

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TÍTULO:**

**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA  
POTABLE PARA UN SERVICIO DE CALIDAD EN EL CENTRO POBLADO  
ARAYA GRANDE, PROVINCIA DE BARRANCA”**

**TESIS**

**Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**PAZ VERGARA, YEIMI ENRIQUE**

**ASESOR:**

**ING. ZUMARAN IRRIBARREN, JOSE LUIS**

**Reg. C.I.P. 78792**

**HUACHO - PERÚ**

**2018**

**Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca**

Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Nota del autor:

Bachiller de la Facultad de Ingeniería Civil de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, presento el proyecto de tesis con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil; la investigación será desarrollada y financiada económicamente por el autor; se reconoce la contribución, dedicación y asesoría del Ing. José Luis Zumaran Irribarren para elaborar el proyecto de tesis.

**ASESOR Y MIEMBROS DEL JURADO**

---

**PRESIDENTE**

**Ing. CARLOS E. BERNAL VALLADARES**  
**CIP: 158628**

---

**SECRETARIO**

**Ing. JAIME IMAN MENDOZA**  
**CIP: 108834**

---

**VOCAL**

**Ing. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA**  
**CIP: 207587**

---

**ASESOR**

**Ing. JOSE LUIS ZUMARAN IRRIBARREN**  
**CIP: 78792**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo está dedicado a mi querido padre a quien siempre guardo en mi corazón, a mi madre y a mi hermana.*

*Porque gracias a sus esfuerzos me han hecho un hombre de bien.*

*A mis compañeros y amigos por compartir los momentos que nunca se han de olvidar.*

El autor

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por darme fuerzas y llevar por el buen camino, a mi padre, mi madre y hermana por su apoyo constante durante mi carrera profesional.*

*A mis amigos, por estar a mi lado incondicionalmente y a mis profesores por la formación profesional brindada.*

*A la municipalidad de Barranca, por abrirme las puertas para ejercer ahí mis practica pre profesionales y posteriormente labores de trabajo.*

*A mi asesor, ing. José Luis Zumaran Irribarren, por la dedicación las enseñanzas impartidas y desarrollo de ésta investigación.*

El autor

## CONTENIDO

PORTADA .....	i
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
CONTENIDO .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
ABSTRAC.....	xiii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la problemática .....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general .....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1 Objetivos generales.....	4
1.3.2 Objetivos específicos .....	4
1.4. Justificación de la investigación:.....	4
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	5
2.1 Antecedentes de la investigación .....	5
2.1.1. Breve descripción del área en estudio .....	5
2.1.2. Investigaciones internacionales .....	7
2.1.3. Investigaciones nacionales .....	10
2.2 Bases Teóricas 17	
2.2.1 Agua Potable en el Perú.....	17
2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	18
2.2.3 Datos básicos de diseño .....	19
2.2.4 Cantidad de agua .....	23
2.2.5 Calidad de agua .....	24
2.2.6 Fuentes de abastecimiento .....	27
2.2.7 Selección de la fuente de abastecimiento .....	29
2.2.8 Aguas Subterráneas-acuíferos .....	29
2.2.9 Obras de captación – Galería Filtrante .....	34
2.2.10 Calculo hidráulico – Galeria filtrante .....	39
2.2.11 Diseño de galería filtrante.....	42
2.2.12 Obras de conducción .....	50
2.2.13 Diseño de la línea de conducción .....	51

2.2.14	Obras de tratamiento.....	57
2.2.15	Cloración del agua.....	58
2.2.16	Diseño del tanque clorador.....	59
2.2.17	Reservorio.....	61
2.2.18	Diseño del reservorio.....	61
2.2.19	Distribución de agua potable.....	64
2.2.20	Diseño de la red de distribución de agua potable.....	66
2.2.21	Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.....	69
2.2.22	Agua y Salud.....	70
2.2.23	Servicio.....	71
2.2.24	Calidad.....	71
2.2.25	Servicio de calidad.....	71
2.2.26	Dimensiones del servicio de calidad.....	72
2.3	Definiciones conceptuales.....	73
2.4	Formulación de la Hipótesis.....	76
2.4.1	Hipótesis General.....	76
2.4.2	Hipótesis Específicas.....	76
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....		77
3.1	Diseño de la Metodología.....	77
3.1.1	Diseño de Investigación.....	77
3.1.2	Tipo de Investigación.....	77
3.1.2.1	Según su alcance temporal.....	77
3.1.2.2	Según su finalidad.....	77
3.1.2.3	Según su nivel.....	77
3.1.2.4	Enfoque.....	78
3.1.2.5	Esquema.....	78
3.2	Población y Muestra.....	79
3.2.1	Población.....	79
3.2.2	Muestra.....	79
3.3	Operacionalización de variables e indicadores.....	80
3.4	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	81
3.4.1	Técnicas a emplear.....	81
3.4.2	Descripción de las técnicas a emplear y sus instrumentos.....	81
3.4.3	Validez de los Instrumentos.....	81
3.5	Técnicas para el procesamiento de la información.....	82
CAPITULO IV: RESULTADOS.....		83
4.1	Resultados metodológicos.....	83

4.1.1	Validez del instrumento.....	83
4.1.2	Confiabilidad del instrumento .....	84
4.1.3	Contrastación de hipótesis .....	85
4.1.4	Discusión .....	96
4.2	Desarrollo de la propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable.....	99
4.2.1	Identificación y análisis de alternativas de captación.....	99
4.2.1.1	Análisis técnico .....	99
4.2.1.2	Análisis económico .....	102
4.2.1.3	Resumen y selección .....	103
4.2.2	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable .....	105
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		127
5.1	Conclusiones.....	127
5.1.1	Conclusión general .....	127
5.1.2	Conclusiones específicas .....	127
5.2	Recomendaciones .....	128
CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACION.....		130
5.1	Fuentes Bibliográficas .....	130
5.2	Fuentes Electrónicas .....	132
ANEXOS.....		134



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de resumen del caudal de diseño .....	22
Tabla 2: Cuadro de dotaciones según el RNE. Norma OS.100.....	23
Tabla 3: Cuadro de dotaciones en instituciones educativas .....	23
Tabla 4: Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos.....	26
Tabla 5: Límites provisionales para las sustancias toxicas en el agua potable.....	26
Tabla 6: Concentración de fluoruros recomendadas para el agua potable .....	27
Tabla 7: Normas de calidad bacteriológica aplicables a los abastecimientos de agua potable .....	27
Tabla 8: Conductividad hidráulica de algunos materiales.....	32
Tabla 9: Valores típicos de la conductividad hidráulica.....	33
Tabla 10: Grado de permeabilidad del suelo .....	33
Tabla 11: Cuadro de elementos de un acuífero .....	39
Tabla 12: Cuadro de elementos de la galería filtrante .....	40
Tabla 13: Cuadro de anchos mínimos en función al diámetro del dren .....	43
Tabla 14: Cuadro del diámetro de las gravas para el forro filtrante .....	46
Tabla 15: Cuadro de fórmulas para el diseño de la cámara húmeda .....	49
Tabla 16: Cuadro de clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo.....	52
Tabla 17: Coeficiente Hazen-Williams .....	54
Tabla 18: Formas en que se presenta el cloro.....	58
Tabla 19: Concentración de cloro en porcentaje y mg/l.....	60
Tabla 20: Cuadro de valores asociados para $\gamma$ , E y Z.....	79
Tabla 21: Cuadro de operacionalización de variables e indicadores.....	80
Tabla 22: Calificación de los expertos .....	83
Tabla 23: Escala de validez de instrumento .....	84
Tabla 24: Alpha de Cronbach aplicado al instrumento .....	84
Tabla 25: Escala de confiabilidad.....	84
Tabla 26: Escala de interpretación del valor/grado de las correlaciones.....	85
Tabla 27: Correlación entre sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad.....	86
Tabla 28: Grado de relación del sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad.....	86
Tabla 29: Correlación entre la captación y servicio de calidad.....	88
Tabla 30: Grado de relación de la captación y servicio de calidad .....	88
Tabla 31: Correlación entre la conducción y servicio de calidad.....	89
Tabla 32: Grado de relación de la conducción y servicio de calidad .....	90
Tabla 33: Correlación entre las obras de tratamiento y servicio de calidad .....	91
Tabla 34: Grado de relación de las obras de tratamiento y servicio de calidad .....	91
Tabla 35: Correlación entre el reservorio y servicio de calidad .....	93
Tabla 36: Grado de relación del reservorio y servicio de calidad .....	93
Tabla 37: Correlación entre las obras distribución y servicio de calidad.....	94
Tabla 38: Grado de relación de las obras de distribución y servicio de calidad.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Localización del área del proyecto - C.P. Araya Grande .....	5
Figura 2: Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable .....	19
Figura 3: Grafio del método aritmético .....	20
Figura 4: Aforo de agua por el método Velocidad-Agua .....	24
Figura 5: Distribución vertical del agua .....	30
Figura 6: Captación con líneas de flujo radiales y equipotenciales cilíndricas .	37
Figura 7: Galería con escurrimiento propio y recarga superficial .....	38
Figura 8: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio.....	41
Figura 9: Espaciamiento en dren por unidad de metro .....	46
Figura 10: Perfil de la combinación de tuberías .....	57
Figura 11: Gráfico de burbuja del grado de relación del sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad .....	86
Figura 12: Gráfico de burbuja del grado de relación de la captación y servicio de calidad. ....	88
Figura 13: Gráfico de burbuja del grado de relación de la conducción y servicio de calidad. ....	90
Figura 14: Gráfico de burbuja del grado de relación de las obras de tratamiento y servicio de calidad.....	92
Figura 15: Gráfico de burbuja del grado de relación del reservorio y servicio de calidad. ....	93
Figura 16: Gráfico de burbuja del grado de relación de las obras de distribución y servicio de calidad. ....	95
Figura 17: Cálculo de la población del C.P. Araya Grande .....	105
Figura 18: Cálculo del caudal máximo horario para el colegio del C.P. Araya Grande .....	106
Figura 19: Cálculo de la proyección de la demanda en el C.P. Araya Grande.....	106
Figura 20: Cálculo de aforo para la captación del sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Araya Grande.....	107
Figura 21: Selección de la conductividad hidráulica .....	108
Figura 22: Calculo del diámetro de la tubería (dren) de galería filtrante .....	109
Figura 23: Calculo de caudal unitario .....	110
Figura 24: Calculo del dren. ....	111
Figura 25: Dimensionamiento de la galería filtrante. ....	112
Figura 26: Resumen del diseño de la galería filtrante .....	113
Figura 27: Calculo de las dimensiones de la cámara húmeda.....	114
Figura 28: Dimensionamiento de la canastilla y la tubería de rebose de la cámara húmeda.....	115
Figura 29: Dimensionamiento de la tubería de limpia de la cámara húmeda...	116
Figura 30: Dimensionamiento de la cámara seca. ....	116
Figura 31: Resumen del diseño de la cámara de captación.....	117
Figura 32: Diseño de la cámara de inspección.....	118
Figura 33: Dimensionamiento del tramo de la línea de conducción.....	119
Figura 34: Cálculo de pérdida de cargas totales y cotas de la línea de conducción.....	120
Figura 35: Cálculo de cotas piezométrica y presión en las líneas de conducción. .....	121
Figura 36: Cálculo del volumen y dimensionamiento del reservorio.....	122

Figura 37: Cálculo de la cantidad en gramos de hipoclorito de calcio a disolver en un reservorio. ....	123
Figura 38: Calculo de la cantidad minia de agua para diluir el hipoclorito de calcio.....	124
Figura 39: Dimensiones del tanque de cloración.....	124
Figura 40: Reporte de juntas a presión en la red de distribución de agua potable calculados en watercad. ....	125
Figura 41: Reporte de tuberías a presión en la red de distribución de agua potable calculados en watercad. ....	126

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia .....	134
Anexo 2: Panel Fotográfico .....	135
Anexo 3: Instrumento de investigación .....	138
Anexo 4: Juicio de Expertos .....	142
Anexo 5: Prueba de laboratorio de la calidad del agua subsuperficial en el punto de captación .....	144
Anexo 6: Procesamiento en SPSS Statistics 22 .....	146
Anexo 7: Plano de la galería filtrante .....	149
Anexo 8: Plano de la cámara de control y cámara de inspección .....	150
Anexo 9: Plano de perfil hidráulico de la línea de conducción, válvula de purga y válvula de aire .....	151
Anexo 10: Plano del reservorio de 35 m <sup>3</sup> y tanque de cloración .....	152
Anexo 11: Plano de cálculo hidráulico de la red de agua potable con watercad .....	153
Anexo 12: Plano de la red de distribución de agua potable .....	154
Anexo 13: Plano de las conexiones domiciliarias de agua potable .....	155
Anexo 14: Presupuesto de la captación mediante galería filtrante para el C.P Araya Grande .....	156

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la relación del mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, de la Provincia de Barranca. **Método:** Tenemos una población de 816 pobladores y una muestra resultante de 262 pobladores a los cuales se les realizara una encuesta para determinar la relación entre las variables sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad. **Resultados:** Los resultados de la presente investigación demostraron que existe una alta correlación de las variables sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad, obteniendo un coeficiente de correlación rho de Spearman ( $r=0.862$ ). **Conclusión:** Se concluye que existe una relación directa y significativa entre el sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva alta y estadísticamente muy significativo ( $r=0.862$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y sus componentes: Una captación mediante galería filtrante de 100 m de dren, una cámara de inspección, una cámara de control, una línea de conducción mixta conformado por un tramo de 304.53 m de diámetro 160mm conjunto a otro tramo de 3304.57m de diámetro 110mm, un tanque de cloración de polietileno de 750 litros, un reservorio de 35 m<sup>3</sup>, una red de distribución de agua potable cumpliendo los parámetros de diseño, además de las conexiones domiciliarias, para permitir así el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Palabras claves:** Sistema de abastecimiento de agua potable, servicio de calidad, captación, obras de conducción, obras de tratamiento, reservorio y obras de distribución.

## ABSTRAC

**Objective:** Determine the relationship of improvement of the potable water supply system and quality service in the town of Araya Grande, in the Province of Barranca. **Method:** We have a population of 816 inhabitants and a resulting sample of 262 inhabitants who will be surveyed to determine the relationship between the variables of the potable water supply system and a quality service. **Results:** The results of the present investigation showed that there is a high correlation of the drinking water system variables and a quality service, obtaining a rho Spearman correlation coefficient ( $r = 0.862$ ).

**Conclusion:** It is concluded that there is a direct and significant relationship between the potable water supply system and a quality service in the town of Araya Grande, Province of Barranca. This relationship is positive high and statistically very significant ( $r = 0.862$ ,  $p = 0.000 < 0.05$ ). Therefore, the design of a potable water supply system and its components was considered: A catchment through a filtering gallery of 100 m of drain, an inspection chamber, a control chamber, a mixed driving line formed by a stretch of water. 304.53 m of diameter 160mm set to another section of 3304.57m of diameter 110mm, a polyethylene chlorination tank of 750 liters, a reservoir of 35 m<sup>3</sup>, a distribution network of drinking water fulfilling the design parameters, in addition to the household connections, to allow the improvement of the potable water supply system in the town of Araya Grande, Province of Barranca.

**Keywords:** Drinking water supply system, quality service, catchment, driving works, treatment works, reservoir and distribution works.

## INTRODUCCIÓN

El Perú es uno de los 20 países más ricos del mundo en agua. Sin embargo, este recurso se encuentra distribuido de manera heterogénea en el territorio y no se ubica necesariamente en los lugares donde existe una mayor demanda. Así, en nuestro país, la costa peruana concentra más del 70% de la población, pero solo cuenta con el 1.8% del total de agua que se produce, incluso antes del impacto del Fenómeno El Niño Costero en Perú, en el país, aproximadamente 5 millones de personas no cuentan con agua potable (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Se entiende que el constante crecimiento poblacional en nuestro país avanza en la misma progresión que sus necesidades, el agua fuente de vida, es una de las necesidades básicas del hombre, ya sea para su higiene personal, consumo, empleo en sus actividades cotidianas, laborales o como fuente de energía.

Motivo por el cual se realizó el presente trabajo de investigación en beneficio de los pobladores del centro poblado Araya Grande, quienes se abastecen de agua mediante un sistema de red abastecimiento actualmente en malas condiciones.

Es por ello que con el fin de alcanzar el objetivo propuesto, se trabajó con la siguiente hipótesis: El mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, de la Provincia de Barranca.

Es así que se planteó el objetivo general de la investigación: “Determinar la relación del sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, de la Provincia de Barranca”.

## **CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la problemática**

El agua es esencial para la vida humana, el planeta tierra cada año presenta un incremento poblacional y con este va aumentando la demanda de agua para el abastecimiento de la población.

Casi dos millones de personas se mueren al año por falta de agua potable, y es probable que en 15 años la mitad de la población mundial viva en áreas en las que no habrá suficiente agua para todos, actualmente nuestro planeta contiene más de mil millones de billones de litros de H<sub>2</sub>O, pero poca se puede tomar, además el 97% del agua en la Tierra es salada, dos tercios del agua dulce está retenida en glaciares y capas de hielo polar; de lo que queda, la mayor parte está atrapada en el suelo o en acuíferos subterráneos.

(BBC Mundo, 2015)

La necesidad del agua en muchos sectores del país, fomenta a su población a buscar fuentes de abastecimiento para cubrir sus necesidades básicas y de producción, recurriendo a acequias, canales, almacenando el agua en cilindros y exponiéndose a enfermedades estomacales y de la piel por consumir agua que no se encuentra en condiciones adecuadas.

La ejecución de proyectos de abastecimiento de agua potable, conjuntamente con el financiamiento de los costos de operación (recursos humanos, insumos, maquinarias, servicios básicos) y mantenimiento del sistema, permitirán aumentar la cobertura de agua potable, esperándose que conlleve al desarrollo de las comunidades a futuro.

El centro poblado Araya Grande cuenta con un sistema de agua entubada construido en el año 1998 por la Municipalidad Provincial de Barranca, utilizando como



fuerza el agua superficial que proviene del Río Pativilca, actualmente este sistema de abastecimiento de agua no se encuentra en buenas condiciones.

El agua es captada del canal secundario que integra el sistema de riego de Andrés Flores, dicho canal se encuentra expuesto a la contaminación, a su vez deriva el agua cruda a una Planta de tratamiento de agua potable (PTAP), considerando que la calidad del agua cruda sobrepasa los límites permisibles, la PTAP no está diseñada para tales condiciones, por ende la estructura no cumple con su función, además se encuentra colmatada de lodo y deteriorada en su interior y exterior.

Cuentan como un tanque de concreto armado sin techo de dimensiones interiores 3.43m x 3.43m x 2.05m que funciona como reservorio, esta tiene una tapa con plancha de eternit en muy mal estado que no protege el almacenamiento de agua. Se encuentra deteriorado en su interior y exterior; los componentes hidráulicos de PVC instalados no cuentan con accesorios que permitan el montaje y desmontaje.

Presenta una Tubería de aducción de PVC C-7.5 ø 2" longitud 1.00km que no cuenta con la debida protección, se encuentra instalada a poca profundidad y en algunos tramos está a la intemperie, está conectada a una red matriz de distribución, conformada por tuberías PVC longitud de aproximadamente 1,550m y que se encuentra colmatadas de lodo.

Hay una baja cobertura de las conexiones domiciliarias, siendo solo 7 viviendas las que cuentan con cajas en donde se alojen las válvulas de control.

Todas estas deficiencias exponen la salud y el desarrollo de los pobladores del centro poblado Araya Grande, siendo ya afectados estudiantes de primaria y secundaria al ingerir estas aguas en la I.E. N° 21571 "Ricardo Palma Soriano", produciéndoles enfermedades gastrointestinales e infecciones de la piel.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿De qué manera el Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el Centro Poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ✓ ¿De qué manera la captación se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?
- ✓ ¿De qué manera la obra de conducción se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?
- ✓ ¿De qué manera las obras de tratamiento se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?
- ✓ ¿De qué manera el reservorio se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?
- ✓ ¿De qué manera las obras de distribución se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivos generales**

Determinar la relación del mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- ✓ Determinar la relación de la captación y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Determinar la relación de las obras de conducción y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Determinar la relación de las obras de tratamiento y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Determinar la relación del reservorio y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Determinar la relación de las obras de distribución y un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

### **1.4. Justificación de la investigación:**

Este proyecto se justifica porque mediante el diagnóstico de su situación actual respecto al sistema de abastecimiento de agua potable y su relación con un servicio de calidad, se encuentra la necesidad de realizar una propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable mediante un diseño que garantice un servicio de calidad y así mejorar la calidad de vida de los pobladores del centro poblado Araya grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

## CAPITULO II: MARCO TEORICO

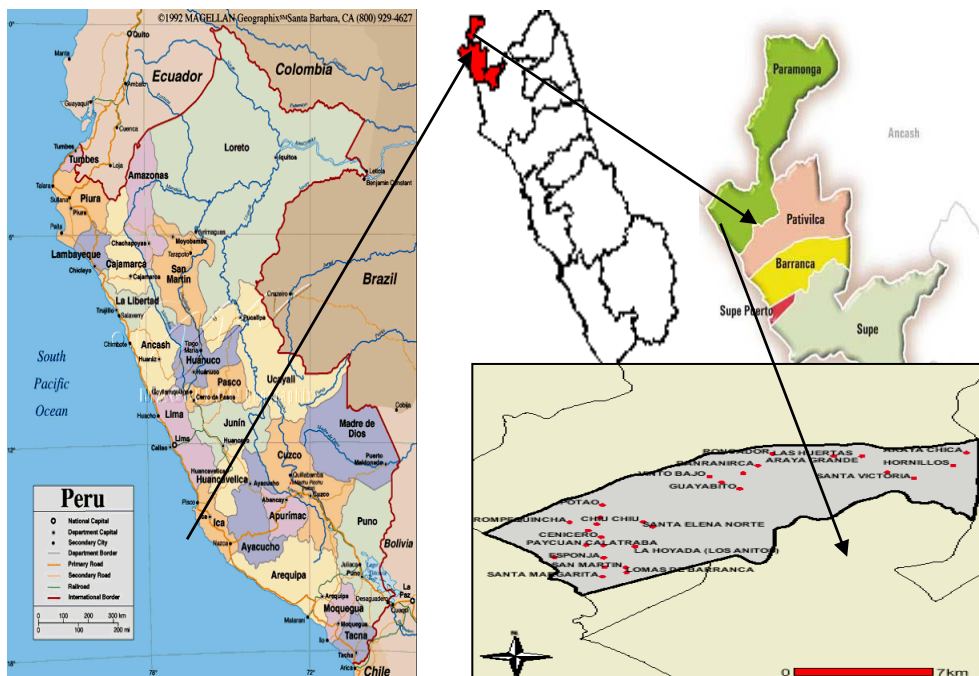
### 2.1 Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Breve descripción del área en estudio

El área comprendida dentro del ámbito de intervención del Proyecto en estudio, se tiene específicamente en:

- Región : Lima
- Provincia : Barranca
- Distrito : Barranca
- Región Geográfica : Costa
- Altitud : 328 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM  
WGS84 – 18S : 8818850 (NORTE)  
212762 (ESTE)

Figura 1: Localización del área del proyecto - C.P. Araya Grande



Fuente: Municipalidad Provincial de Barranca, 2017.

## **A. Vías de comunicación y acceso**

El centro poblado Araya Grande, lugar donde se realizara el proyecto corresponde a la Provincia y Distrito de Barranca, dispone de 01 acceso desde la ciudad de Lima por la panamericana norte Km 196, dirección este a 20 Km, (30 minutos en camioneta).

La principal vía de acceso al centro poblado Araya Grande es la carretera Panamericana Norte Km 196, para el acceso al centro poblado Araya Grande, el servicio de transporte más frecuente se da median combis, siendo estas zonas también transitadas por Minivan y camionetas.

## **B. Clima**

La zona del proyecto posee un clima templado. En época de verano que se inicia desde diciembre hasta mediados de abril, el clima es cálido - húmedo con temperaturas altas.

En época de invierno que se inicia desde mayo hasta mediados de noviembre el clima es húmedo - frío. Según la atmósfera, solo algunas veces, se presenta la garúa.

## **C. Población**

De acuerdo a los datos tomados en el último empadronamiento, se sabe el que centro poblado Araya Grande consta con una población aproximada de 816 persona y 234 viviendas.

Además considerar que cuenta con escuelas, constando de 23 sus estudiantes de nivel inicial, 95 estudiantes para el nivel primaria y 84 estudiantes para el nivel secundaria.

### 2.1.2. Investigaciones internacionales

Lam (2011) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango*, realizada en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, Guatemala.

**Plantea con el objetivo:** “Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ El sistema de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, se diseñó por gravedad, aprovechando las ventajas topográficas que presenta el lugar, para una población de 850 habitantes distribuidas en 150 viviendas. Además, el sistema de distribución funcionará por medio de ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas.
- ✓ El criterio para determinar la dotación dependió directamente de poder tener una vida útil adecuada para que el sistema sea viable y funcional. Además por la magnitud del proyecto se designó la dotación mínima para optimizar y reducir los costos.
- ✓ Por otra parte, los beneficiarios del proyecto formulado podrán solucionar y mejorar la situación actual en que viven, al ejecutar el sistema con los componentes adecuados para conducir, almacenar, desinfectar y distribuir el vital líquido.

Alvarado (2013) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá, realizada en la Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.

**Plantea con el objetivo:** “Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, Provincia de Loja”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ El presente estudio se constituye la herramienta fundamental para la ejecución o construcción, será posible implementar un sistema de abastecimiento para la comunidad de San Vicente, que cumpla las condiciones de cantidad y calidad y de esta manera garantizar la demanda en los puntos de abastecimiento y la salud para los moradores de este sector.
- ✓ Las conexiones domiciliarias y sistemas de medición se colocarán en toda la comunidad y se deberá considerar una toma domiciliaria por cada predio con una tubería de 20 mm de diámetro (1/2”).

Moreno (2006) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: Diseño de la red de distribución de agua potable de las comunidades del Tigrito, Mataruca y el Pardillal. Municipio Guaicaipuro, Estado Miranda, realizada en la Universidad Simón Bolívar, Miranda, Venezuela.

**Plantea con el objetivo:** “Diseñar la red de distribución de agua potable de las comunidades del Pardillal, Mataruca y El Tigrito ubicadas en el Municipio de Guaicaipuro, Estado Miranda”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ El servicio de agua potable de las Zonas del Pardillal, Mataruca y El Tigrito es insuficiente para las necesidades de los pobladores actuales. La antigüedad de las instalaciones, el gran número de conexiones informales y la expansión demográfica descontrolada son las razones principales para la precariedad del servicio.
- ✓ La propuesta de una red con tubería principal de Ø 200 mm (8”) de PVC resulta un diseño sobredimensionado sin justificación económica. Para un caudal medio al año 2025 de 8,71 l/s, un ramal principal de diámetro ocho (8) pulgadas presenta pérdidas por fricción muy similares a las de tramos de seis (6) pulgadas, por lo que la utilización de diámetros superiores a éste último acarreará pérdidas monetarias.
- ✓ La solución más conveniente al problema de abastecimiento de las comunidades del Pardillal, Mataruca y El Tigrito es una red de distribución que totaliza ocho kilómetros (8km) de tubería, en diámetros entre seis (6), cuatro (4) y tres (3) pulgadas en PVC clase AB, con siete (7) válvulas reguladoras de presión y veintidós (22) de servicio. La propuesta definitiva, así denominada, engloba las características técnicas y demográficas que caracterizan a los sectores, con el fin de aportar un proyecto que opere científicamente respaldado.



### 2.1.3. Investigaciones nacionales

Jara & Santos (2014) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El Calvario y Rincón de Pampa Grande del Distrito de Curgos - La Libertad*, realizada en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

**Plantea con el objetivo:** Realizar el “Diseño De Abastecimiento De Agua Potable Y El Diseño De Alcantarillado De Las Localidades: El Calvario Y El Rincón De Pampa Grande, Distrito De Curgos - La Libertad”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ El cálculo poblacional y desarrollo urbano, presentado para el año 2034 (Horizonte de Estudio) es de 2,609 habitantes.
- ✓ Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logrará un servicio de agua potable óptimo que permitirá elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; de ahí que si el presente proyecto llegase a ser ejecutado se habrá contribuido en gran manera para este de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario den un paso importante en su proceso de desarrollo.
- ✓ Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del programa Establecido por FONCODES y de amplio uso en nuestro país.

- ✓ Se realizó el Estudio del Proyecto de Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de los Caseríos de Pampa Grande y el Calvario, del Distrito de Curgos, Departamento La Libertad, Obteniendo un diámetro a usar en Conducción, Aducción y matrices del agua potable de 4", Clase A-7.5 que satisfagan los parámetros para el correcto funcionamiento del diseño.

Lossio (2012) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *Sistema de abastecimiento de agua potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones*, realizada en la Universidad de Piura, Piura, Perú.

**Plantea con el objetivo:** Realizar el “Sistema de abastecimiento de agua potable para Cuatro Poblados Rurales del Distrito de Lancones”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ En el presente trabajo de tesis se ha desarrollado una metodología para el diseño de los elementos principales de los sistemas de abastecimiento de agua potable en las zonas rurales de la costa norte del Perú, empleándose una tecnología apropiada para las condiciones climatológicas locales, de mantenimiento sencillo y consecuente con el medio ambiente, articulada a un programa de educación sanitaria, fortaleciendo la capacidad de organización de la población y revalorando el papel de la mujer en el desarrollo de la comunidad.
- ✓ La promoción y desarrollo adecuados de cualquier programa encaminado a mejorar las condiciones de vida de una comunidad, como los sistemas de abastecimiento de agua potable, por

ejemplo, depende no sólo del concurso de conocimientos y prácticas de orden científico y técnico, más la capacidad económica de los usuarios o entidades de cooperación, sino también del robustecimiento de las relaciones interpersonales y, particularmente, de la disposición de sus gentes para aceptar la modificación de sus conceptos y prácticas tradicionales

- ✓ Para el diseño se contemplara una captación mediante noria, se plantea el diseño de una Línea de conducción de tubería PVC de 200 mm con una longitud de 461.54 m, ideal para su funcionamiento y llegar en buenas condiciones al reservorio, augurando así la disposición de agua que necesitan los pobladores, el Reservorio de tipo circular de diámetro y altura de nivel máximo de agua de 4 m y 2.85 m respectivamente. Las paredes tendrán un espesor de 0.20 m. - Redes de distribución que suman una longitud de 19.6 km, que abastecen a 39 piletas. - Cámara rompe presión.
- ✓ Con la puesta en marcha del proyecto: Sistema de abastecimiento de agua potable en los poblados Charancito, El Naranjo, Charán Grande y El Alumbre, se ha evitado el consumo de agua desde fuentes superficiales contaminadas, lo que ha depuesto el peligro de contraer enfermedades gastrointestinales. Además ha promovido de manera general la permanencia de los habitantes en sus localidades, y ha contribuido a la reducción de la pobreza; propiciando el acceso de poblaciones vulnerables de la zona rural fronteriza del distrito de Lancones, a un servicio de

abastecimiento de agua potable adecuado y a la formación higiénico sanitaria.

Espinoza & Santaria (2016) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *Análisis comparativo entre los Sistemas de galerías filtrantes y pozos profundos en la etapa de captación y conducción para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el Distrito de Ica, sector n°4: Santa Maria*, realizada en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

**Plantea con el objetivo:** Realizar el “Análisis comparativo entre los Sistemas de galerías filtrantes y pozos profundos en la etapa de captación y conducción para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el Distrito de Ica, sector n°4: Santa Maria”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ Existen dos alternativas para el abastecimiento de agua en Ica, el primer sistema es el de pozos profundos y es con el que actualmente trabaja el distrito de Ica, el cual está dejando de ser factible ya que la calidad de agua y el rendimiento del mismo son muy bajos. El segundo sistema es el de galerías de infiltración, ya utilizados en regiones cercanas a Ica y presentando un buen desempeño a nivel de calidad y rendimiento.
- ✓ Según el análisis realizado, la demanda en el sector N°04 es de 106.05 l/s, teniendo una oferta actual de los tres pozos de 114 l/s y de la galería de infiltración en San José de Los Molinos de 116.1 l/s. Como se puede apreciar, ambos sistemas satisfacen la demanda, pero según la gráfica del balance ambos sistemas no

llegarán a cubrir la demanda en el futuro (Año 2043) por lo que sería más eficiente ampliar la galería de infiltración o trabajar con ambos sistemas.

- ✓ De las pruebas físico-químicas y bacteriológicas se concluye que con el sistema de galería filtrante se obtiene una mejor calidad de agua, beneficiando a la población estudiada. En cambio, los parámetros obtenidos en los pozos presentan una tendencia de aumento y están muy próximo a los límites permisibles. Se recomienda realizar evaluaciones periódicas de metales pesados por posible surgimiento de minas artesanales que evacuen sus relaves cerca al acuífero de los Molinos.
- ✓ Finalmente, se concluye que bajo el primer criterio (calidad del agua) la galería presenta unos parámetros físicos-químicos y bacteriológicos muy por debajo de los límites permisibles, a diferencia de los parámetros de los pozos, es por ello que bajo este contexto el acuífero de las galerías presentan una calidad de agua mejor que la de los pozos. Bajo el segundo criterio (Procedimientos constructivos) la construcción de la galería filtrante requiere de un mayor despliegue de recursos y un mayor desarrollo de actividades en la ejecución a diferencia de los pozos, es por ello que bajo este contexto el pozo es más factible. Finalmente, en el tercer criterio, el costo de ejecución, operación y mantenimiento de las galerías, en el tiempo, son más económicas y más rentables que la de los pozos.

Hurtado & Martínez (2012) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *“Proceso constructivo del Sistema de agua potable y alcantarillado del Distrito de Chuquibambilla – Grau - Apurímac,* realizada en la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

**Plantea con el objetivo:** “Realizar el Proceso Constructivo del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado, del distrito de Chuquibambilla Provincia de Grau Departamento de Apurímac”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logra elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores, así como el crecimiento de cada una de las actividades económicas; se ha contribuido en gran manera que el distrito de Chuquibambilla, de un paso importante en su proceso de desarrollo.
- ✓ Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de distribución de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del watercad de amplio uso en nuestro país, el cumplimiento de estos parámetros permite a los pobladores contar con un sistema de distribución óptimo y continuo del servicio de agua potable, lo cual contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

Concha & Guillén (2014) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: *“Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia*

y *Departamento de Ica*), realizada en la Universidad San Martín de Porras, Lima, Perú.

**Plantea con el objetivo:** “Mejorar y ampliar el sistema de abastecimiento de agua potable en la urbanización Valle Esmeralda, Ica”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ De acuerdo con la prueba de acuífero, la zona cuenta con un buen acuífero para la explotación de aguas subterráneas, garantizando la cantidad constante de agua.
- ✓ De acuerdo con las pruebas realizadas para cubrir la demanda de la futura urbanización, el caudal de bombeo será de 60 lt/seg con un tiempo de bombeo de 24 hr.
- ✓ El agua del reservorio será tratada por cloro mediante goteo para garantizar condiciones de consumo, siendo el agua potable y de calidad para los pobladores.
- ✓ En el análisis económico, se selecciona la alternativa del mejoramiento del pozo tubular existente que es 50% de menor costo que la alternativa de diseño de nuevo pozo.

Olivari & Castro (2008) con la tesis para optar al título de Ing. Civil titulado: “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque*”, realizada en la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

**Plantea con el objetivo:** “El objetivo de Proyecto de Elevar el nivel de vida de la población del área en proyecto “Centro Poblado Cruz de

Médano”-Morrope-Lambayeque con la implementación de un sistema de Abastecimiento de agua y Alcantarillado, sin que la población se perjudique, siendo un proyecto sostenible, tener un programa de contingencia frente a una imprevisto”.

**Concluye diciendo:**

- ✓ El presente estudio brindara servicio de Agua Potable y Alcantarillado al Centro Poblado Cruz de Médano, satisfaciendo sus necesidades hasta el año 2027.
- ✓ Se ha diseñado un tanque elevado de 600m<sup>3</sup> que regulara las variaciones de consumo, teniendo la dotación necesaria para abastecer a los moradores del centro poblado Cruz de Médano, el reservorio tendrá entonces la capacidad suficiente para la proyección de un servicio de abastecimiento de agua potable idóneo.
- ✓ El programa Watercad cumplió ampliamente con lo previsto pues su manejo es más versátil, debido al rápido proceso de edición y análisis de simulación hidráulica es mucho y amplio a diferencia del Epanet,

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Agua Potable en el Perú**

Según Agüero (2009) El agua y saneamiento son factores esenciales que aportan a la mejora de las condiciones de vida de los pobladores.

Lamentablemente, no todos tenemos uso de un servicio de saneamiento potable, las poblaciones más afectadas son las que cuentan con menores ingresos.



Las cifras actuales, en el Perú revelan que existen 7.9 millones de pobladores rurales de los cuales 3 millones (38%) no tienen acceso a agua potable y 5.5 millones (70%) no cuentan con saneamiento.

Incluso los estudios determinan que para el 2025 habrá escasez de agua en 48 países y uno de ellos es el Perú. Teniendo como antecedentes una debilidad histórica de los años 1990 al 2002 por los limitados recursos económicos y el lento aprendizaje de parte de los diferentes gobiernos, situación que no ha cambiado en gran medida al actualidad (2018).

En los últimos 5 años y con el financiamiento del Banco Mundial, el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento a través del Programa Nacional de Agua Potable y Saneamiento Rural (PRONASAR), viene implementando masivamente proyectos de agua y saneamiento con Operadores Regionales. Dentro de sus actividades considera los componentes de Infraestructura, Educación Sanitaria, Gestión de las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS).

En el caso de comunidades rurales que se encuentran aisladas geográficamente, se verá necesario evaluar alternativas de diseño, según costo y acceso a las zonas que necesiten contar con este servicio para la mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

### **2.2.2 Sistema de abastecimiento de agua potable**

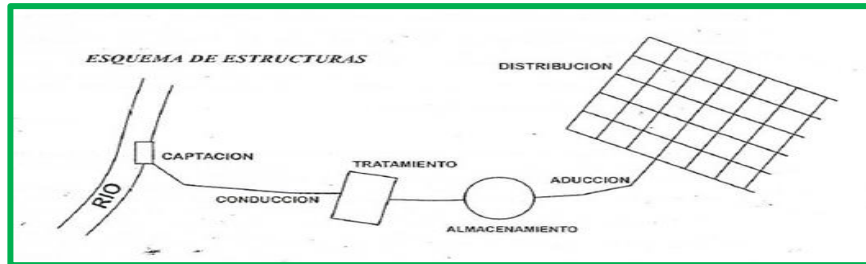
Vierendel (1990) refiere que un sistema de abastecimiento de agua potable es un conjunto de obras que permiten que una comunidad pueda obtener el agua para fines de consumo doméstico, servicios públicos, industrial, comercial y otros usos.

Procurando proporcionar agua a la población de manera eficiente considerando la calidad (desde el punto de vista físico, químico y

bacteriológico), la cantidad, la continuidad y confiabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable.

Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable: Fuente de abastecimiento, Captación, Conducción, Tratamiento, Almacenamiento, Aducción, Distribución y conexiones domiciliarias.

Figura 2: Componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable



Fuente: Vierendel, 1990.

### 2.2.3 Datos básicos de diseño

Según Moya (2000):

Un sistema de abastecimiento de Agua Potable está conformado por una serie de estructuras (captación, conducción, tratamiento, almacenamiento, aducción y distribución) que serán diseñadas adecuadamente en base a los siguientes parámetros: Periodo de diseño, consumo, dotación, población, área de diseño.

#### Periodo de diseño

En el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario establecer la vida útil de todos los componentes de saneamiento en base a la población futura proyectada a abastecer, definiendo al periodo de diseño como el tiempo en años de la vida útil de la obra de saneamiento.

#### Métodos para el cálculo de la población

- **Métodos aritmético**

Este método considera el crecimiento de la población igual a una línea recta y por ello se está adecuando al periodo de franco crecimiento.

$$Pf = Pax\left(1 + \frac{rxt}{1000}\right)$$

Dónde:

Pf = Población final.

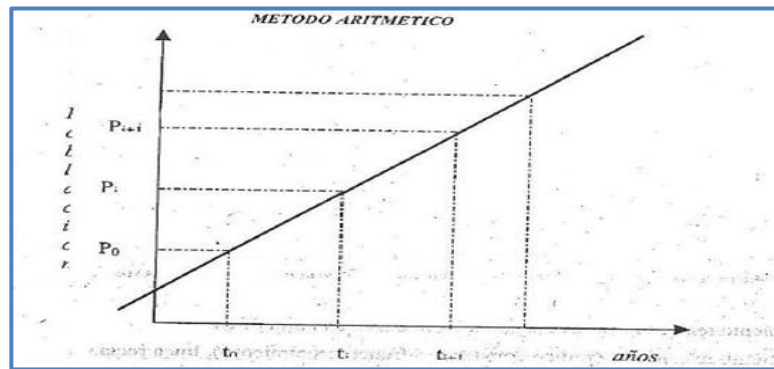
Pa = Población actual.

r = coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = tiempo en años.

Obteniendo con el valor de los censos r.

Figura 3: Grafio del método aritmético



Fuente: Moya Próspera, Abastecimiento de agua potable y alcantarillado, 2000.

- **Método de interés Simple**

Se considera el crecimiento de la población como el crecimiento de un capital colocado a un interés simple y tendremos la ecuación de una línea recta.

$$P = Po [1 - r (t-to)];$$

$P = Po - rPo (t-to)$ ; también es la fórmula de la línea recta

$$y = A + Bx;$$

$$r = (Pi+1 - Pi) / (Pi (t - to))$$

Donde:

P = Población a calcular

Po = Población actual

r = razón de crecimiento, constante

t = tiempo futuro o tiempo a calcular

t<sub>0</sub> = tiempo inicial o actual

Obteniendo con el valor de los censos r<sub>i</sub>, r<sub>i+1</sub>, r<sub>i+2</sub>, r<sub>i+3</sub> y luego promediándoles tendremos el valor de r (media aritmética de los valores).

$$r = (\sum r) / n = (r_i + r_{i+1} + r_{i+2} + r_{i+3}) / 4$$

- **Método de interés compuesto o método geométrico**

Considera que el crecimiento de una población es semejante al crecimiento de un capital colocado a un interés compuesto; esto se emplea en el periodo de saturación (la curva es parabólica).

$P = P_0 * r^{(t-t_0)}$ ; si despejamos el valor de r, tendremos:

$r = \sqrt[t-t_0]{P^{i+1}/P^i}$ ; reemplazando los valores de los censos hallaremos para cada uno de estos un r, a los cuales calcularemos la media geométrica para obtener  $\bar{r}$ ;  $\bar{r} = \sqrt[n]{r_i \times r_{i+1} \times r_{i+2} \times \dots \times r_m}$

### **Consumo**

Para el diseño de un abastecimiento de agua potable será esencial conocer la cantidad de habitantes actual, la población futura proyectada y las dotaciones indicadas para zona rural según el reglamento nacional de edificaciones.

El consumo por habitante por día se expresa en litros por persona y por día (lts/hab/día) unidad que esta denomina a la dotación.

- **Consumo Promedio Diario (Q<sub>p</sub>)**

Se define como el promedio de los consumos diarios durante un año, su unidad se encuentra en lt/s y esta expresado en la siguiente formula:

$$Q_p = \text{Población (hab)} \times \text{Dotación (lts/hab/día)} / 86400$$

Considerando pérdidas:

$$Q_p = (\text{Población} \times \text{Dotación} / 86400) / (1 - \% \text{perdidas en el sistema})$$

Si faltan datos, se recomienda considerar un porcentaje de 15% para las pérdidas en el sistema.

- **Consumo Máximo Diario (Q<sub>max</sub> Diario):**

Se define como el día de máximo consumo de una serie de registros durante los 365 días del año.

Se tiene la siguiente expresión:  $Q_{\text{max}} \text{ Diario} = K_1 \times Q_p \dots\dots (K_1=1.3)$

- **Consumo Máximo Horario (Q<sub>max</sub> Horario):**

Se define como la hora de máximo consumo. El consumo máximo horario está relacionado respecto al caudal promedio.

$$Q_{\text{max}} \text{ Horario} = K_2 \times Q_p \dots\dots\dots (K_2 = \text{varía entre } 1.8 \text{ a } 2.5)$$

*Tabla 1: Cuadro de resumen del caudal de diseño*

COMPONENTE	CAUDAL DE DISEÑO	FORMULA	DEFINICIONES
Captación			
Línea de Conducción	Q <sub>md</sub> : Caudal Máximo Diario (L/s)	$Q_{md} = K_1 \times Q_p$	Q <sub>p</sub> : Caudal promedio (L/s) Q <sub>p</sub> = Consumo + Pérdidas K <sub>1</sub> = 1.3
Planta de Tratamiento de Agua Potable			
Línea de Aducción	Q <sub>mh</sub> : Caudal Máximo Horario (L/s)	$Q_{mh} = K_2 \times Q_p$	K <sub>2</sub> = 2.0
Redes de Distribución			

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.

### **Dotación**

Es la cantidad en l/hab/día que se estima se consume por habitante y que comprende todos los tipos de consumo en un día promedio anual.

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2016). Norma OS.100:

**Tabla 2: Cuadro de dotaciones según el RNE. Norma OS.100**

<b>Criterio</b>	<b>Clima frio</b>	<b>Clima templado</b>	<b>Clima calido</b>
Sistemas con conexiones	220 l/hab/día	180 l/hab/día	220 l/hab/día
Lotes de área menor o igual a 90 m <sup>2</sup>	150 l/hab/día	120 l/hab/día	150 l/hab/día
Sistemas de abastecimiento por surtidores, camión cisterna o piletas públicas.	30-50 l/hab/día	30-50 l/hab/día	30-50 l/hab/día

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Programa Nacional de Saneamiento: Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (Rural y Urbano):

**Tabla 3: Cuadro de dotaciones en instituciones educativas**

<b>Instituciones Educativas</b>	<b>Dotación lt/alumno/día</b>
Educación Inicial	10 l/al/día
Educación Primaria	15 l/al/día
Educación Secundaria	20 l/al/día

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016.

#### **2.2.4 Cantidad de agua**

Según Agüero (1997) En la mayor parte de las zonas rurales de nuestro país se tiene como fuente las aguas subterráneas.

Lo ideal sería que la realización de aforos se efectuaran en la temporada crítica de rendimientos, que será en los meses de estiaje y lluvias, de esta manera se podrían determinar los caudales mínimos y máximos.

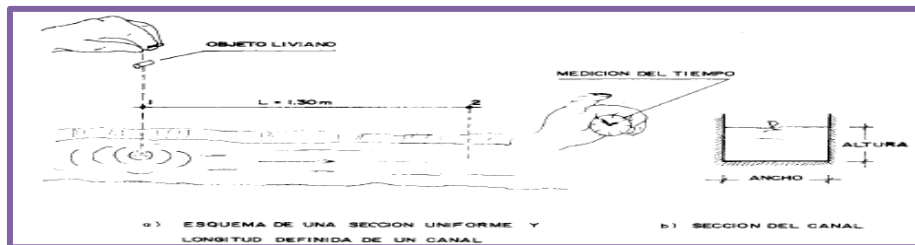
El valor del caudal mínimo debe ser superior al consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura.

Hay varios métodos que permiten determinar el caudal de agua siendo los más frecuentes en las zonas rurales en esta clase de proyectos, el método volumétrico que calcula hasta un máximo de 10 l/s y el método de velocidad-área que calcula caudales mayores a 10 l/s.

- **Método velocidad-área**

Con este método se mide la velocidad del agua mediante el uso de un objeto flotante cronometrando el tiempo que tarda en llegar de un punto a otro en la sección de la fuente (ver Figura 4).

Figura 4: Aforo de agua por el método Velocidad-Agua



Fuente: Agüero Pittman, 1997.

### 2.2.5 Calidad de agua

Según Agüero (1997) El agua potable es de calidad cuando al consumirla no daña el organismo del ser humano ni daña los materiales a ser usados en la construcción de las estructuras de abastecimiento de agua potable.

Los requisitos básicos para que el agua sea potable, son:

- Estar libre de organismos patógenos que causan enfermedades.
- Que sus compuestos no contengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud de las personas.
- Presentar baja turbidez, claridad y no ser salina.
- No contener compuestos que le den un sabor y olor desagradable al agua.
- Que no sean corrosivas, para evitar perjudicar las estructuras del sistema de abastecimiento de agua potable.

- Que no manchen ni contaminen la ropa lavada con el agua del sistema de abastecimiento.

Cada país tiene sus reglamentos y parámetros de tolerancia de los requisitos que debe cumplir una fuente. Para conocer la calidad del agua de las fuentes se realizaran los análisis físicos, químico y bacteriológico, al tomar la muestra de agua se seguirán los siguientes pasos para su análisis físico y químico:

- Limpiar el área cercana a la fuente eliminando la vegetación y cuerpos extraños que afecten a la fuente.
- Tomar la muestra de la fuente en un envase de vidrio.
- Enviar la muestra al laboratorio lo más pronto posible, con tiempo límite de 72 horas.

Toma de muestra para el análisis bacteriológico:

- Utilizar frascos de vidrio esterilizados del laboratorio, durante la toma de muestra, sujetar el frasco por el fondo, no tocar el cuello ni la tapa.
- Llenar el frasco sin enjuagarlo, dejar un espacio de un tercio de aire.
- Etiquetar con claridad los datos del remitente, localidad, nombre de la fuente, punto de toma de la muestra y su fecha.
- Enviar la muestra al laboratorio a la brevedad, de 1 a 6 horas si la muestra ha estado sin refrigeración y de 6 a 30 horas si la muestra ha sido refrigerada.
- En las tablas 4, 5, 6, se presentan los rangos tolerables para las características físicoquímicos del agua y en la tabla 7 se indican los requisitos bacteriológicos; establecido por las Normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS).



**Tabla 4: Sustancias y propiedades químicas que influyen sobre la aceptabilidad del agua para usos domésticos**

CONCENTRACION O PROPIEDAD	CONCENTRACION MÁXIMA DESEABLE	CONCENTRACIÓN MÁXIMA ADMISIBLE
SUSTANCIAS Decolorantes (coloración)	5 unidades	50 unidades
SUSTANCIAS olorosas	ninguna	ninguna
SUSTANCIAS QUE DAN SABOR	ninguna	ninguna
MATERIAL EN SUSPENSION (turbidez)	5 unidades	25 unidades
SOLIDOS TOTALES	500 mg/l	1500mg/l
p.H.	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
Detergentes anionicos	0.2 mg/l	1 mg/l
Aceite mineral	0.001 mg/l	0.30 mg/l
Compuestos fenólicos	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Dureza total	2 m Eq/l (100mg/lCaCO3)	10 m Eq/l (500mg/lCaCO3)
NITRATOS (NO3)	-	45 mg/l
CLORUROS (en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
Cobre (Cu)	0.05mg/l	1.5mg/l
Calcio (Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Hierro (Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
Magnesio (Mg)	30 mg/l	150 mg/l
Manganeso (Mn)	0.05mg/l	0.5mg/l
Sulfato (SO4)	200 mg/l	400 mg/l
ZINC (Zn)	5mg/l	15mg/l

Fuente: OMS- Ministerio de Salud, 1972.

**Tabla 5: Límites provisionales para las sustancias toxicas en el agua potable**

SUSTANCIA	CON CONCENTRACIÓN MÁXIMA
Arsénico (en As)	0.05
Cadmio (en Cd)	0.01
Cianuro (en Cn)	0.05
Mercurio Total (en Hg)	0.001
Plomo (en Pb)	0.10
Selenio (en Se)	0.01

Fuente: OMS- Ministerio de Salud, 1972.

**Tabla 6: Concentración de fluoruros recomendadas para el agua potable**

PROMEDIO ANUAL DE TEMPERATURAS MÁXIMAS DEL AIRE EN C°	LIMITES RECOMENDADOS PARA LOS FLORUROS (mg/l)	
	INFERIOR	MÁXIMA
10.0 – 12.0	0.90	1.70
12.1 – 14.6	0.80	1.50
14.7 – 17.6	0.80	1.30
17.7 – 21.4	0.70	1.20
21.5 – 26.2	0.70	1.00
26.3 – 32.6	0.60	0.80

Fuente: OMS- Ministerio de Salud, 1972.

**Tabla 7: Normas de calidad bacteriológica aplicables a los abastecimientos de agua potable**

### **1. El agua en la red de distribución**

- a. En el curso del año el 95% de las muestras no deben contener ningún germen coliforme en 100 m.l.
- b. Ninguna muestra ha de contener E. Coli en 100 m.l.
- c. Ninguna muestra ha de contener más de 10 gérmenes coliformes por 100 m.l.
- d. En ningún caso han de hallarse gérmenes en 100 m.l. de dos muestras consecutivas.

### **2. Al entrar en la red de distribución**

Agua sin desinfectar. Ningún agua que entre en la red de distribución debe considerarse satisfactoria si en una muestra de 100 m.l. se halla E-Coli, en ausencia de este puede tolerarse hasta tres gérmenes coliformes en algunas muestras de 100 m.l. de agua no desinfectada.

Fuente: OMS- Ministerio de Salud, 1972

## **2.2.6 Fuentes de abastecimiento**

Según Agüero (1997):

Las fuentes de agua es el elemento primordial en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, siendo necesario definir aspectos

básicos para la selección de la fuente de abastecimiento, aspecto como: su ubicación, tipo, cantidad y calidad.

Tanto la ubicación, la topografía del terreno, como la naturaleza de la fuente de Abastecimiento determinaran el tipo de sistema, que pueden ser los siguientes: por gravedad y por bombeo.

El sistema de agua potable por gravedad se utilizara cuando la fuente de agua se encuentre en una cota elevada superior al nivel al que se encuentra la población, en caso la fuente se encontrara en un nivel inferior al de la población se usara el sistema por bombeo, transportando el agua aun un reservorio ubicado en una cota de mayor nivel.

Según la forma de abastecimiento consideramos tres tipos de fuentes: aguas de lluvia, aguas superficiales y aguas subterráneas.

**a. Agua de lluvia**

La captación de agua de lluvia se emplea si no es posible obtener aguas superficiales y subterráneas de buena calidad, además de un régimen de lluvias importante. Mediante los techos de las casas o algunas superficies impermeables se captara el agua y se conducirá al sistema de abastecimiento.

**b. Aguas superficiales**

Están constituidas por los arroyos, ríos y lagos que discurren naturalmente en la superficie terrestre. Estas fuentes no son tan deseables, al estar expuestas a la intemperie y la necesidad de obras de tratamiento que ello implica. Sin embargo de no existir otra fuente alternativa en la zona, se tendrá que contar con información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad de agua.

### **c. Aguas subterráneas**

Se encuentra en las filtraciones en el suelo hasta la zona de saturación.

La explotación de esta fuente dependerá de las características hidrológicas y de la formación geológica del acuífero.

La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos (excavados y tubulares).

#### **2.2.7 Selección de la fuente de abastecimiento**

Agüero (1997) En la mayoría de poblaciones rurales es más frecuente el uso de dos fuentes de agua: superficial y subterránea. La primera representada por las quebradas, riachuelos y ríos, que conduce agua con alta probabilidad de estar contaminada conteniendo sedimentos y residuos orgánicos; lo que planteara un sistema de tratamiento, implicando la construcción de obras civiles como bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración.

La primera alternativa implicara un alto costo y labores de mantenimiento que se dificultan en las zonas rurales.

La segunda alternativa está representada por captaciones subterráneas como pozos o galerías filtrantes, presentando generalmente agua de buena calidad.

#### **2.2.8 Aguas Subterráneas-acuíferos**

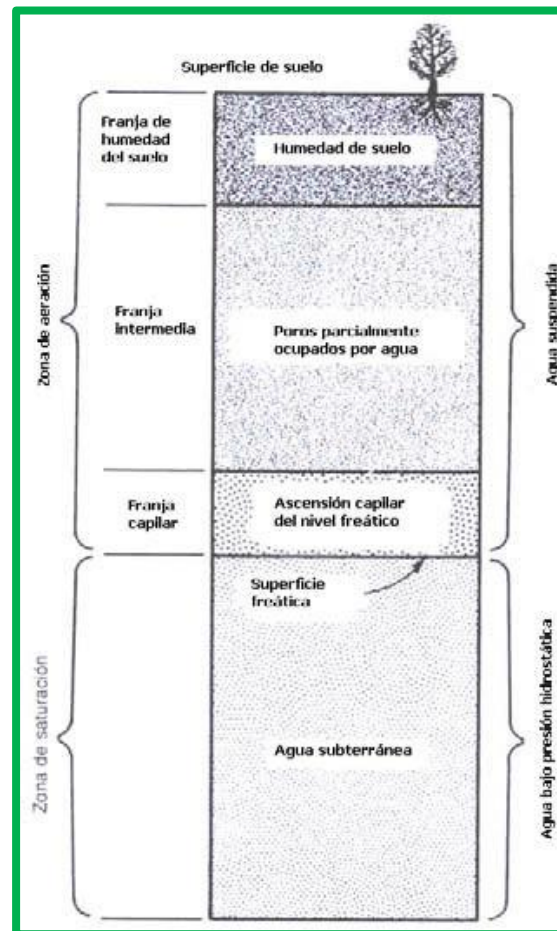
Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002):

##### **Distribución vertical de las aguas subterráneas**

A mayor o menor profundidad, todos los materiales de la corteza terrestre son porosos. Se acostumbra denominar a esta parte zona porosa, pudiendo encontrarse los poros parcial o totalmente saturados de agua.

El estrato superior, en donde los poros están parcialmente ocupados de agua, se denomina “zona de aeración” y el que se encuentra por debajo estando completamente llenas de agua se le conoce como “zona de saturación” (ver figura 5).

Figura 5: Distribución vertical del agua



Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002.

- **Zona de aeración**

Esta zona presenta espacios en donde los macroporos contienen aire y los microporos agua adherida por capilaridad. La presencia de lluvias intensas pueden saturar la zona y las sequías puede dejarla completamente seca.

La zona de aeración se divide en tres franjas: húmeda, intermedia y capilar.

- **Zona de saturación**

Esta zona se representa por el espacio que ocupa permanentemente el agua. El nivel de agua en esta zona se encuentra nivelada, aunque puede presentar desniveles frente a la extracción del agua por bombeo, a la recarga artificial de una fuente ya sean canales, lagos o ríos, llegando en incluso a estar el nivel de agua por encima de la superficie terrestre, como se puede apreciar en lagos y ríos que conecta directamente al acuífero.

### **Acuíferos**

El acuífero se representa por formaciones geológicas permeables saturadas de agua, que presenta propiedades físicas para el almacenamiento y desplazamiento del agua a través de ella, participando como fuentes de abastecimiento para pozos o galerías filtrantes.

En algunos acuíferos, la zona saturada está expuesta a la presión atmosférica, como si estuviera contenida en un recipiente abierto. De esta forma, cuando perforas un pozo dentro de un acuífero freático, el nivel estático de agua dentro del pozo se halla a la misma elevación que el nivel freático, lo cual será importante para la construcción de galerías filtrantes.

- **Propiedades del acuífero**

Entre las dos propiedades más importantes de los mantos acuíferos tenemos la porosidad y la permeabilidad.

#### **a. Porosidad**

Una de las principales propiedades del suelo es la porosidad y se vincula con la cantidad de agua que puede almacenarse en la zona de saturación. La porosidad está representada por el volumen de las

aberturas de un determinado volumen unitario de material. La porosidad, normalmente se la expresa como porcentaje del volumen bruto del material.

**b. Conductividad hidráulica o coeficiente de permeabilidad**

La conductividad hidráulica, es la facilidad con la que un material permite el paso del agua a través de él, y se define como el volumen de agua que escurre a través de un área unitaria de un acuífero bajo una gradiente unitaria y por unidad de tiempo.

Los parámetros principales para el rendimiento de las galerías filtrantes son la conductividad hidráulica, el espesor del acuífero y la gradiente hidráulica, siendo esta última la más importante para los acuíferos con escurrimiento propio.

Para obtener el valor de la conductividad hidráulica se necesitan realizar pruebas de bombeo en pozos, sin embargo el costo de estas pruebas no quedan justificadas para comunidades más pequeñas, por lo cual trabajaremos con valores promedios establecidos en pruebas de laboratorio, como podemos observar en la tabla 7, 8 y 9.

*Tabla 8: Conductividad hidráulica de algunos materiales*

<b>Permeabilidad (m/día)</b>	$10^{-6}$ a $10^{-4}$	$10^{-4}$ a $10^{-2}$	$10^{-2}$ a 1	1 a $10^{2.5}$	$10^{2.5}$ a $10^5$
<b>Calificación</b>	Impermeable	Poco permeable	Algo permeable	Permeable	Muy permeable
<b>Calificación del acuífero</b>	Acuícludo	Acuitardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
<b>Tipo de material</b>	Arcilla compacta	Limo arenosa Limo Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena fina.	Grava limpia

Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002)

**Tabla 9: Valores típicos de la conductividad hidráulica**

Tipo de suelo	Conductividad Hidráulica cm/s
Grava limpia	1 a 100
Arena y grava mezclada	$10^{-2}$ a 10
Arena gruesa limpia	$10^{-2}$ a 1
Arena fina	$10^{-2}$ a $10^{-1}$
Arena limosa	$10^{-3}$ a $10^{-2}$
Arena arcillosa	$10^{-4}$ a $10^{-2}$
Limo	$10^{-8}$ a $10^{-2}$
Arcilla	$10^{-10}$ a $10^{-6}$

Fuente: Coduto (1999)

**Tabla 10: Grado de permeabilidad del suelo**

Grado de permeabilidad	Conductividad Hidráulica cm/s
Elevada	Superior a $10^{-1}$
Media	$10^{-1}$ a $10^{-3}$
Baja	$10^{-3}$ a $10^{-5}$
Muy baja	$10^{-5}$ a $10^{-7}$
Prácticamente impermeable	Menor de $10^{-7}$

Fuente: Whitlow (1994)

### c. Coeficiente de transmisividad

Es la capacidad de un medio poroso para transmitir el agua en base al espesor del horizonte acuífero y su permeabilidad, se define como la razón del caudal en metros cúbicos por día que fluye a través de una sección vertical del acuífero, donde su altura es igual a su espesor, su ancho es de un metro y se expresa en m<sup>2</sup>/d.

$$T = kf \times ha$$

Donde:

T = transmisividad (m<sup>2</sup>/d)

kf = permeabilidad (m/d)

ha = espesor acuífero (m)



#### **d. Coeficiente de almacenamiento**

Es el volumen de agua liberado por la columna de un acuífero de altura igual a todo su espesor y de un metro de ancho.

#### **e. Caudal o gasto específico**

Es la relación que dada entre el caudal de bombeo de un pozo y el descenso en el nivel de las aguas subterráneas que esta extracción provoca. Usualmente se expresa en m<sup>3</sup> /d-m o en l/s-m.

$$q = Q / s$$

Donde:

q = Caudal específico (m<sup>3</sup>/d-m)

Q = Caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/d)

S = Descenso del nivel de las aguas (m)

#### **f. Gradiente hidráulica**

Es la pendiente de la superficie piezométrica en el acuífero y se determina por la relación de la diferencia de niveles entre dos puntos y la distancia entre ellos.

$$i = \frac{(h_1 - h_2)}{l}$$

La velocidad del flujo también puede ser expresada como:

$$V = kf \times i.$$

#### **g. Radio de influencia**

Es la distancia alrededor de la obra de captación hasta donde ocurren descensos en el nivel de agua cuando al realizar el bombeo.

### **2.2.9 Obras de captación – Galería Filtrante**

OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002) Una captación de agua subterránea es una obra que recibe el agua de los pequeños poros, cuando es

extraída por medio de alguna obra artificial, formando un cono de depresión que se extiende hacia los lados de la zona de extracción.

El hecho que la perforación se llene de agua, no implica necesariamente que sea una buena captación. Para darle tal atribución, después de vaciada debe estar en capacidad de volver a llenarse rápidamente, siendo lo ideal que su capacidad de recuperación sea mayor a la capacidad de extracción impidiendo así que el agua se agote.

Las captaciones pueden agruparse en: verticales (pozos excavados, hincados y perforados), horizontales (galerías, zanjas y drenes) y mixtas (pozos radiales y otras combinaciones entre los pozos de tipo vertical y horizontal).

En general, son obras destinadas a la captación y conducción del agua subterránea hasta un punto determinado (cámara de captación para la recepción del agua), ya sea para su distribución o consumo.

Para efectos del presente documento, consideraremos como galerías a los sistemas de captación de aguas subsuperficiales ubicadas en los lechos de los ríos o sus márgenes por medio de drenes, zanjas o galerías artesanales.

Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002), se clasifican de las siguientes maneras:

- **Clasificación según su característica constructiva**

Las galerías pueden ser clasificadas como:

**a) Galerías propiamente dichas:** son excavaciones horizontales que se inician con una boca de entrada, desde donde se procede a excavar la galería propiamente dicha. La parte inferior de la galería se encuentra ubicada por debajo del nivel de agua en la zona de saturación, y la parte superior en la zona húmeda.

**b) Zanjas o trincheras:** Son excavaciones al aire libre, efectuadas si el agua subterránea está muy próxima a la superficie del suelo, siendo innecesaria realizar grandes excavaciones.

**c) Drenes:** Se compone por tuberías perforadas (drenes) instaladas en el fondo de una zanja. Estos drenes se instalan en la zona húmeda del acuífero y se componen por 3 capas: la primera conformada por grava seleccionada para la filtración, la segunda capa de relleno que se obtendrá de las excavaciones y la tercera capa será el sellado de la superficie que se hará con material impermeable con la finalidad de evitar la contaminación del agua por infiltración de las aguas superficiales. Normalmente, el diámetros mínimo de los drenes es 200 mm, con pendientes que fluctúan entre uno y cinco por mil. Dependiendo de la longitud de los drenes, se instalan buzones de reunión.

**d) Captaciones mixtas:** Las galerías propiamente dichas y los drenes pueden combinarse con las captaciones verticales, dando como resultado captaciones del tipo mixto representadas por los pozos radiales.

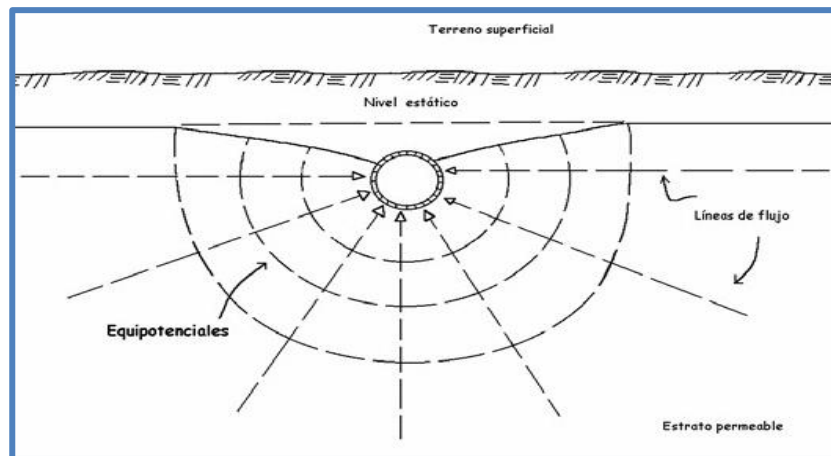
- **Clasificación según características del acuífero**

Se clasifican según las principales características del acuífero: patrón de flujo y régimen de escurrimiento, los primeros tiene dos tipos:

**a) Líneas de flujo horizontales con equipotenciales verticales:** Es característico de las galerías que comprometen todo el espesor del acuífero (galerías tipo zanja) donde las líneas de flujo del escurrimiento siguen una dirección similar a las líneas rectas inclinadas con respecto a la horizontal, y las equipotenciales quedan constituidas por superficies planas que casi coinciden con la vertical, excepto en las cercanías de la captación misma.

**b) Líneas de flujo radiales con equipotenciales cilíndricos o semicilíndricos:** Se presenta en acuíferos profundos con galerías superficiales del tipo dren y se caracteriza por que las líneas de flujo del escurrimiento representan curvas radiales que se dirigen a la captación, y las equipotenciales se representan por superficies cilíndricas, con el centro en el punto de captación (ver figura 6).

Figura 6: Captación con líneas de flujo radiales y equipotenciales cilíndricas



Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002

- **Según el régimen de escurrimiento hacia la captación**

En cuanto al tipo de régimen de escurrimiento hacia la captación pueden existir condiciones de equilibrio y desequilibrio.

De la combinación de los factores patrón de flujo y régimen de escurrimiento, se definen:

**a. Galerías que comprometen todo el espesor del acuífero:** Esta situación se da en acuíferos de poco espesor, en los que la galería de filtración se ubica en la parte inferior del acuífero (estrato impermeable).

Las galerías pueden ser de dos tipos:

**a.1. Galerías en acuífero con escurrimiento propio:** Considera que la masa de agua se desplaza en un solo sentido a través del estrato permeable y es interceptada por la galería.

a.2. **Galerías en acuífero con recarga superficial:** El concepto es similar al anterior, a excepción que el agua de recarga es suministrada por un cuerpo de agua superficial.

**b. Galerías que comprometen la parte superior del acuífero:** Está representado por acuíferos profundos y de gran potencia, en donde la obra de captación se ubica en la parte superior del acuífero y es abastecida por ambos lados. También se presentan dos posibilidades:

b.1. **Galerías en acuífero con escurrimiento propio:** La galería recolecta los escurrimientos propios del acuífero por ambas caras del dren.

b.2. **Galerías en acuífero con recarga superficial:** La galería recolecta los escurrimientos tanto del acuífero propiamente dicho como del agua proveniente de un cuerpo superficial (ver figura 7).

Figura 7: Galería con escurrimiento propio y recarga superficial



Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002.

**c. Galerías en acuíferos con recarga superficial:** La galería se encuentra en un acuífero ubicado por debajo de una fuente de agua, la misma que la recarga no produciéndose el abatimiento de la napa de agua. Estos tipos de captaciones se construyen en fondos de lagos y ríos.

c.1. **Galerías en acuífero de gran espesor:** El estrato impermeable se ubica a gran profundidad con respecto al lugar donde se encuentra ubicada la galería.

c.2. Galerías en acuífero de poco espesor: El estrato impermeable se ubica por debajo del dren.

### 2.2.10 Cálculo hidráulico – Galería filtrante

Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002) Para el diseño de galerías de filtración se disponen de varios métodos de cálculo: unos deducidos a partir de la ecuación de Dupuit y otros elaborados por diferentes científicos.

Considerando que el proyectista de pequeñas obras de abastecimiento tiene que diseñar una galería de filtración en base a su experiencia y, por lo general, sin un detallado estudio hidrogeológico, resulta una buena práctica calcular por medio de diferentes métodos, variando los parámetros dentro de un rango razonable de magnitud, para luego seleccionar los resultados más probables.

Es necesario tener en cuenta los siguientes elementos:

**Tabla 11: Cuadro de elementos de un acuífero**

<b>Elementos</b>	<b>Símbolos</b>	<b>Unidad</b>
Conductividad hidráulica o permeabilidad:	$k_f$	[m/s]
Profundidad del acuífero:	H	[m]
Transmisividad [ $k_f \cdot H$ ]	T	[m <sup>2</sup> /s]
Espesor dinámico del acuífero en el punto de observación.	H b	[m]
Espesor dinámico del acuífero en la galería:	H d	[m]
Pendiente dinámica del acuífero:	i	[m/m]
Porosidad efectiva:	S	[adimensional]
Radio de influencia del abatimiento	R	[m]
Distancia entre la galería y el pozo de observación	L	[m]

Distancia entre la galería y el punto de recarga	D	[m]
--	---	-----

Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002

**Tabla 12: Cuadro de elementos de la galería filtrante**

Elementos	Símbolos	Unidad
Radio del dren:	r	[m]
Tiempo de extracción del agua de la galería	t	[s]
Abatimiento de la napa de agua a la altura de la galería.	s	[m]
Mínimo tirante de agua encima del lecho del curso o cuerpo de agua superficial:	a	[m]
Profundidad del estrato impermeable con respecto a la ubicación del dren	b	[m]
Profundidad de ubicación del dren con respecto al fondo del curso o cuerpo de agua superficial:	z	[m]
Carga de la columna de agua sobre el dren	pd	[m]

Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002.

• **Ecuación de Dupuit para galerías que comprometen la parte superior del acuífero:**

Considera que la ubicación del dren por debajo del nivel natural de la napa de agua es pequeña en relación con el espesor del acuífero, estas galerías pueden ser de 2 tipos:

a. *Acuífero con escurrimiento propio:* La ecuación general que gobierna este tipo de galería es:

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{\pi x K x a}{\text{Ln} \left( \left( \frac{1}{i} x \sqrt{\frac{Q x a}{K x \pi}} \right) / r \right)}$$

Cuyas variables a ser utilizadas son las siguientes:

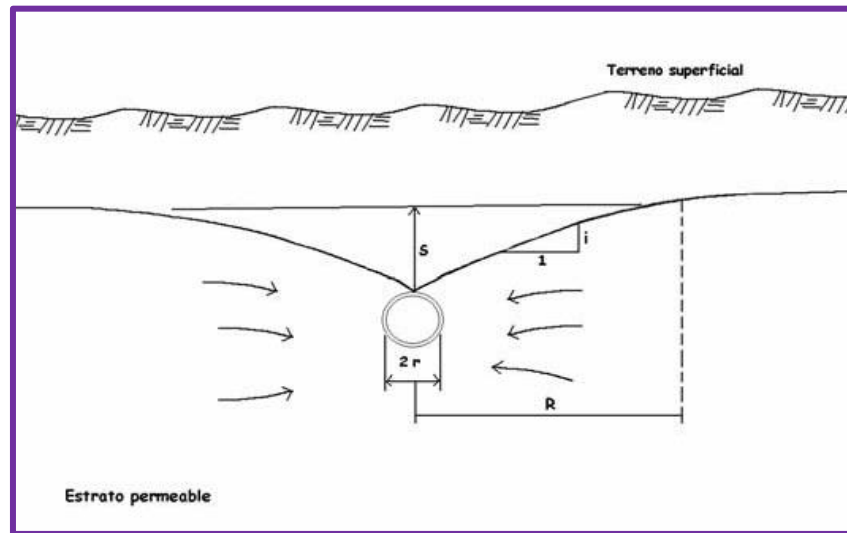
“K” es el coeficiente de permeabilidad promedio del acuífero,

“a” es la profundidad a la que se encuentra la galería bajo el nivel freático original,

“i” es la gradiente hidráulica natural del acuífero,

“r” es el radio del conducto.

Figura 8: Galería que compromete la parte superior del acuífero con escurrimiento propio.



Fuente: Según OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR, 2002.

Esta última ecuación se resuelve por aproximaciones sucesivas. El caudal máximo que puede ser extraído se obtiene cuando el abatimiento de la napa de agua “s” alcanza la parte superior del dren.

La ecuación de Hooghoudt fue desarrollada para el cálculo y permite determinar el caudal específico por área superficial y expresa el caudal unitario por área superficial.

$$q' = (8 * k_f * d * s + 4 * k_f * s^2) / D_d^2$$

A su vez:

$$d = D_d / [8 * (F_h + F_r)]$$

$$F_h = (D_d - H_d \sqrt{2})^2 / (8xH_dx D_d)$$

$$F_r = Ln\left(\frac{H_d}{\sqrt{2}xr}\right) / \pi$$



Siendo:

D = Profundidad equivalente

Dd = Separación entre drenes (m)

*b. Acuífero con recarga superficial:* La ecuación que gobierna esta situación es similar a la anterior, con la única diferencia que el radio de influencia de la galería [R] es conocido y está representado por la distancia a la fuente de recarga [D] (ver figura 25):

$$q = \frac{\pi x K_f x s}{\ln(D/r)}$$

### 2.2.11 Diseño de galería filtrante

Según OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR (2003) se pasaran a tener los siguientes criterios:

- **Ubicación**

- a) La galería deberá ubicarse a una distancia prudente de las fuentes de contaminación, pudiendo tratarse de descargas de plantas de tratamiento de aguas residuales, vertimientos de desechos comerciales o industriales.
- b) El emplazamiento donde se tenga previsto la construcción de la galería filtrante no debe ser susceptible a fenómenos de erosión.
- c) La galería de filtración se ubicará en dirección perpendicular al flujo de las aguas subterráneas, pero de existir una recarga constante de una fuente superficial, podrá optarse una dirección paralela a esta.

- **Zanja**

a) Los anchos mínimos de la zanja para la instalación del dren son:

*Tabla 13: Cuadro de anchos mínimos en función al diámetro del dren*

Diámetro de dren (mm)	Ancho mínimo de zanja (mm)
150	500
200	500
300	600
400	800
500	900
600	1200
700	1300
800	1400

Fuente: OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003.

- b) Las zanjas en suelos inestables deben ser entibados, para lo cual se emplearán tablas de madera para que resista a la presión del suelo, colocados de forma vertical contra las paredes de la zanja.
- c) Se empezara la construcción de la zanja desde la cota más baja para facilitar el drenaje natural de las aguas hacia este punto donde podrá construirse la cámara de inspección. De no ser posible, al alcanzar el nivel freático, se realizara la extracción del agua empleando cualquier tipo de equipo, que deberá trabajar ininterrumpidamente mientras los trabajadores se encuentren en la zanja
- d) Una vez se haya excavado un metro de profundidad de zanja, se deberá colocar escaleras para evacuación del personal en casos de emergencia.
- e) Hasta un metro de profundidad el material de excavación podrá ser retirado por paleo, de ser mayor la profundidad se pasara a retirar el material con algún medio mecánico.

- f) El material de excavación deberá descargarse a no menos de un metro del borde de la zanja, procurando no obstaculice futuros trabajos.
- i) Para fines constructivos se recomienda una zanja de 2.00 m de ancho para la galería filtrante.

- **Aforo**

Ya ubicado durante la excavación el nivel freático de la fuente, se extraerá el agua mediante equipos, para considerar a esta captación como buena, la fuente debe estar en la capacidad de volver a llenarse rápidamente, e idealmente, que el agua no pueda ser agotada para un determinado caudal a extraer, es decir, que su poder de recuperación sea superior a la que se necesite extraer.

$$Q_{recuperación} > Q_{A\ extraer}$$

- **Drenes**

- a) Los conductos deberán ser resistentes a las características físicas y químicas del agua, al peso del material permeable y de relleno dispuesto sobre él.
- b) El diámetro mínimo del conducto será de 200 mm y se diseñaran para un tirante de agua no mayor al 50% y la velocidad del agua dentro del conducto no deberá ser menor a 0,60 m/s ni mayor a 3,0 m/s.
- c) En el cálculo de la capacidad de conducción y velocidad de escurrimiento se utilizarán fórmulas racionales. En caso se aplique la fórmula de Manning, se considera como coeficientes de rugosidad:

Asbesto cemento, cerámica vitrificada o plástico (PVC)	0,010
Fierro fundido, acero o concreto	0,015

La fórmula de maning se expresa de la siguiente forma:

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \chi S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

d) Los drenes podrán ser perforados y la velocidad del agua a través de las aberturas del dren debe estar comprendida entre 2,5 a 5,0 cm/s y calculado con un coeficiente de contracción de velocidad de 0,55. El área necesaria de aberturas se determinara mediante la fórmula:

$$A_a = Q_u / (V_e \times C_c)$$

Donde:

A= Área abierta por unidad de longitud del conducto (m<sup>2</sup>)

Q<sub>u</sub>= Caudal de diseño de la galería por unidad de longitud (m<sup>3</sup>/s)

V<sub>e</sub>=Velocidad de entrada. (m/s)

C<sub>c</sub> = Coeficiente de contracción (0,55)

e) La distribución de las aberturas en el dren debe efectuarse de modo que no afecte significativamente la resistencia a las cargas externas del conducto, se distribuirán uniformemente en ambos lados del dren.

f) El número de orificios de un dren se calcula con las formulas:

$$A_o = \frac{\pi \chi D^2}{4} \dots \dots \dots (1)$$

$$N = \frac{A_a}{A_o} \dots \dots \dots (2)$$

A<sub>o</sub>= Area de orificio

D= diámetro del dren.

A<sub>a</sub>= Área abierta por unidad de longitud del conducto (m<sup>2</sup>)

N = Calculo del número de orificios.

g) Según Agüero (1997) El diámetro del orificio del dren tiene un valor comercial de 1/2", y su espaciamento se calcular mediante la siguiente formula:

$$X = NxD + (N-1)X - 2E = 100 \text{ cm}$$

Donde:

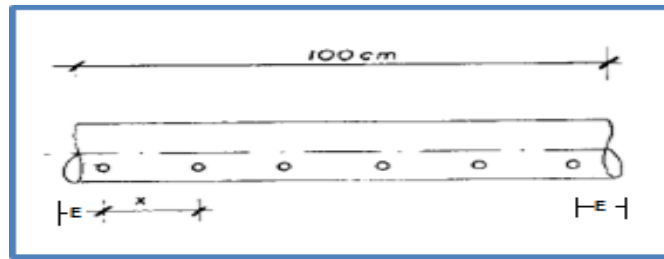
X= Espaciamento

E = 0.10m

D= Diámetro del dren, recomendando 0.10m.

N = Calculo del número de orificios.

Figura 9: Espaciamento en dren por unidad de metro



Fuente: Agüero Pittman, 1997

- **Forro filtrante**

a) El forro filtrante se compone de capas de grava clasificada de la siguiente granulometría:

**Tabla 14: Cuadro del diámetro de las gravas para el forro filtrante**

Capa	Diámetro (mm)		Espesor mínimo
	Mínimo	Máximo	
Exterior	0,5 – 2,0	1,5 – 4,0	5
Media	2,0 – 2,5	4,0 – 15,0	5
Interior	5,0 – 20,0	10,0 – 40,0	10

Fuente: OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003.

b) El total del forro filtrante podrá ser cubierto con geotextil confeccionado con materiales sintéticos y resistentes al agua.

- c) La relación entre el diámetro de la capa interior de grava clasificada y la dimensión de la abertura del dren deberá cumplir la siguiente relación:

$$\frac{D_{85} \text{ de la grava correspondiente a la capa interior}}{\text{Ancho o diámetro de la abertura}} \geq 2$$

$D_{85}$  = Tamaño de abertura por donde pasa el 85% en peso del material

- d) En el caso que el forro filtrante no llevara geotextil de cobertura, la relación entre el diámetro del material filtrante de la capa exterior de grava clasificada y el diámetro del material del acuífero deberá cumplir la siguiente relación:

$$\frac{D_{15} \text{ de la grava correspondiente a la capa exterior}}{D_{85} \text{ del material granular del acuífero}} \geq 5$$

$D_{85}, D_{15}$  = Tamaño de abertura por donde pasa el 85% ó el 15% en peso del material

- e) Encima del empaque de grava se colocara el material de la excavación a una distancia no menor de 0,30 m por debajo de la superficie natural del terreno.

- **Sello impermeable**

- a) En galerías situadas en los márgenes de ríos o lagos y en acuíferos con escurrimiento propio la parte superior del relleno de la zanja de la galería deberá ir sellada.
- b) El sellado se realizará con material impermeable del tipo arcilla o similar de un espesor de no menos de 0,30 m.
- c) El material de sellado se colocará sobre la geomembrana sintética, esta se asentará sobre el material de relleno de la zanja donde se ubica el dren, el ancho de la geomembrana deberá extenderse en un ancho no menor a 0.30m por ambos lados.

- **Cámara de control**

La estructura se compone por: la cámara húmeda y la cámara seca.

*Cámara húmeda:*

- a) La capacidad de producción de la galería se controlará por medio del empleo de válvulas que se instalarán en cajas exclusivas o al interior de las cámaras de inspección.
- b) El techo de la cámara de control será una losa de concreto armado íntimamente vinculado con el cuerpo para evitar el ingreso del agua superficial y llevará una abertura de ingreso de 0,60 m de diámetro.
- c) En el fondo de la cámara húmeda deberá prolongarse 0,60 m por debajo de la boca de ingreso del dren y será totalmente plano. Este espacio servirá para la acumulación de arena.
- d) El ancho de la cámara está en función del ancho de la zanja de la galería filtrante.
- e) El largo mínimo de la cámara es mayor al ancho de la galería filtrante.
- f) La cámara de control debe sobresalir de la superficie del terreno por lo menos 0,70 m. Las paredes internas y el fondo de la cámaras deben ser impermeables.
- g) El borde libre deberá ubicarse a no menos de 0,50 m por encima del máximo nivel de agua.
- h) Para el dimensionamiento de canastilla se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción ( $D_c$ ) (Ver figura 11); que el área total de las ranuras ( $A_t$ ) sea el doble del área de la tubería de la línea de conducción; y que la longitud de la canastilla ( $L$ ) sea mayor a  $2 D_c$  y menor a  $3 D_c$ .

**Tabla 15: Cuadro de fórmulas para el diseño de la cámara húmeda**

Item	Formula	Elementos
Diámetro de canastilla	$D_c = 2D_{co}$	Dc= Diametro de canastilla. Dco= Diametro de tubería de conducción.
Longitud de la canastilla (Lc)	$3D_c < L_c < 6D_c$	Dc= Diametro de canastilla
Area total de la ranuras(At)	$A_t = 2A_c$	Dc= Diametro de canastilla. Ac= Diametro de canastillas

Fuente: Elaboración propia.

- i) En la tubería de rebose y limpieza se recomiendan pendientes de 1 a 1.5% y considerando el caudal máximo de aforo, se determina el diámetro mediante la ecuación de Hazen y Williams (para C=140)

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calcula mediante la siguiente formula:

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:

Q= Caudal máximo de la fuente(aforo), l/s

hf = Perdida de carga unitaria o pendiente recomendada, 1-1.5 %, m/m.

*Cámara seca:*

- a) En el caso de la altura para la cámara seca, será la misma que la cámara húmeda descontando el ancho de 0.25m de la losa de fondo.
- b) Según recomendaciones de SEDAPAL, para el diseño del ancho de la cámara seca, las instalaciones de las tuberías deben considerar un espacio libre hacia la pared o piso como mínimo de 0.6 m.



c) Las cámaras secas deben contar con sistema de ventilación forzada (extractor de aire) con 02 (dos) salidas de ventilación, cada una de ellas con tubo de PVC interno para extraer el aire de la parte inferior de la cámara, un diámetro comercial recomendada es de 2 pulg.

- **Cámaras de inspección**

a) En el caso de pequeñas galerías filtrantes con capacidad de menos de 3,0 l/s se permitirá al inicio del tramo la instalación de tapones.

b) Las cámaras de inspección podrán ser cuadradas o circulares de 1,20 m de lado o de diámetro para drenes de hasta 800 mm de diámetro.

c) La separación máxima entre cámaras de inspección será de 100 m para tuberías de 200 mm y de 150 hasta 600 mm.

d) El techo de la cámara de inspección será una losa de concreto armado con la finalidad de evitar el ingreso del agua superficial y llevará una abertura de ingreso de 0,60 m de diámetro.

e) El cuerpo principal de la cámara de inspección (fuste) debe sobresalir de la superficie del terreno por lo menos 0,50 m. El interior y fondo de la estructura debe ser impermeable.

f) En el caso que las cámaras de inspección estén ubicadas en los márgenes de cursos o cuerpos de agua o sujetas a inundación, el cuerpo principal deberá ubicarse a no menos de 0,50 m por encima del máximo nivel de agua.

### **2.2.12 Obras de conducción**

Agüero (1997) La línea de conducción es aquella que es utilizada para conducir el agua desde la captación hacia el reservorio por gravedad mediante la carga estática existente, esta línea está compuesta por un conjunto de tuberías,

válvulas de aire, válvulas de purga, cámaras rompe presión y accesorios que a lo largo de la línea permitirán un mejor funcionamiento del sistema.

Debe utilizarse al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, que en la mayoría de los casos nos llevará a seleccionar el diámetro mínimo que permita presiones que el material de la tubería soporte.

### **2.2.13 Diseño de la línea de conducción**

Según Agüero (1997) se pasaran a tener los siguientes criterios:

#### **Criterios de diseño**

Definido el perfil longitudinal de la línea de conducción, es necesario considerar criterios de diseño para el planteamiento final, consideraremos:

- **Carga disponible**

La carga disponible viene representada por la diferencia de cotas (elevación) entre la obra de captación y el reservorio.

- **Gasto de diseño**

El gasto de diseño es el gasto máximo diario ( $Q_{md}$ ), producto del caudal medio diario de la población ( $Q_p$ ) y un coeficiente  $K_1=1.30$ .

- **Clase de tubería**

Las clases de tubería se seleccionan en base a las máximas presiones que puedan producirse sobre la línea de conducción, la presión máxima no ocurre bajo condiciones de operación, sino cuando se presenta la presión estática, al cerrar la válvula de control en la tubería.

Generalmente en los proyectos de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales se emplean tuberías de PVC. Ya que en relación a otro tipo de tuberías cuenta con ventajas como: es económico, flexible, durable, de poco peso y de fácil transporte e instalación.

**Tabla 16: Cuadro de clase de tuberías PVC y máxima presión de trabajo**

CLASE	PRESIÓN MÁXIMA DE PRUEBA (m.)	PRESIÓN MÁXIMA DE TRABAJO (m.)
5	50	35
7.5	75	50
10	105	70
15	150	100

Fuente: Agüero Pittman, 1997.

- **Diámetro**

Considerando el máximo desnivel en toda la longitud del tramo, el diámetro seleccionado permitirá conducir el gasto de diseño con velocidades comprendidas entre 0.6 y 3.0 m/s; además las pérdidas de carga por tramo calculado serán menores o iguales a la carga disponible, la selección del diámetro considerara diferentes soluciones y alternativas, pudiendo tener distintos diámetros de tubería que impliquen de esta manera un menor costo.

- **Estructuras complementaria**

- a. Válvula de aire*

El aire acumulado en los puntos altos provoca la reducción del área de flujo del agua, produciendo un aumento de pérdida de carga y una disminución del gasto. Para evitar esta acumulación es necesario instalar válvulas de aire pudiendo ser automáticas o manuales. Por razones de costo se utilizaran con preferencia válvulas de compuerta manuales.

- b. Válvula de purga*

Los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la línea de conducción con topografía accidentada, provocan la reducción del área de flujo del agua, siendo necesario instalar válvulas de purga que

permitan periódicamente la limpieza y mantenimiento de tramos de tuberías.

### ***c. Cámara rompe presión***

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden ocasionar presiones que no pueda resistir la tubería.

En estos casos será necesario la construcción de cámaras rompe presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero, para evitar daños en la tubería. Otra ventaja de esta estructura es el permitir usar tuberías de menor diámetro, lo cual implicaría menor costo de la obra de conducción.

### **Línea de gradiente hidráulica**

La línea de gradiente hidráulica (L.G.H.) indica la presión de agua a lo largo de la tubería bajo condiciones de operación. Cuando se realiza el trazo de la línea de gradiente hidráulica para un caudal que descarga dentro de un tanque o caja receptora, la presión residual puede ser positiva o negativa.

En la figura 12 se observa la presión residual positiva, que indica que hay un exceso de energía gravitacional para mover el flujo. A su vez se observa la presión residual negativa, que indica que no hay suficiente energía gravitación para mover la cantidad deseada de agua.

- **Pérdida de carga**

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 y singulares o locales. Las primeras, se producen por la fricción entre el flujo del agua y la tubería; y las segundas se producen por el cambio de movimiento y velocidades que forjaran accesorios instalados en la línea de conducción, ya sean válvulas, codos, reducciones, etc.

### **a. Pérdida de carga unitaria**

Para el cálculo de la pérdida de carga unitaria, existen diversas fórmulas siendo la más empleada la fórmula de Hazen y Williams. Esta fórmula es válida únicamente para tuberías de flujo turbulento, con comportamiento hidráulico rugoso y con diámetros mayores a 2 pulg.

#### **a.1. Ecuación de Hazen Williams**

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

Donde:

D= Diámetro de la tubería(pulg)

Q= Caudal (l/s)

Hf= Pérdida de carga unitaria (m/km)

C= Coeficiente de Hazen-Williams expresado en (pie)<sup>1/2</sup>/seg

En caso de usar:

**Tabla 17: Coeficiente Hazen-Williams**

MATERIAL	C
Fierro Fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Tuberia PVC	150

Fuente: Agüero Pittman, 1997.

Para una tubería de PVC, donde el valor de C=150; el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos

$$Q = 2.492xD^{2.63}xhf^{0.54}$$

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492xD^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$D = \left( \frac{0.71xQ^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

### b) Pérdida de carga por tramo

La pérdida de carga por tramo ( $H_f$ ) se define como el producto de la pérdida de carga unitaria por tramo y la longitud del tramo:  $H_f = hf \times L$ .

Para determinar la pérdida de carga por tramo es necesario conocer los valores de carga disponible, el gasto de diseño y la longitud del tramo de tubería. De encontrarse el diámetro calculado entre los rangos de dos diámetros comerciales se selecciona el rango superior o se desarrolla la combinación de tuberías, ya seleccionados los diámetros se calcularán las pérdidas de carga unitaria para determinar la pérdida de carga por tramo.

- **Presión**

La presión representa la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua. En un tramo de tubería que está operando a tubo lleno, podemos plantear la ecuación de Bernoulli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Si considera la velocidad despreciable debido a que la carga de velocidad se considere para condiciones mínimas y máximas de velocidad 18 cm y 46 cm, la fórmula se expresará como:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\gamma} = Z_2 + \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + H_f$$

Si inicia el diseño desde la cámara de captación o cámara rompe presión, la presión atmosférica inicial se asume como cero, obteniendo la fórmula

$$P_2/\gamma = Z_1 - Z_2 - H_f$$

$Z$  = Cota del punto respecto a un nivel de referencia arbitraria (m).

$P/\gamma$  = "P" es la presión y "Y" es el peso específico del fluido" (m).

$V$  = Velocidad media del punto considerado (m/s).

$H_f$  = Es la pérdida de carga que se produce en el tramo de 1 a 2 (m).

- **Combinación de tuberías**

Al diseñar la línea la tubería de la línea de conducción se observa que no hay un diámetro único de tubería que dé el factor de pérdida de carga por fricción deseado, motivo por el cual se encontrara necesario realizar la combinación de tuberías de distintos diámetros.

Este método tiene ventajas como: manipular las pérdidas de carga, conseguir presiones dentro de los rangos admisibles y disminuir considerablemente los costos; al emplearse tuberías de menor diámetro y en algunos casos, evita un mayor número de cámaras rompe presión.

La suma de las pérdidas de carga de cada tramo de la tubería debe ser igual a la pérdida de carga total deseada, así tenemos la siguiente formula:

$$H_f = hf_2xX + hf_1x(L - X)$$

$H_f$  = Pérdida de carga total deseada (m).

$L$  = Longitud total de tubería (m).

$X$  = Longitud de tubería del diámetro menor (m).

$L-X$  = Longitud de tubería del diámetro mayor (m).

$hf_1$  = Pérdida de carga unitaria de la tub. de mayor diámetro.

$hf_2$  = Pérdida de carga unitaria de la tub. de menor diámetro.

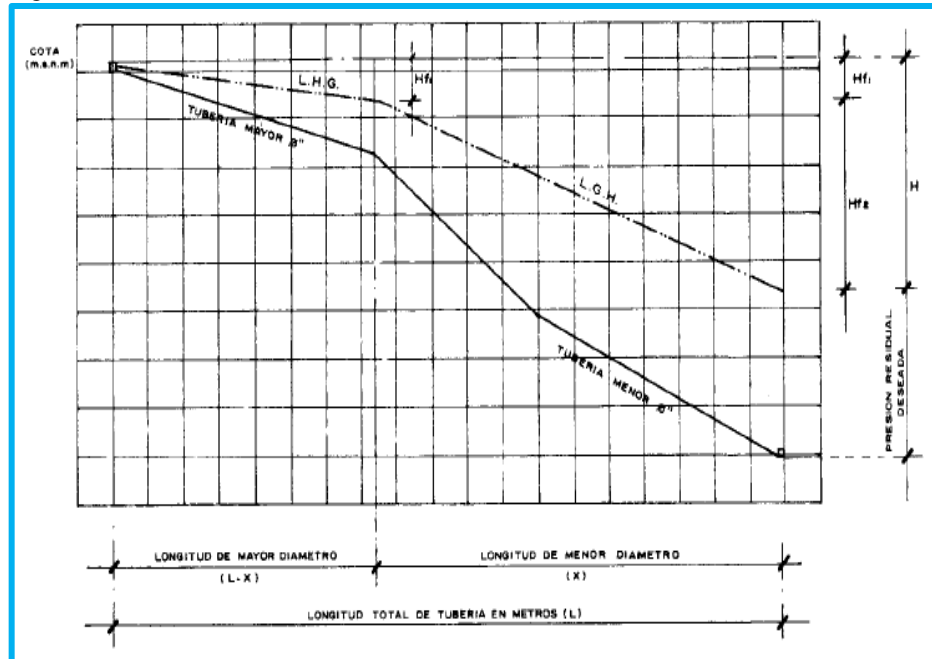
$hf_1 x (L - X)$  = Pérdida de carga del tramo de diámetro mayor ( $H_{f1}$ ).

$hf_2 x X$  = Pérdida de carga del tramo de diámetro menor ( $H_{f2}$ ).

Despejando el valor de la longitud de la tubería de diámetro menor (X):

$$X = \frac{Hf - (hf_1 \times L)}{hf_2 - hf_1}$$

Figura 10: Perfil de la combinación de tuberías



Fuente: Agüero, 1997.

## 2.2.14 Obras de tratamiento

Rodríguez (2001) La obras de tratamiento para la potabilización del agua tiene como objetivo eliminar los organismos dañinos o sustancias que puedan ser nocivas a la salud del hombre, logrando una potabilización del agua (sin coloración, sin sabor desagradable y sin presentar turbiedad).

La potabilización se puede realizar mediante una planta de tratamiento que implicara procesos como: aireación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, la planta se diseñara para el gasto máximo diario, bajo estudios para el análisis físico, químico, bacteriológico y microscópico del agua.

En caso el análisis del agua indique que este se encuentre dentro los parámetros establecidos por la OMS para la aceptabilidad de agua para consumo



doméstico, se hace innecesaria la construcción de una planta de tratamiento, siendo solamente necesarias la filtración y cloración del agua.

### 2.2.15 Cloración del agua

Rodríguez (2001) Pese a que el agua superficial sea aireada, sedimentada y filtrada, puede contener microorganismos patógenos a menos que sea desinfectada continuamente para destruirlos.

En el caso de que el agua sea subterránea, captación en pozos protegidos u galerías filtrantes, también se desinfectan con cloro, principalmente para mantener un residuo de cloro en el agua a través del sistema de distribución.

La rapidez de la desinfección depende fundamentalmente de la concentración del agente desinfectante y del tiempo de contacto; pero también desempeña papel importante el PH y la temperatura.

**Tabla 18: Formas en que se presenta el cloro**

Compuesto	Presentación	Aplicación	% Cloro activo
Cloro gas	Gas	Gas – líquido	100
Hipoclorito de sodio (comercial)	Líquido	Solución	5 a 15
Hipoclorito de sodio (electrolisis)	Líquido	Solución	0.5 – 1.0
Hipoclorito de Calcio - HTH	Sólido	Solución	65 – 70

Fuente: Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35, 2017.

El cloro que se añade al agua en cualquiera de las formas formará HOCl (ácido hipocloroso) y OCl (hipoclorito).

La cloración se puede realizar por goteo, este procedimiento consiste en la aplicación de un caudal pequeño (goteo continuo) de una solución clorada

(formada por agua y una cantidad determinada de hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio), al agua dentro del reservorio.

### **2.2.16 Diseño del tanque clorador**

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35 (2017):

#### **Aplicación del cloro en solido:**

- Para el cálculo de la cantidad en gramos de hipoclorito de calcio a disolver en un reservorio se empleara la siguiente formula:

$$P = \frac{D \times V}{(\% \times 10)}$$

Donde:

P= Peso del producto (hipoclorito de calcio) en gramos a disolver en el tanque.

D= Dosis de cloro libre en mg/l de solución a prepararse (miligramos por litro (ppm) )

V = Volumen de agua de la estructura a desinfectar en litros.

%= Porcentaje de cloro libre del compuesto clorado (HTH : 65%, 70%)

10=Factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto

- Los volúmenes a considerar para el cálculo serán tanto el volumen del reservorio a desinfectar como el cálculo del volumen del agua, el cual será sujeto a la cloración.
- Las dosis de cloro libre a prepararse para la desinfección del tanque serán de 50 mg/l y para la cloración del agua la dosis será de 1mg/l.

### Aplicación del cloro en líquido:

- Para este cálculo consideraremos utilizaremos la lejía comercial como la presentación del cloro en líquido, con un concentración del 5% por litro de agua.
- Para la desinfección del reservorio considerar el volumen total del reservorio y en desinfección del agua se colocara el volumen del agua.
- Para determinar el volumen del tanque de cloración se empleara la siguiente formula:

$$V_c = \frac{CxV}{C_{cloro}}$$

Donde:

$V_c$  = Cantidad de cloro líquido que se agregará al agua expresado en litros.

$C$  = Concentración de cloro libre (mg/l) de la solución a prepararse.

$V$  = Volumen del agua a desinfectar en litros (l).

$C_{cloro}$  = Concentración del producto de cloro indicado por el fabricante expresado en (mg).

- La  $C_{cloro}$  tiene que estar en mg/l; si la concentración estuviera en %, hay que pasar de % a mg/l, según la siguiente tabla:

**Tabla 19: Concentración de cloro en porcentaje y mg/l**

<b>En (%)</b>	<b>En (mg/l)</b>
Ccloro = 0.3 %	3,000 mg/l
Ccloro = 0.5 %	5,000 mg/l
Ccloro = 1.0 %	10,000 mg/l
Ccloro = 5.0 %	50,000 mg/l

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35, 2017.

- El volumen total calculado de la suma del volumen a emplear para la desinfección del tanque y cloración del agua, será el volumen necesario para el dimensionamiento del tanque de cloración.
- Se recomienda de 20 a 30 cm de borde libre.

### **2.2.17 Reservorio**

Agüero (1997) Un reservorio procura garantizar un funcionamiento hidráulico del sistema y mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas según la población futura y el rendimiento admisible de la fuente de abastecimiento.

Será necesario contar con un reservorio si el rendimiento admisible de la fuente es menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ), de lo contrario se recomienda trabajar directamente con una línea de conducción.

### **2.2.18 Diseño del reservorio**

Según Agüero (1997) se pasaran a tener los siguientes criterios:

- **Consideraciones básicas para diseño**

Los aspectos más importantes a considerarse para el diseño son la capacidad, ubicación y tipo de reservorio.

- a. Capacidad del reservorio**

El diseño del reservorio considera una capacidad en función a la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios, previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción, además de su funcionamiento como parte del sistema.

El reservorio debe abastecer de agua las 24 horas del día, se recomienda incluso que en caso de que la línea de conducción sea dañada durante el suministro de agua, el diseño cuente con un volumen adicional para dar oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

### **b. Tipo de reservorio**

Los reservorios de almacenamiento pueden ser: elevados (forma esférica o cilíndrica, contruidos sobre columnas o pilotes), apoyados (forma rectangular o circular, contruidos directamente sobre la superficie del suelo) y enterrados(forma rectangular y circular, contruido por debajo de la superficie del suelo).

En poblaciones de menor tamaño como las rurales, resulta más usual y económica la construcción de reservorios apoyados.

### **c. Ubicación del reservorio**

La ubicación está determinada por la necesidad de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas ubicadas en las zonas más elevadas y presiones máximas en las viviendas ubicadas en las zonas más bajas, también priorizara el criterio de ubicación tomando en cuenta la ocurrencia de desastres naturales.

Considerando la topografía del terreno y la ubicación de la fuente de agua, en la mayoría de los proyectos de agua potable en zonas rurales los reservorios son de cabecera y por gravedad, ubicándose lo más cerca posible al centro poblado y a una cota de mayor elevación.

#### **• Caseta de válvula**

##### **a. Tubería de llegada**

El diámetro de la tubería de llegada estará de función de la tubería de conducción, contando con una válvula compuerta de igual diámetro antes de la entrada al reservorio de almacenamiento; debe proveerse de un by - pass para atender situaciones de emergencia.

**b. Tubería de salida**

El diámetro de la tubería de salida será el correspondiente al diámetro de la línea de aducción, y deberá estar provista de una válvula compuerta que permita regular el abastecimiento de agua a la población.

**c. Tubería de limpia**

El diámetro de la tubería de limpia debe facilitar la limpieza del reservorio de almacenamiento que se realizara en un periodo no mayor de 2 horas. Esta tubería será provista de una válvula compuerta.

**d. Tubería de rebose**

La tubería de rebose se conectara con descarga libre a la tubería de limpia y no se proveerá de válvula compuerta, permitiéndose la descarga de agua en cualquier momento.

**e. By-Pass**

Se instalara una tubería con una conexión directa entre la entrada y la salida, así al cerrar la tubería de entrada al reservorio de almacenamiento, el caudal ingresara de manera inmediata a la línea de aducción, contando con una válvula compuerta que permita el control del flujo de agua para el mantenimiento y limpieza del reservorio.

**• Calculo de la capacidad del reservorio**

Para el cálculo del volumen de almacenamiento se utilizan métodos gráficos y analíticos.

En la mayoría de las poblaciones rurales no se cuenta con información que facilite utilizar estos métodos, pero si podemos estimar el consumo medio diario anual. En base a esta información se calcula el volumen de almacenamiento de acuerdo a las Normas del Ministerio de Salud.

El volumen de un reservorio está compuesto por: Volumen de regulación, volumen de reserva contra incendios y volumen de emergencia.

$$V_T = V_{REG} + V_I + V_E$$

**a. Volumen de regulación**

Para los proyectos de agua potable por gravedad, el Ministerio de Salud recomienda una capacidad de regulación del reservorio del 25 al 30% del volumen del consumo promedio diario anual ( $Q_p$ ).

**b. Volumen contra incendio**

Para la Norma OS-30 del Reglamento Nacional de Edificaciones, En los casos que se considere demanda contra incendio, deberá asignarse un volumen mínimo adicional de 50 m<sup>3</sup> para áreas destinadas netamente a vivienda, el volumen contra incendio se considerara para poblaciones mayores a 2000 habitantes.

**c. Volumen de reserva**

De ser el caso deberá justificarse un volumen adicional de reserva, se considerará cuando el suministro por la línea de aducción es afectada por reparaciones en la estructura de abastecimiento de agua potable, siendo el 25% de volumen total.

**d. Volumen total**

Queda representado por la suma de los volúmenes mencionados, sin embargo para zonas rurales, solo se considerar el volumen regulación. .

$$V_T = Q_p \times 0.25$$

**2.2.19 Distribución de agua potable**

Agüero (1997) La distribución de agua se realiza mediante el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen inicia desde el punto de salida del reservorio hacia el punto de entrada al pueblo

(final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población.

La distribución de agua potable se realiza mediante estas 3 componentes: Línea de aducción, red de distribución de agua potable y conexiones domiciliaria.

- **Línea de aducción**

Tubería que transporta el agua desde el reservorio de almacenamiento hasta el inicio de la red de distribución.

- **Red de distribución de agua potable**

Inicia en el final de la línea de aducción, para el diseño de la red es necesaria definir la ubicación del reservorio para el suministro de agua en la cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red.

La cantidad de agua queda definida por el consumo máximo horario, para el diseño de la red de distribución.

La presión en la red de agua debe poder satisfacer las condiciones mínimas para ser capaz de llevar el agua a las viviendas que se ubican en los puntos más elevados y también deben existir límite de presiones máximas para que no provoquen daño a la red de tubería en las viviendas ubicadas en los puntos más bajos de la zona, procurando brindarles un buen servicio.

Las tuberías de la red de distribución reciben el nombre de tubería matriz.

- **Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias, son las tuberías de servicio de agua que se instalan a partir de la tubería matriz de la red de distribución de agua potable hasta el interior de cada vivienda, la tuberías empleadas para las conexiones domiciliarias serán de un diámetro comercial de 1/2".



### 2.2.20 Diseño de la red de distribución de agua potable

Según Agüero (1997) se pasaran a tener los siguientes criterios:

- **Consideraciones básicas para diseño**

- La red de distribución se deben calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías, recomendando valores de velocidad mínima de 0.6m/s y máxima de 3m/s de tener velocidades menores que la mínima, se presentan fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se deterioraran los accesorios y tuberías.
- El ministerio de salud, recomiendan que las presiones mínima de servicio en cualquier parte de la red no sea menor de 5m y que la presión estática no exceda de 50m.
- El diámetro de mínimo a utilizarse en la red debe satisfacer las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red., siendo el diámetro recomendado  $\frac{3}{4}$ ".
- Las válvulas se ubican para aislar tramos no mayores de 300m o en lugares que garanticen el buen funcionamiento de la red y permitan interrupciones para realizar reparaciones o ampliaciones del sistema.
- El material más usado en estos proyectos es la tubería PVC.
- Para el cálculo hidráulico se recomienda las ecuaciones de hazen Williams y Whipple.

- **Tipos de redes**

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto y el sistema de circuito cerrado.

**a. Sistema abierto o ramificado:**

Es utilizado cuando la topografía dificulta la interconexión entre ramales o si la población tiene un desarrollo lineal a lo largo de un río o camino,

la tubería matriz se instala a lo largo de la calle y derivan de esta tubería matriz varias tuberías secundarias (ramales), este sistema presenta desventajas como: flujo determinado en un solo sentido, al sufrir desperfecto las tuberías afectan a gran parte de la población, en los ramales secundarios se dan puntos muertos en sus extremos que producen malos olores y sabores lo cual hace necesaria la instalación de válvulas de purga para su mantenimiento.

**b. Sistema cerrado:**

Son redes constituidas por la interconexión de tuberías creando un circuito cerrado para permitir un servicio más eficiente y permanente, este sistema presenta las siguientes ventajas: elimina los puntos muertos, las personas afectadas por reparaciones en el sistema se pueden reducir a una cuadra dependiendo de la ubicación de las válvulas, los tramos se alimentan por ambos sentidos, son de menor diámetro, son más económicos, tienen menos pérdida de carga, ofrecen más seguridad contra incendios, ya que se podrá cerrar las válvulas que se necesitan para llevar el agua hacia el lugar afectado por el incendio.

• **Cálculo hidráulico**

Para el análisis hidráulico en un sistema cerrado se podrán usar métodos como el de seccionamiento, Hardy cross o emplear el uso de programas como Watercad.

**a. Método de seccionamiento**

Consiste en formar circuitos enumerados por tramos y en cada circuito se efectúe un corte o seccionamiento y se calculan los gastos por cada tramo de la red abierta.

Para un seccionamiento ideal, las presiones en los puntos de corte deben ser iguales, tolerándose una diferencia máxima de 10% con respecto al valor de las presiones obtenidas para cada nudo. De no comprobarse esta condición, se variara el diámetro de la tubería del tramo afectado o se modificara el seccionamiento adoptado.

Las redes se calculan para una capacidad de distribución igual al consumo máximo horario, que se puede distribuir uniformemente a lo largo de toda la tubería, o por áreas según la densidad de población.

Se emplearan las siguientes formulas:

Gasto en marcha y gasto unitario:

$$Q_{marcha} = Q_{unit.} \times L$$

$$Q_{unit.} = \frac{Q_{mh}}{\text{Lon. total real (no incluye línea de aducción)}}$$

$Q_{mh}$  : gasto máximo horario.

$Q_m$  : gasto en marcha en lts/s

$Q_{unit.}$  : gasto unitario en lts/s

$L$  : Longitud del tramo en m.

Gasto ficticio ( $Q_{fi}$ ):

$$Q_{fi.} = \frac{Q_{inicia} + Q_{final}}{2}$$

Para una tubería de PVC, donde el valor de  $C=150$ ; el caudal, la pérdida de carga unitaria y el diámetro quedan definidos

$$Q = 2.492 \times D^{2.63} \times hf^{0.54}$$

$$hf = \left( \frac{Q}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$$

$$D = \left( \frac{0.71xQ^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$$

Q : gasto máximo horario lts/s.

hf : Perdida de carga unitaria (m/m).

D : Diámetro de la tubería (pulg).

### **b. Método de Hardy Cross**

Es un método de aproximaciones sucesivas, donde se distribuye los caudales y se calcula el error en la perdida de carga de cada malla.

En el análisis de las mallas se deben satisfacer estas condiciones:

- La suma algebraica de las pérdidas de carga alrededor de un circuito debe ser cero.
- La cantidad de flujo que entra en un nudo debe ser igual a la cantidad de flujo que sale de ese nudo.
- El caudal que ingresa a la red debe ser igual al caudal que sale de ella.
- Los caudales asignados deben ocasionar velocidades adecuadas a la especificación reglamentaria.

### **c. Empleo del software Watercad**

Watercad es un software que permite el modelamiento hidráulico de un sistema de distribución de red de agua potable, determinando datos importantes como la presión, diámetro, pendiente, entre otros.

Empresas de servicios públicos, municipalidades y firmas de ingeniería confían en WaterCAD como una herramienta confiable, que les permite ahorrar recursos y el tiempo.

## **2.2.21 Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

El Ministerio de salud (2011) cita el “Reglamento de la calidad del agua para consumo humano” art.10, donde afirma que:

Es el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en sujeción a sus competencias de ley, quien está facultado para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, a:

1. Prever en las normas de su sector la aplicación de las disposiciones y de los requisitos sanitarios establecidos en el presente Reglamento.
2. Establecer en los planes, programas y proyectos de abastecimiento de agua para consumo humano la aplicación de las normas sanitarias señalados en el presente Reglamento.
3. Disponer las medidas que sean necesarias en su sector, a consecuencia de la declaratoria de emergencia sanitaria del abastecimiento del agua por parte de la autoridad de salud de la jurisdicción, para revertir las causas que la generaron.
4. Generar las condiciones necesarias para el acceso a los servicios de agua en niveles de calidad y sostenibilidad en su prestación, en concordancia a las disposiciones sanitarias, en especial de los sectores de menores recursos económicos. (p.14-15).

#### **2.2.22 Agua y Salud**

La Organización Mundial de la Salud (2016) afirma que:

Para el control de las enfermedades es necesario disponer de una cantidad suficiente de agua potable. Actualmente se estima que el 80 por ciento de todas las enfermedades infecciosas en el mundo está asociado a agua en malas condiciones.

##### Enfermedades Diarreicas:

- ✓ Todos los días, las enfermedades de tipo diarreico causan unas 6.000 muertes, la mayoría de las cuales son de niños menores de cinco años.

- ✓ En el 2015, 1.96 millones de personas murieron debido a diarreas infecciosas, de las cuales 1.3 millón eran niños menores de cinco años.
- ✓ Se produjeron entre 1.085.000 y 2.187.000 muertes debido al factor de riesgo agua, saneamiento e higiene; el 90% eran niños menores de cinco años.
- ✓ Con simples medidas de higiene, tales como lavarse las manos después de pasar al retrete o antes de cocinar, se pueden evitar la mayoría de estas muertes.

### **2.2.23 Servicio**

Es una actividad directa o indirecta que no produce un producto físico, es decir, es una parte inmaterial de la transacción entre el consumidor y el proveedor. Puede entenderse al servicio como el conjunto de prestaciones accesorias de naturaleza cuantitativa o cualitativa que acompaña a la prestación principal (Berry, Bennet y Brown, 1989), siendo importante para el proveedor garantizar un buen servicio.

### **2.2.24 Calidad**

La Calidad depende de cómo el cliente la aprecie, porque es el quien recibe el servicio. Según Mateos (2007) el cliente percibe el servicio bajo sus propias condiciones. Es el cliente quien paga la tarifa o no la paga por una razón o serie de razones que él o ella determinan, esperando que el servicio tenga la capacidad de satisfacer sus expectativas.

### **2.2.25 Servicio de calidad**

Según Mateos (2007) Un servicio de calidad es ajustarse a las expectativas del cliente, es como el cliente percibe lo que ocurre y sus expectativas del servicio.

La satisfacción es lo más importante, influye sobre ella las percepciones de la calidad en el servicio, la calidad del producto y el precio, lo mismo que factores situacionales y personales. La evaluación de la calidad en el servicio se centra específicamente en las dimensiones del servicio y como repercuten sobre la persona que recibirá este servicio.

### **2.2.26 Dimensiones del servicio de calidad**

Duque (2005) indica que según Berry, Parasuramn y Zeithaml existen cinco dimensiones totales del funcionamiento del servicio: empatía, fiabilidad, responsabilidad, capacidad de respuesta y tangibilidad.

1. Confianza o empatía: Muestra de interés y nivel de atención que se ofrece a los clientes, comprensión y entendimiento de la situación del usuario, atendiéndolos de acuerdo a ello.
2. Fiabilidad: Habilidad para ejecutar y brindar un servicio que sea fiable o seguro.
3. Responsabilidad: Seguridad y atención a los usuarios inspirando credibilidad y confianza, cumpliendo con el objetivo de satisfacer las necesidades del cliente.
4. Capacidad de respuesta: Disposición para prestarles un servicio rápido a los usuarios, correspondiente a la atención que ellos esperan y necesitan.
5. Tangibilidad: Apariencia de las instalaciones físicas, equipos y materiales de los servicios.

## 2.3 Definiciones conceptuales

- **Agua Potable:** Se define como aquella que cumple con los requerimientos de las normas y reglamentos nacionales sobre calidad del agua para consumo humano, libres de microorganismos que causan enfermedades o compuestos nocivos a la salud (Ministerio de salud, 2011).
- **Abatimiento:** Depresión del nivel estático del acuífero a nivel del dren (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Acuífero:** Es aquella formación geológica porosa y permeable, capaz de almacenar y ceder agua económicamente a obras de captación (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Espesor dinámico del acuífero:** Espesor del acuífero medido entre el nivel de agua en el dren de la galería y la cota inferior del acuífero (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Dren:** Conducto con perforaciones o ranuras que permite recolectar el agua a una determinada profundidad del acuífero (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Gradiente hidráulico:** En medio poroso, la disminución de la altura piezométrica por unidad de distancia en la dirección del flujo (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Porosidad efectiva o permeabilidad efectiva:** Permeabilidad de un medio poroso a un fluido que ocupa sólo una parte del espacio poroso, estando el resto ocupado por otros fluidos. Es una función de la saturación (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).
- **Transmisividad:** Caudal a través de una sección de acuífero de anchura unida bajo un gradiente hidráulico unitario. Se expresa como el producto de la



conductividad hidráulica por el espesor de la porción saturada de un acuífero (OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR, 2003).

➤ **Línea de Conducción:** Es el conjunto integrado por tuberías, estaciones de bombeo y accesorios cuyo objetivo es transportar el agua, procedente de la fuente de abastecimiento, a partir de la obra de captación, hasta el sitio donde se localiza el tanque de regularización, planta potabilizadora o directamente a la red de distribución (Rodríguez, 2001) .

➤ **Desinfección:** Limpieza del reservorio con compuestos clorados para eliminar la contaminación que presente la estructura (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35, 2017).

➤ **Caudal:** Es el volumen del fluido de trabajo que fluye por unidad de tiempo (Rodríguez, 2001).

➤ **Carga:** La carga en una red hidráulica es la presión a la que se encuentra el fluido de trabajo (Rodríguez, 2001).

➤ **Aforo:** Consiste en medir el caudal del agua para saber la disponibilidad de agua con que se cuenta y distribuir el agua a los usuarios en la cantidad deseada (Agüero, 1997).

➤ **Canastilla:** Estructura que permite la succión del agua en los tanques de concreto para permitir la salida del agua a la tubería de conducción o aducción (Agüero, 1997).

➤ **Nivel estático:** Es el nivel del agua en reposo (Agüero, 1997)

➤ **Nivel Dinámico:** Es el nivel del agua cuando se está explotando (Agüero, 1997).

➤ **Cloración:** La Cloración es el procedimiento de desinfección del agua mediante el empleo de cloro o compuestos clorados, tales como gas cloro,

hipoclorito de calcio, hipoclorito de sodio (lejía), (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento: Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35, 2017).

➤ **Desinfección:** Limpieza del reservorio con compuestos clorados para eliminar la contaminación que presente la estructura (Ministerio de vivienda, Construcción y Saneamiento: Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35, 2017).

➤ **Rebose:** Tubería que permite la evacuación del agua excedente de la estructura de almacenamiento de agua (Agüero, 1997).

➤ **Ramales:** Red de tuberías secundarias que deriva de una tubería matriz. (Agüero, 1997).

➤ **Calidad de vida:** Es un estado de bienestar que recibe la influencia de factores como empleo, vivienda, acceso a servicios públicos, comunicaciones, urbanización, contaminación del ambiente y otros que conforman el entorno social y que influyen sobre el desarrollo humano de una comunidad (Velarde y Ávila, 2002).

## **2.4 Formulación de la Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis General**

El mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

### **2.4.2 Hipótesis Específicas**

- ✓ La captación se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Las obras de conducción se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Las obras de tratamiento se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ El reservorio se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.
- ✓ Las obras de distribución se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

## **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño de la Metodología**

#### **3.1.1 Diseño de Investigación**

La investigación será de tipo No experimental, se define como aquella cuya variable independiente carece de manipulación intencional.

Según Hernández et al. (2010), “Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables independientes para ver su efecto sobre otras variables”. (p.149)

#### **3.1.2 Tipo de Investigación**

##### **3.1.2.1 Según su alcance temporal**

Es transversal ya que se tomarían los datos en el tiempo, según Hernández et al. (2010), “Los diseños de investigación transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado”. (p.151)

##### **3.1.2.2 Según su finalidad**

Según su finalidad la investigación es aplicada:

- ✓ Carrasco (2005) señala “Esta investigación se distingue por tener propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad”. (p.43)

##### **3.1.2.3 Según su nivel**

Según su nivel la investigación es descriptiva-correlacional:

- ✓ Es descriptiva correlacional porque Según Hernández et al. (2010): “Estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado”. (p.154)

### 3.1.2.4 Enfoque

Para desarrollar la investigación se seguiría el modelo mixto, el cual implica que la investigación será cuantitativa y cualitativa, presentando las siguientes características:

Los autores Blasco y Pérez (2007), señalan que la investigación cualitativa estudia la realidad en su contexto natural y cómo sucede, sacando e interpretando fenómenos de acuerdo con las personas implicadas.

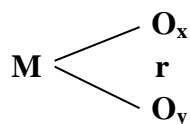
Recogemos información mediante encuesta para tener la percepción que las personas tienen sobre el sistema de abastecimiento de agua potable con el que cuentan y como este se encuentra relacionado con un servicio de calidad, por ende se desarrollara una investigación (cualitativa).

Córdova (2012) señala que la investigación cuantitativa estudia los fenómenos desde el exterior, busca medir y cuantificar las variables a través de instrumentos válidos y confiables, para determinar su comportamiento.

Dado que se realizaran cálculos matemáticos para la determinación de una variable y programas estadísticos como el SPSS para la relación de las variables, se desarrollara una investigación (cuantitativa).

### 3.1.2.5 Esquema

El esquema de un diseño de investigación descriptiva correlacional es:



Dónde:

**M:** Muestra

**O<sub>x</sub>:** Observación de la variable independiente.

**O<sub>y</sub>:** Observación de la variable dependiente.

**r:** Coeficiente de correlación.

## 3.2 Población y Muestra

### 3.2.1 Población

El centro poblado Araya Grande está constituido por una población de 816 habitantes los cuales se encuentran en la zona de estudio, de esta población se pasara a calcular una muestra.

### 3.2.2 Muestra

Para el caculo de la muestra consideramos:

*Tabla 20: Cuadro de valores asociados para  $\gamma$ , E y Z*

Nivel de confianza	Error admisible	Punto crítico
$\gamma = 90\%$	E = 10%	Z = 1.64
$\gamma = 95\%$	E = 5%	Z = 1.96
$\gamma = 99\%$	E = 1%	Z = 2.57

Fuente: Córdova, 2012.

Considerando un nivel de confianza del 95% utilizamos las siguientes formulas:

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{E^2} \quad \text{Reemplazando: } n_0 = \frac{1.96^2(0.5)(0.5)}{0.05^2}, n_0 = 384.16$$

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}} \quad \text{Reemplazando: } n = \frac{384.16}{1 + \frac{384.16}{816}}, n = 262.00$$

$n_0$  =Tamaño de muestra preliminar.

n = Tamaño de muestra efectiva.

Z = Punto crítico asociado a un nivel de confianza.

p = Probabilidad a favor (variable dicotómica).

q = Probabilidad en contra (q = 1-p).

E = Error admisible.

Por tanto para el estudio consideramos una muestra 262 pobladores.

### 3.3 Operacionalización de variables e indicadores

*Tabla 21: Cuadro de operacionalización de variables e indicadores*

Variable	Dimensiones	Indicadores
Sistema de abastecimiento de agua potable	Captación	- Caudal.
		- Condiciones físicas.
		- Condiciones químicas.
		- Condiciones microbiológicas.
	Obras de conducción	- Caudal máximo diario. - Presión en la red de conducción.
Obras de tratamiento	- Volumen.	
	- Concentración de cloro.	
Reservorio	- Capacidad volumétrica. - Regulación.	
Obras de Distribución	- Caudal máximo horario.	
	- Diámetro de las tuberías - Presión en la red de distribución.	
Servicio de calidad	Empatía	- Comprende la situación económica de los usuarios. - Comprende las condiciones de vida de los usuarios.
	Fiabilidad	- Es saludable para los usuarios. - Garantiza un adecuado servicio.
	Responsabilidad	- Cumple con el objetivo para el que se diseñó. - Satisface las necesidades básicas de los usuarios.
	Capacidad de respuesta	- Atención inmediata y óptima. - Atención continua.
	Tangibilidad	- Condiciones físicas de la estructura. - Capacidad de la estructura.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas a emplear**

Las técnicas para la obtención de la información que se necesita para el desarrollo de esta investigación serán:

- ✓ Observación.
- ✓ Análisis documental
- ✓ Encuesta.

#### **3.4.2 Descripción de las técnicas a emplear y sus instrumentos**

**Observación:** Se recogerá información, de manera presencial observando la situación actual en la que se encuentra la zona del problema de investigación.

**Análisis Documental:** Con la finalidad de obtener un fundamento del problema de investigación para el presente trabajo de estudio, se revisará las fuentes escritas (textos, tesis, etc.) vinculadas al tema de estudio.

**Encuesta:** El Instrumento a emplear será el cuestionario que contendrá preguntas tipo Likert, estas preguntas serán contestadas por las personas involucradas.

#### **3.4.3 Validez de los Instrumentos**

En el cuestionario se usará la escala de Likert (también denominada método de evaluaciones sumatorias) que según Hernández et al. (2010): “Consiste en un conjunto de ítems presentados en formas de afirmaciones o juicios, ante los cuales se pide la reacción de los participantes”, a esta escala luego se podrá aplicar la validación y confiabilidad del instrumento. El criterio de validez tiene que ver con la validez del contenido y la validez del conocimiento.



La validez según Hernández et al. (2010): “Se refiere al grado en el que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p.201), o dicho de otra forma establece la relación del instrumento con la variable que se pretende medir.

La confiabilidad según Hernández et al. (2010): “Se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto, produce iguales resultados”.

### **3.5 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para analizar los datos recogidos con los Instrumentos anteriores, se utilizaría la estadística inferencial para el procesamiento de datos, haciendo uso del programa SPSS, el cual nos permitiría la comprobación de las hipótesis respectivas.

## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Resultados metodológicos

#### 4.1.1 Validez del instrumento

En el siguiente apartado se busca dar la validez respectiva al instrumento empleado en la presente investigación (Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca), (Ver Anexo 3), por medio del juicio de expertos, donde se busca que mediante el criterio de nuestros expertos se califique el contenido del instrumento empleado. Siendo, los expertos seleccionados los siguientes:

**Experto 1:** Ing. Eder Huaraz del castillo – CIP 78996

**Experto 2:** Ing. Juan Carlos Flores Cornelio – CIP 167866

**Experto 3:** Ing. Yudy Tupayachi Pimentel– CIP 9947

Las calificaciones para los criterios de validación, que se mencionan en la hoja de juicio de experto (Ver Anexo 4), respecto al contenido del instrumento, se muestran en la tabla.

*Tabla 22: Calificación de los expertos*

<b>Expertos</b>	<b>Calificación de la Validez</b>	<b>Calificación en porcentaje</b>	<b>Validez general</b>
Ing. Eder Huaraz del castillo	15	93,75	
Ing. Juan Carlos Flores Cornelio	15	93,75	91,67
Ing. Yudy Tupayachi Pimentel	14	87,50	

Fuente: Elaboración propia

Con una validez general de 91,67% según la escala de validez el instrumento (Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca) tiene una excelente validez, de acuerdo al criterio de los expertos.

**Tabla 23: Escala de validez de instrumento**

<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
0,00 - 0,53	Validez nula
0,54 - 0,64	Validez baja
0,65 - 0,69	Válida
0,70 - 0,80	Muy válida
0,81 - 0,94	Excelente Validez
0,95 - 1,00	Validez perfecta

Fuente: Herrera, (1998)

#### **4.1.2 Confiabilidad del instrumento**

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 al instrumento aplicado a la muestra (262 usuarios) del centro poblado Araya Grande, distrito Barranca, Provincia Barranca, se obtuvo una fiabilidad de 0,964 (tabla 23), este instrumento estuvo conformado por 30 ítems, distribuidos en 5 dimensiones para la variable independiente (Sistema de abastecimiento de agua potable) y 5 dimensiones para la variable dependiente (Servicio de calidad).

**Tabla 24: Alpha de Cronbach aplicado al instrumento**

<b>Alpha de Cronbach</b>	<b>Nº de elementos</b>
0,964	30

Esto quiere decir que el instrumento tiene una **confiabilidad perfecta** según la escala de Herrera (1998), como se muestra a continuación en la tabla.

**Tabla 25: Escala de confiabilidad**

<b>Escala</b>	<b>Indicador</b>
0,00 - 0,53	Confiabilidad nula
0,54 - 0,64	Confiabilidad baja
0,65 - 0,69	Confiable
0,70 - 0,80	Muy confiable
0,81 - 0,94	Excelente confiabilidad
0,95 - 1,00	Confiabilidad perfecta

Fuente: Herrera, (1998)

### 4.1.3 Contrastación de hipótesis

Para la realización de la contrastación de la hipótesis se empleó la data obtenida del cuestionario Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca, donde se obtuvo las respuestas, por parte de los usuarios del centro poblado obtenidos en la muestra, a las 30 afirmaciones planteadas, contestadas según escala de Likert, siendo (1) Nunca, (2) casi nunca, (3) a veces, (4) casi siempre, (5) siempre. El método empleado para contrastar las hipótesis de investigación planteadas en la matriz de consistencia, fue mediante el coeficiente de correlación Rho de Spearman, siendo procesada la data respectiva en el paquete estadístico SPSS Statistics 22.0.

Consideramos:  $H_0$  (Hipótesis nula) y  $H_1$  (Hipótesis alternativa).

**Tabla 26: Escala de interpretación del valor/grado de las correlaciones**

VALOR		Interpretación	
De:	A:		
	$\pm 1.00$	Correlación perfecta	Positiva o Negativa
$\pm 0.90$	$\pm 0.99$	Correlación muy alta	Positiva o Negativa
$\pm 0.70$	$\pm 0.89$	Correlación alta	Positiva o Negativa
$\pm 0.40$	$\pm 0.69$	Correlación moderada	Positiva o Negativa
$\pm 0.20$	$\pm 0.39$	Correlación baja	Positiva o Negativa
$\pm 0.01$	$\pm 0.19$	Correlación muy baja	Positiva o Negativa
0.00		Correlación nula	

Fuente: Robles, R & Pino, N. (1981). Estadística. Lima: INIDE

- **Contrastación Hipótesis General**

**Relación entre el sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad**

**$H_0$ :** El **Sistema de abastecimiento de agua potable** no se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>: El Sistema de abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.**

**Tabla 27: Correlación entre sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad**

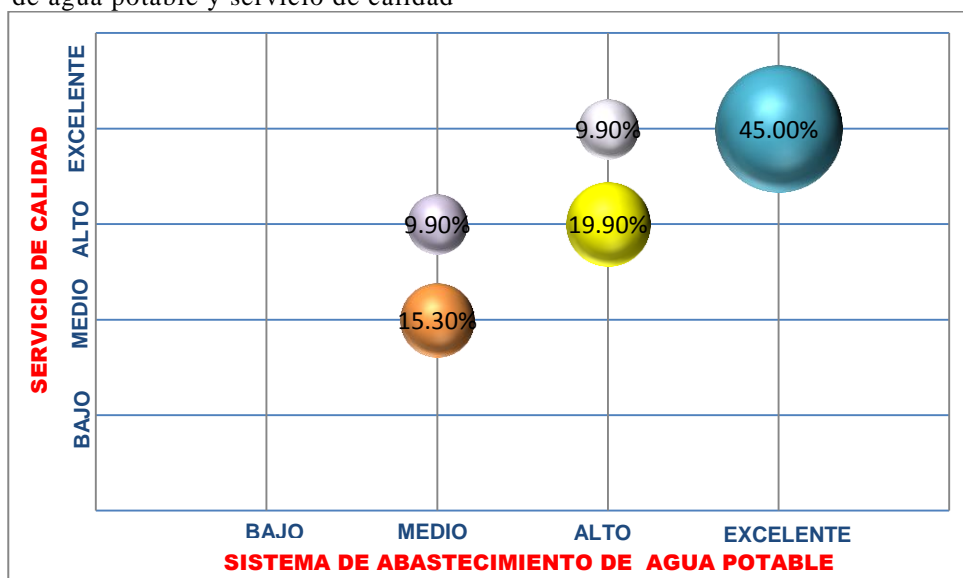
		SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	1,000	,862**
		.	,000
		262	262
	SERVICIO DE CALIDAD	,862**	1,000
		,000	.
		262	262

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 28: Grado de relación del sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	BAJO					
	MEDIO		15.3%	9.9%		25.2%
	ALTO			19.9%	9.9%	29.8%
	EXCELLENTE				45.00%	45.0%
	TOTAL		15.3%	29.8%	54.90%	100.00%

Figura 11: Gráfico de burbuja del grado de relación del sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad



Fuente: Elaboración propia

### **Interpretación:**

Como se muestra en la tabla 28 la relación entre el sistema de abastecimiento de agua potable y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel del sistema de abastecimiento de agua potable es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 19.9% y cuando el nivel del sistema de abastecimiento de agua potable es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 45.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 11.

Según la correlación de spearman  $r = 0.862$  indica que la correlación es positiva alta entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre el sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

- **Contrastación Hipótesis Especifica**

Para la contrastación de la hipótesis específica consideramos las siguientes relaciones:

#### **Relación entre la captación y servicio de calidad**

**H<sub>0</sub>:** La **Captación** no se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** La **Captación** se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Tabla 29: Correlación entre la captación y servicio de calidad**

		CAPTACIÓN		SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	CAPTACIÓN	Coeficiente de correlación	1,000	,826**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	262	262
	SERVICIO DE CALIDAD	Coeficiente de correlación	,826**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	262	262

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 30: Grado de relación de la captación y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
CAPTACIÓN	BAJO					
	MEDIO		9.9%			9.9%
	ALTO		5.3%	19.9%		25.2%
	EXCELENTE			9.9%	55.0%	64.9%
	TOTAL		15.2%	29.8%	55.0%	100.00%

Fuente: Elaboración propia,

Figura 12: Gráfico de burbuja del grado de relación de la captación y servicio de calidad.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla 30 la relación entre la captación y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel de la captación es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 19.9% y cuando el nivel de la captación es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 55.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 12.

Según la correlación de spearman  $r = 0.826$  indica que la correlación es positiva alta entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre la captación y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

### Relación entre la conducción y servicio de calidad

**H<sub>0</sub>:** La **Conducción** no se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** La **Conducción** se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Tabla 31: Correlación entre la conducción y servicio de calidad**

			CONDUCCIÓN	SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	CONDUCCIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	,654**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	262	262
	SERVICIO DE CALIDAD	Coefficiente de correlación	,654**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	262	262

Fuente: Elaboración propia.

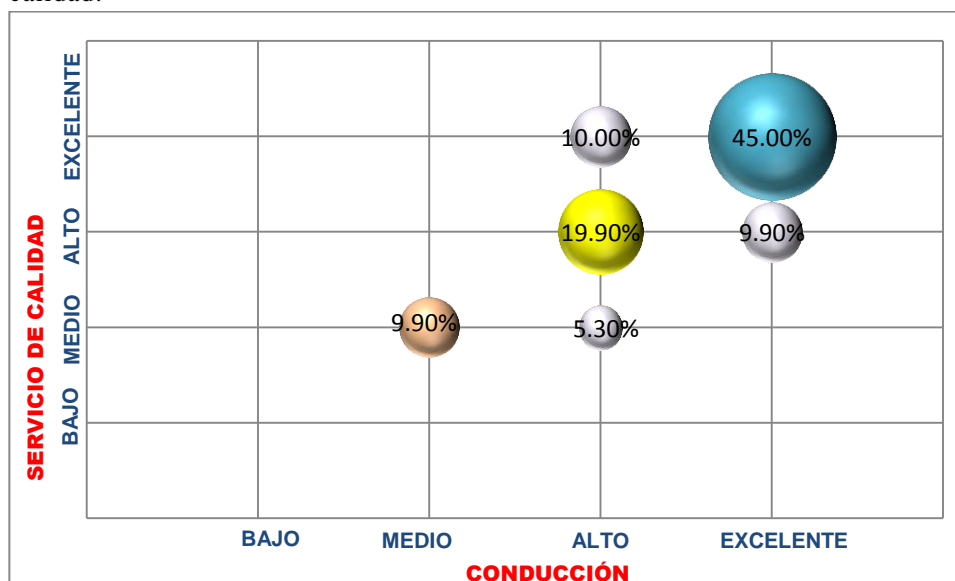


**Tabla 32: Grado de relación de la conducción y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
CONDUCCIÓN	BAJO					
	MEDIO		9.9%			9.9%
	ALTO		5.3%	19.9%	10.0%	35.2%
	EXCELENTE			9.9%	45.0%	54.9%
	TOTAL		15.2%	29.8%	55.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia,

Figura 13: Gráfico de burbuja del grado de relación de la conducción y servicio de calidad.



Fuente. Elaboración propia.

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla 32 la relación entre la conducción y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel de la conducción es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 19.9% y cuando el nivel de la conducción es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 45.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 13.

Según la correlación de spearman  $r = 0.654$  indica que la correlación es positiva moderada entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre la conducción y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

### **Relación entre obras de tratamiento y servicio de calidad**

**H<sub>0</sub>:** Las **Obras de tratamiento** no se relacionan con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** Las **Obras de tratamiento** se relacionan con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Tabla 33: Correlación entre las obras de tratamiento y servicio de calidad**

		OBRAS DE TRATAMIENTO	SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	OBRAS DE TRATAMIENTO	1,000	,654**
	Coeficiente de correlación	.	,000
	Sig. (bilateral)		
	N	262	262
	SERVICIO DE CALIDAD	,654**	1,000
	Coeficiente de correlación	,000	.
	Sig. (bilateral)		
	N	262	262

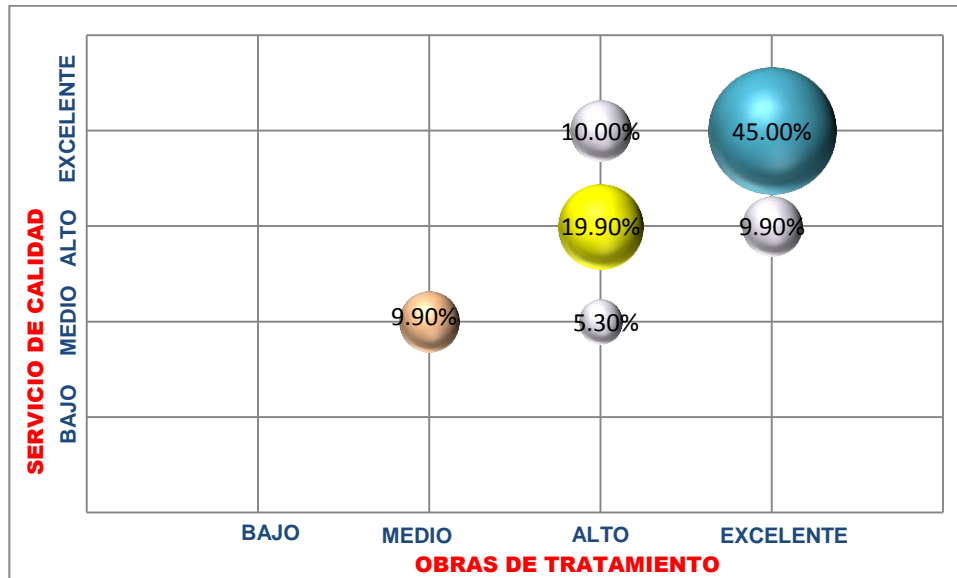
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 34: Grado de relación de las obras de tratamiento y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
OBRAS DE TRATAMIENTO	BAJO					
	MEDIO		9.9%			9.9%
	ALTO		5.3%	19.9%	10.0%	35.2%
	EXCELENTE			9.9%	45.0%	54.9%
	TOTAL		15.2%	29.8%	55.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia,

Figura 14: Gráfico de burbuja del grado de relación de las obras de tratamiento y servicio de calidad.



Fuente. Elaboración propia.

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla 34 la relación entre obras de tratamiento y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel de las obras de tratamiento es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 19.9% y cuando el nivel de las obras de tratamiento es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 45.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 14.

Según la correlación de spearman  $r = 0.654$  indica que la correlación es positiva moderada entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre las obras de tratamiento y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

## Relación entre obras de tratamiento y servicio de calidad

**H<sub>0</sub>:** El **Reservorio** no se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** El **Reservorio** se relaciona con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Tabla 35: Correlación entre el reservorio y servicio de calidad**

		RESERVORIO	SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	RESERVORIO	Coeficiente de correlación	1,000
		Sig. (bilateral)	,823**
		N	262
SERVICIO DE CALIDAD	SERVICIO DE CALIDAD	Coeficiente de correlación	,823**
		Sig. (bilateral)	1,000
		N	262

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 36: Grado de relación del reservorio y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
RESERVORIO	BAJO					
	MEDIO		9.9%			9.9%
	ALTO		5.3%	24.8%	5.0%	35.1%
	EXCELENTE			5.0%	50.0%	55.0%
TOTAL			15.2%	29.8%	55.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15: Gráfico de burbuja del grado de relación del reservorio y servicio de calidad.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

Como se muestra en la tabla 36 la relación entre el reservorio y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel del reservorio es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 24.8% y cuando el nivel del reservorio es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 50.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 15.

Según la correlación de spearman  $r = 0.823$  indica que la correlación es positiva alta entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre el reservorio y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

### Relación entre obras de tratamiento y servicio de calidad

**H<sub>0</sub>:** Las **Obras de distribución** no se relacionan con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**H<sub>1</sub>:** Las **Obras de distribución** se relacionan con un **servicio de calidad** en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca.

**Tabla 37: Correlación entre las obras distribución y servicio de calidad**

			OBRAS DE DISTRIBUCIÓN	SERVICIO DE CALIDAD
Rho de Spearman	OBRAS DE DISTRIBUCIÓN	Coefficiente de correlación	1,000	,912**
		Sig. (bilateral)	.	,000
		N	262	262
	SERVICIO DE CALIDAD	Coefficiente de correlación	,912**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	.
		N	262	262

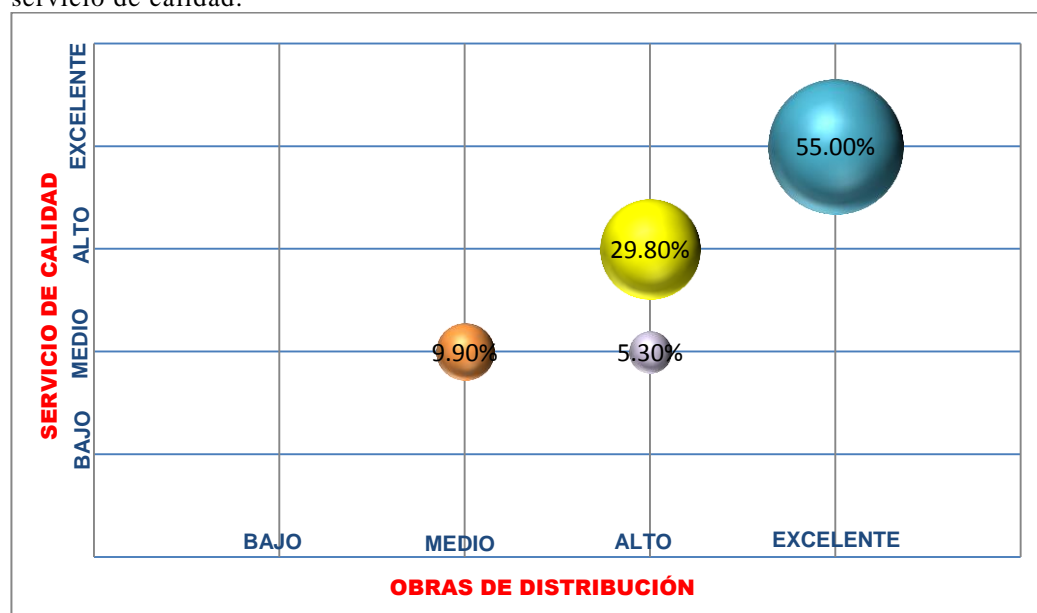
Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 38: Grado de relación de las obras de distribución y servicio de calidad**

		SERVICIO DE CALIDAD				TOTAL
		BAJO	MEDIO	ALTO	EXCELENTE	
OBRAS DE DISTRIBUCIÓN	BAJO					
	MEDIO		9.9%			9.9%
	ALTO		5.3%	29.8%		35.1%
	EXCELENTE				55.0%	55.0%
	TOTAL		15.2%	29.8%	55.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Gráfico de burbuja del grado de relación de las obras de distribución y servicio de calidad.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:**

Como se muestra en la tabla 38 la relación entre las obras de distribución y el servicio de calidad es directa, porque cuando el nivel de las obras de distribución es alto, el servicio de calidad sube al nivel alto que representa al 29.8% y cuando el nivel de las obras de distribución es excelente, el servicio de calidad sube al nivel excelente que representa al 50.0%, esta tendencia se puede visualizar en la figura 16.

Según la correlación de spearman  $r = 0.912$  indica que la correlación es positiva muy alta entre estas dos variables y es estadísticamente muy significativo por el p valor ( $p = 0.000 < 0.05$ ).

Por lo tanto, existen razones suficientes para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación, por lo que se determina que existe relación directa y significativa entre las obras de distribución y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande del Distrito de Barranca, Provincia de Barranca.

#### **4.1.4 Discusión**

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se comprendió la importancia de la relación que existe entre el sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande de la Provincia de Barranca.

Por ello se evaluaron dos variables en la presente investigación: Sistema de abastecimiento de agua potable y Servicio de calidad, utilizando como instrumento el cuestionario para recabar información de la primera variable y segunda variable, cuyos resultados fueron analizados y validada la relación de una variable con otra con la estadística inferencial.

Debido a esta relación relevante se planteó el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable mediante un diseño que brinde un servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, considerando así el diseño de la captación mediante galerías filtrantes, diseño de la conducción, diseño del tanque clorador para el tratamiento del agua, diseño del reservorio y diseño de las obras de distribución.

✓ Los resultados de la presente investigación demostraron que existe una alta correlación de las variables sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad, de los pobladores del centro poblado Araya Grande,

Provincia de Barranca (Tabla 27), es decir se confirma el supuesto que con el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se dará un servicio de calidad. Resultados similares obtenidos por (Jara & Santos, 2014) quien concluye diciendo: “Con la infraestructura de saneamiento proyectada se logrará un servicio de agua potable óptimo que permitirá elevar el nivel de vida y las condiciones de salud de cada uno de los pobladores”

✓ En relación a la primera hipótesis específica, la correlación indica que es positiva alta entre la captación y servicio de calidad, además de estadísticamente muy significativo (tabla 29), es decir se confirma el supuesto que la captación se relaciona con brindar un servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, Distrito de Barranca, Provincia de Barranca, motivo por el que se plantea el diseño mediante galerías filtrantes. Resultados similares obtenidos por (Espinoza & Santaria, 2016) quien concluye diciendo: “De las pruebas físico-químicas y bacteriológicas se concluye que con el sistema de captación de galería filtrante se obtiene una mejor calidad de agua, beneficiando a la población estudiada”.

✓ En relación a la segunda hipótesis específica, la correlación indica que es positiva moderada entre la conducción y servicio de calidad, además de estadísticamente muy significativo (tabla 31), es decir se confirma el supuesto que la conducción se relaciona con brindar un servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, Distrito de Barranca, Provincia de Barranca. Resultados similares obtenidos por (Lossio, 2012) quien concluye diciendo: “Se plantea el diseño de una Línea de conducción de tubería PVC de 200 mm con una longitud de 461.54 m, ideal para su funcionamiento y llegar en buenas condiciones al reservorio, augurando así la disposición de agua que necesitan los pobladores”.



✓ En relación a la tercera hipótesis específica, la correlación indica que es positiva moderada entre las obras de tratamiento y servicio de calidad, además de estadísticamente muy significativo (tabla 33), es decir se confirma el supuesto que las obras de tratamiento se relaciona con brindar un servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, Distrito de Barranca, Provincia de Barranca, motivo por el que se plantea el diseño un tanque clorador. Resultados similares obtenidos por (Concha & Guillen, 2014) quien concluye diciendo: “El agua del reservorio será tratada por cloro mediante goteo para garantizar condiciones de consumo, siendo el agua potable y de calidad para los pobladores de la Urb. Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica”.

✓ En relación a la cuarta hipótesis específica, la correlación indica que es positiva alta entre el reservorio y servicio de calidad, además de estadísticamente muy significativo (tabla 35), es decir se confirma el supuesto que el reservorio se relaciona con brindar un servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, Distrito de Barranca, Provincia de Barranca, motivo por el que se plantea el diseño un reservorio. Resultados similares obtenidos por (Olivari & Castro, 2008) quien concluye diciendo: “Se ha diseñado un tanque elevado de 600m<sup>3</sup> que regulara las variaciones de consumo, teniendo la dotación necesaria para abastecer a los moradores del centro poblado Cruz de Médano, el reservorio tendrá entonces la capacidad suficiente para la proyección de un servicio de abastecimiento de agua potable idóneo”.

✓ Finalmente en relación a la quinta hipótesis específica, la correlación indica que es positiva muy alta entre las obras de distribución y servicio de calidad, además de estadísticamente muy significativo (tabla 37), es decir se confirma el supuesto que las obras de distribución se relacionen con brindar un

servicio de calidad a los pobladores del centro poblado Araya Grande, Distrito de Barranca, Provincia de Barranca, motivo por el que se plantea el diseño de las obras de distribución de agua. Resultados similares obtenidos por (Hurtado & Martinez, 2012) quien concluye diciendo: “Las presiones, pérdidas de carga, velocidades y demás parámetros de las redes de distribución de agua potable han sido verificados y simulados mediante el uso del watercad de amplio uso en nuestro país, el cumplimiento de estos parámetros permite a los pobladores contar con un sistema de distribución óptimo y continuo del servicio de agua potable, lo cual contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores.

## **4.2 Desarrollo de la propuesta para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable**

### **4.2.1 Identificación y análisis de alternativas de captación**

Las posibles alternativas de solución encontradas en la zona del proyecto son:

- Captación de agua superficial.
- Captación de agua de manantiales.
- Captación mediante pozos tubulares.
- Captación por galería filtrante.

#### **4.2.1.1 Análisis técnico**

Para el análisis técnico referido se considerara dos aspectos importantes para el sistema de abastecimiento de agua potable: cantidad y calidad.

#### **a. Captación de agua superficial**

El área del río Pativilca abarca 4,774.00 km<sup>2</sup>, nace en las inmediaciones del nevado Pastoruri de la Provincia de Recuay y Bolognesi a una altitud mayor a 5.000 msnm.

La fuente principal es el agua superficial proveniente del río Pativilca. La toma del canal de riego Purmacana se ubica en la cota 505.00 msnm a 9.10Km del CP Araya grande.

El agua es captada del canal secundario que integra el sistema de riego de Andrés Flores, cota 381.00msnm, coordenadas E 213228 N 8817685, tubería de PVC 3". Este canal es una derivación del canal Huerto Mayorga alimentado del canal matriz Purmacana.

- ***Cantidad***

Respecto a la continuidad de agua, hay días al año que el canal no lleva agua por la actividad de limpieza, en cuanto a la cantidad se tiene una capacidad que conduce de 4 a 10 m<sup>3</sup>/s, en los canales secundarios la presencia de agua es solo cinco días a la semana.

- ***Calidad***

Según estudios que se hicieron para el análisis del agua se supo que los meses de estiaje la turbidez es 55 NTU - 221.00 mg/l de TSS, en época de avenida la turbidez es mayor a 800 NTU- 4998mg/l de TSS, con estas características el tratamiento de esta agua implica la construcción de obras civiles como bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración.

#### **b. Captación de manantiales**

Se encuentra en la zona la presencia de pequeños manantiales producto del afloramiento de las aguas Subterráneas, por presencia de

estratos impermeables, en estas pequeñas filtraciones los pobladores lavan su ropa.

- ***Cantidad***

El agua que contiene los manantiales encontrados, tienen un bajo caudal que es insuficiente para abastecer a la población del proyecto.

- ***Calidad***

Se tomarán muestras de agua para su respectivo análisis físico químico, pese a que el agua de manantial generalmente se puede usar sin tratamiento.

**c. Captación mediante pozos tubulares**

Se realizan perforaciones profundas a fin de obtener agua subterránea, los pozos tubulares se caracterizan por tener una profundidad de 30 a más metros.

- ***Cantidad***

Se hacen pruebas de campo para determinar un caudal suficiente para el abastecimiento del centro poblado, de ser necesario se excavarán 2 o más pozos.

- ***Calidad***

Se tomara muestra de agua para su respectivo análisis físico-químico, la mayoría de las aguas de pozo no contienen materia en suspensión y prácticamente están libres de bacterias. Por lo general es clara, sin color y presenta una temperatura relativamente constante.

**d. Captación mediante galerías filtrantes**

Se captara agua mediante galerías filtrantes, realizando un aforo (lugar donde se construirá la galería) haciendo la excavación de una

zanja paralela a la dirección del flujo del río Pativilca con la finalidad de ubicar el nivel de agua sub-superficial.

Ya encontrado el nivel, en la zanja se pasará a instalar tuberías perforadas, capas de gravas de 1" a ¼" y sello impermeable con geomembrana.

- ***Cantidad***

Luego de ubicar el nivel de agua sub-superficial se determinará que el nivel de agua está a un metro debajo del terreno natural y posee un rendimiento de un caudal de 9.60 l/s.

- ***Calidad***

Se ha realizado el análisis bacteriológico y físico-químico y metales del agua en el punto de captación cuyo resultado indica que los parámetros se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles referenciales de calidad de agua potable y dentro del diagrama de potabilidad de agua BUENA, como puede apreciarse en el anexo N°5.

#### **4.2.1.2 Análisis económico**

##### **a. Captación de agua superficial**

Como se mencionó anteriormente el agua requiere ser tratada, lo que implicaría un mayor costo por la planta de tratamiento (bocatomas, desarenadores, cámaras de filtros e instalación de sistemas de cloración).

##### **b. Captación de manantiales**

Requerirá la construcción de una captación que constará de tres 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, estas obras de captación requerirán de un gasto

menor, pero la opción de captar agua de manantiales no es viable debido al bajo caudal encontrado.

**c. Captación mediante pozos tubulares**

Requieren de estudio y obras de alto costo, siendo innecesario al encontrarse agua a un nivel sub-superficial el cual se ubica a 1m de profundidad debajo del terreno natural.

**d. Captación mediante galerías filtrantes**

Se requerirá la instalación de tuberías perforadas, material de grava, geomenbrana y una caja de reunión de concreto armado para la captación, estas obras no representan un gran costo como se puede ver el presupuesto anexo (Anexo 13).

**4.2.1.3 Resumen y selección**

- La alternativa de captar agua superficial queda desechada debido a la necesidad de tratar el agua para potabilizarla y el excesivo costo de las estructuras que implica el tratamiento.
- La alternativa de captar agua de manantiales queda desechada debido a al bajo caudal de las fuentes, no siendo suficiente para abastecer de agua potable a los pobladores del centro poblado Araya Grande.
- La alternativa de captar agua de pozos tubulares queda desechada debido al alto costo que implican el estudio y construcción de estas captaciones, además de no ser una opción necesaria ya que la construcción de estos pozos comprende excavaciones hasta de 30m y en la zona se encuentra agua en el lecho del río a un nivel sub-superficial de 1.00m.

- Finalmente la alternativa de captar agua mediante galerías filtrantes será la que seleccionaremos debido al bajo costo que implica la construcción de esta obra de captación y porque tiene el suficiente rendimiento con un caudal de recuperación de 9.60 l/s para abastecer a la pobladores del centro poblado Araya Grande.

#### 4.2.2 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

- **Calculo de los parámetros básicos para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable**

CALCULO POBLACIONAL - ARAYA GRANDE		
a) Poblacional		
HUANCHOS		CANTIDAD
VIVIENDAS		223
IGLESIA		3
POSTA MEDICA		1
LOCAL COMUNAL		7
		234
DENSIDAD DE VIVIENDA		3.488 Hab/Viv.
Ecuación de la curva promedio	Pf =	Po ( 1 + rt )
Población del año base	Po =	816
Tasa de crecimiento	r =	2.30 % según INEI
Año base	t = 0, en	2018
AÑO		POBLACIÓN
0	2,018	816
1	2,019	835
2	2,020	854
3	2,021	872
4	2,022	891
5	2,023	910
6	2,024	929
7	2,025	947
8	2,026	966
9	2,027	985
10	2,028	1,004
11	2,029	1,022
12	2,030	1,041
13	2,031	1,060
14	2,032	1,079
15	2,033	1,098
16	2,034	1,116
17	2,035	1,135
18	2,036	1,154
19	2,037	1,173
20	2,038	1,191

Figura 17: Cálculo de la población del C.P. Araya Grande  
Fuente: Elaboración propia.



b) Institucion educativa			
INICIAL	23		
PRIMARIA	95	FUENTE: ESCALE - MINEDU	
SECUNDARIA	84		
q2 = 15 litros/hab.dia		q3 = 20 litros/hab.dia	
P2 = 23 alumnos inicial		P3 = 95 alumnos primaria	
q2 = 30 litros/hab.dia			
P2 = 84 alumnos secundaria			
<b>Caudal Promedio</b>	<b>q = 18.87</b>		K1 = 1.3
<b>Poblacion Total Servid</b>	<b>P = 202</b>		K2 = 2
<b>CAUDALES</b>			
Caudal Promedio.....	$Qp = (Pob \times Dot) / 86400$		(lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	<b>Qp = 0.04</b>		<b>lt/seg</b>
Caudal Máximo Diario.....	$Qmd = Qp \times K1$		(lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	<b>Qmd = 0.06</b>		<b>lt/seg</b>
Caudal Maximo Horario.....	$Qmh = Qp \times K2$		(lt/seg)
Reemplazando valores, tendremos que.....	<b>Qmh = 0.09</b>		<b>lt/seg</b>

Figura 18: Cálculo del caudal máximo horario para el colegio del C.P. Araya Grande  
Fuente: Elaboración propia.

c) Proyección de la Demanda				
PARÁMETROS DE DISEÑO				
Dotación.....	Dot =	120	lt/hab/día	
Factor de Máxima Demanda Diaria....	K1 =	1.3		
Factor de Máxima Demanda Horaria..	K2 =	2		
Pérdidas en el Sistema.....	Pérdidas =	15%		
AÑO		Caudales de Diseño (lps)		
		Qp	Qmd	Qmh
0	2,018	1.39	1.80	2.77
1	2,019	1.42	1.84	2.83
2	2,020	1.45	1.88	2.89
3	2,021	1.48	1.92	2.95
4	2,022	1.51	1.96	3.02
5	2,023	1.54	2.00	3.08
6	2,024	1.57	2.04	3.14
7	2,025	1.60	2.08	3.20
8	2,026	1.63	2.12	3.26
9	2,027	1.66	2.16	3.32
10	2,028	1.69	2.20	3.38
11	2,029	1.72	2.24	3.45
12	2,030	1.75	2.28	3.51
13	2,031	1.78	2.32	3.57
14	2,032	1.81	2.36	3.63
15	2,033	1.85	2.40	3.69
16	2,034	1.88	2.44	3.75
17	2,035	1.91	2.48	3.81
18	2,036	1.94	2.52	3.87
19	2,037	1.97	2.56	3.94
20	2,038	2.00	2.60	4.00

Figura 19: Cálculo de la proyección de la demanda en el C.P. Araya Grande  
Fuente: Elaboración propia.

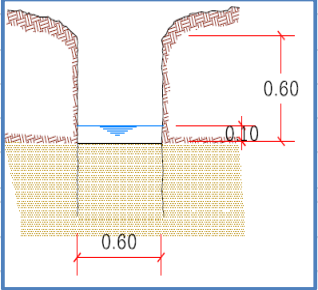
- **Calculo hidráulico para determinar el caudal de recuperación:**

**CALCULO DE AFORO PARA LA CAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL C.P ARAYA GRANDE**

Se preparó una zanja longitudinal 10m paralela a la dirección del flujo del río Pativilca con la finalidad de ubicar el nivel del agua Sub-superficial y aforar el rendimiento de la fuente.

**Método de aforo.- Sección Velocidad:** Determinación de volumen.

DATOS DE LA ZANJA		
LONGITUD (m)	10.00	(Longitud de zanja)
ANCHO (m)	0.60	(Ancho de zanja)
PROFUNDIDAD (m)	0.60	(Profundidad de zanja)
TIRANTE (m)	0.10	(Tirante de agua)



**Datos:**

	A
T1	34.96 seg
T2	35.66 seg
T3	35.09 seg
T4	35.00 seg
T1	34.92 seg
T2	34.49 seg
T3	34.19 seg
T4	34.30 seg
T1	34.25 seg
T2	34.29 seg
<b>TOTALES</b>	<b>34.715 seg</b>

Tpa = 34.72 seg

**1.- Calculo de caudal por el metodo de aforo - sección velocidad**

**Para Tpa:**

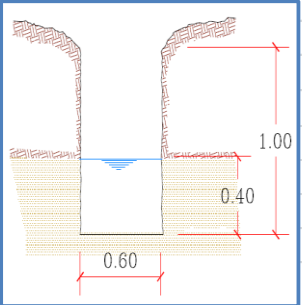
**Volumen de control** = 0.6 m x 10.00 m x 0.10 m = 0.60 m<sup>3</sup>

**Caudal** = Vc/Tp = (0.6 m<sup>3</sup> x 1000 lts)/35.41 seg = 17.28 lt/seg

**2.- Calculo de recuperación de flujo - Datos**

Se excavo una zanja de 16 metros de longitud, con una profundidad de 0.40m y si midio el tiempo que tardo en recuperar su nivel.

DATOS	b	
LONGITUD (m)	16.00	Tra = 6 min 40 seg
ANCHO (m)	0.60	
PROFUNDIDAD (m)	0.40	
TIEMPO DE RECUPERACION (seg)	400.00	



**3.- Calculo de recuperación de flujo - Caudal de recuperación**

**Para Tra:**

**Volumen de control** = 0.6 m x 16.00 m x 0.40 m x 1000 lt/m<sup>3</sup> = 3840.00 m<sup>3</sup>

**Caudal de recuperacion** = Vc/Trb = (3840 lt)/400.00 seg = 9.60 lt/seg

Figura 20: Cálculo de aforo para la captación del sistema de abastecimiento de agua potable en el C.P. Araya Grande.  
Fuente: Elaboración propia.

• **Diseño de la captación:**

Figura 21: Selección de la conductividad hidráulica

DISEÑO DE GALERIA FILTRANTE PARA CAPTACION EN EL CENTRO POBLADO ARAYA GRANDE					
<b>DATOS:</b>					
Gasto Máximo Diario	$Q_{md}$	=	2.60	lps	
Gasto Máximo de la Fuente	$Q_{max}$	=	3.90	lps	
Gasto Mínimo de la Fuente	$Q_{min}$	=	3.38	lps	
<b>1.- Selección de la conductividad hidráulica</b>					
Según OPS/CEPIS (2002):					
Tabla de Conductividad Hidráulica					
Permeabilidad (m/día)	$10^{-6}$ a $10^{-4}$	$10^{-4}$ a $10^{-2}$	$10^{-2}$ a 1	1 a $10^{2.5}$	$10^{2.5}$ a $10^5$
Calificación	Impermeable	Poco permeable	Poco permeable	Permeable	Muy permeable
Calificación del Acuífero	Acuífudo	Acuífardo	Acuífero pobre	Acuífero de regular a bueno	Acuífero excelente
Tipo de Material	Arcilla compacta Pizarra Granito	Limo arenosa Lima Arcilla limosa	Arena fina Arena limosa Caliza fracturada	Arena limpia Grava y arena Arena fina	Grava limpia
$K=10$ m/día , se encuentra dentro del parametro ( $1.00$ a $10^{2.5}$ )					
Según los valores típicos de la conductividad hidráulica (coduto, 1999).					
Tabla 4.3. Valores típicos de la conductividad hidráulica (Coduto, 1999).					
Tipo de suelo	Conductividad hidráulica cm/s				
Grava limpia	1 a 100				
Arena y grava mezclada	$10^{-2}$ a 10				
Arena gruesa limpia	$10^{-2}$ a 1				
Arena fina	$10^{-2}$ a $10^{-1}$				
Arena limosa	$10^{-3}$ a $10^{-2}$				
Arena arcillosa	$10^{-4}$ a $10^{-2}$				
Limo	$10^{-8}$ a $10^{-2}$				
Arcilla	$10^{-10}$ a $10^{-6}$				
$K=10^2$ cm/s , considerado dentro del parametro para Arena y grava mezclada					
k= 8.64 m/día			$K=10^2$ cm/s = 8.64 m/día		
Según el grado de permeabilidad del suelo (Whitlow, 1994)					
Grado de permeabilidad del suelo (Whitlow, 1994).					
Grado de permeabilidad	Conductividad hidráulica cm/s				
Elevada	Superior a $10^{-1}$				
Media	$10^{-1}$ a $10^{-3}$				
Baja	$10^{-3}$ a $10^{-5}$				
Muy baja	$10^{-5}$ a $10^{-7}$				
Practicamente impermeable	men or de $10^{-7}$				
$K=10^2$ cm/s , considerado dentro del parametro para grado de permeabilidad media					
k= 8.64 m/día			$K=10^2$ cm/s = 8.64 m/día		
<b>Consideramos la menor conductividad hidráulica :</b>				k= 8.64 m/día	

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Calculo del diámetro de la tubería (dren) de galería filtrante

**2.- Diametro de la tubería(dren) de galería filtrante**

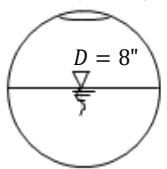
D = 8" = 200 mm (Diametro mínimo recomendado - Manual de diseño de G.FILTRANTE, CEPIS/OPS)

**Pendiente**

s = 1.00 %

**Rugosidad**

n = 0.010 (Tubería de PVC)



$$Rh = \frac{D}{4}$$

$$V = \frac{Rh^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

**Utilizando "H-Canales"**

Velocidad de escurrimiento (entre 0.60m/s - 0.90m/s)

V<sub>p</sub> = 0.82 m/s

Tirante (menor a 50%)

Y<sub>p</sub> = 0.034 m

y<sub>p</sub>/D<sub>p</sub> = 16.75 % **OK**

Calculo del tirante normal, sección circular

Lugar:  Proyecto:

Tramo:  Revestimiento:


**Datos:**

Caudal (Q):  m3/s

Diámetro (d):  m


Rugosidad (n):  m/m


Pendiente (S):  m/m





**Resultados:**


Tirante normal (y): <input type="text" value="0.0335"/> m	Perímetro mojado (p): <input type="text" value="0.1686"/> m
Área hidráulica (A): <input type="text" value="0.0035"/> m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R): <input type="text" value="0.0205"/> m
Espejo de agua (T): <input type="text" value="0.1494"/> m	Velocidad (v): <input type="text" value="0.7502"/> m/s
Número de Froude (F): <input type="text" value="1.5725"/>	Energía específica (E): <input type="text" value="0.0622"/> m-Kg/Kg
Tipo de flujo: <b>Supercrítico</b>	

   
 Calcular

   
 Limpiar Pantalla

   
 Imprimir

   
 Menú Principal

   
 Calculadora

Ejecuta las operaciones 08:31 p.m. 09/11/2018

Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Calculo de caudal unitario

**3.- Calculo de caudal unitario**

Cuyas variables a ser utilizadas son las siguientes:

“Q” : Caudal maximo unitario (l/s.m)  
 “K” : es el coeficiente de permeabilidad promedio del acuífero, (m/día)  
 “a” es la profundidad a la que se encuentra la galería bajo el nivel freático original  
 “i” es la gradiente hidráulica natural del acuífero  
 “r” es el radio del conducto. (Según el manual de galerías filtrantes de OPS/CEPIS se recomienda un diametro de 200mm como mínimo en drenes)

$$Qu = \frac{\pi x K x a}{Ln \left( \frac{1}{ixr\sqrt{\frac{Quxa}{kx\pi}}} \right)}$$

DATOS	
K =	8.64 m/día
a =	1.00 m
i =	0.0100 m/m
r =	0.10 m

Remplazando:

$$Qu = \frac{\pi x 8.64 x 1.00}{Ln \left( \frac{1}{0.010 x 0.10 \sqrt{\frac{Qu x 1.00}{8.64 x \pi}}} \right)}$$

Mediante iteraciones sucesivas determinamos el caudal unitario, empleando como dato base un caudal unitario Qu= 10.00 m3/diaxml

Qm3/dia/ml (Asumido)	Qm3/dia/ml calculado	Qu (l/s/ml)
10.0000	4.2355	0.0490
4.2355	4.5398	0.0525
4.5398	4.5136	0.0522
4.5136	4.5158	0.0523
4.5158	4.5156	0.0523
4.5156	4.5156	0.0523
4.5156	4.5156	0.0523

Qu = 0.0523 l/s/ml

Fuente: Elaboración propia.

Figura 24: Calculo del dren.

**4.- Calculo de la longitud minima de la galeria filtrante**

$$L = \frac{Q_{md}}{Q_u} \quad \begin{matrix} L : m \\ Q_{md} : l/s \\ Q_u : l/s/m \end{matrix} \quad L = \frac{2.6000}{0.0523} = 49.713 \text{ m} \text{ mínimo}$$

**5.- Recalculo del caudal unitario**

Lmín = 49.71 m **Utilizamos una longitud:** L = 100.0 m

$$Q_u = \frac{Q_{md}}{L} \quad \begin{matrix} L : m \\ Q_{md} : l/s \\ Q_u : l/s/m \end{matrix} \quad Q_u = \frac{2.6000}{100.00} \quad Q_u = 0.026 \text{ l/s/ml}$$

**6.- Calculo de area abierta por unidad de longitud de dren**

DATOS		
Q =	0.0026	m <sup>3</sup> /s
L =	100.00	m
Ve =	0.03	m/s
Qu =	0.000026	m <sup>3</sup> /s/m
Cc =	0.55	

**Q:** Caudal de diseño  
**L:** Longitud del dren  
 0.025 < Ve < 0.10 (velocidad de entrada por orificio)  
**Qu:** Caudal unitario  
**Cc:** Coeficiente de contracción  
**Aa:** Area abierta por unidad de longitud del dren (m<sup>2</sup>/m).

$$Aa = \frac{Q_u}{V_e C_c} \quad Aa = \frac{0.000026}{0.03 \times 0.55} = 0.001576 \text{ m}^2/\text{m}$$

**7.- Area del orificio del dren**

Tenemos diametros comerciales: 1/4", 3/8", 1/2" y 3/4".  
**Utilizamos:** Diametro de 1/2" = 0.01 m

**Area de orificio:**

$$A_o = \frac{\pi x D^2}{4} \quad \begin{matrix} A_o : m^2 \\ D : m \end{matrix} \quad A_o = \frac{\pi \times 0.01^2}{4.00} = 0.000078540$$

A<sub>o</sub> = 0.000079 m<sup>2</sup>

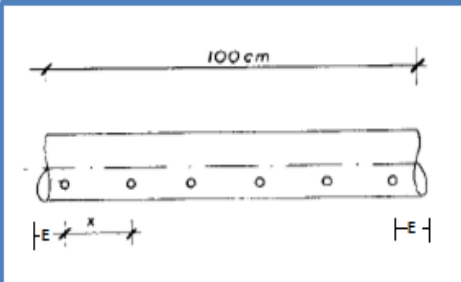
**8.- Calculo de numero de orificios**

**Numero de perforaciones:**

$$N = \frac{A_a}{A_o} \quad \begin{matrix} A_o : Area \text{ de orificio.} \\ A_a : Area \text{ abierta.} \end{matrix} \quad N = \frac{0.001576}{0.0000785} = 20.063$$

N = 20.00

**9.- Calculo del espaciamento entre orificios**



E = 10 cm (Recomendación)

$$X = NxD + (N-1)X - 2E = 100 \text{ cm}$$

$$X = 20 \times 1 \text{ cm} + (20-1)X - 2(10 \text{ cm}) = 100 \text{ cm}$$

$$X = 3.1579 \text{ cm} = 3.00 \text{ cm}$$

$$X = 0.030 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración propia.

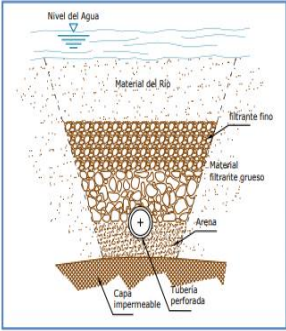
Figura 25: Dimensionamiento de la galería filtrante.

**10. Diseño de forro filtrante y sello impermeable**

**a. Selección de gravas para galería filtrante:**

**Granulometría del forro filtrante.**

Capa	Diámetro (mm)		Altura (cm)
	Mínimo	Máximo	
1	0.5 - 2.0	1.5 - 4.0	5
2	2.0 - 2.5	4.0 - 15.0	5
3	5.0 - 20.0	10.0 - 40.0	10



Nota: Los espesores de la tabla no superan los 10cm, sin embargo según el manual de galerías filtrantes del CEPIS/OPS, para fines de construcción se recomienda el empleo de mayores espesores, lo cual no afecta el funcionamiento de drenes.

**Por tanto:**

Consideramos			
Capas	D"	Diámetro mm	Altura (cm)
Capa 1	1/8"	3.175 mm	15.00
Capa 2	1/2"	12.700 mm	20.00
Capa 3	1"	25.400 mm	80.00

**Espesor del forro:** Capa1 + Capa2 + Capa3 = 1.15 m

**b. Se considera a su vez una capa de arena:**

**e arena =** 0.10 m

**c. Sello impermeable**

**erelleno=** 0.90 m      Como mínimo rellenar con una capa de 0.30m

**d. Profundidad a la que se encuentra la galería bajo el nivel freático original ("a")**

**"a" =** 1.00 m      (Dato obtenido en el estudio en campo)

**"a" = e arena + erelleno=** 0.10 + 0.90 = 1.00 m      ¡Cumple!

**11. Verificando valores de la zanja para galería filtrante**

**Según el cuadro en la relación Diámetro - ancho de zanja**

Diámetro de dren (mm)	Ancho mínimo de zanja (mm)
150	500
200	500
300	600
400	800
500	900
600	1200
700	1300
800	1400

**Ancho mínimo:**  
A mín = 0.50 m

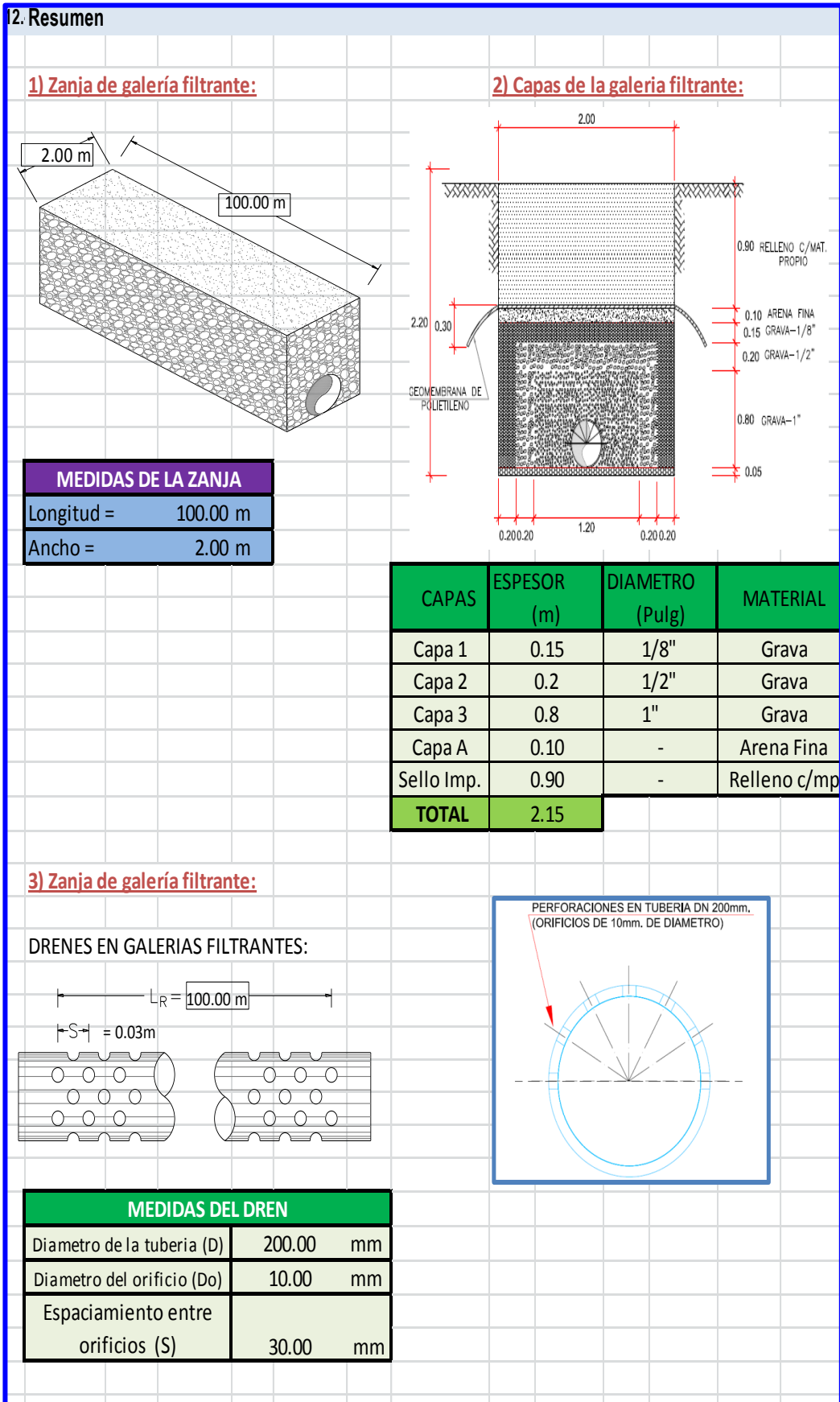
**Ancho base:** Considerado en estudio para caudal de recuperación  
A base = 0.60 m

**Ancho seleccionado:** Recomendado  
A = 2.00 m

**L =** 100.00 m

Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Resumen del diseño de la galería filtrante



Fuente: Elaboración propia.



Figura 27: Cálculo de las dimensiones de la cámara húmeda

<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE CONTROL</b>			
<b>DISEÑO DE CAMARA HUMEDA</b>			
<b>1.- Cálculo de la altura de la cámara de control de agua (CAMARA HUMEDA)</b>			
<u>Datos:</u>			
A) Cota inicial (Punto de captación): CT1	374.47 m		
B) Pendiente de la tubería: S	1.00 %	(Recomendado entre 1%-5%)	
C) Altura de zanja de galería filtrante: (H)	2.15 m		
D) Longitud total del dren: (L)	100.00 m		
E) Nivel Freático (N.A):	373.47 m		
Cota inicial de tubería (Punto de captación):	$C1 = CT1 - H$	$C1 = 374.47 - 2.15 =$	372.32 m
Cota final de tubería (A 100.00 m):	$C2 = C1 - L * S$	$C2 = 372.32 - 100 \times 0.01 =$	371.32 m
Por recomendación del manual para el diseño de galerías filtrantes consideramos alturas adicionales:			
$h1 =$	0.60 m	(Altura prolongada para evitar acumulación de arena)	
$BL =$	0.30 m	(Altura mínima de borde libre recomendada)	
<b>Consideramos para borde libre:</b>			
$BL =$	0.67 m		
<b>Altura total del espejo de agua : N.A - C2+h1</b>			
$H_{agua} = 373.47 - 371.32 + 0.60$			
$H_{agua} = 2.75 \text{ m}$			
<b>Altura total de la cámara: <math>H_{total} = H_{agua} + B.L. + \text{ancho de techo de cámara} + \text{ancho de losa de fondo}</math></b>			
$H_{total} = 2.75 + 0.67 + 0.20 + 0.25$			
$H_{total} = 3.87 \text{ m}$			
<b>2.- Ancho de pantalla (CAMARA HUMEDA)</b>			
<u>El ancho interior debe ser como mínimo igual al ancho de la fuente captada:</u>			
Ancho de galería filtrante:	2.00 m	(mínimo)	
Ancho de muro:	0.25 m		
$B = 2.00 + 0.25 + 0.25 =$	2.50 m		
<b>3.- Largo (CAMARA HUMEDA)</b>			
Largo mínimo $\geq$ ancho de galería filtrante	Largo =	3.00 m	
Ancho de muro:	0.25 m		
$L = 3.00 + 0.25 + 0.25 =$	3.50 m		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 28: Dimensionamiento de la canastilla y la tubería de rebose de la cámara húmeda.

#### 4. Dimensionamiento de la canastilla (CAMARA HUMEDA)

<b>DATO:</b> Valores comerciales (3",4",6",8")	<b>Dco:</b> Diametro de conducción
Dco= 160.00 mm	
Dco= 6.00 "	
$3Dc < Lc < 6Dc$	
<b>A) Cálculo del diametro de la canastilla (Dc)</b>	<b>B) Cálculo de la longirtud de la canastilla (Lc)</b>
$Dc = 2Dco$	$Lc = 3 * 8 * 25.4$
= 12.00 pulg.	Lc= 609.60 mm
$Dc = 2x(6.00)$	$Lc = 6 * 8 * 25.4$
Usamos el comercial:	Lc= 1219.20 mm
Dc= 8.00 pulg.	Elegimos Lc= 0.70 m
203.2 mm	
<b>C) Calculamos el area total de la ranuras(At) para un diametro de canastilla de 8.00 pulg</b>	
<u>Calculo del área total de ranuras (At)</u>	Ag: Area lateral de la granada
$Ac = \frac{\pi Dc^2}{4}$	$At < Ag$
Ac= 0.032429279 m <sup>2</sup>	Dg= 8"
$At = 2Ac$	$0.0649 < 0.0711$
At= 0.064858557 m <sup>2</sup>	<i>¡Cumple!</i>
$Ag = 0.5 * Dg * L$	
Ag= 0.07112 m <sup>2</sup>	
<u>Calculo del área de la ranura (Ar)</u>	
$Ar = 7mm * 5mm$	
= 0.000035 m	
<b>Cálculo del numero total de ranuras</b>	
$N^{\circ}ranuras = \frac{Atotal\ de\ ranuras}{Area\ de\ ranura}$	N° ranuras= 1853

#### 5. Diametro de la tubería de rebose

<b>Cálculo del diametro de la tubería de rebose con la ecuación de HAZEN Y WILLIAMS</b>	
$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$	<b>Q:</b> Caudal maximo de la fuente (l/s)
	<b>hf :</b> Perdida de carga unitaria
	<b>Recomendado para rebose hf =</b> 0.015 m/m
	<b>Q=</b> 9.60 l/s
$D = \frac{0.71 * 9.60^{0.38}}{0.015^{0.21}} =$	D= 4.00 pulg.
4.0508 pulg	D= 100.00 mm

Fuente: Elaboración propia.

Figura 29: Dimensionamiento de la tubería de limpia de la cámara húmeda

6. Diámetro de la tubería de limpia			
<b>Cálculo del diámetro de la tubería de rebose con la ecuación de HAZEN Y WILLIAMS</b>			
$D = \frac{0.71 \cdot Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$		Q: Caudal máximo de la fuente (l/s)	
		hf: Perdida de carga unitaria	
	<b>Recomendado para limpia</b>	hf = 0.020 m/m	
		Q = 9.60 l/s	
$D = \frac{0.71 \cdot 9.60^{0.38}}{0.020^{0.21}} =$	3.8133 pulg	D = 4.00 pulg.	
		D = 100.00 mm	

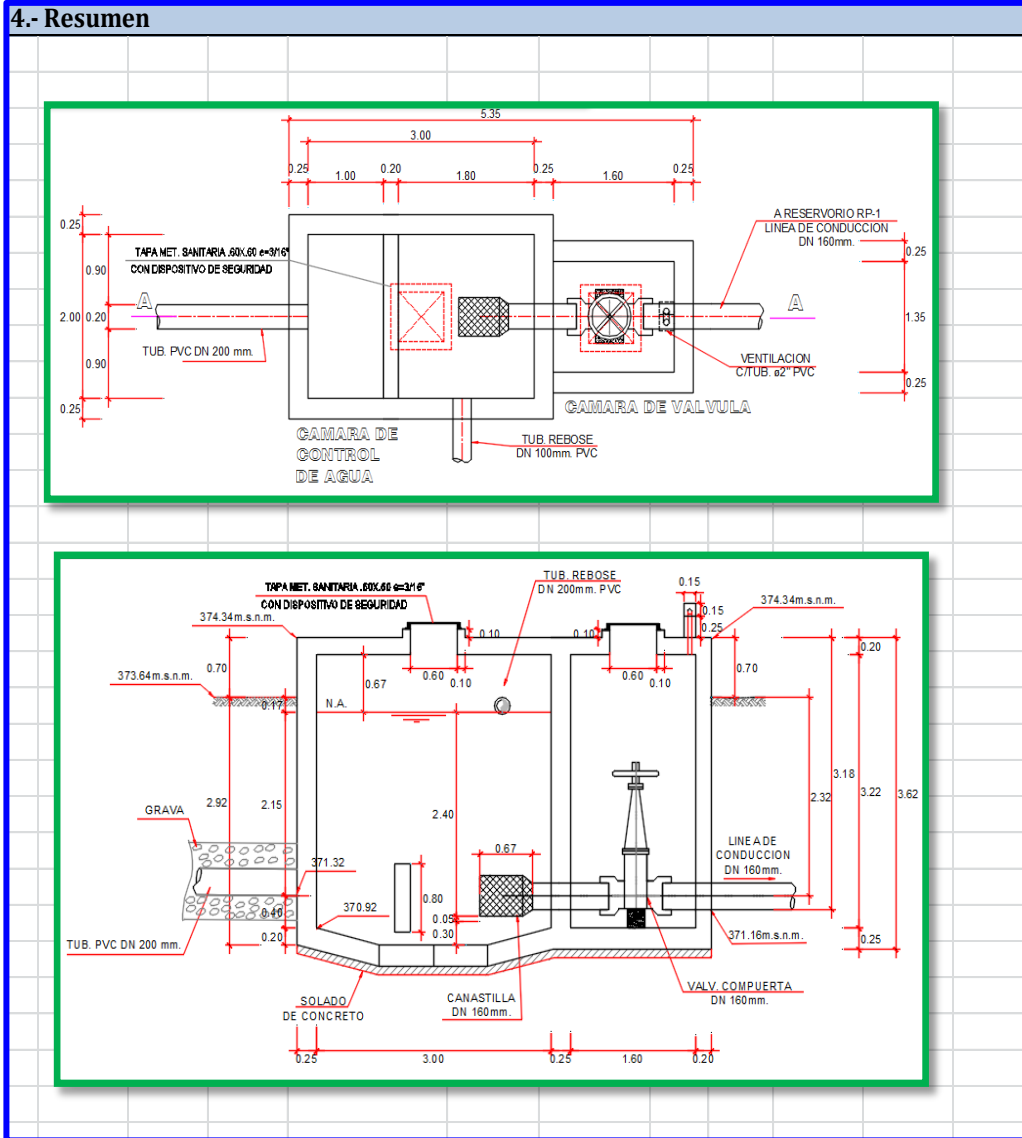
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30: Dimensionamiento de la cámara seca.

DISEÑO DE CAMARA SECA			
<b>1.- Calculo de la altura de la camara de valvula (CAMARA SECA)</b>			
Se basa en datos de la camara humeda: H = Htotal - ancho de losa de fondo			
		H = 3.87-0.25	
		H = 3.62 m	
<b>A) Altura de la camara humeda: (Htotal)</b>		374.34 m	
<b>B) Ancho de losa de fondo:</b>		0.25 m	
<b>2.- Ancho y largo de camara de valvula(CAMARA SECA)</b>			
<b>Según SEDAPAL:</b>			
La instalaciones de la línea (tubería y accesorios) en las cámaras deben considerar un espacio libre hacia la pared o al piso como mínimo de 0.6 m.			
<b>Consideramos para fines practicos para valvula compuerta, un diámetro comercial</b>			
DN=	160.00 mm	DN=	0.16 m
<b>Ancho interior:</b>			
	Bi= DN+0.60+0.60		
	Bi= 0.16+0.60+0.60=	1.36 m	mín
<b>Largo interior:</b>			
	Li= considerar mismo criterio que para ancho interior =	1.36 m	mín
<b>ANCHO Y LARGO:</b>			
	B= Bi+ancho de murox2		
	B= 1.36+0.25x2 =	1.86 m	mín
	L= Aplicar similar criterio		
<b>3.-Tuberia de ventilación</b>			
Las cámaras de válvulas de control y medición deben contar con sistema de ventilación forzada (extractor de aire) con 02 (dos) salidas de ventilación, cada una de ellas con tubo de PVC interno para extraer el aire de la parte inferior de la cámara.			
Dventilacion=	2 pulg	Diámetro comercial	

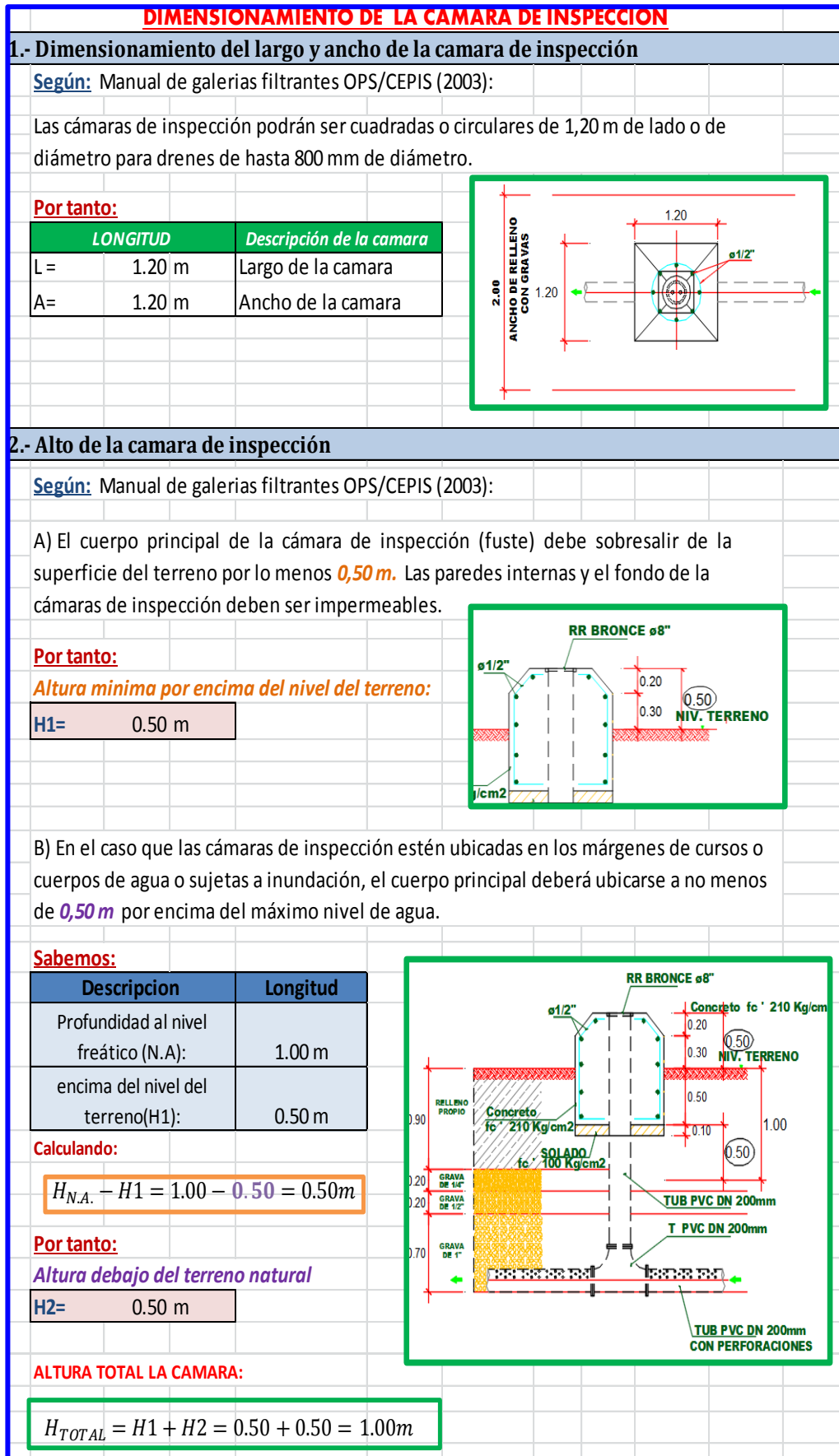
Fuente: Elaboración propia.

Figura 31: Resumen del diseño de la cámara de captación.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32: Diseño de la cámara de inspección.



Fuente: Elaboración propia.

• **Diseño de las obras de conducción:**

Figura 33: Dimensionamiento del tramo de la línea de conducción.

<b>DISEÑO DE LAS OBRAS DE CONDUCCIÓN</b>			
<b>1.- DATOS BASICOS PARA EL DISEÑO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN</b>			
<u>Datos:</u>			
A) Caudal máximo diario(Q <sub>md</sub> ):	2.60 m		
B) Longitud total de la tubería de conducción (L):	3609.10 m		
C) Cota inicial de la tubería de conducción (CI):	371.16 m.s.n.m		
D) Cota final de la tubería de conducción (CF):	356.90 m.s.n.m		
(Llega al reservorio)			
E) Presión residual deseada (Pd) :	10.00 m		
(Recomendado por Agüero,1997)			
<u>Calculamos:</u>			
F) Perdida de carga deseada (H <sub>fd</sub> ):	H <sub>fd</sub> = CI-CF-Pd= 371.16 - 356.90 - 10.00	4.26 m	
G) Perdida de carga unitaria deseada (h <sub>fd</sub> ):	h <sub>fd</sub> = H <sub>fd</sub> /L = 4.26/3609.10	0.0012 m	
<b>2.- CALCULO DE LOS DIAMETROS DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN</b>			
$D = \left( \frac{0.71 \times Q_{md}^{0.38}}{hf^{0.21}} \right)$		D : Diametro (pulg). Q <sub>md</sub> : Cauda maximo diario (l/s). hf : perdida de carga unitaria (m/m).	
$D = \left( \frac{0.71 \times 2.60^{0.38}}{0.0012^{0.21}} \right) = 4.2056$		4" < D = 4.2056 < 6"	
Por tanto consideramos :		D <sub>1</sub> = 6 "	D <sub>1</sub> = 160 mm
		D <sub>2</sub> = 4 "	D <sub>2</sub> = 100 mm
<b>3.- PERDIDAS DE CARGA Y LONGITUDES DE LOS TRAMOS</b>			
<b>Calculo de las perdidas de carga unitaria para ambos diametros:</b>			
$V = \frac{1.9735 \times Q_{md}}{D^{2.00}}$		V : Velocidad m/s. Q <sub>md</sub> : Cauda maximo diario (l/s). D : Diametro (pulg).	
$hf = \left( \frac{Q_{md}}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85}$		D : Diametro (pulg). Q <sub>md</sub> : Cauda maximo diario (l/s). hf : perdida de carga unitaria (m/m).	
$V_1 = \frac{1.9735 \times 2.60}{6^{2.00}} = 0.1425 \text{ m/s}$		$V_2 = \frac{1.9735 \times 2.60}{6^{2.00}} = 0.3207 \text{ m/s}$	
$hf_1 = \left( \frac{Q_{md}}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} = 0.0002 \text{ m/m}$		$hf_2 = \left( \frac{Q_{md}}{2.492 \times D^{2.63}} \right)^{1.85} = 0.0013 \text{ m/m}$	
<b>Combinación de tuberías:</b>			
$X = \frac{Hf_d - (hf_1 \times L)}{hf_2 - hf_1}$		$X = \frac{4.26 - (0.0002 \times 3609.10)}{0.0013 - 0.0002} = 3304.57 \text{ m}$	
		L <sub>1</sub> = L - X =	304.53 m
		L <sub>2</sub> = X =	3304.57 m

Fuente: Elaboración propia.

Figura 34: Cálculo de pérdida de cargas totales y cotas de la línea de conducción.

4.- RECALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA				
<b>Calculo de las perdidas de carga del tramo:</b>				
$Hf = hf \times L$		$Hf$ : pérdida de carga del tramo (m). $hf$ : pérdida de carga unitaria (m/m). $L$ : Longitud del tramo (m).		
$Hf_1 = hf_1 \times L_1 =$		0.054 m		
$Hf_2 = hf_2 \times L_2 =$		4.206 m		
<b>Calculo de las perdidas de carga locales:</b> $hf_{loc} = \Sigma Kx \frac{V^2}{2g}$				
Accesorio	K	Tramo 1	Tramo 2	
Canastilla	0.75			
Codo 90°	0.90	0.9		
Codo 45°	0.40	1.6	2.8	
Codo 22.5°	0.10	1.8	1.2	
Codo 11.25°	0.05	0.1	0.45	
Tee	1.80			
160mm a 110mm	0.36		0.36	
V. Compuerta totalmente abierta	0.20		0.2	
V. Compuerta mitad abierta	5.60			
Válvula flotador	0.20			
Válvula de aire	0.60		2.4	
Válvula de purga	0.60		2.4	
Válvula de pie	2.50			
Total		4.4	9.81	
$hf_{loc1} = \Sigma K1x \frac{V_1^2}{2g} = 4.4x \frac{0.1425^2}{2x9.81} =$		0.005 m		
$hf_{loc2} = \Sigma K2x \frac{V_2^2}{2g} = 9.81x \frac{0.3207^2}{2x9.81} =$		0.051 m		
<b>Perdidas de cargas totales:</b>				
$HTf = Hf + hf_{loc}$		$HTf_1 = 0.054 + 0.005 =$		0.058
		$HTf_2 = 4.206 + 0.051 =$		4.258
5.- CALCULO DE COTAS DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN				
<u>Para el tramo 1:</u>				
Cota inicial :	371.16	(Dato del perfil longitudinal)	Cota final:	368.80 (Dato del perfil longitudinal)
<u>Para el tramo 2:</u>				
Cota inicial :	368.80	(Dato del perfil longitudinal)	Cota final:	356.90 (Dato del perfil longitudinal)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 35: Cálculo de cotas piezométrica y presión en las líneas de conducción.

6.- PERDIDA DE CARGA ACUMULADA				
$Hf_{Acum1} = HTf_1$	$Hf_{Acum2} = HTf_1 + HTf_2$			
$Hf_{Acum1} = 0.058m$	$Hf_{Acum2} = 0.058 + 4.256 = 4.3141m$			
7.- COTA PIEZOMETRICA DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN				
<u>Para el tramo 1:</u>				
Cota piez. Inicial: 371.16	Cota piez. final: Cota inicial piez. - HTf1=	371.10	m	
<u>Para el tramo 2:</u>				
Cota piez. Inicial: 371.10	Cota piez. final: Cota inicial piez. - HTf2=	366.84	m	
8.- PRESION FINAL EN LAS TUBERIAS DE CONDUCCIÓN				
<u>Para el tramo 1:</u>				
PRESION (1)	P1 = Cota piez. Final - Cota final =	371.10-368.80=	2.30	m
<u>Para el tramo 2:</u>				
PRESION (2)	P2 = Cota piez. Final - Cota final =	366.85-356.90=	9.94	m

Fuente: Elaboración propia.



• **Diseño del reservorio**

Figura 36: Cálculo del volumen y dimensionamiento del reservorio.

1.- CALCULO DEL VOLUMEN DEL RESERVORIO			
<u>DATOS:</u>			
Población futura(2038) = 1191.00			
Dotación = 120 lt/hab/día			
Caudal promedio del colegio del C.P Araya Grande = 0.04 lt/seg			
<u>FORMULAS:</u>			
$V = Qp \times 0.20$	Qp: Caudal promedio.		
$Qp = \frac{PfxDotación}{86400} + 0.04$	Pf: Población futura.		
$\frac{1-\%perdida}$	%: Porcentaje de perdida		
	V: Volumen de almacenamiento del reservorio		
<b>Proyección de la demanda para el diseño del reservorio</b>			
<b>PARÁMETROS DE DISEÑO</b>			
Dotación.....	Dot =	120	lt/hab/día
Pérdidas en el Sistema.....	Pérdidas =	15%	
AÑO		Caudales de Diseño	Vol. Almac.
		Qp	(m3)
0	2,018	1.39	24
1	2,019	1.42	24
2	2,020	1.45	25
3	2,021	1.48	26
4	2,022	1.51	26
5	2,023	1.54	27
6	2,024	1.57	27
7	2,025	1.60	28
8	2,026	1.63	28
9	2,027	1.66	29
10	2,028	1.69	29
11	2,029	1.72	30
12	2,030	1.75	30
13	2,031	1.78	31
14	2,032	1.81	31
15	2,033	1.85	32
16	2,034	1.88	32
17	2,035	1.91	33
18	2,036	1.94	33
19	2,037	1.97	34
20	2,038	2.00	35
2.- Dimensionamiento del reservorio			
Ancho interior (b) =	4.30 m		
Largo interior (l) =	4.30 m		
Altura del agua (h) =	1.90 m		
Borde libre (B.L) =	0.50 m		
Altura total (h+B.L) =	2.40 m		
			$V=4.30 \times 4.30 \times 1.90 = 35m^3$
PLANO EN EL ANEXO N°			

Fuente: Elaboración propia.

• **Diseño de las obras de tratamiento**

Dado que las pruebas del análisis bacteriológico y físico-químico y metales del agua en el punto de captación, determina que el agua es buena, solo se verá necesario contemplar el diseño de un tanque de cloración para el reservorio.

Fuente: Elaboración propia.

<b>DISEÑO DE LAS OBRAS DE TRATAMIENTO</b>			
<b>1.- Cálculo del volumen de la estructura y volumen de agua para su desinfección</b>			
Volumen de la estructura:	Largo x ancho x alto= 4.30x4.30x2.40=	44.38 m3 =	44376.00 lt
Volumen del agua del reservorio:	Largo x ancho x alto= 4.30x4.30x1.90=	35.00 m3 =	35000.00 lt
<b>2.- Cálculo de la cantidad en gramos de hipoclorito de calcio a disolver en un reservorio</b>			
<u>Según:</u> El Programa Nacional de Saneamiento Rural (2017):			
• Las dosis de cloro libre a prepararse para la desinfección del tanque serán de 50 mg/l y para la cloración del agua la dosis será de 1mg/l.			
<b>Por tanto:</b>	D= 50 mg/L (Desinfección) D= 1 mg/l (Cloración)		
	D: Dosis de cloro libre en (mg/lit).		
	V : Volumen de agua y de la estructura a desinfectar (lit).		
	%: Porcentaje de cloro libre del compuesto clorado (HTH: 65%, 70%).		
	10: Factor para que el resultado sea expresado en gramos del producto		
	P: Peso del producto (hipoclorito de calcio) en gramos a disolver en el tanque		
$P = \frac{DxV}{(\%x10)}$			
<b>a) Desinfección:</b> (Gramos del hipoclorito de calcio a disolver para desinfectar de la estructura)			
$P = \frac{DxV}{(\%x10)} = \frac{50x44376}{(65x10)} = 3413.54 \text{ grs}$			
<b>b) Cloración:</b> (Gramos del hipoclorito de calcio a disolver para la cloración del agua)			
$P = \frac{DxV}{(\%x10)} = \frac{1x35000}{(65x10)} = 53.85 \text{ grs}$			
<b>c) Cantidad de gramos del hipoclorito de calcio total:</b>			
$P = 3169.71 + 50.00 = 3467.38 \text{ grs} = 3.47 \text{ kg}$			

Figura 37: Cálculo de la cantidad en gramos de hipoclorito de calcio a disolver en un reservorio.

Figura 38: Calculo de la cantidad minima de agua para diluir el hipoclorito de calcio

3.- Calculo de la cantidad minima de agua para diluir el hipoclorito de calcio				
Componentes	Concentración C= mg/l	Tiempo de retención (horas)	Peso del hipoclorito de calcio 65% (kg)	Cantidad minima de agua para diluir el hipoclorito de calcio (l)
Captación	150-200	2 - 4	0.23 x m3	65
Buzón de reunión	150-200	2 - 4	0.23 x m3	65
Reservorios				
5m3	50	4	0.4	65
10m3	50	4	0.8	135
15m3	50	4	1.15	200
20m3	50	4	1.54	264
25m3	50	4	1.92	336
30m3	50	4	2.31	400
40m3	50	4	3.08	520
50m3	50	4	3.85	664
Más de 50 m3	50	4	a	


Se tiene:	Volumen(m3)	Peso del hipoclorito de calcio 65% (Kg)	Cantidad minima de agua a diluir (lt)
	30.00	2.31	400
	35.00	3.47	X

$$X = \frac{400\text{lt} \times 3.47\text{kg}}{2.31\text{kg}} = 600.87 \text{ lt} \quad X = 0.60 \text{ m3}$$

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39: Dimensiones del tanque de cloración.

4.- Dimensionamiento del tanque de cloración	
Vol= 600.87 litros	
Se recomienda un tanque de polietileno con una capacidad de 750 litros.	
<u>Dimensiones</u>	
Diametro :	0.90 m
Altura :	1.20 m

Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño de las obras de distribución**

Figura 40: Reporte de juntas a presión en la red de distribución de agua potable calculados en watercad.

<b>REPORTE DE JUNTAS A PRESIÓN EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b>				
<b>Junta</b>	<b>Elevación (m)</b>	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Gradiente Hidraulico (m)</b>	<b>Presion (mH2O)</b>
J-1	328.57	0.068	343.04	14.44
J-2	327.73	0.119	342.97	15.21
J-3	324.44	0.289	342.93	18.45
J-4	324.13	0.068	342.93	18.76
J-5	323.15	0.085	342.93	19.74
J-6	324.11	0.102	342.93	18.78
J-7	326.11	0.153	342.93	16.79
J-8	326.55	0.136	342.94	16.35
J-9	327.07	0.102	342.95	15.85
J-10	322.94	0.187	342.92	19.94
J-11	322.34	0.034	342.92	20.54
J-12	325.12	0.068	342.92	17.77
J-13	325.63	0.153	342.92	17.26
J-14	327.29	0.085	342.94	15.62
J-15	328.00	0.136	342.94	14.91
J-16	328.00	0.119	342.95	14.92
J-17	328.00	0.068	342.96	14.93
J-18	326.76	0.068	342.92	16.13
J-19	326.40	0.204	342.92	16.49
J-20	327.27	0.136	342.92	15.62
J-21	327.42	0.034	342.92	15.47
J-22	328.19	0.051	342.94	14.72
J-23	329.00	0.340	342.79	13.76
J-24	324.94	0.102	342.93	17.95
J-25	324.50	0.119	342.93	18.39
J-26	321.75	0.085	342.92	21.13
J-27	325.29	0.068	342.92	17.60
J-28	326.00	0.022	342.92	16.89
J-29	324.66	0.170	342.9	18.21
J-30	327.46	0.051	342.9	15.42
J-31	326.91	0.119	342.9	15.96
J-32	327.39	0.068	342.89	15.47
J-33	326.86	0.085	342.89	15.99
J-34	327.00	0.068	342.89	15.85
J-35	328.00	0.068	342.89	14.86
J-36	327.26	0.034	342.89	15.59
J-37	328.34	0.068	342.89	14.52
J-38	328.54	0.068	342.94	14.37

Fuente: Elaboración propia.

Figura 41: Reporte de tuberías a presión en la red de distribución de agua potable calculados en watercad.

REPORTE DE TUBERIAS A PRESIÓN EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE								
Tramo	Longitud (m)	Diámetro (mm)		Materia l	Hazen-Williams C	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)	Pérdida de Carga (m)
		Interior	Exterior					
P-1	1866.60	83.4	90	PVC	150	4.000	0.73	12.106
P-2	39.90	83.4	90	PVC	150	2.074	0.38	0.077
P-3	109.00	83.4	90	PVC	150	0.825	0.15	0.038
P-4	22.30	83.4	90	PVC	150	0.196	0.04	0.001
P-5	74.80	83.4	90	PVC	150	0.231	0.04	0.003
P-6	24.80	83.4	90	PVC	150	0.270	0.05	0.001
P-7	51.80	83.4	90	PVC	150	0.261	0.05	0.002
P-8	29.80	83.4	90	PVC	150	0.636	0.12	0.006
P-9	37.30	83.4	90	PVC	150	0.814	0.15	0.013
P-10	30.00	83.4	90	PVC	150	1.130	0.21	0.019
P-11	33.00	83.4	90	PVC	150	0.416	0.08	0.003
P-12	39.50	83.4	90	PVC	150	0.180	0.03	0.001
P-13	55.10	83.4	90	PVC	150	0.053	0.01	0.000
P-14	38.60	83.4	90	PVC	150	0.097	0.02	0.000
P-15	33.80	83.4	90	PVC	150	0.630	0.12	0.007
P-16	63.60	83.4	90	PVC	150	0.409	0.07	0.006
P-17	35.80	83.4	90	PVC	150	0.494	0.09	0.005
P-18	30.70	83.4	90	PVC	150	0.759	0.14	0.009
P-19	23.00	83.4	90	PVC	151	0.927	0.17	0.010
P-20	53.90	83.4	90	PVC	152	1.858	0.34	0.085
P-21	53.20	83.4	90	PVC	153	0.429	0.08	0.006
P-22	19.30	83.4	90	PVC	154	0.311	0.06	0.001
P-23	64.80	83.4	90	PVC	155	0.063	0.01	0.000
P-24	12.10	83.4	90	PVC	156	0.149	0.03	0.000
P-25	78.10	83.4	90	PVC	157	0.744	0.14	0.022
P-26	55.20	83.4	90	PVC	158	0.863	0.16	0.021
P-27	373.60	58.4	63	PVC	159	0.340	0.13	0.143
P-28	79.80	58.4	63	PVC	160	0.263	0.10	0.019
P-29	20.70	58.4	63	PVC	161	0.103	0.04	0.001
P-30	43.20	58.4	63	PVC	162	0.058	0.02	0.001
P-31	34.10	58.4	63	PVC	163	0.110	0.04	0.002
P-32	64.20	58.4	63	PVC	164	0.172	0.06	0.007
P-33	64.50	58.4	63	PVC	165	0.049	0.02	0.001
P-34	18.20	58.4	63	PVC	166	0.093	0.03	0.001
P-35	55.30	58.4	63	PVC	167	0.008	0.00	0.000
P-36	19.60	58.4	63	PVC	168	0.082	0.03	0.001
P-37	14.90	58.4	63	PVC	169	0.022	0.01	0.000
P-38	84.80	58.4	63	PVC	170	0.050	0.02	0.001
P-39	70.10	58.4	63	PVC	171	0.129	0.05	0.005
P-40	80.80	58.4	63	PVC	172	0.051	0.02	0.001
P-41	129.90	58.4	63	PVC	173	0.170	0.06	0.014
P-42	14.50	58.4	63	PVC	174	0.561	0.21	0.014
P-43	47.80	58.4	63	PVC	175	0.119	0.04	0.003
P-44	26.80	58.4	63	PVC	176	0.391	0.15	0.013
P-45	32.20	58.4	63	PVC	177	0.085	0.03	0.001
P-46	31.10	58.4	63	PVC	178	0.068	0.03	0.001
P-47	33.90	58.4	63	PVC	179	0.170	0.06	0.004
P-48	26.00	58.4	63	PVC	180	0.034	0.01	0.000
P-49	39.70	58.4	63	PVC	181	0.068	0.03	0.001
P-50	58.80	58.4	63	PVC	182	0.068	0.03	0.001

Fuente: Elaboración propia.

## **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

La presente investigación nos permite obtener información sobre el sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, de la Provincia de Barranca, por lo cual se llegó a las siguientes conclusiones:

#### **5.1.1 Conclusión general**

Se concluye que existe una relación directa y significativa entre el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva alta y estadísticamente muy significativo ( $r=0.862$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y sus componentes.

#### **5.1.2 Conclusiones específicas**

- Se concluye que existe una relación directa y significativa entre el sistema de la captación y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva alta y estadísticamente muy significativo ( $r=0.826$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de una captación mediante galerías filtrantes de 100m, una cámara de inspección y una cámara de control.
- Se concluye que existe una relación directa y significativa entre la conducción y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva moderada y estadísticamente muy significativo ( $r=0.654$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de una línea de conducción mixta conformado por un

tramo de 304.53 m de diámetro 160mm y otro tramo de 3304.57m de diámetro 110mm.

- Se concluye que existe una relación directa y significativa entre las obras de tratamiento y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva moderada y estadísticamente muy significativo ( $r=0.654$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el empleo un tanque de cloración de polietileno con una capacidad de volumen de 750 litros.
- Se concluye que existe una relación directa y significativa entre el reservorio y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva alta y estadísticamente muy significativo ( $r=0.823$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de un reservorio de 35m<sup>3</sup>.
- Se concluye que existe una relación directa y significativa entre las obras de distribución y servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca. Esta relación es positiva muy alta y estadísticamente muy significativo ( $r=0.912$ ,  $p=0.000<0.05$ ). Por lo cual se planteó el diseño de las obras de distribución de agua potable cumpliendo los parámetros de diseño (diámetro, presión, pérdidas de carga y otros que auguren su buen funcionamiento), además de sus respectivas conexiones domiciliarias.

## **5.2 Recomendaciones**

- ✓ Se recomienda que el presente estudio y diseño para el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable en el Centro Poblado Araya Grande, Provincia de Barranca se considere para el beneficio de otras zonas rurales en

condiciones similares, ya que se comprobó la importante relación que hay entre el sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad que mejore las condiciones de vida de la población.

- ✓ Se recomienda las captaciones mediante galerías filtrantes por su bajo costo y facilidad de construcción, además de aprovechar las aguas subsuperficiales.
- ✓ Se recomienda que el diseño de las obras de conducción se realicen con distintos diámetros para así poder augurar las condiciones de presión y pérdida de energía para su correcto funcionamiento, además de ser una opción más económica que el emplear un solo diámetro de conducción.
- ✓ Se recomienda que el diseño del tanque de cloración se ajuste a los parámetros necesarios para la desinfección del tanque y cloración del agua, siendo ya calculado el volumen evaluar si es necesario un tanque de polietileno de mayor capacidad ya sea de 1000 litros como medida auxiliar.
- ✓ Se recomienda que el diseño del reservorio de 35 m<sup>3</sup> proyectado a 20 años considere un volumen de reserva como valor agregado, para evitar cualquier inconveniente que pueda presentarse.
- ✓ Se recomienda que el diseño de las obras de distribución de agua potable se realicen mediante el programa watercad, siendo este programa el más efectivo y preciso para el cumplimiento de los parámetros de la red de agua potable.



## CAPITULO VI: FUENTES DE INFORMACION

### 5.1 Fuentes Bibliográficas

- Agüero, P.R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales, sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento*. Lima-Perú: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- Alvarado E.P. (2013). *Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, Cantón Gonzanamá*. Universidad técnica particular de Loja. Loja-Ecuador.
- Berry, L.L, Bennet D.R & Brown, C.W. (1989). *Calidad de servicio, una ventaja estratégica para instituciones financiera*. Madrid-España: Rústica
- Blasco, J. & Pérez, J. (2007). *Metodologías de investigación en las ciencias de la actividad física y el deporte*, Alicante, España: Editorial Club Universitario.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*, Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Concha, J. & Guillén, J. (2014). *“Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (Caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica)*, Universidad San Martin de Porras, Lima-Perú.
- Córdova, I. (2017). *El proyecto de investigación cuantitativa*, Lima, Perú: Editorial San Marcos.
- Espinoza, P.M & Santaria H.K. (2016). *Análisis comparativo entre los sistemas de galerías filtrantes y pozos profundos en la etapa de captación y conducción para el mejoramiento del abastecimiento de agua potable en el distrito de Ica, sector n°4: Santa María*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.

- Hernández, S.R, Fernández C.R, Baptista & L.P. (2010) *Metodología de la investigación*, México D.F.: McGraw-Hill.
- Hurtado & Martínez (2012) *Proceso constructivo del Sistema de agua potable y alcantarillado del Distrito de Chuquibambilla – Grau - Apurimac*, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.
- Jara, S.F & Santos, M.K. (2014). *Diseño de abastecimiento de agua potable y el diseño de alcantarillado de las localidades: El calvario y rincón de Pampa Grande del distrito de Curgos - La Libertad*. Universidad privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.
- Lam, G.J. (2011). *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Captzín Chiquito, Municipio de San Mateo Ixtatán, Huehuetenango*. Universidad de san Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Lossio, A.M. (2012). *Sistema de abastecimiento de agua potable para cuatro poblados rurales del distrito de Lancones*. Universidad de Piura. Piura-Perú.
- Mateos, Z.M. (2007). *Desarrollo de un instrumento de medición que evalué la calidad en el servicio, que presta el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia del Estado de Puebla*. Universidad de las Américas Puebla. Puebla-México.
- Moreno, S.I. (2006). *Diseño de la red de distribución de agua potable de las comunidades del Tigrito, Mataruca y el Pardillal. Municipio Guaicaipuro, estado miranda*. Universidad Simón Bolívar. Caracas-Venezuela.
- Olivari, O. & Castro, R. (2008) “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado del Centro Poblado Cruz de Médano - Lambayeque*), Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.
- OPS/CEPIS/02.61 UNATSABAR (2002). *Manual de diseño de galerías filtrantes*. Lima-Perú.

OPS/CEPIS/03.78 UNATSABAR (2003). *Guía de diseño para galerías filtrantes para pequeñas localidades*. Lima-Perú.

Rodríguez, R.P. (2001). *Abastecimiento de agua*. Oaxaca-México.

Vieredel (1990). *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. Lima-Perú.

## 5.2 Fuentes Electrónicas

Agüero, P.R. (2009). *Agua Potable y Saneamiento en Localidades Rurales del Perú*.

Asociación Servicios Educativos Rurales (SER). Recuperado de [http://www.ser.org.pe/index.php?option=com\\_content&task=view&id=1106&Itemid=112](http://www.ser.org.pe/index.php?option=com_content&task=view&id=1106&Itemid=112)

BBC Mundo. (19 de Marzo de 2015). *Por qué se está acabando el agua*. Recuperado de [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821\\_tierra\\_agua\\_escasez\\_finde\\_dv](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2014/08/140821_tierra_agua_escasez_finde_dv)

Duque, O.E. (2005). *Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/818/81802505/>

Ministerio de salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano*. Recuperado de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Agua y Saneamiento*. Recuperado de [http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/agua\\_saneamiento/agua\\_y\\_saneamiento.html](http://www3.vivienda.gob.pe/ejes/agua_saneamiento/agua_y_saneamiento.html)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2017). Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35: *Desinfección de sistemas, caracterización de fuentes de agua y cloración del agua para consumo humano*. Recuperado

de <http://www3.vivienda.gob.pe/pnsu/documentos/GUIA%20ORIENT%20EXP%20TEC%20SANEAMIENTO%20V%201.5.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). Programa Nacional de Saneamiento: *Guía de orientación para elaboración de expedientes técnicos de proyectos de saneamiento (Rural y Urbano)*. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/pnsu/documentos/GUIA%20ORIENT%20EXP%20TEC%20SANEAMIENTO%20V%201.5.pdf>

Moya, S.P. (2000). *Abastecimiento de agua potable y alcantarillado*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/345914866/abastecimiento-de-agua-potable-y-alcantarillado-Moya-pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2016). *Agua y salud*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/pr91/es/>

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma OS.100 Consideraciones Básicas de diseño de infraestructura sanitaria*. Recuperado de [http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE\\_Actualizado\\_Solo\\_Saneamiento.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/Direcciones/Documentos/RNE_Actualizado_Solo_Saneamiento.pdf)

Velarde, J.E. y Ávila, F.C. (2002). *Evaluación de la calidad de Vida*. Recuperado de [https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource\\_ssm\\_path=/media/assets/spm/v44n4/14023.pdf](https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v44n4/14023.pdf)

# ANEXOS

## Anexo 1: Matriz de consistencia

	Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable	Dimensiones	Indicadores	Metodología	
	¿De qué manera el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación del Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	El Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	V.I. Sistema de abastecimiento de agua potable.	- Captación.	- Caudal. - Condiciones físicas. - Condiciones químicas. - Condiciones microbiológicas.	<b>Metodología</b> <b>Diseño de Investigación</b> No experimental  <b>Tipo:</b> <i>Según su alcance temporal:</i> Transversal.  <i>Según su finalidad:</i> Es aplicada.  <i>Según su nivel:</i> Descriptivo-Correlacional  <i>Según su enfoque:</i> Mixto.  <b>Poblacion</b> 816 habitantes del Centro Poblado Araya Grande.  <b>Muestra</b> Tamaño de muestra: Se empleó la fórmula de tamaño de muestra para estudio explicativo, cuyo tamaño resulto ser 262 personas.  <b>Esquema:</b> <div style="text-align: center;"> <p>M      O<sub>x</sub>       r       O<sub>y</sub></p> </div> <b>Dónde:</b> <b>M:</b> Muestra <b>O<sub>x</sub>:</b> Observación de la variable independiente. <b>O<sub>y</sub>:</b> Observación de la variable dependiente. <b>r:</b> Coeficiente de correlación.  <b>Técnicas:</b> Las técnicas para la obtención de la información aplicadas serán: ✓ Observación. ✓ Análisis documental ✓ Encuesta.  <b>Instrumentos:</b> Los instrumentos para la obtención de la información aplicadas serán: ✓ Recogerá información, de manera presencial y visual. ✓ Revisará las fuentes escritas (textos, tesis, etc.) ✓ Cuestionario con preguntas en escala Likert.	
	<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicos</b>			- Obras de conducción		- Caudal máximo diario. - Presión en la red de conducción.
1	¿De qué manera la captación se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación de la captación y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	La captación se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.			- Obras de tratamiento		- Volumen. - Concentración de cloro.
						- Reservorio		- Capacidad volumétrica. - Regulación.
2	¿De qué manera la obra de conducción se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación de las obras de conducción y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	Las obras de conducción se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.			- Obras de Distribución.		- Caudal máximo horario. - Diámetro de las tuberías. - Presión en la red de distribución.
3	¿De qué manera las obras de tratamiento se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación de las obras de tratamiento y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	Las obras de tratamiento se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	V.D Servicio de Calidad.	- Empatía.	- Comprende la situación económica de los usuarios. - Comprende las condiciones de vida de los usuarios.		
					Fiabilidad	- Es saludable para los usuarios. - Garantiza un adecuado servicio.		
4	¿De qué manera el reservorio se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación del reservorio y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	El reservorio se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.		Responsabilidad	- Cumple con el objetivo para el que se diseñó. - Satisface las necesidades básicas de los usuarios.		
5	¿De qué manera las obras de distribución se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca?	Determinar la relación de las obras de distribución y un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.	Las obras de distribución se relaciona con un servicio de calidad en el centro poblado de Araya Grande, provincia de Barranca.		Capacidad de respuesta	- Atención inmediata y óptima. - Atención continua.		
					Tangibilidad	- Condiciones físicas de la estructura. - Capacidad de la estructura.		

## Anexo 2: Panel Fotográfico



FOTO N°01:  
Toma de riego del canal Pumacana.



FOTO N°02:  
Reservorio en mal estado.



FOTO N°03:  
Ubicación del reservorio.



FOTO N°04:  
Tubería de aducción expuesta a la intemperie.



FOTO N°05:  
Tuberías colmatadas de lodo.



FOTO N°06:  
Conexión domiciliaria en mal estado



FOTO N°07:  
Conexiones domiciliarias de agua potable  
que atraviesan las cajas de desagüe.



FOTO N°08:  
Agua turbia que llega a la I.E. N° 21571  
“Ricardo Palma Soriano”.





FOTO N°09:  
Agua turbia y contaminada que los niños emplean  
para lavar tasas en sus desayunos



FOTO N°10:  
Estudiantes del centro poblado Araya Grande  
consumiendo el agua que llega en malas condiciones.



### Anexo 3: Instrumento de investigación

#### CUESTIONARIO

##### 1. PRESENTACION:

El tesista Yeimi Enrique Paz Vergara de la E.P.: Ingeniería civil de Facultad de ingeniería civil, ha desarrollado la tesis titulada: Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el Centro Poblado Araya Grande, Provincia de Barranca, cuyo objetivo es establecer la propuesta de mejoramiento del sistema de abastecimiento que permita un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, de la Provincia de Barranca, a su vez elaboramos esta ficha para diagnosticar las condiciones actuales de la zona y haces consta la necesidad de la propuesta.

##### 2. INSTRUCCIONES:

- La información de Ud. Nos brinde es personal, sincera y anónima.
- Marque solo una de las alternativas de cada afirmación, que usted, considere la opción correcta.
- Debe contestara todas las afirmaciones.

##### 3. ASPECTOS GENRALES

###### 3.1. EDAD

<input type="checkbox"/> 18 a 25	<input type="checkbox"/> 25 a 30	<input type="checkbox"/> 31 a 35	<input type="checkbox"/> 36 a 45	<input type="checkbox"/> 45 a mas
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------

###### 3.2. NIVEL DE INSTRUCCIÓN

<input type="checkbox"/> primaria	<input type="checkbox"/> secundaria	<input type="checkbox"/> universitaria	<input type="checkbox"/> técnica
-----------------------------------	-------------------------------------	--	----------------------------------

###### 3.3. ESCALA CALIFICATIVA

5	4	3	2	1
Nunca	Casi Nunca	A veces	Casi Siempre	Siempre

###### 3.4. DIMENSION VARIABLE

Captación	Obras de conducción	Obras de tratamiento	Reservorio	Obras de distribución	Empatía	Fiabilidad	Responsabilidad	Capacidad de respuesta	Tangibilidad
(1-5)	(6-7)	(8-9)	(10-12)	(13-16)	(17-19)	(20-22)	(23-25)	(26-27)	(28-30)

**I. CAPTACIÓN**

califique usted cada afirmación del 1 al 5

N°	Ítems	1	2	3	4	5
1	Durante todo el día cuento con agua para mi consumo.					
2	El agua que consumo es limpia.					
3	El agua que consumo es potable.					
4	El agua que consumo me mantiene saludable.					
5	El agua con la que me baño es adecuada para mi piel.					

**II. OBRAS DE CONDUCCIÓN**

califique usted cada afirmación del 6 a 7

N°	Ítems	1	2	3	4	5
6	Todos los días cuento con agua en mi casa.					
7	El agua llega al reservorio con alta presión.					

**III. OBRAS DE TRATAMIENTO**

califique usted cada afirmación del 6 a 7

N°	Ítems	1	2	3	4	5
8	El agua que consumo tiene cloro.					
9	La planta de tratamiento de agua potable funciona de manera adecuada.					

**IV. RESERVORIO**

califique usted cada afirmación del 8 a 10

N°	Ítems	1	2	3	4	5
10	Durante el día la cantidad de agua del reservorio es suficiente para nuestras necesidades.					
11	El reservorio de agua con el que contamos se encuentra limpio.					
12	El reservorio de agua con el que contamos se encuentra en buen estado.					

<b>V. OBRAS DE DISTRIBUCIÓN</b>						
califique usted cada afirmación del 11 a 14						
N°	Ítems	1	2	3	4	5
13	El agua llega al centro poblado en condiciones adecuadas.					
14	Las tuberías del centro poblado están en buen estado.					
15	Cuento cuando de manera permanente durante el día.					
16	El agua que recibo en casa llega con alta presión.					

<b>VI. EMPATIA</b>						
califique usted cada afirmación del 15 al 17						
N°	Ítems	1	2	3	4	5
17	Puedo asearme adecuadamente en casa.					
18	Cuento con dinero para abastecerme de agua tratada.					
19	El colegio de nuestro pueblo consume agua potable.					

<b>VII. FIABILIDAD</b>						
califique usted cada afirmación del 15 al 17						
N°	Ítems	1	2	3	4	5
20	El agua que consumo es buena para mi salud.					
21	El servicio de agua que abastece a los pobladores es confiable.					
22	El agua llega a mi casa con suficiente presión.					

<b>VIII. RESPONSABILIDAD</b>						
califique usted cada afirmación del 15 al 17						
N°	Ítems	1	2	3	4	5
23	Utilizo agua potable en mi casa para cocinar.					
24	Utilizo agua limpia para lavar la ropa.					
25	Utilizo agua limpia para bañarme.					

**IX. CAPACIDAD DE RESPUESTA**

califique usted cada afirmación del 19 al 23

N°	Ítems	1	2	3	4	5
26	Tengo suficiente agua para realizar mis labores domésticos.					
27	En mi casa llega el agua las 24 horas del día.					

**X. TANGIBILIDAD**

califique usted cada afirmación del 15 al 17

N°	Ítems	1	2	3	4	5
28	Las tuberías de la red de agua se encuentran en buen estado.					
29	El reservorio de agua se encuentra en buen estado.					
30	El agua que consumen los pobladores es tratada					

## Anexo 4: Juicio de Expertos

**“Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca”**

**Instrumento:** Luego de analizar y cotejar el instrumento de investigación “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca” con la matriz de consistencia de la presente le solicitamos que en base a su criterio y experiencia profesional valide dicho instrumento para su aplicación.

De acuerdo a los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

<b>CRITERIO</b>	<b>CALIFICACIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>
<b>CAPACIDAD</b> Los ítems que pertenecen a una misma dimensión bastan para obtener la medición de esta.	1. No cumple con el criterio.	Los ítems no tiene las suficiente capacidad para medir la dimensión.
	2. Bajo nivel.	Los ítems miden algún aspecto de la dimensión pero no en su totalidad.
	3. Moderado nivel.	Se debe incrementar algunos ítems para poder evaluar todas las dimensiones.
	4. Alto nivel.	Los ítems son suficientes.
<b>SIMPLICIDAD</b> El ítem se comprende con facilidad.	1. No cumple con el criterio.	El ítem es difícil de entender.
	2. Bajo nivel	El ítem requiere ser modificado en el uso de las palabras para poder ser entendido.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica en ciertos términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es simple y entendible.
<b>CONCORDANCIA:</b> El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. No cumple con el criterio	El ítem no concuerda o guarda relación lógica con la dimensión.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene poca concordancia o relación con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El ítem tiene una concordancia o relación moderada con la dimensión que está midiendo.
	4. Alto nivel	El ítem tiene completa concordancia y se encuentra completamente relacionado con la dimensión que está midiendo.

<b>IMPORTANCIA</b> El ítem es esencial o relevante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión al no ser importante.
	2. Bajo nivel	El ítem tiene alguna importancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy importante y debe ser incluido.

Calificación de los ítems del cuestionario “**Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para un servicio de calidad en el centro poblado Araya Grande, Provincia de Barranca**”

Criterio de validez	Puntuación			
	1	2	3	4
Capacidad				
Simplicidad				
Concordancia				
Importancia				
<b>Total parcial</b>				
<b>Total</b>				

**Puntuación**

De 4 a 6: no válida,  reformular

De 7 a 9: no válida,  modificar

De 10 a 12: válida,  mejorar


De 13 a 16: válida,  aplicar

<b>Apellidos y nombre</b>	
<b>Grado académico</b>	
<b>Registro CIP</b>	


---

Firma

## Anexo 5: Prueba de laboratorio de la calidad del agua subsuperficial en el punto de captación



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-047**



INACAL  
DA - Perú  
Laboratorio de Ensayo  
Acreditado  
Registro N° LE - 047

### INFORME DE ENSAYO N° 10906 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : VIAMEF S.A.C

**DOMICILIO LEGAL** : JR. LOS CANELOS 180 URB. LOS JARDINES SEGUNDA ETAPA SAN MARTIN DE PORRAS - LIMA

**PROCEDENCIA** : LECHO DE RÍO PATIVILCA / C. P. ARAYA CHICA

**FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS** : 2017-02-22

**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2017-02-22

**MUESTREADAS POR** : EL CLIENTE

**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2017-02-22

**MUESTREADAS POR** : EL CLIENTE

RUC: 20515476327


**I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:**

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Nitratos	SM 4500-NO <sub>3</sub> B. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.	0.030	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L
Metales totales (Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Berilio, Cadmio, Calcio, Cerio, Cromo, Cobalto, Cobre, Hierro, Plomo, Litio, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Molibdeno, Niquel, Fósforo, Potasio, Selenio, Silice(SiO <sub>2</sub> ), Plata, Sodio, Estroncio, Talio, Estaño, titanio, Vanadio, Zinc).	EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994	---	mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua superficial
Matriz analizada		Agua natural
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00
Condiciones de la muestra		Refrigerada / preservada
Código del Cliente		"Lecho de rio pativilca-Araya chica "
Código del Laboratorio		SAG1602348/001
Ensayos	Unidades	Resultados
Nitratos	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - N mg/L	0.212



**Quilm. Belén Y. Fajardo León**  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648  
Servicios Análisis Generales S.A.C.

**EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU**

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA  
 SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF. 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
**OBSERVACIONES:** Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Análisis Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



Registro N° LE - 047

## INFORME DE ENSAYO N° 10906 CON VALOR OFICIAL

**II. RESULTADOS:**

Producto declarado		Agua superficial	
Matriz analizada		Agua natural	
Hora de inicio de muestreo (h)		10:00	
Condiciones de la muestra		Refrigerada / preservada	
Código del Cliente		"Lecho de río pativilca-Araya chica"	
Código del Laboratorio		SAG1602348/001	
Ensayos	Unidades	Resultados	
<b>Metales totales</b>			
Plata (Ag)	0.0007	mg/L	<0.0007
Aluminio (Al)	0.01	mg/L	<0.01
Arsénico (As)	0.001	mg/L	<0.001
Boro (B)	0.002	mg/L	0.184
Bario (Ba)	0.002	mg/L	0.028
Berilio (Be)	0.0003	mg/L	<0.0003
Calcio (Ca)	0.05	mg/L	50.692
Cadmio (Cd)	0.0004	mg/L	<0.0004
Cerio (Ce)	0.002	mg/L	<0.002
Cobalto (Co)	0.0005	mg/L	<0.0005
Cromo (Cr)	0.0004	mg/L	<0.0004
Cobre (Cu)	0.0007	mg/L	<0.0007
Hierro (Fe)	0.002	mg/L	0.049
Mercurio (Hg)	0.001	mg/L	<0.001
Potasio (K)	0.04	mg/L	2.055
Litio (Li)	0.003	mg/L	0.047
Magnesio (Mg)	0.04	mg/L	5.992
Manganeso (Mn)	0.0005	mg/L	0.003
Molibdeno (Mo)	0.002	mg/L	<0.002
Sodio (Na)	0.02	mg/L	8.909
Níquel (Ni)	0.0006	mg/L	<0.0006
Fósforo (P)	0.003	mg/L	0.039
Plomo (Pb)	0.0005	mg/L	<0.0005
Antimonio (Sb)	0.002	mg/L	<0.002
Selenio (Se)	0.003	mg/L	<0.003
Silíce (SiO <sub>2</sub> )	0.03	mg/L	21.537
Estaño (Sn)	0.001	mg/L	<0.001
Estroncio (Sr)	0.001	mg/L	0.291
Titanio (Ti)	0.0003	mg/L	0.002
Talio (Tl)	0.003	mg/L	<0.003
Vanadio (V)	0.0004	mg/L	<0.0004
Zinc (Zn)	0.002	mg/L	<0.002

L.D.M.: límite de detección del método.

  
Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
Director Técnico  
C.Q.P. N° 648

Servicios Analíticos Generales S.A.C.

\* El método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. (SMEWW)-APHA-AWWA-WEF 22nd. Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana  
OBSERVACIONES: Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe.  
Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

NOTA: Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Página 2 de 2

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 - Urb. Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú. Central Telefónica (511) 425-7227 - 425-6885 - 425-5564 - 425 - 6047 | MÓVIL 994 976 442

Website [www.sagperu.com](http://www.sagperu.com) Contacto Electrónico [sagperu@sagperu.com](mailto:sagperu@sagperu.com) | [laboratorio@sagperu.com](mailto:laboratorio@sagperu.com)

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU



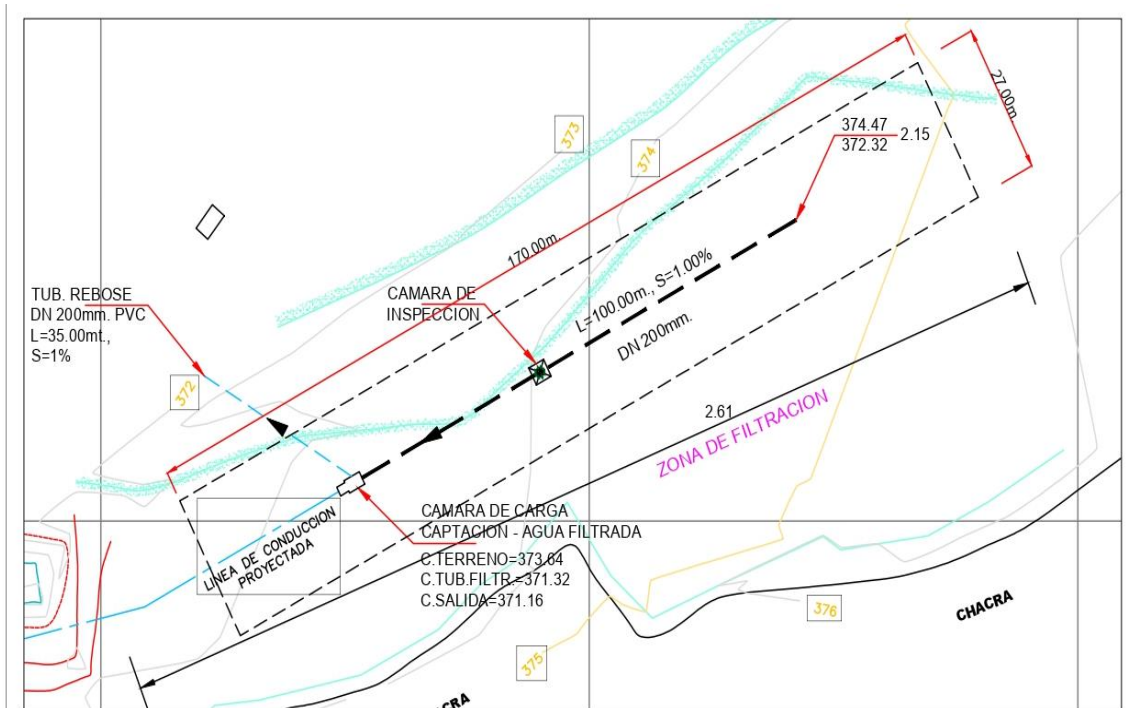
# Anexo 6: Procesamiento en SPSS Statistics 22

CAP1	CAP2	CAP3	CAP4	CAP5	OD...	ODC2	ODT1	ODT2	RES1	RES2	RES3	ODD1	ODD2	ODD3	ODD4	EMP1	EMP2	EMP3	FIA1	FIA2	FIA3	RESP1	RESP2	RESP3	ODR1	ODR2	TAN1	TAN2	TAN3		
1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
2	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	5	4	3	3	5	3	5	5	3	5	3	5	3	4	4	3	3	
3	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	
4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	
6	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	5	4	
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	
8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	
9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	
11	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	
12	5	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	5	5	4	3	4	3	3	3	4	5	3	4
13	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	4	5	
14	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	4	3	
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
16	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	
17	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	4	5	5	
18	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	
19	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
20	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	5	4	5	
21	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
22	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	3	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	4	4	4	3	3	
23	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	
24	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
25	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	
26	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	
27	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	
28	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	
29	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
30	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	6	5	
31	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	
32	5	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	5	5	4	3	4	3	3	3	4	5	3	4	
33	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	3	5	5	4	5	
34	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	3	
35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
36	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	
37	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	4	5	5	5	
38	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	
39	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
40	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	5	5	4	5	3	5	5	4	
41	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
42	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	3	3	5	3	5	5	3	5	5	3	3	3	4	4	3	3	
43	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	
44	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
45	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	
46	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	
47	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	
48	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5
49	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
50	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	5	5
51	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
52	5	4	3	4	3	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	5	4	3	4	3	4	3	3	3	4	5	3	4
53	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	5	4	5	3	5	5	4	5	
54	3	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	5	4	4	4	4	4	3	
55	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
56	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	5	5
57	5	5	5	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	3	4	5	5	5	
58	5	4	4	5	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4
59	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
60	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	4	5	5	4	5	5	3	5	5	4	5	5
61	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
62	4	5	4	5	4	5	4	5	4	4	4	4	5	4	3	3	5	3	5	3	5	3	5	3	3	3	4	4	3	3	
63	5	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	5	4	5	4			

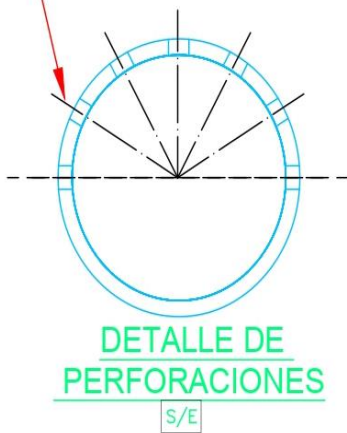




## Anexo 7: Plano de la galería filtrante

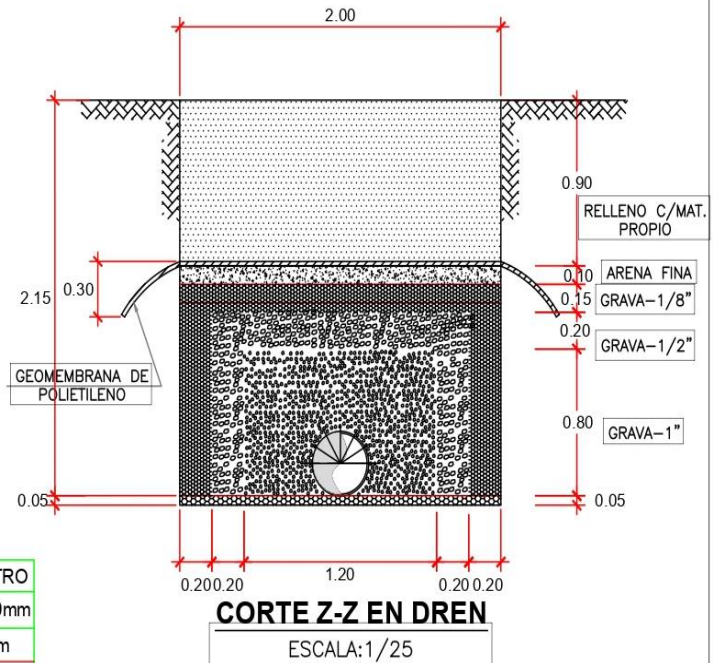


PERFORACIONES EN TUBERIA DN 200mm.  
(ORIFICIOS DE 10mm. DE DIAMETRO)



CUADRO DE DISEÑO DE PERFORACIONES

CARACTERISTICAS	DIAMETRO
	DN 200mm
DIAMETRO DE PERFORACIONES	10 mm
SEPARACION DE PERFORACIONES LONGITUDINAL ENTRE EJES	30 mm
Nº DE ORIFICIOS POR METRO LINEAL	30 und
LONGITUD TOTAL DE LA TUBERIA	100 m



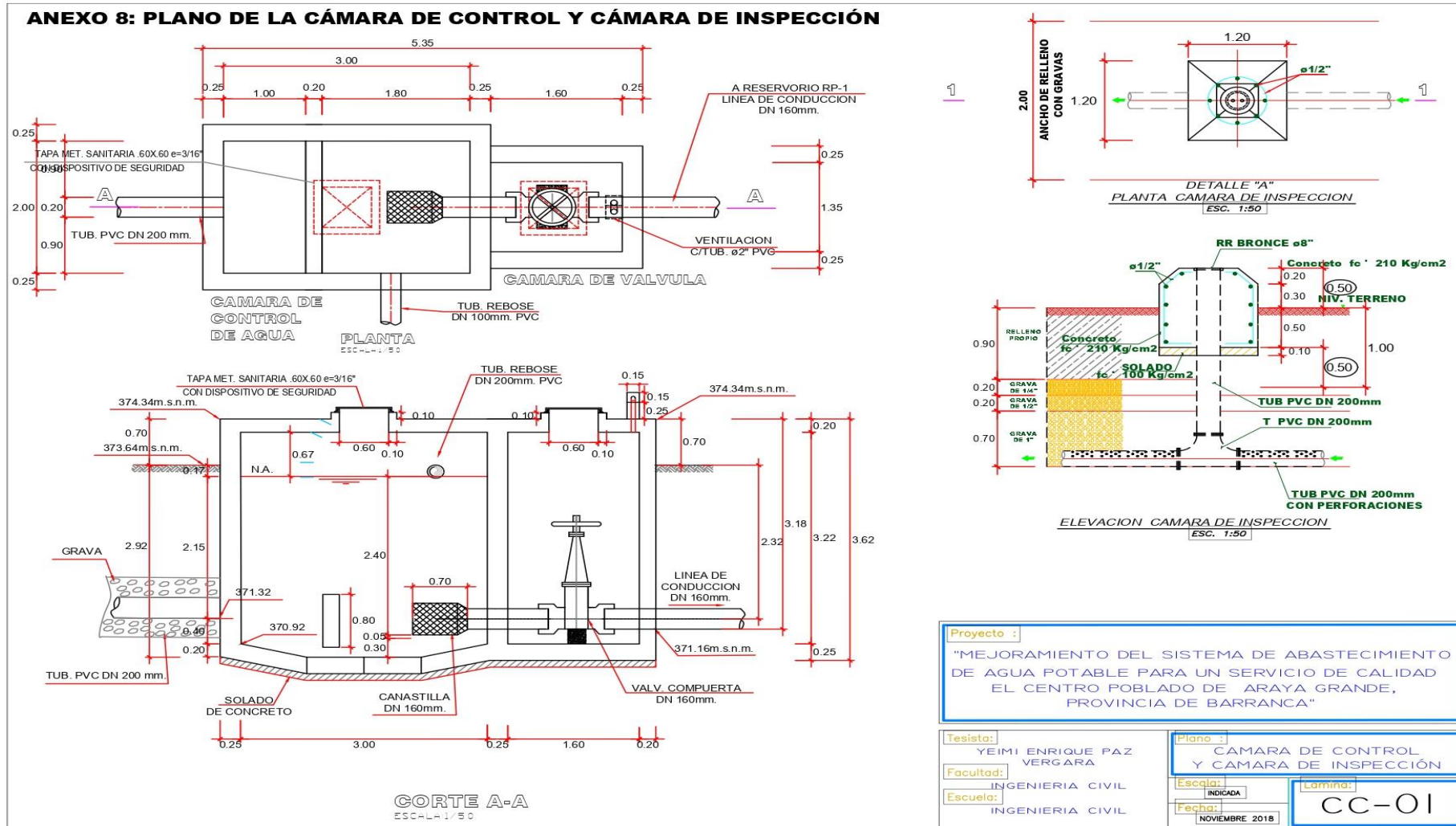
Proyecto :  
"MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA UN SERVICIO DE CALIDAD EL CENTRO POBLADO DE ARAYA GRANDE, PROVINCIA DE BARRANCA"

Tesista :  
YEIMI ENRIQUE PAZ VERGARA  
Facultad :  
INGENIERIA CIVIL  
Escuela :  
INGENIERIA CIVIL

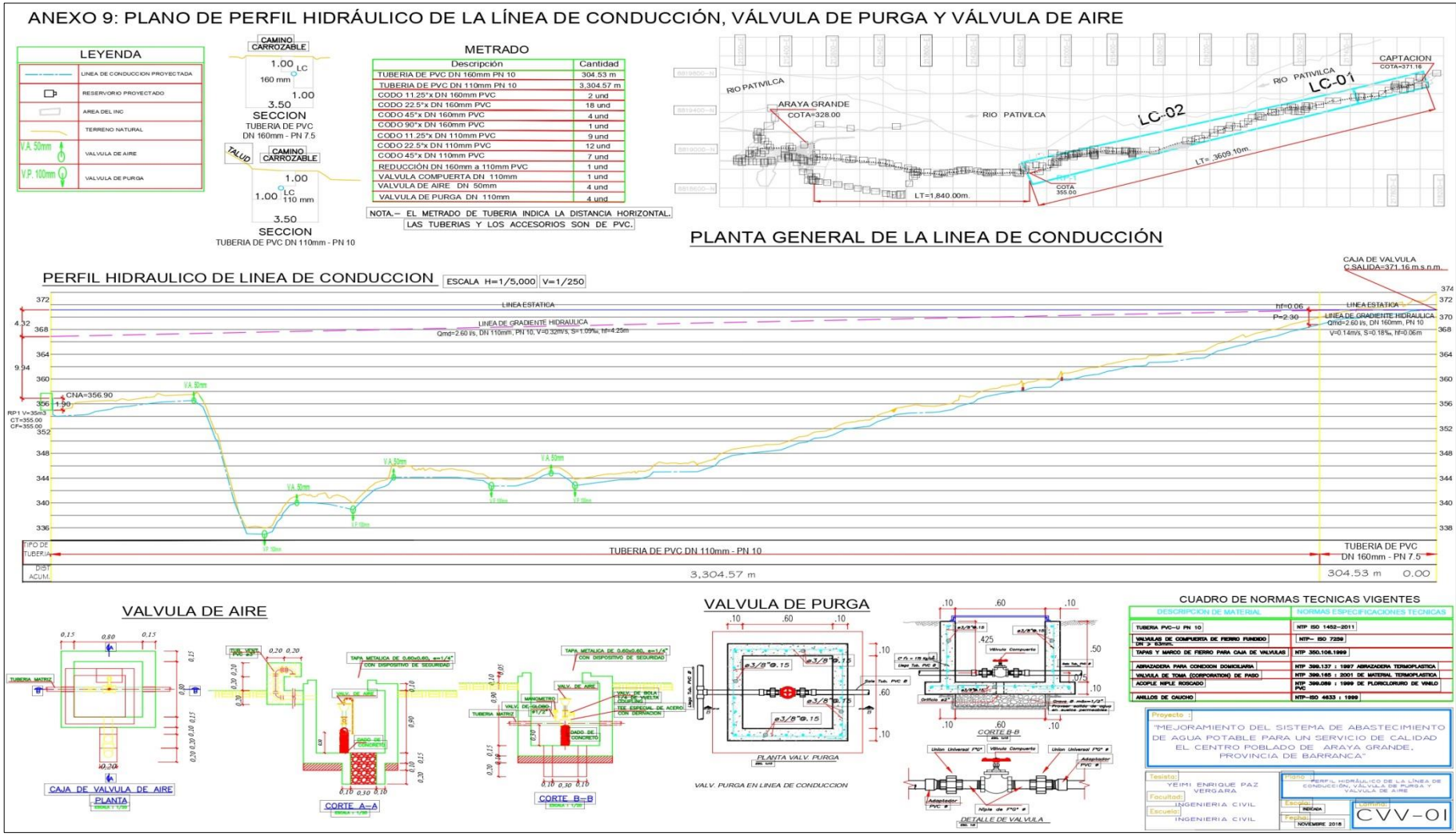
Plano :  
DISEÑO DE GALERIA FILTRANTE  
Escala :  
INDICADA  
Fecha :  
NOVIEMBRE 2018  
Lamina :  
GF-01



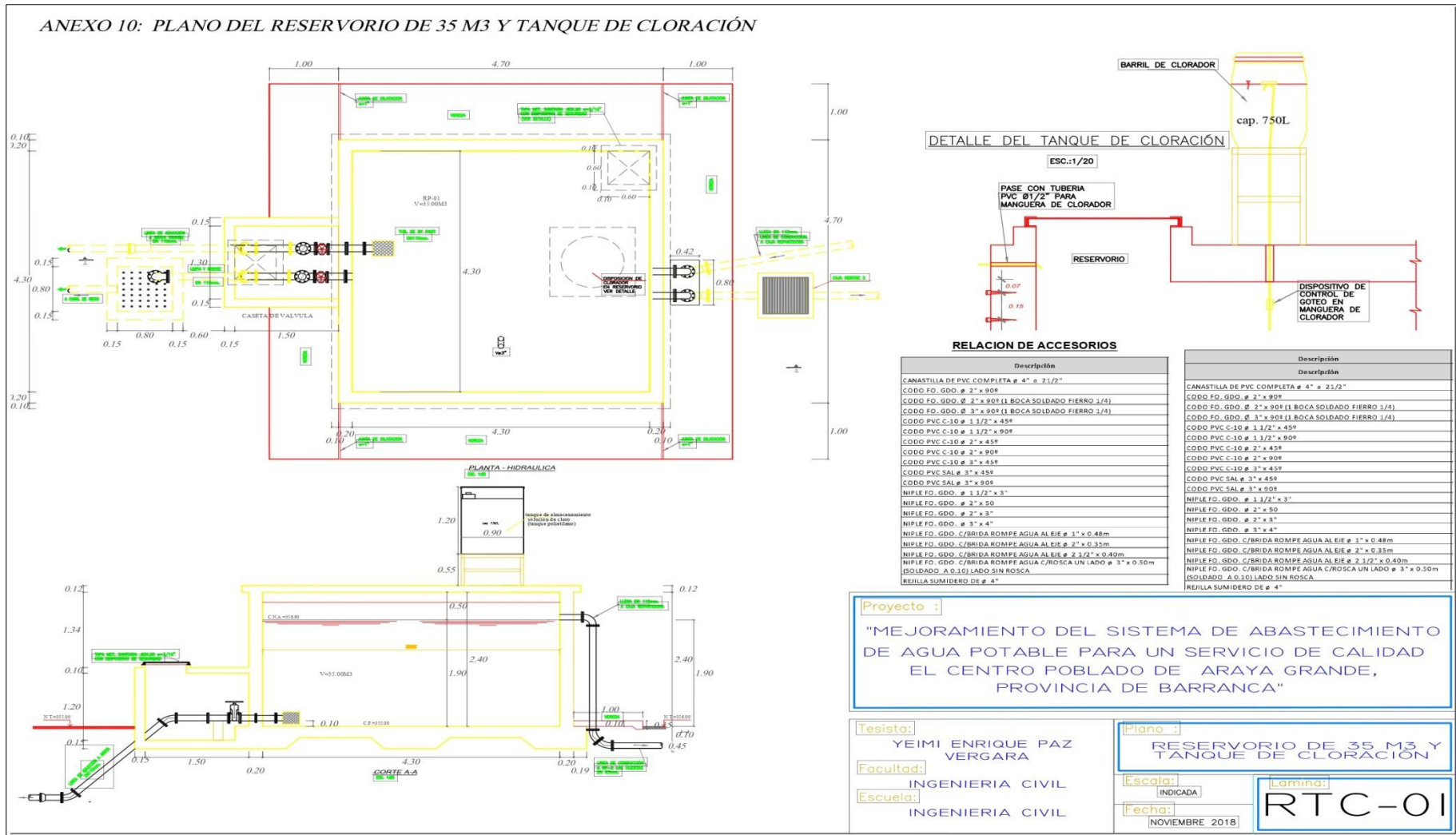
## Anexo 8: Plano de la cámara de control y cámara de inspección



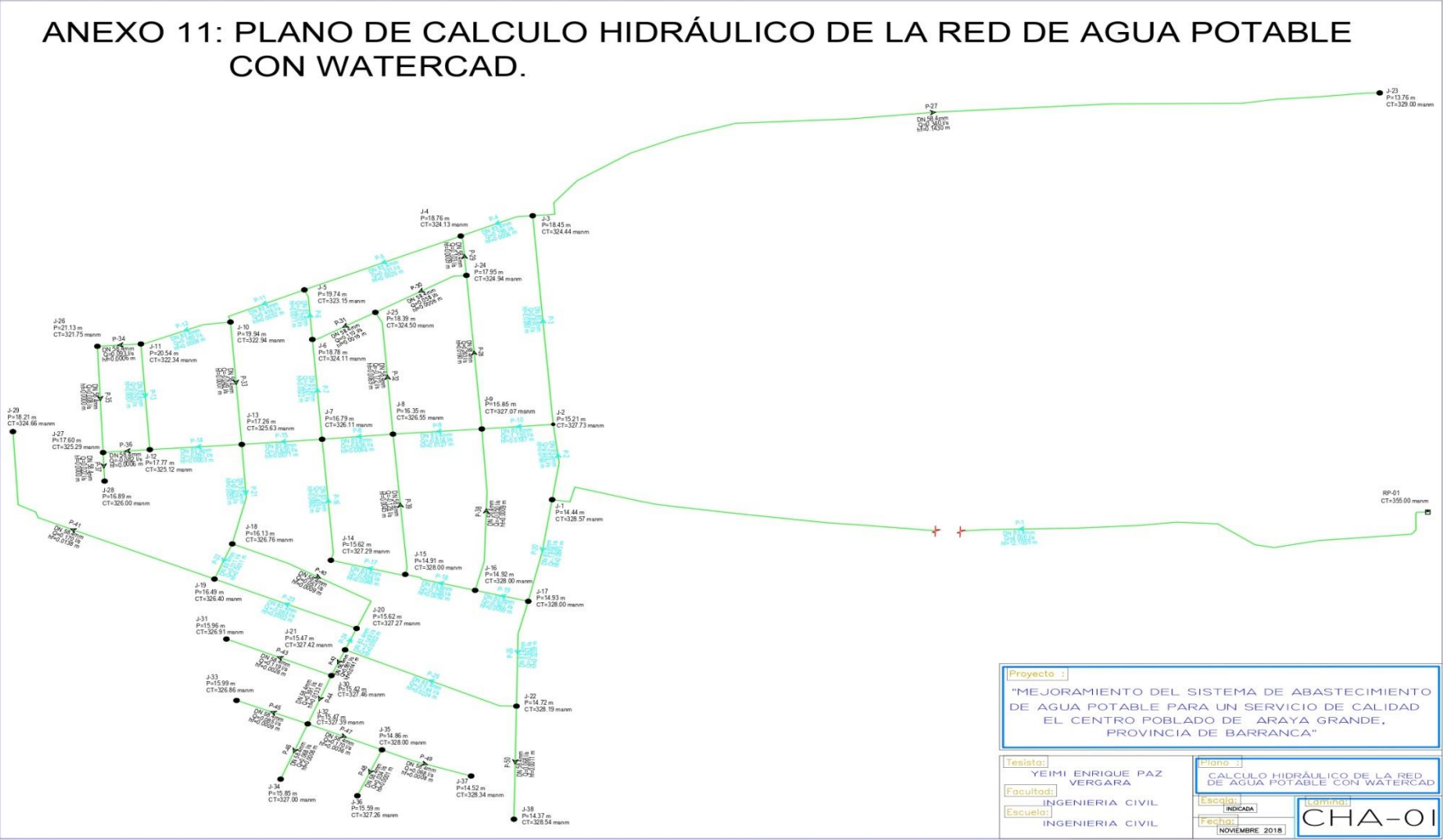
## Anexo 9: Plano de perfil hidráulico de la línea de conducción, válvula de purga y válvula de aire



# Anexo 10: Plano del reservorio de 35 m3 y tanque de cloración

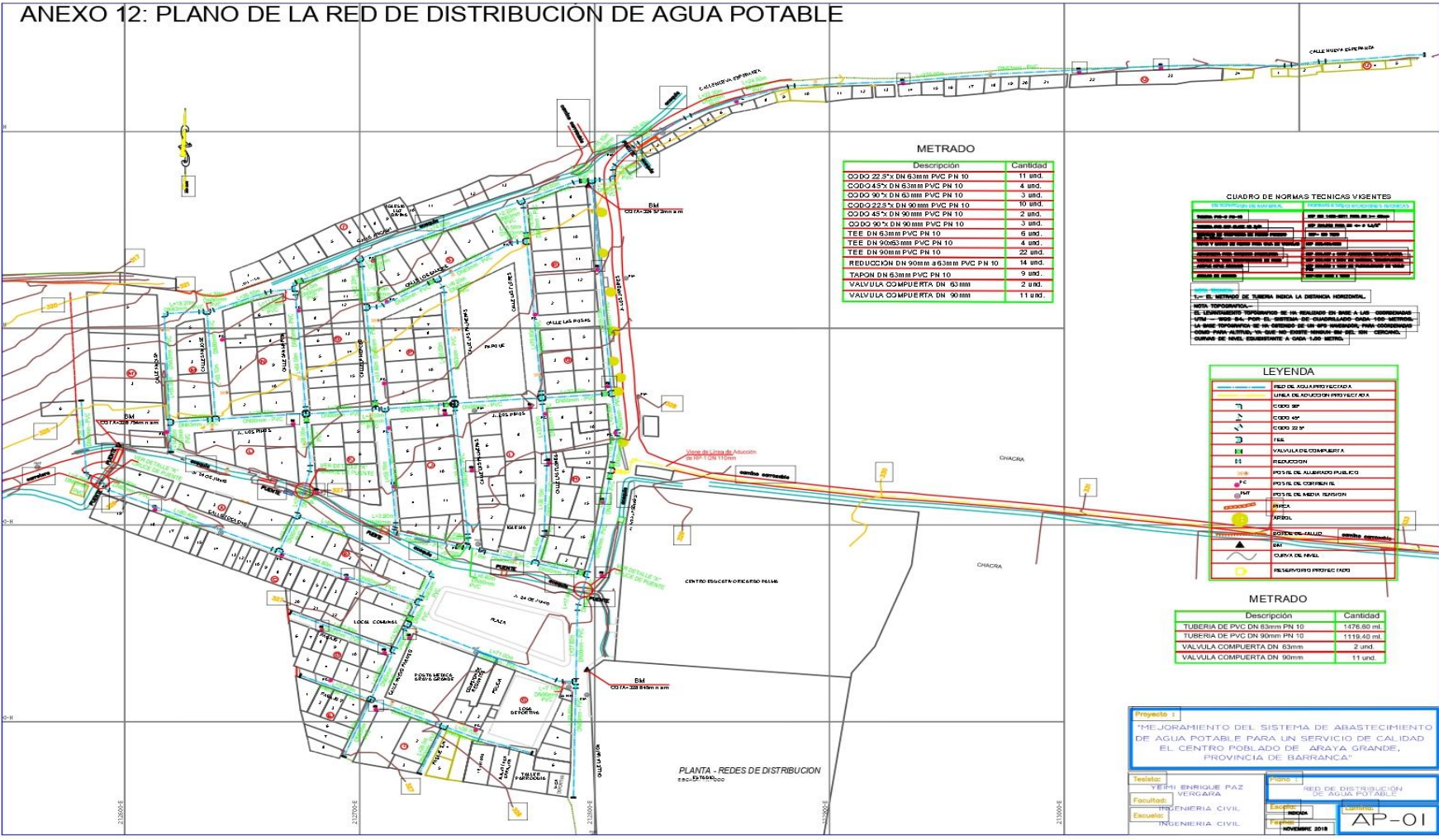


Anexo 11: Plano de cálculo hidráulico de la red de agua potable con watercad

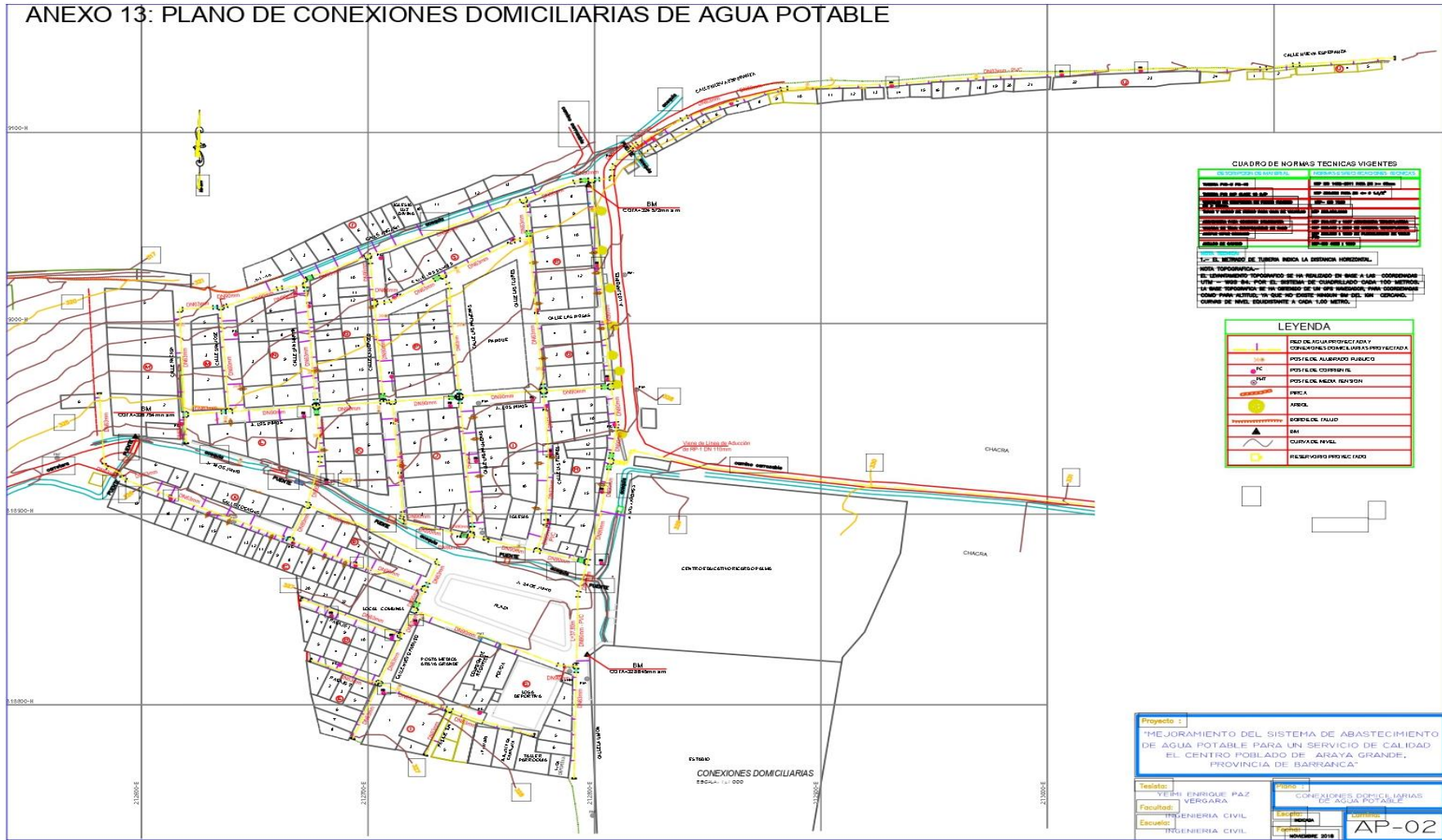




# Anexo 12: Plano de la red de distribución de agua potable



# Anexo 13: Plano de las conexiones domiciliarias de agua potable



## Anexo 14: Presupuesto de la captación mediante galería filtrante para el C.P Araya Grande

Presupuesto MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA UN SERVICIO DE CALIDAD EN EL CENTRO POBLADO ARAYA GRANDE, PROVINCIA DE BARRANCA

Cliente YEIMI ENRIQUE PAZ VERGARA

Lugar LIMA - BARRANCA - BARRANCA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/	Parcial S/
<b>01.02</b>	<b>CAPTACIÓN GALERÍAS FILTRANTES</b>				<b>83,090.89</b>
01.02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2,114.96</b>
01.02.01.01	Trazo y replanteo inicial	und	1.00	71.70	71.70
01.02.01.02	Replanteo final de la obra	und	1.00	43.26	43.26
01.02.01.03	Transporte a zona sin acceso: material y desmote p/línea	und	1.00	2000.00	2,000.00
01.02.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>30,660.60</b>
01.02.02.01	Excavaciones en terreno normal con cargador retroexcavador 0,50-0,75 yd3	m3	430.00	7.92	3,405.60
01.02.02.02	Relleno con material de préstamo grava	m3	230.00	82.50	18,975.00
01.02.02.03	Relleno en terreno normal saturado a pulso	m3	180.00	46.00	8,280.00
01.02.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>338.67</b>
01.02.03.01	Concreto f'c 100 kg/cm2 para solados y/o sub bases	m3	1.29	247.30	319.02
01.02.03.02	Concreto f'c 210 kg/cm2 para anclajes y/o dados	m3	0.05	392.97	19.65
01.02.04	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				<b>16,692.47</b>
01.02.04.01	Concreto f'c 210 kg/cm2 /losa fondo-base de estructura	m3	2.97	431.92	1,282.80
01.02.04.02	Encofrado (i/habilitación de madera) p/losas de fondo-base de estructura	m2	3.93	53.81	211.47
01.02.04.03	Acero estruc.trabaj.p/losa de fondo-base de estructura (costo prom.i/desp.)	kg	173.30	3.96	686.27
01.02.04.04	Concreto f'c 210 kg/cm2 para muros de estructuras	m3	12.15	480.58	5,839.05
01.02.04.05	Encofrado (incl. habilitación de madera) para muro de estructura	m2	50.20	46.78	2,348.36
01.02.04.06	Acero estructural trabajado p/muro de estructura (costo prom. i/desperdic.)	kg	745.51	4.01	2,989.50
01.02.04.07	Concreto f'c 210 kg/cm2 p/losas macizas de estructura	m3	2.38	432.51	1,029.37
01.02.04.08	Encofrado (incl. habilitación de madera) p/losas macizas de estructura	m2	11.90	68.88	819.67
01.02.04.09	Acero estruc. trabajado p/losas macizas de estructura (costo prom.i/desp)	kg	173.30	4.01	694.93
01.02.05	<b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>				<b>2,966.24</b>
01.02.05.01	Tarrajeo interior con mortero 1:5x1,5 cm	m2	17.04	21.85	372.32
01.02.05.02	Tarrajeo con impermeabilizante para estructuras hidráulicas	m2	83.81	30.95	2,593.92
01.02.06	<b>OTROS</b>				<b>4,435.00</b>
01.02.06.01	Geomembrana de polietileno de alta densidad e= 0.50mm	m2	300.00	13.55	4,065.00
01.02.06.02	Tapa metálica 0.60 x 0.60m c/plancha LAC e=1/4" c/mecanismo seguridad segun diseño	und	2.00	185.00	370.00

Presupuesto MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE  
 PARA UN SERVICIO DE CALIDAD EN EL CENTRO POBLADO ARAYA GRANDE,  
 PROVINCIA DE BARRANCA  
 Cliente YEIMI ENRIQUE PAZ VERGARA  
 Lugar LIMA - BARRANCA - BARRANCA

Ítem	Descripción	Und.	Metr ado	Precio S/	Parcia l S/
01.02.07	<b>LINEA DE REBOSE</b>				<b>1,585.59</b>
01.02.07.01	Excav. zanja (máq.) p/tub t-normal satur DN 200 - 250 hasta 1,25 m prof.	m	35.00	23.87	835.45
01.02.07.02	Tubería PVC-U NTP ISO 21138-2010 SN8 ø 200mm	m	35.00	4.78	167.30
01.02.07.03	Instalación de tubería de PVC p/desagüe DN 200 incluye prueba hidráulica	m	35.00	4.80	168.00
01.02.07.04	Codo PVC SAL P de 90° x ø 200mm	und	3.00	56.76	170.28
01.02.07.05	Instalación de accesorios de P.V.C UF-SP DN 200 - 250	und	3.00	16.97	50.91
01.02.07.09	Concreto f'c 210 kg/cm2 para anclajes y/o dados	m3	0.54	358.62	193.65
01.02.08	<b>TUBERÍAS Y ACCESORIOS</b>				<b>12,628.89</b>
01.02.08.01	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 1452 PN 10 DN 200 con perforaciones s/diseño	m	100.00	110.29	11,029.00
01.02.08.02	Tubería de PVC-U UF NTP ISO 4452 PN 10 DN 200 incl. anillo + 2% desperdicios	m	2.05	90.79	186.12
01.02.08.03	Canastilla de PVC ø 200mm	und	1.00	150.00	150.00
01.02.08.04	Válvula cpta.CC, ho.dúctil cierre elást. vástago acero inoxidable DN 200	und	1.00	989.27	989.27
01.02.08.05	Ventilación con tubería de PVC ø 2"	und	1.00	47.73	47.73
01.02.08.06	Provisión y colocado de registro de bronce ø 8"	und	1.00	226.77	226.77
01.02.09	<b>INSTALACIONES HIDRÁULICAS EN GALERÍA</b>				<b>788.37</b>
01.02.09.01	Instalación de tubería PVC p/agua potab. DN 200 incluye prueba hidráulica	m	100.00	5.55	555.00
01.02.09.02	Instalación de accesorios de P.V.C UF-SP DN 200 - 250	und	2.00	16.97	33.94
01.02.10	<b>CERCO PERIMÉTRICO DE CAPTACION</b>				<b>11,671.88</b>
01.02.10.01	Trazo y replanteo inicial para cerco perimétrico (con equipo)	r	210.00	0.62	130.20
01.02.10.02	Excavación manual en material suelto	r 3	5.80	49.83	289.01
01.02.10.03	Concreto f'c 140 kg/cm2 + 30% P.G. para cimentación	r 3	5.80	348.39	2,020.66
01.02.10.04	Suministro e instalación de poste de concreto s/diseño p/cerco de alambre de púas	u nd	100.00	80.50	8,050.00
01.02.10.05	Alambre de púas para cerco	r	2,364.00	0.50	1,182.00

**TOTAL PRESUPUESTO** 83,090.89  
**SON: OCHENTA Y TRES MIL NOVENTA CON 89/100 SOLES**