

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS  
MAYASCÓN, TRAPOSA, PAPAYO – DESAGUADERO, DISTRITO DE  
PÍTIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA**

**ASESOR**

**CARLOS RAFAEL TAFUR JIMÉNEZ**

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

**Chiclayo, 2021**

**MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS  
POBLADOS MAYASCÓN, TRAPOSA, PAPAYO –  
DESAGUADERO, DISTRITO DE PÍTIPO, PROVINCIA DE  
FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE  
LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:  
**YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Joaquín Hernan Rojas Oblitas  
PRESIDENTE

Wilmer Moises Zelada Zamora  
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jiménez  
VOCAL

## DEDICATORIA

### A Dios,

por iluminarme a lo largo de esta vida siempre llenándome de esperanza y sabiduría, fortaleciendo mi convicción y nunca abandonándome.

### A mi madre,

Yessica Acuña Romero, por su amor incondicional a lo largo de mi vida, por ser esa fortaleza en mi camino cuando estaba a punto de caer, y por su rol fundamental en mi formación personal y profesional, por siempre creer en mí y en mis habilidades.

Ella es el pilar más importante de mi vida, mi guía, mi inspiración y motivación a ser mejor cada día, gracias mamá.

### A mi padre,

Roger Velasco Castañeda, por su invaluable apoyo, enseñanzas y cariño, por darme muchas fuerzas en los momentos que he recaído, por instruirme a nunca rendirme, ni desanimarme ante los obstáculos que se me presentaron, por confiar en mí, por aconsejarme y darme el impulso para alcanzar mis metas, gracias papá.

### A mi segunda madre,

Margarita Romero Chozo, por contribuir en mi educación personal y ser la fuente de mi motivación diaria. Puedo decir plenamente que eres además de mi abuela, mi segunda madre y los valores y enseñanzas que me has inculcado los llevare a lo largo de mi vida.

### A mi abuelo (Q.E.P.D),

Daniel Acuña Cubas, a pesar de que hoy no estés conmigo, sé que estas protegiéndome desde la distancia, dándome el apoyo y las ganas de seguir adelante en todos mis metas que me proponga, a ser una excelente persona y profesional.

### A mi familia en general,

Por su constante apoyo y aliento, sin ellos nada de esto hubiera sido posible, mil gracias.

## AGRADECIMIENTOS

A **Dios y a la Virgen celestial**, por brindarnos salud y protección a mí y a mi familia, que sin ellos hoy, no hubiera podido vencer las dificultades que se presentaron en mi vida.

A mi bella **madre Yessica Acuña Romero**, que siempre velo por mi bienestar, que con su demostración y ejemplo me ha enseñado a vencer las dificultades con esfuerzo y trabajo constante y de manera especial por inculcarme la humildad ante cualquier situación de mi vida.

A mi padre **Roger Velasco Castañeda**, por sus palabras y ánimos que me daban la fuerza necesaria para seguir luchando por lo que me apasiona y porque su presencia en mi vida me anima a seguir adelante.

A mi mamá **Margarita Romero Chozo**, que me mostró que con la guía de Dios y mi empeño diario lograre mis metas trazadas, que no hay nada imposible y sobre todo por siempre estar pendiente de mí, muchas gracias.

A mis tíos **Richard, Jimmy, Jorge y Tania**, por todo su apoyo, sus consejos y palabras de aliento que me ayudaron a nunca darme por vencida y ser fiel a mi meta.

A **mi familia** en general, por brindarme su apoyo en el desarrollo de mi tesis.

De manera especial, a mis asesores, los **Ingenieros Carlos Tafur Jiménez y Martin García Vera** por qué bajo su dirección y guía he logrado el desarrollo de la presente tesis, así como también han contribuido de manera significativa a una investigación más eficiente y a mi formación como futura profesional.

A **mis amigos**, por todo lo participado tanto en la universidad como fuera de ella.

De consideración, al señor **Facundo Rimapa**, dirigente de la Jass de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, quien me dio todo el apoyo correspondiente para la elaboración del presente proyecto.

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| RESUMEN .....  | 11 |
| ABSTRACT.....  | 12 |
| I. INTRODUCCIÓN.....   | 13 |
| II. MARCO TEÓRICO .....  | 22 |
| 2.1 Antecedentes .....   | 22 |
| 2.2 Aspectos Generales .....   | 23 |
| 2.2.1 Nombre del proyecto.....                                       | 23 |
| 2.2.2 Ubicación del proyecto.....                                    | 23 |
| 2.2.3 Participación de los beneficiarios y entidades locales.....    | 25 |
| 2.2.4 Identificación del área de estudio y área de influencia.....   | 27 |
| 2.2.5 Vías de acceso.....  | 29 |
| 2.2.6 Topografía.....  | 30 |
| 2.2.7 Condiciones Climatológicas .....                               | 30 |
| 2.2.8 Situación económica de la población .....                      | 30 |
| 2.2.9 Servicios Públicos .....                                       | 31 |
| 2.3 Bases Teórico Científicas .....                                  | 32 |
| 2.3.1 Conceptos Básicos de Hidráulica.....                           | 32 |
| 2.3.2 Población y Demanda de agua.....                               | 36 |
| 2.3.3 Abastecimiento de agua.....                                    | 38 |
| 2.3.4 Sistema de Alcantarillado .....                                | 49 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                       | 55 |
| 3.1 Diseño de investigación.....                                     | 55 |
| 3.1.1 Tipo de estudio.....   | 55 |
| 3.1.2 Población y muestra .....                                      | 55 |
| 3.1.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos ..... | 55 |
| 3.1.4 Plan de procesamiento para análisis de datos .....             | 60 |
| 3.2 Metodología .....  | 61 |
| 3.2.1 Parámetros de diseño.....                                      | 61 |
| 3.2.2 Demanda de Agua .....  | 63 |
| 3.2.3 Caudales de diseño .....                                       | 67 |
| 3.2.4 Diagnóstico de los servicios básicos .....                     | 68 |
| 3.2.5 Diseño de los componentes del sistema de agua potable .....    | 70 |
| 3.2.6 Diseño del Sistema de Alcantarillado .....                     | 77 |
| IV. RESULTADOS .....   | 81 |
| 4.1 Estudio de la Población .....                                    | 81 |
| 4.1.1 Catastro Urbana.....   | 81 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.1.2  | Población actual .....   | 82  |
| 4.1.3  | Población Futura (Proyección de 20 años) .....                         | 82  |
| 4.2    | Cálculo de dotaciones para cada centro poblado .....                   | 83  |
| 4.2.1  | Dotaciones por cada centro poblado .....                               | 83  |
| 4.3    | Aforo de las captaciones .....   | 87  |
| 4.3.1  | Método utilizado .....   | 87  |
| 4.4    | Análisis Oferta - Demanda .....  | 88  |
| 4.4.1  | Análisis de oferta demanda – Caudal máximo diario .....                | 88  |
| 4.4.2  | Análisis de oferta demanda – Reservorios.....                          | 89  |
| 4.5    | Diseño de Captaciones.....   | 89  |
| 4.5.1  | Diseño de captaciones tipo manantial de fondo.....                     | 89  |
| 4.6    | Diseño de línea de conducción.....                                     | 91  |
| 4.6.1  | Resumen de diseños de líneas de conducción .....                       | 91  |
| 4.7    | Diseño de Pase Aéreo .....   | 94  |
| 4.7.1  | Resumen de Pase Aéreo en Mayascón de 20ml.....                         | 94  |
| 4.7.2  | Resumen de Pase Aéreo en Traposa de 20ml.....                          | 95  |
| 4.8    | Diseño de Reservorios .....  | 97  |
| 4.9    | Diseño de red de distribución de agua.....                             | 98  |
| 4.9.1  | Resumen de cálculo de red de distribución en Mayascón .....            | 99  |
| 4.9.2  | Resumen de cálculo de red de distribución en Traposa .....             | 101 |
| 4.9.3  | Resumen de cálculo de red de distribución en Papayo – Desaguadero..... | 103 |
| 4.9.4  | Comparación con watercad – agua potable .....                          | 105 |
| 4.10   | Diseño de alcantarillado .....   | 109 |
| 4.10.1 | Resumen de red de alcantarillado de Mayascón .....                     | 109 |
| 4.10.2 | Resumen de red de alcantarillado de Traposa.....                       | 110 |
| 4.10.3 | Resumen de red de alcantarillado de Papayo-Desaguadero .....           | 111 |
| 4.11   | Diseño de Tanque Séptico .....   | 111 |
| 4.12   | Estudio de Topografía .....  | 113 |
| 4.12.1 | Conclusiones del estudio topográfico.....                              | 113 |
| 4.13   | Estudio de Suelos .....  | 113 |
| 4.13.1 | Resultados del estudio de mecánica de suelos .....                     | 113 |
| V.     | DISCUSIÓN.....   | 115 |
| VI.    | CONCLUSIONES .....   | 119 |
| VII.   | RECOMENDACIONES .....  | 121 |
| VIII.  | REFERENCIAS .....  | 122 |
| IX.    | LISTA DE ANEXOS.....   | 125 |
| 9.1    | ANEXO N°01: INFORME EMS Y TOPOGRAFÍA.....                              | 125 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 9.2  | ANEXO N°02: ANALISIS OFERTA – DEMANDA – VOL. RESERVORIOS... | 125 |
| 9.3  | ANEXO N°03: DISEÑO DE AGUA POTABLE .....                    | 125 |
| 9.4  | ANEXO N°04: DISEÑO DE ALCANTARILLADO .....                  | 125 |
| 9.5  | ANEXO N°05: PTAR .....                                      | 125 |
| 9.6  | ANEXO N°06: PLANOS .....                                    | 125 |
| 9.7  | ANEXO N°07: METRADOS.....                                   | 125 |
| 9.8  | ANEXO N°08: PRESUPUESTO .....                               | 125 |
| 9.9  | ANEXO N°09: EIA .....                                       | 125 |
| 9.10 | ANEXO N°10: DOCUMENTOS .....                                | 125 |
| 9.11 | ANEXO N°11: TABLAS .....                                    | 138 |
| 9.12 | ANEXO N°12: GRÁFICOS .....                                  | 142 |
| 9.13 | ANEXO N°13: FOTOGRAFIAS .....                               | 146 |

## LISTA DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla I-1:Recolección de datos censales de los centros poblados correspondidos al área de estudio .....  | 15  |
| Tabla II-1: Disposición Geográfica.....  | 24  |
| Tabla II-2: Coordenadas UTM.....   | 27  |
| Tabla II-3: Vía de acceso Chiclayo-Mayascón .....  | 30  |
| Tabla II-4: Coeficiente de rugosidad “C”.....  | 44  |
| Tabla II-5: Clase de tuberías de acuerdo a presión de trabajo.....                                       | 45  |
| Tabla II-6: Distancia Máxima entre buzones .....   | 54  |
| Tabla III-1: Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).....                           | 64  |
| Tabla III-2:Dotación de agua para centros educativos.....  | 65  |
| Tabla III-3: Dotación para locales de Salud.....   | 65  |
| Tabla III-4: Dotación para locales de espectáculo .....  | 66  |
| Tabla III-5 : Dotación para Restaurantes .....   | 67  |
| Tabla III-6: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.....            | 69  |
| Tabla III-7: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.....                     | 70  |
| Tabla III-8: Valores del coeficiente de Manning.....   | 80  |
| Tabla IV-1: Número de viviendas del proyecto.....  | 81  |
| Tabla IV-2: Recolección de datos censales de los centros poblados correspondidos al área de estudio..... | 82  |
| Tabla IV-3: Comparación de Métodos.....  | 82  |
| Tabla IV-4: Población Futura.....  | 83  |
| Tabla IV-5: Dotación C.P Mayascón – Uso doméstico .....  | 83  |
| Tabla IV-6: Dotación C.P Mayascón – Contribución Estatal .....   | 84  |
| Tabla IV-7: Dotación C.P Mayascón – Contribución Social .....  | 84  |
| Tabla IV-8: Dotación C.P Mayascón – Contribución Comercial .....   | 84  |
| Tabla IV-9: Dotación C.P Traposa – Uso doméstico.....  | 85  |
| Tabla IV-10: Dotación C.P Traposa – Contribución Estatal.....  | 85  |
| Tabla IV-11: Dotación C.P Traposa – Contribución Social.....   | 85  |
| Tabla IV-12: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Uso doméstico.....  | 86  |
| Tabla IV-13: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Contribución Estatal.....                                 | 86  |
| Tabla IV-14: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Contribución Social.....                                  | 86  |
| Tabla IV-15: Aforo Captación N°01 .....  | 87  |
| Tabla IV-16: Aforo Captación N°02.....   | 87  |
| Tabla IV-17: Aforo Captación N°03 .....  | 88  |
| Tabla IV-18: Oferta - Demanda .....  | 88  |
| Tabla IV-19: Oferta – Demanda Reservorios.....   | 89  |
| Tabla IV-20: Perfil de Captación tipo Manantial de Fondo .....   | 90  |
| Tabla IV-21: Resumen de captaciones.....   | 90  |
| Tabla IV-22: Resumen de Líneas de Conducción – Perfil en U .....   | 93  |
| Tabla IV-23: Resumen de líneas de conducción de Puntos a Reservorios .....                               | 93  |
| Tabla IV-24: Resumen de cálculos de los reservorios .....  | 97  |
| Tabla IV-25: Cálculo de Red de distribución Mayascón.....  | 100 |
| Tabla IV-26: Cálculo de Red de distribución Traposa.....   | 102 |
| Tabla IV-27: Cálculo de Red de distribución Papayo-Desaguadero.....                                      | 104 |
| Tabla IV-28: WATERCAD – Velocidad en tuberías - Mayascón.....  | 105 |
| Tabla IV-29: WATERCAD – Presión en Nudos - Mayascón.....   | 105 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabla IV-30: WATERCAD – Velocidad en tuberías - Traposa .....           | 106 |
| Tabla IV-31: WATERCAD – Presión en Nudos - Traposa .....                | 106 |
| Tabla IV-32: WATERCAD – Velocidad en tuberías – Papayo-Desaguadero..... | 107 |
| Tabla IV-33: WATERCAD – Presión en Nudos - Papayo-Desaguadero .....     | 107 |
| Tabla IV-34: Cuadro resumen Buzones – Mayascón Zona 1 .....             | 109 |
| Tabla IV-35: Cuadro resumen Buzones – Mayascón Zona 2 .....             | 110 |
| Tabla IV-36: Cuadro resumen Buzones – Traposa Zona 1 .....              | 110 |
| Tabla IV-37: Cuadro resumen Buzones – Traposa Zona 2.....               | 110 |
| Tabla IV-38: Cuadro resumen Buzones – Papayo-Desaguadero Zona 1.....    | 111 |
| Tabla IV-39: Cuadro resumen Buzones – Papayo-Desaguadero Zona 2.....    | 111 |

## LISTA DE FIGURAS

|  |     |
|--|-----|
| Figura II-1: Perú - localización geográfica del departamento de Lambayeque. .... | 24  |
| Figura II-2: Macro localización de la provincia Ferreñafe.....                   | 25  |
| Figura II-3: Área de intervención.....   | 28  |
| Figura II-4: Área de influencia del Centro Poblado Mayascón.....                 | 28  |
| Figura II-5: Área de influencia del Centro Poblado Traposa.....                  | 29  |
| Figura II-6: Área de influencia del Centro Poblado Papayo - Desaguadero.....     | 29  |
| Figura II-7: Bosquejo del funcionamiento de un piezómetro. ....                  | 34  |
| Figura II-8: Teorema de Bernoulli .....  | 35  |
| Figura II-9: Ecuación de la energía en una tubería .....                         | 36  |
| Figura II-10: Esquema General de un sistema de agua potable. ....                | 38  |
| Figura II-11: Períodos de diseño de infraestructura sanitaria.....               | 39  |
| Figura II-12: Manantial de Ladera. ....  | 40  |
| Figura II-13: Manantial de fondo.....  | 40  |
| Figura II-14: Captación de un manantial de fondo .....                           | 41  |
| Figura II-15: Carga disponible .....   | 43  |
| Figura II-16: Presión residual positiva .....                                    | 43  |
| Figura II-17: Presión residual negativa .....                                    | 44  |
| Figura II-18: Ubicación de estructuras complementarias.....                      | 46  |
| Figura II-19: Esquema de un sistema abierto o ramificado .....                   | 47  |
| Figura II-20: Esquema de un sistema abierto o ramificado .....                   | 48  |
| Figura II-21: Esquema de sistema de alcantarillado. ....                         | 50  |
| Figura II-22: Esfuerzo actuando en un tramo de tubería.....                      | 51  |
| Figura II-23: Cámaras de inspección.....   | 54  |
| Figura III-1: Manantial de fondo.....  | 71  |
| Figura III-2: Canastilla .....   | 72  |
| Figura IV-1: Línea de conducción entre Captaciones .....                         | 91  |
| Figura IV-2: Línea de conducción de P2 a Mayascón .....                          | 92  |
| Figura IV-3: Línea de conducción de Mayascón a Papayo-Desaguadero.....           | 92  |
| Figura IV-4: Pase Aéreo Mayascón = 20 ml - Dimensiones.....                      | 94  |
| Figura IV-5: Cámara de anclaje Mayascón - Dimensiones.....                       | 94  |
| Figura IV-6: Torre de suspensión Mayascón - Dimensiones .....                    | 95  |
| Figura IV-7: Pase Aéreo Papayo-Desaguadero = 20 ml - Dimensiones .....           | 95  |
| Figura IV-8: Cámara de anclaje Papayo-Desaguadero - Dimensiones .....            | 96  |
| Figura IV-9: Torre de suspensión Papayo-Desaguadero - Dimensiones .....          | 97  |
| Figura IV-10: Red de distribución C.P Mayascón – AUTOCAD.....                    | 99  |
| Figura IV-11: Red de distribución C.P Mayascón – WATERCAD .....                  | 99  |
| Figura IV-12: Red de distribución C.P Traposa – AUTOCAD .....                    | 101 |
| Figura IV-13: Red de distribución C.P Traposa – WATERCAD .....                   | 101 |
| Figura IV-14: Red de distribución C.P Papayo-Desaguadero – AUTOCAD .....         | 103 |
| Figura IV-15: Red de distribución C.P Papayo-Desaguadero – WATERCAD.....         | 103 |
| Figura IV-16: Programa Watercad - Mayascón .....                                 | 108 |
| Figura IV-17: Programa Watercad – Traposa .....                                  | 108 |
| Figura IV-18: Programa Watercad – Papayo-Desaguadero.....                        | 109 |
| Figura IV-19: Tanque Séptico Mayascón Zona 1 .....                               | 112 |
| Figura IV-20: Tanque Séptico Mayascón Zona 2 .....                               | 112 |
| Figura IV-21: Tanque Séptico Traposa.....  | 112 |
| Figura IV-22: Tanque Séptico Papayo-Desaguadero.....                             | 112 |

## **RESUMEN**

El presente proyecto contempla tanto la ampliación como el mejoramiento de los sistemas de agua y alcantarillado en los centros poblados Mayascón, Traposa, Papayo - Desaguadero, en el distrito de Pítipo, provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque, debido al estado deficiente que presentan sus componentes, esto como consecuencia que el sistema de agua haya cumplido su tiempo de vida útil, así como también la falta de mantenimiento del sistema de alcantarillado desde su instalación hace 12 años, algunos pobladores no cuentan con este sistema por lo que evacuan sus aguas residuales en letrinas construidas por los mismos, sin ningún tipo de tratamiento, generándose un grave problema para todos los habitantes por estar propensos a contraer múltiples enfermedades, ante esta situación nace la necesidad de dar solución con la elaboración de la presente tesis, considerando cada uno de los elementos deficientes determinados en la inspección de los sistemas involucrados de esta manera se busca ofrecer un servicio eficiente y contribuir a la mejorar en la calidad de vida de los pobladores.

El proyecto será realizado en las fases programadas:

**FASE I:** Recopilación de Información

**FASE II:** Estudios Básicos

**FASE III:** Diseño de los componentes de los sistemas de Agua y Alcantarillado

**FASE IV:** Presupuesto del Proyecto

**PALABRAS CLAVES:** Agua Potable, Alcantarillado, Aguas residuales.

## **ABSTRACT**

This project contemplates both the expansion and improvement of the water and sewerage systems in the Mayascón, Traposa, Papayo - Desaguadero populated centers, in the Pítipa district, Chiclayo province, Lambayeque department, due to the deficient state of their components, this as a consequence that the water system has fulfilled its useful life, as well as the lack of maintenance of the sewer system since its installation 12 years ago, some residents do not have this system so they evacuate their wastewater in latrines built by them, without any type of treatment, generating a serious problem for all the inhabitants because they are prone to contracting multiple diseases, in view of this situation, the need to provide a solution with the preparation of this thesis is born, considering each of the deficient items determined in the inspection of the systems involved in this way are b usca offer an efficient service and contribute to improving the quality of life of the residents.

**KEYWORDS:** Drinking water, sewage system, waste water.

## I. INTRODUCCIÓN

“El agua es vida”, se puede deducir de dicha frase la importancia de dicho recurso para el desarrollo del ser humano y para la vida en general, por esto el contar con los recursos de saneamiento y agua potable es considerado a través de distintos tratados y normas como un derecho humano como se puede demostrar a través de la Asamblea General de las Naciones Unidas en la Resolución A/RES/64/292, se reconoce explícitamente el derecho humano al agua y al alcantarillado, de igual manera ocurre en la Observación General No. 15 donde el Comité de Naciones Unidas de Derechos Económicos, Sociales y Culturales por medio del artículo I.1 establece que "El agua es un derecho de todo ser humano debido a lo esencial que es para una digna vida", además especifica que este derecho es uno que toda persona debe disponer de manera que tenga agua saludable, aceptable, suficiente, asequible y físicamente accesible para su uso doméstico y personal. [1]

Según OMS y UNICEF, alrededor de todo el mundo, 3 de cada 10 personas es decir 2100 millones de humanos, no cuentan el servicio de agua potable en sus hogares y 4500 millones de personas, es decir 6 de cada 10, carecen de un servicio de saneamiento seguro. Esto incluye a los seiscientos millones de seres humanos que comparten un inodoro o letrina con personas de otros hogares, y los ochocientos noventa y dos millones de personas –en su gran parte pertenecientes a las zonas rurales– que hacen sus necesidades al aire libre. [2]

En el 2000 se realizó una evaluación de monitoreo del Abastecimiento de Agua y Saneamiento donde se expone los datos de cobertura mundial, del cual se detalla que en la zona de América Latina y el Caribe el 93% y 87% de la población cuentan con los recursos mencionados correspondientemente en el sector urbano, así mismo el 62% y 49% de los pobladores cuentan con los derechos de agua y desagüe en las zonas rurales. (Ver Anexo N°11, Tabla N°11.1).

La falta de los derechos de agua y alcantarillado junto a una deficiente higiene son las principales causas de 16 de las 17 de las enfermedades tropicales desatendidas o más conocidas como las ETD, entre ellas encontramos a la esquistosomiasis, el tracoma y a las transmitidas por el suelo como la helmintiasis la cual se da a través de gusanos intestinales. Las enfermedades tropicales desatendidas afectan a 149 países (más de 1,5 mil millones de persona), ocasionando discapacidad permanente, desfiguración, ceguera, y muerte. [3]

En todo el mundo 161 millones de niños se ven afectados por un retraso del crecimiento el cual está estrechamente vinculado con la práctica de defecación al aire libre, ocasionando que los niños padezcan de deterioro cognitivo y físico irreversible.

En el Perú, la cobertura de agua y alcantarillado, es decir de los sistemas de saneamiento, han ido cerrando brechas significativamente durante los últimos años, no obstante, aún continúan ciertos porcentajes en la carencia de cobertura en ciertas zonas, teniendo en especial consideración al sector rural cuyo acceso de agua llega al 61,3% de la población, en comparación al 93,5% de población en el área urbana, de los cuales el 52% de la población rural capta agua no potable, siendo esta la causa de las enfermedades mencionadas con anterioridad debido a que el agua no cumple con los parámetros de calidad de agua. [4]

(Ver Anexo N°11, Tabla N°11.3)

Además, entre febrero 2017- enero 2018, en el rubro rural del país, el 83,4% de la población no cuenta con sistema de red pública de alcantarillado, por lo cual los pobladores no tienen más opción que eliminar sus excretas a través de pozos séptico en un 23,5%, en un 26,1% por pozo negro o ciego, en un 7,3% mediante letrina y el 25,4% no cuenta con ningún tipo de servicio higiénico. [4] (Ver Anexo N°11, Tabla N°11.4, Ver Anexo N°12, Gráfico N°12.1)

La cobertura rural de agua potable en las provincias de Chiclayo y Lambayeque representa una cobertura rural de 75,72% y 82,90% respectivamente. Por el contrario, la provincia con menor cobertura rural de agua potable es Ferreñafe con un 69,84%. (Ver Anexo N°11, Tabla N°11.5)

En lo referido al servicio de alcantarillado, las provincias con menor cobertura rural son Lambayeque y Ferreñafe con 19,24% y 29,27% respectivamente, donde las conexiones de alcantarillado se encuentran en condiciones malas o en gran parte no cuentan con este sistema.[5]

La zona del presente proyecto comprende 2075 habitantes pertenecientes a los centros poblados de Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero, los cuales forman parte del distrito de Pítipo, departamento de Lambayeque.

El fundamento principal de la presente tesis es el deficiente servicio de los derechos humanos básicos o primordiales como son el agua y alcantarillado en los centros poblados mencionados con anterioridad. Esto se debe a consecuencia que el sistema de agua ya cumplió su tiempo de

servicio; actualmente el mencionado servicio tiene una antigüedad de 30 años y el servicio de saneamiento tiene 12 años, lo cual es la causa de un insuficiente sistema en el sector de estudio, además se considera como otro fundamento principal, el estado de los elementos que conforman dicho sistema, en el caso de los reservorios, estos se encuentran en condiciones no óptimas, así como también la falta de cobertura en el servicio de saneamiento en una zona de la población, originando de esta manera la presencia de enfermedades los pobladores pertenecientes a la zona del proyecto.

Para el desarrollo de la presente tesis es crucial la variable demográfica, porque a través de la información que nos proporciona, se podrá estimar una proyección dentro de 20 años de la población en base a lo especificado por normativa. Con el objeto de conseguir los datos sobre el número de residentes en el área de estudio, se buscó registros censales en la entidad INEI. Posteriormente, se aprecia un resumen de los datos obtenidos en los años 1993, 2007 y 2018 de los centros poblados correspondientes al proyecto. (Ver Anexo N°11, Tabla N°11.6 - 11.8)

**Tabla I-1:Recolección de datos censales de los centros poblados correspondidos al área de estudio**

| CENSO<br>AÑO | POBLACIÓN              |            |          | TOTAL       |
|--------------|------------------------|------------|----------|-------------|
|              | PAPAYO-<br>DESAGUADERO | LA TRAPOSA | MAYASCON |             |
| <b>1993</b>  | 504                    | 427        | 307      | <b>1238</b> |
| <b>2007</b>  | 718                    | 546        | 418      | <b>1682</b> |
| <b>2018</b>  | 950                    | 600        | 525      | <b>2075</b> |

**Fuente:** Censos nacionales Vivienda y Población - INEI.

En el ámbito **local**, con respecto a la situación problemática, se toma en cuenta diferentes datos estadísticos brindados por los sectores Vivienda y Salud, de las cuales se puede detallar posteriormente:

En el **sector Salud**, se llega a la conclusión que en el Distrito de Pítipo cuenta con alta incidencia de enfermedades diarreicas agudas, enfermedades infecciosas intestinales y respiratorias, como resultado del consumo de agua contaminada y los malos hábitos de sanidad de los pobladores.

Los índices de morbilidad muestran que la población entre adolescentes y adultos son los más vulnerables a enfermedades del sistema digestivo (Ver Anexo N°12: Gráfico N°12.2 – 12.3), esto a causa de las inadecuadas condiciones de agua y saneamiento que favorecen la propagación de numerosas enfermedades, en el año 2018 se han presentado 793 casos de EDAS en el distrito de Pítipo (Ver ANEXO 12: Gráfico N°12.4 – 12.5).

En el **sector Vivienda** de acuerdo a estudios realizados por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento de los centros poblados que comprende el proyecto en estrecha coordinación con la Municipalidad Distrital de Pítipo establecen que, solo el 81.1% (1682 habitantes) de la población cuentan con el servicio de agua potable y el 96% (1992 habitantes) goza con la asistencia de alcantarillado, no obstante solo el 81% de habitantes hace uso de este servicio ya que por crecimiento demográfico no cuenta con cobertura de agua consecuentemente tampoco podrían hacer uso del servicio de desagüe. Tanto los servicios de agua y alcantarillado, están dirigidos por el personal de la JASS, siendo un servicio ineficiente.

En la actualidad en el área de estudio el 18.9% (393 habitantes) de los residentes no cuentan con el servicio de agua potable en sus viviendas, lo que ocasiona que dichos residentes se abastezcan de fuentes de agua como quebradas y canales que se encuentran más cerca a sus residencias o abasteciéndose a través de tuberías de otros sectores, guardando el agua en contenedores expuestos al aire libre, exponiéndose a ser contaminados (Ver ANEXO N°13: Fotografía N°13.2-13.4), por este motivo se presentan casos de enfermedades gastrointestinales en la población desatendida.

El presente proyecto es necesario ya que los existentes sistemas de agua y desagüe son ineficientes en los sectores de Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero debido a su incremento poblacional tal cual como lo indica la Municipalidad Distrital de Pítipo (Ver Anexo N°10: Documento N°10.5), es por ello su justificación, ya que busca la mejora en la calidad de vida poblacional de la zona.

Referente a **Sistema de Agua Potable** de la zona de estudio, esta conformados por los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero (Ver ANEXO N°13: Fotografía N°13.1) el sector de Papayo-Desaguadero, tiene la mayor cantidad de pobladores. Así como también todo el sistema antes mencionado tiene como fuente de abastecimiento 3 manantiales, que se detallaran a continuación:

Las 3 captaciones de manantial de fondo se encuentran entre dos caseríos denominados Mochumi alto y Mochumi bajo (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.5 – 13.7), el sistema de abastecimiento de agua potable de toda la zona rural funciona por gravedad debido a que la topografía del terreno lo permite.

La captación N°01 cuenta con un aforo de 3.48 lts/seg, teniendo una cota de 254.79 m.s.n.m., la captación N°02 tiene un caudal de 3.39 lts/seg y presentado una altura a 254.02 m.s.n.m, asimismo la captación N°03 tiene un caudal de 2.88 lts/seg y tiene una elevación de 254.14 m.s.n.m, dichas captaciones abastecen a los 3 reservorios a través de una línea de conducción que parte desde las captaciones a los centros poblados pertenecientes a la zona de influencia del proyecto.

Actualmente, las tres captaciones han cumplido su tiempo de vida útil puesto que fueron construidas hace 30 años, además tanto la captación N°01 y N°03 cuentan con una tapa provisional y su acero se encuentra expuesto, la captación N°02 presenta pequeñas fisuras en sus paredes y además su tapa de mantenimiento se encuentra en mal estado, por tal motivo se debe hacer un nuevo diseño de las mismas. (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.7 – 13.9)

La tubería de conducción que parte desde la captación es de PVC Ø 4” C-10, sin embargo, la continuación de la línea de conducción desde el reservorio de Mayascón al de Papayo-Desaguadero cuenta con un diámetro de PVC Ø 2” C-10. Durante el recorrido de la línea de conducción de Mayascón a Traposa existe un pase aéreo de 20 ml por el cual la tubería pasa, cuyas torres en suspensión se encuentran deterioradas y propensas al desplome, también los cables fueron rehabilitados por los mismos pobladores con alambres y plásticos (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.9), es necesario diseñar este tramo del pase aéreo.

Los reservorios fueron diseñados para abastecer caudales de 16, 11, 35 m<sup>3</sup> para Mayascón, Traposa y Papayo–Desaguadero respectivamente, pero debido al crecimiento poblacional estos ya no son suficientes para abastecer a toda la población (Ver Anexo N°10: Documento N°10.5) (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.11 – 13.13).

Hoy en día los 3 reservorios se encuentran en mal estado, poseen una infraestructura deteriorada a causa de la falta de constante mantenimiento de la misma y en mayor escala por el paso de los años debido que los mismos fueron construidos en el año 1990. El más deteriorado

reservorio es el de Papayo-Desaguadero, el cual tiene un volumen de 35 m<sup>3</sup>, debido a los años transcurridos este se encuentra en estado pésimo, presenta grietas de 2.0 cm en sus paredes, además sus sistemas de llaves están totalmente oxidados y su sistema de cloración esta fuera de servicio, tiene una protección perimétrica la cual está hecha de maderos y alambre de púas, donde algunos maderos ya no se encuentran debidamente posicionados, lo que ocasiona que el cerco perimétrico no pueda cumplir su principal función. (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.13). El resto de reservorios de 16 m<sup>3</sup> y 11 m<sup>3</sup> se encuentran también en un estado deteriorado, pero en menor magnitud, además como el presente trabajo es proyectado para 20 años los volúmenes de los reservorios, no abastecen a la población futura, por tal motivo se debe realizar un nuevo diseño para los 3 reservorios (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.15 – 13.16).

Algunos tramos de tuberías de la línea de conducción y de las redes de distribución de agua se encuentran expuestas superficialmente a deterioros o roturas de las mismas, especialmente en épocas de lluvias donde dichas tuberías al encontrarse en la superficie son arrasadas o rotas por la presión del agua que baja de las quebradas, lo que provoca la pérdida constante del suministro de agua, por lo que las interrupciones del sistema de agua son constantes (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.17 - 13.18).

Con respecto al sistema de potabilización de agua, es realizado por cloración en los 3 reservorios, los mismos que fueron implementados por la comunidad de la zona, no obstante, han dejado de funcionar después de un año de su instalación.

El **Sistema de Alcantarillado** de los centros poblados comprendidos en el proyecto, esta dirigido o supervisado por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, más conocida como JASS y no por una empresa especialista en la prestación de servicios de esta índole. En los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, solo el 81% (1680 residentes) goza del servicio de alcantarillado y el 19% (395 residentes) aún no gozan de ese servicio.

Asimismo, el sistema de alcantarillado tiene más de 12 años de antigüedad, presenta redes colectoras de desagüe con tubería PVC Ø 8", redes condominiales con tubería PVC Ø 6", buzones de concreto con diámetro de 1.20m y de altura variable, conexiones domiciliarias con tubería PVC Ø 6" y cajas de registro cuyo material es de concreto. A pesar de que todavía no

se cumple el tiempo de vida útil del mencionado sistema, algunos buzones se encuentran en mal estado, a causa de la falta de mantenimiento desde su instalación.

Como se mencionó anteriormente, en el área de influencia del proyecto el 19% del total de pobladores no cuentan con el sistema de alcantarillado, por tal motivo estas familias hacen uso de letrinas construidas por ellos mismos (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.19), mientras otros hacen uso del campo libre, ambos casos ocasionan contaminación del aire y suelo, puesto que en los dos casos los líquidos se infiltran en el suelo circundante y el material orgánico se descompone lo que produce gases que se escapan a la atmosfera o se dispersan en el suelo, produciendo malos olores.

Los sectores de Mayascón Zona 1, Traposa Zona 1 y Papayo-Desaguadero Zona 2 cuentan con planta de tratamiento de aguas residuales mediante tanques sépticos y pozos percoladores (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.20 – 13.22) mientras que los Sectores de Traposa Zona 2 y Papayo-Desaguadero Zona 2, ambos evacuan sus aguas hervidas a través de un tanque Imhoff el cual funciona mediante un sistema de arrastre hidráulico (cámara de bombeo) (Ver Anexo N°13: Fotografía N°13.23 – 13.24).

Todas las PTARS, se encuentran en funcionamiento y en condiciones óptimas para seguir funcionando puesto que fueron construidas en el año 2012 y aún no han llegado a cumplir su tiempo de servicio. Por tal motivo se analizará si es necesario un rediseño de las mismas.

Referente al **mantenimiento** de ambos sistemas; tanto el sistema de agua potable como el de alcantarillado de los 3 centros poblados es regulado por la Junta Administradora de Servicio y Saneamiento (Jass) de la zona la cual se encarga de la operación y mantenimiento de ambos sistemas, no obstante, el mantenimiento del sistema de agua potable es precario ya que se basa en que exista una rotura en las tuberías para que se opte por cambiar ese sector de tubería, además desde su implementación se realizaba mantenimientos periódicos que consistían en la limpieza de la fuente, el reservorio y las redes de distribución.

Para la limpieza de las redes de distribución se procedía de la siguiente manera: De acuerdo al plan operativo primero se avisaba a la población que no contarían con el recurso del agua por un día debido a mantenimiento de las redes, para que los pobladores prevean este recurso, posteriormente se tenía que contar con  $\frac{1}{4}$  de tanque de agua en el reservorio y mientras las

llaves de compuerta estaban cerradas se pasaba a escurrir toda el agua de las tuberías a través de las válvulas de purga.

A continuación, se realizaba la concentración de hipoclorito de calcio granulado a un 75%, el cual sirve para limpieza de toda la red, dicha concentración se realizaba en baldes, para luego vaciarlo al reservorio, a continuación, se puede observar que el agua se vuelve lechosa y abriendo las llaves dicha agua pasa a las tuberías para su limpieza, esta agua concentrada con hipoclorito de calcio se mantendrá en las redes como máximo 4 horas y mínimo 2 horas.

Pasado este tiempo el agua se evacua a través de las válvulas de purga, mientras tanto el reservorio se queda sin agua, el cual se vuelve a llenar de agua y se envía para las tuberías este último proceso se realiza 3 veces para garantizar la correcta limpieza de la red finalmente se procese a tomar agua de alguna casa para verificar todo el proceso.

El presupuesto para realización del mantenimiento y limpieza de las redes de distribución antes mencionado es de 500 soles excluyendo el hipoclorito de calcio el cual es proporcionado por la Municipalidad de Pítipo.

Actualmente desde el 2017 a mediados de octubre no se ha realizado mantenimiento alguno de las redes de agua potable, y tampoco se ha realizado ninguna clase de mantenimiento para el sistema de desagüe desde su implementación hace 12 años, es debido a la falta de mantenimiento que los sistemas de agua y desagüe se encuentran en un estado deteriorado e ineficiente.

Con la elaboración del presente proyecto, se pretende promover el desarrollo y el crecimiento de los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero del distrito de Pítipo, por lo tanto, para solucionar las ineficiencias que presenta los sectores en cuestión, se ha propuesto cumplir con los siguientes objetivos que se mencionaran posteriormente.

Se propone como meta principal “Mejorar y ampliar los sistemas de agua y desagüe para los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque”.

Así como también, los objetivos específicos son:

- ✓ Evaluar y diagnosticar el sistema actual de agua potable y alcantarillado en los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.
- ✓ Elaborar los estudios de topografía, suelos e hidráulicos para la realización del proyecto.
- ✓ Realizar el estudio y diseño de fuente de abastecimiento.
- ✓ Diseñar los componentes deficientes del sistema de agua potable y alcantarillado los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero del distrito de Pítipo.
- ✓ Diseño de los reservorios de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.
- ✓ Elaborar la evaluación del impacto ambiental.
- ✓ Calcular el presupuesto total del proyecto.

Habiendo indicado anteriormente la situación que presentan los habitantes; las cuales son inadecuadas, además fomentan la propagación de enfermedades y acrecientan la contaminación ambiental, frente a lo ya expuesto surge la necesidad de realizar el presente proyecto, para mitigar y contrarrestar los problemas expuestos, ayudando a disminuir la transmisión de núcleos infecciosos, los cuales originan EDAS e IRAS.

Con la ejecución de la presente tesis, los habitantes de los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero se verán beneficiados en varios aspectos como en el sector salud, disminuirían los costos de atención, ya que se reduciría las enfermedades hidrológicas como se mencionó anteriormente, de esta manera se garantizaría una mejor calidad de vida de la población.

Se evaluó y analizó la elaboración de un plan de gestión de operación y mantenimiento para la Junta de Administración de Servicios de Saneamiento encargada de los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, debido a la existente ineficiencia en la conservación de los mismos sistemas, con el fin de implementar adecuadamente un manejo en operación y mantenimiento, de esta manera se busca la sostenibilidad a largo plazo del proyecto.

El acceso a los recursos básicos es fundamental para la salud y productividad de un país, lo que llevara a su constante crecimiento y desarrollo, por lo cual es necesario la promoción de proyectos de agua, saneamiento y salud.

La USAT como ente científico e integrante de la sociedad se encuentra comprometido a la búsqueda de soluciones de las distintas problemáticas fijadas en las necesidades de estos centros

poblados, por ello la facultad de Ingeniería, ha aprobado el desarrollo de la Tesis “Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado de los centros poblados Mayascón, Traposa, Papayo - Desaguadero, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque”.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes**

**Jara Sagrada y Santos Mundaca Kildare. “DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO DE LAS LOCALIDADES: EL CALVARIO Y RINCÓN DE PAMPA GRANDE DEL DISTRITO DE CURGOS – LA LIBERTAD” Tesis Profesional Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. La Libertad – Perú.**

El presente proporcionar soluciones a la escasez de agua potable, el cual priva a los pobladores de satisfacer sus necesidades básicas.

Con el fin de garantizar el suministro de agua potable, servicios adecuados de agua potable, instalación de sistemas de alcantarillado e implementación de unidades de gestión del servicio, capacitación de operadores y educación en salud, se recomienda mejorar la calidad de vida de los pobladores de la aldea Pampa. Grande y Calvario, considere lo siguiente:

Para el sistema de agua potable:

Construcción de captación, instalación de tubería de 14,552.26 ml, construcción de reservorio, instalación de red de distribución de agua de 21,069.79 ml, instalación de 140 conexiones domiciliarias

Para el sistema de alcantarillado: Se planteo la construcción de 117 buzones, la colocación de las redes de desagüe de 7420.17 ml de tubería, una conexión a la red existente e instalación de 140 conexiones domiciliarias, construcción de tanque Imhoff [6].

**Altamirano Espinoza y Choque Gavilán Ángel. “DISEÑO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE AGUA Y DESAGÜE DE LOS ANEXOS: HUARANGO MOCHO, SAN CARLOS, CRISTO REY, STA.VICENTA, VIRGEN DE CHAPI, LA CAMPIÑA, NVA. STA. LUCÍA, LA 75, PARAJE, STA. JULIA, LA CASTELLANA, LOS LÓPEZ Y LOS CASTILLOSD DEL DISTRITO DE SANTIAGO – ICA” Tesis Profesional Universidad Nacional San Luis Gonzaga, 2011. Ica – Perú.**

La presente tesis propone una adecuada distribución del agua, además de garantizar que las aguas residuales cumplan con los parámetros de higiene requeridos por normatividad para que el agua tratada pueda reutilizarse para riego local de los centros poblados del distrito de Santiago, para un período útil de servicio de 20 años.

Hasta la fecha, hay más de 2,200 habitantes en el área de influencia del proyecto, actualmente se suministra agua a las personas a través de un reservorio elevado, cuyo servicio es deficiente debido a que la población cuenta con este recurso por pocas horas a la semana, es por eso que nace la presente tesis [7].

**Cusquiban Francisco. “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO EL PRADO, PROVINCIA DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA” Tesis Profesional Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. Cajamarca– Perú.**

El proyecto apunta a mejorar y ampliar los servicios de agua potable y tratamiento de aguas residuales para los habitantes del distrito de El Prado en Cajamarca. El sistema de captación de agua utilizará 01 manantial de agua, tuberías de PVC C-7.5 para la red de distribución, 4 cámaras rompe presión y sistemas sanitarios, considerando la velocidad máxima de 5 m / s, las tuberías serán de PVC. La vida útil del diseño del sistema de suministro de agua es de 20 años. [8].

## **2.2 Aspectos Generales**

### **2.2.1 Nombre del proyecto**

Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado de los centros poblados Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.

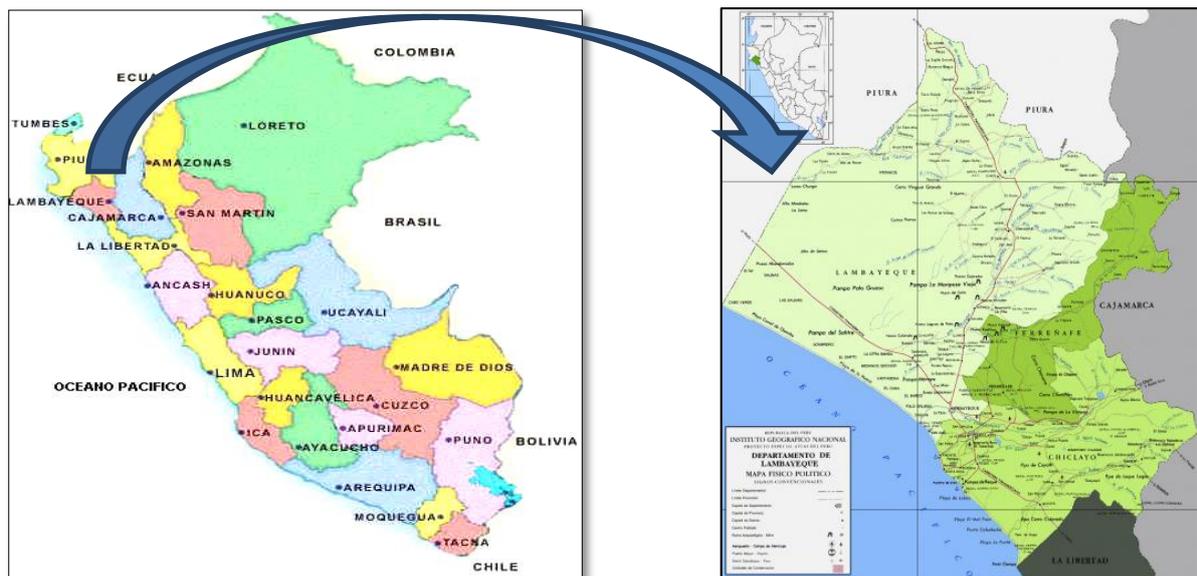
### **2.2.2 Ubicación del proyecto**

Los centros poblados Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero forman parte de los 63 centros poblados con el que cuenta el distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque.

**Tabla II-1: Disposición Geográfica.**

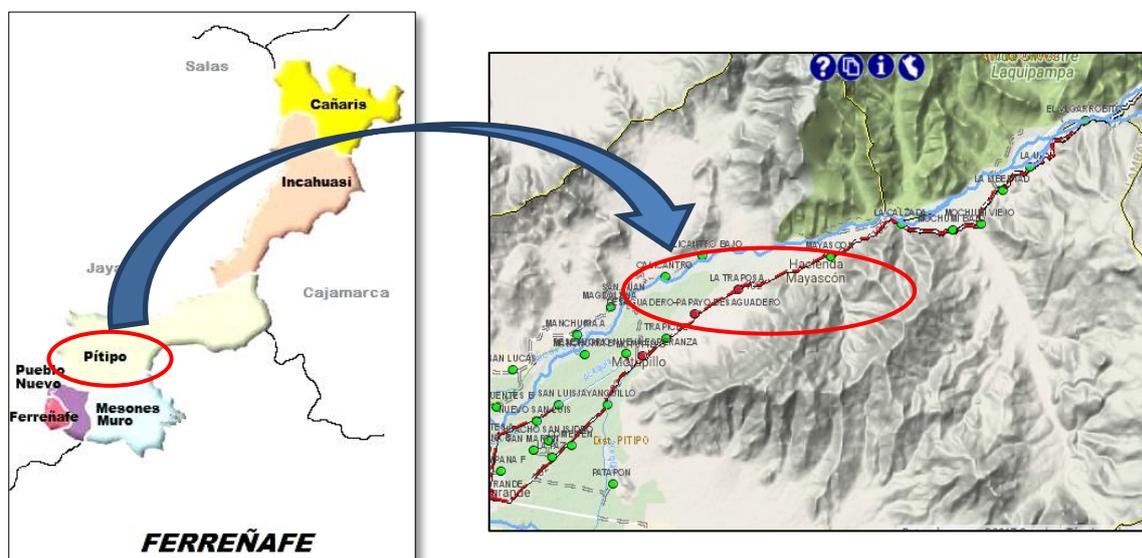
|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| <b>Departamento</b>   | Lambayeque             |
| <b>Provincia</b>      | Ferreñafe              |
| <b>Distrito</b>       | Pítipó                 |
| <b>Localidad</b>      | Mayascón               |
|                       | Traposa                |
|                       | Papayo-<br>Desaguadero |
| <b>Región Natural</b> | Costa                  |
| <b>Datum</b>          | WGS 84                 |
| <b>Zona</b>           | 17 M                   |

**Figura II-1: Perú - localización geográfica del departamento de Lambayeque.**



**Figura II-2: Macro localización de la provincia Ferreñafe.**

**MAPA PROVINCIAL DE LAMBAYEQUE      MAPA DISTRITAL DE PITIPO**



### 2.2.3 Participación de los beneficiarios y entidades locales

#### Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento

El propósito de establecer esta institución es cooperar con la competitividad y el desarrollo territorial de nuestro amado Perú, a través de la inspección, autorización y reunión de sistemas a escala nacional en temas como la construcción, la urbanización, la ingeniería y el mantenimiento del saneamiento. El objetivo principal es proporcionar bienestar a los ciudadanos con déficit económicos.

Su tarea principal es enriquecer y buscar el desarrollo de los ciudadanos para que cuenten con una vivienda adecuada, así como también asegurar que estos dispongan con los servicios de agua y desagüe; promoviendo el progreso, supervivencia, sostenibilidad y seguridad de los centros poblados y dominio territorial, propiciando la cooperación entre organizaciones que formen el lugar.

## **Municipalidad distrital de Pítipo**

El gobierno municipal del Distrito Pítipo es una agencia del gobierno local con autonomía económica, política y administrativa; tiene como misión a través del uso racional de los recursos disponibles, promover la prestación completa de servicios públicos y el desarrollo económico local; involucrando tanto a autoridades y empresarios como a la sociedad organizada en los planes y actividades orientados hacia el desarrollo general, sustentable y sostenible del distrito. Con la elaboración de la presente tesis, se busca proveer a la población de los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero con los servicios vitales como son: los servicios de agua potable y alcantarillado, de esta manera se ofrece cantidad y calidad para proveer a la población las 24 horas del día.

La Municipalidad distrital de Pítipo, simultáneamente con su población, creen que la implementación de este plan de renovación es una obligación básica, Pítipo (Ver Anexo N°4: Documento N°4.5), que afirma las restricciones mínimas de salud y aborda el uso de agua potable y alcantarillado para mejorar las condiciones de vida de los residentes de los centros poblados ya mencionados. Por esta razón, se comprometieron a participar rápidamente en la coordinación básica durante la implementación del proyecto.

## **Población beneficiaria**

Los habitantes de los centros poblados de Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero son conscientes de la importancia de implementar la presente tesis, y se comprometen a aceptar el gasto mensual, que cubra la operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado, para apoyar a la conservación del proyecto.

Los residentes aprenderán sobre las pruebas de higiene y los riesgos para la salud existentes, así como también la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) será la encargada de gestionar los sistemas, a través del conocimiento sobre la infraestructura y sus elementos, de esta manera velaran el funcionamiento normal de las obras en marcha.

La cooperación de los residentes unido al elemento educativo, mejoran e incrementan las habilidades y capacidades que ayudarán a moldear clientes responsables con los servicios y a especificar sus roles y responsabilidades como clientes y residentes.

**Otras Instituciones:****Instituciones educativas:**

- Centro Educativo C.E 10099 Mayascón
- Centro Educativo 10813 Santa Rosa de Lima – Traposa
- Centro Educativo Víctor Raúl Haya de la Torre – Traposa
- Centro Educativo 317 “Papayo-Desaguadero”
- Centro Educativo Miguel Grau Seminario “Papayo-Desaguadero”

**Se comprometen:** Colaborar en la instrucción sanitaria cuando ejerzan su labor de enseñanza.

**2.2.4 Identificación del área de estudio y área de influencia****2.2.4.1 Área de estudio**

El espacio incluye los sectores aledaños, donde se encuentran ubicadas las captaciones acuíferas, así como también se encuentran los centros poblados: Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, así como también sus respectivos reservorios.

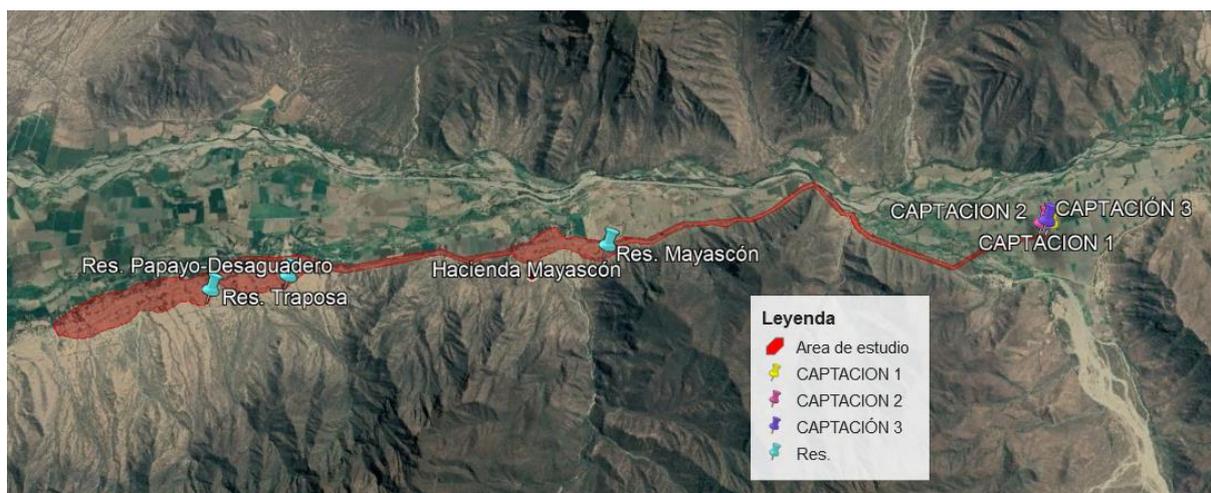
La zona de estudio que abarca la presente tesis tiene una extensión territorial total de 1 415.56  $m^2$ .

A continuación, se puede apreciar las coordenadas referentes a la ubicación geográfica de la zona de estudio:

**Tabla II-2: Coordenadas UTM.**

| <b>CC.PP</b>                   | <b>Este</b> | <b>Norte</b> | <b>Altura<br/>(m.s.n.m)</b> |
|--------------------------------|-------------|--------------|-----------------------------|
| <b>Captación N°1</b>           | 665440.2771 | 9292304.711  | 254.65                      |
| <b>Captación N°2</b>           | 665373.0067 | 9292272.269  | 253.98                      |
| <b>Captación N°3</b>           | 665408.77   | 9292311.1    | 254.14                      |
| <b>Mayascón</b>                | 661056.73   | 9290939.12   | 224.69                      |
| <b>Traposa</b>                 | 658072.35   | 9289951.9    | 201.78                      |
| <b>Papayo-<br/>Desaguadero</b> | 657023.4    | 9289362.14   | 191.25                      |

**Figura II-3: Zona de estudio.**

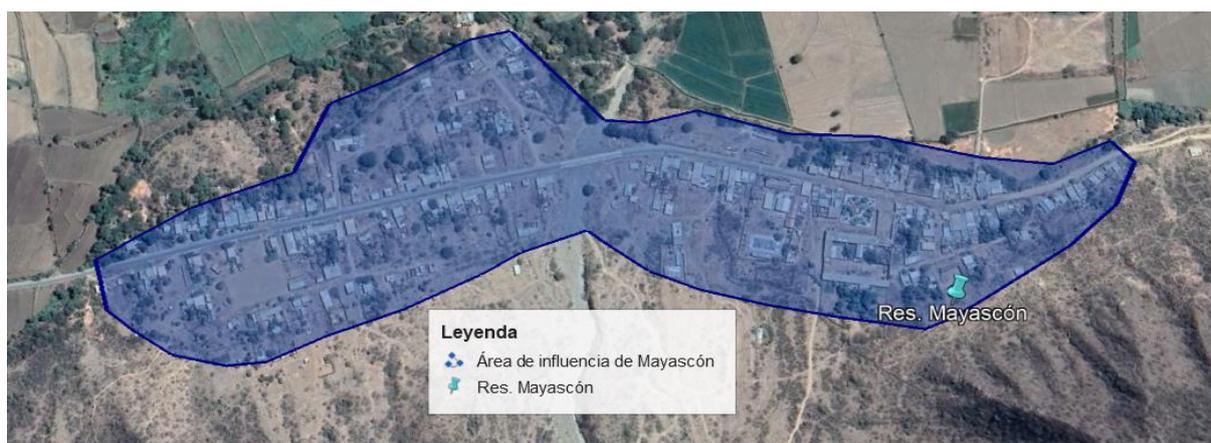


**Fuente:** Google Maps.

#### 2.2.4.2 Área de influencia

Esta comprende a los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, los cuales están ubicados al sur oeste de la provincia de Chiclayo, a una distancia de 59.4 km de la referida provincia. Tienen extensión territorial de  $235.80m^2$ ,  $312.37m^2$ ,  $488.79m^2$ , respectivamente como corresponde, a una altura promedio de 205.91 m.s.n.m.

**Figura II-4: Área de influencia del Centro Poblado Mayascón**



**Fuente:** Google Earth.

**Figura II-5: Área de influencia del Centro Poblado Traposa.**



**Fuente:** Google Earth.

**Figura II-6: Área de influencia del Centro Poblado Papayo - Desaguadero.**



**Fuente:** Google Earth.

### 2.2.5 Vías de acceso

El acceso a estos centros poblados, es por medio de una carretera asfalta en las zonas bajas (Papayo-Desaguadero, Traposa) y en las zonas altas es por medio de una trocha carrozable (Mayascón) (Ver Anexo N°7, Fotografía N°7.25- 7.27).

**Tabla II-3: Vía de acceso Chiclayo-Mayascón**

| <i>DESCRIPCIÓN</i> | <i>Km</i> | <i>TIEMPO</i> | <i>TIPO DE VIA</i> | <i>ESTADO DE VIA</i>   |
|--------------------|-----------|---------------|--------------------|--|
| Chiclayo- Pitipo   | 26.9      | 1 hora        | Asfaltada          | Buena  |
| Pitipo - Mayascon  | 32.5      | 45 min        | Afirmada           | Regular con presencia de badenes, en época de lluvia hay tramos interrumpidos. Las localidades de La traposa y el papayo-desaguadero se encuentran en la misma carretera a Mayascon. |

### **2.2.6 Topografía**

Su relieve es poco accidentado, relativamente llano, con pequeñas lomas y valles pertenecientes a la región Yunga.

En época húmeda esta zona es propensa a la inundación tanto por avenidas fuertes como ocurrencia del fenómeno del río de la Leche.

### **2.2.7 Condiciones Climatológicas**

Presenta un clima templado-cálido, la temperatura media anual es de 22.8 °C. La precipitación media aproximada es de 43 mm.

El mes más seco es junio, con 0 mm. La mayor cantidad de precipitación ocurre en marzo, con un promedio de 24 mm.

El mes más caluroso del año con un promedio de 31.4 °C de febrero. Las temperaturas medias más bajas del año se producen en agosto, cuando está alrededor de 20° C.

### **2.2.8 Situación económica de la población**

#### **2.2.8.1 Población beneficiaria**

Las localidades cuentan con 2075 habitantes en total divididos en los sectores de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero. Estos centros poblados cuentan con el siguiente número de habitantes, conformado por 525, 600 y 950 personas como corresponde respectivamente.

(Ver Anexo N°5: Tabla N°5.6 - 5.8)

En la zona se cuenta con 747 lotes y 83 lotes son sin construir. Los cuales tienen una densidad promedio de 3 habitantes/familia.

### **2.2.8.2 Actividad económica de la población**

Los trabajos económicos son el pilar del crecimiento y el desarrollo de una específica población, especialmente en vías de desarrollo.

- **Agricultura**

La actividad económica principal de los centros poblados que corresponden al proyecto es la agricultura.

Producen algunos productos para su venta y autoconsumo los cuales son: arroz, alverja, maíz, frejol, mango, ciruela, limón, entre otros. De esta forma, la población puede beneficiarse económicamente para satisfacer sus necesidades diarias.

- **Ganadería**

La ganadería no está bien desarrollada, sin embargo, destaca la crianza de ganado vacuno entre otras actividades como la crianza de gallinas, pavos y ganados porcinos.

- **Turismo**

En el turismo tienen a los jagüeyes de Mayascón, son piscinas naturales de agua turquesa y verde transparente que descansan en formaciones rocosas.

## **2.2.9 Servicios Públicos**

### **2.2.9.1 Energía Eléctrica**

Con respecto al acceso a la energía eléctrica, los centros poblados del proyecto disfrutan plenamente de los servicios eléctricos. El costo del acceso a los servicios de electricidad es uniforme sin importar el consumo.

El importe de este servicio es de S/. 10 soles mensuales por vivienda.

### **2.2.9.2 Servicio de Agua Potable y Saneamiento**

### **2.2.9.3 Servicio de Salud**

El establecimiento de Salud más cercano es una posta médica ubicada en la Traposa donde se realizan consultas externas y en algunos casos hospitalización.

### **2.2.9.4 Características de la Educación**

Los centros poblados de la zona de estudio cuentan con los siguientes:

- Centro Educativo C.E 10099 Mayascón (Inicial y Primaria)
- Centro Educativo 10813 Santa Rosa de Lima – Traposa (Primaria)
- Centro Educativo Víctor Raúl Haya de la Torre – Traposa (Secundaria)
- Centro Educativo 317 “Papayo-Desaguadero” (Inicial)
- Centro Educativo Miguel Grau Seminario “Papayo-Desaguadero” (Primaria)

## **2.3 Bases Teórico Científicas**

Se ha considerado la siguiente base teórica, porque es necesario su conocimiento para el presente proyecto.

### **2.3.1 Conceptos Básicos de Hidráulica**

#### **2.3.1.1 Definición de flujo y sus tipos**

Como nos menciona, Saldarriaga, Juan, un flujo es el movimiento de un fluido con respecto a un sistema inercial de coordenadas, generalmente ubicado en un contorno sólido. [9]

Mediante las siguientes cantidades físicas se puede determinar el flujo en una tubería:

- Desplazamiento
- Velocidad
- Aceleración

Se clasifican de acuerdo al tiempo en estacionarios o permanentes y no permanentes. Los mismos flujos se combinan, como se mencionan posteriormente:

#### 2.3.1.1.1 Flujo Uniforme Permanente

Las características del flujo como velocidad y presión son constantes. [9]

#### 2.3.1.1.2 Flujo Uniforme No Permanente

No se suele encontrar este tipo de flujo en la naturaleza. Las propiedades no cambian con el espacio, sino con el tiempo. [9]

#### 2.3.1.1.3 Flujo Variado Permanente

Las propiedades no cambian con el tiempo, sino con el espacio. [9]

Existen dos tipos de clasificación:

- **Gradualmente variado:** Las variaciones en las características del flujo son progresivas. [9]
- **Rápidamente variado:** Las variaciones en las características del flujo son rudas. [9]

#### 2.3.1.1.4 Flujo Variado No Permanente

En este flujo se produce el golpe de ariete, ocasionado como resultado de un flujo constante no permanente. Las propiedades cambian con el tiempo y espacio. [9]

#### 2.3.1.2 Altura Piezométrica

Se le conoce como cota piezométrica a la altura con respecto a un plano horizontal que alcanza un fluido en el piezómetro, tal como lo menciona Rocha Felices, Arturo. [10]

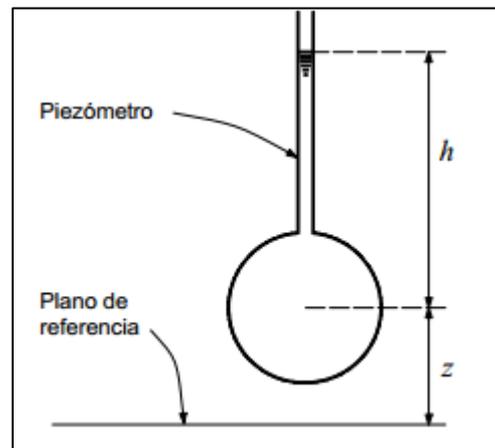
$$\text{altura piezométrica} = Z + \frac{P}{\gamma}$$

Donde:

$\gamma$ : Peso específico

P: Presión

**Figura II-7: Bosquejo del funcionamiento de un piezómetro.**



**Fuente:** Rocha, Arturo. 2007

### 2.3.1.3 Teorema de Bernoulli

La forma más conocida del teorema de Bernoulli es:

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{p}{\gamma} + z = \text{constante}$$

Para los fluidos ideales, la suma de los términos de energía cinética, energía de presión y elevación, de la anterior fórmula es constante a lo largo de corriente; en cualquier parte de la sección por la cual pasa el fluido.

Donde:

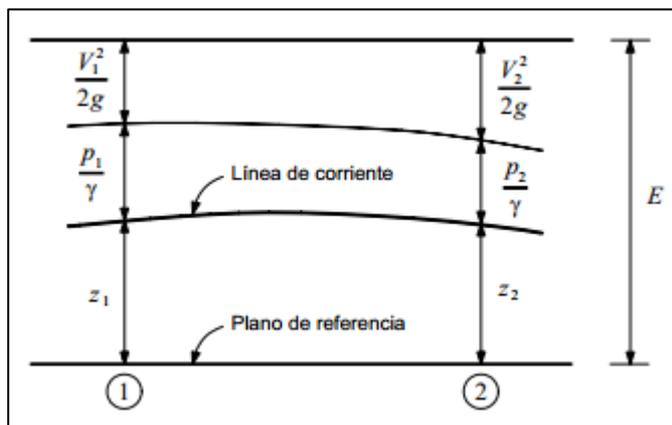
$\frac{v^2}{2g}$  = energía de velocidad o energía cinética

$\frac{p}{\gamma}$  = presión

z = elevación

**El teorema de Bernoulli indica, en resumen:** El resultado de la suma de energía cinética y potencial es constante.

**Figura II-8: Teorema de Bernoulli**



**Fuente:** Rocha, Arturo. 2007

En un fluido ideal, la Energía  $E_1 = E_2$

En un fluido real, existe una pérdida de energía entre 1 y 2.

entonces:

$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{P_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{P_2}{\gamma} + z_2 + h_{f_{1-2}}$$

$$E_1 = E_2 + h_{f_{1-2}}$$

Donde:

V : Velocidad

P : Presión

Z : Elevación

$\gamma$  : P. específica del fluido

g : Gravedad

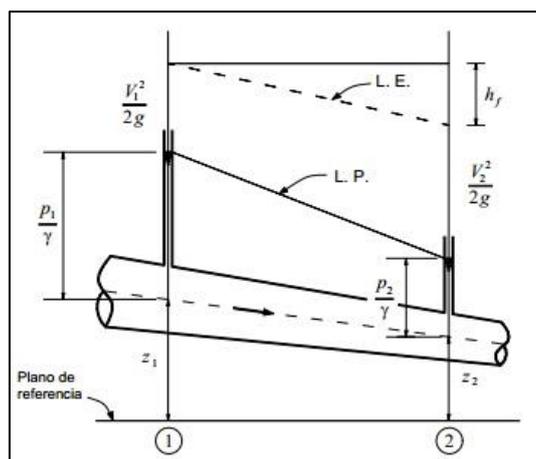
E : Energía

$h_{f_{1-2}}$  : Pérdida de energía entre las secciones 1 y 2

### 2.3.1.4 Pérdida de carga, línea de energía y línea piezométrica

Según [10], nos menciona que la línea de energía se obtiene a través de la adición de la cota piezométrica con la energía de velocidad, como se muestra en las secciones 1 y 2.

**Figura II-9: Ecuación de la energía en una tubería**



**Fuente:** Rocha, Arturo. 2007

### 2.3.2 Población y Demanda de agua

Agüero, Roger, nos dice que todo proyecto de agua se diseña para satisfacer una necesidad previendo el crecimiento poblacional en un periodo variable entre 10 y 20 años, siendo necesario estimar la población futura con el fin de determinar la demanda de agua teniendo en consideración el periodo de diseño. [11]

#### 2.3.2.1 Métodos de estimación de la población futura

Los métodos más empleados para la estimación de la población futura son: Método aritmético, geométrico, de interés simple y exponencial.

#### 2.3.2.2 Demanda de agua

Se define a la dotación como el consumo de agua necesario por cada poblador para su supervivencia diaria, expresado en litros/hab./día.

### 2.3.2.2.1 Variación del consumo

En base al análisis de información estadística, los coeficientes de las variaciones de consumo, referentes a la demanda promedio diaria anual, debe fijarse. [12]

### 2.3.2.2.2 Coeficiente De Variación Diaria (K1)

Este coeficiente se da como el resultado de la división del gasto máximo diario entre el gasto promedio anual. Este porcentaje, afecta al consumo en día de Máxima Variación Diaria. [12]

$$K1 = \frac{\text{Gasto Máx. Diario}}{\text{Gasto Promedio Anual}}$$

### 2.3.2.2.3 Coeficiente De Variación Horaria (K2)

Las variaciones de consumo de agua van a depender de las diversas actividades que los pobladores realicen durante las distintas horas del día. [12]

$$K2 = \frac{\text{Gasto de la hora de máximo Consumo}}{\text{Gasto Promedio Anual}}$$

### 2.3.2.2.4 Consumo Promedio Diario Anual (Qprom)

Esta expresa en litros por segundos y se define como la estimación per cápita del consumo de agua de la población futura, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Qm = \frac{Pf \times \text{Dotación}}{86\,400 \text{ s/día}}$$

### 2.3.2.2.5 Consumo Máximo Diario (Qmd)

El consumo máximo diario se conceptualiza como el día de máximo consumo de una serie de inspecciones en observación durante los 365 días del año. [11]

$$Qmd = Q_p \times k1$$

### 2.3.2.2.6 Consumo Máximo Horario (Qmh)

Es el gasto máximo horario, se determina como la hora de máximo gasto del día de máximo gasto. [11]

$$Q_{mh} = Q_p \times k_2$$

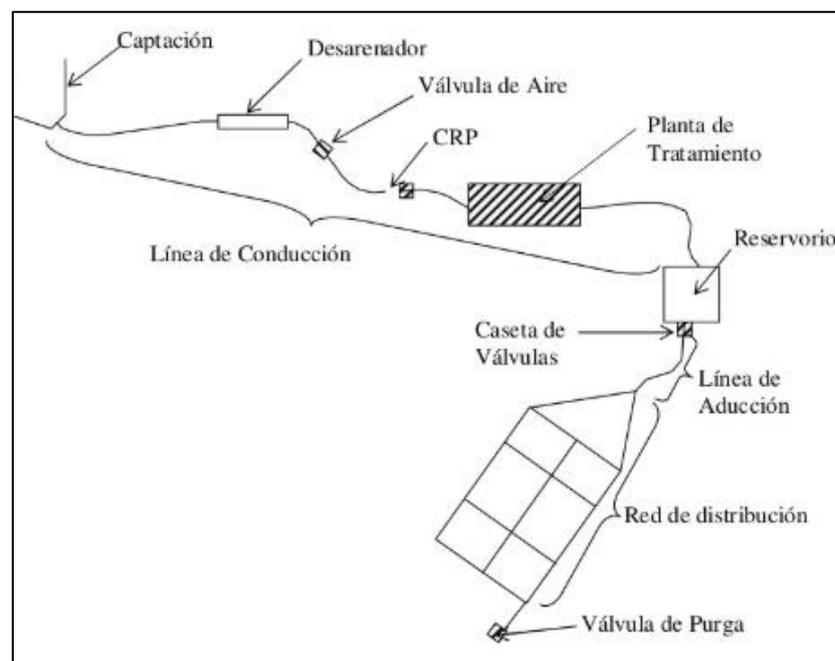
### 2.3.3 Abastecimiento de agua

La manera eficaz de suministrar agua a la población es considerando los siguientes parámetros como la continuidad, calidad y cantidad del sistema de abastecimiento de agua.

El sistema de suministro de agua potable consta de las siguientes partes:

Captaciones, Línea de conducción, Reservorios, Red de aducción y red de distribución.

**Figura II-10: Esquema General de un sistema de agua potable.**



**Fuente:** Gutierrez, Mirko. 2014

### 2.3.3.1 Período de diseño

El período de diseño se determina considerando los siguientes factores:

- Crecimiento poblacional
- Vulnerabilidad de la infraestructura sanitaria
- Vida útil de las estructuras y equipos
- Economía de escala. [13]

**Figura II-11: Períodos de diseño de infraestructura sanitaria.**

| ESTRUCTURA   | PERIODO DE DISEÑO |
|--|-------------------|
| ✓ Fuente de abastecimiento   | 20 años           |
| ✓ Obra de captación  | 20 años           |
| ✓ Pozos  | 20 años           |
| ✓ Planta de tratamiento de agua para consumo humano (PTAP)                             | 20 años           |
| ✓ Reservorio   | 20 años           |
| ✓ Líneas de conducción, aducción, impulsión y distribución                             | 20 años           |
| ✓ Estación de bombeo   | 20 años           |
| ✓ Equipos de bombeo  | 10 años           |
| ✓ Unidad Básica de Saneamiento (arrastre hidráulico, compostera y para zona inundable) | 10 años           |
| ✓ Unidad Básica de Saneamiento (hoyo seco ventilado)                                   | 5 años            |

**Fuente:** RM-192-2018.

### 2.3.3.2 Fuente de Captación

En el diseño del abastecimiento de un sistema de agua potable, la fuente de captación es el elemento primordial, debido a que a través de estos acuíferos se abastecen las demandas de consumo de las poblaciones.

Existen dos tipos de fuentes de captación de acuerdo a su naturaleza, las cuales son la aguas subterráneas y superficiales. [11]

#### 2.3.3.2.1 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales están compuestas por los arroyos, los lagos, ríos, acequias, quebradas etc. [11]

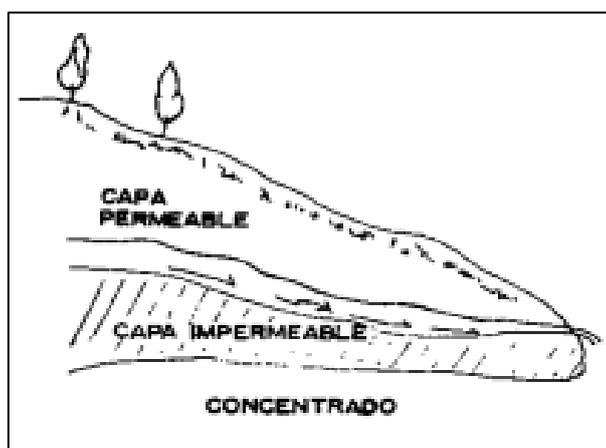
### 2.3.3.2 Aguas Subterráneas

Estas aguas son originadas por infiltración de agua de lluvia o de la precipitación de la cuenca se infiltra el agua en el suelo hasta la saturación. [11]

- **Manantial de ladera**

Es aquel en donde sus aguas afloran en forma horizontal desde un talud tipo ladera. [11]

**Figura II-12: Manantial de Ladera.**

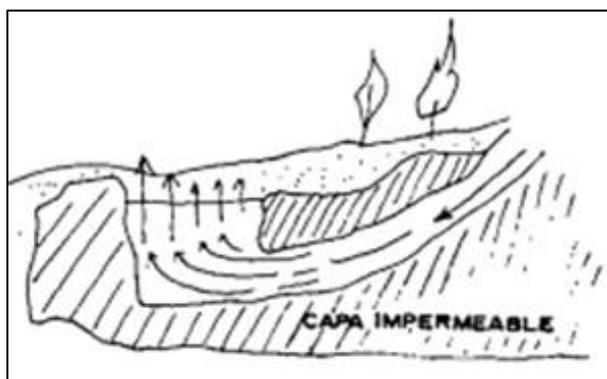


**Fuente:** Agüero, Roguer.

- **Manantial de fondo**

Se denomina así porque el agua aflora de forma ascendente hacia la superficie.

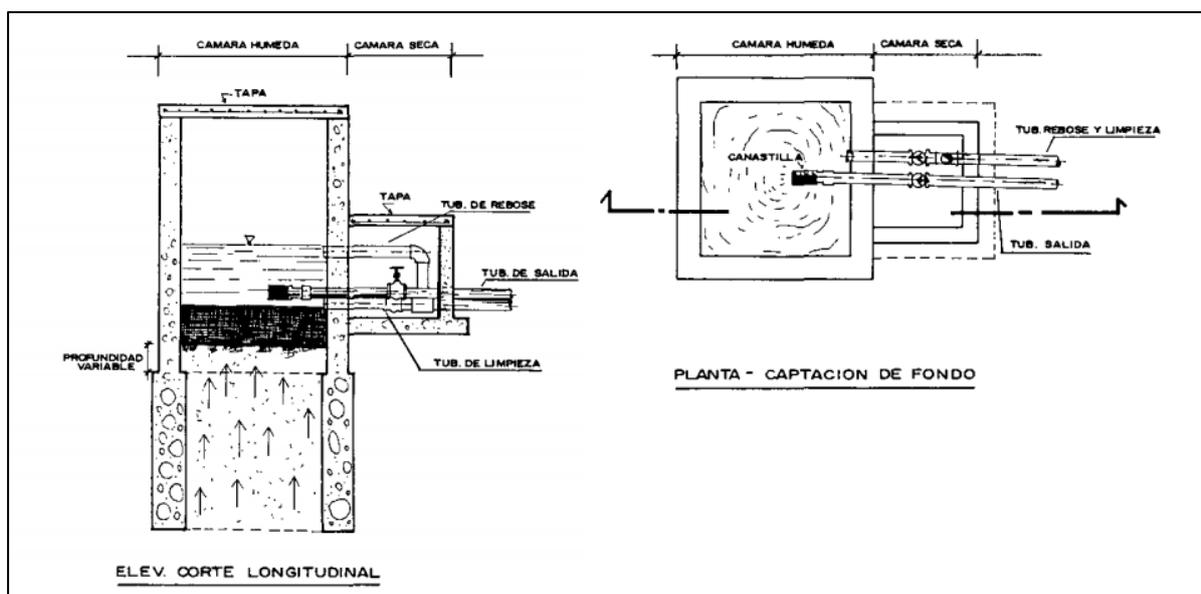
**Figura II-13: Manantial de fondo.**



**Fuente:** Agüero, Roguer.

La estructura de recolección se puede simplificar a una cámara que no presenta fondo, puesto que por allí aflora el agua. Presenta dos zonas, la cámara húmeda y la cámara seca: La primera, tiene como objeto regular y reservar el gasto a emplearse, mientras que la segunda zona, se encarga de proteger todas las válvulas que se encuentran en estas, como son las válvulas de control de salida de agua. Además, la primera cámara (húmeda) presenta una canastilla de salida, como también tuberías de limpia y de rebose. [11]

**Figura II-14: Captación de un manantial de fondo**



**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

### 2.3.3.3 Calidad de agua

De acuerdo a [14] toda agua consumida por un humano, no debe tener:

- Virus
- Organismos de vida libre, como protozoarios, algas, nemátodos, copépedos y rotíferos en todos sus estadios evolutivos y
- Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*
- Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos
- Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C

### **2.3.3.4 Cantidad de agua**

Para hallar el caudal de agua de una fuente o captación, se puede determinar a través de diversos métodos. Entre los más empleados en el rubro rural de abastecimiento de agua potable, se cuenta con el método de velocidad-área y con el volumétrico. [11]

#### **2.3.3.4.1 Método Volumétrico**

A través de este método se calcula el caudal de la captación o fuente de abastecimiento; este método se da mediante la toma de intervalos de tiempo en que demora en llenarse un recipiente que tiene un volumen conocido. Luego, dicho volumen (lts) se divide entre el tiempo promedio (seg) de la toma de intervalos, obteniéndose de esta manera el caudal (lts/seg). [11]

Para de mayor precisión en este método, se recomienda varias tomas de tiempo.

### **2.3.3.5 Conducción por gravedad**

En un sistema de agua potable por gravedad, la captación que abastece a toda la población debe estar ubicada en la parte alta para que el agua fluya a través de tuberías sobre una topografía que proporciona un desnivel favorable, usando solamente la fuerza de gravedad.

#### **2.3.3.5.1 Trazado de la línea de conducción en tuberías**

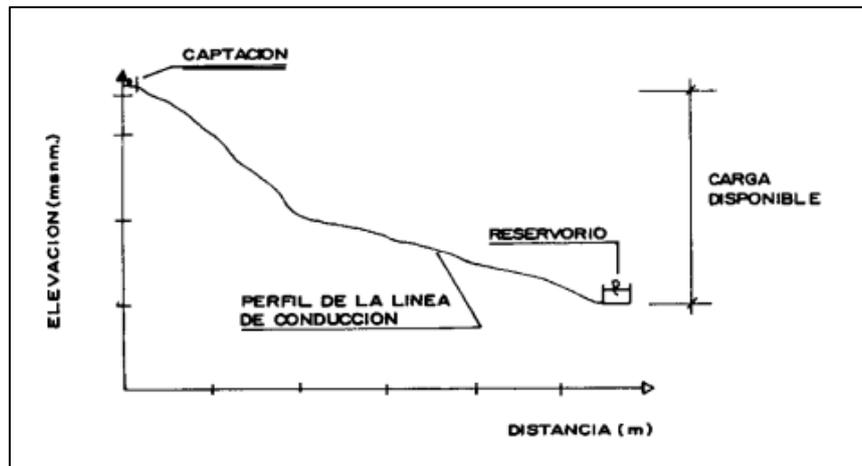
El trazado de la tubería de conducción, se realiza dependiendo de la superficie del terreno, usualmente el trazado sigue este perfil, salvo algunas excepciones cuando se encuentre con terrenos rocosos.

Se debe tener en consideración los siguientes parámetros en el trazado de la tubería:

- **Carga disponible**

La carga disponible es representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación y el reservorio. [11]

**Figura II-15: Carga disponible**

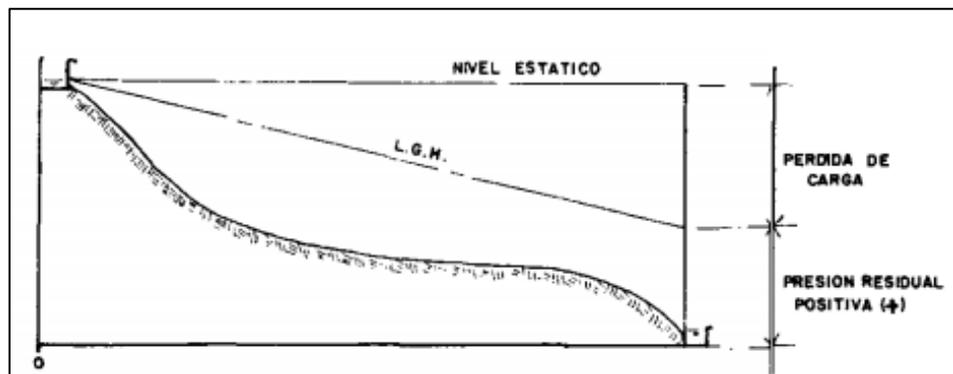


**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

- **Presión residual positiva**

Es aquella presión que nos indica que hay suficiente energía para mover el flujo puesto que existe un exceso de energía gravitacional. [11]

**Figura II-16: Presión residual positiva**

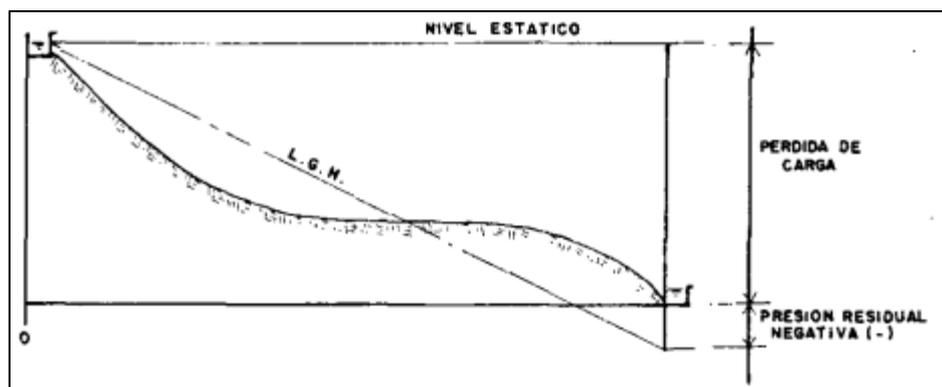


**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

- **Presión residual negativa**

Indica que no hay suficiente gravedad para mover la cantidad de agua requerida. [11]

**Figura II-17: Presión residual negativa**



**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

- **Pérdida de carga**

Se requiere un consumo de energía para vencer la resistencia que impide que el agua se mueva de un punto a otro en una parte de la tubería.

Las posibles pérdidas a lo largo de una sección de la tubería son: Fricción o lineales y locales o singulares.

- **Coefficientes de rugosidad**

La Fórmula de Hazen Williams es utilizada para el cálculo de las tuberías que están trabajando a presión, en dicha formula se presenta un coeficiente de acuerdo al material de tubería como se indica a continuación:

**Tabla II-4: Coeficiente de rugosidad “C”**

| COEFICIENTES DE FRICCIÓN "C" EN LA FÓRMULA DE  |     |
|--|-----|
| TIPO DE TUBERIA                                | C   |
| (R.N.E) Tub.: Acero sin costura                | 120 |
| (R.N.E) Tub.: Acero soldado en espiral         | 100 |
| (R.N.E) Tub.: Cobre sin costura                | 150 |
| (R.N.E) Tub.: Concreto                         | 110 |
| (R.N.E) Tub.: Fibra de vidrio                  | 150 |
| (R.N.E) Tub.: Hierro fundido                   | 100 |
| (R.N.E) Tub.: Hierro fundido con revestimiento | 140 |
| (R.N.E) Tub.: Hierro galvanizado               | 100 |
| (R.N.E) Tub.: Polietileno, Asbesto Cemento     | 140 |
| (R.N.E) Tub.: Poli(cloruro de vinilo)(PVC)     | 150 |

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017.

### 2.3.3.5.2 Clases de tuberías

Para la elección de la clase de tubería a emplear, dependerá de las presiones que trabajen en dichos tramos de tubería, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

**Tabla II-5: Clase de tuberías de acuerdo a presión de trabajo**

| CLASE DE TUBERIA | CARGA ESTATICA (metros)           |                           |
|------------------|-----------------------------------|---------------------------|
|                  | PRESION MAXIMA DE PRUEBA (metros) | PRESION MAXIMA DE TRABAJO |
| TUB. CLASE 5     | 50 m.                             | 35 m.                     |
| TUB. CLASE 7.5   | 75 m.                             | 50 m.                     |
| TUB. CLASE 10    | 100 m.                            | 70 m.                     |
| TUB. CLASE 15    | 150 m.                            | 100 m.                    |

**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

### 2.3.3.5.3 Estructuras complementarias

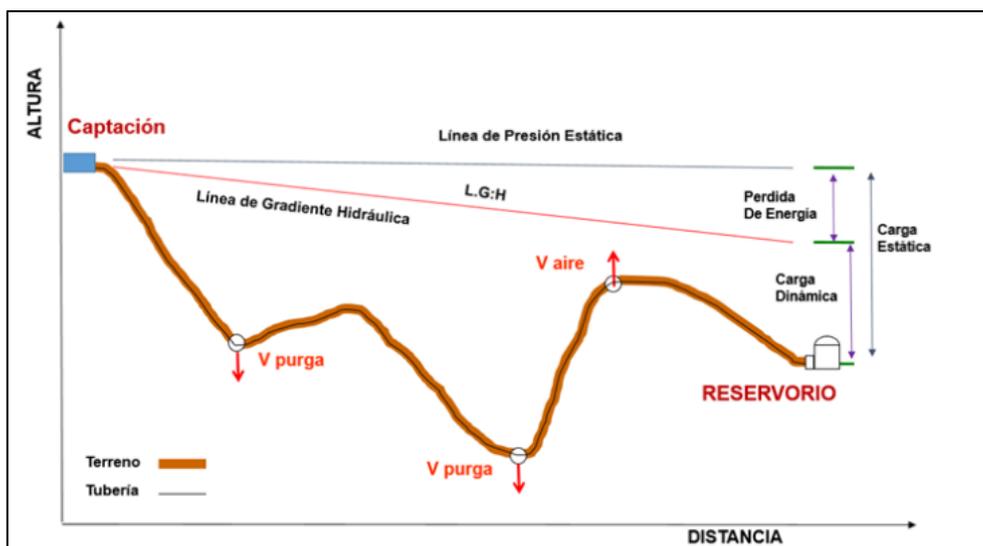
#### 2.3.3.5.3.1 Válvula de purga

Es necesario su colocación ya que cuando existen puntos bajos, los sedimentos se acumulan en dichos puntos lo que ocasiona una reducción del área de flujo de agua por tal motivo es necesario instalar válvulas de purga, lo que permite la limpieza periódica de los tramos de tubería.

#### 2.3.3.5.3.2 Válvula de aire

En los puntos altos, el aire acumulado provoca la reducción del área de flujo del agua, lo que ocasiona una pérdida de carga y una disminución del gasto, por lo cual es necesario la colocación de estas válvulas.

**Figura II-18: Ubicación de estructuras complementarias**



**Fuente:** Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018.

### 2.3.3.6 Reservorios

Son unidades de almacenamiento de agua potable que garantizan el suministro de la red de distribución en horas de máximo consumo y mantener una presión adecuada de servicio.

#### 2.3.3.6.1 Funciones del reservorio

El reservorio cumple las siguientes funciones, como nos indica Vierendel [15]:

- Compensar las variaciones durante el día ( $V_{regulación}$ )
- En caso de emergencias como el caso de fallas de bombas, incendios u otros casos se debe tener almacenado cierta cantidad de agua.
- Mantener las presiones de servicio de la red, para que cumpla con los límites permisibles en cada punto de la red.

### 2.3.3.7 Red de distribución

Se define a las redes de distribución como un conjunto de tuberías de diámetros diferentes, hidrantes, válvulas y de más accesorios, su punto de partida se encuentra en el punto final de la

línea de aducción (entrada del pueblo) y que se desarrolla por todas las calles de la población con el fin de llevar el agua potable al consumidor. [15]

La red de distribución se diseña teniendo en consideración dos parámetros la presión y velocidad del agua en las tuberías.

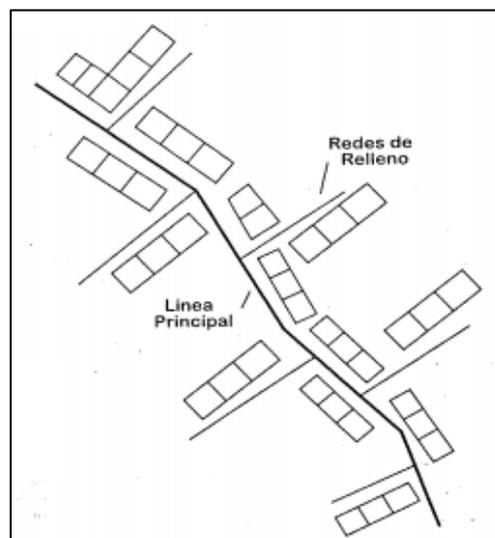
### 2.3.3.7.1 Tipos de redes de distribución

Hay dos tipos de sistemas de distribución, de acuerdo a la forma de los circuitos: el sistema puede ser ramificado o abierto y de circuito cerrado, denominado como malla, parrilla, etc. [11]

#### 2.3.3.7.1.1 Sistema Abierto

Son redes de distribución, compuestas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Se emplea dicho sistema, cuando la topografía no permite o se dificulta la interconexión entre ramales y cuando el desarrollo de las poblaciones es en forma lineal, por lo general a lo largo de un camino o un río. [11]

**Figura II-19: Esquema de un sistema ramificado o abierto.**

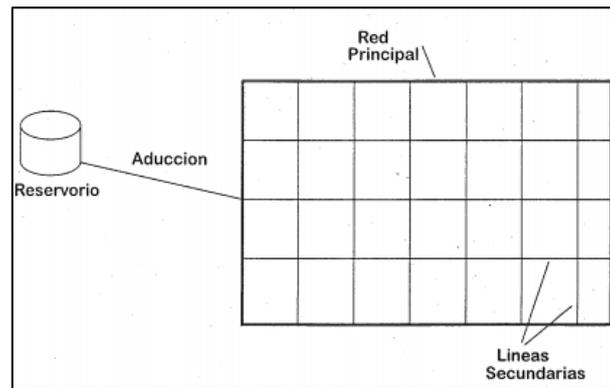


**Fuente:** Moya, Próspero. 2002.

#### 2.3.3.7.1.2 Sistema Cerrado

Este sistema está formado por tuberías interconectadas que forman mallas. Se considera más conveniente este tipo de sistema puesto que al utilizar un circuito cerrado, se logra un servicio más permanente y eficiente. [11]

**Figura II-20: Esquema de un sistema tipo malla o cerrado.**



**Fuente:** Moya, Próspero. 2002.

### 2.3.3.7.2 Ubicación y recubrimiento de tuberías

Para la ubicación de las redes de distribución, se considera los siguientes parámetros, como específica la OS.050 [16]:

- En las calles que cuenten con un ancho de 20 m o menos, se tendrá que proyectar una línea principal de agua que pase al lado de la calzada a una distancia mínima de 1.20m del límite de propiedad.
- En las calles, avenidas o jirones que cuenten con un ancho mayor a los 20m, se tendrá que proyectar dos líneas de tuberías de agua, considerando una a cada lado de las veredas.
- El ramal distribuidor deberá ubicarse a una distancia máxima de 1.20m paralelo a la calzada.
- La distancia horizontal mínima entre dos tuberías principales de agua y desagüe es de 2m.
- La mínima distancia horizontal entre ramales distribuidores y colectores es de 0.20m.
- El recubrimiento mínimo en vías vehiculares es de 1m sobre la clave del tubo, mientras que es de 0.30m en zonas sin acceso vehicular, es decir en zonas con acceso solo peatonal.

### 2.3.3.7.3 Conexión predial

De acuerdo a la OS.050, [16] nos indica los elementos que deben considerarse:

- Elementos de conducción: Tuberías
- Elementos de medición y control: Caja de medición
- Elemento de empalme

### **2.3.4 Sistema de Alcantarillado**

Conjunto de obras hidráulicas que tienen como finalidad la recolección, conducción y disposición de las aguas grises y de lluvia, para evitar se produzcan problemas de tipo sanitario e inundaciones.

#### **2.3.4.1 Clasificación de las aguas residuales**

##### **2.3.4.1.1 Aguas residuales domésticas**

Es el tipo de agua residual que es el resultado del uso del agua en los hogares y núcleos urbanos.

##### **2.3.4.1.2 Aguas residuales industriales**

Es el agua producida por los procesos llevados a cabo en el segundo sector de la economía es decir de las actividades industriales, pueden contener elementos tóxicos, metales pesados, ácidos, bases, sales entre otros; es necesario que estas aguas sean removidas antes de ser vertidas directamente al sistema de alcantarillado.

##### **2.3.4.1.3 Aguas residuales pluviales**

Son las que vienen de la escorrentía del agua de lluvia, que fluye por los techos, calles y pisos, Puede contener sólidos en suspensión como vegetales, basura, entre otros.

#### **2.3.4.2 Clasificación de los sistemas de alcantarillado**

##### **2.3.4.2.1 Sistema Sanitario Separativo**

La recolección de las aguas pluviales se realiza de manera independiente con respecto a la de las aguas domésticas e industriales.

Este sistema tiene como objeto disminuir gastos económicos en el tratamiento de aguas residuales, puesto que las aguas de lluvias al no combinarse con las aguas residuales, no necesitarían depuración alguna.

##### **2.3.4.2.2 Sistema Unitario o combinado**

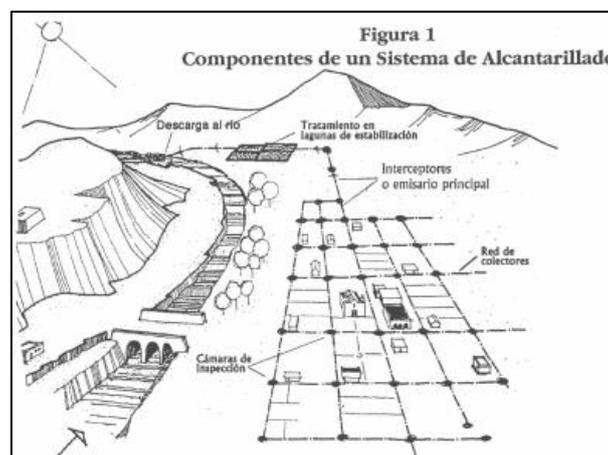
En este sistema se recolectan las aguas domésticas e industriales junto con las pluviales, mediante una misma red.

### 2.3.4.3 Partes de un Sistema de Alcantarillado

Un sistema de alcantarillado se compone por una red de alcantarillado, planta de tratamiento y un cuerpo receptor de disposición final. La red de alcantarillado está conformada por [15]:

- **Colector Secundario:** También denominado colector domiciliario, cuyas tuberías son las encargadas de recibir las descargas que provienen de las conexiones domiciliarias.
- **Colector Primario:** Es el encargado de recibir las descargas de las tuberías de los colectores secundarios.
- **Emisor:** Su punto de origen es el más bajo del sistema, se encarga de recibir y conducir las descargas totales para posteriormente evacuarlas a un cuerpo receptor de disposición final o punto de entrega.
- **Planta de Tratamiento:** Son instalaciones habilitadas con el fin de tratar las aguas negras para su correcto vertido con calidad al cuerpo receptor.
- **Cuerpo receptor de disposición final:** Las aguas residuales son vertidas a un cuerpo receptor final el cual puede ser un depósito natural como ríos, lagos, mar, etc.

**Figura II-21: Esquema de sistema de alcantarillado.**



**Fuente:** Google.

### 2.3.4.4 Criterios y Normas en el Dimensionamiento Hidráulico

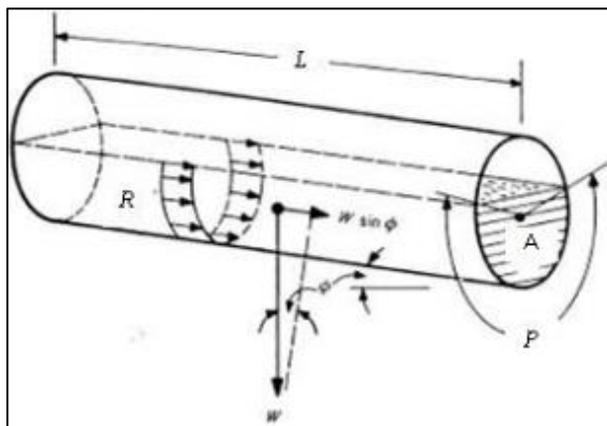
De acuerdo con OS-070, se explica que la norma contiene requisitos dentro de su alcance, los que deben cumplir los proyectos de saneamiento para poblaciones de más de 2000 habitantes.

[17]

### 2.3.4.5 Tensión Tractiva

Se define a la fuerza de arrastre o tensión tractiva como la fuerza tangencial por unidad de área mojada ejercida por el flujo de aguas residuales sobre un colector y en consecuencia sobre el material depositado. [18]

**Figura II-22: Esfuerzo actuando en un tramo de tubería.**



**Fuente:** OPS-CEPIS. 2005

### 2.3.4.6 Ubicación y Recubrimientos de tuberías

La OS.070 en su Artículo 4, nos da parámetros para la instalación de las redes de tuberías de desagüe [17]:

- En las calles que cuenten con un ancho de 20 m o menos, se tendrá que proyectar una línea de desagüe.
- En las calles, avenidas o jirones que cuenten con un ancho mayor a los 20m, se tendrá que proyectar dos líneas de desagüe, considerando una a cada lado de las veredas.
- La distancia entre el plano vertical tangente más cercano de la tubería principal y la línea de propiedad debe ser mayor o igual a 1,5 m.
- La mínima distancia horizontal entre ramales distribuidores y colectores es de 0.20m.
- El ramal colector de aguas negras debe ubicarse a una distancia de 0,50 m a partir del límite de propiedad o sobre el eje de vereda.
- El mínimo recubrimiento en vías vehiculares es de 1m sobre la clave del tubo, mientras que es de 0.30m en zonas sin acceso vehicular, es decir en zonas con acceso solo peatonal y/o en

zonas rocosas, además se establece la verificación de la deflexión (deformación) de la tubería generada por cargas externas para cualquier profundidad colocada.

- En caso de que el tipo de suelo sea rocoso, los ramales colectores pueden tener un recubrimiento mínimo de 0.20 m.
- Se colocará una caja de inspección cuando halla desniveles en el trazo de un ramal colector de desagüe, en tal caso no se podrá emplear curvas.
- En todos los casos, el proyectista es libre de ubicar la tubería principal, el ramal del colector de alcantarillado y los componentes de la conexión doméstica del sistema de tratamiento de agua y aguas residuales domésticas de manera conveniente, respetando el alcance establecido y adaptándose a las condiciones del terreno.
- La situación en la que la posición de la tubería no cumple con los parámetros mínimos establecidos deben ser detalladamente justificados.
- Se puede reducir las distancias entre tuberías y entre el límite de propiedad con las antes mencionadas en las vías peatonales, así como, los recubrimientos siempre y cuando:
  - ✓ Para evitar su fisuramiento o rotura, se diseñarán medidas de protección especial a las tuberías.
  - ✓ Si las vías peatonales cuentan con elementos como jardineras, sardineles, bancas, etc que impidan la circulación de vehículos.
- En los puntos de cruce de tuberías principales de agua de consumo humano y tuberías principales de alcantarillado, el diseño debe contemplar una distancia vertical mínima de 0,25m en el que la tubería de agua este por encima de la de alcantarillado. Además, se debe verificar que la intersección evite estar cerca de las uniones de las tuberías de agua con el fin de disminuir el riesgo de contaminación del sistema de agua.
- Se proyectarán en tramos rectos entre buzones o entre cajas de inspección las redes de tuberías principales y los ramales secundarios. Con el fin de asegurar la profundidad mínima de enterramiento, habrá casos especiales, donde se podrá emplear una curva en un ramal colector, estos casos deben ser debidamente sustentados.

#### **2.3.4.7 Cámaras de inspección**

De acuerdo, a [17] nos dice que las cámaras de inspección pueden ser cajas de inspección, buzones de inspección y/o buzonetas.

Por temas de limpieza e inspección se proyectarán buzones y buzonetas en todos los lugares donde sean necesarios, como en los siguientes escenarios:

- En el inicio de todo colector.
- En los cambios de diámetro
- En los cambios de pendiente
- En todos los empalmes de colectores
- En los cambios de dirección
- En los cambios de material de las tuberías

#### **2.3.4.7.1 Buzonetas**

Las buzonetas se emplean en los sistemas condominales.

Se emplearán en los ramales principales, en vías peatonales cuando la profundidad sea  $< 1.00\text{m}$  sobre la clave del tubo. Se emplearán sólo para ramales principales de hasta  $\varnothing = 200\text{mm}$ .

El diámetro ( $\varnothing$ ) de las buzonetas será de  $0.60\text{ m}$ . [17]

#### **2.3.4.7.2 Buzones**

Cuando la distancia sea  $>$  de  $1.0\text{ m}$  sobre la clave de la tubería, se empleará buzones.

Para tuberías:

$\varnothing = 800\text{ mm}$ , el  $\varnothing$  interior del buzón  $= 1.20\text{ m}$

$\varnothing = 1200\text{mm}$ , el  $\varnothing$  interior del buzón  $= 1.50\text{ m}$

En caso el diámetro sea mayor a los antes mencionados, tendrán un diseño especial las cámaras de inspección. Los techos de todos los buzones deberán contar con una tapa de acceso la cual tendrá un diámetro de  $0.60\text{ m}$ . [17]

Las cámaras de inspección o buzones tendrán una distancia máxima entre ellas de:

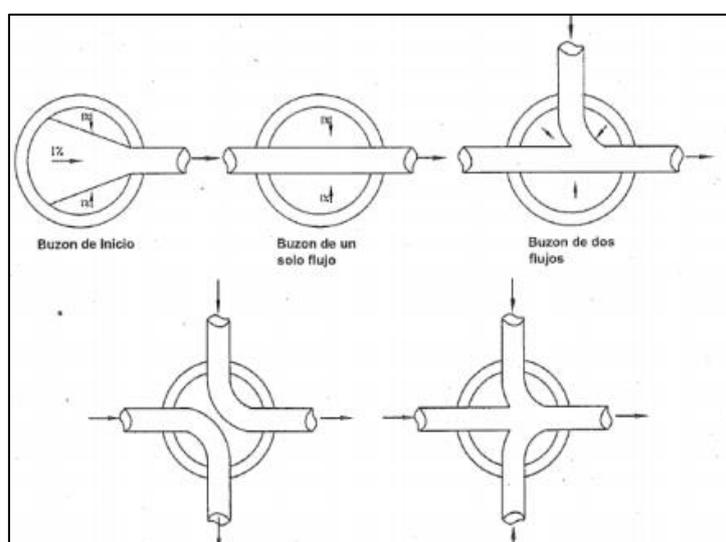
**Tabla II-6: Distancia Máxima entre buzones**

| DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm) | DISTANCIA MÁXIMA (m) |
|-------------------------------------|----------------------|
| 100                                 | 60                   |
| 150                                 | 60                   |
| 200                                 | 80                   |
| 250 a 300                           | 100                  |
| Diámetros mayores                   | 150                  |

Fuente: RNE. 2017.

### 2.3.4.7.3 Canaletas media caña

Se diseñarán canaletas, en el fondo del buzón y tendrán pendientes de 1%. [17]

**Figura II-23: Cámaras de inspección**

Fuente: Moya, Próspero.2002

### 2.3.4.7.4 Conexiones domiciliarias

Las aguas residuales de las casas u otras edificaciones son transportadas a través de tuberías al colector más cercano que pase por la calle, a dichas tuberías se les denomina conexiones domiciliarias. El diámetro ( $\phi$ ) a lo largo de esta tubería depende del gasto que genere dicha la casa o edificio.

En concordancia con la normativa OS.070 “Redes de aguas residuales” establece ciertos parámetros. La conexión predial de distribución de redes de desagüe, se posicionará a una mínima distancia de 1.20 del límite izquierdo o derecho del edificio o casa. En otras situaciones se tendrá que sustentar lógicamente. [17]

La conexión contara con un  $\varnothing$  mínimo de 100mm.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Diseño de investigación**

##### **3.1.1 Tipo de estudio**

El proyecto presentado, se puede clasificar de la siguiente manera:

De acuerdo al diseño de la investigación es descriptiva mientras que de acuerdo al fin que se persigue es Aplicada.

**Descriptiva**, Descriptivo, basado en diseño de investigación. Esto requiere la recopilación de datos para describir y comprender el estado actual de los sistemas de agua y desagüe.

**Aplicada**, Se basa en los resultados de la investigación, de los cuales se trazan metas propuestas.

##### **3.1.2 Población y muestra**

Todo proyecto en el rubro de saneamiento tiene como finalidad, satisfacer a una determinada población, teniendo en consideración para su diseño el crecimiento de la población, por tal motivo suele considerarse un intervalo de tiempo entre los 15 a 20 años. Es fundamental calcular el número de residentes con una proyección de crecimiento de 20 años. Dichos datos nos permitirán calcular el caudal de agua necesario, los diámetros de las redes de agua potable y desagüe y el correcto dimensionamiento de PTAR, etc. Por ello, el presente el estudio abarcara los sectores de Mayascón, Traposa, Papayo-Desaguadero, distrito de Pítipo.

##### **3.1.3 Métodos, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

###### **3.1.3.1 Métodos y/o Técnicas**

**Observación directa**, mediante un reconocimiento de campo en la zona de estudio, para obtener todos los datos pertinentes que permitan la elaboración del proyecto presentado.

**Evaluación in situ**, para determinar el estado situacional del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado.

Recolección de datos estadísticos sobre la población que conforma el área de estudio. Experimentación en un laboratorio especializado, con el fin de obtener las características del suelo predominante y de los materiales a utilizar en el presente proyecto. [19]

### 3.1.3.2 Instrumentos

- **Equipos Topográficos**

Brújula

GPS

Nivel

Estación Total

Trípode

Prisma

- **Laboratorio de Mecánica de Suelos**

**Ensayo de Granulometría:** Ensayo se realizará conforme NTP 399.128(ASTM D422).

**Equipos:** Tamices, Balanza, Horno eléctrico, Cuchillos.

**Ensayo de Límites de Atterberg:** Ensayo se realizará conforme NTP 399.129(ASTM D4318).

**Equipos:** Recipiente metálico, Brocha, Balanza, Cuchillo, Ranurador, Espátula, Copa de Casagrande, Máquina de Casagrande.

**Ensayo de Proctor Modificado:** Ensayo se realizará conforme NTP 399.141(ASTM D1557).

**Equipos:** Molde cilíndrico, Martillo metálico, Horno, Tamices, Balanza, Espátula.

**Ensayo de Corte Directo:** Ensayo se realizará NTP 399.171(ASTM D3080).

**Equipos:** Máquina de Corte Directo, Caja de corte, Piedras porosas, Papel Filtro.

- **Programas de cómputo**

Excel/ Microsoft Word

PowerPoint

- **Programas de Ingeniería**

AutoCAD

Civil 3d

### **3.1.3.3 Fuentes**

**Norma OS.010: Captación y conducción de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones. (RNE)**

Norma que nos permitirá fijar los parámetros mínimos de diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, como la velocidad mínima de diseño, propiedades de los principales materiales a utilizar; lo cual nos permitirá garantizar que nuestro proyecto pueda satisfacer las necesidades de la población de manera eficiente.

**Norma OS.020: Planta de tratamiento de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones. (RNE)**

Esta norma nos permitirá establecer criterios básicos de diseño para la planta de tratamiento a diseñar, lo que nos garantizará que no habrá efectos negativos para la salud pública.

**Norma OS.030: Almacenamiento de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones. (RNE)**

Esta norma indicara los requisitos mínimos para la conservación de la calidad del agua para consumo humano.

El propósito del sistema de almacenamiento es suministrar el consumo humano de agua a la red de distribución con la presión de servicio adecuada y la cantidad necesaria para compensar los cambios en la demanda.

Del mismo modo, en situaciones de emergencia, como incendios, la fuente de suministro se detiene temporalmente y / o el equipo de procesamiento se detiene parcialmente, deben tener un suministro adicional.

**Norma OS.040: Estaciones de bombeo de agua para consumo humano. 2016. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones. (RNE)**

La norma especifica los parámetros mínimos que los sistemas hidráulicos y electromecánicos deben bombear para que los humanos bombeen agua. La función de la estación de bombeo es transferir agua utilizando equipos de bombeo.

**Norma OS.050: Redes de distribución de agua para consumo humano. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones. (RNE)**

Esta norma ayudará para el diseño de las redes de distribución de agua para consumo humano, parámetros mínimos para el cálculo de los caudales de diseño, diámetros mínimos y especificaciones de procesos constructivos.

**Norma OS.070: Redes de aguas residuales. 2011. Perú: Reglamento Nacional De Edificaciones. (RNE)**

Esta norma señalará los requisitos mínimos para el cálculo de los dimensionamientos hidráulicos a través de pendientes y velocidades mínimas, criterios para ubicar las redes y dimensiones de las tuberías de alcantarillado.

**Norma OS.080: Estación de bombeo de aguas residuales. 2016. Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones. (RNE)**

Esta norma nos indica los parámetros mínimos que deben cumplir las estaciones de bombeo de aguas residuales y pluviales. Las estaciones de bombeo tienen como propósito, transportar las aguas residuales mediante el uso de equipos de bombeo.

**Norma OS.090: Plantas de tratamiento de aguas residuales. 2011. Perú: Reglamento Nacional De Edificaciones. (RNE)**

El fin de esta norma es dar los parámetros para el desarrollo de proyectos de tratamientos de aguas negras y los procesos que deben experimentar las mismas antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización con el fin de evitar la contaminación en el ambiente y enfermedades de origen hídrico.

**Norma E.060. Concreto Armado. 2011. Perú: Reglamento Nacional de edificaciones. (RNE)**

Esta Norma ayudará al diseño estructural de los elementos de Concreto Armado, el cual nos aseguren que puedan resistir las cargas permanentes que estas expuestas y a eventuales cargas sísmicas, de tal manera que se asegure que el proyecto se mantenga en el tiempo.

**Ley General de Servicios de Saneamiento Ley N°26338**

Tanto en el ámbito urbano como en el rural la ley establece indicaciones que rigen la prestación de los servicios de saneamiento. Estos incluyen a los servicios de agua potable, alcantarillado, desagüe pluvial y disposición sanitaria de excretas.

**Ley General Del Ambiente - Ley N°28611**

La Ley General del Ambiente, prescribe en todos sus extremos, lo relacionado a la situación ambiental del Perú, estableciendo principios y normas básicas que aseguran el cumplimiento rígido del derecho humano constitucional a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para tener un desarrollo digno como persona. Esta norma establece el deber de toda persona (Natural y/o Jurídica) a contribuir en la gestión efectiva del medio ambiente y su respectiva protección, al igual que la de sus componentes, en pro de contribuir a la calidad de vida del ser humano, con miras a lograr el desarrollo sostenible del país.

**Resolución Ministerial RM-192-2018. Perú: Ministerio de Vivienda Construcción Y Saneamiento Dirección De Saneamiento**

Mediante la presenta resolución se aprueba la "Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural - 2018". La cual brinda parámetros y consideraciones básicas de diseño en el ámbito rural, por lo cual para la elaboración de esta investigación se ha considerado conveniente guiarse de esta norma puesto que no hay hasta el momento ninguna normativa especialmente enfocada al ámbito rural y puesto que nuestro proyecto no se realiza en la zona urbana. Se toma en cuenta esta guía.

### 3.1.3.4 Bibliografía

Resolución Ministerial RM-192-2018

Norma Peruana OS-010: Captación y Conducción de Agua para consumo Humano.

Norma Peruana OS-020: Planta de Tratamiento de Agua para consumo Humano.

Norma Peruana OS-0.30: Almacenamiento de Agua Para consumo Humano.

Norma Peruana OS-0.70: Redes de Aguas Residuales.

Norma Peruana OS-0.90: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Norma E.0.30: Diseños Sismo – Resistente.

Norma E.0.50: Suelos y Cimentaciones

Norma E.0.60: Concreto Armado

### 3.1.4 Plan de procesamiento para análisis de datos

#### Fase I:

- Realizar la coordinación con las autoridades locales competentes.
- Recopilación de los antecedentes del proyecto, así como también de la toda la información bibliográfica.
- Realizar un reconocimiento de campo.
- Revisar la normativa nacional vigente.
- Inicio de la Evaluación de Impacto Ambiental

#### Fase II:

Estudios de calidad del agua.

Diagnóstico del estado actual (situacional) de los sistemas que conforman el proyecto, Agua potable y desagüe.

Levantamiento topográfico del área del proyecto.

La realización de ensayos de mecánica de suelos, a través de la toma de muestras.

Continuación de la Evaluación de Impacto Ambiental.

Estudio de fuentes de abastecimiento

**Fase III:**

Cálculo de la población de diseño.  
Verificar la capacidad de los reservorios.  
Diseño de Red de distribución de agua potable  
Diseño de Red de distribución de alcantarillado  
Diseño de los buzones.  
Elaboración de las memorias descriptivas y de cálculo  
Elaboración de los planos.  
Continuación de la Evaluación de Impacto Ambiental.

**Fase IV:**

Elaboración de las planillas de metrados de las respectivas partidas.  
Elaboración de Presupuesto de la obra  
Resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental.  
Recomendaciones y Conclusiones

**3.2 Metodología****3.2.1 Parámetros de diseño****3.2.1.1 Período de diseño**

Se define como período de diseño de cualquier proyecto, al tiempo que se considera que el sistema va funcionar eficientemente; en proyectos de saneamiento se refiere tanto a la resistencia física de sus instalaciones o elementos como también a su capacidad de conducción del caudal diseñado.

Usualmente el tiempo estimado es de 20 años, para el diseño del presente proyecto se ha considerado los 20 años; en concordancia con la Resolución Ministerial de Ministerio de Vivienda, para obras de saneamiento se considera un periodo de diseño de 20 años.

### 3.2.1.2 Población Futura

Para zonas rurales se utilizó el Método Aritmético en los cálculos realizados en la Población Futura, ya que este se utiliza cuando la población se encuentra en franco crecimiento, para esto se tuvo en cuenta datos censales del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

*Tasa de Crecimiento.- según fuente INEI, en el departamento de Lambayeque la tasa de crecimiento poblacional es de 2.34%,*

### 3.2.1.3 Método Aritmético

Este sistema es empleado cuando la población se encuentra en franco crecimiento.

$$Pf = Po * (1 + r*t/100)$$

Donde:

Pf= Población Futura.

Po= Población inicial.

r = Razón de crecimiento.

t = Tiempo Futuro.

### 3.2.1.4 Método Geométrico

Este método es empleado para poblaciones que se están en fase de inicio o de saturación, más no cuando está en crecimiento.

$$P = P_o * r^{(t-t_o)}$$

$$r = \sqrt[t_{i+1}-t_i]{\frac{P_{i+1}}{P_i}}$$

Donde:

P : Población a futura.

P<sub>o</sub> : Población inicial.

r : Tasas de crecimiento.

$t$  : Tiempo en que se calcula la población.

$t_0$  : Tiempo inicial.

### 3.2.1.5 Método de Interés Simple

Este método se emplea para poblaciones que se encuentran en fase de asentamiento.

$$P = P_0 + [1 + r * (t - t_0)]$$

$$r = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t(t_{t+1} - t_t)}$$

Donde:

$P$  : Población a futura.

$P_0$  : Población inicial.

$r$  : Tasas de crecimiento.

$T$  : Tiempo futuro.

$t_0$  : Tiempo inicial.

### 3.2.2 Demanda de Agua

Se le denomina demanda al consumo promedio de agua que una persona gasta por día, con el fin de abastecer sus diversas necesidades, la demanda de agua tiene como unidad litro x habitante x día (l/hab./día).

Es fundamental el cálculo de este ítem de diseño, se debe tener en consideración algunos factores que pueden variar el uso o consumo del agua, ya que de esta manera se puede asegurar un servicio eficiente de agua a los pobladores, además se deberá considerar las recomendaciones del RNE.

El agua se destina a usos diversos que tienen relación con las necesidades de una población, así se tendrá:

### 3.2.2.1 Consumo doméstico

Este consumo es predominante en el diseño y es aquel que se relaciona con los hábitos de la población. Este consumo se da debido a las siguientes actividades: consumo familiar de agua de bebida, baño, aseo personal, lavado de ropa, lavado de carro, cocina, limpieza en general, riego de jardín y correcto funcionamiento de las instalaciones sanitarias.

Para el proyecto se ha considerado un consumo de 90 lit/hab/día, de acuerdo al RM-192-2018, su selección depende del tipo de opción tecnológica para la disposición sanitaria de excretas y la región en la cual se implementen.

**Tabla III-1: Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d)**

| REGIÓN | DOTACIÓN SEGÚN TIPO DE OPCION TECNOLÓGICA (l/hab.d)              |  |
|--------|--|--|
|        | SIN ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(COMPOSTERA Y HOYO SECO<br>VENTILADO) | CON ARRASTRE HIDRÁULICO<br>(TANQUE SÉPTICO MEJORADO) |
| COSTA  | 60   | 90   |
| SIERRA | 50   | 80   |
| SELVA  | 70   | 100  |

**Fuente:** Resolución Ministerial-192-2018

### 3.2.2.2 Contribución Estatal

Es aquel utilizado en las instituciones de rubro público, en estas se encuentran: las escuelas, universidades y centros de salud.

- **Colegios**

Se está considerando como locales públicos, a los lugares como, locales educacionales que pertenezcan a la zona en estudio.

En RM-192-2018, capítulo III, acápite 1.1 señala: “La dotación de agua para centros educativos, del sector rural, estará de acuerdo con la tabla siguiente”:

**Tabla III-2:Dotación de agua para centros educativos.**

| DESCRIPCIÓN                                      | DOTACIÓN (l/alumno.d) |
|--|-----------------------|
| Educación primaria e inferior (sin residencia)   | 20                    |
| Educación secundaria y superior (sin residencia) | 25                    |
| Educación en general (con residencia)            | 50                    |

**Fuente:** Resolución Ministerial-192-2018

Adoptaremos una dotación = 20 lit/hab/día y 25 lit/hab/día dependiendo del grado de educación del centro educativo.

- **Centros de Salud**

Para locales de salud como hospitales, consultorios médicos, clínicas dentales, clínicas de hospitalización y similares la demanda de agua se dará, según la siguiente tabla:

**Tabla III-3: Dotación para locales de Salud.**

| Locales de Salud                         | Dotación                    |
|--|-----------------------------|
| Hospitales y clínicas de hospitalización | 600 lt/d por cama           |
| Consultorio médico                       | 500 lt/d por consultorio    |
| Clinicas dentales                        | 1000 lt/d por unidad dental |

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017.

### 3.2.2.3 Contribución Social

Esta contribución incluye a áreas verdes como parques, además de losas deportivas, iglesias, capillas y similares.

- **Áreas Verdes y Recreación Pública**

Dentro de este ítem se encuentra el agua destinada para riego de parques, jardines y zonas verdes, así como también para la limpieza de calles.

En el R.N.E, Norma IS.010, acápite 2.2, establece que: “Para áreas verdes la dotación de agua a utilizar será de 2 lit/día por m<sup>2</sup>. No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas en otras no sembradas para fines de esta dotación”. [20]

- **Locales de espectáculo o centro de reunión**

La dotación para centros de reunión o locales de espectáculo, como lo son los cines, teatros, espectáculos al aire libre y otros similares, se da según la siguiente tabla:

**Tabla III-4: Dotación para locales de espectáculo**

| <b>Tipo de Establecimiento</b>                                | <b>Dotación diaria</b> |   |
|---|------------------------|---|
| Cines, teatros y auditorios                                   | 3                      | lt por asiento  |
| Discotecas, casinos y salas de baile                          | 30                     | lt por m <sup>2</sup> de área   |
| Estadios, velódromos, autódromos, plazas de toros y similares | 1                      | lt por espectador   |
| Circos, hipódromos, parques de atracción y similares          | 1                      | lt por espectador mas la dotación requerida para el mantenimiento de animales |

**Fuente:** RNE, 2017.

### 3.2.2.4 Contribución Comercial

Se debe considerar la dotación para atención de restaurantes, farmacias, bodegas y panaderías, etc.

- **Mercadería Seca**

En el R.N.E, Norma IS.010, acápite 2.2, menciona que la dotación de agua para locales comerciales, dedicados a bodegas, comercio de mercancías secas, será de 6 lt/día/m<sup>2</sup> de área útil del local. [20]

- **Restaurantes**

La dotación de los restaurantes dependerá de la siguiente tabla:

**Tabla III-5 : Dotación para Restaurantes**

| Área de los Comedores en m2 | Dotación |           |
|-----------------------------|----------|-----------|
| Hasta 40                    | 2000 lt  |           |
| 41 a 100                    | 50       | lt por m2 |
| Más de 100                  | 40       | lt por m2 |

**Fuente:** RNE, 2017.

### 3.2.2.5 Contribución Industrial

La dotación para el rubro industrial, va depender de la clase de industria que cuente la zona de estudio.

Según la norma OS.100 del R.N.E, en el artículo 1.4 “Dotación de agua” se tiene: “Para habilitaciones de clase industrial, se determinara de acuerdo al uso en el proceso industrial, debe ser sustentado debidamente”. [12]

La dotación de agua en la presente tesis no tendrá uso industrial ya que estos centros poblados no están destinados para el tipo industrial.

### 3.2.2.6 Fugas y pérdidas

Las cuales son inevitables, pero es posible su disminución si se tiene un control de las redes y conexiones domiciliarias. Aquí se consideran:

- Fugas.
- Desperdicios.
- Defectos de instalación.

## 3.2.3 Caudales de diseño

### 3.2.3.1 Consumo promedio diario anual (Qprom)

Se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$Q_p = \frac{P_f \times \text{Dotación}}{86\,400 \text{ s/día}}$$

Donde:

$Q_p$ : Caudal promedio diario anual en lts/seg.

$P_f$ : Población futura

Dotación: lts/ hab/ día

### 3.2.3.2 Consumo máximo diario ( $Q_{md}$ )

Se ha considerado un valor de 1,3 del consumo promedio diario anual,  $Q_p$ , como te recomienda la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. [13]

$$Q_{md} = Q_p \times k_1$$

$$k_1 = 1.3$$

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

Se ha considerado un valor de 2 del consumo promedio diario anual.

$$Q_{mh} = Q_p \times k_2$$

$$k_2 = 2$$

## 3.2.4 Diagnóstico de los servicios básicos

Para comenzar a verificar el estado actual de los componentes básicos del servicio, se necesitó hacer una visita a la zona de influencia y realizar un recorrido a toda el área de investigación que comprende el proyecto para conocer y comprender la ubicación y el recorrido de los diversos componentes de los sistemas a diseñar. Las fotos y/o videos se toman para verificar el estado actual de las estructuras como: las captaciones, líneas de conducción, reservorios, etc. este recorrido se realizó entre los días 08 de junio al 14 de junio.

### 3.2.4.1 Aforos en captaciones

La medición de los caudales en los manantiales se realizó mediante el método volumétrico:

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

Donde:

Q : Caudal (lt/seg.)

V : Volumen del recipiente en litros

t : Tiempo (seg.)

### 3.2.4.2 Calidad de agua

Los parámetros básicos de inspección para el abastecimiento de agua, son los coliformes totales, suciedad, color, termotolerantes y metales.

#### 3.2.4.2.1 Límites máximos permisibles del agua (LMP)

Con el fin de asegurar una adecuada calidad de agua, la normativa de calidad de agua establece límites máximos permisibles para el consumo humano. Estos parámetros se aprecian a continuación:

**Tabla III-6: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos.**

| Parámetros  | Unidad de medida    | Límite máximo permisible |
|---|---------------------|--------------------------|
| 1. Bacterias Coliformes Totales.  | UFC/100 mL a 35°C   | 0 (*)                    |
| 2. E. Coli  | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*)                    |
| 3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.  | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*)                    |
| 4. Bacterias Heterotróficas   | UFC/mL a 35°C       | 500                      |
| 5. Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.   | Nº org/L            | 0                        |
| 6. Virus  | UFC / mL            | 0                        |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | Nº org/L            | 0                        |

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**Fuente:** Normativa de calidad de agua. 2010

**Tabla III-7: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.**

| Parámetros                   | Unidad de medida                                | Límite máximo permisible |
|------------------------------|---|--------------------------|
| 1. Olor                      | ---   | Aceptable                |
| 2. Sabor                     | ---   | Aceptable                |
| 3. Color                     | UCV escala Pt/Co                                | 15                       |
| 4. Turbiedad                 | UNT   | 5                        |
| 5. pH                        | Valor de pH                                     | 6,5 a 8,5                |
| 6. Conductividad (25°C)      | µmho/cm   | 1 500                    |
| 7. Sólidos totales disueltos | mg L <sup>-1</sup>                              | 1 000                    |
| 8. Cloruros                  | mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>              | 250                      |
| 9. Sulfatos                  | mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> L <sup>-1</sup> | 250                      |
| 10. Dureza total             | mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>            | 500                      |
| 11. Amoniaco                 | mg N L <sup>-1</sup>                            | 1,5                      |
| 12. Hierro                   | mg Fe L <sup>-1</sup>                           | 0,3                      |
| 13. Manganeseo               | mg Mn L <sup>-1</sup>                           | 0,4                      |
| 14. Aluminio                 | mg Al L <sup>-1</sup>                           | 0,2                      |
| 15. Cobre                    | mg Cu L <sup>-1</sup>                           | 2,0                      |
| 16. Zinc                     | mg Zn L <sup>-1</sup>                           | 3,0                      |
| 17. Sodio                    | mg Na L <sup>-1</sup>                           | 200                      |

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

**Fuente:** Normativa de calidad de agua. 2010

### 3.2.5 Diseño de los componentes del sistema de agua potable

#### 3.2.5.1 Dimensionamiento hidráulico de los manantiales

Antes del realizar el cálculo hidráulico de los manantiales se debe tener como dato, el máximo caudal de la captación, de esta manera el diámetro elegido ( $\emptyset$ ) para los orificios de entrada a la cámara húmeda será capaz de pasar todo el gasto. [11]

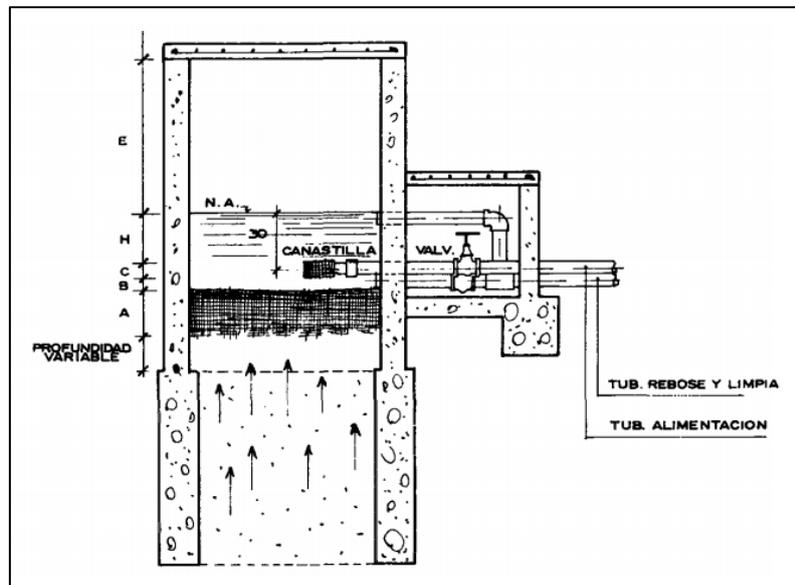
- **Ancho de la pantalla de la cámara húmeda**

Para el dimensionamiento del ancho de pantalla, se tiene en cuenta las propias características del afloramiento, teniendo en consideración que el ancho que se opte debe captar toda el agua que aflore del subsuelo. [11]

- **Altura de la cámara húmeda**

Para determinar la altura total de la cámara húmeda (Ht) se consideran los siguientes elementos identificados:

**Figura III-1: Manantial de fondo**



**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

$$H = A + B + C + H + E$$

$$H = 1.56 \frac{V^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2g \times A^2}$$

Donde:

A : altura del filtro (se recomienda de 0.10 a 0.20m)

B : separación entre el filtro y la tubería (m)

C : diámetro de la tubería de salida (se considera la mitad del diámetro de la canastilla)

E : borde libre (se recomienda mínimo 0,30 m)

H : Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción (se recomienda como mínimo 0,30 m)

- **Dimensionamiento de la canastilla**

Para los cálculos del dimensionamiento de canastilla, se tienen en consideración las siguientes expresiones: [11]

→  $\varnothing$  Canastilla = 2  $\varnothing$  DC

Donde DC: Tubería de Salida a la línea de conducción

→  $A_t$  (área total de ranuras) = 2AC

Donde  $A_c$ : área de la tubería de la línea de conducción

$$\rightarrow 3DC < L < 6DC$$

Donde: L longitud de la canastilla

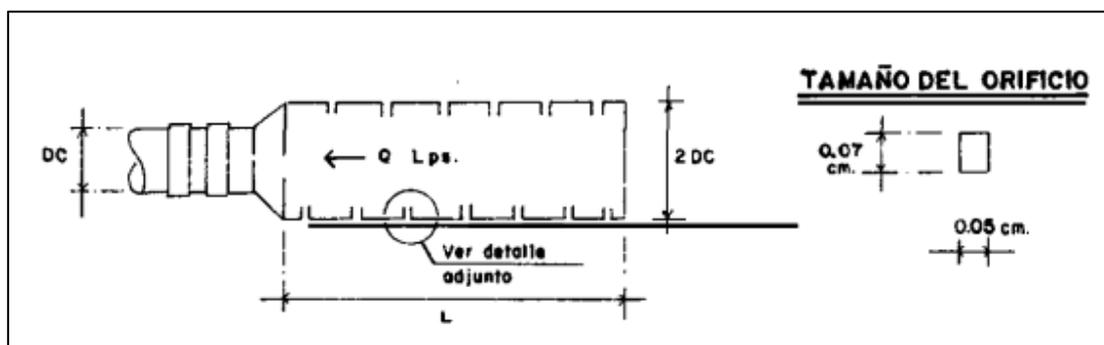
- Longitud de canastilla

$$3D_a < L_a < 6D_a$$

- Número de ranuras

$$N^{\circ}_{\text{ranuras}} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

**Figura III-2: Canastilla**



**Fuente:** Agüero, Roguer. 2014.

- Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpia

$$D_r = \frac{0,71 \times Q^{0,38}}{h_f^{0,21}}$$

D: Diametro (pulg.)

Q: Gasto máximo de la fuente

hf: Pérdida de carga unitaria

### 3.2.5.2 Diseño de las líneas de conducción

Partiendo del perfil longitudinal de la tubería de conducción, se toma los datos de las elevaciones (cotas) de las captaciones y reservorios, y la longitud horizontal entre ambos.

- **Definir la carga disponible**

Es una carga estática, puede variar de dependiendo de la colocación de cámaras rompe presión.

- **Carga disponible**

Se calcula a través de la diferencia entre la cota de la captación y la del reservorio.

- **Pérdida de carga unitaria**

$$hf = \frac{\text{Carga disponible}}{L}$$

hf: Pérdida de carga

L: Longitud de tubería

- **Pérdida de carga en el tramo**

$$Hf = hf * L$$

Hf: Carga disponible

hf: Pérdida de carga unitaria en m/m

L: Longitud de tubería (m)

### **3.2.5.2.1 Velocidad mínima y máxima**

El RNE especifica mediante la IS-010, Artículo 5, los siguientes parámetros de acuerdo a velocidades en tuberías de agua:

Vmin= 0.60 m/s

Vmax= 3 m/s

### **3.2.5.3 Diseño Hidráulico de reservorios**

#### **3.2.5.3.1 Volumen de almacenamiento**

Se halla mediante la fórmula siguiente.

$$V_T = V_{reg.} + V_I + V_R$$

Vt: Volumen total de almacenamiento (m3).

Vreg: Volumen de regulación (m3).

Vi: Volumen de agua contra incendio (m3).

Vr: Volumen de reserva (m3).

### 3.2.5.3.2 Volumen de regulación

A través de la normativa “Almacenamiento de agua para consumo humano” (OS.0.30) en el Reglamento de Edificaciones, expresa que el volumen de regulación será hallado a través del diagrama de masa de la demanda de las variaciones horarias, de no existir este diagrama o no se cuente con esta información, dicho volumen será considerado, calculando la demanda para las 24 horas de funcionamiento, y se tomara como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda y en otros casos se calculara en consecuencia del horario de suministro, de no estar dentro de los casos antes mencionados, y se cuente con bombeo se determinara de acuerdo a la duración y número de los intervalos de bombeo, además de los horarios previstos para dichos bombeos. [21]

$$V_{reg.} = 25\% * Q_{md.}$$

*Vreg.* : Volumen de regulación.

*Qmd* : Caudal máximo diario.

*L* : Longitud de la tubería (m).

### 3.2.5.3.3 Volumen contra incendio

Como indica Vierendel, [15] el criterio a considerar este volumen es el siguiente:

- No se considerará VCI en poblaciones < 10000 habitantes.
- Se considerará un suministro conformado por 2 grifos en un tiempo de 2 horas. En caso de que el número de pobladores oscile entre 10000 y 100000 habitantes.
- En poblaciones > 100000 residentes considerar 3 grifos atendidos por un suministro y un tiempo de 2 horas en zona industrial y 2 grifos y un tiempo de 2 horas en zona residencial.

Teniendo en cuenta este criterio, no se tendrá en consideración el Volumen contra incendio debido a que la cantidad de residentes del proyecto es menor a 10000.

#### **3.2.5.3.4 Volumen de reserva**

$$V_{res} = 0.10 * (V_{reg} + V_i)$$

Donde:

Vr: Volumen de reserva (m<sup>3</sup>).

Vreg: Volumen de regulación (m<sup>3</sup>).

Vi: Volumen de agua contra incendio (m<sup>3</sup>).

#### **3.2.5.4 Diseño de las Redes de Agua Potable**

##### **3.2.5.4.1 Caudal de diseño**

En las redes de agua potable se trabaja con el caudal máximo diario.

##### **3.2.5.4.2 Cálculos hidráulicos**

Este análisis se corroborará haciendo uso del programa WATERCAD V8I

###### **3.2.5.4.2.1 Cálculo de gastos por tramo de la red**

Para conocer los caudales en cada tramo de las redes de distribución es necesario realizar el siguiente procedimiento:

- a. Obtener del plano de lotes, el número de vivienda y de otros usos que abastece cada tramo de tubería
- b. El caudal considerado para cada poblador es el gasto unitario, el cual es necesario conocer para determinar los gastos por tramo y posteriormente por cada nudo.

$$Q_{\text{unit.}} = \frac{Q_{\text{mh}}}{\text{Población Futura}}$$

- c. Identificados los tramos de la red y conociendo los valores de gastos unitarios así como también el número de habitantes por cada tramo, se determinan los gastos por tramos a través de la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{tramo}} = Q_{\text{unit.}} \times \text{nro. de habitantes por tramo}$$

#### 3.2.5.4.2 Cálculo de consumo en los nudos de la red

Para el cálculo de los caudales en cada nudo de red, se empleará el método de repartición media, el cual consiste en:

- Tener definidos todos los tramos de tuberías
- Realizar un análisis de que tubería converge en cada nudo analizado
- Definir cada gasto de tramo en los nodos correspondientes
- Analizar a que tramo de tubería le corresponde dicha aportación de gasto
- La demanda en cada nudo resultara de:

$$\text{Demanda tramo} = \sum \text{Repartición} * \text{Demanda por tramo}$$

#### 3.2.5.4.3 Parámetros de diseño y selección de tuberías

##### 3.2.5.4.3.1 Diámetro mínimo

Según la norma OS- 050 del RNE, indica lo expresado a continuación [16]:

- El  $\varnothing_{\text{min}} = 75\text{mm}$  para uso de vivienda y  $\varnothing_{\text{min}} = 150\text{ mm}$  para uso industrial.
- El  $\varnothing_{\text{min}} = 25\text{ mm}$  en el empleo de piletas.

##### 3.2.5.4.3.2 Velocidades de flujo

$$V_{\text{min}} = 0.6\text{ m/s}$$

$$V_{\text{máx}} = 3\text{ m/s}$$

### 3.2.5.4.3.3 Presiones en la red

$P_{\text{máx}} = 60 \text{ m}$

$P_{\text{dinámica}} > 5 \text{ m}$

## 3.2.6 Diseño del Sistema de Alcantarillado

### 3.2.6.1 Caudal de Diseño

Cuando un sistema de desagüe presenta un correcto control de sus conexiones domiciliarias, el caudal utilizado en los cálculos de diseño es igual al caudal máximo. No obstante, en la mayoría de los casos se presentan caudales adicionales en los sistemas, estos caudales pueden ser: ( $Q_e$ ) Caudal de conexiones erradas, ( $Q_i$ ) Caudal de infiltración, de esta manera obtenemos la siguiente expresión que nos define el caudal de diseño [22]:

$$Q_d = Q_{\text{máx}} + Q_i + Q_e$$

Donde:

$Q_d$  = Caudal de diseño (l/s)

$Q_{\text{máx}}$  = Caudal máximo (l/s)

$Q_i$  = Caudal de infiltración (l/s)

$Q_e$  = Caudal de conexiones erradas (l/s)

#### 3.2.6.1.1 Factor de retorno

El agua empleada en domicilios tiene múltiples usos como son las tareas de casa por ejemplo en el lavado de pisos, riego de zonas verdes, en la cocina entre más casos, por tal razón se debe considerar que en su mayoría toda esta cantidad agua utilizada dentro de los hogares no retorna al alcantarillado. Debido a lo explicado anteriormente se establece un solo porcentaje de toda el agua consumida para que retorne al alcantarillado. A dicho porcentaje se le conoce como Coeficiente de retorno o aporte, el que según norma se debe considerar 80%. [17]

#### 3.2.6.1.2 Caudal de infiltración

El caudal de infiltración es aquel causado por la filtración de aguas subterráneas debido a la existencia de la napa freática, por tal motivo el líquido se filtrará en los colectores a través de sus fisuras, o también en juntas mal ejecutadas, en la unión de colectores con los buzones y en

los mismos buzones cuando permiten la infiltración del agua. De acuerdo con Vierendel, podemos considerar este caudal dentro de estos rangos. [15]

$$0.0002 \text{ lt./seg./m.} < Q_i < 0.0008 \text{ lt./seg./m.}$$

### **3.2.6.1.3 Caudal de conexiones erradas**

Tanto en los caudales pluviales como en los caudales de aguas residuales originados por malas o erradas conexiones, se debe considerar un coeficiente de seguridad del 5-10% del  $Q_{\text{máx}}$  de aguas residuales previstas. [22]

### **3.2.6.2 Caudal mínimo en tuberías**

En los cálculos de redes de alcantarillado, se debe considerar un valor mínimo de 1.5 L/s que corresponde al menor gasto potable en cualquier tramo del sistema de desague, tal como lo indica la OS-070. [17]

### **3.2.6.3 Velocidades en las tuberías**

- Mínima: 0.60 m/s.
- Máxima: 3 m/s.

### **3.2.6.4 Diámetros mínimos en las tuberías**

Los diámetros mínimos establecidos de acuerdo al R.N.E [17]:

- En colectores: Ø 8"
- En conexiones domiciliarias: Ø 6"

### **3.2.6.5 Pendiente de la tubería**

El esfuerzo unitario tipo tangencial ejercido sobre el colector por el líquido y como consecuencia sobre el material depositado, es denominado como tensión de arrastre o fuerza tractiva ( $\tau$ ). Este esfuerzo o tensión se encarga de determinar la capacidad de auto limpieza del tubo. En los cálculos, todos los tramos de tubería deben ser verificados por este tipo de esfuerzo, el cual tiene como mínimo valor de  $\sigma_t = 1.0 \text{ Pa}$ . [17]

Con el fin de determinar dicha condición se empleará la fórmula descrita a continuación:

$$S_{o\min} = 0.0055 * Qi^{-0.47}$$

Donde:

$S_{o\min}$ : Mínima pendiente  $\left(\frac{m}{m}\right)$

$Qi$ : Caudal inicial en el tramo calculado (lts/seg.)

### 3.2.6.6 Cálculo de velocidades y caudales del flujo

Se hace uso de tablas, para las cuales es necesario contar con datos como la relación entre Volumen real / Volumen Total Lleno, con el fin de calcular en cualquier tramo, la velocidad del flujo en una tubería.

#### 3.2.6.6.1 Tuberías con sección llena

A través de la fórmula de Manning, se calcula el caudal a tubo lleno:

$$Q = \frac{0.312 * D^{8/3} * S^{1/2}}{n}$$

Es necesario conocer la velocidad a tubo lleno, se calcula a través de las siguientes expresiones:

$$V = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad R_H = \frac{Am}{Pm} = \frac{D}{4}$$

Por lo tanto:

$V$  : Velocidad (m/s).

$R$  : Radio hidráulico (m).

$S$  : Pendiente (m/m).

$n$  : Coef. de rugosidad (lt/s).

$Q$  : Caudal (lt/s).

$Am$  : Área mojada (m<sup>2</sup>).

$Pm$  : Perímetro mojado (m).

$D$  : Diámetro de la sección (m).

La OS.070 nos da los siguientes valores para los coeficientes de fricción “n” de acuerdo al tipo de tubería.

**Tabla III-8: Valores del coeficiente de Manning.**

| Tipo de Tubería                    | Factor de Rugosidad Manning |
|------------------------------------|-----------------------------|
| <b>Asbesto-Cemento</b>             | 0.010                       |
| <b>Hierro Fundido</b>              | 0.010                       |
| <b>Cloruro de Polivinilo</b>       | 0.010                       |
| <b>Concreto Armado Liso</b>        | 0.013                       |
| <b>Arcilla Vitrificada</b>         | 0.010                       |
| <b>Concreto de Hormigón Armado</b> | 0.015                       |

**Fuente:** Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017.

### 3.2.6.7 Tirante máximo en las tuberías

El reglamento Nacional de Edificaciones mediante su normativa OS.0.70 “Redes de aguas residuales” menciona:

Se debe considerar el régimen de flujo permanente y uniforme, para el cálculo de la altura de lámina de agua, donde el (Qf) caudal final, tenga como valor máximo al inferior o igual del 75% del Ø del colector. [17]

Para garantizar la ventilación de la tubería en cualquier tramo, la máxima altura de lámina de agua se considerará el 50% del Ø del colector, cuando la (Vc) velocidad crítica < (Vf) velocidad final. [17]

A través de la siguiente formula se define la velocidad crítica:

$$V_c = 6 * \sqrt{g * R_H}$$

Vc : Velocidad crítica (m/s)

R<sub>H</sub> : Radio hidráulico (m).

g : Gravedad (m/s<sup>2</sup>).

### 3.2.6.8 Tensión Tractiva

Con el fin de terminar los cálculos de diseño de desagüe se tendrá que corroborar y chequear si ( $\sigma_t$ ) la tensión tractiva es la mínima aceptada por normativa:

El valor de ( $\sigma_t$ ) Tensión Tractiva Media, tendrá que ser comprobado en cada tramo de tubería, considerando que, con una Vmin, la tensión tractiva será  $\sigma_t = 1,0$  Pa. [17]

Mediante la fórmula mostrada a continuación, será definido el criterio de tensión tractiva:

$$\sigma_t = \gamma * R_H * S_o$$

## IV. RESULTADOS

En esta sección, se muestran resúmenes en las diferentes tablas de los cálculos elaborados para la realización de la investigación. Recalcando que la totalidad de cálculos se encontrarán ubicados en los anexos mencionados en cada Sub Apartado correspondiente.

### 4.1 Estudio de la Población

#### 4.1.1 Catastro Urbana

Para conocer el número de viviendas en cada centro poblado, se apoyó del plano de lotización, los datos que se obtuvieron se muestran a continuación. **Esto se detallará en el anexo 2, Memoria de cálculo 2.2**

**Tabla IV-1: Número de viviendas del proyecto.**

| CENTRO POBLADO            | DOMESTICA | ESTATAL   | SOCIAL   | COMERCIAL                                       | TOTAL      |
|---------------------------|-----------|---|--|---|------------|
| <b>MAYASCÓN</b>           | 181       | 1   | 3  | 3   | <b>188</b> |
|                           |           | C.E 10099 Mayascón  | Parque de Mayascón<br>Capilla Católica Mayascón<br>Capilla Evangélica Mayascón   | Restaurante 1<br>Restaurante 2<br>Restaurante 3 |            |
| <b>TRAPOSA</b>            | 227       | 3   | 5  | 0   | <b>235</b> |
|                           |           | C.E 1083 Traposa<br>C.E Victor Raul Haya de la Torre<br>POSTA MÉDICA LA TRAPOSA | Parque de Traposa<br>Losa deportiva de Traposa<br>Iglesia Católica 1 Traposa<br>Iglesia Católica 2 Traposa<br>Iglesia Evangélica Traposa |   |            |
| <b>PAPAYO-DESAGUADERO</b> | 320       | 2   | 2  | 0   | <b>324</b> |
|                           |           | C.E 317 Papayo-Desaguadero<br>C.E Miguel Grau Seminario                         | Losa de Papayo-Desaguadero<br>Iglesia Cat.Papayo-Desaguadero   |   |            |
| <b>TOTAL</b>              |           |   |  |   | <b>747</b> |

**Fuente:** Propia.

#### 4.1.2 Población actual

Actualmente, los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero tiene una población total de 2075 habitantes, los datos expresados posteriormente nos permitieron calcular la población futura.

**Tabla IV-2: Recolección de datos censales de los centros poblados correspondidos al área de estudio.**

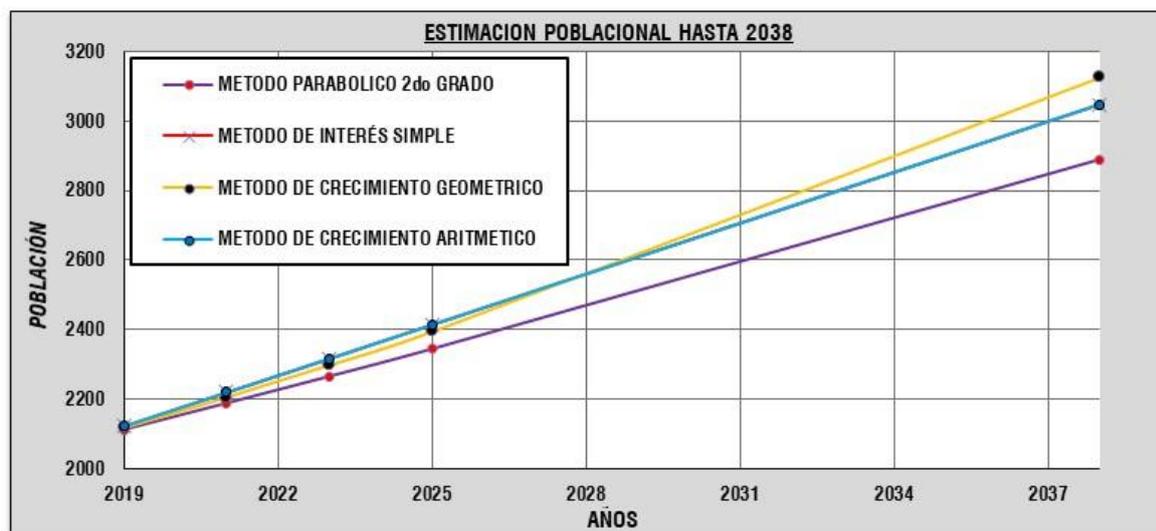
| CENSO<br>AÑO | POBLACIÓN |            |                        | TOTAL       |
|--------------|-----------|------------|------------------------|-------------|
|              | MAYASCON  | LA TRAPOSA | PAPAYO-<br>DESAGUADERO |             |
| 1993         | 307       | 427        | 504                    | <b>1238</b> |
| 2007         | 418       | 546        | 718                    | <b>1682</b> |
| 2018         | 525       | 600        | 950                    | <b>2075</b> |

**Fuente:** Inei censos nacionales Población y Vivienda.

#### 4.1.3 Población Futura (Proyección de 20 años)

Para el calculo de población futura se emplearon 4 métodos, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados. **Esto se detallará en el anexo 2, Memoria de cálculo 2.3:**

**Tabla IV-3: Comparación de Métodos**



**Fuente:** Vierendel.

Debido a que la población del proyecto se encuentra en franco crecimiento y en concordancia con la Resolución Ministerial RM-192 -2018, que a través de la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, nos indica que el método a utilizar para proyectos de este rubro es el aritmético.

Por lo antes mencionado, el método empleado es el aritmético:

**Tabla IV-4: Población Futura**

| <b>POBLACIONES FUTURAS CALCULADAS</b> |      |
|---------------------------------------|------|
| METODO DE CRECIMIENTO ARITMETICO      | 3047 |
| METODO DE CRECIMIENTO GEOMETRICO      | 3126 |
| METODO DE INTERÉS SIMPLE              | 3047 |
| METODO PARABOLICO 2do GRADO           | 2889 |

**Fuente:** Vierendel.

## 4.2 Cálculo de dotaciones para cada centro poblado

### 4.2.1 Dotaciones por cada centro poblado

En este apartado se realizó los cálculos de las dotaciones de cada centro poblado que conforma el proyecto. **Esto se detallará en el anexo 2, Memoria de cálculo 2.6, 2.8, 2.10:**

**Tabla IV-5: Dotación C.P Mayascón – Uso doméstico**

| <b>CANT.</b> | <b>DESCRIPCION</b> | <b>CONEXIÓN</b>            | <b>HAB/VIV.</b> | <b>DOTACION<br/>Lt/Hab./Dia</b> | <b>Q consumo (l/s)</b> |
|--------------|--------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------------|
| 1            | Casas              | 181                        | 2.90            | 90                              | 0.54688                |
| 1            |                    | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                 |                                 | <b>0.54688</b>         |

**Fuente:** Propia

Tabla IV-6: Dotación C.P Mayascón – Contribución Estatal

## 4.1.1 CONTRIBUCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

| CANT. | DESCRIPCION                | Nº ALUM | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/Alum.dia) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|---------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 1     | C.E 10099 Mayascón         | 150     | 6                | 20                    | 0.00868         |
| 1     | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |         |                  |                       | <b>0.00868</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-7: Dotación C.P Mayascón – Contribución Social

## 4.2.1 CONTRIBUCIÓN DE PARQUES Y ÁREAS VERDES

| CANT. | DESCRIPCION                | A (m2)    | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/m2.dia) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|-----------|------------------|---------------------|-----------------|
| 1     | Parque de Mayascón         | 1163.3611 | 3                | 2                   | 0.00337         |
| 1     | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |           |                  |                     | <b>0.00337</b>  |

## 4.2.3 CONTRIBUCIÓN DE IGLESIA, CAPILLAS Y SIMILARES

| CANT. | DESCRIPCION                 | Nº ASIENTO | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/Ast.dia) | Q consumo (l/s) |
|-------|-----------------------------|------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 1     | Capilla Católica Mayascón   | 50         | 2                | 1                    | 0.00005         |
| 1     | Capilla Evangélica Mayascón | 20         | 2                | 1                    | 0.00002         |
| 2     | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b>  |            |                  |                      | <b>0.00007</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-8: Dotación C.P Mayascón – Contribución Comercial

## 4.3.- CONTRIBUCIÓN COMERCIAL

| CANT. | DESCRIPCION                | Nº en m2 | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/m2.dia) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|----------|------------------|---------------------|-----------------|
| 1     | Restaurante 1              | 213.75   | 10               | 40                  | 0.04123         |
| 1     | Restaurante 2              | 82.23    | 10               | 50                  | 0.01983         |
| 1     | Restaurante 3              | 155.74   | 10               | 40                  | 0.03004         |
| 3     | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |          |                  |                     | <b>0.09110</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-9: Dotación C.P Traposa – Uso doméstico

| CANT. | DESCRIPCION | CONEXIÓN                   | HAB/VIV. | DOTACION Lt/Hab./Día | Q consumo (l/s) |
|-------|-------------|----------------------------|----------|----------------------|-----------------|
| 1     | Casas       | 227                        | 2.64     | 90                   | 0.62500         |
| 1     |             | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |          |                      | <b>0.62500</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-10: Dotación C.P Traposa – Contribución Estatal

**4.1.1 CONTRIBUCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS**

| CANT. | DESCRIPCION                      | N° ALUM                    | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/Alum.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 1     | C.E 1083 Traposa                 | 208                        | 6                | 20                    | 0.01204         |
| 1     | C.E Victor Raul Haya de la Torre | 80                         | 6                | 25                    | 0.00579         |
| 2     |                                  | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                       | <b>0.01782</b>  |

**4.1.2 CONTRIBUCIÓN DE POSTA MÉDICA**

| CANT. | DESCRIPCION             | N° CAMAS                   | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/cama.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|-------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 1     | POSTA MEDICA LA TRAPOSA | 6                          | 24               | 600                   | 0.04167         |
| 1     |                         | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                       | <b>0.04167</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-11: Dotación C.P Traposa – Contribución Social

**4.2.1 CONTRIBUCIÓN DE PARQUES Y ÁREAS VERDES**

| CANT. | DESCRIPCION       | A (m2)                     | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/m2.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|-------------------|----------------------------|------------------|---------------------|-----------------|
| 1     | Parque de Traposa | 1039.8053                  | 3                | 2                   | 0.00301         |
| 1     |                   | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                     | <b>0.00301</b>  |

**4.2.2 CONTRIBUCIÓN DE LOSA DEPORTIVA**

| CANT. | DESCRIPCION               | N° ESPECT.                 | HORAS DE CONSUMO | DOTACION (l/Espect.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|---------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| 1     | Losa deportiva de Traposa | 40                         | 3                | 1                       | 0.00006         |
| 1     |                           | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                         | <b>0.00006</b>  |

#### 4.2.3 CONTRIBUCIÓN DE IGLESIA, CAPILLAS Y SIMILARES

| CANT. | DESCRIPCION                | N° ASIENTO                 | HORAS DE COMSUMO | DOTACION (l/Ast.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 1     | Iglesia Católica 1 Traposa | 10                         | 2                | 1                    | 0.00001         |
| 1     | Iglesia Católica 2 Traposa | 10                         | 2                | 1                    | 0.00001         |
| 1     | Iglesia Evangélica Traposa | 10                         | 2                | 1                    | 0.00001         |
| 3     |                            | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                      | <b>0.00003</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-12: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Uso doméstico

| CANT. | DESCRIPCION | CONEXIÓN                   | HAB/VIV. | DOTACION Lt/Hab./Día | Q consumo (l/s) |
|-------|-------------|----------------------------|----------|----------------------|-----------------|
| 1     | Casas       | 320                        | 2.97     | 90                   | 0.98958         |
| 1     |             | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |          |                      | <b>0.98958</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-13: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Contribución Estatal

#### 4.1.1 CONTRIBUCIÓN DE INSTITUCIONES EDUCATIVAS

| CANT. | DESCRIPCION                | N° ALUM                    | HORAS DE COMSUMO | DOTACION (l/Alum.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|----------------------------|------------------|-----------------------|-----------------|
| 1     | C.E 317 Papayo-Desaguadero | 35                         | 6                | 20                    | 0.00203         |
| 1     | C.E Miguel Grau Seminario  | 80                         | 6                | 20                    | 0.00463         |
| 2     |                            | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                       | <b>0.00666</b>  |

Fuente: Propia

Tabla IV-14: Dotación C.P Papayo-Desaguadero – Contribución Social

#### 4.2.2 CONTRIBUCIÓN DE LOSA DEPORTIVA

| CANT. | DESCRIPCION                | N° ESPECT.                 | HORAS DE COMSUMO | DOTACION (l/Espect.día) | Q consumo (l/s) |
|-------|----------------------------|----------------------------|------------------|-------------------------|-----------------|
| 1     | Losa de Papayo-Desaguadero | 40                         | 3                | 1                       | 0.00006         |
| 1     |                            | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                         | <b>0.00006</b>  |

#### 4.2.3 CONTRIBUCIÓN DE IGLESIA, CAPILLAS Y SIMILARES

| CANT. | DESCRIPCION                    | N° ASIENTO                 | HORAS DE COMSUMO | DOTACION (l/Ast.dia) | Q consumo (l/s) |
|-------|--------------------------------|----------------------------|------------------|----------------------|-----------------|
| 1     | Iglesia Cat.Papayo-Desaguadero | 20                         | 2                | 1                    | 0.00002         |
| 1     |                                | <b>CONSUMO TOTAL (Qnd)</b> |                  |                      | <b>0.00002</b>  |

Fuente: Propia

### 4.3 Aforo de las captaciones

#### 4.3.1 Método utilizado

Se empleo el método volumétrico para conocer los Q caudales (lts/s) de las tres fuentes que proporcionan agua a los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero. El método antes mencionado parámetros a cuantificar como: el volumen y tiempo, por ello dicho método consiste en llenar un recipiente de volumen conocido y hacer toma de tiempos de cuanto demora en llenarse, conociendo ambos parámetros se dividen ambos, volumen expresado en litros y tiempo expresado en segundos y se obtiene el valor del Caudal expresado el Litros/Segundo (lts/s).

Para una mayor precisión se realizó dicho método tomando 5 mediciones por aforo, cabe resaltar que dichos aforos se obtuvieron en época de lluvias. **Se encuentra de manera más detallada en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.1.1-3.1.3.**

**Tabla IV-15: Aforo Captación N°01**

| DATOS         | N° MEDICIÓN |         |         |         |         | CAUDAL (lps) |
|---------------|-------------|---------|---------|---------|---------|--------------|
|               | N° 1        | N° 2    | N° 3    | N° 4    | N° 5    |              |
| TIEMPO (seg)  | 778         | 778.2   | 777.8   | 778     | 776     | 3.48         |
| VOLUMEN (lts) | 2714.34     | 2691.72 | 2714.34 | 2714.34 | 2714.34 |              |
| CAUDAL (lps)  | 3.489       | 3.459   | 3.490   | 3.489   | 3.498   |              |

Fuente: Propia

**Tabla IV-16: Aforo Captación N°02**

| DATOS         | N° MEDICIÓN |         |         |         |         | CAUDAL (lps) |
|---------------|-------------|---------|---------|---------|---------|--------------|
|               | N° 1        | N° 2    | N° 3    | N° 4    | N° 5    |              |
| TIEMPO (seg)  | 747.8       | 746     | 747     | 748     | 743.9   | 3.39         |
| VOLUMEN (lts) | 2544.69     | 2488.14 | 2544.69 | 2544.69 | 2522.07 |              |
| CAUDAL (lps)  | 3.403       | 3.335   | 3.407   | 3.402   | 3.390   |              |

Fuente: Propia

**Tabla IV-17: Aforo Captación N°03**

| DATOS         | N° MEDICIÓN |       |       |       |       | CAUDAL (lps) |
|---------------|-------------|-------|-------|-------|-------|--------------|
|               | N° 1        | N° 2  | N° 3  | N° 4  | N° 5  |              |
| TIEMPO (seg)  | 6.98        | 7     | 6.85  | 6.93  | 7     | 2.88         |
| VOLUMEN (lts) | 20.00       | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |              |
| CAUDAL (lps)  | 2.865       | 2.857 | 2.920 | 2.886 | 2.857 |              |

**Fuente:** Propia

Es necesario conocer los caudales de las fuentes, es por ello que se realizó con anterioridad el aforo de las mismas, debido a que se requiere conocer los caudales para los cálculos estructurales e hidráulicos de las captaciones tipo manantial de fondo, así mismo son necesarios dichos datos para el análisis de la oferta–demanda del caudal máximo diario, necesario para la una población proyectada a 20 años.

#### 4.4 Análisis Oferta - Demanda

##### 4.4.1 Análisis de oferta demanda – Caudal máximo diario

Para verificar que el caudal de oferta de las fuentes existentes sea suficiente para abastecer a una población futura dentro de 20 años de ejecutado el proyecto, se realizó el aforo de las mismas. Cuando se da el caso, de que la oferta no abastece la demanda, se debe indagar una nueva captación o fuente de abastecimiento, la cual cumpla con el caudal de demanda, con el fin de poder brindar el servicio de agua las 24 horas del día.

**Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.1.4**

**Tabla IV-18: Oferta - Demanda**

| SECTOR                 | POBLACIÓN<br>PROY. 20 AÑOS | Qmd<br>Demanda | Qmd<br>Oferta |
|------------------------|----------------------------|----------------|---------------|
| MAYASCON               | 771                        | 1.56           | 3.48          |
| TRAPOSA                | 881                        | 1.66           | 3.39          |
| PAPAYO-<br>DESAGUADERO | 1395                       | 2.56           | 2.88          |
| <b>TOTAL</b>           | <b>3047</b>                | <b>5.78</b>    | <b>9.75</b>   |

**Fuente:** Propia

A través de este análisis se concluye que el caudal de oferta de las fuentes es mayor que el caudal de demanda necesario para abastecer a la proyección de población dentro de 20 años del proyecto. Por ello la demanda se cumplirá sin problemas.

#### 4.4.2 Análisis de oferta demanda – Reservorios

Con la finalidad de comprobar si la capacidad de los reservorios existentes en cada centro poblado cumplía con la demanda que necesita la población futura del proyecto, se realizó este análisis.

Los resultados que se obtuvieron de las estructuras de los reservorios existentes fueron que no cumplían con el almacenamiento necesario requerido para la población dentro de 20 años, motivo por el cual se ha tenido que diseñar los mismos de acuerdo a la demanda requerida. **Esto se detallará en el anexo 2, Memoria de cálculo 2.6, 2.8, 2.10 y 2.12.**

**Tabla IV-19: Oferta – Demanda Reservorios**

| SECTOR             | Vol. Reserv. Oferta | Vol. Reserv. Demanda |
|--------------------|---------------------|----------------------|
| MAYASCÓN           | 16 m <sup>3</sup>   | 30 m <sup>3</sup>    |
| TRAPOSA            | 11 m <sup>3</sup>   | 30 m <sup>3</sup>    |
| PAPAYO-DESAGUADERO | 35 m <sup>3</sup>   | 45 m <sup>3</sup>    |

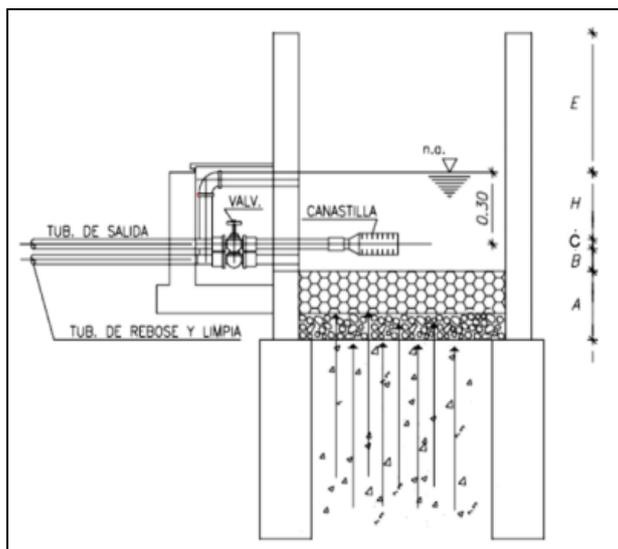
**Fuente:** Propia

#### 4.5 Diseño de Captaciones

##### 4.5.1 Diseño de captaciones tipo manantial de fondo

Los centros poblados de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero son alimentados por dos captaciones ubicadas entre Mochumi Alto y Mochumi Bajo. Fue primordial llevar a cabo el estudio de los aforos de las 3 fuentes de agua para conocer sus caudales  $Q(l/s)$ , lo que permitió obtener los resultados posteriormente mostrados. **Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.1.5 – 3.1.13.**

**Tabla IV-20: Perfil de Captación tipo Manantial de Fondo**



**Tabla IV-21: Resumen de captaciones**

|               | DATOS               | CAPTACIÓN 1                                   | CAPTACIÓN 2 | CAPTACIÓN 3 |
|---------------|---------------------|---|-------------|-------------|
| CÁMARA HÚMEDA | ANCHO PANTALLA      | 1.30 m  | 1.30 m      | 1.20 m      |
|               | ALTURA C.H          | 2.00 m  | 2.00 m      | 2.00 m      |
|               | e. MURO C.H         | 0.20 m  | 0.20 m      | 0.20 m      |
|               | e. LOSA DE CUBIERTA | 0.10 m  | 0.10 m      | 0.10 m      |
|               | D. CANASTILLA       | 8 Pulg  | 8 Pulg      | 8 Pulg      |
|               | ACERO HORIZONTAL    | USAR $\emptyset 3/8''$ @0.30 m en ambas caras |             |             |
|               | ACERO VERTICAL      | USAR $\emptyset 3/8''$ @0.25m en ambas caras  |             |             |
| CÁMARA SECA   | ALTURA C.S          | 0.90 m  | 0.90 m      | 0.90 m      |
|               | e. MURO C.S         | 0.15 m  | 0.15 m      | 0.15 m      |
|               | e. LOSA DE CUBIERTA | 0.10 m  | 0.10 m      | 0.10 m      |
|               | ACERO HORIZONTAL    | USAR $\emptyset 3/8''$ @0.25 m en ambas caras |             |             |
|               | ACERO VERTICAL      | USAR $\emptyset 3/8''$ @0.25m en ambas caras  |             |             |
|               | ACERO LOSA CUBIERTA | USAR $\emptyset 3/8''$ @0.20m en ambas caras  |             |             |

**Fuente:** Propia

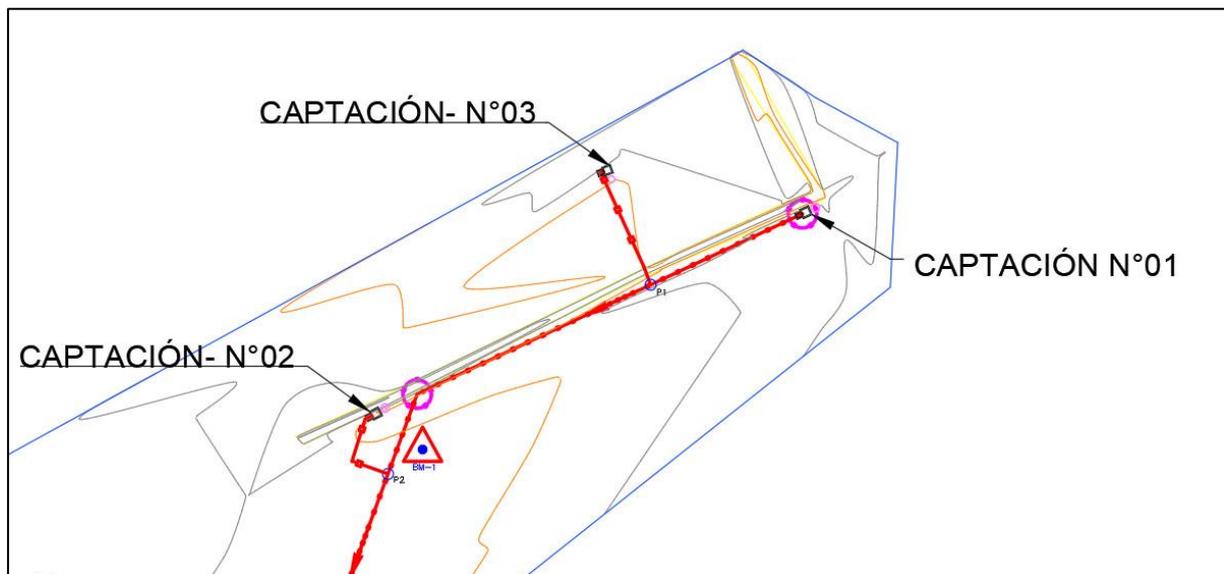
## 4.6 Diseño de línea de conducción

### 4.6.1 Resumen de diseños de líneas de conducción

El caudal empleado en los cálculos realizados para la línea de conducción es el caudal máximo diario (**Q<sub>md</sub>**), en concordancia con el RNE y RM-192-2018. En este apartado se realizó los cálculos correspondientes por diferentes tramos teniendo a consideración el perfil del terreno; se hizo los cálculos hidráulicos de la línea de conducción entre las captaciones y de la línea de conducción con perfil en U de las captaciones a cada reservorio teniendo como guía a Roger Agüero. [11]

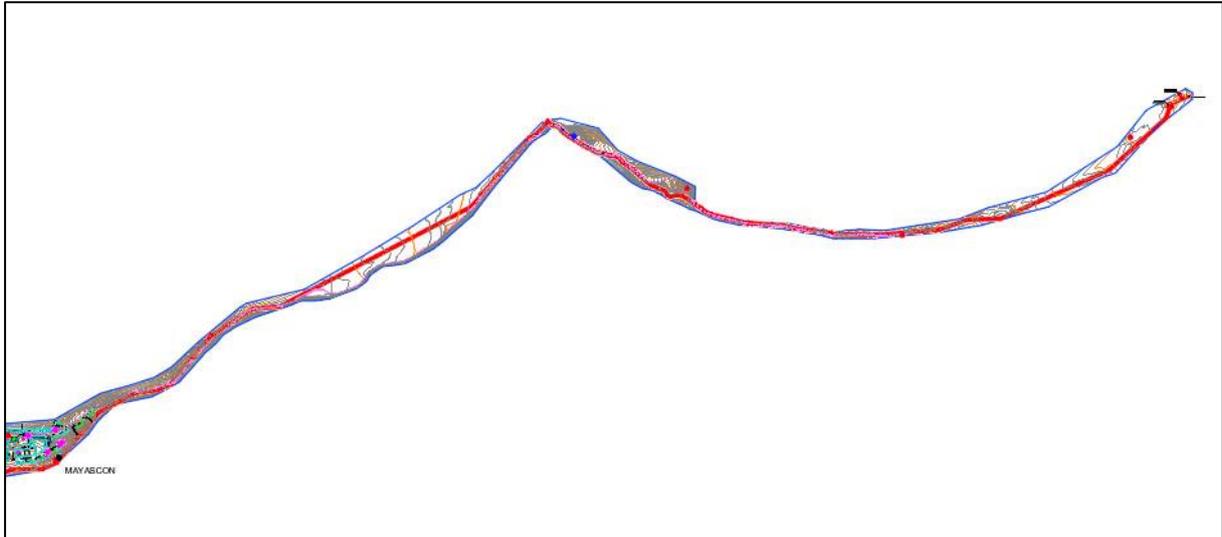
Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.2

**Figura IV-1: Línea de conducción entre Captaciones**



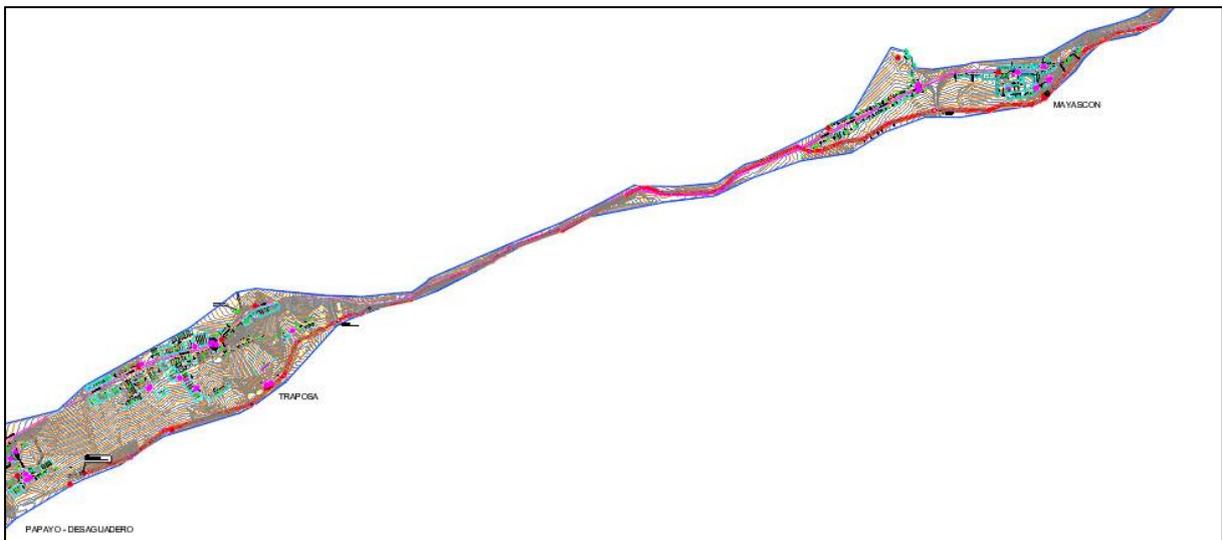
**Fuente:** Propia

**Figura IV-2: Línea de conducción de P2 a Mayascón**



**Fuente:** Propia

**Figura IV-3: Línea de conducción de Mayascón a Papayo-Desaguadero**



**Fuente:** Propia

Tabla IV-22: Resumen de Líneas de Conducción – Perfil en U

| TRAMO (*) L            | Caudal Qmd (l/s) | Diámetros asumidos D (pulg) | Longitud Total L (m) | Cotas del terreno |            | Desnivel del terreno (m) | Velocidad V (m/s) | Presión final (m) |
|------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------|-------------------|------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
|                        |                  |                             |                      | Inicial msnm      | Final msnm |                          |                   | Final m.c.a.      |
| 1                      | 2                | 3                           | 4                    | 5                 | 6          | 7                        | 8                 | 15                |
| P2 - PA                | 5.78             | 6.00                        | 611.26               | 253.82            | 247.60     | 6.22                     | 0.60              | 5.92              |
| PA - PA'               | 5.78             | 6.00                        | 606.46               | 247.60            | 247.60     | 0.00                     | 0.60              | 5.45              |
| PA' - PB               | 5.78             | 6.00                        | 330.89               | 247.60            | 244.14     | 3.46                     | 0.60              | 8.65              |
| PB - PB'               | 5.78             | 6.00                        | 593.73               | 244.14            | 244.14     | 0.00                     | 0.60              | 8.19              |
| PB' - PC               | 5.78             | 6.00                        | 188.24               | 244.14            | 235.76     | 8.38                     | 0.60              | 16.42             |
| PC - PC'               | 5.78             | 6.00                        | 276.27               | 235.76            | 235.76     | 0.00                     | 0.60              | 16.21             |
| PC' - PD               | 5.78             | 6.00                        | 72.17                | 235.76            | 233.27     | 2.49                     | 0.60              | 18.64             |
| PD - PD' (P. MAYASCON) | 5.78             | 4.00                        | 2,394.32             | 233.27            | 233.27     | 0.00                     | 0.71              | 5.28              |
| PD' (P. MAYAS.)- PG    | 4.22             | 4.00                        | 958.62               | 233.27            | 210.80     | 22.47                    | 0.60              | 24.77             |
| PG - PG' (P. TRAPOSA)  | 4.22             | 4.00                        | 2,576.03             | 210.80            | 210.80     | 0.00                     | 0.60              | 16.73             |
| PG' (P. TRAPOSA) - PI  | 2.56             | 2.50                        | 184.67               | 210.80            | 201.26     | 9.54                     | 0.81              | 24.02             |
| PI - PI'               | 2.56             | 2.50                        | 510.15               | 201.26            | 201.26     | 0.00                     | 0.81              | 17.81             |
| PI' - RES. PAPAYO      | 2.56             | 2.50                        | 163.95               | 201.26            | 196.52     | 4.74                     | 0.81              | 20.56             |

Fuente: Propia

Tabla IV-23: Resumen de líneas de conducción de Puntos a Reservorios

| TRAMO (*) L                   | Longitud Total L (m) | Caudal Qmd (l/s) | Diámetros asumidos D (pulg) | Velocidad V (m/s) | Presión final (m) |              |
|-------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
|                               |                      |                  |                             |                   | Inicial m.c.a     | Final m.c.a. |
| 1                             | 2                    | 3                | 9                           | 10                | 15                | 16           |
| P. MAYASCÓN - RESER. MAYASCÓN | 13.33                | 1.56             | 2.00                        | 0.77              | 5.28              | 7.26         |
| P. TRAPOSA - RESER. TRAPOSA   | 16.26                | 1.66             | 1.50                        | 1.46              | 16.73             | 17.07        |

Fuente: Propia

Como conclusión se obtuvieron velocidades mayores a 0.6 m/s en la llegada de los reservorios y en todos los puntos se obtuvo presiones mayores 5 m.c.a y menores a 60 m.c.a como lo estipula el RM- 192- 2018 para proyectos de saneamiento en el ámbito rural, por lo cual se empleará tubería PVC de clase Clase 10 con diámetros de 6'', 4'' y 2.5'' de acuerdo a los sectores como se muestra en los cálculos, a lo largo de la línea de conducción.

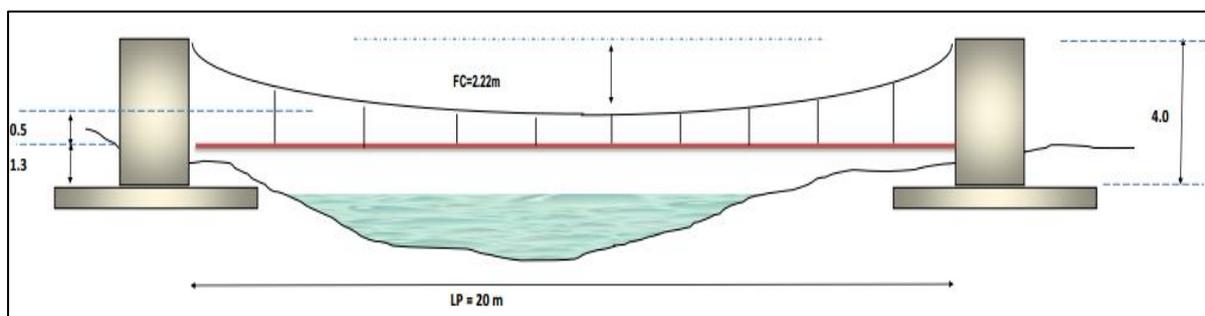
## 4.7 Diseño de Pase Aéreo

Como se puede apreciar en el plano de perfil de la línea de conducción, a lo largo de esta hay presencia de dos quebradas, una en la zona de Mayascón y otra en Traposa, por dicho motivo en la actualidad existen 2 pases aéreos de 20 ml, de los cuales sus torres de suspensión se encuentran en mal estado, es por ello que se han diseñado los mismos.

Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.3

### 4.7.1 Resumen de Pase Aéreo en Mayascón de 20ml

Figura IV-4: Pase Aéreo Mayascón = 20 ml - Dimensiones



Fuente: Propia

#### 4.7.1.1 Diseño de péndolas y cable principal

##### Diseño de Péndolas

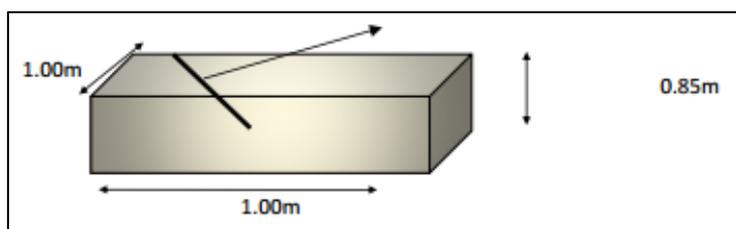
|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Peso Total de la Péndola   | 40.0 Kg                               |
| Cable Adoptado             | 1/4 " Tipo Boa ( 6x19 ) para pendolas |
| Separación de Péndolas     | 1.00 m                                |
| Cantidad de Péndolas       | 19 Und.                               |
| Longitud Total de Péndolas | 21.67 m                               |

##### Diseño de Cables Principales

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Tensión Máxima en Cable           | 4.92 Tn                       |
| Cable Adoptado                    | 3/8 " Cable tipo Boa ( 6x19 ) |
| Tensión Máxima Admisible de Cable | 6.70 Tn                       |

#### 4.7.1.2 Diseño de cámara de anclaje

Figura IV-5: Cámara de anclaje Mayascón - Dimensiones



Fuente: Propia

### 4.7.1.3 Diseño de torre y cimentación

A continuación, se describen las dimensiones de la torre de suspensión y cimentación del pase aéreo de Mayascón.

#### Propiedades de los Materiales

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| Concreto Hidráulico $f'c=$ | 350.0 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Acero Grado 60 - $f'y=$    | 4200.0 kg/cm <sup>2</sup> |

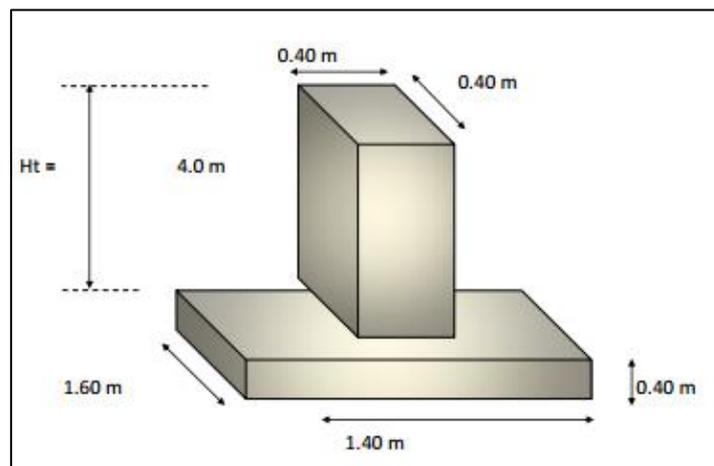
#### Dimensiones de Torre

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Largo                 | 0.40 m |
| Ancho                 | 0.40 m |
| Altura Total de Torre | 4.0 m  |

#### Dimensiones de Cimentación

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Largo                    | 1.60 m |
| Ancho                    | 1.40 m |
| Altura                   | 0.40 m |
| Profundidad de Desplante | 1.20 m |

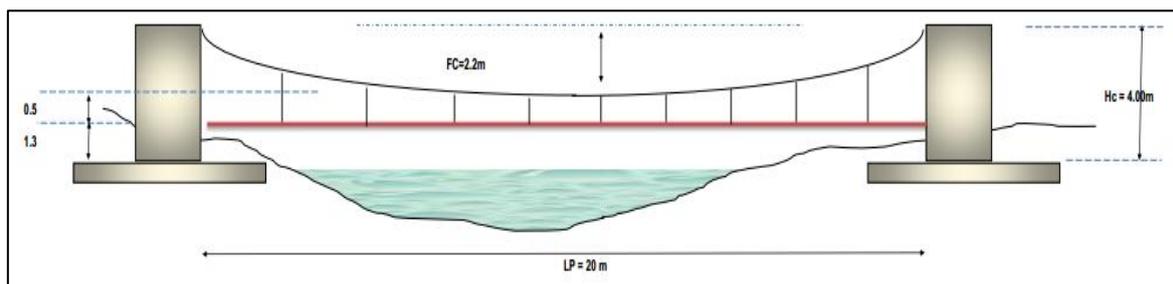
**Figura IV-6: Torre de suspensión Mayascón - Dimensiones**



Fuente: Propia

### 4.7.2 Resumen de Pase Aéreo en Traposa de 20ml

**Figura IV-7: Pase Aéreo Traposa = 20 ml - Dimensiones**



Fuente: Propia

### 4.7.2.1 Diseño de péndolas y cable principal

#### Diseño de Péndolas

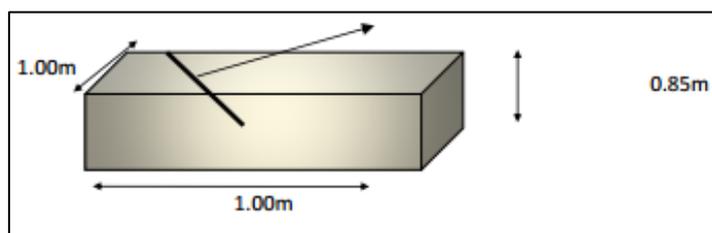
|                            |                                       |
|----------------------------|---------------------------------------|
| Peso Total de la Péndola   | 32.0 Kg                               |
| Cable Adoptado             | 1/4 " Tipo Boa ( 6x19 ) para pendolas |
| Separación de Péndolas     | 1.00 m                                |
| Cantidad de Péndolas       | 19 Und.                               |
| Longitud Total de Péndolas | 21.67 m                               |

#### Diseño de Cables Principales

|                                   |                               |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Tensión Máxima en Cable           | 3.94 Tn                       |
| Cable Adoptado                    | 3/8 " Cable tipo Boa ( 6x19 ) |
| Tensión Máxima Admisible de Cable | 6.70 Tn                       |

### 4.7.2.2 Diseño de cámara de anclaje

Figura IV-8: Cámara de anclaje Traposa - Dimensiones



Fuente: Propia

### 4.7.2.3 Diseño de torre y cimentación

A continuación, se describen las dimensiones de la torre de suspensión y cimentación del pase aéreo de Traposa.

#### Propiedades de los Materiales

|                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| Concreto Hidráulico $f'c=$ | 280.0 kg/cm <sup>2</sup>  |
| Acero Grado 60 - $f'y=$    | 4200.0 kg/cm <sup>2</sup> |

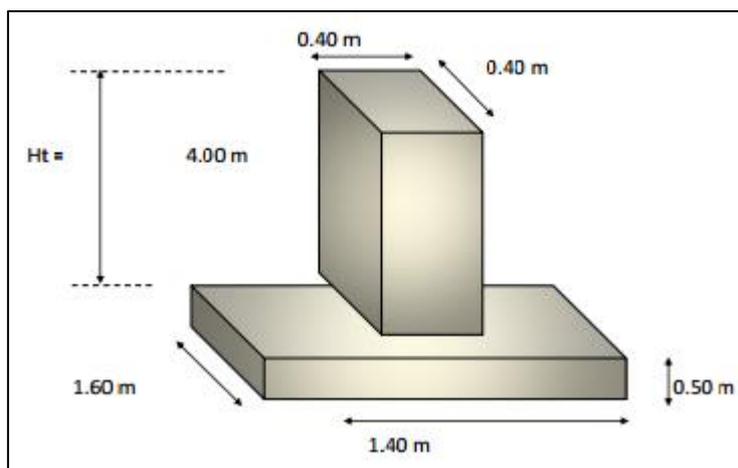
#### Dimensiones de Torre

|                       |        |
|-----------------------|--------|
| Largo                 | 0.40 m |
| Ancho                 | 0.40 m |
| Altura Total de Torre | 4.00 m |

#### Dimensiones de Cimentación

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| Largo                    | 1.60 m |
| Ancho                    | 1.40 m |
| Altura                   | 0.50 m |
| Profundidad de Desplante | 1.20 m |

**Figura IV-9: Torre de suspensión Traposa - Dimensiones**



**Fuente:** Propia

#### 4.8 Diseño de Reservorios

Se realizó el diseño de los 3 reservorios correspondientes a los centros poblados comprendidos en la tesis, los cuales son Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero. **Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.5**

**Tabla IV-24: Resumen de cálculos de los reservorios**

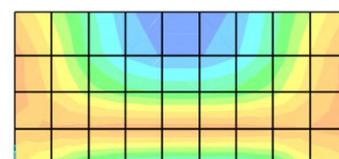
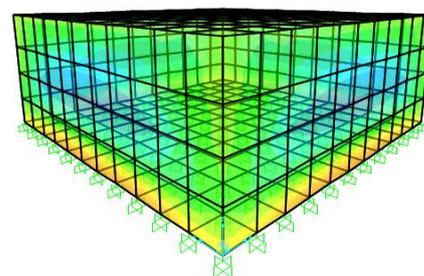
| RESERVORIO              | MAYASCON          | TRAPOSA           | PAPAYO-DESAGUADERO |
|-------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| VOLUMEN                 | 30 m <sup>3</sup> | 30 m <sup>3</sup> | 45 m <sup>3</sup>  |
| ALTURA TOTAL            | 2.10 m            | 2.10 m            | 2.10 m             |
| ALTURA H <sub>2</sub> O | 1.60 m            | 1.60 m            | 1.60 m             |
| ANCHO                   | 4.50 m            | 4.50 m            | 5.50 m             |
| LARGO                   | 4.50 m            | 4.50 m            | 5.50 m             |

| ESPESORES           |        |        |        |
|---------------------|--------|--------|--------|
| E. MURO             | 0.25 m | 0.25 m | 0.25 m |
| E. LOSA CIMENTACIÓN | 0.20 m | 0.20 m | 0.20 m |
| E. TECHO            | 0.20 m | 0.20 m | 0.20 m |

| ACERO VERTICAL MURO |                      |                      |                      |
|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| As Calculado        | 0.69 cm <sup>2</sup> | 0.82 cm <sup>2</sup> | 1.22 cm <sup>2</sup> |
| As Min.             | 4.00 cm <sup>2</sup> | 4.00 cm <sup>2</sup> | 4.00 cm <sup>2</sup> |

| DISTRIBUCIÓN DE ACERO VERTICAL - MURO |         |         |         |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| ∅                                     | 3/8"    | 3/8"    | 3/8"    |
| @                                     | 0.175 m | 0.175 m | 0.175 m |

| ACERO HORIZONTAL MURO |                      |                      |                      |
|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| As Calculado          | 0.25 cm <sup>2</sup> | 0.21 cm <sup>2</sup> | 0.30 cm <sup>2</sup> |
| As Min.               | 3.00 cm <sup>2</sup> | 3.00 cm <sup>2</sup> | 3.00 cm <sup>2</sup> |



| DISTRIBUCIÓN DE ACERO HORIZONTAL - MURO |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|
| ∅                                       | 3/8"    | 3/8"    | 3/8"    |
| @                                       | 0.175 m | 0.175 m | 0.175 m |

| DISTRIBUCIÓN DE ACERO LOSA (inferior) |         |         |         |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| ∅                                     | 3/8"    | 3/8"    | 3/8"    |
| @                                     | 0.200 m | 0.200 m | 0.200 m |

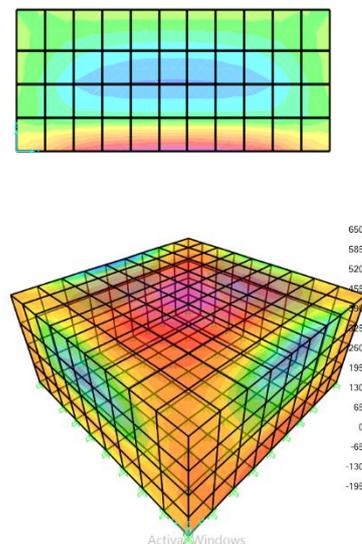
| DISTRIBUCIÓN DE ACERO LOSA (superior) |         |         |         |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|
| ∅                                     | 3/8"    | 3/8"    | 1/2"    |
| @                                     | 0.175 m | 0.175 m | 0.200 m |

| DISTRIBUCIÓN DE ACERO TECHO (inferior) |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| ∅                                      | 3/8"    | 3/8"    | 3/8"    |
| @                                      | 0.200 m | 0.200 m | 0.200 m |

| DISTRIBUCIÓN DE ACERO TECHO (superior) |         |         |         |
|--|---------|---------|---------|
| ∅                                      | 1/2"    | 1/2"    | 1/2"    |
| @                                      | 0.200 m | 0.200 m | 0.200 m |



**Fuente:** Propia

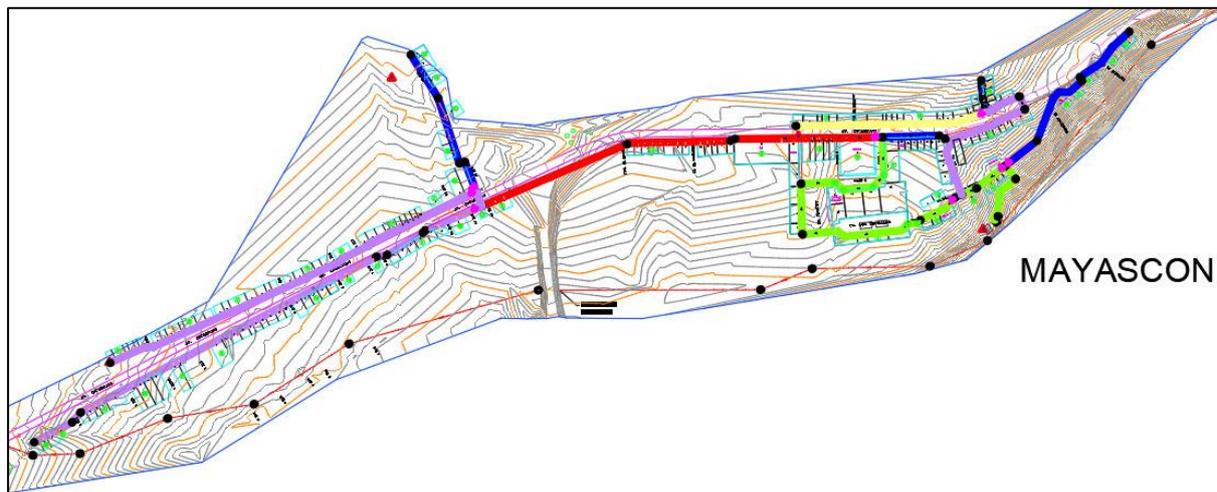
Los volúmenes diseñados de cada reservorio correspondientes al proyecto, son volúmenes considerando la proyección a 20 años de los pobladores de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.

#### 4.9 Diseño de red de distribución de agua

Para el diseño de las redes de distribución es fundamental garantizar los parámetros de velocidad y presión tal como indica la RM-192-2018 en la Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural. Teniendo en cuenta que, al ser el proyecto del sector rural, es primordial garantizar la presión por encima de la velocidad, ya que usualmente los caudales en este rubro son pequeños y por tanto las velocidades resultan bajas. A continuación, se presentará un resumen del diseño de las redes de distribución de cada centro poblado. **Esto se detallará en el anexo 3, Memoria de cálculo 3.4**

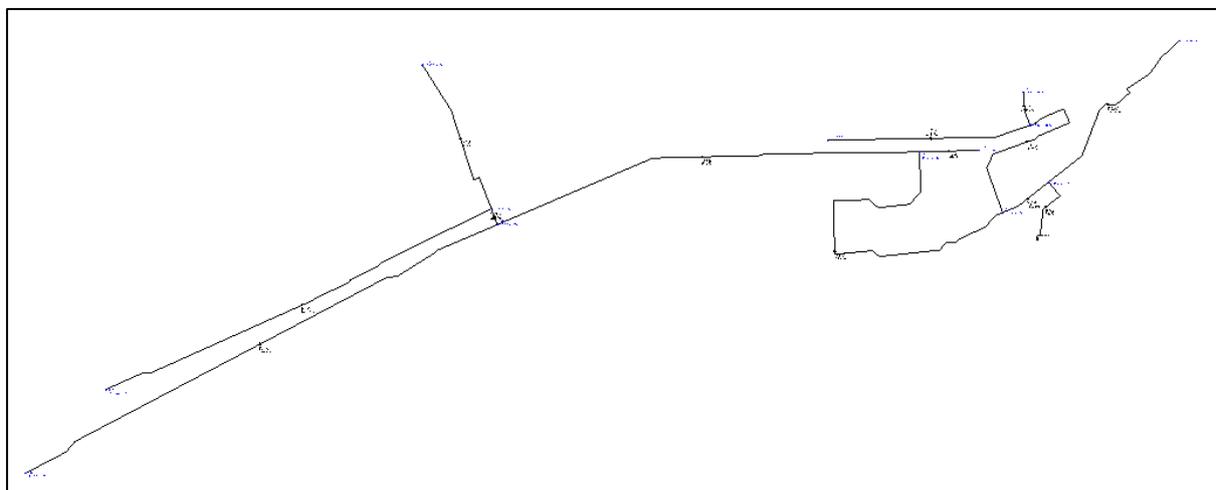
#### 4.9.1 Resumen de cálculo de red de distribución en Mayascón

**Figura IV-10: Red de distribución C.P Mayascón – AUTOCAD**



**Fuente:** Propia

**Figura IV-11: Red de distribución C.P Mayascón – WATERCAD**



**Fuente:** Propia

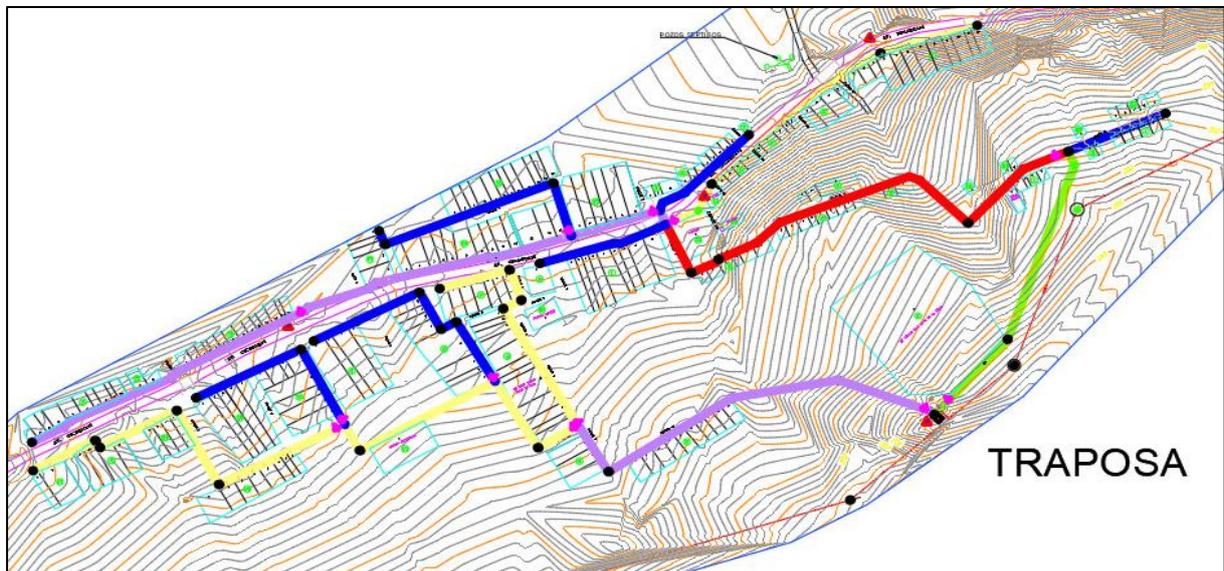
**Tabla IV-25: Cálculo de Red de distribución Mayascón.**

| Tramo (m)       |                | Gasto (l/s) |        | Long.<br>(m) | Diámetro<br>D <sub>c</sub><br>(pulg) | Veloc.<br>(m/s) | Perd. de carga ΔH |              | Cota Piezometrica<br>(m.s.n.m) |        | Cota del Terreno<br>(m.s.n.m) |        | Presión<br>(m) |       |
|-----------------|----------------|-------------|--------|--------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|--------|----------------|-------|
| Nodo<br>Entrada | Nodo<br>Salida | Tramo       | Diseño |              |                                      |                 | Unit<br>(%)       | Tramo<br>(m) | Inicial                        | Final  | Inicial                       | Final  | Inicial        | Final |
| 1               |                | 2           | 3      | 4            | 5                                    | 6               | 7                 | 8            | 9                              | 10     | 11                            | 12     | 13             | 14    |
| RESER           | J-5            | 0.000       | 2.40   | 68.00        | 2.50                                 | 1.0             | 10.78             | 0.73         | 231.10                         | 230.37 | 231.10                        | 224.75 | 0.00           | 5.62  |
| J-5             | J-11           | 0.114       | 0.11   | 196.00       | 0.75                                 | 0.6             | 13.50             | 2.65         | 230.37                         | 227.72 | 224.75                        | 222.43 | 5.62           | 5.29  |
| J-5             | J-6            | 0.051       | 2.28   | 53.00        | 2.50                                 | 0.9             | 9.85              | 0.52         | 230.37                         | 229.85 | 224.75                        | 222.74 | 5.62           | 7.11  |
| J-6             | J-4            | 0.177       | 0.52   | 190.00       | 1.50                                 | 0.6             | 7.65              | 1.45         | 229.85                         | 228.39 | 222.74                        | 217.04 | 7.11           | 11.35 |
| J-4             | J-3            | 0.114       | 0.11   | 33.00        | 0.75                                 | 0.6             | 13.48             | 0.44         | 228.39                         | 227.95 | 217.04                        | 212.71 | 11.35          | 15.24 |
| J-4             | J-12           | 0.228       | 0.23   | 194.00       | 1.00                                 | 0.6             | 11.99             | 2.33         | 228.39                         | 226.07 | 217.04                        | 217.54 | 11.35          | 8.53  |
| J-6             | J-8            | 0.220       | 1.71   | 356.00       | 2.50                                 | 0.7             | 5.79              | 2.06         | 229.85                         | 227.79 | 222.74                        | 218.54 | 7.11           | 9.25  |
| J-8             | J-9            | 0.121       | 0.12   | 57.00        | 0.75                                 | 0.6             | 15.09             | 0.86         | 227.79                         | 226.93 | 218.54                        | 217.91 | 9.25           | 9.02  |
| J-8             | J-2            | 0.307       | 1.37   | 415.00       | 2.00                                 | 0.9             | 11.36             | 4.71         | 227.79                         | 223.07 | 218.54                        | 215.85 | 9.25           | 7.22  |
| J-2             | J-14           | 0.494       | 0.49   | 510.00       | 1.50                                 | 0.6             | 6.97              | 3.56         | 223.07                         | 219.52 | 215.85                        | 208.03 | 7.22           | 11.49 |
| J-2             | J-1            | 0.000       | 0.57   | 16.00        | 1.50                                 | 0.6             | 9.08              | 0.15         | 223.07                         | 222.93 | 215.85                        | 215.52 | 7.22           | 7.41  |
| J-1             | J-10           | 0.114       | 0.11   | 159.00       | 0.75                                 | 0.6             | 13.48             | 2.14         | 222.93                         | 220.78 | 215.52                        | 207.96 | 7.41           | 12.82 |
| J-1             | J-13           | 0.456       | 0.46   | 407.00       | 1.50                                 | 0.6             | 6.01              | 2.45         | 222.93                         | 220.48 | 207.96                        | 209.59 | 14.97          | 10.89 |

Fuente: Propia

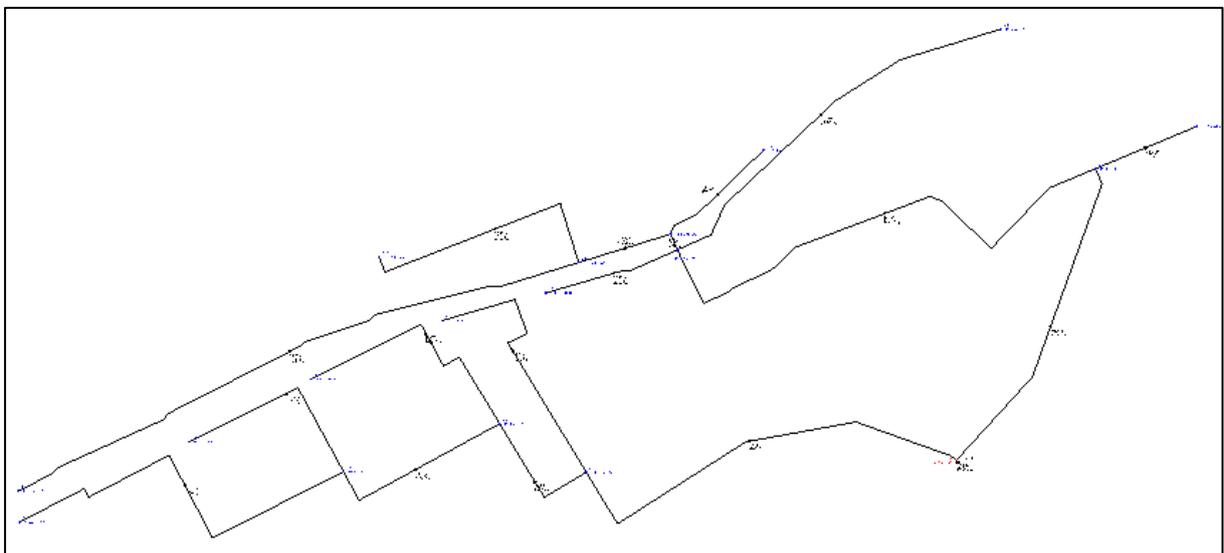
#### 4.9.2 Resumen de cálculo de red de distribución en Traposa

**Figura IV-12: Red de distribución C.P Traposa – AUTOCAD**



**Fuente:** Propia

**Figura IV-13: Red de distribución C.P Traposa – WATERCAD**



**Fuente:** Propia

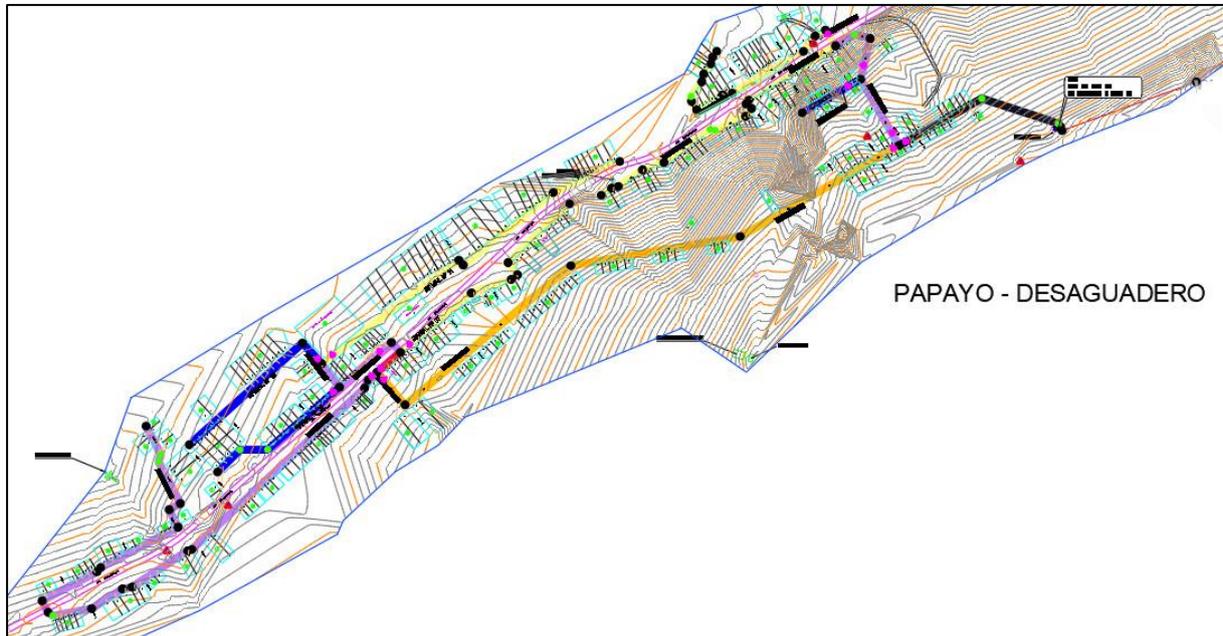
**Tabla IV-26: Cálculo de Red de distribución Traposa.**

| Tramo (m)    |             | Gasto (l/s) |        | Long.<br>(m) | Diámetro<br>D <sub>c</sub><br>(pulg) | Veloc.<br>(m/s) | Perd. de carga ΔH |              | Cota Piezometrica<br>(m.s.n.m) |        | Cota del Terreno<br>(m.s.n.m) |        | Presión<br>(m) |       |
|--------------|-------------|-------------|--------|--------------|--------------------------------------|-----------------|-------------------|--------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|--------|----------------|-------|
| Nodo Entrada | Nodo Salida | Tramo       | Diseño |              |                                      |                 | Unit<br>(%)       | Tramo<br>(m) | Inicial                        | Final  | Inicial                       | Final  | Inicial        | Final |
| 1            |             | 2           | 3      | 4            | 5                                    | 6               | 7                 | 8            | 9                              | 10     | 11                            | 12     | 13             | 14    |
| RESER        | J-8         | 0.006       | 1.66   | 262.00       | 2.50                                 | 0.7             | 5.44              | 1.43         | 209.40                         | 207.97 | 209.40                        | 201.59 | 0.00           | 6.38  |
| J-8          | J-9         | 0.132       | 0.13   | 85.00        | 0.75                                 | 0.7             | 17.63             | 1.50         | 207.97                         | 206.47 | 201.59                        | 201.54 | 6.38           | 4.93  |
| J-8          | J-3         | 0.308       | 1.52   | 412.00       | 2.00                                 | 1.0             | 13.73             | 5.66         | 207.97                         | 202.31 | 201.59                        | 185.74 | 6.38           | 16.57 |
| J-3          | J-11        | 0.110       | 0.11   | 108.00       | 0.75                                 | 0.6             | 12.58             | 1.36         | 202.31                         | 200.95 | 185.74                        | 185.60 | 16.57          | 15.35 |
| J-3          | J-18        | 0.267       | 0.27   | 315.00       | 1.00                                 | 0.7             | 16.01             | 5.04         | 202.31                         | 197.27 | 185.74                        | 182.37 | 16.57          | 14.90 |
| J-3          | J-4         | 0.000       | 0.83   | 13.00        | 1.50                                 | 0.9             | 18.39             | 0.24         | 202.31                         | 202.07 | 185.74                        | 185.28 | 16.57          | 16.79 |
| J-4          | J-10        | 0.121       | 0.12   | 99.00        | 0.75                                 | 0.6             | 15.01             | 1.49         | 202.07                         | 200.59 | 185.28                        | 181.69 | 16.79          | 18.90 |
| J-4          | J-5         | 0.077       | 0.71   | 75.00        | 1.50                                 | 0.8             | 13.77             | 1.03         | 202.07                         | 201.04 | 185.28                        | 185.02 | 16.79          | 16.02 |
| J-5          | J-15        | 0.176       | 0.18   | 208.00       | 0.75                                 | 0.9             | 30.02             | 6.24         | 201.04                         | 194.80 | 185.02                        | 182.50 | 16.02          | 12.30 |
| J-5          | J-19        | 0.461       | 0.46   | 477.00       | 1.50                                 | 0.6             | 6.14              | 2.93         | 201.04                         | 198.11 | 185.02                        | 179.07 | 16.02          | 19.04 |
| RESER        | J-7         | 0.143       | 0.90   | 338.00       | 1.50                                 | 1.0             | 21.12             | 7.14         | 209.40                         | 202.26 | 209.40                        | 190.85 | 0.00           | 11.41 |
| J-7          | J-16        | 0.251       | 0.25   | 223.00       | 1.00                                 | 0.7             | 14.36             | 3.20         | 202.26                         | 199.06 | 190.85                        | 185.23 | 11.41          | 13.83 |
| J-7          | J-6         | 0.000       | 0.51   | 106.00       | 1.00                                 | 1.4             | 52.25             | 5.54         | 202.26                         | 196.72 | 190.85                        | 187.41 | 11.41          | 9.31  |
| J-6          | J-14        | 0.154       | 0.15   | 207.00       | 0.75                                 | 0.8             | 23.45             | 4.85         | 196.72                         | 191.87 | 187.41                        | 183.51 | 9.31           | 8.36  |
| J-6          | J-12        | 0.000       | 0.35   | 151.00       | 1.00                                 | 0.9             | 26.70             | 4.03         | 196.72                         | 192.69 | 187.41                        | 186.29 | 9.31           | 6.40  |
| J-12         | J-13        | 0.143       | 0.14   | 170.00       | 0.75                                 | 0.8             | 20.44             | 3.48         | 192.69                         | 189.21 | 186.29                        | 180.82 | 6.40           | 8.39  |
| J-12         | J-17        | 0.209       | 0.21   | 323.00       | 1.00                                 | 0.6             | 10.18             | 3.29         | 192.69                         | 189.40 | 186.29                        | 178.66 | 6.40           | 10.74 |

Fuente: Propia

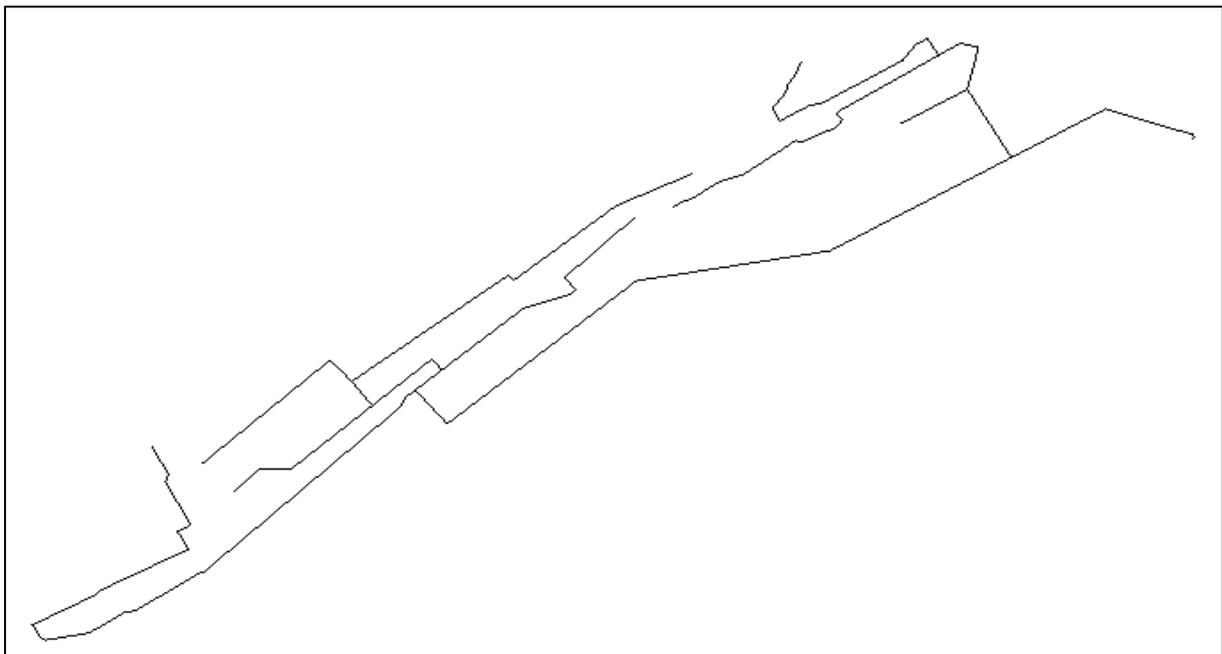
#### 4.9.3 Resumen de cálculo de red de distribución en Papayo – Desaguadero

**Figura IV-14: Red de distribución C.P Papayo-Desaguadero – AUTOCAD**



**Fuente:** Propia

**Figura IV-15: Red de distribución C.P Papayo-Desaguadero – WATERCAD**



**Fuente:** Propia

**Tabla IV-27: Cálculo de Red de distribución Papayo-Desaguadero**

| Tramo (m)       |                | Gasto (l/s) |        | Long.<br>(m) | Diámetro<br>Dc<br>(pulg) | Veloc.<br>(m/s) | Perd. de carga $\Delta H$ |              | Cota Piezométrica<br>(m.s.n.m) |        | Cota del Terreno<br>(m.s.n.m) |        | Presión<br>(m) |       |
|-----------------|----------------|-------------|--------|--------------|--------------------------|-----------------|---------------------------|--------------|--------------------------------|--------|-------------------------------|--------|----------------|-------|
| Nodo<br>Entrada | Nodo<br>Salida | Tramo       | Diseño |              |                          |                 | Unit<br>(%)               | Tramo<br>(m) | Inicial                        | Final  | Inicial                       | Final  | Inicial        | Final |
| 1               |                | 2           | 3      | 4            | 5                        | 6               | 7                         | 8            | 9                              | 10     | 11                            | 12     | 13             | 14    |
| RESER           | J-13           | 0.222       | 3.95   | 251.00       | 4.00                     | 0.6             | 2.76                      | 0.69         | 196.52                         | 195.83 | 196.52                        | 189.87 | 0.00           | 5.96  |
| J-13            | J-2            | 0.012       | 0.95   | 108.00       | 1.50                     | 1.1             | 23.33                     | 2.52         | 195.83                         | 193.31 | 189.87                        | 183.04 | 5.96           | 10.27 |
| J-2             | J-1            | 0.173       | 0.17   | 94.00        | 0.75                     | 0.9             | 29.03                     | 2.73         | 193.31                         | 190.58 | 183.04                        | 181.06 | 10.27          | 9.52  |
| J-2             | J-7            | 0.062       | 0.76   | 113.00       | 1.50                     | 0.9             | 15.62                     | 1.77         | 193.31                         | 191.54 | 183.04                        | 174.31 | 10.27          | 17.23 |
| J-7             | J-8            | 0.333       | 0.33   | 337.00       | 1.00                     | 0.9             | 24.14                     | 8.13         | 191.54                         | 183.41 | 174.31                        | 170.31 | 17.23          | 13.10 |
| J-7             | J-11           | 0.370       | 0.37   | 408.00       | 1.00                     | 1.0             | 29.33                     | 11.97        | 191.54                         | 179.58 | 174.31                        | 170.91 | 17.23          | 8.67  |
| J-13            | J-16           | 0.653       | 2.78   | 797.00       | 3.00                     | 0.8             | 5.84                      | 4.66         | 195.83                         | 191.17 | 189.87                        | 176.96 | 5.96           | 14.21 |
| J-16            | J-14           | 0.025       | 2.13   | 60.00        | 3.00                     | 0.6             | 3.56                      | 0.21         | 191.17                         | 190.96 | 176.96                        | 174.76 | 14.21          | 16.20 |
| J-14            | J-9            | 0.025       | 1.28   | 43.00        | 2.00                     | 0.8             | 9.95                      | 0.43         | 190.96                         | 190.53 | 174.76                        | 174.93 | 16.20          | 15.60 |
| J-9             | J-10           | 0.310       | 0.31   | 340.00       | 1.00                     | 0.8             | 21.19                     | 7.20         | 190.53                         | 183.32 | 174.93                        | 171.05 | 15.60          | 12.27 |
| J-9             | J-4            | 0.136       | 0.94   | 115.00       | 1.50                     | 1.1             | 22.98                     | 2.64         | 190.53                         | 187.88 | 174.93                        | 174.04 | 15.60          | 13.84 |
| J-4             | J-3            | 0.197       | 0.20   | 216.00       | 0.75                     | 1.1             | 37.17                     | 8.03         | 187.88                         | 179.86 | 174.04                        | 171.28 | 13.84          | 8.58  |
| J-4             | J-5            | 0.012       | 0.61   | 42.00        | 1.50                     | 0.7             | 10.26                     | 0.43         | 187.88                         | 187.45 | 174.04                        | 171.91 | 13.84          | 15.54 |
| J-5             | J-12           | 0.375       | 0.37   | 514.00       | 1.00                     | 1.0             | 30.02                     | 15.43        | 187.45                         | 172.02 | 171.91                        | 167.00 | 15.54          | 5.02  |
| J-5             | J-6            | 0.222       | 0.22   | 252.00       | 0.75                     | 0.8             | 46.22                     | 11.65        | 187.45                         | 175.81 | 171.91                        | 169.05 | 15.54          | 6.76  |
| J-14            | J-15           | 0.826       | 0.83   | 989.00       | 1.50                     | 0.9             | 18.03                     | 17.84        | 190.96                         | 173.12 | 174.76                        | 166.50 | 16.20          | 6.62  |

**Fuente:** Propia

Se concluye que se obtuvieron presiones dentro de los rangos establecidos que oscilan entre 5 m.c.a y 60 m.c.a, de acuerdo con RM-192-2018; así mismo se emplearan diámetros de diferentes pulgadas por centro poblado, así como se muestra en los anteriores cálculos.

#### 4.9.4 Comparación con watercad – agua potable

**Tabla IV-28: WATERCAD – Velocidad en tuberías - Mayascón**

| TRAMO (ID) | LONGITUD (m) | NUDO INICIAL | NUDO FINAL | DIAMETRO (") | MATERIAL | Hazen-Williams C | FLUJO (L/s) | VELOCIDAD (m/s) |
|------------|--------------|--------------|------------|--------------|----------|------------------|-------------|-----------------|
| 652        | 68.00        | RESER        | J-5        | 2.5          | PVC      | 150              | 2.396       | 1.0             |
| 661        | 196.00       | J-5          | J-11       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.114       | 0.6             |
| 649        | 53.00        | J-5          | J-6        | 2.5          | PVC      | 150              | 2.282       | 0.9             |
| 657        | 190.00       | J-6          | J-4        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.519       | 0.6             |
| 646        | 33.00        | J-4          | J-3        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.114       | 0.6             |
| 663        | 194.00       | J-4          | J-12       | 1            | PVC      | 150              | 0.228       | 0.6             |
| 658        | 356.00       | J-6          | J-8        | 2.5          | PVC      | 150              | 1.712       | 0.7             |
| 654        | 57.00        | J-8          | J-9        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.121       | 0.7             |
| 667        | 415.00       | J-8          | J-2        | 2            | PVC      | 150              | 1.371       | 0.7             |
| 668        | 510.00       | J-2          | J-14       | 1.5          | PVC      | 150              | 0.494       | 0.6             |
| 643        | 16.00        | J-2          | J-1        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.570       | 0.7             |
| 659        | 159.00       | J-1          | J-10       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.114       | 0.6             |
| 665        | 407.00       | J-1          | J-13       | 1.5          | PVC      | 150              | 0.456       | 0.6             |

Fuente: Propia

**Tabla IV-29: WATERCAD – Presión en Nudos - Mayascón**

| ID           | NUDO | COTA TERRENO (m) | DEMANDA DE AGUA (L/s) | GRADIENTE HIDRAULICA (m) | PRESION DINAMICA (m H2O) |
|--------------|------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 645          | J-2  | 215.85           | 0.307                 | 222.300                  | 6.40                     |
| 647          | J-3  | 212.71           | 0.114                 | 226.170                  | 13.40                    |
| 648          | J-4  | 217.04           | 0.177                 | 227.260                  | 10.20                    |
| 650          | J-5  | 224.75           | 0.000                 | 230.450                  | 5.70                     |
| 651          | J-6  | 222.74           | 0.051                 | 229.640                  | 6.90                     |
| 655          | J-8  | 218.54           | 0.220                 | 226.440                  | 7.90                     |
| 656          | J-9  | 217.91           | 0.121                 | 224.360                  | 6.40                     |
| 660          | J-10 | 207.96           | 0.114                 | 216.830                  | 8.90                     |
| 662          | J-11 | 222.43           | 0.114                 | 228.140                  | 5.70                     |
| 664          | J-12 | 217.54           | 0.228                 | 222.950                  | 5.40                     |
| 666          | J-13 | 209.59           | 0.456                 | 218.030                  | 8.40                     |
| 669          | J-14 | 208.03           | 0.494                 | 216.450                  | 8.40                     |
| <b>TOTAL</b> |      |                  | <b>2.40</b>           |                          |                          |

Fuente: Propia

**Tabla IV-30: WATERCAD – Velocidad en tuberías - Traposa**

| TRAMO (ID) | LONGITUD (m) | NUDO INICIAL | NUDO FINAL | DIAMETRO (") | MATERIAL | Hazen-Williams C | FLUJO (L/s) | VELOCIDAD (m/s) |
|------------|--------------|--------------|------------|--------------|----------|------------------|-------------|-----------------|
| 575        | 262.00       | RESER        | J-8        | 2.5          | PVC      | 150              | 1.658       | 0.6             |
| 558        | 85.00        | J-8          | J-9        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.132       | 0.6             |
| 581        | 412.00       | J-8          | J-3        | 2            | PVC      | 150              | 1.520       | 0.8             |
| 563        | 108.00       | J-3          | J-11       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.110       | 0.6             |
| 579        | 315.00       | J-3          | J-18       | 1            | PVC      | 150              | 0.267       | 0.6             |
| 550        | 13.00        | J-3          | J-4        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.835       | 0.7             |
| 561        | 99.00        | J-4          | J-10       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.121       | 0.7             |
| 553        | 75.00        | J-4          | J-5        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.714       | 0.6             |
| 571        | 208.00       | J-5          | J-15       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.176       | 0.6             |
| 582        | 477.00       | J-5          | J-19       | 1.5          | PVC      | 150              | 0.461       | 0.6             |
| 578        | 338.00       | RESER        | J-7        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.900       | 0.8             |
| 573        | 223.00       | J-7          | J-16       | 1            | PVC      | 150              | 0.251       | 0.6             |
| 555        | 106.00       | J-7          | J-6        | 1            | PVC      | 150              | 0.506       | 1.0             |
| 569        | 207.00       | J-6          | J-14       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.154       | 0.6             |
| 568        | 151.00       | J-6          | J-12       | 1            | PVC      | 150              | 0.352       | 0.7             |
| 565        | 170.00       | J-12         | J-13       | 0.75         | PVC      | 150              | 0.143       | 0.8             |
| 576        | 323.00       | J-12         | J-17       | 1            | PVC      | 150              | 0.209       | 0.6             |

Fuente: Propia

**Tabla IV-31: WATERCAD – Presión en Nudos - Traposa**

| ID           | NUDO | COTA TERRENO (m) | DEMANDA DE AGUA (L/s) | GRADIENTE HIDRAULICA (m) | PRESION DINAMICA (m H2O) |
|--------------|------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 551          | J-3  | 185.74           | 0.308                 | 203.630                  | 17.90                    |
| 552          | J-4  | 185.28           | 0.000                 | 203.420                  | 18.10                    |
| 554          | J-5  | 185.02           | 0.077                 | 202.510                  | 17.50                    |
| 556          | J-6  | 187.41           | 0.000                 | 198.720                  | 11.30                    |
| 557          | J-7  | 190.85           | 0.143                 | 203.590                  | 12.70                    |
| 559          | J-8  | 201.59           | 0.006                 | 208.620                  | 7.00                     |
| 560          | J-9  | 201.54           | 0.132                 | 207.290                  | 5.70                     |
| 562          | J-10 | 181.69           | 0.121                 | 199.770                  | 18.00                    |
| 564          | J-11 | 185.60           | 0.110                 | 200.300                  | 14.70                    |
| 566          | J-12 | 186.29           | 0.000                 | 195.170                  | 8.90                     |
| 567          | J-13 | 180.82           | 0.143                 | 186.680                  | 5.80                     |
| 570          | J-14 | 183.51           | 0.154                 | 194.430                  | 10.90                    |
| 572          | J-15 | 182.50           | 0.176                 | 196.990                  | 14.50                    |
| 574          | J-16 | 185.23           | 0.251                 | 200.780                  | 15.50                    |
| 577          | J-17 | 178.66           | 0.209                 | 189.060                  | 10.40                    |
| 580          | J-18 | 182.37           | 0.267                 | 199.180                  | 16.80                    |
| 583          | J-19 | 179.07           | 0.461                 | 197.690                  | 18.60                    |
| <b>TOTAL</b> |      |                  | <b>2.56</b>           |                          |                          |

Fuente: Propia

**Tabla IV-32: WATERCAD – Velocidad en tuberías – Papayo-Desaguadero**

| TRAMO (ID) | LONGITUD (m) | NUDO INICIAL | NUDO FINAL | DIAMETRO (") | MATERIAL | Hazen-Williams C | FLUJO (L/s) | VELOCIDAD (m/s) |
|------------|--------------|--------------|------------|--------------|----------|------------------|-------------|-----------------|
| 329        | 251.00       | RESER-1      | J-13       | 4            | PVC      | 150              | 3.953       | 0.6             |
| 321        | 108.00       | J-13         | J-2        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.950       | 0.8             |
| 299        | 94.00        | J-2          | J-1        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.173       | 0.6             |
| 319        | 113.00       | J-2          | J-7        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.765       | 0.7             |
| 308        | 337.00       | J-7          | J-8        | 1            | PVC      | 150              | 0.333       | 0.7             |
| 314        | 408.00       | J-7          | J-11       | 1            | PVC      | 150              | 0.370       | 0.7             |
| 331        | 797.00       | J-13         | J-16       | 3            | PVC      | 150              | 2.781       | 0.6             |
| 327        | 60.00        | J-16         | J-14       | 3            | PVC      | 150              | 2.128       | 0.6             |
| 326        | 43.00        | J-14         | J-9        | 2            | PVC      | 150              | 1.277       | 0.6             |
| 311        | 340.00       | J-9          | J-10       | 1            | PVC      | 150              | 0.310       | 0.6             |
| 320        | 115.00       | J-9          | J-4        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.942       | 0.8             |
| 302        | 216.00       | J-4          | J-3        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.197       | 0.7             |
| 318        | 42.00        | J-4          | J-5        | 1.5          | PVC      | 150              | 0.609       | 0.6             |
| 316        | 514.00       | J-5          | J-12       | 1            | PVC      | 150              | 0.375       | 0.7             |
| 305        | 252.00       | J-5          | J-6        | 0.75         | PVC      | 150              | 0.222       | 0.8             |
| 323        | 989.00       | J-14         | J-15       | 1.5          | PVC      | 150              | 0.826       | 0.7             |

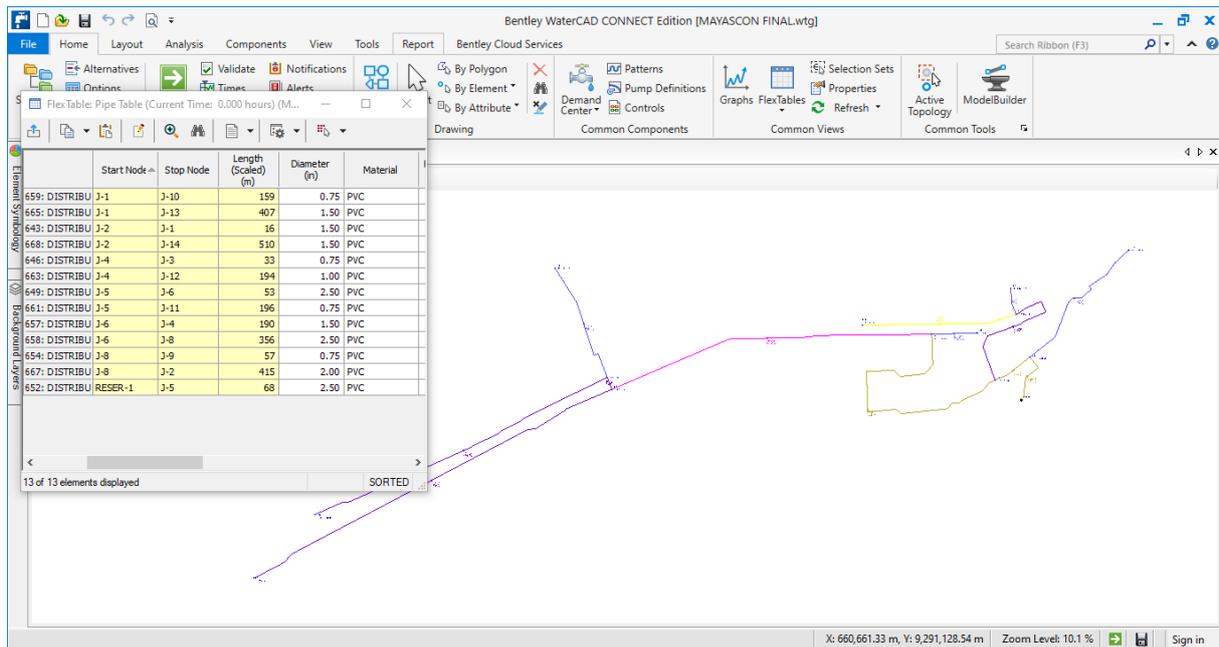
Fuente: Propia

**Tabla IV-33: WATERCAD – Presión en Nudos - Papayo-Desaguadero**

| ID           | NUDO | COTA TERRENO (m) | DEMANDA DE AGUA (L/s) | GRADIENTE HIDRAULICA (m) | PRESION DINAMICA (m H2O) |
|--------------|------|------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| 300          | J-1  | 181.06           | 0.173                 | 191.790                  | 10.70                    |
| 301          | J-2  | 183.04           | 0.012                 | 194.200                  | 11.10                    |
| 303          | J-3  | 171.28           | 0.197                 | 182.370                  | 11.10                    |
| 304          | J-4  | 174.04           | 0.136                 | 189.420                  | 15.30                    |
| 306          | J-5  | 171.91           | 0.012                 | 189.040                  | 17.10                    |
| 307          | J-6  | 169.05           | 0.222                 | 178.770                  | 9.70                     |
| 309          | J-7  | 174.31           | 0.062                 | 192.650                  | 18.30                    |
| 310          | J-8  | 170.31           | 0.333                 | 185.490                  | 15.20                    |
| 312          | J-9  | 174.93           | 0.025                 | 191.750                  | 16.80                    |
| 313          | J-10 | 171.05           | 0.310                 | 185.420                  | 14.30                    |
| 315          | J-11 | 170.91           | 0.370                 | 182.120                  | 11.20                    |
| 317          | J-12 | 170.00           | 0.375                 | 175.430                  | 5.40                     |
| 322          | J-13 | 189.87           | 0.222                 | 196.410                  | 6.50                     |
| 324          | J-14 | 174.76           | 0.025                 | 192.130                  | 17.30                    |
| 325          | J-15 | 166.50           | 0.826                 | 176.440                  | 9.90                     |
| 328          | J-16 | 176.96           | 0.653                 | 192.320                  | 15.30                    |
| <b>TOTAL</b> |      |                  | <b>3.95</b>           |                          |                          |

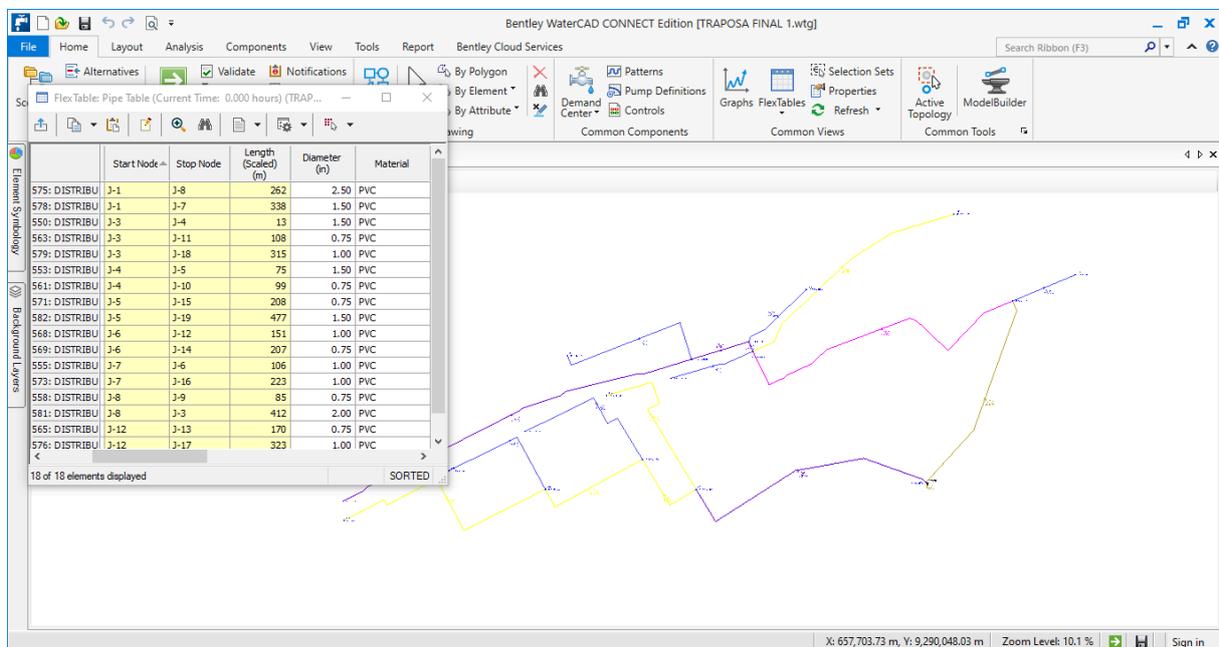
Fuente: Propia

**Figura IV-16: Programa Watercad - Mayascón**



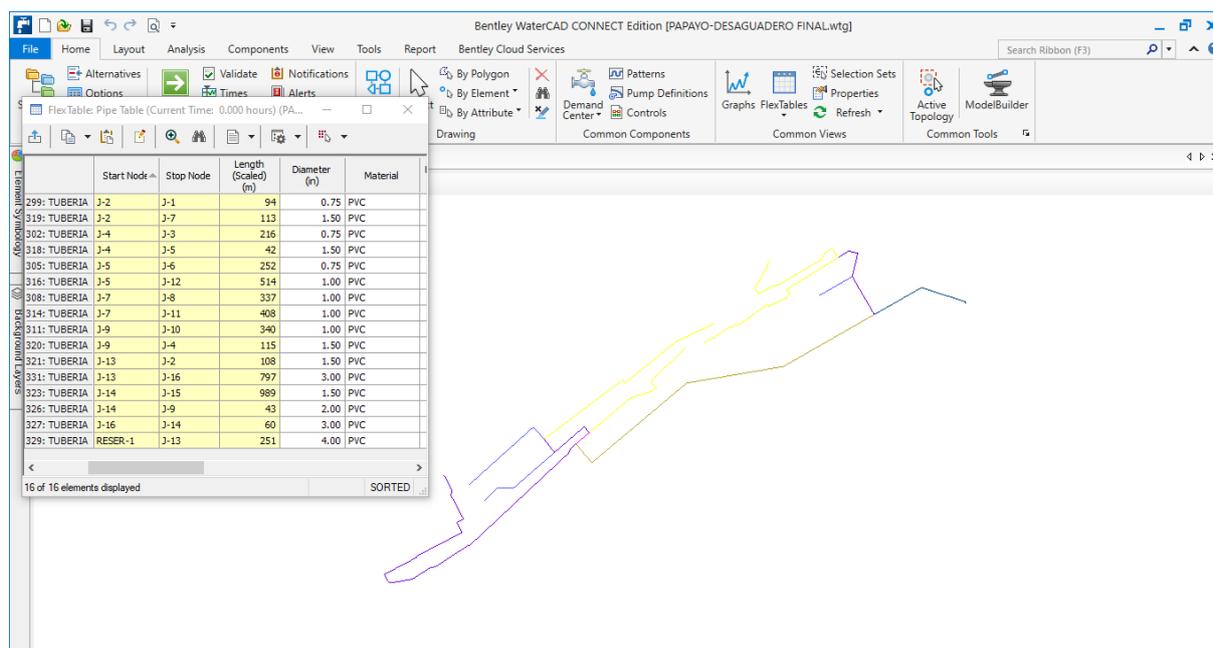
Fuente: Propia

**Figura IV-17: Programa Watercad – Traposa**



Fuente: Propia

**Figura IV-18: Programa Watercad – Papayo-Desaguadero**



Fuente: Propia

#### 4.10 Diseño de alcantarillado

El indicador primordial para el diseño de desagüe es el caudal de contribución de las aguas negras, este caudal es expresado a través del 80% Q<sub>mh</sub> del agua, en otras palabras, el 20% es de uso doméstico y el 80% es devuelta al alcantarillado para su posterior tratamiento [17]. **Esto se detallará en el anexo 4, Memoria de cálculo 4.4.1 – 4.6.3**

##### 4.10.1 Resumen de red de alcantarillado de Mayascón

**Tabla IV-34: Cuadro resumen Buzones – Mayascón Zona 1**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 5        |
| 1.51-2.00   | 0        |
| 2.01-2.50   | 1        |
| 2.51-3.00   | 4        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 10       |
| 0.81-1.19      | 0        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 20 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| TOTAL                              | 93 Conex. Domiciliaria |

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 1086.39 m |

Fuente: Propia

**Tabla IV-35: Cuadro resumen Buzones – Mayascón Zona 2**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 5        |
| 1.51-2.00   | 3        |
| 2.01-2.50   | 3        |
| 2.51-3.00   | 2        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 5        |
| 0.81-1.19      | 1        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 19 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| TOTAL                              | 78 Conex. Domiciliaria |

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 1077.45 m |

Fuente: Propia

#### 4.10.2 Resumen de red de alcantarillado de Traposa

**Tabla IV-36: Cuadro resumen Buzones – Traposa Zona 1**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 15       |
| 1.51-2.00   | 3        |
| 2.01-2.50   | 1        |
| 2.51-3.00   | 0        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 3        |
| 0.81-1.19      | 0        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 22 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                        |
|------------------------------------|------------------------|
| TOTAL                              | 83 Conex. Domiciliaria |

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 1072.26 m |

**Tabla IV-37: Cuadro resumen Buzones – Traposa Zona 2**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 9        |
| 1.51-2.00   | 2        |
| 2.01-2.50   | 1        |
| 2.51-3.00   | 1        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 17       |
| 0.80-1.19      | 3        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 33 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| TOTAL                              | 124 Conex. Domiciliaria |

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 1666.66 m |

### 4.10.3 Resumen de red de alcantarillado de Papayo-Desaguadero

**Tabla IV-38: Cuadro resumen Buzones – Papayo-Desaguadero Zona 1**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 13       |
| 1.51-2.00   | 5        |
| 2.01-2.50   | 2        |
| 2.51-3.00   | 0        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 28       |
| 0.81-1.19      | 1        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 49 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| TOTAL                              | 113 Conex. Domiciliaria |

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 2411.52 m |

**Tabla IV-39: Cuadro resumen Buzones – Papayo-Desaguadero Zona 2**

| PROF. BUZON | CANTIDAD |
|-------------|----------|
| 1.20-1.50   | 15       |
| 1.51-2.00   | 7        |
| 2.01-2.50   | 1        |
| 2.51-3.00   | 0        |
| 3.01-3.50   | 0        |
| 3.51-4.00   | 0        |

| PROF. BUZONETA | CANTIDAD |
|----------------|----------|
| 0.60-0.80      | 21       |
| 0.81-1.19      | 2        |

| CANTIDAD TOTAL DE BUZONES |            |
|---------------------------|------------|
| TOTAL                     | 45 Buzones |

| NÚMERO DE CONEXIONES DOMICILIARIAS |                         |
|------------------------------------|-------------------------|
| TOTAL                              | 187 Conex. Domiciliaria |

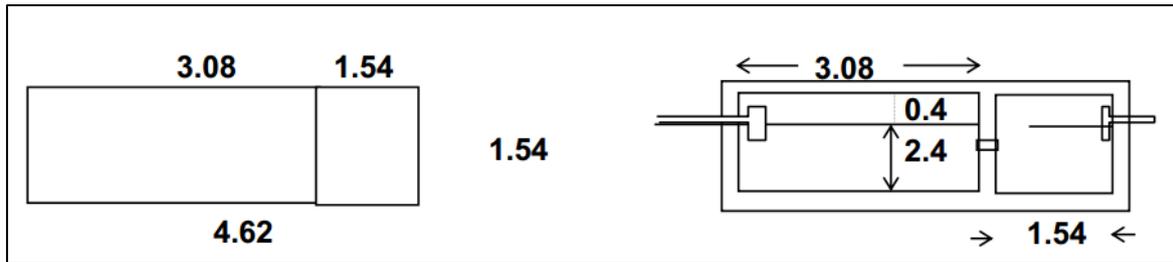
  

| LONGITUD TOTAL DE TUBERIAS |           |
|----------------------------|-----------|
| DIAMETRO                   | 8"        |
| TOTAL                      | 2612.00 m |

### 4.11 Diseño de Tanque Séptico

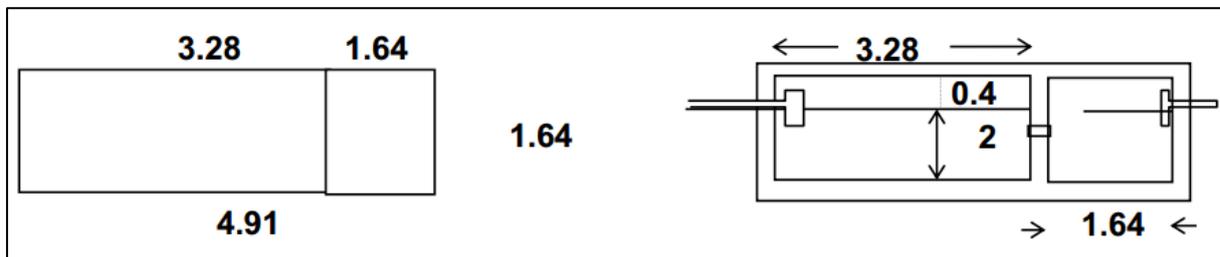
Puesto que los centros poblados en estudio cuentan por sectores con plantas de tratamientos, las cuales se encuentran en funcionamiento y aun no culminan su vida útil, por el contrario, recién han cumplido 8 años de servicio, no se realizará un rediseño de las mismas, puesto que elevaría de manera significativa en un 20% el costo total del proyecto, cuando en realidad dichas plantas funcionan correctamente y tienen capacidad para los próximos 10 años. **Esto se detallará en el anexo 5, Memoria de cálculo 5.1 – 5.4**

**Figura IV-19: Tanque Séptico Mayascón Zona 1**



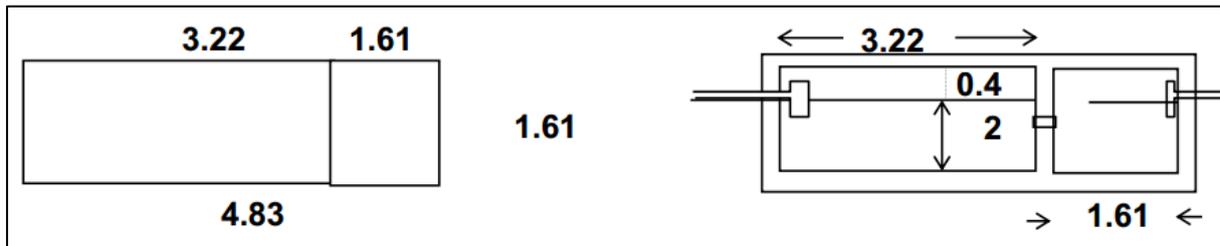
Fuente: Propia

**Figura IV-20: Tanque Séptico Mayascón Zona 2**



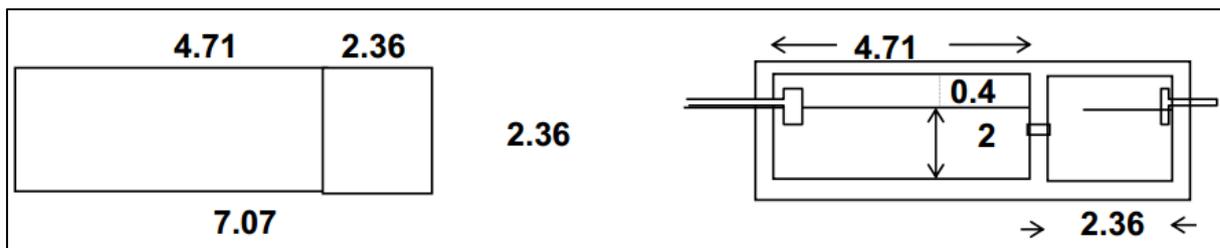
Fuente: Propia

**Figura IV-21: Tanque Séptico Traposa**



Fuente: Propia

**Figura IV-22: Tanque Séptico Papayo-Desaguadero**



Fuente: Propia

## **4.12 Estudio de Topografía**

El levantamiento topográfico del área que comprende el proyecto de los centros poblados, Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, parte del reconocimiento en campo del área de estudio, luego se procedió a colocar puntos de referencia como BMs y estaciones de apoyo como el terreno requirió, para un posible replanteo de ser necesario. **Esto se detallará en el anexo 1, Memoria de cálculo 1.1.**

### **4.12.1 Conclusiones del estudio topográfico**

1. Para todo levantamiento topográfico es necesario en primer lugar un reconocimiento de campo con el fin de conocer el área de estudio y de los imprevistos que pueda ocurrir durante el proceso de levantamiento.
2. Es indispensable que los equipos topográficos estén calibrados, para el levantamiento de toda el área de saneamiento que comprende el presente proyecto.
3. También es fundamental trabajar con personal calificado y que tenga experiencia en ser ayudantes en levantamientos, con el fin de tener mayor precisión en las lecturas y reducir el tiempo de trabajo.
4. Se tendrán bastante cuidados con las estructuras existentes pertenecientes a los sistemas de agua y desagüe para un correcto diagnóstico, y posteriormente diseño.
5. En concordancia con los resultados obtenidos en el estudio de topografía, se conoce que la zona del proyecto tiene una accidentada geografía, teniendo como máxima cota 254.74 m.s.n.m y una mínima cota de 167.10 m.s.n.m.

## **4.13 Estudio de Suelos**

### **4.13.1 Resultados del estudio de mecánica de suelos**

1. El fin principal de estudiar las características en cuanto a lo referente calidad de suelos del terreno natural es con el objetivo de conocer las características a emplear para la cimentación y estratigrafía a conocer.

2. De acuerdo a los perfiles estratigráficos de los suelos en las inmediaciones del área de estudio, se encuentran clasificada en forma predominante en los puntos de captación por Grava Pobrementada Graduada con Limo y Arena de color marrón oscuro de consistencia rígida (GP-GM) y en los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero por suelos del tipo Grava Arcillosa con Arena (GC).
3. Las presiones admisibles por falla local son variables, pero la menor en el área de estudio es de 1.37 kg/cm<sup>2</sup>, resultado a través de la fórmula de Terzagui, teniendo un factor de seguridad de 3.
4. El asentamiento máximo y mínimo es de 0.34 cm y 0.13 cm respectivamente, los cuales son menores al asentamiento máximo permisible de 2.54 cm.
5. De acuerdo al estudio químico del suelo en presencia de sulfatos y cloruros. El tipo de cemento que se recomienda usar en la cimentación de las captaciones y reservorios de Mayascón y Traposa es: Cemento Tipo V, ya que en el suelo se encontró una exposición de cloruros insignificante y sulfatos severa, no obstante, en Papayo-Desaguadero se recomienda el uso de Cemento Tipo MS, debido a su moderada presencia de sulfatos.

## V. DISCUSIÓN

El sistema de agua potable de los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero ya cumplió con sus años de servicio puesto que este cuenta con 30 años desde su instalación, mientras que su sistema de alcantarillado cuenta con 12 años de funcionamiento, no obstante, los componentes de ambos sistemas se encuentran deteriorados, ocasionando incomodidad en los pobladores de la zona con los servicios básicos fundamentales.

A través del presente proyecto, se dará solución a dicha problemática existente en beneficio de los pobladores de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.

Esta tesis es del tipo aplicativo y se inició, determinando el estado actual de los componentes que conforman los sistemas de agua y desagüe, con la finalidad de cuantificar el número de estructuras que requieren un nuevo diseño, para dar un óptimo servicio a los pobladores que conforman los centros poblados ya mencionados con anterioridad.

Después del análisis técnico que se basó en el estado situacional de las estructuras existentes en el área de estudio, se determinó que, con el fin de ofrecer una buena asistencia de los servicios de agua y alcantarillado, se debe rediseñar el primer sistema menciona y ampliar y mejorar el sistema de desagüe, por tal motivo, en este presente proyecto se ha diseñado: 3 captaciones, línea de conducción con 9605.78 ml, 2 pases aéreos (donde se hizo la comparativa de material PVC vs HDPE), 3 reservorios, red de distribución de agua potable, red de recolección de aguas grises.

Como se mencionó anteriormente, y puesto que en el apartado de predimensionamiento de las ptars del proyecto actual, se aprecia que las dimensiones para un periodo de diseño de 20 años no varían significativamente con las dimensiones que tienen dichas plantas en la actualidad, las cuales fueron diseñadas para abastecer a una población futura al año 2032, además teniendo en cuenta que las mismas están en funcionamiento hoy en día y se encuentran en buen estado, no se considerara su rediseño, ya que encarecería a un 20% del proyecto, lo que haría menos viable su ejecución.

Como se mencionó anteriormente se hizo la comparativa del material de tubería a emplear en los pases aéreos de Mayascón y Traposa:

| PASE AEREO |           |
|------------|-----------|
| CON HDPE   | CON PVC   |
| 20,098.50  | 16,604.10 |

A pesar que el costo de HDPE de la tubería es más elevado que la de PVC, se optó por su uso debido a que dichos tramos son pases aéreos, por este motivo se requiere una mayor resistencia, lo cual nos ofrece el HDPE ya que entre sus ventajas presenta una resistencia alta al impacto, es más ligera, flexible, tiene alta resistencia química y térmica y tiene un ciclo de vida mucho mayor que el PVC, por todo lo antes dicho se empleó en los pases aéreos tuberías de HDPE.

Los resultados del proyecto se dieron en base a los siguientes aspectos:

#### **- DENSIDAD POBLACIONAL Y CAUDALES DE DISEÑO**

Con el fin de que la toma de datos se realice con mayor precisión, se consideró las singularidades y la realidad de la zona de estudio, de esta manera se complementó con la información poblacional obtenida de INEI de los censos durante los años 1993, 2007 y 2018, obteniéndose como resultado una población de 2075 habitantes en el año 2018; teniendo una tasa de crecimiento de 2.34%, por lo que proyectado en 20 años el número de habitantes será de 3047 pobladores. Así también, la recolección de estos datos fue fundamentales para el cálculo de los caudales de diseño que necesitara la población de la zona de estudio.

#### **- ESTUDIOS BÁSICOS DEL PROYECTO**

##### **Topografía**

A través del estudio topográfico realizado en la zona de estudio del proyecto, se determinó que la topografía del terreno es accidentada teniendo como como mayor cota 254.74 m.s.n.m en las captaciones y la menor cota 167.10 m.s.n.m en el centro poblado más alejado el cual es Papayo-Desaguadero.

Los datos obtenidos en base al levantamiento topográfico, me permitió realizar los cálculos para los diseños de las redes de agua y desagüe, así como también de sus componentes como línea de conducción, reservorios, buzones; de los reservorios nos permitió ubicarlos en una cota

estratégica donde se garantizara la llegada del agua a la casa con la mayor altitud, y con respecto a los buzones se les dio las profundidades de acuerdo a las pendientes del terreno, de esta manera se cumplió con los parámetros y normas establecidos por la RM-192-2018 y la RNE, en cuanto a velocidades, presiones y diámetros mínimos y máximos.

Los resultados obtenidos del perfil del terreno me permitieron definir el tipo de sistema de agua potable, el cual seguirá siendo por gravedad, ya que la topografía lo permite. Así mismo con respecto al desagüe dicho estudio me permitió conocer el sentido de flujo de evacuación de las aguas residuales, por lo cual nos permitió diseñar ambos sistemas a través de distintas hojas de cálculo (realizados en el programa Excel); teniendo en consideración los parámetros establecidos en la RM-192-2018 y la RNE, garantizando velocidades permisibles, flujos mínimos y tensión tractiva en cuanto a tuberías de desagüe.

### **Estudio de Mecánica de Suelos**

Con respecto al Estudio de Mecánica de Suelos se determinó que la estratigrafía de los sectores de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero son uniformes con respecto a cada sector antes mencionado, sin alteraciones notables y que solo se encontró nivel freático en la zona donde se extrajo las calicatas para las captaciones. Se halló existencia en los puntos de captación de Grava Pobremente Graduada con Limo y Arena de color marrón oscuro de consistencia rígida (GP-GM) y en los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero por suelos del tipo Grava Arcillosa con Arena (GC). También a través del ensayo de cloruros y sulfatos se muestran que el suelo analizado, presenta valores diferentes de acuerdo a los sectores.

Donde en los puntos de captación, y en los centros poblados de Mayascón y Traposa los valores indican presencia severa de sulfatos lo cual perjudicaría a las estructuras, por lo que se recomienda emplear un cemento tipo V, mientras que en el sector Papayo-Desaguadero los valores indican una exposición moderada de sulfatos por lo cual se recomienda el uso de cemento tipo MS.

Se hizo los ensayos de corte directo, de acuerdo a las zonas donde se ubicarían las estructuras; de los resultados se puede decir que la capacidad portante del suelo mínima es de 1.37 kg/cm<sup>2</sup> y la máxima de 1.89 kg/cm<sup>2</sup> en los sectores de los centros poblados.

### **Estudio Hidrológico**

Se realizó aforos en diferentes estaciones en las 3 captaciones, con el fin de conocer el máximo y mínimo caudal que nos puede proporcionar la fuente, para conocer si se lograra abastecer a los pobladores. Referente a los estudios realizados para determinar la cantidad y calidad del agua que aflora de las fuentes o captaciones, se obtuvo que dicho efluente cumple con la proyección de caudal requerido para una población al año 2038 (**ver Tabla IV-18**), con dicha información se deduce que las dichas captaciones satisfacen el caudal de agua que se requiere para una proyección de 20 años.

A través de los ensayos fisicoquímicos y microbiológicos realizados del agua en Epsel el cual es el órgano prestador de servicios de saneamiento, se determina que el agua no necesita un tratamiento previo, ya que los parámetros analizados están por debajo de los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N°015-2015-MINAN (**ver Anexo: Gráfico 12.6-12.7**) respectivamente, de lo cual se deduce que el agua que aflora de las captaciones, no requiere de algún tipo de tratamiento, por tanto no es necesario la construcción de una planta de tratamiento (**ver Anexo: Documento 10.6-10.12**).

## VI. CONCLUSIONES

1. Del diagnóstico y evaluación del estado actual de los diversos componentes que conforman las redes de agua potable y desagüe existentes; Se ha concluido que el sistema de agua ya cumplió su tiempo estimado de servicio, y el sistema de alcantarillado se encuentra en malas condiciones para su funcionamiento, por tal motivo estos sistemas serán rediseñados y sustituidos en su totalidad, de esta manera se brindara un óptimo servicio de calidad a los pobladores de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.
2. Durante la preparación de la tesis presente, se realizaron algunos estudios básicos, de los que se concluye lo siguiente:
  - Del EMS se concluye, de acuerdo a los perfiles estratigráficos de los suelos a lo largo de la zona de estudio, se encuentran clasificada en forma predominante en los puntos de captación por Grava Pobrementemente Graduada con Limo y Arena de color marrón oscuro de consistencia rígida (GP-GM) y en los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero por suelos del tipo Grava Arcillosa con Arena (GC). Además, la resistencia mínima del suelo es de 1.37 kg/cm<sup>2</sup>.
  - La zona de estudio que comprende el proyecto presenta una accidentada geografía, teniendo como mayor cota 254.74 m.s.n.m y como mínima cota 167.10 m.s.n.m, dichos datos se obtuvieron a través del levantamiento topográfico.
  - A través de los estudios hidrológicos realizados, se concluyó que el agua que aflora de las captaciones para abastecer a los pobladores es agua apta para su consumo, por tal motivo dicha agua no requiere algún tipo de tratamiento para purificarla; debido a que sus valores se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles que establece el Ministerio del Ambiente.
3. Mediante el diseño de los elementos, tanto de los sistemas de agua potable como desagüe se llega a la conclusión, que el presente proyecto brindara una cobertura al 100% a todos los centros poblados que abarca el proyecto, de esta manera se le brindara cobertura de ambos servicios a 747 familias, disfrutando de ambos servicios las 24 horas del día, influyendo de esta manera en la colaboración de la mejora en la calidad de vida de la población.

4. A través del diseño y cálculo de los reservorios se concluyó lo mencionado posteriormente:
  - Se determinó que, con la proyección de 20 años, se requiere reservorios de 30 m<sup>3</sup>, 30m<sup>3</sup> y 45 m<sup>3</sup> para los centros poblados Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero, con dichos volúmenes se abastecerá los pobladores de cada sector.
  
5. No se realizó un rediseño de plantas de tratamiento puesto que los centros poblados pertenecientes al proyecto, ya cuentan por sectores con tanques sépticos con pozos percoladores a excepción del sector Traposa Zona 2 y Papayo-Desaguadero Zona 1, que cuentan con un tanque Imhoff, los cuales no han cumplido aún su tiempo de vida útil, por lo que un rediseño elevaría los costos del presente proyecto aun cuando las plantas de tratamientos actuales están diseñadas para abastecer a una población futura al año 2038, además un rediseño encarecería un 20% el costo total del proyecto y con la finalidad de que el proyecto sea viable y sustentable, no se considerara en el presente estudio.
  
6. El costo total del proyecto es de S/ 10,634,412.03
  
7. El proyecto es VIABLE AMBIENTALMENTE, ya que a través la realización del EIA “Evaluación de Impacto Ambiental” y de acuerdo al análisis de los impactos a los factores ambientales, se puede apreciar que a pesar de que haya notables impactos negativos, estos son temporales.

## VII. RECOMENDACIONES

- Para el estudio de aforo de las captaciones que intervienen en el proyecto, se recomienda hacer varias tomas de tiempo, para aumentar la precisión del método volumétrico.
- Para los estudios hidrológicos de las fuentes de abastecimiento de agua, es necesario la toma de muestras en un contenedor limpio, y trasladarlas en un cooler hasta los laboratorios correspondientes.
- Para el estudio de mecánica de suelos se recomendó la toma de muestras en los puntos donde se ubicarán los elementos estructurales como captaciones, reservorios y tanques sépticos, además de los puntos estratégicos donde pasarían las redes de distribución tanto de agua como desagüe.
- Para el estudio Topográfico, se recomienda establecer un punto de referencia in situ, con el fin de un posible replanteo. También se recomienda verificar que los instrumentos topográficos como estación total y gps, se encuentren calibrados, para un levantamiento preciso. Además, debido a que el área de estudio es extensa, se deben tomar medidas a los puntos más importantes que intervienen en este proyecto.
- En la revisión in situ, se recomienda analizar cada componente que forman parte de los sistemas a intervenir como es el caso de los sistemas de agua potable y alcantarillado.
- Se recomendó hacer una comparativa entre el material pvc y hdpe, empleado en las tuberías de pases aéreos en los tramos de Mayascón y Traposa. Donde se optó por el hdpe por su mayor resistividad.
- Se recomienda una vez ejecutado el proyecto se establezca personas encargadas del mantenimiento de las redes de agua y desagüe, así también de cada uno sus componentes con el fin de garantizar su tiempo de vida útil, por tal motivo se deberá establecer un cronograma con los tiempos establecidos de limpieza y mantenimiento.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, «El derecho humano al agua y al saneamiento,» Estados Unidos, 2015.
- [2] Organización Mundial de la Salud, «Informe sobre la Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000,» Catalogación por la Biblioteca de la OMS, Ginebra, 2000.
- [3] Organización Mundial de la Salud y Unicef, «2,4 mil millones de personas carecen de acceso a saneamiento,» Servicio de catalogación de publicaciones de OMS, Ginebra, 2015.
- [4] INEI. Instituto Nacional de Estadística e informática, Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico., 2016.
- [5] Gobierno Regional de Lambayeque, Gerencia ejecutiva de vivienda y saneamiento, «Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento,» Julio 2018. [En línea]. Available: <http://direccionsaneamiento.vivienda.gob.pe/Planes%20Regionales%20de%20Saneamiento/PRS%20LAMBAYEQUE.pdf>. [Último acceso: 06 12 2019].
- [6] K. Santos Mundaca y F. Jara Sagrada , «“DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO DE LAS LOCALIDADES: EL CALVARIO Y RINCÓN DE PAMPA GRANDE DEL DISTRITO DE CURGOS – LA LIBERTAD”,» La Libertad, 2014.
- [7] J. Altamirano Espinoza y A. Choque Gavilan, «“DISEÑO INTEGRAL DE LOS SISTEMAS DE AGUA Y DESAGÜE DE LOS ANEXOS: HUARANGO MOCHO, SAN CARLOS, CRISTO REY, STA.VICENTA, VIRGEN DE CHAPI, LA CAMPIÑA, NVA. STA. LUCÍA, LA 75, PARAJE, STA. JULIA, LOS LÓPEZ Y LOS CASTILLOS DEL DISTRITO DE SANTIAGO-ICA”,» Ica, 2011.
- [8] F. Cusquiban Fernández, «MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL DISTRITO EL PRADO, PROVINCIA DE SAN MIGUEL, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA,» Cajamarca, 2013.
- [9] J. Saldarriaga, Hidráulica de tuberías, Bogotá - Colombia: Emma Arizaga H., 2007.
- [10] A. Rocha Felices, Hidráulica de Tuberías y Canales, Lima: Dossat, 2007.
- [11] R. Agüero Pittman, Agua Potable para poblaciones rurales. Sistemas de abastecimiento por gravedad sin tratamiento., Lima: SER, 2014.
- [12] Reglamento Nacional de Edificaciones, OS.100- Consideraciones básicas de diseño de infraestructura Sanitaria, Perú, 2006.
- [13] Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural, Resolución Ministerial-192-2018-Vivienda, Perú, 2018.

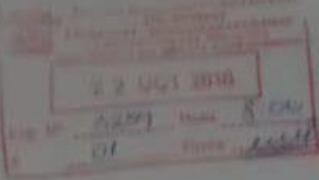
- [14] Dirección General de Salud Ambiental, «Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano,» Lima-Perú, 2011.
- [15] Vierendel, Abastecimiento de Agua y Alcantarillado, Perú, 2009.
- [16] Reglamento Nacional de Edificaciones, OS. 0.50 - Redes de distribución de agua potable para consumo humano, Lima, 2017.
- [17] Reglamento Nacional de Edificaciones, OS.070 - Redes de Aguas Residuales, Perú, 2017.
- [18] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado, Lima, 2005.
- [19] M. Carpio Davila, «MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO PARA LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE QUEROCOTO, PROVINCIA DE CHOTA, CAJAMARCA,» TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE, Cajamarca, 2019.
- [20] Reglamento Nacional de Edificaciones, NORMA IS.010 - Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, Lima, 2017.
- [21] Reglamento Nacional de Edificaciones, OS.030 - Almacenamiento de agua para consumo humano, Lima, 2017.
- [22] Instituto Cersa, «Diseño de redes de agua potable y alcantarillado,» Cajamarca, 2020.
- [23] Departamento de Asuntos Economicos y Sociales de Naciones Unidas., «El agua, Fuente de vida.,» 07 02 2014. [En línea]. Available: [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human\\_right\\_to\\_water.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml). [Último acceso: 18 10 2018].
- [24] G. Guerinoni, «Equipo Tecnico Regional de Agua y Saneamiento,» 23 04 2013. [En línea]. Available: [www.paho.org/blogs/etras/?p=1113](http://www.paho.org/blogs/etras/?p=1113). [Último acceso: 17 10 2018].
- [25] Organización Mundial de la Salud, «2100 millones de personas carecen de agua potable en el hogar y más del doble no disponen de saneamiento seguro.,» Ginebra, 2017.
- [26] INEI.Instituto Nacional de Estadística e informática, Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Distrital, Lima, 2007.
- [27] J. I. Alegria Mori, «“AMPLIACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE BAGUA GRANDE”,» 2013.
- [28] J. Cordova Cordova y A. Guitierrez Gamboa, «MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA LOCALIDAD DE NAZARENO-ASCOPE,» Trujillo, 2016.

# ANEXOS

## **IX. LISTA DE ANEXOS**

- 9.1 ANEXO N°01: INFORME EMS Y TOPOGRAFÍA**
- 9.2 ANEXO N°02: ANALISIS OFERTA – DEMANDA – VOL. RESERVORIOS**
- 9.3 ANEXO N°03: DISEÑO DE AGUA POTABLE**
- 9.4 ANEXO N°04: DISEÑO DE ALCANTARILLADO**
- 9.5 ANEXO N°05: PTAR**
- 9.6 ANEXO N°06: PLANOS**
- 9.7 ANEXO N°07: METRADOS**
- 9.8 ANEXO N°08: PRESUPUESTO**
- 9.9 ANEXO N°09: EIA**
- 9.10 ANEXO N°10: DOCUMENTOS**

**DOCUMENTO N°10.1: Solicitud de constancia de no existencia del proyecto a la  
municipalidad provincial de Pítipo.**



"AÑO DEL BUEN SERVICIO AL CIUDADANO"

Chiclayo, 22 Octubre del 2018

Luis Alberto Valladolid Terrones  
Alcalde distrital de Pítipo  
Municipalidad Distrital de Pítipo

ASUNTO: Solicito constancia

REFERENCIA: Proyecto de tesis denominado:  
"REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS  
MAYASCON, TRAPOSA, PAPAÑO Y DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE  
FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE."

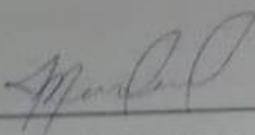
De mi especial consideración.

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

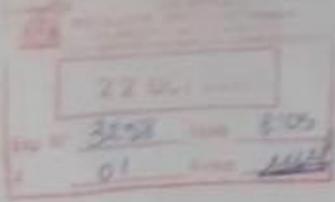
Que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Rediseño del sistema de agua potable y alcantarillado de los centros poblados Mayascon, Traposa, Papayo y Desaguadero, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque", motivo por el cual solicito a su digno despacho una **CONSTANCIA** que indique que el mencionado proyecto no se encuentra en el banco de proyectos de la Municipalidad Distrital Pítipo.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente,

  
\_\_\_\_\_  
VELASCO ACUÑA YESSICA MARJORIE  
DNI N° 72314667

**DOCUMENTO N°10.2: Solicitud de información a la municipalidad provincial de Pítipo y permisos para estudios topográficos.**






"AÑO DEL DIALOGO Y RECONCILIACION NACIONAL"

Chiclayo, 22 Octubre del 2018

Luis Alberto Valladolid Terrones  
 Alcalde distrital de Pítipo  
 Municipalidad Distrital de Pítipo

**ASUNTO:** Solicito autorización de acceso a información y permisos para poder realizar estudios de mecánica de suelos y estudios topográficos del terreno.

**REFERENCIA:** Proyecto de tesis denominado:

**"REDISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASCON, TRAPOSA, PAPAYO Y DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE."**

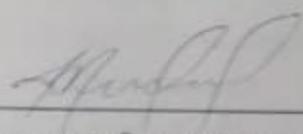
De mi especial consideración:

Es grato dirigirme a su despacho para saludarlo y a la vez manifestarle lo siguiente:

Que en calidad de alumno de la carrera de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de la ciudad de Chiclayo, he decidido desarrollar el proyecto de tesis denominado "Rediseño del sistema de agua potable y alcantarillado de los centros poblados Mayascon, Traposa, Papayo y Desaguadero, distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque", motivo por el cual solicito a su digno despacho una **AUTORIZACIÓN** respectiva para el acceso a información que se requiera y el permiso correspondiente para poder realizar estudios de mecánica de suelos y estudios topográficos en la zona donde se desarrollará el proyecto.

Por lo expuesto, pido a usted acceder a mi petición antes mencionado

Atentamente,

  
 \_\_\_\_\_  
 VELASCO ACUÑA YESSICA MARJORIE  
 DNI N° 72314667

**DOCUMENTO N°10.3: Otorgamiento de constancia de no existencia del proyecto de la  
municipalidad provincial de Pítipo.**



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO**

Av. Francisco Muro Moreno N° 112 - Telf. 074-638132 - Pítipo - Ferreñafe  
www.munipitipo.gob.pe  Municipalidad Distrital de Pítipo  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Pítipo, 22 de Octubre del 2018

**CARTA N° 069- ARO.J.G.B.H - GIDUR- M.D.P**

**SEÑORITA:**  
**YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA**  
ALUMNA DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL - USAT

**Ciudad:-**

**ASUNTO : EL QUE INDICA**

**REFERENCIA :Exp. Administrativo N° 3259 F: 22/10/2018**

Estimado Señor:

Me dirijo a Ud. para expresarle mi cordial saludo y, a la vez hacer de su conocimiento que el Proyecto denominado "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASCON, TRAPOSA, PAPAYO- DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE". No se encuentra en el Banco de Proyectos de la Municipalidad Distrital de Pítipo.

Sin otro particular me suscribo de Usted. para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,





Cc:Andive



**DOCUMENTO N°10.4: Otorgamiento de permisos para realizar estudios de mecánica de suelos y topografía para la realización del proyecto.**



**MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PITIPO**  
 Av. Francisco Muro Moreno N° 112 - Telef. 074-8381132 - Pitipo - Ferreñafe  
 www.munipitipo.gob.pe Municipalidad Distrital de Pitipo

**AUTORIZACION**

EL GERENTE DE INFRAESTRUCTURA DESARROLLO URBANO Y RURAL DE LA MUNICIPALIDAD DISTRICTAL DE PITIPO,

**AUTORIZA:**

La Srta. YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA, identificada con DNI N° 72314667, alumna del IX Ciclo de la escuela Profesional de Ingeniería Civil ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, realice su Proyecto de Tesis denominado: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASCON, TRAPOSA, PAPAYO-DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE".

El suscrito es de indicar que, en los Centros Poblados MAYASCON, TRAPOSA y PAPAYO-DESAGUADERO, no existe el Proyecto de Mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado, por tanto se emite la presente autorización a fin de que pueda realizar los estudios de mecánica de suelos y topografía, necesarios para el indicado Proyecto.

Sin otro particular, me despido de Ud., expresándole mi especial consideración, en la Formación de Futuros Profesionales.

Pitipo, 22 de Octubre del 2018

Atentamente,





**DOCUMENTO N°10.5: Otorgamiento del documento de necesidad del proyecto de la  
municipalidad provincial de Pítipo.**



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PITIPO**

Av. Francisco Muro Moreno N° 112 - Telf. 074-638132 - Pítipo - Ferreñafe  
www.municipipito.gob.pe Municipalidad Distrital de Pítipo  
"Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional"

Pítipo, 22 de Octubre del 2018

**CARTA N° 070- ARO,J.G.R.H - GIDUR- M.D.P**

**SEÑORITA:**  
**YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA**  
ALUMNA DE LA ESCUELA DE ING. CIVIL AMBIENTAL - USAT

**Ciudad,-**

**ASUNTO : EL QUE INDICA**

**REFERENCIA :Exp. Administrativo N° 3258 F: 22/10/2018**

Estimado Señor:

Me dirijo a Ud. para expresarle mi cordial saludo y, a la vez hacer de su conocimiento que el Proyecto denominado "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASCON, TRAPOSA, PAPAYO- DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE", es necesario debido al incremento poblacional que se ha venido dando en los últimos años en los Centros Poblados MAYASCON, TRAPOSA Y PAPAYO- DESAGUADERO.

Sin otro particular me suscribo de Usted. para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,





**DOCUMENTO N°10.6: Documento del estudio físicoquímico y microbiológico de las fuentes de captación.**



**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**“ TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE ”**

Chiclayo, 25 Abril del 2019

CARTA N° 025 -2019 –EPSEL S.A.- GG

**SRTA. YESSICA MARJORIE VELASCO ACUÑA**  
Condominio San Gabriel Torre 23 Dpto 103  
Chiclayo

**ASUNTO** : **Resultados Análisis de Muestra de Agua de Pozo**

**REFERENCIA** : **CARTA S/N DE FECHA 05.04.19 (586916)**

*Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo comunicarle que adjunto al presente hago llegar los resultados de los ensayos análisis físico químico y microbiológico de una (01) muestra de agua de pozo.*

*Sin otro particular, es propicia la ocasión para reiterarle los sentimientos de mi mayor consideración.*

*Atentamente.*

X   
**BLGO. LORENZO BOCANEGRA CAMPOS**  
Jefe Oficina Control de Calidad  
EPSEL S.A.

**DOCUMENTO N°10.7: Análisis del estudio físicoquímico y microbiológico de las fuentes de captación.**



**EMPRESA PRESTADORA DE SERVICIOS  
DE SANEAMIENTO DE LAMBAYEQUE S.A.**

**" TRABAJAMOS PERMANENTEMENTE PARA LLEVARLE AGUA DE  
LA MEJOR CALIDAD, CUIDELA NO LA DESPERDICIE "**

EPSEL S.A.  
GERENCIA GENERAL  
OFICINA CONTROL DE CALIDAD

**RESULTADOS DE ENSAYOS FÍSICOS QUÍMICOS Y  
MICROBIOLÓGICOS**

**CAPTACION N° 01 ENTRE MOCHUMI NUEVO Y MOCHUMI VIEJO**

| PARAMETROS                            | CAPTACIÓN N°01 |
|---------------------------------------|----------------|
| Fecha de Análisis:                    | 12/04/2019     |
| Código                                | LCC-1133-19    |
| Turbidez, NTU                         | 0.74           |
| pH                                    | 6.78           |
| Conductividad, Us/cm                  | 377.00         |
| Alcalinidad, mg/l                     | 178.00         |
| Dureza, mg/l                          | 115.31         |
| Cloruros, mg/l                        | 18.89          |
| Sulfatos, mg/l                        | 39.27          |
| Nitratos, mg/l                        | 24.13          |
| Cobre, mg/l                           | 0.003          |
| Fierro, mg/l                          | 0.009          |
| Manganeso, mg/l                       | 0.006          |
| Coliformes Totales UFC/100ml          | 0              |
| Coliformes Termotolerantes UFC/100 ml | 0              |
| Recuento de Heterótrofos              | 4              |

OBSERVACIÓN: Las muestras fueron colectadas por personal Inter



OFICINAS: Av. Carlos Costañeda (paraguero N° 100 - Av. Sáenz Peña N° 1860) (Planta de Agua Potable) Chiclayo  
Tel: 252291 (Central de Telefónica) - 253479 (G.G.) - Gerencia Operacional Tel: 254132  
Gerencia Comercial - Av. Miguel Grau N° 451 - Teléf.: 273500 (G.C.) - 235751 (Central Telefónica)  
Emergencias: Telef: 238053 - 326747 - 0-800-27000  
Pag. Web: www.epsel.com.pe



**DOCUMENTO N°10.9: Documento del estudio físico-químico (metales totales) de las fuentes de captación.**



**INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-968**

**I. DATOS DEL SERVICIO**

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1.-RAZON SOCIAL                | : VELASCO ACUÑA YESSICA MARJORIE  |
| 2.-DIRECCIÓN                   | : CONO RES LOS PARQUES DE SAN GABRIEL TORE 23 OPTO 103, LAMBAYEQUE-CHICLAYO-CHICLAYO  |
| 3.-PROYECTO                    | : MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LOS CENTROS POBLADOS MAYASOON, TRAPOSA, PAPAYO - DESAGUADERO, DISTRITO DE PITIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE. |
| 4.-PROCEDENCIA                 | : Captación N° 01 (entre Mochumi Nuevo y Mochumi Viejo)   |
| 5.-SOLICITANTE                 | : VELASCO ACUÑA YESSICA MARJORIE  |
| 6.-ORDEN DE SERVICIO N°        | : OS-2021-0308  |
| 7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO   | : NO APLICA   |
| 8.-MUESTREADO POR              | : EL CLIENTE  |
| 9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME | : 2021-02-12  |

**II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO**

|                               |                            |
|-------------------------------|----------------------------|
| 1.-PRODUCTO                   | : Agua                     |
| 2.-NÚMERO DE MUESTRAS         | : 1                        |
| 3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA | : 2021-01-28               |
| 4.-PERÍODO DE ENSAYO          | : 2021-01-28 al 2021-02-12 |

  
 Marco Valencia Huerta  
 Ingeniero Químico  
 N° CIP 152207



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.

No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.J.R.L.

Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**DOCUMENTO N°10.10: Documento del estudio físico-químico (metales totales) de las fuentes de captación.**



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 896



**INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-868**

**III MÉTODOS Y REFERENCIAS**

| TIPO DE ENSAYO                 | NORMAL REFERENCIA                                | TÍTULO  |
|--------------------------------|--|---|
| Mercurio <sup>(1)</sup>        | SMCW81-APHA-AWWA-WEF Part 3112 B, 23 rd Ed. 2017 | Mercury by Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrometric Method  |
| Metales Totales <sup>(2)</sup> | EPA Method 306.7 Rev.4.1 1994                    | Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry |

<sup>(1)</sup>EPA<sup>®</sup>: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

<sup>(2)</sup>SMCW81<sup>®</sup>: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

<sup>(1)</sup> Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>(2)</sup> Ensayo acreditado por el IAS

## DOCUMENTO N°10.11: Análisis del estudio físico-químico (metales totales) de las fuentes de captación.



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

### INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-968

#### IV. RESULTADOS

|                                     |               |               |               |                                |
|-------------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|
| <b>ITEM</b>                         |               |               |               | <b>1</b>                       |
| CÓDIGO DE LABORATORIO:              |               |               |               | M-21-03427                     |
| CÓDIGO DEL CLIENTE:                 |               |               |               | AP-01                          |
| COORDENADAS:                        |               |               |               | E:0665368                      |
| UTM WGS 84:                         |               |               |               | N:9292255                      |
| PRODUCTO:                           |               |               |               | Agua para Uso y Consumo Humano |
| SUB PRODUCTO:                       |               |               |               | Bebida (Agua Potable)          |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO:            |               |               |               | NO APLICA                      |
| FECHA y HORA DE MUESTREO :          |               |               |               | 27-01-2021<br>10:40            |
| <b>ENSAYO</b>                       | <b>UNIDAD</b> | <b>L.D.M.</b> | <b>L.C.M.</b> | <b>RESULTADOS</b>              |
| Mercurio (*)                        | mg/L          | 0,0001        | 0,0002        | <0,0001                        |
| <b>Metales Totales <sup>1</sup></b> |               |               |               |                                |
| Aluminio                            | mg/L          | 0,005         | 0,020         | 0,353                          |
| Antimonio                           | mg/L          | 0,002         | 0,006         | 0,003                          |
| Arsénico                            | mg/L          | 0,002         | 0,008         | <0,002                         |
| Bario                               | mg/L          | 0,0002        | 0,0010        | 0,0298                         |
| Berilio                             | mg/L          | 0,0003        | 0,0010        | <0,0003                        |
| Bismuto                             | mg/L          | 0,009         | 0,030         | <0,009                         |
| Boro                                | mg/L          | 0,002         | 0,008         | 0,011                          |
| Cadmio                              | mg/L          | 0,0001        | 0,0004        | <0,0001                        |
| Calcio                              | mg/L          | 0,002         | 0,006         | 30,336                         |
| Cerio                               | mg/L          | 0,02          | 0,07          | <0,02                          |
| Cobalto                             | mg/L          | 0,002         | 0,007         | <0,002                         |
| Cobre                               | mg/L          | 0,0003        | 0,0010        | 0,0049                         |
| Cromo                               | mg/L          | 0,0002        | 0,0008        | <0,0002                        |
| Estaño                              | mg/L          | 0,001         | 0,003         | <0,001                         |
| Estroncio                           | mg/L          | 0,00004       | 0,00010       | 0,17910                        |
| Fosforo                             | mg/L          | 0,01          | 0,04          | <0,01                          |

<sup>1</sup>) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<= Menor que el L.D.M.

**DOCUMENTO N°10.12: Análisis del estudio físico-químico (metales totales) de las fuentes de captación.**



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE  
ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

**INFORME DE ENSAYO N°: IE-21-968**

|                           |               |               |               |                                |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|--------------------------------|
| <b>ITEM</b>               |               |               |               | <b>1</b>                       |
| CÓDIGO DE LABORATORIO:    |               |               |               | M-21-03427                     |
| CÓDIGO DEL CLIENTE:       |               |               |               | AP-01                          |
| COORDENADAS:              |               |               |               | E:0665368                      |
| UTM WGS 84:               |               |               |               | N:9292255                      |
| PRODUCTO:                 |               |               |               | Agua para Uso y Consumo Humano |
| SUB PRODUCTO:             |               |               |               | Bebida (Agua Potable)          |
| INSTRUCTIVO DE MUESTREO:  |               |               |               | NO APLICA                      |
| FECHA y HORA DE MUESTREO: |               |               |               | 27-01-2021<br>10:40            |
| <b>ENSAYO</b>             | <b>UNIDAD</b> | <b>L.D.M.</b> | <b>L.C.M.</b> | <b>RESULTADOS</b>              |
| Hierro                    | mg/L          | 0,001         | 0,004         | <0,001                         |
| Litio                     | mg/L          | 0,0003        | 0,0009        | <0,0003                        |
| Magnesio                  | mg/L          | 0,005         | 0,020         | 9,028                          |
| Manganeso                 | mg/L          | 0,0001        | 0,0002        | <0,0001                        |
| Mercurio                  | mg/L          | 0,0001        | 0,0002        | <0,0001                        |
| Molibdeno                 | mg/L          | 0,0006        | 0,0020        | <0,0006                        |
| Niquel                    | mg/L          | 0,0003        | 0,0010        | <0,0003                        |
| Plata                     | mg/L          | 0,002         | 0,007         | <0,002                         |
| Plomo                     | mg/L          | 0,002         | 0,006         | <0,002                         |
| Potasio                   | mg/L          | 0,04          | 0,10          | 1,71                           |
| Selenio                   | mg/L          | 0,001         | 0,005         | <0,001                         |
| Silice                    | mg/L          | 0,001         | 0,004         | 26,021                         |
| Sodio                     | mg/L          | 0,004         | 0,010         | 18,485                         |
| Talio                     | mg/L          | 0,0003        | 0,0010        | <0,0003                        |
| Titanio                   | mg/L          | 0,0007        | 0,0020        | <0,0007                        |
| Uranio                    | mg/L          | 0,01          | 0,02          | <0,01                          |
| Vanadio                   | mg/L          | 0,0002        | 0,0007        | <0,0002                        |
| Zinc                      | mg/L          | 0,0001        | 0,0004        | <0,0001                        |

<sup>2</sup> Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, \*<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, \*<=" Menor que el L.D.M.

\*: No ensayado

NA: No Aplica

**"FIN DE DOCUMENTO"**

## 9.11 ANEXO N°11: TABLAS

**TABLA N°11.1: Cobertura de abastecimiento de agua y saneamiento por regiones 1990 y 2000.**

| Región                            | Población en 1990 (millones)                       |                    |                       |                         | Población en 2000 (millones)                       |                    |                       |                         |
|-----------------------------------|--|--------------------|-----------------------|-------------------------|--|--------------------|-----------------------|-------------------------|
|                                   | Población total                                    | Población atendida | Población no atendida | % atendida <sup>2</sup> | Población total                                    | Población atendida | Población no atendida | % atendida <sup>2</sup> |
| <b>MUNDIAL</b>                    | <b>(76% de la población mundial representada)</b>  |                    |                       |                         | <b>(89% de la población mundial representada)</b>  |                    |                       |                         |
| Abast'to de agua urbano           | 2 292  | 2 179              | 113                   | <b>95</b>               | 2 845  | 2 672              | 173                   | <b>94</b>               |
| Abast'to de agua rural            | 2 974  | 1 961              | 1 013                 | <b>66</b>               | 3 210  | 2 284              | 926                   | <b>71</b>               |
| Abast'to de agua total            | 5 266  | 4 140              | 1 126                 | <b>79</b>               | 6 055  | 4 956              | 1 099                 | <b>82</b>               |
| Saneamiento urbano                | 2 292  | 1 877              | 415                   | <b>82</b>               | 2 845  | 2 442              | 403                   | <b>86</b>               |
| Saneamiento rural                 | 2 974  | 1 028              | 1 946                 | <b>35</b>               | 3 210  | 1 210              | 2 000                 | <b>38</b>               |
| Saneamiento total                 | 5 266  | 2 905              | 2 361                 | <b>55</b>               | 6 055  | 3 652              | 2 403                 | <b>60</b>               |
| <b>AFRICA</b>                     | <b>(72% de la población regional representada)</b> |                    |                       |                         | <b>(96% de la población regional representada)</b> |                    |                       |                         |
| Abast'to de agua urbano           | 197  | 166                | 31                    | <b>84</b>               | 297  | 253                | 44                    | <b>85</b>               |
| Abast'to de agua rural            | 418  | 183                | 235                   | <b>44</b>               | 487  | 231                | 256                   | <b>47</b>               |
| Abast'to de agua total            | 615  | 349                | 266                   | <b>57</b>               | 784  | 484                | 300                   | <b>62</b>               |
| Saneamiento urbano                | 197  | 167                | 30                    | <b>85</b>               | 297  | 251                | 46                    | <b>84</b>               |
| Saneamiento rural                 | 418  | 206                | 212                   | <b>49</b>               | 487  | 220                | 267                   | <b>45</b>               |
| Saneamiento total                 | 615  | 373                | 242                   | <b>61</b>               | 784  | 471                | 313                   | <b>60</b>               |
| <b>ASIA</b>                       | <b>(88% de la población regional representada)</b> |                    |                       |                         | <b>(94% de la población regional representada)</b> |                    |                       |                         |
| Abast'to de agua urbano           | 1 029  | 972                | 57                    | <b>94</b>               | 1 352  | 1 254              | 98                    | <b>93</b>               |
| Abast'to de agua rural            | 2 151  | 1 433              | 718                   | <b>67</b>               | 2 331  | 1 736              | 595                   | <b>75</b>               |
| Abast'to de agua total            | 3 180  | 2 405              | 775                   | <b>76</b>               | 3 683  | 2 990              | 693                   | <b>81</b>               |
| Saneamiento urbano                | 1 029  | 690                | 339                   | <b>67</b>               | 1 352  | 1 055              | 297                   | <b>78</b>               |
| Saneamiento rural                 | 2 151  | 496                | 1 655                 | <b>23</b>               | 2 331  | 712                | 1 619                 | <b>31</b>               |
| Saneamiento total                 | 3 180  | 1 186              | 1 994                 | <b>37</b>               | 3 683  | 1 767              | 1 916                 | <b>48</b>               |
| <b>AMERICA LATINA Y EL CARIBE</b> | <b>(77% de la población regional representada)</b> |                    |                       |                         | <b>(99 de la población regional representada)</b>  |                    |                       |                         |
| Abast'to de agua urbano           | 313  | 287                | 26                    | <b>92</b>               | 391  | 362                | 29                    | <b>93</b>               |
| Abast'to de agua rural            | 128  | 72                 | 56                    | <b>56</b>               | 128  | 79                 | 49                    | <b>62</b>               |
| Abast'to de agua total            | 441  | 359                | 82                    | <b>82</b>               | 519  | 441                | 78                    | <b>85</b>               |
| Saneamiento urbano                | 313  | 267                | 46                    | <b>85</b>               | 391  | 340                | 51                    | <b>87</b>               |
| Saneamiento rural                 | 128  | 50                 | 78                    | <b>39</b>               | 128  | 62                 | 66                    | <b>49</b>               |
| Saneamiento total                 | 441  | 317                | 124                   | <b>72</b>               | 519  | 402                | 117                   | <b>78</b>               |

**Fuente:** OMS (Organización mundial de la salud). Evaluación mundial del abastecimiento de agua y saneamiento.

**TABLA N°11.2: Viviendas cuyos ocupantes tienen déficit de agua y saneamiento básico por tipo de carencia, según provincia, 2007**

| N°  | Provincia         | Departamento | Tipo de carencia |       |                 |      |                        |      |                    |      |
|-----|-------------------|--------------|------------------|-------|-----------------|------|------------------------|------|--------------------|------|
|     |                   |              | Total            |       | Únicamente agua |      | Únicamente saneamiento |      | Agua y saneamiento |      |
|     |                   |              | Absoluto         | %     | Absoluto        | %    | Absoluto               | %    | Absoluto           | %    |
| 119 | PACASMAYO         | LA LIBERTAD  | 13 347           | 100,0 | 2 244           | 16,8 | 6 277                  | 47,0 | 4 826              | 36,2 |
| 120 | PATAZ             | LA LIBERTAD  | 15 097           | 100,0 | 1 537           | 10,2 | 1 121                  | 7,4  | 12 439             | 82,4 |
| 121 | SÁNCHEZ CARRIÓN   | LA LIBERTAD  | 28 419           | 100,0 | 4 461           | 15,7 | 2 926                  | 10,3 | 21 032             | 74,0 |
| 122 | SANTIAGO DE CHUCO | LA LIBERTAD  | 10 852           | 100,0 | 615             | 5,7  | 2 287                  | 21,1 | 7 950              | 73,3 |
| 123 | GRAN CHIMÚ        | LA LIBERTAD  | 5 988            | 100,0 | 145             | 2,4  | 2 404                  | 40,1 | 3 439              | 57,4 |
| 124 | VIRÚ              | LA LIBERTAD  | 11 791           | 100,0 | 1 017           | 8,6  | 4 973                  | 42,2 | 5 801              | 49,2 |
| 125 | CHICLAYO          | LAMBAYEQUE   | 54 646           | 100,0 | 12 995          | 23,8 | 18 719                 | 34,3 | 22 932             | 42,0 |
| 126 | FERREÑAFE         | LAMBAYEQUE   | 14 190           | 100,0 | 772             | 5,4  | 4 483                  | 31,6 | 8 935              | 63,0 |
| 127 | LAMBAYEQUE        | LAMBAYEQUE   | 37 263           | 100,0 | 1 560           | 4,2  | 10 096                 | 27,1 | 25 607             | 68,7 |
| 128 | LIMA              | LIMA         | 286 149          | 100,0 | 87 376          | 30,5 | 57 153                 | 20,0 | 141 620            | 49,5 |
| 129 | BARRANCA          | LIMA         | 9 900            | 100,0 | 991             | 10,0 | 4 019                  | 40,6 | 4 890              | 49,4 |
| 130 | CAJATAMBO         | LIMA         | 1 858            | 100,0 | 12              | 0,6  | 979                    | 52,7 | 867                | 46,7 |
| 131 | CANTA             | LIMA         | 2 538            | 100,0 | 140             | 5,5  | 1 490                  | 58,7 | 908                | 35,8 |

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática

**TABLA N°11.3: Pobladores que cuentan con agua por condición de potable o no, según área de residencia, 2012-2016**

| Área de residencia | 2012 | 2013 | 2014 | 2015  | 2016-<br>Enero-Junio P/ |
|--------------------|------|------|------|-------|-------------------------|
| <b>Nacional</b>    |      |      |      |       |                         |
| <b>Total</b>       | 80,6 | 80,8 | 83,8 | 83,7  | 86,1                    |
| -Agua Potable      | 65,2 | 65,3 | 64,0 | 63,6  | 67,1                    |
| -No Potable        | 15,4 | 15,6 | 19,8 | 20,1  | 19,0                    |
| <b>Urbana</b>      |      |      |      |       |                         |
| <b>Total</b>       | 89,9 | 89,8 | 90,9 | 90,19 | 93,5                    |
| -Agua Potable      | 83,8 | 82,7 | 81,6 | 80,2  | 84,5                    |
| -No Potable        | 6,1  | 7,1  | 9,2  | 9,9   | 9,0                     |
| <b>Rural</b>       |      |      |      |       |                         |
| <b>Total</b>       | 53,0 | 53,4 | 61,6 | 62,8  | 61,3                    |
| -Agua Potable      | 10,1 | 12,0 | 8,6  | 9,7   | 9,3                     |
| -No Potable        | 43,0 | 41,4 | 53,0 | 53,0  | 52,0                    |

**Fuente:** Encuesta Nacional de Hogares. INEI.

**TABLA N°11.4: Perú-Rural: Población sin acceso a red pública de alcantarillado, Año móvil: Febrero 2017- Enero2018**

| Año móvil                  | Total | Letrina | Pozo séptico | Pozo ciego o negro | Rio, acequia o canal | No tiene |
|----------------------------|-------|---------|--------------|--------------------|----------------------|----------|
| <b>Indicadores anuales</b> |       |         |              |                    |                      |          |
| Ene 2016 - Dic 2016        | 83,0  | 8,0     | 25,2         | 23,1               | 0,9 a/               | 25,8     |
| Feb 2016 - Ene 2017        | 82,4  | 8,0     | 24,8         | 23,2               | 0,9 a/               | 25,5     |
| Mar 2016 - Feb 2017        | 82,4  | 8,2     | 24,9         | 23,2               | 0,9 a/               | 25,2     |
| Abr 2016 - Mar 2017        | 82,3  | 8,5     | 24,6         | 23,1               | 0,9 a/               | 25,2     |
| May 2016 - Abr 2017        | 82,5  | 8,9     | 24,6         | 23,5               | 0,9 a/               | 24,7     |
| Jun 2016 - May 2017        | 82,0  | 8,4     | 24,5         | 23,5               | 0,8 a/               | 24,9     |
| Jul 2016 - Jun 2017        | 81,9  | 8,1     | 24,4         | 23,7               | 0,8 a/               | 24,8     |
| Ago 2016 - Jul 2017        | 81,9  | 8,0     | 24,3         | 23,6               | 0,8 a/               | 25,2     |
| Sep 2016 - Ago 2017        | 81,8  | 7,8     | 24,1         | 24,1               | 0,8 a/               | 24,9     |
| Oct 2016 - Sep 2017        | 82,1  | 7,8     | 24,1         | 24,5               | 0,9 a/               | 24,8     |
| Nov 2016 - Oct 2017        | 82,1  | 7,7     | 24,1         | 24,5               | 0,9 a/               | 24,9     |
| Dic 2016 - Nov 2017        | 82,2  | 8,0     | 23,6         | 24,9               | 0,9 a/               | 24,9     |
| Ene 2017 - Dic 2017        | 82,5  | 7,3     | 23,5         | 25,7               | 0,9 a/               | 25,0     |
| Feb 2017 - Ene 2018 P/     | 83,4  | 7,3     | 23,5         | 26,1               | 1,0 a/               | 25,4     |

**Fuente:** Encuesta Nacional de Programas Presupuestales. INEI.

**TABLA N°11.5: Cobertura por provincia y ámbito, 2018**

| Provincia    | Cobertura Urbana (%) |                | Cobertura Rural (%) |                | Cobertura Total (%) |                |
|--------------|----------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
|              | Agua                 | Alcantarillado | Agua                | Alcantarillado | Agua                | Alcantarillado |
| Chiclayo     | 77,97                | 69,69          | 75,72               | 42,33          | 79,87               | 70,04          |
| Ferreñafe    | 84,57                | 81,28          | 69,84               | 29,27          | 74,49               | 56,51          |
| Lambayeque   | 80,95                | 70,20          | 82,90               | 19,24          | 77,19               | 44,27          |
| <b>TOTAL</b> | <b>78,85</b>         | <b>70,46</b>   | <b>78,47</b>        | <b>27,27</b>   | <b>78,78</b>        | <b>63,07</b>   |

**Fuente:** Aplicativo informático "Diagnostico de Agua y Saneamiento Rural". MVCS.

**TABLA N°11.6: N° de habitantes del centro poblado Mayascón.**

| =: MAYASCON =:                    |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Descripción                       | Total               |
| DEPARTAMENTO                      | LAMBAYEQUE          |
| PROVINCIA                         | FERREÑAFE           |
| DISTRITO                          | PITIPO              |
| CENTRO POBLADO                    | MAYASCON            |
| CATEGORIA                         | -                   |
| CODIGO DE UBIGEO Y CENTRO POBLADO | 1402050017          |
| LONGITUD                          | -79.5452250000      |
| LATITUD                           | -6.41300166700      |
| ALTITUD                           | 217.8               |
| <b>POBLACION</b>                  | <b>525</b>          |
| VIVIENDA                          | 170                 |
| AGUA POR RED PUBLICA              | si                  |
| ENERGIA ELECTRICA EN LA VIVIENDA  | si                  |
| DESAGUE POR RED PUBLICA           | si                  |
| VIA DE MAYOR USO                  | carretera asfaltada |

Fuente: INEI.

**TABLA N°11.7: N° de habitantes del centro poblado Traposa.**

| =: LA TRAPOSA =:                  |                     |
|-----------------------------------|---------------------|
| Descripción                       | Total               |
| DEPARTAMENTO                      | LAMBAYEQUE          |
| PROVINCIA                         | FERREÑAFE           |
| DISTRITO                          | PITIPO              |
| CENTRO POBLADO                    | LA TRAPOSA          |
| CATEGORIA                         | -                   |
| CODIGO DE UBIGEO Y CENTRO POBLADO | 1402050018          |
| LONGITUD                          | -79.5744948305      |
| LATITUD                           | -6.42253119510      |
| ALTITUD                           | 180.5               |
| <b>POBLACION</b>                  | <b>600</b>          |
| VIVIENDA                          | 380                 |
| AGUA POR RED PUBLICA              | si                  |
| ENERGIA ELECTRICA EN LA VIVIENDA  | si                  |
| DESAGUE POR RED PUBLICA           | si                  |
| VIA DE MAYOR USO                  | carretera asfaltada |

Fuente: INEI.

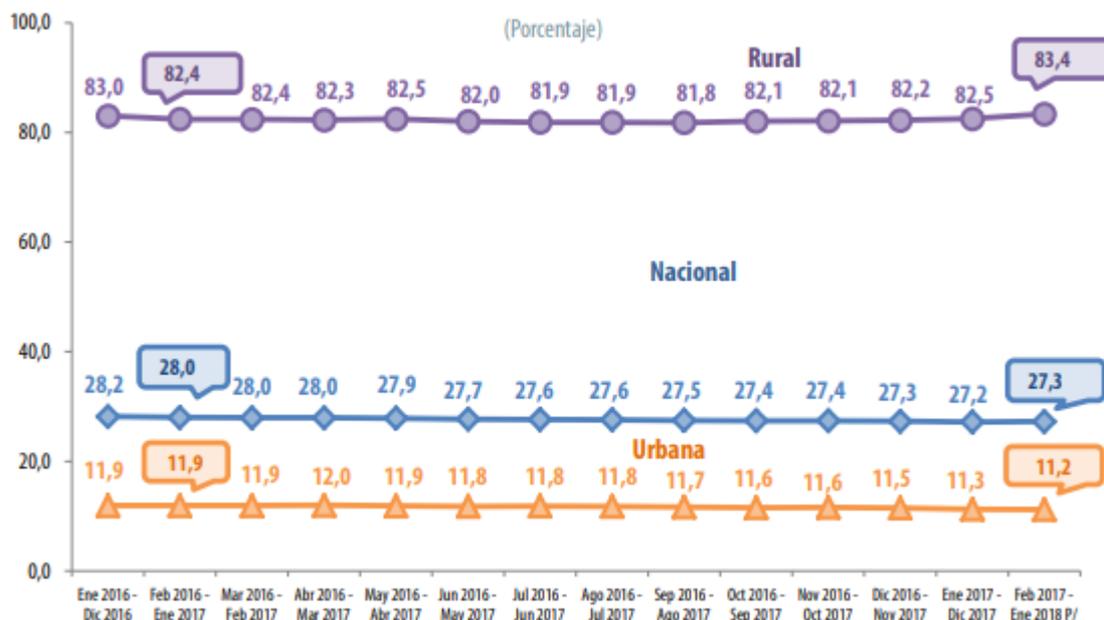
**TABLA N°11.8: N° de habitantes del centro poblado Papayo - Desaguadero.**

| = DESAGUADERO-PAPAYO DESAGUADERO = |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Descripción                        | Total                          |
| DEPARTAMENTO                       | LAMBAYEQUE                     |
| PROVINCIA                          | FERREÑAFE                      |
| DISTRITO                           | PITIPO                         |
| CENTRO POBLADO                     | DESAGUADERO-PAPAYO DESAGUADERO |
| CATEGORIA                          | -                              |
| CODIGO DE UBIGEO Y CENTRO POBLADO  | 1402050020                     |
| LONGITUD                           | -79.5882105544                 |
| LATITUD                            | -6.42988389009                 |
| ALTITUD                            | 173.1                          |
| <b>POBLACION</b>                   | <b>950</b>                     |
| VIVIENDA                           | 296                            |
| AGUA POR RED PUBLICA               | si                             |
| ENERGIA ELECTRICA EN LA VIVIENDA   | si                             |
| DESAGUE POR RED PUBLICA            | si                             |
| VIA DE MAYOR USO                   | carretera asfaltada            |

**Fuente:** INEI.

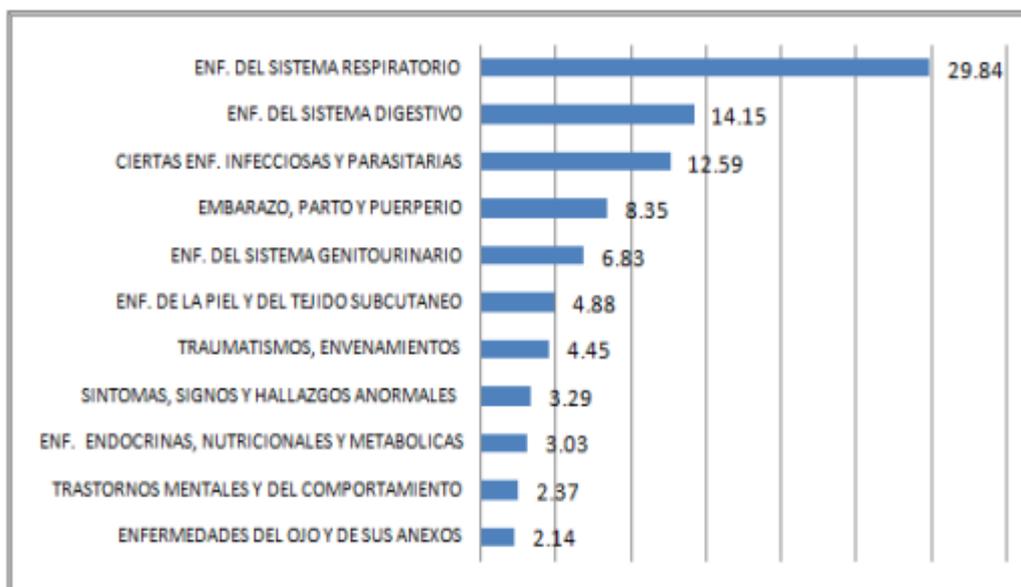
## 9.12 ANEXO N°12: GRÁFICOS

**GRÁFICO N°12.1: Perú: Población que no cuentan con red pública del sistema de desague. Año: 2017 Febrero – 2018 Enero.**



**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística e Informática. Encuesta Nacional de Programas Presupuestales.

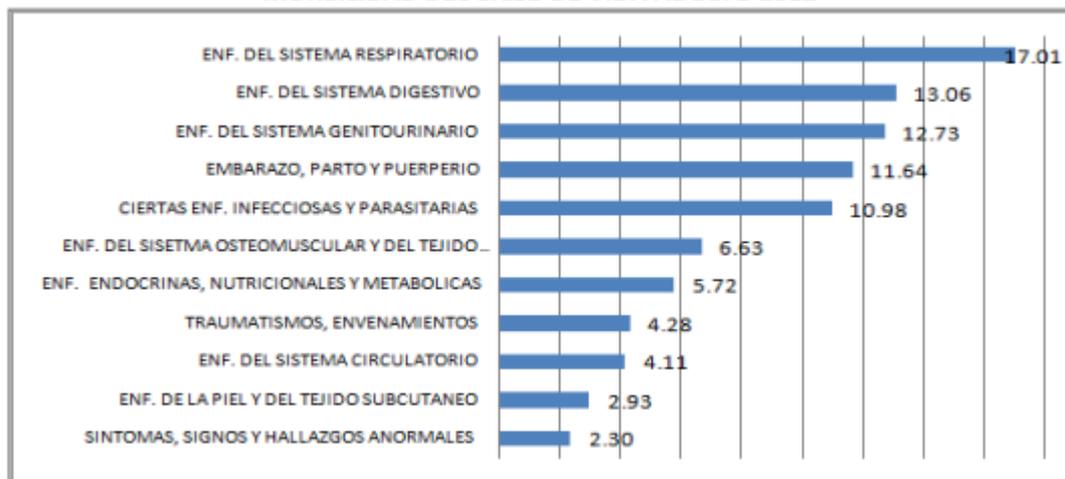
**GRÁFICO N°12.2: Morbilidad de ciclo de vida adolescente. Ferreñafe, 2012.**



**Fuente:** GERESALAMB.

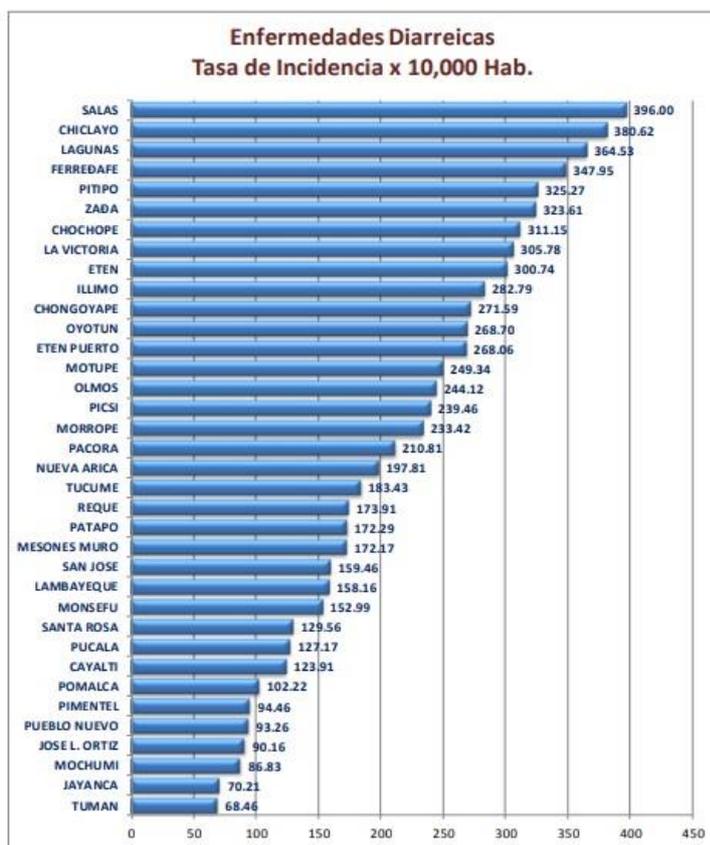
**GRÁFICO N°12.3: Morbilidad de ciclo de vida adulto. Ferreñafe, 2012.**

### MORBILIDAD DEL CICLO DE VIDA ADULTO 2012



Fuente: GERESALAMB.

### GRÁFICO N°12.4: Enfermedades Diarreicas. Tasa de Incidencia, 2018.

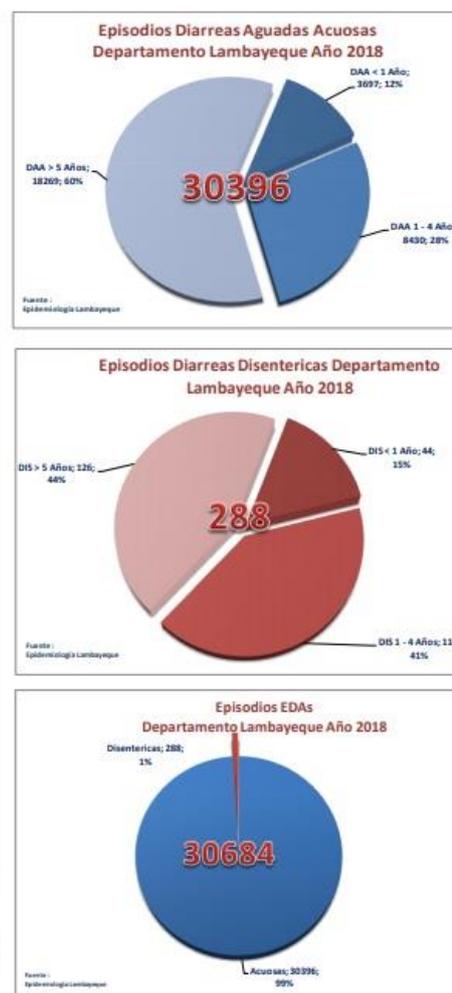


Durante las SE 01 a 52-2018 los distritos que tienen la mayor IA son: Salas, Chiclayo, Lagunas, Ferreñafe, Pitipo, Zañay Chóchope, manteniéndose los mismos distritos en casi similar orden con relación a la semana anterior.

Es importante que se tenga en cuenta que la notificación es semanal, la oportunidad nos permite no solo incrementar la cobertura de notificación, sino sobre todo detectar oportunamente variaciones y tendencias, que podrían deberse a la presencia de brotes epidémicos.

Fuente: GERESALAMB.

### GRÁFICO N°12.5: Casos notificados de enfermedades diarreicas agudas, 2018.



| PROVINCIAS | DISTRITOS     | EDAS ACUOSAS |                    |                              |         | EDAS DISENTERICAS |                    |                              |         | TOTAL EDAs   |                    |                              |         |
|------------|---------------|--------------|--------------------|------------------------------|---------|-------------------|--------------------|------------------------------|---------|--------------|--------------------|------------------------------|---------|
|            |               | S.E. #<br>52 | Total<br>Acumulado | Incid. Acum.<br>x 10000 Hab. | Defunc. | S.E. #<br>52      | Total<br>Acumulado | Incid. Acum.<br>x 10000 Hab. | Defunc. | S.E. #<br>52 | Total<br>Acumulado | Incid. Acum.<br>x 10000 Hab. | Defunc. |
| CHICLAYO   | CAYALTI       | 17           | 193                | 118.97                       | 0.00    | 0                 | 9                  | 5.55                         | 0       | 17           | 202                | 124.52                       | 0       |
|            | CHICLAYO      | 73           | 11243              | 379.27                       | 0.00    | 1                 | 140                | 4.72                         | 0       | 74           | 11383              | 383.99                       | 0       |
|            | CHONGOYAPE    | 4            | 505                | 277.08                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 4            | 505                | 277.08                       | 0       |
|            | ETEN          | 1            | 325                | 302.61                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 1            | 325                | 302.61                       | 0       |
|            | ETEN PUERTO   | 0            | 58                 | 263.52                       | 0.00    | 0                 | 1                  | 4.54                         | 0       | 0            | 59                 | 268.06                       | 0       |
|            | JOSE L. ORTIZ | 30           | 1798               | 91.59                        | 0.00    | 1                 | 16                 | 0.82                         | 0       | 31           | 1814               | 92.40                        | 0       |
|            | LA VICTORIA   | 14           | 2830               | 307.63                       | 0.00    | 0                 | 14                 | 1.52                         | 0       | 14           | 2844               | 309.15                       | 0       |
|            | LAGUNAS       | 3            | 378                | 363.57                       | 0.00    | 0                 | 3                  | 2.89                         | 0       | 3            | 381                | 366.45                       | 0       |
|            | MONSEFU       | 4            | 502                | 155.15                       | 0.00    | 0                 | 2                  | 0.62                         | 0       | 4            | 504                | 155.77                       | 0       |
|            | NUEVA ARICA   | 0            | 47                 | 197.81                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 0            | 47                 | 197.81                       | 0       |
|            | OYOTUN        | 2            | 274                | 273.70                       | 0.00    | 0                 | 5                  | 4.99                         | 0       | 2            | 279                | 278.69                       | 0       |
|            | PATAPO        | 9            | 397                | 174.04                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 9            | 397                | 174.04                       | 0       |
|            | PICSI         | 1            | 242                | 243.49                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 1            | 242                | 243.49                       | 0       |
|            | PIMENTEL      | 17           | 432                | 96.02                        | 0.00    | 0                 | 2                  | 0.44                         | 0       | 17           | 434                | 96.46                        | 0       |
|            | POMALCA       | 3            | 272                | 105.72                       | 0.00    | 2                 | 7                  | 2.72                         | 0       | 5            | 279                | 108.44                       | 0       |
|            | PUCALA        | 0            | 115                | 126.07                       | 0.00    | 0                 | 1                  | 1.10                         | 0       | 0            | 116                | 127.17                       | 0       |
|            | REQUE         | 0            | 267                | 175.89                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 0            | 267                | 175.89                       | 0       |
|            | SANTA ROSA    | 1            | 169                | 131.11                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 1            | 169                | 131.11                       | 0       |
|            | TUMAN         | 4            | 216                | 70.41                        | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 4            | 216                | 70.41                        | 0       |
|            | ZADA          | 6            | 419                | 335.63                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 6            | 419                | 335.63                       | 0       |
| FERREÑAFE  | CADARIS       | 5            | 693                | 469.89                       | 0.00    | 0                 | 11                 | 7.46                         | 0       | 5            | 704                | 477.35                       | 0       |
|            | FERREÑAFE     | 0            | 1272               | 354.07                       | 0.00    | 0                 | 5                  | 1.39                         | 0       | 0            | 1277               | 355.46                       | 0       |
|            | INCAHUASI     | 0            | 709                | 449.70                       | 0.00    | 0                 | 8                  | 5.07                         | 0       | 0            | 717                | 454.78                       | 0       |
|            | MESONES MURO  | 0            | 79                 | 183.81                       | 0.00    | 0                 | 0                  | 0.00                         | 0       | 0            | 79                 | 183.81                       | 0       |
|            | PITIPO        | 0            | 780                | 325.69                       | 0.00    | 0                 | 13                 | 5.43                         | 0       | 0            | 793                | 331.12                       | 0       |
|            | PUEBLO NUEVO  | 0            | 133                | 97.66                        | 0.00    | 0                 | 1                  | 0.73                         | 0       | 0            | 134                | 98.40                        | 0       |

Fuente: MINSA. Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades.

### GRÁFICO N°12.6: Límites Máximos Permisibles de agua potable.

| Parámetros  | Unidad de medida             | A1  | A2  |
|---|------------------------------|---|---|
|   |                              | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional |
| <b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>                          |                              |   |   |
| Aceites y Grasas                                  | mg/L                         | 0,5   | 1,7   |
| Cianuro Total                                     | mg/L                         | 0,07  | **  |
| Cianuro Libre                                     | mg/L                         | **  | 0,2   |
| Cloruros  | mg/L                         | 250   | 250   |
| Color (b)   | Color verdadero Escala Pt/Co | 15  | 100 (a)   |
| Conductividad                                     | (µS/cm)                      | 1 500   | 1 600   |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                         | 3   | 5   |
| Dureza  | mg/L                         | 500   | **  |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                  | mg/L                         | 10  | 20  |
| Fenoles   | mg/L                         | 0,003   | **  |
| Fluoruros   | mg/L                         | 1,5   | **  |
| Fósforo Total                                     | mg/L                         | 0,1   | 0,15  |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico      |                              | Ausencia de material flotante de origen antrópico   | Ausencia de material flotante de origen antrópico               |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)      | mg/L                         | 50  | 50  |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)      | mg/L                         | 3   | 3   |
| Amoniaco- N                                       | mg/L                         | 1,5   | 1,5   |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                   | mg/L                         | ≥ 6   | ≥ 5   |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                       | Unidad de pH                 | 6,5 – 8,5   | 5,5 – 9,0   |
| Sólidos Disueltos Totales                         | mg/L                         | 1 000   | 1 000   |
| Sulfatos  | mg/L                         | 250   | 500   |
| Temperatura                                       | °C                           | Δ 3   | Δ 3   |
| Turbiedad   | UNT                          | 5   | 100   |

Fuente: Ministerio de Salud

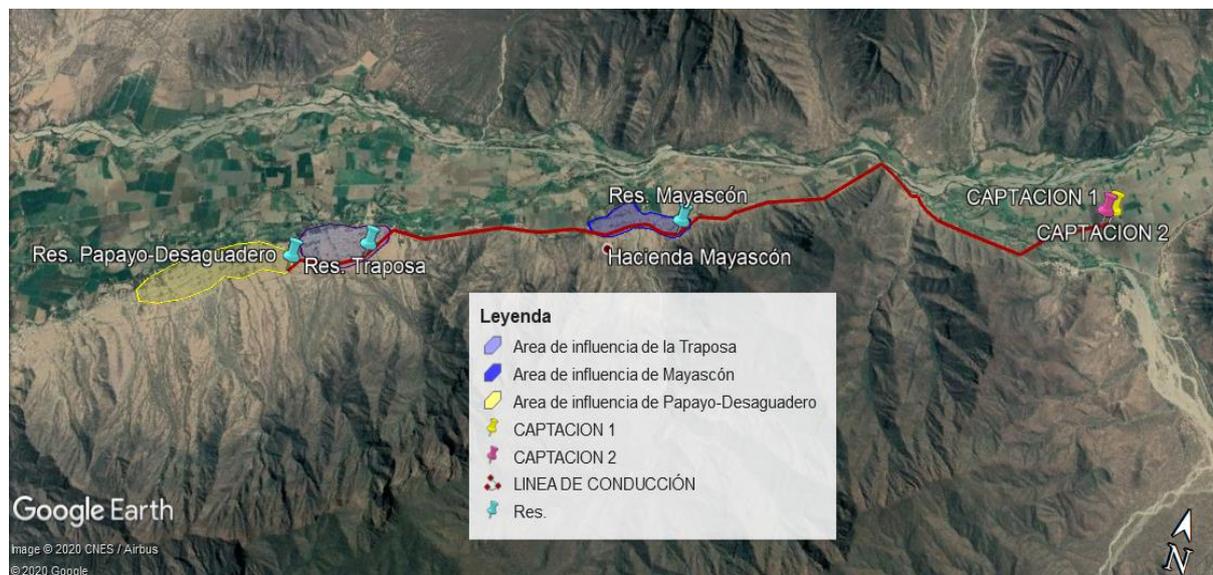
### GRÁFICO N°12.7: Límites Máximos Permisibles de agua potable.

| Parámetros         | Unidad de medida | A1  | A2  |
|--------------------|------------------|---|---|
|                    |                  | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional |
| <b>INORGÁNICOS</b> |                  |   |   |
| Aluminio           | mg/L             | 0,9   | 5   |
| Antimonio          | mg/L             | 0,02  | 0,02  |
| Arsénico           | mg/L             | 0,01  | 0,01  |
| Bario              | mg/L             | 0,7   | 1   |
| Berilio            | mg/L             | 0,012   | 0,04  |
| Boro               | mg/L             | 2,4   | 2,4   |
| Cadmio             | mg/L             | 0,003   | 0,005   |
| Cobre              | mg/L             | 2   | 2   |
| Cromo Total        | mg/L             | 0,05  | 0,05  |
| Hierro             | mg/L             | 0,3   | 1   |
| Manganeso          | mg/L             | 0,4   | 0,4   |
| Mercurio           | mg/L             | 0,001   | 0,002   |
| Molibdeno          | mg/L             | 0,07  | **  |
| Níquel             | mg/L             | 0,07  | **  |
| Plomo              | mg/L             | 0,01  | 0,05  |
| Selenio            | mg/L             | 0,04  | 0,04  |
| Uranio             | mg/L             | 0,02  | 0,02  |
| Zinc               | mg/L             | 3   | 5   |

**Fuente:** Ministerio de Salud

### 9.13 ANEXO N°13: FOTOGRAFÍAS

**FOTOGRAFÍA N°13.1: Red de agua potable de los sectores comprendidos en el presente proyecto.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.2: Prestación de agua potable en contenedores expuestos al aire libre.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.3: Prestación de agua potable de vecinos que no presentan con el sistema de agua.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.4: Prestación de agua potable de vecinos que no presentan el servicio de agua.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.5: Captación 1 manantial de fondo ubicado entre los caseríos Mochumi Alto y Mochumi Bajo.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.6: Captación 2 manantial de fondo ubicado entre los caseríos Mochumi Alto y Mochumi Bajo.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.7: Captación 3 manantial de fondo ubicado entre los caseríos Mochumi Alto y Mochumi Bajo.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.8: Situación actual de Cap. N°01 -Tapa provisional.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.9: Situación actual de Cap. N°02 – Presenta pequeñas fisuras.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.10: Pase Aéreo en línea de conducción, columnas en mal estado.**



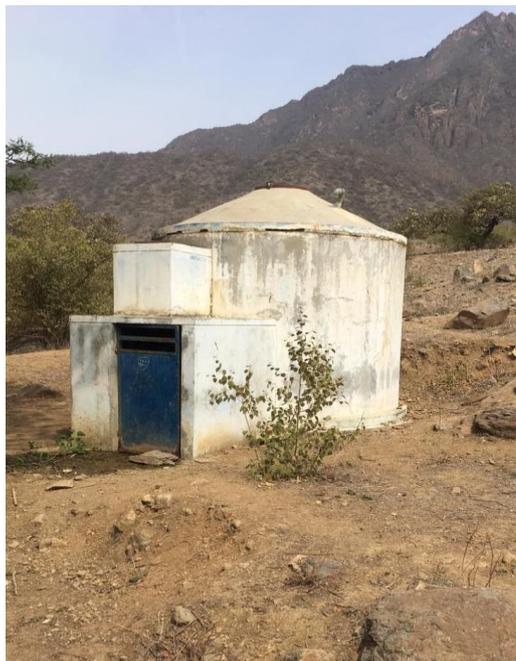
**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.11: Reservorio del Centro Poblado Mayascon de 16 m3.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.12: : Reservorio del Centro Poblado Traposa de 11 m3.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.13: Reservorio del Centro Poblado Papayo–Desaguadero de 35m3.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.14: Estado actual del reservorio de Papayo–Desaguadero de 35m3.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.15: Estado actual del reservorio de Mayascon de 16 m3.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.16: Estado actual del reservorio de Traposa de 11 m3.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.17: Línea de conducción se encuentra expuesta a nivel de trocha.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.18: Actual estado de ramales de distribución de agua en el sector de Papayo-Desaguadero.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.19: Letrina empleado por los pobladores que no presentan sistema de alcantarrillado.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.20: Pozo séptico del centro poblado Mayascón.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.21: Pozo séptico del centro poblado Traposa.**



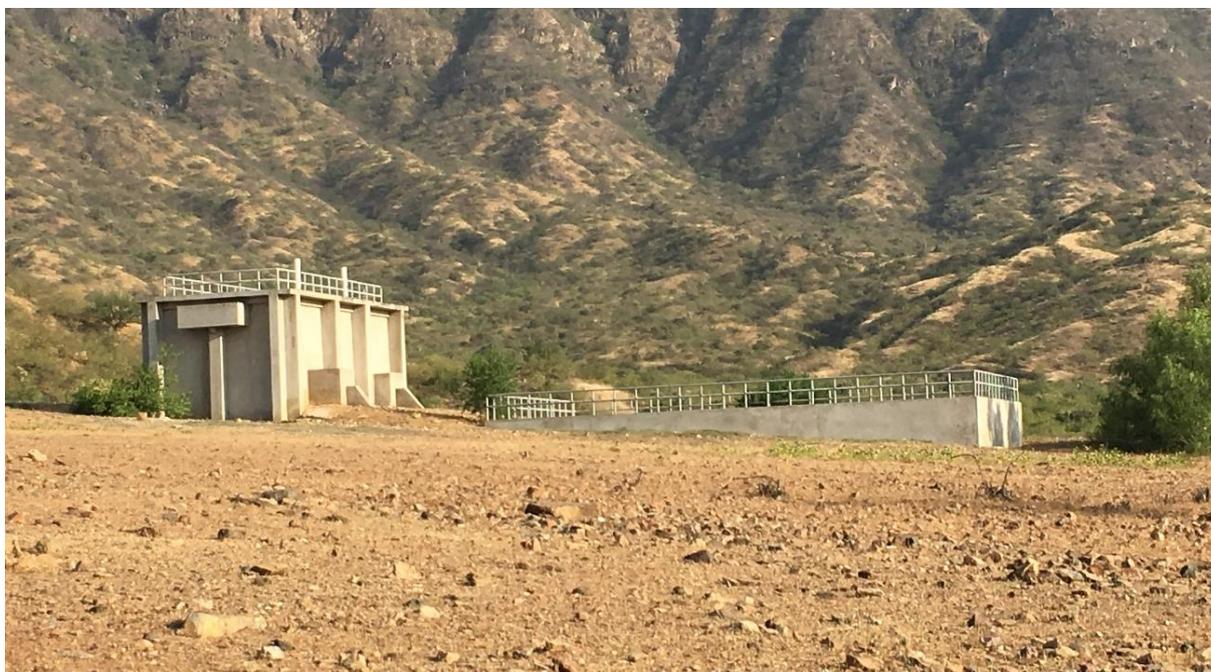
**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.22: Pozo séptico del centro poblado Papayo-Desaguadero.**



**Fuente:** : Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.23: Tanque Imhoff y lecho de secado.**



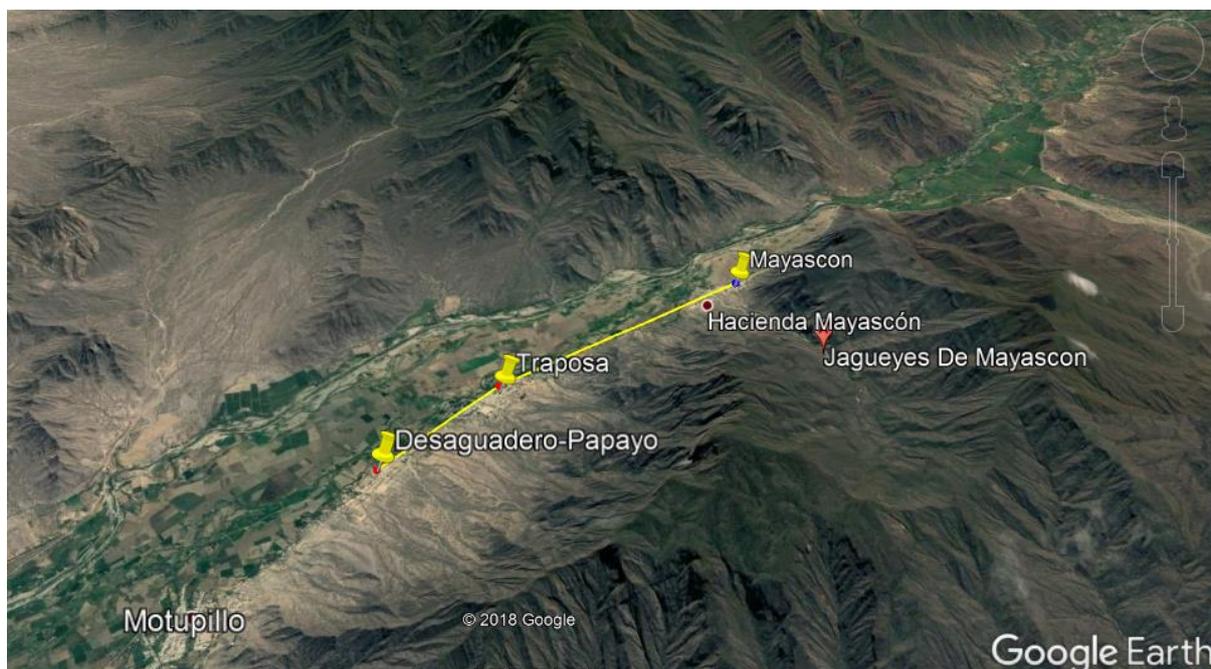
**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.24: Sistema de arrastre hidraulico en el centro poblado Papayo-Desaguadero.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.25: Vista satelital de Mayascón, Traposa y Papayo-Desaguadero.**



**Fuente:** Earth-Google

**FOTOGRAFÍA N°13.26: Acceso a Centro Poblado Mayascón.**



**Fuente:** Propia. In Situ.

**FOTOGRAFÍA N°13.27: Acceso a Centro Poblado Papayo-Desaguadero.**



**Fuente:** Propia. In Situ.