Repositorio Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN TARAPOTO - PERU

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional (CC BY 4.0)
Vea una copia de esta licencia en https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es

Obra publicada con autorización del autor

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

# Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

**Para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autores:**

Goolich Reátegui Ramírez

https://orcid.org/0000-0003-4394-6392

Carlos Roder Ramírez Rodríguez

https://orcid.org/0000-0001-6069-7506

**Asesor:**

Ing. M. Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón
https://orcid.org/0000-0003-3053-2908

**Tarapoto-Perú**
**2022**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Tesis

# Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

**Para optar el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autores:**

Goolich Reátegui Ramírez

Carlos Roder Ramírez Rodríguez

Sustentada y aprobada el día 19 de Octubre del 2022, por los jurados:

| | |
|---|---|
| **Presidente**<br>Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz | **Secretario**<br>Ing. Ivan Gustavo Reátegui Acedo |
| **Vocal**<br>Ing. M.Sc. Nestor Raul Sandoval Salazar | **Asesor**<br>Ing. M. Sc.Carlos Segundo Huamán Torrejón |

**Tarapoto-Perú**
**2022**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD
INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

# Acta de Sustentación de Tesis Para Optar Título Profesional de Ingeniero Civil

En el Distrito de Morales, a las **11** horas del dia **miércoles 19** del mes de **octubre** del año dos mil veintidós, se reunieron en la Plataforma Virtual Zoom de Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, los miembros del Jurado Calificador **Ing. M. Sc. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ - Presidente, Ing. IVAN GUSTAVO REÁTEGUI ACEDO - Secretario y el Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR- Vocal;** teniendo al **Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN - Asesor,** con el objetivo de la sustentación y calificación de la Tesis Titulada:

**"REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS EN EL BARRIO BUENOS AIRES Y VISTA ALEGRE DEL DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – SAN MARTIN".**

A cargo de los Bachilleres **GOOLICH REÁTEGUI RAMÍREZ Y CARLOS RODER RAMÍREZ RODRÍGUEZ**

Con el fin de obtener el Titulo Profesional de **Ingeniero Civil** y dando cumplimiento a lo dispuesto por la **Circular N° 030-2022-UNSM/FICA,** de fecha 16 de octubre 2022 de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martin – Tarapoto.

Escuchada la Sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, los señores miembros del Jurado Calificador de Tesis, después de debatir entre si, reservada y libremente, declararon **APROBADO** con el calificativo de **DIECISEIS (16).**

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 **12** 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. M. Sc. JORGE ISAACS RIOJA DÍAZ**
**Presidente**

**Ing. IVAN GUSTAVO RÉATEGUI ACEDO**
**Secretario**

**Ing. NESTOR RAUL SANDOVAL SALAZAR**
**Vocal**

**Ing. CARLOS SEGUNDO HUAMAN TORREJÓN**
**Asesor**

C.c. - Comis.Seg. Egresado EPA
Archivo

CIUDAD UNIVERSITARIA
Jr. Amorarca N° 334 – Tarapoto, Perú
+51 (042) 48 0102 fica@unsm.edu.pe
https://unsm.edu.pe/

# Declaratoria de autenticidad

**Goolich Reátegui Ramírez**, con DNI N°72720834 y **Carlos Roder Ramírez Rodríguez**, con DNI N°75350066, egresados 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: **Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin.**

Declaramos bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de nuestra autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido 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 mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 19 de octubre de 2022.

**Goolich Reátegui Ramírez**
DNI N°72720834

**Carlos Roder Ramírez Rodríguez**
DNI N°75350066

# Declaración jurada:

DECLARO BAJO JURAMENTO DE LEY QUE LA TESIS DESARROLLADA CON EL TEMA **"REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y CONEXIONES DOMICILIARIAS EN EL BARRIO BUENOS AIRES Y VISTA ALEGRE DEL DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA – SAN MARTÍN"**, ES UNICA DE MI AUTORÍA Y TENIENDO COMO ASESOR AL ING. **CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN**, QUIEN CERTIFICA LA ORIGINALIDAD DE LA TESIS EN MENCIÓN.

EN HONOR A LA VERDAD Y FIEL CUMPLIMIENTO DE LO ESTIPULADO, FIRMAN EL SUSCRITO Y EL ASESOR EL PRESENTE DOCUMENTO Y LO REPRESENTO CON HUELLA DACTITAL.

TARAPOTO, 19 DE OCTUBRE DE 2022

Bach. **Goolich Reátegui Ramírez**
DNI N° 72720834
Tesista

Bach. **Carlos Roder Ramírez Rodríguez**
DNI N° 75350066
Tesista

Ing. M. Sc. **Carlos Segundo Huamán Torrejón**
DNI N° 00953561
Asesor

# Ficha de Identificación

| **Título del proyecto** | **Área de investigación:** Fluidos e Hidráulica |
|---|---|
| Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin | **Línea de investigación:** Estrategias de tecnologías y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.<br><br>**Sub línea de Investigación:** Sistemas urbanísticos para el desarrollo sostenible<br><br>**Grupo de Investigación:** Resolución N° 095-2022-UNSM/FICA-CF-NLU.<br><br>**Tipo de investigación:**<br><br>Básica [x], Aplicada [ ], Desarrollo [ ], Experimental [ ] |


| **Autores** | Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura |
|---|---|
| Goolich Reátegui Ramírez | Escuela Profesional de Ingeniería Civil |
| Carlos Roder Ramírez Rodríguez | https://orcid.org/0000-0003-4394-6392<br><br>https://orcid.org/0000-0001-6069-7506 |

| **Asesor** | **Dependencia local de soporte:** |
|---|---|
| Ing. M. Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón | Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura<br><br>Escuela Profesional de Ingeniería Civil<br><br>Unidad o Laboratorio de Ingeniería Civil<br><br>https://orcid.org/0000-0003-3053-2908 |

# Dedicatoria

Le dedico el resultado de este trabajo a mi padre quien me enseñó a ver las soluciones en los problemas; a mi mamá, quien a pesar de las dificultades presentadas siempre me acompañó y apoyó, sin ella no lo hubiera logrado; a mi hermano Roky quien me motiva y enorgullece, a mi hermana Jaqueline a quien adoro y quien me anima a mejorar como persona, a mi mamita Chely va este pequeño logro, con quien deseaba compartir mis triunfos, pero sé que desde la gloria del Señor me observa y guía mis pasos.

También de manera muy especial a mi amada novia Gianella, una mujer virtuosa, simpática y hermosa. Agradecer por tu paciencia, por tu comprensión, por tu amor, porque la quiero, quien me ayudo a logar el equilibrio que me permite dar todo mi potencial. Nunca dejaré de estar agradecido por esto, es a quien debo que haya retomado el camino y poder culminar

Del mismo modo a mi papito Jorge, mis tíos, primos y familia en general, como a los papás de mi novia, por las bendiciones y las motivaciones que me brindaron a lo largo de mi vida. Dedico todo este trabajo de investigación a todas las personas especiales para mí.

**Goolich**

Gracias mi señor todo Poderoso por haberme protegido en todo el recorrido de mi vida y por darme la suficiente fuerza para superar toda dificultad atravesada y permitiéndome alcanzar mejores resultados en mi existencia.

Quiero expresar mi gratitud a mis padres por su inquebrantable aliento a lo largo de mi vida, que me ha permitido alcanzar los éxitos que tanto placer y felicidad nos aportan a ellos y a mí.

**Carlos Roder**

## Agradecimiento

Damos toda la gloria a DIOS, que ha estado con nosotros en cada paso del camino, que nos ha ayudado en nuestros momentos más bajos, y que nos ha dado una vida rica y satisfactoria llena de oportunidades de crecimiento y, sobre todo, de alegría.

A la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN por permitirnos cursar estudios superiores y desarrollar nuestras capacidades.

A los ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, por su guía, instrucción y, sobre todo, amistad.

Ingeniero asesor de Tesis, por brindarme la inspiración y guía que necesitaba para completar mi proyecto.

Tanto los que están físicamente como los que permanecen en mis pensamientos y oraciones tienen mi eterna gratitud por formar parte de lo que soy y por todo lo bueno que han aportado a mi vida.

**Goolich y Carlos Roder**

# Índice

Ficha de Identificación ..... 6
Dedicatoria ..... 7
Agradecimiento ..... 8
RESUMEN ..... 13
ABSTRACT ..... 14
CAPÍTULO I ..... 15
INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN ..... 15
1.1. Marco general del problema ..... 16
1.2. Formulación del problema de investigación ..... 16
1.3. Hipótesis de investigación ..... 16
1.4. Objetivos ..... 17
1.4.1 Objetivo general ..... 17
1.4.2 Objetivos especificos ..... 17
1.5 Justificación de la investigación ..... 17
CAPÍTULO II ..... 18
MARCO TEÓRICO ..... 18
2.1. Antecedentes de la investigación ..... 18
2.1.1. Antecedentes Internacionales ..... 18
2.1.2. Antecedentes Nacionales ..... 18
2.1.3. Antecedentes Locales: ..... 19
2.2. Fundamentos teóricos ..... 20
2.3. Definición de términos básicos ..... 41
CAPÍTULO III ..... 43
MATERIALES Y MÉTODOS ..... 43
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación ..... 43
3.1.1 Ubicación Política ..... 43
3.1.2. Ubicación Geográfica ..... 43
3.1.3. Periodo de Ejecución ..... 46
3.1.4. Autorizaciones y permisos ..... 47
3.1.5. Control ambiental y bioseguridad ..... 47
3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales ..... 47
3.2. Sistema de variables ..... 47
3.2.1. Variables principales ..... 47
3.2.2. Variable secundaria ..... 47

3.3. Procedimientos de la investigación ..... 48
3.3.1. Objetivo específico 1 ..... 49
3.3.2. Objetivo específico 2 ..... 50
3.3.3. Objetivo específico 3 ..... 50
CAPÍTULO IV ..... 51
RESULTADOS Y DISCUSIONES ..... 51
4.1 Resultados de la investigación ..... 51
4.1.1 Resultado del objetivo específico 1, realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno, así como, la posición sobre la superficie de la tierra para conocer la pendiente de diseño. ..... 51
4.1.2 Resultado del objetivo específico 2, determinar los parámetros de diseño para efectuar el rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en la simulación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre. ..... 51
4.1.4 Resultado del objetivo específico 3, elaboración de planos en base a los resultados obtenidos de la simulación hidráulica realizada para el abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre. ..... 78
4.3 Discusión de los resultados ..... 78
4.4 Contrastación de la hipótesis ..... 79
CONCLUSIONES ..... 82
RECOMENDACIONES ..... 83
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA ..... 84
ANEXOS ..... 86
ANEXO 1: PLANOS ..... 87

# Índice de tablas

Tabla 1 Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos ..... 34
Tabla 2 Resultados del modelamiento hidráulico de la línea de conducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 56
Tabla 3 Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de la línea de conducción los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 60
Tabla 4 Resultados de la cámara rompe presión del modelamiento hidráulico de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 63
Tabla 5 Dotación de agua según saneamiento ..... 66
Tabla 6 Resultados del modelamiento hidráulico de la línea de aducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 70
Tabla 7 Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de la línea de aducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 71
Tabla 8 Resultados del modelamiento hidráulico de las redes de distribución de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 72
Tabla 9 Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de las redes de distribución de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre ..... 75

# Índice de figuras

Figura 1 Mapa del Perú ..... 43
Figura 2 Mapa político de san Martín ..... 43
Figura 3 Distritos de la provincia de Rioja ..... 44
Figura 4 Localidad de Buenos Aires y Vista Alegre ..... 45
Figura 5 Diagrama de actividades ..... 46
Figura 6 Número de orificios ..... 52
Figura 7 Altura de la cámara húmeda ..... 53
Figura 8 Dimensionamiento de la canastilla ..... 54
Figura 9 Dimensión de la cámara rompe presión ..... 64
Figura 10 Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la línea de conducción ..... 71
Figura 11 Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica ..... 72
Figura 12 Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la línea de conducción ..... 74
Figura 13 Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica ..... 77
Figura 14 Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica ..... 80
Figura 15 Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica ..... 81

# RESUMEN

Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

Una vez finalizado, el sistema incluirá los siguientes componentes, que permitirán mejorar el suministro de agua potable a partir de la fuente designada (captación de manantial): La captación, la línea de transmisión, la instalación de tratamiento de agua potable (filtro lento, cisterna de almacenamiento, desinfección, estación de bombeo), la línea de impulsión, el embalse elevado, la línea de transmisión, la línea de aducción, la red de distribución y las conexiones residenciales para las 59 viviendas de las localidades de Vista alegre y Buenos Aires que no tienen acceso al sistema de alcantarillado. El proyecto se está creando teniendo en cuenta la viabilidad del servicio, así como las demandas de la comunidad, lo que mejorará las condiciones de vida de la creciente población de la zona y el auge empresarial y demográfico que la acompaña. El marco conceptual, la estrategia, los objetivos, los comportamientos previstos (familia, ATM, JASS), los métodos, los medios, los indicadores y las metas se exponen en la Estrategia. Con el trabajo conjunto de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) y la Municipalidad a través del Área Técnica Municipal (ATM), este documento corresponde al Plan de Capacitación para la Gestión de Servicios que considera las actividades, productos y resultados a alcanzar durante las fases de ejecución del proyecto para garantizar la viabilidad a largo plazo de los servicios de agua y saneamiento y el mayor impacto social posible, medido por las mejoras en la salud y la calidad de vida de los residentes locales, el Plan tiene como objetivo proporcionar un marco para la planificación, ejecución y evaluación de la aplicación de estrategias y los resultados obtenidos.

**Palabras Claves:** Diseño, construcción, agua potable, modelamiento hidráulico

# ABSTRACT

Redesign of the drinking water system and home connections in the neighborhood of Buenos Aires and Vista Alegre in the district of Nueva Cajamarca - San Martin.

The system, once completed, will include the following components, which will improve the supply of potable water from the designated source (spring catchment): Catchment, transmission line, drinking water treatment facility (slow filter, storage cistern, disinfection, pumping station), impulsion line, elevated reservoir, transmission line, adduction line, distribution network and residential connections for the 59 homes in the localities of Vista Alegre and Buenos Aires that do not have access to a sewerage system. The creation of the present project takes into account the feasibility of the service, as well as the demands of the community, with the aim od improving the living conditions of the growing population of the area and associated business and demographic boom. The conceptual framework, strategy, objectives, expected behaviors (family, ATM, SSAB), methods, means, indicators and targets are set out in the Strategy. Through the joint work of the Sanitation Services Administration Boards ( SSAB) and the Municipality through the Municipal Technical Area (ATM), this document corresponds to the Service Management Training Plan that considers the activities, outputs and outcomes to be achieved during the project implementation phases to ensure the long-term viability of water and sanitation services and the greatest possible social impact, measured by improvements in the health and quality of life of local residents. The Plan aims to provide a framework for planning, implementation and evaluation of strategy implementation and results achieved.

**Keywords**: Design, construction, potable water, hydraulic modeling.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
COORDINACIÓN
CENTRO DE IDIOMAS

# CAPÍTULO I

# INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de la prueba hidráulica es garantizar que la tubería de agua potable se haya construido, inspeccionado en busca de fugas y desinfectado de manera efectiva (Córdova, 2017).

El abastecimiento de agua potable es un servicio a la población mediante un sistema de obras de ingeniería civil, que permiten llevar desde el punto de captación del recurso Hídrico (agua) (Córdova, 2017). A través de tuberías del diámetro y tipo especificados, desde una instalación de tratamiento hasta un punto de distribución en una residencia de una ciudad, pueblo o región rural con una densidad de población moderadamente alta, donde a continuación se somete a una batería de pruebas de calidad antes de ponerse a disposición del consumo humano.

La necesidad de ampliar la red del servicio básico de agua potable en la ciudad de Nueva Cajamarca Rioja San Martín fue el impulso para la realización de este estudio, ya que este es uno de los servicios más esenciales para los habitantes de la ciudad.

En la actualidad, el agua que se suministra a la población es de muy baja calidad; incluso durante los periodos de lluvia, el suministro de agua es insuficiente y los problemas de turbidez afectan gravemente a la población.

Estos sistemas, fácilmente comprometidos, se están convirtiendo en uno de los principales responsables de la contaminación. Sin embargo, la existencia de pozos negros en un radio de 30 metros de la vivienda, junto con la producción de olores desagradables, perjudica y afecta negativamente a la salud de la familia que vive en ella. Un inadecuado SBU conlleva a un servicio inexacto, lo que a su vez tiene efectos negativos en muchos frentes, entre los que destaca la salud de los pobladores como consecuencia de la contaminación que se genera (Córdova, 2017).

Para abordar este problema, examinaremos la oferta, la demanda y la calidad del agua, para después diseñar el sistema hidráulico de agua potable, incluyendo la línea de conducción, la línea de aducción, el reservorio para satisfacer la demanda de la población, las válvulas y el sistema de la red de distribución para lograr la máxima eficiencia en la transferencia del recurso hídrico hasta el punto de entrega.

## 1.1. Marco general del problema

Cuando las ciudades se expandieron rápidamente en la segunda parte del siglo XX, muchas se vieron asoladas por inundaciones debidas a sistemas inadecuados de drenaje de las precipitaciones. Como consecuencia, los científicos empezaron a examinar la lluvia, la transición de la lluvia a escorrentía y el comportamiento hidráulico de las alcantarillas, ideas todas ellas consideradas clásicas en hidráulica e hidrología. Debido a esta necesidad, nació el campo de la Hidrología Urbana (Quíspe & Rojas, 2015).

Según Quíspe & Rojas (2015), Últimamente se presta más atención a los problemas del drenaje urbano en nuestras ciudades. Para la gran mayoría de los habitantes de cualquiera de nuestras ciudades, sin embargo, siguen siendo una cuestión que ni urge ni es objeto de debate cotidiano. Según el mismo autor, las redes de evacuación de aguas pluviales figuran entre los componentes más intrincados y poco comprendidos del tejido urbano. Otros servicios públicos, como el suministro de agua potable, el mantenimiento de un sistema viario funcional, la provisión de un alumbrado adecuado, etc., son más conocidos y las inversiones realizadas en ellos se defienden más fácilmente a los ojos del público por su conexión más tangible y personal con los ciudadanos y el patrimonio que representan (Quíspe & Rojas, 2015).

En cambio, el drenaje de la ciudad y los mecanismos por los que se evacuan sus precipitaciones son un legado enterrado, en definitiva, otra ciudad invisible bajo la ciudad visible, que sólo nos muestra sus enfermedades a veces, cuando un diluvio supera su capacidad de drenaje.

## 1.2. Formulación del problema de investigación

**Problema general**

¿Tendrá influencia en la mejora de la calidad del Agua el Rediseño del Sistema de Agua Potable en el barrio de buenos aires y vista alegre de nueva Cajamarca - San Martín para un cambio en el estilo de vida de los pobladores?

## 1.3. Hipótesis de investigación

Es posible que, El rediseño del sistema de agua potable a la demanda actual traerá mejoras en la salubridad en el barrio buenos aires y vista alegre de nueva Cajamarca – San Martín.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1 Objetivo general

Rediseñar el sistema de agua potable mejorando la calidad para su consumo en el barrio buenos aires y vista alegre de Nuevo Cajamarca – Región San Martín.

### 1.4.2 Objetivos especificos

- Realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno, así como, la posición sobre la superficie de la tierra para conocer la pendiente de diseño.
- Determinar los parámetros de diseño para efectuar el rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en la simulación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.
- Elaborar de planos en base a los resultados obtenidos de la simulación hidráulica realizada para el abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.

## 1.5 Justificación de la investigación

Debido en gran parte a la falta de acceso a agua potable limpia, este estudio de tesis nos permitirá explicar en su totalidad el rediseño y cálculo del sistema de agua potable, en beneficio de los lugareños y de la prevención de problemas de salud pública.

Esta investigación es de relevancia social – económico porque beneficiará directamente a la población y se le dará mejores condiciones de vida.

Sera de fundamental importancia ya que, una vez concluida el proyecto, los pobladores tendrán una alternativa para poder aliviar la situación escaza de la adquisición de agua en la población, siendo este un aporte a la comunidad.

# CAPÍTULO II

# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes de la investigación

### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Ramos (2017), en su investigación Diseño del Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Saneamiento Básico Rural de los Caseríos Septen y Pampas del Bao, Distrito de Marmot, Gran Chimu, la Libertad (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental) Trujillo – Perú. Centrándose en los poblados de Septen y Pampas del Bao en el distrito de Marmot, Gran Chimu, La Libertad, la investigación se propuso desarrollar un plan para proporcionar un mejor y más amplio acceso al agua potable y al saneamiento rural básico. La premisa del estudio fue que los asentamientos de Septen y Pampas del Bao, establecidos por RNE en el distrito de Marmot, Gran Chimú, La Libertad, se beneficiarían de un mejor acceso al agua potable y al saneamiento básico rural. Se emplearon tres días para realizar el levantamiento topográfico de la zona utilizando una Estación Total y GPS Manual, y los resultados mostraron que existe topografía ondulada dentro del ámbito de influencia del Proyecto de Investigación (5%-20%), en las zonas aledañas a los caseríos (donde están las viviendas), en las zonas donde se construirá la línea de aducción y parte de la tubería, y en la zona de captación y parte del trayecto de la p ipoducto (Ramos, 2017). En el mismo sentido, el Laboratorio de Microbiología de la UCV concluyó que el agua del manantial "Saladino", con un suministro de 26.701 lps, era segura para el consumo humano, de allí que esta fuente se incluyera en el Diseño del Sistema de Agua Potable. Con ella se atiende a 164 hogares y 7 organizaciones que atienden a 820 personas de las comunidades de Septen y Pampas del Bao. Utilizando una toma lateral tipo Barraje y una línea de conducción de 2 pulgadas, el agua del manantial de Saladino se capta, se almacena en un depósito rectangular con una capacidad de 40 m3 y, a continuación, se conduce a 173 hogares individuales de las aldeas de Septen y Pampas del Bao a través de redes de distribución que abastecen a esas zonas (Ramos, 2017).

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Chirinos (2017), en su investigación Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Ancash 2017. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote – Perú. El objetivo principal de este estudio fue desarrollar un plan para el sistema de abastecimiento de agua potable y

alcantarillado de Anta, Moro - Ancash 2017; los resultados del estudio sugieren que la línea de conducción del pueblo consistirá en una tubería que se extenderá 333.01 metros desde la bocatoma hasta el reservorio. Toda la tubería utilizada será de PVC rígido CLASE 7.5. El diámetro se pensó en 3/4" y la velocidad se calculó en 0,67 m/s. Exactamente 2445,35 metros de tubería componen toda la longitud del sistema. Toda la tubería utilizada será de PVC rígido de CLASE 7,5. Con un diámetro de 1" y una velocidad máxima de 0,67 m/s, se evaluaron estas opciones. Las secciones muestran los datos recopilados, incluidas las velocidades, los caudales, las longitudes, los diámetros, los coeficientes Hazen-Williams 150, los materiales de las tuberías y las pérdidas de carga. Todo ello dentro de los límites establecidos (Chirinos, 2017).

### 2.1.3. Antecedentes Locales:

García & Verde (2018), en su investigación Servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población en las Localidades de Huimba la Muyuna, Pucacaca del Río Mayo y Santa Ana del Río Mayo del Distrito de Zapatero y Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Región San Martín. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). San Martin, Perú. Huimba la Muyuna, Pucacaca del Ro Mayo y Santa Ana del Ro Mayo están ubicados en el Distrito de Zapatero y Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Región de San Martín, y el objetivo principal del estudio fue diseñar el mejoramiento del sistema de agua potable para brindar un servicio eficiente que satisfaga las necesidades básicas de la población de estas zonas. Con base en los hallazgos, el río Mayo es la mejor opción para una tubera, ya que proporciona cantidades y calidad suficientes en circunstancias óptimas, y porque minimiza los gastos. En este proyecto de tesis se hizo hincapié en la importancia de suministrar y almacenar agua potable para mejorar la calidad de vida de la población destinataria y la economía en su conjunto. Por lo tanto, se sugiere hacer un diseño hidráulico completo de un sistema de agua potable, desde el origen del agua hasta donde finalmente llega a las personas que la van a consumir (García & Verde, 2018).

Alava (2016), en su investigación Diseño del sistema de agua potable y saneamiento de la localidad de Chontapampa y Anexo Yanayacu Distrito de Milpuc Provincia de Rodríguez De Mendoza Región Amazonas (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en gestión Ambiental) Tarapoto – Perú. El objetivo principal del estudio era perfeccionar el trazado de la infraestructura de gestión del agua y los residuos. Al examinar la presión máxima del sistema, se decide que el diseño satisface las normas vigentes al proporcionar una presión máxima de 24,55 m H2O, ya que los resultados obtenidos indicaban que la presión estática en cualquier punto de la red no debía

superar los 50 m H2O. Los problemas cutáneos, intestinales y parasitarios se reducen en frecuencia. Los pobladores de Chontapampa Anexo Yanayacu han visto aumentar sus ingresos y mejorar su calidad de vida gracias a las recientes iniciativas (lava, 2016). El mismo autor también afirma que la ejecución del proyecto no tendrá impactos ambientales negativos y, por el contrario, tendrá impactos ambientales positivos al contribuir a mejorar la calidad del aire, agua y suelo. Tras examinar los resultados (Resumen nº 01), podemos afirmar que el diseño está a la altura de las normas, ya que la velocidad máxima es de 0,732 m/s, que se aproxima lo suficiente a la cifra especificada en la norma como para considerarla aceptable. Esto se debe a que la Norma OS.050 exige que la red de agua potable no supere los 3 metros por segundo en cuanto a su caudal máximo. Trabajar en este tipo de proyectos es beneficioso para los aspirantes a ingenieros civiles, ya que les permite poner en práctica los conocimientos adquiridos en el aula y, al mismo tiempo, ayudar a las comunidades de todo el país a resolver problemas importantes. (Álava, 2016).

## 2.2. Fundamentos teóricos

### Agua

Existe un ciclo continuo del agua que comienza con la evaporación o transpiración (evapotranspiración), continúa con las precipitaciones y finalmente desemboca en el océano. Desde el océano, el vapor de agua es transportado a lo alto por los vientos, y la misma cantidad de agua, unos 45 000 km3, es devuelta por los ríos a los océanos. De los 119 000 km3 que caen anualmente, 74 000 km3 proceden de la evaporación y la transpiración en tierra (Campbell, Neil, Reece & Jane, 2007).

### Agua potable

Se denomina agua potable, se refiere al agua que no plantea ningún tipo de peligro para la salud y puede beberse libremente. Por lo general, esta palabra se refiere al agua que ha sido sometida a pruebas y se ha comprobado que cumple los requisitos de calidad locales e internacionales (Santosh & Jam, 2000).

### Sistema de Agua Potable

Las fuentes naturales de agua, como las aguas subterráneas, las aguas superficiales y las precipitaciones, necesitan ser conducidas hasta el lugar de consumo en cantidad y calidad suficientes. Esto es lo que hacen los sistemas de abastecimiento de agua (Jiménez, 2013).

Jiménez (2013), El cuerpo humano está compuesto en un 70% por agua, lo que la convierte en un componente vital para cualquier estilo de vida sostenible; el objetivo principal de cualquier sistema de suministro de agua potable es proporcionar a sus consumidores agua que satisfaga sus necesidades tanto en cantidad como en calidad.

**Calidad del agua**

La palabra "calidad del agua" se refiere a las propiedades químicas, físicas y biológicas del agua, así como a su relación con la finalidad prevista del agua. Hay una serie de factores que pueden controlarse y estudiarse para establecer la calidad del agua, como la temperatura, la concentración de minerales disueltos y la abundancia de bacterias (Aquae, 2022).

Para Rodríguez (2001), ya proceda de un grifo, de un lago o de un aguacero, los investigadores están interesados en aprender todo lo que puedan sobre las propiedades físicas y químicas del agua en todas sus formas. Dado que cada vez es más difícil disponer de una fuente de uso de agua adecuada para abastecer a una población de un líquido tan potable debido a la proliferación de ciudades, industrias, etc. que vierten sus aguas residuales sin tratar en cauces naturales como ríos, lagos y estanques, se establecen normas de calidad del agua para garantizar que sea apta para el consumo humano y cumpla determinados requisitos.

Para determinar la calidad del agua se examinan las características físicas y químicas de su origen, ya sea una tubería, la superficie del agua o la lluvia. A medida que más personas viven en zonas urbanas y más fábricas, restaurantes y otras empresas vierten sus aguas residuales sin tratar en ríos, lagos y otras fuentes naturales de agua, resulta cada vez más difícil encontrar una fuente de uso adecuado para abastecer a una población de ese líquido potable. Esto se debe a que las normas de calidad del agua han aumentado, exigiendo que el agua se purifique hasta un nivel en el que sea segura para el consumo humano (Rodríguez, 2001) No olvidemos que la contaminación es una "bomba retardada". Antes de la llegada de la crisis de la contaminación, la gente se preocupaba inicialmente sólo de la disponibilidad de agua. En eso estamos ahora, y solucionarlo rápidamente es esencial para evitar la escasez de agua (Rodríguez, 2001).

Para conocer las características del agua es necesario hacer una serie de análisis y ensayos de laboratorio.

Cuando el agua cumple los requisitos físicos, químicos y microbiológicos de la norma, se considera potable y segura para el consumo humano (Rodríguez, 2001).

El agua y los alimentos son vectores de propagación de enfermedades porque se ingieren a través de la boca y los intestinos. El cólera, la fiebre tifoidea, la paratifoidea, la disentería, la amebiasis y la teniasis son algunas de las enfermedades que pueden esconderse en el agua. De ahí que se realicen varios análisis químicos en el laboratorio para identificar los componentes del agua (Rodríguez, 2001).

En el mundo moderno, satisfacer la demanda de una población en expansión es todo un reto. Esto se debe a que, en los últimos años, las aguas subterráneas se han contaminado enormemente, haciéndolas inseguras para el consumo humano, como consecuencia directa del rápido crecimiento de ciudades, fábricas, etc. que vierten sus efluentes en los cauces naturales sin tratamiento (Rodríguez, 2001, p. 67).

**Fuentes de Abastecimiento**

Rodríguez (2001), La fuente debe ofrecer por lo menos el caudal máximo diario para esa etapa sin potencial de disminución por sequía o cualquier otra circunstancia antes de iniciar cualquier construcción, y se deben evaluar los requerimientos inmediatos de la zona. De acuerdo con el Reglamento Federal de Obras de Suministro de Agua Potable, se deben utilizar métodos de potabilización antes de que el agua se considere segura para el consumo humano.

La dificultad de construir un sistema para recoger, depurar, transportar y dispersar el agua es directamente proporcional al suministro de agua disponible (Rodríguez, 2001).

Según rodríguez indica que el agua, no obstante, en cada proyecto deben establecerse las necesidades más acuciantes de la comunidad. La fuente debe proporcionar el caudal máximo diario para esa etapa sin peligro de disminución por sequía u otra causa. De acuerdo con el Reglamento actual del Suministro de Agua Potable, las técnicas de potabilización se emplean para aumentar la calidad del agua de manera que pueda ser consumida con seguridad. (Rodríguez, 2001, p.150).

**Aguas pluviales:** En la mayoría de los casos, no es la lluvia la que proporciona el suministro local de agua. El rendimiento bruto de la lluvia está relacionado con la zona receptora y la cantidad de precipitaciones, por lo que a menudo sólo la utilizan las granjas e instituciones rurales de lugares semiáridos que carecen de suficientes aguas subterráneas o superficiales (Fair,1995, p. 54).

**Aguas superficiales**: El término "aguas superficiales" se refiere a cualquier masa de agua que fluya libremente sobre la superficie terrestre, como un río, un arroyo, un lago, etc. No son fuentes de agua preferibles, sobre todo si hay regiones pobladas o de pastoreo aguas arriba. Disponer de información exhaustiva y completa que permita

visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua suele ser esencial para su uso, pero no siempre hay otra fuente en la comunidad (Agüero, 1997, p.28).

**Ríos y canales:** Las obras de captación deben situarse aguas arriba de las posibles fuentes de contaminación, lejos de las llanuras aluviales durante la época de crecidas y en regiones donde no induzcan la erosión ni la sedimentación. Necesitan una malla o criba para filtrar los residuos de gran tamaño, así como válvulas y otros mecanismos para regular el caudal de agua. Las balsas flotantes, si se utilizan, deben colocarse de modo que no sean arrastradas por la corriente. Es importante construir un anclaje que resista los cambios del nivel del agua y proporcione suficiente protección contra los objetos flotantes. Todas las captaciones deben proporcionar un caudal de agua suficiente incluso en la estación seca (M.E.F., 2004, p.09).

**Aguas subterráneas:** El agua subterránea se crea cuando las precipitaciones de la cuenca empapan la tierra y alcanzan la zona de saturación. Al bombear agua de un acuífero, es fundamental tener en cuenta su hidrología y geología (Agüero, 1997). Para la captación de agua subterránea (excavada y entubada) son necesarias la captación de manantiales, las galerías filtrantes y los pozos. Ésta es sólo una de las muchas formas de extraer agua de la tierra (Agüero, 1997, p.28).

## Fundamentos teóricos

### Agua

Existe un ciclo continuo del agua que incluye la evaporación o transpiración (evapotranspiración), la precipitación y la migración hacia el mar. Alrededor de 45 000 km3 de agua se vierten anualmente de los ríos a los océanos, y la misma cantidad es transportada por los vientos en las nubes. La precipitación total anual en tierra es de 119 000 km3, a los que se añaden otros 74 000 km3 por evaporación y transpiración (Campbell, Neil, Reece & Jane, 2007).

### Agua potable

A diferencia del agua contaminada, que plantea graves riesgos para la salud si se ingiere, el agua potable no supone tal amenaza. Por agua limpia se entiende el agua que ha sido analizada y considerada potable según las directrices nacionales e internacionales (Santosh & Jam, 2000).

### Sistema de Agua Potable

Las fuentes naturales de agua, incluidas las aguas subterráneas, superficiales y pluviales, constituyen la columna vertebral de los sistemas de abastecimiento de agua

porque son abundantes y de alta calidad y pueden canalizarse directamente hasta el punto de uso (Jiménez, 2013).

Jiménez (2013), dado que los seres humanos estamos compuestos por un 70% de agua, este líquido es crucial para vivir, y el objetivo primordial de un sistema de suministro de agua potable es satisfacer las demandas de sus residentes en este sentido.

**Calidad del agua**

Las características químicas, físicas y biológicas del agua, así como la relación de esas características con el uso previsto del agua, forman parte de lo que queremos decir cuando hablamos de calidad del agua. Para determinar la calidad del agua pueden seguirse e investigarse multitud de variables, como la temperatura, el contenido de minerales disueltos y la población bacteriana (Aquae, 2022).

Para Rodríguez (2001), las investigaciones sobre la calidad del agua se basan en el análisis de la tubería, el suelo o las precipitaciones de las que se extrae el agua. Cada vez es más difícil encontrar una fuente de agua lo suficientemente útil como para abastecer a una población de este líquido potable debido a la proliferación de ciudades, fábricas, etc., que vierten sus aguas residuales sin tratar en cauces naturales como ríos, lagos y estanques, haciendo que estas masas de agua no sean aptas para el consumo humano. Por ello, es esencial disponer de normas de calidad del agua que garanticen que el agua es apta para el consumo humano.

El examen de las características físicas y químicas de la fuente, ya sea una tubería, el suelo o las precipitaciones, es la base de la investigación sobre la calidad del agua. Dado que en la actualidad es más difícil disponer de una fuente de agua de uso, apta para abastecer a una población de tal líquido potable, debido al auge de las ciudades, las industrias, etc., es necesario establecer que el agua cumple unos criterios específicos de potabilidad, conocidos como normas de calidad del agua. Los ríos, lagos y lagunas se han contaminado tanto que ya no pueden utilizarse como fuente de agua debido al rápido desarrollo de ciudades, empresas y otras actividades humanas que vierten sus efluentes en estos cursos de agua naturales sin tratamiento (Rodríguez, 2001). No olvidemos que la contaminación es una bomba "de efecto retardado". Durante mucho tiempo, la contaminación fue la única causa de preocupación de los seres humanos por el agua; sin embargo, esto ha cambiado, y ahora debemos preocuparnos tanto por la cantidad como por la calidad del agua para evitar una escasez catastrófica (Rodríguez, 2001). Antes de obtener información sobre las propiedades del agua, hay que realizar una serie de análisis y pruebas de laboratorio.

El agua se considera potable si cumple las normas físicas, químicas y microbiológicas para el consumo humano (Rodríguez, 2001).

Las enfermedades entran en el organismo a través de la boca y el aparato digestivo, lo que convierte al agua y los alimentos en vectores de su propagación. El agua puede contener heces infecciosas de enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea, la paratifoidea, la disentería, la amebiasis y la teniasis. De ahí que se realice una batería de investigaciones de laboratorio para determinar las propiedades del agua (Rodríguez, 2001).

En los últimos años, debido a la rápida expansión de ciudades, empresas, etc. que vierten sus residuos en ríos sin tratar, las aguas subterráneas se han contaminado considerablemente hasta el punto de que ya no son aptas para el consumo humano (Rodríguez, 2001, p. 67).

**Fuentes de Abastecimiento**

Rodríguez (2001), Es indispensable que la fuente suministre el caudal máximo diario para esa etapa sin riesgo de disminución por sequía o cualquier otra razón; sin embargo, en cada proyecto se deben determinar las demandas urgentes de la comunidad. Las técnicas de purificación del agua pueden ser necesarias si la calidad del agua no cumple con lo especificado por el Reglamento Federal de Obras de Suministro de Agua Potable.

Dependiendo de la procedencia del agua, se pueden utilizar distintos enfoques en cuanto a la captación, depuración, conducción y distribución (Rodríguez, 2001).

No obstante, en cada proyecto deben establecerse las necesidades más acuciantes de la comunidad. La fuente debe proporcionar el caudal máximo diario para esa etapa sin peligro de disminución por sequía u otra causa. Para que el agua sea apta para el consumo humano, se requieren técnicas de potabilización. Estas técnicas son ordenadas por el Reglamento Federal de Obras de Suministro de Agua Potable (Rodríguez, 2001).

**Aguas pluviales:** “En la mayoría de los casos, no es la lluvia la que proporciona el suministro local de agua. El rendimiento bruto de la lluvia está relacionado con la zona receptora y la cantidad de precipitaciones, por lo que a menudo sólo la utilizan las granjas e instituciones rurales de lugares semiáridos que carecen de suficientes aguas subterráneas o superficiales” (Fair,1995, p.54).

**Aguas superficiales**: El término "aguas superficiales" se refiere a cualquier masa de agua que fluya libremente sobre la superficie terrestre, como un río, un arroyo, un lago,

etc. No son fuentes de agua preferibles, sobre todo si hay regiones pobladas o de pastoreo aguas arriba. Disponer de información exhaustiva y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua suele ser esencial para su uso, pero no siempre hay otra fuente en la comunidad.” (Agüero, 1997, p.28)

**Ríos y canales:** Las obras de captación tienen que estar situadas aguas arriba de posibles fuentes de contaminación, lejos de lugares propensos a inundarse durante la época de crecidas y en lugares donde no induzcan a la erosión ni a la sedimentación. Necesitan una malla o criba para filtrar los residuos de gran tamaño, así como válvulas y otros mecanismos para regular el caudal de agua. Las balsas flotantes, si se utilizan, deben colocarse de modo que no sean arrastradas por la corriente. Es importante construir un anclaje que resista los cambios del nivel del agua y proporcione suficiente protección contra los objetos flotantes. Las captaciones deben prever siempre una entrada de agua suficiente, incluso en periodos secos (M.E.F., 2004).

**Aguas subterráneas:** El agua subterránea se crea cuando las precipitaciones de la cuenca empapan la tierra y alcanzan la zona de saturación. A la hora de decidir si extraer o no agua subterránea, hay que tener en cuenta las propiedades hidrológicas y la composición geológica del acuífero (Agüero, 1997). "Pozos, galerías filtrantes y manantiales constituyen la trifecta de los sistemas de extracción de aguas subterráneas (excavados y tubulares). Ésta es sólo una de las muchas formas en que podemos obtener agua de la tierra y darle un uso beneficioso" Agüero (1997, p.28).

**Población de proyecto**

Según Jiménez (2013), El número previsto de personas que dispondrán de los servicios de agua y alcantarillado al concluir el proyecto (también denominado "población futura"), determinado por el periodo de diseño económico. Las previsiones de la demanda de estos servicios son una parte fundamental de la base del estudio de viabilidad y deben tenerse muy en cuenta. Gráfico, aritmético, geométrico, incrementos diferenciales, Malthus, crecimiento por comparación y ajuste por mínimos cuadrados son sólo algunos de los enfoques que pueden utilizarse para estimar el tamaño de la población del proyecto; la Comisión Nacional del Agua favorece los dos últimos enfoques. (CNA), etc.

**Periodo de diseño**

Ahora es cuando la producción debería estar en su nivel más alto. Las consideraciones económicas no deben ignorarse durante toda la fase de diseño. Por ello, el ingeniero se esfuerza por diseñar las obras de forma modular para que la construcción de los sistemas pueda completarse en el plazo previsto; de ahí que se sugiera que el periodo

de diseño no supere los cinco años, con la excepción de las obras que no puedan modularse.

**Sistema de abastecimiento**

**Línea de conducción**

La "conducción" se refiere a la red de instalaciones civiles y electromecánicas que trasladan el agua desde la captación hasta el tanque de regularización, la planta potabilizadora o el lugar de consumo. La creciente brecha entre la captación y la zona de consumo es un factor importante en la creciente complejidad de estos proyectos (Jiménez, 2013).

**Línea de aducción**

En este contexto, "conducción" se refiere al sistema de infraestructura civil y electromecánica utilizado para transportar el agua desde la captación hasta el tanque de regularización, la planta potabilizadora o el punto de consumo. Una de las razones por las que estos proyectos son cada vez más difíciles es la creciente brecha entre la zona de captación y la de consumo (Jiménez, 2013).

**Red de Distribución**

Según Jiménez (2013), esta red de fontanería es la encargada de hacer llegar el agua a los hogares, y debe hacerlo las 24 horas del día y en cantidad y calidad suficientes para satisfacer las necesidades de todas las zonas socioeconómicas (comercial, residencial de todo tipo, industrial, etc.) de la zona abastecida o que se pretende abastecer. Válvulas, tuberías, conexiones domiciliarias, contadores y bombas componen el sistema (si es necesario).

**Tanques elevados**

Cuando no hay elevación natural en el emplazamiento, la mejor opción es un depósito elevado. Puede ser de hormigón o de acero, y su altura oscila entre los 3 y los 20 m. Si se quiere minimizar la energía empleada en el transporte de suministros, la opción más eficiente es instalarse cerca del destino final. Existen varios diseños de tanques prediseñados disponibles en la CNA (Jiménez, 2013); lo único que hay que hacer es calcular los cimientos.

El diseño de la red de distribución puede ser una red abierta (también llamada sistema ramificado) o un circuito (también llamado sistema mallado), o ambos (Jiménez, 2013).

**Obras de captación**

Rodríguez afirma que la captación efectiva "es la infraestructura construida sobre el terreno y la maquinaria eléctrica y mecánica instalada para ocuparse de la empresa de recoger y evacuar el agua del suelo o de la superficie. El alcance, la ubicación y el origen de la fuente de abastecimiento determinan el carácter de estos esfuerzos. Se trata de una esquematización de ciertos tipos comunes de obras de captación. El potencial de contaminación del agua debe incluirse en el diseño de las obras de captación" (Rodriguez, 2001, p. 72).

**Galerías filtrantes**

Para su construcción se utilizarán los datos de los sondeos y otras investigaciones sobre el flujo del acuífero. Se colocarán transversal o longitudinalmente a una profundidad de al menos dos metros de la clave de la tubería para aprovechar al máximo el flujo de agua del subterráneo. El tubo colector perforado deberá tener un diámetro mínimo de 100 mm. Se utilizará grava del tamaño adecuado para revestir la tubería y, a continuación, se rellenará la zona al mismo nivel que el suelo circundante. La zona de captación debe asegurarse adecuadamente para evitar la introducción de organismos e individuos no deseados (M.E.F., 2004).

**Pozos**

En pocas palabras, un pozo es una perforación vertical que tiene un diámetro significativamente menor que su profundidad. Se produce un flujo radial cuando el agua se filtra por las paredes (Jiménez, 2013). Los pozos se pueden clasificar de las siguientes maneras:

**Pozos artesanos (excavados):** Los pozos artesanales, a veces llamados pozos excavados o artesanales, son puntos de acceso al agua excavados a mano con pico y pala y revestidos con anillos de hormigón, muros de ladrillo o mampostería de piedra sin juntas. Como estos pozos tienen apenas 15 m de profundidad, el agua que recogen es poco profunda y se contamina fácilmente con basura y otros desechos (Jiménez, 2013).

**Pozos inchados (puyones):** Los pozos poco profundos, también conocidos como puyones, son de menor diámetro y suelen emplearse en suelos blandos; sin embargo, es necesario perforar muchos pozos para cubrir los costes (Jiménez, 2013).

**Pozos perforados (someros y profundos):** El rendimiento de los pozos existentes, el historial de producción, la calidad del agua y las fluctuaciones estacionales de los niveles de agua deben tenerse en cuenta a la hora de decidir dónde y cuántos pozos perforar. En primer lugar, nos centraremos en arreglar los pozos existentes (Jiménez, 2013).

**Factores que intervienen en el rediseño de la red**

**Topografía**

Dado que el agua se desplaza por las tuberías según la gravedad, es importante volver a comprobar la colocación de colectores y emisores en relación con las pendientes naturales de la zona, utilizando datos de planos topográficos con curvas de nivel, planos de propiedad o de uso del suelo (Jiménez, 2013).

**Cálculo de gastos**

El coste medio, el coste mínimo, el coste máximo y el coste máximo excepcional son los gastos asociados a los proyectos de alcantarillado. El caudal más bajo se utiliza para evaluar la velocidad mínima del caudal de agua, mientras que el caudal máximo excepcional se utiliza para crear un diseño hidráulico para cada segmento y evaluar la velocidad máxima del caudal de agua. Se pueden utilizar varios materiales para las distintas partes de un sistema de conducción en función del rendimiento esperado, los requisitos de funcionamiento y mantenimiento, las circunstancias sobre el terreno y las cargas actuantes (Frisancho, 2019).

**Velocidades de diseño**

La velocidad máxima debe ser considerada en función del tipo de material de la tubería, de acuerdo:

- Tubería revestida de hormigón simple 3.0 m/s
- Tubería de hormigón centrifugado 3.5 m/s
- Tubería de asbesto cemento 5.0 m/s
- Tubería de PVC 5.0 m/s
- Tubería de hierro fundido 5.0 m/s

Se recomienda mantener la velocidad por debajo de 2,00 m/s en las tuberías de impulsión. Los impactos del golpe de ariete pueden reducirse manteniendo la velocidad por debajo de 1,50 m/s, y esto es válido en cualquier situación en la que sea probable que se produzcan golpes de ariete (Frisancho, 2019).

**Diámetros mínimos**

El diámetro de la tubería de conducción debe determinarse después de tener en cuenta las presiones disponibles, las velocidades de escorrentía y las longitudes de las líneas de conducción. Las estrategias de optimización que reduzcan la función de coste anual

deben constituir la base de la investigación utilizada para tomar la decisión final. Las tuberías, con base en ejemplos anteriores, deben tener un diámetro mínimo de 2 pulgadas (zonas rurales) (Frisancho, 2019).

**Pendientes**

No deben disponerse horizontalmente para que el aire pueda acumularse en los puntos altos y ser liberado a través de las válvulas dispuestas para tal fin, y para que los sedimentos puedan ser arrastrados hacia los puntos bajos para el drenaje de las tuberías (Frisancho, 2019).

Cuando el flujo de aire es en la dirección del escurrimiento del agua, la pendiente mínima que se debe utilizar es j = 0,04%.

Cuando el viento fluye en dirección contraria a la precipitación, j = 0,010-0,015.

**Pérdidas de carga**

El hecho de que las tuberías retengan o no agua a presión viene determinado por las características topográficas regionales y el diámetro de las tuberías, de ahí que sea necesario un estudio hidrológico de la escarpa. La desesperación y cualquier otra forma de negatividad están terminantemente prohibidas. Los cálculos hidráulicos se basan en el diámetro real. No obstante, los diseñadores deben tener en cuenta el diámetro real del tubo. Además, las pérdidas en la línea causadas por los mecanismos instalados y las singularidades (válvulas, acoplamientos, tes, reducciones, etc.) deben incluirse en el cálculo de la tubería (Frisancho, 2019).

**Diseño hidráulico**

Las regiones pobladas que más se beneficiarán del proyecto, así como sus fases de desarrollo actuales y futuras, pueden determinarse con ayuda de datos topográficos y de un plano catastral. Para empezar, hay que crear varios trazados geométricos diferentes de la red de alcantarillado, colectores y emisores para poder elegir el mejor en función de consideraciones técnicas y económicas. A continuación, se determinan los diámetros y pendientes de cada pieza de tubería en función del material utilizado para su creación, y se comprueba que el trazado de la tubería sigue lo más fielmente posible el perfil topográfico del terreno (Jiménez, 2013).

**Consumos**

En términos de m3 /día o l /h /día, el consumo se refiere a la cantidad de agua potable que se utiliza realmente sin tener en cuenta las pérdidas. El consumo doméstico y el no

doméstico se valoran de forma diferente, y ambas categorías se dividen a su vez en segmentos basados en el estatus socioeconómico de los consumidores. Agua utilizada en comercios y servicios por quienes no residen en el barrio (Jiménez, 2013).

**Consumo doméstico**

El uso doméstico del agua se ve afectado por una serie de factores, como el clima y la situación socioeconómica del usuario, así como la presión del agua en la red, la disponibilidad de alcantarillado sanitario y el precio del agua (Jiménez, 2013).

**Consumo Industrial**

La cantidad de agua utilizada en establecimientos como fábricas, hoteles y similares se basa en el tipo específico de fabricación realizada (Jiménez, 2013).

**Consumo Público**

Es el agua utilizada en: las escuelas, riego de jardines y parques, hospitales, para combatir incendios, etc. (Jiménez, 2013).

**Variaciones de consumo**

Consumo máximo diario ($Q_{md}$)
Se debe considerar un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual, $Q_p$ de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$
$$Q_{md} = 1{,}3 \times Q_p$$

Donde:
$Q_p$ : Caudal promedio diario anual en l/s
$Q_{md}$ : Caudal máximo diario en l/s
Dot : Dotación en l/hab.d
$P_d$ : Población de diseño en habitantes (hab)

Consumo máximo horario ($Q_{mh}$)
Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, $Q_p$ de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$
$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:
$Q_p$ : Caudal promedio diario anual en l/s
$Q_{md}$ : Caudal máximo diario en l/s
Dot : Dotación en l/hab.d
$P_d$ : Población de diseño en habitantes (hab)

**Proyección de demanda de agua**

Se presenta la demanda proyectada, según los parámetros y periodo de diseño considerados.

**A. CONSUMO PROMEDIO ANUAL ( Qp)**

Qp = Qp1 + Qp2

**A.1 CONSUMO DOMESTICO ( Qp1) - UBS - AH**

Qp2 = QPA + QPB

**A.1.1 CONSUMO DOMESTICO ( QpA) - ALC. SANITARIO**

QpA = Pobl. Diseño ( PfUBS) *Dot. / 86400

**A.1.2 CONSUMO DOMESTICO ( QpB) - UBS**

QpB = Pobl. Diseño ( PfAS) *Dot. / 86400

**A.2 CONSUMO ESTATAL ( Qp2)**

Qp2 = Qip + Qs

**A.2.1 CONSUMO ESTATAL I.E Inicial Y Primaria ( Qip)**

Qip = Alum Diseño ( AIP) *Dot. (AIP) / 86400

**A.2.2 CONSUMO ESTATAL I.E Secundaria ( Qs)**

Qs = Alum Diseño ( As) *Dot.(As) / 86400

**B. CONSUMO MAXIMO DIARIO ( K1 =1.3)**

Qmd = 1.30 x Qp

**C. CONSUMO MAXIMO HORARIO ( K2= 2.00 )**

Qmh = 2.00 x Qp

0.045 l / seg.

2.215 l / seg.

1.901 l / seg.

2.130 l / seg.

0.085 l / seg.

0.041 l / seg.

0.229 l / seg

**Captación**

La captación se realiza a través de una simple tubería lateral colocada perpendicularmente al canal y dotada de un cesto metálico. Por ahora, los habitantes de la zona de Buenos Aires y Vista Alegre se abastecen de agua en un canal de riego YARINAL situado en la parte alta del centro de la ciudad, donde el caudal es de 5,00 litros por segundo.

La tubería está enterrada a unos 0,40 metros de profundidad. La tubería debe estar a una profundidad mínima de 0,60 metros por motivos de conservación, y hay lugares en los que quedaría expuesta a la intemperie y correría peligro de romperse si se enterrara a menos profundidad.

**Tipología de intervención:**

Con el proyecto actual, se prevé un nuevo suministro de agua, por lo que se está construyendo una nueva tubería a tal efecto en lugar de modificar el componente antiguo.

**Sistema de saneamiento**

En la zona hay UBS de construcción artesanal (pozos negros) y UBS de compostaje, mientras que la mayoría de los residentes siguen arrojando sus desechos humanos al aire libre. Durante la inspección se comprobó que estos apartamentos estaban sucios y mal mantenidos.

Al encontrarse en una posición tan vulnerable, se han convertido en uno de los principales focos de contaminación. Además, los fuertes olores procedentes de los pozos negros, que a menudo se encuentran a 20 metros de las viviendas, son molestos y pueden tener un impacto negativo en la salud de las personas.

El servicio es deficiente, ya que no hay instalaciones de tratamiento de aguas residuales, lo que tiene graves efectos, sobre todo para la salud de los residentes por la contaminación que provoca. Los charcos surgen cuando la gente vierte el agua sucia de lavar la ropa, los platos y a sí misma en el camino natural de tierra, lo que puede atraer a insectos y ratas que propagan enfermedades. (Córdova, 2017).

**Situación de la infraestructura**

Para construir pozos negros se utilizan métodos artesanales. Se trata de agujeros cuadrados de unos dos metros de profundidad. Las superficies suelen ser de madera u

otros materiales rústicos, y suelen estar sucios y carecer de intimidad; algunos incluso tienen paredes de calamina, plástico u otros tipos de madera, y la población en general suele estar desinformada y poco interesada en garantizar su correcto funcionamiento y mantenimiento.

**Sistema de agua potable**

Dado que los seres humanos somos en su mayoría agua (70%) y, por tanto, dependemos de ella para nuestro sustento, el objetivo principal de un sistema de abastecimiento de agua potable es garantizar que sus residentes tengan siempre acceso a agua limpia y segura. El significado de la palabra "potable" es un concepto central en este capítulo "Jiménez (2013). "El agua que cumple la norma de calidad potable de la Organización Mundial de la Salud (OMS), que especifica la concentración de diversas sales minerales disueltas en el agua, se considera potable. Sin embargo, existe un amplio consenso en que cualquier agua que sea "apta para el consumo humano", es decir, que pueda ser utilizada con seguridad por los seres humanos, se considera agua potable. Los virus, bacterias y otros agentes biológicos que se encuentran en las heces (excrementos), sobre todo si proceden de personas enfermas, son la principal fuente de infecciones transmitidas por el agua. Por lo tanto, es crucial conocer la calidad del agua que se utilizará para abastecer a una población. (Jiménez, 2013).

**Tabla 1**

*Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos*

| Concentración o Propiedad | Concentración Máxima Deseable | Concentración Máxima Admisible |
|---|---|---|
| SUSTANCIAS Decolora cantes (coloración) | 5 Unidades | 50 Unidades |
| SUSTANCIAS Olorosas | Ninguna | Ninguna |
| SUSTANCIAS QUE DAN SABOR | Ninguna | Ninguna |

| Concentración o Propiedad | Concentración Máxima Deseable | Concentración Máxima Admisible |
|---|---|---|
| MATERIAS EN SUSPENSION (Turbidez) | 5Unidades | 25 Unidades |
| SOLIDOS TOTALES | | |
| pH | 500mg/l | 1500 mg/l |
| DETERGENTES ANIONICOS | 7.0 a 8.5 | 6.5 a 9.2 |
| ACEITE MINERAL | 0.2mg/l | 1.0 mg/l |
| COMPUESTOS FENOLICOS | | |
| DUREZA TOTAL | 0.001mg/l | 0.30 mg/l |
| | 0.001mg/l | 0.002 mg/l |
| NITRATOS (NO3) | | |
| CLORUROS (en CI) | 2mEq/l | 10 mEq/l |
| COBRE (en Cu) | (100mgg/lCaCO3) | (500 mg/lCaCO3) |
| CALCIO (En Ca) | | |
| HIERRO (en Fe) | ---------- | (500 mg/lCaCO3) |
| MAGNESIO (en Mg) | 200 mg/l | 45 mg/l |
| MANGANESIO (en Mn) | 0.05 mg/l | 600 mg/l |
| SULFATO (en SO) | 75 mg/l | 1.5 mg/l |
| ZINC(en Zn) | 0.1 mg/l | 200 mg/l |
| | 30 mg/l | 1.0 mg/l |
| | 0.05 mg/l | 150 mg/l |
| | 200 mg/l | 0.5 mg/l |
| | 5.0 mg/l | 400 mg/l |
| | | 15 mg/l |

*Nota:* OMS - Ministerio de Salud, 1972

**Producción de agua potable**

La suma del consumo y las pérdidas físicas da la producción que se requerirá: $Qproduccion{=}consumo\ promedio\ diario\ anual{+}PF$

$Qproduccion{=}consumo\ promedio\ diario\ anual$ (1−%$PF$100)

**Tratamiento de agua bruta**

“La depuración del agua potable es el componente más sensible de todo el proceso. "La calidad del agua bruta afecta sustancialmente al método de tratamiento utilizado" (Rodríguez, 2001):

- Filtro diseñado para mantener alejados los residuos de gran tamaño, tanto si flotan en el aire como si son arrastrados por el suelo.
- Desarenador, para atrapar y retener partículas en suspensión minúsculas.
- Para sedimentar las partículas coloidales en suspensión y otros materiales extremadamente finos, se utilizan floculadores, a los que se añaden productos químicos.
- Los decantadores, a veces llamados tanques de decantación, eliminan una fracción significativa de las partículas diminutas.
- Filtros, que se utilizan para eliminar las partículas en suspensión restantes.
- Instrumento mecánico de esterilización

**Requisitos de potabilidad**

Las normas de calidad del agua son los parámetros de potabilidad que deben cumplirse para garantizar que el agua es segura para el consumo humano. Los exámenes físicos, químicos, bacterianos, microscópicos y radiológicos son sólo algunas de las pruebas que deben realizarse para obtener este tipo de información. (Rodríguez, 2001, p.67)

**Análisis radiológico**

Como subproducto de las operaciones de investigación científica y como residuo industrial, los elementos radiactivos se utilizan para impulsar el progreso científico y tecnológico, y posteriormente se desechan como residuos radiactivos. La razón es que el desarrollo de nuevos conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas requiere el uso de materiales radiactivos. Este análisis mide no sólo la existencia de radiocitos radiactivos, sino también su radiactividad (neta, total en suspensión y suelta). Para estas pruebas es necesario recoger muestras representativas de agua de la fuente de la cuenca. Se recoge una muestra de cuatro a cinco litros de agua en un recipiente limpio y transparente, como vidrio o polietileno. La etiqueta del recipiente debe incluir la fecha, el nombre de la fuente, la orientación de la muestra y la ubicación. El siguiente paso es enviar la muestra a un laboratorio para su análisis (Fair, 1995, p.12).

**Análisis bacteriológico**

Las bacterias son organismos unicelulares diminutos. Cada especie tiene su propio hábitat nativo, y el avistamiento ocasional de una en otra es mera coincidencia. La prueba se realiza para establecer cuántas bacterias pueden crecer en circunstancias típicas e identificar la presencia de bacterias pertenecientes al grupo intestinal, cuya presencia es un indicador de que la contaminación es de origen fecal.

Las heces humanas no contaminan el suministro de agua con ningún microorganismo nocivo. Cuando los resultados de una prueba bacteriológica muestran que el agua no contiene ninguna bacteria nociva, es segura para beber. Definición de menos de 20 organismos *C. coli* y *C. coliformes* por litro de muestra: Los organismos *C. coli* y *C. coliformes* son todos bacilos esporógenos, un gran negativo que promueven el caldo de lactosa con generación de gas.

El número de colonias bacterianas por mililitro de material en una placa de agar después de 24 horas a 37 grados Celsius fue inferior a 200. La siembra de un centímetro cúbico de muestra en gelatina y su incubación a 20 o C durante 48 horas no dio lugar al crecimiento de colonias bacterianas capaces de licuar la sustancia (ni cromogénica ni fétida).” (Fair, 1995, p. 62).

**Análisis químico**

El análisis químico tiene dos finalidades: conocer la composición mineral del agua y establecer si es apta o no para el consumo humano u otras aplicaciones domésticas o comerciales. Examinar el cuerpo en busca de signos de contaminación por sustancias extrañas que estén fuera de lugar dada la roca de la que procede. (Fair, 1995, p. 75)

**Análisis microscópico**

El análisis químico tiene dos finalidades: conocer la composición mineral del agua (figura 17) y establecer si es apta o no para el consumo humano u otras aplicaciones domésticas o comerciales. Examinar el cuerpo en busca de signos de contaminación por sustancias extrañas que estén fuera de lugar dada la roca de la que procede (Fair, 1995, p. 84)

**Consumo promedio diario anual (qm)**

La tasa media de consumo diario a lo largo de un año se calcula multiplicando por 365 la tasa estimada de consumo por persona de la población futura en litros por segundo (Agüero, 1997, p.24).

$Qm = Pfx\ (d)$ / 86400

Donde:

Qm = Consumo promedio diario.

Pf = Población futura (hab.).

d = Dotación (lts/hab./día).

**Consumo máximo diario (qmd)**

El uso del agua tiene un patrón estacional, que alcanza su máximo en verano y disminuye en invierno. Debe haber suficiente agua potable disponible para satisfacer la demanda incluso en los días más calurosos del año. La Demanda Máxima Diaria (DMA) se calcula multiplicando la media de Q por el coeficiente máximo diario, que, según la directriz del sector, es de 1,3, lo que arroja la siguiente ecuación para el caudal necesario en el día de mayor consumo. (Agüero, 1997, p.24).

$Qmd$ $[en\ l/seg.]$ = $Qpromedio$ $[en\ l/seg.] * K1$

Donde:

QM.D. = consumo máximo diario (lts/s)

$K1$= coeficiente del caudal máximo diario

Qm= consumo promedio diario anual.

Para dimensionar los componentes aguas arriba, incluidas la toma, la producción y las tuberías hasta las instalaciones de tratamiento y/o los depósitos, el QMD es la principal fuente de información empleada (Gfpie, 2011).

**Consumo Máximo Horario (Q m.h.)**

Agüero (1997), Dado que la demanda cambia durante el día, se utiliza un segundo factor de ajuste. La capacidad de las redes de distribución y la capacidad de amortiguación de los embalses de regulación se encargan de ello. Estos últimos se hacen cargo de la demanda punta (Q h.m.), que se calcula multiplicando por 2,0 la tarifa media horaria.

$Q$mh [en l/seg.] = $Qpromediario$ $[en\ l/seg.] * K2$

Donde:

Q m.h. = consumo máximo horario (lts/s)

$K2$= coeficiente del caudal máximo diario

Qm= consumo promedio diario anual.

**Trazos de las líneas de conducción**

Tras realizar un estudio geológico y del suelo detallado, la tubería debe trazarse de forma que discurra lo más cerca posible de las principales vías de comunicación. Además del caudal de diseño, la vida útil y el análisis económico (Frisancho, 2019), en el trazado se debe tener en cuenta lo siguiente

El cierre de la conducción (en la medida de lo posible a presión). El recorrido desde el origen hasta la instalación de tratamiento, almacenamiento y/o sistema de distribución debe ser lo más corto y recto posible. Es importante que el trazado evite zonas de difícil construcción o inaccesibles. Que permanezca en todo momento por debajo de la línea piezométrica, para que la tubería no sufra nunca aplastamiento o cavitación en puntos bajos. La seguridad de la tubería corre peligro si se permite que las presiones aumenten por encima del límite permitido. Y que se eviten los lugares propensos a desprendimientos e inundaciones. Es mejor evitar cualquier pendiente o declive pronunciado de la línea que pueda atrapar aire. La longitud de la tubería podría reducirse explorando otras configuraciones de túnel o evitando zonas con aguas subterráneas relativamente poco profundas (Frisancho, 2019).

Es necesario encontrar las altitudes de los siguientes lugares:

Recogida de datos. Corredores de accidentes topográficos a lo largo de la línea de trazado. Inversiones bruscas de rasante o de rumbo. Instalaciones de almacenamiento o tratamiento de líquidos (Frisancho, 2019).

Además, las principales características del terreno que influirán en el trazado de la tubería.

La presión estática de una tubería viene determinada por la distancia vertical entre la fuente de agua y su destino final. La necesidad o no de válvulas o cámaras de presión a lo largo de la tubería, así como el material y las capacidades de funcionamiento mecánico de la tubería, vienen determinados por la presión estática entre los extremos de la tubería (Frisancho, 2019).

**Accesorios de la línea de conducción.**

Válvulas: Las válvulas deben resistir las presiones de diseño y estar alojadas en cajas de hormigón con tapas metálicas cerradas para evitar la manipulación del sistema por personas ajenas al mismo. (Frisancho, 2019). Los tipos de válvulas más comunes son:

En caso de ser necesario el mantenimiento de la línea, se debe colocar una válvula de compuerta en el origen de la línea (Frisancho, 2019).

Si no se liberan las bolsas de aire de las zonas de pendiente posterior, se formarán cavitaciones en la tubería. Aquí es donde la válvula de aire resulta útil. Debe colocarse en el punto más alto de la tubería (Frisancho, 2019).

Una válvula de purga, a veces llamada válvula de limpieza, se encuentra en la base del sifón y se utiliza para eliminar cualquier sedimento que se haya acumulado allí (Frisancho, 2019).

Utilizada en la línea de impulsión, la válvula de retención impide que el agua invierta su dirección e inunde la tubería, lo que podría dañar la bomba (Frisancho, 2019).

**Planta de tratamiento**

Para proporcionar una distribución uniforme del flujo en todo el asentamiento, la zona de entrada cuenta con una estructura de transición hidráulica (OPS/CEPIS/UNATSABAR, 2004).

Primer Colono: La sedimentación es un paso muy importante. Las partículas presentes en el agua pueden ser perjudiciales para los sistemas o procesos de tratamiento si los niveles de turbidez son demasiado altos y se depositan en los medios filtrantes, lo que a su vez provoca importantes pérdidas de carga y una disminución de la calidad del agua efluente de los filtros.

Los pretratamientos y acondicionamientos anteriores en la planta, a unidades como desarenadores y sedimentadores, son realizados o conectados a las captaciones (OPS/CEPIS/UNATSABAR, 2004) a través de la separación de material extremadamente grueso (rejillas: gruesa y fina).

La reacción con los reactivos adicionales provoca la precipitación y la producción de fluidos en este tanque, y los reactivos, al ser más pesados que los fluidos, se hunden hasta el fondo. Los flóculos generados por los coagulantes se dejan sedimentar en tanques durante el proceso de sedimentación. Debido a la complejidad de predecir la sedimentación, los tanques se dimensionan basándose en las lecciones aprendidas de las unidades construidas en otras instalaciones. No obstante, el tiempo de retención y la carga superficial son dos factores que pueden utilizarse para aproximar su tamaño (Rodríguez, 2001, p.344).

El tiempo de retención de un gasto es la cantidad de tiempo que, en teoría, debe transcurrir antes de que el gasto pueda salir de un depósito de cierta capacidad. Tr = V / Q. Los tanques de sedimentación deben tener un tiempo de retención de 6 horas para plantas con una capacidad de 3.000 m3 /día o inferior, de 4,5 horas para plantas con

una capacidad de 3.000 a 10.000 m3/día, y de 2,3 horas para plantas con una capacidad de 10.000 m3/día o superior (Rodríguez, 2001, p.344).

**2.3. Definición de términos básicos**

1. **Dotación:** Es la cantidad total de agua utilizada por una población al año, teniendo en cuenta el consumo de todos los servicios prestados en un día normal. Se puede convertir en litros por persona y día (Rodríguez, 2001, p.36).

2. **Periodo de Diseño:** Es la vida útil prevista del proyecto de infraestructura terminado. La vida útil de un proyecto es mayor que su vida de diseño. La vida útil de un proyecto es la cantidad de tiempo que puede utilizarse hasta que deja de ser económicamente viable hacerlo o hasta que deja de ser necesario (Rodríguez, 2001, p.35).

3. **Consumo:** El clima, la hidrología, la categorización de los usuarios, las tradiciones locales y la actividad económica son sólo algunos de los elementos que influyen en el consumo de líquidos de una población. Los usuarios residenciales, comerciales, industriales y de servicios públicos se clasifican en función de su respectiva participación en el consumo total (Rodríguez, 2001, p.36).

4. **Pérdida de Carga:** El clima, la hidrología, la categorización de los usuarios, las tradiciones locales y la actividad económica son sólo algunos de los elementos que influyen en el consumo de líquidos de una población. Los usuarios residenciales, comerciales, industriales y de servicios públicos se clasifican en función de su respectiva participación en el consumo total (Rodríguez, 2001, p.36).

5. **Consumo máximo diario (Qmd):** Agüero (1997, p.24) da como definición el "día de mayor consumo" a partir de un conjunto de estadísticas recogidas a lo largo de un año.

6. **Consumo promedio diario anual:** La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda una ingesta diaria per cápita de entre 50 y 100 litros de agua, suficiente para cubrir las necesidades básicas.

7. **Pozos Someros:** Perforación con una camisa o un revestimiento que se excava en la tierra para recoger agua subterránea. El diámetro suele ser muy inferior a la profundidad de un cilindro. El agua fluye de forma radial al filtrarse por las paredes. Las clasificaciones tradicionales de los pozos incluyen "poco profundos", "poco profundos y profundos" y "muy profundos" (Rodríguez, 2001, p.36).

8. **Línea de Conducción:** La tubería es el componente que transporta el agua desde el lugar de captación hasta el depósito de regulación, la instalación de tratamiento de agua potable u otro nodo designado de la red, utilizando la tecnología de bombeo y/o rebombeo o la fuerza de la gravedad (Rodríguez, 2001, p.36).

9. **Dotación:** Es la cantidad total de agua utilizada por una población al año, teniendo en cuenta el consumo de todos los servicios prestados en un día normal. Se puede convertir en litros por persona y día (Rodríguez, 2001, p.36).

10. **Periodo de Diseño:** Es la vida útil prevista del proyecto de infraestructura terminado. La vida útil de un proyecto es mayor que su vida de diseño. La vida útil de un proyecto es la cantidad de tiempo que puede utilizarse hasta que deja de ser económicamente viable hacerlo o hasta que deja de ser necesario (Rodríguez, 2001, p.35).

# CAPÍTULO III

# MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

### 3.1.1 Ubicación Política

Lugar donde se realizará la investigación:

- País: Perú
- Región: San Martín
- Provincia: Rioja
- Distrito: Nueva Cajamarca
- Localidad: Buenos aires y vista alegre

### 3.1.2. Ubicación Geográfica

**Mapa del Perú**

***Figura 2.*** Mapa del Perú

*Nota.* Adaptada de *Departamento del Perú* [Imagen], por Pinterest, 2018, Pinterest (https://www.pinterest.com/pin/742460688567179845/) CC BY 2.0

**DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN**

***Figura 1.*** Mapa político de san Martín

*Nota.* Adaptada de *División política de san Martín* [Imagen], por Discjockey, 2011, Wikipedia (https://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Divisi%C3%B3n_Politica_de_San_Martin.jpg) CC BY 2.0

**PROVINCIA DE RIOJA**

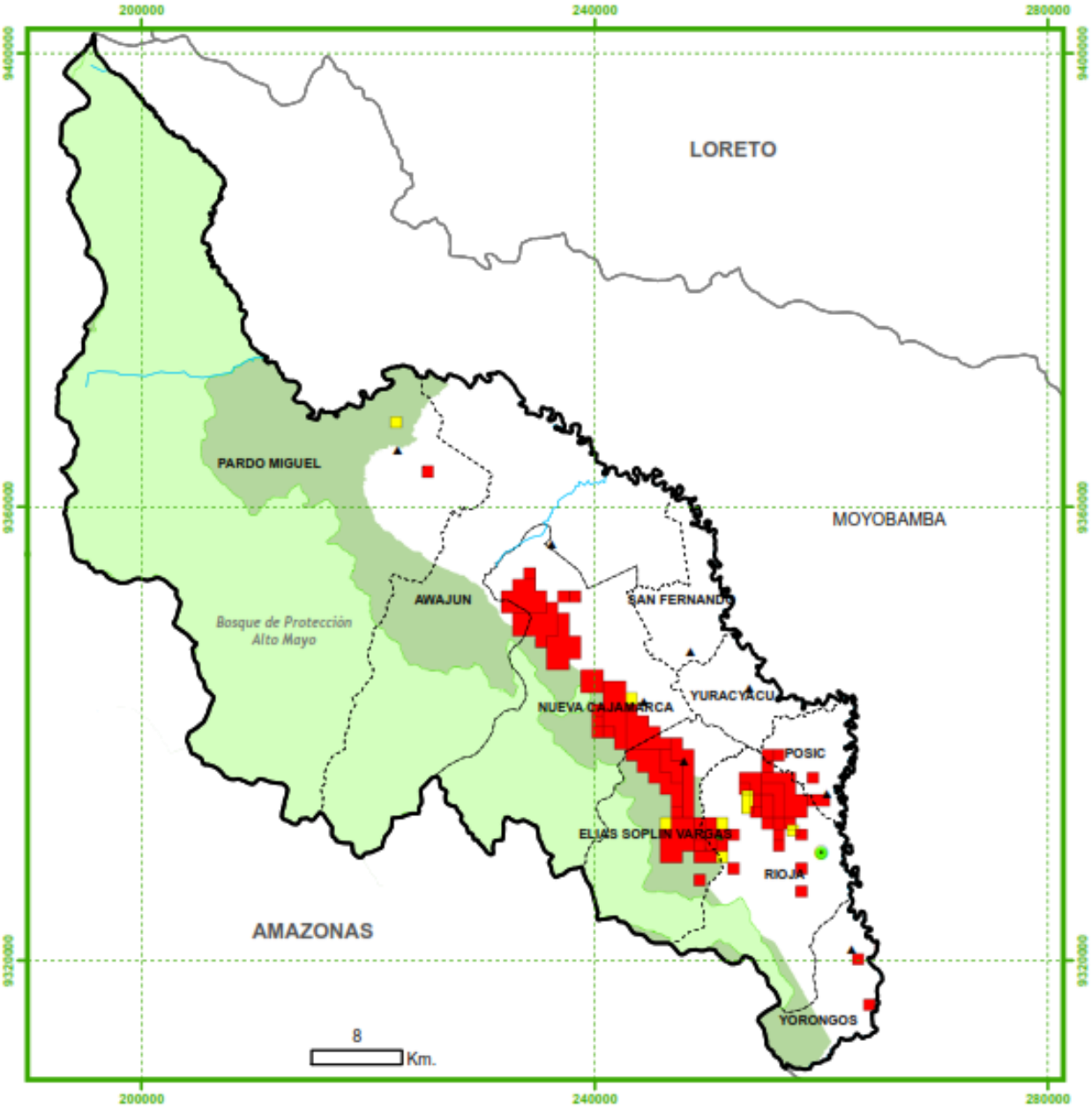



***Figura 3.*** Distritos de la provincia de Rioja

*Nota.* Adaptada de *División política de san Martín* [Imagen], por COOPERACIÓN ONG, 2016, COOPERACIÓN ONG (https://cooperaccion.org.pe/mapas/rioja-noviembre-2016/) CC BY 2.0

**LOCALIDAD DE BUENOS AIRES Y VISTA ALEGRE**

***Figura 4.*** Localidad de Buenos Aires y Vista Alegre

*Nota.* Adaptada de *Ubicación de la localidad de Buenos Aires y Vista alegre* [Imagen], por Google maps, 2020, Google maps (https://www.google.com/maps) CC BY 2.0

### 3.1.3. Periodo de Ejecución

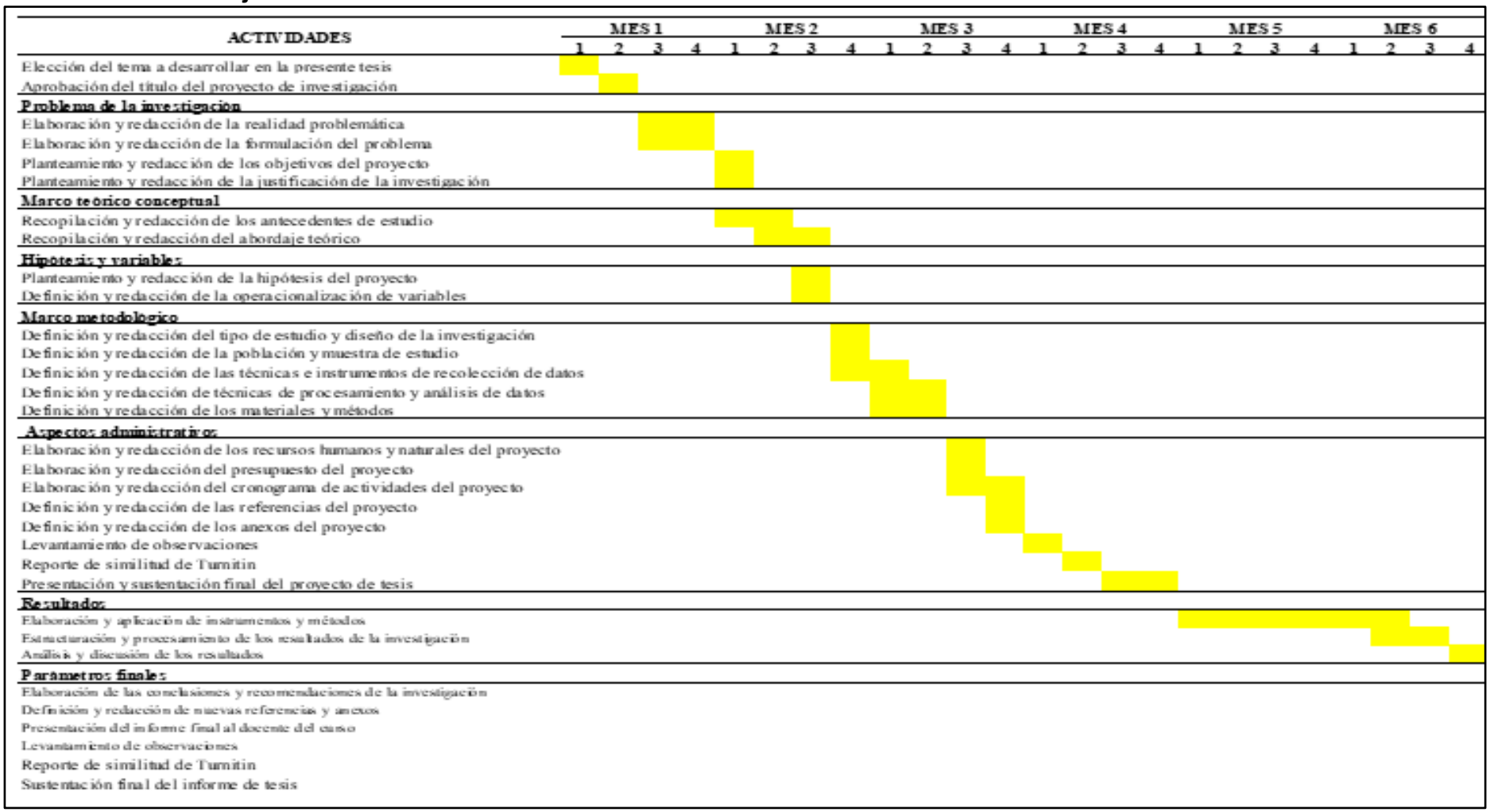



***Figura 5.*** Diagrama de actividades

*Nota: Elaboración propia*

### 3.1.4. Autorizaciones y permisos

No aplica

### 3.1.5. Control ambiental y bioseguridad

El término "control medioambiental" se utiliza en el sector de la construcción para describir el estado de los edificios donde las personas pasan sus días de trabajo. Dependiendo de las características específicas del trabajo que se realice en un lugar concreto, se aplicarán distintas normativas.

Por ello, debemos practicar la gestión medioambiental mientras trabajamos. Esto significa ser capaces de manejarnos bien mientras trabajamos en condiciones difíciles y hacer los ajustes necesarios.

### 3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales

Debido a su crecimiento y maduración en la segunda mitad del siglo XX, la ética basada en principios es ahora un recurso al que acuden los profesionales que estudian y practican la ética a todos los niveles. A pesar de ser muy abstracta y genérica, se ha convertido en un lugar de orientación e interpretación para la toma de decisiones éticas, especialmente en el caso de las dificultades y el deseo de limitar las actividades inmorales que se han vuelto comunes en las instituciones y organizaciones (Hirsch, 2013).

Todo el mundo debe guiarse por principios morales. Es una tradición que se enseña en la mayoría de los hogares, pero hemos visto cómo su valor ha disminuido a medida que más y más individuos optan por ignorar sus principios en favor del beneficio material o la persecución de otros objetivos no ideales. Se ha observado que ciertos "expertos" en el campo de la ingeniería civil prefieren hacer las cosas de la manera incorrecta, ignorando el daño potencial a la sociedad al hacer caso omiso de los códigos de construcción establecidos (Cortina & Martnez, 2001).

## 3.2. Sistema de variables

### 3.2.1. Variables principales

Variable Dependiente: Mejora su calidad para el consumo de agua en barrio buenos aires y vista alegre de Nueva Cajamarca – San Martin.

### 3.2.2. Variable secundaria

Rediseño y Calculo del Sistema de Agua Potable.

## 3.3. Procedimientos de la investigación

La investigación a realizarse es de tipo No experimental, porque se observa el fenómeno de investigación tal como se da en su contexto natural, también es correlacional, porque en ella veremos el cambio de calidad de vida de los habitantes de la ciudad de nueva Cajamarca –rioja san Martín, mediante la elaboración del rediseño hidráulico del servicio de agua potable, que servirá como aporte a la rama de la ingeniería civil referente al área hidráulica y fluidos.

En esta investigación se emplearán conocimientos ya existentes, con la finalidad de obtener beneficios para el bienestar de la ciudad de nueva Cajamarca –rioja –san Martín

Al concluir la investigación se evidenciará la solución al problema planteado en la investigación refutando o aceptando lo expuesto en la hipótesis.

Debido a la urgencia de los cálculos implicados en este estudio, utilizaremos una hoja de cálculo Excel y otras aplicaciones auxiliares para procesar y analizar los datos recogidos en los experimentos de laboratorio.

**Estudio del levantamiento topográfico**

Se realizó el levantamiento topográfico empleando el GPS diferencial, Google Earth y el programa denominado Global Mapper Center, cuya finalidad fue la realizar el plano de topografía que será de vital importancia para realizar la simulación hidráulica.

**Determinación de los parámetros de diseño**

Se determinó los parámetros de diseño tales como: cálculo de la población futura, periodo de diseño, cálculo del caudal de diseño y el volumen del reservorio para introducir los datos al programa de simulación para la determinación la red de repartimiento del agua potabilizada se propuso en el sistema de abastecimiento para el centro poblado de Buenos Aires y Vista alegre, lograr un comportamiento eficiente cumpliendo con las medidas establecidas en el procedimiento vigente descritos en el R.N.E. por ello se realizó la simulación hidráulica computarizada, optando por emplear el programa denominado Watercad, definiendo así un software cuyo algoritmo nos da múltiples opciones para realizar el cálculo hidráulico.

**Simulación hidráulica**

La determinación de los parámetros de diseño permitió diseñar la bomba de ariete en base al caudal de diseño previamente obtenida, el cual aducirá agua natural y será dirigida al tanque o reservorio de almacenamiento, de ser necesario a otros elementos estructurales para realizar el control de sedimentos previa a la deposición del reservorio.

El software Watercad permitió divisar la gestión a largo plazo en cualquier procedimiento de suministro de agua potable incluyendo: estudios de protección contra incendio, estudios de vulnerabilidad, calibración hidráulica, evaluación de coste energético, eficiencia, etc. Este software adicional a las opciones que presenta en el modelación y análisis de las líneas de agua potable bajo presión, dispone de opciones de producción para el proceso de gestión de datos que obtuvimos, también se realizó la ejecución los modelamientos hidráulicos de archivos externos en formato DXF, asignación de demandas, extracción de elevaciones, elaboración y gestión de modelos hidráulicos, preparación de reportes, gestión operativa, cálculos hidráulicos complementarios y planos. Asimismo, este software brinda múltiples elecciones para visualizar los resultados en reportes. Por ello mediante este conocimiento se tiene claro sobre las características hidráulicas y físicas, datos definidos y establecidos, debido a que esta información se incrustó en el Watercad para realizar el modelo hidráulico representando así las condiciones más similares y tangibles posible para que las redes sean las más optimas.

**Elaboración de los planos**

En base a todos los resultados obtenidos se realizó un compendio de ellos y se preséntame mediante los diferentes planos presentados en esta investigación, tales como:

Plano de la captación

Plano de simulación hidráulica

Plano de hipoclorador de goteo

Plano del tanque elevado

Plano de la cisterna

### 3.3.1. Objetivo específico 1

El objetivo específico 1 busca realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno, así como, la posición sobre la superficie de la tierra para conocer la pendiente de diseño.

Para establecer la oferta y demanda de recursos hídricos se harán las siguientes actividades:

**Actividades 1**: Solicitar a la municipalidad u órgano del estado la información sobre las fuentes de agua y su disposición a ser utilizadas.

**Actividades 2**: Localizar la zona de estudio políticamente y geográficamente.

**Actividades 3**: Realizar el recorrido de campo para la identificación la ubicación del punto de captación o puntos claves.

**Actividades 4**: Realizar el levantamiento topográfico de la zona en estudio.

### 3.3.2. Objetivo específico 2

El objetivo específico 2 busca determinar los parámetros de diseño para efectuar el rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en la simulación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.

Para establecer cuál es el correcto sistema hidráulico se harán las siguientes actividades:

**Actividades 1**: Determinar la disponibilidad de los recursos hídricos mediante una solicitud a la empresa prestadora de servicios de saneamiento.

**Actividades 2**: Calcular la población futura.

**Actividades 3**: Calcular los el caudal de diseño.

**Actividades 4**: Calcular el volumen del tanque o reservorio necesario para la disponibilidad de agua potable.

### 3.3.3. Objetivo específico 3

El objetivo específico 3 Elaboración de planos en base a los resultados obtenidos de la simulación hidráulica realizada para el abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.

Para realizar el compendio de los resultados se presentarán en los planos respectivos y se harán las siguientes actividades:

**Actividades 1**: Realizar el plano de ubicación del barrio de Buenos Aires y Vista Alegre.

**Actividades 2**: Realizar el plano de lotización del barrio de Buenos Aires y Vista Alegre.

**Actividades 3**: Realizar el plano de topografía del barrio de Buenos Aires y Vista Alegre.

**Actividades 4**: Realizar el plano de simulación hidráulica del barrio de Buenos Aires y Vista Alegre.

# CAPÍTULO IV

# RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 4.1 Resultados de la investigación

Los resultados fueron obtenidos empleando los datos de la tabla (tabla de datos de demandas) que fueron introducidos en el modelamiento hidráulico propuesto, en el cual podemos ver el funcionamiento del sistema hidráulico de toda la línea de abastecimiento del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre, gracias a topología y topografía del área se propuso una red de abastecimiento convencional de agua potable, el cual observa un sistema gravitatorio para aprovechar el desnivel, el agua potable debe ser tratada en el reservorio antes de abastecer a la población, a continuación describimos el resultado del sistema de abastecimiento propuesto:

**4.1.1 Resultado del objetivo específico 1,** realizar estudios topográficos, para determinar la configuración y cotas del terreno, así como, la posición sobre la superficie de la tierra para conocer la pendiente de diseño.

Se realizó el levantamiento topográfico del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre para determinar la topología del centro poblado es decir las cotas existentes en el terreno de fundación por ello se optó por un sistema gravitatorio.

**4.1.2 Resultado del objetivo específico 2,** determinar los parámetros de diseño para efectuar el rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en la simulación hidráulica de la red de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.

Se aprecia en la siguiente tabla el resultado del cálculo de los parámetros de diseño para efectuar la simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable:

**DISEÑO HIDRAÚLICO DE CAPTACIÓN DE LADERA (Q. diseño=1.50lps)**

$Gasto\ Máximo\ de\ la\ Fuente: Qmax = 1.95 l/s$

$Gasto\ Mínimo\ de\ la\ Fuente: Qmin = 1.69 l/s$

$Gasto\ Máximo\ Diario: Qmd1 = 1.30 l/s$

**Ancho de la pantalla:**

Sabemos que:

Q max= $V_2$xCdxA

Despejando:

A= Q max/$V_2$ X Cd

Carga sobre el centro del orificio: H=0.50m (Valor entre 0.40m a 0.50m)

Coeficiente de descarga: Cd=0.80 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g=9.81m/s2

Gasto máximo de la fuente: Q max=1.95l/s

Velocidad de paso teórica:

$$V2t = Cd \times \sqrt{(2gH)}$$

$v_{2t} = 2.51m/s\ (en\ la\ entrada\ a\ la\ tubería)$ (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Área de descarga: A=0.0041m2

Velocidad: v2=0.60m/s

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Diámetro Tub. Ingreso (orificios): Dc=0.0719 m =2.83 pulg

**Diámetro comercial: Da=2.00pulg**

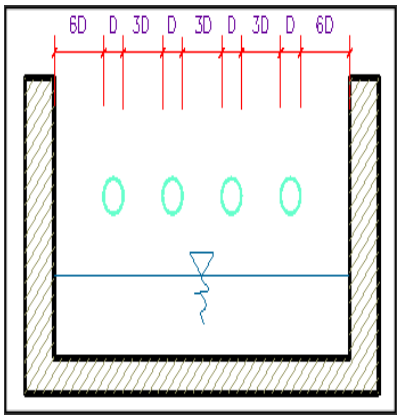



***Figura 6.*** Número de orificios

*Nota. Elaboración propia*

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \frac{\text{Dc}^{\ 2}}{\text{Da}^2} + 1$$

Nori= 4orificios

Ancho de la pantalla (b)

$$\mathrm{b} = 2(6\mathrm{D}) + \mathrm{Norif\ x\ D} + 3\mathrm{D}(\mathrm{Norif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: b=1.30m (Pero con 1.40 también es trabajable)

**Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:**

Sabemos que: $Hf = H - h0$

Donde: Carga sobre el centro del orificio: $H = 0.50m$

Pérdida de carga en el orificio: $ho = 0.028623853m$

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - captación: $Hf = 0.47m$

Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{Hf}{0.30}$$

Distancia afloramiento - Captación: L=1.57m = **1.60m**

**Altura de la cámara húmeda:**

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante la siguiente ecuación:

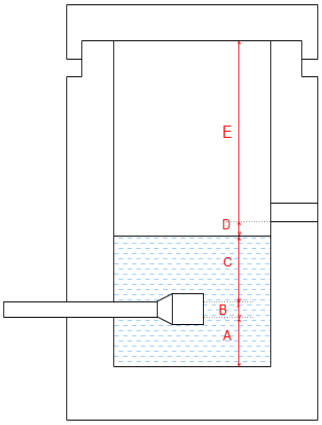



***Figura 7.*** Altura de la cámara húmeda

*Nota. Elaboración propia*

Donde:

A: Altura mínima para sedimentación de arenas.

A=10.0cm

B: mitad del diámetro de la canastilla.

B=0.050cm<>2plg

$D$: Desnivel del agua $= 10.0\text{cm}$

E: Borde Libre = 40.00cm

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56\,\frac{v^2}{2g} = 1.56\,\frac{Qmd^2}{2gA^2} \qquad Qmd = \qquad 0.0013m3/s$$

$A = 0.002m2$

$C = 0.03270\ m$

A=10.00cm

B=5.00cm

C=30.00cm

D=10.00cm

E=40.00cm

Hallamos la altura total: $\text{Ht} = \text{A} + \text{B} + \text{H} + \text{D} + \text{E}$

$$\text{Ht} = 0.95\text{m}$$

Altura Asumida: $\mathbf{Ht = 1.00m}$

**Dimensionamiento de la Canastilla:**

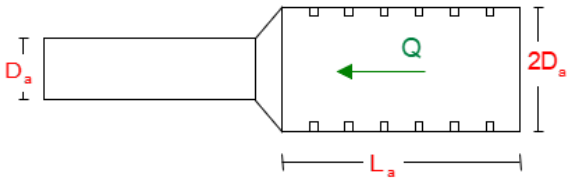



***Figura 8.*** Dimensionamiento de la canastilla

*Nota. Elaboración propia*

**Diámetro de la Canastilla**

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:

$Dcanastilla = 2xDa$

**D canastilla= 4”**

**Longitud de la Canastilla**

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

$L = 3x2.0 = 6\text{“} = 15.24cm$

$L = 6x2.00 = 12\text{ "} = 30.48cm$

$\mathbf{Lcanastilla} = \mathbf{20.0\ cm}$

Siendo las me idas de las ranuras: ancho de la ranura= 5mm (medida recomendada)

$largo\ de\ la\ ranura = 7mm\ (medida\ recomendada)$

$Siendo\ el\ área\ de\ la\ ranura$: $Ar = 35mm2 = 0.0000350 \quad m2$

**Debemos determinar el área total de las ranuras ($A_{TOTAL}$):**

$A_{TOTAL} = 2A_*$

Siendo= Área sección Tubería de salida: $A_* = 0.0020268m2$

$A_{TOTAL} = 0.0040537m2$

El valor de A total debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (Ag)

$Ag = 0.5\ x\ Dg\ x\ L$

Diámetro de la granada: $Dg = 4pulg = 10.16cm$

$L = 20.0cm$

$Ag = 0.0319186m2$

Por consiguiente: $A_{TOTAL} < Ag$

Determinar el número de ranuras:

$$N°\ ranura = \frac{Area\ total\ de\ ranura}{Area\ de\ ranura}$$

$Número\ de\ ranuras$: $115ranuras$

**Cálculo de Rebose y Limpia:**

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$Dr = \frac{0.71xQ^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

**Tubería de Rebose**

Gasto máximo de la fuente: Qmax= 1.95 l/s

Perdida de carga unitaria en m/m: hf= 0.015 m/m (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose: DR= 2.21050925 pulg

Asumimos un diámetro comercial: DR= 2.5 pulg

**Tubería de Limpieza**

Gasto máximo de la fuente: $\mathrm{Qmax} = 1.95\ \mathrm{l/s}$

Perdida de carga unitaria en m/m: $\mathrm{hf} = 0.015\ \mathrm{m/m}\ (\text{valor recomendado})$

Diámetro de la tubería de limpia: $\mathrm{DL} = 2.21050925\ \mathrm{pulg}$

Asumimos un diámetro comercial: $\mathbf{DL = 2.5\ pulg}$

**Calculo Hidráulico de la Línea de Conducción**

**Tabla de los caudales y velocidades de la línea de Conducción Programa WaterCAD**

En el diseño del Programa WaterCAD se consideró las longitudes obtenidas del programa Civil 3d, considerando un Caudal Máximo Diario de 1.30 l/s, pero por condiciones de diseño y respetando el RM. N° 173-2016 se consideró un Q de diseño de 1.50 l/s.

**Tabla 2**

*Resultados del modelamiento hidráulico de la línea de conducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Des. | Longitud (m) | Nudo de Inicio | Nudo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (L/s) | Velocidad (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-1 | 17.42 | R-1 | N-2 | 55.6 | PVC | 150 | 2.80 | 1.15 |
| T-2 | 36.53 | N-2 | N-03 | 55.6 | PVC | 150 | 2.79 | 1.15 |
| T-3 | 28.77 | N-03 | N-04 | 55.6 | PVC | 150 | 2.78 | 1.15 |
| T-4 | 44.18 | N-04 | N-05 | 55.6 | PVC | 150 | 2.78 | 1.14 |
| T-5 | 10.41 | N-06 | N-07 | 55.6 | PVC | 150 | 2.76 | 1.14 |
| T-6 | 30.03 | N-05 | N-06 | 55.6 | PVC | 150 | 2.77 | 1.14 |
| T-7 | 13.94 | N-07 | N-08 | 55.6 | PVC | 150 | 2.76 | 1.14 |
| T-8 | 25.38 | N-08 | N-09 | 55.6 | PVC | 150 | 2.76 | 1.14 |
| T-9 | 17.92 | N-09 | N-10 | 55.6 | PVC | 150 | 2.75 | 1.13 |
| T-10 | 43.99 | N-10 | N-11 | 55.6 | PVC | 150 | 2.75 | 1.13 |
| T-11 | 53.7 | N-11 | N-12 | 55.6 | PVC | 150 | 2.74 | 1.13 |
| T-12 | 23.18 | N-12 | N-13 | 55.6 | PVC | 150 | 2.73 | 1.12 |
| T-13 | 34.16 | N-13 | N-14 | 55.6 | PVC | 150 | 2.72 | 1.12 |

| Des. | Longitud (m) | Nudo de Inicio | Nudo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (L/s) | Velocidad (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-14 | 34.45 | N-14 | N-15 | 55.6 | PVC | 150 | 2.71 | 1.12 |
| T-15 | 46.29 | N-15 | N-16 | 55.6 | PVC | 150 | 2.70 | 1.11 |
| T-16 | 15.84 | N-16 | N-17 | 55.6 | PVC | 150 | 2.70 | 1.11 |
| T-17 | 12.86 | N-17 | N-18 | 55.6 | PVC | 150 | 2.69 | 1.11 |
| T-18 | 20.71 | N-18 | N-19 | 55.6 | PVC | 150 | 2.69 | 1.11 |
| T-19 | 23.92 | N-19 | N-20 | 55.6 | PVC | 150 | 2.69 | 1.11 |
| T-20 | 34.19 | N-20 | N-21 | 55.6 | PVC | 150 | 2.68 | 1.10 |
| T-21 | 87.31 | N-21 | N-22 | 55.6 | PVC | 150 | 2.67 | 1.10 |
| T-22 | 47.77 | N-22 | N-23 | 55.6 | PVC | 150 | 2.65 | 1.09 |
| T-23 | 37.9 | N-23 | N-24 | 55.6 | PVC | 150 | 2.64 | 1.09 |
| T-24 | 40.21 | N-24 | N-25 | 55.6 | PVC | 150 | 2.64 | 1.09 |
| T-25 | 56.07 | N-25 | N-26 | 55.6 | PVC | 150 | 2.62 | 1.08 |
| T-26 | 77.94 | N-26 | N-27 | 55.6 | PVC | 150 | 2.61 | 1.08 |
| T-27 | 47.04 | N-27 | N-28 | 55.6 | PVC | 150 | 2.60 | 1.07 |
| T-28 | 102.2 | N-28 | N-29 | 55.6 | PVC | 150 | 2.58 | 1.06 |
| T-29 | 43.01 | N-29 | N-30 | 55.6 | PVC | 150 | 2.57 | 1.06 |
| T-30 | 43.84 | N-30 | N-31 | 55.6 | PVC | 150 | 2.56 | 1.05 |
| T-31 | 79.56 | N-31 | N-32 | 55.6 | PVC | 150 | 2.54 | 1.05 |
| T-32 | 92.96 | N-32 | N-33 | 55.6 | PVC | 150 | 2.52 | 1.04 |
| T-33 | 26.25 | N-33 | N-34 | 55.6 | PVC | 150 | 2.51 | 1.03 |
| T-34 | 43.8 | N-34 | N-35 | 55.6 | PVC | 150 | 2.50 | 1.03 |
| T-35 | 23.32 | N-35 | N-36 | 55.6 | PVC | 150 | 2.50 | 1.03 |
| T-36 | 20.62 | N-36 | N-37 | 55.6 | PVC | 150 | 2.49 | 1.03 |
| T-37 | 18.69 | N-37 | N-38 | 55.6 | PVC | 150 | 2.49 | 1.02 |
| T-38 | 23.8 | N-38 | N-39 | 55.6 | PVC | 150 | 2.48 | 1.02 |
| T-39 | 40.71 | N-39 | N-40 | 55.6 | PVC | 150 | 2.48 | 1.02 |
| T-40 | 33.61 | N-40 | N-41 | 55.6 | PVC | 150 | 2.47 | 1.02 |
| T-41 | 21.23 | N-41 | PRV-1 | 55.6 | PVC | 150 | 2.46 | 1.01 |
| T-42 | 13.17 | PRV-1 | N-42 | 55.6 | PVC | 150 | 2.46 | 1.01 |
| T-43 | 23.74 | N-42 | N-43 | 55.6 | PVC | 150 | 2.45 | 1.01 |
| T-44 | 21.7 | N-43 | N-44 | 55.6 | PVC | 150 | 2.45 | 1.01 |
| T-45 | 30.81 | N-44 | N-45 | 55.6 | PVC | 150 | 2.44 | 1.01 |
| T-46 | 59.22 | N-45 | N-46 | 55.6 | PVC | 150 | 2.43 | 1.00 |
| T-47 | 69.91 | N-46 | N-47 | 55.6 | PVC | 150 | 2.42 | 1.00 |
| T-48 | 27.34 | N-47 | N-48 | 55.6 | PVC | 150 | 2.41 | 0.99 |
| T-49 | 29.66 | N-48 | N-49 | 55.6 | PVC | 150 | 2.40 | 0.99 |
| T-50 | 75.64 | N-49 | N-50 | 55.6 | PVC | 150 | 2.39 | 0.99 |
| T-51 | 126.34 | N-50 | N-51 | 55.6 | PVC | 150 | 2.37 | 0.98 |
| T-52 | 60.13 | N-51 | N-52 | 55.6 | PVC | 150 | 2.35 | 0.97 |
| T-53 | 44.03 | N-52 | N-53 | 55.6 | PVC | 150 | 2.34 | 0.96 |
| T-54 | 33.67 | N-53 | N-54 | 55.6 | PVC | 150 | 2.33 | 0.96 |
| T-55 | 42.27 | N-54 | N-55 | 55.6 | PVC | 150 | 2.32 | 0.96 |
| T-56 | 15.28 | N-55 | N-56 | 55.6 | PVC | 150 | 2.32 | 0.95 |
| T-57 | 25.95 | N-56 | N-57 | 55.6 | PVC | 150 | 2.31 | 0.95 |

| Des. | Longitud (m) | Nudo de Inicio | Nudo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (L/s) | Velocidad (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-58 | 59.6 | N-57 | N-58 | 55.6 | PVC | 150 | 2.30 | 0.95 |
| T-59 | 36.03 | N-58 | N-59 | 55.6 | PVC | 150 | 2.29 | 0.94 |
| T-60 | 36.16 | N-59 | N-60 | 55.6 | PVC | 150 | 2.29 | 0.94 |
| T-61 | 37.22 | N-60 | N-61 | 55.6 | PVC | 150 | 2.28 | 0.94 |
| T-62 | 59.92 | N-61 | N-62 | 55.6 | PVC | 150 | 2.27 | 0.93 |
| T-63 | 35.1 | N-62 | N-63 | 55.6 | PVC | 150 | 2.26 | 0.93 |
| T-64 | 38.71 | N-63 | N-64 | 55.6 | PVC | 150 | 2.25 | 0.93 |
| T-65 | 35.46 | N-64 | N-65 | 55.6 | PVC | 150 | 2.24 | 0.92 |
| T-66 | 51.36 | N-65 | N-66 | 55.6 | PVC | 150 | 2.23 | 0.92 |
| T-67 | 23.35 | N-66 | N-67 | 55.6 | PVC | 150 | 2.22 | 0.92 |
| T-68 | 28.26 | N-67 | N-68 | 55.6 | PVC | 150 | 2.22 | 0.91 |
| T-69 | 42.88 | N-68 | N-69 | 55.6 | PVC | 150 | 2.21 | 0.91 |
| T-70 | 66.18 | N-69 | N-70 | 55.6 | PVC | 150 | 2.20 | 0.91 |
| T-71 | 89.63 | N-70 | N-71 | 55.6 | PVC | 150 | 2.18 | 0.90 |
| T-72 | 26.54 | N-71 | N-72 | 55.6 | PVC | 150 | 2.17 | 0.89 |
| T-73 | 16.67 | N-72 | N-73 | 55.6 | PVC | 150 | 2.17 | 0.89 |
| T-74 | 38.81 | N-73 | N-74 | 55.6 | PVC | 150 | 2.16 | 0.89 |
| T-75 | 14.73 | N-74 | N-75 | 55.6 | PVC | 150 | 2.15 | 0.89 |
| T-76 | 39.07 | N-75 | N-76 | 55.6 | PVC | 150 | 2.15 | 0.88 |
| T-77 | 36.74 | N-76 | N-77 | 55.6 | PVC | 150 | 2.14 | 0.88 |
| T-78 | 93.12 | N-77 | N-78 | 55.6 | PVC | 150 | 2.13 | 0.88 |
| T-79 | 52.07 | N-78 | N-79 | 55.6 | PVC | 150 | 2.11 | 0.87 |
| T-80 | 20.58 | N-79 | N-80 | 55.6 | PVC | 150 | 2.10 | 0.87 |
| T-81 | 56.26 | N-80 | N-81 | 55.6 | PVC | 150 | 2.09 | 0.86 |
| T-82 | 55.32 | N-81 | N-82 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 |
| T-83 | 52.13 | N-82 | N-83 | 55.6 | PVC | 150 | 2.07 | 0.85 |
| T-84 | 62.95 | N-83 | N-84 | 55.6 | PVC | 150 | 2.06 | 0.85 |
| T-85 | 95.92 | N-84 | N-85 | 55.6 | PVC | 150 | 2.04 | 0.84 |
| T-86 | 94.46 | N-85 | N-86 | 55.6 | PVC | 150 | 2.02 | 0.83 |
| T-87 | 76.64 | N-86 | N-87 | 55.6 | PVC | 150 | 2.00 | 0.82 |
| T-88 | 43.5 | N-87 | N-88 | 55.6 | PVC | 150 | 1.99 | 0.82 |
| T-89 | 32.23 | N-88 | N-89 | 55.6 | PVC | 150 | 1.98 | 0.82 |
| T-90 | 60.88 | N-89 | N-90 | 55.6 | PVC | 150 | 1.97 | 0.81 |
| T-91 | 54.22 | N-90 | N-91 | 55.6 | PVC | 150 | 1.96 | 0.81 |
| T-92 | 24.37 | N-91 | N-92 | 55.6 | PVC | 150 | 1.95 | 0.80 |
| T-93 | 28.3 | N-92 | N-93 | 55.6 | PVC | 150 | 1.94 | 0.80 |
| T-94 | 35.56 | N-93 | N-94 | 55.6 | PVC | 150 | 1.94 | 0.80 |
| T-95 | 42.21 | N-94 | N-95 | 55.6 | PVC | 150 | 1.93 | 0.79 |
| T-96 | 14.16 | N-95 | N-96 | 55.6 | PVC | 150 | 1.92 | 0.79 |
| T-97 | 22.75 | N-96 | N-97 | 55.6 | PVC | 150 | 1.92 | 0.79 |
| T-98 | 19.72 | N-97 | N-98 | 55.6 | PVC | 150 | 1.91 | 0.79 |
| T-99 | 51.35 | N-98 | N-99 | 55.6 | PVC | 150 | 1.91 | 0.79 |
| T-100 | 40.02 | N-99 | N-100 | 55.6 | PVC | 150 | 1.90 | 0.78 |
| T-101 | 91.82 | N-100 | N-101 | 55.6 | PVC | 150 | 1.88 | 0.78 |

| Des. | Longitud (m) | Nudo de Inicio | Nudo Final | Diámetro (mm) | Material | Hazen-Williams C | Caudal (L/s) | Velocidad (m/s) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-102 | 66.5 | N-101 | PRV-2 | 55.6 | PVC | 150 | 1.86 | 0.77 |
| T-103 | 22.24 | PRV-2 | N-102 | 55.6 | PVC | 150 | 1.86 | 0.77 |
| T-104 | 59.55 | N-102 | N-103 | 55.6 | PVC | 150 | 1.85 | 0.76 |
| T-105 | 62.34 | N-103 | N-104 | 55.6 | PVC | 150 | 1.83 | 0.76 |
| T-106 | 31.84 | N-104 | N-105 | 55.6 | PVC | 150 | 1.82 | 0.75 |
| T-107 | 32.27 | N-105 | N-106 | 55.6 | PVC | 150 | 1.82 | 0.75 |
| T-108 | 55.26 | N-106 | N-107 | 55.6 | PVC | 150 | 1.81 | 0.74 |
| T-109 | 69.41 | N-107 | N-108 | 55.6 | PVC | 150 | 1.80 | 0.74 |
| T-110 | 64.62 | N-108 | N-109 | 55.6 | PVC | 150 | 1.78 | 0.73 |
| T-111 | 110.64 | N-109 | N-110 | 55.6 | PVC | 150 | 1.76 | 0.73 |
| T-112 | 111.19 | N-110 | N-111 | 55.6 | PVC | 150 | 1.74 | 0.72 |
| T-113 | 92.37 | N-111 | N-112 | 55.6 | PVC | 150 | 1.72 | 0.71 |
| T-114 | 105.00 | N-112 | N-113 | 55.6 | PVC | 150 | 1.69 | 0.70 |
| T-115 | 48.96 | N-113 | N-114 | 55.6 | PVC | 150 | 1.68 | 0.69 |
| T-116 | 105.55 | N-114 | N-115 | 55.6 | PVC | 150 | 1.66 | 0.68 |
| T-117 | 49.61 | N-115 | N-116 | 55.6 | PVC | 150 | 1.65 | 0.68 |
| T-118 | 52.04 | N-116 | N-117 | 55.6 | PVC | 150 | 1.63 | 0.67 |
| T-119 | 49.02 | N-117 | N-118 | 55.6 | PVC | 150 | 1.62 | 0.67 |
| T-120 | 49.88 | N-118 | N-119 | 55.6 | PVC | 150 | 1.61 | 0.66 |
| T-121 | 61.74 | N-119 | N-120 | 55.6 | PVC | 150 | 1.60 | 0.66 |
| T-122 | 68.51 | N-120 | N-121 | 55.6 | PVC | 150 | 1.59 | 0.65 |
| T-123 | 44.78 | N-121 | N-122 | 55.6 | PVC | 150 | 1.57 | 0.65 |
| T-124 | 25.28 | N-122 | N-123 | 55.6 | PVC | 150 | 1.57 | 0.65 |
| T-125 | 227.77 | N-123 | N-124 | 55.6 | PVC | 150 | 1.54 | 0.63 |
| T-126 | 80.53 | N-124 | N-125 | 55.6 | PVC | 150 | 1.51 | 0.62 |
| T-127 | 46.87 | N-125 | N-126 | 55.6 | PVC | 150 | 1.49 | 0.61 |
| T-128 | 90.06 | N-126 | N-127 | 55.6 | PVC | 150 | 1.48 | 0.61 |
| T-129 | 51.83 | N-127 | N-128 | 55.6 | PVC | 150 | 1.46 | 0.60 |
| T-130 | 162.95 | N-128 | N-129 | 55.6 | PVC | 150 | 1.47 | 0.61 |
| T-131 | 252.23 | N-129 | N-130 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.62 |
| T-132 | 65.75 | N-130 | N-131 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.61 |
| T-133 | 29.52 | N-131 | N-132 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.60 |
| T-134 | 187.91 | N-132 | N-133 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.61 |
| T-135 | 28.84 | N-133 | N-134 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.61 |
| T-136 | 13.85 | N-134 | N-135 | 55.6 | PVC | 150 | 1.45 | 0.60 |

*Nota:* Elaboración propia

Se Puede observar en la columna de Velocidades, son superiores a la Vmín=0.60 y podemos concluir que el diámetro es adecuado al Proyecto

En las Siguiente tabla se observa las Presiones obtenidas en el Programa WaterCAD.

**Tabla 3**

*Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de la línea de conducción los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Nudos | Elevación (m.s.n.m) | Demanda Unitaria en Nodos | Gradiente Hidráulica(m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| N-02 | 1146.49 | 0.01 | 1147.53 | 1.03 |
| N-03 | 1146.18 | 0.01 | 1146.65 | 0.47 |
| N-04 | 1145.78 | 0.01 | 1145.97 | 0.19 |
| N-05 | 1144.78 | 0.01 | 1144.92 | 0.14 |
| N-06 | 1143.94 | 0.00 | 1144.21 | 0.27 |
| N-07 | 1143.62 | 0.00 | 1143.96 | 0.34 |
| N-08 | 1143.34 | 0.00 | 1143.63 | 0.29 |
| N-09 | 1142.28 | 0.00 | 1143.04 | 0.76 |
| N-10 | 1141.58 | 0.01 | 1142.62 | 1.04 |
| N-11 | 1140.80 | 0.01 | 1141.59 | 0.79 |
| N-12 | 1140.15 | 0.01 | 1140.35 | 0.21 |
| N-13 | 1139.31 | 0.01 | 1139.82 | 0.51 |
| N-14 | 1138.44 | 0.01 | 1139.04 | 0.60 |
| N-15 | 1137.84 | 0.01 | 1138.25 | 0.41 |
| N-16 | 1136.81 | 0.01 | 1137.21 | 0.40 |
| N-17 | 1136.07 | 0.00 | 1136.85 | 0.78 |
| N-18 | 1135.82 | 0.00 | 1136.56 | 0.74 |
| N-19 | 1135.78 | 0.00 | 1136.10 | 0.32 |
| N-20 | 1135.32 | 0.01 | 1135.56 | 0.24 |
| N-21 | 1133.19 | 0.01 | 1134.80 | 1.61 |
| N-22 | 1131.74 | 0.01 | 1132.87 | 1.13 |
| N-23 | 1130.26 | 0.01 | 1131.83 | 1.57 |
| N-24 | 1128.13 | 0.01 | 1131.01 | 2.88 |
| N-25 | 1125.82 | 0.01 | 1130.14 | 4.31 |
| N-26 | 1124.10 | 0.01 | 1128.94 | 4.83 |
| N-27 | 1121.25 | 0.01 | 1127.29 | 6.03 |
| N-28 | 1120.85 | 0.02 | 1126.30 | 5.44 |
| N-29 | 1119.66 | 0.02 | 1124.18 | 4.51 |
| N-30 | 1118.35 | 0.01 | 1123.29 | 4.93 |
| N-31 | 1117.15 | 0.01 | 1122.40 | 5.24 |
| N-32 | 1116.34 | 0.02 | 1120.79 | 4.44 |
| N-33 | 1115.09 | 0.01 | 1118.94 | 3.84 |
| N-34 | 1114.36 | 0.01 | 1118.42 | 4.06 |
| N-35 | 1113.06 | 0.01 | 1117.56 | 4.49 |
| N-36 | 1112.24 | 0.00 | 1117.11 | 4.86 |
| N-37 | 1111.20 | 0.00 | 1116.71 | 5.50 |
| N-38 | 1109.64 | 0.00 | 1116.34 | 6.69 |
| N-39 | 1108.61 | 0.01 | 1115.88 | 7.26 |
| N-40 | 1107.73 | 0.01 | 1115.10 | 7.35 |
| N-41 | 1107.51 | 0.01 | 1114.46 | 6.93 |
| N-42 | 1106.57 | 0.01 | 1106.90 | 0.33 |

| Nudos | Elevación (m.s.n.m) | Demanda Unitaria en Nodos | Gradiente Hidráulica(m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| N-43 | 1104.46 | 0.00 | 1106.45 | 1.98 |
| N-44 | 1103.24 | 0.01 | 1106.04 | 2.80 |
| N-45 | 1101.25 | 0.01 | 1105.46 | 4.21 |
| N-46 | 1097.32 | 0.01 | 1104.36 | 7.02 |
| N-47 | 1095.53 | 0.01 | 1103.07 | 7.52 |
| N-48 | 1094.05 | 0.01 | 1102.57 | 8.50 |
| N-49 | 1093.75 | 0.01 | 1102.03 | 8.26 |
| N-50 | 1093.38 | 0.02 | 1100.66 | 7.27 |
| N-51 | 1092.61 | 0.02 | 1098.42 | 5.80 |
| N-52 | 1091.39 | 0.01 | 1097.37 | 5.97 |
| N-53 | 1091.17 | 0.01 | 1096.61 | 5.43 |
| N-54 | 1090.34 | 0.01 | 1096.03 | 5.67 |
| N-55 | 1089.95 | 0.01 | 1095.31 | 5.34 |
| N-56 | 1089.57 | 0.00 | 1095.05 | 5.46 |
| N-57 | 1089.07 | 0.01 | 1094.61 | 5.53 |
| N-58 | 1087.64 | 0.01 | 1093.60 | 5.95 |
| N-59 | 1086.64 | 0.01 | 1093.00 | 6.35 |
| N-60 | 1086.16 | 0.01 | 1092.40 | 6.23 |
| N-61 | 1085.39 | 0.01 | 1091.79 | 6.39 |
| N-62 | 1084.39 | 0.01 | 1090.81 | 6.40 |
| N-63 | 1083.66 | 0.01 | 1090.24 | 6.57 |
| N-64 | 1083.67 | 0.01 | 1089.62 | 5.94 |
| N-65 | 1082.92 | 0.01 | 1089.05 | 6.12 |
| N-66 | 1082.17 | 0.01 | 1088.24 | 6.06 |
| N-67 | 1081.17 | 0.01 | 1087.87 | 6.69 |
| N-68 | 1080.08 | 0.01 | 1087.43 | 7.34 |
| N-69 | 1078.99 | 0.01 | 1086.76 | 7.76 |
| N-70 | 1078.18 | 0.02 | 1085.74 | 7.55 |
| N-71 | 1077.61 | 0.01 | 1084.37 | 6.75 |
| N-72 | 1077.07 | 0.00 | 1083.97 | 6.89 |
| N-73 | 1076.18 | 0.01 | 1083.72 | 7.53 |
| N-74 | 1075.21 | 0.01 | 1083.15 | 7.92 |
| N-75 | 1074.53 | 0.01 | 1082.93 | 8.38 |
| N-76 | 1073.38 | 0.01 | 1082.35 | 8.95 |
| N-77 | 1072.39 | 0.01 | 1081.81 | 9.40 |
| N-78 | 1071.46 | 0.02 | 1080.46 | 8.99 |
| N-79 | 1070.48 | 0.01 | 1079.72 | 9.22 |
| N-80 | 1070.71 | 0.01 | 1079.43 | 8.70 |
| N-81 | 1070.90 | 0.01 | 1078.63 | 7.72 |
| N-82 | 1070.77 | 0.01 | 1077.86 | 7.08 |
| N-83 | 1070.93 | 0.01 | 1077.14 | 6.20 |
| N-84 | 1071.63 | 0.02 | 1076.28 | 4.64 |
| N-85 | 1071.57 | 0.02 | 1074.99 | 3.42 |
| N-86 | 1069.80 | 0.02 | 1073.75 | 3.94 |
| N-87 | 1069.79 | 0.01 | 1072.75 | 2.96 |

| Nudos | Elevación (m.s.n.m) | Demanda Unitaria en Nodos | Gradiente Hidráulica(m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| N-88 | 1069.26 | 0.01 | 1072.19 | 2.93 |
| N-89 | 1068.50 | 0.01 | 1071.78 | 3.28 |
| N-90 | 1067.71 | 0.01 | 1071.02 | 3.30 |
| N-91 | 1067.09 | 0.01 | 1070.34 | 3.25 |
| N-92 | 1066.61 | 0.01 | 1070.04 | 3.42 |
| N-93 | 1065.77 | 0.01 | 1069.69 | 3.92 |
| N-94 | 1064.67 | 0.01 | 1069.26 | 4.58 |
| N-95 | 1063.78 | 0.01 | 1068.75 | 4.95 |
| N-96 | 1063.47 | 0.00 | 1068.58 | 5.09 |
| N-97 | 1062.51 | 0.00 | 1068.30 | 5.78 |
| N-98 | 1062.35 | 0.01 | 1068.07 | 5.71 |
| N-99 | 1060.60 | 0.01 | 1067.46 | 6.85 |
| N-100 | 1059.65 | 0.01 | 1066.99 | 7.32 |
| N-101 | 1058.47 | 0.02 | 1065.93 | 7.45 |
| N-102 | 1056.62 | 0.01 | 1057.18 | 0.56 |
| N-103 | 1054.53 | 0.01 | 1056.51 | 1.97 |
| N-104 | 1053.83 | 0.01 | 1055.82 | 1.99 |
| N-105 | 1053.57 | 0.01 | 1055.48 | 1.90 |
| N-106 | 1053.66 | 0.01 | 1055.13 | 1.47 |
| N-107 | 1052.91 | 0.01 | 1054.53 | 1.62 |
| N-108 | 1052.55 | 0.01 | 1053.80 | 1.25 |
| N-109 | 1051.58 | 0.02 | 1053.12 | 1.54 |
| N-110 | 1044.69 | 0.02 | 1051.99 | 7.29 |
| N-111 | 1043.36 | 0.02 | 1050.88 | 7.51 |
| N-112 | 1042.19 | 0.02 | 1049.98 | 7.77 |
| N-113 | 1041.23 | 0.02 | 1048.98 | 7.74 |
| N-114 | 1040.35 | 0.02 | 1048.52 | 8.15 |
| N-115 | 1037.78 | 0.02 | 1047.55 | 9.75 |
| N-116 | 1037.35 | 0.01 | 1047.10 | 9.73 |
| N-117 | 1037.45 | 0.01 | 1046.64 | 9.17 |
| N-118 | 1036.68 | 0.01 | 1046.21 | 9.50 |
| N-119 | 1035.55 | 0.01 | 1045.77 | 10.20 |
| N-120 | 1034.17 | 0.01 | 1045.25 | 11.05 |
| N-121 | 1033.70 | 0.01 | 1044.67 | 10.94 |
| N-122 | 1033.63 | 0.01 | 1044.30 | 10.65 |
| N-123 | 1033.57 | 0.03 | 1044.09 | 10.50 |
| N-124 | 1031.65 | 0.03 | 1042.27 | 10.60 |
| N-125 | 1028.55 | 0.01 | 1041.65 | 13.07 |
| N-126 | 1026.35 | 0.01 | 1041.30 | 14.92 |
| N-127 | 1024.48 | 0.02 | 1040.63 | 16.12 |
| N-128 | 1024.42 | 0.02 | 1040.26 | 15.81 |
| N-129 | 1022.25 | 0.04 | 1039.11 | 16.83 |
| N-130 | 1023.45 | 0.03 | 1037.43 | 13.96 |
| N-131 | 1024.33 | 0.01 | 1037.01 | 12.66 |
| N-132 | 1023.25 | 0.02 | 1036.83 | 13.55 |

| Nudos | Elevación (m.s.n.m) | Demanda Unitaria en Nodos | Gradiente Hidráulica(m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| N-133 | 1017.53 | 0.02 | 1035.69 | 18.12 |
| N-134 | 1016.63 | 0.00 | 1035.52 | 18.86 |
| N-135 | 1016.24 | 1.30 | 1035.44 | 19.16 |

*Nota:* Elaboración propia

En el nudo 135 se observa una presión de 19.16 $m\,H_2O$, que vendría a ser la Presión de llegada a la cisterna, cumpliendo la Presión Mínima=10 $m\,H_2O$, el diseño y los diámetros asumidos han respetado la norma OS 020

En esta Línea de Conducción se, realizo 2 cámaras rompe Presión tipo 6, que podemos observar en el siguiente cuadro:

**Tabla 4**

*Resultados de la cámara rompe presión del modelamiento hidráulico de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Accesorio | elevación (m) | Diámetro de la Válvula (mm) | Caudal (L/s) | Gradiente Hidráulico(m) | Presión (m) |
|---|---|---|---|---|---|
| PRV-1 | 1,107.15 | 44.4 | 2.46 | 1,114.05 | 6.91 |
| PRV-2 | 1,057.43 | 44.4 | 1.86 | 1,065.17 | 7.74 |

*Nota:* Elaboración propia

**Diseño Cámara Rompe Presión Tipo 6**

Proyecto: Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

**1. Cámara Rompe Presión:**

Se conoce: Qmd = 1.300 l/s (Caudal máximo diario)

D = 2.0 pulg

Del gráfico:

A: Altura mínima = 10.0 cm = 0.10 m

H : Altura de carga requerida para que el caudal de salida pueda fluir

BL : Borde libre = 40.0 cm= 0.40 m

Ht : Altura total de la Cámara Rompe Presión

Ht = A+H+BL

Para determinar la altura de la cámara rompe presión, es necesario la carga requerida (H)

Este valor se determina mediante la ecuación experimental de Bernoulli.

Se sabe: $H = 1.56 * \frac{V^2}{2*g}$ y $V = \frac{Q}{A}$

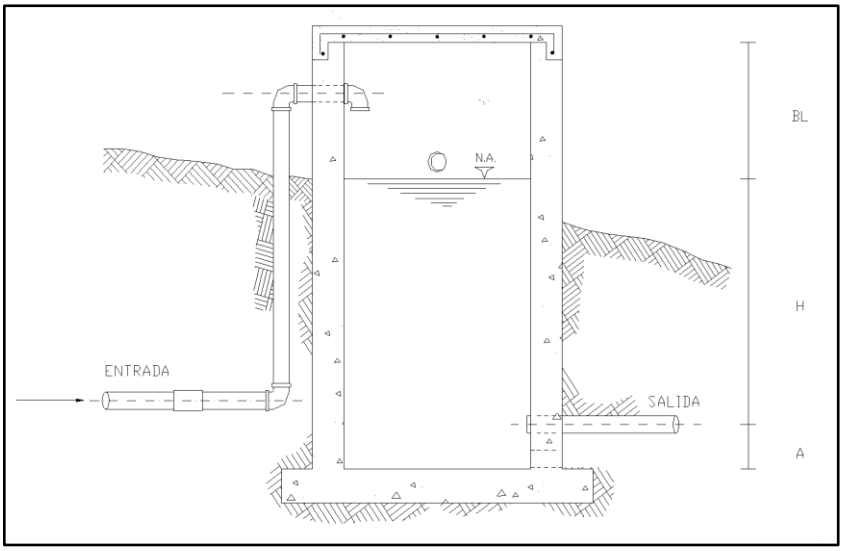



***Figura 9.*** Dimensión de la cámara rompe presión

*Nota. Elaboración propia*

V =0.64m/s

Reemplazando en: $H = 1.56 * \frac{V^2}{2*g}$

H =0.033 m = 3cm

Por procesos constructivos tomamos H = 0.5m

Luego:

Ht = A + H + BL

Ht = 0.1 + 0.5 + 0.4

Ht = 1.00 m

Se necesitan dimensiones más pequeñas para un caudal menor, por lo que para simplificar la construcción y la instalación de accesorios, elegiremos una sección de cámara de presión base de 0,60 * 0,60 m.

**2. Cálculo de la Canastilla:**

Se recomienda que el diámetro de la canastilla sea 2 veces el diámetro de la tubería de salida

Dc = 2 x D

Dc = 4 pulg

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor 3D y menor que 6D

L= (3 x D) x 2.54 = 15.24 cm

L= (6 x D) x 2.54 = 30.48 cm

Lasumido =65cm

Área de ranuras:

$A_r$=7mm x 5mm =35 $mm^2$

$A_r$=35x $10^{-2}$ $cm^2$

Área total de ranuras At= 2 As, Considerando As como el área transversal de la tubería de salida

$$A_s = \frac{Pi\ x\ {D_s}^2}{4}$$

As = 20.27

At = 40.54

Area de At no debe ser mayor al 50% del area lateral de la granada (Ag)

$$A_g = 0.5xD_gxL$$

Ag = 330.20

El número de ranuras resulta:

$$N°\ ranuras = \frac{Area\ total\ de\ ranura}{Area\ de\ ranura}$$

N° de ranuras =116

**3. Rebose:**

La tubería de rebose se calcula mediante la ecuación de Hazen y Williams ( para C=150)

$$D = 4.63 * \frac{Q^{0.38}}{C^{0.38}S^{0.21}}$$

Donde:

D = Diámetro (pulg)

Qmd = Caudal máximo diario (l/s)

Hf = Pérdida de carga unitaria (m/m). Considera = 0.010

D = 2.00 pulg

Considerando una tubería de rebose de 8 pulg.

**Calculo Hidráulico del Hipoclorito de Sodio**

Estimación de cloro en la desinfección protección del agua de consumo humano

Cálculo de la demanda de agua

**Tabla 5**

*Dotación de agua según saneamiento*

| Región | Sin Arrastre Hidráulico | Con Arrastre Hidráulico |
|---|---|---|
| Costa | 60 l/h/d | 90 l/h/d |
| Sierra | 50 l/h/d | 80 l/h/d |
| Selva | 70 l/h/d | 100 l/h/d |

*Nota:* Elaboración propia

$Población\ Actual$: 160 Habitantes

$Dotación$: 70 $L/h/d$

$Coef.De\ Variación$: 1.3 para el Q.M. D

$Qmd$: $1.30 l/s$

**Estimación de la cantidad de cloro**

$$P = \frac{V \times C_C}{10 \times \%\ de\ Hipoclorito\ de\ Calcio}$$

Donde:

$\mathrm{V} = \text{volumen en litros}$

$\mathrm{Cc} = \text{concentración en mg/l}$

$\mathrm{P} = \text{peso en gramos}$

La concentración de cloro, asumiremos que será igual a la del Reservorio

$Cc = CC_{C.Reservorio} = 1.5\ mg/l$

El Hipoclorito de cloro a un 70 % de concentración

**Cálculo para 1 día:**

$Volumen\ para\ un\ dia = V_{1\ dia} = Qmd \times 86400$

$V = 1.30 \times 86400 = 112320\ litros$

$P = \frac{112320 \times 1.5}{10 \times 70\%} = 240.69\ gr$ peso para un día

El periodo de recarga puede ser de 7 días, 14 días, 21 días, asumiremos 14 días

**El Peso del Hipoclorito de Sodio para 14 días:**

$P = 240.69\ gr \times 14 = 3369.66\ gramos$

Verificamos la concentración en el tanque de la solución principal

1 ppm=1 mg/L $C1 \leq 5000\ mg/L$ para el Tanque solución Principal

$1.00 \leq C2 \leq 1.5\ mg/L$ para la Cisterna

$P = 3369.66\ g \times 0.70 = 2576.42\ gr$

$$VTotal\ del\ Tanque\ = \frac{2358.76 * 1000}{5000} = 471.52\ Litros$$

El volumen del tanque comercial

Considerar un tanque de 650 litros

**Cálculo del caudal de Goteo**

Asumiré un caudal de goteo de 24 horas

$T = 24 * 14 * 60 = 20160\ min$

El caudal se goteo se calcula $q = \frac{V(ml)}{Tiempo(\min)}$

$q = \frac{650*1000}{20160} = 32.24\ ml/min$ como el estudio se desarrolla en una zona cálida el $q_{min}$ es 30ml/min así que cumple con la norma.

**Calculo Hidráulico de la cisterna**

$$V_{cisterna} = \frac{3}{4} \times Consumo\ Diario\ Total$$

$\text{Vol. Regulación } = \frac{3\times1.00\times86400}{4\text{x}1000}$

$$V_{cisterna} = 64.8\ m3$$

**Considerar una cisterna de 75 m3**

**Cálculo de la Bomba Hidráulica**

**Línea de impulsión y equipo de bombeo**

Qmd **= 1.30 l/s**

horas de bombeo (N) = 8.00 horas

Caudal de bombeo

$$Qb = Qmd * (\frac{24}{N})$$

$$\boldsymbol{Q_b = 1.30 * \left(\frac{24}{8}\right) = 3.90\ l/s}$$

**Cálculo del diámetro de la línea de impulsión**

La selección del diámetro de la línea de impulsión se hará en base a la fórmula de Bresse:

Diámetro de Tub de impulsión= 60 mm

$$D = 0.96 * (\frac{N}{24})^{1/4} * (Q_b^{0.45})$$

Diámetro Nominal = 73.00 mm

Diámetro Interno = 66.00 mm

**SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO**

Qb= **3.90 l/s**

Cota nivel de bombeo **= 1016.52 m.s.n.m**

Cota de llegada al punto de descarga**= 1029.55 m.s.n.m**

Altura estática (He)=**13.03 m**

Longitud de la tubería (L) PVC **= 15.00 m**

Longitud de la tubería del árbol de pozo Fº Gº **= 1.20 m**

Longitud de la tubería en la planta Fº Gº **= 1.00**

Longitud total**=17.20 m**

Coef. De Hazen Williams PVC**= 150**

Coef. De Hazen Williams Fº Gº**=120**

**Cálculo de la perdida de carga**

Perdida de carga por tubería (hft) PVC = 0.29 m

Perdida de carga por tubería (hft) Fº Gº = 0.07 m

$$hf = \frac{(10.64 * L(Q_{imp}^{1.85})}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Perdida de carga total por tubería (hft)=0.36 m

Perdida de carga por accesorios (hfa)=0.07 m

Perdida de carga total tubería y accesorios

$hf = hft\ hfa = 0.43\ m$

Presión de Salida = 2.00 m

Altura dinámica total (Hdt) =15.46 m

$$Hdt = Hg + Hftotal + Ps$$

**Potencia teórica de la bomba= 1.15 HP**

HP comercial= 2HP

**Nº de bombas a instalar 2**

**Potencia por cada bomba**

$$Pot.Bomba = \frac{PE * Q_{imp} Ht}{75 * n}$$

PE = Peso Específico del agua=1000.00 kg/cm3

n = n1 * n=26375.00

n1 = Eficiencia del motor = 70%<n1<85%

n2 = Eficiencia de la Bomba =75.00 85%<n2<90%85.00

**Calculo Hidráulico del tanque elevado**

**Volumen del Tanque**

**Caudal máximo Horario :2.50 L/s**

Vol. Regulación = $\frac{2.50x86400}{3x1000}$

$Vol.Regulación = 72\ m^3$

**Volumen contra incendios**

Vol. incendio = 0 $m^3$

Por ser menor a 2000 personas no se considera el volumen contra incendios

**Volumen de Reserva**

$$V_{Reserva} = 0.25V_{Regulacion} = 0.25 * 72 = 18\ m^3$$

**Cálculo del volumen del reservorio**

$$V_{total} = V_{Incendio} + V_{Regulacion} + V_{Reserva}$$

$$V_{total} = 72 + 0 + 18$$

$$\boldsymbol{V_{total} = 90\ m^3}$$

Considerar un Tanque Elevado Cuadrado de una altura hidráulica de 2.50 m y una sección cuadrada de 6.00 largo y 6.00 de Ancho y un borde libre de 0.50 m.

**Cálculo de la Línea de Aducción**

El Cálculo de la línea de aducción se llevó a cabo en el programa de WaterCAD se diseñó para un Qmh =2.50 l/s

**Tabla 6**

*Resultados del modelamiento hidráulico de la línea de aducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Nudo de inicio | Nudo Final | Diámetro | Material | Hazen-Williams C | Caudal (L/s) | Velocidad | Carga Unitaria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T. E | J-1 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-1 | J-2 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-2 | J-3 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-3 | J-4 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-4 | J-5 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-5 | J-6 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-6 | J-7 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-7 | J-8 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-8 | J-9 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-9 | J-10 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-10 | J-11 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-11 | J-12 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-12 | J-13 | 67.8 | PVC | 150 | 2.88 | 0.80 | 0.0100 |
| J-13 | J-14 | 55.6 | PVC | 150 | 2.75 | 1.13 | 0.0230 |

*Nota: Elaboración propia*

Se puede observar que las velocidades cumplen con ser mayor a la Vmín de 0.60 m/s, por lo tanto, el Diámetro, cumple para el requerimiento del caudal (QMD). En la línea de Aducción se observa en el Nudo J-13 una presión de llegada a la Primera casade 15.10, la cual supera la Presión mínima requerida que es de 5 m.c.a.

| Intervalo velocidades en m/s | Clase | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia acumulada | Frecuencia relativa acumulada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| (i) | (Xi) | (fi) | (hi) | (Fi) | (Hi) |
| [0-0.30] | 0.30 | 13 | 92.86% | 13 | 92.86% |
| [0.31-0.61] | 0.60 | 0 | 0.00% | 13 | 92.86% |
| [0.62-0.92] | 0.90 | 0 | 0.00% | 13 | 92.86% |
| [0.93-1.23] | 1.20 | 1 | 7.14% | 14 | 100.00% |

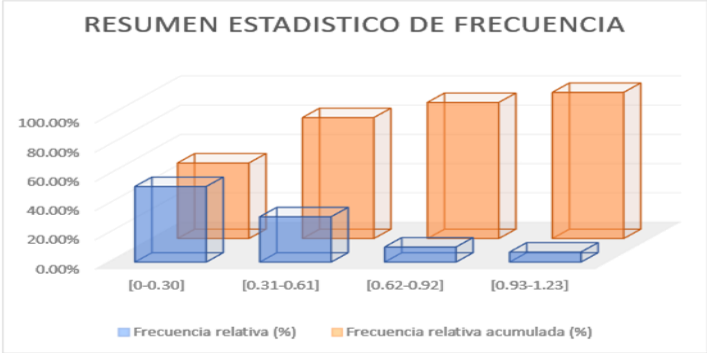



***Figura 10.*** Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la línea de conducción

*Nota. Elaboración propia*

De la figura 10 en base al modelamiento hidráulico las velocidades de flujo están representadas en los siguientes rangos, el primero está entre el rango de 0 – 0.30 que simboliza 92.86%, el segundo rango esta entre 0.31 – 0.61 que simboliza el 0 %, el tercer rango esta entre 0.61 – 0.92 que simboliza el 0 % y el cuarto rango esta entre 0.93 – 0.123 que simboliza el 7.14 %. La frecuencia absoluta nos explica la cantidad de tuberías que se encuentran en este rango, tuberías obtenidas de la simulación hidráulica, datos relacionados a velocidad del flujo, teniendo como resultado que en casi su totalidad se encuentran según la normativa vigente.

**Tabla 7**

*Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de la línea de aducción de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre.*

| Nudo | Elevación | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulica (m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| J-1 | 1,015.52 | 0.00 | 1,029.55 | 14.03 |
| J-2 | 1,014.19 | 0.00 | 1,029.04 | 14.85 |
| J-3 | 1,013.33 | 0.00 | 1,028.16 | 14.83 |
| J-4 | 1,013.55 | 0.00 | 1,027.30 | 13.75 |
| J-5 | 1,013.29 | 0.00 | 1,026.68 | 13.39 |
| J-6 | 1,012.21 | 0.00 | 1,026.06 | 13.85 |
| J-7 | 1,011.61 | 0.00 | 1,025.53 | 13.92 |
| J-8 | 1,011.20 | 0.00 | 1,025.16 | 13.96 |
| J-9 | 1,009.84 | 0.00 | 1,024.73 | 14.89 |
| J-10 | 1,009.58 | 0.00 | 1,024.16 | 14.58 |
| J-11 | 1,008.21 | 0.00 | 1,023.64 | 15.43 |
| J-12 | 1,007.53 | 0.00 | 1,023.06 | 15.53 |
| J-13 | 1,007.57 | 0.00 | 1,022.67 | 15.10 |

*Nota:* Elaboración propia

| Intervalo presiones en m.c.a | Clase | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia acumulada | Frecuencia relativa acumulada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| (i) | (Xi) | (fi) | (hi) | (Fi) | (Hi) |
| [0-10] | 10 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| [10-20] | 20 | 14 | 100.00% | 14 | 100.00% |
| [20-30] | 30 | 0 | 0.00% | 14 | 100.00% |

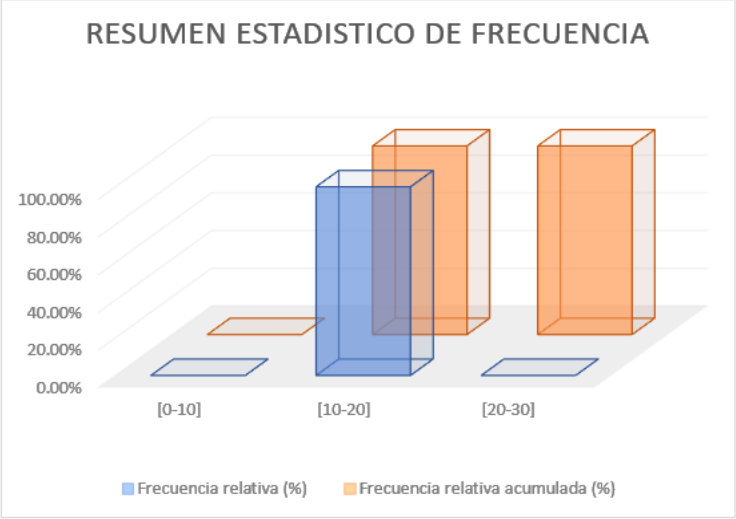



***Figura 11.*** Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica

*Nota. Elaboración propia*

En la figura 11, se divisa que la mayor incidencia de la presión ejercida en las tuberías está entre el rango de 10 a 20 metros de columna de agua con un total de 14 nodos, teniendo como resultado que en casi su totalidad los nodos de la simulación hidráulica se encuentran según la normativa vigente.

**Calculo Hidráulico de las Redes de Distribución**

En el cálculo de redes de distribución se realizó el cálculo, con un caudal unitario por lote de 0.016 l/s

**Tabla 8**

*Resultados del modelamiento hidráulico de las redes de distribución de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Tub. | L (m) | NUDO DE INICIO | NUDO FINAL | D (mm) | CLASE | Hazen-Williams C | Q (L/s) | V (L/s) | Carga Unitaria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-14 | 11.26 | J-13 | J-14 | 55.6 | PVC | 150 | 2.75 | 1.13 | 0.0230 |
| T-15 | 37.74 | J-14 | J-15 | 55.6 | PVC | 150 | 2.60 | 1.07 | 0.0210 |
| T-16 | 35.74 | J-15 | J-16 | 55.6 | PVC | 150 | 2.33 | 0.96 | 0.0170 |
| T-17 | 31.68 | J-16 | J-17 | 55.6 | PVC | 150 | 2.13 | 0.88 | 0.0150 |
| T-18 | 23.37 | J-17 | J-18 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-19 | 38.12 | J-18 | J-19 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-20 | 77.94 | J-19 | J-20 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-21 | 35.51 | J-20 | J-21 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |

| Tub. | L (m) | NUDO DE INICIO | NUDO FINAL | D (mm) | CLASE | Hazen-Williams C | Q (L/s) | V (L/s) | Carga Unitaria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-22 | 34.74 | J-21 | J-22 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-23 | 28.40 | J-22 | J-23 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-24 | 58.60 | J-23 | J-24 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-25 | 58.29 | J-24 | J-25 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-26 | 104.56 | J-25 | J-26 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-27 | 140.38 | J-26 | J-27 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-28 | 238.10 | J-27 | J-28 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-29 | 87.73 | J-28 | J-29 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-30 | 77.11 | J-29 | J-30 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-31 | 97.37 | J-30 | J-31 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-32 | 294.01 | J-31 | J-32 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-33 | 72.93 | J-32 | J-33 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-34 | 111.69 | J-33 | J-34 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-35 | 58.99 | J-34 | J-35 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-36 | 111.87 | J-35 | J-36 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-37 | 39.58 | J-36 | PRV-1 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-38 | 21.68 | PRV-1 | J-37 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-39 | 264.56 | J-37 | J-38 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-40 | 98.42 | J-38 | J-39 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-41 | 55.10 | J-39 | J-40 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-42 | 107.26 | J-40 | J-41 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-43 | 91.00 | J-41 | J-42 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-44 | 81.78 | J-42 | J-43 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-45 | 174.76 | J-43 | J-44 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-46 | 51.97 | J-44 | J-45 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-47 | 48.17 | J-45 | J-46 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-48 | 16.60 | J-46 | J-47 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-49 | 37.65 | J-47 | J-48 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-50 | 121.10 | J-48 | J-49 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-51 | 101.43 | J-49 | J-50 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-52 | 224.41 | J-50 | J-51 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-53 | 58.83 | J-51 | J-52 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-54 | 127.15 | J-52 | J-53 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-55 | 40.32 | J-53 | J-54 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-56 | 89.71 | J-54 | J-55 | 55.6 | PVC | 150 | 2.08 | 0.86 | 0.0140 |
| T-57 | 105.42 | J-55 | J-56 | 55.6 | PVC | 150 | 1.92 | 0.79 | 0.0120 |
| T-58 | 88.07 | J-56 | J-57 | 55.6 | PVC | 150 | 1.64 | 0.67 | 0.0090 |
| T-59 | 60.84 | J-57 | J-58 | 55.6 | PVC | 150 | 1.49 | 0.62 | 0.0080 |
| T-60 | 25.93 | J-58 | J-59 | 55.6 | PVC | 150 | 1.32 | 0.54 | 0.0060 |
| T-61 | 18.22 | J-59 | J-60 | 55.6 | PVC | 150 | 1.23 | 0.50 | 0.0020 |
| T-62 | 14.06 | J-60 | J-61 | 55.6 | PVC | 150 | 1.33 | 0.45 | 0.0020 |
| T-63 | 15.74 | J-61 | J-62 | 55.6 | PVC | 150 | 1.21 | 0.50 | 0.0020 |
| T-64 | 9.20 | J-62 | J-63 | 55.6 | PVC | 150 | 1.23 | 0.51 | 0.0020 |
| T-65 | 14.43 | J-63 | J-64 | 55.6 | PVC | 150 | 1.34 | 0.55 | 0.0010 |
| T-66 | 16.49 | J-64 | J-65 | 55.6 | PVC | 150 | 1.34 | 0.23 | 0.0010 |
| T-67 | 85.39 | J-65 | J-66 | 55.6 | PVC | 150 | 1.33 | 0.22 | 0.0010 |
| T-68 | 14.75 | J-66 | J-67 | 55.6 | PVC | 150 | 1.35 | 0.56 | 0.0010 |
| T-69 | 105.58 | J-67 | J-68 | 55.6 | PVC | 150 | 1.33 | 0.54 | 0.0010 |
| T-70 | 55.11 | J-68 | J-69 | 55.6 | PVC | 150 | 1.32 | 0.53 | 0.0000 |
| T-71 | 65.20 | J-69 | J-70 | 55.6 | PVC | 150 | 1.20 | 0.50 | 0.0000 |
| T-72 | 79.22 | J-70 | J-71 | 55.6 | PVC | 150 | 1.15 | 0.50 | 0.0000 |
| T-73 | 52.93 | J-71 | J-72 | 55.6 | PVC | 150 | 1.21 | 0.51 | 0.0000 |
| T-74 | 25.94 | J-59 | J-73 | 29.4 | PVC | 150 | 0.40 | 0.60 | 0.0020 |
| T-75 | 60.89 | J-73 | J-74 | 29.4 | PVC | 150 | 0.41 | 0.60 | 0.0010 |
| T-76 | 19.69 | J-74 | J-75 | 29.4 | PVC | 150 | 0.42 | 0.61 | 0.0000 |
| T-77 | 8.26 | J-56 | J-76 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.57 | 0.0170 |
| T-78 | 84.11 | J-76 | J-77 | 22.7 | PVC | 150 | 0.20 | 0.49 | 0.0150 |

| Tub. | L (m) | NUDO DE INICIO | NUDO FINAL | D (mm) | CLASE | Hazen-Williams C | Q (L/s) | V (L/s) | Carga Unitaria |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| T-79 | 51.03 | J-77 | J-78 | 22.7 | PVC | 150 | 0.15 | 0.37 | 0.0040 |
| T-80 | 50.24 | J-78 | J-79 | 22.7 | PVC | 150 | 0.14 | 0.35 | 0.0030 |
| T-81 | 27.40 | J-79 | J-80 | 22.7 | PVC | 150 | 0.24 | 0.59 | 0.0010 |
| T-82 | 25.50 | J-77 | J-81 | 22.7 | PVC | 150 | 0.22 | 0.54 | 0.0010 |
| T-83 | 29.85 | J-81 | J-82 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.57 | 0.0000 |
| T-84 | 23.45 | J-82 | J-83 | 22.7 | PVC | 150 | 0.22 | 0.54 | 0.0030 |
| T-85 | 18.41 | J-83 | J-58 | 22.7 | PVC | 150 | 0.25 | 0.62 | 0.0040 |
| T-86 | 30.61 | J-73 | J-84 | 22.7 | PVC | 150 | 0.26 | 0.64 | 0.0010 |
| T-87 | 46.91 | J-84 | J-85 | 22.7 | PVC | 150 | 0.27 | 0.67 | 0.0000 |
| T-88 | 77.35 | J-85 | J-86 | 22.7 | PVC | 150 | 0.25 | 0.62 | 0.0000 |
| T-89 | 22.12 | J-86 | J-87 | 22.7 | PVC | 150 | 0.24 | 0.59 | 0.0000 |
| T-90 | 24.87 | J-82 | J-86 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.57 | 0.0040 |
| T-91 | 75.63 | J-63 | J-88 | 29.4 | PVC | 150 | 0.48 | 0.71 | 0.0000 |
| T-92 | 98.19 | J-59 | J-89 | 29.4 | PVC | 150 | 0.36 | 0.53 | 0.0030 |
| T-93 | 60.67 | J-89 | J-90 | 29.4 | PVC | 150 | 0.36 | 0.53 | 0.0030 |
| T-94 | 93.68 | J-79 | J-91 | 22.7 | PVC | 150 | 0.19 | 0.47 | 0.0029 |
| T-95 | 90.88 | J-15 | J-92 | 22.7 | PVC | 150 | 0.20 | 0.49 | 0.0100 |
| T-96 | 28.55 | J-92 | J-93 | 22.7 | PVC | 150 | 0.21 | 0.52 | 0.0020 |
| T-97 | 95.44 | J-93 | J-17 | 22.7 | PVC | 150 | 0.22 | 0.54 | 0.0000 |
| T-98 | 10.91 | J-16 | J-94 | 22.7 | PVC | 150 | 0.24 | 0.59 | 0.0060 |
| T-99 | 170.15 | J-14 | J-95 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.55 | 0.0070 |
| T-100 | 95.00 | J-95 | J-96 | 22.7 | PVC | 150 | 0.22 | 0.54 | 0.0050 |
| T-101 | 11.00 | J-13 | J-97 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.55 | 0.0060 |
| T-102 | 170.00 | J-97 | J-98 | 22.7 | PVC | 150 | 0.23 | 0.54 | 0.0060 |

*Nota: Elaboración propia*

| Intervalo velocidade en m/s | Clase | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia acumulada | Frecuencia relativa acumulada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| (i) | (Xi) | (fi) | (hi) | (Fi) | (Hi) |
| [0-0.30] | 0.30 | 0 | 0.00% | 0 | 0.00% |
| [0.31-0.61] | 0.60 | 38 | 42.70% | 38 | 42.70% |
| [0.62-0.92] | 0.90 | 51 | 57.30% | 89 | 100.00% |
| [0.93-1.23] | 1.20 | 0 | 0.00% | 89 | 100.00% |

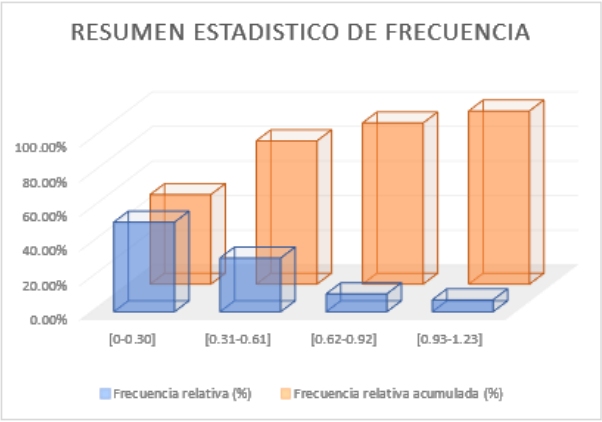



***Figura 12.*** Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la velocidad en la línea de conducción

*Nota. Elaboración propia*

De la figura 12 en base al modelamiento hidráulico las velocidades de flujo están representadas en los siguientes rangos, el primero está entre el rango de 0 - 0.30 que simboliza 0 %, el segundo rango esta entre 0.31 - 0.61 que simboliza el 42.70%, el tercer rango esta entre 0.61 – 0.92 que simboliza el 57.30 % y el cuarto rango esta entre 0.93 – 0.123 que simboliza el 0 %. La frecuencia absoluta nos explica la cantidad de tuberías que se encuentran en este rango, tuberías obtenidas de la simulación hidráulica, datos relacionados a velocidad del flujo, teniendo como resultado que en casi su totalidad se encuentran según la normativa vigente.

En el diseño de redes de distribución tuvimos que colocar una cámara rompe presión tipo 7, para que en poblado siguiente las Presiones no sean mayores a 50 m.c.a.

**Tabla 9**

*Resultados del modelamiento hidráulico de los nodos de las redes de distribución de los centros poblados de Buenos aires y Vista Alegre*

| Nudo | Elevación | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulica (m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| J-14 | 1,007.87 | 0.02 | 1,022.40 | 14.53 |
| J-15 | 1,008.64 | 0.10 | 1,021.61 | 12.97 |
| J-16 | 1,008.93 | 0.08 | 1,021.00 | 12.07 |
| J-17 | 1,007.33 | 0.02 | 1,020.54 | 13.21 |
| J-18 | 1,005.74 | 0.00 | 1,020.21 | 14.47 |
| J-19 | 1,004.90 | 0.00 | 1,019.68 | 14.78 |
| J-20 | 1,005.57 | 0.00 | 1,018.60 | 13.03 |
| J-21 | 1,003.55 | 0.00 | 1,018.10 | 14.55 |
| J-22 | 1,000.52 | 0.00 | 1,017.62 | 17.10 |
| J-23 | 999.38 | 0.00 | 1,017.22 | 17.84 |
| J-24 | 998.44 | 0.00 | 1,016.41 | 17.97 |
| J-25 | 997.14 | 0.00 | 1,015.60 | 18.46 |
| J-26 | 994.49 | 0.00 | 1,014.14 | 19.65 |
| J-27 | 992.22 | 0.00 | 1,012.19 | 19.97 |
| J-28 | 997.22 | 0.00 | 1,008.87 | 11.65 |
| J-29 | 995.97 | 0.00 | 1,007.65 | 11.68 |
| J-30 | 993.92 | 0.00 | 1,006.58 | 12.66 |
| J-31 | 993.81 | 0.00 | 1,005.22 | 11.41 |
| J-32 | 981.3 | 0.00 | 1,001.13 | 19.83 |
| J-33 | 980.22 | 0.00 | 1,000.11 | 19.89 |
| J-34 | 978.94 | 0.00 | 998.56 | 19.62 |
| J-35 | 979.00 | 0.00 | 997.74 | 18.74 |
| J-36 | 978.27 | 0.00 | 996.18 | 17.91 |
| J-37 | 975.67 | 0.00 | 982.90 | 7.23 |
| J-38 | 969.13 | 0.00 | 977.27 | 8.24 |

| Nudo | Elevación | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulica (m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| J-39 | 965.43 | 0.00 | 971.64 | 6.21 |
| J-40 | 965.05 | 0.00 | 970.88 | 5.83 |
| J-41 | 965.22 | 0.00 | 969.38 | 4.16 |
| J-42 | 963.19 | 0.00 | 968.12 | 4.93 |
| J-43 | 956.76 | 0.00 | 966.98 | 10.22 |
| J-44 | 950.45 | 0.00 | 964.55 | 14.10 |
| J-45 | 950.67 | 0.00 | 963.82 | 13.15 |
| J-46 | 950.89 | 0.00 | 963.15 | 12.26 |
| J-47 | 950.46 | 0.00 | 962.92 | 12.46 |
| J-48 | 950.19 | 0.00 | 962.4 | 12.21 |
| J-49 | 945.76 | 0.00 | 960.71 | 14.95 |
| J-50 | 938.51 | 0.00 | 959.3 | 20.79 |
| J-51 | 932.18 | 0.00 | 956.17 | 23.99 |
| J-52 | 928.67 | 0.00 | 955.35 | 26.68 |
| J-53 | 931.4 | 0.00 | 953.58 | 22.18 |
| J-54 | 931.76 | 0.00 | 953.02 | 21.26 |
| J-55 | 932 | 0.16 | 951.77 | 19.77 |
| J-56 | 931.39 | 0.06 | 950.51 | 19.12 |
| J-57 | 927.47 | 0.14 | 949.72 | 22.25 |
| J-58 | 926.89 | 0.08 | 949.26 | 22.37 |
| J-59 | 924.71 | 0.32 | 949.11 | 24.40 |
| J-60 | 923.35 | 0.02 | 949.07 | 25.72 |
| J-61 | 922.2 | 0.02 | 949.05 | 26.85 |
| J-62 | 920.94 | 0.00 | 949.02 | 28.08 |
| J-63 | 920.64 | 0.02 | 949.01 | 28.37 |
| J-64 | 920.52 | 0.02 | 948.99 | 28.47 |
| J-65 | 921.21 | 0.02 | 948.97 | 27.76 |
| J-66 | 921.28 | 0.18 | 948.87 | 27.59 |
| J-67 | 920.9 | 0.02 | 948.86 | 27.96 |
| J-68 | 921.59 | 0.21 | 948.81 | 27.22 |
| J-69 | 923.05 | 0.08 | 948.8 | 25.75 |
| J-70 | 915.46 | 0.05 | 948.8 | 33.34 |
| J-71 | 911.53 | 0.00 | 948.8 | 37.27 |
| J-72 | 906.98 | 0.02 | 948.8 | 41.82 |
| J-73 | 924.17 | 0.00 | 948.95 | 24.78 |
| J-74 | 922.87 | 0.06 | 948.91 | 26.04 |
| J-75 | 921.44 | 0.02 | 948.91 | 27.47 |
| J-76 | 931.68 | 0.02 | 950.08 | 18.40 |
| J-77 | 931.79 | 0.05 | 949.19 | 17.40 |
| J-78 | 932.48 | 0.02 | 949.12 | 16.64 |
| J-79 | 932.85 | 0.00 | 949.1 | 16.25 |
| J-80 | 924.63 | 0.05 | 949.01 | 24.38 |
| J-81 | 930.73 | 0.03 | 949.12 | 18.39 |
| J-82 | 930.01 | 0.00 | 949.1 | 19.09 |
| J-83 | 928.61 | 0.02 | 949.17 | 20.56 |

| Nudo | Elevación | Demanda (L/s) | Gradiente Hidráulica (m) | Presión (m H2O) |
|---|---|---|---|---|
| J-84 | 927.38 | 0.03 | 948.91 | 21.53 |
| J-85 | 929.33 | 0.03 | 948.9 | 19.57 |
| J-86 | 929.46 | 0.06 | 948.9 | 19.44 |
| J-87 | 928.42 | 0.03 | 948.89 | 20.47 |
| J-88 | 917.76 | 0.06 | 948.97 | 31.21 |
| J-89 | 923.65 | 0.02 | 949.04 | 25.39 |
| J-90 | 919.78 | 0.16 | 948.97 | 29.19 |
| J-91 | 926.22 | 0.03 | 949.06 | 22.84 |
| J-92 | 1,003.74 | 0.10 | 1,020.61 | 16.87 |
| J-93 | 1,004.27 | 0.10 | 1,020.50 | 16.23 |
| J-94 | 1,011.89 | 0.12 | 1,020.49 | 8.60 |
| J-95 | 1,009.58 | 0.02 | 1,022.21 | 12.63 |
| J-96 | 1,010.21 | 0.12 | 1,021.71 | 11.50 |
| J-97 | 1,006.79 | 0.00 | 1,022.60 | 15.81 |
| J-98 | 999.37 | 0.13 | 1,021.50 | 22.13 |

*Nota: Elaboración propia*

| Intervalo presiones en m.c.a | Clase | Frecuencia absoluta | Frecuencia relativa (%) | Frecuencia acumulada | Frecuencia relativa acumulada (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| (i) | (Xi) | (fi) | (hi) | (Fi) | (Hi) |
| [0-10] | 10 | 7 | 8.24% | 7 | 8.24% |
| [10-20] | 20 | 45 | 52.94% | 52 | 61.18% |
| [20-30] | 30 | 29 | 34.12% | 81 | 95.29% |
| [30-40] | 40 | 4 | 4.71% | 85 | 100.00% |
| [40-50] | 50 | 0 | 0.00% | 85 | 100.00% |

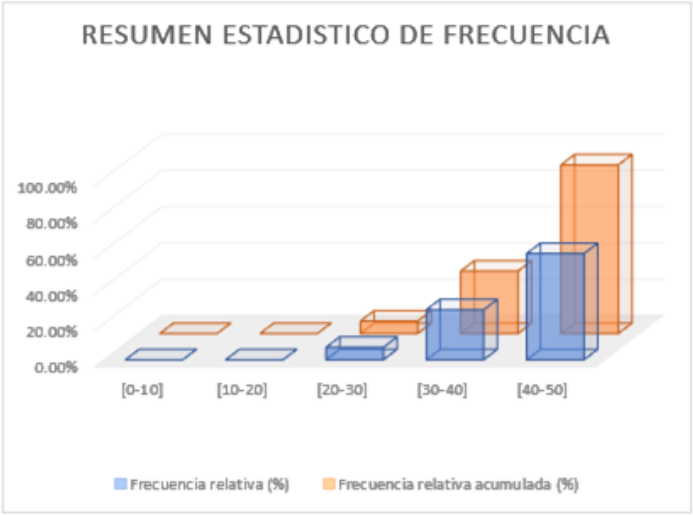



***Figura 13.*** Resumen estadístico de los resultados obtenidos de la presión en la simulación hidráulica

*Nota. Elaboración propia*

En la figura 13, se divisa que la mayor incidencia de la presión ejercida en las tuberías está entre el rango de 40 a 50 metros de columna de agua con un total de 0 nodos, la menor incidencia de la presión ejercida se encuentra entre el rango de 30 a 40 metros de columna de agua con un total de 4 nodos, la presión se encuentra entre el rango de 20 a 30 metros de columna de agua con un total de 29 nodos, la presión se encuentra entre el rango de 10 a 20 metros de columna de agua con un total de 45 nodos y al finalmente cuando la presión se encuentra entre el rango de 00 a 10 metros de columna de agua con un total de 7 nodos, teniendo como resultado que en casi su totalidad los nodos de la simulación hidráulica se encuentran según la normativa vigente.

**4.1.4 Resultado del objetivo específico 3,** elaboración de planos en base a los resultados obtenidos de la simulación hidráulica realizada para el abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre.

De los resultados se obtuvo en el estudio de topografía y en la simulación hidráulica elaborando los planos respectivos (ver anexo 3) tales como:

- ✓ Plano de ubicación y localización
- ✓ Plano de topografía
- ✓ Plano de lotización
- ✓ Plano de Simulación hidráulica

**4.3 Discusión de los resultados**

Se obtuvo los siguientes resultados en la presente investigación, nos menciona que el agua empleada para abastecer a la población es apta para el consumo humano, en relación al modelamiento hidráulico con el fin de realizar mejoras, se indicó que el diseño hidráulico a emplearse es un sistema convencional porque funciona gravitatoriamente y tiene como componente los siguientes elementos: bomba de ariete (conduce el agua desde la captación hasta el reservorio), reservorio de almacenamiento, línea de conducción, distribución y las redes domiciliarias, la cual se cumplió casi en su totalidad con los requerimientos de las velocidades y presiones exigidos en normativa vigente (R.N.E.), mejorando el trazo actual.

**Fuente de agua y análisis fisicoquímico y bacteriólogo del agua – manantial.**

La Fuente de donde se capta el agua es de manantial será usado para el servicio de abastecimiento de Agua Potable para buenos aires y vista alegre del manantial llamado Mishquiyaquillo, este garantiza la disponibilidad requerida por el estudio en mención, en todos los meses del año sin dejar desabasecido a la comunidad con el recurso hídrico,

el gasto de la fuente en épocas de estiaje (Q= 1.43 l/s) es mayor al requerido (Qmd = 1.30 l/s). La calidad del agua se analizó in situ las propiedades del agua que se toman en cuenta para el consumo de la captación del manantial Mishquiyaquillo, se procedio al recojo de muestras sin alterar sus componentes mecánicas.

Se utilizó el "Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano" como norma de referencia para los análisis físicos, químicos, bacterianos y de metales pesados, y los resultados mostraron que la muestra in situ cumple óptimamente con las normas de calidad requeridas para el consumo humano después de la cloración, lo que hace que la fuente de agua del manantial de Mishquiyaquillo investigada en este estudio sea una excelente opción.

### 4.4 Contrastación de la hipótesis

El ensayo estadístico desarrollado para admitir los resultados logrados del programa Watercad en la simulación hidráulica, correspondientes a las velocidades y presiones que el agua ejerce en el interior del conducto (Diámetro), se realizó por medio de la prueba estadística de capability sixpack para la variable que tienen parámetros específicos (Límite superior y límite inferior), con una α= 5% usando un software estadístico (Minitab 18).

**<u>Hipótesis de la investigación</u>**

Hipótesis nula (Ho): $\boldsymbol{H0}$: $\boldsymbol{\mu\bar{d}} = \mathbf{0}$

H0: “No es posible que, mediante el rediseño del sistema de agua potable a la demanda actual traerá mejoras en la salubridad en el barrio buenos aires y vista alegre de nueva Cajamarca –san Martín.”

Hipótesis alterna (H1): $\boldsymbol{H1}$: $\boldsymbol{\mu\bar{d}} \neq \mathbf{0}$

H1: “Es posible que, mediante el rediseño del sistema de agua potable a la demanda actual traerá mejoras en la salubridad en el barrio buenos aires y vista alegre de Nueva Cajamarca – San Martín.”

**<u>Regla de decisión</u>**

Si el Valor p (Sig) ≥ 0,05 se acepta la hipótesis nula (Ho).

Si el Valor p (Sig) < 0,05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (H1)

Obtención de la significancia (p) por parámetros:

Para un nivel de significación de α= 5% = 0,05 y un nivel de confianza: 1- α = 95%= 0,95 tenemos las siguientes pruebas estadísticas:

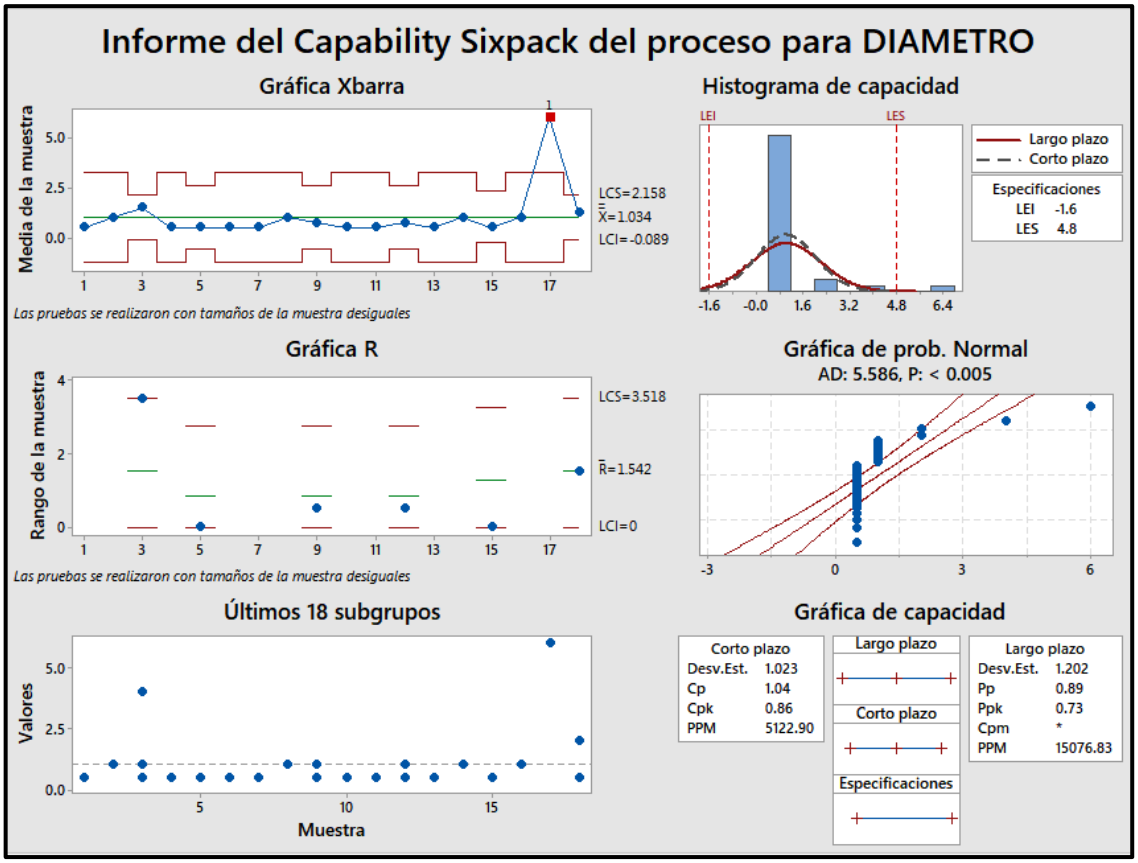



***Figura 14.*** Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica

*Nota. Elaboración propia*

Interpretación:

Se divisa que el valor p (<0,005) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se refuta H0 y se acepta H1; Es decir que la simulación hidráulica realizada es un diseño óptimo para el procedimiento del suministro de agua potable que se plantea en la presente investigación, deduciendo de la evidencia estadísticas se pudo afirmar que los valores obtenidos en las tuberías haciendo referencia a los diámetros están dentro de los medidas establecidas en la norma vigente, así mismo demostrando que el diseño del sistema hidráulico de suministro de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre es un diseño óptimo.

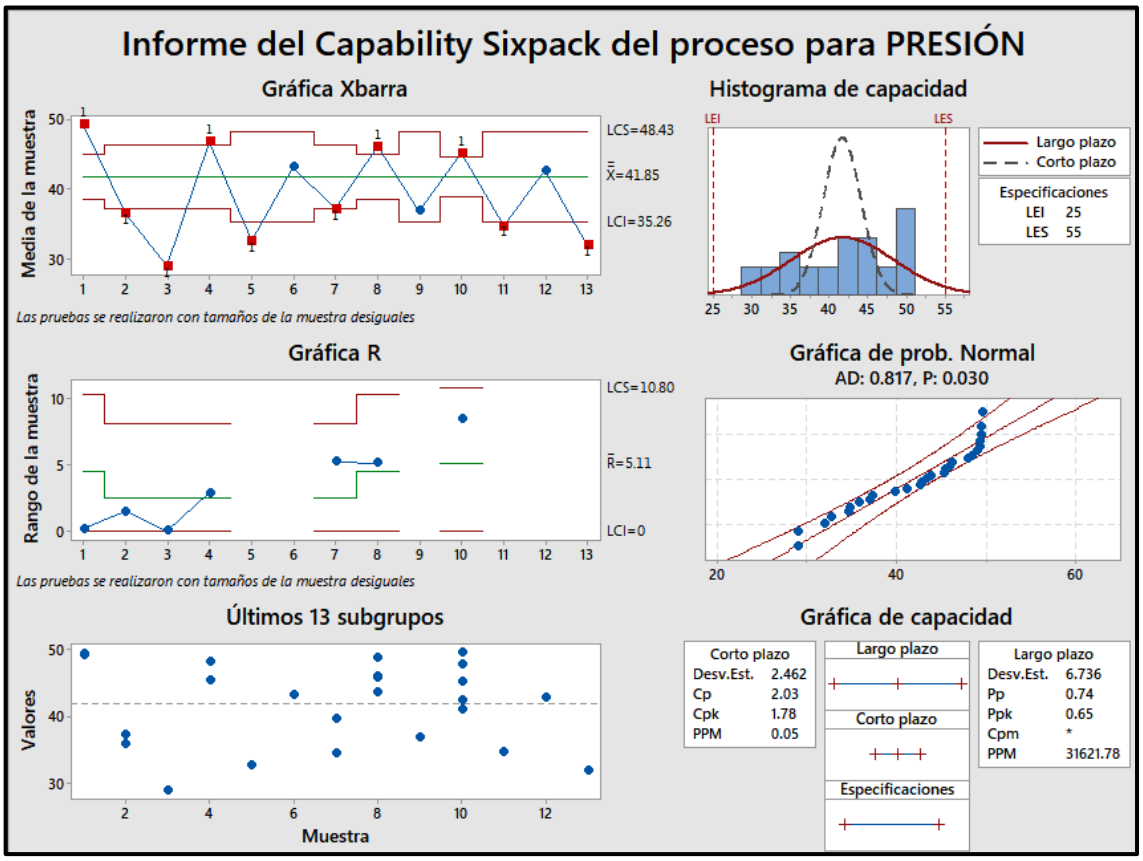



***Figura 15.*** Análisis estadístico de la capacidad del proceso en la simulación hidráulica

*Nota. Elaboración propia*

Interpretación:

Se observa que el valor p (<0,030) < valor de significancia (0,05), por lo tanto se refuta H0 y se acepta H1; Es decir que la simulación hidráulica realizada es un diseño óptimo para el procedimiento de suministro de agua potable que se plantea en la presente investigación, deduciendo de la evidencia estadísticas se pudo afirmar que los valores obtenidos en las tuberías haciendo referencia a las presiones están dentro de las medidas establecidos en la norma vigente, así mismo demostrando que el diseño del sistema hidráulico de abastecimiento de agua potable para el centro poblado de Buenos Aires y Vista Alegre es un diseño óptimo.

# CONCLUSIONES

- El informe final del rediseño del servicio de agua potable para mejorar la calidad del agua en el barrio de buenos aires y vista alegre, se realizó dando seguimiento a las especificaciones técnicas necesarias del Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS 050), para garantiza los resultados obtenidos en el diseño y asi mejora la calidad del agua para el consumo humano y a su vez maximizar la calidad de vida de cada poblador.
- Con una captación a 615,88 m sobre el nivel del mar y una distancia hasta la válvula de control general de 365,42 m sobre el nivel del mar, la zona del proyecto presenta una diferencia de cotas de 250,46 m, lo que permite controlar las presiones dentro de las estructuras que componen el sistema de diseño, garantizando al mismo tiempo que no superen los requisitos de presurización del sistema. Es decir, la topología ayudó y fue ventajosa para el diseño del sistema de agua por gravedad.
- Con el rediseño del sistema Hidráulico de agua, con la captación del manantial Mishquiyaquillo y la cloración respectiva del recurso hídrico (ya que el agua presenta coliformes totales 11 NMP/100ml y un hp de 5.4 que se encuentra por debajo de los límites máximos permisibles, correspondiendo a aguas ligeramente acidas), se logra la calidad optima y abastecimiento constante del servicio de agua para el consumo humano, el cual es entregado en los puntos domiciliarios evitando la propagación de enfermedades dericas y diarreicas en la comuna.
- El manantial de la ladera de Mishquiyaquillo es capaz de proporcionar agua suficiente para satisfacer la demanda durante un periodo de proyección de 20 años, con un caudal del manantial durante los periodos de estiaje Q= 1,43 l/s superior al caudal máximo diario (Qmd) Q=1,30 l/s. Esto permite al proyecto proporcionar una fuente fiable de agua potable a la población local.

# RECOMENDACIONES

- El agua y el saneamiento en las regiones rurales se beneficiarían enormemente del empleo de la orientación racionalizada del Ministerio de Vivienda, que permitirá la creación de perfiles de proyectos que estén bien respaldados técnicamente y, por lo tanto, atraerán más fondos para estos servicios esenciales.
- La zona III del mapa sísmico peruano representa una zona de sismicidad media, por lo que se aconseja tenerla en cuenta a la hora de rediseñar cualquier edificación.
- Para la seguridad de cualquier edificación o infraestructura cercana a ríos, se aconseja construir una defensa ribereña y mantenerla en buen estado.
- Para disminuir los peligros que puedan derivarse de la erosión pluvial, se sugiere mantener y ampliar las zonas de vegetación. Las instalaciones de captación deben tener un mantenimiento preventivo semanal. El agua captada debe someterse a un control bacteriológico al menos una vez cada seis meses.
- Es fundamental limpiar periódicamente las cámaras de captación y regulación para evitar la acumulación de partículas que puedan obstruir las tuberías y restringir el caudal de captación. El control de la turbidez del agua de la fuente debe hacerse a diario, con controles más frecuentes durante los periodos de fuertes lluvias e inundaciones.

# REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Alava, J. (2016) en su tesis “Diseño Del Sistema De Agua Potable Y Saneamiento De La Localidad De Chontapampa Y Anexo Yanayacu Distrito De Milpuc Provincia De Rodríguez De Mendoza Región Amazonas” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en gestión Ambiental) Tarapoto – Perú. Recuperado en: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2464/Combinados-Copiado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Leyva L. (2017) en su tesis “Sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano los conquistadores, Nuevo Chimbote – 2017” (Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Civil) Nuevo Chimbote – Perú. Recuperado en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10232

Ramos, M. (2017) en su tesis “Diseno del Mejoramiento y Ampliacion del Servicio de Agua Potable y Saneamiento Basico Rural de los Caserios Septen y Pampas del Bao, Distrito de Marmot, Gran Chimu, la Libertad” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental) Trujillo – Perú. Recuperado en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22753

Chirinos S. (2017) en su tesis “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Ancash 2017.”. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Chimbote – Perú .Recuperado en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12193.

García, E. y Verde, O. (2018) en su tesis “servicio eficiente para satisfacer las necesidades básicas de la población en las Localidades de Huimba la Muyuna, Pucacaca del Río Mayo y Santa Ana del Río Mayo del Distrito de Zapatero y Cuñumbuque, Provincia de Lamas, Región San Martín” (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). San Martin, Perú. Recuperado en: http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2720/CIVIL%20-%20Oscar%20Luis%20Verde%20Philipps.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alava, J. (2016) en su tesis “Diseño Del Sistema De Agua Potable Y Saneamiento De La Localidad De Chontapampa Y Anexo Yanayacu Distrito De Milpuc Provincia De Rodríguez De Mendoza Región Amazonas” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en gestión Ambiental) Tarapoto – Perú. Recuperado en:

http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/UNSM/2464/Combinados-Copiado.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Leyva L. (2017) en su tesis “Sistema de abastecimiento de agua potable y su incidencia en la calidad de vida de los pobladores del Asentamiento Humano los conquistadores, Nuevo Chimbote – 2017” (Tesis para optar el título profesional de: Ingeniero Civil) Nuevo Chimbote – Perú. Recuperado en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10232

Ramos, M. (2017) en su tesis “Diseno del Mejoramiento y Ampliacion del Servicio de Agua Potable y Saneamiento Basico Rural de los Caserios Septen y Pampas del Bao, Distrito de Marmot, Gran Chimu, la Libertad” (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental) Trujillo – Perú. Recuperado en: http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/22753

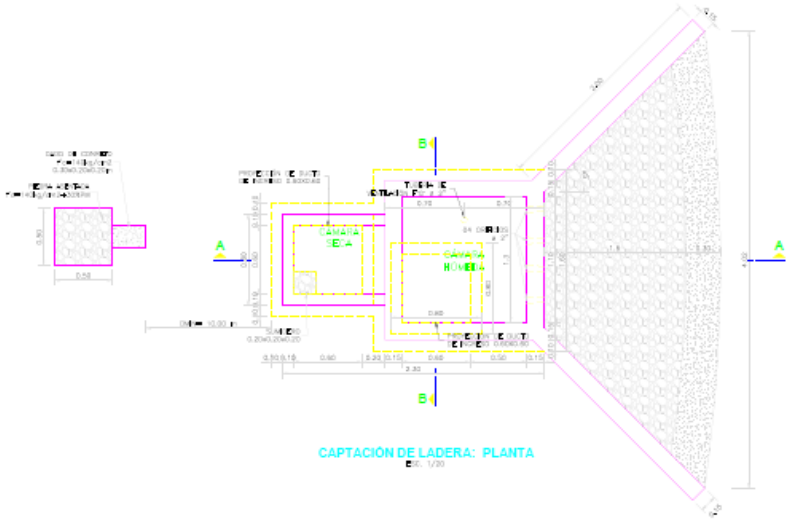
E. Pérez, S. Pérez, (Marzo de 2007) Criterios de Diseño, Cálculo y Selección de Tuberías en Base al Criterio de las Prestaciones Equivalentes (Manual), Recuperado de:

http://www.fi.uba.ar/archivos/institutos_criterio_seleccion_tuberias.pdf?fbclid=IwAR0o8hTs9KejEg3qhuz0N3vCroamiICWI_b8FitN36k6amLdYw0sONVaffI

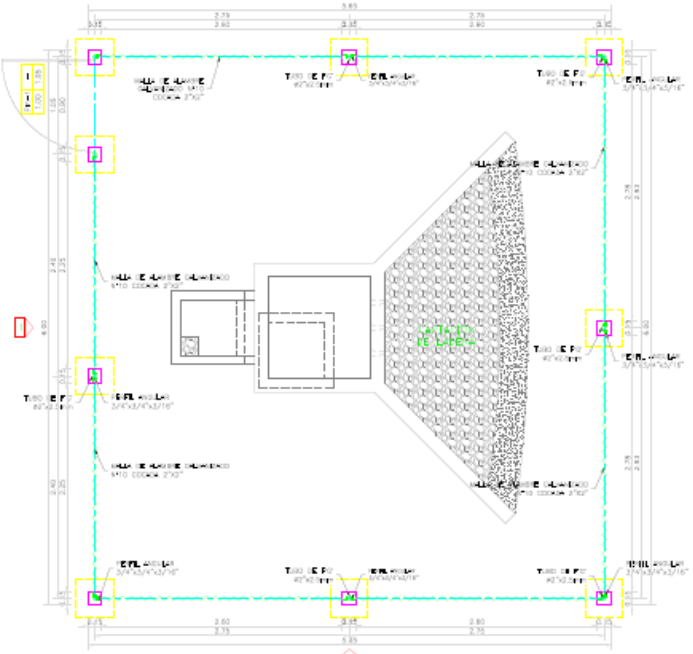
# ANEXOS

# ANEXO 1: PLANOS

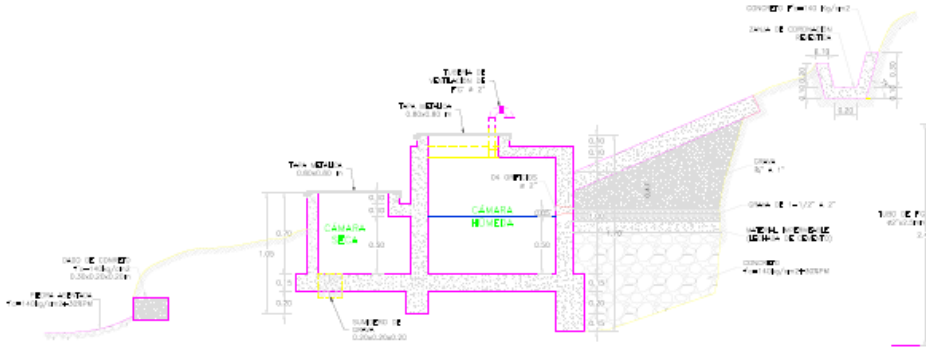
## (Simulación Hidráulica)



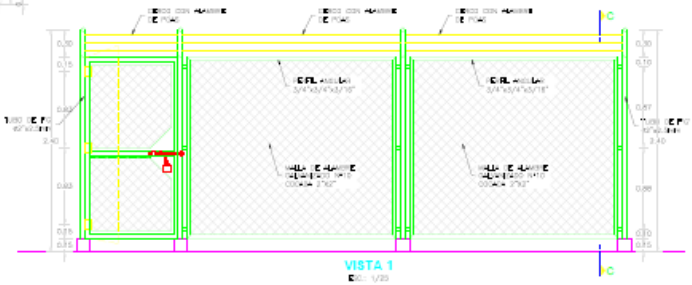

CAPTACIÓN DE LADERA: PLANTA
ESC. 1/20



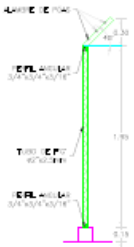
CERCO PERIMÉTRICO



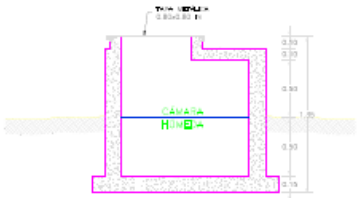

CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE A-A
ESC. 1/20



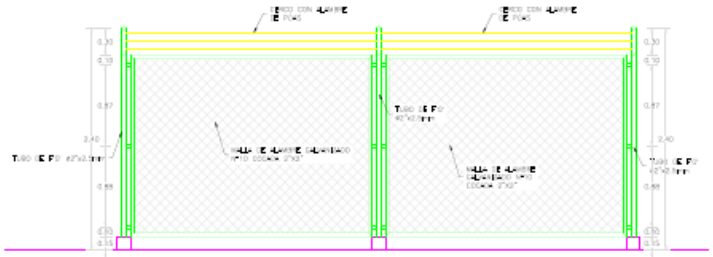
VISTA 1
ESC. 1/20



CORTE C-C
ESC. 1/25




CAPTACIÓN DE LADERA: CORTE B-B
ESC. 1/20



VISTA 2
ESC. 1/25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio Jaime alves y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martín

PLANO: CAPTACIÓN DE LADERA - CERCO PERIMÉTRICO
Q=1.00 L/S A Q=1.5 L/S

LAMINA: A-01

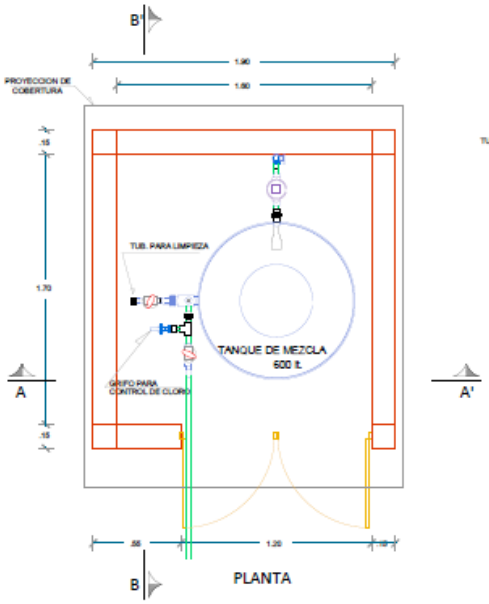
DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA
PROVINCIA: RIOJA
REGION: SAN MARTIN

DOCENTE: ING. CARLOS EDGUNDO HUAMÁN TORRIJÓN

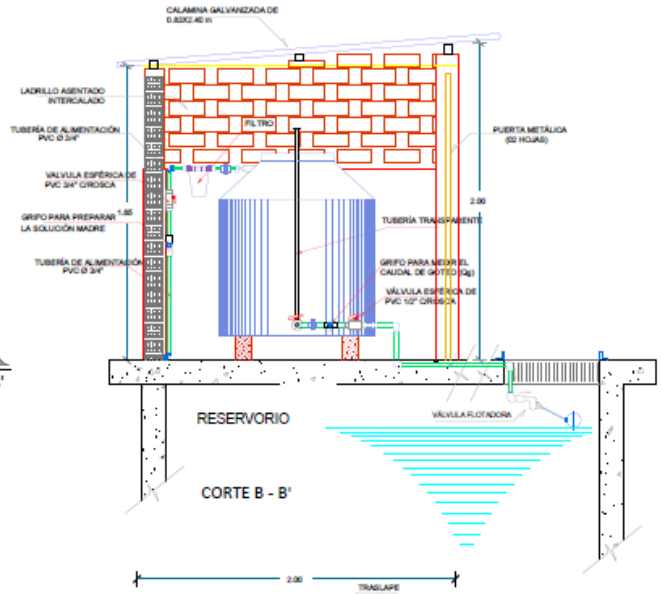
TESISTAS:
Tesista: DOCLICH RESTREPO RAMÍREZ
Tesista: CARLOS ROGER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ESCALA: Indicada

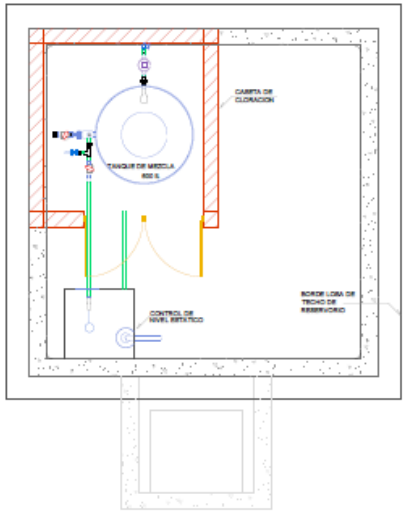
FECHA: SETIEMBRE 2023




PLANTA

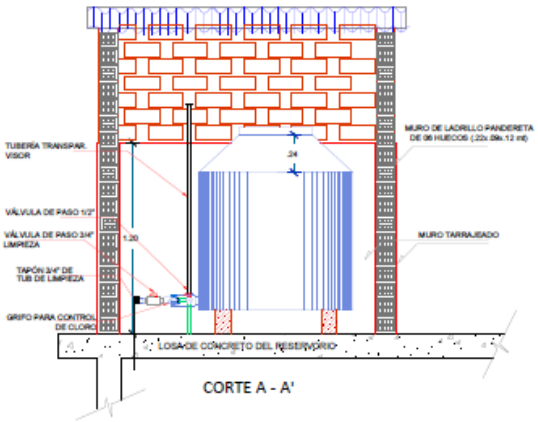



CORTE B - B'

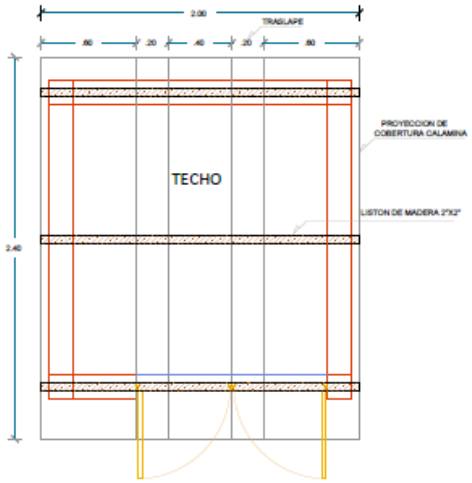



UBICACION DE CASETA SOBRE RESERVORIO

| DESCRIPCION | UNID. | CANT. |
|---|---|---|
| Cemento | bls. | 4.0 |
| Arena gruesa | m3. | 0.45 |
| Ladrillo de 6 huecos | pza. | 450 |
| Listón 2"x2" | ml. | 06 |
| Calaminas | pza. | 03 |
| Clavos para calamina | Kl. | 0.5 |
| Puerta metálica | pza. | 01 |
| Grifo de bronce Ø 1/2" | pza. | 01 |
| Tubería PVC 1/2" | mt. | 05 |
| Accesorios de dosador | und. | 01 |
| Tanque de 600 lt. | und. | 01 |




CORTE A - A'




**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin

PLANO: HIPOCLORADOR DE GOTEO

LÁMINA N°: H-01

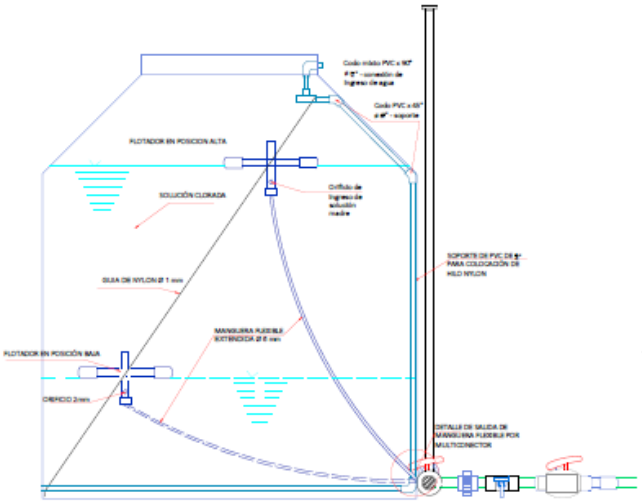
UBICACION
DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA
PROVINCIA: RIOJA
REGION: SAN MARTIN

ASESOR: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN

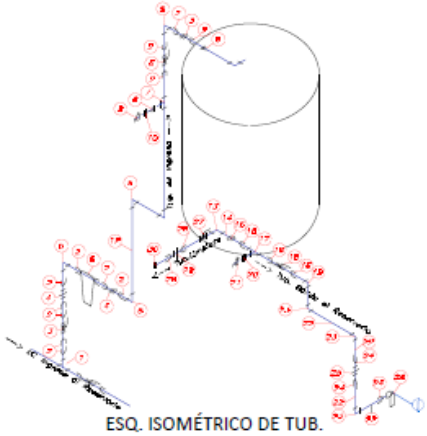
TESISTAS:
Bach. GOOLICH REÁTEGUI RAMÍREZ
Bach. CARLOS RODER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ESCALA: Indicada

FECHA: SETIEMBRE- 2022




ESQUEMA DEL SISTEMA DE CLORACIÓN CON FLOTADOR

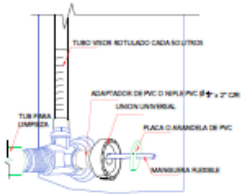


ESQ. ISOMÉTRICO DE TUB.

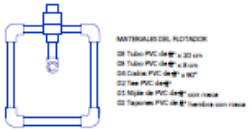
| N° | MATERIALES DOSADOR POR GOTEO | UNID. | CANT. |
|---|---|---|---|
| | Tanque de 600 L con accesorios (multiconector; válvula flotadora; visor) | und. | 01 |
| | Flotador de PVC de 3/4" (ver materiales en Plano 01) | und. | 01 |
| | ACCESORIOS | | |
| | INGRESO DE AGUA AL TANQUE DOSADOR | | |
| 1 | Abrazadera de derivación o Tee ofreducción PVC de Φ xx" a 3/4" | und. | 01 |
| 2 | Adaptador de PVC de Φ3/4" | und. | 13 |
| 3 | Válvula esférica de PVC de Φ3/4" c/ rosca | und. | 02 |
| 4 | Unión universal de PVC de Φ3/4" c/ rosca | und. | 03 |
| 5 | Codo de PVC x 90° Φ3/4" (incluye 02 und adicionales) | und. | 07 |
| 6 | Filtro (viene incluido con el tanque) | und. | 01 |
| 7 | Tee de PVC de Φ3/4" | und. | 01 |
| 8 | Reducción de PVC de Φ3/4" a 1/2" | und. | 02 |
| 9 | Unión mixta de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| 10 | Grifo de bronce de Φ1/2" c/ rosc | und. | 01 |
| 11 | Codo de PVC x 90° Φ1/2" | und. | 01 |
| 12 | Tubo PVC Φ3/4" x 5m | und. | 02 |
| | SALIDA DEL TANQUE DOSADOR (DE SOLUCIÓN MADRE) | | |
| 13 | Accesorio multiconector (incluido como accesorio del tanque) | und. | 01 |
| 14 | Niple de PVC de Φ1/2" x 2" roscado | und. | 01 |
| 15 | Unión universal de PVC de Φ1/2" c/ rosca - ver detalle placa - manguera | und. | 01 |
| 16 | Adaptador de PVC de Φ1/2" | und. | 03 |
| 17 | Tee de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| 18 | Válvula esférica de PVC de Φ1/2" c/ rosca | und. | 01 |
| 19 | Codo de PVC x 90° Φ1/2" | und. | 02 |
| 20 | Unión mixta de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| 21 | Grifo de PVC de Φ1/2" c/ rosc | und. | 01 |
| 22 | Tubo PVC Φ1/2" x 5m | und. | 01 |
| | DISPOSITIVO DE DESCARGA DE CLORO EN EL RESERVORIO | | |
| 22 | Tubo PVC Φ1/2" x 5m | und. | 01 |
| 23 | Codo de PVC x 90° Φ1/2" (incluye 02 adicionales) | und. | 05 |
| 24 | Adaptador de PVC de Φ1/2" | und. | 03 |
| 25 | Unión universal de PVC de Φ1/2" c/ rosca | und. | 01 |
| 26 | Válvula de seguridad de PVC de Φ1/2" c/ boya flotadora (inc. ofianque) | und. | 01 |
| | SALIDA PARA LIMPIEZA | | |
| 27 | Válvula esférica de PVC de Φ3/4" c/ rosca | und. | 01 |
| 28 | Adaptador de PVC de Φ3/4" | und. | 03 |
| 29 | Unión universal de PVC de Φ3/4" c/ rosca | und. | 01 |
| 30 | Tubo de PVC de Φ1/2" transparente - Visor | und. | 01 |

Nota: xx" es el diámetro de tubería de ingreso al reservorio (LC)

| ACCESORIOS | UNID. | CANT. |
|---|---|---|
| FLOTADOR | | |
| Tubo PVC Φ 3/4" x 20cm. | und. | 03 |
| Tubo PVC Φ 3/4" x 8cm. | und. | 03 |
| Codo de PVC x 90° Φ3/4" | und. | 04 |
| Tee de PVC de 3/4" | und. | 02 |
| Niple de PVC de 3/4" x 5" c/rosca | und. | 01 |
| Tapón de PVC de Φ3/4" hembra c/ rosca | und. | 01 |
| Tapón de PVC liviano de Φ4" hembra - (cortar con sierra una copa de Φ1 1/8" ) | und. | 01 |
| Manguera flexible (diam. interior 4mm. y exterior 6mm.) | m | 1.5 |




DETALLE DE SALIDA DE MANGUERA FLEXIBLE POR MULTICONECTOR




VISTA EN PLANTA DEL FLOTADOR

| ACCESORIOS | UNID. | CANT. |
|---|---|---|
| SOPORTE DE HILO NYLON | | |
| Tubo de PVC Φ1/2" longitud igual a la altura del tanque dosador | und. | 01 |
| Tubo de PVC Φ1/2" longitud diam. del tanque dosador | und. | 01 |
| Tubo de PVC Φ1/2" (Longitudes de 4; 7; 19 cm) | und. | 01 |
| Codo de PVC x 90° Φ1/2" | und. | 01 |
| Codo de PVC x 45° Φ1/2" | und. | 02 |
| Codo mixto de PVC x 90° Φ1/2" | und. | 01 |
| Tapón de PVC de Φ1/2" hembra | und. | 01 |
| Tee de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| Hilo nylon | m. | 2.0 |
| ACCESORIOS DE MEDICIÓN DE CLORO EN EL RESERVORIO Y FUACION DE LA TUBERIA | | |
| Abrazadera de derivación PVC de Φ yy" salida del reservorio a Φ1/2" para instalación de un grifo para medir cloro a la salida del reservorio | und. | 01 |
| Adaptador de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| Unión mixta de PVC de Φ1/2" | und. | 01 |
| Grifo de bronce de Φ1/2" c/ rosc | und. | 01 |
| Codo de PVC x 90° Φ1/2" | und. | 01 |
| Abrazadera 2 orejas para fijación de tubo de Φ1/2" | und. | 03 |
| Abrazadera 2 orejas para fijación de tubo de Φ3/4" | und. | 03 |
| Tornillo autoroscante tamaño 8 por 1"<br>Tarugos de PVC de 1/4" | und.<br>und. | 12<br>12 |
| CONTROL O NIVEL ESTATICO | | |
| Cono de rebose PVC de Φ4" x Φ zz" (diámetro de tubería de rebose) | und. | 01 |
| Tee PVC de Φ zz" (diámetro de tubería de ingreso al reservorio) | und. | 02 |
| Tubo PVC de Φ zz" x 5m (ingreso a reservorio) | und. | 01 |
| Codo PVC x 90° de Φ zz" (diámetro de tub. de ingreso a reservorio) | und. | 01 |

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin"

PLANO: HIPOCLORADOR DE GOTEO

LÁMINA N°: H-02

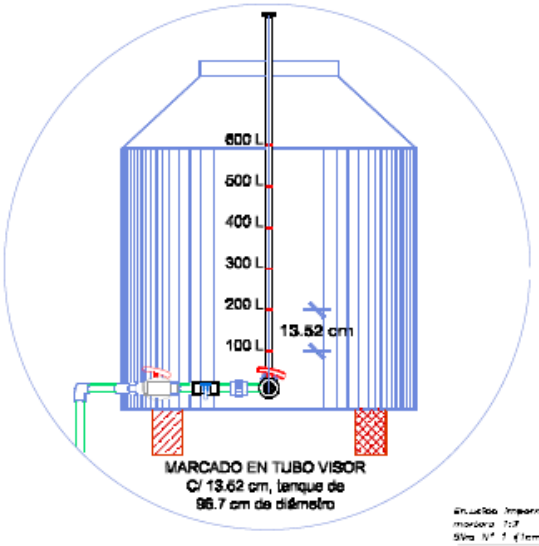
UBICACIÓN: DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA; PROVINCIA: RIOJA; REGION: SAN MARTIN

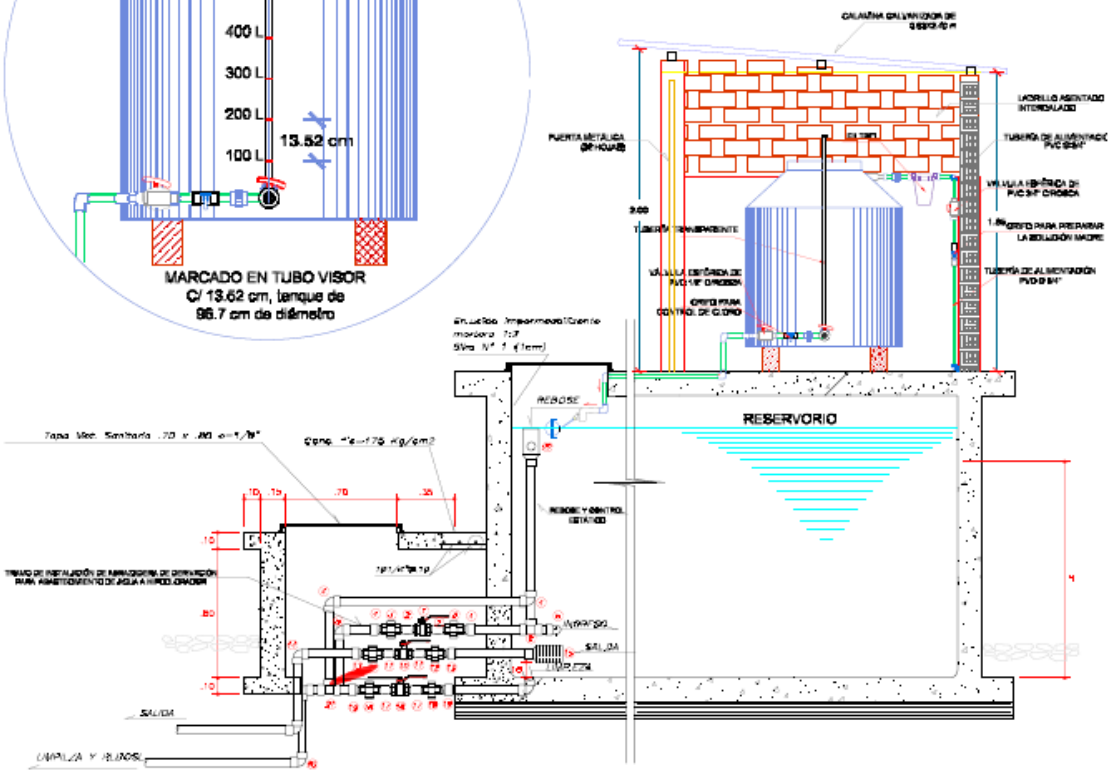
ASESOR: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN

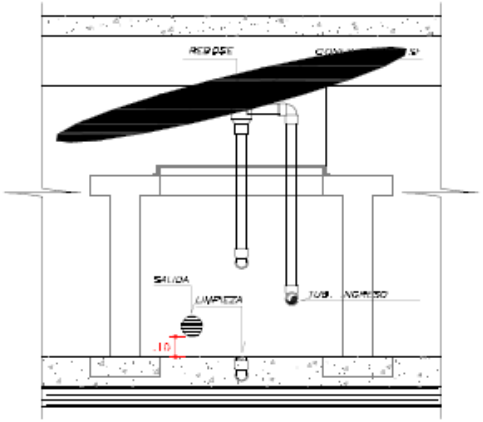
TESISTAS: Bach. GOOLICH REÁTEGUI RAMÍREZ; Bach. CARLOS RODER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ESCALA: Indicada

FECHA: SETIEMBRE 2022




DISPOSITIVO DEL CONTROL DE NIVEL ESTÁTICO
(Conexión tubería entrada – cono rebose)

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO: "Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin

PLANO: HIPOCLORADOR DE GOTEO

LÁMINA Nº: H-03

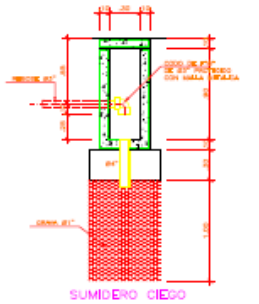
UBICACIÓN: DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA; PROVINCIA: RIOJA; REGIÓN: SAN MARTIN

AUTOR: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN

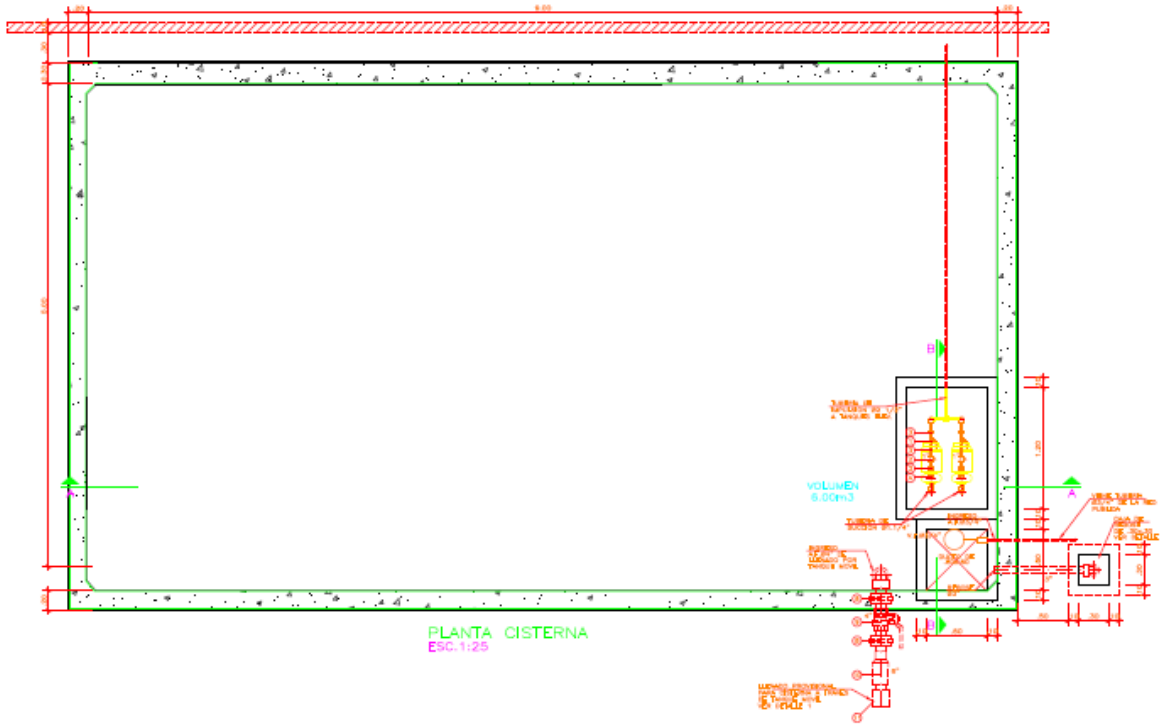
TESISTA: Bach. GOOLICH RÉÁTEGUI RAMÍREZ; Bach. CARLOS RODER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ESCALA: Indicada

FECHA: SETIEMBRE- 2022




DETALLE CAJA DE REBOSE
ESC. 1/10

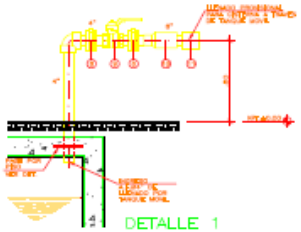



PLANTA CISTERNA
ESC.1:25

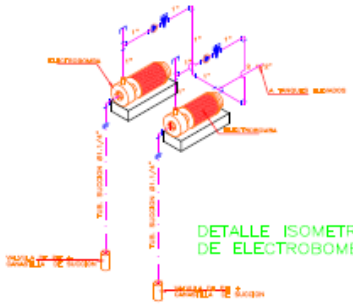
CARACTERISTICAS DE LAS ELECTROBOMBAS

| | |
|---|---|
| CAUDAL | 1.90 L.P.S. |
| ALTURA DINAMICA | 10.00 MT. |
| POTENCIA | 2 HP. |

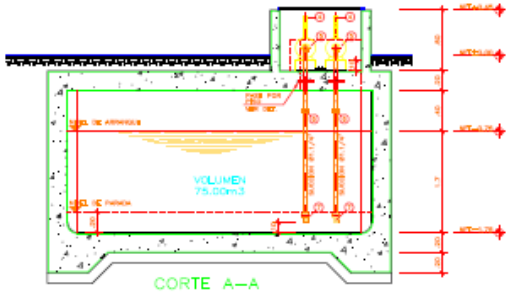
LEYENDA



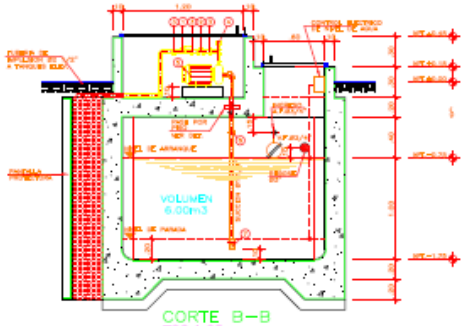
DETALLE 1
ESC.1:25



DETALLE ISOMETRICO DE ELECTROBOMBAS



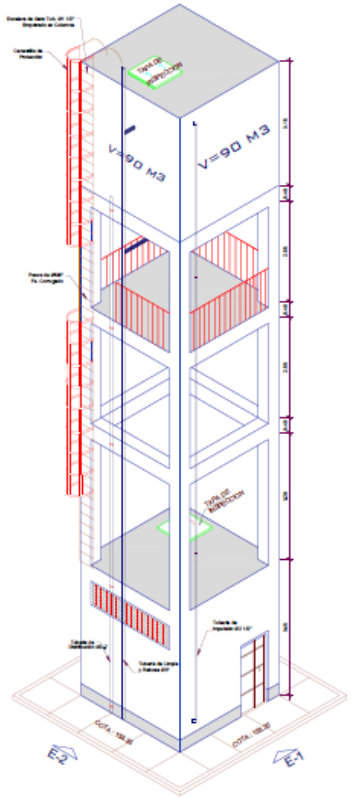

CORTE A–A
ESC.1:25



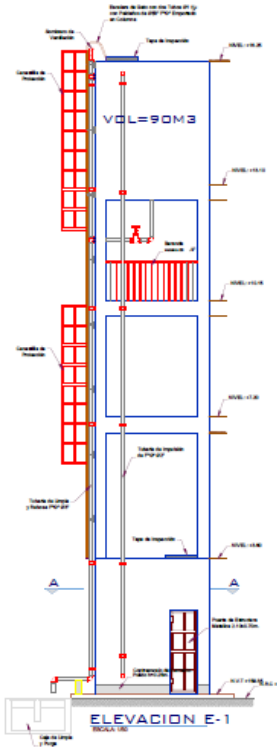

CORTE B–B
ESC.1:25

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

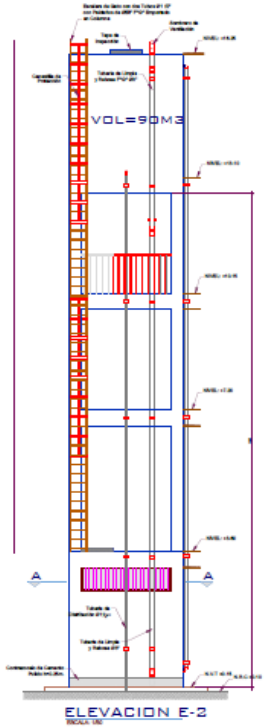
| | |
|---|---|
| PROYECTO: | "Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin |
| PLANO: | CISTERNA DE ALMACENAMIENTO 75M3 |
| UBICACION: DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA | DOCENTE: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN |
| PROVINCIA: RIOJA | TESISTA: Bach. GOOLICH REÁTEGUI RAMÍREZ; Bach. CARLOS RODER RAMÍREZ RODRÍGUEZ |
| REGION: SAN MARTIN | ESCALA: Indicada |
| LAMINA N°: | CA- 01 |
| FECHA: | SETIEMBRE- 2022 |



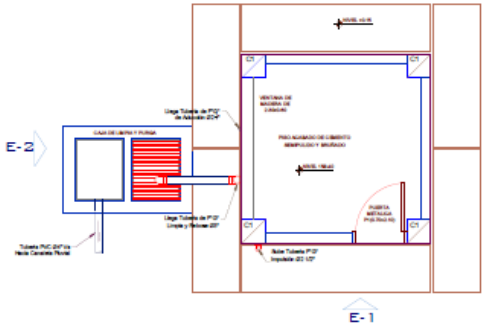

ISOMETRICO DE TANQUE ELEVADO



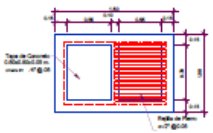

ELEVACION E-1



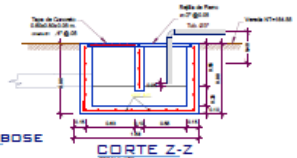

ELEVACION E-2



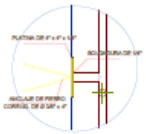

CORTE A-A



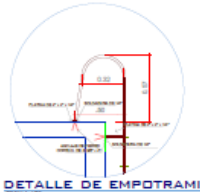
CAJA DE LIMPIA Y REBOSE



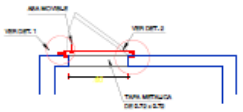
CORTE Z-Z



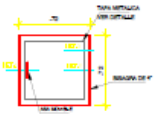
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO EN COLUMNA



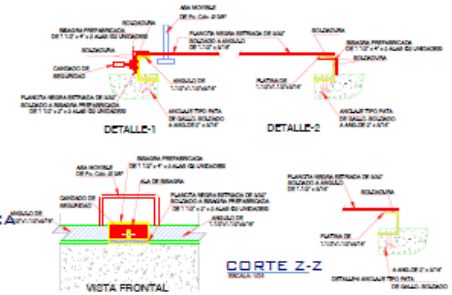
DETALLE DE EMPOTRAMIENTO



CORTE DE TAPA METALICA

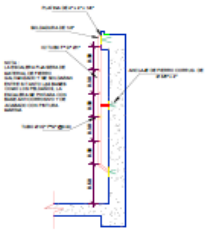


PLANTA DE TAPA METALICA




VISTA FRONTAL
DE COLOCACION DE CANDADO

CORTE Z-Z



DETALLE DE ESCALERA TIPO
GATO FIJA INTERIOR DE CUBA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martín"

TANQUE ELEVADO 90M3

TE-01

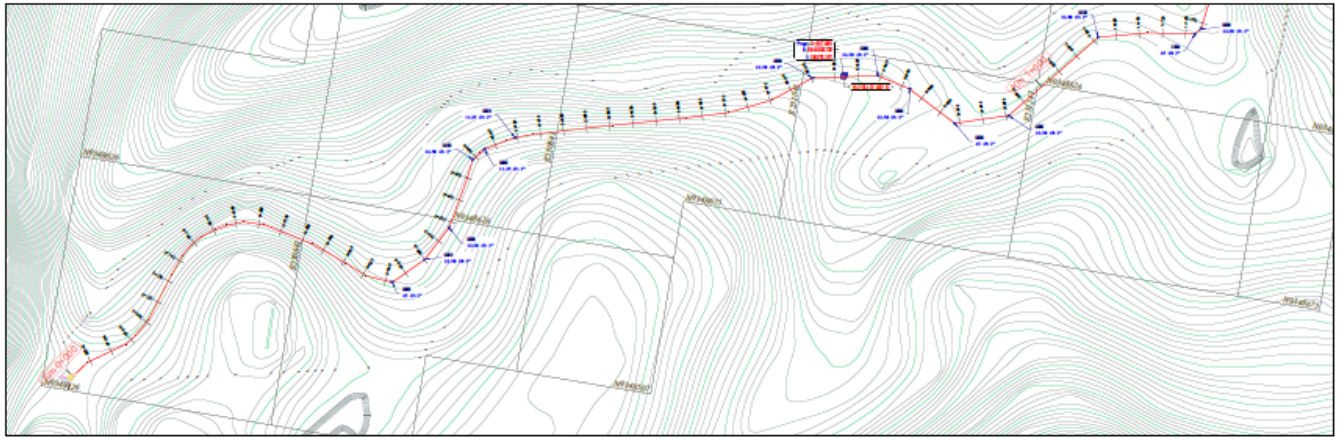
ING. CARLOS BRUNO HUMANA TORRIJOS

Bach. GOODLICH RODRIGO RAMIREZ
Bach. CARLOS ROGER RAMIREZ RODRIGUEZ

Indicada

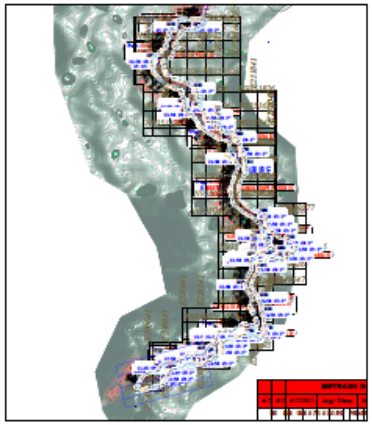
SEPTIEMBRE 2022

# Linea de Conduccion

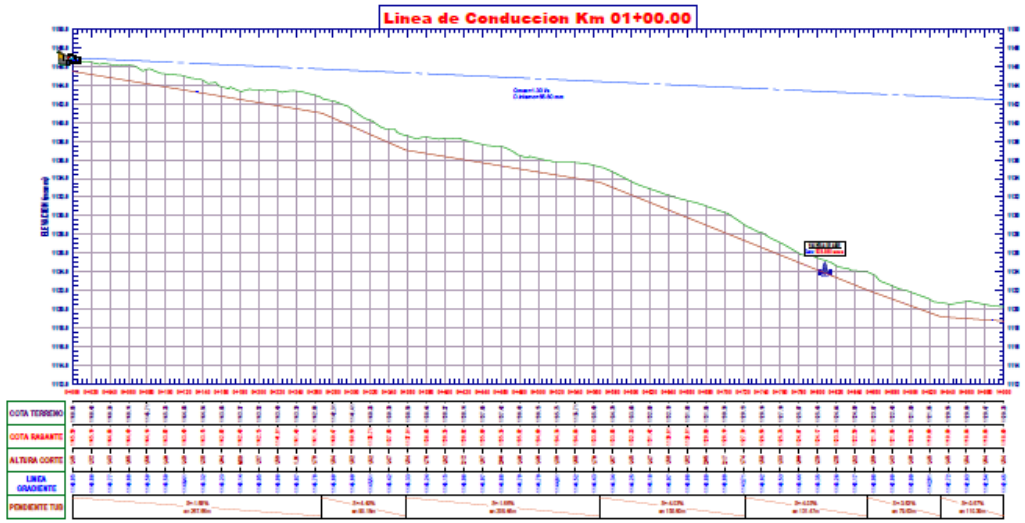


Planta-Esc 1/2000

Ubicacion



S/esc.




Esc Vert. 1/2500
Esc Hor. 1/250

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Reservorio |
| | Camara Rompe Presion planta |
| | Camara Rompe Presion Perfil |
| | Tuberia Linea de Aduccion Perfil |
| | Linea de Aduccion Planta |
| | Linea gradiente |
| | Codo de 11.25° Ø:8" |
| | Codo de 22.50° Ø:8" |
| | Codo de 45° Ø:8" |

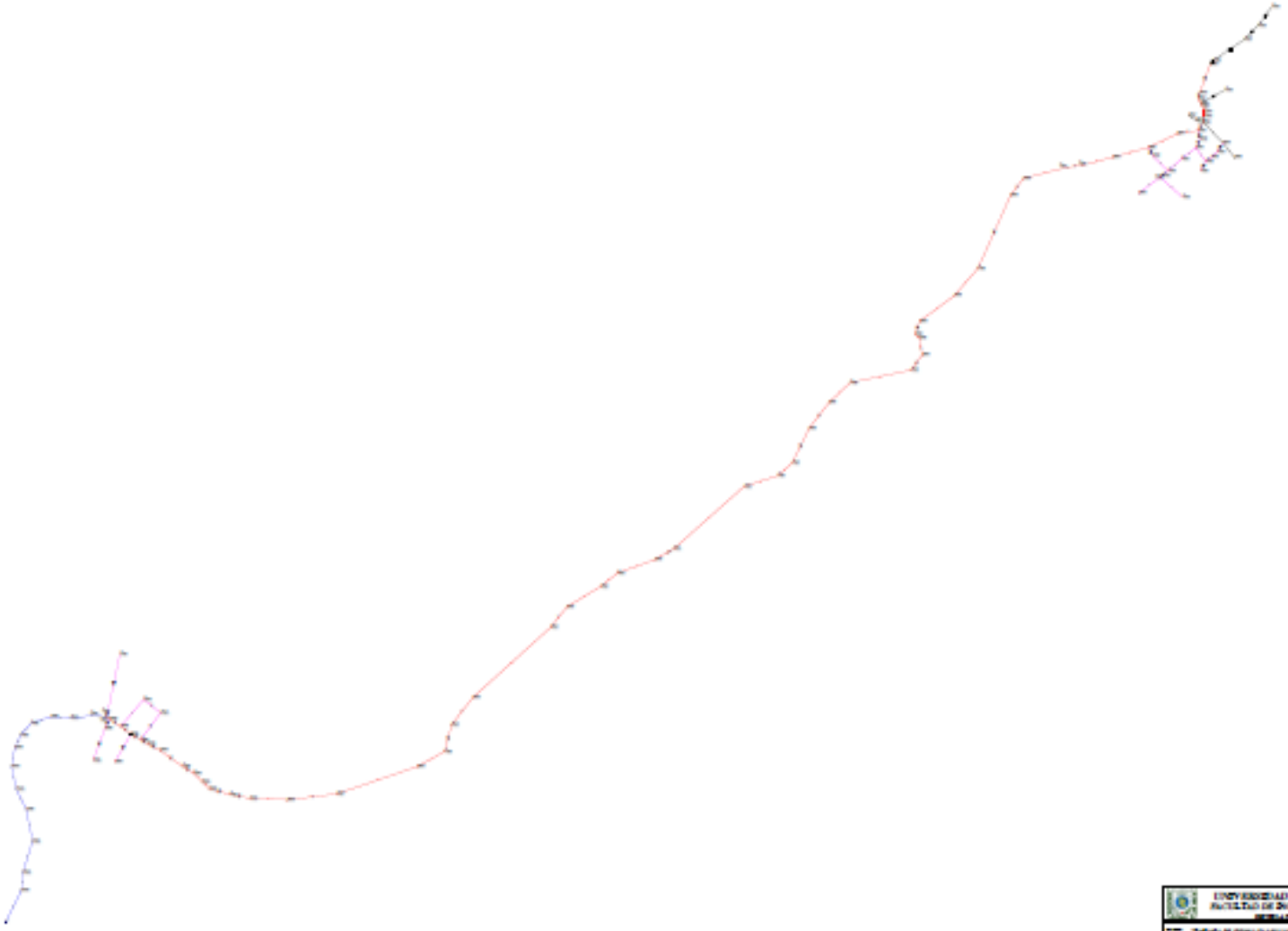
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Radiseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nuevo Cajamarca - San Martin"

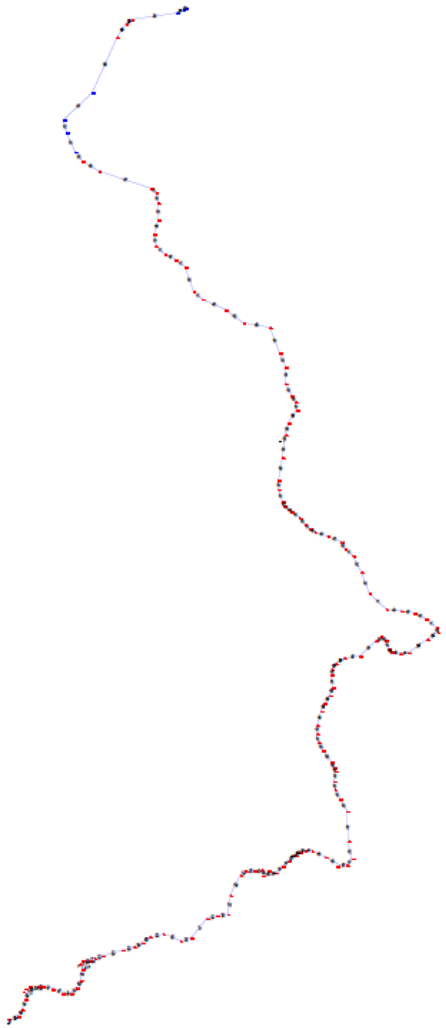
LINEA DE CONDUCCIÓN

PP. 29

MORALES | SAN MARTIN | SAN MARTIN | ING. CARLOS RIGOLINDO HUAMÁN TORRIJÓN | Bach. OCOLICH RUÍZ ROLO RAMÍREZ | Bach. CARLOS ROGER RAMÍREZ RODRÍGUEZ | Indicada | SEPTIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA**
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

PROYECTO: "Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin"

PLANO:

A-01

DEPARTAMENTO: SAN MARTIN
PROVINCIA: RIOJA
DISTRITO: NUEVA CAJAMARCA

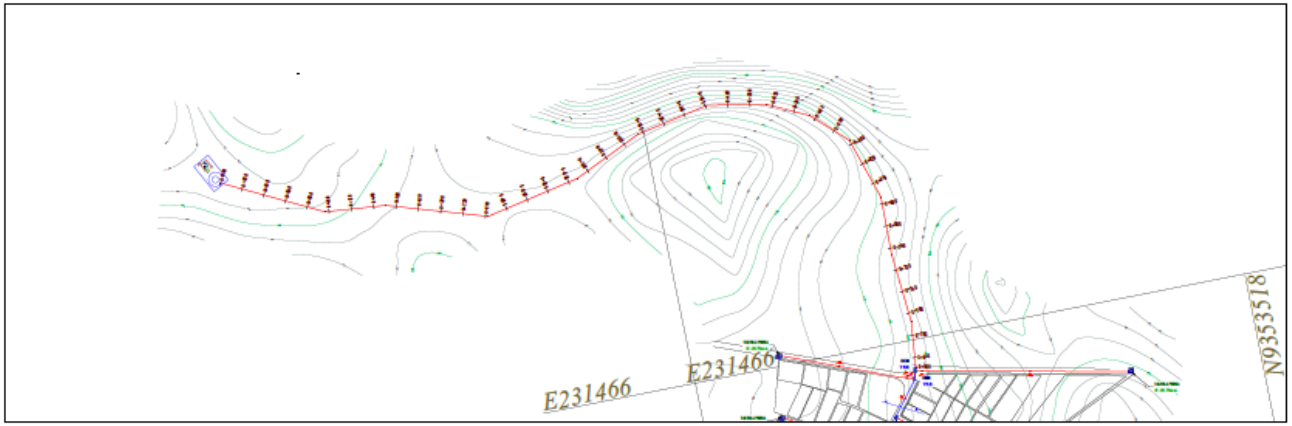
AUTOR: ING. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN

TESISTAS: Bach. GOCLICH RIÑÁTIGUI RAMÍREZ
Bach. CARLOS ROBER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ESCALA: Indicada

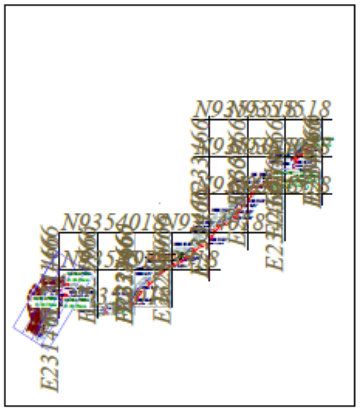
FECHA: SETIEMBRE- 2022

# Linea de Aduccion

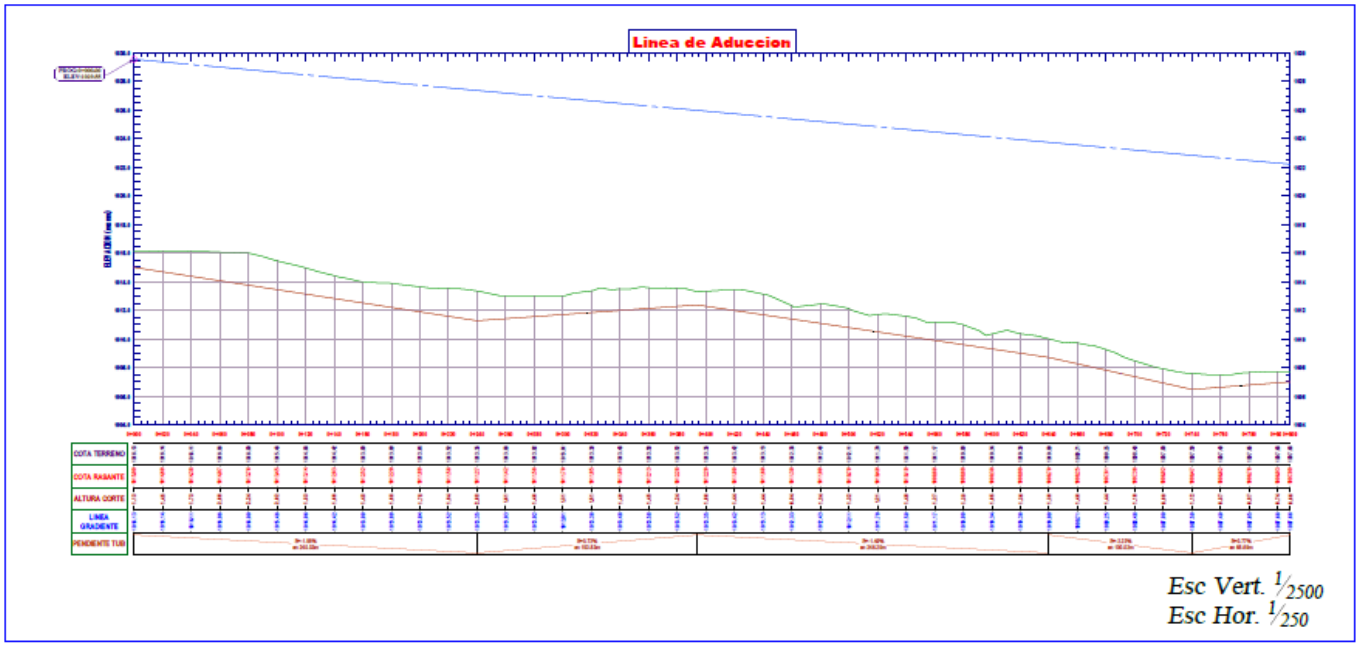



Planta-Esc 1/2000

Ubicacion



S/esc.




Esc Vert. 1/2500
Esc Hor. 1/250

| LEYENDA | |
|---|---|
| | Reservorio |
| | Camara Rompe Presion planta |
| | Camara Rompe Presion Perfil |
| | Tuberia Linea de Aduccion Perfil |
| | Linea de Aduccion Planta |
| | Linea gradiente |
| | Codo de 11.25° Ø8" |
| | Codo de 22.50° Ø8" |
| | Codo de 45° Ø8" |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

"Mejoramiento del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio Nuevos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca - San Martin"

LINEA DE ADUCCIÓN

PP- 23

MORALES
SAN MARTIN
SAN MARTIN

ING. CARLOS EDGUARDO HUAMÁN TORRIJOS

Bach. DOCOLICH BERTHOLI RAMÍREZ
Bach. CARLOS ROGER RAMÍREZ RODRÍGUEZ

Indicada

SEPTIEMBRE 2022

# Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

*por* Goolich Reátegui Ramírez/ Carlos Roder Ramírez Rodríguez

---

**Fecha de entrega:** 09-mar-2023 12:21p.m. (UTC-0500)
**Identificador de la entrega:** 2033121369
**Nombre del archivo:** TESIS_FINAL_2022.docx (2.62M)
**Total de palabras:** 20913
**Total de caracteres:** 108498

Rediseño del sistema de agua potable y conexiones domiciliarias en el barrio buenos aires y vista alegre del distrito de Nueva Cajamarca – San Martin

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 22% | 21% | 2% | 11% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | hdl.handle.net<br>Fuente de Internet | 4% |
| 2 | repositorio.uladech.edu.pe<br>Fuente de Internet | 3% |
| 3 | repositorio.ucv.edu.pe<br>Fuente de Internet | 3% |
| 4 | repositorio.unsm.edu.pe<br>Fuente de Internet | 3% |
| 5 | Submitted to Universidad Nacional de San Martín<br>Trabajo del estudiante | 2% |
| 6 | www.slideshare.net<br>Fuente de Internet | 1% |
| 7 | es.slideshare.net<br>Fuente de Internet | 1% |
| 8 | www.tamcmonterey.org<br>Fuente de Internet | <1% |