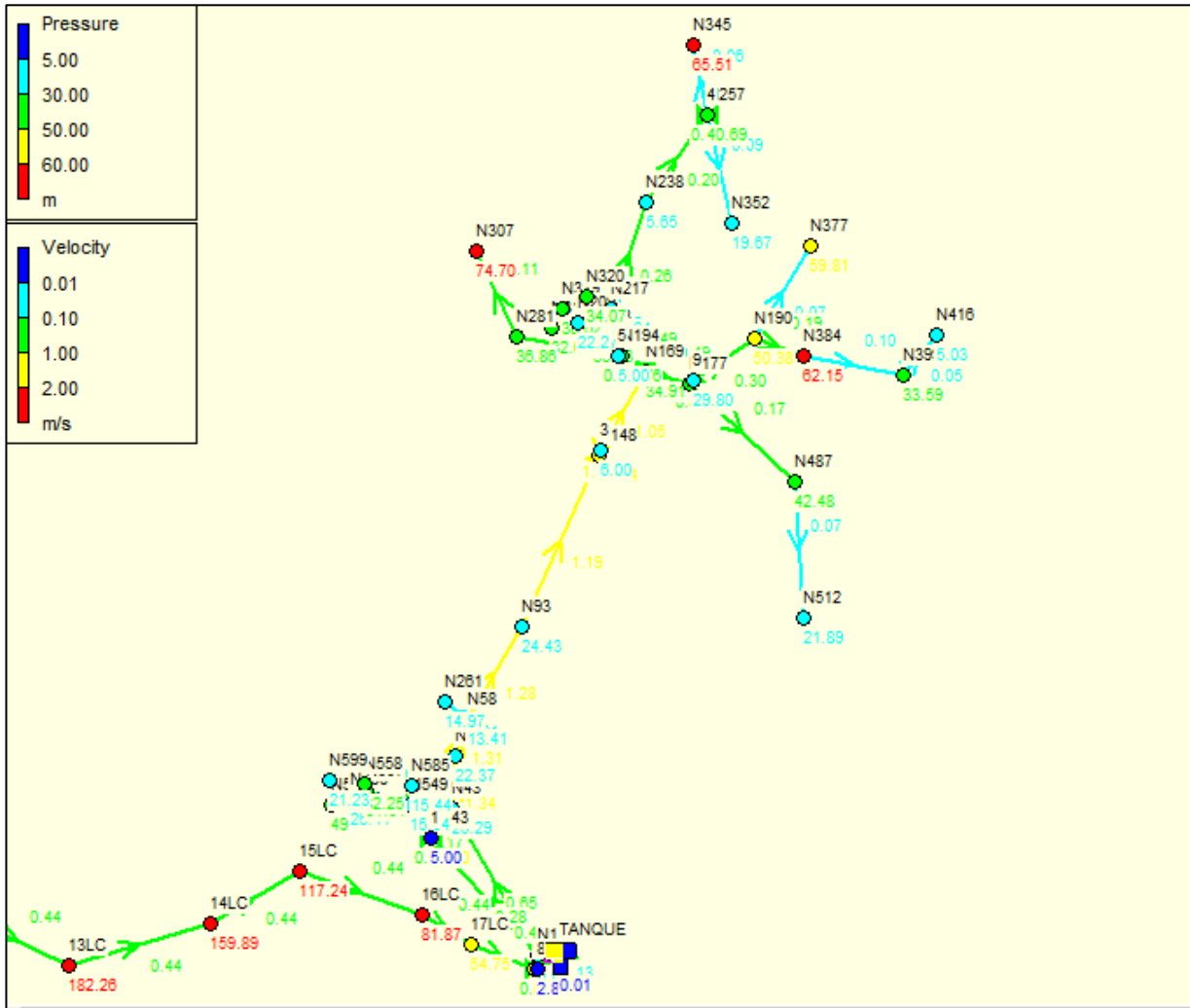


Imagen N° 7: Presiones en los nodos de la Red de Distribución



Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N10	850.11	0.00025	878.42	28.31
Junc N43	848.29	0.14157	878.42	30.13
Junc N53	846.36	0.04028	878.41	32.05
Junc N93	828.59	0.09492	878.39	49.80
Junc N148	815.23	0.17221	878.37	63.14
Junc N203	748.13	0.02479	788.76	40.63
Junc N238	774.86	0.07502	788.76	13.90
Junc N257	739.55	0.06455	744.55	5.00
Junc N345	679.01	0.06816	744.55	65.54
Junc N352	724.79	0.10182	744.55	19.76
Junc N316	748.61	0.01719	788.76	40.15
Junc N207	754.01	0.00965	788.76	34.75
Junc N319	742.60	0.01501	788.76	46.16
Junc N209	758.95	0.00380	788.76	29.81
Junc N217	767.4	0.02097	788.76	21.36
Junc N320	746.97	0.01650	788.76	41.79
Junc N169	747.23	0.07237	788.76	41.53
Junc N194	741.91	0.02061	788.76	46.85
Junc N307	695.70	0.07743	746.91	51.21
Junc N177	734.75	0.02954	788.76	54.01
Junc N487	738.65	0.10895	788.76	50.11
Junc N512	759.18	0.08822	788.76	29.58
Junc N190	713.71	0.04997	764.55	50.84
Junc N377	704.24	0.07887	764.55	60.31

Imagen N° 8: Presiones en los nodos de la Red de Distribucion

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc N169	747.23	0.07237	788.76	41.53
Junc N194	741.91	0.02061	788.76	46.85
Junc N307	695.70	0.07743	746.91	51.21
Junc N177	734.75	0.02954	788.76	54.01
Junc N487	738.65	0.10895	788.76	50.11
Junc N512	759.18	0.08822	788.76	29.58
Junc N190	713.71	0.04997	764.55	50.84
Junc N377	704.24	0.07887	764.55	60.31
Junc N384	701.50	0.11063	764.55	63.05
Junc N399	729.99	0.06246	764.55	34.56
Junc N416	758.53	0.05450	764.55	6.02
Junc N58	852.11	0.02319	878.41	26.30
Junc N261	850.55	0.01735	878.41	27.86
Junc N12	871.84	0.00978	878.42	6.58
Junc N543	820.66	0.12417	878.42	57.76
Junc N581	775.58	0.09270	825.66	50.08
Junc N549	810.05	0.02321	825.66	15.61
Junc N585	810.15	0.01241	825.66	15.51
Junc N590	799.10	0.01133	825.66	26.56
Junc N557	794.5	0.03474	825.66	31.16
Junc N558	793.26	0.00374	825.66	32.40
Junc N599	804.27	0.02270	825.66	21.39
Junc N281	709.94	0.06452	746.91	36.97
Junc 1	820.66	0	825.66	5.00

Imagen N° 9: Presiones en los nodos de la linea de conduccion

Node ID	Elevation m	Base Demand LPS	Head m	Pressure m
Junc 1LC	988.73	0	1000.52	11.79
Junc 2LC	958.35	0	998.95	40.60
Junc 3LC	874.90	0	952.37	77.47
Junc 4LC	859.35	0	947.33	87.98
Junc 5LC	840.40	0	941.98	101.58
Junc 6LC	796.33	0	935.68	139.35
Junc 7LC	785.17	0	931.28	146.11
Junc 8LC	771.41	0	926.56	155.15
Junc 9LC	758.03	0	921.20	163.17
Junc 10LC	743.94	0	913.65	169.71
Junc 11LC	736.15	0	907.67	171.52
Junc 12LC	730.31	0	899.80	169.49
Junc 13LC	751.83	0	895.08	143.25
Junc 14LC	773.12	0	892.24	119.12
Junc 15LC	812.27	0	883.11	70.84
Junc 16LC	846.72	0	880.74	34.02
Junc 17LC	873.10	0	878.81	5.71
Junc 18LC	875.56	0	878.51	2.95
Junc 7	958.35	0	958.35	0.00
Junc 8	875.56	0	878.51	2.95
Junc 9	734.75	0	764.55	29.80
Junc 2	759.18	0	759.18	0.00
Junc 1NVL	874.90	0	952.37	77.47
Junc 2NVL	840.40	0	941.98	101.58

Imagen N° 10. Velocidades en tuberías

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Friction Factor	Quality
Pipe 1	22.06	75	150	3.43	0.78	0.020	0.00
Pipe 2	39.13	75	150	3.43	0.78	0.020	0.00
Pipe 6	566.26	75	150	2.88	0.65	0.021	0.00
Pipe 7	161.11	50	150	2.64	1.34	0.020	0.00
Pipe 8	92.75	50	150	2.57	1.31	0.020	0.00
Pipe 9	379.66	50	150	2.50	1.28	0.020	0.00
Pipe 10	72.31	50	150	0.03	0.01	0.037	0.00
Pipe 16	99.15	50	150	0.70	0.35	0.024	0.00
Pipe 17	38.61	50	150	0.65	0.33	0.024	0.00
Pipe 18	15.20	50	150	0.61	0.31	0.024	0.00
Pipe 19	83.86	50	150	0.58	0.29	0.025	0.00
Pipe 23	407.26	50	150	0.17	0.09	0.030	0.00
Pipe 24	68.77	38	150	0.03	0.03	0.037	0.00
Pipe 25	60.04	38	150	0.03	0.02	0.038	0.00
Pipe 26	65.98	38	150	0.03	0.02	0.037	0.00
Pipe 32	435.81	50	150	0.33	0.17	0.027	0.00
Pipe 33	352.88	50	150	0.15	0.07	0.030	0.00
Pipe 35	315.46	50	150	0.13	0.07	0.031	0.00
Pipe 36	442.51	50	150	0.38	0.19	0.026	0.00
Pipe 37	249.85	50	150	0.19	0.10	0.029	0.00
Pipe 38	217.98	50	150	0.09	0.05	0.033	0.00
Pipe 39	496.69	50	150	0.54	0.28	0.025	0.00
Pipe 40	92.83	50	150	0.33	0.17	0.027	0.00
Pipe 42	14.95	50	150	0.20	0.10	0.029	0.00

Imagen N°11. Velocidades en tuberías

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Friction Factor	Quality
Pipe 42	14.95	50	150	0.20	0.10	0.029	0.00
Pipe 43	370.81	50	150	0.15	0.08	0.030	0.00
Pipe 44	49.65	38	150	0.02	0.02	0.040	0.00
Pipe 45	45.33	50	150	0.02	0.01	0.035	0.00
Pipe 46	90.79	38	150	0.04	0.03	0.036	0.00
Pipe 30	688.85	50	150	2.35	1.19	0.020	0.00
Pipe 4	82.43	50	150	-0.97	0.49	0.023	0.00
Pipe 12	300.09	50	150	0.52	0.26	0.025	0.00
Pipe 15	289.47	50	150	2.06	1.05	0.020	0.00
Pipe 20	258.19	50	150	0.39	0.20	0.026	0.00
Pipe 21	272.64	50	150	-0.11	0.06	0.031	0.00
Pipe 22	258.09	50	150	-0.24	0.12	0.028	0.00
Pipe 27	309.73	38	150	-0.13	0.11	0.030	0.00
Pipe 28	199.86	50	150	0.59	0.30	0.025	0.00
Pipe 29	118.17	50	150	0.97	0.49	0.023	0.00
Pipe 31	138.96	50	150	-0.28	0.14	0.028	0.00
Pipe L1	120	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L2	100	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L3	380	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L4	320	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L5	340	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L6	400	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L7	280	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L8	200	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00

Imagen N°12. Velocidades en tuberías

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow LPS	Velocity m/s	Friction Factor	Quality
Pipe L4	320	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L5	340	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L6	400	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L7	280	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L8	300	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L9	340	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L10	480	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L11	380	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L12	500	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L13	300	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L14	180	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L15	580	75	100	1.94	0.44	0.046	0.00
Pipe L16	320	75	150	1.94	0.44	0.022	0.00
Pipe L17	260	75	150	1.94	0.44	0.022	0.00
Pipe L18	40	75	150	1.94	0.44	0.022	0.00
Pipe L19	12	75	150	1.94	0.44	0.022	0.00
Valve 3	#N/A	50	#N/A	0.33	0.17	0.000	0.00
Valve 11	#N/A	50	#N/A	2.06	1.05	0.000	0.00
Valve 14	#N/A	50	#N/A	0.39	0.20	0.000	0.00
Valve 34	#N/A	50	#N/A	0.24	0.12	0.000	0.00
Valve 13	#N/A	75	#N/A	1.94	0.44	0.000	0.00
Valve 47	#N/A	75	#N/A	1.94	0.44	0.000	0.00
Valve 48	#N/A	50	#N/A	0.59	0.30	0.000	0.00

## Anexo X Calculo golpe de ariete

### Módulo de elasticidad de los materiales

Material	$\epsilon$ (km/m <sup>2</sup> )	K
Hierro y cero	2.00E+10	0.50
Hierro fundido	1.00E+10	1.00
Hormigón (sin armar)	2.00E+09	5.00
fibrocemento	1.85E+09	5.41
PVC	3.00E+08	33.33
PE baja densidad	2.00E+07	500.00
PE alta densidad	9.00E+07	111.11

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

### Datos de la conducción

<b>Diámetro exterior (mm)</b>	75.00
<b>Espesor (mm)</b>	5.23
<b>Diámetro Interno (mm)</b>	69.77
<b>Material</b>	`PVC`
<b><math>\epsilon</math></b>	3.00E+08
<b>Longitud (m)</b>	5,632.00
<b>K</b>	33.330

### Calculo de la celeridad

<b>a</b>	<b>431.55m/s</b>
----------	------------------

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

L tub/ critica	26.101
----------------	--------

$$L = \frac{2 * L}{a}$$

<b>Datos de la Instalación</b>	
<b>ΔH</b>	80.35 mca
<b>Hm</b>	27.64 mca
<b>Q b</b>	1.94 lps
<b>V</b>	0.74 m/s
<b>Hm/L</b>	0.005
<b>0.4m/s &gt;= V = &lt; 2 m/s</b>	OK

Perdidas por fricción en el tramo de tubería tanque hasta la pila CMD

Valor tomado de EPANET

<b>CALCULO DEL TIEMPO DE PARADA DE LA BOMBA</b>	
K	2
C	0
T	30.74 s

$$Lc = \frac{a * T}{2}$$



L critica	6633.17 m
-----------	-----------

$$T = C + \frac{K*L*V}{g*Hm}$$

$$\frac{Hm}{L} < 0.20 \rightarrow C = 1$$

$$\frac{Hm}{L} \geq 0.40 \rightarrow C = 0$$

$$\frac{Hm}{L} \approx 0.30 \rightarrow C = 0.60$$

Formula de MICHAUD  $\Delta H = \frac{2*L*V}{g*T}$

Formula ALLEIVI  $\Delta H = \frac{a*V}{g}$

L	K
L<500	2
L=500	1.75
500<L<1500	1.5
L=1500	1.25
L>1500	1

Si  $L < L_c$  (impulsión corta)  $\rightarrow T > 2*L/a \rightarrow$  se usa la fórmula de MICHAUD

Si  $L > L_c$  (impulsión larga)  $\rightarrow T > 2*L/a \rightarrow$  se usa la fórmula ALLEIVI

$\Delta H =$	27.64	mca				
$\Delta H =$	39.25	psi				
Presión en el punto de trabajo más $\Delta H$		55.28	mca <	175.00 mca	SDR	17
					OK	

Para calcular la carga neta positiva de succión de un sistema, se ocupara la ecuación que se muestra

**Donde=**  $NPSH_{disponible} = H - (H_{atm} + h_1 + \Delta H_1)$

NPSH disponible= carga neta de succión positiva disponible, m

H<sub>atm</sub>= presión atmosférica, m

H<sub>vpa</sub>= presión de vapor, m

H<sub>s</sub>= altura estática de succión, m

$\Delta H_s$ = pérdida de carga por fricción de accesorios y tubería, m

H ATM		HVAP	
409.91 msnm	9.84 mca	23.00 °C	0.29 mca
250.00 msnm	10.03 mca	20°C	0.24 mca
500.00 msnm	9.73 mca	25°C	0.32 mca

NPSH disponible	9.55 mca	31.32 pies
-----------------	-------------	---------------

**Anexo XI Fotos de la fuente y sitio de ubicación de la obra de toma**

Imagen N°13: Cascada – Natividad Guerrero



Imagen N°14: Cobertura vegetal de la microcuenca



## Anexo XII Presupuesto del Proyecto

ETAPA	CODIGO	ACTIVIDAD	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (SIN TRANSPORTE)
<b>310</b>		<b>PRELIMINARES</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>25,347.87</b>	<b>15.26</b>	<b>386,871.47</b>
	<b>31001</b>	<b>LIMPIEZA INICIAL</b>	<b>M<sup>2</sup></b>	<b>11,656.33</b>	<b>17.92</b>	<b>208,881.45</b>
	92224	LIMPIEZA MANUAL INICIAL	M <sup>2</sup>	11,656.33	17.92	208,881.45
	<b>31002</b>	<b>TRAZO Y NIVELACION</b>	<b>ML</b>	<b>13,691.54</b>	<b>13.00</b>	<b>177,990.02</b>
	93599	TRAZO DE EJE DE TUBERIA DE AGUA POTABLE	ML	13,691.54	13.00	177,990.02
<b>320</b>		<b>LINEA DE CONDUCCION</b>	<b>ML</b>	<b>5,632.00</b>	<b>287.75</b>	<b>1,620,620.91</b>
	<b>32001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>7,028.74</b>	<b>131.64</b>	<b>925,262.81</b>
	95330	EXCAVACION MANUAL EN T.N	M <sup>3</sup>	7,028.74	131.64	925,262.81
	<b>32011</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>5,632.00</b>	<b>84.90</b>	<b>478,156.80</b>
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M <sup>3</sup>	5,632.00	84.90	478,156.80
	<b>93282</b>	<b>PRUEBA HIDROSTATICA</b>	<b>C/U</b>	<b>20</b>	<b>453.60</b>	<b>9,072.00</b>
	93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUB. Diám.=HASTA 3", L= HASTA 200 m PARA PROY. A.P.	C/U	20	453.60	9,072.00
	<b>32016</b>	<b>TUBERIA</b>	<b>ML</b>	<b>632.00</b>	<b>268.94</b>	<b>169,970.08</b>
	96165	TUBERIA DE PVC Diám.=3" (SDR-17) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	632.00	268.94	169,970.08
	<b>32025</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	<b>C/U</b>	<b>4</b>	<b>9,539.81</b>	<b>38,159.22</b>
	5377	caja (pila rompe presion) de concreto de 3000 psi reforzado de ancho:0.70m,L:1.05m y alto:1m (incluye repello y fino)	C/U	1	9,471.28	9,471.28
	2137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE 3"	C/U	6	4,031.93	24,191.58
	93848	CODO DE H.G DE 3" POR 90°	C/U	6	296.81	1,780.86
	92847	UNION LISA DE PVC 3"	C/U	50	54.31	2,715.50
<b>330</b>		<b>RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>ML</b>	<b>8,264.01</b>	<b>384.77</b>	<b>3,179,753.87</b>
	<b>33001</b>	<b>EXCAVACION PARA TUBERIA</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>9,795.69</b>	<b>131.64</b>	<b>1,289,504.54</b>
	95330	EXCAVACION MANUAL EN T. N	M <sup>3</sup>	9,795.69	131.64	1,289,504.54
	<b>33009</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACION</b>	<b>M<sup>3</sup></b>	<b>10,203.84</b>	<b>84.90</b>	<b>866,306.27</b>
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M <sup>3</sup>	10,203.84	84.90	866,306.27
	<b>33022</b>	<b>PRUEBA HIDROSTATICA</b>	<b>C/U</b>	<b>29</b>	<b>155.28</b>	<b>4,503.12</b>
	93282	PRUEBA HIDROSTATICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERIA Diám.=HASTA 3", L= HASTA 300 m PARA PROY. A.P	C/U	29	155.28	4,503.12
	<b>33015</b>	<b>TUBERIA DE RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>ML</b>	<b>8,264.01</b>	<b>104.99</b>	<b>867,669.13</b>
	96166	TUBERIA DE PVC Diám.= 1 1/2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)	ML	644.26	72.06	46,425.38
	96165	TUBERIA DE PVC Diám.= 2" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)(CON JUNTA CEMENTADA)	ML	6991.76	99.24	693,862.26
	96164	TUBERIA DE PVC Diám.= 3" (SDR-26) (NO INCL. EXCAVACION)(CON JUNTA CEMENTADA)	ML	627.99	202.84	127,381.49
	<b>32025</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	<b>C/U</b>	<b>7</b>	<b>21,681.54</b>	<b>151,770.81</b>
	5377	caja (para válvula rompe presión) de concreto de 3000 psi reforzado de ancho:0.70m,L:1.05m y alto:1m (incluye repello y fino)	C/U	5	9,471.28	47,356.40
	2137	VALVULA DE PASE DE GABETA DE BRONCE 2"	C/U	6	4,031.93	24,191.58
	93848	CODO DE PVC DE 2" POR 90°	C/U	80	296.81	23,744.80
	93849	CODO DE PVC DE 3" POR 90°	C/U	60	320.57	19,234.20
	92846	UNION LISA DE PVC 1 1/2"	C/U	54	38.45	2,076.30
	92847	UNION LISA DE PVC 2"	C/U	583	54.31	31,662.73
	92848	UNION LISA DE PVC 3"	C/U	52	67.40	3,504.80

	<b>340</b>	<b>FUENTES Y OBRAS DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>53,134.06</b>	<b>53,134.06</b>
	<b>34001</b>	<b>OBRA DE CAPTACION</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>1,345.08</b>	<b>1,345.08</b>
	92021	NIVELETA SENCILLA L = 1.10 m	C/U	6	64.18	385.08
	92226	RELLENO Y COMPACTACION MANUAL	M <sup>2</sup>	8.00	120.00	960.00
	<b>34006</b>	<b>OTRO TIPO DE OBRAS DE CAPTACION</b>	<b>c/u</b>	<b>1</b>	<b>51,788.98</b>	<b>51,788.98</b>
	95484	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO PIEDRA BOLON DEL SITIO)(NO INC. CLASIF. NI ACARREO DE BOLON)	M3	11.22	1,720.23	19,300.98
	93360	CONCRETO DE 2,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M2	3.00	2,980.47	8,941.41
	92277	CONFORMACION MANUAL DE TERRENO CON CORTES Y RELLENOS HASTA 5 cms	M3	8.40	8.69	73.00
	3028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diam.=3" (NO INCL. EXCAVACION) (INCLUYE BLOQUE DE REACCION)	ML	6.00	1,376.19	8,257.14
	2272	VALVULA DE HIERRO GALVANIZADO Diam.= 3" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1	12,289.29	12,289.29
	96164	TUBERIA PVC (SDR-26)(NO INCL. EXC.)(JUNTA CEMENTADA)	ML	6.00	202.84	1,217.04
	93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam.= No. 4	LBS	50.36	23.96	1,206.63
	92371	FORMALETA PARA MUROS	M2	2.52	199.80	503.50

335		TANQUE DE ALMACENAMIENTO CAPACIDAD 51.69 M³	GLB	1	683,226.54	683,226.54
	96262	valvula de boyia (flotador de control de nivel) de hierro fundido 2"	C/U	1	6,875.81	6,875.81
	92022	NIVELETA DOBLE DE PINO DE 1.50m x 1.50m	C/U	4	117.33	469.32
	92021	NIVELETA SENCILLA DE MADERA PINO L=1.10m	C/U	4	102.35	409.39
	95110	CONCRETO DE 3,000 PSI (CON MEZCLADORA) (NO INCL. FUNDIDA)	M3	22.00	3,609.55	79,410.10
	04721	MAMPOSTERIA DE PIEDRA BOLON (CONS. COMPRA DE P. BOLON) CON MORTERO PROPORCION 1:3 (NO INCL. EXCAV)	M3	72.00	3,089.79	222,465.15
	92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M3	3.00	290.30	870.91
	92371	FORMALETA DE MADERA PINO PARA MUROS	M2	143.00	199.80	28,571.34
	95561	FORMALETA DE MADERA PINO PARA LOSA AEREA @ Alt.=1.70m (INCL. BARULES)	M2	18.00	403.55	7,263.90
	92388	FORMALETA DE MADERA PINO PARA FUNDACIONES	M2	20.00	294.94	5,898.78
	92345	FORMALETA DE MADERA PINO PARA VIGAS	M2	9.50	367.62	3,492.41
	93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. <= AL No. 4	LBS	4,750.00	23.96	113,801.93
	93383	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diám. > AL No. 4	LBS	2,765.00	27.75	76,726.81
	93352	HIERRO (EN VARILLAS) LISO DE CONSTRUCCION	LBS	176	27.33	4,810.78
	92160	PIQUETEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M2	54.00	28.67	1,548.29
	92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M2	54.00	213.73	11,541.57
	96221	IMPERMEABILIZANTE (MORTERO CEMENTICIO CON BASE AGUA) PARA REC. TIPO SIKA-101 O SIMILAR	M2	60.00	242.13	14,527.67
	93411	PINTURA EPOXICA BLANCA SOBRE PAREDES DE TANQUES DE AGUA POTABLE	M2	60.00	406.56	24,393.44
	92147	PINTURA DE ACEITE (COLOR DE LINEA) CALIDAD STANDARD (INCL. 2 MANOS)	M2	108.00	123.19	13,304.60
	93873	RESPIRADERO DE TUBO DE Ho. Gº. Diám. = 3"	C/U	1	1,021.20	1,021.20
	94979	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 2"X90° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	3	250.33	751.00
	92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=2" (NO INCL. EXCAVACION)	ML	23.98	573.43	13,750.74
	92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 2" (2 C/U)	C/U	3	7,053.54	21,160.62
	03106	ANDEN DE CONCRETO DE 2500 PSI SIN REF. Espesor=0.075m	M2	15.80	333.32	5,266.50
	05017	TAPA DE CONCRETO DE 3000 PSI, REF. #3@0.14m EN A/D, Espesor=0.075m CON REPELLO CORRIENTE	M2	1.21	962.89	1,165.09
	03547	CAJA DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. +PARED DE LADRILLO CUARTERON DE Ancho=1.00m,Largo=1.00m(NO INCL.EXC)(INCL. REPELLO y FINO	C/U	2	7,928.56	15,857.11
	<b>33508</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>M2</b>	<b>1</b>	<b>7,872.06</b>	<b>7,872.06</b>
	92066	CERCO ALAMB/ PUAS 13 H. POSTE DE MADERA	ML	40.00	176.38	7,055.20
	93056	PUERTA DE ALAMBRE DE PUAS CAL # 13 1/2 Y MADERA BLANCA	C/U	1	816.86	816.86

<b>360</b>		<b>PLANTA DE PURIFICACION</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>936.38</b>	<b>936.38</b>
	<b>36003</b>	<b>EQUIPO CLORINACION</b>	C/U	1	176.38	176.38
	92728	CLORADOR (DOSIFICADOR DE CLORO) ENTREGA EN FORMA DE CARGA CONSTANTE 856.36 gr	C/U	1	760.00	760.00
<b>350</b>		<b>CONEXIONES</b>	<b>C/U</b>	<b>198</b>	<b>1,818.85</b>	<b>360,132.16</b>
	<b>35001</b>	<b>CONEXIONES INTRADOMICILIARES</b>		<b>184</b>	<b>752.18</b>	<b>138,401.12</b>
	3346	CONEXION DOMICILIAR CON SILLETA PVC DE 2" x ½" PARA AGUA POTABLE(NO INCL. MED)( INCL. EXCA Y RELLENO)	C/U	184	752.18	138,401.12
	<b>35009</b>	<b>MEDIDORES DE AGUA POTABLE</b>	<b>C/U</b>	<b>184</b>	<b>1,205.06</b>	<b>221,731.04</b>
	92728	MEDIDOR DE AGUA POTABLE Diám.=½" PARA CONEXIÓN DOMICILIAR	C/U	184	1,205.06	221,731.04
<b>370</b>		<b>LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA</b>	<b>M2</b>	<b>11,656.33</b>	<b>17.92</b>	<b>208,881.45</b>
	<b>37001</b>	<b>LIMPIEZA FINAL</b>	M2	11,656.33	17.92	208,881.45
	92225	LIMPIEZA MANUAL FINAL	M2	11,656.33	17.92	208,881.45
<b>501</b>		<b>LETRINA SENCILLA CON REVESTIMIENTO</b>	<b>C/U</b>	<b>39</b>	<b>10,864.79</b>	<b>423,726.64</b>
	<b>50102</b>	<b>ENCHAPE DE FOSO</b>	<b>C/U</b>	<b>39</b>	<b>5,293.94</b>	<b>206,463.66</b>
	3990	FOSO PARA LETRINA SENCILLA REVESTIDA ENCHAPE DE DE BLOQUES DE MORTERO DE 6" CON 1 HILADA GR (NO INC. MONC)	C/U	39	5,293.94	206,463.66
	<b>50103</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACION DE PLANCHA Y BANCO</b>	<b>C/U</b>	<b>39</b>	<b>1,392.39</b>	<b>54,303.04</b>
	92227	EXCAVACION MANUAL EN T.N	M3	83.34	94.62	7,885.63
	94471	LOSA Y BANCO PREFABRICADO DE CONCRETO	C/U	39	1,190.19	46,417.41
	<b>50004</b>	<b>CASETA DE LETRINA</b>	<b>C/U</b>	<b>39</b>	<b>4,178.46</b>	<b>162,959.94</b>
	94474	ROTULO LEYENDA(SOLAMENTE PINTADO CON PINTURA DE ACEITE) PARA PROYECTOS DE LETRINAS(ANTES NOV 2008)	C/U	39	94.46	3,683.94
	94401	FORRO DE LAMINA LISA DE ZINC CAL.28 SOBRE ESTRUCTURA METALICA P/PAREDES CASETA LETRINA SENC	C/U	39	1,077.74	42,031.86
	3960	ESTRUCTURA DE ACERO (A-36) Y TUBO RECT. DE HIERRO P/CASETA LETRINA SENC(INCL. TUBO DE VENT.)	C/U	39	2,833.01	110,487.39
	95904	CUBIERTA DE TECHO DE LAMINA ONDULADA DE ZINC CAL.28 SOBRE ESTRUCTURA METALICA P/CAS LET SENC	C/U	39	173.25	6,756.75

49928	LAVANDERO	C/U	39	7,610.53	296,810.70
92244	VÁLVULA O LLAVE DE CHORRO DE BRONCE Diam.: 1/2" PARA AGUA POTABLE	C/U	39	593.18	23,134.02
92177	TUBERIA DE PVC Diám.=1/2" (SDR-13.5) (NO INCL. EXCAVACION)(JUNTA CEMENTADA)	M	240.03	23.46	5,631.10
93448	Tubería de PVC diám.=2" (sdr-41) (no incl. excavacion) (junta cementada)	M	615.20	84.90	52,230.48
96809	Codo liso sanitario de PVC diám.=2", 90°	C/U	144	168.83	24,311.52
96079	Tee sanitaria lisa de Pvc Diám.=2"	C/U	39	265.50	10,354.50
05063	Pozo de absorcion sin revestir de 0.50mx0.50m, Prof.=0.70m con relleno de piedra bolon.	C/U	39	1,166.26	45,484.14
92003	Concreto de 2,500 psi (mezclado a mano) (no incl. Fundida).	M3	38.00	3,293.00	125,134.00
92282	Fundir concreto en cualquier elemento	M3	38.00	277.13	10,530.94
<b>COSTO TOTAL DIRECTO</b>					<b>7,166,737.78</b>
Monto de materiales (80% del costo total directo sin transporte)					5,733,390.22
Monto de transporte de materiales (F.T=1.3392)					1,944,765.96
Costos directos (Incluyendo transporte)					<b>9,111,503.74</b>
Costo total de venta (F.V=1.25)					<b>11,389,379.67</b>



## **Anexo XIII Especificaciones técnicas**

### **OBRAS PRELIMINARES.**

#### **Trazo, Replanteo y Nivelación**

Este inciso cubre todo lo relacionado con el replanteo, trazo y nivelación de tuberías y estructuras, verificación de referencias topográficas dejadas en el sitio durante la fase de estudios y elaboración de nuevas referencias en caso de que se requieran.

Partiendo de los BM (Banco Maestro) mostrados en los planos, se replanteará las referencias de campo necesarias para las obras a construirse. Antes del inicio de los trabajos se verificará la localización de los BM y se comprobará coordenadas y niveles, si se prevé que, durante la construcción de las obras, algunos Puntos de Referencia (PR), a los cuales están referenciados los Puntos de Intersección (PI), serán destruidos, se deberá previamente a los trabajos, ubicar puntos de referencia (PR) que sirvan de referencia para la construcción de las obras.

En caso de necesidad, se establecerá mojones o BM secundarios de referencia, comúnmente conocidos como TBM, los cuales podrán servir para mediciones de partidas ejecutadas. Estos mojones serán construidos de hormigón simple en forma de pirámide truncada, con la base menor hacia arriba, de 50 centímetros de altura y bases de 30x30 cm la mayor y de 15x15 cm la menor, con un clavo de bronce o zinc de 30 cm de largo empotrando en el centro de la base menor que se colocará hacia arriba, sobresaliendo 10 cm del suelo natural.

Se verificará y utilizará con los datos de estación total o las libretas de topografía de diseño que serán facilitadas por la Alcaldía de San Juan del Rio Coco, las referencias fundamentales expresadas en función de la posición y elevaciones de bancos a nivel o PI.

En caso de falta de las mediciones se deberá corregir tales desviaciones. Así mismo, se deberá mantener en su sitio todas las referencias fundamentales mientras dura la labor de instalación de tubería en el tramo.

## **Limpieza y desbrozo**

Este inciso cubre todo lo relacionado con la limpieza inicial, remoción, desalojo y disposición de los materiales producto de estas actividades, para las cuales se deberá suministrar los equipos necesarios y la mano de obra requerida para el fin. Este rubro no incluye la remoción de la capa vegetal, ya que esta se extraerá de una sola vez junto con la excavación.

Este trabajo comprende la eliminación de arbustos, matorrales, hojarasca, etc., con el fin de facilitar los trabajos a realizar, especialmente para el replanteo y la nivelación y la circulación del personal que trabaja en las obras.

Se deberá efectuar de una sola vez los trabajos de limpieza y desbrozo en toda el área de ejecución de las obras, antes de proceder con el movimiento de tierras.

Los equipos y procedimientos a utilizar para estas labores serán aprobados por el Ingeniero, por lo que se deberá presentar con anticipación el programa de trabajo con la descripción de la metodología y equipos a emplear.

## **Disposición de los materiales.**

Los materiales provenientes de los trabajos de las obras preliminares, serán dispuestos en un sitio aprobado por el ingeniero, se deberá pedir autorización a las entidades correspondientes y presentar al ingeniero dicha autorización.

Se permitirá la quema de estos desechos, una vez que están depositados en el basurero (autorizado por las entidades correspondientes), sin embargo, se deberá realizar esta operación tomando todas las medidas de seguridad y control para este tipo de actividad. La persona encargada de la obra será el único responsable por daños y perjuicios que se pudiera causar a terceros y deberá responder ante las demandas de los perjudicados.

## **Obras comprendidas**

Todo lo mencionado en esta sección, será aplicable a los siguientes rubros:

Predios

Línea de conducción

Red de distribución

Tomas domiciliarias.

## **EXCAVACION**

### **Trabajo Comprendido**

El trabajo comprendido en esta sección, incluye el suministro de mano de obra, equipos y materiales necesarios para la ejecución de la excavación normales y adicionales, ya sea en tierra normal o especial, para la conformación del fondo de zanjas, niveles de cimentación, excavaciones estructurales, y taludes de acuerdo a lo indicado en los planos, a lo que ordene el ingeniero y a lo que aquí se especifica.

### **Dimensiones de la Excavación**

Las excavaciones de cualquier tipo, se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicados en planos o por el ingeniero.

Para zanjas

El ancho de la zanja será igual al diámetro nominal de la tubería a instalar más 0.45 metros, hasta un máximo de 0.60 metros. Los costados de las zanjas deberán ser verticales, el fondo de la zanja deberá quedar perfectamente nivelado sin protuberancias que afecten a la tubería a instalarse, de manera que el tubo descansa sobre el terreno en toda su longitud y uniformemente, por tanto, el fondo de las zanjas será excavado a mano, usando un azadón de forma de curva de tal manera que se obtenga un apoyo firme, uniforme y continuo para el cuadrante inferior del tubo. Se deberán dejar depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas. Deberá quedar un espacio libre de 50 centímetros entre las paredes de los tubos a instalarse y cualquier otra tubería o estructura existente. En caso de que, en la excavación, se presentaran terrenos de poca consistencia (muy húmedo, suelos orgánicos etc.), como el sonsocuite, la zanja deberá profundizarse como lo indique el ingeniero, pero no más de 10 centímetros debajo del fondo previsto y el material excavado, deberá reponerse con

material granular que será apisonado en capas que no excedan los 10 centímetros hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  de diámetro del tubo. Al terminar el apisonamiento del fondo de la zanja, se procederá a la conformación de las depresiones para las juntas. La excavación de zanjas no se debe adelantar substancialmente con respecto a la instalación de tuberías, no debiendo exceder de 100 metros o el equivalente a una cuadra en cada frente de trabajo.

En ningún caso se permitirá excavar delante de la instalación de tubería, cuando haya más de 300 metros de superficie de rodamiento que no haya sido restaurada y aceptada por el ingeniero, en cada frente de trabajo.

Todas las excavaciones deberán ser realizadas en seco, en caso de presencia de agua en las excavaciones, se deberá proceder de acuerdo al acápite "Baldeo y remoción de aguas" de estas mismas especificaciones.

### **Para estructuras de concreto**

Se realizará todos los cortes necesarios que se indiquen en los planos o que el ingeniero indique, para llevar a cabo la ejecución de las obras de acuerdo a los alineamientos, elevaciones, niveles y secciones que muestren los planos, así como su ubicación. Si al excavar hasta los niveles indicados en los planos, se encontrasen materiales inestables, estos deberán excavar adicionalmente 0.20 metros, los cuales se repondrán con material selecto el que deberá compactarse a una densidad de 95% PROCTOR.

Se podrá utilizar equipos para la excavación siempre y cuando el Ingeniero apruebe dicha metodología, sin embargo, los últimos 10 centímetros de excavación antes de alcanzar el nivel de la rasante, deberán ser excavados siempre a mano, con el fin de no aflojar o remover el fondo de la excavación.

### **Restricción y calidad del trabajo**

No se permitirán zanjas abiertas por periodos mayores de tres (3) días, antes de la colocación de la tubería y las zanjas deberán ser rellenadas dentro de las 24 horas después que la tubería haya sido probada y aceptada por el Ingeniero.

Los materiales de cualquier tipo de excavación deberán ser colocados al lado donde no se obstaculice el tránsito y que, en todo caso, causen el mínimo inconveniente, y permitan el acceso apropiado y seguro a la propiedad pública y privada, y además brinden el espacio suficiente de maniobra para los equipos de construcción.

En la excavación de tuberías, se reservará una orilla despejada de 50cm de ancho mínimo, entre el borde de la zanja y el pie del talud de las tierras extraídas. Esa orilla está destinada a la circulación cómoda del personal instalador de la misma.

Los materiales excavados que no sean satisfactorios para relleno, o que estén en exceso al requerido, serán dispuestos fuera del sitio de la obra de una manera aprobada por el ingeniero.

Se eliminará toda el agua que se colecte en las zanjas antes y después de la instalación de los tubos y aquellas obras de concreto donde no se especifica el contacto con el agua, de lo contrario, en ningún caso se permitirán que el agua escurra sobre una fundación o por la tubería sin el permiso del ingeniero.

Se deberá proteger los árboles y otras plantas que estén ubicadas en la propiedad que se esté trabajando, paredes divisorias (cercos de piedra) postes, alambres, aceras, bordillos, bancos de nivel y otras características de la superficie ubicada dentro del derecho de vía o propiedades colindantes, mientras se lleva a cabo el trabajo y deberán repararse los daños que resulten de este. Las excavaciones no deben rebasar los soportes normales de 45% debajo de cualquier fundación existente.

#### Disposición de los materiales

El material producto de la excavación para la obtención de un nivel de rasante o cimentación que a criterio del ingeniero no es aprovechable para el mejoramiento del fondo mismo, será desalojado y transportado a una distancia cercana que será escogida por el ingeniero, preferiblemente no mayor de 5 Km para ser utilizado en el relleno o mejoramiento temporal de caminos de acceso a los bancos de materiales y predios o nivelación y mejoramiento del área de maniobras dentro de los predios.

## **INSTALACION DE TUBERIA**

### **Requisitos Generales**

La rasante de los tubos será terminada cuidadosamente, por lo que deberá ser terminada a mano y se formará en ella una especie de “Media Caña” a fin de que una cuarta parte de la circunferencia del tubo y en toda su longitud quede en Contacto con terreno firme y, además, se proveerá de una excavación especial para alojar las campanas de los tubos.

Para los tubos de PVC y H° G°, solo se deberá garantizar una superficie plana, libre de protuberancias. Previo a la instalación de la tubería, se deberá verificar que los trabajos realizados en el fondo y paredes de la excavación y dimensiones de la misma, sean adecuados. En caso contrario procederá a efectuar los ajustes correspondientes.

Antes de instalarse, los tubos serán alineados a un lado y a lo largo de la zanja, y si no hay inconvenientes, del lado opuesto al material de excavación, protegiéndose del tráfico y de la maquinaria pesada asignada a la obra.

Los tubos deberán limpiarse adecuadamente antes y justo antes de la instalación para evitar filtraciones posteriores por suciedad en las actividades destinadas a éstos.

Se deben usar herramientas y equipos apropiados para manejar e instalar los tubos en una forma segura y satisfactoria. Se deberá evitar el uso de métodos bruscos en el manejo de los tubos, tal como dejarlos caer, y en lo posible, se deberán descargar a mano.

El almacenamiento de la tubería debe ser bajo techo y a la sombra.

En general, la profundidad de la tubería de agua potable estará de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos. En ningún caso las tuberías deberán estar ubicadas a menos de 1.20 metros a nivel de corona, de lo contrario se protegerán con concreto tal como se muestra en los planos constructivos y con la aprobación del Ingeniero.

No se permitirá caminar o trabajar sobre los tubos después de colocados, hasta que hayan sido cubiertos con material de relleno hasta 0.30 metros de espesor sobre la corona del tubo.

Los extremos de los tubos que hayan sido instalados, serán protegidos con tapones de material aprobado por el ingeniero para evitar que tierra u otras suciedades penetren en los tubos. El interior de los tubos deberá ser cuidadosamente mantenido libre de tierra, suciedad y cemento. Al finalizar la instalación de la tubería, ésta se limpiará completamente con agua, y se deberá extraer toda basura, tierra, y otras suciedades que hayan quedado dentro de las tuberías.

En las zanjas con fuertes declives, será necesario anclar o asegurar la tubería que se va instalando, previendo que por su propio peso puedan deslizarse u originar defectos en sus uniones.

### **Calidad de Tubos.**

Todos los tubos PVC deberán cumplir con la norma ASTM-D-2241-69. Estos tubos deberán tener un extremo espiga y otra campana, en el extremo campana es donde irá el empaque de goma, para el acople de los mismos. Las cédulas a utilizar están indicadas en los planos.

Los accesorios de hule a utilizar para el acople, deberá cumplir con la especificación ASTM-D-3139-73

### **Cortes y Rectificación de Tubería.**

Los cortes en tubería son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo.

### **Cortes.**

Los tubos de PVC pueden cortarse haciendo uso de sierras de mano de dientes finos y una caja de ingletes, o con máquinas especiales "corta tubos" con discos de dientes finos con una guía apropiada, accionados con motores de gasolina, a presión, o de cuchillas.

Los tubos se deberán cortar en ángulo recto con relación a su eje. Se deberá remover totalmente la rebaba poro medio de un cuchillo, lima, escariador o papel abrasivo.

Cualquiera que sea el método de corte utilizado, es necesario tener presentes las siguientes recomendaciones:

Marcar con tiza, o con lápiz grueso, una línea que señale el corte que se va a hacer. Este corte deberá ser exactamente perpendicular al tubo.

El tubo debe estar sujeto firmemente para evitar que se mueva durante el corte.

En caso de cortes fuera de la excavación, se deberá hacer girar el tubo a medida que se va cortando, de modo que la parte que debe cortarse, esté siempre del lado superior

No debe dejarse la extremidad del tubo sin apoyo, pues es posible que ese extremo se quiere por su propio peso antes de completar el corte.

### **Biselado de los extremos.**

El corte deja una sección o borde vivo, que debe ser preparado para recibir la junta o campana del otro tubo al que se unirá. Este biselado puede hacerse a mano, o con máquinas biseladoras especiales.

El proceso a mano se puede hacer con una escofina procurando que los movimientos sean los más horizontales posibles, hasta notar que ya se tiene hecho el bisel, luego con un papel abrasivo se eliminara las rebabas y se le terminara de dar forma al bisel del tubo, las ralladuras longitudinales o circunferencias podrían comprometer la estanqueidad de la junta.

## **Uniones**

### **Uniones flexibles o juntas rápidas para tuberías PVC**

El tubo PVC con Uniones Flexibles, presenta un extremo ligeramente acampanado, en cuyo interior existe una ranura que se abulta exteriormente en forma de anillo, y que sirva para alojar el empaque de hule circular que se usa en este tipo de juntas. El otro extremo del tubo es liso y se le llama extremo espiga. Para el montaje de este tipo de uniones se deberán seguir los siguientes pasos:



Se limpiará cuidadosamente el interior de la campana del tubo y principalmente, la ranura donde se alojará el empaque de hule. A continuación, el anillo de hule, completamente limpio, se coloca y ajusta debidamente en la ranura de la campana del tubo.

Es de suma importancia alinear correctamente los tubos que se van a unir, para evitar que el extremo espiga sea instalado formando un ángulo con la línea de la tubería.

antes de efectuar la unión se deberá verificar si el extremo espiga no posee rebabas de material u otro tipo de defectos, de ser así, se deberá limpiar y lijar el bisel del tubo, hasta corregir el defecto, de no poderse, se tendrá que cambiar el tubo por uno en buen estado.

Conforme las indicaciones del fabricante, se deberá lubricar perfectamente la mitad de la longitud a insertar del extremo del tubo.

Teniendo alineados los tubos, se procederá a empujar el extremo espiga dentro de la campana del otro tubo, hasta su arca de penetración, pudiéndose auxiliar de una barra, colocada con tacos de madera, en el otro extremo del tubo que se está introduciendo.

Este empuje no implica la aplicación de una fuerza excesiva para lograr la penetración del tubo. Si la tubería presenta dificultades en su inserción, se recomienda sacar el extremo espiga, quitar el anillo de hule y repetir los pasos anteriores hasta lograr una unión correcta.

### **Uniones con cemento solvente especial para tubería PVC**

Este tipo de juntas para la unión de tuberías plásticas a presión, se emplea especialmente en diámetros pequeños, se procede en la forma siguiente:

Con un trapo o tela, se limpia bien el extremo del tubo y la junta, cerciorándose que esté completamente seco.

Se procede a quitar el acabado lustroso del tubo, por medio de un limpiador químico aprobado por el fabricante, el cual deberá ser aplicado con un paño libre de humedad.

Un sustituto para la remoción de lustre de las superficies de contacto puede ser el papel abrasivo o una estopa de acero.

Se deberán limpiar todas las partículas de material abrasivo y/o PVC, antes de aplicar el mortero. Una vez limpias estas piezas, no deberán mojarlas ni ensuciarlas.

Usando una brocha de pelo de animal o con las manos limpias, úntese el disolvente en la parte exterior de boca del tubo e interior de la junta.

Su aplicación será en sentido longitudinal (de izquierda a derecha), procurando que la capa de adhesivo sea más delgada en la embocadura y más espesa en el extremo. No use demasiado cemento dentro de la campana.

Coloque la espiga del tubo ya cementado en el extremo campana del otro tubo, empujándolo hasta el tope, dándole un poco de movimiento rotativo para eliminar las burbujas de aire.

Límpiese el sobrante del disolvente. Cuando instale la tubería en el fondo de la zanja no la deje completamente alineada, sino con pequeñas ondulaciones horizontales, para facilitar la dilatación.

Por ningún motivo será permitido usar PERMATEX al unir material plástico con cualquier otro tipo de material, ya que este producto es altamente nocivo para el plástico.

Dependiendo de la clase de cementos solventes a usar, según su fraguado, debe tenerse cuidado de no hacer circular agua por la tubería antes de 24 horas, para dar tiempo de que el acople haya adquirido su impermeabilidad.

Precauciones, Inmediatamente después de ensamblar la tubería, la línea no deberá moverse o desplazarse de ninguna manera, ya que ello puede ocasionar que se rompa o mueva la película de pegamento formada entre la superficie de pegamento a pegar.

Suministro e Instalación de Tuberías de H°. G°.

## **Calidad de los Tubos**

Las tuberías de hierro galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a las especificaciones siguientes:

Especificación ASTM A 72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A90-39.

La tubería de hierro galvanizado deberá ser suministrada en longitudes de 6.00 mts, provista de rosca Standard en cada extremo. Un acoplamiento deberá ser suministrado con cada longitud Standard. El acoplamiento consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca Santander para roscarse al extremo del tubo.

## **Cortes y Rectificación de Tubería**

Es fundamental que esta actividad sea llevada a cabo por personas especializadas en dichas operaciones:

Los cortes en tuberías son una actividad importante de controlar durante la ejecución del trabajo, y dicha situación se puede presentar cuando:

Fuere necesario instalar tramos de tubería intercalados con tubería existente.

Cuando es necesario cortar y rectificar tubos que han sufrido algún daño durante el transporte, manejo y acarreo al sitio de la obra.

Cuando en el desarrollo de la obra pueda requerirse el uso de tubos de una longitud inferior al normal de fabricación, ya sea para la colocación de un accesorio, en un sitio previamente fijado o para efectuar acoples a válvulas, etc.

En tales casos, es preciso cortar la parte dañada o reducir un tubo normal a la longitud requerida y rectificar luego los extremos del corte para proceder a efectuar las uniones.

Al cortar el tubo, se deberán limar y pulir los bordes afilados, tratando en todo momento de dejar los bordes de la misma forma original del tubo.

## **Baldeo y Remoción de Agua**

El término “Baldeo de las aguas” se utiliza para identificar la acción de evacuar las aguas que recibe la excavación, al efectuar una pinchadura o corte en alguna tubería del servicio de agua potable existente.

No se permitirá en ningún momento, que esta agua anegue la zanja, por tanto, se deberá proceder a su inmediata reparación. Se debe planear la extracción del agua de la zona del incidente tomando en cuenta las siguientes indicaciones:

Haciendo más amplio y hondo el fondo de la zanja en el lugar del corte, con el objeto de baldear o utilizar una motobomba achicadora, que pueda extraer el agua e impedir que su nivel llegue al fondo de la tubería recién instalada o que las aguas se extiendan en longitud de zanja hasta afectar el fraguado de gran parte de las juntas recién hechas. También servirá para realizar la reparación de la tubería dañada con más rapidez.

Uso de camisas divididas con válvulas abrazaderas y colocación de válvulas de limpieza con descarga en la superficie de las calles. En estos casos se puede conectar a este sistema el tubo de succión de una motobomba achicadora,

Toda agua sacada de las excavaciones, será dispuesta de una manera aprobada por el ingeniero, de tal forma que no origine condiciones higiénicas sanitarias deplorables, ni cauce perjuicio a personas o a propiedades, o cause daños al trabajo en proceso.

## **Esperas Para Conexiones**

Conforme el avance de la instalación de la tubería, se deberá ir dejando instaladas las esperas o acoples para la posterior instalación de la acometida de las conexiones domiciliarias en los sitios donde el Ingeniero indique y de acuerdo a lo indicado en los planos. Si por cualquier motivo no se instala la espera o acople, y se rellena la zanja, correrá por cuenta de la persona encargada de la obra (contratista), la realización de todos los trabajos necesarios para la conexión a realizar en los tramos indicados.

Cada espera consistirá en una Tee de PVC y un reductor que se inserta en la tubería matriz del sistema. Se deberá restaurar a su condición original toda superficie removida por él durante la construcción y acople de las tomas de patio.

## **Protección de Obras No Terminadas**

Antes de dejar el trabajo al final del día, o por paros debido a lluvias u otras circunstancias, se tendrá cuidado de proteger y cerrar con barricadas y/o señales de peligro, las aberturas y terminales de las tuberías que no han sido terminadas, para evitar que tierra u otros materiales indeseables puedan penetrar en las mismas. Cualquier material extraño que se encuentre, deberá ser removido por cuenta de la persona encargada de la obra

## **Prueba Hidrostática y de Estanqueidad**

Está consistirá en aplicar una presión de agua de 150 lbs. /plg<sup>2</sup> en tramos no mayores de 300 metros de tubería. Esta presión se deberá obtenerse de forma gradual y no bruscamente, y deberá mantenerse constante como mínimo una (1) hora. Durante la hora de prueba, deberá identificarse aquellas uniones que presenten cualquier fuga por mínima que sea, ya sea en tubos o accesorios, pasado el tiempo de prueba, deberá medirse la cantidad de agua necesaria para reponer la que fue necesaria bombear para mantener la presión de 150 psi. Si esta cantidad es mayor a la permisible, se tendrá que revisar todas las uniones y reparar las que sean necesarias y volver a realizar la prueba hidrostática las veces que sea necesario, hasta pasar la prueba.

La cantidad de agua permisible en fugas se podrá estimar con la siguiente fórmula:

$$F = (N D P^{1/2}) / 3,700 \text{ donde:}$$

F= Volumen de pérdidas permisibles en galones

N= # de juntas en el tramo a prueba

D = Diámetro nominal del tubo en pulgadas

P = Presión de prueba en PSI

## **Limpieza y Desinfección**

Después de aprobada la prueba de presión, la tubería deberá purgarse completamente, debiendo salir el agua por los drenes previamente establecidos, utilizando una velocidad de lavado mínima de 0.75 m/s.

A continuación, se deberá proceder con la desinfección de la tubería, utilizando el Método de Alimentación Continua. Este método consiste en utilizar Hipoclorito de Calcio granulado diluido en agua inyectarlo mediante una bomba de tubería o por medio del tanque de almacenamiento.

La dosis con la cual se deberá preparar la solución de Hipoclorito de Calcio será de 25 mg/litro, de tal forma que después de 24 horas de reposo del agua, se debe obtener un cloro libre o residual de 10 mg/litro. Con una concentración de 100 mg/litro, a las 3 horas, se deberá obtener la misma concentración deseada.

Pasado el tiempo de reposo, toda el agua con cloro contenida en la tubería deberá ser eliminada inyectando agua normal, para desplazar la que tiene cloro, se deberá mantener este flujo, hasta que el agua que salga por los drenes, sea similar a la que se proporciona al público.

## **Protección de Tubería**

Bajo este artículo, la persona encargada de la obra (contratista), proveerá todo el material, mano de obra, herramientas y equipos necesarios, para proteger las tuberías de agua potable propuestas o existentes que por algún motivo especial sufran cambios respecto a su ubicación original.

Esta actividad se deberá ejecutar cuando las tuberías se instalen en sitios tales como cauces, cruces de carretera, puentes y/o se instalen superficialmente.

## **Recubrimiento de concreto simple**

Todo el material de concreto para revestir tuberías conforme los detalles típicos mostrados en los planos o según lo indique el Ingeniero, deberá seguir las especificaciones técnicas descritas en el inciso "concreto".

El revestimiento mínimo deberá ser de 20 centímetros alrededor de la pared exterior del tubo. El concreto a utilizar deberá tener una resistencia mínima a los 28 días del colado de 3,000 PSI.

### **Obras Comprendidas**

Todo lo mencionado en este capítulo, será aplicable a los siguientes rubros:

Línea de conducción

Red de distribución

Conexiones domiciliarias o públicas

Toda actividad que contenga instalación de tuberías.

### **INSTALACION DE VALVULAS Y ACCESORIOS**

#### **Requisitos Generales**

Las válvulas y accesorios serán inspeccionados para comprobar su estado físico, la dirección de apertura, libertad de operación, la fijeza de los pernos, la limpieza de las puertas de válvulas, daños por el manejo y grietas.

#### **Materiales**

La persona encargada de ejecutar la obra proveerá todos los materiales y asume plena responsabilidad por los materiales incorporados a la obra, así como las precauciones necesarias en el transporte y descarga de los materiales a fin de prevenir daños a éstos, todo esto con el fin de efectuar los trabajos estipulados bajo este contrato.

#### **Calidad de Válvulas de Compuerta**

Para la red de distribución y línea de conducción, se utilizarán válvulas de compuerta del tipo Dresser de eje no ascendente Estilo 67-03 o similar, adaptadas con extremos acampanados, para instalarse en tubos de PVC.

Estas válvulas deberán ser diseñadas y fabricadas de acuerdo con las normas Standard de la A.W.W.A, para válvulas de compuerta. El sentido de apertura será en el sentido contrario a las manecillas del reloj (izquierda).

El cuerpo de las válvulas deberá ser de Bronce o hierro fundido según lo indicados en los planos, de acuerdo con las especificaciones de la ASTM A-126

Clase B, con una resistencia a esfuerzos de tensión de 60,000 psi.

Las manivelas deberán ser de H°F°, deberán tener áreas cubiertas con un material especial para evitar el deslizamiento de las manos al momento de su operación, e indicará con una flecha el sentido de apertura de la válvula, el propagador deberá ser de bronce y las campanas de hierro fundido.

Para válvulas de 2" y menores el disco deberá ser de bronce y para válvulas de 3" deberá ser de hierro fundido con anillo de bronce. La tuerca de operación deberá ser de hierro fundido, forma cuadrada de 2" por lado, según A.W.W.A.

El empaque de hule a utilizar para el acople, deberá cumplir con la especificación ASTM-D-3139-73, o cualquier otra norma aprobada para dicho fin y aceptada por el Ingeniero.

Cada válvula deberá traer indicada la profundidad de inserción del tubo.

#### Calidad de Válvulas de Aire y Vacío

Para Red de conducción, se utilizarán válvulas de Ventosa de aire y vacío del tipo BERMAD Serie AR, Modelo 02-AR-C o similar.

#### **Calidad de Válvulas Reductoras de presión**

En la línea de conducción y red de distribución se colocarán válvulas reductoras de presión siendo ubicadas y de fiel cumplimiento según lo especificado en los planos,

#### **Calidad de Accesorios**

Los accesorios se limitarán a todos aquellos elementos comunes utilizados para la instalación de tubería entre ellos se pueden mencionar, como, tee, reductor, etc.

Todos los accesorios a instalar de PVC, serán SCH-40, sus extremos serán acampanados y con una cavidad para alojar el anillo de hule que garantiza la hermeticidad de la junta. Dicho empaque deberá cumplir con las mismas especificaciones que el utilizado en los tubos, lo mismo que para su instalación.



## **Instalación**

Para la instalación de válvulas y accesorios (tee, codos, etc.), en lo que corresponde a excavación, cortes en la tubería y baldeo de aguas deben seguirse los pasos explicados en la instalación de tubería para estos conceptos.

Antes de proceder a la instalación de las válvulas y cualquier otro accesorio, se examinará cuidadosamente. El material encontrado defectuoso será separado para su correcta separación o para su abandono. Las válvulas deberán ser instaladas en los lugares fijados por los planos. Su instalación completa deberá comprender caja protectora, bloque de reacción y anclaje.

Cuando se trate de accesorios y válvulas con extremos de brida, deberán usarse longitudes cortas de tubería en cada una de los extremos. El objeto de esto es dar flexibilidad a la instalación. Cuando se tengan uniones flexibles no es necesario el uso de estas piezas cortas.

El terreno de la zanja sobre el cual, de descansar las cajas de válvulas, deberá estar perfectamente compactado, para evitar asentamientos. Las cajas deberán armarse en forma segura, y deberán ser colocadas en forma tal, que la tapa quede a ras con la superficie del terreno o de la calle.

## **RELLENO Y COMPACTACION**

### **Requerimiento para Relleno de Zanjas**

Durante el relleno de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos

A menos que se indique lo contrario, o que circunstancias especiales así lo exijan, no se rellenarán las zanjas hasta que la tubería haya sido probada, desinfectada y lavada, todo ello a satisfacción del Ingeniero.

La primera etapa de relleno llega hasta  $\frac{1}{4}$  de diámetro del tubo, este será colocado en capas que no excedan los 10 centímetros de espesor, cuidadosamente apisonadas una sobre otra y muy particularmente, debajo del tubo y sus costados, hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  del diámetro del tubo. Al terminar el apisonado del fondo de la

zanja, se usará un azadón de forma curva para proveer un apoyo uniforme para el cuadrante inferior de los tubos

La segunda etapa de compactación de zanjas inicia sobre la anterior, y consiste en seguir compactando el relleno en capas no mayores de 10 centímetros, hasta alcanzar un espesor de 0.30 metros sobre la corona del tubo.

En estas dos primeras etapas de relleno, solo se utilizarán materiales escogidos de la excavación (relleno común), tierra suelta libre de piedras, madera y cualquier tipo de materia orgánica susceptible de descomposición, etc. También podrá utilizarse material selecto o una combinación de ambos, u otro material aprobado por el ingeniero. Si los materiales de la excavación no fuesen apropiados para el relleno, se coordinará su obtención con la Alcaldía Municipal y beneficiarios y en otro sitio, los materiales requeridos.

La tercera etapa consiste en el relleno de la profundidad restante de la zanja hasta alcanzar el nivel original del terreno, compactando capas no mayores de 15 centímetros. Como material de relleno se utilizará el extraído de la misma excavación, pero escogido, libre de basura, piedras mayores de 10 centímetros de diámetro, ramas, palos y materia orgánica en general.

Antes de la terminación y aceptación final de todo el trabajo, le será requerido a la persona encargada de la obra (contratista) rellenar y recoronar todas las zanjas que se hayan hundido bajo el nivel de la superficie.

#### Requerimiento para Relleno Estructural y Terraplenes

Durante el relleno estructural o de terraplenes es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

- Las zonas excavadas alrededor de las estructuras deben ser llenadas con material granular permeable, colocados en capas horizontales que no excedan de 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno.

- En caso que se remueva material por debajo de los niveles de fondo de las estructuras, por encontrarse material inestable, los rellenos tanto debajo de la plantilla como él será necesario para forjar los taludes, tendrá que hacerse en capas de 0.10 metros como máximo, y compactarse al 95% PROCTOR. Los taludes para estas obras deberán ser conformados a mano.
- En caso de que el material proveniente de la excavación sea considerado aprobado por el ingeniero, este podrá ser utilizado para los rellenos.
- De preferencia, la conformación lateral deberá ejecutarse en forma tal, que la sección definitiva de las diversas estructuras se puede formar por cortes del suelo natural o relleno y no por relleno adicional.
- Al hacer rellenos o terraplenes, detrás de estribos, pilas o muros, hasta donde sea posible, el material deberá ser colocado simultáneamente, aproximadamente a la misma altura en ambos lados de la estructura. Si las condiciones exigiesen la colocación del relleno o terraplén hasta una altura notablemente más alta en un lado que en el contrario. El material adicional en el lado más alto no deberá ser colocado hasta que el Ingeniero hubiese otorgado su permiso, y es preferible no hacerlo, además hasta que la estructura tenga 14 días de edad, o hasta que ensayos hechos por laboratorio, bajo la supervisión del Ingeniero hayan comprobado que los materiales hubiesen alcanzado suficiente resistencia para soportar, sin daños o deformaciones un factor de seguridad adecuado, las presiones producidas por los métodos utilizados o los materiales colocados.
- Los rellenos y terraplenes no deberán ser colocados detrás de las paredes de cajas de concreto reforzado, estribos o estructuras de marcos rígidos, hasta que la fosa superior haya sido colocada y curada adecuadamente. Detrás de estribos sostenidos en su parte superior por la superestructura.
- Todos los terraplenes adyacentes a estructuras deberán construirse en capas horizontales, compactadas según se prescribe en el capítulo de compactación, excepto

que se permitirá el uso de apisonadoras mecánicas para obtener la compactación exigida.

- Se deberá poner especial cuidado para evitar que los rellenos produzcan “acción de cuña”, contra la estructura; y los taludes que limitan o están dentro del área por rellenar, deberán ser escalonados o dentados para evitar la acción de cuña.
- La colocación del material para los terraplenes y el escalonado de los taludes deberá hacerse en tal forma, que continuamente haya una merma horizontal de material concienzudamente compactado en una longitud por lo menos igual a la altura del estribo o muro contra el cual se coloque el relleno, exceptuando donde el suelo original, sin perturbar, interfiriese dentro de esta área.
- En caso de que se requiera, se utilizará piedra triturada, arena gruesa o grava, para proporcionar un filtro adecuado para el drenaje de llorones o barbalanas.

Tipos de Relleno

#### **Por su Profundidad – Relleno Normal**

Se llamará relleno normal a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación sea de 0.00 a 1.20 metros.

#### **Por su Profundidad – Relleno Adicional**

Se llamará relleno adicional a todo aquel cuyo rango de profundidad de aplicación comprenda desde los 1.20 metros hasta los niveles de desplante establecidos en los planos.

#### **Por el tipo de Material – Relleno Común**

Llamaremos relleno común a todo aquel donde se utilice el mismo material extraído de la propia excavación, o de otra fuente, libre de terrones grandes, cenizas, basuras, plantas, hierbas u otros materiales orgánicos degradables y que sea aprobado por el ingeniero. El relleno deberá tener alrededor del 2% de agua natural, con relación al peso seco de material original.

## **Por el tipo de Material – Relleno Especial**

Llamaremos relleno especial, todo aquel donde se utilice material selecto, o bien, otro tipo de material que no sea el extraído de la propia excavación.

### **Relleno al Interrumpir el Trabajo**

Si se descontinúa el trabajo por completo, o ya sea que cualquier excavación quedara descubierta por un período de tiempo no razonable, antes de la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, por razones de fuerza mayor o fuera de control por parte de la persona encargada de ejecutar la obra, este deberá rellenar por cuenta propia tales excavaciones, hasta que se reinicien las labores constructivas.

### **Requerimiento Para Compactación de Zanjas**

Durante la compactación de las zanjas es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

Cada capa de material de relleno con una humedad aceptable, que no sea ni muy baja (falta de agua), ni excesivamente saturada (exceso de agua), será compactada adecuadamente.

La capa de relleno, (material especial escogido de la excavación) hasta los 30 centímetros sobre la corona del tubo, será compactada con apisonadoras manuales de madera o metálicas, en capas de 10 centímetros, hasta lograr una apariencia de compactación sólida y de densidad uniforme.

Las capas de relleno, después de los 30 centímetros de la corona del tubo hasta el nivel de rasante de la calle, con un contenido de humedad óptimo y homogéneo, serán compactadas con un equipo motorizado y vibratorio, de tal manera, que, sometidas a pruebas de compactación, se obtenga al menos un porcentaje de compactación del 95% del peso volumétrico seco de este material con respecto al peso volumétrico seco máximo de laboratorio, fijado por la prueba AASHTO-T-99, Método C.

### **Requerimiento para Compactación de Excavaciones Estructurales**

Las zonas excavadas alrededor de estructuras, deben ser compactadas en capas que no excedan los 15.00 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno.

Cada etapa deberá ser humedecida y secada según sea necesario, y compactada con equipo apropiado, aprobado por el ingeniero.

#### Requerimientos para Compactación de Terraplenes

Durante la compactación de terraplenes es necesario ajustarse a los siguientes requerimientos:

Se deberá compactar el material colocado en todas las capas del terraplén y el material que se escarificado hasta la profundidad señalada, debajo de la subrasante, en las secciones de corte, hasta alcanzar una densidad uniforme, no menor del 95%, del peso volumétrico seco máximo fijado por la prueba AASHTO T 99, Método C, con un contenido de humedad que el ingeniero considere adecuado para obtener tal densidad.

Durante el avance del trabajo, el ingeniero hará pruebas de densidad del material compactado, de acuerdo con los métodos de prueba AASHTO T191, T 205, u otros métodos aprobados para pruebas de densidad en el terreno. De acuerdo con AASHTO T 224, se deberá hacer una corrección a los resultados, debido a la presencia de partículas gruesas. Si mediante tales ensayos, el Ingeniero decidiese que los requisitos sobre densidad y humedad no han sido satisfechos, el contratista deberá llevar a cabo el trabajo adicional que pudiera ser necesario para cumplir las condiciones estipuladas.

Los requerimientos de densidad no se aplicarán a las porciones de terraplén que se construyan con materiales que no pueden ser ensayados de acuerdo a métodos aprobados.

Cualquiera de las aplanadoras, vibradoras o compactadoras asignados a la tarea de compactar terraplenes, deberá compactar el ancho total de terraplén, con un mínimo de tres pasadas completas para cada capa de relleno.

Disposición de Material Sobrante.

Los materiales no utilizables originados de la excavación, en el relleno y en la compactación en exceso del requerido, serán retirados del sitio con la colaboración de los beneficiarios y dispuestos en un lugar aprobado por el ingeniero, debiendo suministrar todos los recursos necesarios para retirarlos del sitio y depositarlos adecuadamente conforme las exigencias de la Alcaldía Municipal de San Ramón.

### **Instalaciones de tomas domiciliarias (tomas de patio)**

Trabajo Comprendido.

Comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, transporte y mano de obra necesaria para instalar la toma de patio. La persona encargada de ejecutar la obra deberá realizar por su propia cuenta las excavaciones, relleno, compactación, remoción de agua, instalación de la conexión, restauración de la superficie a su estado original y todo lo necesario para dejar un trabajo completamente terminado a satisfacción de la Alcaldía Municipal de San Ramón y la ONG American Nicaragua Foundation (ANF).

### **Materiales**

La tubería y accesorios a utilizarse para la instalación de las tomas de Patio serán de PVC de ½" de diámetro, debiendo ajustarse a las normas generales para tubería y accesorios de PVC, mencionadas en el capítulo correspondiente a ello.

### **Actividades Constructivas**

#### **Ubicación de Conexiones domiciliarias (Tomas de Patio)**

El ingeniero señalará a la persona encargada de la obra la ubicación de cada uno de las tomas de patio a construir.

#### **Excavación**

El trazado de los Tomas de Patio a 90° (perpendicular) respecto a la tubería principal a la cual se va a acoplar. El ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros, pudiendo ser menor, siempre y cuando permita el trabajo cómodamente.

## **Acoples**

Para mayor efectividad en el proyecto, el acople deberá ir instalado paralelamente a la construcción de la red de abastecimiento de agua potable. Esto consistirá en colocar una abrazadera o Tee de PVC y un reductor que se insertará en la tubería matriz del sistema de distribución.

## **Almacenamiento y Manejo de Accesorios y Tuberías**

La persona encargada de ejecutar la obra deberá conseguir todos los materiales a utilizar, comprobando que estén en óptimas condiciones. Es responsabilidad del ejecutor, el manejo y traslado de todos los materiales al sitio del proyecto, Su almacenamiento e instalación hasta la aceptación de las obras a satisfacción del Ingeniero.

Como accesorios para unión de las tomas de patio con la tubería matriz principal de 1 ½ “de diámetro se usarán tee PVC con reducción a ½ pulgada, en diferentes ramales que se muestran en el plano se utilizará diámetros de tubería de 2”, 1-1/2”, 1”, ¾” y ½ pulgada.

Los accesorios de hierro galvanizado serán de tipo peso Standard y deberán ajustarse a la especificación ASTM A 72-45 con galvanización de acuerdo con ASTM A 90-39.

Las válvulas de chorro serán iguales o similares a la mostrada en el catálogo NIBCO 5-100-D, de Indiana USA y tendrán rosca macho en ambos extremos. Para garantizar el sello en las uniones de juntas roscadas se recomienda el empleo de envoltura de teflón. No se permitirá el empleo de permatex o similares en uniones roscadas de PVC con hierro galvanizado.

El pegamento a suministrarse debe cumplir con la norma D-2564, la cual rige las especificaciones para el cemento solvente. Esta es una solución de PVC clase 12454-B.

Los accesorios de PVC deben almacenarse en cajones cerrados, mientras que las tuberías deben guardarse bajo techo.



## **Concreto, acero de refuerzo y mampostería**

### **Concreto**

#### **Condiciones Generales**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos, obligan a la persona encargada de la obra a suplir e instalar cada artículo, material o equipo con el proceso indicado y con la calidad requerida, o sujeta a calificación, y a suplir la mano de obra, equipos y otros bienes complementarios necesarios para la terminación de cualquier obra que incluye concreto, mampostería, acero, o combinación de ello en su etapa constructiva.

#### **Normas y especificaciones**

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de Construcción, de marzo de 2007. En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I), contenida en el último informe del comité A.C.I-301.

Se consideran también incluidas en estas especificaciones y por consiguiente obligatorias, todas aquellas normas y especificaciones de la American Society of Testing Materials (ASTM) incluidas o simplemente mencionadas en estas especificaciones en los códigos anteriormente citados.

#### **Resistencia de Concreto**

Todo el concreto empleado tendrá un revestimiento mínimo de 2" y no mayor de 4" y/o conforme el diseño del concreto sometido por la persona encargada de la obra y aprobado por el Ingeniero.

Las resistencias a la comprensión especificada se medirán en cilindros de 15x30 cm a los 28 días de edad de acuerdo a las normas ASTM C-39-66. Se tomará cilindros de la mezcla de hormigón según lo ordene el Ingeniero, para determinar su resistencia por medio de ensayos de laboratorio, los cuales serán pagados por la persona encargada de la obra. Se tomarán 2 (dos) cilindros por llena, por frente de trabajo por día. En caso

de sospecha de una bachada de concreto, el Ingeniero podrá ordenar toma de cilindros adicionales. La mezcla de concreto fresco empleada en todas las estructuras deberá ser de una consistencia conveniente, sin exceso de agua, plástica y trabajable, a fin de llenar completamente los encofrados, sin dejar cavidades interiores o superficiales. El concreto empleado en la construcción de lozas, cajas, columnas y otros elementos estructurales, excepto donde se indique lo contrario, tendrá una resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$  (3,000 psi), sus medidas proporcionales para la dosificación deberán de regirse por el cubo.

## **Materiales del concreto**

### **Cemento**

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo 1, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69. Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Ingeniero Residente. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de diez (10) sacos.

### **Agua**

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasa y aceite de materia orgánica, sales, ácido, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedad física del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero.

### **Agregados**

Entiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños.

Deben cumplir con todas las especificaciones de la ASTM para los agregados de concreto designación C-33-67. La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de  $1/5$  (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de  $3/4$  (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo según recomendaciones de la norma ACI-211.1-81. La arena deberá ser limpia, libre de materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc.

La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones ASTM-C-33-59, y permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como la resistencia requerida.

### **Mezclado del concreto**

La mezcla se deberá hacer a mano o en una mezcladora mecánica con no menos de  $1\frac{1}{2}$  minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora. No se permitirá el uso de concreto que tenga más de 45 minutos de haberse mezclado a menos que se haya utilizado aditivos especiales, autorizados por el ingeniero. Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones y este de acuerdo con la especificación ASTM-C-99.

El Ingeniero podrá autorizar la mezcla del concreto a mano, debiendo hacerse entonces a una superficie impermeable (Bateas, etc.), primero logrando una mezcla de aspecto uniforme agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con piedra e impurezas. No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo.

### **Transporte y colocación del concreto**

Antes de proceder a la colocación del concreto, el ingeniero deberá aprobar los encofrados y moldes, el refuerzo de acero, la disposición y recubrimiento de las varillas y todos los detalles relacionados. Para tal efecto se deberá notificar al Ingeniero con dos (2) días de anticipación la fecha y hora aproximada en que se propone iniciar el colado

del concreto y el tiempo aproximado que durará dicha operación. En todo caso, no se procederá a la colocación del concreto sin la autorización expresa del Ingeniero y sin la presencia de éstos. Antes del colado del concreto, todos los encofrados o moldes deberán limpiarse, eliminando de ellos toda basura o materia extraña, también los encofrados deben humedecerse antes del vaciado para evitar que absorban agua de la mezcla del concreto.

El colado debe efectuarse a tal velocidad que el colado conserve su estado plástico en todo momento y fluya fácilmente dentro de los espacios entre las varillas. Una vez iniciado el colado este deberá efectuarse en forma continua hasta que termine el colado del tablero o sección. Durante la colocación, todo concreto en estado blando deberá compactarse con vibrador para que pueda acomodarse enteramente alrededor del esfuerzo. El colado de concreto debe interrumpirse en caso de lluvia, tomando las medidas apropiadas para proteger de ella los elementos recién colados.

Los elementos estructurales de concreto deberán piquetearse, no antes de 3 (tres) días después de haberse desencofrado, para aplicar acabado fino.

### **Encofrado**

Las formaletas con sus soportes tendrán la resistencia y rigidez necesaria para soportar el concreto sin movimiento locales superiores a la milésima de luz. Los apoyos estarán dispuestos de modo que en ningún momento se produzcan sobre la obra ya ejecutada superior al tercio ( $1/3$ ) de los esfuerzos de diseño. Las juntas de las formaletas, no dejarán rendijas de más de 3 (tres) milímetros, para evitar pérdidas de la lechada, pero deberán dejar la holgura necesaria para evitar que por efecto de la humedad durante el colado se comprima y deformen los tablonos, en el caso de usar madera. Se usará una película de aceite quemado en la cara de la formaleta en contacto con el concreto, para evitar descascarado de la superficie del concreto colado al retirar la formaleta.

### **Desencofrado**

Ninguna carga de construcción deberá apoyarse sobre una parte de la estructura en construcción, ni se deberá retirar algún puntal de dicha parte, excepto cuando la

estructura, junto con el sistema restante de cimbra y de puntales tenga suficientes resistencias como para soportar con seguridad su propio peso y las cargas soportadas sobre ella. El desencofrado deberá hacerse de tal forma que no perjudique la completa seguridad y durabilidad de la estructura. El concreto que se descimbre debe ser suficientemente resistente para no sufrir daños posteriores. Durante la actividad de descimbrar se cuidará de no dar golpes ni hacer esfuerzo que puedan perjudicar al concreto.

El tiempo mínimo para retirar la formaleta es de:

21 días para losa y vigas aéreas

7 días para las paredes de concreto armados

2 días en los costados de columna de paredes y de vigas.

En ningún momento se permitirá cargar la estructura con almacenamiento de materiales, equipos o cualquier otro equipo de sobrecarga extraordinaria durante el tiempo que dure el concreto en alcanzar su resistencia de diseño.

### **Curado del concreto**

Después de la colocación del concreto debe protegerse todas las superficies expuestas a los efectos de la intemperie, sobre todo el sol y de la lluvia. El curado se iniciará tan pronto el concreto haya endurecido suficientemente a juicio del Ingeniero. se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto, durante los primeros 7 (siete) días. Se evitará todas las causas externas como sobrecargas o vibraciones, que puedan provocar fisuras o agrietamientos en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada. Se deberá acatar todas las indicaciones que le haga el Ingeniero al respecto. Todos los repellos y acabados de paredes deben curarse en igual forma.

### **Reparación de defectos en el concreto**

Todos los defectos en el concreto, segregaciones superficiales (ratoneras) deben repararse picando bien la sección defectuosa, eliminando todo el material suelto. Las

zonas o secciones defectuosas deben rellenarse con concreto o mortero en base de epóxidos, siguiendo las instrucciones del Ingeniero.

## **Acero de refuerzo**

### **Características de las varillas**

El acero de refuerzo será barras deformadas según las especificaciones ASTM-A-305 y también deberá cumplir con las especificaciones de la ASTM-A-615 grado 40 con límite de fluencia  $FY=2,800 \text{ kg/cm}^2$ .

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y oxido superficial. Las varillas se doblarán en frío ajustándolo a los planos y especificaciones del proyecto sin errores mayores de un centímetro (1 cm). Los dobleces de las armaduras, salvo especificación estricta en los planos, se harán con radios superiores de siete y media (7.5) veces el diámetro.

### **Colocación del acero de refuerzo**

Las varillas se sujetarán a la formaleta con alambre de hierro dulce # 16 y tacos de concreto o piedra, y entre sí, con ataduras de alambre de hierro dulce # 16, de modo que no puedan desplazarse durante el chorreado del concreto y que este pueda envolverlas completamente.

### **Recubrimiento**

Salvo indicación en los planos, las barras quedarán separadas de la superficie del concreto por lo menos de 7.5 cms cuando es colado directamente en el suelo sobre pisos y cimientos y entre 4 y 5 cms de las paredes laterales del suelo vertical o de la intemperie y de 2.5 cms en las columnas. La separación entre varillas paralelas será, como mínimo, igual a dos y medio (2.5) cms, o una y media (1.5) veces el diámetro del mayor agregado grueso utilizado.

La posición de las varillas se ajustará a lo indicado en los planos del proyecto y las instrucciones del Ingeniero. Cualquier cambio en la disposición o tamaño de las varillas deberá ser autorizado previamente por el ingeniero. Ninguna varilla parcialmente

ahogada en concreto se doblará en el campo. Se revisará la correcta disposición del acero de refuerzo antes de proceder a la llena.

### **Repello y fino de paredes**

Este ítem abarca todos los trabajos del proyecto que conlleven la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto. Se repellarán y afinarán todas las superficies indicadas en los planos, ya sean externas o internas. El repello de las superficies se ejecutará con el mortero correspondiente, lanzándolo con fuerza con la paleta extendiéndolo después con la llana. Deberá tenerse la precaución de colocar previamente maestras verticales bien aplomadas y en línea, en número suficiente para asegurar una superficie plana y de aristas perfectas. Las superficies de concreto que deben repellarse, serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero. No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado, se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia. Deberá usarse la siguiente proporción: una (1) parte de cemento PORTLAND y cuatro (4) partes de arena. El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua. Se curará durante siete (7) días con abundante agua.

Los cajones para la mezcla se mantendrán limpios de materiales endurecidos. La cantidad de mezcla estará regulada de manea que se usará toda dentro de dos (2) horas después de mezclada. No se permitirá ablandar una mezcla ya parcialmente endurecida.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

La mezcla de mortero para repello estará dada en la proporción de una (1) parte de cemento PORTLAND y cuatro (4) partes de arena por unidad de volumen. El espesor del repello será de aproximadamente un (1) centímetro.

## **TRABAJOS MISCELANEOS**

### **Soportes, Bloques de Reacción y Anclaje de Tubería.**

La superficie de apoyo de todos los bloques de reacción y anclajes de tubería deberá asentarse sobre suelos inalterados.

Todos los bloques, anclajes y soportes se construirán tal como se indica en los planos, con las modificaciones indicadas por el ingeniero para ajustarse a las condiciones encontradas en el terreno. El concreto a utilizarse para estos trabajos será del tipo especificado en el capítulo correspondiente a “concreto”.

### **Cruce de cauces**

Los cruces de cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

La tubería a instalar bajo el fondo de cauces será protegida con un recubrimiento de concreto de acuerdo con los detalles que aparecen en los planos. No se efectuará ningún pago adicional por el Concreto para recubrimiento y su costo deberá incluirse en los precios unitarios cotizados para este rubro.



**Anexo XIV Planos constructivos**