



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
CIVIL**

**“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CONDICIÓN  
SANITARIA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN  
PEDRO DE BECARA – LETIRA, DISTRITO DE VICE –  
PROVINCIA DE SECHURA – REGIÓN PIURA”**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL  
GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN  
INGENIERÍA CIVIL**

**AUTOR:**

**NEIRA NAYRA, MILAGROS DEL PILAR  
ORCID: 0000-0001-9794-8380**

**ASESOR:**

**SUAREZ ELIAS, ORLANDO VALERIANO  
ORCID: 0000-0002-3629-1095**

**PIURA – PERÚ**

**2019**

**1. TÍTULO DE LA TESIS:**

“MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
PARA MEJORAR LA CONDICIÓN SANITARIA EN EL ASENTAMIENTO  
HUMANO SAN PEDRO DE BECARA – LETIRA, DISTRITO DE VICE –  
PROVINCIA DE SECHURA – REGIÓN PIURA”

## **2. EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Neira Nayra, Milagros del Pilar

ORCID: 0000-0001-9794-8380

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Estudiante de Pregrado,  
Piura, Perú

### **ASESOR**

Suárez Elias, Orlando Valeriano

ORCID: 0000-0002-3629-1095

Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Facultad de Ingeniería,  
Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Piura, Perú

### **JURADO**

Miguel Ángel Chan Heredia

ORCID: 0000-0001-9315-8496

Wilmer Oswaldo Córdova Córdova

ORCID: 0000-0003-4433-8997

Hermer Ernesto Alzamora Román

ORCID: 0000-0002-0664-7783

**3. HOJA DE FIRMA DEL JURADO Y ASESOR:**

---

**MGTR. MIGUEL ANGEL CHAN HEREDIA  
PRESIDENTE**

---

**MGTR. WILMER OSWALDO CORDOVA CORDOVA  
MIEMBRO**

---

**DR.ING. HERMER ERNESTO ALZAMORA ROMAN  
MIEMBRO**

---

**MGTR. ORLANDO VALERIANO SUAREZ ELIAS  
ASESOR**

#### **4. RESUMEN Y ABSTRACT:**

##### **RESUMEN**

El “Mejoramiento y Ampliación de Sistema de Agua Potable para mejorar la Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura” viene realizándose debido a que la población tiene la necesidad de contar con un adecuado sistema de agua potable con la finalidad de reducir enfermedades infectocontagiosas, parasitarias y dérmicas; sobre todo en la población infantil que es la más vulnerable, por ello surge la interrogante ¿En qué medida podemos mejorar la calidad de vida con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para mejorar la Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura?, teniendo como objetivo general: Mejorar y ampliar el sistema de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara; mejorando las condiciones de vida en el área del proyecto, para lo cual se tuvieron objetivos específicos: Identificar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara; analizar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara y obtener el nivel de severidad de acuerdo a los análisis hechos.

La metodología empleada en la investigación es de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal. El proyecto contempla la instalación del sistema de agua potable: Suministro e instalación de 1,437.60 ml

tubería PVC C-7.5 DE 4", UF INC; anillo. Suministro en instalación de Tubería 570.10 ml PVC C-7.5 DE 3", INC; anillo.

Se concluye que el sistema de distribución de agua potable ha sido íntegramente diseñado, desde la salida de la planta de tratamiento incluyendo: tanque reservorio, conducción, pasos elevados y válvulas, de manera que sea 100% funcional durante toda su vida útil: además gracias a que se ha considerado la sectorización del sistema por macro manzanas, en caso de existir un daño el resto del sistema puede seguir funcionando mientras se repara el sector perjudicado.

**Palabras claves:** Ampliación, calidad de vida, condición sanitaria, enfermedades, mejoramiento, sistema de agua potable.

## ABSTRACT

The "Improvement and Extension of the Drinking Water System to better the Sanitary Condition in the San Pedro de Becara Human Settlement - Latirá, District of Sechura Province - Piura Region" has been carried out because the population needs to have an adequate drinking water system with the aim of reducing infectious, parasitic and dermal diseases; especially in the child population that is the most vulnerable, so the question arises To what extent we can improve the quality of life with the Improvement and Expansion of the Drinking Water System to better the Health Condition in the San Pedro de Becara Human Settlement - Latirá, district of Vice - province of Sechura - Piura region, having as general objective: To improve and expand the drinking water system in the San Pedro de Becara Human Settlement; bettering living conditions in the project area, for which specific objectives were met: Identify the factors that caused the deterioration of the drinking water network in the San Pedro de Becara Human Settlement; analyze the factors that caused the deterioration of the drinking water network in the San Pedro de Becara Human Settlement and obtain the level of severity according to the analyzes made.

The methodology used in the research is descriptive, qualitative, non-experimental and cross-sectional. The project includes the installation of the potable water system: Supply and installation of 1,437.60 ml PVC pipe C-7.5 DE 4 ", UF INC; ring. Supply in Piping installation 570.10 ml PVC C-7.5 DE 3 ", INC; ring.

It is concluded that the drinking water distribution system has been completely designed, from the output of the treatment plant including: reservoir tank,

conduction, overpasses and valves, so that it is 100% functional throughout its useful life: also thanks to which the sectorisation of the system has been considered by macro apples, in case of existing damage the rest of the system can continue working while the damaged sector is repaired.

**KEYWORDS: Enlargement, quality of life, health condition, diseases, improvement, drinking water system.**

## 5. CONTENIDO

|                                                               |      |
|---------------------------------------------------------------|------|
| 1. Título de la tesis.....                                    | i    |
| 2. Equipo de trabajo.....                                     | ii   |
| 3. Hoja de firma del jurado y asesor.....                     | iii  |
| 4. Resumen y abstract.....                                    | iv   |
| 5. Contenido.....                                             | viii |
| <b>I.</b> Introducción.....                                   | 1    |
| <b>II.</b> Revisión de literatura.....                        | 2    |
| <b>2.1.</b> Marco teórico.....                                | 3    |
| <b>2.1.1.</b> Antecedentes internacionales.....               | 3    |
| <b>2.1.2.</b> Antecedentes nacionales.....                    | 8    |
| <b>2.1.3.</b> Antecedentes locales.....                       | 13   |
| <b>2.2.</b> Bases teóricas.....                               | 19   |
| <b>2.2.1.</b> Norma OS.010.....                               | 19   |
| <b>2.2.1.1.</b> Agua potable.....                             | 20   |
| <b>2.2.1.2.</b> Agua para consumo humano.....                 | 21   |
| <b>2.2.1.3.</b> Calidad de agua.....                          | 22   |
| <b>2.2.1.4.</b> Proceso de abastecimiento de agua potable.... | 24   |
| <b>2.2.1.4.1.</b> Aguas superficiales.....                    | 24   |
| <b>2.2.1.4.2.</b> Aguas subterráneas.....                     | 25   |
| <b>2.2.1.5.</b> Conducción por gravedad.....                  | 26   |
| <b>2.2.1.5.1.</b> Canales.....                                | 27   |
| <b>2.2.1.5.2.</b> Tuberías.....                               | 27   |
| <b>2.2.1.5.3.</b> Accesorios.....                             | 27   |

|            |                                            |    |
|------------|--------------------------------------------|----|
| 2.2.1.6.   | Conducción por bombeo.....                 | 28 |
| 2.2.1.7.   | Líneas de conducción.....                  | 28 |
| 2.2.2.     | Norma OS.020.....                          | 30 |
| 2.2.2.1.   | Tratamiento.....                           | 30 |
| 2.2.2.2.   | Calidad del agua potable.....              | 31 |
| 2.2.2.3.   | Alcance del grado de tratamiento.....      | 31 |
| 2.2.2.4.   | Plan de muestreo y ensayos.....            | 31 |
| 2.2.3.     | Norma OS.030.....                          | 32 |
| 2.2.3.1.   | Reservorio.....                            | 33 |
| 2.2.3.1.1. | Funcionamiento.....                        | 33 |
| 2.2.3.1.2. | Instalación de reservorio.....             | 33 |
| 2.2.3.1.3. | Accesorios.....                            | 34 |
| 2.2.3.1.4. | Instalación de agua potable.....           | 34 |
| 2.2.4.     | Norma OS.050.....                          | 35 |
| 2.2.4.1.   | Red de distribución.....                   | 35 |
| 2.3.       | Marco conceptual.....                      | 36 |
| 2.3.1.     | Sistemas de agua potable.....              | 36 |
| 2.3.2.     | Origen del agua.....                       | 37 |
| 2.3.2.1.   | Captación.....                             | 38 |
| 2.3.2.2.   | Almacenamiento de agua bruta.....          | 39 |
| 2.3.2.3.   | Tratamiento.....                           | 39 |
| 2.3.2.4.   | Redes de distribución de agua potable..... | 40 |
| 2.3.3.     | Cámaras de captación.....                  | 40 |
| 2.3.3.1.   | Tipos de captación.....                    | 41 |

|                 |                                                                   |    |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------|----|
| <b>2.3.4.</b>   | Obras de conducción.....                                          | 42 |
| <b>2.3.4.1.</b> | Conducción por gravedad.....                                      | 43 |
| <b>2.3.5.</b>   | Línea de impulsión.....                                           | 44 |
| <b>2.3.6.</b>   | Red de distribución.....                                          | 45 |
| <b>2.3.6.1.</b> | Red abierta o ramificada.....                                     | 46 |
| <b>2.3.6.2.</b> | Red cerrada o mallada.....                                        | 47 |
| <b>2.3.6.3.</b> | Ventajas y desventajas de cada tipo de red...                     | 49 |
| <b>2.3.7.</b>   | Estaciones y equipos de bombeo.....                               | 51 |
| <b>2.3.7.1.</b> | Estaciones.....                                                   | 51 |
| <b>2.3.7.2.</b> | Equipos.....                                                      | 51 |
| <b>2.3.8.</b>   | Dimensionamiento de bombas para la extracción de<br>agua.....     | 53 |
| <b>2.3.9.</b>   | Reservorio de almacenamiento.....                                 | 53 |
| <b>2.3.9.1.</b> | Capacidad del reservorio.....                                     | 54 |
| <b>2.3.9.2.</b> | Tipos de reservorio.....                                          | 55 |
| <b>2.3.9.3.</b> | Ubicación de reservorio.....                                      | 56 |
| <b>2.3.10.</b>  | Válvulas.....                                                     | 56 |
| <b>2.3.11.</b>  | Depósito de agua.....                                             | 57 |
| <b>III.</b>     | Hipótesis.....                                                    | 60 |
| <b>IV.</b>      | Metodología.....                                                  | 60 |
| <b>4.1.</b>     | Diseño de la investigación.....                                   | 60 |
| <b>4.2.</b>     | Población y muestra.....                                          | 61 |
| <b>4.3.</b>     | Definición y operacionalización de las variables e indicadores... | 62 |
| <b>4.4.</b>     | Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....              | 63 |

|      |                                 |    |
|------|---------------------------------|----|
| 4.5. | Plan de análisis.....           | 63 |
| 4.6. | Matriz de consistencia.....     | 64 |
| 4.7. | Principios éticos.....          | 66 |
| V.   | Resultados.....                 | 67 |
| 5.1. | Resultados.....                 | 67 |
| 5.2. | Análisis de resultados.....     | 79 |
| VI.  | Conclusiones.....               | 80 |
|      | Referencias bibliográficas..... | 82 |
|      | Anexos.....                     | 87 |

## ÍNDICE DE FIGURAS, CUADROS:

|                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> Agua potable.....                              | 20 |
| <b>Figura 2:</b> Proceso de abastecimiento de agua potable..... | 24 |
| <b>Figura 3:</b> Aguas superficiales.....                       | 25 |
| <b>Figura 4:</b> Aguas subterráneas.....                        | 26 |
| <b>Figura 5:</b> Conducción por gravedad.....                   | 26 |
| <b>Figura 6:</b> Líneas de conducción.....                      | 29 |
| <b>Figura 7:</b> Tratamiento del agua potable.....              | 30 |
| <b>Figura 8:</b> Reservorio.....                                | 33 |
| <b>Figura 9:</b> Sistema de distribución.....                   | 36 |
| <b>Figura 10:</b> Sistemas de agua potable.....                 | 37 |
| <b>Figura 11:</b> Red de distribución del agua potable.....     | 46 |
| <b>Figura 12:</b> Red abierta o ramificada.....                 | 47 |
| <b>Figura 13:</b> Red cerrada o mallada.....                    | 48 |

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1:</b> Periodo de diseño en años.....                                            | 21 |
| <b>Tabla 2:</b> Diferencias entre sistema de abastecimiento abierto y sistema cerrado.... | 49 |
| <b>Tabla 3:</b> Definición y operacionalización de las variables e indicadores.....       | 62 |
| <b>Tabla 4:</b> Matriz de consistencia.....                                               | 64 |
| <b>Tabla 5:</b> Proyección de caudales.....                                               | 67 |
| <b>Tabla 6:</b> Dimensionamiento de la red de distribución.....                           | 68 |
| <b>Tabla 7:</b> Diseño de la línea de conducción.....                                     | 69 |
| <b>Tabla 8:</b> Diseño de la red de distribución.....                                     | 70 |
| <b>Tabla 9:</b> Crecimiento poblacional.....                                              | 73 |
| <b>Tabla 10:</b> Diseño de redes de agua potable.....                                     | 74 |
| <b>Tabla 11:</b> Línea de impulsión.....                                                  | 75 |
| <b>Tabla 12:</b> Golpe de ariete.....                                                     | 76 |
| <b>Tabla 13:</b> Redes de agua potable de Letirá.....                                     | 77 |
| <b>Tabla 14:</b> Datos técnicos de la red de distribución del AA.HH. San Pedro.....       | 78 |

## **I. INTRODUCCIÓN**

Se puede comprobar que unos de los principales problemas en los pueblos del Perú y del mundo es el abastecimiento de agua potable. Ésta realidad pone en peligro la salud de sus habitantes por lo que se hace necesario contar con dicho servicio en buenas condiciones ya que de ésta manera se reducirán los niveles de enfermedades infectocontagiosas. Dicho problema se debe a la escasa importancia que se le da al tema y sumado a la carencia de recursos económicos, hacen que éste problema se aún más grave.

El asentamiento humano San Pedro de Becara – Letirá, del distrito de Vice; está ubicado en la provincia de Sechura – región Piura y dicha población no cuenta con un sistema adecuado de agua potable lo que ocasiona que los habitantes de éste asentamiento humano sufran de enfermedades infectocontagiosas, parasitarias y dérmicas sobre todo en la población infantil que es la más vulnerable.

En ésta investigación se plantea la siguiente problemática ¿En qué medida podemos mejorar la calidad de vida con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para mejorar la Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura? y cuyo objetivo general es: Mejorar y ampliar el sistema de agua potable para mejorar la condición sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura; mejorando así la calidad de vida de los habitantes de dicho lugar. Para lograr el objetivo principal, debemos realizar los siguientes objetivos específicos:

- Calcular un nuevo caudal para el abastecimiento del sistema de agua potable para el Asentamiento Humano San Pedro de Becara.
- Diseñar un nuevo reservorio en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara.

La presente investigación se justifica en la necesidad de contar con un buen sistema de agua potable en el asentamiento humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.

La metodología empleada en ésta investigación es de tipo descriptivo, porque describe la realidad de la población sin ningún tipo de alteración; es de nivel cualitativo, porque se realizó análisis de acuerdo a la naturaleza de la investigación; es no experimental, porque no se hizo uso de laboratorios para estudiar el problema y es de corte transversal porque es en diciembre del 2018.

Se logró el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable en el asentamiento humano San Pedro de Becará – Letirá, mejorando la condición sanitaria de manera que, toda su población, que actualmente son 1,213 habitantes, han mejorado su calidad de vida y el porcentaje de enfermedades infectocontagiosas ha disminuido considerablemente.

También, se logró el cálculo del nuevo caudal promedio con datos de la población actual, obteniendo como resultado que será de 3.09 lps; también una caudal máximo diario, obteniendo como resultado 4.17 lps; y un caudal máximo horario, obteniendo como resultado 7.72 lps.

## **II. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **2.1. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

##### **A) DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA UNA LOTIZACIÓN DE CIENTO CINCUENTA VIVIENDAS, EN LA COMUNA EL TAMBO – SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

(Malavé A)<sup>(1)</sup>; “Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado para una lotización de ciento cincuenta viviendas, en la comuna el Tambo – Santa Elena, provincia de Santa Elena”. Año 2015; Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad – Ecuador; 235 páginas.

##### **Objetivo general:**

- El objetivo general de éste proyecto es realizar el cálculo del sistema de agua potable y alcantarillado de lotización ciudadela El Tambo, en la comuna El Tambo.

##### **Metodología:**

- La metodología empleada en éste proyecto presenta una propuesta que corresponde a un estudio de tipo exploratorio, correlacional de reparación y de mantenimiento donde tratamos de confirmar las características del problema en investigación, y básicamente explicar y ofrecer alternativas de solución a las causas y factores que se generan en el territorio de la zona de estudio por eso el nivel será de tipo cualitativo.

### **Conclusiones:**

- El agua potable será suministrada por sistema de abastecimiento de la empresa AGUAPEN S.A. La presión de agua en punto de conexión nodo 1 (inicio), es de 40 mca (60 psi); y la red se mantendrá a una presión de 25 mca (35,7psi). El diseño de la red de agua potable está conformado por tuberías de 75mm (interconexión red existente y red secundaria), 63mm, 50mm, 25mm.
- El proyecto se basa en el relleno e implementación arquitectónica de la ciudadela El Tambo.
- El diseño del sistema agua potable y alcantarillado planteado en éste proyecto es un sistema que trabaja a gravedad y está compuesta por un colector principal y tres colectores secundarios con tubería PVC de diámetro 225mm y 136 cajas domiciliarias.
- La red de aguas de lluvias que se diseñó está conformada por 4 colectores, 41 sumideros, 17 cámaras de revisión y 3451,44 ml de cuneta.

### **B) ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO SAN VICENTE, PARROQUIA NAMBACOLA, CANTÓN GONZANAMÁ**

(Alvarado P.)<sup>(2)</sup>; “Estudios y diseños del sistema de agua potable del barrio San Vicente, parroquia Nambacola, cantón Gonzanamá”. Año 2013; Universidad Técnica Particular de Loja – *La Universidad Católica de Loja*. Loja – Ecuador; 199 páginas.

**Objetivo general:**

Realizar el estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la población de San Vicente del Cantón Gonzanamá, provincia de Loja.

**Metodología:**

La metodología empleada en éste proyecto corresponde a un estudio de tipo exploratorio y correlacional, tratándose de confirmar las características del problema en investigación, explicando y ofreciendo alternativas de solución a las causas y factores que se generan en el territorio de la zona de estudio por lo cual el nivel será cualitativo.

**Conclusiones:**

- Con el buen uso y mantenimiento adecuado del proyecto, se beneficiará a las futuras generaciones.
- La realización de este tipo de proyectos, favorece a la información profesional del futuro Ingeniero Civil, ya que permite llevar a la práctica la teoría, adquiriendo criterio y experiencia a través del planteamiento de soluciones viables a los diferentes problemas que padecen las comunidades de nuestro país.

- 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.
- En la determinación de la población futura del proyecto, en primer lugar se procedió a realizar una encuesta socio-económica a todas las familias del barrio San Vicente. Obteniéndose 202 habitantes a servir, además existe un establecimiento escolar con una población estudiantil de 22 alumnos y 2 profesores.
- La desinfección mediante el equipo Prochlor Tab 3 es un sistema innovador y económico, su operación y mantenimiento es muy sencilla, lo que garantizará el manejo adecuado y oportuno del operador.

**C) CÁLCULO Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO Y AGUA POTABLE PARA LA LOTIZACIÓN FINCA MUNICIPAL, EN EL CANTÓN EL CHACO, PROVINCIA DE NAPO**

(Celi B; Pesantez F)<sup>(3)</sup>; “Cálculo y diseño del sistema de alcantarillado y agua potable para la lotización finca municipal, en el cantón El Chaco, provincia de Napo”. Año 2012; Escuela Politécnica del Ejército. Sangolqui – Ecuador; 184 páginas.

**Objetivo general:**

Realizar el cálculo y diseño de la red de alcantarillado y agua potable del cantón El Chaco para la lotización Finca Municipal Marcial Oña, de ésta forma aportaremos al desarrollo de esta pequeña ciudad.

**Metodología:**

La metodología empleada en ésta investigación será de tipo no experimental, porque estudiará y se analizará las variables sin recurrir a laboratorio; y de corte transversal porque se efectuará en el periodo de junio del 2012. El nivel será cualitativo y cuantitativo, acorde al tipo de investigación; al alcance del objetivo general y de los objetivos específicos; es decir, se describirá a las variables del estudio tal como se observa.

**Conclusiones:**

- El diseño del sistema de agua potable y alcantarillado están íntimamente ligados, no sólo entre sí, sino también con todos los aspectos tanto sociales, físicos o geomorfológicos de la zona a servir, es así que dependemos de ellos para la correcta determinación de parámetros tan importantes como periodos de diseño, análisis poblacional, cifras de consumo, en cuya apropiada elección radica el éxito de la ejecución o no del mismo.
- Es de notar que en la sección de “Análisis poblacional” se determina la población de diseño basándose en varios aspectos como: análisis estadísticos (censos), normativas emitidas para la ocupación de los lotes en la urbanización, análisis de la población de saturación, de lo cual se puede

concluir que se realizó un análisis exhaustivo para llegar a los 1550 habitantes con lo que se realizó el proyecto.

- Al tratarse de un proyecto de investigación no nos hemos limitado a la determinación de la dotación de agua como un simple análisis de los valores recomendados en códigos y normativas vigentes, sino que adicionalmente se contrastan los resultados de dichas recomendaciones con los consumos promedio de la zona con el fin de corroborar si la adopción de dichos valores es o no acertada para el sitio en estudio, se concluye efectivamente los valores aportados en códigos y normativas son correctos aunque dejan un margen de fluctuación muy amplio por lo que sería recomendable en lo posible realizar un análisis de este tipo para poder realizar un diseño apropiado.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

#### **A) LA SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO NUEVO PERÚ, DISTRITO LA ENCAÑADA – CAJAMARCA, 2014**

(Soto A)<sup>(4)</sup>; “La sostenibilidad de los sistemas de agua potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca, 2014”. Año 2014; Universidad Nacional de Cajamarca. 118 páginas.

**Objetivo general:**

Determinar la sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el centro poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada – Cajamarca.

**Metodología:**

La metodología de esta investigación será de tipo aplicada; nivel descriptivo – explicativo; con un método científico con el alcance de análisis deductivo – descriptivo y por estrategia se ha considerado como una metodología por objetivos.

**Conclusiones:**

- Se logró determinar la sostenibilidad de los Sistemas de Agua Potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentra en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual los sistemas de agua potable no son sostenibles, según la metodología de diagnóstico del proyecto PROPILAS CARE-PERÚ, cuenta con un índice de sostenibilidad de 2.35.
- Se logró determinar la sostenibilidad de la Operación y Mantenimiento de los Sistemas de Agua Potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, distrito La Encañada; cuyo resultado se encuentra en mal estado, en grave proceso de deterioro, motivo por el cual la Operación y el mantenimiento del agua potable no son sostenibles debido a que tiene una cuantificación de 2.05, según la metodología de diagnóstico del Proyecto PROPILAS CARE-PERÚ.

- Se logró determinar la Sostenibilidad de la Gestión Administrativa de los Sistemas de Agua Potable en el Centro Poblado Nuevo Perú, distrito la Encalada; cuyo resultado se encuentra en estado regular, en proceso deterioro, motivo por el cual la Gestión Administrativa de los sistemas de agua potable no son sostenibles debido a que tiene una cuantificación de 2.57, según la metodología del Proyecto PROPILAS CARE-PERÚ.

**B) MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (CASO: ASENTAMIENTO HUMANO VALLE ESMERALDA, DISTRITO PUEBLO NUEVO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA)**

(Concha J; Guillén J)<sup>(5)</sup>; “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable (caso: Asentamiento Humano Valle Esmeralda, distrito Pueblo Nuevo, provincia y departamento de Ica)”. Año 2014; Universidad de San Martín de Porres (USMP). 178 páginas.

**Objetivo general:**

Mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en el asentamiento humano Valle Esmeralda, distrito de Pueblo Nuevo – provincia y departamento de Ica.

**Metodología:**

De acuerdo con la situación a estudiar, se incorpora el tipo de investigación denominado cuantitativo, explicativo, experimental y aplicativo el cual consiste en describir situaciones y eventos.

**Conclusiones:**

- La presente prospección de aguas subterráneas se realizó con el fin de evaluar las condiciones acuíferas de la zona prospectada, donde se proyecta la captación de aguas subterráneas a través de un pozo tubular.
- La base impermeable del acuífero estaría constituida por material de naturaleza rocosa.
- Se ha identificado 4 capas geo-eléctricas donde la capa R3 a partir de 37 metros de profundidad aproximadamente, se encontraría con saturación de agua, conformando un depósito acuífero de interés hidrogeológico.
- De acuerdo a los resultados obtenidos la zona prospectada presenta condiciones acuíferas favorables para la ubicación de un pozo tubular de 100m de profundidad.

**C) DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, CONEXIONES DOMICILIARIAS Y ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO HUMANO “LOS POLLITOS” – USANDO LOS PROGRAMAS DE WATERCAD Y SEWERCAD**

(Doroteo F)<sup>(6)</sup>; “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano “Los Pollitos” – usando los programas de Watercad y Sewercad”. Año 2014; Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). 216 páginas.

**Objetivo general:**

Diseñar el sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado con la finalidad de mejorar estos servicios en el Asentamiento Humano “Los Pollitos” de la ciudad de Ica, que conllevará a obtener una baja incidencia de enfermedades infectocontagiosas de la población de dicho lugar.

**Metodología:**

La metodología empleada en éste proyecto será de tipo descriptivo, no experimental y de corte transversal y de nivel cualitativo y cuantitativo de acuerdo al tipo de investigación.

**Conclusiones:**

- De acuerdo a la Norma OS.050 la presión estática en cualquier punto de la red no deberá ser mayor de 50 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al revisar la presión máxima que posee el sistema se concluye que el diseño cumple con la normativa vigente al presentar una presión máxima de 24.90 m H<sub>2</sub>O.
- De acuerdo a las Norma OS.050, en condiciones de demanda máxima horaria, la mínima presión no será menor de 10 m H<sub>2</sub>O; por lo tanto, al

revisar la presión mínima que posee el sistema, se concluye que el diseño cumple con la normativa al presentar una presión mínima de 17.10 m H<sub>2</sub>O.

- De acuerdo a la Norma OS.050, la velocidad máxima en la red de agua potable deberá ser de 3m/s; por lo tanto, al revisar los valores obtenidos, se concluye que el diseño cumple con la normativa vigente dado que la velocidad máxima es de 3.17 m/s, lo que indica que la diferencia entre lo estipulado por la norma y el valor obtenido es mínima y se acepta como velocidad máxima.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

#### **A) MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL DISTRITO DE MÁNCORA**

(Medina M)<sup>(7)</sup>; “Mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en el distrito de Máncora”. Año 2010, Universidad de Piura. 236 páginas.

#### **Objetivo general:**

Disminución de los frecuentes casos de enfermedades de origen hídrico en el distrito de Máncora, provincia de Talara.

**Metodología:**

La metodología de esta investigación será de tipo aplicada; nivel descriptivo – explicativo; con un método científico con el alcance de análisis deductivo – descriptivo y por estrategia se ha considerado como una metodología por objetivos.

**Conclusiones:**

- El desarrollo consiste en la ampliación de las capacidades que las personas tienen para vivir de acuerdo a sus valores y aspiraciones. La equidad en el acceso a las capacidades esenciales es un elemento esencial para la sostenibilidad del desarrollo, por lo tanto el acceso a los servicios de agua y saneamiento es un elemento indispensable para el desarrollo humano, ya que la falta de este conduce al empobrecimiento y reducción de oportunidades para miles de familias.
- La necesidad de servicios básicos de agua y saneamiento en los sectores pobres adquiere mayor significado cuando se consideran los vínculos con otras dimensiones son: la salud, la educación, el género e inclusión social e ingreso y consumo.
- El impacto de la falta de servicios de agua y saneamiento o el mal funcionamiento de éstos, afecta en mayor medida a los sectores pobres, los cuales gastan en proporción a sus ingresos más en agua que personas en mejor situación económica y no garantizan la calidad del agua obtenida.

## **B) MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO LA MOLINA – PIURA**

(Gallo P)<sup>(8)</sup>; “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano La Molina – Piura”. Año 2015; Universidad Nacional de Piura (UNP). 96 páginas.

### **Objetivo general:**

Mejorar y ampliar el sistema de agua potable y alcantarillado en el asentamiento humano La Molina – Piura.

### **Metodología:**

La metodología empleada en éste proyecto se incorpora el tipo exploratorio, correlacional de reparación y de mantenimiento donde tratamos de confirmar las características del problema en investigación, donde se debe explicar y ofrecer alternativas de solución a las causas y factores que se generan en el territorio de la zona de estudio por eso el nivel será de cualitativo.

### **Conclusiones:**

- Los resultados obtenidos en esta investigación corresponden a valores únicos, obtenidos en un momento determinado del tiempo, bajo condiciones propias de la situación y reflejan una relación específica del

flujo y producción de servicios ambientales, así como de las características socio-económicas de las familias de la zona de La Molina.

- Los resultados muestran que los entrevistados están dispuestos a pagar por la instalación del servicio de agua potable para mejorar su nivel de vida y disminuir la alta incidencia de enfermedades que existe en las localidades de estudio, así como también dejar un legado para las generaciones venideras.
- Una de las variables observadas que tiene impacto sobre la DAP de las personas es el nivel de ingresos en su vivienda, esto daría a entender que para un hogar de nivel de ingreso alto debe haber mayor disponibilidad que en los hogares de menor ingreso, sin embargo en la práctica esto no sucede.

**C) INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS AA.HH. DE LAS CUENCAS 1,2 Y 3 DE LA ZONA ALTA DE LA CIUDAD DE PAITA – PROVINCIA DE PAITA – PIURA, 2014**

(Merino D)<sup>(9)</sup>; “Instalación, ampliación y mejoramiento del servicio de agua potable y alcantarillado en los AA.HH. de las cuencas 1,2 y 3 de la zona alta de la ciudad de Paita – provincia de Paita – Piura, 2014. Año 2014; Universidad Señor de Sipán (USS). 116 páginas.

**Objetivo general:**

Mejorar la productividad de las actividades constructivas que conforman las partidas de mayor incidencia en la estructura reservorio elevado, mediante la implementación de las herramientas planteadas por la filosofía Lean.

**Metodología:**

La metodología empleada en la investigación es de tipo descriptivo, de nivel cualitativo, no experimental y de corte transversal.

**Conclusiones:**

- Se puede mejorar la productividad de las actividades aplicando diferentes recomendaciones y herramientas definidas por la filosofía Lean.
- Es necesario medir en forma continua el nivel de actividad de las estructuras que conforman proyectos de saneamiento, ya que la filosofía Lean, en su versión Lean Construction, presenta esta opción como herramienta útil para el estudio de la productividad.
- Según lo investigado, es necesario contar con un número representativo de mediciones a fin de hacer confiable los resultados obtenidos. Para eso se debe tener en cuenta lo propuesto por Sperll donde valida que el número mínimo de mediciones puntuales para obtener resultados estadísticamente válidos son 384 (95% de confiabilidad).

- La ventaja que presentó la metodología empleada es que se pudo evaluar de forma diaria y objetivamente los procesos que se desarrollarán durante el estudio desarrollado. Así mismo la herramienta Time-Lapse, es una buena opción si el personal que se encuentra dedicado al control de las actividades es limitado, ya que permite cubrir una zona extensa de trabajo, además que permite corroborar, en el caso de existir duda, el desarrollo de los procesos y el control de los participantes.

## **2.2.BASES TEÓRICAS**

### **REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES**

**(DS N° 011-2006-VIVIENDA)**

#### **TÍTULO II: HABILITACIONES URBANAS**

- **NORMA OS.010 – CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
- **NORMA OS.020 – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
- **NORMA OS.030 – ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**
- **NORMA OS.050 – REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

#### **2.2.1 NORMA OS.010 – CAPTACIÓN Y CONDUCCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

La norma OS.010 tiene como objetivo “fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano”. Esta norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano en localidades mayores de 2000 habitantes”.

### **2.2.1.1 Agua Potable**

El agua es un recurso vital que nos brinda la naturaleza, encontramos el agua en diversos estados en la misma, sin embargo es importante resaltar que todos los seres vivos necesitan agua para vivir y entre estos seres vivos nos encontramos nosotros los seres humanos.

El agua es el fundamento de la vida: un recurso crucial para la humanidad y para el resto de los seres vivos. Todos la necesitamos, y no solo para beber. Sino porque el agua contribuye a la estabilidad del funcionamiento del entorno y de los seres y organismos que en él habitan.



*Figura 1. Agua Potable*

*Fuente: Wikipedia*

**Tabla 1. Periodo de diseño en años**

| Componente del sistema          | Población menor a 10 000 habitantes |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Obra de captación               | 10 – 20                             |
| Aducción                        | 20                                  |
| Pozos profundos                 | 10                                  |
| Estaciones de bombeo            | 20                                  |
| Plantas de tratamiento          | 15 - 20                             |
| Tanques de almacenamiento       | 20                                  |
| Redes de distribución           | 20                                  |
| Equipamiento                    |                                     |
| - Equipos eléctricos            | 5 - 10                              |
| - Equipos de combustión interna | 5                                   |

*Fuente: Norma NB-689, Diseño del sistema de agua potable*

### **2.2.1.2 Agua para consumo humano**

El agua es fuente de vida y de salud y que además es indispensable para la vida. Su calidad está íntimamente relacionada con el nivel de vida y con el nivel sanitario de un país. El agua de consumo humano puede considerarse de buena calidad cuando es salubre y limpia; es decir, cuando no contiene microorganismos patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de los consumidores. Para ellos, el agua se somete previamente a un tratamiento de potabilización y a diversos controles sanitarios.

La fuente de la Norma OS.010 nos dice: “A fin de definir la o las figuras de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros

estudios que sean necesarios. La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño. La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País”.

También nos dice que: “El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación”.

### **2.2.1.3 Calidad de Agua**

La gestión del agua presenta gran complejidad, por lo que normalmente intervienen diversos agentes, como los municipios, las empresas abastecedoras, los laboratorios de control y las administraciones sanitarias. Todos ellos velan por que el suministro del agua de consumo humano sea de buena calidad, sin riesgos para la salud, fácilmente accesible y en la cantidad requerida.

La calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo.

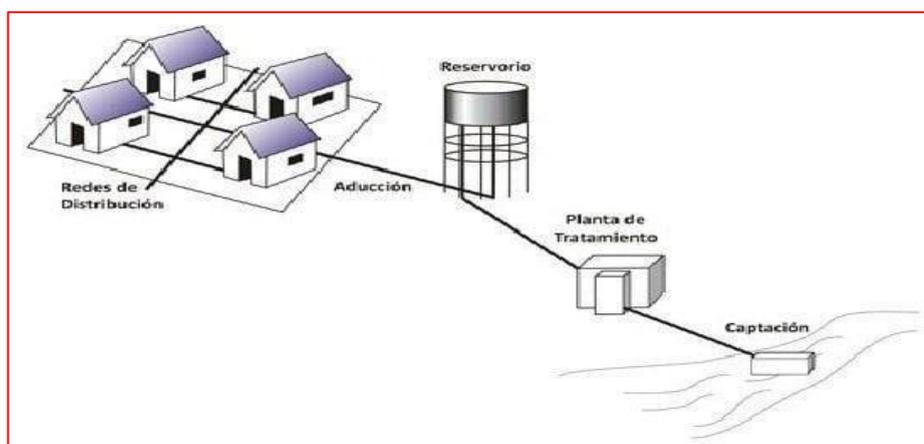
La salubridad y la calidad del agua son fundamentales para el desarrollo y el bienestar humano. Proporcionar acceso al agua salubre es uno de los instrumentos más eficaces para promover la salud y reducir la pobreza.

La fuente deberá asegurar como mínimo un caudal equivalente al gasto máximo mediante análisis físico, químico y bacteriológico. La fuente se evaluará principalmente en función de su calidad, de preferencia se captará de fuentes subterráneas.

La Norma OS.010 dice acerca de las aguas superficiales que:

- “Las obras de toma que se ejecutan en los cursos de aguas superficiales, en lo posible no deberán modificar el flujo normal de la fuente, deben ubicarse en zonas que no causen erosión o sedimentación y deberán estar por debajo de los niveles mínimos de agua e periodos de estiaje”.
- “Toda toma debe disponer de los elementos necesarios para impedir el paso de sólidos y facilitar su remoción, así como un sistema de regulación y control. El exceso de captación deberá retornar al curso original”.
- “La toma deberá ubicarse de tal manera que las variaciones de nivel no alteren el funcionamiento normal de la captación”.

#### 2.2.1.4 Proceso de abastecimiento de Agua Potable



*Figura 2. Fases del sistema de abastecimiento de agua potable*

*Fuente: Fibras y Normas de Colombia S.A.S.*

##### 2.2.1.4.1 Aguas Superficiales

La captación de aguas superficiales se refiere principalmente a ríos y lagos o lagunas. En los ríos las obras de captación (bocatomas) deberán tener en cuenta los siguientes criterios:

- Se tendrán que ubicar en zonas donde los riesgos por erosión y sedimentación sean mínimos.
- Tienen que contar con rejilla y compuerta para así controlar el volumen del agua.
- Se tendrá que asegurar la captación en época seca.
- En los lagos o lagunas las captaciones se tendrán que ubicar lo más alejado de las posibles descargas futuras de los desagües.

- Cuando se emplean bolsas flotantes, se colocarán estratégicamente para evitar su arrastre por la corriente de agua, diseñar el tipo de anclaje adecuado y considerar las variaciones del nivel del agua.



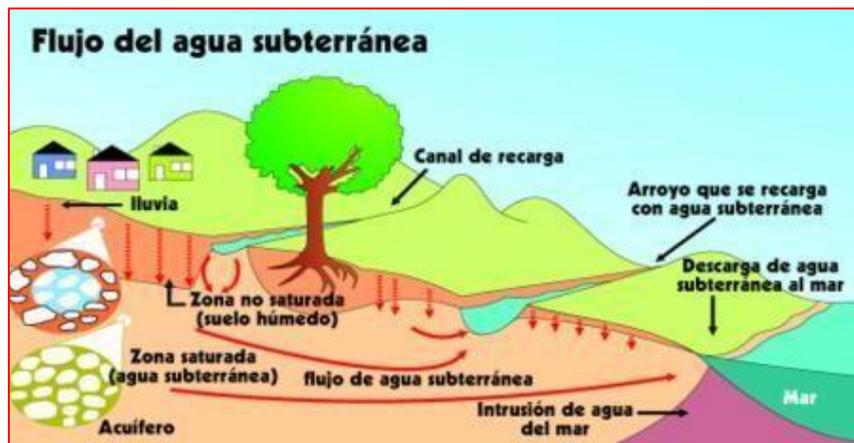
*Figura 3. Aguas superficiales*

*Fuente: Wikipedia*

#### **2.2.1.4.2 Aguas Subterráneas:**

Las captaciones de aguas subterráneas se realizan de manantiales, pozo y galerías filtrantes. Las aguas subterráneas forman grandes depósitos que en muchos lugares constituyen la única fuente de agua potable disponible. A veces, cuando circulan bajo tierra, forman grandes sistemas de cuevas y galerías.

En algunos lugares regresa a la superficie, brotando de la tierra en forma de fuentes o manantiales. Otras, hay que ir a recogerlas a distintas profundidades excavando pozos.

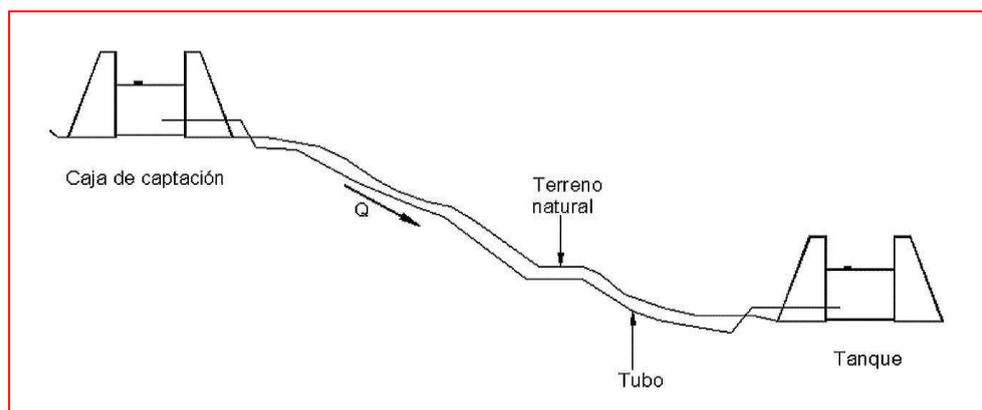


*Figura 4. Aguas subterráneas*

*Fuente: Wikipedia*

La Norma OS.010 dice que: “Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta el reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario”.

### 2.2.1.5 Conducción por Gravedad



*Figura 5. Línea de conducción por gravedad*

*Fuente: Luis Roberti Pérez (seecon)*

#### 2.2.1.5.1 Canales

- Las características y el material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y calidad del agua.
- La velocidad del flujo no debe producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.60 m/s.
- Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad y calidad del agua.

#### 2.2.1.5.2 Tuberías

- Para el diseño de la conducción con tuberías se tendrá en cuenta las condiciones topográficas, las características del suelo y la climatología de la zona a fin de determinar el tipo y calidad de la tubería.
- La velocidad mínima no debe producir depósitos ni erosiones, en ningún caso será menor de 0.60 m/s.
- La velocidad máxima admisible será:
  - En los tubos de concreto 3m/s
  - En tubos de asbesto-cemento, acero y PVC 5m/s

#### 2.2.1.5.3 Accesorios

- **Válvulas de aire:** En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme

se colocarán cada 2 km como máximo. Si hubiera algún tipo de peligro de colapso de la tubería a causa del material de la misma y de las condiciones de trabajo, se colocarán válvulas de doble acción (admisión y expulsión). Además el dimensionamiento de las válvulas se determinará en función del caudal, presión y diámetro de la tubería.

- **Válvulas de purga:** Se colocará válvula de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería.
- **Otras válvulas:** Estas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, seguras y con elementos que permitan su fácil operación y mantenimiento.

#### **2.2.1.6 Conducción por Bombeo**

Para el cálculo de las líneas de conducción por bombeo, se recomienda el uso de la fórmula de Hazen y Williams. El dimensionamiento se hará de acuerdo al estudio del diámetro económico.

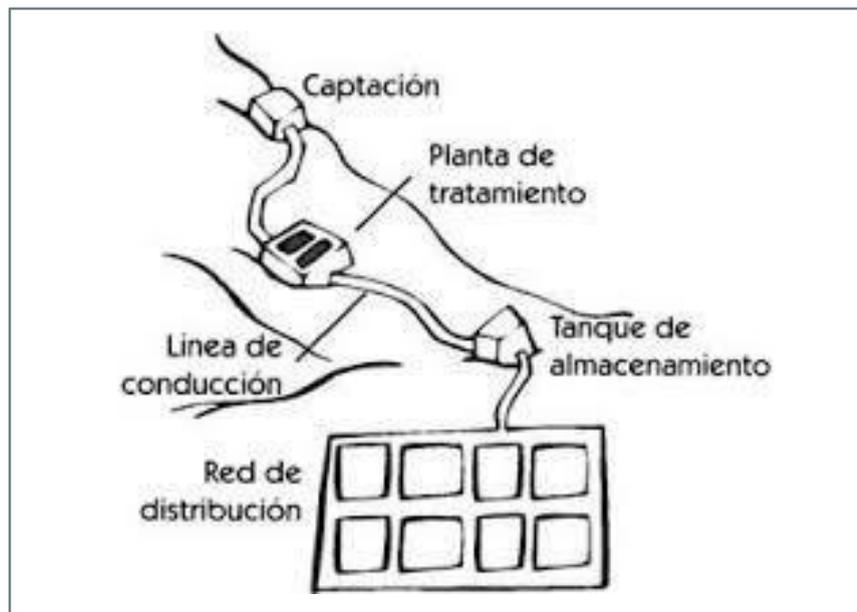
#### **2.2.1.7 Líneas de conducción**

Será diseñada para el caudal máximo diario y está comprendida entre la captación y la planta de tratamiento o a un reservorio. Cuando la línea de conducción es a través de tuberías, se deberá considerar lo siguiente:

- La velocidad mínima no será menor a 0.60 m/s.
- La velocidad máxima para tubos de PVC y asbesto-cemento será de 5 m/s.

Cuando la conducción es a través de canales, la velocidad no debe producir sedimentación ni erosiones, el diseño debe mostrar las siguientes características:

- Trazo de la línea de conducción
- Perfil del terreno natural con sus cotas
- Ubicación de las válvulas de aire, purga y cajas rompe presión
- Longitud, diámetro, pendiente y caudales en los diferentes tramos
- Líneas de gradiente hidráulica
- Cruce de cursos de aguas, quebradas, etc.



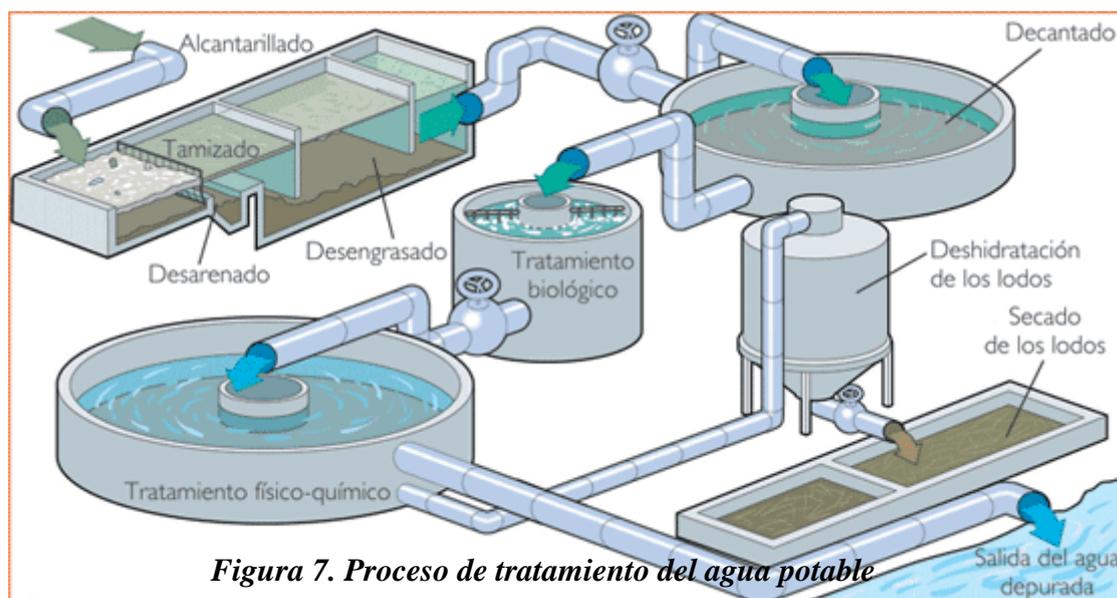
**Figura 6. Línea de conducción**  
Fuente: Wikipedia

## 2.2.2 NORMA OS.020 – PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El objetivo de la Norma OS.020 es, el de establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de planta de tratamiento de agua para consumo humano.

La Norma OS.020 dice que:

**2.2.2.1 Tratamiento:** “Deberán someterse a tratamiento las aguas destinadas al consumo humano que no cumplan con los requisitos del agua potable establecidos en las Normas Nacionales de Calidad de Agua vigentes en el país”.



*Figura 7. Proceso de tratamiento del agua potable*

*Fuente: Wikipedia*

**2.2.2.2 Calidad del agua potable:** “Las aguas tratadas deberán cumplir con los requisitos establecidos en las Normas Nacionales de Calidad de Agua vigentes en el país”.

**2.2.2.3 Alcance del grado de tratamiento:** “Establece que se deberán considerar para determinar el grado de tratamiento del agua para consumo humano”.

**2.2.2.4 Plan de muestreo y ensayos:** “Se debe tener un registro completo del comportamiento de la calidad del agua cruda para proceder a la determinación del grado de tratamiento. Este registro debe corresponder a por lo menos un ciclo hidrológico.

La extracción de muestras y los ensayos a realizarse se harán según las normas correspondientes. Será responsabilidad de la empresa prestadora del servicio el contar con este registro de calidad de agua cruda y de sus potenciales fuentes de abastecimiento”.

- **Planta de tratamiento:** Una planta o estación de tratamiento de agua potable (PTAP) es un conjunto de estructuras y sistemas de ingeniería en las que se trata el agua de manera que se vuelva apta para el consumo humano.

El tratamiento de aguas y las plantas de tratamiento de agua son un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico cuya finalidad es que a través de los equipamientos elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones es obtener unas aguas con las características adecuadas al uso que se les vaya a dar, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

- **Tratamiento de agua:** El tipo de tratamiento requerido dependerá de las características y clasificación del cuerpo de agua receptor y del uso de las aguas servidas, en concordancia con las disposiciones de Salud Pública, código del medio ambiente y la Ley General de Aguas. Una planta de tratamiento de filtro lento básicamente consiste en una caja, que contiene arena con un espesor de aproximadamente de 0.7 – 1.4 m. y para su funcionamiento se llena de agua hasta 1 a 1.5 m, por encima de la superficie de la arena, llamada capa sobrenadante.

Este sistema de tratamiento elimina la turbidez del agua y reduce considerablemente el número de microorganismos (bacterias, virus y quistes). Es un proceso semejante a la percolación del agua a través del subsuelo debido al movimiento lento del agua.

### **2.2.3 NORMA OS.030 – ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

La Norma OS.030 señala los requisitos mínimos que debe cumplir el sistema de almacenamiento y conservación de la calidad el agua para consumo humano.

### 2.2.3.1 Reservorios



*Figura 8. Reservorio*

*Fuente: Wikipedia*

**2.2.3.1.1 Funcionamiento:** Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo.

**2.2.3.1.2 Instalación de reservorio:** Los reservorios de agua deberán estar dotados de tuberías de entrada, salida, rebose y desagüe. En las tuberías de entrada, salida y desagüe se instalará una válvula de interrupción ubicada convenientemente para su fácil operación y mantenimiento.

Cualquier otra válvula especial requerida se instalará para las mismas condiciones. Las bocas de las tuberías de entrada y salida deberán estar ubicadas en posición opuesta, para permitir la renovación permanente del agua en el reservorio.

**2.2.3.1.3 Accesorios:** Los reservorios deberán estar provistos de tapa sanitaria, escaleras de acero inoxidable y cualquier otro dispositivo que contribuya a un mejor control y funcionamiento.

**2.2.3.1.4 Instalación de agua potable:** Las tuberías deberán colocarse al borde de las zanjas y en el lado opuesto al material de la excavación, debiendo quedar protegidas de cualquier golpe, deslizamiento o del tránsito.

Antes de iniciar la instalación, el maestro de obra deberá realizar una minuciosa inspección y limpieza de cada tubería y accesorio, debiendo retirar de la zona de trabajo cualquier pieza que presente fallas, rajaduras y otro tipo de deficiencia.

La colocación de la tubería y accesorios en la zanja debe realizarse a mano, con cuerdas o con equipo, si es necesario, y con el debido cuidado. Conforme se avanza con la instalación, debe ir tapando con material selecto las tuberías, dejando descubiertas las uniones, de forma tal que se proteja ante eventuales golpes y se prepare para la prueba hidráulica.

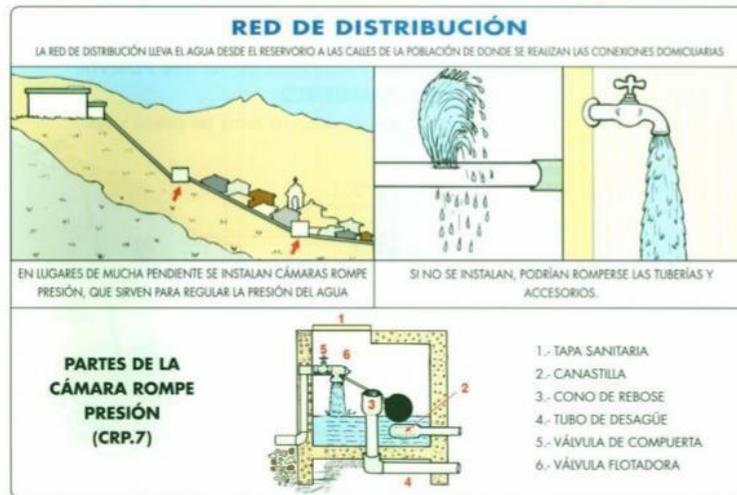
## **2.2.4 NORMA OS.050 – REDES DE DISTRIBUCIÓN PARA CONSUMO HUMANO**

El objetivo de ésta norma es fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.

La Norma OS.050 – 4.2. Análisis hidráulico dice que: “Las redes de distribución se proyectarán, en principio, en circuito cerrado formando mallas. Su dimensionamiento se realizará en base a cálculos hidráulicos que aseguren caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución, podrá utilizarse el método de Hardy Cross o cualquier otro equivalente. Para el cálculo hidráulico de las tuberías, se utilizarán fórmulas relacionadas.

**2.2.4.1 Red de distribución:** Para el diseño de las redes de distribución se deben considerar los siguientes criterios.

- La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario.
- Se debe identificar las zonas a servir y de expansión de la población.



*Figura 9. Sistema de distribución*

*Fuente: Wikipedia*

## MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1 Sistema de Agua Potable

(PAOLA, 2013)<sup>(10)</sup> Es una obra hidráulica que sirve para separar y remover el material sólido que lleva el agua desde una obra de toma. La función que desempeña es muy importante y, salvo circunstancias especiales como es el caso de disponer o captar aguas muy limpias se podría omitir su utilización; además cumplen los siguientes objetivos:

- Evitar el azolvamiento de la conducción y preservar los equipos hidromecánicos de la acción abrasiva de los sedimentos gruesos contenidos en el agua.
- Garantizar en condiciones normales de operación lo siguiente: La clarificación del agua mediante la retención y sedimentación de las partículas mayores a un determinado tamaño, el abastecimiento

interrumpido del agua a las conducciones, según las necesidades de los usuarios, la evacuación sistemática de los sedimentos depositados en cámaras, con el consumo mínimo de agua.



*Figura 10. Sistema de abastecimiento de agua potable*

*Fuente: Wikipedia*

(Anónimo, 2017)<sup>(11)</sup> La red de abastecimiento de agua potable es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural con población relativamente densa; el agua potable.

### 2.3.2 Origen del Agua

(Anónimo, 2017)<sup>(11)</sup> Los sistemas de abastecimiento de agua potable pueden clasificarse por la fuente de agua del que se obtienen:

- Agua de lluvia almacenada en aljibes.

- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- Agua subterránea captada a través de pozos o galerías filtrantes.
- Agua de mar (ésta debe ser necesariamente desalinizada).
- Agua superficial (lleva un previo tratamiento), proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales.

Según el origen de agua, para transformarla en agua potable deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección y filtración, hasta la desalinización.

El sistema de abastecimiento de agua potable más complejo, que es el que utiliza aguas superficiales, consta de cinco partes principales: captación, almacenamiento de agua bruta, tratamiento, almacenamiento de agua tratada, red de distribución abierta.

**2.3.2.1 Captación:** La captación de un manantial debe hacerse con todo cuidado, protegiendo el lugar de afloramiento de posibles contaminaciones, delimitando un área de protección cerrada. La captación de las aguas superficiales se hace mediante bocatomas, en algunos casos se utilizan galerías filtrantes, paralelas o perpendiculares al curso de agua para captar las aguas que resultan así con un filtrado preliminar. La captación de las aguas subterráneas se hace mediante pozos o galerías filtrantes.

**2.3.2.2 Almacenamiento de agua bruta:** Se hace necesario cuando la fuente de agua no tiene un caudal suficiente durante todo el año para suplir la cantidad de agua necesaria. Para almacenar el agua de los ríos o arroyos que no garantizan en todo momento el caudal necesario se construyen embalses. En los sistemas que utilizan agua subterránea, el acuífero funciona como un verdadero tanque de almacenamiento, la mayoría de las veces con recarga natural, sin embargo, hay casos en que la recarga de acuíferos hace por medio obras hidráulicas especiales.

**2.3.2.3 Tratamiento:** Planta de tratamiento de agua potable. El tratamiento del agua para hacerla potable es la parte más delicada del sistema. El tipo de tratamiento es muy variado en función del agua bruta. El almacenamiento del agua tratada tiene la función de compensar las variaciones horarias del consumo y almacenar un volumen estratégico para situaciones de emergencia, como por ejemplo, incendios. Existen dos tipos de tanques para agua tratada, tanques apoyados en el suelo y tanques elevados, cada uno dotado de dosificador o hipocloroso para darle el tratamiento y volverla apta para el consumo humano.

Desde el punto de vista de su localización con relación a la red de distribución se distinguen en tanques de cabecera y tanques de cola: Los tanques de cabecera, se sitúan aguas arriba de la red que alimenta. Toda agua que se distribuye en la red, necesariamente tiene que pasar por el tanque de cabecera.

El tratamiento deberá tener como objetivo, la remoción de los contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos del agua, hasta que se encuentre dentro de los límites, establecidas en las normas de calidad de agua para consumo

humano vigentes. La planta de tratamiento deberá tener la capacidad suficiente para tratar el caudal máximo diario.

Se dará preferencia a soluciones técnico-económicas más simples, en los aspectos constructivo y de operación y mantenimiento. Para el diseño de los procesos específicos de tratamiento, se deberá considerar como referencia las guías de calidad de agua para consumo humano de la OMS vigentes. Y deberá estar diseñado por un ingeniero sanitario colegiado, con certificado de habilidad profesional.

**2.3.2.4 Redes de distribución de agua potable:** En los pueblos y ciudadelas son generalmente redes que forman anillos cerrados. Por el contrario, las redes de distribución de agua en las comunidades rurales dispersas son ramificadas. Una Red de Distribución de Agua Potable es el conjunto de tuberías trabajando a presión, que se instalan en las vías de comunicación de los Urbanismos y a partir de las cuáles serán abastecidas las diferentes parcelas o edificaciones de un desarrollo.

### **2.3.3 Cámaras de Captación**

(Pittman, 2014)<sup>(12)</sup> Elegida la fuente de agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar del afloramiento se construye una estructura de captación que permite recolectar el agua para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de almacenamiento.

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

Es importante que se incorporen características de diseño que permitan desarrollar una estructura de captación que considere un control adecuado del agua, oportunidad de sedimentación, estabilidad estructural, prevención de futura contaminación y facilidad de inspección y operación.

Estas características serán consideradas en el desarrollo del presente capítulo, donde además se presentan los tipos, diseño hidráulico y dimensionamiento de las estructuras de captación.

### **2.3.3.1 Tipos de Captación**

(Pittman, 2014)<sup>(10)</sup> Como la captación depende del tipo de fuente y de la calidad y cantidad de agua, el diseño de cada estructura tendrá características típicas. Cuando la fuente de agua es un manantial de ladera y concentrado, la captación 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.

El comportamiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene por finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de aquietamiento de algún material en suspensión.

La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente. Si se considera como fuente de agua un manantial de fondo y concentrado, la estructura de captación podrá reducirse a una cámara sin fondo que rodee el punto donde el agua brota. Constará de dos partes: la primera, la cámara húmeda que sirve para almacenar el agua y regular el gasto a utilizarse; y la segunda, una cámara seca que sirve para proteger las válvulas de control de salida y desagüe. La cámara húmeda estará provista de una canastilla de salida y tuberías de rebose y limpia.

#### **2.3.4 Obras de conducción**

(Anónimo, 2012)<sup>(13)</sup> Serán diseñadas para conducir el caudal máximo diario y estará comprendida desde la captación hasta la planta de tratamiento reservorio. El diámetro nominal mínimo de la línea de conducción debe ser de 200mm. El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m. La velocidad deberá estar entre 0.6 m/s y 3 m/s. En caso de sistemas donde no se disponga de reservorio, la línea de conducción de diseñará para el caudal máximo horario.

#### 2.3.4.1 Conducción por gravedad

- a) **Tuberías:** El cálculo del diámetro de la tubería se hará utilizando métodos racionales. Para tuberías que trabajen a presión, se recomienda la fórmula de Hazen y Williams, con los siguientes coeficientes de fricción: Fierro galvanizado 100 PVC 140; para tuberías que trabajen como canal se recomienda la fórmula de Manning, con los siguientes coeficientes de rugosidad: PVC 0.009 concreto 0.015.

La velocidad mínima o de un auto limpieza no será menor de 0.60 m/s. La velocidad máxima recomendada será de 3 m/s, pero pueden aceptar velocidades de hasta 5 m/s siempre que no transporten material fino. Se instalarán válvulas de aire y de purga en los puntos más elevados y en los puntos bajos de la línea, y cuando la líneas tenga longitudes largas con una pendiente mínima, la válvula de purga se instalará en el punto más bajo. Se considerará la instalación de cámaras rompe presión para evitar que la presión estática en la línea supere la presión de la tubería.

- b) **Canales:** Deberán ser diseñados teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la calidad y cantidad de agua. El diseño hidráulico deberá hacerse de tal manera que se evite la sedimentación y erosión.
- c) **Sifones:** Dependiendo de la topografía del terreno y el recorrido de la línea, se diseñarán sifones, empleando la clase de la tubería en función de la gradiente hidráulica.

### 2.3.5 Línea de impulsión

- a) Para el cálculo de las líneas de impulsión se recomienda la fórmula de Hazen y Williams, teniendo en cuenta el estudio del diámetro más económico.
- b) Cuando sea necesario se deberá considerar dispositivos contra golpe de ariete y/o cavitación.
- c) El recubrimiento sobre las tuberías no deben ser menor de 1.20 m.
- d) Se deberá considerar tuberías roscadas de PVC, acero SCH 40, de acuerdo a la evaluación técnica.

(Red de distribución de agua, 2016)<sup>(14)</sup> El primer paso en el diseño de la Red de Distribución de Agua Potable es la definición de su trazado en planta, para lo cual es necesario estudiar las características de la vialidad, de la topografía y de la ubicación de los puntos de alimentación y estanques. Específicamente es necesario contar, como mínimo, con la siguiente información:

- Proyecto de Urbanismo del sector a dotar con la Red de Distribución, específicamente es necesaria la configuración de la vialidad que da acceso a las distintas parcelas y edificaciones, dado que el trazado se realizará principalmente siguiendo dicha configuración. Esto con miras a garantizar el libre acceso a la infraestructura para eventuales reparaciones y sustituciones por parte de la empresa operadora del sistema.
- Punto(s) de alimentación de la red. La forma en que será alimentada la Red establecerá en gran medida la ruta de sus tuberías principales, por lo tanto es necesario tener en cuenta la ubicación de estanques compensadores

existentes así como de tuberías matrices de distribución desde la cual se abastecerá la Red a diseñar.

- Planos de construcción o catastro de otros servicios existentes en el urbanismo. Eventualmente el trazado de la red de distribución de agua potable a diseñar podrá verse influenciado por la existencia de otras tuberías en las vías de comunicación del sector en estudio.

### **2.3.6 Red de distribución**

La red de distribución se deberá diseñar para el caudal máximo horario. Para el análisis hidráulico del sistema de distribución se podrá utilizar el método de Hardy Cross, seccionamiento o cualquier otro método racional. Para el cálculo hidráulico de las tuberías se utilizará fórmulas racionales. En caso de aplicarse la fórmula de Hazen Williams se utilizarán los coeficientes de fricción. El diámetro a utilizarse será aquel que asegure el caudal y presión adecuada en cualquier punto de la red.

Los diámetros nominales mínimos serán: 25mm en redes principales, 20mm en ramales. En cuanto a la presión del agua, debe ser suficiente para que el agua pueda llegar a todas las instalaciones de las viviendas más alejadas del sistema. La presión máxima será aquella que no origine consumos excesivos por parte de los usuarios y no produzca daños a los componentes del sistema, por lo que la presión dinámica en cualquier punto de la red no será menor de 5m y la presión estática no será mayor de 50m.

El recubrimiento sobre las tuberías no debe ser menor de 1m en las vías vehiculares y de 0.8m en las vías peatonales. La distancia entre el límite de propiedad y el plano vertical tangente de la tubería no será menor de 0.8m.



*Figura 11. Sistema de distribución del agua potable*

*Fuente: Wikipedia*

### 2.3.6.1 Red abierta o ramificada

Este tipo de red de distribución se caracteriza por contar con una tubería principal de distribución (la de mayor diámetro) desde la cual parten ramales que terminarán en puntos ciegos; es decir, sin interconexiones con otras tuberías en la misma red de distribución de agua potable.

El uso de redes ramificadas se sucede en desarrollos cuyo crecimiento se ha establecido a partir de una vialidad principal y en la que se convergen una serie de calles ciegas, dado que las características topográficas impiden la interconexión entre los ramales para conformar circuitos cerrados.

Los puntos de servicio de agua pueden permanecer abiertos todo el tiempo y se suministrará aun así un flujo constante de agua a todos estos puntos de servicio.

El caudal que se tiene es suficiente como para abastecer a todos los puntos de servicio, sin necesidad de un tanque de distribución o depósito de reserva.



*Figura 12. Red abierta o ramificada*  
*Fuente: Wikipedia*

#### **2.3.6.2 Red cerrada o mallada**

En este tipo de red, se logra la conformación de mallas o circuitos a través de la interconexión entre los ramales de la red de distribución de agua potable. En ellos, el caudal de agua disponible no es suficiente para abastecer

simultáneamente todos los puntos de servicio o plantea carencias en las horas puntas de consumo, con lo que se hace necesario el uso de un tanque de distribución.

Todos los puntos de servicio del sistema deben contar con un sistema de cierre, como puede ser un grifo. Partiendo de estas dos categorías se pueden construir cinco tipos sistemas: sistema abierto sin grifos de cierre, sistema abierto con grifos de cierre, sistema cerrado con servicio intermitente, sistema cerrado con válvulas de flotador, sistema cerrado con depósito de reserva.



**AGUA POTABLE  
CERRADA O MALLADA.**

*Figura 13. Red cerrada o ramificada*

*Fuente: Wikipedia*

**Tabla 2:** Diferencias entre Sistema Abierto y el Sistema Cerrado.

| RED ABIERTA                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | RED CERRADA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>- No brinda una buena distribución de agua ni de presiones.</p> <p>- En caso de reparación por tener una sola tubería de alimentación dejaría momentáneamente sin abastecimiento a gran parte de la población.</p> <p>-Requiere de mayores diámetros porque todo flujo pasa a través de un conducto principal.</p> | <p>- Mayor seguridad en el caso de desperfectos, pues no afecta a toda la población.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es apropiado para ciudades de mediano y gran tamaño, brinda un sistema más económico, pues la alimentación de las tuberías es por ambos lados, lo cual reduce la pérdida de carga de la misma.</li> <li>• Mayor seguridad en el caso de incendios, se puede cerrar las válvulas para conducir agua al lugar del siniestro.</li> <li>• Ofrece una mejor distribución de agua y se acondiciona mejor a futuras ampliaciones.</li> </ul> |

### 2.3.6.3 Ventajas y desventajas de cada tipo de red

Ante la posibilidad de tener que escoger entre una red de distribución de agua potable del tipo abierta o una del tipo cerrada, es conveniente tener en cuenta aspectos como los que referimos continuación:

- La principal desventaja de las redes del tipo abierto es que, ante la falla o rotura de alguna de las tuberías que las conforman, se tendrá que afectar (dejar sin servicio) a todos los usuarios que estén atendidos desde las

tuberías aguas debajo de la rotura, mientras se realiza la reparación necesaria.

- Por otro lado, la ventaja principal de las redes cerradas es que este tipo de configuración es el más conveniente desde el punto de vista de eficiencia y de garantía del servicio. Es decir, ante la posible rotura de alguna de sus tuberías, se logrará afectar a menor cantidad de usuarios, al establecer rutas alternas al flujo a través de las mallas que conforman la red.
- En cuanto al cálculo, una pequeña ventaja que tiene la red de distribución de agua potable del tipo abierta, es que su resolución es directa, limitándose al cálculo de las pérdidas en cada tubería, para los caudales en tránsito, para obtener posteriormente los valores de piezometría y presión en cada nodo de ella.
- En el caso de las redes cerradas, es necesario realizar el balance de los caudales en tránsito en las tuberías, dada la relativa complejidad en la forma en que se realiza la distribución, razón por la cual es necesario recurrir a métodos interactivos como el método de Cross, para su resolución.

Hay que destacar que con frecuencia es conveniente, y de permitirlo las características del urbanismo, la colocación en la red de tuberías que no alimentarán de manera directa parcela alguna, de forma tal de “forzar” a que se establezcan alternativa de flujo en caso de falla de algunos de los ramales de la red (conformación de mallas).

Por esta razón, en la mayoría de los desarrollos urbanos, la selección será por la conformación de una red de distribución de agua potable del tipo cerrada,

pese a que pueda representar la colocación de mayor cantidad de tuberías, con el correspondiente incremento de costos.

### **2.3.7 Estaciones y equipos de bombeo**

#### **2.3.7.1 Estaciones**

- a) Se ubican en zonas que sean seguras, estables y protegidas contra peligros de inundaciones, deslizamientos, huaycos y otros eventos.
- b) Deberán tener el área necesaria para que los equipos de bombeo, tuberías, válvulas y accesorios, tableros eléctricos y otros se instalen, reemplacen, reparen, opere y mantengan con comodidad.
- c) Deberán tener una ventilación natural que permita la renovación constante de aire.
- d) En casos de contar con sistemas de desinfección con cloro, gas en las estaciones de bombeo considerar un adecuado sistema de ventilación y seguridad.
- e) Deberán contar con iluminación natural o artificial de mediana intensidad.

#### **2.3.7.2 Equipos**

##### **Sistema convencional**

- a) El diseño de los equipos de bombeo, deberá considerar la siguiente información específica: caudal de bombeo; altura dinámica, total del

número y tipo de bombas; fuentes de energía; esquema de funcionamiento de las bombas.

- b) Deberá considerarse así mismo, las tuberías, accesorios, válvulas, tableros y controles necesarios para el correcto funcionamiento del equipo de bombeo. En el caso de equipos accionados por energía eléctrica, debería contar con pozo a tierra.
- c) Deberán considerarse como mínimo dos unidades de bombeo, con servicio alternado para garantizar un servicio continuo.
- d) Los equipos de bombeo serán accionados por motores eléctricos siempre y cuando no haya interrupciones o con motores de combustión.

#### **Sistema no convencional**

- a) Se recomienda en este caso utilizar equipos manuales o mecánicos accionados con energía eólica y/o solar.
- b) En el caso de utilizar la energía eólica se recomienda hacer un estudio de los vientos predominados, especialmente en aquellas zonas donde la velocidad es superior a los 8 km/hora que es la velocidad mínima para su funcionamiento. Para el caso de paneles solares, hacer un estudio de las horas de máxima incidencia solar y sensación térmica, y contemplar criterios técnicos para bombas accionadas por energía solar, que en lo posible, tengan acumuladores.

### **2.3.8 Dimensionamiento de bombas para la extracción de agua**

(Serrano Alonso, 2014)<sup>(16)</sup> El dimensionamiento de equipos para la extracción de agua se realiza después de definir los parámetros de la perforación que se van a utilizar, el caudal de producción o caudal que se pretende usar, el nivel estático y el nivel dinámico para el caudal deseado.

Otro factor necesario es la ejecución de un pequeño proyecto de instalación donde deben determinar los datos referentes del pozo de extracción al taque, el desnivel, los diámetros de aspiración y elevación, la longitud de los tramos de cañerías.

### **2.3.9 Reservorio de almacenamiento**

(Pittman, 2014) La capacidad de regulación, será del 15% al 20% de la demanda diaria del promedio anual, siempre que el suministro de agua de la fuente sea continuo. Si dicho suministro es por bombeo, la capacidad será del 20 a 25% de la demanda diaria L promedio anual.

El reservorio se ubicará en una cota topográfica que garantice la presión mínima en el punto más desfavorable del sistema de distribución correspondiente. Será diseñado para que funcione como reservorio de cabecera. Su diseño deberá garantizar la calidad sanitaria del agua. El reservorio deberá contar con tuberías de ingreso, salida, limpieza, ventilación y rebose.

En las tuberías de entrada, salida y limpieza se instalará válvulas para su correcto funcionamiento, ubicadas convenientemente para su protección y fácil operación. Cualquier otra válvula especial requerida se instalará en las mismas

condiciones. Las tuberías de ventilación y rebose deberán contar con dispositivos de protección sanitaria para evitar el ingreso de roedores e insectos.

Deberá estar provisto de dispositivos de control estático y medición de caudal y cualquier otro que contribuya a su mejor control y funcionamiento. Se podrá obviar la construcción del reservorio en el caso de que la producción de la fuente sea mayor al caudal máximo horario. La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente. Un sistema de abastecimiento de agua potable requerirá de un reservorio cuando el rendimiento admisible de la fuente sea menor que el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ).

En caso que el rendimiento de la fuente sea mayor que el  $Q_{mh}$  no se considera el reservorio, y debe asegurarse que el diámetro de la línea de conducción sea suficiente para conducir el gasto máximo horario ( $Q_{mh}$ ), que permita cubrir los requerimientos de consumo de la población. En algunos proyectos resulta más económico usar tuberías de menor diámetro en la línea de conducción y construir un reservorio de almacenamiento.

#### **2.3.9.1 Capacidad del reservorio**

(Pittman, 2014) Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para

incendios, previsión de reservas para cubrir danos e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema. Para el cálculo de la capacidad del reservorio, se considera la compensación de variaciones horarias de consumo y los eventuales desperfectos en la línea de conducción.

El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada en las 24 horas del día.

Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir danos que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

#### **2.3.9.2 Tipos de reservorios**

(Pittman, 2014) Los reservorios de almacenamiento pueden ser elevados, apoyados y enterrados. Los elevados, que generalmente tienen forma esférica, cilíndrica y de paralelepípedo, son construidos sobre torres, columnas, pilotes, etc.; los apoyados, que principalmente tienen forma rectangular y circular, son construidos directamente sobre la superficie del suelo; y los enterrados, de forma rectangular, son construidos por debajo de la superficie del suelo (cisternas)

Para capacidades medianas y pequeñas, como es el caso de los proyectos de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales, resulta tradicional y económica la construcción de un reservorio apoyado de forma cuadrada.

### **2.3.9.3 Ubicación del reservorio**

(Pittman, 2014) La ubicación está determinada principalmente por la necesidad y conveniencia de mantener la presión en la red dentro de los límites de servicio, garantizando presiones mínimas en las viviendas más elevadas y presiones máximas en las viviendas más bajas.

De acuerdo a la ubicación, los reservorios pueden ser de cabecera o flotantes. En el primer caso se alimentan directamente de la captación, pudiendo ser por gravedad o bombeo y elevados o apoyados, y alimentan directamente de agua a la población. En el segundo caso, son típicos reguladores de presión, casi siempre son elevados y se caracterizan porque la entrada y la salida del agua se hacen por el mismo tubo.

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 de almacenamiento son de cabecera y por gravedad. El reservorio se debe ubicar lo más cerca posible y a una elevación mayor al centro poblado.

### **2.3.10 Válvulas**

La red de distribución estará provista de un mínimo número de válvulas de interrupción que permitan una adecuada sectorización y garanticen su buen funcionamiento. Se proyectará válvulas de interrupción en todas las derivaciones para ampliaciones. Toda válvula de interrupción deberá ser

instalada en un alojamiento para su aislamiento, protección, drenaje y fácil operación.

En los puntos de cotas más bajas de la red de distribución, en donde se pudieran acumular sedimentos, se deberán considerar sistemas de purga. Las válvulas de aire y otro tipo de válvulas deberán ser instaladas en cámaras adecuadas, con accesorios para el fácil montaje y desmontaje, de modo que permitan su fácil operación y mantenimiento.

### **2.3.11 Depósito de agua**

(Serrano Alonso, 2014) La construcción de dicho tanque será el esfuerzo más visible de todo el proyecto. Requiere el esfuerzo combinado de mucha gente, desde albañiles que colocan la piedra y sus ayudantes que mezclan el cemento hasta incluso mujeres y niños ocasionalmente que recolectan piedras de los campos o arena de los ríos.

Cuando se completa, el tanque de distribución se convierte en una especie de monumento público de la aldea y una fuente de orgullo de la comunidad, especialmente si el proyecto ha resultado ser exitoso. En cuanto a las dimensiones del tanque, la capacidad de almacenamiento se basa principalmente en las necesidades de agua de la aldea y en el caudal aportado por la fuente de la que se capta el agua. La idea es que se pueda cubrir la necesidad de agua de la aldea en horario de máxima demanda gracias al agua que se ha ido almacenando en horario de demanda más baja.

Así pues, el tamaño máximo del tanque no debería ser mayor que la necesidad de almacenar el agua captada de la fuente durante la noche. La localización exacta estará sujeta a varios factores. El más importante es la cota para que podamos hacer el sistema por gravedad, el depósito debe de estar en una altura suficiente para que llegue el agua a todas las fuentes.

La calidad del suelo es un factor muy relevante ya que en función de las características que tengan, la estructura de la cimentación será una u otra. A la hora de construir el depósito de distribución tenemos que tener en cuenta que sea accesible para limpiarlo de una forma regular. Tiene que tener respiraderos, pero situados de tal forma que no entre agua de lluvia. También contará con un rebosadero para asegurar que el agua de su interior no entra en carga.

El rebosadero deberá verter, a través de una tubería, suficientemente lejos de la base del depósito para evitar así el posible descalce del mismo. Se construirá una caja de válvulas junto al depósito desde donde se podrá controlar la entrada de agua desde el depósito de cota inferior y la salida de agua hacia las dos zonas de la comunidad.

Así pues existirán tres tuberías conectadas al depósito (entrada de agua, salida de agua hacia la zona baja, y salida de agua hacia la zona alta). Es fundamental asegurar que el agua del depósito no circule en dirección hacia el depósito de cota inferior puesto que es probable que en algún momento éste último quede vacío, de forma que no asegure la presión suficiente que impida ese retroceso.

La base interior del depósito poseerá una ligera pendiente que asegure la concentración en una zona baja de todos aquellos elementos que puedan

depositarse en el fondo. En ese lugar se colocará un punto de desguace, que deberá estar convenientemente protegido, para facilitar el vaciado del depósito en caso de ser necesario.

Se prevé la colocación de algún árbol alrededor del depósito, para minimizar así el impacto visual de su construcción y permitir además que el depósito no se vea expuesto de forma directa y continuada a la acción del sol que acabaría recalentando el agua de su interior.

### **III) HIPOTESIS**

Será posible que con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura; mejore la condición sanitaria de dicho lugar.

### **IV) METODOLOGÍA**

#### **4.1.Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación tuvo como base los principales métodos: análisis, estadístico, descriptivo, entre otros.

La investigación se desarrolló con un diseño en el cual el agua potable se pueda distribuir de la manera más factible para así poder beneficiar a los pobladores con dicho recurso.

Este diseño se basa en la recopilación de información a través de encuestas aplicadas a los pobladores de dicho asentamiento humano.

- **Tipo de la investigación:**

La presente investigación tiene todos los medios metodológicos de tipo descriptivo, estadístico y otros por lo cual se requiere entender los fenómenos y/o aspectos de la realidad y estado actual.

Es de tipo no experimental, por lo que su estudio se fundamenta en la precepción de los acontecimientos sucedidos, se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural, en su contexto natural, en este caso el mejoramiento de distribución más beneficiosa para el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá.

- **Nivel de la investigación:**

El nivel de la investigación será exploratorio, acorde al tipo de investigación; al alcance del objetivo general y objetivos específicos, es decir, se describirá a las variables de estudio tal como se observa.

#### **4.2.Población y muestra:**

- **Población:**

La población está determinada por todos los sistemas de agua potable de la provincia de Sechura – Región Piura.

- **Muestra:**

Está conformado por la red de agua potable del asentamiento humano San Pedro de Becará – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.

### 4.3. Definición y operacionalización de las variables e indicadores

**Título:** Mejoramiento y ampliación el sistema de agua potable para mejorar la condición sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.

**Tabla 3. Definición y operacionalización de las variables e indicadores**

| <b>Variables</b>                                                                                       | <b>Mediciones</b>         | <b>Indicadores</b>                                             | <b>Objetivos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INDEPENDIENTE</b><br>Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará - Letirá | Agua                      | Dimensionamiento de redes de agua potable, velocidad, presión. | <b>Objetivo General:</b> Mejorar y ampliar el sistema de agua potable para mejorar la condición sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.                                                                                             |
| <b>DEPENDIENTE</b><br>Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará - Letirá       | Población<br><br>Tuberías | Longitud de la red de tuberías                                 | <b>Objetivos específicos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el AA.HH. San Pedro de Becará</li> <li>• Analizar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el AA.HH. San Pedro de Becará</li> </ul> |

#### **4.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

- **Técnica de recolección de datos**

Para la realización de la presente investigación se utilizará técnica de la observación visual del expediente técnico correspondiente como paso fundamental de ésta inspección; de manera que, se obtenga información necesaria para la identificación, clasificación, análisis y evaluación de cada uno de los factores que influenciaron en el deterioro del sistema de agua potable.

- **Instrumentos de recolección de datos**

Para la recolección y procesamiento de información se empleará una ficha técnica de inspección, en la cual se registrará los diferentes factores encontrados y su área de afectación.

#### **4.5.Plan de análisis**

La presente investigación, se determinará mediante los siguientes pasos:

- El análisis de los diferentes factores que influenciaron en el deterioro del sistema de agua potable, se realizará teniendo en cuenta el conocimiento del área que está en estudio.
- Se elaborarán fichas de evaluación donde se demuestre el nivel de afectación, el área afectada por cada factor y el nivel de severidad que proporcione cada uno de éstos.

#### 4.6. Matriz de Consistencia

**Título:** Mejoramiento y ampliación el sistema de agua potable para mejorar la condición sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.

**Tabla 4. Matriz de Consistencia**

| <b>MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CONDICIÓN SANITARIA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO DE BECARÁ- LETIRÁ, DISTRITO DE VIDE – PROVINCIA DE SECHURA – REGIÓN PIURA</b>     |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PROBLEMÁTICA</b>                                                                                                                                                                                               | <b>OBJETIVOS</b>                                                                                                                                                                                                                          | <b>HIPOTESIS</b>                                                                                                                                                | <b>VARIABLES</b>                                                                                                           | <b>METODOLOGÍA</b>                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>• <b>Caracterización del enunciado</b></p> <p>Éste proyecto se realizará en el distrito de Vice que se encuentra ubicado en la provincia de Sechura – región Piura. El AA.HH. San Pedro, abarca un terreno</p> | <p>• <b>Objetivo General:</b></p> <p>Mejorar y ampliar el sistema de agua potable para mejorar la condición sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.</p> | <p>Será posible que con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará – Letirá, distrito de Vice –</p> | <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Sistema de Agua Potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará - Letirá</p> | <p><b>Tipo y nivel de la investigación:</b></p> <p>Descriptivo, no experimental y cuantitativa.</p> <p><b>Población y muestra:</b></p> <p><b>Población:</b> Todos los sistemas de agua potable de la provincia de Sechura – Región Piura.</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>cuya extensión es de 37,3081.68 m2.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>provincia de Sechura – región Piura; mejore la condición sanitaria de dicho lugar.</p> |                                                                                                                      | <p><b>Muestra:</b> Está conformado por la red de agua potable del asentamiento humano San Pedro de Becará – Letirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura.</p>                                                                 |
| <p>• <b>Enunciado del problema</b></p> <p>¿En qué medida podemos mejorar la calidad de vida con el Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable para mejorar la Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becara – Latirá, distrito de Vice – provincia de Sechura – región Piura?</p> | <p>• <b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará.</li> <li>✓ Analizar los factores que causaron el deterioro de la red de agua potable en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará.</li> </ul> |                                                                                           | <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Condición Sanitaria en el Asentamiento Humano San Pedro de Becará - Letirá</p> | <p><b>Definición y operacionalización de las variables:</b></p> <p>Variables<br/>Mediciones<br/>Hipótesis<br/>Indicadores<br/>Objetivos</p> <p><b>Técnicas e instrumentos de recolección de información:</b></p> <p>Técnica<br/>Instrumento</p> |

#### **4.7.Principios éticos**

**a) Ética en la recolección de datos**

Tener responsabilidad cuando se realicen la toma de datos en la zona de evaluación. De esa forma, los análisis serán veraces y así se obtendrán resultados conforme a lo estudiado, recopilado y evaluado.

**b) Ética para el inicio de la evaluación**

Realizar de manera responsable y ordenada los materiales que emplearemos para nuestra evaluación visual en campo antes de acudir a ella. Pedir los permisos correspondientes y explicar de manera concisa los objetivos y justificación de nuestra investigación antes de acudir a la zona de estudio, obteniendo la aprobación respectiva para la ejecución del proyecto de investigación.

**c) Ética en la solución de resultados**

Obtener los resultados de las evaluaciones de las muestras, tomando en cuenta la veracidad de áreas obtenidas y los tipos de daños que la afectan. Verificar a criterio del evaluador si los cálculos de las evaluaciones concuerdan con lo encontrado en la zona de estudio basados a la realidad de la misma.

**d) Ética para la solución de análisis**

Tener en conocimiento los daños por la cuáles hayan sido afectados los elementos estudiados propios del proyecto. Tener en cuenta y proyectarse en lo que respecta al área afectada, la cuál podría ser considerada para la rehabilitación.

## V) RESULTADOS

### 5.1.Resultados

#### 5.1.1. Proyección de caudales

- Población Actual: 1,213 habitantes
- Periodo de diseño: 20 años

**Tabla 5. PROYECCION DE CAUDALES**

#### AGUA POTABLE

| <b>AÑO</b> | <b>Población</b> | <b>Tasa<br/>Crec. %</b> | <b>DOT. LHD</b> | <b>Qprom.<br/>l/s</b> | <b>QMD<br/>1.3</b> | <b>QMH<br/>2.5</b> |
|------------|------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|--------------------|
| 2015       | 1,007            | 1.63                    | 220             | 8.16                  | 10.61              | 20.41              |
| 2016       | 1,059            | 1.63                    | 220             | 8.30                  | 10.79              | 20.75              |
| 2017       | 1,109            | 1.63                    | 220             | 8.44                  | 10.97              | 21.09              |
| 2018       | 1,161            | 1.63                    | 220             | 8.57                  | 11.15              | 21.43              |
| 2019       | 1,213            | 1.63                    | 220             | 8.71                  | 11.33              | 21.79              |
| 2020       | 1,265            | 1.63                    | 220             | 8.86                  | 11.52              | 22.14              |
| 2021       | 1,317            | 1.63                    | 220             | 9.00                  | 11.70              | 22.51              |
| 2022       | 1,369            | 1.63                    | 220             | 9.15                  | 11.90              | 22.88              |
| 2023       | 1,421            | 1.63                    | 220             | 9.30                  | 12.09              | 23.25              |
| 2024       | 1,473            | 1.63                    | 220             | 9.45                  | 12.29              | 23.64              |
| 2025       | 1,525            | 1.63                    | 220             | 9.61                  | 12.49              | 24.03              |
| 2026       | 1,577            | 1.63                    | 220             | 9.77                  | 12.70              | 24.42              |
| 2027       | 1,629            | 1.63                    | 220             | 9.93                  | 12.91              | 24.82              |
| 2028       | 1,681            | 1.63                    | 220             | 10.09                 | 13.12              | 25.23              |
| 2029       | 1,733            | 1.63                    | 220             | 10.26                 | 13.33              | 25.64              |
| 2030       | 1,785            | 1.63                    | 220             | 10.43                 | 13.55              | 26.07              |
| 2031       | 1,837            | 1.63                    | 220             | 10.60                 | 13.78              | 26.49              |
| 2032       | 1,889            | 1.63                    | 220             | 10.77                 | 14.00              | 26.93              |
| 2033       | 1,941            | 1.63                    | 220             | 10.95                 | 14.23              | 27.37              |
| 2034       | 2,093            | 1.63                    | 220             | 11.13                 | 14.47              | 27.82              |
| 2035       | 2,164            | 1.63                    | 220             | 11.31                 | 14.70              | 28.28              |

### 5.1.2. Dimensionamiento de la red de distribución

**Tabla 6. Dimensionamiento de la red de distribución**

|                                        |                       |                                                          |               |           |
|----------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| <b>A.- POBLACION ACTUAL (2015)</b>     |                       |                                                          | 1,213         | Hab.      |
| <b>B.- TASA DE CRECIMIENTO (%)</b>     |                       |                                                          | 2.94          | %         |
| <b>C.- PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)</b>    |                       |                                                          | 20.00         | Años      |
| <b>D.- POBLACION FUTURA</b>            |                       |                                                          | 2,164         | Hab.      |
|                                        | $Pf = Po*(1+r*t/100)$ |                                                          |               |           |
| <b>E.- DOTACION</b>                    |                       |                                                          | 220.00        | l/hab/día |
| <b>Q = Pob.* Dot./86,400</b>           |                       |                                                          | 3.09          | l/seg     |
| <b>G.- CONSUMO MAXIMO DIARIO</b>       |                       |                                                          |               |           |
|                                        |                       | $Q_{md} = 1.3 * Q : 10.62 \text{ l/seg}$                 |               |           |
|                                        |                       | Volumen : 917.00 m <sup>3</sup>                          |               |           |
|                                        |                       | Volumen de Almacenamiento (25%) : 229.30 m <sup>3</sup>  |               |           |
|                                        |                       | Volumen del reservorio proyectado : 12.00 m <sup>3</sup> |               |           |
|                                        |                       | Diámetro del reservorio : 3.00                           |               |           |
|                                        |                       | Altura máxima de almacenamiento : 1.70                   |               |           |
| <b>H.- CONSUMO MAXIMO HORARIO</b>      |                       | $Q_{mh} = 2. * Q_{md} : 16.332 \text{ l/seg}$            |               |           |
| <b>I- CAUDAL</b>                       |                       |                                                          |               |           |
| <b>INSTITUCIONES</b>                   |                       |                                                          | 0.00          | l/seg     |
| <b>J.-HORAS DE SUMINISTRO FUENTE</b>   |                       |                                                          | 24.00         | Horas     |
| <b>K.- CAUDAL DE CONDUCCION FUENTE</b> |                       |                                                          | 10.62         | l/seg     |
| <b>L- CAUDAL DE DISEÑO</b>             |                       |                                                          | 10.62         | l/seg     |
| <b>M.- NUMERO DE CONEXIONES DOMI.</b>  |                       |                                                          | <b>615.00</b> | UND       |

### 5.1.3. Diseño de la línea de conducción

**Tabla 7. DISEÑO DE LINEA DE CONDUCCIÓN**

| Tramo     |           | $Q$     | $l$     | $d$   | $Sf$    | $hf$    | Cota de terreno |        | Cota piezométrica |          | Presión  |                     |
|-----------|-----------|---------|---------|-------|---------|---------|-----------------|--------|-------------------|----------|----------|---------------------|
|           |           |         |         |       |         |         | Inicial         | Final  | Inicial           | Final    | Inicial  | Final               |
| (m)       |           | (l/seg) | (m)     | (mm)  | (m/m)   | (m)     | (msnm)          | (msnm) | (msnm)            | (msnm)   | (m)      | (m)                 |
| CAP Pr.   | P1        | 10.6158 | 131.72  | 43.40 | 1.07947 | 156.41  | 568.04          | 541.28 | 568.04            | 411.63   | 0.00     | -129.65             |
| P1        | P2        | 10.6158 | 125.07  | 43.40 | 1.07947 | 148.51  | 541.28          | 555.06 | 411.63            | 263.12   | -129.65  | -291.94             |
| P2        | CRP N° 01 | 10.6158 | 829.05  | 43.40 | 1.07947 | 984.43  | 555.06          | 508.04 | 263.12            | -721.31  | -291.94  | -1229.35            |
| CRP N° 01 | P3        | 10.6158 | 2016.05 | 43.40 | 1.07947 | 2393.89 | 508.04          | 448.04 | 508.04            | -1885.85 | 0.00     | -2333.89            |
| P3        | P4        | 10.6158 | 1347.00 | 51.36 | 0.41834 | 619.85  | 448.04          | 355.86 | -1885.85          | -2505.71 | -2333.89 | -2861.57            |
| P4        | P5        | 10.6158 | 685.08  | 51.36 | 0.41834 | 315.25  | 355.86          | 385.30 | -2505.71          | -2820.96 | -2861.57 | <del>-3406.36</del> |
| P5        | SD        | 10.6158 | 2437.05 | 51.36 | 0.41834 | 125.66  | 385.30          | 453.75 | -2820.96          | -2946.62 | -3206.26 |                     |

### 5.1.4. Diseño de la red de distribución

**Tabla 8. DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN**

| Tramo |     | $Q$     | $l$     | $d$   | $Sf$  | $hf$   | Cota de terreno |        | Cota piezométrica |          | Presión  |          |
|-------|-----|---------|---------|-------|-------|--------|-----------------|--------|-------------------|----------|----------|----------|
|       |     |         |         |       |       |        | Inicial         | Final  | Inicial           | Final    | Inicial  | Final    |
|       | (m) | (l/seg) | (m)     | (mm)  | (m/m) | (m)    | (msnm)          | (msnm) | (msnm)            | (msnm)   | (m)      | (m)      |
| RP    | N   | 4.568   | 2.5     | 38.00 | 0.433 | 1.19   | 447.00          | 447.00 | 449.15            | 447.96   | 2.15     | 0.96     |
| N     | 1   | 3.983   | 61.460  | 29.40 | 1.171 | 79.18  | 40.77           | 40.53  | 447.96            | 368.78   | 407.19   | 328.25   |
| 1     | 2   | 3.213   | 64.020  | 29.40 | 0.787 | 55.40  | 40.53           | 39.40  | 368.78            | 313.37   | 328.25   | 273.98   |
| 2     | 3   | 2.895   | 77.400  | 22.90 | 2.189 | 186.41 | 39.40           | 40.79  | 313.37            | 126.96   | 273.98   | 86.17    |
| 3     | 4   | 2.682   | 212.870 | 22.90 | 1.901 | 445.20 | 40.79           | 41.54  | 126.96            | -318.24  | 86.17    | -359.79  |
| 4     | 5   | 2.204   | 345.550 | 22.90 | 1.322 | 502.45 | 41.54           | 35.31  | -318.24           | -820.69  | -359.79  | -856.00  |
| 5     | 6   | 1.222   | 92.020  | 17.40 | 1.689 | 170.92 | 35.31           | 38.20  | -820.69           | -991.62  | -856.00  | -1029.82 |
| 6     | 7   | 0.983   | 89.090  | 17.40 | 1.128 | 110.57 | 38.20           | 42.25  | -991.62           | -1102.19 | -1029.82 | -1144.44 |
| 7     | 8   | 0.691   | 157.500 | 17.40 | 0.587 | 101.71 | 42.25           | 38.23  | -1,102.19         | -1203.90 | -1144.44 | -1242.13 |
| 8     | 9   | 0.372   | 163.850 | 17.40 | 0.187 | 33.62  | 38.23           | 38.23  | -1,203.90         | -1237.53 | -1242.13 | -1275.76 |
| 2     | 10  | 0.106   | 369.260 | 17.40 | 0.018 | 7.44   | 39.40           | 404.90 | 313.37            | 305.93   | 273.98   | -98.97   |
| 5     | 11  | 0.398   | 353.050 | 17.40 | 0.212 | 82.30  | 35.31           | 382.50 | -820.69           | -903.00  | -856.00  | -1285.50 |
| 11    | 13  | 0.159   | 58.320  | 17.40 | 0.039 | 2.49   | 382.50          | 385.26 | -903.00           | -905.49  | -1285.50 | -1290.75 |
| 11    | 12  | 0.080   | 40.340  | 17.40 | 0.011 | 0.48   | 382.50          | 379.00 | -903.00           | -903.48  | -1285.50 | -1282.48 |

|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|--------|--------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|----------|----------|
| 6      | 14     | 0.053 | 340.590 | 17.40 | 0.005 | 1.90  | 38.20  | 376.38 | -991.62 | -993.52 | -1029.82 | -1369.90 |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| 1      | 15 CRP | 0.531 | 375.670 | 22.90 | 0.095 | 39.17 | 40.53  | 390.00 | 368.78  | 329.60  | 328.25   | -60.40   |
| 15 CRP | 16     | 0.345 | 135.660 | 22.90 | 0.043 | 6.37  | 390.00 | 376.60 | 390.00  | 383.63  | 0.00     | 7.03     |
| 16     | 17     | 0.239 | 45.220  | 17.40 | 0.082 | 4.10  | 376.60 | 371.80 | 383.63  | 379.53  | 7.03     | 7.73     |
| 17     | 18     | 0.186 | 674.660 | 17.40 | 0.052 | 38.39 | 371.80 | 369.20 | 379.53  | 341.14  | 7.73     | -28.06   |
| 18     | 19     | 0.106 | 672.830 | 17.40 | 0.018 | 13.59 | 369.20 | 375.50 | 341.14  | 327.55  | -28.06   | -47.95   |
| 19     | 20     | 0.053 | 429.510 | 17.40 | 0.005 | 2.41  | 375.50 | 364.50 | 327.55  | 325.14  | -47.95   | -39.36   |
| 20     | 21     | 0.027 | 404.940 | 17.40 | 0.001 | 0.63  | 364.50 | 330.10 | 325.14  | 324.51  | -39.36   | -5.59    |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| 15 CRP | 22     | 0.133 | 141.750 | 17.40 | 0.028 | 4.32  | 390.00 | 371.10 | 390.00  | 385.68  | 0.00     | 14.58    |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| N      | 23 CRP | 0.585 | 380.960 | 22.90 | 0.113 | 47.42 | 40.77  | 410.00 | 447.96  | 400.54  | 407.19   | -9.46    |
| 23 CRP | 24     | 0.239 | 60.630  | 22.90 | 0.022 | 1.44  | 410.00 | 407.50 | 410.00  | 408.56  | 0.00     | 1.06     |
| 24     | 25     | 0.160 | 142.030 | 17.40 | 0.039 | 6.08  | 407.50 | 392.15 | 408.56  | 402.48  | 1.06     | 10.33    |
| 25     | 26     | 0.133 | 132.250 | 17.40 | 0.028 | 4.04  | 392.15 | 389.00 | 402.48  | 398.44  | 10.33    | 9.44     |
| 26     | 27     | 0.053 | 346.540 | 17.40 | 0.005 | 1.94  | 389.00 | 382.00 | 398.44  | 396.50  | 9.44     | 14.50    |
| 27     | 28     | 0.027 | 112.970 | 17.40 | 0.001 | 0.18  | 382.00 | 374.80 | 396.50  | 396.32  | 14.50    | 21.52    |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| 23 CRP | 29     | 0.292 | 41.600  | 17.40 | 0.119 | 5.46  | 410.00 | 398.10 | 410.00  | 404.54  | 0.00     | 6.44     |
| 29     | 30     | 0.186 | 47.110  | 17.40 | 0.052 | 2.68  | 398.10 | 383.45 | 404.54  | 401.86  | 6.44     | 18.41    |
| 30     | 31     | 0.080 | 95.930  | 17.40 | 0.011 | 1.14  | 383.45 | 383.59 | 401.86  | 400.72  | 18.41    | 17.13    |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| 23     | 32     | 0.053 | 102.250 | 17.40 | 0.005 | 0.57  | 410.00 | 403.45 | 400.54  | 399.97  | -9.46    | -3.48    |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
|        |        |       |         |       |       |       |        |        |         |         |          |          |
| 29     | 33     | 0.106 | 54.800  | 17.40 | 0.018 | 1.11  | 398.10 | 394.00 | 404.54  | 403.43  | 6.44     | 9.43     |

|    |    |       |        |       |       |      |        |        |        |        |      |       |
|----|----|-------|--------|-------|-------|------|--------|--------|--------|--------|------|-------|
| 33 | 34 | 0.053 | 29.030 | 17.40 | 0.005 | 0.16 | 394.00 | 393.80 | 403.43 | 403.27 | 9.43 | 9.47  |
|    |    |       |        |       |       |      |        |        |        |        |      |       |
| 33 | 35 | 0.027 | 28.560 | 17.40 | 0.001 | 0.04 | 394.00 | 388.60 | 403.43 | 403.38 | 9.43 | 14.78 |
|    |    |       |        |       |       |      |        |        |        |        |      |       |
|    |    |       |        |       |       |      |        |        |        |        |      |       |
|    |    |       |        |       |       |      |        |        |        |        |      |       |

### 5.1.5. Crecimiento poblacional

Tabla 9. Crecimiento Poblacional

| HOJA DE INGRESO DE DATOS |                                                                        |       |   |                            |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------|---|----------------------------|
| CRECIMIENTO POBLACIONAL  |                                                                        |       |   |                            |
| <b>I.-</b>               | <b>INFORMACION GENERAL</b>                                             |       |   |                            |
| 1.1                      | Consultor                                                              |       |   | Hugo Lázaro Martínez Silva |
| 1.2                      | Localidad                                                              |       |   | AA.HH. SAN PDERO LETIRA    |
| 1.3                      | Ubicación de la Localidad                                              |       |   |                            |
|                          | Departamento                                                           |       |   | PIURA                      |
|                          | Provincia                                                              |       |   | SECHURA                    |
|                          | Distrito                                                               |       |   | Vice                       |
|                          | m.s.n.m.                                                               |       |   | 30                         |
| 1.4                      | Clima                                                                  |       |   |                            |
|                          | Temperatura Promedio (°C)                                              |       |   | 32.00                      |
|                          | Precipitación Anual (mm/año)                                           |       |   |                            |
| 1.5                      | Población                                                              |       |   |                            |
|                          | Población Urbana según Censo:                                          | 1,981 | : | 509                        |
|                          |                                                                        | 1,993 | : | 753                        |
|                          |                                                                        | 2,005 | : | 926                        |
|                          |                                                                        | 2,007 | : | 1,012                      |
|                          | Tasa de crecimiento demográfico de la ciudad (%). (Según último censo) |       |   | 2.94                       |
|                          | No. de Habitantes por vivienda                                         |       |   | 3.75                       |
|                          | No. de Viviendas                                                       |       |   | 323                        |
| 1.7                      | Servicios Existentes                                                   |       |   |                            |
|                          | Población con seguro de salud                                          |       |   |                            |
|                          | Teléfonos fijos(No. Conexiones)                                        |       |   |                            |
|                          | Energía eléctrica ( N° de conexiones)                                  |       |   |                            |
|                          | Correo                                                                 |       |   |                            |
|                          | Estación de Radios Locales                                             |       |   |                            |
|                          | Estación de Televisión Local                                           |       |   |                            |
|                          | Parque Automotor                                                       |       |   |                            |
|                          | Aq. de Transporte Aéreos                                               |       |   |                            |
|                          | Aq. de Transporte Terrestre                                            |       |   |                            |
|                          | Centros Educativos                                                     |       |   |                            |
|                          | Centro Policiales                                                      |       |   |                            |
|                          | Cuarteles de la fuerza armada                                          |       |   |                            |
|                          | Aqua Potable (N° de conexiones)                                        |       |   |                            |
|                          | Alcantarillado ( N° de conexiones)                                     |       |   |                            |

### 5.1.6. Diseño de la redes de agua potable

Tabla 10. Diseño de redes de agua potable

| <b>DISEÑO DE REDES DE AGUA POTABLE</b>             |                                          |                    |        |      |                       |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------|--------|------|-----------------------|
| <b>1.- POBLACION Y CAUDALES DE DISEÑO</b>          |                                          |                    |        |      |                       |
| Población actual (Pa)=                             |                                          |                    | 1213   | Hab. |                       |
| Tasa de Crecimiento "r" =                          |                                          |                    | 2.94   | %    |                       |
| Periodo de Diseño (T) =                            |                                          |                    | 20     | años |                       |
| Población futura = (Pf)                            | $Pf = Pa(1+r/100)^{(T)}$                 |                    | 2164   | Hab. |                       |
| Coeficiente de variación diaria (K1) =             |                                          |                    | 1.35   |      |                       |
| Coeficiente de variación Horaria (K2) =            |                                          |                    | 2.50   |      |                       |
| Dotación =                                         |                                          |                    | 220    | lps  |                       |
| N° de Horas de Bombeo (N) =                        |                                          |                    | 17     | Hrs. |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| Qd =                                               | $(1213 \times 220 / (24 \times 3600)) =$ |                    |        | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| Qmáxh =                                            | $2.50 \times 3.09$                       |                    |        | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| <b>Para condiciones futuras, la demanda sería:</b> |                                          |                    |        |      |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| Caudal Promedio (Qd) =                             | $(2164 \times 220 / (24 \times 3600)) =$ |                    | 5.51   | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| Caudal Máximo diario (Qmáxd)                       | =                                        | $1.35 \times 5.51$ | 7.44   | lps  |                       |
| Caudal Máximo Horario (Qmáxh)                      | =                                        | $2.50 \times 5.51$ | 13.78  | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| caudal de la Fuente (Qf) =                         |                                          |                    | 40.00  | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
|                                                    | $0.30 \times Qmáxd \times 86400 / 1000$  |                    | 192.85 | m3   |                       |
|                                                    |                                          |                    | 350.00 | m3   | EXISTENTE             |
| Possible dimensionamiento =                        |                                          |                    |        |      |                       |
|                                                    | Diámetro útil de Reservorio (D) =        |                    | 10.50  | m    | 9.50                  |
|                                                    | Radio (R) =                              |                    | 5.25   | m    | 4.75                  |
|                                                    | Tirante de agua útil (H) =               |                    | 6.15   | m    | 5.55                  |
|                                                    | Volumen final de almacenamiento =        |                    | 339.02 | m3   |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
|                                                    | Altura del terreno hasta el fondo =      |                    | 20.00  | m    |                       |
| Caudal de bombeo (Qb) =                            | $(24/N) \times Qmáxd$                    |                    | 10.50  | lps  |                       |
|                                                    |                                          |                    | 30.00  | lps  | ASUMIDO IGUAL         |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      | A CAUDAL DE LA FUENTE |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |
| Tiempo de llenado de T.E =                         | $(VR/Qb)$                                |                    | 3-50   | Hrs. |                       |
|                                                    |                                          |                    |        |      |                       |

### 5.1.7. Línea de impulsión

Tabla 11. Línea de impulsión

| LINEA DE IMPULSION                              |                                                       |  |  |             |       |                |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--|--|-------------|-------|----------------|
| Longitud Total (L) =                            |                                                       |  |  | 2,501.59    | m.    |                |
| Diámetro Económico DE =                         | $K \cdot Q_b^{1/2}$                                   |  |  | 0.20        | 0.25  | ASUMIDO 250 MM |
| Velocidad =                                     | $Q_b/A$                                               |  |  | 0.61        | m/seg |                |
| Pérdidas de Carga hf= (Hazen y Willians)        |                                                       |  |  | 0.001286759 | m/m   |                |
|                                                 | $S_f = (V / (0.355 \cdot C \cdot D^{0.63}))^{1/0.54}$ |  |  |             |       |                |
| Coeficiente de Hazen y Willians =               |                                                       |  |  | 150         |       |                |
|                                                 | hf= sf*Long.Tub.                                      |  |  | 3.22        | m.    |                |
| RESUMEN DE CALCULOS HIDRAULICOS                 |                                                       |  |  |             |       |                |
| Predimensionamiento de tanque elevado =         |                                                       |  |  |             |       |                |
|                                                 | Diámetro útil de Reservoirio(D) =                     |  |  | 9.50        | m     |                |
|                                                 | Radio ('R) =                                          |  |  | 4.75        | m     |                |
|                                                 | Tirante de agua útil (H) =                            |  |  | 5.55        | m     |                |
|                                                 | Volumen final de almacenamiento =                     |  |  | 250.44      | m3    |                |
| Altura del Tanque Elevado sobre el terreno      |                                                       |  |  | 12.00       | m     |                |
| Altura Dinámica Total (Dato) Hdt =              |                                                       |  |  | 120         | m.    |                |
| Profundidad de Electrobomba PE =                |                                                       |  |  | 48          | m.    |                |
| BM (Boca de Pozo) =                             |                                                       |  |  | 13.158      | m.    |                |
| Caudal de Bombeo Qb=                            |                                                       |  |  | 30.00       | lps   |                |
| Longitud Línea de Impulsión L =                 |                                                       |  |  | 2,501.59    | m.    |                |
| Diámetro de Tubería D =                         |                                                       |  |  | 250         | mm    |                |
| Velocidad V =                                   |                                                       |  |  | 0.61        | m/s   |                |
| Perdidas de carga en el tramo hf =              |                                                       |  |  | 3.22        | m.    |                |
| Cota de Inicio de Tubería Ci = BM + 0.5         |                                                       |  |  | 13.658      | m.    |                |
| Cota de llegada de Tubería Cf = (*)             |                                                       |  |  | 14.512      | m.    |                |
| Cota Piezométrica inicial CPI = (Hdt - PE + Ci) |                                                       |  |  | 85.658      | m.    |                |
| Cota Piezométrica Final CPf =                   |                                                       |  |  | 82.44       | m.    |                |
| Presión inicial Pi =                            |                                                       |  |  | 72          | m.    |                |
| Presión Final Pf =                              |                                                       |  |  | 67.93       | m.    |                |

### 5.1.8. Golpe de ariete

Tabla 12. Golpe de ariete

| <b>GOLPE DE ARIETE</b>                                                                                        |                              |  |          |                    |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--|----------|--------------------|--|
| $T = 1 + K \cdot L \cdot V / (g \cdot P_m)$                                                                   | (Tiempo de cese del impulso) |  | 3.165    | seg                |  |
| Donde:                                                                                                        |                              |  |          |                    |  |
| K = Coeficiente : Para $L > 1500$ m.; $K = 1$                                                                 |                              |  | 1        |                    |  |
| L = Longitud de la Tubería = (10,248.00)                                                                      |                              |  | 2,501.59 | m.                 |  |
| V = Velocidad del fluido en la Tub.                                                                           |                              |  | 0.61     | m/s                |  |
| g = aceleración de la gravedad                                                                                |                              |  | 9.81     | m/seg <sup>2</sup> |  |
| $P_m$ = Presión Total en Régimen Permanente                                                                   |                              |  | 72.00    | m.                 |  |
| $t = 2 \cdot L / a$ = Tiempo Crítico                                                                          |                              |  | 12.635   | seg.               |  |
| $a = 9900 / (48.3 + K(d/e))^{.5}$ , $K = 10^6 / E$                                                            |                              |  |          |                    |  |
| a = Velocidad de una onda de presión (m/s)                                                                    |                              |  | 395.970  | m/seg              |  |
| e = espesor de la Tubería en mm.                                                                              |                              |  | 13.00    | mm.                |  |
| K = Factor adimensional                                                                                       |                              |  | 33.333   |                    |  |
| d = diámetro interior de la Tubería en mm.                                                                    |                              |  | 224.95   | mm                 |  |
| E = Módulo de elasticidad del material (Kg/cm <sup>2</sup> )                                                  |                              |  | 30000    | Kg/cm <sup>2</sup> |  |
| Como $T < t$ entonces el cierre es Brusco. El Valor de la sobrepresión se calcula con la fórmula de Allievi : |                              |  |          |                    |  |
| $P_g = a \cdot V / g$                                                                                         |                              |  | 24.67    | m.                 |  |
| Las Máximas presiones se presentan al inicio de la tubería, por lo tanto la Presión máxima de salida es       |                              |  |          |                    |  |
| $P_{m\acute{a}x} = P_m + P_g$                                                                                 |                              |  | 96.67    | m.                 |  |
| Se recomienda trabajar con Tubería Clase 10.                                                                  |                              |  |          |                    |  |

### 5.1.9. Redes de agua potable Letirá

**Tabla 13. Redes de agua potable Letirá**

|              | CAUDAL DE DISEÑO<br>PILETA |        | 0.0266    | L/SEG   |         |           |        |             |             |         |
|--------------|----------------------------|--------|-----------|---------|---------|-----------|--------|-------------|-------------|---------|
|              | TRAMO                      | PUNTO  | DISTANCIA |         | COTA    | DIST REAL |        | N°<br>CONEX | Q.U (L/SEG) | Q TOTAL |
| REDES LETIRA |                            | S      |           |         | 40.7720 |           |        |             |             |         |
|              | S                          | 1      | 61.46     | 40.7720 | 40.5310 | 61.46     | 61.46  | 9           | 0.24        | 3.9833  |
|              | 1                          | 2      | 64.01     | 40.5310 | 39.3960 | 64.02     | 64.02  | 8           | 0.21        | 3.2131  |
|              | 2                          | 3      | 77.39     | 39.3960 | 40.7940 | 77.4      | 77.4   | 8           | 0.21        | 2.8945  |
|              | 3                          | 4      | 212.87    | 40.7940 | 41.5440 | 212.87    | 212.87 | 18          | 0.48        | 2.6821  |
|              | 4                          | 5      | 345.49    | 41.5440 | 35.3070 | 345.55    | 345.55 | 22          | 0.58        | 2.2041  |
|              | 5                          | 6      | 91.97     | 35.3070 | 38.2020 | 92.02     | 92.02  | 7           | 0.19        | 1.2216  |
|              | 6                          | 7      | 89        | 38.2020 | 42.2540 | 89.09     | 89.09  | 11          | 0.29        | 0.9826  |
|              | 7                          | 8      | 157.45    | 42.2540 | 38.2310 | 157.5     | 157.5  | 12          | 0.32        | 0.6905  |
|              | 8                          | 9      | 163.85    | 38.2310 | 38.2310 | 163.85    | 163.85 | 14          | 0.37        | 0.3718  |
|              | 9                          | 10     | 174.93    | 38.2310 | 40.8380 | 174.95    | 174.95 | 15          | 0.40        | 0.3983  |
|              | 10                         | 11     | 95.81     | 40.8380 | 41.1060 | 95.81     | 95.81  | 8           | 0.21        | 0.2124  |
|              | 11                         | 12     | 152.98    | 41.1060 | 41.7140 | 152.98    | 152.98 | 28          | 0.74        | 0.7436  |
|              | 12                         | 13     | 113.11    | 41.7140 | 40.3090 | 113.12    | 113.12 | 14          | 0.37        | 0.3718  |
|              | 13                         | 14     | 51.39     | 40.3090 | 40.8050 | 51.39     | 51.39  | 5           | 0.13        | 0.1328  |
|              | 14                         | 15     | 168.6     | 40.8050 | 41.7300 | 168.6     | 168.6  | 22          | 0.58        | 0.5842  |
|              | 15                         | 16     | 49.09     | 41.7300 | 40.8380 | 49.1      | 49.1   | 1           | 0.03        | 0.0266  |
| 16           | 17                         | 101.14 | 40.8380   | 42.4800 | 101.15  | 101.15    | 6      | 0.16        | 0.1593      |         |
| 17           | 18                         | 105.6  | 42.4800   | 41.7590 | 105.6   | 105.6     | 7      | 0.19        | 0.1859      |         |

### 5.1.10. Datos técnicos de la red de distribución del AA.HH. San Pedro

**Tabla 14. Datos técnicos de la red de distribución del AA.HH. San Pedro**

| CUADRO DE DATOS TECNICOS<br>RED DE DISTRIBUCION AA. HH SAN PEDRO |       |                        |            |           |
|------------------------------------------------------------------|-------|------------------------|------------|-----------|
| VERTICE                                                          | LADO  | COORDENADAS UTM WGS 84 |            | DISTANCIA |
|                                                                  |       | ESTE                   | NORTE      |           |
| 1                                                                | 1     | 520668.05              | 9397622.59 | 0.000     |
| 2                                                                | 1-2   | 520667.00              | 9397616.94 | 5.655     |
| 3                                                                | 2-3   | 520656.69              | 9397600.99 | 18.991    |
| 4                                                                | 3-4   | 520599.14              | 9397638.50 | 68.69     |
| 5                                                                | 3-5   | 520736.95              | 9397548.69 | 95.796    |
| 6                                                                | 5-6   | 520777.49              | 9397522.27 | 48.389    |
| 7                                                                | 4-7   | 520571.07              | 9397595.43 | 51.395    |
| 8                                                                | 7-8   | 520608.55              | 9397571.00 | 44.74     |
| 9                                                                | 8-9   | 520699.23              | 9397511.89 | 108.242   |
| 10                                                               | 9-10  | 520658.48              | 9397472.14 | 56.93     |
| 11                                                               | 10-11 | 520578.21              | 9397524.46 | 95.815    |
| 12                                                               | 11-12 | 520546.78              | 9397476.25 | 57.551    |
| 13                                                               | 12-13 | 520616.26              | 9397430.96 | 82.657    |
| 14                                                               | 13-14 | 520656.48              | 9397404.74 | 48.277    |
| 15                                                               | 14-15 | 520620.37              | 9397369.67 | 50.329    |
| 16                                                               | 15-16 | 520483.11              | 9397459.15 | 163.847   |
| 17                                                               | 16-17 | 520509.92              | 9397500.28 | 49.093    |
| 18                                                               | 17-12 | 520509.92              | 9397500.28 | 44.000    |
| 19                                                               | 8-11  | 520577.49              | 9397523.37 | 55.557    |
| 20                                                               | 5-9   | 520616.26              | 9397430.96 | 52.695    |
| 21                                                               | 10-13 | 520578.21              | 9397524.46 | 58.973    |
| 22                                                               | 18-19 | 520472.59              | 939766.07  | 103.100   |

| CUADRO DE DATOS TECNICOS<br>RED DE DISTRIBUCION AA. HH SAN PEDRO |       |                        |            |           |
|------------------------------------------------------------------|-------|------------------------|------------|-----------|
| VERTICE                                                          | LADO  | COORDENADAS UTM WGS 84 |            | DISTANCIA |
|                                                                  |       | ESTE                   | NORTE      |           |
| 23                                                               | 20-21 | 520342.33              | 9397754.09 | 105.603   |
| 24                                                               | 15-22 | 520599.57              | 9397349.47 | 29.000    |
| 25                                                               | 22-23 | 520565.36              | 9397316.25 | 47.687    |
| 26                                                               | 23-24 | 520529.65              | 9397281.57 | 49.776    |
| 27                                                               | 24-25 | 520452.61              | 9397331.79 | 91.967    |
| 28                                                               | 25-26 | 520430.52              | 9397297.90 | 40.448    |
| 29                                                               | 25-27 | 520479.12              | 9397372.46 | 48.552    |
| 30                                                               | 23-27 | 520479.12              | 9397372.46 | 102.941   |
| 31                                                               | 27-28 | 520442.47              | 9397396.81 | 44.000    |
| 32                                                               | 28-29 | 520467.67              | 9397435.46 | 46.136    |
| 33                                                               | 22-29 | 520467.67              | 9397435.46 | 157.454   |
| 34                                                               | 1-30  | 520669.11              | 9397628.25 | 5.753     |
| 35                                                               | 30-31 | 520702.48              | 9397679.86 | 61.456    |
| 36                                                               | 31-32 | 520647.83              | 9397713.18 | 64.011    |
| 37                                                               | 32-33 | 520605.57              | 9397648.36 | 77.386    |
| 38                                                               | 6-14  | 520529.65              | 9397281.57 | 168.693   |
| LONGITUD TOTAL (m)                                               |       |                        |            | 2501.590  |

## 5.2. Análisis de resultado

- ✓ Y verificados todos los datos, procedemos a exportar los cuadros de los nodos y tuberías en hojas Excel. Estos cuadros son los resultados para la elaboración de la red de agua potable del Asentamiento Humano San Pedro de Becará – Letirá.
- ✓ En el cuadro de proyección de caudales, se puede observar la población actual y la población futura, la dotación por día y los caudales.
- ✓ En el cuadro de las líneas de conducción se puede apreciar los caudales, las presiones y los diámetros; también se observan cámaras rompe presión (CRP).
- ✓ En el cuadro de la red de distribución se observan las presiones iniciales y finales, los distintos caudales y diámetros.
- ✓ Se usará el método aritmético, ya que este método es aplicable a ciudades pequeñas no industrializadas que dependen de un bien desarrollado territorio agrícola y por lo tanto el crecimiento anual o decenal puede obtenerse a partir del crecimiento que muestre el último censo.
- ✓ Para el cálculo de volumen del reservorio Se usará el  $Q_p$  (consumo promedio anual l/s).
- ✓ El consumo máximo diario se usará para el cálculo hidráulico de la línea de conducción.
- ✓ El consumo máximo horario se usará para el cálculo hidráulico de las redes de aducción y distribución.

## VI) CONCLUSIONES

- Se logró el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable en el asentamiento humano San Pedro de Becará – Letirá, mejorando la condición sanitaria de manera que, toda su población, que actualmente son 1,213 habitantes, han mejorado su calidad de vida y el porcentaje de enfermedades infectocontagiosas ha disminuido considerablemente.
- Se logró el cálculo del nuevo caudal promedio con datos de la población actual, obteniendo como resultado que será de 3.09 lps; también una caudal máximo diario, obteniendo como resultado 4.17 lps; y un caudal máximo horario, obteniendo como resultado 7.72 lps.
- Se logró el diseño del nuevo reservorio que tendrá un volumen de 510.02 m<sup>3</sup>; pues de ésta manera, la población del asentamiento humano San Pedro de Becará – Letirá es beneficiada porque contará con un servicio de agua potable.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS**

### **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda verificar las presiones y las velocidades, que siempre cumplan con lo estipulado en la Resolución Ministerial 192 – 2018 y así realizar un buen diseño y evitar una futura falla en la red de distribución.
- Se recomienda que todas las estructuras hidráulicas cuenten con una tapa sanitaria, para evitar la infiltración de agua de lluvia a las cajas de válvulas y cámaras rompe presión.
- Se recomienda a los pobladores que no alteren las redes de distribución. Así se evitarán futuras fallas en las tuberías y no se perjudique al resto de pobladores del Asentamiento Humano San Pedro de Becará – Letirá.
- Se recomienda que la carrera ponga especial énfasis en la consecución de proyectos que tengan interacción con la comunidad y que se dé un adecuado seguimiento a los mismos, puesto que del incumplimiento o del mediocre desarrollo de los mismos depende el prestigio de la carrera de ingeniería civil y de la universidad como tal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

(1) Ing. José Manuel Jiménez Terán, MANUAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO. México, Universidad Veracruzana. Disponible en:

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

(2) Gerardo Enrique Molina Rodríguez, PROYECTO DE MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CASCO URBANO DE CUCUYAGUA, COPÁN. Honduras, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, 2012. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-MSc00086%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-MSc00086%20(1).pdf)

(3) Pola Alvarado Espejo, ESTUDIOS Y DISEÑOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL BARRIO SAN VICENTE, PARROQUIA NAMBACOLA, CANTÓN GONZANAMÁ. Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja, 2013. Disponible en:

<http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6543/1/TESIS%20UTPL.pdf>

(4) Iván Alfredo Moreno Salazar, DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LAS COMUNIDADES DEL TIGRITO, MATARUCA Y EL PARDILLAL. MUNICIPIO GUAICAIPURO, ESTADO MIRANDA. Venezuela, Universidad Simón Bolívar, 2006. Disponible en:

<http://159.90.80.55/tesis/000130946.pdf>

(5) Jairo Iván Alegría Mori, AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE

AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BAGUA GRANDE. Lima, Universidad Nacional de Ingeniería, 2013. Disponible en: [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1175/1/alegria\\_mj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1175/1/alegria_mj.pdf)

(6) Doroteo Calderón Félix Rolando, DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE,

CONEXIONES DOMICILIARIAS Y ALCANTARILLADO DEL ASENTAMIENTO HUMANO “LOS POLLITOS” – ICA, USANDO LOS PROGRAMAS WATERCAD Y SEWERCAD. Ica, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/581935>

(7) Juan de Dios Concha Huánuco, Juan Pablo Guillén Luján; MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA URBANIZACIÓN VALLE ESMERALDA, DISTRITO DE PUEBLO NUEVO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE ICA. Ica, Universidad San Martín de Porres, 2014. Disponible en:

<http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/1175>

(8) María del Carmen Medina Lam, MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE MÁNCORA. Piura, Universidad de Piura, 2010. Disponible en:

[https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1327/ECO\\_032.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1327/ECO_032.pdf?sequence=1)

(9) Jesús Enrique Gallo Portocarrero, DETERMINACIÓN DE LA VALORACIÓN ECONÓMICA DEL PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO ASENTAMIENTO HUMANO LA MOLINA – PIURA”. Piura, Universidad Nacional de Piura, 2015. Disponible en:

<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/453/ECO-GAL-POR-15.pdf?sequence=1>

(10) Delia Elisa Merino Chévez, INSTALACIÓN, AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS AA.HH. DE LAS CUENCAS 1,2 Y 3 DE LA ZONA ALTA DE LA CIUDAD DE PAITA – PROVINCIA DE PAITA – PIURA, EN EL AÑO 2014. Piura, Universidad Señor de Sipán, 2015. Disponible en:

[http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2255/1/TESIS\\_DELIA%20MERINO.pdf](http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/2255/1/TESIS_DELIA%20MERINO.pdf)

(11) Florencia Ucha, definición y concepto de agua potable, julio 2010. Disponible en:

<https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/agua-potable.php>

(12) María Isael Gonzáles Gonzáles, red de abastecimiento de agua potable. Cuba, Universidad Nacional de Salud Ambiental, 2017. Disponible en:

[https://www.google.com/search?q=sistema+de+agua+potable&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe\\_rd=cr&ei=tiplWfOWKqWx8wei04fgAg](https://www.google.com/search?q=sistema+de+agua+potable&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b&gfe_rd=cr&ei=tiplWfOWKqWx8wei04fgAg)

(13) Neo Nato, definición de tubería. 2009. Disponible en:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Discusi%C3%B3n:Tuber%C3%ADa>

- (14) Anónimo, tuberías de plástico. 17 de octubre del 2016. Disponible en: <https://curiosoando.com/cuales-son-los-diferentes-tipos-de-tuberias-utilizados-en-fontaneria>
- (15) Iso, mejoramiento de la calidad. 16 de diciembre del 2015. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Mejoramiento\\_de\\_la\\_calidad](https://es.wikipedia.org/wiki/Mejoramiento_de_la_calidad)
- (16) Julián Pérez Porto y Ana Gardey, definición de abastecimiento. Publicado en el 2009; actualizado en el 2012. Disponible en: <http://definicion.de/abastecimiento/>
- (17) Rocío Isabel Jiménez, red de abastecimiento de agua potable. 2012. Disponible en: <http://www.arqhys.com/contenidos/red-agua.html>
- (18) Anónimo, definición de caudal (fluido). 1 de marzo del 2017. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal\\_\(fluido\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Caudal_(fluido))
- (19) Anónimo, cálculo del caudal de agua en tuberías. 23 de marzo del 2017. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lculo\\_del\\_caudal\\_de\\_agua\\_en\\_tuber%ADas](https://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%A1lculo_del_caudal_de_agua_en_tuber%ADas)
- (20) Enrique José Caroli; concepto, definición y tipos de válvulas. 2 de septiembre del 2002. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos11/valvus/valvus.shtml>
- (21) Julián Pérez Porto, definición de caño. Publicado en el 2016. Disponible en: <http://definicion.de/cano/>
- (22) Patricia Rossi, tipos de cañerías para agua potable. Disponible en: <http://ideasparaconstruir.com/n/1540/tipos-de-cañerias-para-agua-potable.html>

(23) Roberto P. Rivera, definición de tanque elevado. Publicado el 13 de septiembre del 2013. Disponible en: <http://arquiaprende.blogspot.pe/2013/09/tanque-elevado.html>

(24) Revista ARQHYS, sistema de abastecimiento de agua. 2012. Disponible en: <http://www.arqhys.com/contenidos/agua-sistema.html>

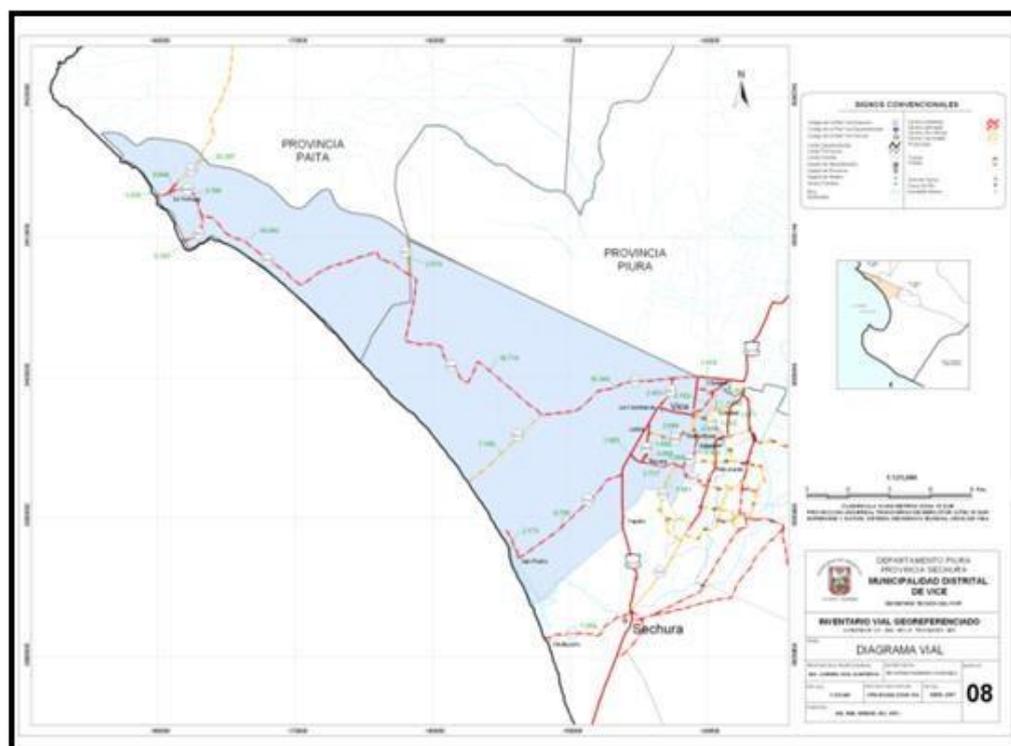
# ANEXOS

1.

CROQUIS N°01  
UBICACIÓN DE PIURA



CROQUIS N°02  
UBICACIÓN DEL DISTRITO DE VICE



2.

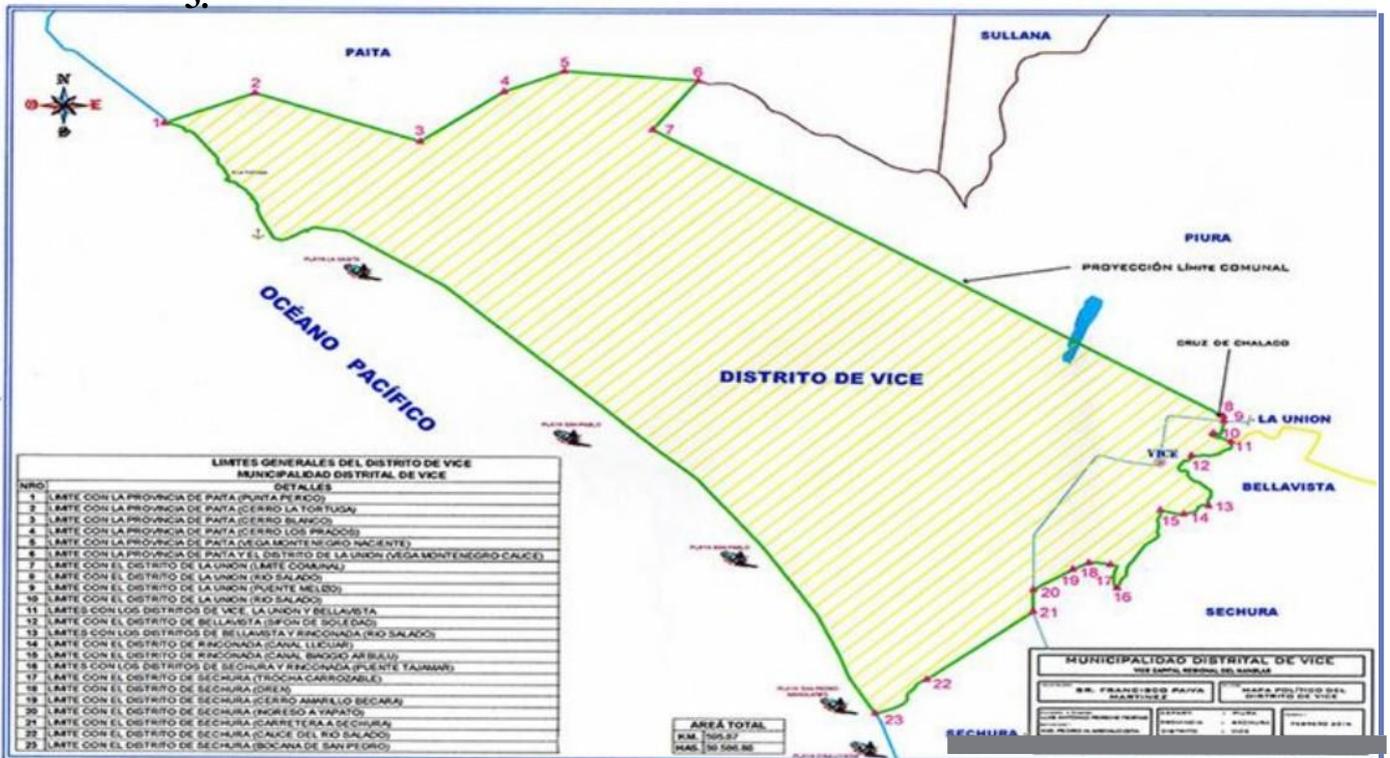


GRAFICA 01: UBICACIÓN A NIVEL NACIONAL



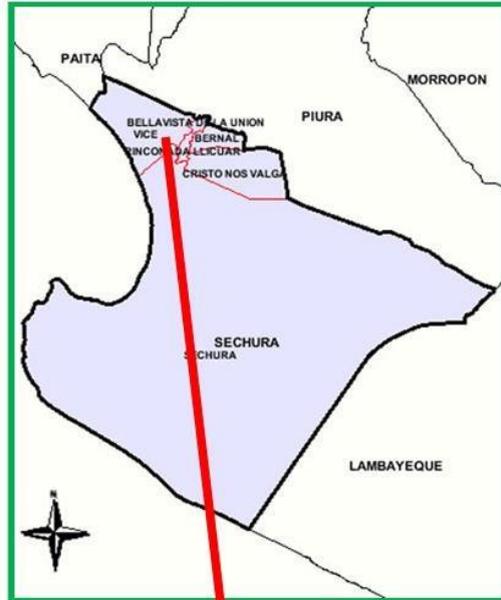
GRAFICA 02: UBICACIÓN A NIVEL DEPARTAMENTAL

3.

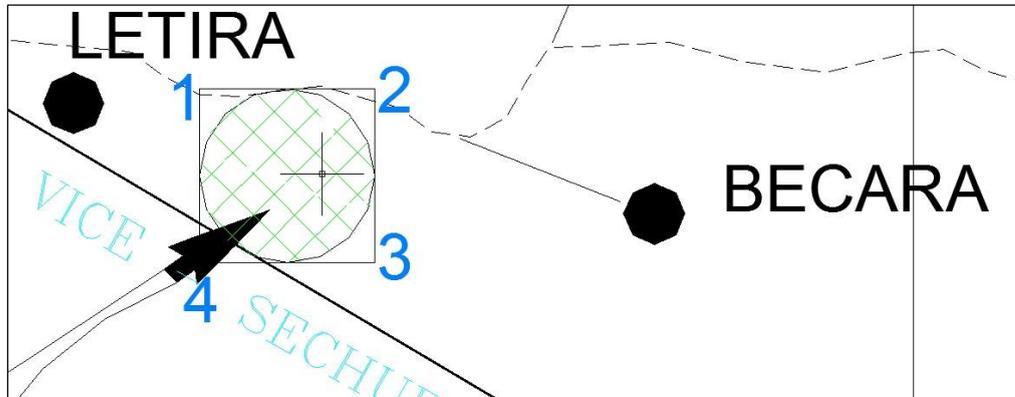


UBICACIÓN MICRO GEOGRAFICA

4.

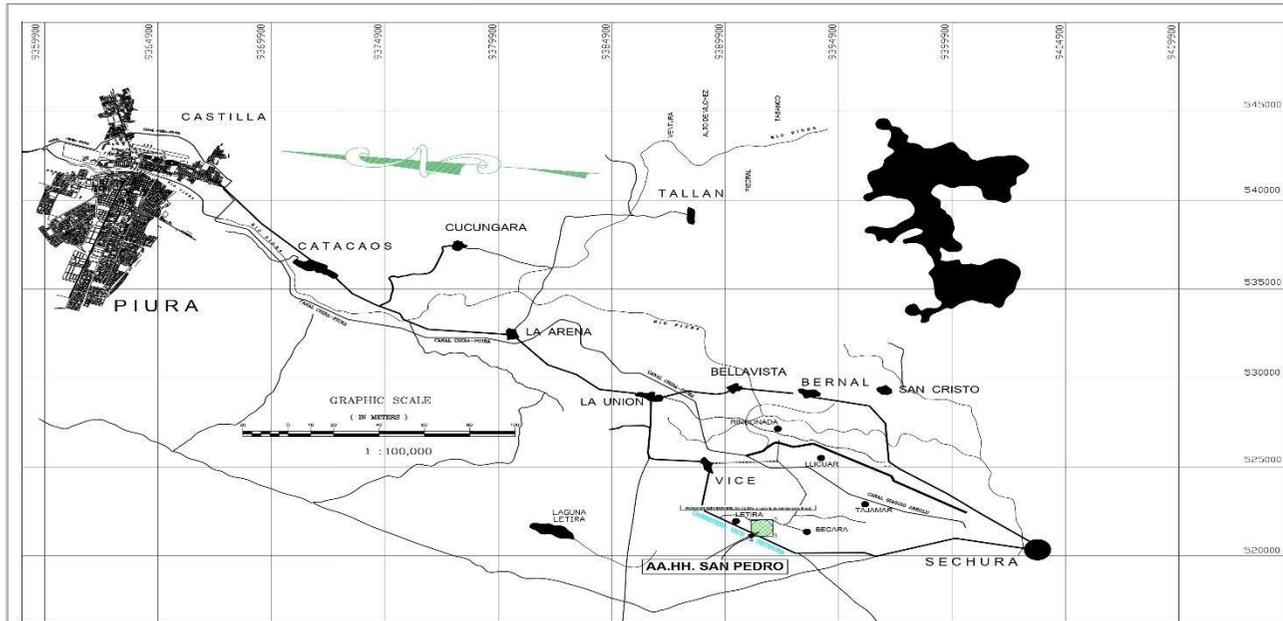


5. Ubicación según sus coordenadas UTM



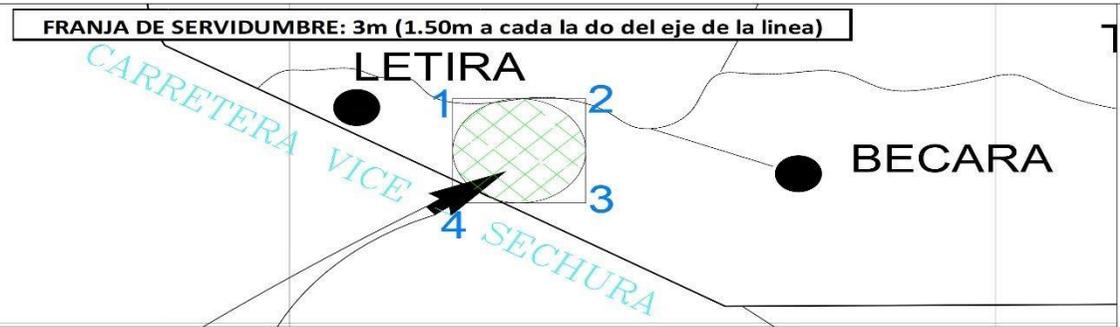
| CUADRO DE DATOS TECNICOS<br>AA. HH SAN PEDRO |      |                        |            |           |
|----------------------------------------------|------|------------------------|------------|-----------|
| VERTICE                                      | LADO | COORDENADAS UTM WGS 84 |            | DISTANCIA |
|                                              |      | ESTE                   | NORTE      |           |
| 1                                            | 1    | 520146.82              | 9397791.46 | 0.000     |
| 2                                            | 1-2  | 520788.05              | 9397791.46 | 641.230   |
| 3                                            | 2-3  | 520788.05              | 9397274.27 | 517.191   |
| 4                                            | 3-4  | 520146.82              | 9397274.27 | 641.230   |

# PLANO N° 1: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN



**CUADRO DE DATOS TECNICOS**  
AA. III SAN PEDRO  
COORDENADAS UTM WGS 84

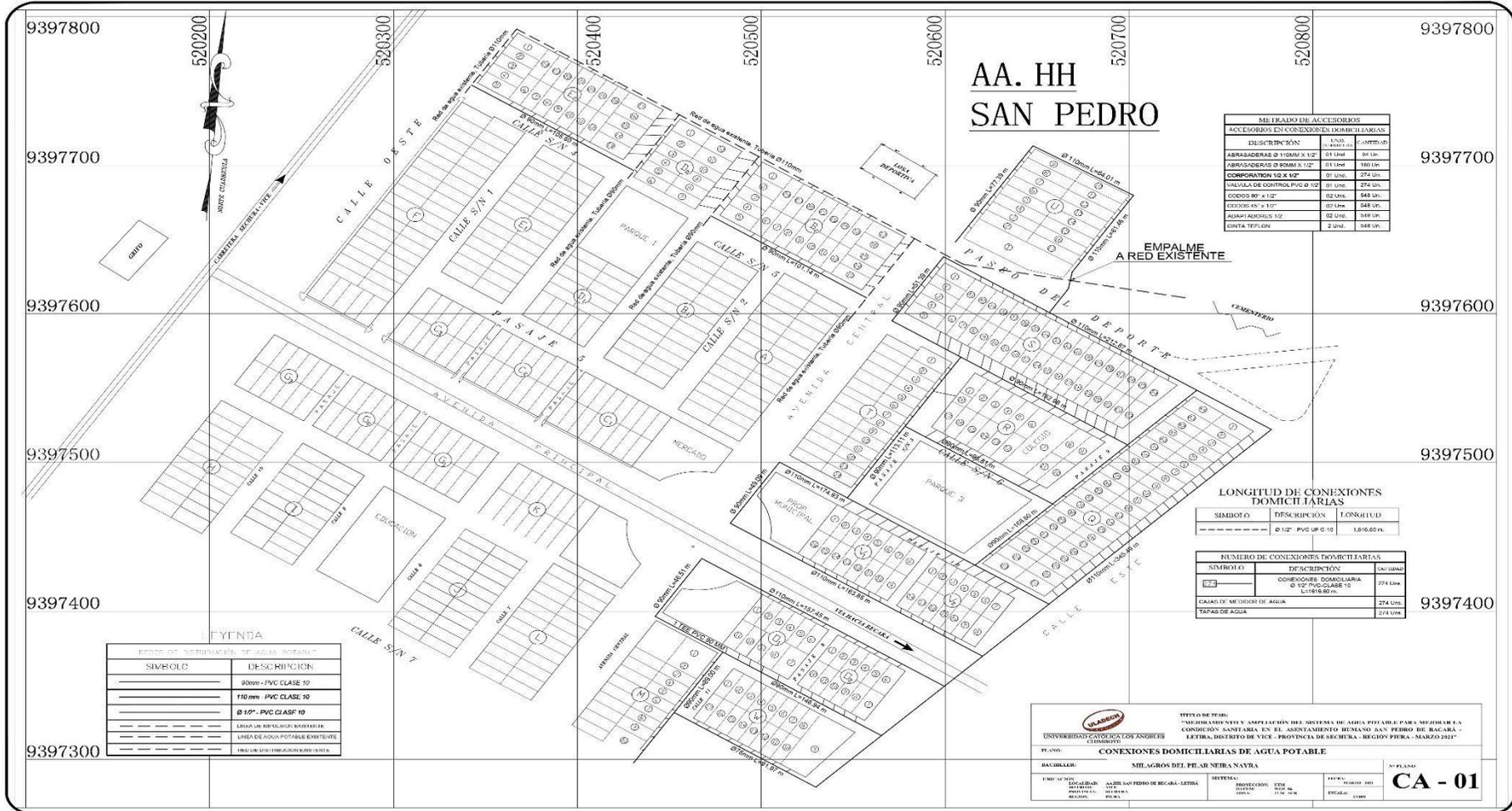
| VERTICE | LADO | COORDENADAS UTM WGS 84 |            | DISTANCIA |
|---------|------|------------------------|------------|-----------|
|         |      | ESTE                   | NORTE      |           |
| 1       | 1    | 520146.82              | 9397791.46 | 0.000     |
| 2       | 1-2  | 520788.05              | 9397791.46 | 641.230   |
| 3       | 2-3  | 520788.05              | 9397274.27 | 517.191   |
| 4       | 3-4  | 520146.82              | 9397274.27 | 641.230   |



|                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                            |                          |                         |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|
|                                                                                          | TÍTULO DE TEXTO:<br>"MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA<br>COCCIÓN SANITARIA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO DE BACARA<br>LETIRA, DISTRITO DE VICE, PROVINCIA DE SECHURA, REGION PIURA, MARZO 2017" |                          |                         |
|                                                                                          | PLANO: <b>UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>                                                                                                                                                                                                     |                          |                         |
| RUTINERÍA: <b>MILAGROS DEL PILAR NEKA NAYKA</b>                                          | SISTEMA:                                                                                                                                                                                                                                   | FECHA: <b>MARZO-2017</b> | N° PLANO: <b>U - 01</b> |
| UBICACIÓN:<br>DISTRITO: <b>VICE</b><br>PROVINCIA: <b>SECHURA</b><br>REGION: <b>PIURA</b> | SISTEMA:<br>PROYECTO: <b>U-11</b><br>DISEÑO: <b>1704-2017</b><br>ESCALA: <b>1:100,000</b>                                                                                                                                                  |                          |                         |



# PLANO N° 3: CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE



LEYENDA

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN                     |
|---------|---------------------------------|
| ---     | 90mm - PVC CLASE 10             |
| ---     | 110 mm - PVC CLASE 10           |
| ---     | Ø 10" - PVC CLASE 10            |
| ---     | LÍNEA UNIDIRECCIONAL EXISTENTE  |
| ---     | LÍNEA DE AGUA POTABLE EXISTENTE |
| ---     | TRINCHERA DE 100x100x100 CM     |

MECANISMO DE ACCESORIOS EN CONEXIONES DOMICILIARIAS

| DESCRIPCIÓN                   | UNID.    | CANTIDAD  |
|-------------------------------|----------|-----------|
| ABRASADERAS Ø 110MM X 1,2"    | Ø1 Unid. | 54 Unid.  |
| ABRASADERAS Ø 90MM X 1,2"     | Ø1 Unid. | 100 Unid. |
| COMPUERTAS 1/2" X 1/2"        | Ø1 Unid. | 272 Unid. |
| VALVULAS DE CONTROL PVC Ø 10" | Ø1 Unid. | 274 Unid. |
| CODOES 90° X 1,2"             | Ø2 Unid. | 548 Unid. |
| ELCODOES 45° X 1,2"           | Ø2 Unid. | 548 Unid. |
| ADAPTADORES 1/2"              | Ø2 Unid. | 548 Unid. |
| CORTA TRINCHERA               | 2 Unid.  | 548 Unid. |

LONGITUD DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN          | LONGITUD    |
|---------|----------------------|-------------|
| ---     | Ø 1,2" - PVC UP C 10 | 1.610,00 m. |

NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN                                           | CANTIDAD  |
|---------|-------------------------------------------------------|-----------|
| ---     | CONEXIÓN DOMICILIARIA Ø 1,2" PVC CLASE 10 L=101,60 m. | 274 Unid. |
| ---     | CAJAL DE MONTAJE DE AGUA                              | 274 Unid. |
| ---     | TAPABOCA DE AGUA                                      | 274 Unid. |

**UNAGRO**

TÍTULO DE TRABAJO:  
 "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA MEJORAR LA CONDICIÓN SANITARIA EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN PEDRO DE BACARA - LETRIA, DISTRITO DE VICE - PROVINCIA DE SECHURA - REGIÓN PIURA - MARZO 2017"

PROYECTO:  
**CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE**

DISEÑADOR:  
 MILAGROS DEL PILAR NEIRA NAVYA

FECHA:  
 01/03/2017

ESCALA:  
 1:100

Nº PLANO:  
**CA - 01**

# PLANO° 4: VÁLVULAS Y ACCESORIOS

