

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS HIDRÁULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL
CENTRO POBLADO DE PLAZAPAMPA DEL DISTRITO DE SALPO
MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Línea de Investigación: Hidráulica

AUTORES: Br. CASTAÑEDA TICLIA, CARLOS DANIEL

Br. QUISPE FLORES, ELIZABETH

ASESOR: Ms. Ing. RICARDO NARVAEZ ARANDA

TRUJILLO, JULIO DEL 2016

Tesis: “ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE PLAZAPAMPA DEL DISTRITO DE SALPO MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACION HIDRAULICA”

Por: Br. CASTAÑEDA TICLIA, CARLOS DANIEL

Br. QUISPE FLORES, ELIZABETH

JURADO EVALUADOR

Presidente:

Ing.

Secretario:

Ing.

Vocal:

Ing.

Asesor:

Ms. Ing. Ricardo Narváez Aranda

PRESENTACION

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada “Antenor Orrego”, para el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE PLAZAPAMPA DEL DISTRITO DE SALPO MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACION HIDRAULICA”

Atentamente,

Trujillo, Julio del 2016

Br. CASTAÑEDA TICLIA, CARLOS

Br. QUISPE FLORES, ELIZABETH

DEDICATORIA

La presente tesis está dedicada a Dios ya que gracias a él hemos logrado concluir nuestra carrera. A nuestros padres porque ellos siempre estuvieron a nuestro lado brindándonos su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, por ayudarnos con los recursos necesarios para estudiar para ser de nosotros unas mejores personas.

AGRADECIMIENTO

Primero y como más importante nos gustaría agradecer sinceramente a nuestro asesor de tesis Ing. Narváez Aranda Ricardo Andrés, gracias a su esfuerzo, dedicación, sus conocimientos, sus orientaciones su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para nuestra formación como investigadores.

Él ha inculcado en nosotros un sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico sin los cuales no podría tener una formación completa como investigador.

RESUMEN

Tesis: “ANALISIS HIDRAULICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CENTRO POBLADO DE PLAZAPAMPA DEL DISTRITO DE SALPO MEDIANTE PROGRAMA DE SIMULACION HIDRAULICA”

Por: Br. CASTAÑEDA TICLIA, CARLOS
Br. QUISPE FLORES, ELIZABETH

La presente tesis, es un trabajo considerado de proyección social, desarrollado para el Centro Poblado de Plazapampa cuya población actual beneficiada es solo de 598 habitantes, con una densidad de crecimiento de 5.2 hab/vivienda, según datos de la Municipalidad Distrital de Salpo, existiendo actualmente 115 viviendas, pero el diseño realizado es para una población futura de 1990 habitantes con un periodo de diseño de 20 años.

La problemática de la localidad, es el abastecimiento de agua potable debido a que las instalaciones existentes fueron construidas por los mismos pobladores sin criterio técnico, siendo insuficiente el agua para los pobladores generando un descontento por la falta de agua potable, los que recurren a fuentes de agua no apta para el consumo ocasionándoles enfermedades como el bocio, alergias y enfermedades intestinales sobre todo a los niños y ancianos, siendo un problema similar en la gran mayoría de centros poblados de la sierra.

Con la necesidad de dar una solución tecnológica al problema del Centro Poblado de Plazapampa se ha realizado el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable considerando la aplicación de un Programa de simulación hidráulica para abastecimiento de agua (EPANET), que es muy utilizado y solicitado por las empresas distribuidoras de agua, con el objetivo principal de realizar el análisis de los resultados hidráulicos de la línea de conducción y red de distribución para que cumplan las normas técnicas como las presiones de servicio, velocidades y diámetros económicos, pudiendo variar fácilmente las variables para un mejor análisis y diseño.

Para tal fin se realizó un planteamiento hidráulico considerando lo siguiente: una estructura de captación, línea de conducción, reservorio, línea de aducción y redes de distribución de agua, para lo cual se ha realizado estudios topográficos ubicando las viviendas.

Se ha realizado estudios básicos de ingeniería como mecánica de suelo determinado un suelo gravoso en la zona donde se va a colocar el reservorio, también se ha realizado el estudio topográfico determinándose una superficie accidentada a ondulada, como se muestran en los planos.

Para el diseño hidráulico se ha determinado los parámetros básicos en base a las normas de Saneamiento del Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales son: dotación de 120 l/h/d, razón de crecimiento geométrico 1.0613 (la población se ha diseñado por el método geométrico), coeficientes de consumo diario y horario de 1.3 y 2.5 respectivamente. Los caudales de diseño son caudal máximo diario de 3.6 l/s para el diseño de la captación y línea de conducción, y caudal máximo horario de 6.90 l/s para el diseño de la capacidad del reservorio, línea de aducción y red de distribución.

El agua se conduce por medio de una tubería de PVC de diámetro de 2" para un caudal de 3.6 l/s que inicia en la cota 2390.40 msnm, y llega al reservorio en la cota 2340 msnm. Para el reservorio se ha calculado una capacidad 80 m³. Luego el agua es conducida por una tubería de PVC con diámetro de 3", con un caudal de 6.9 l/s. hasta la cota de 2286.40 msnm que es un punto de inicio de la red de distribución. La característica de este centro poblado es que se ha desarrollado en dos sectores y los cuales se han tomado para realizar una lotización y ubicación de áreas para otros usos de la localidad. La red de distribución forma una poligonal cerrada que va reduciéndose su diámetro de 3", 2" y 1 ½" como se muestra en los planos.

Con la aplicación del programa EPANET se ha obtenido resultados hidráulicamente satisfactorios con diámetros, velocidades y presiones de

servicio que cumplen las normas técnicas, pudiéndose varias y poder analizar los resultados hidráulicos que mejor conviene al centro poblado por la topografía accidentada y ondulada que tiene.

Palabras Claves: Planteamiento hidráulico, línea de conducción, línea de aducción, red de distribución, reservorio. Análisis hidráulico, EPANET.

ABSTRACT

This thesis is a work considered social projection, developed for the Town Center Plazapampa whose current beneficiary population is only 598 inhabitants, with a growth density of 5.2 inhabitants / housing, according to the District Municipality of Salpo, there currently 115 homes, but is designed for a future population of 1990 inhabitants with a design period of 20 years.

The problem of the town, is the supply of drinking water because existing facilities were built by the same people without technical criteria, to be insufficient water for the people generating dissatisfaction with the lack of drinking water, they resort to sources not suitable for drinking water causing them diseases such as goiter, allergies and intestinal diseases especially children and the elderly, with a similar problem in the vast majority of towns in the mountains.

With the need for a technological solution to the problem of Town Center Plazapampa it has made the system design water supply considering the implementation of a program of hydraulic simulation for water supply (EPANET), which is widely used and requested by water utilities, with the main objective of the analysis of water results driveline and distribution network to meet the technical standards such as pressures, speeds and economic diameters and can several easily variables for better analysis and design.

uptake structure, pipeline, reservoir, feeder main and water distribution networks, for which topographic has studied locating housing: for this purpose a hydraulic approach is performed considering the following. Has been performed basic engineering studies as soil mechanics given a burdensome soil in the area where you will place the reservoir, it has also performed the topographic study determined a rough wavy surface, as shown in the drawings.

For the hydraulic design has determined the basic parameters based on the rules of Sanitation National Building Regulations, which are: provision

of 120 l / h / d ratio of geometric growth 1.0613 (the population is designed by the method geometric), and daily consumption coefficients of 1.3 and 2.5 hours respectively. Design flows are maximum daily flow of 3.6 l / s for design capture and transmission line, and maximum hourly flow of 6.90 l / s for the design of reservoir capacity, adduction line and distribution network.

The water is fed through a PVC pipe diameter 2 "for a flow rate of 3.6 l / s which starts at an altitude of 2390.40 meters, and reaches the reservoir at elevation 2340 meters. For the reservoir has a capacity 80 m³ calculated. Then the water is conducted by a PVC pipe with a diameter of 3 "at a flow rate of 6.9 l / s. to the height of 2286.40 meters above sea level is a starting point of the distribution network. The characteristic of this population center is that it has developed in two sectors which have been taken for a lotización and location of areas for other uses of the town. The distribution network is a closed polygon that is reducing its diameter of 3 ", 2" and 1 ½ "as shown on the drawings.

With the implementation of the program EPANET has obtained satisfactory results with diameters hydraulically, speeds and operating pressures that meet the technical standards, and being able to analyze various hydraulic results that best suits the town by the rugged and undulating topography has center.

Keywords: hydraulic approach, flowline, adduction line, distribution network, Reservoir. hydraulic analysis, EPANET.

CAPITULO I: INTRODUCCION

1.1.- ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA ACTUAL	1
1.1.1.- Ubicación Política.....	1
1.1.2.- Situación Actual.....	2
1.1.3.- Población.....	3
1.1.4.- Clima	3
1.1.5.-Topografía.	3
1.1.6.-Condiciones Geológica y Geotécnicas	3
1.1.7.-Medios de Comunicación	4
1.1.8.-Morbilidad y Mortalidad	4
1.1.9.-Características Socio –Económica	4
1.2.-JUSTIFICACION DEL PROYECTO.....	5
1.3.-OBJETIVOS	6
1.3.1.-Objetivo General	6
1.3.2.-Objetivo Específico.....	7

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO

2.1.- LINEA DE CONDUCCION Y ADUCCION	8
2.2.- ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA	12
2.2.1.-Definicion.....	12
2.2.2.-Análisis Bacteriológico	14
2.2.3.-Características físicas del Agua	18
2.2.4.-Características Químicas del Agua	21
2.2.5.-Requisitos del Agua para Consumo Humano.....	23
2.3.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO	24
2.3.1.-Reconocimiento del terreno.....	24
2.3.2.-Red de Apoyo Planímetro y Altimétrico	25
2.3.3.-Altimetría o Circuito de Nivelación.....	27
2.3.4.-Metodo de Nivelación	27
2.3.5.-Levantamiento de Curvas a Nivel.....	29
2.3.6.-Levantamiento Planimétrico y Altimétrico	31
2.3.7.-Trabajo de Campo.....	31
2.3.8.-Trabajo de Gabinete.....	32
2.4.- DATOS BASICOS DE DISEÑO.....	32
2.4.1.- Periodo de Diseño	32
2.4.2.- Población.....	34
2.4.3.- Calculo de Población de Diseño.....	35
2.4.4.- Dotaciones de Agua	37
2.4.5.- Según el tipo de consumo de Agua.....	39
2.4.6.- Variaciones de Consumo	40
2.4.7.- Diámetro Mínimo	41
2.4.8.- Presiones	42
2.4.9.- Presiones Hidráulicas Relativas a la Red.....	42
2.5.-REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED	44

2.6.- ESTRUCTURA DE CAPTACION	45
2.6.1.-Generalidades	46
2.6.2.- Fuentes de Abastecimiento	46
2.6.3.-Captacion de un Manantial de ladera y Concentrado.....	50
2.7.- RESERVORIO.....	51
2.7.1.- Volumen y Almacenamiento.....	52
2.7.2.- Tipos de Reservoirio	54
2.8.- DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	55
2.9.- REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA.....	56
2.9.1.-Tipos de Circuito de Distribución.....	56
2.9.2.- Diseño de la Red de Distribución	58
2.9.3.- Accesorios.....	58
2.10.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	61
2.10.1.- Definición de Impacto Ambiental	61
2.10.2.- Importancia de los Estudios de Impacto Ambiental.....	61
2.10.3.- Objetivos Específicos del Impacto Ambiental.....	62
2.10.4.- Tipo de Impacto Ambiental.....	62
2.10.5.- Criterio de Jerarquización.....	64
2.10.6.- Identificación y Análisis de loa Impactos Ambientales.....	65
2.10.7.- Métodos de Estudios de Impacto Ambiental Técnicas Específicas	65

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1.-CRITERIO DE DISEÑO.....	71
3.1.1.- Población de Plazapampa	71
3.1.2.- Población Futura	71
3.1.3.- Métodos Estadísticos	72
3.1.4.- Población de Diseño	75
3.1.5.- Dotación	75
3.1.6.- Determinación de los Gastos de Consumo.....	77
3.1.7.- Caudal de Diseño.....	79
3.2.- ESTRUCTURA DE CAPTACION	80
3.2.1.-Tipos de Captación en Manantial	80
3.2.2.- Calculo de Caudal de Agua.....	83
3.2.3.- Diseño Hidráulico y Dimensionamiento.....	84
3.3.-CALIDAD DE AGUA	90
3.4.-MECANICA DE SUELOS	100
3.4.1.-Ensayo de Laboratorio	100
3.5.- DISEÑO HIDRAULICO DE LINEA DE CONDUCCION Y ADUCCION.....	111
3.5.1.-Diseño de Línea de Conducción	117
3.6.-CAPACIDAD DE RESERVORIO.....	122
3.6.1.-Capacidad de Reservoirio.....	124
3.7.-RED DE DISTRIBUCION DE AGUA	128
3.7.1.-Tipos de Circuitos de Distribución	128

3.7.2.- Diseño de la Red de Distribución	130
3.8.-ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	141

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

CAPITULO VI: REEFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ANEXO 1:

PLANOS

FOTOS

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA ACTUAL

1.1.1 Ubicación política

Fuente: Municipalidad Distrital de Salpo(1)

Según la Municipalidad Distrital de Salpo el Caserío de Plazapampa pertenece al Distrito de Salpo de la Provincia de Otuzco, Región de la Libertad.

Caserío	:	Plazapampa
Distrital de	:	Salpo
Provincia	:	Otuzco
Departamento	:	La Libertad

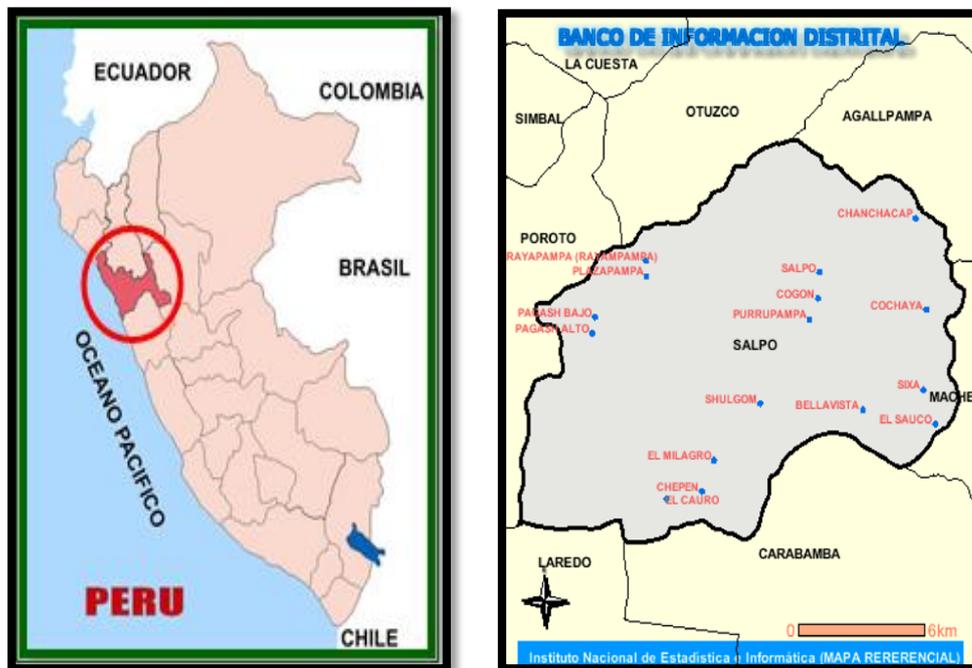


Fig.1.1 : Ubicación del Caserío de Plazapampa

Fuente:INEI (2)



Fig.1.2: Vista panorámica del Caserío de Plazapampa
Fuente: Google Earth(3)

1.1.2 SITUACION ACTUAL

Fuente : Opinión de la población (4)

Actualmente la localidad de la Plazapampa no cuenta con un sistema de agua potable eficiente, básicamente motivado por el crecimiento de la población que impide una atención planificada de sus requerimientos por el ente público de servicio, así como también por las dificultades de encontrar suficientes fuentes de abastecimiento que garanticen una dotación regular del requerido elemento.

Por lo estudios realizados se cuenta con un manantial, el cual sería la fuente de abastecimiento de agua, siendo actualmente utilizada por los moradores y para la evacuación de las aguas residuales se tiene silos y/o letrinas construidas por FONCODES.

1.1.3 Población

Fuente: Municipalidad Distrital de Salpo (5)

La población actual beneficiada es de 598 habitantes, con una densidad de 5.2 hab./vivienda, según datos de la Municipalidad Distrital de Salpo, existiendo actualmente 115 viviendas.

1.1.4 Clima

El clima en el departamento es variable según la región, es determinado por la presencia de los andes libérteños, su altitud modifica la temperatura, la humedad y presión atmosférica.

Las condiciones climáticas del centro poblado son; frío y lluvioso, el régimen de lluvias es de diciembre a abril, con los siguientes parámetros:

- Precipitación pluvial anual: 1200 mm
- Temperatura anual:
 - Máxima..... 22 °C
 - Mínima..... 15 °C
 - Media.....18 °C

1.1.5 Topografía

La topografía de la zona es accidentada, con pendiente variable que va de Sur a Norte y de Oeste a Este.

1.1.6 Condiciones Geológicas y Geotécnicas

El tipo de suelo en la zona donde se realizó el estudio es terreno de cultivo y arcilloso-pedregoso, la parte alta de la localidad es una zona boscosa.

1.1.7 Medios de Comunicación

Las vías de acceso al centro poblado, se realiza mediante la carretera de penetración asfaltada a la Sierra Liberteña Trujillo – Otuzco, luego por carretera afirmada.

1.1.8 Morbilidad y mortalidad

Las personas que viven en los centros poblados de Salpo carecen de servicios básicos sufre de enfermedades de carácter hídrico, así mismo la forma precaria de vida, costumbres y hábitos hace que prevalecen las enfermedades que atacan generalmente a la niñez, ya que los adultos han adquirido inmunidad a las bacterias con algunas excepciones. Las enfermedades más frecuentes son disentería, tifoidea, cólera, enfermedades gastrointestinales y del aparato respiratorio. Así como se tiene la reproducción acelerada de la población también se tiene una tasa de mortalidad media.

1.1.9 Características socio- económica

Fuente : INEI(6)

El presente proyecto tiene como fin establecer a través de la metodología estadística aplica a la investigación el comportamiento socio-económico de la población de Plazapampa. Para lo cual se realizó un estudio de 17 familias como muestra representativas donde se les aplico encuestas que mediante ellas se logró determinar el nivel socio-económico de la población.

Como el objeto de estudio es la población hemos realizado una recopilación maestra de datos sobre las necesidades y el estado de los lotes o viviendas que están involucrados para la realización del proyecto.

Después de haber realizado la encuesta a la población y agrupar los resultados obtenidos llegamos a los siguientes resultados:

1. Los habitantes de los centros poblados trabajan generalmente en la agricultura el 70% de la población, el 15% a la crianza de animales, y el 15% se dedica a la minería.
2. El sueldo de cada familia varía desde 200.00 nuevos soles hasta 1,000.00 nuevos soles, siendo el promedio de 450.00 nuevos soles.
3. El 37% de la población de este centro poblado encuentra en grupo de 20 a 24 años y el 15% en los grupos de 30 a 34 años y 11 en el de 1 a 4 años; de lo que concluye que existen matrimonios jóvenes con hijos pequeños demostrando así que esta localidad es joven y el 37% están dentro de las edades restantes.
4. Con respecto a la condición de trabajo los resultados obtenidos nos muestran que el 70% de la población presentan un trabajo eventual, seguido de estable con y 25% y desocupado con un 5%.
5. En cuanto al nivel de instrucción el mayor porcentaje (94.3%) de la población tiene instrucción de secundaria, primaria, superior y un 5.7% es de analfabetos.

1.2 JUSTIFICACION DEL PROYECTO

Durante los últimos tiempos ha sido preocupación del estado peruano, crear la infraestructura necesaria para la población como la construcción de la redes de agua y alcantarillado.

El presente estudio, trata de encarar el problema del centro poblado de Plazapampa y se justifica por la urgente necesidad

de dotar a la población con servicios de saneamiento acordes con su digna condición humana de agua.

Dentro de la problemática del “Saneamiento básico” de comunidades rurales tienen enorme importancia el suministro de agua potable y la recolección de aguas residuales.

Cualquier población, por cualquiera que esta sea debería contar con lo mínimo con los servicios de agua y alcantarillado, si se espera de ella un desarrollo social y económico y, ante todo, la reducción de las altas tasas de morbilidad y mortalidad en especial en la población infantil.

El trabajo que debemos desarrollar hoy en día no está tanto el diseño y ampliación de redes, si no la creación la infraestructura necesaria en las poblaciones pequeñas, en términos de soluciones adecuadas y acordes con limitada inversión de capital.

Por lo tanto el presente proyecto pretende dar una alternativa al problema planteado con la proyección de un red de distribución de agua potable, para mitigar la contaminación, aplicando tecnologías adecuadas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Realizar el análisis hidráulico del sistema de agua potable del centro poblado de Plazapampa del Distrito de Salpo mediante programa de simulación hidráulica”

1.3.2 Objetivos Específicos

- Estudios básicos de ingeniería. Topografía y mecánica de suelos.
- Determinación de los parámetros de diseño:
 - Determinación de la población beneficiaria.
 - Determinación de la dotación de agua.
 - Coeficientes de variación diaria y horaria.
- Diseño hidráulico de la captación de ladera.
- Calculo del volumen del reservorio.
- Realizar el diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua aplicando el programa Epanet: Línea de conducción, Línea de aducción y Red de distribución y analizar los resultados hidráulicos.
- Elaborar los respectivos planos de las estructuras.

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEORICO

2.1 LINEA DE CONDUCCIÓN Y ADUCCIÓN

Fuente: Ing. Eduardo García Trisolini. Manual de Proyectos de agua potable en poblaciones rurales.(7)

Está constituida por la tubería que conduce agua desde la captación hasta la Planta de Tratamiento o a un Reservorio, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ellas.

La capacidad de esta estructura deberá permitir conducir el caudal correspondiente al máximo anual de la demanda diaria.

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía de la zona, la línea de conducción puede considerarse de dos tipos: línea de conducción por gravedad y línea de conducción por bombeo.

En nuestro proyecto hemos considerado a línea de conducción por gravedad.

LINEA DE CONDUCCION

Frecuentemente la conducción del agua forma parte de un sistema de abastecimiento de agua para pequeñas comunidades. Se necesita transportar el agua desde la captación hasta el área de distribución de la comunidad.

Dependiendo de la topografía y las condiciones locales, se puede conducir el agua a través de conductos de flujo libre, conductos de presión (forzados) o una combinación de ambos. La conducción del agua será ya sea bajo la gravedad o mediante bombeo.

Para fines de Abastecimiento público de agua, las tuberías son los medios más comunes de conducción del agua, pero también se usa los canales, acueductos y túneles. Ya sea para flujo libre o bajo presión, por lo general los conductos de transmisión requieren una inversión considerable de capital.

Por lo tanto, es necesaria una consideración cuidadosa de todas las opciones técnicas y sus costos cuando se selecciona la mejor solución en un caso particular.

TIPOS DE CONDUCTOS DE AGUA

Fuente: Os.010 RNE. Captación y conducción de agua para consumo humano. (8)

A. CANALES

Por lo general los canales tienen una sección transversal trapezoidal, pero la forma rectangular es más económica cuando el canal atraviesa roca sólida. Las condiciones de flujo son más o menos uniformes cuando un canal tiene el mismo tamaño, inclinación de superficie de toda su longitud.

Los canales abiertos tienen aplicación limitada en la práctica de abastecimiento de agua en vista del peligro de contaminación. Los canales abiertos no son adecuados

para la conducción del agua tratada pero se les puede usar para conducir agua cruda.

B. TUBERIAS DE FLUJO LIBRE:

En la tubería de flujo libre, no existe presión, se puede usar material simple. Las tuberías de arcilla vitrificada, de cemento asbesto y de concreto pueden ser adecuadas. Estas tuberías deben seguir de cerca la línea piezométrica.

C. TUBERIAS DE PRESION

Obviamente la ruta o camino que siguen las tuberías de presión esta mucho menos gobernada por la topografía del área que recorren, que en el caso de los canales, acueductos y tuberías de flujo libre. Una tubería de presión puede ir en cuesta ascendente o descendente; hay una libertad considerable al seleccionar la alineación de la tubería.

Es usual preferir una ruta a lo largo de caminos y vías públicas para facilitar la inspección (para la detección de cualquier filtración, válvulas que no trabajen, daños, etc.) y para proveer el rápido acceso con fines de mantenimiento y reparación.

DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCION

Es evidente deducir que la conducción de agua a plantearse, considerando la topografía y demás condiciones locales, obedecerá al diseño de un conducto forzado(a presión). Se ha previsto para el trazo de la línea de conducción será a través del camino existente, a un costado; para su proyección se ha tenido en consideración un criterio técnico-económico; se ha tratado en

lo posible elegir el tramo más corto con la finalidad de no generar costos elevados en su construcción.

Consideraciones de diseño

Mencionaremos a manera de revisión, algunas consideraciones en el diseño de conductos forzados.

1. Se procura que la longitud de la línea de conducción sea la mínima posible.
2. El terreno por donde atraviesa la línea de conducción debe ofrecer las garantías en cuanto a su estabilidad.
3. No se tomarán en cuenta las pérdidas locales si se está en presencia de una tubería larga.
4. **Tuberías:**

Pueden ser de material: Fierro Fundido (f^{fo}), acero, plásticos, Poli Vinyl Chloride (PVC), etc.

TUBERIA DE PLASTICO PVC:

Son fabricadas de Poli Cloruro Vinilo no plastificado. Se fabrican desde $\frac{1}{2}$ " hasta 8" y pueden soportar presiones de 75, 105 y 150 psi.

CUADRO 2.1.-CLASE DE TUBERÍAS PVC Y MÁXIMA PRESIÓN DE TRABAJO

CLASE	PRESION MAXIMA DE PRUEBA (m)	PRESION MAXIMA DE TRABAJO (m)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: pittman agüero, Roger. Agua potable para poblaciones Rurales (9).

Ventajas:

Son sumamente livianas, por tanto de fácil transporte y manipulación.

Bastante fáciles de cortar y empalmar.

Ausencia completa de porosidad, ocasionando una bajísima pérdida de carga.

2.2 .- ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA

Fuente: Guía para el monitoreo de calidad del agua para el consumo humano. pag 5-12 y Saneamiento Básico Rural. Ministerio de Salud. (10)

2.2.1 Definición

El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A la presión atmosférica el punto de congelación del agua es de 0° C y su punto de ebullición de 100° C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse.

Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a unos -25°C sin que se congele.

El agua es fuente de vida, toda la vida depende del agua. El agua constituye un 70% de nuestro peso corporal. El agua por sí misma es incolora y no tiene olor ni gusto definido. Sin embargo, tiene unas cualidades especiales que la hacen muy importante, entre las que destacan el hecho de que sea un regulador de temperatura en los seres vivos y en toda la biosfera, por su alta capacidad calórica (su temperatura no cambia tan rápido como la de otros líquidos).

El agua, durante su trayecto natural desde las nubes hacia el mar, sobre y a través de la tierra, va recogiendo toda clase de impurezas, lo cual determina que su uso en forma directa para el consumo humano sea peligroso.

La relación entre la calidad de agua y los efectos en la salud ha sido estudiada para cada una de las muchas características de la calidad de agua. Un examen de la calidad de agua es básicamente una determinación de los organismos y de los compuestos minerales y orgánicos contenidos en el agua.

- ❖ Libre de organismos patógenos (causante de enfermedades).
- ❖ No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- ❖ Aceptablemente clara (por ejemplo baja turbiedad; poco color)
- ❖ No salina (salobre).
- ❖ Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, ni que manche la ropa lavada con ella.

Para su rápida aplicación en la práctica de ingeniería, los resultados de los estudios e investigaciones sobre la calidad de agua de bebida deben ser presentadas bajo la forma de guías práctica. Por lo general esto toma la forma de un cuadro que da para un número seleccionada de parámetros de calidad del agua, el nivel deseable elevado y el nivel máximo permisible. Estos valores se consideran solo como indicativos y no como estándares absolutos.

2.2.2 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS

Fuente: Estudio de la Calidad del agua en Sistema de Abastecimiento Rural. y Reglamento de agua segura .(11)

El parámetro más importante de la calidad de agua (agua potable) es la calidad bacteriológica, por ejemplo; el contenido de bacterias y virus. No es factible examinar el agua para todos los organismos que posiblemente pudiera contener. En lugar de esto, se examina el agua para descubrir la presencia de un tipo específico de bacterias que se originan en grandes números de la excreta animal, humana y cuya presencia en el agua indicativa de contaminación fecal.

Tales bacterias indicativas deben ser específicamente fecales y no de vida libre fuera de las heces. Las bacterias fecales pertenece a un grupo mucho mayor de bacterias, las coliformes. Muchos tipos de bacterias coliformes están presentes en el suelo. Aquellos coliformes conocidas como *Escherichia-coli* (E-coli) y *Streptococo fecal* son bacterias indicadoras adecuadas de contaminación fecal.

Tiene la capacidad de una fácil multiplicación. Cuando se encuentran estas bacterias en el agua, ello indica una contaminación fecal bastante fresca y sobre esta base, que existe entonces la posibilidad de la presencia de bacterias patógenas y virus. Una de estas, las bacterias

poliformes y la estreptocólicas, o ambas pueden ser usadas como organismos indicadores.

Es probable que se encuentren bacterias fecales en casi todo el sistema de abastecimiento de agua. No tendría sentido condenar todos los sistemas que contengan cierta contaminación fecal, especialmente cuando la fuente alternativa de agua está mucho más contaminada. En lugar de esto, un examen de la calidad bacteriológica del agua deberá determinar el nivel de contaminación fecal y el grado de contaminación de cualquier fuente alternativa.

- Se deberá recolectar muestras de agua en botellas estériles de acuerdo a un procedimiento estándar.
- Se deberá poner estas muestras a la sombra y mantenerla lo más fresca posibles.

Es necesario realizar el análisis bacteriológico de las muestras dentro de pocas horas después de su recolección; de lo contrario, los resultados serán pocos confiables. Hay dos métodos para llevar a cabo análisis sobre los niveles de coli fecal y estreptococo fecal en el agua:

- El método de tubo múltiple para establecer el número más probable (N.M.P), y
- El método de filtración por membrana (o de membrana filtrante).

En el método de tubo múltiple, se incuban pequeñas cantidades medidas de la muestra de agua en 5 ó 10 frascos pequeños que contengan un caldo nutriente selectivo. Se puede estimar el número más probable (N.M.P.) de bacterias sobre la muestra de la base de números de frascos que manifiestan signos de crecimiento bacteriano.

En el método de filtración por membrana se filtra el agua a través de una membrana de papel especial que retiene las bacterias. Luego, se coloca la membrana en medio nutriente selectiva y se le encuba. Las bacterias se multiplican formando colonias visibles que pueden ser contadas. El resultado se expresa como número de bacterias por 100 ml de agua. Se puede hacer recuentos directos de coli fecal y de estreptococo fecal en 24 y 48 horas respectivamente. No hay necesidades de pruebas confirmativas para verificar las especies de bacterias como el método de tubo múltiple.

El equipo y materiales necesarios para el método de tubo múltiple para el coli fecal son más baratos y generalmente se dispone de ellos con mayor facilidad en países en desarrollo que el caso del método de filtración por membrana.

El problema de usar el método de tubo múltiple para estreptococo fecal es que el tiempo de incubación requerida de 5 días no es tan práctico. El método de filtración por membrana es aplicable tanto para el coli fecal como para el estreptococo fecal. Ofrece resultados rápidos que son fáciles de interpretar y bastantes precisos. Las pruebas de la membrana de tubo múltiple es frágil y requiere de provisiones especiales durante el transporte. Tomando en consideración todos los factores, el método de filtración por membrana es el más recomendable.

En cualquiera de los métodos, las instalaciones para la incubación constituyen la restricción principal, la dificultad radica en el control exacto de la temperatura. Para el coli fecal, la incubación debería estar a una temperatura exacta controlada de $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este grado de control de la temperatura no es fácil de lograr en incubadora bajo condiciones de campo, pero comercialmente se dispone de

incubadoras portátiles especiales que puedan mantener la temperatura dentro del estrecho margen requerido.

Si no es posible la incubación con un control exacto de temperatura, la práctica recomendable es que solo se debería hacer el recuento de estreptococo fecal. Para este recuento se requiere una incubación de 35 – 37 °C que se puede obtener con mayor facilidad.

Donde estos sean posibles se deberá hacer un examen tanto para el coli fecal, como para el estreptococo fecal. Esto proporcionara una verificación importante sobre al valides de los resultados. También da una base para calcular la proporción en la que están presentes las dos especies de bacteria, de lo cual se puede obtener una conclusión tentativa de si la contaminación fecal es de origen animal o humano.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua.

Cuadro 2.2: PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

ORIGEN	Parámetros(b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAX. ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A.- todo tipo de Agua de bebida	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
B. Agua que entra al Sistema de Distribución	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	En muestras no consecutivas
	Coliforme Total	Negativo	□ 4	
C. Agua en el Sistema de Distribución	Coliforme Total	Negativo	□□4	En muestras puntuales no debe ser detectado En el 95% de las muestras anuales (c)
	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	

Fuente: Ministerio de Salud -REGLAMENTO DE AGUA SEGURA (12)

2.2.3 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA.

Fuente: Manual en procedimiento técnicos en saneamiento .(13)

Entre las propiedades físicas del agua de mayor importancia en el aspecto de control hidráulico y de la calidad están:

- **Estructura Molecular**

La moléculas del agua líquida ocupa un volumen de $2.97 \times 10^{-11} \mu^3$ (2.97 unidades ángstrom cúbicas). Se presentan, ya sea en forma de unidades o en grupos de moléculas de H_2O , o como iones hidrógeno e hidroxilos. El espacio medio de los poros entre las moléculas es, aproximadamente, de 36.7%. en el hielo, las moléculas ocupan, únicamente un volumen ligeramente mayor, que es de $3.23 \times 10^{-11} \mu^3$.

De acuerdo con esto, el volumen por molécula gramo es $6.02 \times 10^{23} \times 3.23 \times 10^{-11} / 10 \exp 9 = 19.44$ cc., y las densidad de hielo se convierte en $18.016 / 19.44 = 0.93$. en esta caso 6.20×10^{23} es el número de Avogadro, es decir, el número de moléculas por gramo mol. En el estado de vapor, las moléculas se encuentran ampliamente separadas. Su tamaño equivalente es próximo a $3.3 \times 10^{-4} \mu$, y se mueven a alta velocidad ejerciendo una presión:

$$P = 1/3 Nmv^2,$$

De acuerdo con la teoría cinética de los gases (1.738);

N; es el número de moléculas por unidad de volumen de gas, m; es al onda de la masa molecular

v^2 : el cuadro medio de la velocidad de las moléculas.

- **Densidad**

La densidad se expresa en tres formas distintas:

- Como masa densidad o masa por unidad de volumen (ml^{-3}).
- Como peso específico δ o peso (fuerza) por unidad de volumen ml^{-2} , t^{-2} .
- Como peso específico relativo $s = p / p = \delta / \delta$ (adimensional).

El subíndice cero denota aquí la densidad a una temperatura estándar o de referencia; tal como la temperatura que corresponde a la máxima densidad del agua, 4 °C (39.2 °F), cuando el agua pesa 1 gr. Por ml. Y 62.427 lb. Por pie cúbico. La densidad del agua líquida a diferentes temperaturas es la siguiente:

Cuadro 2.3: Densidad del agua a diferentes temperaturas

Fuente: Ministerio de salud(14)

Temperatura C	0	4	10	20	30	100
Densidad (ρ , δ , s)	0.9999	1.0000	0.9997	0.9982	0.9957	0.9584

La presión tiene un efecto pequeño sobre la densidad del agua. El módulo de elasticidad aparenta a 3×10^5 psi (3×10^5 atmósfera), y por consiguiente, su disminución relativa en volumen, es solo de $14.7 / (3 \times 10^5) = 3 \times 10^{-5}$, por cada atmósfera de presión adicional o un incremento en la profundidad de 33.9 pies (10.33 m). Las impurezas disueltas cambian, la densidad del agua en proporción directa a su concentración y a su propia densidad, pero no alteran el volumen del agua.

La densidad del agua del mar es una función de su salinidad, la cual varía según los océanos, mares y lagos salados. El peso específico relativo normal del agua de mar es 1.025.

- **Viscosidad**

Es una resistencia a la deformación y por ello, es análoga a la fricción interna; se expresa en una de las formas:

- Como viscosidad absoluta o dinámica μ o masa por unidad de longitud y tiempo ($\text{m}^{-1}, \text{t}^{-1}$).
- Como viscosidad cinemática $V = \mu / \rho$, o longitud elevada al cuadrado de tiempo ($\text{l}^2, \text{t}^{-1}$). La fluidez es el recíproco de la viscosidad absoluta (m^{-1}, lt).

La medida estándar de viscosidad cinemática, en el sistema cgs, es el centistoke; y 1 centistoke = 10^{-2} stokes o 10^{-2} cm/seg.

Cuadro 2.3: Las temperaturas comunes del agua

Fuente: Ministerio de Salud (14)

Temperatura C	0	4	10	20	30	100
Viscosidad dinámica u centip.	1.79	1.57	1.31	1.01	0.800	0.284
Visc. Cinemática y Centistoke	1.79	1.57	1.31	1.01	0.804	0.297

Se observa que la viscosidad varía con la temperatura, más que la densidad.

Las propiedades físicas del agua se atribuyen principalmente a los enlaces por puente de hidrógeno, los cuales se presentan en mayor número en el agua sólida, en la red cristalina cada átomo de la molécula de agua está rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua y así sucesivamente es como se conforma su estructura. Cuando el agua sólida (hielo) se funde la estructura tetraédrica se destruye y la densidad del agua líquida es mayor que la del agua sólida debido a que sus moléculas quedan más cerca entre sí, pero sigue habiendo enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas del agua líquida.

Cuando se calienta agua sólida, que se encuentra por debajo de la temperatura de fusión, a medida que se incrementa la temperatura por encima de la temperatura de fusión se debilita el enlace por puente de hidrógeno y la densidad aumenta más hasta llegar a un valor máximo a la temperatura de 3.98°C y una presión de una atmósfera. A temperaturas mayores de 3.98°C la densidad del agua líquida disminuye con el aumento de la temperatura de la misma manera que ocurre con los otros líquidos.

2.2.4 Características químicas del agua

Reacción con los óxidos ácidos

Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.

Reacciona con los óxidos básicos

Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad

Reacciona con los metales

Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacen a temperatura elevada.

Reacciona con los no metales

El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por ejemplo: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).

Se une en las sales formando hidratos

El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose hidratos. En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización cambiando de aspecto, y se dice que son eflorescentes, como le sucede al sulfato cúprico, que cuando está hidratado es de color azul, pero por pérdida de agua se transforma en sulfato cúprico anhidro de color blanco.

CUADRO 2.4: VALORES Y ELEMENTOS QUÍMICOS

N°	Parámetro	Unidad de Medida	Concentración o valor
1	Alcalinidad (iii)	mg/lit como CaCO ₃	150
2	Aluminio (i)	mg/lit como Al	0.2
3	Calcio (iii)	mg/lit como Ca	30 - 150
4	Cloruro	mg/lit como Cl-	400
5	Cobre (i)	mg/lit como Cu	1
6	Color	mg/lit Pt/Co escala	15
7	Conductividad	S/cm	1.5
8	Dureza total	mg/lit como CaCO ₃	100 - 500
9	Hierro (i)	mg/lit como Fe	0.3
10	Ión hidronio (i)	Valor de pH	6.5 a 8.5
11	Magnesio	mg/lit como Mg	30 - 100
12	Manganeso (i)	mg/lit como Mn	0.1
13	Olor		inofensivo
14	Oxidabilidad	mg/lit como O ₂	5
15	Sólidos Totales	Mg/lit	1000(103-105°C)
16	Sabor		inofensivo
17	Sodio	mg/lit como Na	200
18	Sulfato (ii)	mg/lit como SO ₄ =	400
19	Turbiedad	U.N.T.	
20	Agua superficial		5
21	Agua subterránea		10
22	Zinc(i)	mg/lit como Zn	5

Fuente: Ministerio de Salud – Reglamento de Agua Segura (15)

2.2.5 Requisitos del agua para consumo humano

Fuente: RNE.OS.20 Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano.(16)

Será considerada agua segura para consumo humano aquella:

- Que no contenga ninguna sustancia, elemento u organismo en una concentración o valor, que individualmente o en conjunto puedan resultar peligrosos para la salud.
- En la que en el 80% de los resultados de los análisis realizados en el curso de un año, contado desde que

se inician los muestreos, no excedan los valores establecidos.

- En la que ningún resultado de los análisis efectuados exceda las concentraciones o valores establecidos para los compuestos y elementos que son peligrosos para la salud considerada.
- Que el 95% de los resultados de los análisis efectuados durante un año contado desde el inicio de los muestreos, no presente coliformes totales para los casos en que se hayan tomado 50 o más muestras de agua para ser analizado.
- Que en las 48 últimas muestras tomadas durante el año o años anteriores no contengan coliformes totales, para el caso que se tomen menos de 50 muestras al año.
- Que ninguna muestra de agua contenga coliformes termoresistentes en 100 mililitros de muestra de agua.
- Que además, de cumplir con los requisitos bacteriológicos a que se refiere el presente artículo, satisfaga los requerimientos de alcalinidad y dureza mínimos establecidos en el presente Reglamento, cuando se trate de agua blanda o que haya sido sometida a procesos de ablandamiento o desalinización.

2.3 .- ESTUDIO TOPOGRAFICO

Fuente: Manual de Practicas de Topografía y Cartografía. (17)

2.3.1 Reconocimiento del Terreno

Para realizar un levantamiento topográfico es necesario efectuar un estudio integral del terreno en el que se va a atrabajar, el cual es

indispensable ante todo reconocer el terreno a fin de que esto nos pueda dar una idea de la topografía del lugar donde se ha desarrollar el proyecto.

El reconocimiento del terreo se basó en tomar una ubicación visual total de la localidad, conociendo todas las calles de la zona, para así darnos una idea clara del terreno y de la forma que tendría esta, este reconocimiento nos permitió también observar la superficie y desniveles desde donde se encuentra hasta llegar a la zona donde se ubicarán las plantas de tratamiento mostrando generalmente una topografía ondulada.

2.3.2 Red de Apoyo Planimétrico y Altimétrico

Fuente: Leandro Casanova. M. Curso Completo de Topografía- SENCICO .(18)

La planimetría o topografía plana, considera a la superficie de la tierra como un plano, la curvatura es ignorada y los cálculos se efectúan usando las fórmulas de trigonometría plana. Los principios de la planimetría se aplican a levantamientos de limitada extensión, o en aquellos casos en que la precisión requerida es tan baja que las correcciones por curvaturas resultarían despreciables al compararlas con los errores de las mediciones. Por lo que un levantamiento planimétrico establece un sistema de coordenadas rectangulares planas.

Poligonación Topográfica

Fuente: Leandro Casanova. M. Curso Completo de Topografía- SENCICO (19)

El Control horizontal establecido mediante una poligonación consiste básicamente en una serie de líneas, cuyas longitudes y direcciones se miden, que conectan puntos cuyas posiciones van a determinarse. El procedimiento de campo

consta de dos partes básicas, medición de ángulos horizontales en las estaciones de la poligonal y la medición de las distancias entre dichas estaciones. Se emplean en trabajos de limitada extensión en los que la topografía del terreno no entorpece la medición de los lados que forman.

Configuración o Clase de Poligonal

La forma geométrica o configuración de una poligonal es uno de los criterios más comunes de clasificarlas. Sin embargo, por lo regular, una poligonal se clasifica como abierta, ligada en sus dos extremos o cerrada.

Poligonal abierta: Una poligonal abierta comienza en un punto de posición conocida o supuesta y termina en una estación cuya posición horizontal relativa se desconoce, es decir, el vértice inicial y final no coinciden físicamente por lo que no logran formar una figura cerrada de tal manera que no es posible calcular el cierre en posición y, en consecuencia, no puede valorarse la verdadera calidad de la poligonación. Generalmente se emplea este tipo de poligonal para el estudio preliminar de una carretera. La precisión que se logra con este tipo de poligonación es baja.

Poligonal ligada en sus dos extremos: Es la poligonal que comienza y termina en puntos muy separados pero cuyas posiciones horizontales se conoce o se han determinado mediante un levantamiento previo de igual o mayor exactitud.

Poligonal cerrada: Es la que comienza y termina en el mismo punto como un circuito continuo; un ejemplo típico de esta clase de poligonal es el perímetro de un terreno.

Teniendo en cuenta el grado de precisión que se desee alcanzar durante el cálculo de una poligonal, existen cuatro clases de poligonal cerradas.

CUADRO 2.5 CLASES DE POLIGONAL

TIPO	ERROR ANGULAR	ERROR RELATIVO	AREA MAXIMA	USO
1º Orden	$15''n^{1/2}$	1/5000-1/10000	500 Ha.	Mapas continentales y levantamientos geodésicos.
2º Orden	$30''n^{1/2}$	1/2500-1/5000	100- 500 Ha.	Planos de población, comprobación de planos de gran extensión.
3º Orden	$1' n^{1/2}$	1/1000-1/2500	100 Ha.	Levantamientos de carreteras, de ferrocarriles y obras civiles.
4º Orden	$1' 30'' n^{1/2}$	1/500-1/1000	100 Ha.	Levantamientos de terrenos de poca extensión.

FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico. (20)

2.3.3 Altimetría o Circuito de Nivelación

Los levantamientos altimétricos o de control vertical determinan mediciones de altura o elevaciones, es decir, mediciones lineales a lo largo de una línea vertical, con respecto a una superficie de referencia dada. El circuito de nivelación es la operación de determinar desniveles ya sea directa o indirectamente.

2.3.4 Métodos de Nivelación.

Fuente: Manual de Practicas de Topografía y Cartografía. (21)

Por lo general los métodos de nivelación se clasifican en directos e indirectos:

Nivelación directa: Llamada también diferencial. Es la operación de determinar desniveles midiendo distancias

verticales sobre un estadal graduado (mira), mediante un instrumento de medición. La nivelación diferencial determina elevaciones de puntos separados por distancias considerables.

Este procedimiento que establece un plano horizontal de visión por medio del llamado nivel óptico fijo, el cual permite leer distancias verticales; es el método altimétrico más común y se basa en la siguiente teoría:

$$A_i = \text{Elev 1} + L_a$$

$$\text{Elev 2} = A_i - L_s$$

Donde:

Elev 1 : Cota de un punto conocido

L_a : Lectura aditiva o lectura hacia atrás.

A_i : Altura del instrumento.

L_s : Lectura sustantiva o lectura hacia el frente.

Elev 2 : Cota de punto a determinar.

Nivelación indirecta: Este método requiere de otros instrumentos así como de cálculos adicionales a los del método directo. Son tipo del método indirecto la nivelación barométrica y la nivelación trigonométrica.

Nivelación Barométrica. Esta nivelación se basa en el principio de que las diferencias de elevación son proporcionales a las diferencias en la presión atmosférica. Ello significa que las lecturas de un barómetro en varios puntos de la superficie terrestre proporciona una medida de las elevaciones relativas a tales puntos.

Nivelación Trigonométrica: Determina los desniveles entre dos puntos a través de los ángulos verticales observados y de la distancia horizontal o inclinada de estos.

2.3.5 Levantamiento de Curvas a Nivel

Fuente .Leandro Casanova.MCurso Completo de Topografía- SENCICO (22)

Las curvas a nivel son las líneas que se obtienen al unir todos los puntos de igual cota. Van separadas a una equidistancia vertical, entre dos curvas de nivel consecutivas.

La selección de la equidistancia depende principalmente de:

- Escala del plano.
- Topografía del terreno.
- Objeto por el que se ejecuta el plano.

Todo esto representa la **taquimetría**, que es la técnica topográfica que hace posible realizar un levantamiento de terreno tanto de control horizontal como de control vertical, de manera rápida, siendo el teodolito el instrumento ideal para la obtención de datos de campo; como los siguientes:

Medición de La Distancia Horizontal (Dh): Para esto utilizamos la ecuación general de la estadía.

$$D_h = C (\cos \Phi) + K(L)(\cos 2 \Phi)$$

Donde:

Dh = Distancia horizontal (m)

Φ = Angulo vertical

C = Constante estadimétrica (m)

K = Consante estadimétrica, adimensional

L = Diferencia: lectura superior- Lectura inferior (m)

Medición de la Distancia Vertical (Dv): Para el cálculo de la distancia vertical se emplea la siguiente ecuación:

$$h = C (\cos \Phi + KL \text{ sen } 2 \Phi)/2$$

Una vez calculado el valor h, se puede determinar las cotas de los puntos visados:

$$\text{Cota 1} = \text{Cota 2} + (A_i - A_m) + h$$

Donde:

Cota 1 : Altura del punto que se desea conocer (m)

Cota 2 : Altura del punto conocido (m)

A_i : Altura del instrumento (m)

A_m : Altura registrada en la mira (m)

h : Distancia vertical (m)

CUADRO 2.6: SELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA

ESCALA DEL PLANO	TOPOGRAFIA	EQUIDISTANCIA
Grande (1/1000 o menor)	Llana Ondulada Accidentada	0.10 , 0.25 0.25, 0.50 0.50, 1.00
Mediana (1/1000 a 1/10000)	Llana Ondulada Accidentada	0.25, 0.50, 1.00 0.50, 1.00, 2.00 2.00, 5.00
Pequeña (1/10000 a mayor)	Llana Ondulada Accidentada Montañosa	0.50, 1.00, 2.00 2.00, 5.00 0.50, 1.00, 2.00 10.00, 20.00, 50.00

FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico (23)

CUADRO 2.7: TIPOS DE TOPOGRAFÍA SEGÚN SU INCLINACIÓN

ANGULO DEL TERRENO RESPECTO DE LA HORIZONTAL	TIPO DE TOPOGRAFIA
0 a 10	Llana
10 a 20	Ondulada
20 a 30	Accidentada
Mayor a 30	Montañosa

FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico (24)

2.3.6 Levantamiento Planimétrico y Altimétrico

FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico (25)

El levantamiento topográfico consiste esencialmente en dos etapas, siendo estas el trabajo de campo y el de gabinete; para lo cual necesitaremos lo siguiente:

Brigada de trabajo:

- Un operador de equipo
- Dos porta miras

Para el levantamiento topográfico se ha empleado:

- 01 nivel topográfico marca KERN
- 01 teodolito KERN
- 01 GPS Garmin
- 02 miras y jalones, entre otros

2.3.7 Trabajo de Campo

Antes de iniciar el trabajo de campo se hizo el reconocimiento del terreno, identificando algunos linderos, ubicación de BMs referencial como se indica en el plano.

Luego de este reconocimiento se han llevado a cabo los trabajos topográficos necesarios, siendo el principal la de nivelación de calles a ser atendidas con el sistema de

alcantarillado, a fin de obtener como resultado los perfiles de las mismas, lo mismo que el trazo y perfil del emisor y el levantamiento topográfico del área de la planta de tratamiento, para establecer en la misma, la ubicación de dichas estructuras.

2.3.8 Trabajo de Gabinete

Una vez recolectado los datos se procedió al trabajo de gabinete; este consistió en dos partes, uno para el levantamiento planimétrico y la otra para el altimétrico, que comprendieron las siguientes actividades:

- Descarga de los datos almacenados.
- Procesamiento de los datos con el programa autocad Land.
- Obtención de los perfiles de las calles a ser atendidas con el servicio de alcantarillado.
- Perfil del emisor.
- Plano topográfico del área de las plantas de tratamiento.

2.4.- DATOS BASICOS DE DISEÑO

Fuente : Norma OS.100 RNE y Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales (26)

2.4.1 Periodo De Diseño

Se entiende por período de diseño al tiempo que tiene que transcurrir entre la puesta en servicio de un sistema y el momento en que ya no satisface al 100% el abastecimiento de la población.

El periodo de diseño se encuentra ligado tanto a las proyecciones de crecimiento de la población como a las características de los componentes del sistema adoptado, los cuales abastecerán en forma eficiente y continua a la totalidad de la población futura.

En la actualidad el periodo de diseño está determinado principalmente por la calidad de los materiales, los cuales son de mucha duración, asimismo por la factibilidad económica para el desarrollo del proyecto.

Factores que Determinan el Periodo de Diseño

Entre los factores que afectan al periodo de diseño comprenden:

A) Factores económicos

La magnitud de cualquier proyecto está dada por el factor económico, siendo necesario escoger un periodo de diseño promedio a prever una segunda etapa del proyecto cuando las condiciones reales así lo exijan y dentro de un tiempo determinado. Es así que este periodo de diseño no puede ser de tiempo corto, sino a largo plazo, para facilitar así el aporte necesario de los futuros beneficiarios del proyecto, quienes suelen ser de pocos recursos económicos.

B) Factores de crecimiento poblacional

Al calcular la magnitud de un proyecto, se estudia la cantidad de personas que va a beneficiar o a servir en el límite de tiempo de vida, esto quiere decir que se calcula para el último año proyectado y la mayor cantidad de pobladores para ese año.

C) Factor material y técnico

Las consideraciones de este factor para el periodo de diseño implican la vida probable que pueden tener las estructuras, equipo y componentes a usarse en la ejecución del proyecto o sistema a realizarse.

Además de todos estos factores, en áreas de Centros poblados menores, como en este caso, el periodo u horizonte de diseño está definido por el tiempo en que se alcanzará su ocupación plena, de acuerdo a una lotización establecida, y a las condiciones de uso.

CUADRO 2.8 PERIODOS DE DISEÑO

Población (habitantes)	Tiempo (años)
De 2,000 hasta 20,000	15 años
De 20,000 a más	10 años

FUENTE: ININVI.1991. Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas, Norma Técnica de Edificaciones S-100 (27)

Tipo de Estructura	Vida Útil
Redes de alcantarillado	20 - 30 años
Plantas de tratamiento de Agua Residual	10 - 20 años
Plantas de tratamiento de Agua Residual	15 - 25 años

FUENTE: Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas, Norma Técnica de Edificaciones S-100

2.4.2 POBLACIÓN

Población actual

El centro poblado en estudio, actualmente su población ha ido aumentando con el transcurrir de los años, construyendo sus viviendas, de tapial, adobe y algunas viviendas de material noble.

Población de Diseño

Corresponde al número de habitantes que tendrán acceso al servicio directo de alcantarillado, constituyendo el parámetro básico para el diseño del sistema.

Para calcular la población futura existen métodos de estimación tanto analíticos, comparativos o gráficos y racionales.

El método a aplicar dependerá del tipo de información con que se cuente.

Población futura:

El periodo de vida útil del proyecto en mención es de 20 años, la predicción del crecimiento de la población será al año 2035.

2.4.3 Calculo de la Población de Diseño

Fuente: Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales y Vierendel (28)

Una vez determinado el periodo de diseño para un proyecto de abastecimiento de agua potable, se procede a determinar el número de habitantes (población futura), que se podrían beneficiar con el servicio. Para determinar la población futura existen métodos de estimación tanto analíticos, comparativos o gráficos y racionales:

Métodos Analíticos

Este método considera que el crecimiento de la población es ajustable a una curva matemática. Este ajuste dependerá de las características de los valores de la población censal, así

como los intervalos del tiempo, en que estos se han medido.
Entre estos métodos tenemos:

- Método aritmético.
- Método geométrico.
- Método de la curva normal logística.
- Método de la ecuación de segundo grado.
- Método exponencial.
- Método de los incrementos variables.
- Método de los mínimos cuadrados.

Métodos Comparativos

Consiste en calcular la población de una ciudad con respecto a otras que tengan características similares y crecimientos superiores. Es un procedimiento que mediante gráficos estiman valores de población, ya sean en función de datos censales anteriores de la región estudiada o considerando los datos de población con características similares de crecimiento a estos.

Método Racional

Este método depende del criterio del que desarrolla el proyecto, para este método es necesario realizar:

- Un estudio socioeconómico para verificar la población flotante o temporal (PT).
- Determinar el crecimiento vegetativo: Que viene hacer el coeficiente promedio del número de nacimientos (N), menos el número de defunciones (D), de una población en una cantidad de 6 años.
- Determinar el movimiento migratorio: Emigraciones ϵ e inmigraciones (I).

- Para finalmente aplicar la siguiente formula.

$$\text{Crecimiento poblacional} = (N + I) - (D + E) - PT$$

Para el cálculo de la razón de crecimiento, nos auxiliaremos del método económico, el que considera que la población anualmente aumenta en un determinado porcentaje, en cada año se tiene la población del año anterior más el porcentaje, es decir:

$$Pa + Pa \times (r\%) \text{ ó } Pa \times (1 + r\%)$$

Así la población del próximo año será:

$$Pa (1 + r\%) (1 + r\%), \text{ que puede escribirse } Pa (1 + r\%)^2$$

Y generalizando para varios periodos "t" de años: $Pa (1 + r\%)^t$

Como se observa es la fórmula de interés compuesto, utilizado para el ahorro, de allí el nombre de económico.

La población futura quedara definida por la siguiente ecuación:

$$Pf = Pa (1 + r\%)^t$$

Donde:

Pf = Población futura o de diseño.

Pa = Población actual

r = Razón de crecimiento de la población respecto al tiempo.

t = intervalo de tiempo para el cálculo de la población.

Q = $1 + r$ = Coeficiente de crecimiento

2.4.4 Dotaciones de Agua

- Fuente: RNE.OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria. Manual de Proyectos en Poblaciones Rurales, Ing Eduardo García Trisolini.(29)

Una población demanda una cantidad de agua para satisfacer sus necesidades, llamado consumo per-cápita, que viene a ser la cantidad de agua asignada por habitante por día. Se expresa en litros por habitante (l/hab/día).

El agua potable que se suministra a una población se clasifica de acuerdo a su empleo en:

- Consumo domestico.
- Consumo público
- Consumo comercial e industrial
- Pérdidas y desperdicios.

Para el presente estudio de la demanda se toma como punto de partida la dotación correspondiente a la región donde se ubica el centro poblado rural.

La dotación es variable de acuerdo a usos y costumbres de cada localidad según:

- **Reglamento Nacional de Edificaciones**

La Dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima, en este caso es para uso Doméstico el cual indica una dotación diaria de 120 lit/hab/día - 160 lit/hab/día.

- **DIGESA:** Para el medio rural recomienda:

- Sierra : 50 lit/hab/día
- Selva : 70 lit/hab/día.

- Costa : 60 lit/hab/día.

- **OMS:** Recomienda los parámetros siguientes:

Población	Clima	
	Frío	Cálido
Rural	100 lit/hab/día	100 lit/hab/día
2,000 – 10,000	120 lit/hab/día	150 lit/hab/día
10,000 – 50,000	150 lit/hab/día	200 lit/hab/día
50,000	200 lit/hab/día	250 lit/hab/día

Para el presente estudio el Consultor, por la experiencia de la zona de proyecto asume una dotación de 150 lit/hab/día.

2.4.5 Según el Tipo de Consumo de Agua

Fuente: Manual Abastecimiento de agua y Saneamiento (30)

Para determinar el uso per-cápita se debe estudiar los diferentes usos que se le da al agua tal como lo recomienda el Reglamento de Edificaciones.

a) **Uso Doméstico:**

Basándose para el presente diseño en la información presentada y la dotación que presenta el Reglamento Edificaciones (RE) en su Título X, acápite S.222.2.0-1; donde se especifica las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares que están de acuerdo con el área total del lote.

b) **Uso Comercial:**

Para el presente proyecto no se considera este tipo de consumo, por no existir este tipo de uso en esta localidad.

c) Uso Público:

El gasto de uso público, se ha determinado en 2 lt/m²/día tal como lo indica el acápite S.222.2.20 de la norma sanitaria de Edificaciones, presentada en el título X del R.N.E lo es considerado para el riego y mantenimiento de las áreas verdes.

d) Caudal contra Incendios:

No se considera por ser una población menor de 10000 habitantes, ver cuadro siguiente.

CUADRO 2.9 DEMANDA CONTRA INCENDIO

Población	Extinción
< de 10,000	No considerar
De 10,000 hasta 100,000	Considerar 2 grifos de 15 l/s c/u (216 m)
> de 100,000	considerar 2 grifos zona residencial
	Considerar 3 grifos zona industrial

FUENTE: Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas,
Norma Técnica de Edificaciones S-100 (31)

2.4.6 Variaciones de Consumo

Fuente: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, VIERENDEL(32)

El consumo de agua en la población varía de acuerdo a una serie de factores tales como: condiciones de trabajo, costumbres domesticas, clima, etc.

Estas variaciones de consumo de agua de una comunidad pueden ser mensuales, diarias, horarias, suelen ser expresadas como porcentajes del consumo medio.

Para eso definiremos:

- **Consumo medio diario:** definido como el promedio de los consumos medios diarios registrados durante un año. Se expresa en l/s.
- **Consumo máximo diario:** definido como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año.
- **Consumo máximo horario:** definido como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

De acuerdo al R.N.E. se podrá considerar los siguientes coeficientes, tal como lo indica el Título X, acápite S.121.5. Estos coeficientes de cálculo establecidos en las normas peruanas son:

- Máximo anual de demanda diaria $K1 = 1.3$
- Máximo anual de demanda horaria $K2 = 1.8$ a 2.5

2.4.7 Diámetro mínimo

Fuente : Manual Abastecimiento y Agua Saneamiento y RNE.OS.050
Pag.135.(33)

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

Velocidad

- La velocidad máxima será de 3 m/s.
- En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

2.4.8 Presiones

Fuente : Manual Abastecimiento y Agua Saneamiento (34)

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 m. a la salida de la pileta.

2.4.9 Presiones hidráulicas relativas a la red

Los términos actualmente empleados para referirse a las presiones hidráulicas que solicitan a la tubería o a la red son los siguientes:

Presión estática: Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.

Presión de diseño (DP): Es la mayor de la presión estática o de la presión máxima de funcionamiento en régimen permanente en una sección de la tubería, excluyendo, por tanto, el golpe de ariete.

A pesar de su denominación no es esta la presión para la que realmente se diseña la tubería, ya que no se considera la sobrepresión debida al golpe de ariete.

Presión máxima de diseño (MDP): Es la presión máxima de funcionamiento que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete. Corresponde a este valor de la presión aquel para el que realmente se diseña la tubería.

Presión de prueba de la red (STP): Es la presión hidráulica interior a la que se prueba la tubería una vez instalada, para comprobar su estanqueidad.

Presión de funcionamiento (OP): Es la presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.

Presión de servicio (SP): Es la presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.

Presiones relativas a los componentes de la red

Respecto a los componentes de la red, los términos empleados para referirse a las presiones que cada componente es capaz de resistir individualmente son los siguientes:

Presión de funcionamiento admisible (PFA): Es la presión máxima que un componente es capaz de resistir de forma permanente en servicio.

Presión máxima admisible (PMA): Es la presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.

Presión de prueba en obra admisible (PEA): Es la presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.

Presión de prueba en fábrica: Es la presión hidráulica interior a la que se prueban los tubos, con antelación a su suministro, para comprobar su estanqueidad.

Presión de rotura: Es la presión hidrostática interior que, en ausencia de cargas externas, deja fuera de servicio al material constitutivo de la tubería. Aunque en la norma UNE-EN 805:2000 no se recoge el tradicional concepto de presión nominal (PN), si se incluye, por el contrario, en numerosas normas UNE-EN específicas de producto.

Por esta razón, a efectos de clarificación, se incorpora a estas Instrucciones quedando definida de la manera siguiente:

Presión nominal (PN): Es una designación numérica, utilizada como referencia, que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales de un componente de una red de tuberías. La utilización del concepto de PN es de aplicación para las válvulas y para los tubos de materiales plásticos, no empleándose en general ni en los tubos de hormigón ni en los metálicos (acero y fundición) excepto cuando estos últimos tubos se unan mediante bridas, en cuyo caso el concepto PN caracteriza a las mismas.

2.5.-REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED

Fuente: RNE.norma os.050 redes de distribución de agua para consumo humano.
(35).

Los materiales empleados en la fabricación de los componentes de la red no deben producir alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas del agua, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físico-químicos a que ésta haya podido ser sometida, siendo de aplicación lo especificado por la vigente Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

Tuberías

Las tuberías utilizadas deberán tener un acabado cuidadoso y con espesores uniformes, de manera que las paredes exteriores e interiores queden regulares, lisos, exentos de rebabas, fisuras, oquedades, incrustaciones u otros defectos que puedan afectar a sus características hidráulicas o mecánicas.

Tuberías De Polietileno

Los tubos fabricados con polietileno deberán ser de color negro con bandas azules y habrán de cumplir las especificaciones de la norma UNE EN 12 201.

En los tubos de polietileno el diámetro nominal (DN) coincide, aproximadamente, con el diámetro exterior (OD).

Las tuberías que se utilicen en la Red Secundaria estarán fabricadas con polietileno del tipo PE 100 mientras que en las Acometidas domiciliarias el polietileno a utilizar dependerá del diámetro de las mismas (PE 80 para DN \leq 63 mm y PE 100 para DN $>$ 63 mm). En ambos casos la PN (PFA) requerida es de 1Mpa.

Los tipos de unión a emplear podrán ser los siguientes:

- Mediante accesorios electro soldables
- Mediante accesorios mecánicos: en tuberías con DN \leq 63 mm.
- Mediante soldadura a tope: en tuberías con DN $>$ 110 mm y espesor \geq 4 mm.

Para la identificación de los tubos deberá especificarse el tipo de polietileno empleado en su fabricación, el diámetro nominal (DN) y la presión nominal (PN).

2.6 .- ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN

Fuente : Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y saneamiento para centros poblados rurales y Fuente : Roger Agüero Pittman Sistema de Abastecimiento por gravedad.(36)

2.6.1 Generalidades

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

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, la textura del suelo y de la clase de manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente o el caudal natural del manantial ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

2.6.2 Fuentes de Abastecimiento

Estas constituyen el elemento primordial en el diseño de un proyecto de abastecimiento de agua potable.

De acuerdo al tipo de aprovechamiento, consideramos lo siguiente:

- Aguas de Lluvias:

Son aquellas que proceden directamente de la atmósfera, en forma de precipitaciones y que de modo inmediato sirven para el abastecimiento de la población.

- Aguas Superficiales:

Son aquellas que se concentran en los ríos, lagos, quebradas, etc. las que forman parte de la cuenca Hidrográfica y que

corresponden al agua que discurre, descartando las evaporaciones y filtraciones.

Para su uso se requiere información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua.

Debido a su gran poder disolvente, en su recorrido, estas aguas van transformando y recogiendo materiales de los suelos por donde pasan, a ello se suma los desechos de poblaciones o industrias que contaminan las aguas.

- Manantiales

Son aguas subterráneas que afloran por accidentes de terreno, en forma natural, este tipo de fuente generalmente se utiliza para poblaciones pequeñas. La toma estará a nivel inferior del nivel de agua en época de estiaje, debiéndose ubicar en una zona estable de caudal, considerando las variaciones en el régimen de afloramiento.

- Pozos

Son captaciones profundas de aguas subterráneas más indicadas para el abastecimiento, por que presentan mínimo rasgo de polución ya que se produce por infiltración vertical de la superficie del suelo, lo que puede evitarse dando un revestimiento hermético o en la mayoría de los casos sellos que penetren el acuífero por lo menos 3.0 metros.

- Aguas Subterráneas

Estas aguas son parte del Ciclo Hidrológico, es decir que el agua que cae sobre la tierra en forma de lluvia, una parte por percolación ingresa en el suelo por acción de la gravedad, descendiendo hasta que alcanza un estrato geológico

impermeable capaz de contenerla y que al mismo tiempo permita su circulación, convirtiéndose así en Agua Subterránea.

Generalmente se usan las aguas superficiales y aguas subterráneas en los cuadros N° 2.8 Y N° 2.9 , se establece un paralelo de las diferentes características de las aguas, cuyas consideraciones son de tipo general y la elección de uno u otro dependerá de factores económicos, del tratamiento requerido, operación y mantenimiento; y de la productividad de la fuente.

Cuadro 2.10. Aspectos Cuantitativos y de Explotación de las Aguas Superficiales

AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS
Generalmente aportan mayores caudales	Generalmente solo disponen caudales relativamente bajos
Caudales variables	Poca variabilidad de caudal
Generalmente la captación debe hacerse distante del sitio de consumo	Permite más cercanía al sitio de utilización
Costo de bombeo relativamente bajo	Costo de bombeo más alto

Fuente: Acevedo Netto Guillermo, manual de Hidráulica (1975)(37)

Cuadro 2.11: Aspectos cualitativos de las aguas superficiales y subterráneas

	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRANEA
Turbiedad	Variable (baja o muy alta)	Prácticamente ninguna
Color	Variable	Constante, bajo o ninguno
Temperatura	Variable	Constante
Mineralización	Variable Generalmente muy alta	Constante y dependiente del subsuelo
Dureza	Generalmente baja	Dependiente del suelo. Generalmente alta
Estabilización	Variable Generalmente algo corrosiva	Constante Generalmente algo incrustante
Contaminación Bacteriológica	Variable Generalmente contaminadas	Constante Generalmente, poca o ninguna
Contaminación radiológica	Expuestas a contaminación directa	Protegida contra contaminación directa

Fuente: Acevedo Netto Guillermo, Manual de Hidráulica (1975) (38)

2.6.3 Captación de un manantial de ladera y concentrado

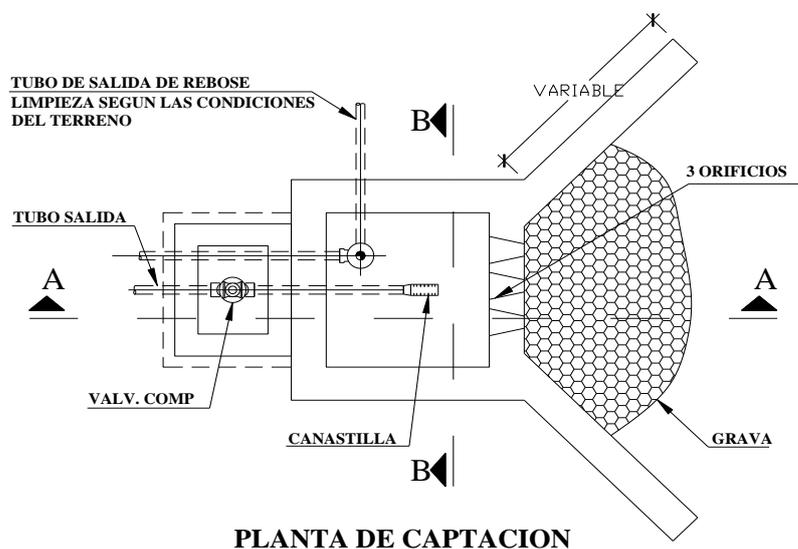
Para nuestro proyecto vamos a utilizar este tipo de captación; está formado de 3 partes:

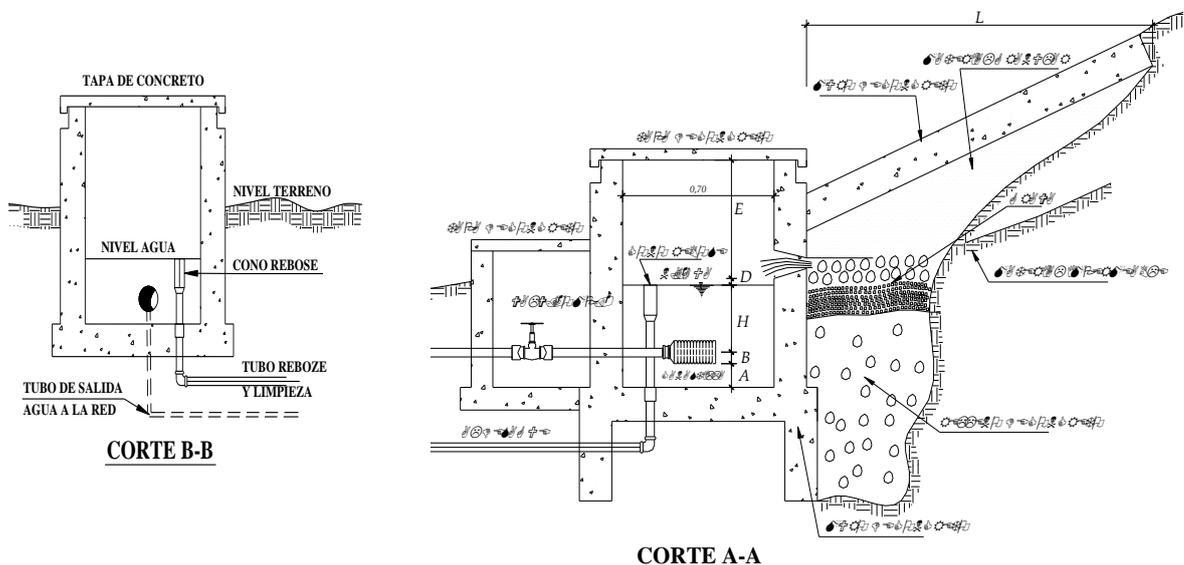
La primera: corresponde a la protección del afloramiento

La segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse, y La tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control.

El comportamiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene como finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de un material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente.

Fuente : Sistema de Abastecimientos por gravedad, Ing Roger Agüero Pittman (39)





2.7 RESERVORIO

Fuente:RNE.OS.030.(40)

Un reservorio de almacenamiento juega un papel importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Todo reservorio de almacenamiento debe cumplir tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia como son incendios e interrupciones por daños de tuberías de conducción e impulsión.

2.7.1 Volumen de almacenamiento

La capacidad del reservorio está dada por la cantidad de agua que debe ser almacenada y que pueda garantizar un servicio óptimo a la población en cantidad, calidad y continuidad.

Para el diseño consideramos lo que recomienda el R.N.E. La fórmula es la siguiente:

$$\mathbf{VA = VR + Vi + Vr}$$

Donde:

VA = Volumen de almacenamiento

VR = Volumen de regulación

Vi = Volumen de incendio

Vr = Volumen de reserva

a) VOLUMEN DE REGULACION

El R.N.E, recomienda que la capacidad del tanque de regulación deba fijarse de acuerdo al estudio del diagrama de masas correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda, siempre que el requerimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

$VR = 25\% \text{ Cpd.}$

$VR = 0.25 \times D \times P / 86400$

b) VOLUMEN CONTRA INCENDIO

Según R.N.E para $P < 10000$ habitantes no se considera demanda contra incendios.

a) VOLUMEN DE RESERVA

Es el volumen que debe mantenerse para atender emergencias como accidentes, reparación en las instalaciones y mantenimiento.

Para el volumen de reserva se considera el valor mayor de:

$$Vr = 25\% V R \quad \text{y} \quad Vr = 33\% (V R + V i)$$

Ubicación del reservorio

La ubicación del reservorio debe reunir ciertas características en base a las siguientes reglas generales:

- El lugar debe ser estable y accesible.
- El área circundante deberá ser apropiada de manera que no presente problemas durante la construcción.
- Debe evitarse las zonas en las que existan sedimentos.
- La cota de terreno elegida deberá ser favorable, puesto que la altura y el costo del sistema serán función directa de ella.

La ubicación del reservorio está determinada fundamentalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio

En el presente proyecto ubicaremos el reservorio en una elevación adecuada afuera del centro poblado para la presión en la red de distribución. El lugar elegido cumple con los requerimientos de ubicación expuestos.

2.7.2 TIPO DEL RESERVORIO

Fuente:RNE.OS.030.y Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales,roger Agüero Pieltman (41).

Se ha considerado que el reservorio a diseñar en este proyecto sea un reservorio apoyado .El material a utilizar será el concreto armado.

Los estanques de almacenamiento pueden ser contruidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torre cuando por razones de servicio se requiera elevarlos.

Se ha optado por una configuración estructural conformada por una estructura de soporte denominada FUSTE, y por un DEPÓSITO o TANQUE que consta de 3 partes: Losa de fondo, Cuba o Cuerpo y Techo.

RESERVORIO APOYADO

Al considerar el fondo y las paredes empotradas, se originarán momentos de flexión tanto en las paredes como en el fondo, es decir en el caso de las paredes se tendrá que diseñar la armadura conveniente para evitar los posibles agrietamientos, que en el caso de reservorios es intolerable por las infiltraciones que se producirían.

Para el cálculo, si fueran semi-enterrados, se deja de lado la presión del terreno y se supone como natural el depósito lleno.

En un depósito con el fondo monolíticamente unido a las paredes hay que considerar dos estructuras resistentes a la presión del agua: los

anillos horizontales, fatigados por tracción y las secciones verticales, sometidos a flexión y también a tracción en el umbral o pieza de fondo.

2.8.- DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCION

Cuando hablamos de aducción nos referimos a la línea de tubería que une un reservorio a una red de distribución; en otras palabras esta línea es la que alimenta a dicho sistema de distribución.

La forma de conducción será por gravedad y por medio de tuberías de PVC.

Criterios de diseño de la línea de aducción

Fuente :Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales
Ing. Eduardo García Trisollini (42).

Para el diseño y/o comprobación se sigue el mismo criterio que para el diseño de la línea de conducción por gravedad, con las siguientes consideraciones:

- El caudal de Diseño será el Caudal máximo Horario.
- La velocidad máxima debe ser de 5.0 m/s
- La capacidad de trabajo de la tubería debe ser la suficiente para soportar el fenómeno del golpe de Ariete.
- El reservorio debe de estar ubicado de tal modo que las presiones en la red estén comprendidas 10 y 50 m.c.a. Esta presión para localidades rurales puede llegar hacer 3.5 mca (metros de columna de agua), como es nuestro caso, puede ser menor a las consideradas para las ciudades urbanas.
- El terreno por donde atraviesa la línea de aducción debe ofrecer garantías en cuanto a su estabilidad.

- El costo de la excavación tubería y su colocación, debe ser el mínimo posible.
- En lo referente al material, diámetros y el cálculo empleado para el análisis de la línea de aducción, es la misma que para la línea de conducción.

Es importante mencionar que el golpe del ariete, como sabemos es un fenómeno que se presenta por el cierre o abertura de válvulas, manifestándose como una sobre presión en la tubería. Por tal motivo debe de tenerse en cuenta el chequeo del espesor de la tubería.

2.9.- REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

FUENTE : Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales , Rogger Agüero Piettmán, (43)

La red debe presentar un servicio eficiente y continuo por lo cual el diseño debe atender a la condición más desfavorable. Al estudiar las variaciones de consumo, definimos el consumo máximo horario. Esta condición debe ser satisfecha por la red de distribución a fin de no provocar deficiencias en el sistema.

La red de distribución se define como la unidad del sistema que conduce el agua a los lugares de consumo.

La importancia en la determinación de la red radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño.

2.9.1 Tipos de Circuitos de Distribución

Fuente: Roger Agüero Piettmán, Sistema de Abastecimiento Por Gravedad. (44)

Los tipos de redes de distribución dependen de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque, que son a saber:

Sistema de circuito abierto

Se emplean para ciudades, centros urbanos y rurales que se desarrollan a lo largo de una carretera o de un río, comienza de una matriz de la que se desprenden varias ramificaciones.

Este sistema presenta una buena distribución de presiones y requiere de mayores diámetros.

En caso de reparación, por tener una sola línea de alimentación, dejará en algunos casos sin agua a la mayor parte de la población.

Sistema de circuito cerrado

Consiste en un sistema de conductos principales que rodean a un grupo de manzanas de las cuales parten tuberías de diámetro menor unidades en sus extremos al conducto principal.

- Mayor seguridad en el normal abastecimiento a la localidad.
- Mayor economía ya que cada tramo de tubería puede ser alimentado por ambos extremos, y se consigue menores diámetros de tuberías, menores pérdidas de carga.

En el dimensionamiento de una red de circuito cerrado se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo para lo cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimativas en los gastos en los nudos.

Para el presente proyecto utilizare el sistema de circuito abierto por la topografía accidentada y la distribución de las viviendas.

2.9.2 DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Es el conjunto de tuberías cuya importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

Red Matriz Y Cálculos

Es la tubería que va desde el Reservorio hasta la zona de servicio. Hidráulicamente se pueden establecer redes: abiertas, cerradas y mixtas.

Se empleará tubería de plástico PVC por lo que le corresponde un coeficiente de rugosidad (C) igual a 150.

Los métodos existentes para realizar el diseño hidráulico de la red matriz son a través de un proceso iterativo aplicando el método de Hardy Cross y programas de simulación hidráulica como el Epanet y Watercad, para nuestro proyecto aplicaremos Epanet.

2.9.3 ACCESORIOS

Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales, Roger Agüero Pieltman (45)

En lo referente a los cambios de dirección de las redes de agua potable se deberán emplear codos, sin embargo podrían proyectarse la ejecución de líneas curvas que al momento de tender la tubería gradualmente se amolden al trazo de las calles, siempre que el ángulo de deflexión entre dos tubos consecutivos no exceda a los valores permitidos por el fabricante y que podrían dificultar la prueba hidráulica correspondiente.

Válvulas

Existen válvulas que sirven para interrumpir el tránsito de flujo de agua, ya sea debido a un mantenimiento y/o para efectuar limpiezas por zonas sin causar interrupción total o parcial del servicio en la periferia, es decir permite aislar un determinado sector de un centro poblado para así poder cumplir y a la vez facilitar los trabajos efectuados por la empresa encargada de los servicios de Saneamiento. Para la colocación de estas válvulas hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Al efectuar el cierre de una o más válvulas para aislar y proceder a reparación de un tramo o circuito, la longitud de este no debe exceder de más de 200 ml de tubería.
- Cada tramo debe aislarse a lo más mediante el cierre de cuatro válvulas.
- Deberán colocarse cerca de las intersecciones de las calles y en la prolongación de las líneas de propiedad.
-

Anclajes

A fin de contrarrestar el empuje que pueda presentar debido a la presión interna de la tubería deberán diseñarse anclajes de concreto en los siguientes casos:

- Cambios de dirección.
- Cambios de diámetros.
- Válvulas de compuerta.
- Terminales de líneas taponados.
- Curvas verticales.

Las dimensiones y formas de los anclajes se determinaran teniendo en cuenta la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

El área o superficie de contacto del anclaje deberá dimensionarse de modo que el esfuerzo que se transmite al terreno, no supere la carga de resistencia admisible dada para tipo de terreno.

Tuberías

Las tuberías de la red de distribución se colocaran teniendo en cuenta lo siguiente:

- En las calles de 20 m. de ancho o menos, se proyectará una línea de agua potable a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de dos líneas paralelas.
- En las calles y avenidas de más de 20m. de ancho se proyectará a cada lado de la calzada una línea, salvo el caso en que se justifique la instalación de una sola línea.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes a la tubería de agua potable y una de alcantarillado instaladas paralelamente no será menor de 2m. medidas horizontalmente.
- La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo no será menor 0.80m.
- En caso de vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben ser proyectadas con un recubrimiento mínimo de 0.80m. Sobre la clave del tubo.
- En las vías peatonales pueden reducirse estas distancias y las profundidades; siempre y cuando se diseñe una protección especial para evitar su fisuramiento o ruptura.
- La mínima distancia entre tuberías de agua potable y cables eléctricos instalados paralelamente será de 1.0m.

2.10 ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

Fuente: Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental (46)

2.10.1 Definición de impacto ambiental

Es la acción o actividad que produce una alteración favorable o desfavorable en alguno de los componentes del medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental es el Proceso de predecir los resultados reales y potenciales de las interacciones esperadas entre un nuevo Proyecto y un medio ambiente natural y humano, así como el compromiso del proponente sobre las medidas de mitigación que reduzcan al mínimo la degradación ambiental.

2.10.2 Importancia de los estudios de impacto ambiental

La importancia de la realización de EIA, radica en los principios en que se basa la gestión ambiental como son:

El derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano y saludable; así como al disfrute de los bienes naturales para su desarrollo social y económico, alcanzando una calidad de vida digna y duradera.

La conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y el mantenimiento del equilibrio ecológico; como de la oferta ambiental, natural e inducida, para el desarrollo.

Aplicación de tecnologías limpias, eficientes e integrales, procesos de saneamiento; comprendiendo el ciclo completo y sin residuos libres.

La complementación de la Legislación ambiental vigente, con la reglamentación propia de la institución y del sector.

El saneamiento es un servicio instituido para la comunidad, con el fin de mejorar su bienestar, y por lo tanto, es muy importante su colaboración en las acciones inherentes a los usos, es decir de agua y desagüe. Además, son importantes los Estudios de Impacto Ambiental porque es público y notorio el carácter de agotable de los recursos naturales y en la actualidad más todavía, así mismo la presencia de una acelerada degradación de la calidad del ambiente humano, por lo que debemos protegerlo por todos los medios de que dispongamos.

2.10.3 Objetivo específico de los estudios de impacto ambiental

Contribuir en algo, a tratar de reducir la contaminación de las zonas en estudio, planteando el proyecto de Alcantarillado Sanitario para las áreas destinadas a viviendas, que de solución a un servicio básico que necesita esta población así como plantear el emplazamiento donde se tendrán tanques sépticos para el tratamiento de las aguas servidas.

2.10.4 Tipos de impacto ambiental

Un impacto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos:

Impacto Directo.- cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

Impacto Indirecto.- efecto sobre otro factor ambiental por existir interdependencia.

Impacto Reversible.- Cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma mediable, a corto, mediano

o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

Impacto Irreversible.- aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción que lo produce.

Impacto Mitigable.- Efecto en que la alteración puede mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.

Impacto Acumulativo.- Efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carácter el factor ambiental de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento de la acción causante de impactos.

Impacto Sinérgico.- Se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce la aparición de otros nuevos.

Impacto Continuo.- Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.

Impacto Discontinuo.- Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

2.10.5 Criterios de jerarquización

Los criterios de jerarquización son utilizados para determinar la relevancia de acciones y parámetros ambientales y jerarquizar los impactos ambientales más significativos:

Carácter.- Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.

Probabilidad de Ocurrencia.- Presente en el desarrollo de un proyecto, para varios impactos una evaluación cualitativa resulta suficiente (alta, media, baja).

Intensidad.- Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico que actúa.

Duración.- Tiempo de duración del impacto considerado que no se apliquen medidas. Este criterio se puede evaluar determinando si es fugaz, temporal o permanente.

Extensión.- Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Está directamente relacionada con la superficie afectada, se mide en unidades objetivas como hectáreas, metros cuadrados, etc.

Magnitud.- Evaluación de la seriedad del impacto. La magnitud es una relación de la intensidad, duración y extensión del efecto al medio.

Reversibilidad.- Valor relativo que trata el cambio de la calidad ambiental. La valoración nos da una especie de valoración del

impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental.

2.10.6 Identificación y análisis de los impactos ambientales

Se debe seleccionar el método de EIA a utilizar (listas, matrices, índices, etc.). Una vez identificados los impactos ambientales se proceden al análisis de los mismos. En la medida de lo posible se deben predecir los cambios que las acciones del proyecto producen en las sentencias o variaciones temporales de la calidad ambiental.

La mayor parte de los métodos hacen referencia a impactos ambientales específicos, lo que imposibilita establecer un método general. La adecuada selección del método dependerá de los recursos técnicos y financieros, del tiempo disponible para su ejecución de la cantidad y calidad de información disponible y de los términos de referencia propuestos, razón por la cual ningún método puede ser considerado mejor.

2.10.7 Métodos de estudios de impacto ambiental técnicas específicas

Fuente: Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental (47)

Encuestas.- Las encuestas se realizan a personas relacionadas de algún modo con el proyecto; el promotor o proyectista, la población del área a afectar, especialistas en la materia, personas con experiencias previas en proyectos similares, etc. Las preguntas se basan en las consecuencias que se presentaron en los casos que observaron.

Este método no suele dar buenos resultados debido a la falta de conocimiento del personal encuestado.

Reunión de Expertos.- Consiste en talleres de trabajo donde se reúnen a personas con conocimientos sólidos de las diferentes áreas relacionadas con el proyecto, como especialistas en proyectos y en los procesos involucrados, así como especialistas ambientales.

Lista de verificación

Las listas de verificación son el resultado de la acumulación de experiencia en la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. El objetivo de este método es facilitar un análisis acerca de las posibles consecuencias sobre el ambiente.

Así este método constituye un listado de los factores ambientales potencialmente afectados por una acción, cuya función primordial es estimular al analista a pensar en las posibles consecuencias de un proyecto determinado.

Las variaciones de esta técnica son:

Lista Simples.- Constituyen un listado de variables ambientales, en donde se indica la ocurrencia posible de un impacto en forma nominal (si o no), pero sin que prevea ninguna información acerca de su magnitud o de la forma como debe interpretarse.

Listas de Verificación con escala simple.- En esta técnica se añade una escala de valores para la evaluación de las variables ambientales, lo que permite obtener como apreciación subjetiva de la magnitud de los cambios que puede llegar a ocurrir en cada una de ellas.

Lista de Verificación con escala ponderada.- La ponderación de la escala mediante algún factor de importancia relativa, permite añadir una estimación de la significación de cada variable ambiental afectada en relación con los restantes.

Las listas presentan el inconveniente de inducir al analista a ignorar efectos que no estén incluidos en ellas. Este es uno de los métodos más simples recomendables para estudios preliminares.

Matrices

Fuente: Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental (48)

Las Matrices pueden considerarse como listas de control bidimensional. En una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades, propuestas, elementos de impacto, etc.) mientras que en la otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos ambientales son individualizados confrontando las dos listas de control.

Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especialidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación de impacto individualizado. Con respecto a la evaluación, esta varía desde una simple individualización del impacto (marcada con una suerte de señal, cruz, guión, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, suficiente, razonable) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en

general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo).

a. Matriz de Leopold

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados del estudio.

El proceso de elaboración e identificación es el siguiente:

- Se elabora un cuadro fila donde aparecen las acciones del proyecto.
- Se elabora un cuadro de columna donde se ubican los factores ambientales.
- Construir la matriz con las acciones y condiciones ambientales.
- Para la identificación se confrontan ambos cuadros, se revisan las filas de las variables ambientales y se selecciona aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
- Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, por lo cual se realiza lo siguiente:
 - Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse el impacto.
 - En la esquina superior izquierda de cada celda se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínimo = 1) delante

de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.

- En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto.

- Acondicionar dos filas y dos columnas de celdas de cálculos.
- Sumar los índices de magnitud e importancia por separado los positivos y los negativos.
- Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.
- Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.

Este método se entiende por magnitud la extensión del efecto (en términos espaciales). La importancia es la evaluación anticipada de las consecuencias del efecto.

b. Matriz de Moore

Es un método elaborado por Moore y sus colaboradores (1973), la cual requiere una evaluación en una escala ordinaria de cuatro niveles.

- No significativo
- Bajo
- Moderado
- Alto

c. Matriz de Clark

En 1976 Clark desarrolla un método basado en una matriz la cual proporciona una evaluación cualitativa basada en cinco polaridades:

- Beneficioso / Adverso
- Corto plazo / Largo plazo
- Reversible / Irreversible
- Local / Estratégico.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1 CRITERIOS DE DISEÑO

3.1.1 POBLACION DE PLAZAPAMPA

Fuente: Municipalidad Distrital de Salpo (49)

Dentro de los conceptos de ingeniería se entiende por población actual a la población existente al momento de la toma de información necesaria para el respectivo proyecto de acuerdo a la información sobre la población actual. Se realizó un conteo somero el número de viviendas en la localidad, contándose un total de 115 lotes habitados y en proceso de construcción considerando una densidad poblacional promedio de 5.2 hab/vivienda según el distrito, se estima una población de 598 habitantes.

Se debe indicar que se ha tratado de agrupar los lotes en manzanas para su ordenamiento y zonificación futura, debido a que no existe un estudio de zonificación. Se ha considerado un centro educativo, local comunal, un centro de salud y algunas áreas proyectadas para otros usos, según la comunidad lo requiera.

3.1.2 POBLACION FUTURA

Fuente : Norma OS.100 RNE y Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales (50)

Toda población por regla general crece debido a los crecimientos a la inmigración y la anexión y decrece por muerte, emigraciones, etc. Todos estos factores están influenciados por las fluctuaciones de los fenómenos sociales y económicos.

Existen diversos matemáticos y gráficos para la determinación de la población futura. Teniendo en cuenta que no existe información precisa de datos poblacionales, se dan los siguientes criterios para detectar a que forma de crecimiento obedece la población en estudio:

- Una población recién establecida se desarrollo de acuerdo a la curva de incremento variable.
- Una población joven y con industrias se acerca a la curva de intereses compuestos o geométricos.
- Una población antigua se ajusta a la curva de crecimiento vegetativo
- Entre estos factores podemos considerar que una ciudad cuyo crecimiento depende del desarrollo agrícola, la población crece según la curva aritmética o interés simple

3.1.3 METODOS ESTADÍSTICOS

Fuente: Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales y Vierendel (51)

Método analítico

Siempre que el cálculo de la población para una región dada se puede ajustar a una curva matemática. Este ajuste de las características de los valores de la población censales, así como los intervalos de tiempo en que estos se han medido presuponen las condiciones en las cuales ellos se han producido, se mantendrán durante todo el

periodo de diseño lo cual no es real dentro de esos métodos tenemos:

- **Método aritmético:**

Este método se emplea cuando la población se encuentra en franco crecimiento. Se emplea en el cálculo de poblaciones bajo la consideración de que estas están cambiando en la forma de una progresión aritmética. El método es aplicable a una población dada cuando las variaciones de ella respecto al tiempo son independientes de la población considerada, es decir:

$$P_f = P_o + r\Delta t \qquad r = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

- P : Población Futura
- P_o : Población actual obtenida.
- r : Razón de cambio de las poblaciones respecto al tiempo.
- t : Valor del tiempo para el cual se calcula la población.
- t_o : Valor del tiempo en el instante para el cual se calcula la población actual.

AÑO	POBLACION	ΔP	Δt	$r = \frac{\Delta P}{\Delta t}$
2000	245			
2015	598	353	15	23.53
				Γ = 23.53

$$P_{2035} = 598 + 23.53 \times (20)$$

$$\mathbf{P_{2035} = 1069 \text{ hab.}}$$

- **Método geométrico**

En este caso se efectúa el cálculo considerando que las variaciones de estas se producen en la forma de una progresión geométrica. Se emplea estos métodos cuando la población está en su iniciación o periodo de saturación más no cuando está en periodo de franco crecimiento.

$$P = P_u \times r^t \qquad r = \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{\left(\frac{1}{D_t} \right)}$$

- Pi : Población final del periodo.
- Po : Población inicial del periodo.
- Pu : Población actual.
- P : Población proyectada.
- t : Periodo de diseño.
- r : Razón.
- Dt : Diferencia de tiempos.

AÑO	POBLACION	Dt	$r = \left(\frac{P_i}{P_0} \right)^{\left(\frac{1}{D_t} \right)}$
2000	245		
2015	598	15	1.0613
			$\Gamma=1.0613$

$$P_{2035} = 598 \times (1.0613)^{20}$$

$$\mathbf{P_{2035} = 1966 \text{ hab.}}$$

3.1.4 POBLACION DE DISEÑO

Para nuestro caso la Localidad, como se menciona anteriormente no cuenta con un dato exacto de población de acuerdo a los cálculos a través de método analítico el más aproximado es método geométrico y consideramos una población futura de 1990 habitantes.

$$P f_{2035} = 1990 \text{ hab.}$$

3.1.5 DOTACION

La dotación es la cantidad de agua asignada por habitantes y por días; se expresa en litros por habitantes (Lt/ hab/ día).

Calculo de la dotación.

De acuerdo a la ley N° 13997 (Ley de Saneamiento Básico Rural) el Ministerio de Salud es el organismo que norma las dotaciones en zonas rurales y de acuerdo a la ley N° 23853, el Ministerio de Vivienda es el organismo que norma la dotación en zonas urbanas y según el R.N.E. tenemos:

a).-El R.N.E., nos dice que la dotación diaria por habitantes se ajustara a los siguientes valores:

Cuadro 3.1
Consumo de Agua en Litros por Habitantes por Día

CLIMA	POBLACION		
	DE 2 000 Hab.	DE 10 000 Hab.	+ DE 50 000 Hab.
FRIO	120	150	200
T EMPLADO	150	200	250
CALIDO	150	200	250

FUENTE:RNE(53)

La dotación para nuestro proyecto se considera en 120 lt/hab.

VARIACION DE CONSUMO

El consumo de agua en la población está sujeta en base a las condiciones de clima, actividades domesticas, días de trabajo, costumbres de la población, etc. En los meses de más calor se produce mayor consumo de agua habiendo días dentro de un mismo mes en que la demanda es mayor que los demás meses.

Las variaciones que experimentan los consumos de agua tienen mucha importancia en el diseño de los diferentes estructuras componentes del sistema de abastecimiento.

Para los factores de las variaciones de consumo se considerara las siguientes elaciones con respeto al promedio anual de la demanda (Q_p).

Variación diaria (K1)

Fuente: R.N.E (54)

Para determinar K1 se tendrá en cuenta el R.N.E. estipula en 1.2 y 1.5 para el presente proyecto adoptaremos un:

$$\mathbf{K1 = 1.3}$$

Variación horaria (K2)

Existen variaciones de consumo máximo horario, se define como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo, dependiendo de los hábitos y actividades de la población. Estos cambios se notan con mayor intensidad en ciudades pequeñas, en razón de una menor o ninguna actividad comercial o industrial.

Para determinar la máxima demanda horaria es necesario determinar el “coeficiente de máxima demanda horaria”, que se representa por K2, el cual está representado por:

$$K2 = \frac{\text{Consumo máximo horario}}{\text{Consumo medio anual diario}}$$

Según el R.N.E. tenemos el máximo consumo anual de la demanda horaria será:

Para poblaciones de 2 000 a 10 000 Hab.

$$K2 = 2.5$$

Para poblaciones mayores de 10 000 Hab.

$$K2 = 1.8$$

Para el presente proyecto adoptaremos

$$K2 = 2.5$$

3.1.6 DETERMINACION DE LOS GASTOS DE CONSUMO

4

Fuente: Manual Abastecimiento de agua y Saneamiento (55)

Caudal promedio (Qp)

$$Q_{\text{prom}} = \frac{P_{\text{prom}} \times D}{86400}$$

Donde:

Qprom : Caudal Promedio (lt/seg).
 P : Población Futura (hab.)
 D : Dotación (lt/hab./día)

Luego:

$$Q_{\text{prom}} = \frac{1990 \times 120}{86400} = 2.76 \text{ lt/seg.}$$

$$\mathbf{Q_{\text{prom}} = 2.76 \text{ lt/seg.}}$$

Caudal máximo diario (Qmd)

$$Q_{\text{md}} = K1 \times Q_{\text{prom}}$$

Donde:

Qprom : Caudal promedio (lt/seg,)

K1 : Coeficiente Máximo Anual de la
Demanda Diaria

Luego:

$$Q_{\text{md}} = 1.30 \times 2.76 = 3.59 \text{ lt/seg.}$$

$$\mathbf{Usar \quad Q_{\text{md}} = 3.6 \text{ lt/seg.}}$$

Caudal máximo horario (Qmh)

$$Q_{\text{mh}} = K2 \times Q_{\text{prom}}$$

Donde:

Qprom : Caudal Promedio (lt/seg)

K2 : Coeficiente Máximo Anual de la
Demanda Horaria

Luego:

$$Q_{\text{mh}} = 2.5 \times 2.76 = 6.90 \text{ lt/seg.}$$

$$\mathbf{Usar \quad Q_{\text{mh}} = 6.90 \text{ lt/seg.}}$$

Demanda Contra Incendio:

Fuente: RNE(56)

De acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, dice que en poblaciones hasta 10,000 habitantes no se considera demanda contra incendios. En el presente proyecto se tiene una población de diseño 1990 habitantes por lo tanto no consideraremos demanda contra incendios.

3.1.7.- CAUDAL DE DISEÑO

El caudal de diseño juega un papel muy importante para el diseño de la línea de impulsión, línea de aducción y la red de distribución, puesto que permite hacer la elección del diámetro, calidad y especificaciones técnicas para la tubería a usar. Habiendo realizado los cálculos pertinentes, el caudal de diseño a utilizar para el cálculo de las tuberías son:

La Tubería de Conducción: se diseñará con el Caudal Máximo Diario.

$$\mathbf{Q_{md} = 3.6 \text{ lt/seg}}$$

La Tubería de Aducción y Distribución: Se diseñará con el Caudal Máximo Horario.

$$\mathbf{Q_{mh} = 6.90 \text{ lt/seg}}$$

3.2.- ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN

Fuente Os010.RNE. Captación y conducción de agua para consumo humano.(57)

Para el siguiente proyecto, seleccionamos la fuente de abastecimiento de manantiales, ya que debido al lugar existen varios manantiales, que los utilizan para consumo, y para riego.

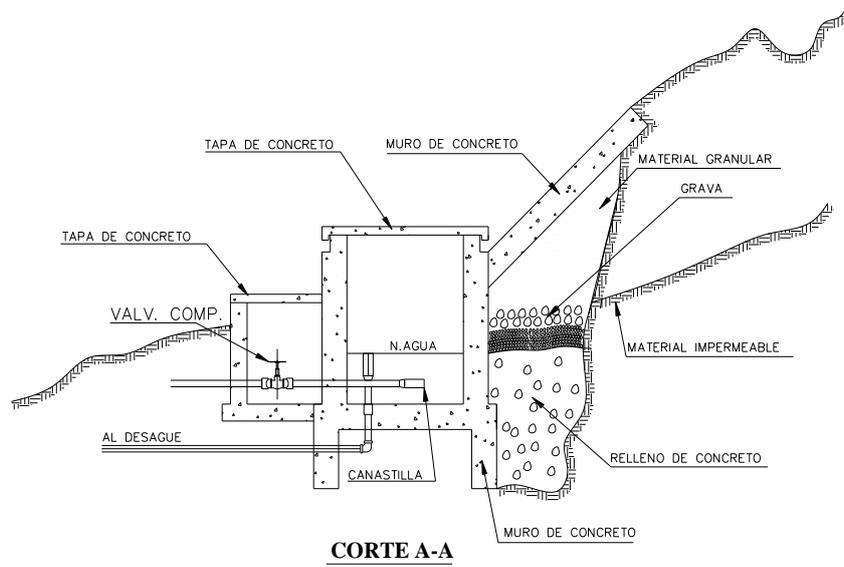
3.2.1.-Tipos de captación en manantiales

Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas.

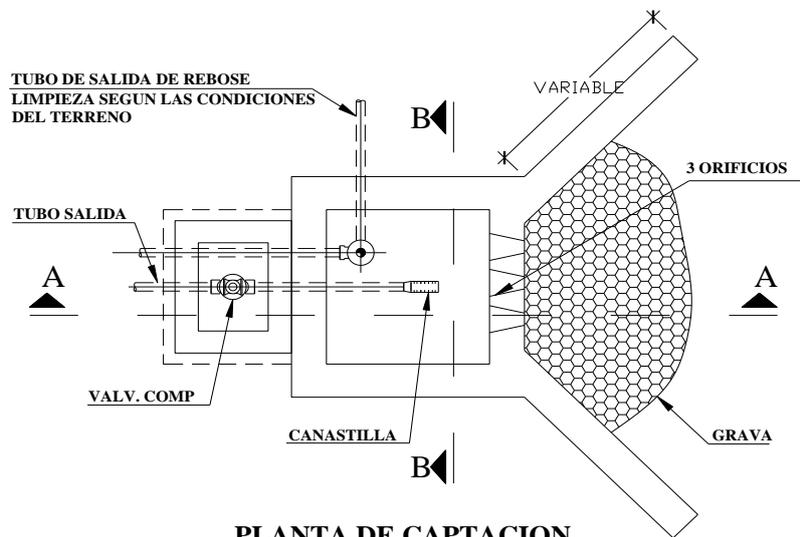
A. Captación de un Manantial de Ladera y Concentrado

La captación consta de 3 partes: La primera, corresponde a la protección del afloramiento; La segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse; y la tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control.

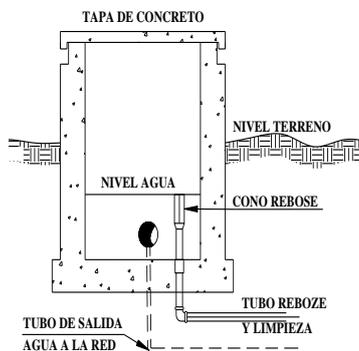
El comportamiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene como finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de un material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente.



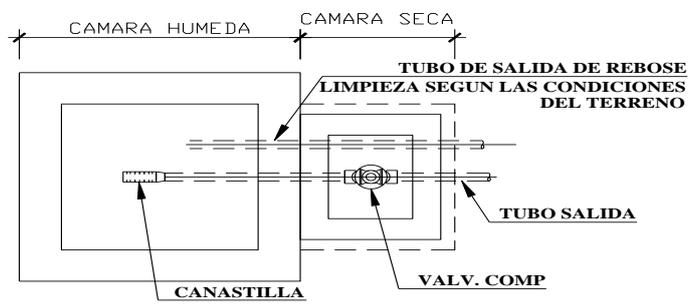
CORTE A-A



PLANTA DE CAPTACION



CORTE B-B



PLANTA CAPTACION DE FONDO

Fuente : Sistema de Abastecimientos por gravedad, Ing Roger Agüero Pittman (58)

B. Captación de un Manantial de Fondo y Concentrado

La estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: La primera húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse, y la segunda una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

C. Captación de un Manantial de Fondo y Difuso

Si existen manantiales cercanos unos a otros, se podrá construir varias cámaras, de las que parten de tubos o galerías hacia una cámara de recolección de donde se inicie la línea de conducción.

Adyacente a la cámara colectora se considera la construcción de la cámara seca cuya función es la de proteger la válvula de salida de agua. La cámara colectora tiene canastilla de salida, un cono de rebose y tuberías de limpia.

D. Captación de un Manantial de Fondo de Pared

Consiste en la construcción de un muro grueso, dejando un agujero por donde saldrá el agua.

Tipo de manantial para el proyecto

Para el presente proyecto seleccionamos la Captación de un Manantial de Ladera y Concentrado, el cual es actualmente utilizado por pobladores de la zona, lo cual indica la calidad

adecuada para su consumo al no tener problemas para cocinar y no hay evidencia de alguna enfermedad que ha ocasionado.

3.2.2.-CALCULO DE CAUDAL DE AGUA.

Para determinar el caudal de agua se utilizó el método volumétrico que es más utilizado en zonas rurales; para aplicar este método es necesario encauzar el agua generando una corriente del fluido de tal manera que se pueda provocar un chorro, dicho método consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido, posteriormente se aplica la siguiente ecuación:

$$Q_c = \frac{V}{t}$$

Donde:

Q_c = caudal de la captación en lts/seg

V = volumen de recipiente en litros

t = tiempo promedio en seg.

Las mediciones para realizar el método son las siguientes:

Nº de Prueba	Volumen (lts)	Tiempo (seg)
1	10	2.50
2	10	2.60
3	10	2.30
4	10	2.50
5	10	2.40
Total		16

$T_{prom.} = \frac{12.30}{5} = 2.46 \text{ seg}$
--

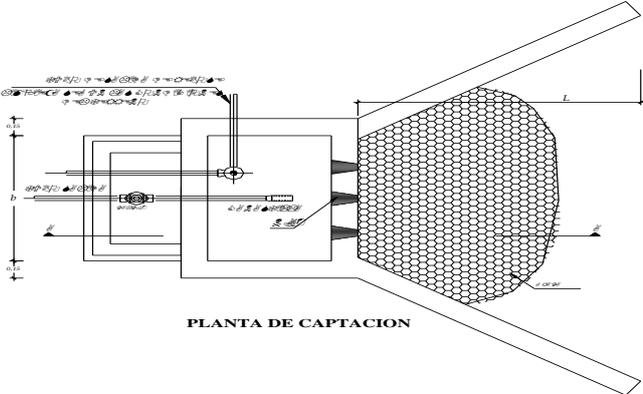
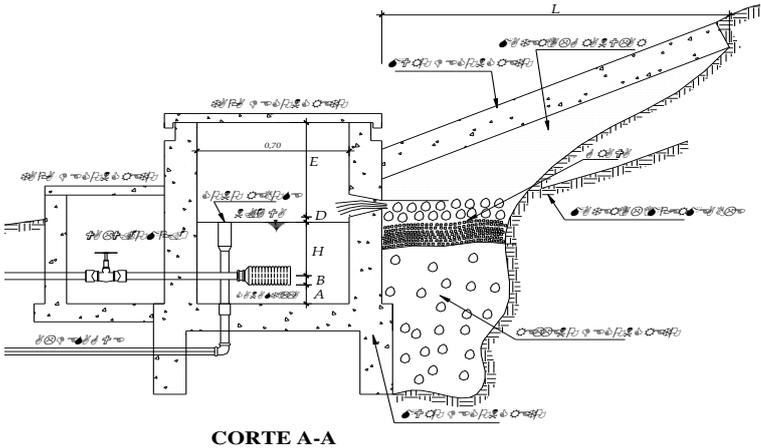
$$Q_c = \frac{10}{2.46} = 4.065 \text{ lts/seg}$$

Como el caudal que se necesita es de 3.6 lps, entonces el caudal que se obtiene del manantial es mayor (4.065lps) es suficiente para nuestro diseño.

$$Q_c > Q_{md}$$

3.2.3.-DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO

Fuente: Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento (59).



Cálculo de la distancia entre el afloramiento y cámara húmeda

Datos:

$$Q_1 = 3.6 \text{ lts/sg} \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

Mediante la ecuación de continuidad entre dos puntos.

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d \times A_1 \times V_1 = C_d \times A_2 \times V_2$$

$$\text{Siendo: } A_1 = A_2$$

V_2 = Velocidad de pase (Valores menores iguales a 0.6 m/s)

C_d = Coeficiente de Descarga (0.6 – 0.8)

h_o = Distancia de Carga en afloramiento.

h_f = Perdida de Carga.

$$h_f = 0.3 \cdot L$$

$$H = h_o + h_f$$

$$V = V_2 = \{2gh/1.56\}^{1/2}$$

Asumiendo: $H = 0.70 \text{ m}$

$$V = 0.55 \text{ m/s}$$

$$h_o = 1.56V^2/2g = (1.56 \cdot 0.55^2)/(2 \cdot 9.81)$$

$$\mathbf{h_o = 0.0241 \text{ m}}$$

Donde: $h_f = H - h_o = 0.70 - 0.0241 = 0.6759$

$$L = h_f/0.3 = 2.25 \text{ m}$$

$$\mathbf{L = 2.30 \text{ m}}$$

Longitud de Pantalla (b)

1. Calculo del Diámetro de la Tubería de Entrada (D)

$$\text{Con: } A = Q_{\text{max}} / (C_d \times V)$$

$$A = 3.6 / (0.8 \times 0.55) = 8.18 \times 10^{-3}$$

$$A = 8.18 \times 10^{-3}$$

$$\text{Donde: } A = \frac{\pi \times D^2}{4}$$

$$D = \{((8.18 \times 10^{-3}) \times 4) / 3.1416\}^{1/2} = 0.1020 \text{ m}$$

$$\mathbf{D = 4 \text{ pulgadas}}$$

2 Calculo del Número de Orificios (NA)

Se recomienda que el diámetro asumido sea menor o igual a **2"**

$$\text{Como: } \varnothing_{\text{cal}} > \varnothing_{\text{max}} = 2''$$

NA = Nuecero de Orificios.

NA = (Área de diámetro Calculado / Área de diámetro asumido) + 1

$$NA = (10.20)^2 / (5.08)^2 + 1 = 5$$

$$\mathbf{NA = 5 \text{ huecos}}$$

3 Calculo de Longitud de la Pantalla (b)

$$\text{Como: } b = 2(6D) + NA(D) + 3D(NA-1)$$

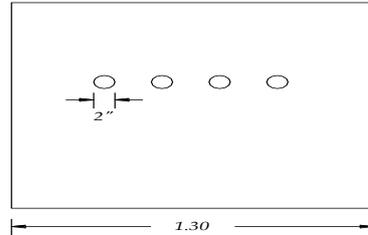
D = Diámetro del Orificio.

b = Longitud de la pantalla.

NA = Nuecero de Orificios.

$$b = 2(6 \cdot 5.08) + (4 \cdot 5.08) + (3 \cdot 5.08) \cdot (4-1) = 127 \text{ cm} = 1.30 \text{ m}$$

$$b = 1.30 \text{ m}$$



Altura de la Cámara Húmeda (Ht)

Con: $Ht = A + B + H + D + E$

A = se considera una altura mínima de 10 cm. que permite la sedimentación de la arena.

B = se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

H = Altura de agua.

D = Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm.). Utilizaremos D = 5 cm.

E = Borde Libre (de 10 a 30 cm.), se considera 30cm

Dc = Diámetro del tubo de salida = $\varnothing 2''$

Qmax = Caudal máximo m³/s)

A_c = Área del tubo de salida

$$A_c = (\pi \cdot D^2) / 4 = (3.1416 \cdot 5.08^2) / 4 = 20.2683 \text{ cm}^2$$

$$= 0.0020268 \text{ m}^2$$

Donde: $Q_{max} = 0.0036 \text{ m}^3/\text{s}$ $A_c = 0.0020268 \text{ m}^2$

$$H = 1.56 [Q_{md}^2 / 2gA_c^2]$$

$$H = 1.56 [0.0036^2 / (2 \cdot 9.81 \cdot 0.0020268^2)] = 0.2508 \text{ m}$$

$$H = 25.08 = 30 \text{ cm}$$

$$A = 10 \text{ cm.}$$

$$D = 5 \text{ cm.}$$

$$B = 5.08 \text{ cm. (2")}$$

$$E = 30 \text{ cm.}$$

$$H_t = 10 + 5.08 + 30 + 5 + 30 = 80.08 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{H_t = 1.00 \text{ m}}$$

Dimensionamiento de la Canastilla

$$D_{CANASTILLA} = 2 D_{CONDUCCION} = 2 (2") = \varnothing 4"$$

$$\mathbf{D_{CANASTILLA} = 4 \text{ ''}}$$

Long. Canastilla (L)

Donde: $L > 3 D_{CONDUCCION}$

$$6 D_{conducción} > L > 3 D_{CONDUCCION}$$

$$L = 3 (2") = 6 \text{ ''} \approx 15.24 \text{ cm.}$$

$$L = 6 (2") = 12 \text{ ''} \approx 30.48 \text{ cm.}$$

$$\mathbf{L = 25 \text{ cm.}}$$

Tamaño de Orificio

Ancho Ranura = 5 mm.

Largo Ranura = 7 mm.

Área Ranura = 35 mm²

Area Total de Ranuras (A_t) = 2 A_c

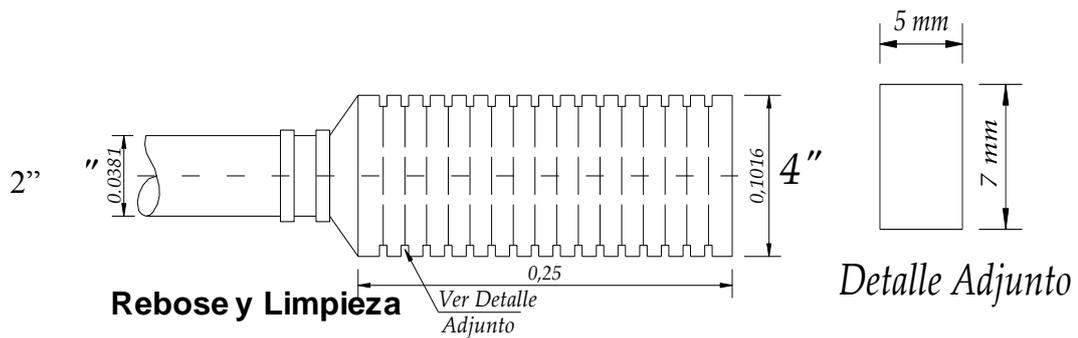
$$A_c = (\pi * D_c^2)/4 = (\pi * 0.0381^2)/4 = 0.00114009$$

$$A_t = 2 A_c = 2 * 0.00114009 = 2.28 * 10^{-3}$$

$$\text{Nº de Ranuras} = A_{\text{TOTAL RANURA}} / A_{\text{RANURA}}$$

$$\text{Nº de Ranuras} = 2.28 * 10^{-3} / 35 * 10^{-6} = 65.15$$

$$\text{Nº de Ranuras} = 70$$



D = Diámetro en pulgadas.

Q = Caudal Máxima de la Fuente (lt/s)= 4.06 lt/s

hf = Perdida de Carga unitaria (0.015m/m)

$$D = 0.71 * Q^{0.38} / hf^{0.21} = 0.71 * 4.06^{0.38} / 0.015^{0.21} = 2.92 \text{ pulg.}$$

D = 3 pulgadas \approx Y un cono de Rebose de 3"x5"

RESULTADOS OBTENIDOS

CUADRO 3.2 RESULTADOS DEL DISEÑO

CAPTACION	Caudal Máximo (lps)	Longitud de afloramiento a cámara húmeda	Longitud de la Pantalla (m)	Altura (m)	Dimensión de la canastilla (m)	Rebose y Limpieza	Diámetro de salida	Diámetro de Entrada
01	3.6	2.30	1.3	1.0	0.1016	3"x5"	2"	4

Fuente: PROPIA (2008)(59)

3.3.-CALIDAD DE AGUA

Fuente: Guía para el monitoreo de calidad del agua para el consumo humano. y Saneamiento Básico Rural. Ministerio de Salud. (60).

El agua, es probablemente el recurso natural más importante del mundo ya que si en ella no existiría la vida; esta agua deberá haber siempre en cantidad suficiente y ser buena calidad, desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico. El agua, para el consumo humano debe ser agradable al paladar; es decir, estéticamente atractiva. El agua, tiene un papel vital en el desarrollo de las comunidades, por lo que su abastecimiento permanente se hace indispensable para la vida.

El proceso de transformar el agua cruda apta para el consumo humano, se conoce como potabilización del agua. Con el objeto de determinar el tipo adecuado de tratamiento al cual debe ser sometida el agua antes de su utilización, existen ciertos parámetros asociados con su calidad de acuerdo a sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Son las que más impresionan a los sentidos del ser humano, y que están relacionados con la estética de agua. Desde el punto de vista sanitario, tiene menos importancia. Entre éstas características tenemos:

Turbidez

Aspecto que presenta el agua debido a la presencia de partículas en suspensión. Constituye el indicador más usual del grado de contaminación. Se determina utilizando el turbidímetro, el mismo que mide la interferencia al paso de los rayos de luz por la muestra. La turbidez se elimina mediante tratamientos especiales como la coagulación, sedimentación y filtración.

Color

Se debe a la presencia de compuestos orgánicos en estado coloidal muy finos y compuestos inorgánicos en solución. Se determina por la comparación visual mediante los tubos de NESSLER.

Olor y sabor

El olor es producido por los materiales volátiles, y el sabor producido por las materias contenidos en el agua. El agua denominada POTABLE, no debe tener olor ni sabor.

Temperatura

Tiene influencias en la aceptación de los consumidores, se estima que una temperatura entre 5°C y 15°C, es agradable al paladar.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

Establecen los porcentajes de compuestos orgánicos e inorgánicos, presentes en el agua.

Material Orgánica

Conformada, por aquellos compuestos que contienen carbono en su estructura molecular. Proceden de la descomposición de animales, vegetales y de la industria química relacionada con la síntesis de compuestos orgánicos.

Material Inorgánica

Está conformada por: PH, Expresa la concentración de iones de hidrógeno, manifestando la intensidad de acidez o alcalinidad del agua cuando existe concentración de iones de hidrógeno cargos

positivamente (H^+), el iones hidroxilo (OH^-), cargados negativamente el PH del agua natural puede oscilar entre 6.5- 8.0

Cloruros

Proviene de la disolución de rocas y sólidas que los contienen. Según el tipo de cloruro que contenga el agua, llamase sodio, calcio o magnesio, esta será salada o amarga.

Sulfatos

Son indeseables, cuando se crean en condiciones anaeróbicas, ya que fácilmente pueden pasar a sulfuros, especialmente a sulfuros de hidrógeno, que es un gas nauseabundo.

Dureza

Definida como la concentración de iones de calcio (Ca^{++}) y Magnesio (Mg^{++}). Esta indica la cantidad de sales disueltas en el agua, llamándose agua dura a la que excede el límite permisible de carbonatos disueltos, la cual resulta antieconómica para ser usada en el lavado, debido a que consume grandes cantidades de jabón; así mismo producen incrustaciones en las tuberías.

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

Definida la cantidad de microorganismos vivientes presentes en el agua, generalmente son bacterias, virus y quistes de amebas. Las bacterias más comunes en el agua son las que se detallan en el cuadro que se da a continuación

CUADRO N°3.3

BACTERIAS PATÓGENAS PRESENTES EN EL AGUA

BACTERIAS	ENFERMEDADES
Salmonella Paratyphi A,B,C	Fiebres para tifoidea
Salmonella Typha	Fiebre Tifoidea
Shígella	Disentería bacillar
Echerichia Coolí	Gastroenterocolitis
Vibrium Cólera	Cólera
Bacilo de Koch	Tuberculosis

Fuente: Ministerio de Salud (61)

NORMAS DE LA CALIDAD DEL AGUA

En la actualidad, muchos organismos internacionales como la organización Mundial de la Salud (OMS) y la comisión sobre Criterios de Calidad de Agua, ha establecido normas de calidad para agua de consumo humano.

- a) La OMS, establece dos límites, los aceptables, que se refiere a aquellas concentraciones que en general pueden admitir un consumidor. Los tolerables, que son las concentraciones que directamente inciden en la potabilidad.
- b) El informe del comité sobre Criterios de calidad de Agua, consigna normas de calidad para agua superficial, que servirán para el consumo público.

CUADRO N° 3.4 NORMAS DE CALIDAS PARA AGUA POTABLE-OMS

SUSTANCIAS	CONCENTRACIÓN	
	MÁXIMA ACEPTACIÓN	MÁXIMA TOLERABLE
Sólidos Totales	500 mg/lit	1500mg/lit
Color	5 unid*	50 unid
Turbiedad	5 unid**	25 unid
Sabor	No rechazable	----
Olor	No rechazable	----
Hierro (Fe)	0.3 Mg/lit	1.0 Mg/lit
Manganeso (Ma)	0.1 Mg/lit	0.5 Mg/lit
Cobre(Cu)	1.0 Mg/lit	1.5 Mg/lit
Zinc (Zn)	5.0 Mg/lit	15.0 Mg/lit
Calcio (a)	75.0 Mg/lit	200.0 Mg/lit
Magnesio (Mg)	50.0 Mg/lit	150.0 Mg/lit
Sulfato (SO4)	200.0 Mg/lit	400.0 Mg/lit
Cloruro (Cl)	200.0 Mg/lit	600.0 Mg/lit
PH	7.0 – 8.5	6.5 -9.2
Mg + Sulfato de sodio	500.0 Mg/lit	1000 Mg/lit
Comp. Fenóticos: Fenol (ECC)	0.001 Mg/lit	0.002 Mg/lit
Contaminantes Orgánicos (Ecc)	0.2 Mg/lit	0.5 Mg/lit
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0.2 Mg/lit	0.5 Mg/lit

Fuente: Reglamento para la Calidad de Agua Potable (62)

CUADRO Nº 3.5 :NORMAS DE CALIDAD PARA FUENTES DE SUMINISTRO PÚBLICO

CARACTERÍSTICAS CONSTITUYENTES	LÍMITES	
	PERMISIBLES	DESEABLES
FÍSICAS		
Color	15 unid	< 10
Turbiedad	10 unid	1.0 – 5.0
MICROBIOLÓGICAS		
Organismos coniformes	10000/100ml	< 100/100 ml
Coniforme fecal	200/100ml	< 20/100ml
SUSTANCIAS QUÍMICAS INORGÁNICAS		
Amoniaco (N/NH3)	0.5 mg/N	< 0.01 mg/IN
Cloruros	2.50 mg/ICI-	<25 mg/ICI
Hierro Soluble	0.3 mg/IFe*	Práctica Ausente
Manganeso sólido	0.05 mg/IMn	la que haya
Nitrato + Nitrito	10 mg/lit	Práctica Ausente
PH	6.0 – 8.5	Según condiciones del país
Sulfato	250 mg/lit	< 50mg/lit
Sólidos disueltos	500 mg/lit	< 250mg/lit

Fuente: Reglamento para la Calidad de Agua Potable(63)

Una concentración mayor de 0.2 mg/lit, señala la necesidad de hacer nuevos análisis para determinar la causa.

ANÁLISIS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICO Y BACTERIOLÓGICO

Fuente: Estudio de la Calidad del agua en Sistema de Abastecimiento Rural. y Reglamento de agua segura (64).

Análisis Físico – químico

Es un proceso, practicado a una muestra de agua en laboratorio, para determinar sus características físicas y químicas. Este análisis, permite clasificar y ubicar la muestra dentro de los parámetros establecidos por las normas de calidad de Agua, y determinar si es apta para consumo humano.

Análisis bacteriológico

Es un proceso, que se realiza en laboratorio o en el lugar donde se toma la muestra (con ayuda de equipo portátil), mediante el cual se determina las características bacteriológicas, presencia o no de microorganismos patógenos de interés sanitario en una muestra de agua. En este proceso generalmente se realiza recuento de bacterias. Determinación de coniformes totales y fecales, aislamiento de patógenos. Se tienen dos métodos más usados:

a.- Método de tubos Múltiples.- Para determinar el número más probable (NMP), se realizan dos pruebas:

Prueba presuntiva y Prueba confirmativa

b.- Método filtro Membrana.-Para determinar el número de coliformes fecales, este método es el más utilizado en nuestro medio.

$$\text{N}^{\circ} \text{ de colif. Fecales} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de colonias}}{\text{Vol. De la muestra}} \times 100 \text{ ml}$$

Cuadro 3.6: NORMAS PERUANAS DE POTABILIDAD DEL AGUA

Se da los siguientes límites máximos

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Sabor :	Insípido
Olor :	Inodoro
Aspecto :	Cristalino
Turbidez :	25(Unidades Jackson)
Color :	20 (Unidades Platino- Cobáltico)
SUATANCIAS QUÍMICAS	
PH. 6.5-9.2 (a temperatura ambiente)	
Residuo total :	1000 ppm
Sólidos disueltos:	500 ppm
Acidez:	0.3 ppm
Dureza Total:	0.5 ppm
Fierro (Fe):	0.5 ppm
Manganeso:	0.5 ppm
Calcio (Ca):	150 ppm
Cloruros:	500 ppm
Sulfatos:	500 ppm
Cobre (Cu):	1.5 ppm
Zinc	1.5 ppm

La alcalinidad total depende del PH. Recomendándose no sobrepasar los siguientes valores:

VALORES DE PH	ALCALINIDAD TOTAL (ppm)
8- 9.6	400
- 9.7	340
9.8	300
9.9	230

- Fuente: Reglamento para la Calidad de Agua Potable (65)

DETERMINACION DEL ANALISIS DE AGUA

Fuente : Ministerio de Salud (66)

Al presente proyecto se le realizó el estudio de agua tomando todas las pautas indicadas por el reglamento de Ministerio de Salud, la toma de nuestra se ejecutó en el punto de captación del manantial.

Habiendo recolectado la muestra de agua con las precauciones indicadas, se procedió al análisis de estudio para verificar las condiciones en que se encuentra el manantial, siendo realizado dicho estudio en el Laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo.

A continuación presentamos un cuadro con los Propiedades obtenidas de dicho estudio:

Características Generales del Agua Cruda – Manantial:

Localidad : Plazapampa

Fuente : Manantial

Punto de muestreo : Captación

Resultados Físico Químicos:

Olor : Incoloro

Sabor	:	Agradable
PH	:	6.79
Conductividad	:	70.4 uomhs/cm. a 20 °C
Alcalinidad total	:	0 mg/lt. como CaCO ₃
Dureza Total	:	43 mg.lt. como CaCO ₃
Dureza Cálcica	:	26 mg.lt como CaCO ₃
Sólidos Totales disueltos	:	36 mg/lt
Cloruros	:	8 mg/lt.
Sulfatos	:	12 mg/lt SO ₄
Cadmio	:	< 0.010 mg/l Cd.
Cobre	:	0.010 mg/lt Cu
Cromo	:	0.050 mg/lt Cr.
Hierro	:	7.75 mg/lt Fe
Manganeso	:	0.128 mg/lt Mn
Mercurio	:	< 0.00002 mg/l Hg
Plomo	:	< 0.025 mg/lt Pb
Zinc	:	0.063 mg/lt Zn
Alcalinidad	:	39 pp CaCo ₃

De los valores obtenidos y comparando con los rangos tolerables de las características físicas del agua establecidas por el Reglamento del Ministerio de Salud se determinó que el agua de dicho manantial satisface los parámetros y valores, siendo apta para el consumo humano de la localidad del Plazapampa; así mismo se podrá clorar el agua para darle una mayor seguridad al almacenamiento en el reservorio.

Cabe indicar que el análisis se ha realizado en forma gratuita pagando únicamente algo simbólico por los reactivos y es por eso que no se tiene un documento oficial por parte del

Laboratorio de Química de la Universidad, en caso de realizar el expediente técnico para su financiamiento y construcción se deberá realizar el pago correspondiente de los análisis para obtener el documento oficial con la firma del responsable de los análisis y del jefe del Laboratorio de química.

3.4.-MECANICA DE SUELOS

Fuente: RNE. Norma E.050 (67)

En todo proyecto de Ingeniería Civil, la Mecánica de suelos es importante para fines de cimentación de estructuras, debido a que éstas requieren proveerlas de un soporte y una estabilidad adecuada.

Cuando se trata de un proyecto de abastecimiento de agua y alcantarillado para una determinada localidad, es recomendable hacer un estudio de suelos en la zona donde se construirán las estructuras posibles que componen el proyecto.

3.4.1.-ENSAYOS DE LABORATORIO

Fuente: RNE. Norma E.050 (68)

Estudio estratigráfico

Se realiza una vez concluida la excavación de los pozos hasta la profundidad requerida. El estudio estratigráfico se hace partidario de la superficie del terreno en forma descendente y consiste en medir la potencia de cada uno de los estratos, identificar el suelo, determinar el color, lagunas sales y carbonatos.

Los ensayos a efectuarse son los ensayos estándar.

Ensayos estándar

Necesario para identificar y clasificar los suelos del perfil estratigráfico en estudio:

- Contenido de humedad

- Análisis granulométrico

- Límite de consistencia
 - Límite líquido
 - Límite plástico

- Peso específico de sólidos

PROPIEDADES FÍSICAS DE UN SUELO

Fuente Taller básico de Mecánica de Suelos Limite Liquido Limite Plastico (69)

CONTENIDO DE HUMEDAD (W%)

Definido como la relación entre el peso del agua contenida en la muestra (W_a), (capilar, libre e higroscópica) y el peso de su fase sólida (W_s).

$$W (\%) = \frac{\text{Peso de muestra húmeda} - \text{Peso de muestra seca} \times 100}{\text{Peso de muestra seca}} \quad (6.1)$$

$$W (\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de muestra seca}} \times 100 \quad (6.2)$$

$$W (\%) = \frac{W_a}{W_s} \times 100 \quad (6.3)$$

ANALISIS GRANULOMETRICO

Mediante el cual se determina los porcentajes de piedra gruesa, arena, limo y arcilla. Los resultados mecánicos se presentan mediante una curva es un indicador de la granulometría. Los suelos uniformes se representan por líneas casi verticales, y los suelos bien

graduados por curvas en forma de una "S" que se extienden en varios ejes de la escala logarítmica.

Las características granulométricas de los suelos pueden compararse mejor estudiando ciertos parámetros numéricos deducidos de las curvas de distribución: D₁₀: Diámetro efectivo o Diámetro de las partículas correspondientes a un porcentaje P=10% en la curva granulométrica. Por lo tanto, el 10% de las partículas son menores que el diámetro efectivo y el 90% son mayores.

C_u: $C_u = D_{60}/D_{10}$, es el cociente de uniformidad, su valor numérico decrece cuando la uniformidad aumenta. Los suelos $C_u < 3$ se consideran uniformes.

C_c: $C_c = (D_{30})^2 / (D_{10})$, coeficiente de curva, está comprendida entre 1 y 3, el suelo es considerado como bien graduado si es que se presenta un valor comprendido dentro de dicho intervalo.

NOTA:

Gravas bien graduadas: $C_u > 4$ y $1 < C_c < 3$

Arenas bien graduadas: $C_u > 6$ y $1 < C_c < 3$

LIMITES DE CONSISTENCIA O LIMITE DE ATTERBERG

Se entiende así al grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura. Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad, los principales se conocen como:

- Limite Líquido, Limite Plástico y Limite de Contracción

Límite líquido (LL)

Contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquidos y plásticos de un suelo. Para su determinación se tomará como el contenido de humedad correspondiente a 25 golpes. El límite líquido de un suelo de una idea de la resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Un suelo cuyo contenido de humedad sea aproximadamente mayor o igual a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo. Los materiales granulares como arena y limo, tienen límites líquidos bajos (25, 35%) y las arcillas a 40%.

Límite Plástico (LP)

Propiedad que tiene un suelo de deformarse, sin llegar a romperse. La plasticidad se define como el contenido de humedad que tiene el suelo en el momento de pasar del estado plástico al semisólido.

Las arenas no tienen plasticidad, los limos la tienen, pero muy poco; en cambio las arcillas y sobre todo aquellas ricas en material coloidal, son muy plásticas.

Cuando tratamos de compactar suelos, debe hacerse antes de que su contenido de humedad sea igual o superior a su límite plástico

Índice de Plasticidad (IP)

Es el valor numérico que resulta de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$IP = LL - LP \quad (6.4)$$

Un índice plástico elevado, indica mayor plasticidad.

Cuando un material no tiene plasticidad (arenas por ejemplo), se considera el índice de plasticidad como cero (0).

DETERMINACIÓN DE LIMITES DE ATTERBERG

RESERVORIO APOYADO

logN2/n1 0,45

Descripción del suelo: Suelo Gravoso

w -2,98

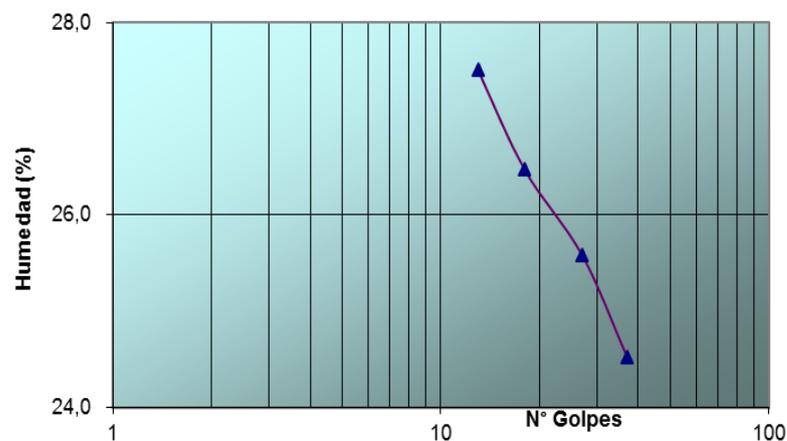
Fi -6,56

Determinación del Limite Líquido							
Perforación:	Muestra:	Profundidad:	1	2	3	4	
Peso de lata + suelo húmedo			58,81	58,46	58,74	57,68	
Peso de lata + suelo seco			52,48	52,11	52,74	51,93	
Peso de lata			29,46	28,12	29,28	28,48	
Peso de suelo seco			23,02	23,99	23,46	23,45	
Peso de Agua			6,33	6,35	6,00	5,75	
Contenido de Húmedad			27,50	26,47	25,58	24,52	
Número de golpes, N°			13	18	27	37	
LIMITE LÍQUIDO					25.60		

Determinación del Limite Plástico					
Perforación:	Muestra:	Profundidad:	5	6	7
Peso de lata + suelo húmedo			12,19	11,17	11,65
Peso de lata + suelo seco			11,9	10,33	11,38
Peso de lata			10,23	9,56	9,82
Peso de suelo seco			1,67	1,37	1,56
Peso de Agua			0,29	0,24	0,27
Contenido de Húmedad			17,37	17,52	17,31
LIMITE PLÁSTICO					
17.40					

IP=8.20%

Curva de Fluidez



PESO ESPECÍFICO DE UN SUELO

Fuente: Taller Básica de Mecánica de Suelos (70).

Se define como la relación del peso del aire de un determinado volumen de material, a una determinada temperatura y el peso del aire de un volumen igual destilada de la misma temperatura.

Cuando el suelo está constituido por partículas mayores y menores de 4.45 mm (Tamiz Nº 4), la muestra deberá separarse y hacerse los análisis respectivos

Para partículas mayores a 4.75 mm (Tamiz Nº 4) se usa el método estándar de AASHO T-85.

$$\text{Peso Específico} = \frac{A}{AC} \quad (6.5)$$

A: Peso al aire de la muestra secada al horno (gr.)

C: Peso de la muestra saturada, en agua (gr.)

Para partículas menores a 4.75 mm (Tamiz Nº 4) se usa el método estándar de AASHO T-100-70

$$\text{Peso Específico} = \frac{W}{W_s + W_a + W_b} \quad (6.6)$$

W_s: Peso de la muestra secada al horno (gr.)

W_a: Peso de picnómetro lleno con agua hasta la marca de calibración (gr.).

W_b: Peso del picnómetro lleno con el agua y suelo (gr.)

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Teniendo como base los análisis granulométricos por tamizado, se identifican los tipos de suelos en el perfil estratigráfico, los cuales fueron clasificados de acuerdo al sistema SUCS, tal como se detalla a continuación:

Para reservorio - Calicata N° C-1

Retenido acumulado, malla N° 200: 95.38% > 50% entonces G o S

Retenido acumulado, malla N° 4: 61.00% > 50% entonces G

Porcentaje que pasa para la malla N° 200 4.62 % < 5 % entonces poca cantidad de finos $C_u = 62.5 > 4.00$ y $C_u = 1.225 > 1.00$ entonces GW.

En conclusiones, el tipo de suelos es una grava bien graduada, con presencias de grava y arena, con poca cantidad de finos; excelente como material de cimentación

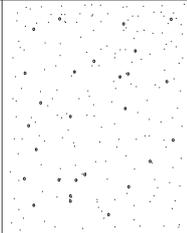
PROF. (M)	MUESTRA C-1		CARACTERÍSTICA
	GRAFICO	SIMBOLO	
0.30.		T ₁	Tierra vegetal
3.50		GW	Grava bien graduada, mezcla de grava y arena con poca cantidad de finos y con una amplia gama de tamaños; excelente como material de cimentación.
		R ₀	Material rocoso

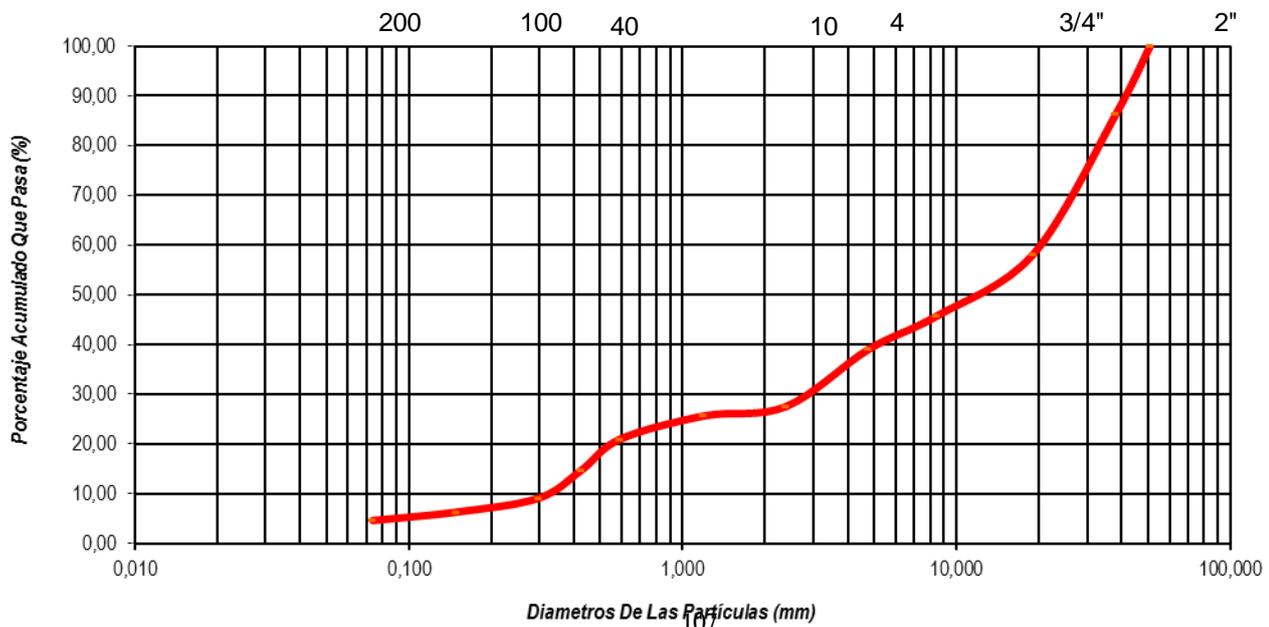
Figura 3.3 : Perfil estratigráfico calicata C-1

Análisis Granulométrico por Tamizado

RESERVORIO APOYADO

PROFUNDIDAD: 3.50 m
Peso original: 600 gr
Peso por lavado: 50 gr
Peso tamizado: 550 gr
Muestra: **PC-1**

TAMIZ N°	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO	% PESO RETENIDO Acum.	% PESO QUE PASA
2"	50,800	0,00	0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,100	75,29	13,69	13,69	86,31
3/4"	19,000	155,13	28,21	41,89	58,11
3/8"	8,460	68,06	12,37	54,27	45,73
Nº 4	4,760	37,04	6,73	61,00	39,00
Nº 8	2,380	63,19	11,49	72,49	27,51
Nº 16	1,190	10,37	1,89	74,38	25,62
Nº 30	0,590	25,67	4,67	79,05	20,95
Nº 40	0,425	34,66	6,30	85,35	14,65
Nº 50	0,297	30,72	5,59	90,93	9,07
Nº 100	0,149	15,25	2,77	93,71	6,29
Nº 200	0,074	9,23	1,68	95,38	4,62
Recipiente	-	25,39	4,62	100,00	0,00
Sumatoria		550,00	86,31		
					LL: 25.60%
					LP: 17.40%
Clasificación SUSC		GW			IP: 8.20%



DETERMINACIÓN DE LA ADMISIBLE

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.050(71)

Como se desprende de los perfiles estratigráficos mostrados anteriormente, observamos que el suelo donde se va a cimentar, es un suelo que está constituido por una grava bien graduada, limpia de finos y con una amplia gama de tamaños, muy bueno como material de cimentación.

Capacidad portante del suelo

Llamada también capacidad última a carga de carga del suelo de cimentación; es la carga que pueda soportar un suelo sin que su estabilidad se amenazada.

Para poder realizar el cálculo de la capacidad portante de este tipo de suelo, se tomaron datos en los respecta a los parámetros de diseño del suelo GW; es así que de acuerdo al Manual del Ingeniero Civil (según tabla adjunto), el ángulo de fricción a usar es $\phi = 36^\circ$

CUADRO 3.7 : Angulo de fricción por tipo de suelo

TIPOS DE SUELO	ϕ	Tang ϕ
Limo o arena uniforme finas a medianas	26°- 30°	0.50- 0.60
Arena bien graduada	30°- 34°	0.60- 0.07
Grava y arena	32°- 36°	0.60- 0.07

Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.050

Luego de la aplicación de la capacidad portante, se aplica la teoría de K.V. TERZAGHI. Con un factor de seguridad F.S. = 3.00 contra la falla general por corte y cuya expresión se da a continuación:

Falla general por corte

$$q_0 = C \cdot N_c + \gamma \cdot D_f \cdot N_q + \frac{1}{2} \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

Donde:

$$\gamma = \text{peso volumétrico} = 1910 \text{ Kg./Cm}^3$$

$$D_f = \text{profundidad de cimentación} = 1.20\text{m}$$

$$B = \text{ancho de la Zapata} = 1.00$$

$$C = \text{cohesión} = 0.00$$

$$N_c, N_q, N_\gamma = \text{factores de capacidad de carga}$$

Los factores de capacidad de carga se determinarán de la figura adjunta, y se entrará al gráfico con el valor de $\phi = 36^\circ$, entonces:

$$N_c = 48.00$$

$$N_q = 36.00$$

$$N_\gamma = 40.00$$

Reemplazando los valores en la expresión (1), obtenemos:

$$q_0 = 0.00191 \cdot 120 \cdot 36 + 1 \cdot 0.00191 \cdot 100 \cdot 40$$

$$q_0 = 12.07 \text{ Kg/Cm}^2$$

Capacidad admisible

Conocido también como “carga de trabajo o presión de diseño”; es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño sin que se produzca desperfectos en la estructura soportada, teniendo un margen de seguridad contra falla del suelo por esfuerzo cortante igual a 3.00.

$$\delta t = q_0 / F.S.$$

Donde:

δt = Esfuerzo de trabajo (Kg./Cm²)

q_0 = Capacidad de carga

F.S.= Factor de seguridad =3.00

Entonces:

$$\delta t = 12.07/3.00$$

$$\delta t = 4.02 \text{ Kg. /Cm}^2$$

Este valor de $\delta t = 4.02 \text{ Kg./Cm}^2$ está dentro del rango de capacidad admisible suscrito por SOWERS & SOWERS (1970) en lo que respecta a grava compacta que es de 3.00 – 6.00 Kg./Cm² según tabla del libro de CIMENTACIONES DE CONCRETO ARMADO EN EDIFICACIONES.

CONCLUSIONES

- El terreno de fundación para el reservorio es un suelo gravoso con poca cantidad de finos y una gama de tamaños; presenta una presión admisible de 4.02 Kg./cm².
- Los esfuerzos transmitidos por las estructuras a cimentarse no se deberán exceder el valor de la capacidad admisible encontrado, de lo contrario se podría tener efecto de falla de carga.
- Los suelos del área en estudio no contienen sales ni sulfatos que pueden afectar a la cimentación de las estructuras; luego se recomienda el uso de cemento Pórtland Tipo I para las obras de concreto armado.
- Finalmente, podemos concluir que para el diseño de la cimentación del reservorio apoyado, se debe tener en

cuenta todas las condiciones antes mencionadas, dada la importancia de la obra, tal forma que se asegure una buena estabilidad y consecuentemente se logre una mayor durabilidad de la estructura.

3.5.-DISEÑO HIDRAULICO DE LINEA DE CONDUCCION Y ADUCCION

Fuente : R.N.E

Se tendrán en cuenta las pérdidas por fricción, y si la tubería es larga no se tendrá en cuenta las perdidas locales.

El R.N.E. Establece que el cálculo de las pérdidas por fricción "hf" para líneas de conducción será con la ecuación Hazen & Williams:

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * S^{0.54}$$

$$hf = Sd * L$$

$$S(m/Km) = \left[\frac{Q}{0.0004264 \times 140 \times 6^{2.63}} \right]^{(1/0.54)} * L$$

$$S(m/Km) = \left[\frac{Q^{1.85} * L}{0.0004264 \times C^{1.85} \times D^{4.87}} \right]$$

Siendo:

- hf : Perdida de Carga (m)
- Q : Caudal de Diseño (lt/sg)
- L : Longitud de Tubería (km)
- C : Coeficiente de Hazen Williams
- D : Diámetro de la tubería (pulg.)

Sd : Pendiente de Diseño.

Perdida de carga (m)

La pérdida de carga es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del fluido de un punto a otro en una sección de la tubería.

Las pérdidas de carga pueden ser lineales o de fricción singulares o locales. Las primeras, son ocasionadas por la fuerza de rozamiento en la superficie de contacto entre el fluido y la tubería; y las segundas son producidas por las deformaciones de flujo, cambio en sus movimientos y velocidades (estrechamientos o ensanchamientos bruscos de la sección, torneado de las válvulas, grifos, compuertas, codos, etc.).

Cuando las pérdidas locales son más del 10% de las pérdidas de fricción, la tubería se denomina corta y el cálculo se realiza considerando la influencia de estas pérdidas locales.

Caudal de diseño (lt/sg)

El gasto de diseño es el correspondiente al gasto máximo diario (Q_{md}), es el que se estima considerando el caudal medio de la población para el periodo de diseño seleccionado (Q_m) y el factor K_1 del día máximo de consumo.

Longitud de tubería (km)

Viene hacer el recorrido de las tuberías desde la captación hasta el reservorio, para el diseño se considera la longitud horizontal (en planta), y para verificar las pérdidas locales se utiliza la longitud real, por donde va a pasar la tubería.

Gradiente hidráulico

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H) indica la presión del agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se traza la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga libremente en la atmósfera (como dentro de un tanque), puede resultar que la presión residual en el punto de descarga se vuelva positiva o negativa; positiva, indica que hay un exceso de energía gravitacional; quiere decir, que hay energía suficiente para mover el flujo, cuando es negativa indica que no hay suficiente energía gravitacional para mover la cantidad deseada de agua; motivo suficiente para que la cantidad de agua no fluya.

Cuadro 3.8

Coefficiente de Fricción “C”: En formula de Hazen y Williams

TIPO DE TUBERIA	C
Fierro Fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Policloruro de Vinilo	150
Asbesto Cemento PVC	150
Polietileno	150

Fuente: (R.N.E)

Diámetro de la tubería (pulg.)

Para determinar los diámetros se consideran diferentes soluciones y se estudian diversas alternativas desde el punto de vista económico.

Los diámetros están en función de las velocidades, donde así se puede determinar diámetros máximos y mínimos

1. Velocidades

Para el cálculo hidráulico se tendrán en cuenta las velocidades mínimas y máximas, que nos darán los diámetros máximos y mínimos respectivamente.

CUADRO 3.9
VELOCIDADES MAXIMOS Y MINIMOS

TIPO DE TUBERIA	VELOCIDAD	
	MAX.	MIN.
Concreto	3.0 m/s	0.6 m/s
Asbesto Cemento, PVC, Acero y f ^o f ^o	5.0 m/s	0.6 m/s

Fuente(R.N.E)

Selección del tipo de tubería a utilizar

Por lo expuesto en el breve análisis realizado sobre tuberías existentes, he llegado a la conclusión de *que la tubería P.V.C. es la más adecuada* al diseño de la línea de conducción, debido a sus múltiples ventajas que esta brinda, cubriendo así todas las necesidades a la que va hacer sometida satisfactoriamente.

Es importante mencionar que en este proyecto, debido a la

magnitud de la población y naturaleza del medio, claramente se predice la utilización de un tipo de tubería liviana, de baja pérdida de carga y económica, así mismo deben ser capaces de soportar altas presiones.

Es importante resaltar que La tubería de PVC SAP se ubica a 1.00m respecto al perfil de rasante, debido a que el camino de herradura por donde pasará es muy transitado, por animales de carga.

Caudales de diseño

Para el cálculo de la línea de conducción se ha tenido en cuenta el caudal máximo diario de 3.6 lps, que es menor del caudal de aforo en el manantial que es de 4.068 lps. El aforo se a realizado mediante el método volumétrico

PROCEDIMIENTO DEL DISEÑO HIDRAULICO

- Identificación del tramo
- Caudal de Diseño (lps.)
- Longitud Horizontal del tramo en m.
- Longitud Real del tramo en m.
- Cota inicial del terreno en el tramo (m.s.n.m).
- Cota final del terreno en el tramo (m.s.n.m).
- Desnivel del terreno en m.
- Pendiente Disponible.
- Calculo de Diámetros Máximos y Mínimos. Calcula mediante la relación:

$$D_{\max} = \left[\frac{4 * Q_{md}}{\pi * V_{\min}} \right]^{(1/2)} \quad Col9 = \left[\frac{4 * COL2}{\pi * V_{\min}} \right]^{(1/2)}$$

$$D_{\min} = \left[\frac{4 * Q_{md}}{\pi * V_{\max}} \right]^{(1/2)} \quad Col9 = \left[\frac{4 * COL2}{\pi * V_{\min}} \right]^{(1/2)}$$

- Calculo del Diámetro. Se calcula mediante la ecuación de Hazen & Williams:

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * hf^{0.54}$$

$$D = \left[\frac{Q}{0.0004264 * C * S^{0.54}} \right]^{(1/2.63)}$$

- Calculo de la velocidad de flujo. Se calcula mediante la ecuación de Continuidad.

$$V = \left[\frac{4 * Q}{\pi * D^2} \right]$$

- Pendiente de Diseño (m/km). Se calcula mediante la ecuación de Hazen Williams:

$$Sd = \left[\frac{Q}{0.0004264 * C * D^{2.63}} \right]^{(1/0.54)}$$

- Calculo de la Pendiente de Carga (m). Se calcula mediante la ecuación:

$$hf = Sd * L$$

- Cota Pizométrica inicial en el tramo (m.s.n.m).
- Cota Pizométrica final en el tramo (m.s.n.m).

- Calculo de la Presión. Se calcula mediante la ecuación:
- Presión de Trabajo de la Tubería.
- Selección de Tubería según su presión de trabajo.
-

3.5.1 DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN APLICANDO EPANET

Resultado del diseño

```
*****
*           E P A N E T           *
*   Análisis Hidráulico y de Calidad   *
*   para Redes de Distribución de Agua   *
*           Version 2.0           *
*                               *
* Traducción: Grupo REDHISP,UPV   Financ: Grupo Aguas de Valencia *
*****
```

Fichero Input: LINEA CONDUCCIÓN: CAPTACIÓN - RESERVORIO.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
T1	C1	R1	409.20	50

Resultados en los Nudos:

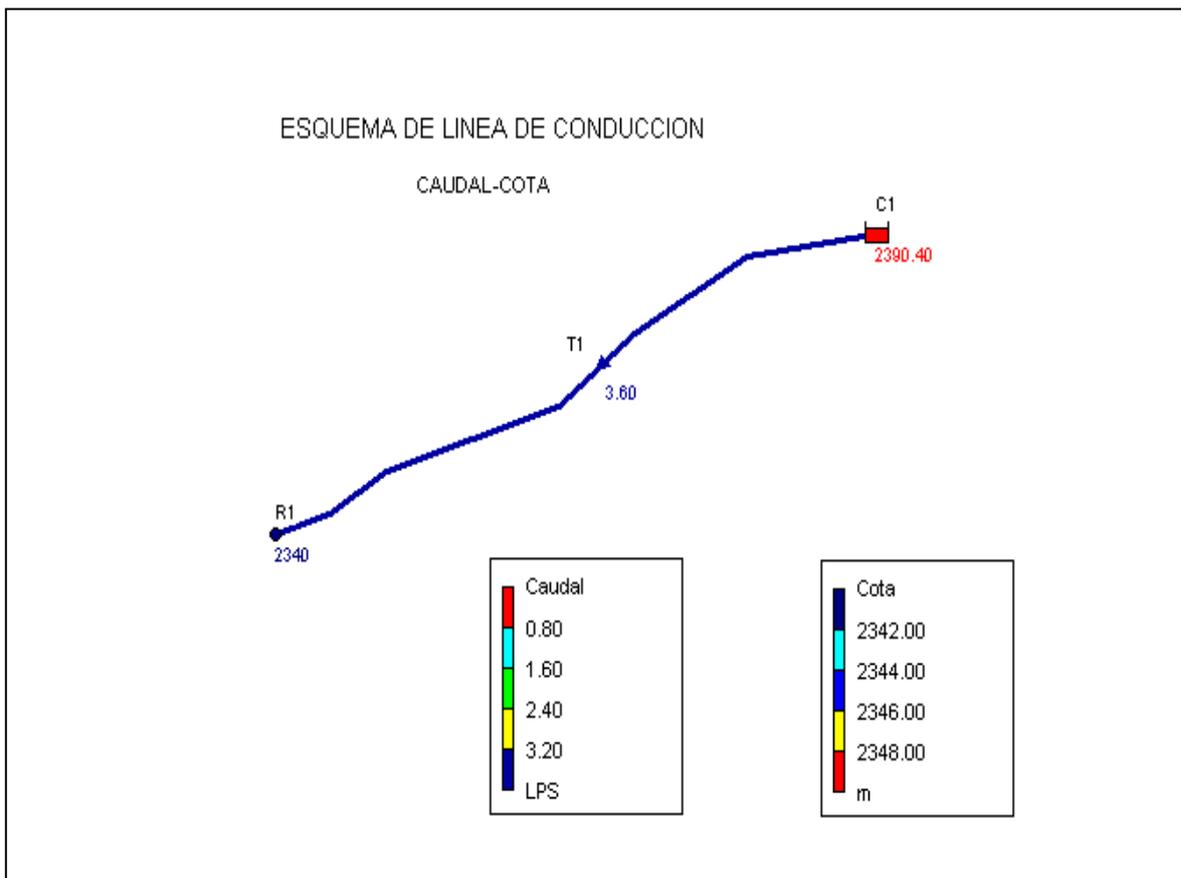
ID	Demanda	Altura	Presión	Calidad
Nudo	LPS	m	m	

R1	3.60	2364.01	24.01	0.00	RESERVORIO
C1	3.60	2390.40	0.00	0.00	CAPTACION

Resultados en las Líneas:

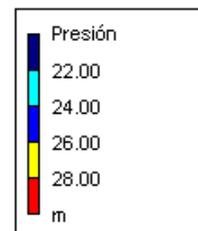
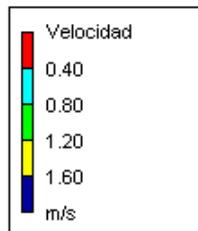
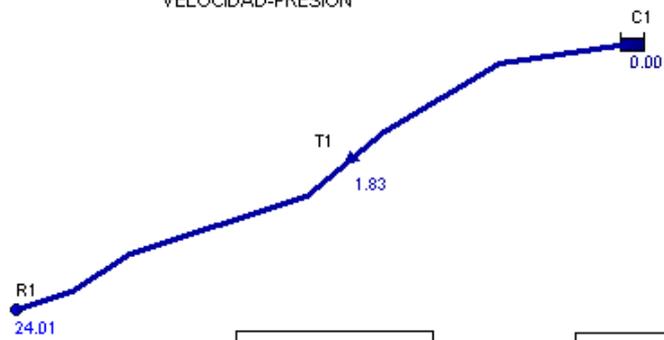
ID	Caudal	Velocidad	Pérdida	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		
T1	3.60	1.83	64.49		Abierta

Esquemas de la línea de conducción



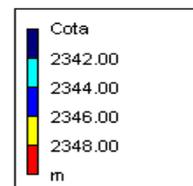
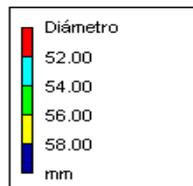
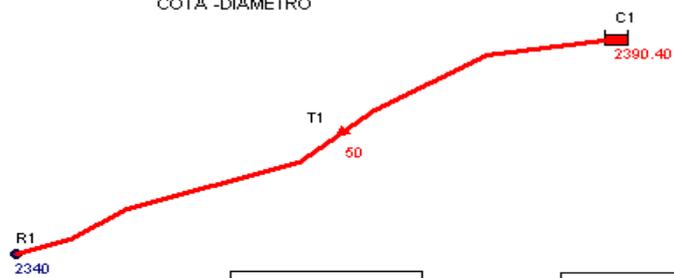
ESQUEMA DE LINEA DE CONDUCCION

VELOCIDAD-PRESION



ESQUEMA DE LINEA DE CONDUCCION

COTA -DIAMETRO





CONCLUSIONES

Cuando hablamos de aducción nos referimos a la línea de tubería que une un reservorio a una red de distribución; en otras palabras esta línea es la que alimenta a dicho sistema de distribución.

Para la localidad la línea de aducción conduce el agua desde el reservorio hasta las viviendas, que incluye un total de 498.90 m de tubería para dicha Localidad, desde la cota 2340.00 msnm a la cota 2286.40 msnm, donde inicia la red de distribución con un punto de entrega de agua.

Criterios de diseño de la línea de aducción

Para el diseño y/o comprobación se sigue el mismo criterio que para el diseño de la línea de conducción por gravedad, con las siguientes consideraciones:

- El caudal de Diseño será el Caudal máximo Horario (6.90 lps).
- La velocidad debe encontrarse entre el rango de 0.6 y 5.0 m/s
- La capacidad de trabajo de la tubería debe ser la suficiente para soportar el fenómeno del golpe de Ariete.
- El reservorio debe de estar ubicado de tal modo que las presiones en la red estén comprendidas 15 y 50 m.c.a.
- El terreno por donde atraviesa la línea de aducción debe ofrecer garantías en cuanto a su estabilidad.
- El costo de la excavación tubería y su colocación, debe ser el mínimo posible.
- En lo referente al material, diámetros y el cálculo empleado para el análisis de la línea de aducción, es la misma que para la línea de conducción.

Es importante mencionar que el golpe del ariete, como sabemos es un fenómeno que se presenta por el cierre o abertura de válvulas, manifestándose como una sobre presión en la tubería. Por tal motivo debe de tenerse en cuenta el chequeo del espesor de la tubería.

La sobre presión que se origina depende de la celeridad de la onda originada por el golpe de ariete y la velocidad del agua en el conducto.

Diseño de la línea de aducción:

Qmax horario (Qmax)= 6.90 lps

Long. Tubería de aducción (L)=498.9 m

Cota reservorio =2340 m.s.n.m.

Carga Hidráulica = 53.60m

Cota Nudo 1 = 2286.40 m.s.n.m.

Material de tubería = P.V.C

Coefficiente de Hazen Williams = 150

Velocidad = 0.6 – 5.0 m/s

3.6.-CAPACIDAD DEL RESERVORIO

Un reservorio es el recipiente que almacena un volumen de agua capaz de equilibrar el suministro, almacenando el agua contra incendio y el agua de reserva que garantice un reservorio continuo y que proporcione la presión suficiente en la red distribución.

Un reservorio de almacenamiento juega un papel importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Todo reservorio de almacenamiento debe cumplir tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

- Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia como son incendios e interrupciones por daños de tuberías de conducción e impulsión.

CLASIFICACIÓN

Los reservorios se clasifican según su posición, material de construcción y por el tipo de fondo.

Los suelos del área en estudio no contienen sales ni sulfatos que puedan afectar a la cimentación de las estructuras; luego se recomienda el uso de cemento Pórtland tipo I para las obras de concreto armado.

Finamente , podemos concluir que para el diseño de la cimentación del reservorio apoyado, se debe tener en cuenta todas las consideraciones antes mencionadas, dada la importancia de la otra, de tal forma que se asegure una buena estabilidad y consecuentemente se logre una muy durabilidad y consecuentemente se logre una mayor durabilidad de estructura a construirse.

Por su posición: tenemos los reservorios de ladera. Hidroneumáticos, elevados, semienterrados, simplemente apoyados.

Por su material de construcción: Están los reservorios de concreto simple, concreto armado, concreto pretensado, madera (usados en la industria), etc.

Por tipo de fondo: tenemos reservorio de fondo esférico, cónico, insten, barkhausen, konne, etc.

3.6.1.-CAPACIDAD DEL RESERVORIO:

Volumen de almacenamiento

La capacidad del reservorio está dada por la cantidad de agua que debe ser almacenada y que pueda garantizar un servicio óptimo a la población en cantidad, calidad y continuidad.

Para el diseño consideramos lo que recomienda el R.N.E. La fórmula es la siguiente:

$$VA = VR + Vi + Vr$$

Donde:

VA = Volumen de almacenamiento

VR = Volumen de regulación

Vi = Volumen de incendio

Vr = Volumen de reserva

Volumen de regulación

El R.N.E recomienda que la capacidad del tanque de regulación deba fijarse de acuerdo al estudio del diagrama de masas correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda, siempre que el requerimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

$$VR = 25\% Cpda$$

$$VR = 0.25 Qp$$

$$VR = 0.25 \times 120 \times 1990 / 86400 = 0.69 \text{ lps}$$

$$VR = 59.70 \text{ m}^3/\text{día}$$

a) VOLUMEN CONTRA INCENDIO

Según R.N.E. para $P < 10000$ habitantes no se considera demanda contra incendios.

a) VOLUMEN DE RESERVA

Es el volumen que debe mantenerse para atender emergencias como accidentes, reparación en las instalaciones y mantenimiento.

Para el volumen de reserva se considera el valor mayor de:

$$Vr = 33\% (VR + Vi)$$

Desarrollando

$$Vr = 0.333(VR + Vi)$$

$$Vr = 0.333 (59.76)$$

$$Vr = 19.72 \text{ m}^3$$

VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

$$VA = VR + Vr + Vi$$

$$VA = 59.76 + 19.72$$

$$VA = 79.48 \text{ m}^3$$

Tenemos el **VA = 80 m³**

UBICACIÓN DEL RESERVORIO

La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y convivencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas; debe reunir ciertas características en base a las siguientes reglas generales:

- El lugar debe ser estable y accesible.

- El área circundante deberá ser apropiada de manera que no presente problemas durante la construcción.
- Debe evitarse las zonas en las que existan sedimentos.
- La cota de terreno elegida deberá ser favorable, puesto que la altura y el costo del sistema serán función directa de ella.

La ubicación del reservorio está determinada fundamentalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio. En el presente proyecto ubicaremos el reservorio en una elevación adecuada de la fuente de abastecimiento y en la cota de terreno 2340 m.s.n.m. El lugar elegido cumple con los requerimientos de ubicación expuestos y el reservorio estará ubicado de cabecera.

TIPO DEL RESERVORIO

Se ha considerado que el reservorio a diseñar en este proyecto sea un Reservorio apoyado rectangular. El material a utilizar será el concreto armado.

Reservorio apoyado

Principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo.

Para los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y

económica la construcción de un reservorio apoyado de forma rectangular.

DIMENSIONES DEL RESERVORIO

Para determinar las dimensiones del reservorio de concreto armado de sección rectangular consideramos los siguientes pasos:

Predimensionamiento del reservorio apoyado:

Para el predimensionamiento del reservorio utilizaremos las siguientes formulas:

$$V = \frac{\pi x D^2 x H}{4}$$

Obtenido el VA = 80 m³, asumimos una H= 2.90 m. y obtenemos:

$$D^2 = \frac{4xV}{\pi x H}$$

$$D^2 = \frac{4x80}{\pi x 2.90}$$

$$D=5.926$$

La altura del reservorio será:

$$H = \frac{4xV}{\pi x D^2}$$

$$H = \frac{4x80}{\pi x 5.926^2} = 2.90m.$$

Con los datos siguientes calculamos el diseño estructural del reservorio apoyado:

$$\text{Volumen (V)} = 80 \text{ m}^3$$

Ancho de pared (b)	=	6.00 m.
Ancho de pared (a)	=	4.60 m.
Altura de agua (h)	=	2.90 m.
Borde libre (B.L)	=	0.45 m.
Altura total (H)	=	3.35 m.
Peso específico del agua (γ_a)	=	1000 kg/cm ²
Peso específico del terreno (γ_t)	=	1000 kg/cm ²

3.7.-RED DE DISTRIBUCION DE AGUA

La red debe presentar un servicio eficiente y continuo por lo cual se diseño debe atender a la condición más desfavorable. Al estudiar las variaciones de consumo, definimos el consumo máximo horario. Esta condición debe ser satisfecha por la red de distribución a fin de no provocar deficiencias en el sistema.

La red de distribución se define como la unidad del sistema que conduce el agua a los lugares de consumo.

La importancia en la determinación de la red radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño.

3.7.1.-TIPOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCION

Los tipos de redes de distribución dependen de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque, que son a saber:

Sistema de circuito abierto

Se emplean para ciudades, centros urbanos y rurales que se desarrollan a lo largo de una carretera o de un río, comienza de una matriz de la que se desprenden varias ramificaciones.

Este sistema presenta una buena distribución de presiones y requiere de mayores diámetros.

En caso de reparación, por tener una sola línea de alimentación, dejará en algunos casos sin agua a la mayor parte de la población.

Para este proyecto se utilizara este tipo de red de distribución por las consideraciones indicadas anteriormente.

SISTEMA DE CIRCUITO CERRADO

Consiste en un sistema de conductos principales que rodean a un grupo de manzanas de las cuales parten tuberías de diámetro menor unidades en sus extremos al conducto principal.

- Mayor seguridad en el normal abastecimiento a la localidad.
- Mayor economía ya que cada tramo de tubería puede ser alimentado por ambos extremos, y se consigue menores diámetros de tuberías, menores perdidas de carga.

En el dimensionamiento de una red de circuito cerrado se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo para lo cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimativas en los gastos en los nudos.

Para el presente proyecto utilizare el sistema de circuito abierto por la topografía y la distribución de las viviendas.

3.7.2.-DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Es el conjunto de tuberías cuya importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

Red matriz y cálculos

Es la tubería que va desde el Reservorio hasta la zona de servicio. Hidráulicamente se pueden establecer redes: abiertas, cerradas y mixtas.

En este proyecto planteamos el sistema abierto que va desde el reservorio en la cota 2340 al punto de ramificación (1) que tiene una cota de 2286.40 msnm, que es la línea de aducción.

El caudal de distribución es el caudal máximo horario de 6.93lps

Para el predimensionamiento de la red se ha considerado las áreas de influencia de cada tubería. Teniendo en cuenta el caudal de diseño y dividido entre el área total de la zona a abastecer se halla el caudal que debe conducir cada tubería.

Se empleará tubería de plástico PVC por lo que le corresponde un coeficiente de rugosidad (C) igual a 150.

Métodos de cálculo hidráulico

Método de Hardy Cross

- Se considera una cierta distribución de caudales “Q” en cada uno de los tramos del sistema propuesto. Se asigna signo positivo de los caudales en sentido horario y signo negativo a los caudales de sentido contrario, igual criterio se tendrá para las pérdidas de carga asociadas con los caudales.
- Se calcula para cada tramo la pérdida de carga “hf” por fricción. Utilizando la ecuación de Hazen Williams.
- Se obtiene en cada tramo la relación hf/Q.

- Se ajusta al caudal impuesto en cada tramo, de cada circuito sumándose la corrección ΔQ .
- Se calcularan nuevos caudales procediendo nuevamente a partir del paso b. hasta que los valores de ΔQ sean despreciables.

Aplicando software EPANET

El EPANET es un programa para usuario en microcomputadora compatible con la IBM- PC.

El EPANET simula las características hidráulicas de un circuito cerrado de redes de distribución de agua. La red se caracteriza por tramos de tubería y nudos (son los puntos de salida de demanda y unión de tramos de tuberías). Los datos requeridos para ejecutar el EPANET incluyen descripción de los elementos de la red tal como longitud de tuberías, diámetros, coeficientes de fricción, demandas y elevación del terreno en los nudos y coeficientes de fricción, demandas y elevación del terreno en los nudos y descripción de la geometría de la red.

El programa incluye la salida de flujos y velocidades en los tramos de tuberías, y presiones en los nudos. EPANET permite simular la red hasta con el ingreso de 15 nudos de entrada, conociéndose ya sea la elevación de terreno o el flujo de entrada del nudo a la red (generalmente reservorios).

El EPANET utiliza el algoritmo de HARDY- CROOS para determinar las correcciones de flujo, que son asumidas inicialmente en los tramos de las tuberías.

La corrección del flujo se base en el concepto de mantenimiento de continuidad del flujo en cada nudo, siendo la suma de las pérdidas de carga hidráulica en cada circuito cerrado igual a cero. Una vez que los flujos son determinados, las elevaciones o cotas de nivel de agua en cada nudo son calculadas. La ecuación de

HAZEN y WILLIAMS es usado en este programa para calcular las pérdidas de carga.

EPANET contiene además el cálculo de costo de la red ya sea en su totalidad o por rangos de tramos de tuberías.

Método considerado para el proyecto

De los métodos mencionados para realizar el diseño hidráulico de la red matriz, la cual se puede calcular mediante un proceso iterativo aplicando el método de **Hardy Cross** y con el programa, que es el método de mayor aproximación, método de simulación hidráulica aplicando el software **EPANET**, realizando hasta más de 50 iteraciones, logrando así obtener buenos resultados en poco tiempo.

Para el proyecto se ha aplicado el software **EPANET**. Se ha chequea que los diámetros iniciales cumplan con las presiones indicadas en el R.N.E. ,el cual indica que las presiones máximas y mínimas en la red de distribución serán de 50 m. y 15 m. de columna de agua respectivamente, que se debe considerar para la red matriz. Como los puntos de entrega de agua son en pileta, las presiones de servicio podrán ser menores a las consideradas para los puntos de entrega de la red matriz.

Como, las presiones en la red son menores de 50 m.c.a. la clase de tubería a usar será A-5 para toda la red de distribución.

SIMULACION HIDRÁULICA APLICANDO EPANET

Para dicha simulación el programa requiere hacer un esquema hidráulico de la red de distribución para luego ingresar los caudales, cotas, diámetros y longitudes. Las propiedades con las

que se van a trabajar en este caso fórmulas de HAZEN WILLIAMS con un coeficiente de rugosidad 150.

Por Hazen Y Williams:

$$H = \frac{1.72 \times 10^6 \times L \times Q^{1.85}}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

- Donde: H= pérdida de carga (m)
L= longitud de la tubería (Km.)
Q= Caudal (lps)
D= diámetro (pulgadas)

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA

```
*           E P A N E T           *
*           Análisis Hidráulico y de Calidad           *
*           para Redes de Distribución de Agua           *
*           Version 2.0           *
*           *           *
```

* Traducción: Grupo REDHISP,UPV Financ: Grupo Aguas de Valencia *

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
T1	R1	N1	498.9	75
T2	N1	N2	54.80	75
T3	N2	N3	62.10	50
T4	N3	N4	59.60	50
T5	N4	N5	78.20	50
T6	N5	N6	92.70	50
T7	N6	N7	29.90	37.5
T8	N6	N8	30.20	37.5
T9	N8	N9	62.67	37.5
T10	N9	N10	100.00	37.5

Resultados en los Nudos:

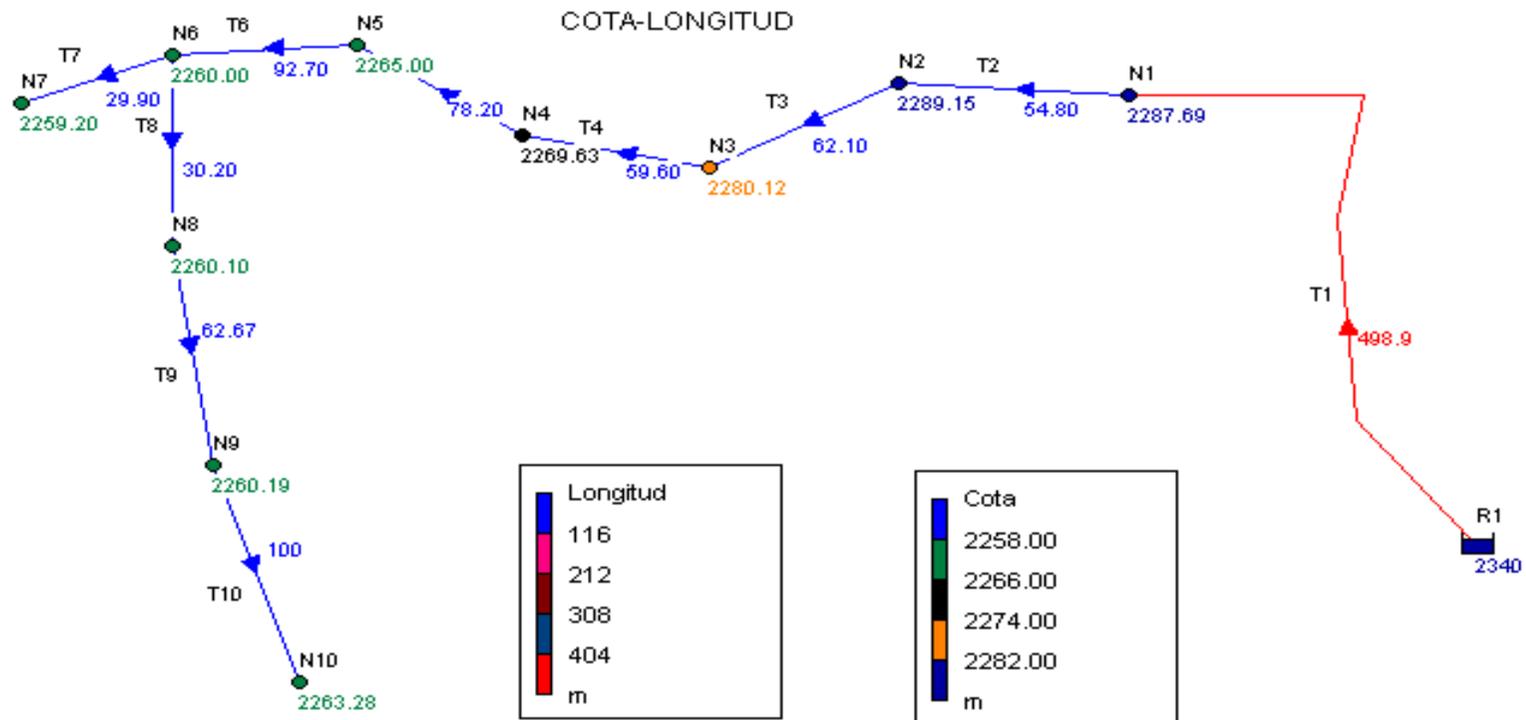
ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	
N1	0.83	2324.98	37.29	0.00
N2	0.94	2323.68	34.53	0.00
N3	1.05	2315.89	35.77	0.00
N4	0.61	2311.00	41.37	0.00
N5	0.44	2306.22	41.22	0.00
N6	0.00	2301.83	41.83	0.00
N7	1.00	2301.10	41.90	0.00
N8	0.33	2299.03	38.93	0.00
N9	1.27	2294.86	34.67	0.00
N10	0.44	2294.32	31.04	0.00
R1	6.90	2340.00	0.00	Reservorio

Resultados en las Líneas:

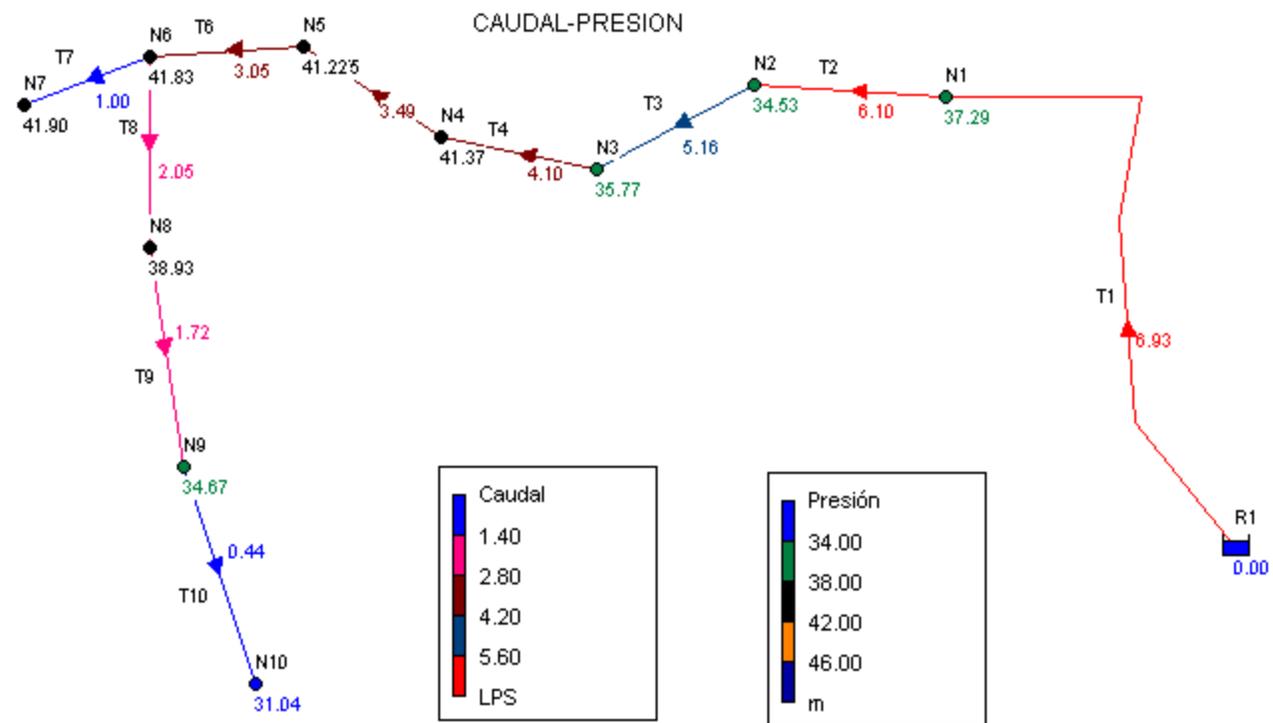
ID	Caudal	Velocidad	Pérdida
Línea	LPS	m/s	m/km
T1	6.93	1.57	30.10
T2	6.10	1.38	23.75
T3	5.16	2.63	125.44
T4	4.10	2.09	82.17
T5	3.49	1.78	61.02
T6	3.05	1.55	47.44
T7	1.00	0.90	24.34
T8	2.05	1.86	92.46
T9	1.72	1.56	66.61
T10	0.44	0.40	5.43

ESQUEMAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL DE AGUA

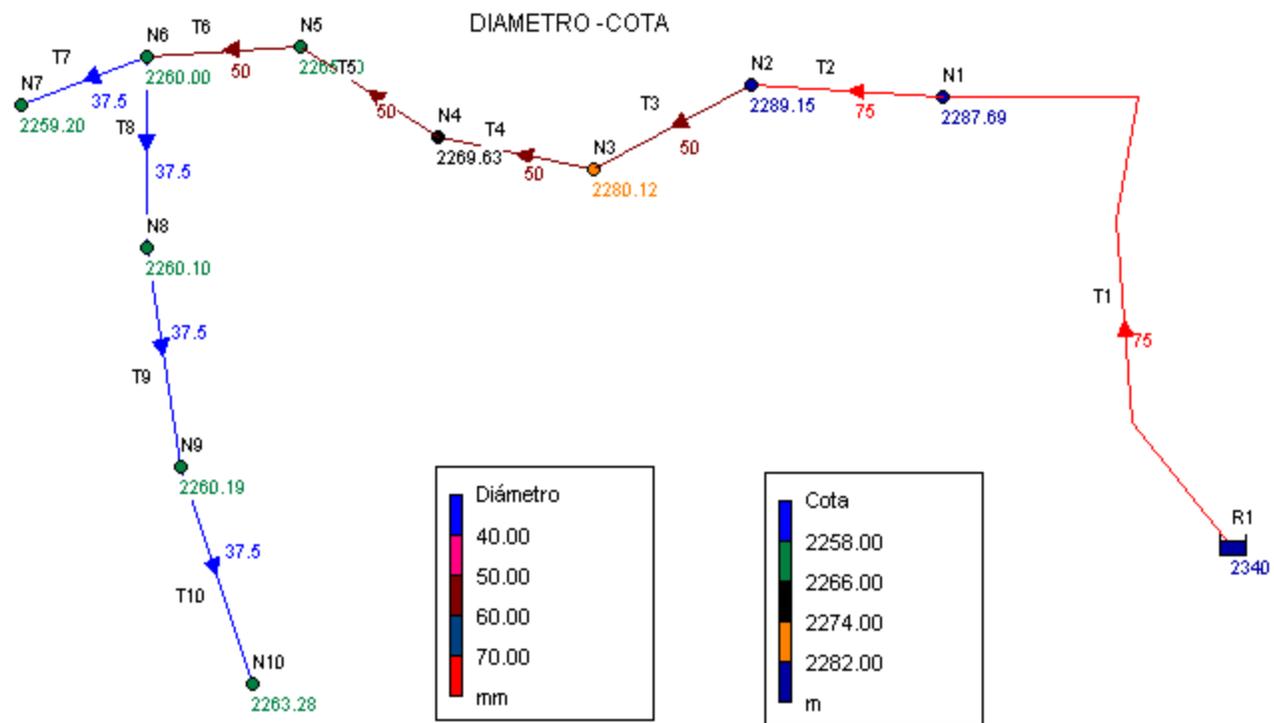
ESQUEMA DE RED DE DISTRIBUCION



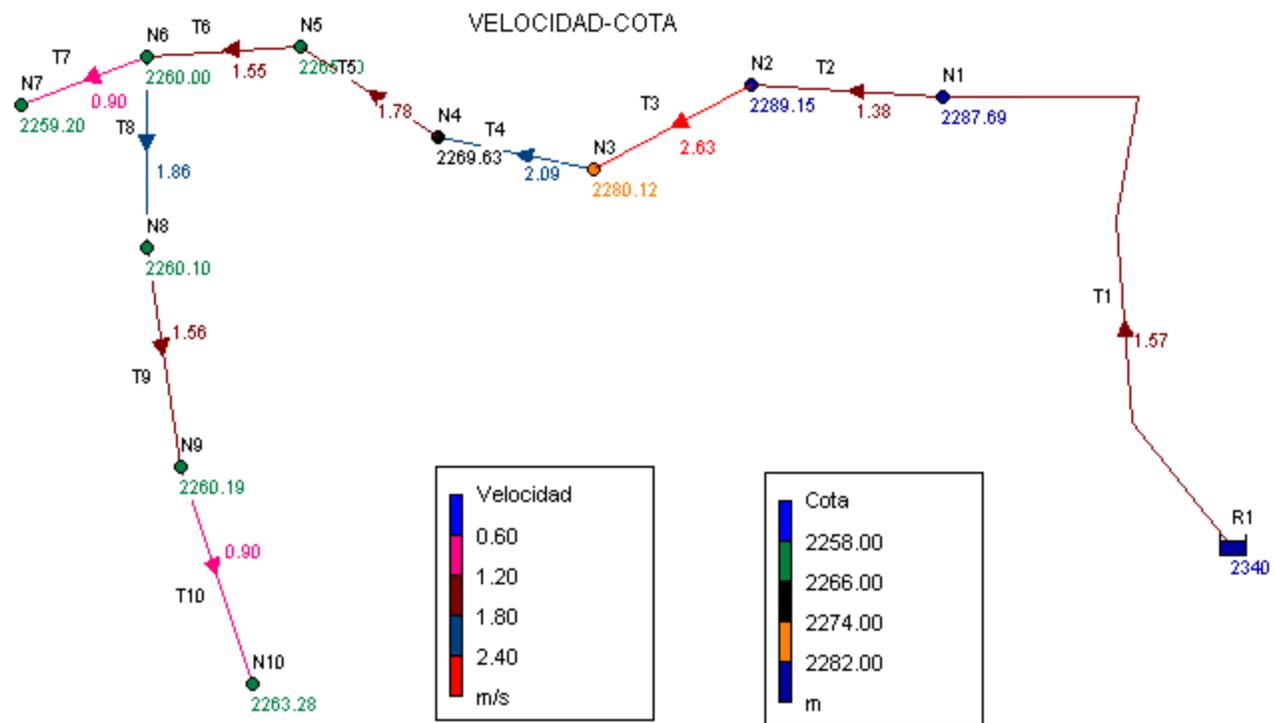
ESQUEMA DE RED DE DISTRIBUCION



ESQUEMA DE RED DE DISTRIBUCION



ESQUEMA DE RED DE DISTRIBUCION



3.8.-ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

El área del Proyecto se ubica dentro de la zona rural del departamento de la Libertad, en el distrito de Salpo provincia de Otuzco.

El sector en estudio carece de red de agua, razón por la cual los vecinos que habitan la zona hacen uso de quebradas, manantiales para consumir agua y de letrinas y pozos ciegos, en pocos casos, sistemas que por su naturaleza no reúne las condiciones mínimas sanitarias y técnicas, lo que contribuye a la proliferación de insectos y por ende a la transmisión de enfermedades infecto contagiosas.

El proyecto no afecta significativamente a ningún Recurso Natural existente en la zona; pero sin embargo, se desarrollan todas las medidas de Mitigación necesarias para la conservación y protección del Medio Ambiente, de acuerdo a las normas y leyes Ambientales existentes y que están asociados a los aspectos físicos, químicos, biológicos y humanos; las mismas que se desarrollan en las fases de Construcción, Operación y Abandono del Proyecto.

También, se tomaran las medidas de prevención de riesgo Laborales (Salud, Higiene y salubridad), con la finalidad de salvaguardar la integridad Física de nuestros trabajadores, usuarios y población en general.

RECOMENDACIONES TÉCNICAS Y AMBIENTALES

QUE DEBEN SER INCLUIDOS EN EL PROYECTO

- Desarrollar medidas de Mitigación para cada impacto sobre los factores afectados según el tipo de Impacto que podrían generar las actividades de Construcción.

- Evitar retirar la cobertura herbácea de las zonas adyacentes a la obra.
- Retirar el Material excedente de la Obra al finalizar la Obra hacia los botaderos determinados por supervisión.
- Evitar realizar excavaciones exageradas e innecesarias que puedan ocasionar deslizamientos que ponen en riesgo la integridad física de los trabajadores y la población.
- Implementar un programa de Evaluación Ambiental y Sanitaria en los diferentes niveles de formación educativa como la población beneficiaria.
- Implementar medidas preventivas de seguridad (prevención de riesgos laborales), en la obra como: instalación de Señales informativas, Preventivas y Equipamiento del personal con todos los implementos de seguridad Personal.
- El organismo Ejecutor del Proyecto es responsable Jurídico del cumplimiento de las recomendaciones descritas en el párrafo anterior

MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

FASES	COMPONENTES AMBIENTALES						TOTAL GENERAL
PROYECTO	Aire	Agua	Suelo	Flora	Fauna	Salud Humana	
01. Inicio	0	0	0	0	0	0	
02. Construcción	1	0	1	0	0	0	
03. Operación	0	2	0	0	1	0	
04. Cierre o Fin de Obra	0	0	0	0	0	0	
TOTAL	1	2	1	0	1	0	5

CALIFICACIÓN DE IMPACTO

Significativo 5

Regular 2

Poco 1

Sin Impacto 0

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN CADA FASE DEL PROYECTO

FASES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN
1. TRABAJOS PRELIMINARES DEL PROYECTO	Durante esta fase no se ocasionará ningún tipo de Impacto al Medio Ambiente.
2. CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Trabajos Preliminares: No alterará el Medio Ambiente. ▪ Movimiento de tierras: Se producirá emisión de polvo provocando alteración temporal del aire, del suelo y ruido de baja magnitud cuando se tenga que emplear maquinaria para dicho trabajo. ▪ Obras de Concreto: Se generará ruido de baja magnitud al tener que emplear mezcladora para la ejecución de buzones. ▪ Instalación de tubería no alterará el medio Ambiente. ▪ Capacitación a los usuarios: Impacto positivo, en vista que se sensibilizará a la población beneficiaria en lo que respecta a la preservación y no contaminación del Medio Ambiente como de los recursos Naturales (Agua).

3. OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante esta fase, habrá efectos negativos y alteración del Medio Ambiente, de manera temporal, mientras se construya una planta de tratamiento pero también habrá efectos positivos, en vista que estaremos mejorando el nivel de vida de la Población.
4. CIERRE DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No habrá efectos negativos, ni alteraciones al Medio Ambiente.

DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES POR COMPONENTE AMBIENTAL

COMPONENTE AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
AIRE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La alteración de la calidad del Aire puede ser generado debido a la emisión de partículas de polvo debido al movimiento de tierras ocasionado por las excavaciones, carguio y transporte de material excedente hacia los botaderos, movilización y desmovilización de materiales, equipos y operación de equipos malogrados y mala calibración de silenciadores. Así, mismo se tomaran todas las acciones de mitigación mediante el remojo permanente y continuo del área.

AGUA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante la etapa de construcción e instalación de la obra No habrá ningún tipo de contaminación directa ni indirecta de las fuentes de agua superficial ni subterránea, ya que no se alterará el drenaje natural que afecta la descarga del acuífero como las variaciones del caudal.
SUELO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ La alteración de la morfología del terreno, el perfil del suelo, la inestabilidad del terreno y la susceptibilidad a la erosión debido al movimiento de tierras y posibles voladuras será mínimo; lo que se mitigará con recomendaciones iniciales y finales.
FLORA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se producirá ningún tipo de impacto negativo hacia la flora en el área del proyecto.
<u>FAUNA</u>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En el Proyecto no causa la alteración del HABITAT de organismos vivos en el área de influencia.
POBLACIÓN	<p>Causará un impacto positivo sobre la población beneficiaria en vista que: Se elevará el nivel de vida de los moradores.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se incrementará la actividad económica local. ▪ Se incrementará el movimiento demográfico. ▪ Se mejorara el servicio de Alcantarillado dentro del área a construir. ▪ Se contribuirá con el mejoramiento de la salubridad de la zona.

RECOMENDACIONES FINALES PARA PREVENIR Y MITIGAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN CADA FASE DEL PROYECTO

FASES DEL PROYECTO	DESCRIPCIÓN
1. ACCIONES PRELIMINARES DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hacer el trazo por donde indican los planos, respetando el trazo original.
2. CONSTRUCCIÓN O IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar desbroce solo del área por donde discurre el trazo del proyecto y no de las zonas circundantes. ▪ Realizar los cortes necesarios. ▪ Restaurar los terrenos comprometidos a su condición original teniendo especial cuidado de mantener la morfología original. ▪ Retirar y depositar en botaderos autorizados todos los

	<p>materiales excedentes de la obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener todo el área de trabajo limpio , seguro y ordenado <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rellenar las zanjas de acuerdo al avance del tendido de tuberías, en el tiempo mas corto posible y con material propio de la excavación, con una compactación adecuada, evitando posibles hundimientos. ▪ Delimitar de manera estricta las áreas de trabajo autorizadas, con el fin de garantizar que la intervención al área sea la estrictamente necesaria. ▪ Implementar el Plan de Restauración y Abandono, el cual especifica las prácticas para la restauración de los suelos. ▪ Proteger las áreas críticas durante la construcción. ▪ Instalar señales informativas y preventivas en el área de construcción. ▪ Proporcionar implementos de seguridad a todos los trabajadores.
3. OPERACIÓN O FUNCIONAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cumplir conveniente y estrictamente con la Operación y Mantenimiento de la Obra. ▪ Con la Operación del sistema, la instalación de los servicios básicos de higiene aumentará, por tanto será necesario ampliar los emisores de desagüe con su respectiva Planta de Tratamiento.
4. CIERRE DEL PROYECTO	<ul style="list-style-type: none"> ▪ En esta fase se recomienda dar buen uso a este servicio.

Resumen de los Trabajos de Mitigación Ambiental

PLAN DE MITIGACIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
COLOCACIÓN DE CONTENEDORES DE RESIDUOS SÓLIDOS, TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	Glb	01
MINIMIZACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO	Glb	01
USO DE SILENCIADORES EN LOS EQUIPOS O MAQUINARIA	Glb	01
INSTALACIÓN DE BAÑOS QUÍMICOS	Glb	01
RATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS OLEOSOS Y COMBUSTIBLES.	Glb	01
AVISOS Y LETREROS	Glb	01
ADQUISICIÓN DE EXTINGUIDORES Y BOTIQUÍN DE EMERGENCIAS	Glb	01
PROTECCIÓN DE LA OBRA E IMPREVISTOS	Glb	01

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

En la presente tesis se obtiene las siguientes conclusiones:

1. Se ha realizado los estudios de topografía de la zona determinándose de tipo accidentada en su mayoría, presentándose en algunas partes ligeramente onduladas.
2. Se ha realizado el estudio de mecánica de suelos considerando una calicata donde se ubicara el reservorio apoyado, obteniendo un tipo de suelo según la clasificación SUSC, de una grava bien graduada, con presencias de grava y arena, con poca cantidad de finos; excelente como material de cimentación de esfuerzo de trabajo de 4.02 Kg. /cm².
3. Se ha determinado los parámetros de diseño considerando un proyecto nuevo un periodo de diseño de 20 años, se calculó la población futura de 1990 habitantes, con una dotación de 120 l/s, con coeficientes de variación diaria y horaria de 1.3 y 2.5 respectivamente. Con los cuales se calculó el caudal máximo diario de 3.6 l/s y un caudal máximo horario de 6.90 l/s.
4. La fuente de abastecimiento y el tipo de captación considerado para el proyecto es de un manantial de ladera y concentrado en la cota 2390.40 msnm. Donde se ha realizado una medición del caudal mediante el método volumétrico encontrándose un caudal

de afloramiento de 4.06 l/s que es mayor al caudal de demanda 3.6 l/s., siendo adecuado para nuestro proyecto.

5. Se ha diseñado la línea de conducción con un diámetro de 2" que va desde la cota 2390.40 msnm, a la cota 2340 msnm, con una longitud de 409.20m con una velocidad de 1.83 m/s.
6. La capacidad del reservorio es de 80 m³, de sección rectangular típico para centros poblados rurales, estará ubicado en la cota 2340 msnm.
7. El tipo de red de distribución es abierta por la topografía de la zona y ubicación de las viviendas. La tubería es de PVC SAP Clase C-7.5 , con diámetros de 3", 2" y 1 ½".
8. Se ha empleado el software de Simulación de Redes Hidráulicas más utilizado en el mundo Epanet, para los diseños hidráulicos de línea de conducción, línea de aducción y red de distribución, porque EPANET es un programa de cálculo destinado para analizar y determinar los mejores valores para nuestro diseño como son las velocidades, diámetros, presiones de servicio.
9. Con los resultados obtenidos se ha dibujado los planos respectivos que se muestran en el anexo.

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

En la presente tesis se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Se debe optar por una política en la cual las autoridades regionales y locales den prioridad a lo que es saneamiento básico y contribuir a la mejor calidad de vida de los pobladores.
2. El diseño de las redes de agua, así como de los demás sistemas es único y exclusivo para la zona de estudio, por tener diámetros y velocidades mínimas en algunos sectores, de manera que no se deben realizar empalmes para las poblaciones que no estén contempladas en el área de diseño.
3. Se deberá capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento de las estructuras que conforman el proyecto.
4. Se recomienda aplicar procedimientos de cálculo actualizados para comprobar entre ellos que aseguren un diseño óptimo de los diámetros de tuberías y que ahorre tiempo en el diseño.

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- APAZA HERRERA, Pablo. Redes de Abastecimiento de Agua. 2ª edición, Lima 1990.
- Guía para el monitoreo de calidad del agua para el consumo humano.
- Saneamiento Básico Rural. Ministerio de Salud
- Manual Estudio de la Calidad del agua en Sistema de Abastecimiento Rural y Manual en procedimiento técnicos en saneamiento.
- Reglamento de Agua Segura.
- BOWLES,J. 1979. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Ed. Me Graw Hill.
- CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico. 3ª edición, Lima - Perú 1989, Editora Lugo.
- DE AZEVEDO NETTO, J.M. y ACOSTA ÁLVAREZ, Guillermo. Manual de Hidráulica. 6ª edición, México 1976, Edit. Harla.
- Manual de proyectos de agua potable y saneamiento en poblaciones rurales -Convenio Peruano –Aleman, Lima 2008
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima 2008
- VIERENDEL. Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado.4ª edición, Lima Setiembre 1993.
- PITTMAN AGÜERO, Roger. AGUA POTABLE PARA POBLACIONES RURALES ,Sistemas de Abastecimiento por

Gravedad Sin Tratamiento .Edición Asociación Servicios Educativos Rurales(SER),lima 2014

- Ing. Eduardo García Trisolini. Manual de Proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Lima Junio 2009

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

- Fuente Municipalidad de Salpo (1)
- Figura 1-1 Fuente INEI (2)
- Figura 1-2 Fuente Google Earth(3)
- 1.1.2.Problemática actual del abastecimiento de agua Fuente: Opinión de la población (4)
- 1.1.3 Población Fuente: Municipalidad Distrital de salpo(5)
- 1.1.9 Características Socio Económica Fuente INEI (6)

CAPITULO II: FUNDAMENTO TEÓRICO

- 2.1 Línea de Conducción y Aducción. Fuente: Ing. Eduardo García Trisolini. Manual de Proyectos de agua potable en poblaciones rurales pag.37 (7)
- Tipo de Conductos de Agua. Fuente Os010.RNE. Captación y conducción de agua para consumo humano.pag.6 (8):
- Cuadro 2.1.-Clase de Tuberías pvc y Máxima Presión de trabajo fuente Pittman Agüero, Roger. agua potable para poblaciones rurales pag.54 (9):
- 2.2 Estudio de la calidad de agua.(10) fuente: Guía para el monitoreo de calidad del agua para el consumo humano.pag 5-12 y Saneamiento Básico Rural
- 2.2.2 Estudios Bacteriológicos.(11) Estudio de la Calidad del agua en Sistema de Abastecimiento Rural.pag.35-36 y Reglamento de agua segura pag.1-4

- Cuadro 2.2: PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS (12) Fuente: Ministerio de Salud -REGLAMENTO DE AGUA segura
- 2.2.3 Características Físicas del agua.
Fuente: Manual en procedimiento técnicos en saneamiento pag.8-(13).
- Cuadro 2.3: Densidad del agua a diferentes temperaturas
Fuente: Ministerio de salud (14)
- Cuadro 2.3: Las temperaturas comunes del agua
Fuente: Ministerio de salud (14)
- Cuadro 2.4: valores y elementos químicos
Fuente: Ministerio de Salud – Reglamento de Agua Segura (15)
- 2.2.5 Requisitos del agua para consumo humano (16) Fuente: RNE.OS.20 Planta de Tratamiento de Agua para Consumo Humano.Pag.114-117
- 2.3.- Estudio Topográfico .Fuente: Manual de Practicas de Topografía y Cartografía. Pag.12 -21 (17)
- 2.3.2 Red de Apoyo Planmétrico y Altimétrico
Fuente: Leandro Casanova.MCurso Completo de Topografia-SENCICO Pag.64 (18)
- Poligonación Topográfica.
Fuente. Leandro Casanova.MCurso Completo de Topografia-SENCICO Pag.138-142 (19)
- CUADRO 2.5 CLASES DE POLIGONAL Fuente. CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico.(20)
- 2.3.4 Métodos de Nivelación
Fuente: Manual de Practicas de Topografía y Cartografía. 21) Pag.22-24
- 2.3.5.Levantamiento de Curvas a Nivel (22) Pag.215-216
- CUADRO 2.6: SELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico (23)
- CUADRO 2.7: TIPOS DE TOPOGRAFIA SEGÚN SU INCLINACION. FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico(24)

- 2.3.6 Levantamiento Planimétrico y Altimétrico FUENTE: CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico (25)
- 2.4 .DATOS BÁSICOS DE DISEÑO Fuente: Norma OS.100 RNE Pag.196 y Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales Pag.19-20 (26)
- CUADRO 2.8 PERIODOS DE DISEÑO FUENTE: ININVI.1991. Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas, Norma Técnica de Edificaciones S-100 (27)
- 2.4.3 Cálculo de la Población de Diseño Fuente: Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales, pag.21 Y Vierendel Pag.9-39 (28)
- 2.4.4. Dotaciones de Agua Fuente: RNE. : RNE.OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria.Pag.196-197 y Fuente:Manual de Proyectos en Poblaciones Rurales, Ing Eduardo García Trisolini.Pag.12 (29)
- 2.4.5 Según el Tipo de Consumo de Agua Fuente: Manual Abastecimiento de agua y Saneamiento Pag.84-85.(30)
- **CUADRO 2.9 DEMANDA CONTRA INCENDIO**
FUENTE: Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas, Norma Técnica de Edificaciones S-100 (31)
- 2.4.6 Variaciones de Consumo
Fuente: Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, VIERENDEL Pag.40,41 (32)
- 2.4.7.Diametro Mínimo Fuente: Fuente : Manual Abastecimiento y Agua Saneamiento Pag.85 (33)
- 2.4.8.Presiones Fuente : Manual Abastecimiento y Agua Saneamiento pag.85,86.(34)
- 2.5. Requisitos para los componentes de la Red Fuente: RNE.norma os.050 redes de distribución de agua para consumo humano.Pag.135 (35)
- 2.6 Estructura de Captación Fuente : Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y saneamiento para centros poblados

rurales.Pag.9-11 y Fuente : Roger Agüero Pittman Sistema de Abastecimiento por gravedad.pag.28.30 (36)

- Cuadro: 2.10 Aspectos Cuantitativos y de Explotación de las Aguas Superficiales Fuente: Acevedo Netto Guillermo, manual de Hidráulica (1975) (37).
- Cuadro:2.11 Aspectos Cuantitativos y de Explotación de las Aguas Superficiales Fuente: Acevedo Netto Guillermo, manual de Hidráulica (1975) (38).
- Planta de Captación Fuente: Parámetros de Diseño de Infraestructura de Agua y saneamiento para centros poblados rurales y Fuente: Roger Agüero Pittman Sistema de Abastecimiento por gravedad. (39)
- 2.7. Reservoirio Fuente:RNE.OS.030.PAG.132 (40)
- 2.7.2 Tipo de Reservoirio Fuente:RNE.OS.030.Pag.132 y Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales,Roger Agüero Piettman pag.79 (41)
- CRITERIOS DE DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN. Fuente :Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales Ing. Eduardo García Trisollini Pag.40 (42).
- 2.9.REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA FUENTE : Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales pág.94.95 (43).
- 2.9.1 Tipos de Circuitos de Distribución Fuente: Roger Agüero Piettman, Sistema de Abastecimiento Por Gravedad Pag.95-97(44)
- 2.9.3 ACCESORIOS Fuente: Agua Potable para Poblaciones Rurales. Roger Agüero Piettman, pg. 56 (45).
- 2.10. Estudio de Impacto Ambiental. Fuente: Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental Pag.11-12-13 (46)
- 3.3.7 Métodos de estudios de impacto ambiental técnicas específicas fuente : Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental pag 52-53-54 (47)

- Matrices Fuente: Criterios para la elaboración de estudios de impacto ambiental pag. 54-60(48)

CAPITULO III: RESULTADOS

- 3.1.Criterios de Diseño Fuente: Municipalidad Distrital de Salpo (49)
- 3.1.2. Población Futura Fuente : Norma os.100 RNE y Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales (50)
- 3.1.3. Métodos Estadísticos Fuente: Pittman Agüero, Roger. Agua Potable para Poblaciones Rurales y Vierendel (51)
- 3.1.5. Dotación Fuente: RNE.os.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. Manual de Proyectos en Poblaciones Rurales, Ing Eduardo García Trisolini.(52)
- cuadro 3.1 Consumo de Agua en Litros por Habitantes por día Fuente:RNE (53)
- Variación Diaria (k1) Fuente: R.N.E(54)
- 3.1.6.Determinacion de los Gastos de Consumo Fuente: Manual Abastecimiento de Agua y Saneamiento (55)
- Demanda Contra Incendio: Fuente: RNE(56)
- 3.2.Estructura de Captación Fuente os010.RNE. Captación y Conducción de Agua para Consumo humano.pag.6 (57)
- Captación de un Manantial. Fuente : Sistema de Abastecimientos por Gravedad, Ing Roger Agüero Pittman (58)
- 3.2.3. Diseño Hidráulico y Dimensionamiento. Fuente: Manual de Procedimientos Técnicos en Saneamiento pag.49-54 (59).
- cuadro 3.2 Resultados del Diseño. Fuente: Propia (2008)
- 3.3 .Calidad de Agua. Fuente: Guía para el Monitoreo de Calidad del Agua para el Consumo Humano. pag 5-12 y Saneamiento Básico Rural. Ministerio de Salud. (60).
- Cuadro Nº 3.3 Bacterias Patógenas Presentes en el Agua Fuente: Ministerio de Salud (61)
- Cuadro Nº3.4 Normas de Calidas para Agua Potable-OMS fuente: reglamento para la calidad de agua potable pag.1(62)

- Cuadro N° 3.5 : Normas de Calidad para Fuentes de Suministro Público
Fuente: Reglamento para la Calidad de Agua Potable pag.4 (63)
- Análisis de Calidad Físico-Químico y Bacteriológico
Fuente: Estudio de la Calidad del Agua en Sistema de Abastecimiento Rural.pag.35-36 y Reglamento de Agua Segura pag.1-4 (64)
- Cuadro 3.6: Normas Peruanas de Potabilidad del Agua Fuente:
Reglamento para la Calidad de Agua Potable pag.4 (65)
 - Determinación del Análisis de agua
Fuente : Ministerio de Salud (66)
 - 3.4 Mecánica de Suelos pag.5-7 Fuente: RNE.(67)
 - 3.4.1 Ensayos de Laboratorio Fuente: RNE.Norma E.050 (68)
 - Propiedades Físicas de un Suelo
Fuente Taller Básico de Mecánica de Suelos Limite Líquido limite Plástico pág.-2-23 (69).
 - Peso Específico de un Suelo Fuente: taller básica de mecánica de suelos, relaciones gravimétricas y volumétricas 2-12 (70).
 - Determinación de la Admisible
Fuente: Reglamento Nacional de Construcciones. Norma E.050(71).
 - 3.5 Diseño Hidráulico de Línea de Conducción y Aducción
fuente : R.N.E
 - Cuadro 3.8 Coeficiente de Fricción “c”: en Formula de Hazen y Williams *fuente: (r.n.e)*
 - Cuadro 3.9 Velocidades Máximos y Mínimos fuente(r.n.e)
 - Aplicando SOFTWARE EPANET

CASERIO DE PLAZAPAMPA



**INICIO DE LA CAPTACION DE
AGUA DEL SUB SUELO CP1**



SEGUNDA CAPTACION DE AGUA CP2



DESECHOS DE ANIMALES ENCONTRADOS CERCA DE LAS CAPATACIONES



**TUBERIAS
INSTALADAS DE LA
CAPATACION**



**LUGAR DONDE SE
INICIA LA CAPATACION
HASTA LA POBLACION**

PRIMER CASERÍO CARNICHE QUE SE ABASTECE DE ESTA AGUA

