



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Tesis

**Diseño del sistema de agua potable de las  
localidades de Nueva Esperanza - El Caribe y  
Dos Unidos distrito de San Pablo, provincia de  
Bellavista, región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

David Amanqui Ríos

<https://orcid.org/0000-0001-8165-0205>

Luis Bryan Ruiz Gómez

<https://orcid.org/0000-0001-6121-5230>

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-7667-9716>

**Tarapoto, Perú**

**2021**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Tesis

**Diseño del sistema de agua potable de las  
localidades de Nueva Esperanza - El Caribe y  
Dos Unidos distrito de San Pablo, provincia de  
Bellavista, región San Martín**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Presentado por**

David Amanqui Ríos

Luis Bryan Ruiz Gómez

**Sustentada y aprobada el 21 de abril del 2021, ante el honorable jurado:**

\_\_\_\_\_  
Presidente de Jurado  
Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón

\_\_\_\_\_  
**Vocal de Jurado**  
Ing. Iván Gustavo Reátegui Acedo

\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz

**Tarapoto, Perú**  
**2021**



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

*Acta de Sustentación de Testis Para Optar  
Título Profesional de Ingeniero Civil*

En el Distrito de Morales, a las 16:00 horas del día miércoles 21 del mes de Abril del año dos mil veintiuno, se reunieron en la Plataforma Virtual Cisco Webex Meeting de Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, los miembros del Jurado Calificador Ing. **CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS** - Presidente, Ing. **CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJÓN** - Secretario e Ing. **IVAN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO** - Vocal; teniendo al Ing. **JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ** - Asesor, con el objetivo de la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LAS LOCALIDADES DE NUEVA ESPERANZA- EL CARIBE Y DOS UNIDOS DISTRITO DE SAN PABLO PROVINCIA DE BELLAVISTA REGIÓN SAN MARTÍN”**

A cargo de los Bachilleres: **DAVID AMANQUI RIOS** y **LUIS BRYAN RUIZ GOMEZ**

Con el fin de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil y dando cumplimiento a lo dispuesto por la **Circular N° 008-2021-UNSM/FICA-D**, de fecha 06 de abril del 2021 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre sí, reservada y libremente, declararon .....

Aprobado con el calificativo de Catorce (14)

A continuación, el Presidente del Jurado Calificador hizo saber a los Bachilleres el resultado de la Sustentación, con el cual se dio por terminado el acto, levantándose la presente Acta por cuadruplicado, siendo las 16:45 horas del mismo día, la misma que fue suscrita y transcrita al Libro de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura - Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los que en ella intervinieron.



Ing. **CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS**  
Presidente



Ing. **CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJÓN**  
Secretario



Ing. **IVAN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO**  
Vocal



Ing. **JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ**  
Asesor

## Declaratoria de autenticidad

**David Amanqui Ríos**, con DNI N° 48594100 y **Luis Bryan Ruiz Gómez**, con DNI N°71531921, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Diseño del sistema de agua potable de las localidades de Nueva Esperanza - El Caribe y Dos Unidos distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumimos bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de nuestro accionar, sometiéndonos a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 21 de abril del 2021

  
.....  
**David Amanqui Ríos**  
DNI N° 48594100



  
.....  
**Luis Bryan Ruiz Gómez**  
DNI N° 71531921





## Declaración jurada

**David Amanqui Ríos**, con DNI N° 48594100, domicilio legal en el Jr. Martínez de Compagnón N°1566 - Tarapoto y **Luis Bryan Ruiz Gómez**, con DNI N°71531921, domicilio legal en el Jr. Manco Inca N°215 - Tarapoto, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompañamos es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 21 de abril del 2021

  
.....  
**David Amanqui Ríos**  
DNI N° 48594100



  
.....  
**Luis Bryan Ruiz Gómez**  
DNI N° 71531921



## Ficha de Identificación

<p><b>Título del proyecto</b></p> <p>Diseño del sistema de agua potable de las localidades de Nueva Esperanza - El Caribe y Dos Unidos distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín</p>	<p><b>Área de investigación:</b> Hidráulica</p> <p><b>Línea de investigación:</b> Estrategia de tecnología de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.</p> <p><b>Sublínea de investigación:</b> Prevención de desastres y conservación de los recursos hídricos</p> <p><b>Tipo de Investigación:</b> Cuantitativa</p>
<p><b>Autores</b></p> <p>David Amanqui Ríos</p> <p>Luis Bryan Ruiz Gómez</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil <a href="https://orcid.org/0000-0001-8165-0205">https://orcid.org/0000-0001-8165-0205</a></p> <p><a href="https://orcid.org/0000-0001-6121-5230">https://orcid.org/0000-0001-6121-5230</a></p>
<p><b>Asesor</b></p> <p>Ing. M. Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz</p>	<p><b>Dependencia local de soporte:</b></p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura</p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil <a href="https://orcid.org/0000-0001-7667-9716">https://orcid.org/0000-0001-7667-9716</a></p>

## **Dedicatoria**

A nuestros padres y hermanos por su apoyo y por ser las piezas fundamentales para culminar la tesis de investigación, además por sus consejos durante todo el proceso, quienes nos enseñaron a nunca rendirse y que con constancia podemos cumplir las metas que nosotros queremos.

A los maestros, que motivan e, influyeron de a la realización de nuestro trabajo de investigación, además de transmitirnos su sabiduría y consejos para llegar a ser grandes profesiones y ser ejemplo para las futuras generaciones.

**Los autores**



## **Agradecimientos**

A Dios principalmente, por brindarnos la salud y la vida y permitirnos llegar hasta este punto de nuestra investigación, por su infinito amor y cuidado durante esta trayectoria de nuestra vida, además de iluminarnos con su sabiduría e inteligencia para el desarrollo adecuado de nuestra tesis y mostrarnos el camino correcto para llegar a cumplir nuestros sueños.

A nuestros Padres por su apoyo incondicional tanto emocional como material, por enseñarnos desde muy pequeños el valor del sacrificio y perseverancia para cumplir nuestras metas, y que cada sacrificio tiene su recompensa.

A nuestra casa de estudios la Universidad Nacional de San Martín, por acogernos dentro de sus aulas y brindarnos una educación de calidad.

**Los autores**

## Índice general

Ficha de Identificación .....	6
Dedicatoria .....	7
Agradecimiento.....	8
Índice general .....	9
Índice de tablas.....	12
Índice de figuras .....	13
RESUMEN.....	14
ABSTRACT .....	15
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. problema de la investigación.....	17
1.2. Exploración preliminar orientando la investigación .....	17
1.3. Aspectos generales del estudio .....	18
1.3.1. Ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto.....	18
1.3.2. Aspectos generales de la zona del proyecto.....	19
1.3.2.1. Vías de Acceso .....	19
1.3.2.2. Clima.....	19
1.3.2.3. Fisiografía .....	20
1.3.2.4. Características del suelo.....	20
1.3.2.5. Características Socio Económicas.....	20
1.3.3. Estado situacional.....	20
1.3.3.1. Población .....	20
1.3.3.2. Vivienda .....	21
1.3.4. Servicio público.....	21
1.3.4.1. Educación .....	21
1.3.4.2. Energía eléctrica .....	21
1.4. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema .....	21
1.4.1. Antecedentes .....	21
1.4.2. Planteamiento del problema .....	22
1.4.3. Formulación del problema.....	22
1.5. Objetivos: generales y específicos.....	22
1.5.1. Objetivo general.....	22
1.5.2. Objetivos específicos .....	23
1.6. Justificación de la investigación .....	23
1.7. Delimitación de la investigación .....	23

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....	24
2.1. Antecedentes de la investigación.....	24
2.2. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación requisitos de calidad del agua para el consumo humano.....	24
2.2.1. Agua apta para el consumo humano .....	24
2.2.2. Características del agua .....	25
2.2.3. Parámetros de diseño.....	27
2.2.4. Métodos analíticos.....	27
2.2.5. Dotación de agua.....	27
2.2.6. Variación de consume .....	29
2.2.7. Consumo promedio diario anual (QM) .....	29
2.2.8. Pérdidas físicas de agua.....	29
2.2.9. Componentes del sistema de agua potable .....	30
2.2.10. Criterios de diseño.....	34
2.2.11. Pre-Filtro de grava de flujo horizontal .....	35
2.2.12. Filtro lento.....	37
2.2.13. Línea de conducción.....	39
2.2.14. Cálculo hidráulico de tuberías a presión .....	40
2.2.15. Presiones máximas y mínimas .....	43
2.2.16. Tuberías.....	44
2.2.17. Profundidad de excavación.....	44
2.2.18. Puentes colgantes .....	45
2.2.19. Instalación de válvulas.....	45
2.2.20. Cajas de romper presión (crp) .....	46
2.2.21. Reservorio .....	47
2.2.22. Línea de aducción.....	49
2.2.23. Procedimiento de cálculo .....	51
2.2.24. Sistema abierto o ramificado.....	52
2.2.25. Método para la determinación de caudales.....	53
2.2.26. Componentes de la red de distribución .....	55
2.2.27. Medidores de agua potable.....	56
2.2.28. Formas de distribución.....	57
2.3. Hipótesis a demostrar .....	58
 CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....	 59
3.1. Materiales .....	59
3.1.1 Recursos humanos.....	59

	11
3.1.2 Recursos materiales .....	59
3.1.3 Recursos de equipos .....	59
3.1.4 Otros recursos .....	59
3.2. Metodología .....	60
3.2.1. Universo, muestra y población .....	60
3.2.2. Sistema de variables:.....	60
3.2.3. Diseño experimental de la investigación .....	60
3.2.4. Diseño de instrumentos .....	60
3.2.5. Procesamiento de la información .....	61
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	62
4.1. Resultados.....	62
4.1.1. Cálculo de parámetros de diseño: Periodo de diseño .....	62
4.1.2. Fuente para el diseño .....	62
4.1.3. Diseño.....	63
4.1.3.1. Diseño Dos Unidos .....	63
4.2 Cálculo de bombas .....	64
4.2.1 Cálculo de la pendiente hidráulica (Sh).....	64
4.2.2 Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión:.....	64
4.2.3 Cálculo del diámetro de la tubería de succión:.....	65
4.2.4 Cálculo de la altura dinámica total: .....	65
4.3 Determinación de la población futura y caudales de diseño .....	66
4.3.1 Determinación del periodo de diseño:.....	66
4.3.2 Determinación de la población futura:.....	66
4.3.3 Cálculo del caudal máximo diario: .....	67
4.3.4 Cálculo de caudal máximo horario: .....	67
CONCLUSIONES .....	70
RECOMENDACIONES.....	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72
ANEXOS.....	74
PLANOS.....	74

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Ruta 01- Acceso desde el distrito de San Pablo</i> .....	19
<b>Tabla 2.</b> Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	25
<b>Tabla 3.</b> Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos. ....	26
<b>Tabla 4.</b> Parámetros de dotación de agua según guía de saneamiento básico.....	28
<b>Tabla 5.</b> Parámetros de dotación de agua según la OMS .....	28
<b>Tabla 6.</b> Dotación de agua fondo Perú Alemania .....	28

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Ubicación del proyecto.....	18
<b>Figura 2.</b> Sedimentador Planta y corte longitudinal .....	33
<b>Figura 3.</b> Ubicación de la pantalla difusora .....	35
<b>Figura 4.</b> Pared difusora del sedimentador .....	35
<b>Figura 5.</b> Corte longitudinal de un filtro lento de arena.....	37
<b>Figura 6.</b> Estructura de salida del filtro lento .....	38
<b>Figura 7.</b> Perfil de la Línea de conducción .....	39
<b>Figura 8.</b> Deflexión en una tubería .....	44
<b>Figura 9.</b> Cámara Rompe-presión.....	46
<b>Figura 10.</b> Tipos De Reservorio: Apoyado Y Elevado .....	47
<b>Figura 11.</b> Tipos de redes de distribución .....	51
<b>Figura 12.</b> Sistema abierto o ramificado.....	52
<b>Figura 13.</b> Conexiones Domiciliarias Tipo .....	56
<b>Figura 14.</b> Micromedidor Domiciliario .....	57
<b>Figura 15.</b> Distribución por Gravedad .....	58
<b>Figura 16.</b> Distribución por Bombeo.....	58

## RESUMEN

El presente proyecto de tesis denominado "Diseño del Sistema de Agua Potable de las localidades de Nueva Esperanza El Caribe Y Dos Unidos, Distrito de San Pablo, Bellavista, San Martín", se desarrolló en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín. En el Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Martín se ha elaborado la tesis "Diseño del Sistema de Agua Potable de las Localidades de Nueva Esperanza El Caribe y Dos Unidos, Distrito de San Pablo, Bellavista, San Martín". Se espera que la población de Nueva Esperanza El Caribe y Dos Unidos aumente, y la antigüedad del sistema de abastecimiento (a través de aguas subterráneas) significa que probablemente habrá interrupciones del suministro en un futuro próximo, lo que podría tener graves consecuencias para la salud de las personas si no se hace nada para resolver el problema. Para satisfacer la demanda global de agua en las comunidades de Nueva Esperanza El Caribe y Dos Unidos, se prevé mejorar y ampliar la infraestructura existente de suministro de agua potable mediante un análisis alternativo. La siguiente propuesta corresponde a un proyecto de construcción de un sistema de agua potable para dotar de agua a las zonas señaladas a un total de 157 hogares. Por ello, hemos elaborado planes a 20 años para nuestra infraestructura hidrológica, medioambiental, económica e hidráulica. Ahora mismo viven en la zona 202 personas, y se espera que ese número aumente a 755 al final de la vida útil del sistema. Como el estudio no encontró efectos perjudiciales para la flora o la fauna del ecosistema, concluyó que no sería necesaria una Declaración de Impacto Ambiental. Por último, se elaboró un presupuesto para cada sistema con el fin de extraer conclusiones sobre la viabilidad técnica y económica de los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en las zonas rurales de la selva peruana. Se comprobó que el transporte aéreo de los materiales hasta el lugar de construcción era el que más repercutía en los costes.

**Palabras clave:** demanda, rediseño, agua potable, sistema, factibilidad.



## ABSTRACT

The present thesis project called "Design of the Drinking Water System of the localities of Nueva Esperanza El Caribe and Dos Unidos, District of San Pablo, Bellavista, San Martin", was developed in the Civil Engineering Department of the National University of San Martin. In the Department of Civil Engineering of the National University of San Martin, the thesis "Design of the Potable Water System of the Localities of Nueva Esperanza El Caribe and Dos Unidos, District of San Pablo, Bellavista, San Martin" has been developed. The population of Nueva Esperanza El Caribe and Dos Unidos is expected to increase, and the age of the supply system (through groundwater) means that there will probably be supply interruptions in the near future, which could have serious consequences for people's health if nothing is done to solve the problem. To meet the overall demand for water in the communities of Nueva Esperanza El Caribe and Dos Unidos, it is planned to improve and expand the existing drinking water supply infrastructure through an alternative analysis. The following proposal corresponds to a project for the construction of a drinking water system to provide water to the areas indicated for a total of 157 households. Therefore, we have developed 20-year plans for our hydrological, environmental, economic and hydraulic infrastructure. Right now 202 people live in the area, and that number is expected to increase to 755 by the end of the system's useful life. Since the study found no detrimental effects to the flora or fauna of the ecosystem, it concluded that an Environmental Impact Statement would not be necessary. Finally, a budget was prepared for each system to draw conclusions on the technical and economic feasibility of water supply systems for human consumption in rural areas of the Peruvian jungle. Air transport of materials to the construction site was found to have the greatest impact on costs.

**Keywords:** Demand, redesign, potable water, system, feasibility.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El trabajo de estudio que aquí se ofrece ha sido minuciosamente elaborado para evaluar todos los componentes pertinentes con el fin de ofrecer una solución lo más cercana y eficaz posible a las cuestiones planteadas.

San Pablo es una región importante dentro de la provincia de Bellavista como consecuencia de los altos niveles de biodiversidad que posee, así como de los microclimas adecuados que permiten que florezcan en ella especies poco comunes.

La parte occidental del condado de San Pablo, que es donde se llevó a cabo el estudio, no tiene suficiente acceso a una fuente de agua tratada.

Esto ubica en riesgo la salud de los habitantes de esta población, sobre todo la de las que tienen menos medios, y las hace más vulnerables a enfermedades inducidas por el entorno físico, como padecimientos de la piel, padecimientos bronquiales, padecimientos gastrointestinales, etc., que provocan bajas laborales. Además de la expansión de las enfermedades de las que se habló anteriormente, el efecto es un aumento del porcentaje de la población más joven que no asiste a la escuela.

Dado que la fuente de agua es necesaria para la conservación de los seres vivos y del entorno en el que viven, las personas que viven en sociedades organizadas deben tener acceso a servicios básicos como el abastecimiento de este líquido de vital importancia “agua”. Además de mejorar la vida de las personas y facilitar el desarrollo de infraestructuras esenciales, los ingenieros civiles tienen la responsabilidad adicional de vigilar el medio ambiente y asegurarse de que se cumplen los ciclos ecológicos para permitir el reciclaje de los materiales que se han descompuesto. Por ello, es necesario realizar evaluaciones en profundidad de las variables medioambientales, el desarrollo de los recursos, los planes de construcción y transporte y otras infraestructuras.

El trazado y el diseño de la red son los dos componentes principales que conforman el diseño de cualquier procedimiento de suministro. Para construir una arquitectura de red eficiente, es vital conocer a fondo la geografía, así como los habitantes actuales y futuros, además de los criterios y requisitos definidos por las normas técnicas para el diseño de procedimientos de suministro de agua potable.

### **1.1. Problema de la investigación**

Por el momento, los residentes no tienen acceso a agua potable canalizada; en su lugar, algunos han improvisado conexiones improvisadas, mientras que otros obtienen agua de cisternas o tanques llenos de agua del canal de riego. Sin embargo, la mayoría de los habitantes no tienen acceso a agua potable corriente. Por otra parte, el volumen de aguas residuales que se vierte a las calles ha aumentado paralelamente al crecimiento demográfico de la ciudad.

La protección a largo plazo de la salud humana y del entorno natural se logrará con la ayuda de este proyecto, que proporcionará un suministro fiable de agua potable. Además, no se puede exagerar la importancia del control del agua para estudiar la calidad, cantidad y conservación de estos recursos. Se trata de un tema de suma importancia. Demandas que antes se consideraban lujos, como la educación, la atención sanitaria y un lugar seguro para vivir, se convierten en necesidades a medida que crece la población. En general, el crecimiento y el desarrollo de una comunidad van acompañados de un aumento de las necesidades socioeconómicas de la comunidad, así como de su necesidad de servicios básicos de saneamiento.

Proporcionar a las comunidades de Dos Unidos, El Caribe y Nueva Esperanza acceso a agua potable debería ser una prioridad, ya que mejoraría significativamente la calidad de vida general en estas regiones. El desarrollo de nuevos enfoques para la prestación de diversos servicios de agua potable es actualmente un dispositivo esencial del desarrollo de infraestructuras sociales en todo el mundo.

### **1.2. Exploración preliminar orientando la investigación**

Es necesario limpiar el agua de arroyos, lagos, pozos, etc., para que sea segura para el consumo humano. Las plantas de potabilización se encargan de llevar a cabo este procedimiento. Las acciones apropiadas deben tomarse en respuesta a los resultados de una investigación bacteriológica y fisicoquímica de estos fluidos, que revelará sus características específicas y/o concentraciones (elementos químicos, coliformes totales y termotolerantes).

La captación, la sedimentación, la prefiltración, la filtración lenta y la desinfección son procedimientos importantes en el tratamiento del agua para consumo humano; la complicación de esto dependerá de las peculiaridades físico químicas del agua bruta, en este estudio. El primer paso es la captación, que implica elegir la fuente de agua de la que se va a captar (en este caso, agua superficial por impulso en el caudal del río

Mayo), seguida de la sedimentación, cuyo objetivo principal es eliminar cualquier partícula flotante del agua utilizando la fuerza de la gravedad; concretamente, las partículas más pesadas tienden a sedimentar moviéndose a una velocidad proporcional a su propia densidad. El agua procedente de la prefiltración (prefiltro) alcanza la culminación de su proceso de sedimentación en la etapa de filtración lenta, en la que se retienen las partículas más pequeñas.

### 1.3. Aspectos generales del estudio

#### 1.3.1. Ubicación geográfica donde se desarrollará el proyecto.

El distrito de San Pablo se encuentra ubicado en la provincia de Bellavista departamento de San Martín 273 metros sobre el nivel del mar.

Los límites del distrito de San Pablo son:

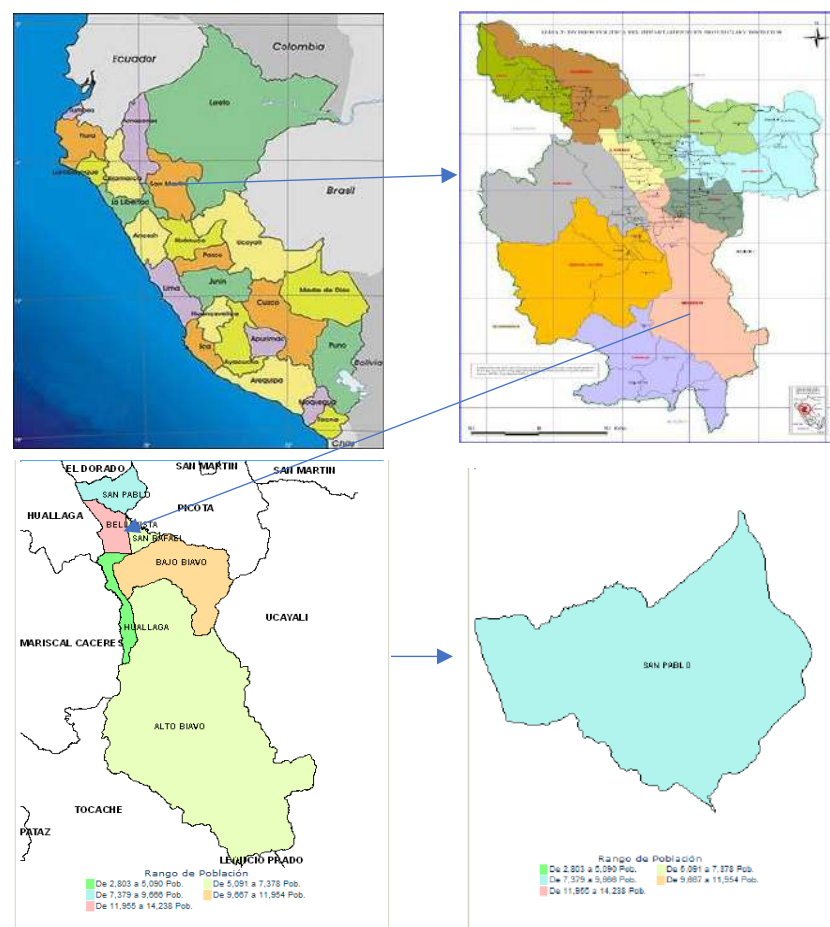
Por el Oeste : limita con el distrito de Bellavista.

Por el Este : limita con la provincia de Picota.

Por el Sur : Limita con el distrito de San Rafael.

Por el Norte : Limita con la provincia de El Dorado.

### Ubicación



**Figura 1:** Ubicación del proyecto.

### 1.3.2. Aspectos generales de la zona del proyecto

#### 1.3.2.1. Vías de Acceso

La vía principal con el cual se llega hasta la localidad de San Pablo y conecta con sus núcleos de población y asentamientos rurales es el primordial camino de acceso a la región investigada. Como puede percibir en el escrito adjuntado, la mayoría de las personas que viajan hacia y desde San Pablo utilizan el transporte terrestre o el automóvil privado.

**Tabla 1**

*Ruta 01- Acceso desde el distrito de San Pablo*

<b>De - A</b>	<b>Distancia</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Vía</b>	<b>M. transporte</b>
San Pablo - Dos Unidos	4 km	0.05	Pavimentada	Vehículo motorizado
San Pablo - El Caribe	2 km	0.20	Afirmada	Vehículo motorizado
San Pablo - Nueva Esperanza	7.5 km	0.75	Afirmada	Vehículo motorizado
<b>Total</b>	<b>13.5 km</b>	<b>1.20</b>	<b>Afirmada</b>	<b>Vehículo motorizado</b>

#### 1.3.2.2. Clima

Debido a los altos niveles de emanación de agua en el aire, el sistema de categorización de Koppen asigna la región donde se lleva a cabo el proyecto a la selva tropical húmeda permanente (también llamada bosque tropical lluvioso). La temperatura cálida (media mensual de veinte grados centígrados a los treinta y tres grados centígrados) y las precipitaciones moderadas (de dos mil milímetros a tres mil milímetros) complementan estas características. El calor es agobiante a cualquier hora del día y de la noche, y la temperatura fluctúa notablemente a lo largo del día. Es decir, los investigadores pueden prever un ambiente cálido, húmedo y mojado en la región. Las precipitaciones en los pueblos investigados son más abundantes entre noviembre y abril, según las estadísticas recogidas sobre el terreno.

Las altas temperaturas, características de la llanura amazónica, han alcanzado una media de 25,81 grados centígrados, con una T° mín. de 25,38 grados centígrados y una T° media máx. de 26,38 grados centígrado. Como dato curioso, la temperatura más baja registrada fue de 21,93 grados centígrados, mientras que la temperatura más alta registrada fue de 32,06 grados centígrados.

Los datos recogidos indican que la humedad relativa media es del 85,38 por ciento, con una máxima del 87,90 por ciento y una mínima del 81,44 por ciento.

### 1.3.2.3. Fisiografía

El terreno es en gran parte llano y no es propenso a las inundaciones. En general, los suelos son llanos y mal drenados, la fertilidad de estas tierras va de media y decae hasta la fertilidad baja. Sin embargo, a lo largo del río comúnmente llamado por la zona “Sisa” hay llanuras aluviales fértiles que no se inundan durante la temporada de estiaje.

### 1.3.2.4. Características del suelo

Los suelos varían mucho en su composición, pero todos son de inicio fluvial o en su gran mayoría, es decir, formados por sedimentaciones arrastradas desde los Andes a lo largo de millones de años y sometidos a diversos procesos de alteración. Los suelos más comunes son los amarillos y rojos, que son ácidos y tienen una fertilidad baja, son hondos, están bien drenados e incluyen arcilla. Los resultados del análisis del suelo se incluyen en el apéndice.

### 1.3.2.5. Características Socio Económicas

La agricultura y la ganadería son las principales fuentes de ingresos. La actividad comercial también contribuye a la economía, pero de forma menos significativa.

El grueso de la población trabaja en la producción de arroz y en la agricultura, pero según las personas con las que hablamos, las parcelas más productivas pertenecen a quienes residen realmente en Bellavista y Tarapoto, y las personas que viven realmente en los pueblos son sólo jornaleros. Setecientos cincuenta a ochocientos nuevos soles mensuales.

## 1.3.3. Estado situacional

### 1.3.3.1. Población

Como se puede observar en la siguiente tabla, los núcleos rurales de El Caribe, Dos Unidos y Nueva Esperanza albergan un total de 755 personas, con una densidad de población de 4,81 habitantes/vivienda.

#### Población y zona afectada

<b>Localidad</b>	<b>Vivienda</b>	<b>Familia</b>	<b>Población</b>
Dos Unidos	68	68	327
El Caribe	58	58	278
Nueva Esperanza	31	31	150
<b>Total población</b>	<b>157</b>	<b>157</b>	<b>755</b>

Como se puede observar en la siguiente tabla, los núcleos rurales de El Caribe, Dos Unidos y Nueva Esperanza albergan un total de 755 personas, con una densidad de población de 4,81 habitantes/vivienda.

#### **1.3.3.2. Vivienda**

Típicas de la región, la mayoría de las casas tienen paredes de adobe y techados de calamina. La distribución de las viviendas suele ser deficiente.

#### **1.3.4. Servicio público**

Una de las formas en que se manifiesta la falta de progreso de los ciudadanos en el siglo XXI es en su capacidad para hacer uso de los servicios fundamentales.

##### **1.3.4.1. Educación**

Tienen acceso a los niveles de educación infantil, primaria y secundaria (también conocidos como niveles estatales). Si queremos subir el listón de la excelencia educativa, es imperativo que rediseñemos el sistema educativo para que sea más relevante en términos de avances tecnológicos, descubrimientos científicos y prácticas instructivas. Si queremos adaptarlo con éxito a la formación de los hombres y de las mujeres seguros de su identidad y de sus fortalezas, responsables, con cultura emprendedora, comprometidos e innovadores, corteses de los derechos de todos, honestos, y que participen activamente en la conformación de sus comunidades y en la conformación de la sociedad en su conjunto, es necesario aumentar la cantidad de las aulas, y de los colegios, cuya finalidad de estas acciones serían la de mejorar la calidad de un buen porcentaje de las existentes. Es imprescindible poner en marcha programas destinados a mejorar la alfabetización de los adultos.

##### **1.3.4.2. Energía eléctrica**

El instrumento de iluminación que utilizan las viviendas en horas de la noche: el 91 por ciento utiliza el servicio eléctrico, el 0 por ciento utiliza sistemas fotovoltaicos, el 5 por ciento lamparines a kerosene, el 2 por ciento lámparas a petróleo y otros el 2 por ciento, como se muestra la gráfica.

### **1.4. Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema**

#### **1.4.1. Antecedentes**

Debido al hecho de que El Caribe, Dos Unidos y Nueva Esperanza son todas comunidades que se dedican a la producción agrícola y tienen un aumento permanente de la población como resultado de las tierras de cultivo, los residentes de estas tres



comunidades están desesperados por tener acceso a algún tipo de agua potable. Como resultado, el actual proyecto de investigación tuvo que reunirse con la localidad implicada y ha considerado oportuno planificar y prevalecer sobre la exigencia de la prestación de servicios básicos de agua en estas comunidades.

La expansión de las ciudades y, en particular, de las localidades rurales indígenas en nuestra Región "San Martín", exige una organización coherente de las operaciones y ordenada. Es en este contexto que se torna absolutamente imprescindible la concientización de las necesidades fundamentales de la población, como lo es contar con un adecuado consumo de agua. Es esencial que tengan acceso a un suministro de agua que sea seguro y fiable para facilitar su crecimiento. Además, deben tener acceso a las múltiples formas de producción que se requieren para lograr este objetivo, así como a los recursos que lo hacen posible, especialmente en términos de servicios.

A la luz de todo lo dicho hasta ahora, es de suma importancia que se mejoren las terribles condiciones en que vive la población de Estados Unidos, Nueva Esperanza y el Caribe.

#### **1.4.2. Planteamiento del problema**

Las circunstancias inadecuadas del servicio de agua potable en Dos Unidos, El Caribe y Nueva Esperanza, tales como la limitada cobertura y discontinuidad del servicio, la existencia de sectores con baja presión de agua y la presencia de bacterias fecales sin el tratamiento correspondiente.

#### **1.4.3. Formulación del problema**

¿De qué manera el diseño del sistema de agua potable de las localidades de Nueva Esperanza- El Caribe y Dos Unidos, distrito de San Pablo provincia de Bellavista región San Martín, ¿permitirá contar con un servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población?

### **1.5. Objetivos: generales y específicos**

#### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de agua de las localidades de Dos Unidos, El Caribe y Nueva Esperanza, distrito de San Pablo, Bellavista, San Martín,

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Obtener la demanda de la población, mediante censos y/o encuestas.

Realizar los estudios básicos de ingeniería: Mecánica de suelos y Topografía.

Calcular los parámetros de diseño (población futura, caudal de diseño, etc.) del agua.

realizar el diseño hidráulico de los componentes del sistema captación, planta de tratamiento (Sedimentador, pre-filtro, filtro lento), Línea de conducción, reservorios, línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

Elaborar los planos de los componentes del sistema de agua potable.

### **1.6. Justificación de la investigación**

A pesar de que existen recursos hídricos ubicados en zonas que podrían asegurar su máximo aprovechamiento, muchos poblados del interior de la región y de la patria no tienen acceso al agua potable. Algunos de estos poblados son Nueva Esperanza, Dos Unidos y El Caribe.

La urgente necesidad de establecer una línea de repartición de agua potabilizada en la región dio origen a la sugerencia de realizar esta investigación. Dicha red facilitaría el transporte de agua potable en circunstancias aceptables para el uso humano.

Del mismo modo, el plan de indagación influirá prósperamente en la reducción de la mortalidad, la reducción de los vectores quizás infecciosos o endémicos latentes y la depreciación de la prevalencia de padecimientos gastrointestinales, diarreicas y parasitarias. Como consecuencia de lo anterior, se desea llevar adelante el proyecto de investigación para optimizar la calidad de vida de esta localidad previamente especificadas.

### **1.7. Delimitación de la investigación**

El desarrollo de este estudio se centra en el bosquejo del sistema de agua potable para las comunidades de Nueva Esperanza - El Caribe y Dos Unidos, ubicadas en el distrito de "San Pablo" en la provincia de Bellavista en la región "San Martín". Este diseño incluye el dimensionamiento del área de captación, instalaciones de tratamiento (prefiltro, tanque de decantación y filtro lento), tuberías, reservorios, redes de distribución y conexiones individuales.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

Grandéz (2011), en su tesis nos indica “el menor costo de operación y mantenimiento de un sistema de abastecimiento se traduce en menores tarifas de consumo de agua”.

Arce y Saavedra (2007), define que “en un concepto histórico, la población en estudio, se deberá estudiar sus características y el comportamiento de la curva para la aplicación de un método adecuado de proyección de la población de diseño, el cual es factor importante para el diseño de un sistema de incremento agua potable y alcantarillado sanitario eficiente y responsable que garantice su funcionalidad”.

Pacheco y Álvarez (2008), señalan que: “el Perú ha experimentado un significativo, en la cobertura de agua y saneamiento en los años 90, con una mayor incidencia en el área rural y con mayor énfasis para el abastecimiento de agua potable. a nivel nacional se han invertido millones de dólares en saneamiento, inversión que se espera mejore las condiciones de salud y vida del poblador rural”.

Reyna (2003), en el trabajo de investigación que se realizó nos indica: “Para el diseño hidráulico de los componentes de un sistema de tratamiento de agua se toma como referencia la guía para diseño de plantas de filtración lenta para medio rural de la OMS, OPS”

#### **2.2. Marco teórico o fundamentación teórica de la investigación requisitos de calidad del agua para el consumo humano.**

##### **2.2.1. Agua apta para el consumo humano**

Cualquier agua que no presente riesgos conocidos para la salud y cumpla las normas de calidad establecidas en el presente Reglamento.

Las condiciones estéticas y la aceptabilidad del agua están directamente influidas por sus características físicas, que se denominan así porque pueden afectar a los sentidos (vista, olfato, etc.).

En particular, se destacan por su importancia las siguientes:

## 2.2.2. Características del agua

### Características físicas del agua:

#### Turbiedad

Los coloides en suspensión son los culpables de este problema (arcillas, limos, tierra finamente dividida, etc.). Las partículas que forman sistemas coloidales, es decir, las que están en suspensión y alteran la claridad del agua en mayor o menor medida debido a su tamaño, generan turbidez.

#### Color

No está claro si esta característica del agua está relacionada con la turbidez. A menudo se culpa a las la lignina, los taninos, los ácidos fúlvicos, los ácidos grasos, los ácidos húmicos, etc. de esta calidad del agua.

#### Olor y sabor

Debido a la estrecha relación entre olor y sabor, a veces se dice que a lo que huele el agua, sabe. Estas cualidades son las principales responsables de la falta de aceptación del producto entre los consumidores.

**Temperatura:** “Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, sedimentación y filtración” (BARRENECHEA, 2004).

**Tabla 2**

Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medidas	Límite máximo permisible
1. Olor	-	Aceptable
2. Sabor	-	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. PH	Valor de <u>ph</u>	6.5 a 8.5
6. Conductividad (25°)	<u>umho/cm</u>	1500
7. Sólidos totales disueltos	<u>mg<sup>l</sup>-1</u>	1000
8. <u>Cloruros</u>	<u>mg Cl L<sup>-1</sup></u>	250
9. Sulfatos	<u>mg SO<sub>4</sub> L<sup>-1</sup></u>	250
10. Dureza total	<u>mg CaCO<sub>3</sub> L<sup>-3</sup></u>	500
11. Amoniac	<u>mg N L<sup>-1</sup></u>	1.5
12. Hierro	<u>mg Fe L<sup>-1</sup></u>	0.3
13. <u>Mangabeso</u>	<u>mg Mn L<sup>-1</sup></u>	0.4
14. Aluminio	<u>mg Al L<sup>-1</sup></u>	0.2
15. Cobre	<u>mg Cu L<sup>-1</sup></u>	2.0
16. Zinc	<u>mg Zn L<sup>-1</sup></u>	3.0
17. Sodio	<u>mg Na L<sup>-1</sup></u>	200

UCV= Unidad de color verdadero  
UNT= Unidad nefelométrica de turbiedad

**Fuente:** Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano

### Características químicas del agua

Todos los elementos de la tabla periódica son teóricamente posibles en el agua debido a sus propiedades disolventes universales. Sin embargo, no hay muchos elementos que realmente importen a la hora de purificar el agua bruta para consumo humano, y los que sí importan probablemente no tengan un gran impacto en la salud de las personas.

### Características microbiológicas del agua

Las bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli* no pueden estar presentes en ninguna cantidad en el agua que será consumida por humanos, como se muestra en la Tabla 2.

Larvas de helmintos y huevos, quistes de protozoos peligrosos y otras zoosporas similares. No debe haber más de 500 UFC/ml a 35°C de bacterias heterótrofas.

**Tabla 3**

*Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.*

<b>Límites permisibles de parámetros Microbiológicos y parasitológicos</b>		
<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)
3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.	UFC/100 ml a 44.5°C	0 (*)
4. Bacterias heterotróficas	UFC/ml a 35°C	500
5. Huevos y larvar de helmintos, quistes y coquistes de protozoarios patógenos	Nº org/L	0
6. Virus	UFC/ml	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, capépados, toríferos, nemátodos en todos sus estudios evolutivos.	Nº org/L	0

UFC= Unidad formadora de colonias  
(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples =<1.8/100 ml

**Fuente:** Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano.

### **2.2.3. Parámetros de diseño**

#### **Periodo de diseño**

La viabilidad económica de un proyecto viene determinada por una serie de factores, uno de los cuales es el periodo de tiempo durante el cual se considera que el sistema es operativo. De este modo, el tiempo de diseño puede considerarse como el periodo que el sistema diseñado es capaz de realizar los gastos previstos a plena capacidad y las propias instalaciones son plenamente operativas.

Para llegar a un horizonte de diseño se tienen en cuenta diversas variables, como el aumento previsto de la población, el acceso a la financiación y la vida útil prevista de las instalaciones.

Una vez hechas estas consideraciones, deberá determinarse caso por caso el horizonte de diseño óptimo.

Los valores asignados se sitúan entre los rangos siguientes para las distintas partes de los sistemas rurales de suministro de agua:

Para las mejoras de las captaciones, prever un gasto mínimo de 20. Las tuberías suelen durar entre 10 y 20 años.

Veinte años de reserva.

En el caso de las redes, lo normal son de diez a veinte años (20 años para tuberías principales y 10 años para tuberías secundarias). Los requisitos generales del Ministerio de Sanidad para proyectos de suministro de agua potable en zonas rurales sugieren una vida útil de "20 años". Estas normas se aplican a todos los componentes individuales.

#### **Población de diseño**

Para crear una obra de agua potable que no sólo satisfaga un requerimiento actual, sino que también permita el aumento de la población durante un periodo determinado, que puede variar de diez a cuarenta años, es importante hacer una predicción sobre la población futura al final de esta época. Las previsiones sobre la población se utilizan en el cálculo del consumo de agua al concluir su tiempo de diseño.

### **2.2.4. Métodos analíticos**

Suponen que la previsión de población de una zona puede adaptarse a una curva matemática. Obviamente, las peculiaridades de las cifras de población del censo y los periodos de tiempo en los que se midieron influirán en esta corrección.

Podemos analizar los datos utilizando varios enfoques, entre ellos:

### **2.2.5. Dotación de agua**

Según López en relación a la dotación señala que "La demanda de agua de una ciudad

es la cantidad de agua necesaria para mantener a una población, que suele medirse en litros al día (lppd). Las necesidades totales razonables que se ajustan a las aplicaciones del suministro son en las que se basa la dotación" (López, 2009)

PNSR, menciona que "Determina la cantidad de agua utilizada para uso doméstico en regiones rurales de acuerdo a pautas estándar expresadas en unidades de litros por persona y día (dotación). Los parámetros aquí son flexibles dependiendo del tipo de sistema de eliminación de heces instalado" (PNSR, 2004).

**Tabla 4**

*Parámetros de dotación de agua según guía de saneamiento básico*

Consumo de agua doméstico, dependiendo del sistema de disposición de excretas utilizado		
Región geográfica	Letrinas sin arrastre hidráulico	Letrinas con arrastre hidráulico <sup>10</sup>
Costa	50 a 60 l/h/d	90 l/h/d
Sierra	40 a 50 l/h/d	80 l/h/d
Selva	60 a 70 l/h/d	100 l/h/d

Fuente: Guía para la elaboración de proyectos de agua potable y saneamiento del programa nacional de saneamiento rural – PNSR.

**Tabla 5**

*Parámetros de dotación de agua según la OMS*

Población	Clima	
	Frio	Cálido
<b>Rural</b>	100	100
<b>2,000 – 10,000</b>	120	150
<b>10,000 – 50,000</b>	150	200
<b>50,000</b>	200	250

Fuente: Manual de Proyectos de Agua potable en Poblaciones Rurales Lppd= litros por persona al día

**Tabla 6**

Dotación de agua fondo Perú Alemania

Tipo de proyecto	Dotación (lppd)
Agua potable domiciliaria con alcantarillado	100
Agua potable domiciliarias con letrinas	50
Agua potable con piletas	30

Fuente: Manual de Proyectos de Agua potable en Poblaciones Rurales Lppd=litros/persona al día



García en su trabajo de investigación nos indique que “La tendencia a mediano plazo es que las letrinas cambien a alcantarillado y las piletas a instalaciones domiciliarias, por tanto, en lo posible, se recomienda diseñar instalaciones a futuro con dotaciones de 100 lppd” (García, 2009).

### **2.2.6. Variación de consumo**

Según Agüero en relación a la variación de consumo señala que “Para suministrar eficientemente agua a la comunidad, es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo. La variación del consumo está influenciada por diversos factores tales como: tipo de actividad, hábitos de la población, condiciones de clima, etc” (Agüero, 1997).

### **2.2.7. Consumo promedio diario anual (QM)**

La relación entre el consumo per cápita estimado para la población proyectada durante el periodo de diseño y el consumo medio diario anual, expresado en litros por segundo (l/s), es la siguiente:

$Pfx \text{ dotacion}(d)$

$Q_m$  = Consumo promedio diario (l/s).  $P_f$  = Población futura (hab.).

$d$  = Dotación (lts/hab./día).

se tendrá en cuenta lo siguiente con la finalidad de dimensionar la capacidad de los elementos:

### **2.2.8. Pérdidas físicas de agua.**

Evidencia cuantitativa de la producción de agua potable y su posterior desperdicio. Posible causa: tuberías rotas o con fugas.

Embalses desbordados sin control.

El agua de una instalación de tratamiento se utiliza para varios fines. Una aproximación de las pérdidas como proporción de la producción es la siguiente:

### **Consumo máximo diario (Qmd)**

El consumo de agua es cíclico: aumenta en verano y disminuye en invierno. El suministro de agua potable tiene que estar preparado para satisfacer la demanda incluso en los días más calurosos del año. La demanda máxima diaria ( $Q_{md}$ ) se calcula multiplicando el consumo medio diario ( $Q$ ) por el coeficiente diario máximo ( $C_{md}$ ), que es 1,3 según la práctica habitual del sector.

$$Q_{md} [l/seg.] = Q_{promedio} [l/seg.] * K1$$

Donde:

El máximo consumo diario ( $Q_{md}$ ) se expresa en unidades de litros por segundo.

En base a lo que GFPIE nos narra en su trabajo de investigación describe que “para el consumo máximo diario se asume un valor de 1,3 veces el consumo medio diario anual, que se denota mediante el coeficiente  $K1$ =caudal máximo diario.

$Q_m = 365 * 365 * 365 = 365 Q_m$  de consumo anual.

Agua arriba de los embalses, como la captación, la producción y la conducción hasta las instalaciones de tratamiento y/o los embalses, se utiliza el  $Q_{md}$  como dato principal para dimensionar los componentes” (GFPIE, 2011).

### **Consumo máximo horario ( $Q_{mh}$ )**

Como el consumo de agua que varía durante el día, se utiliza otro factor de ajuste. La capacidad de la red de distribución y el embalse de regulación amortiguan el cambio. Estos últimos se hacen para acomodar la demanda máxima que se produce a determinadas horas del día, medida por  $Q_{mh}$ , que se calcula multiplicando la demanda media diaria por el coeficiente horario máximo de 2,0.

$$Q_{mh} [l/seg.] = Q_{promedio} [l/seg.] K2$$

Donde:

$Q_{mh}$  = consumo horario máximo (en litros por segundo).

Según el GFPIE, señala que “para el consumo máximo diario se utiliza un valor de 2 veces el consumo medio diario anual, denotado por el coeficiente  $K2$ ” (GFPIE, 2011).

$Q_m = 365 * 365 * 365 = 365 Q_m$  de consumo anual.

## **2.2.9. Componentes del sistema de agua potable**

### **Captación**

Al diseñar la captación, es esencial que se tenga en cuenta el caudal máximo diario. En circunstancias en las que el caudal de la fuente supere el caudal máximo diario necesario y no se esté considerando la instalación de una estructura de regulación por consideraciones de coste, el sistema debe construirse para soportar el caudal máximo horario.

Los posibles riesgos higiénicos para el sistema deben tenerse en cuenta a lo largo de todo el proceso de diseño, y se construirán los edificios adicionales que sean necesarios para dar cabida a cualquier otro uso de la fuente.

## **Aguas superficiales**

### **Ríos**

Teniendo en cuenta que es poco probable que los caudales de captación sean superiores a cinco litros por segundos, el diseño básico consistirá en una defensa ribereña. El sumidero tiene una compuerta con cerradura.

Algún tipo de camino que conecte el desarenador con la boquilla. Un desarenador con aliviadero para el exceso de agua. Rejilla de entrada a la tubería.

Si es necesario, se construirá una barcaza fluvial. La superficie de la cuenca fluvial, la elevación y las precipitaciones mensuales servirán de base para el diseño. Cantidades medias mensuales y excepcionales.

Movimientos de tierra y suciedad. Derechos de agua en posesión de un no propietario.

Los agentes microbianos, químicos y físicos causantes de la contaminación. Información geológica útil para las zapatas de los edificios.

Dónde pueden encontrarse y cómo son como áridos para proyectos de hormigón. Ubicación de la entrada de la construcción.

### **Canales**

Al colector de agua o arena y de aquí a la tubería con una rejilla a la entrada de la tubería se puede llegar por una abertura en la pared lateral del canal, que se controla mediante una compuerta o válvula de compuerta.

El transporte anual constante de agua a través del canal será el dato clave para el diseño.

derecho legal a utilizar el agua como fuente de agua potable.

La transferencia de sedimentos y la química, física y microbiología del agua.

## **Aguas subterráneas - sistema convencional**

### **Manantiales**

Por lo tanto, para aprovechar al máximo la fuente, la distribución de captación debe ser de un material impermeable.

el pleno potencial de producción de la fuente. Para proporcionar un suministro de agua constante, es importante tener en cuenta la elevación fluctuante de la fuente con respecto a la entrada de la caja. Para impedir la contaminación de las fuentes superficiales, es necesario prever zanjas de drenaje y una barrera de protección

perimetral. Todas las precauciones higiénicas se incluirán en el diseño, y vendrá equipada con todo lo necesario para su funcionamiento y mantenimiento.

### **Pozos perforados**

La información y la evaluación de los rendimientos de los pozos artesianos existentes, la calidad del agua, los años de producción, y las variaciones estacionales existentes de las cantidades del agua deben orientar la selección y la ubicación del pozo o pozos.

### **Pozos excavados**

Las características de los pozos existentes o los estudios de pozos de prueba deben orientar la selección y ubicación de los pozos. Como parte del proceso de diseño, calcularemos el número necesario de pozos para el sistema. Debido a la naturaleza de los procedimientos de construcción, se colocarán en zonas que no corran riesgo de inundación. Hay muchas fuentes potenciales de contaminación de un acuífero, como las aguas superficiales, la infiltración, el riego agrícola, los residuos sólidos y otras, por lo que es importante que cada pozo se construya para extraer el máximo rendimiento posible. La profundidad del nivel freático estático, así como la profundidad máxima que puede excavar por debajo del nivel estático, se utilizarán para estimar la profundidad del pozo excavado. Los anillos deslizantes o permanentes de hormigón, ciegos en el nivel estático y que permiten el acceso a las profundidades inferiores del pozo, servirán de revestimiento del pozo. Los pozos de agua potable deben estar situados al menos a 25 metros de cualquier letrina o sistema de percolación (82 pies). La letrina y el pozo de agua deben estar en niveles diferentes.

### **Galerías filtrantes.**

El corte geológico, determinado por una serie de pruebas y análisis de la salida del acuífero, informará su diseño. Se colocarán transversal o longitudinalmente, aprovechando al máximo el flujo de agua del metro, y a una profundidad mínima de dos metros desde la clave de la tubería. El tubo colector perforado deberá tener un diámetro mínimo de 100 mm. Se utilizará grava graduada para revestir la tubería y, a continuación, se graduará el relleno hasta alcanzar el nivel del suelo existente.

### **Sistema no convencional**

#### **Manantial protegido.**

La captación deberá cumplir con los mismos requisitos establecidos para captación de manantiales en sistemas convencionales. En caso de fuente de escaso rendimiento, la estructura de captación se construirá para captar el total del rendimiento de la fuente.

### Pozo equipado con bomba manual.

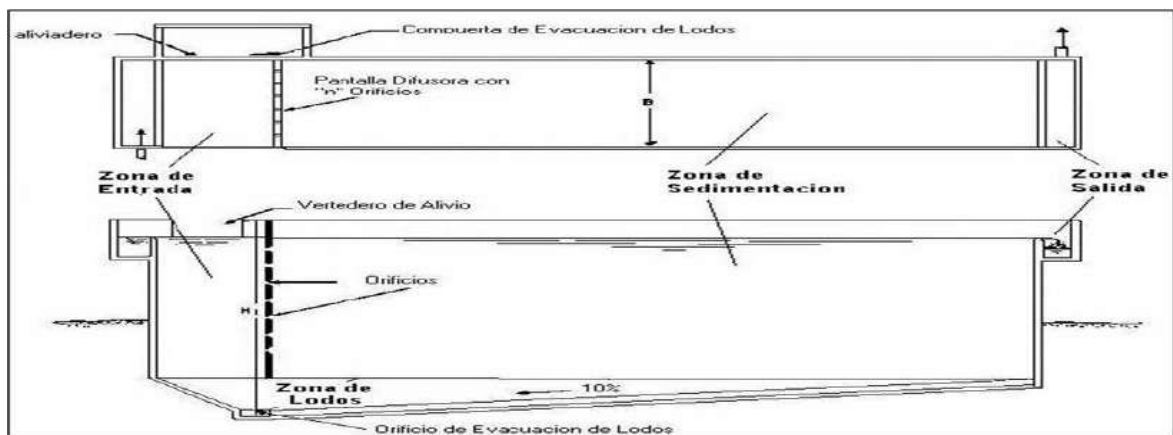
Para ser captado en un sistema tradicional, el pozo debe cumplir las mismas normas que los pozos excavados.

El recuento de pozos para un sistema de este tipo debe tener en cuenta la dispersión de la población para determinar cuántos deben construirse. También hay que indicar claramente el nivel de agua y la producción de cada pozo.

### Sedimentador

El proceso de sedimentación es crucial. Las partículas en el agua pueden ser problemáticas para los sistemas o procesos de tratamiento, ya que una turbidez excesiva puede ahogar las actividades biológicas y depositarse en los medios filtrantes, provocando grandes pérdidas de carga y una disminución de la calidad del agua efluente.

Se realizan pretratamientos y preacondicionamientos en la planta, a unidades como desarenadores y decantadores, o se conectan a captaciones en las que se recoge material extremadamente grueso (rejillas: gruesas y finas).



**Figura 2.** Sedimentador Planta y corte longitudinal

#### Zona de entrada

Un mecanismo hidráulico de transición que garantiza un caudal constante en el interior del sedimentador.

#### Zona de sedimentación

Se trata de un canal rectangular con las dimensiones adecuadas para la sedimentación de partículas (volumen, longitud y caudal). El flujo de pistón, en el que la velocidad es la misma en todas partes, se produce en un plano horizontal.

### **Zona de salida**

El efluente se recoge en canaletas o tubos perforados, que no interrumpen la sedimentación de las partículas depositadas, y en un aliviadero.

### **Zona de recolección de lodos**

Una tolva puede recoger el lodo sedimentado, y una tubería y una válvula pueden extraerlo regularmente.

#### **2.2.10. Criterios de diseño**

El tiempo de diseño oscila entre 8 y 16 años si se tienen en cuenta factores tecnológicos y financieros. Para el mantenimiento rutinario se requiere una configuración paralela de al menos dos unidades (02). Se dispone de servicio constante las 24 horas del día.

Entre dos y seis horas es el tiempo de retención previsto.

Se estima que la carga superficial será de entre 2 y 10 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día. El decantador tendrá entre 1,5 y 2,5 metros de profundidad.

La relación longitud/anchura (L/B) debe estar comprendida entre 3 y 6.

La relación longitud/altura (L/H) debe situarse entre 5 y 20. La pendiente de la base de la unidad, entre el 5% y el 10%, ayudará a que el sedimento se mueva más fácilmente.

Para evitar turbulencias en la zona de sedimentación, la velocidad en los orificios debe mantenerse por debajo de 0,15 m/s.

Se recomienda colocar los orificios en un ángulo de 15 grados con respecto a la dirección del flujo.

Dado que la mayor parte de los lodos se deposita en el primer tercio de la unidad, es aquí donde debe situarse la descarga de lodos.

Se recomienda realizar experimentos para establecer el rendimiento máximo.

Para la zona de salida, lo ideal es 3 l/s o menos de caudal por metro de recogida.

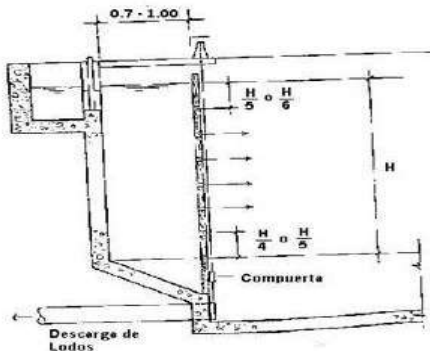
Es importante garantizar una cierta conexión entre las velocidades de flujo y los parámetros de longitud y altura.

$$H = V$$

La parte de la compuerta de evacuación de lodos (A2) debe mantener la conexión. Con t que representa el vaAcSiado. H tiempo.

$$A2 = 4850$$

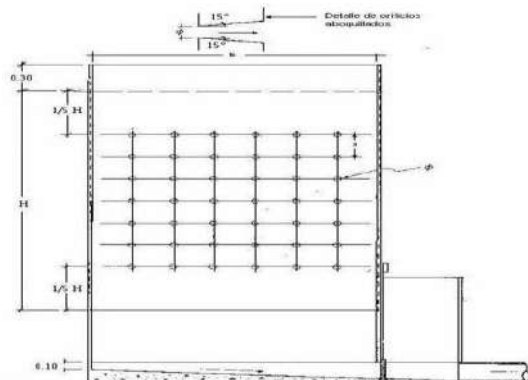
La distancia ideal entre una rejilla difusora y una pared de aspiración está comprendida entre 0,7 y 1,00 metros.



**Figura 3.** Ubicación de la pantalla difusora

**Fuente:** OPS/CEPIS – Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores.

Los orificios en la pared del difusor deben estar espaciados a una proporción de  $1/5$  a  $1/6$  de la altura ( $H$ ) desde la superficie del agua, con los orificios más bajos espaciados a  $1/4$  a  $1/5$  de la altura ( $H$ ) desde la superficie inferior.



**Figura 4.** Pared difusora del sedimentador

**Fuente:** OPS/CEPIS – Guía para el diseño de desarenadores y sedimentadores

### 2.2.11. Pre-Filtro de grava de flujo horizontal

Si se trata de la primera unidad de la estructura de toma para el sistema de tratamiento que se está considerando, delante de ella debe construirse una caja de hormigón con un vertedero triangular para poder calcular el caudal operativo del sistema completo. Este conjunto, formado por un conducto y una pared hueca de ladrillo, está diseñado para distribuir el caudal uniformemente por el espacio. El componente principal del conjunto es una pared de ladrillo.

La zona de filtración está formada por canales que incluyen tres o más secciones rellenas de grava con anchuras que se estrechan progresivamente de principio a fin.

La longitud de cada segmento viene determinada por una serie de elementos

diferentes, como el tamaño de la grava que se utiliza y el ritmo al que tiene lugar la filtración.

Para conseguir una distribución adecuada y coherente del caudal a lo largo de cada segmento, las paredes delantera y trasera de cada uno de ellos deben construirse de ladrillo hueco.

El método de lavado debe estar combinado por una o más tolvas que permita la traslación y el almacén de los sedimentos, una vía de evacuación de lodos que tenga un techo de losa de concreto armado dividido por ranuras, una compuerta y una cámara de drenaje. Colocando estratégicamente orificios o huecos en las losas del canal, podemos aumentar la velocidad de descarga y evacuar la carga de lodos de la tolva en un tiempo récord. En las tolvas se verterá piedra de entre dos y tres pulgadas de diámetro.

Cada unidad tiene su propio canal en la construcción de salida, que está hecha de una pared hueca de ladrillo.

### **Ventajas**

Debido a la elevada superficie específica que proporciona la grava, suelen ser más productivos que los sedimentadores. Utilizan carreras prolongadas para limpiar la zona tanto de residuos inertes como de seres vivos.

El uso de descargas hidráulicas permite dar brazadas de trabajo más largas y retrasar la limpieza de la grava hasta que haya terminado la estación húmeda. En función de la turbidez máxima del afluente, es factible una frecuencia de dos a tres años.

### **Restricciones**

Cuando las dimensiones de la unidad superan 1,5 metros de profundidad y 5 metros de anchura, el mantenimiento se vuelve problemático. En la mayoría de los casos, es mejor mantener la profundidad a no más de 1,0 m y la anchura a no más de 4,0 m. Estas directrices desaconsejan su uso para cualquier cosa que no sean aplicaciones de bajo volumen, siendo la otra opción pensar en un gran número de unidades en paralelo.

Se requieren unidades de 8-16 m de longitud cuando la turbidez es superior a 300 UNT.

### **Criterios de diseño**

La calidad del agua es inversamente proporcional a la velocidad de filtración, que puede oscilar entre 0,50 y 2,0 m/h. Un gradiente descendente de grava cuyo tamaño oscila entre 1/4 de pulgada y 2 pulgadas. El material que tenga un diámetro mayor que el de los orificios se pondrá en contacto con las paredes perforadas.

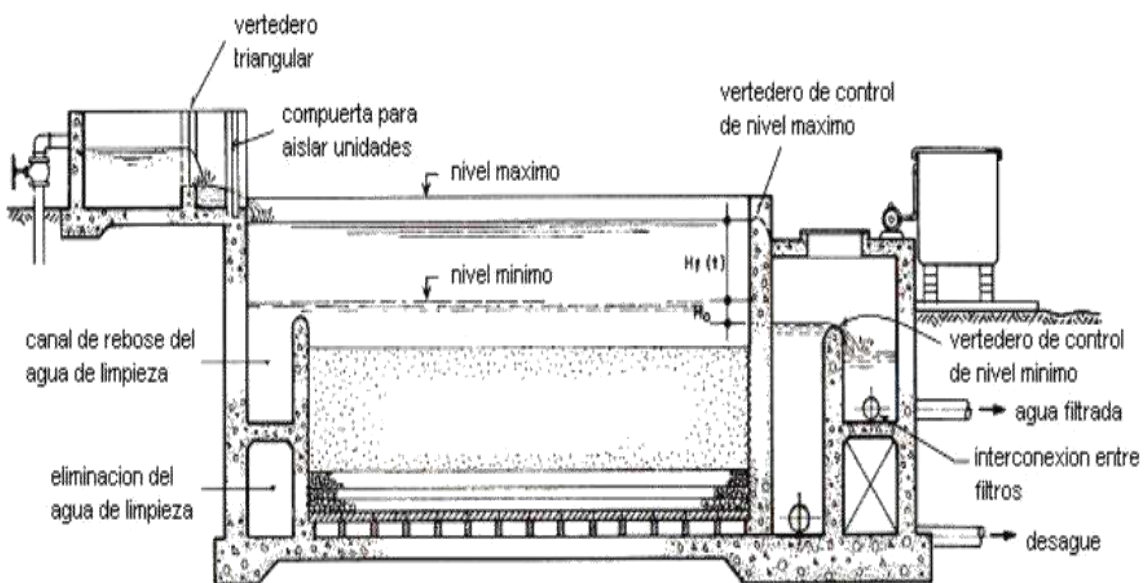


La longitud de cada pieza varía de 1 a 5 metros en función del diámetro de la grava. Está previsto que el sistema de limpieza funcione a un ritmo de 1,3 m<sup>3</sup> por metro cuadrado de superficie de prefiltro.

Debido a la velocidad de vaciado vertical del sistema, hay que compensar las pérdidas por fricción, y aquí es donde entra en juego la instalación. Para evitar cortocircuitos por encima de la superficie de grava con la máxima pérdida de carga, debe añadirse a la grava una altura adicional de 0,20 a 0,30 m por encima del nivel de trabajo habitual.

### 2.2.12. Filtro lento

La OPS describe las partes de una planta de tratamiento tipo filtro lento según la “Una unidad de filtración lenta en arena consta generalmente de los siguientes elementos: a) caja de filtración y estructura de entrada, b) sistema de drenaje, c) lecho filtrante, d) capa de agua sobrenadante y e) dispositivos para regulación, control y rebose” (OPS, 2001).



**Figura 5.** Corte longitudinal de un filtro lento de arena

**Fuente:** OPS/CEPIS – Planta de tratamiento de filtros lentos

### Caja de filtración y su estructura de entrada

La superficie de la caja filtrante viene determinada por la cantidad de filtros necesarios para el funcionamiento en paralelo, la velocidad de filtración y el caudal a tratar. Se sugiere que los filtros tengan una superficie máxima de filtración de 100 metros cuadrados por módulo para que puedan ser operados y mantenidos manualmente.

## Lecho filtrante

La arena utilizada en el filtro debe ser firme y esférica, desprovista de arcilla y materia orgánica. El porcentaje combinado de carbonato de calcio y magnesio en la arena no debe ser superior al 2%.

**Tabla 7**

*Granulometría del lecho filtrante*

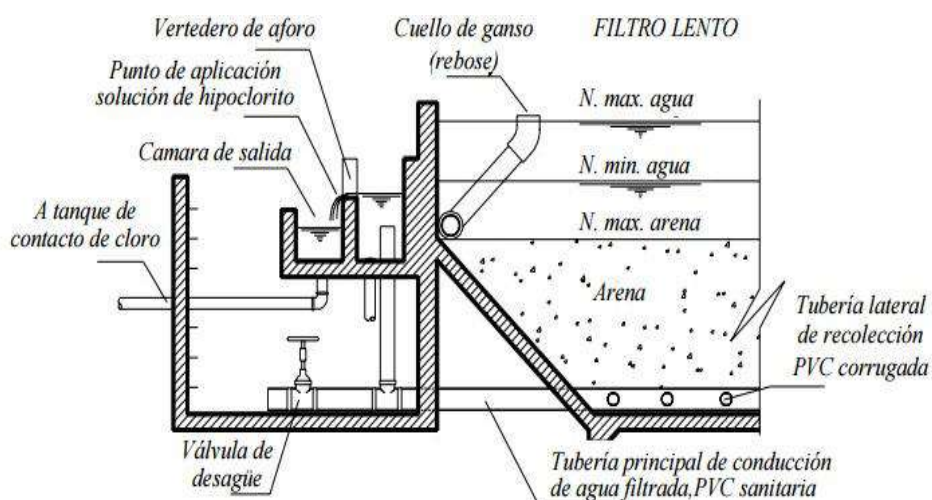
Criterios de Diseño	Valores Recomendados
Altura de arena (m)	
Inicial	1.00
Mínima	0.50
Diámetro efectivo (mm)	0.15 - 0.35
Coefficiente de uniformidad	
Aceptable	< 3
Deseable	1.8 - 2.0
Altura del lecho de soporte, incluye drenaje (m)	0.1 - 0.3

Fuente: OPS/CEPIS- plantas de tratamiento de filtros lentos

En función de la calidad del agua de origen, la velocidad de filtración puede oscilar entre 0,1 y 0,2 m/h. Si el agua de entrada está muy contaminada, la velocidad de filtración también disminuirá. El lecho filtrante puede contener entre 1,0 y 1,50 m de agua.

## Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida

Se recomienda que el vertedero de salida se coloque al mismo nivel que la superficie del lecho filtrante, o a no más de 0,10 m por encima de ésta, a fin de mantener constante el nivel mínimo del filtro.



**Figura 6.** Estructura de salida del filtro lento

Fuente: OPS/CEPIS- plantas de tratamiento de filtros.

### Capa de agua sobrenadante

Se sugiere que la altura del agua sobrenadante esté entre 1,0 y 1,5 m, con un margen libre de 0,2 a 0,3 m.

### Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo

La velocidad de filtración y la entrada de agua pretratada pueden ajustarse mediante esta válvula. Drenaje "cuello de cisne" para la capa de agua sobrenadante.

Conexión de llenado del lecho filtrante de agua Mando para el vaciado del lecho filtrante

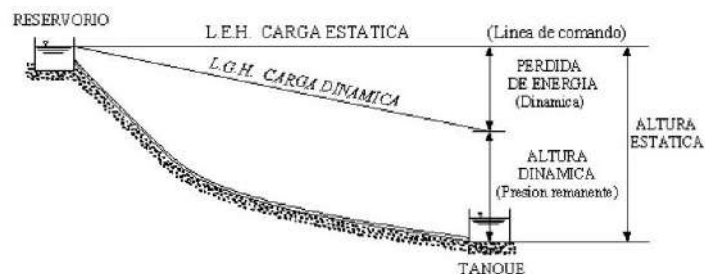
Válvula de descarga del agua depurada.

Conexión entre el sistema de filtración y el tanque de almacenamiento de agua limpia

Barrera de paso en la entrada.

### 2.2.13. Línea de conducción

El agua se transporta por este conducto desde la captación hasta el punto de entrega, que suele ser el depósito de regulación, pero también puede ser la depuradora o la red de distribución en los casos en que el caudal es igual al caudal máximo horario. La cloración funciona bastante bien con un pequeño volumen de almacenamiento.



**Figura 7.** Perfil de la Línea de conducción

**Fuente:** Manual de proyectos de agua potable

### Caudales de diseño

Diversos factores de la red de distribución de agua afectan al caudal de diseño de las obras de conducción:

El caudal máximo diario debe incluirse en el cálculo de los trabajos de conducción si el sistema por gravedad incluye un depósito de almacenamiento y/o una planta de tratamiento.

El trabajo de conducción debe calcularse con el caudal máximo horario si el sistema es por gravedad y no dispone de depósito de almacenamiento y/o planta de tratamiento y la línea de conducción está conectada directamente a la red (Magne, 2008).

### **Presión negativa**

En consecuencia, no fluirá el volumen de agua necesario, ya que no hay energía gravitatoria suficiente para ello. Si se reduce el caudal y/o se aumenta el diámetro de la tubería, será necesario volver a trazar la LGH.

En consecuencia, será difícil evitar que entren burbujas de aire en la tubería en el segmento A-B mostrado en la figura 08, que se encuentra en circunstancias de presión negativa. Como la presión entre A y B es inferior a la del aire circundante, no se pueden instalar válvulas de aspiración.

### **2.2.14. Cálculo hidráulico de tuberías a presión**

Estos acueductos presurizados tienen una presión de trabajo superior a la de la atmósfera circundante, lo que les permite transportar agua por la tubería y llenar todo un segmento. La gravedad que actúa sobre la masa de agua es la causa evidente de su movimiento.

### **Diseño de tuberías a presión**

El diseño debe tener en cuenta los siguientes factores: diseño de una tubería.

Caudal calculado, radios mínimos pendientes, velocidad de la tubería y tipo de material.

### **Trazado de la línea de conducción**

El trazado de la tubería deberá realizarse, en la medida de lo posible, en paralelo a las vías públicas y a las carreteras de uso general de la comunidad, previo estudio sobre el terreno del relieve topográfico y geológico y del tipo de suelo.

El trazado deberá tener en cuenta no sólo el caudal de diseño, la vida útil y el análisis económico, sino también los siguientes factores:

Es imprescindible que el circuito esté cerrado (en la medida de lo posible a presión).

Que el recorrido desde el origen hasta la instalación de tratamiento, almacenamiento y/o sistema de distribución sea lo más corto posible.

Para evitar la cavitación y el aplastamiento de la tubería, ésta debe estar siempre por debajo de la línea piezométrica.

Para mantener la seguridad de la tubería, ésta nunca debe estar sometida a presiones superiores a las máximas admisibles.

Que se eviten las regiones propensas a desprendimientos e inundaciones.

Es mejor evitar las pendientes o declives pronunciados de la línea que puedan atrapar aire.

Acortar la longitud de la tubería (diseño de túneles) o evitar terrenos con aguas subterráneas relativamente poco profundas son también opciones que deben investigarse.

Es necesario medir las alturas de los siguientes lugares sobre el terreno: El proceso de captación es eficaz.

A través de las características topográficas a lo largo de la ruta.

En cualquier caso, una instalación de almacenamiento o de tratamiento.

Otras características del terreno que se tendrán en cuenta al planificar el recorrido de la tubería.

La presión estática dentro de la tubería viene determinada por la distancia vertical entre la fuente de agua y el destino final.

El material y las propiedades mecánicas de funcionamiento de la tubería, así como la necesidad de válvulas o cámaras de alivio de presión, vienen determinados por la presión estática entre los puntos extremos de la tubería.

Protección contra elementos corrosivos y suelos hostiles.

La durabilidad frente a las presiones mecánicas procedentes tanto del interior como del exterior. Las características del movimiento de los fluidos (velocidades, presiones, golpes de ariete). La vida útil del proyecto.

Pueden utilizarse diversos materiales para las distintas partes de un sistema de tuberías en función del uso previsto del sistema, la vida útil esperada, la facilidad de funcionamiento y mantenimiento, las circunstancias del terreno y las tensiones actuantes.

A la hora de elegir un material para las tuberías, es importante tener en cuenta no sólo los gastos iniciales y de mantenimiento, sino también la seguridad de la tubería.

### **Material de tubería**

Las características topográficas deben tenerse en cuenta a la hora de decidirse por un material.

La calidad del agua. De qué tipo de suelo se trata.

Protección contra elementos corrosivos y suelos hostiles.

Durabilidad frente a presiones mecánicas procedentes tanto del interior como del exterior. Características del movimiento de fluidos (velocidades, presiones, golpes de ariete). La vida útil del proyecto.

Los gastos de mantenimiento y funcionamiento. El análisis de la economía.

En función de los resultados deseados, la facilidad de funcionamiento y mantenimiento, las circunstancias del terreno y las fuerzas actuantes, un sistema de tuberías puede construirse con diversos componentes materiales.

Los materiales de las tuberías deben elegirse teniendo en cuenta los requisitos del proyecto, siendo primordiales los gastos iniciales y continuos, así como la integridad de la tubería.

### **Velocidades de diseño**

La velocidad máxima debe ser considerada en función del tipo de material de la tubería, de acuerdo a la Tabla 7.

**Tabla 8**

*Velocidades máximas permisibles en tuberías*

<b>Material</b>	<b>Velocidad (m/s)</b>
Tubería revestida de hormigón simple	3,00
Tubería de hormigón centrifugado	3,50
Tubería de asbesto cemento	5,00
Tubería de PVC	5,00
Tubería de hierro fundido	5,00
Tubería acero galvanizado	5,00
Tubería de acero	5,00

Fuente: Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable

Se recomienda que la velocidad en las tuberías de impulsión no supere los 2,00 m/s.

Se aconseja que la velocidad máxima no supere 1,50 m/s para reducir los impactos del golpe de ariete y, en general, cuando éste sea inminente.

La velocidad de autolimpieza debe utilizarse para determinar la velocidad mínima de la tubería. Se sugiere una velocidad mínima de 0,30 metros por segundo.

### **Diámetros mínimos**

El diámetro de la tubería de conducción debe elegirse tras considerar detenidamente las presiones, velocidades de escorrentía y longitudes de línea de que se dispone, la decisión debe basarse en un análisis de optimización que compare los méritos técnicos y económicos de cada opción con vistas a minimizar la función de coste anual.

En el caso de las tuberías, el diámetro mínimo suele ser de 2 pulgadas (región rural) por razones prácticas y sociales.

### **Pendientes**

Éstas no deben colocarse horizontalmente, ya que así se evita que los sedimentos sean arrastrados a los puntos bajos, donde desaguan las tuberías, y se impide que el aire se acumule en los puntos altos, donde puede ser liberado por las válvulas instaladas al efecto.

Si el flujo de aire se produce en la dirección del escurrimiento del agua, entonces la pendiente mínima requerida es  $j = 0,04\%$ .

Cuando el aire fluye en sentido contrario al agua, el valor de  $j$  se sitúa entre 0,10 y 0,15.

En este último caso, la pendiente no puede ser más plana que el segmento correspondiente de la línea piezométrica.

Cuando pueda evitarse un número significativo de válvulas de aire y cámaras de limpieza uniformizando las pendientes a costa de una mayor excavación, deberán compararse económicamente ambas opciones.

#### **2.2.15. Presiones máximas y mínimas**

Las presiones de servicio de los accesorios y válvulas utilizados deben ser compatibles con la presión estática máxima de la tubería, que no debe superar el 80% de la presión de trabajo indicada por el fabricante.

En situaciones de alta presión, es importante sopesar los costes y beneficios de cambiar a tuberías de alta presión frente al uso de estaciones de reducción de presión y tuberías de menor presión. En el segundo caso, es esencial volver a comprobar que la presión en el punto más alejado y más alto cumple los requisitos establecidos anteriormente.

Excepto al principio y al final de la tubería, donde está conectada a un depósito o cámara abierta a la presión atmosférica, la presión más baja recomendada en cualquier punto de la tubería en las peores circunstancias posibles de escorrentía es de 2 m.c.a. Es necesario instalar purgas de aire en los puntos de sifonaje.

La siguiente tabla muestra la relación de resistencia a la presión de las tuberías de PVC.

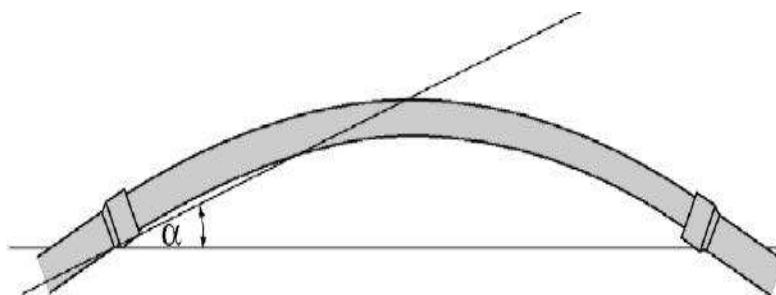
Cuando se diseñen sifones con presiones superiores a la clase 15, que debe resistir 120 mca (80% de la presión nominal), deben utilizarse tuberías de hierro galvanizado hasta una presión máxima de 500 mca.

### 2.2.16. Tuberías

Las tuberías formadas por segmentos rectos pueden doblarse en configuraciones más complejas doblando los tubos en sus uniones.

Excepto en el caso de las uniones especiales, la flexión admisible de cada unión es una función dependiente del diámetro que debe estar dentro de los límites indicados en la tabla 15 y la figura 09.

Componentes complementarios importantes de la instalación de tuberías, los accesorios (uniones, codos, tes, reducciones, válvulas, anclajes, etc.) deben ser adecuados entre sí en cuanto a presiones de servicio, dimensiones, etc. (diámetros, espesores, sistemas de unión).



**Figura 8.** Deflexión en una tubería

**Fuente:** Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable

### 2.2.17. Profundidad de excavación

Por regla general, la tubería debe enterrarse a una profundidad mínima de 0,60 m por encima de la clave.

En regiones agrícolas, cruces de carreteras, líneas de ferrocarril y aeropuertos se requiere una profundidad mínima de 1,00 m por encima de la clave de la tubería. Si existe un mecanismo de seguridad, el diseñador es responsable de justificar el uso de cifras inferiores.

En caso de suelos rocosos e inestables, el proyectista debe tomar precauciones de protección, como revestimientos de hormigón y anclajes económicos.

La colocación en superficie debe utilizarse en pendientes pronunciadas si se tiene en cuenta el uso de soportes y anclajes antideslizantes. El soterramiento es un requisito para las tuberías de PVC y HDPE.



Deben incluirse elementos de protección que garanticen que la tubería no estará expuesta a tensiones o deformaciones que puedan causar roturas o impedir su funcionamiento normal mientras se coloca la tubería extremadamente cerca de la superficie debido a la naturaleza del suelo.

Es importante recordar que puede producirse una elevación máxima debido a la supresión cuando la tubería está vacía en caso de tuberías sumergidas temporalmente. Es importante planificar con antelación la instalación de protecciones en este escenario, especialmente si el nivel freático presenta circunstancias adversas.

Debe tenerse en cuenta el peor escenario posible de escorrentía, por lo que es necesario comprobar que la línea piezométrica de la línea de conducción de la tubería de presión está situada allí.

### **2.2.18. Puentes colgantes**

Un puente colgante es un tipo de puente que permite que el agua fluya a través de una depresión natural o una corriente utilizando una serie de pilares (a menudo metal) y cables (véase la Figura 10).

Los cálculos de los puentes colgantes tienen en cuenta el hecho de que el cable primario debe disponerse en forma de catenaria. Para mitigar la influencia de la vibración causada por el flujo del agua y la velocidad del viento, el estado de carga (tensión) primaria del puente tendrá en cuenta los pesos del tubo, los cables y el agua.

### **2.2.19. Instalación de válvulas**

Las válvulas deben colocarse en cajas de hormigón protegidas por tapas metálicas para garantizar que puedan resistir las presiones especificadas en el diseño. Las válvulas más comunes son:

#### **Válvula de compuerta**

En caso de que sea necesario reparar la línea, se instalará una válvula de corte de agua al principio de la línea.

#### **Válvula de aire**

Se pueden prevenir las cavitaciones en la tubería si se evitan las bolsas de aire en la pendiente posterior. Debe instalarse en el punto más alto de la tubería.

#### **Válvulas de purga o limpia**

Se utilizan en los tamices en el punto más bajo para filtrar el cieno, válvulas de tensión, por ello se utilizan a lo largo de la línea de aceleración para impedir que el agua fluya hacia atrás y pueda dañar la bomba.

### 2.2.20. Cajas de romper presión (crp)

Las tuberías y accesorios pueden resultar dañados si se someten a presiones demasiado elevadas sin instalar previamente cámaras de ruptura de presión (véase la figura 12).

La línea piezométrica de la tubería puede reducirse hasta la presión atmosférica gracias a las cámaras rompedoras.

El lugar de colocación de las cámaras rompedoras debe determinarse en función de los siguientes factores.

Mantener la carga estática a la presión de funcionamiento del material (tuberías y accesorios) o por debajo de ella.

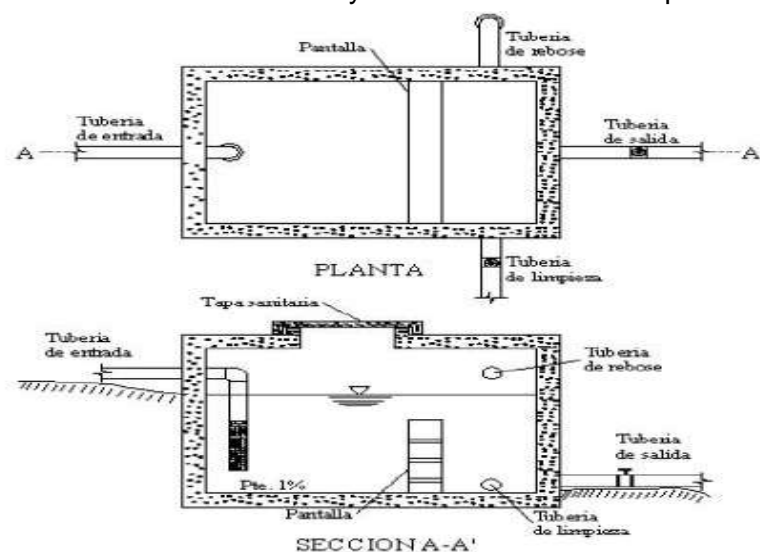
Donde haya un acceso fácil y un suelo adecuado. El diseño debe tener en cuenta las siguientes limitaciones: Un vertedero sumergido debe unir dos compartimentos separados. La longitud de la primera cámara de disipación de energía debe ser equivalente a dos tercios de la longitud total de la cámara de ruptura de presión.

El tamaño de las cámaras debe determinarse en función de un tiempo de retención de 5-10 minutos.

Las pérdidas de carga deben tenerse en cuenta al calcular la profundidad del agua en relación con la tubería de salida; esto garantizará que haya suficiente orificio para que pase el caudal de diseño.

Debe utilizarse un chorro sumergido multidireccional para entrar en la cámara.

Se recomienda instalar una válvula de salida y una válvula de limpieza. Es importante instalar un tubo de rebose y un tubo de ventilación para evitar que se formen vacíos.



**Figura 9.** Cámara Rompe-presión

**Fuente:** Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable

### 2.2.21. Reservorio

El embalse es crucial porque garantiza el funcionamiento hidráulico del sistema y la continuidad de un servicio fiable de acuerdo con las demandas de agua previstas y el rendimiento admisible de la fuente.

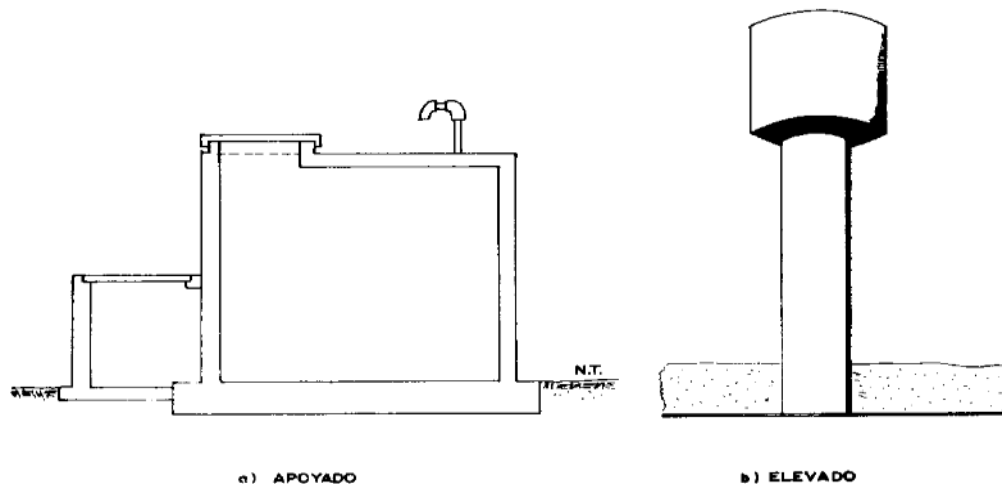
A la hora de planificar el diseño, es fundamental tener en cuenta la capacidad, la ubicación y el tipo de embalse.

#### Tipo de reservorio

Los depósitos para almacenar sustancias pueden estar apoyados, apoyados o enterrados.

Los depósitos pueden ser elevados, que suelen tener forma esférica, cilíndrica o de paralelepípedo, o apoyados, que suelen tener forma rectangular o circular, y enterrados, que suelen tener forma rectangular y construirse bajo la superficie de la tierra (cisternas).

La construcción de un embalse apoyado de forma cuadrada es convencional y rentable para aplicaciones de capacidad media y pequeña, como los proyectos de suministro de agua potable para comunidades rurales.



**Figura 10.** Tipos De Reservorio: Apoyado Y Elevado

**Fuente:** Manual De Proyectos De Agua Potable En Poblaciones Rurales

#### Objetivo del reservorio

Para alcanzar sus objetivos, el depósito debe proporcionar al sistema de distribución el mayor caudal horario posible. Asegurarse de que el sistema de distribución tiene suficiente presión en todo momento.

Disponer de agua como plan de reserva.

Garantizar la disponibilidad de agua suficiente en caso de avería de las tuberías.

En caso de incendio u otra emergencia, asegurarse de que hay suficiente agua disponible.

### **Capacidad del reservorio**

Suponiendo un flujo constante de agua desde la fuente, la capacidad de control será de entre el 15% y el 20% de la demanda media diaria anual. Si este suministro se bombea, sólo podrá satisfacer entre el 20% y el 25% de la necesidad media diaria anual.

### **Forma**

Se recomienda el diseño circular por presentar la relación más eficiente de área/perímetro.

### **Componentes**

El depósito incluye tanto el tanque de almacenamiento como la sala de control. Debe haber tuberías de entrada, salida, rebosadero, limpieza y ventilación en el tanque de almacenamiento. En el tubo de salida se instala una rejilla de malla metálica por motivos de seguridad.

El mantenimiento del servicio durante el mantenimiento del depósito es posible gracias a una tubería de derivación.

Escaleras y un puesto de aseo (externo e interno).

Estos extras son necesarios en la caseta de válvulas:

Pintura de color fácil de identificar en las válvulas que regulan la derivación, la salida, la limpieza y el rebosadero.

Cerramiento metálico con cerradura para disuadir a posibles saboteadores.

### **Ubicación**

El emplazamiento tiene que ser lo suficientemente seguro como para soportar las tensiones de diseño tanto de la ciudad existente como de cualquier zona de crecimiento prevista.

Debe haber una distancia mínima entre el embalse y el sistema de distribución, y la ubicación más cercana debe estar en la región de mayor consumo. En caso de dispersión de la población, sobre todo en altitudes muy diferentes, o en el caso de muchas ciudades con un único sistema de conducción, puede ser necesario disponer de más de un embalse.

Delimitar las zonas de presión en el emplazamiento es importante porque afecta a las presiones máxima y mínima que pueden utilizarse en el sistema de distribución.

### **Tiempo de Vaciado del Reservorio**

Para determinar el tiempo se usa la relación siguiente:

$$T = 2S\sqrt{h}$$

$$CA\sqrt{2g}$$

#### **Donde:**

T = tiempo de vaciado en segundos S = área tanque (m<sup>2</sup>).

h = carga hidráulica (m).

C = coeficiente (0.6 – 0.65). A = área tubo desagüe (m<sup>2</sup>). g = aceleración gravedad (9.81 m/seg.<sup>2</sup>).

### **2.2.22. Línea de aducción**

#### **Descripción general**

El trayecto desde la instalación de almacenamiento hasta el primer nodo del sistema de distribución se denomina línea de aducción. El caudal de aducción es el mayor caudal horario posible.

Las líneas que forman parte de la red de distribución son las responsables de suministrar agua de alta calidad a los clientes, de ahí que estos recursos sean de vital importancia. En las comunidades remotas no suele haber equipos adicionales de extinción de incendios.

Aparte del caudal de diseño, que es el caudal horario máximo en la línea de aducción, todos los demás parámetros de diseño de la línea de conducción siguen siendo los mismos.

#### **Distribución de redes**

La red de distribución es el sistema de tuberías, válvulas, grifos y otros accesorios que comienza en la entrada de la ciudad (el final de la línea de aducción) y se extiende por todas y cada una de las calles de la ciudad.

Hay varios escenarios de análisis posibles, por lo que es importante que las presiones cumplan tanto los requisitos máximos como los mínimos. El agua debe suministrarse al interior de las viviendas con presiones de servicio mínimas, por lo que la red debe

mantenerse en todo momento (parte alta de la ciudad). Los topes de presión de la red deben diseñarse para evitar daños en las conexiones y evitar que los usuarios sufran interrupciones importantes del servicio (parte inferior).

### **Consideraciones generales**

A la hora de planificar los sistemas de distribución, hay que tener en cuenta las siguientes directrices. Los sistemas de distribución deben diseñarse para hacer frente a los picos de demanda.

Localizar los núcleos de población en crecimiento y las localidades que necesitarán servicio.

Realice un reconocimiento topográfico, tomando nota de aspectos como la anchura de las carreteras, la ubicación de los equipos y cualquier región de inestabilidad geológica u otros posibles riesgos.

Es importante tener en cuenta la capa de rodadura de la calle o vía de acceso y el terreno sobre el que está construida.

Para realizar un estudio hidráulico del sistema de distribución puede utilizarse la técnica Hardy Cross, el seccionamiento o cualquier otro método razonable.

La hidráulica de las tuberías se calculará mediante fórmulas racionales. Cuando se aplique la fórmula de Hazen William, deberán emplearse los siguientes coeficientes de fricción:

Aluminio 100, hierro galvanizado 140.

El diámetro elegido debe permitir un caudal y una presión suficientes en todo el sistema. Los tamaños nominales más pequeños serán de 25 mm para las tuberías principales, 20 mm para los ramales y 15 mm para las conexiones dentro de las viviendas.

Al menos 1,00 m (horizontalmente) y 0,30 m (verticalmente) deben separar las tuberías de agua potable y el alcantarillado de aguas residuales. Las tuberías de gas, los poliductos, las líneas telefónicas y de cable y otros servicios públicos nunca deben entrar en contacto con las tuberías de suministro de agua.

La presión del agua debe ser lo suficientemente alta para que incluso las viviendas más alejadas puedan obtener agua y utilizarla. La presión dinámica en cualquier punto de la red no será inferior a 5 m y la presión estática no será superior a 50 m; esto es para garantizar que los usuarios no utilicen demasiada y que no se dañen los componentes del sistema.

Nunca inferior a 0,3 m/s, esta velocidad mínima garantiza que el mecanismo pueda limpiarse solo. El rango de 0,5-1,00 m/s se sugiere para la mayoría de las aplicaciones. Sin embargo, en la red de distribución, la velocidad máxima se limitará a 2 m/s.

La fórmula de Mougne puede utilizarse para calcular las velocidades óptimas para cada diámetro con el fin de minimizar las pérdidas de carga. Esta fórmula es válida para presiones de distribución comprendidas entre 20 y 50 m.c.a.v., y viene dada por:

$$V = 1.5 * (D + 0.05)^{0.5}$$

**Dónde:**

D = Diámetro de la tubería (m)

V = Velocidad (m/s)

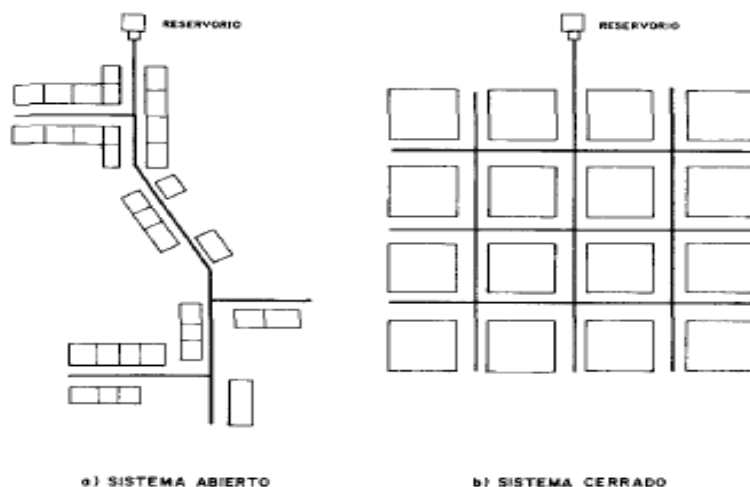
Para garantizar un funcionamiento óptimo de la red y una sectorización suficiente, el número de válvulas necesario debe ser el mínimo indispensable. Gracias a las válvulas, el mantenimiento del sistema de distribución de agua puede realizarse sin interferir en el funcionamiento regular de otros sistemas.

### 2.2.23. Procedimiento de cálculo

En el diseño hidráulico puede incluirse una estructura de red abierta, cerrada o híbrida.

Los diámetros interiores de las tuberías deben incluirse en los cálculos.

Existen dos categorías principales de redes de distribución: redes abiertas (también denominadas redes de ramal abierto) y redes cerradas (a veces denominadas redes de malla, redes de rejilla o simplemente redes).



**Figura 11.** Tipos de redes de distribución

**Fuente:** Agua potable para poblaciones rurales

### 2.2.24. Sistema abierto o ramificado

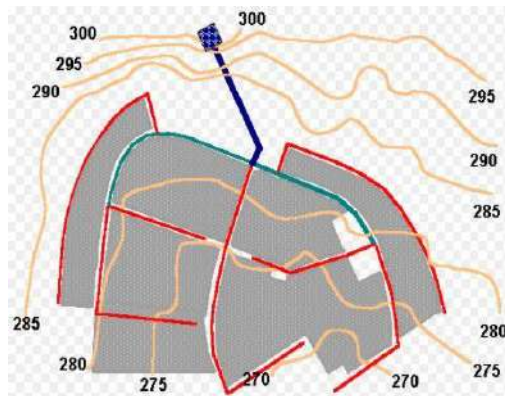
Cuando se diseña una red, abierta o ramificada, deben utilizarse los siguientes criterios para su dimensionamiento:

Cada ramal debe suponerse con una distribución de caudal constante en toda su longitud.

Para calcular la pérdida de carga del ramal, utilizaremos un caudal equivalente al comprobado en el punto terminal del ramal.

Puede ser necesario un nodo adicional cuando el coste de la longitud de la tubería sea elevado en relación con el tamaño de la población.

Siempre que sea posible, debe utilizarse 0,10 lps como caudal de base al diseñar los ramales.



**Figura 12.** Sistema abierto o ramificado

Fuente: OPS/CEPIS – Guía para el diseño de redes de distribución

Regularán el caudal de agua en función de dos factores: En cada punto, los caudales combinados de entrada y salida se equilibran.

Entre dos puntos cualesquiera, la pérdida de carga es constante. Los sistemas de ecuaciones en los que intervienen estas condiciones y las correlaciones de caudal y pérdida de carga pueden resolverse mediante cualquiera de las técnicas matemáticas estándar de equilibrado.

Los sistemas de bandas permitirán errores de cierre mayores:

Cada malla debe cumplir el requisito de pérdida de carga máxima de 0,10 mca, y este requisito debe cumplirse simultáneamente en todas las mallas.

0,01 lps como máximo en todas las mallas y/o por malla individual.



En cuanto al diseño de ramales, se sugiere utilizar un caudal mínimo de 0,10 lps. Ninguna parte de una red cerrada puede superar 1 kilómetro de diámetro.

### **2.2.25. Método para la determinación de caudales**

#### **Redes cerradas**

Los siguientes métodos permitirán el cálculo:

#### **Método de áreas**

Para ello, hay que calcular el flujo en cada nodo teniendo en cuenta el efecto que ese nodo tiene en los nodos circundantes. Esta estrategia funciona mejor cuando la zona objetivo del proyecto tiene una densidad de población constante. El flujo del nodo tendrá el siguiente aspecto:

$$Q_i = Q_u * A_i$$

Dónde:

$A_t$  = superficie total del proyecto (ha)

$Q_u$  = caudal en el nudo "i" (l/s)

$Q_i$  = caudal unitario superficial (l/s/ha)

$A_i$  = área de influencia del nudo "i" (ha)

#### **Método de densidad poblacional**

Esta estrategia tiene en cuenta cuántas personas viven en la esfera de impacto de cada nodo. Para poder aplicar esta estrategia es preciso determinar la población de cada sección de la zona del proyecto.

La tasa de flujo en cada nodo será:

$$Q_i = Q_P * P_i$$

Donde el caudal unitario poblacional se calcula por:

Dónde:

$P_i$  = población del área de influencia del nudo "i" (hab.).

$Q_P$  = caudal unitario superficial (l/s/ha)

$P_t$  = población total del proyecto (hab.)

### **Método de la longitud unitaria**

Con este sistema, el caudal unitario se determina dividiendo el caudal horario punta por la longitud total de la red.

Multiplicando el caudal unitario por la longitud del tramo se obtiene el caudal en ese segmento.

Por lo tanto:

$$Q_i = QP * P_i, q = Qmh * L_t$$

Dónde:

$Qmh$  = caudal máximo horario (l/s),  $q$  = caudal unitario por metro lineal de tubería (l/s/m),  $Q_i$  = caudal en el tramo "i" (l/s),  $L_i$  = longitud del tramo "i" (m),  $L_t$  = longitud total de la tubería del proyecto (m).

### **Método de la repartición media**

El proceso consiste en calcular los caudales de cada segmento del sistema y, a continuación, repartirlos entre los nodos terminales.

El caudal de un nodo es igual al total de los caudales de los segmentos intermedios próximos a él. El caudal de cada tramo puede determinarse utilizando el método de la longitud unitaria.

### **Método del número de familias**

Dividiendo el flujo horario máximo más elevado por el número total de hogares, se puede determinar un flujo unitario utilizando este enfoque.

Multiplicando el caudal unitario por el número de familias dentro de la esfera de impacto del nodo se obtiene el caudal total.

$$Q_n = Q_u * N_{fn} \dots \dots \dots (37)$$

**Dónde:**

$Q_n$  = caudal en el nudo "n" (l/s)

$Q_u$  = caudal unitario (l/s/fam.)

$$Q_u = Qmh / N_{fn}$$

$N_{fn}$  = número de familias en el área de influencia del nudo "n".

$Qmh$  = caudal máximo horario (l/s)

$n_{f}$  = número total de familias (m)

## **2.2.26. Componentes de la red de distribución**

### **Válvulas de seccionamiento**

La colocación y la cantidad de válvulas de seccionamiento en una red de distribución se calculan de modo que la red en su conjunto pueda quedar aislada del servicio mientras se realizan reparaciones o ampliaciones. Aumentar el número de válvulas en una red reduce el área que quedaría sin servicio durante el mantenimiento, pero lo hace con un gasto mayor.

### **Válvulas de purga de lodos**

Al diseñar un sistema de distribución, es importante prever la instalación de válvulas de purga de lodos en los lugares más bajos, para que no se acumulen sedimentos.

### **Válvulas reductoras de presión**

La presión del agua por debajo de las válvulas reductoras de presión se reduce automáticamente a un nivel seleccionado. Cuando no se dispone de una válvula reductora de presión, puede utilizarse en su lugar una cámara de alivio de presión.

### **Cámara de válvulas.**

Como medida de seguridad, funcionamiento y mantenimiento, toda válvula debe tener una cámara de válvulas. Las proporciones de la bancada deben ser funcionales para las herramientas y otros equipos almacenados en su interior.

### **Cámaras rompe presión**

En la instalación de una cámara de presión debe incluirse un flotador o un regulador del nivel de agua para que la cámara se cierre automáticamente una vez llena o cuando no haya caudal.

### **Anclajes**

En los siguientes casos, es necesario colocar anclajes de seguridad (ya sean de hormigón ordinario o ciclópeos): En tuberías expuestas a la intemperie que deban apoyarse sobre soportes o sujetarse a formaciones rocosas naturales.

En desplazamientos direccionales horizontales y verticales de segmentos enterrados o expuestos, siempre que el análisis estructural así lo requiera.

Cuando el ángulo entre la tubería y la horizontal sea superior a 60 grados.

Los anclajes para codos, tes y extremos de tuberías son los tipos más frecuentes de conexiones de tuberías.

## Conexiones domiciliarias

Según Magne, describe que “Los componentes mínimos para una conexión domiciliaria son: Sistema de conexión a la tubería de distribución.

Tubería de conexión.

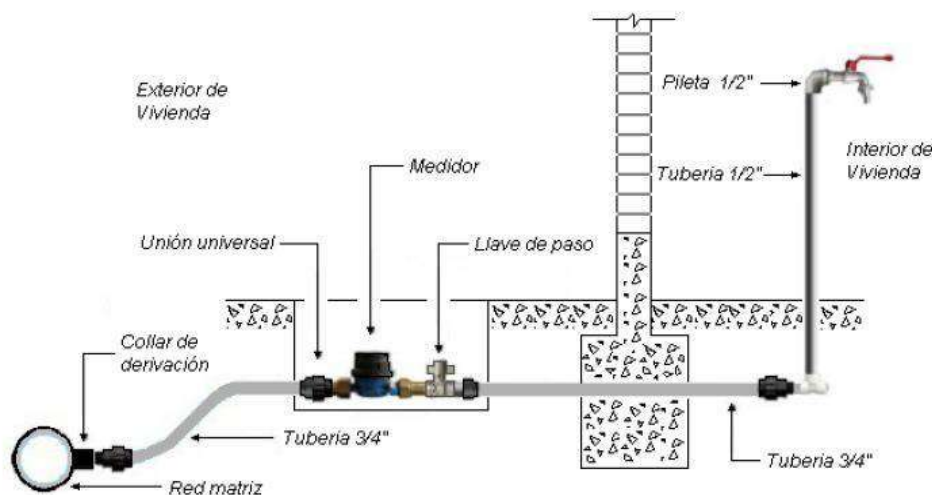
Válvula de cierre antes y después del medidor. Medidor de caudales.

Accesorios y piezas de unión que posibiliten y faciliten su instalación” (Magne, 2008).

Caja de protección del sistema de medición y control con su cierre correspondiente (ver Figura 16).

Interruptores para regular el funcionamiento

Los sistemas de distribución incluyen válvulas de aislamiento estratégicamente situadas para que sólo se interrumpa una pequeña parte del sistema mientras se realizan tareas de mantenimiento o ampliación. Un mayor número de válvulas en el sistema reduce el efecto de las reparaciones sobre el servicio, pero a un precio más elevado.



**Figura 13.** Conexiones Domiciliarias Tipo

**Fuente:** “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”

Las conexiones de los clientes domésticos tendrán un diámetro de media pulgada o tres cuartos de pulgada. Para los usuarios comerciales, industriales, sociales (escuelas) y oficiales (cuarteles) se utilizarán anchos mayores para acomodar el mayor volumen de tráfico previsto en estos establecimientos.

### 2.2.27. Medidores de agua potable

Los hay de dos tipos:

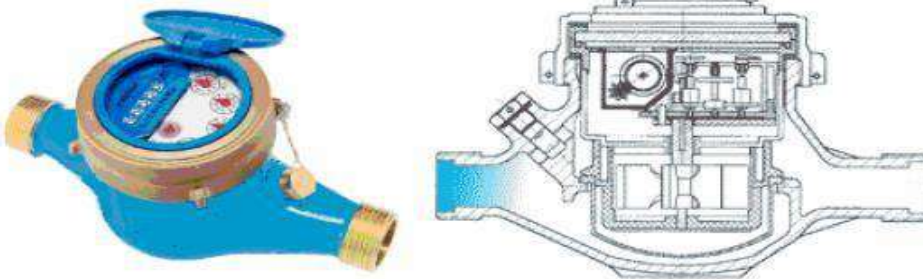
Cuando se utilizan micromedidores o medidores de tamaño doméstico para controlar la cantidad de agua o gas que un cliente extrae de la línea de servicio de su casa, se denominan contadores (véase la figura 17).

Los macromedidores, a menudo conocidos como medidores de gran caudal, miden los volúmenes de fluidos que circulan por tuberías, alcantarillas y otros sistemas hidráulicos. En la medida en que sea factible (tanto técnica como económicamente), los micromedidores de consumo de agua deben incluirse en el diseño de todo proyecto. La ubicación ideal de un micromedidor es en una caja metálica o de hormigón resistente a la intemperie situada en el exterior de una vivienda.

En ciudades con más de 2.000 habitantes, puede merecer la pena instalar un macromedidor para poder evaluar con cierta precisión el consumo y las pérdidas en la red.

Existen diferentes tipos de macromedidores que pueden utilizarse en zonas con menos de 10.000 habitantes: Tradicionales, fabricados en plástico o metal para el mecanismo de relojería.

Utilizando un micrómetro en serie con un tubo Venturi calibrado con precisión, el sistema es diferencial.



**Figura 14.** Micromedidor Domiciliario

**Fuente:** “Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria”

### **2.2.28. Formas de distribución**

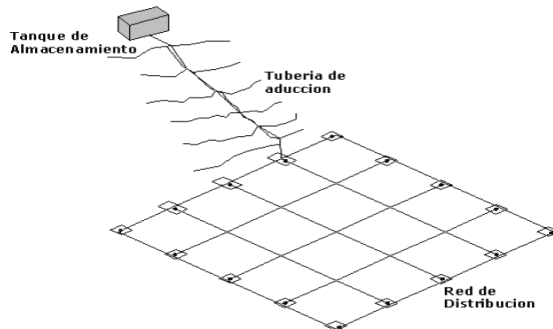
Diversas estrategias para llevar el agua al sistema de distribución se inspiran en el contexto topográfico de la fuente en relación con la red y el depósito de almacenamiento.

#### **Distribución por gravedad**

Cuando la captación y/o el depósito de almacenamiento están más altos que la red de distribución y se garantiza una presión suficiente en todos los puntos de la red de distribución, puede utilizarse la distribución por gravedad (véase la figura 19).

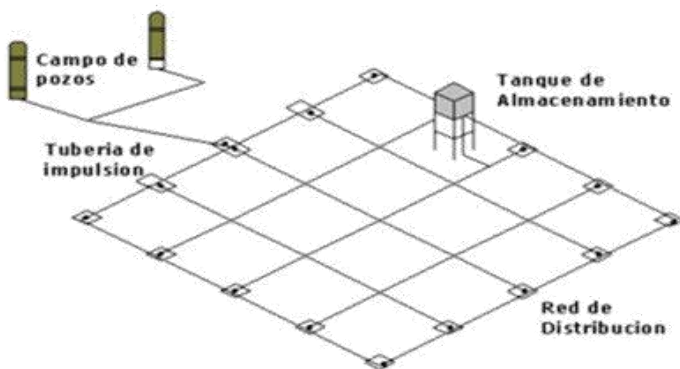
### Distribución por bombeo directo a la red

Cuando la captación o el depósito de almacenamiento están situados en una zona donde no hay presión suficiente para que el agua circule libremente por la red, se utilizan bombas y otros equipos para forzar el agua hasta su destino final (véase la figura 20).



**Figura 15.** Distribución por Gravedad

**Fuente:** "Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria"



**Figura 16.** Distribución por Bombeo

**Fuente:** "Abastecimiento, diseño y construcción de sistemas de agua potable modernizando el aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ingeniería Sanitaria"

### 2.3. Hipótesis a demostrar

El Análisis de la demanda de agua potable con fines de re diseño del sistema de agua potable para las comunidades de Nueva Esperanza - El Caribe y Dos Unidos, en el distrito de San Pablo provincia de Bellavista región San Martín, ¿Permitirá contar con un servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas y saludables para la población?

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Materiales**

Para el siguiente trabajo se ha utilizado

##### **3.1.1 Recursos humanos**

Un asesor. El asesor dirige y supervisa el desarrollo de la estrategia de investigación de este esfuerzo para lograr los objetivos.

Es el autor de la tesis. El investigador es responsable de conceptualizar, diseñar y ejecutar el proyecto de investigación en estrecha colaboración con el asesor y el personal del laboratorio a fin de alcanzar los objetivos establecidos en el proyecto.

##### **3.1.2 Recursos materiales**

Cuaderno de campo: Este recurso se utilizó para escribir y dibujar las observaciones realizadas sobre el terreno, bocetos, mapas o croquis a mano alzada de la investigación en cuestión. Portaminas: Para realizar todas las anotaciones o dibujos observados en el campo.

##### **3.1.3 Recursos de equipos**

Trabajos de ingeniería de nivel 1: Levantamiento Topográfico del Área de Estudio.

02 ámbito de influencia: Instrumentación Topográfica.

Ordenador de trabajo: para seguir desarrollando esta investigación. Impresora de chorro de tinta: Necesaria para la impresión de todos los materiales del estudio. El cálculo se realizó con una calculadora científica.

##### **3.1.4 Otros recursos**

Este estudio se desarrolló utilizando los siguientes instrumentos y materiales:

Obras de referencia: Libros sobre el tema publicados por editoriales especializadas como CEPIS. Dispositivo óptico para tomar fotografías.

Equipos como un CD-R, papel A4, impresora, etc.

Word, Excel y PowerPoint de Microsoft, así como el programa de dibujo AutoCAD. Máquina con procesador Intel Core i5 proporcionada por HP, Plotter de la serie HP 100.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Universo, muestra y población**

Todas las personas que viven en dos unidos, el caribe y nueva esperanza constituyen el universo y la muestra. debido al carácter práctico y fundacional de la investigación de la tesis, tanto la muestra como la población son idénticas y se utilizarán en el futuro como insumos de los mismos conjuntos de ecuaciones.

### **3.2.2. Sistema de variables:**

#### **Variable independiente.**

Diseño Definitivo del Sistema de Agua Potable

#### **Variable Dependiente.**

Servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población en las localidades.

### **3.2.3. Diseño experimental de la investigación**

El estudio se llevará a cabo tanto en un entorno académico como sobre el terreno. Los pasos previstos en el estudio son los siguientes:

La dificultad original que debían resolver los investigadores.

Teoría hidráulica del sistema de abastecimiento de agua y su aplicación práctica.

Topografía B: Es eficaz cuando se utiliza

C: Es necesario seguir investigando para completar los datos existentes.

D: Análisis de compatibilidad entre las posibles soluciones para ayudar a decantarse por la estrategia global óptima.

La validación de la hipótesis de trabajo y el servicio eficaz para satisfacer las necesidades de la población se presentan como Y en el informe final de la investigación.

### **3.2.4. Diseño de instrumentos**

Instrumentos y técnicas de selección de datos técnicos.

El estudio no es experimental, por lo que no existe un único instrumento de selección de datos; no obstante, se utilizan equipos topográficos y de recogida de datos referenciales para caracterizar el agua.

Extracción de datos:

Asistencia de expertos formados. Cartografía topográfica.



Datos en forma de texto. Municipalidad de San Pablo, que sirve como fuente de información.

Dispensario para el barrio.

Gestión comunitaria del abastecimiento de agua.

Métodos cuantitativos y estadísticas

Una forma de estudio tiene este aspecto:

A la vez fundamental y práctico, tiene por objeto actuar y modificar una situación problemática.

### **3.2.5. Procesamiento de la información**

Los datos se introdujeron en un ordenador utilizando las fórmulas teóricas y los programas informáticos de ingeniería apropiados, entre ellos el programa de dibujo automatizado AutoCAD, la herramienta de procesamiento de redes de distribución WaterCad v8i, hojas de cálculo en Microsoft Excel y el programa de texto Microsoft Word.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

#### **4.1. Resultados**

##### **4.1.1. Cálculo de parámetros de diseño: Periodo de diseño**

Un sistema de agua potable se planifica para dar cabida a una población futura que será mayor que la población en el momento de la construcción; esta población futura se conoce como "periodo de diseño".

Por lo tanto, podemos decir que el periodo de diseño es el marco temporal en el que el sistema funcionará con mayor eficacia. Para maximizar la eficacia de la construcción, es crucial que en la fase de planificación se tenga en cuenta lo siguiente:

La esperanza de vida de un sistema de agua potable, teniendo en cuenta la edad, el desgaste y el nivel de conservación de sus tuberías, válvulas y edificios.

Posibles soluciones técnicas para modificar o sustituir una obra, y gastos asociados.

Aumento de la población como consecuencia de los cambios sociales y económicos.

Por lo tanto, se sugiere que los sistemas de abastecimiento de agua potable se planifiquen para una vida útil de 15 a 20 años, en función de la población de las ciudades implicadas, la naturaleza de sus economías y la estabilidad financiera de sus residentes.

Por lo tanto, el presente proyecto tendrá una duración de diseño de 20 años.

Año de inicio = 2019

La fecha de finalización es 2039.

##### **4.1.2. Fuente para el diseño**

El arroyo o manantial surge en tres puntos distintos y desemboca en un lecho de unos 1,30 metros de diámetro. La humedad del suelo hace evidentes los otros afloramientos cercanos. Las condiciones húmedas prevalecen durante toda la estación lluviosa. Por eso es mejor construir la cuenca cuando no llueve.

Utilizando el método volumétrico, el caudal de la fuente se determinó cronometrando el tiempo que tardaba en llenarse cinco veces un recipiente de 15 litros.

### 4.1.3. Diseño

#### 4.1.3.1. Diseño Dos Unidos

Dado que hay variables desconocidas que pueden afectar al crecimiento de la población, incluso el mejor escenario posible para predecir la población de diseño (población futura) no es más que una conjetura, y cabe esperar que la probabilidad de que esto ocurra aumente con la duración del periodo de previsión (periodo de diseño).

La abundante información sociodemográfica obtenida sobre el terreno será de gran utilidad cuando calculemos la población diana u objetivo.

Actualmente, el número de personas que viven en una zona determinada puede definirse como: La versión del año 2019

La tasa oficial de crecimiento intercensal del distrito es de 2.20%, y la tasa de crecimiento se calcula comparando la curva histórica de crecimiento poblacional calculada con este enfoque con la actual (INEI, 2009).

La tasa de crecimiento promedio anual de la población muestra arroja las siguientes ratios de crecimiento anual:

Tasa de Crecimiento= 2.2%

Los métodos que se aplican para el cálculo de la población futura son los siguientes:

El método aritmético, la población futura será:

$$P_f = P_o \times ( 1 + r \times t / 100 )$$

Donde:

r= Tasa de Crecimiento = 2.2

P<sub>o</sub> = Poblacion Actual = 270

P<sub>f</sub>= Poblacion Futura

t= Periodo diseño = 20

## 4.2 Cálculo de bombas

### 4.2.1 Cálculo de la pendiente hidráulica (Sh)

$$Sh = \left[ \frac{Q_{mh}}{1000 \cdot 0.2785 \cdot C_f \cdot St1^{2.63}} \right]^{1/0.54} = 0.00680 \text{ m.}$$

#### Chequeo de la pérdida de carga:

$$H_{f2} := Sh \cdot d_2 = 42.68 \text{ m.}$$

Carga disponible:

$$H_{d2} := h_{c2} - H_{f2} = 2.32 \text{ m.}$$

Velocidad de la Línea de Distribución (Reservorio – Dos Unidos)

$$V_{ld2} := 0.357 \cdot C_f \cdot \phi_{tcf}^{2^{0.63}} \cdot Sh^{0.54} = 0.79 \text{ m/seg.}$$

#### Datos:

$$\text{Caudal Máximo Diario: } Q_{md} := 3.258 \text{ lt/seg}$$

$$\text{Horas de Bombeo por Día: } N_b := 6.00 \text{ Horas}$$

$$\text{Ratio de Horas de Bombeo/día: } r_b := \frac{N_b}{24} = 0.25$$

24

$$\text{Caudal de Bombeo: } Q_b := Q_{md} \cdot \frac{24}{N_b} = 13.032 \text{ lt/seg}$$

Nb

$$\text{Caudal de impulsión para 2 electrobombas: } Q_i := \frac{Q_b}{2} = 6.516 \text{ lt/seg.}$$

### 4.2.2 Cálculo del diámetro de la tubería de impulsión:

Utilizando la fórmula de Dresser:

$$D_i = \left( \frac{N_b}{24} \right)^{0.25} \cdot \left( \frac{Q_{md}}{1000} \right)^{0.50} \cdot 100 = 5.247 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el diámetro de la tubería de impulsión sera 2 ½ pulgadas

$$D_{ti} := 0.06 \text{ m.}$$

**Chequeamos la velocidad:**

$$V_{ti} = \frac{Q_i}{1000 \left( \frac{3.1416 \cdot D_{ti}^2}{4} \right)} = 2.30 \text{ m/s}$$

#### 4.2.3 Cálculo del diámetro de la tubería de succión:

Se debe utilizar un diámetro comercial superior al de la tubería de la impulsión, por lo tanto el diámetro de la tubería de succión será 3 pulgadas

Dts = 0.075 m.

**Chequeamos la velocidad:**

$$V_{ti} = \frac{Q_i}{1000 \left( \frac{3.1416 \cdot D_{ti}^2}{4} \right)} = 1.47 \text{ m/s}$$

#### 4.2.4 Cálculo de la altura dinámica total:

Cota de Inicio de Bombeo: Ci := 158.00 msnm

Cota de Reservorio: Cr := 205.00msnm

Altura Geométrica (Hg): Hg := Cr - Ci = 47.00 m

Abatimiento (Ab): Ab := 5.00 m

Presión de Salida (Ps): Ps := 5.00 m

Longitud: Lb := 460.00 m

Coefficiente de fricción - PVC: Cf := 150

Determinación de la Pendiente Hidráulica:

$$Shi = \left( \frac{Q_b}{1000 \cdot 0.2785 \cdot C_f \cdot D_{ti}^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} = 0.28737$$

La pérdida de carga equivale a:

Hf := Sh · Lb = 132.189 m.

Estimación de longitud de accesorios:

La := 0.30 · Lb = 138.00 m.

La pérdida debida a los accesorios sería:

$$H_a := \sum H_{\text{accesorios}} = 39.657 \text{ m.}$$

Por lo tanto la altura Dinámica Total es:

$$H_{dt} := H_g + A_b + P_s + H_f + H_a = 228.846 \text{ m.}$$

Cálculo de la Potencia de las Electrobombas:

Donde: Peso Específico del Agua  $\rho_a := 1.00 \text{ kg/lit.}$

Eficiencia de Bomba  $\eta := 0.70$

Para primer Tramo (Caisson - Reservorio 1)

$$P_{\text{bomba1}} = \frac{\rho_a \cdot Q_i \cdot H_{dt}}{\eta} = 28.403 \text{ HP}$$

$$75.n$$

$$P_{\text{bomba1}} = 30 \text{ HP}$$

### 4.3 Determinación de la población futura y caudales de diseño

#### 4.3.1 Determinación del periodo de diseño:

El periodo de diseño que se utilizará es de 20 años:

Año de inicio:  $A_i := 2019$

Año de culminación:  $A_f := 2039$

#### 4.3.2 Determinación de la población futura:

##### Datos:

Población en el Año 2019

(Registro de la Municipalidad Provincial de Bellavista):  $P_0 = 1843 \text{ Hab}$

Tasa de crecimiento (Ver proyección poblacional):  $r = 2.02\%$

Cobertura del servicio:  $C_s = 90\%$

##### Población futura:

Por lo tanto, la población futura en el año 2039 será equivalente a:

$$P_{2039} := P_0(r + 1)^{20} = 2749 \text{ Hab}$$

**Caudales de diseño:**

Dotación Población Servida (Zona Rural de Selva):  $D = 70.00 \text{ lt/hab/día}$

Coefficiente de Variación Consumo Diario:  $K1 = 1.30$

Coefficiente de Variación Consumo Horario:  $K2 = 2.00$

Porcentaje de Pérdidas Red de Distribución:  $Pe = 20\%$

**Cálculo del caudal promedio anual:**

$$Q_{pa} := \frac{P2036.Cs. D}{(1 - Pe).86400} = 2.506 \text{ lt/seg.}$$

**4.3.3 Cálculo del caudal máximo diario:**

$$Q_{md} := Q_{pa}.K1 = 3.258 \text{ lt/seg.}$$

**4.3.4 Cálculo de caudal máximo horario:**

$$Q_{mh} := Q_{pa}.K2 = 5.012 \text{ lt/seg}$$

Por lo tanto, los caudales de diseño de cada estructura hidráulico son los siguientes:

Caudal de Diseño Captación:  $Q_c := Q_{md} = 3.258 \text{ lt/seg}$

Caudal Línea de Conducción:  $Q_{lc} := Q_{md} = 3.258 \text{ lt/seg}$

Caudal Planta de Tratamiento:  $Q_{pt} := Q_{md} = 3.258 \text{ lt/seg}$

Caudal Distribución:  $Q_d := Q_{mh} = 5.012 \text{ lt/seg}$

**Volúmenes de almacenamiento:**

$$\text{Volumen de Regulación: } V_a := \frac{0.25.Q_p .86400}{1000} = 54.13 \text{ m}^3$$

Volumen Adicional en Caso de Emergencia:  $V_e := 0.00 \text{ m}^3$

(No es necesario por que población es menor a 10,000 hab.)

Por lo que el volumen del Reservorio será:

$$V_r := 55.00 \text{ m}^3.$$

### Verificamos línea de distribución 1 (Tramo: Reservoirio – Nueva Esperanza)

Para esto utilizaremos la fórmula de Hazen y Williams, teniendo en cuenta los siguientes datos:

Coeficiente de fricción - PVC: Cota de reservoirio: Cf := 150

Cota de reservoirio: cr1 := 205.00 msnm

Cota del punto más alto de las viviendas: cv2 := 160.00 msnm

Diferencia de cotas: hc1 := cr1 - cv1 = 13.40m

Longitud del tramo (Reservoirio - Centro Poblados) d1: = 1248.00 m

Pendiente S: St1: =  $\frac{hc1}{d1}$  = 0.01074

d1

Diámetro de la tubería de conducción:

$$\phi_{tc} := \left[ \frac{Q_{mh}}{1000 \cdot 0.2785 \cdot Cf \cdot St1^{0.54}} \right]^{1/2.63} = 0.082 \text{ m.}$$

Por lo que utilizaremos tubería de  $\phi 90$ mm. (C-10 PVC UF), es decir:

$\phi_{tcf1} := 0.090 \text{ m.}$

### Cálculo de la pendiente hidráulica (Sh)

$$Sh1 := \left[ \frac{Q_{mh}}{1000 \cdot 0.2785 \cdot Cf \cdot St1^{2.63}} \right]^{1/0.54} = 0.00680 \text{ m.}$$

### Chequeo de la pérdida de carga:

Hf1 := Sh1.d1 = 8.482 m.

### Carga disponible:

Hd1 := hc1 - Hf1 = 4.918 m.

### Velocidad de la línea de distribución (reservoirio – Dos Unidos)

Vld: =  $0.357 \cdot Cf \cdot \phi_{tcf1}^{10.63} \cdot Sh1^{10.54}$  = 0.79 m/seg.



Verificamos línea de distribución 2 (tramo: reservorio –Dos Unidos)

Para esto utilizaremos la fórmula de Hazen y Williams, teniendo en cuenta los siguientes datos:

Cota de reservorio:  $cr2 := 205.00$  msnm

Cota del punto más alto de las viviendas:  $cv2 := 160.00$  msnm

Diferencia de cotas:  $hc2 := cr2 - cv2 = 45.00$  m

Longitud del tramo (reservorio - centro poblados)  $d2 := 6280.00$  m

Pendiente S:  $St2 := \frac{hc2}{d2} = 0.00717$

$d2$

Diámetro de la tubería de conducción:

$$\phi_{tc2} = \left[ \frac{Q_{mh}}{1000 \cdot 0.2785 \cdot C_f \cdot St^{0.54}} \right]^{1/2.63} = 0.089 \text{ m.}$$

Por lo que utilizaremos tubería de  $\phi 90$  mm. (C-10 PVC UF), es decir:

$$\phi_{tcf2} = 0.090 \text{ m.}$$

## CONCLUSIONES

Al no haber taludes naturales ni laderas aterrazadas, la tubería no corre peligro de desprendimientos de rocas provocados por la vibración de las ondas sísmicas.

Algunas partes del proyecto se instalarán en la margen derecha del río Misquiyacu, mientras que la infraestructura hidráulica de tratamiento de agua potable estará a 25 metros por encima de ese nivel.

El hecho de que los pastos, árboles y arbustos cubran todo el emplazamiento de las obras hace más difícil que se produzcan erosiones, movimientos de masas gravitacionales como desprendimientos de tierras, etc., lo que proporciona estabilidad a la región.

## RECOMENDACIONES

El uso de la guía racionalizada del Ministerio de Vivienda le ayudará a crear perfiles de proyectos con un sólido respaldo técnico, lo que aumentará su capacidad de invertir sabiamente en infraestructura de agua y alcantarillado en las regiones rurales.

San Martín se encuentra en la zona III del mapa sísmico peruano, que es la zona de sismicidad media; esto debe tenerse en cuenta al planificar cualquier construcción en la zona.

Si usted posee una propiedad u opera un negocio que podría resultar dañado por las inundaciones o la erosión junto a un río, debe construir y mantener una defensa ribereña.

Los riesgos asociados a la erosión de la lluvia pueden mitigarse manteniendo y ampliando la cubierta vegetal.

Todas las infraestructuras de captación deben someterse a un mantenimiento preventivo semanal.

El agua captada debe someterse a pruebas bacteriológicas al menos una vez cada seis meses.

Para que el flujo de captación sea continuo, es esencial que las cámaras de captación y regulación se mantengan libres de sólidos que puedan obstruir las cámaras y restringir el flujo de captación.

Todos los días, y con mayor frecuencia durante las lluvias o inundaciones, debe dedicarse cierto tiempo a regular la turbidez del agua de la fuente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero P. (1997). *“Agua Potable para Poblaciones Rurales: Sistema de Abastecimiento por Gravedad sin Tratamiento”*. Servicios Educativos Rurales. Lima, Perú.
- ACI-350M-01 y ACI-350.06, *Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures, del American Concrete Institute (ACI)*.
- Agua limpia & Fondo Multilateral de Inversiones (2013). *“Manual de Operación y Mantenimiento de sistemas de agua potable por gravedad sin planta de tratamiento en zonas rurales”*, Perú.
- Asociación Servicios Educativos Rurales (SER). (2004) *“Manual de operación, mantenimiento y desinfección sanitaria del sistema de agua y saneamiento rural”*. Lima, Perú.
- Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-08) and Commentary, Reported by ACI Committee 318.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, *“Unidad de Apoyo Técnico para el saneamiento Básico del Área Rural”*.
- Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350M-01) And Commentary (ACI 350RM-01), Reported By ACI Committee 350.
- Concrete Structures for Containment of Hazardous Materials (ACI 350.2R-04), Reported by ACI Committee 350.
- CALTUR (MINCETUR) (2008) *“Manual técnico de difusión sistema de tratamiento de aguas residuales para albergues en zonas rurales”*. Lima, Perú.
- Desarrollo Sostenible-Ambiental; Saneamiento Ambiental (2015), *“Abastecimiento de Agua Potable”*. Lima, Perú.
- Design Considerations for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.4R-04), Reported by ACI Committee 350.
- Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350.R-89), Reported by ACI Committee 350.
- García T. (2009), *“Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales”*. Lima, Perú.
- Leonel H. (2010) *“Métodos y sistemas de Medición de Gasto”*. México.

- López J. (2008), *"Hidráulica General"* Universidad Autónoma de Sinaloa. México.
- Mendoza J. (2010), *"Diseño de un sistema de Agua Potable para la comunidad de Tsoroja, Analizando la Incidencia de Costos Siendo una Comunidad de Difícil Acceso"*. Lima, Perú.
- Ministerio de Economía y Finanzas, *"Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a Nivel de Perfil."*
- Ministerio de Vivienda (2004), *"Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y Saneamiento para Centros Poblados Rurales"*. Lima, Perú.
- Miliarium.Com, "Ingeniería Civil y Medio Ambiente"
- Norma E.060 (mayo 2009), *"Norma Técnica de Edificaciones, Reglamento de Edificaciones"*. Lima, Perú.
- Norma Técnica de Edificaciones "Diseño Sismoresistente" E-030.

## **ANEXOS**

## **PLANOS**

localidades de Nueva  
Esperanza - El Caribe y Dos  
Unidos distrito de San Pablo,  
provincia de Bellavista, región  
San Martín

*por* David Amanqui Ríos/ Luis Bryan Ruiz Gómez

---

**Fecha de entrega:** 30-mar-2023 01:39p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2051256789

**Nombre del archivo:** ING.\_CIVIL\_-\_David\_Amanqui\_R\_os\_Luis\_Bryan\_Ruiz\_G\_mez.docx (2.09M)

**Total de palabras:** 16703

**Total de caracteres:** 87735

# localidades de Nueva Esperanza - El Caribe y Dos Unidos distrito de San Pablo, provincia de Bellavista, región San Martín

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

16%

2

[repositorio.unsm.edu.pe](https://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

3

[core.ac.uk](https://core.ac.uk)

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad Nacional de San Martín

Trabajo del estudiante

<1%

5

[idoc.pub](https://idoc.pub)

Fuente de Internet

<1%

6

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

7

[tesis.ucsm.edu.pe](https://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

8

[www.aaps.gob.bo](https://www.aaps.gob.bo)

Fuente de Internet

<1%