



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe
para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza
del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo
controladores electrónicos”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Guerrero Coronel, Joe Terry (ORCID: 0000-0001-6802-7769)

ASESOR:

Dr. Suarez Alvites, Alejandro (ORCID: 0000-0002-9397-057X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

Con mucho amor dedico esta investigación a mis Maestros, ya que sin su existencia no hubiera sido posible jamás llegar a ser un buen profesional.

Agradecimiento

Al Ser Supremo, por ser el origen de todo lo realmente existente.

A mis padres, por haberme dado la vida y una excelente crianza.

A mis maestros, por haberme dado una instrucción de excelencia.

A mis asesores, por haberme dado las pautas para poder elaborar este trabajo de investigación.

A mis amigos y compañeros, los cuales me dieron el ímpetu y coraje para avanzar en la vida.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Resumen.....	x
Abstract.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO	17
III. METODOLOGÍA.....	65
3.1. Tipo y diseño de investigación	66
3.2. Variables y operacionalización.....	67
3.3. Población, muestra y muestreo	69
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	70
3.5. Procedimientos	71
3.6. Método de análisis de datos.....	72
3.7. Aspectos éticos.....	72
IV. RESULTADOS	74
V. DISCUSIÓN.....	122
VI. CONCLUSIONES	126
VII. RECOMENDACIONES.....	128
REFERENCIAS.....	130
ANEXOS	137

Índice de tablas

TABLA 1. INFORMACIÓN TÍPICA RELACIONADA CON LA PLANIFICACIÓN	34
TABLA 2.SITUACIONES PARA ACTIVAR EL APAGADO REMOTO	38
TABLA 3. DATOS DE PROYECTO	64
TABLA 4. DATOS DEL AAHH GLOBAL	64
TABLA 5.NÚMERO DE VIVIENDAS DEL AAHH DE LOS CUALES SE ANALIZAN SOLAMENTE 30 VIVIENDAS DE ACUERDO AL PLANO DE CATASTRO.....	65
TABLA 6.CÁLCULO DE CAUDALES CON LA POBLACIÓN	65
TABLA 7. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE AL INEI Y CENSO IN SITU	66
TABLA 8. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE AL MÉTODO ARITMÉTICO	66
TABLA 9. USO DEL MÉTODO ARITMÉTICO (2)	66
TABLA 10. CÁLCULOS PARA LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN AL 2040 (1).....	67
TABLA 11. CÁLCULOS PARA LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN AL 2040 (2).....	68
TABLA 12. ELECCIÓN DE LA POBLACIÓN MENOR	69
TABLA 13. CÁLCULO DE CAUDALES PARA LA FRACCIÓN POBLACIONAL.....	70
TABLA 14. CÁLCULO DE JUNTAS DE LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	79
TABLA 15. CÁLCULO DE TUBERÍA LÍNEA DE IMPULSIÓN	80
TABLA 16. VOLUMEN DEL RESERVORIO	84
TABLA 17. CÁLCULO DE RESERVORIO	86
TABLA 18. CÁLCULO DE PARÁMETROS PARA RED DE DISTRIBUCIÓN AAHH LA ESPERANZA DEL HOGAR	87
TABLA 19. CÁLCULO DE JUNTAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN.....	93
TABLA 20. CÁLCULO DE TUBERÍA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	94
TABLA 21. DATOS PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (A).....	105
TABLA 22. DATOS PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO (B).....	105
TABLA 23. CÁLCULO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	106
TABLA 24. CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS	130
TABLA 25. CÁLCULO DE LOS MOMENTOS FLECTORES.....	146
TABLA 26. CÁLCULO DE ACERO EN LAS PAREDES DEL RESERVORIO	148
TABLA 27. CÁLCULO DE ACERO VERTICAL CON EL MOMENTO DE VOLTEO ..	148
TABLA 28. CÁLCULO DE ACERO EN LAS PAREDES DEL RESERVORIO	150
TABLA 29. ESFUERZO DE TRACCIÓN.....	152
TABLA 30. VALORES.....	154
TABLA 31. TRACCIÓN MÁXIMA EN LA LOSA	154

TABLA 32. ACERO NEGATIVO	155
TABLA 33. MOMENTO ACTUANTE	156
TABLA 34. CÁLCULO DEL ACERO	166
TABLA 35. CÁLCULO DEL ACERO VERTICAL (1).....	170
TABLA 36. CÁLCULO DEL ACERO VERTICAL (2).....	171
TABLA 37. CÁLCULO DEL ACERO EN LA CARA INTERIOR DEL MURO.....	172
TABLA 38. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	173
TABLA 39. VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN	175
TABLA 40. LISTA DE VERIFICACIÓN DE VARIABLES	177

Índice de figuras

FIGURA 1.MEDIDOR DE CALOR ELECTRÓNICO.....	36
FIGURA 2.VÁLVULA SOLENOIDE DE BLOQUEO Y VÁLVULA DE MOTOR.....	40
FIGURA 3.CIRCUITO DISCRETO DEL PUENTE H CON MOSFET.....	41
FIGURA 4.CIRCUITO INTEGRADO DE PUENTE H.....	42
FIGURA 5. CONVENTIONAL AND SIMPLIFIED SEWER MODELS' PIPELINES SIDE BY SIDE.....	45
FIGURA 6. DISEÑO DE UNA ALCANTARILLA CONVENCIONAL CONVENCIONAL POR GRAVEDAD.....	46
FIGURA 7. UNA RED DE ALCANTARILLADO SIMPLIFICADA.....	47
FIGURA 8. FOSA SÉPTICA ENTRE LOS HOGARES Y LAS TUBERÍAS RESTANTES DEL SISTEMA.....	48
FIGURA 9. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE AL MÉTODO GEOMÉTRICO PARA 2020.....	67
FIGURA 10. PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN EN BASE AL MÉTODO EXPONENCIAL PARA 2040.....	69
FIGURA 11. OBRAS DE CONDUCCIÓN.....	73
FIGURA 12. ESPECIFICACIONES DE TUBERÍA DE FABRICANTE.....	75
FIGURA 13. PERFIL LONGITUDINAL DE TRAZO DE LA MEJOR RUTA DE LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	76
FIGURA 14. CUADRO DE VALIDACIÓN DE DATOS DEL DISEÑO DE LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	78
FIGURA 15. PERFIL LONGITUDINAL DE DISEÑO PROCESADO EN WATERCAD.....	81
FIGURA 16. ESQUEMA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	83
FIGURA 17. VALORES DEL PREDIMENSIONADO.....	85
FIGURA 18. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE RD-1.....	90
FIGURA 19. RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE RD-2.....	91
FIGURA 20. CUADRO DE VALIDACIÓN DE DATOS DEL DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCIÓN EN WATERCAD.....	92
FIGURA 21. PERFIL 1.....	95
FIGURA 22. PERFIL 2.....	96
FIGURA 23. PERFIL 3.....	97
FIGURA 24. PERFIL 4.....	98
FIGURA 25. PERFIL 5.....	99
FIGURA 26. SMART VALVE KAMSTRUP.....	102
FIGURA 27. RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO.....	110

FIGURA 28. GPS ETREX 20X.....	127
FIGURA 29. LIBRETA DE CAMPO.....	127
FIGURA 30. ZONA DE INTERVENCIÓN DE PROYECTO	FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA	128
FIGURA 31. CALLE PRINCIPAL DE INTERVENCIÓN DE PROYECTO	129
FIGURA 32. ZONA SÍSMICA DEL PERÚ	131
FIGURA 33. CARTA GEOLÓGICA NACIONAL.....	132
FIGURA 34. CARTA GEOLÓGICA 24J	133
FIGURA 35. MAPA GEOLÓGICO.....	134
FIGURA 36. LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO	135
FIGURA 37. ISO 9001	136
FIGURA 38. PRESIÓN EJERCIDA POR LAS PAREDES.....	140
FIGURA 39. VIGA PERIMETRAL	141
FIGURA 40. ESFUERZOS DE COMPRESIÓN Y TRACCIÓN.....	141
FIGURA 41. VALORES DEL PREDIMENSIONADO.....	144
FIGURA 42. CÁLCULO DEL VALOR DE QT	145
FIGURA 43. DIAGRAMA DE MOMENTOS.....	147
FIGURA 44. DIAGRAMA DE CORTANTES.....	147
FIGURA 45. ACERO VERTICAL	148
FIGURA 46. DISEÑO DE RESERVORIO LLENO.....	149
FIGURA 47. DIAGRAMA DE MOMENTOS.....	149
FIGURA 48. TRACCIÓN EN EL FONDO DE LA LOSA	151
FIGURA 49. ACERO HORIZONTAL.....	151
FIGURA 50. DISPOSICIÓN FINAL DEL ACERO.....	152
FIGURA 51. DIAGRAMA DE MOMENTOS DE LA LOSA	153
FIGURA 52. CARGA UNITARIA POR UNIDAD DE LONGITUD.....	153
FIGURA 53. PERALTE EFECTIVO DE LA ZAPATA.....	156
FIGURA 54. LOSA.....	157
FIGURA 55. DISEÑO POR TORSIÓN.....	158
FIGURA 56. DISPOSICIÓN FINAL DE ACERO EN VIGA	162
FIGURA 57. DISEÑO DE LA CÚPULA	163
FIGURA 58. CORTE ANALIZADO POR EL MÉTODO DE LAS FUERZAS	164
FIGURA 59. EXCENTRICIDAD	165
FIGURA 60. DISPOSICIÓN FINAL DEL ACERO.....	167
FIGURA 61. RESERVORIO LLENO	169
FIGURA 62. RESERVORIO VACÍO.....	170

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

PIB: Producto interno bruto.

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

SUDS: Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible

WSS: Sistemas de suministro de agua y saneamiento.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores electrónicos. El servicio fue proyectado para 20 años y atendiendo los requerimientos de 300 pobladores. Las viviendas beneficiadas son 30 de un total de 100, atendidas por un reservorio de 10m³; la fuente de agua proviene de un punto de acceso de servicio de agua potable provisto por Sedapal R-7. El caudal de diseño es de 0.37 L/s. La longitud total de tubería es de 2325 m que incluye la conexión del punto de abastecimiento hacia el punto de almacenamiento de agua potable. El material recomendado para la tubería es PVC. La línea de desagüe se contempla acceso de un punto de colección de Sedapal, las cuales recibirán la carga de agua residual domiciliaria proveniente de las 30 viviendas. La longitud total de tubería sanitaria es 480 m, 150 mm en diámetro y recomendado en PVC. Los estudios de suelos, topografía, calidad de agua, y memoria de cálculo complementan el desarrollo del proyecto. Los resultados de este análisis pueden utilizarse para desarrollar conceptualmente otros servicios de agua y alcantarillado en zonas donde se requiere de ampliación basada en un punto de abastecimiento de agua con calidad para consumo humano.

Palabras clave: Diseño de sistema de agua potable, diseño de sistema de desagüe, controladores electrónicos.

Abstract

The objective of this research was to develop the design of the water supply and drainage system for the Human Settlement Esperanza del Hogar Family Association, San Juan de Lurigancho - Peru, 2020, including electronic controllers. The service was projected for 20 years and meeting the requirements of 300 residents. The homes benefited are 30 out of a total of 100, served by a 10m³ reservoir; the water source comes from a drinking water service access point provided by Sedapal R-7. The design flow is 0.37 L / s. The total length of the pipe is 2325 m, which includes the connection from the supply point to the drinking water storage point. The recommended material for the pipe is PVC. The drainage line includes access to a Sedapal collection point, which will receive the load of household waste water from the 30 homes. The total length of the sanitary pipe is 480 m, 150 mm in diameter and recommended in PVC. Soil studies, topography, water quality, and calculation memory complement the development of the project. The results of this analysis can be used to conceptually develop other water and sewerage services in areas where expansion is required based on a point of quality water supply for human consumption.

Keywords: Design of drinking water system, design of drainage system, electronic controllers.

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo podremos apreciar la realidad problemática que llevó a establecer el propósito de la investigación; no obstante muchas investigaciones científicas están referidas a diseños de sistema de abastecimiento de agua y desagüe, en este caso, este diseño está orientado a un asentamiento humano en la localidad de San Juan de Lurigancho, en el distrito de Lima, y se tiene como vacío en el conocimiento, lo cual la distingue de otros estudios, es que se va a hacer uso de controladores electrónicos. Más adelante se podrá apreciar la justificación de los resultados de la investigación, así como la formulación de los problemas y su correspondiente coherencia con los objetivos e hipótesis, en base al alcance de la investigación, que en este caso, es descriptivo.

Perú cuenta con una población de más de 31'000,000 de personas, de las cuales el 79% vive en áreas urbanas y el 21% en áreas rurales. Se espera que la población alcance los 39 millones para 2040. A pesar de las recientes desaceleraciones en la economía global, sigue siendo una de las más fuertes economías de América Latina. Perú registró un ingreso nacional bruto per cápita de US \$ 5,950 en 2016 y una tasa de crecimiento anual del PIB de 4.2% (2017). El crecimiento económico constante del país se debe principalmente a la abundancia de recursos naturales, los altos precios de los productos básicos para productos mineros en el mercado global, políticas macroeconómicas prudentes y fuertes inversiones (Banco Mundial, 2019).

Los efectos de este fuerte crecimiento en el empleo y los ingresos han ayudado a más de nueve millones de peruanos a escapar de la pobreza en el periodo 2004 - 2015. La incidencia de la pobreza tuvo una tasa que se redujo del 58% al 22%, y la pobreza extrema se redujo del 16% al 4% durante este período. , pero subió nuevamente al 5 por ciento en 2016. El índice Gini del país también ha experimentado una disminución constante de 0.49 a 0.44 durante el mismo período. Sin embargo, la rápida urbanización plantea un desafío ya que los pobres que emigran a las ciudades generalmente se instalan en áreas marginales periurbanas que carecen de acceso a servicios sociales básicos, incluidos el agua y el saneamiento. Las tasas de acceso para el 21% de la población que conforman los pobres urbanos son más bajas que el promedio nacional en casi un 20% para el agua y 42% para el alcantarillado (Banco Mundial, 2019).

El agua juega un papel crítico en el crecimiento de la economía peruana. Además de apoyar el desarrollo humano a través del acceso a servicios básicos como una contribución esencial para aumentar la salud y erradicar la pobreza, se ha encontrado que el desempeño de los servicios de WSS está estrechamente relacionado con el estímulo de la competitividad empresarial y, por lo tanto, el crecimiento económico. Además, la continuidad y la calidad de los servicios de WSS tienen un impacto directo en la capacidad operativa (aumento de las ventas) y la eficiencia de producción de los sectores comerciales y de pequeña y mediana escala industrial (Banco Mundial, 2019).

El distrito de San Juan de Lurigancho, de la provincia de Lima, dentro del cual se encuentra el Asentamiento Humano denominado Asociación Familiar Esperanza del Hogar (Gobierno Regional de Lima, 2019), cuenta con una población de 600 habitantes y aproximadamente 100 viviendas, con una orografía muy accidentada y un suelo de grava arenosa; cuenta con energía eléctrica domiciliaria y alumbrado público no abundante, no posee sistemas de agua potable ni sistemas de desagüe. Por esto último, los habitantes se encuentran obligados a comprar el agua proveniente de camiones cisterna y en cantidad cuya unidad de medida es el m³ y su sistema de desagüe se encuentra basado en simples silos o pozos sépticos. Por lo que esta investigación se justifica de manera plena y socialmente, ya que imperaba solucionar este asunto de la dotación tanto del servicio de agua potable como del servicio de desagüe o alcantarillado, para que esta población obtenga beneficios en su desarrollo y calidad de vida. Y de otro lado, para contribuir con el desarrollo sustentable, se debe evitar el desperdicio de agua, y para tal efecto el sistema creado debe contar con un dispositivo que permita controladores electrónicos para evitar tal desperdicio.

Por tanto, el propósito de esta investigación es diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable y el sistema de alcantarillado para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, en el año 2019, usando controladores electrónicos, y así otorgar beneficios así a las familias que yacen instaladas.

Los resultados de esta investigación se justifican teóricamente, ya que permiten ampliar el campo de conocimiento en lo que respecta cada una de las variables con la innovación del uso de controladores electrónicos, los cuales servirán para establecer una mayor eficiencia con respecto a los diseños hidráulicos.

Los resultados de esta investigación se justifican metodológicamente, debido a que el proceso que conllevó a la realización de la investigación, puede ser de mucha utilidad a quienes pretendan profundizar en la línea de investigación que caracteriza a ambas o cada una de las variables aquí estudiadas.

Los resultados de esta investigación se justifican tecnológicamente, ya que no obstante muchos investigadores abordan las variables aquí establecidas, no se ha encontrado alguna investigación que haya incorporado el uso de controladores electrónicos en el sistema de abastecimiento de agua potable, especialmente.

Los resultados de esta investigación se justifican socialmente, debido a que van a permitir dar solución a un problema que aqueja a una comunidad rural que, como seres humanos, tienen todo el derecho de contar con las condiciones de vida que permitan su desarrollo humano y de sus potencialidades de crecimiento.

El problema general estuvo establecido como:

¿Cuáles son las características del diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores eléctricos?

Los problemas específicos fueron los siguientes:

1. ¿Cuáles son las características del diseño del sistema de abastecimiento de agua para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores eléctricos?

2. ¿Cuáles son las características del diseño del sistema de desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020?

El objetivo general fue determinar las características del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores eléctricos.

Los objetivos específicos correspondieron a:

1. Determinar las características del diseño del sistema de abastecimiento de agua para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores eléctricos.

2. Determinar las características del diseño del sistema de desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020.

No se consideraron hipótesis general ni hipótesis específicas, porque se trata de una investigación de alcance descriptivo. No se busca hallar correlación ni causalidad de variables.

II. MARCO TEÓRICO

Este capítulo es una síntesis de los antecedentes investigados a nivel nacional e internacional, las teorías y los enfoques conceptuales donde se enmarca la investigación.

Con respecto a los antecedentes nacionales, se cuenta con los siguientes.

Carhuapoma y Chahuayo (2019) en su investigación estableció lo siguiente. Objetivo: Realizar el diseño del sistema de abastecimiento que cumpla con el reglamento vigente y localizar automáticamente válvulas reductoras de presión mediante algoritmos genéticos en un sector de La Rinconada de Pamplona Alta - San Juan de Miraflores. Metodología: Enfoque cualitativo. Técnicas de observación y análisis documental. Se usó Algoritmo Genético y el EPANET Programmer's Toolkit. Resultados y conclusiones: Luego de realizar el modelamiento hidráulico mediante el uso de EPANET aplicado en las válvulas reductoras de presión habiendo sido ingresadas por medio de aplicar el Algoritmo Genético Multiobjetivo se lograron resultados de velocidad de flujo debajo de lo esperado, de 0.6 m/s, según la ley.

Frisancho (2019) en su investigación estableció lo que viene a continuación. Objetivo: Diseñar hidráulicamente un sistema de abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida del Centro Poblado de La Marginal, distrito de Cuñumbuqui, provincia de Lamas. Metodología: Enfoque cuantitativo, diseño no experimental, corte transeccional y alcance descriptivo. Usó como muestra la dotación diaria de agua para consumo humano, para los habitantes en El Centro Poblado de La Marginal. La técnica empleada fue la observación, el análisis documental y la entrevista teniendo como instrumento la lista de cotejo. Para analizar los datos se empleó AutoCAD 2019 y el programa WaterCAD v8i. Resultados y conclusiones: Establecimiento de la propuesta, es decir, del diseño hidráulico correspondiente considerando la Norma OS 050 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Niño (2019) en su investigación estableció lo siguiente. Objetivo: Disminuir la incidencia de las enfermedades infecciosas intestinales, de tipo diarreico y deparatosis en la población, por medio del uso de un grupo de acciones para la mejora de los servicios de saneamiento y así garantizar el bienestar de la

población afectada identificado en el caserío de San Agustín, Distrito de Oxamarca, Celendín, Cajamarca. Metodología: Métodos deductivo, analítico y sintético. Técnica de análisis documental y formatos de recojo de la información como instrumentos. Resultados y conclusiones: Se puso en marcha la propuesta con éxito.

Torres (2019) en su investigación estableció lo que viene a continuación. Objetivo: Realizar la propuesta del diseño y de la simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la Urbanización Las Brisas, ciudad de Moyobamba. Metodología: Enfoque cuantitativo, diseño no experimental, corte transeccional y alcance descriptivo. Se hizo levantamiento topográfico en base al cálculo de parámetros para la simulación hidráulica como: caudal horario máximo, caudal diario máximo, demanda, dotación, población. Técnica de análisis documental considerando registros de la EPS Moyobamba S.R.L y se hizo la simulación hidráulica por medio del software WaterCAD V8i. Se usó 192 lotes a modo de muestra censal provenientes de la población beneficiaria. Resultados: Se concluyó que el diseño hidráulico, cuyos datos fueron obtenidos por simulación hidráulica, es óptima en cuanto cumplimiento del RNE. Se obtuvo un funcionamiento eficiente de las redes de distribución del 100% de presiones y 100% de velocidades dentro de rangos establecidos en el Reglamento.

Noa (2018) en su investigación estableció lo siguiente. Objetivo: Describir el sistema de abastecimiento de agua potable y de las aguas servidas de la comunidad de Brúcelas. Metodología: Enfoque cuantitativo, diseño no experimental, corte transversal y alcance descriptivo. Se usó el método descriptivo, analítico, analítico e interpretativo. Resultados y conclusiones: Descripción del sistema realizado.

Linares y Vásquez (2017) en su investigación establecieron lo que viene a continuación. Objetivo: Realizar el proyecto de Ingeniería para crear el sistema de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado del Sector Las Palmeras, del Distrito de Pimentel, en la - provincia de Chiclayo, en la Región Lambayeque, para que se cubran los requerimientos básicos mediante el uso de la vigente norma de saneamiento. Metodología: Se mostró errores de apreciación de la metodología,

pero se pudo determinar que fue de diseño no experimental, corte transeccional y alcance descriptivo. Se usó muestra censal de 60 lotes del Sector Las Palmeras, distrito de Pimentel. Se dimensionó mediante: (a) el estudio topográfico, (b) el estudio de mecánica de suelos y (c) estudio de la población. Los indicadores fueron los siguientes para cada dimensión respectivamente: (a) levantamiento topográfico, (b) ensayos y (c) tasa de crecimiento, dotación y caudales de diseño. Se usó como técnicas la observación y el análisis documental. Se usaron como instrumentos para cada dimensión respectivamente: (a) la estación total, (b) la guía de observación y (c) la guía de análisis de documentos y recolección de datos. Resultados y conclusiones: Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y de alcantarillado correspondiente.

Raqui (2017) en su investigación estableció lo siguiente. Objetivo: Caracterizar física y socialmente la Comunidad Nativa San Román de Satinaki, Perené, Chanchamayo, Región Junín, y determinar su influencia en el diseño del sistema de agua potable y del saneamiento. Metodología: Enfoque cuantitativo, diseño no experimental, corte transeccional y alcance descriptivo (ex post facto). Muestra censal con 47 familias de la comunidad nativa ya anteriormente mencionada. Se usó la observación y la encuesta como técnicas. Resultados y conclusiones: La caracterización física consideró límites físicos del área, topografía, ocupación de viviendas, tipo de fuente de agua, rendimiento de la fuente y calidad del agua de la comunidad, en donde se determinó la selección de un sistema de agua sin tratamiento y por gravedad del manantial Paulina, en el cual se busca el aseguramiento de la potabilidad del agua por medio de aplicar cloro y así establecer el tratamiento a modo de desinfección. Por medio de caracterizar socialmente la comunidad se hizo la determinación de seleccionar un sistema de agua por gravedad sin tratamiento del manantial ya mencionado. En caracterización física se consideró la selección del sistema de saneamiento, mediante la topografía, los límites físicos del área, la ocupación de las viviendas, la ubicación con respecto a las fuentes de agua, la disponibilidad de agua, la densidad poblacional, la calidad de suelo, la disponibilidad de terreno, la permeabilidad del suelo, lo cual ha de determinar la selección del sistema condominial para la población que se concentra en la comunidad.

Con respecto a los antecedentes internacionales, se cuenta con los siguientes.

Adicita, Suryawan y Apritama (2020) en su artículo científico *Diseño de un sistema centralizado de alcantarillado de aguas residuales en la pequeña isla Lenggang, ciudad de Batam, Indonesia* establecieron que una de las pequeñas islas dentro de la frontera entre Indonesia y Singapur era la isla Lenggang. Los servicios de infraestructura de recolección de aguas residuales en la isla de Lenggang debían evaluarse para mejorar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), donde el acceso a los servicios de aguas residuales debía alcanzar el 100%. El propósito de este estudio fue determinar las condiciones existentes de gestión de aguas residuales y planificar un sistema centralizado de alcantarillado de aguas residuales en la isla Lenggang que involucrase a la comunidad. La condición existente mostraba que todos los residentes canalizaban las aguas residuales hacia el mar. Solo unas pocas casas tenían baños, casas semipermanentes en tierra. Las casas no permanentes construidas en el mar no tenían letrinas, donde las heces se arrojaban directamente al mar. Tripikon-S era una forma de superar el problema de los hogares no permanentes que no tenían letrinas. La letrina no proporcionaba una solución a los efectos de la eutropización. El sistema centralizado de recolección de aguas residuales y el tratamiento de aguas residuales era una forma de superar esto. Los resultados de la planificación de los sistemas de recolección de aguas residuales utilizando tuberías de PVC mencionaron el diámetro de la tubería entre 32 mm - 60 mm, con una velocidad de 0.3 m / seg -1.31 m / seg. Con esta infraestructura centralizada del sistema de alcantarillado de aguas residuales, se esperaba que la participación de la comunidad aumentase el desarrollo ecológico.

Fellini, Vesipa, Boano y Ridolfi (2020) en su artículo científico *Detección de fallas en sensores de nivel y caudal para un control remoto seguro y eficiente en un sistema de suministro de agua* establecieron que su trabajo presentaba un algoritmo para la detección de fallas en tiempo real en el sistema SCADA de un sistema moderno de suministro de agua (WSS) en un valle alpino italiano. Mediante la redundancia analítica y de hardware, el algoritmo propuesto comparaba datos y aísla fallas en los sensores a través del análisis de residuos.

Además, el algoritmo realizaba una selección en tiempo real de las mediciones más confiables para el control automatizado de las operaciones de WSS. Se desarrolló un modelo acoplado del sistema hidráulico y de control remoto para probar el rendimiento del WSS cuando se aplicaba o no el algoritmo propuesto. Las simulaciones mostraron que la aparición de errores en los sensores provocaba un empeoramiento significativo en el rendimiento económico, energético y mecánico de la infraestructura. En muchos casos, las operaciones del WSS estaban seriamente comprometidas. La detección de errores y la evaluación de la medición realizada por el algoritmo propuesto demostraban ser crucial para el control seguro del WSS.

Ismianti y Wibowo. (2020) en su artículo científico *Automatización de sistemas de tratamiento de agua potable en zonas rurales* establecieron que todos los seres vivos necesitaban agua para vivir; el aumento de la población en el mundo resultaba en el aumento de la demanda de agua, incluso en Indonesia. La escasez de agua también era un gran problema en Indonesia, especialmente en áreas rurales como Gunung Kidul. En Gunung Kidul, las personas tenían dificultades para obtener agua limpia. Se podía obtener agua limpia con el sistema de agua potable. El sistema de agua potable que ahora existía en la aldea de Temuireng, Girisuko, Panggang, Gunung Kidul podría satisfacer la necesidad de agua de las personas, pero había un problema con el diseño del sistema de tratamiento de agua. El sistema de tratamiento de agua potable todavía utilizaba mecanismos semimanuales que eran menos efectivos y eficientes. El propósito de esta investigación fue diseñar el sistema automático de tratamiento de agua potable que ahora existía en la aldea de Temuireng para mejorar la calidad del agua en esa área y reducir el costo operativo de los sistemas. Al considerar la necesidad, la tecnología y algunos otros aspectos, esta investigación obtuvo el nuevo diseño prototipo de los sistemas de tratamiento de agua potable que estaban equipados con automatización.

Prasojo, Maselena, Tanane, Shahu. (2020) en su artículo científico *Diseño de sistema de riego automático basado en Arduino | Prasojo | Revista de Robótica y Control (JRC)* establecieron que la autosuficiencia alimentaria era un programa gubernamental que se había promovido activamente para que Indonesia pueda alcanzar la independencia alimentaria a fines de 2019. Indonesia era un país

marítimo y también un país agrícola con dos estaciones, a saber, la temporada de lluvias y la estación seca. En la temporada de lluvias, las plantas alimenticias generalmente no necesitaban riego, mientras que en la estación seca, las plantas debían regarse regularmente de acuerdo con las condiciones de humedad del suelo. Los agricultores generalmente no cultivaban plantas alimenticias en la estación seca por temor a que no crezca bien. La dependencia del agricultor de la temporada hacía que la producción disminuyese y se convirtiese en un obstáculo para el éxito del programa de autosuficiencia alimentaria. Se necesitaba un dispositivo agrícola basado en tecnología de información y comunicación para superar el problema. La investigación tuvo como objetivo diseñar un chip de microcontrolador programado para controlar el riego automáticamente en función de la humedad del suelo detectada utilizando un sensor de humedad del suelo doméstico. Este dispositivo detectaba si el suelo estaba seco o no. Los agricultores no necesitaban regar manualmente. Además de ayudar a los agricultores, el dispositivo también se podía instalar en plantaciones, viveros de semilleros, parques urbanos, hoteles, oficinas y en hogares que tenían parques o plantas que necesitaban riego regular.

Vialkova, Maksimova, Zemlyanova, Maksimov y Vorotnikova (2020) en su artículo científico *Enfoque de diseño integrado para pequeños sistemas de alcantarillado en el clima ártico* establecieron los problemas de construcción y operación de pequeños sistemas de alcantarillado en el clima ártico. Se ofreció un enfoque integrado para la solución de problemas emergentes, como suelos congelados, afluencia desigual de aguas residuales, alta concentración de aguas residuales, ríos congelados en invierno frío y otros. Se utilizaron métodos analíticos y de laboratorio estándar para determinar los indicadores de calidad de las aguas residuales y las características de diseño de los tanques de almacenamiento de aguas residuales en pequeños asentamientos, llamados campamentos de turnos. Se consideraron los métodos físicos de tratamiento de aguas residuales municipales. Se presentaron los resultados de la encuesta de los sistemas de alcantarillado del campamento de turnos en la zona climática norte de Rusia, región de Tyumen. Se analizó la uniformidad del flujo de entrada de aguas residuales y se presentó un procedimiento de diseño de depósito de equilibrio con el uso de un gráfico integrado utilizando el ejemplo de una planta de

tratamiento de aguas residuales típica de un campamento. Se presentaron los resultados de la investigación sobre el tratamiento de aguas residuales y lodos por radiación electromagnética de microondas de alta frecuencia (SHF). Se propuso un esquema tecnológico con el uso de tecnologías SHF en la purificación de agua y el tratamiento de lodos. Se consideró el procedimiento de diseño de acumuladores-reguladores durante el proceso de liberación de aguas residuales tratadas en ríos congelados. La implementación de las medidas recomendadas en las estaciones existentes y de nuevo diseño garantizaría su operación efectiva en condiciones árticas.

Mekonnen (2018) en su artículo científico *Pronóstico de población para el diseño del sistema de suministro de agua en la ciudad de Injibara, región de Amhara, Etiopía* estableció que su investigación se realizó para explorar los problemas reales que ocurrían en el pronóstico de la población de la ciudad de Injibara y luego determinar los mejores medios para el desarrollo potencial del suministro de agua de la ciudad de Injibara, estado regional de Amara, Etiopía. El pronóstico de la población es un procedimiento científico para determinar la población futura de la ciudad dada. Para mantener el esquema de suministro de agua de la ciudad durante el período de tiempo y para proponer la mejora en el consumo del esquema de suministro de agua de la ciudad existente, los parámetros de diseño dependían de la población actual y de las próximas 2-3 décadas. La población de diseño se estimó considerando todos los factores que regían el futuro crecimiento y desarrollo del área del proyecto en las esferas industrial, comercial, educativa y social y administrativa. Se debían considerar factores especiales que causasen una inmigración o afluencia repentina de población. En este estudio, la población de cuatro décadas, desde 2014, 2015, 2016 y 2017, se tomó como población base y se pronosticó desde el año 2019 hasta 2040. Se calculó el aumento de la población durante la década. Y para el presente, el pronóstico de la población se realizó para cinco kebeles de los sistemas de suministro de agua de la ciudad de Injibara, utilizando los resultados promedio obtenidos por el método progresivo aritmético, el método de aumento incremental, el método de progresión geométrica y los métodos de tasa de crecimiento exponencial. Las estadísticas de la población proyectada fueron los criterios básicos para adición de diámetro de tubería y longitud del sistema de

distribución. También se pudo prescribir la magnitud de la altura total asignada al embalse, la capacidad de potencia de la bomba, la planta de tratamiento, los sistemas de suministro de agua y el sistema de distribución, las demandas de agua por demanda de capital y la demanda de incendios como parámetro de diseño del esquema de suministro de agua de la ciudad de Injibara.

Zubelzu, Rodríguez, Andrés, Castillo y Perales (2019) en su artículo científico *Diseño de instalaciones de almacenamiento de reutilización de agua en sistemas de drenaje urbano sostenible desde una perspectiva de balance volumétrico de agua* establecieron una metodología para diseñar instalaciones de almacenamiento de reutilización de agua como parte de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) en cuencas urbanas. El método analizaba todo el balance hídrico de la cuenca. Las contribuciones al equilibrio fueron riego y precipitación; las salidas fueron evapotranspiración, filtración y descarga al sistema de alcantarillado convencional. Las variaciones internas del sistema fueron el volumen de agua que se reutilizaría localmente y la variación del contenido de agua del suelo. Se propuso una función de costo que incluía los costos de riego, descarga al sistema de alcantarillado convencional y reutilización de agua localmente para estimar el volumen óptimo de agua que se reutilizará. Este enfoque para el diseño de SUDS iba más allá de las perspectivas tradicionales basadas en eventos orientadas a la prevención de daños. Este método concibió las aguas pluviales como un recurso y buscó su uso óptimo a través del diseño de SUDS. Se estudiaron varios tipos de cuencas urbanas, y los resultados mostraron que la metodología propuesta podía aplicarse para simular el comportamiento de SUDS en cuencas urbanas o para estimar el volumen óptimo de agua que se reutilizaría localmente.

Yagob (2016) en su investigación *Control de la bomba de agua basado en microcontroladores y sensores de nivel de agua* estableció que el sistema de control de la bomba estaba diseñado para monitorear el nivel de agua en el tanque superior y subterráneo a través de sensores de nivel de agua, y hacer funcionar la bomba solo cuando el nivel de agua en el tanque subterráneo estaba hasta la posición del sensor de nivel de agua siempre que El tanque estaba vacío y apagaba automáticamente la bomba después de la plenitud del tanque superior donde tenía dos sensores de nivel de agua. El circuito estaba compuesto por

(microcontrolador Atmega16), tres sensores de nivel de agua (interruptor de flotador), pantalla (LCD 16), controlador (ULN2003A), alarma (zumbador), tres diodos emisores de luz (LED) y relé (5 V) Cuando el microcontrolador realizaba un seguimiento del nivel exacto de agua en los tanques y lo mostraba en la pantalla LCD, así como la bomba en funcionamiento o lo apagaba a través del controlador y el relé, y de acuerdo con el nivel del agua, se encendía el LED adecuado, y cuando el nivel del agua en el tanque subterráneo era menor que el nivel del sensor, se activaba el timbre

Sunela y Puust (2015) en su artículo científico *Modelado de algoritmos del sistema de control del sistema de suministro de agua* establecieron que su estudio presentaba un marco modelo de sistema de control integrado en el simulador EPANET. El modelo del sistema de control ampliaba las posibilidades actuales que ofrecía EPANET para modelar el comportamiento exacto y dinámico del sistema de distribución de agua que funcionaba bajo un sistema de control complejo o de alto nivel. Además del modelo del sistema de control, se desarrolló un método novedoso para modelar estaciones de bombeo paralelas en EPANET. La nueva metodología permitió variar el tipo de control (presión, flujo) y la configuración para cambiar dinámicamente durante la simulación. El nuevo componente de la batería de la bomba se utilizó en el modelado del sistema de control. Las nuevas herramientas de modelado se demostraron en un estudio de caso.

Rahman, Mamun, Ahamed, Ahmed, Ali, e Islam (2014) en su artículo científico *Diseño de sistema de control automático para agua de grifo con sensor de nivel sin flotador* establecieron que el agua era un recurso esencial en el mundo y actualmente el agua potable de los hogares era un activo importante para salvar la vida debido a la escasez de agua en la tierra. Su documento describía el proceso de diseño y desarrollo de un sistema de control automático para el agua del grifo utilizando un sensor de nivel de agua sin flotador que podía ahorrar el desperdicio de agua sin la presencia de ningún operador físicamente. Este sistema de detección utilizaba una combinación de una válvula solenoide, un relé electromagnético (un tipo de interruptor eléctrico), un controlador de nivel sin flotador (61F) y electrodos (utilizados para detectar el nivel de agua eléctricamente). El sistema desarrollado podía controlar automáticamente el grifo

de agua en consecuencia cuando el sensor de nivel podía detectar el nivel más bajo del tanque de agua. Además, el sistema tenía la capacidad de activar el relé que inicia la válvula solenoide. Todo el proceso podía continuar hasta detectar el nivel superior de agua. Después de eso, el sistema desactivaba el relé y el solenoide que puede detener el flujo de agua a través del grifo, cuando se detectaba el nivel superior. En resumen, el sistema desarrollado podía controlar el grifo de agua para proteger el desperdicio de agua valiosa mediante este mecanismo. Este sistema era de bajo costo en comparación con otros sistemas comerciales, se probó para evaluar la tasa de éxito del desarrollo. El resultado mostró un sistema de monitoreo autónomo más robusto con un resultado satisfactorio que era relativamente simple de instalar.

Con respecto a las bases teóricas de la variable 1, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores eléctricos, los cual es definido como un diseño de un sistema cuyo propósito fundamental la de otorgar una entrega de agua a los habitantes de una localidad, en cantidad y en calidad adecuadas para las satisfacción de sus necesidades para la supervivencia (Jiménez, 2013, p. 16), mediante el empleo de controles electrónicos.

Se cuenta con información de que los sistemas de suministro de agua de flujo por gravedad se han construido durante más de 4000 años para transportar el agua desde manantiales naturales, ríos y lagos hasta donde se necesitaba para fines domésticos, industriales y agrícolas. Inicialmente, los sistemas se diseñaron utilizando canales abiertos excavados en el suelo o contruidos de piedra o madera sobre el suelo. Los sistemas de canal abierto son la forma más sencilla y menos costosa de transportar agua, y todavía se usan regularmente en la agricultura. Dos inconvenientes principales de estos sistemas son; el agua está abierta al aire, lo que la hace susceptible a la contaminación entre su origen y destino, y requiere que el flujo siempre sea cuesta abajo. Hoy, con la capacidad de fabricar tuberías selladas hechas de metal o plástico, la energía se puede almacenar en forma de presión. Esto hace posible transportar agua sobre colinas entre la fuente de agua y su terminación. El cambio en la altitud a la que se puede elevar el flujo depende de la cantidad de presión que la tubería puede resistir y las

pérdidas debidas a la fricción a lo largo de las paredes internas de la tubería. Desde mediados de los años 1500, la opción de usar una bomba de fuerza también ha estado disponible para transportar agua. Las bombas se pueden usar para elevar el agua desde arroyos o lagos hasta comunidades, o desde depósitos de agua subterránea hasta la superficie. El uso de bombas generalmente disminuye la cantidad de tubería necesaria para el proyecto de agua, pero también aumenta los costos de mantenimiento y requiere un fácil acceso a combustibles fósiles o electricidad para alimentarlos (Reents, 2013, p. 9).

En muchas aldeas rurales ubicadas en países subdesarrollados, el acceso fácil a la electricidad y al combustible fósil no está disponible. Esto deja a las comunidades con la opción de construir un pozo con una bomba manual, un sistema de recolección y almacenamiento de lluvia, o un sistema de suministro de agua de flujo por gravedad utilizando un manantial o arroyo ubicado sobre la aldea. Este documento se concentra en el diseño de sistemas de suministro de agua de flujo por gravedad, utilizando a Honduras como ejemplo. El documento está dirigido a ingenieros que realizan trabajos de desarrollo en países subdesarrollados. También puede ser utilizado por trabajadores sociales y profesionales de la salud que ayudan a las comunidades rurales a organizar el diseño y la construcción de acueductos (Reents, 2013, p. 9).

La calidad del agua y la cuenca también son críticas para la viabilidad de un proyecto. No se debe depender solo de la apariencia, a veces el agua cristalina está contaminada con herbicidas y pesticidas. Si es posible, el mejor momento para probar la calidad del agua es durante el comienzo de la temporada de lluvias. Esto se debe a que la primera tormenta de la temporada de lluvias elimina la contaminación acumulada durante la estación seca. Para analizar el agua en Honduras se hace una cita con un laboratorio local y, a veces, el laboratorio solicitará que se usen bolsas esterilizadas especiales para las pruebas de bacterias coliformes fecales. Se pueden usar botellas de agua purificadas vacías para las pruebas físicas y químicas. Se permiten aproximadamente seis horas entre el momento en que se toma la muestra y el momento en que se entrega al laboratorio. Debido a que la calidad del agua depende de la condición de la cuenca, es igualmente importante hacer una investigación de las áreas por

encima de la fuente para verificar actividades agrícolas y pequeños grupos de casas. Las actividades humanas pueden causar contaminación bacteriana, debido a los excrementos de los trabajadores del área, contaminación física debido a problemas de erosión causados por la agricultura no sostenible y la contaminación química de los fertilizantes y pesticidas aplicados (Reents, 2013, p. 22).

El último paso para evaluar la viabilidad de un proyecto radica en la capacidad de los líderes de la comunidad para obtener un permiso firmado de todos los propietarios afectados por el proyecto (Reents, 2013, p. 23).

Durante las primeras visitas a la comunidad, el ingeniero debe conocer las capacidades organizativas generales de los aldeanos. Para completar un proyecto de agua, necesitarán líderes respetados, con habilidades para coordinar grupos de trabajo. Es importante que se establezca un sistema justo para distribuir el trabajo manual de manera uniforme entre los participantes. El trabajo se puede dividir por la cantidad de trabajos realizados por cada persona o por la cantidad de días que cada persona ha trabajado. La buena comunicación es imprescindible para mantener a todos los participantes informados sobre sus responsabilidades durante la construcción del sistema de agua. Una comunidad que no se lleva bien o respeta a sus líderes tendrá problemas para coordinar la gran cantidad de trabajo manual involucrado en completar el proyecto. Algunas comunidades no están listas para emprender un esfuerzo tan grande y complejo como la construcción de un proyecto de agua (Reents, 2013, pp. 24-25).

Las organizaciones que tienen el objetivo de ayudar a los más pobres de los pobres, se encuentran con un dilema durante la evaluación de viabilidad de una comunidad de maíz. Muchas veces las comunidades rurales más pobres viven en condiciones insalubres por las razones de que el proyecto ha sido inviable. Estas comunidades no están organizadas, no funcionan bien juntas, no se llevan bien con los propietarios de los alrededores y no tienen líderes respetados con habilidades para organizar proyectos. Algunas agencias de desarrollo, incluida cualquier contraparte, consideran los proyectos de agua como una herramienta para trabajar en la mejora de problemas organizacionales críticos

dentro de la comunidad. Este estilo de desarrollo es digno de elogio porque la organización no solo está invirtiendo en el proyecto de agua, sino también en los mismos países. Los ingenieros que trabajan en este tipo de desarrollo deben ser conscientes de que estos proyectos son mucho más difíciles de completar y requerirán mucho de su tiempo (Reents, 2013, pp. 24-25).

El componente de microcuenca de un sistema de suministro de agua potable es la parte más difícil de mantener y controlar porque normalmente es propiedad de varias personas que la mayoría de las veces no son beneficiarias del proyecto. Educar al público para cuidar su microcuenca y obedecer las leyes ambientales vigentes es una parte muy importante para crear un proyecto exitoso (Reents, 2013, p. 26).

También es importante delinear la cuenca para que la gente sepa dónde están sus límites. Si se utiliza la microcuenca, a veces es posible hacerlo construyendo una cerca alrededor de todo el perímetro (Reents, 2013, p. 26).

Una caja de resorte se usa cuando un manantial natural está disponible para la comunidad. La ventaja de una caja de manantial es que el agua subterránea nunca está expuesta a la contaminación superficial del suelo. Esto se debe a que el agua se captura al salir de la tierra y se canaliza directamente a una tubería. Cuando se construye una caja de resorte, es importante que se extraiga primero para encontrar exactamente dónde está la capa impermeable del suelo. Una vez que se encuentra esta ubicación, se puede asegurar que la caja del resorte se coloca más abajo que este punto para que el agua caiga libremente en la caja (Reents, 2013, p. 27).

Las presas se utilizan en lugar de cajas de manantiales cuando el flujo de la fuente de agua varía considerablemente a lo largo del año. La ventaja de una presa es que el alto flujo durante la temporada de lluvias puede pasar fácilmente por el vertedero sin dañar la presa. La desventaja de usar una presa es que el agua es más susceptible a la contaminación y en general transporta más sedimento que el agua subterránea que deja un manantial natural (Reents, 2013, p. 28).

Los tanques de sedimentación generalmente se usan junto con represas debido a la gran cantidad de sedimento presente en el agua del río durante la temporada de lluvias. El tanque está especialmente construido para ralentizar el flujo del agua haciendo que el sedimento se asiente. Para que el tanque funcione correctamente, el plomero necesita abrir periódicamente la válvula de limpieza para liberar el sedimento ubicado en el fondo del tanque. El sedimento en la línea de conducción puede causar obstrucciones y desgaste innecesario a lo largo de las paredes internas de la tubería (Reents, 2013, p. 29).

La línea de conducción es la tubería que conecta la estructura de admisión al tanque de almacenamiento. En la mayoría de los sistemas se construyen con tubería de PVC que está enterrada a unos 60 centímetros bajo tierra. Cualquier área donde la tubería esté expuesta, como un río o un cruce de suelo rocoso, debe conectarse con una tubería GI. La tubería de PVC no es resistente a las fuerzas de alto impacto, como la caída de rocas, vándalos o animales grandes. En los puntos bajos del sistema, se colocan válvulas de limpieza para permitir que el plomero elimine los sedimentos atrapados en la tubería. En los puntos altos, se colocan válvulas de aire para eliminar las obstrucciones de aire (Reents, 2013, p. 30).

Los tanques de presión de ruptura se utilizan para devolver el agua en la línea de conducción a la presión atmosférica y eliminar el sedimento. En general, se colocan cada 100 metros de cambio de altitud (Reents, 2013, p. 31).

El tanque de almacenamiento se usa para almacenar agua por la noche cuando la demanda es baja, para usarse a la mañana siguiente cuando la demanda es alta. Estos tanques generalmente se colocan a unos 60 metros más de altitud que la casa más baja de la red de distribución. El sitio del tanque debe contener un suelo sólido y homogéneo para que ciertas áreas no se asienten más que otras, causando que el tanque se agriete. Esto es especialmente importante cuando se construye en una colina empinada porque el lado excavado en la colina tiende a ser más sólido que el lado abierto al aire (Reents, 2013, p. 32).

En la mayoría de las organizaciones requieren que se construya un tanque de hipoclorito de sodio para desinfectar el agua. El tanque de hipoclorito de sodio debe ubicarse en la parte superior de la entrada del tanque de almacenamiento. A medida que el agua ingresa al tanque, el agua clorada concentrada cae dentro del tanque a una velocidad controlada por una válvula y se mezcla con el agua. Para permitir la mezcla adecuada y el tiempo suficiente para que ocurra la desafección, la tubería de salida debe ubicarse frente a la tubería de entrada. Un error sería colocar la entrada y la salida en el mismo lado del tanque, lo que no permitiría una mezcla adecuada (Reents, 2013, p. 32).

La red de distribución consiste en la tubería y los accesorios necesarios para conectar el tanque a todas las casas que participan en el proyecto. Si es posible, se deben crear circuitos completos para igualar las presiones en la red y crear dos formas para que el agua llegue a cada casa. Los grifos estándar utilizados en algunos lugares solo pueden soportar 60 metros de altura. Si hay un cambio de altitud de más de 60 metros en una comunidad, se debe instalar un tanque de presión de ruptura con una válvula de flotación o una válvula de presión de ruptura (Reents, 2013, p. 33).

Si el ingeniero está convencido de que el proyecto es factible, el siguiente paso es hacer un estudio topográfico. Si es posible que el hallazgo de la ruta sea complicado, se recomienda que se obtenga un registro topográfico para investigar las diferentes rutas posibles. En algunos casos, es una buena idea caminar por toda la línea de conducción, para tener una idea de cómo evitar el terreno muy rocoso y encontrar los lugares más fáciles de cruzar. Esto hará que el proyecto sea menos costoso al evitar el uso de tuberías de hierro galvanizado (GI), que cuestan tres veces más que el PVC SDR26 estándar y es mucho más difícil de trabajar. La estrategia del ingeniero debe ser tomar la ruta más directa posible sin cruzar valles de más de 100 metros de profundidad. Permanecer dentro de estos canales reducirá el costo de mantenimiento en el futuro y también permitirá que el ingeniero use tuberías de PVC menos costosas. Si es necesario que la línea de conducción se agarrote, corra unos 100 metros para alcanzar la comunidad o cruzar una cresta, hay disponible un tubo de PVC de pared más gruesa. La línea de conducción debe colocarse a lo largo de caminos y caminos públicos siempre

que sea posible para evitar problemas con los propietarios y proporcionar fácil acceso durante la construcción y el mantenimiento. Al seguir un camino de tierra, el lado cuesta abajo es preferible al lado cuesta arriba. Cuando se reacondicionan los caminos, los tractores generalmente desechan el lado cuesta arriba para hacerlo más ancho y proporcionar tierra para suavizar el medio. La suciedad adicional se deposita en el lado cuesta abajo, lo que protegerá aún más la tubería enterrándola más profundamente bajo el suelo (Reents, 2013, p. 34).

Existe una amplia gama de instrumentos disponibles para la obtención de riesgos topográficos. El instrumento de alta tecnología más rápido y más preciso es un sistema de posicionamiento global (GPS) con un altímetro incorporado. Este método es lo suficientemente preciso para la mayoría de los sistemas de agua y requiere menos potencia de corriente que otros métodos. La desventaja es que son caros y en algunas condiciones no pueden recibir una señal de suficientes satélites para triangular una medición. Para estudios topográficos donde hay muy pocos cambios de altitud entre la fuente y el pueblo, el mejor instrumento para usar es un teodolito. Este instrumento es capaz de medir con precisión largas distancias, pero lleva tiempo configurarlo y no es muy práctico para su uso en terrenos irregulares. El dispositivo más simple es el nivel de Abney. Un nivel de Abney es muy práctico porque es pequeño, relativamente económico y fácil de instalar en terrenos irregulares. Los niveles de Abney no son tan precisos como los teodolitos, y solo pueden medir disparos de hasta 30 metros. Por estas razones, los niveles de Abney se usan mejor en áreas montañosas donde hay mucho terreno accidentado para cruzar y un gran cambio de altitud entre la fuente y el pueblo (Reents, 2013, p. 35).

Si la línea de conducción es bastante simple y los miembros de la comunidad están familiarizados con el terreno, el ingeniero debe solicitar que se corte un camino para toda la línea de conducción. Esto es necesario para despejar la línea de sitio necesaria para realizar mediciones de nivel de Abney. Si la línea de conducción se corta antes del estudio, solo se necesitarán 5 aldeanos para realizar mediciones para el estudio topográfico. Si la línea de conducción es compleja y la comunidad no se siente cómoda cortando la línea por sí misma, se necesitarán 5 personas adicionales para cortar la vegetación frente a los que

miden. También se recomienda que el ingeniero traiga un asistente que tenga experiencia previa en estudios topográficos (Reents, 2013, p. 36).

Para comenzar, se deben preparar tres palos idénticos a la altura de los ojos de los ingenieros. El ingeniero usará un palo para apoyar el nivel de Abney mientras realiza mediciones y los demás serán sostenidos por miembros de la comunidad para marcar la estación delante y detrás del ingeniero. Los otros dos hombres se usarán para sostener cada lado de la cinta métrica. Para cada estación, el ingeniero toma una medición de ángulo vertical frontal y posterior y una medición de brújula frontal. Si las mediciones frontal y posterior son diferentes en más de un grado, el nivel de Abney necesita ser recalibrado. El asistente se encarga de registrar las mediciones tanto del ingeniero como del miembro de la comunidad que lee la cinta de medición para cada estación. Él o ella también es responsable de hacer observaciones históricas y marcar cada estación con pintura en aerosol (Reents, 2013, p. 36).

Para realizar la medición del ángulo vertical, el ingeniero establece el objetivo, en el sitio del nivel de Abney, en la parte superior del palo sostenido en la estación frente a él. Luego, ajustando un dial, una pequeña burbuja ubicada en el lado izquierdo del visor se alinea con el objetivo para realizar la medición final. El número que se muestra en el dial en grados y minutos es el ángulo entre la línea de medición y la horizontal. Las mediciones cuesta arriba son positivas y las cuesta abajo son negativas. Se usa un método de salto de rana para tener siempre a una persona sosteniendo un palo delante y detrás del ingeniero a medida que avanza. Cuando se completa la medición detrás del ingeniero, la persona que sostiene el bastón detrás pasa al frente, la persona que sostiene el bastón donde está el ingeniero permanece allí para que se realice la siguiente medición posterior. Para identificar mejor dónde está la parte superior del palo en áreas con mucha vegetación, dígame al miembro de la comunidad que sostiene el palo frente a usted que coloque su mano horizontalmente sobre la parte superior y mueva sus dedos (Reents, 2013, p. 36).

Al medir estaciones en la red de distribución, se marca cuántas casas se conectarán a cada estación y los nombres de sus propietarios. Una lectura de la

brújula a la casa y una aproximación de la distancia al grifo desde la línea principal son útiles para crear una vista en planta del sistema. Tenga en cuenta al elegir la ubicación del tanque de almacenamiento y las ramas de la red de distribución que debe haber al menos 4 metros de altura dinámica y no más de 60 metros de altura estática en cada casa. Si es posible, siempre es mejor crear circuitos completos dentro de la línea de distribución. Esto hace que la red de distribución iguale las presiones más rápidamente y crea dos formas diferentes para que el agua llegue a cada casa (Reents, 2013, pp. 36-37).

El principal debe tener al menos la capacidad de carga para suministrar agua a una tasa equivalente a la demanda máxima diaria del sistema para un año de diseño determinado (Banco Mundial, 2012).

Sin embargo, cuando se considera la viabilidad de la instalación de almacenamiento (es decir, teniendo en cuenta los costos del terreno y la estructura a diferentes capacidades de almacenamiento), se deben analizar diferentes esquemas del sistema con las capacidades de transporte diseñadas correspondientes para la transmisión principal (Banco Mundial, 2012).

Una vez que se determina la tasa de suministro y se trazan el plan y el perfil de la ruta de la tubería de transmisión, los diámetros de la tubería y HGL podrían determinarse utilizando la fórmula de pérdida de carga de Hazen William (Banco Mundial, 2012).

La siguiente ecuación se presenta para el cálculo de pérdida de carga de Hazen William:

$$hf = 1.21 \times 10^{10} \times L \times \frac{Q^{1.852}}{C} \times d^{-4.87} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

hf: Pérdida de carga debido al rozamiento (m)

C= Factor de fricción de Hazen William

L: Longitud de Tubería (m)

d: Diámetro interior (mm)

Q: Caudal de agua en tubería (l/s)

Con respecto a la ubicación del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, se sabe que:

Código de su ubicación: 150132.

Ubicación política y ubicación geográfica de la localidad:

Localidad: AAHH Asociación Familiar Esperanza del Hogar.

Distrito: San Juan de Lurigancho.

Provincia: Lima.

Departamento: Lima.

Altura sobre nivel del mar: 569 m.s.n.m

Distancia y tiempo de traslado a la capital de provincia: San Juan de Lurigancho (centro).

- Distancia: 6.4 km
- Tiempo: 21 minutos
- Tipo de vehículo: Automóvil

Departamentos más cercanos: Lima

- Distancia: 22.1 km
- Tiempo: 55 minutos

- Tipo de vehículo: Automóvil

Tipos de acceso: Los accesos a la localidad son variados pero si transitables para peatones, vehículos de categoría L, M, N y C2.

Principales carreteras de acceso:

- 1.68 km de carretera asfaltada de dos carriles en cada sentido desde la intersección de la Av. Fernando Wisse y Av. del Muro Oeste – S.J.L hacia la Intersección Av. del Muro Oeste con Jr. Gamma

- 1.13 km de carretera asfaltada de un solo carril ambos sentidos desde la intersección del Jr. Gamma y Av. del Muro Oeste con dirección a la localidad Esperanza del Hogar

- 0.350 km de carretera sin asfaltar desde donde termina la carretera asfaltada de un solo carril hasta el punto medio de la localidad de intervención del proyecto.

El clima del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar se refiere a:

Zona mayormente nublada en casi todas las estaciones el año.

Temperatura promedio anual: 20 °C.

Probabilidad de Precipitaciones: 3.5 %.

Humedad: 62 %.

Viento: a 8 km/h.

Con respecto la topografía, características y uso de suelo del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar:

Topografía del lugar: accidentada.

Terrenos donde se ubicaran algunos sistemas del proyecto: Donaciones Mancomunadas.

Estudio de suelo básico: Cerros con Taludes de fuerte pendiente con potencial peligro de deslizamiento, derrumbes y caídas de rocas.

Suelos con bastante presencia de material gravoso con arena, grava bien gradada con arena en estado densa, con gravas de dimensión máx. de 32”.

Uso de suelo: Densidad Residencial Media (DRM).

Las condiciones socioeconómicas de la población del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar se caracterizan por:

Actividad económica predominante: Obreros no calificados y ambulantes.

Su nivel de economía es Medio Bajo, Bajo ascendente.

No existen principales comercios, industrias y servicios públicos en la localidad, pero sí a 2 kilómetros.

Los principales medios de transporte son las Motokar de manera frecuente con tarifas de 1.50 – 2.50 por persona desde la localidad Esperanza del Hogar hasta la Av. del Muro Oeste y algunos vehículos livianos tipo combi de frecuencia alterna cada 2 – 3 horas al día con tarifas de 3-4 soles por persona desde la localidad Esperanza del Hogar hasta la Av. Fernando Wiesse.

Disponibilidad de los materiales de construcción, las herramientas, los equipos y la mano de obra especializada en la zona, incluyendo sus costos estimados: Materiales de construcción y mano calificada disponibles en la zona no hay, por ende que los costos de construir una vivienda demanda de un 25% más de lo normal, mano de obra no calificada si existe.

No existen organismos públicos ni privados importantes establecidos en la zona.

Los tipos de organizaciones sociales y vecinales son Agrupaciones de Vivienda.

Población escolar sí existe, desde el nivel inicial, hasta estudiantes de Institutos y Universidades.

Sí están en capacidad de pago de la cuota familiar para la administración, la operación y el mantenimiento del sistema.

La población y la vivienda del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar se caracteriza por:

Población total actual: 100 viviendas

Habitante/vivienda = 6.

Predomina el idioma castellano y quechua.

La densidad poblacional es de 0.79 habitantes/hectárea.

- Las viviendas existentes son de material noble (ladrillo, concreto), y también de adobe, esteras, tripley, pircas.

- Extensión de la localidad = 1.2714122 hectáreas.

Los servicios básicos y condición sanitaria del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar se refieren a:

Las enfermedades principales son: la neumonía, las enfermedades gastrointestinales y las conexas.

No existen infraestructuras sanitarias en la localidad, pero si un centro de Salud más cercano Su Santidad Juan pablo que está ubicado a 2.5 km y 10 minutos en vehículo liviano desde la localidad de Esperanza del Hogar.

No existe infraestructura educacional en la localidad.

La institución más cercana es el Colegio Saúl Cantoral Huamani que se encuentra a 2.0 km y 8 minutos en vehículo liviano desde la Localidad Esperanza del Hogar.

El abastecimiento de agua a la localidad es a través de cisternas por m³ a un costo promedio de 3-5 soles x m³ y las condiciones de prestación de este tipo de servicio es un poco precario, no cuentan con alcantarillado, su sistema de evacuación de excretas es a través de silos y afines. Que no cuentan con las condiciones adecuadas de salubridad.

No cuenta con fuentes de agua cercanas de alguna cuenca.

La fuente para el diseño de abastecimiento de agua será solicitada con el permiso y la aprobación de la empresa Sedapal para ligar la tubería matriz de conducción hacia el reservorio de 550m³ de la empresa Sedapal, localizado en Collique R-7, quinta zona, lo mismo será para el servicio de alcantarillado de la localidad.

Los componentes del diseño de servicio de agua y alcantarillado son (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014):

(a) El marco regulatorio.- Los planificadores deben conocer el marco regulatorio y sus posibles impactos en las opciones y programas de implementación relacionados con la provisión de servicios de abastecimiento de agua y alcantarillado (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(b) Gestión del conocimiento.- La gestión del conocimiento explícito y tácito facilita una planificación eficaz y eficiente. La gestión efectiva del conocimiento existe cuando existe: una cultura de intercambio de conocimiento dentro de una organización y con las partes interesadas clave; un proceso para capturar conocimiento explícito, compartir conocimiento tácito, aprendizaje continuo y mejora, sistemas de información apropiados para recolectar, analizar y transferir conocimiento, y una comprensión de qué conocimiento se requiere y dónde se puede acceder (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(c) El proceso de planificación.- La planificación debe incluir una identificación exhaustiva y rigurosa de todas las opciones para cumplir con los niveles de servicio definidos, incluidas las opciones basadas en soluciones que no son de activos. La planificación debe ser un proceso iterativo que intente equilibrar las necesidades de servicio con las opciones de infraestructura, operación y mantenimiento, financieras y ambientales. Las partes interesadas clave deben identificarse e involucrarse por adelantado en la etapa de planificación. Las soluciones que no son de activos, los costos del ciclo de vida completo, el riesgo y la maximización de la capacidad de infraestructura existente deben considerarse antes de decidir construir nuevos activos o reemplazar activos. Los resultados efectivos de la planificación solo pueden resultar de un análisis riguroso, la aplicación de habilidades de pensamiento estratégico y la adopción de un enfoque integrado para la planificación del agua urbana que considere, cuando sea apropiado, el suministro de agua, el alcantarillado y la gestión de las aguas pluviales como un solo sistema (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(d) Partes interesadas.- La participación de las partes interesadas puede influir beneficiosamente en la planificación y los resultados del proyecto. Las partes interesadas pueden proporcionar información útil para identificar opciones viables y cuantificar restricciones. Documentar los beneficios y riesgos puede ayudar a obtener el apoyo de las partes interesadas para los resultados de la planificación. Las partes interesadas pueden generar o imponer restricciones. Las partes interesadas pueden influir o seleccionar resultados. Se debe proporcionar a las partes interesadas el nivel adecuado de información acorde con su participación o responsabilidad en la toma de decisiones (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(e) Demanda / flujo y proyecciones.- La demanda futura de agua y el flujo de aguas residuales, incluidos los factores máximos, deben basarse en el rendimiento real del sistema, los registros históricos y una consideración de los cambios futuros en el patrón de demanda. La demanda de agua existente y futura debe separarse en componentes internos y externos para poder evaluar adecuadamente el impacto de los cambios en la gestión de la demanda. Es

esencial que los planificadores examinen la base subyacente de la demanda de agua actual y futura, particularmente en términos de las muchas variables que afectan los componentes de la demanda interna y externa. Las demandas de agua de la unidad o los flujos de aguas residuales deben especificarse según la persona equivalente (EP). La demanda de agua debe estar asociada con una calidad de agua requerida, de modo que se pueda evaluar la magnitud potencial del reciclaje de agua de varias fuentes (por ejemplo, aguas pluviales, aguas residuales) o el suministro de fuentes alternativas (por ejemplo, tanques de agua de lluvia, perforaciones). Se deben determinar los componentes de la pérdida de agua (por ejemplo, fugas). Las acciones requeridas para reducir estos componentes deben indicarse, cuando sea rentable. Los factores máximos, particularmente para la demanda de agua, deben tener en cuenta los posibles cambios en los patrones históricos en los que se incorpora el reciclaje del agua. El flujo de aguas residuales debe tener en cuenta los cambios en la demanda interna de agua como resultado de las iniciativas de gestión de la demanda. También se deben considerar los impactos de los programas de manejo de infiltración / afluencia. Las proyecciones de la demanda deben desglosarse para que coincidan con las subcuencas cuando corresponda (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014)

(f) Modelado de red.- Los resultados deseados del trabajo de modelado y la extensión / detalle deben establecerse antes de comenzar el proceso. El personal operativo debe participar en la construcción y el análisis del modelo de red. El modelado exitoso de la red requiere la inversión de tiempo por parte de personal experimentado para interpretar los resultados del modelado. Los resultados del modelo deben verificarse contra el rendimiento real del sistema (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(g) Opciones para la provisión del servicio.- Los objetivos de una propuesta para entregar un servicio de suministro de agua o alcantarillado identificado deben estar claramente definidos antes de evaluar las opciones. Se debe examinar una gama de opciones (sin activos, sustitución de fuentes, activos nuevos y de reemplazo) de manera integral que considere el suministro de agua, el alcantarillado y la gestión de aguas pluviales como componentes de un programa

integrado de gestión del agua urbana. Las soluciones que no son de activos generalmente deben considerarse de manera preferencial. Las soluciones tradicionales que implican la construcción de nuevas infraestructuras pueden no ser siempre la solución óptima para proporcionar un servicio (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(h) Problemas de comunidades remotas o pequeñas.- Los planificadores deben tener en cuenta la capacidad de la comunidad y el proveedor de servicios para financiar, administrar y mantener la infraestructura propuesta. La idoneidad de las soluciones propuestas debe evaluarse rigurosamente. Las estrategias operacionales sostenibles son una consideración esencial para la planificación de estudios para comunidades pequeñas y remotas. Las soluciones regionales para la provisión de servicios, gestión y operaciones deben considerarse para comunidades pequeñas o remotas (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(i) Análisis de opciones.- Las decisiones de inversión informadas solo se pueden tomar a través de un análisis exhaustivo que considere los impactos financieros, sociales y ambientales (positivos y negativos) y los riesgos de implementación a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura. El análisis de las opciones de planificación debe identificar el impacto financiero a largo plazo (por ejemplo, costos recurrentes, incluida la depreciación y los cargos de los clientes) de todos los resultados de planificación antes de proceder con las decisiones de inversión de capital. Todas las posibles opciones posibles para cumplir con los niveles de servicio, incluidas las soluciones que no son de activos, deben considerarse en el análisis de opciones. Los supuestos subyacentes al análisis de opciones deben estar justificados y claramente documentados en un informe de planificación (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(j) Implementación.- Las partes interesadas, incluidos los propietarios de activos, deben conocer los problemas y riesgos asociados con la implementación de los proyectos propuestos a través de un estudio de planificación. Un enfoque racional para la priorización de proyectos es esencial para entregar efectivamente un programa de obras de capital. Las estrategias de implementación

recomendadas deben basarse en una revisión exhaustiva de los riesgos potenciales y cómo se gestionarán (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

(k) Resultados de la planificación.- Los informes de planificación deben comunicar clara y sucintamente a los tomadores de decisiones clave y a otras partes interesadas cómo la opción preferida satisface mejor la necesidad del servicio, teniendo en cuenta los supuestos y escenarios de desarrollo futuros. Los informes de planificación deben demostrar que se ha llevado a cabo un examen riguroso (en un nivel apropiado) de opciones, costos y riesgos, y que todos los asuntos legislativos, financieros, ambientales y sociales han sido abordados, o al menos considerados (ver tabla 1) (Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014).

Tabla 1. Información típica relacionada con la planificación

Categoría	Información
Benchmarking	Benchmarking de información de organizaciones similares
Conformidad	Los requisitos reglamentarios
Controlar	Salidas del sistema de telemetría
Cliente	Datos del censo Número / tipo de conexiones Relación de ocupación Aspiraciones y / o expectativas. Distribución socioeconómica, particularmente "capacidad de pago"
Demanda de agua / flujo de aguas residuales	Demandas actuales Flujos por tipo de cliente Lecturas del medidor de agua del cliente Demanda diaria / flujo Lluvia diaria Temperatura diaria Proyecciones de demanda / flujo por tipo de cliente Patrones de demanda diurna por tipo de cliente Demanda diurna / patrones de flujo Duración y alcance de las restricciones de agua. Uso externo de agua Historia de las iniciativas de gestión de la demanda. Uso interno de agua (por tipo) Factores máximos por tipo de cliente Extremos estacionales (zonas turísticas) Residuos comerciales (cantidad y calidad) Pérdidas de agua
Documentación	Gestión de la demanda / estudios de pérdida de agua. I / I estudios de gestión Estudios previos de planificación
Financiamiento	Estimaciones de costos de capital Costos de operación, mantenimiento y administración (OMA) incluyendo componentes Estimaciones de costos de OMA Tarifa (incluyendo cambios históricos) Tasas unitarias
Infraestructura	Condición del activo / rendimiento

	Criterio de diseño
	Tamaño, ubicación, capacidad, edad, niveles.
Conocimiento	Dibujos "según lo construido"
	Experiencias de otras autoridades y autoridad propia.
Modelos	Análisis hidrológicos, hidrogeológicos e hidráulicos.
	Modelos de red
	Modelos poblacionales
	Modelos de procesos de tratamiento.
Operación y mantenimiento	Consumo de energía
	Información sobre el funcionamiento del sistema y los motivos de la filosofía de funcionamiento.
	Experiencia operacional
	Objetivos operacionales
	Ajustes operativos (incluidos ajustes estacionales)
	Horas de bombeo
	Personal - recursos y capacidades
	Operación del sistema incluyendo zonificaciones
Marco normativo	Legislación, estándares, pautas, códigos y "mejores prácticas" de la industria
Gestión de riesgos	Riesgos asociados con el suministro de agua y alcantarillado.
	Sistema de seguridad
Estándares de servicio	Quejas
	Niveles de servicio actuales
	Estándares de servicio
Fuente	Niveles de agua subterránea
	Flujos de flujo
Espacial	Fotografías aéreas
	Clasificación de uso del suelo
	Planes de uso del suelo
	Planes de infraestructura prioritarios
Partes interesadas	Requisitos de las partes interesadas
Dirección estratégica	Objetivos organizacionales
Tratamiento	Composición de aguas residuales
	Unidad de tratamiento de rendimiento y eficiencia de la unidad
	Calidad del agua (cruda y tratada)

Fuente: Departamento de Energía y Abastecimiento de agua, 2014.

Los controladores electrónicos, también llamados medidores de flujo, distribuyen y monitorean por naturaleza un líquido (agua) o gas (metano) a un consumidor final. Estos medidores inteligentes funcionan con baterías, por lo que un bajo consumo de energía es fundamental para lograr una vida útil de más de diez años. Los medidores de flujo se pueden clasificar por su tipo de metrología, ya sea utilizando un sensor mecánico o un esquema de detección ultrasónica. Los medidores de gas miden los gases combustibles, generalmente gas natural. Los medidores de agua se ocupan del agua distribuida para ser consumida por el usuario final. Los medidores de calor también se denominan medidores térmicos o medidores de BTU y miden el flujo de agua de calefacción (Texas Instruments, 2018).



Figura 1. Medidor de calor electrónico
Fuente: Texas Instruments, 2018.

La función de apagado remoto es una característica relativamente simple: una válvula de bloqueo (también llamada bidireccional o biestable) se acciona entre dos o más posiciones. La válvula más simple tiene los dos estados: ON y OFF. La válvula se acciona electrónicamente utilizando un solenoide de enclavamiento o un pequeño motor de CC cepillado. Los medidores inteligentes

implementan una comunicación inalámbrica, ya sea de corto o largo alcance, lo que permite la lectura remota del consumo de servicios públicos y el control remoto de la válvula de cierre. Algunos medidores (especialmente para el gas) integran sensores como la vibración y pueden apagarse automáticamente en situaciones como terremotos (Texas Instruments, 2018).

Hay tres niveles de beneficiarios de la función de apagado remoto, Sociedad, Servicio público y Consumidor. Dado que las preocupaciones clave para cada entidad son diferentes, los beneficios que cada uno puede recibir a través de la función de apagado remoto son diferentes (Texas Instruments, 2018):

(a) Sociedad es un término de amplio alcance para describir la comunidad, el municipio, el estado, el país, etc. Esta entidad se preocupa por las tendencias a nivel macro, principalmente la conservación de los recursos. En este nivel, el objetivo es reducir el uso general de los recursos o mejorar la eficiencia de la distribución de los recursos para que los recursos desperdiciados sean mínimos. Además, los grandes eventos como los desastres naturales tienen un efecto en la sociedad en su conjunto, por lo que se deben tomar medidas para mitigar los efectos de las calamidades a gran escala (Texas Instruments, 2018).

(b) La empresa de servicios públicos es el negocio que distribuye el recurso (agua, calor, gas) al consumidor final y gana dinero a través de esta distribución. La utilidad querrá minimizar los costos comerciales y maximizar las ganancias. Un gran impacto en las ganancias es el agua, el gas o la calefacción sin ingresos, que describe los recursos que se incorporan al sistema de distribución pero que no se cobran a los consumidores. Los recursos no relacionados con los ingresos pueden ser causados por fugas o alteraciones. En el ejemplo de los servicios públicos de agua, el agua sin ingresos es globalmente del 30-35%, lo que contribuye a una importante pérdida de ganancias. Los impactos en los costos son las horas de trabajo de los empleados, el transporte y los costos de reparación (Texas Instruments, 2018).

(c) Los consumidores son los usuarios finales del recurso y desean tener un suministro de recursos lo más continuo posible. Los eventos que detienen el

suministro de agua, gas o calor causan interrupciones a los clientes y son recibidos con desprecio. Los consumidores también se preocuparán por la facilidad de interactuar con la utilidad, idealmente para que sea fácil activar o desactivar el servicio. Finalmente, los consumidores invierten en su propiedad y quieren tomar medidas para proteger esa propiedad de daños (Texas Instruments, 2018).

Tabla 2. Situaciones para activar el apagado remoto

Situación	Sociedad	Empresa públicas	de servicios	Consumidores
Fugas de tubería	✓		✓	
Explosión de tubería			✓	✓
Desastre natural	✓		✓	✓
Manipulación del medidor			✓	
Encender y apagar evento			✓	✓
Accidente en el hogar				✓

Fuente: Texas Instruments, 2018.

Fugas de tuberías.- Estas fugas pueden estar presentes en la red de distribución (por ejemplo, bajo tierra) o dentro de los hogares. Estas fugas, aunque pequeñas, contribuyen a una gran cantidad de pérdidas totales de agua porque pueden dejarse sin solución durante largos períodos de tiempo. Los medidores de gas pueden ser particularmente peligrosos en caso de una fuga reportada (Texas Instruments, 2018).

Explosiones de tubería.- Los eventos de explosión provocan daños en una tubería y pérdida de agua o gas. En caso de explosión, la tubería rota debe cerrarse para evitar una mayor pérdida de agua y permitir el mantenimiento. La explosión puede reducir la presión de los consumidores en otras partes de la red. Teniendo en cuenta que la respuesta del técnico a un evento sorpresa de este tipo puede ser lenta, tener la capacidad de apagado remoto puede proporcionar una respuesta rápida y táctica (Texas Instruments, 2018).

Desastres naturales.- La naturaleza destructiva de estos eventos hace que sea crítico mitigar los riesgos para la vida y la propiedad. Por ejemplo, cuando se

pronostica un huracán, se les dice a los residentes que apaguen los servicios de agua y gas antes de evacuar. Si el residente tiene que contactar a la ciudad para el cierre, y un técnico necesita ser enviado, esto podría tomar una cantidad significativa de tiempo y distraerse de otros preparativos de emergencia. Un apagado remoto ahorra tiempo para el consumidor y para los empleados de la empresa de servicios públicos. Otros desastres naturales no son tan predecibles, y los planes de mitigación están más relacionados con la contención. Después de un terremoto o tornado, las líneas de gas rotas pueden provocar explosiones. Como tal, es importante cerrar los servicios de agua y gas hasta que se considere seguro reactivarlos. La contaminación del suministro de agua es un desastre raro pero grave que no puede ser contenido a menos que la red de distribución de agua se cierre rápidamente (Texas Instruments, 2018).

Manipulación del medidor.- El robo de agua o gas resulta en la pérdida de ganancias para la compañía de servicios públicos. Un sistema de distribución inteligente puede ayudar a prevenir pérdidas debido al robo al cerrar el flujo en caso de que alguien esté manipulando el medidor (Texas Instruments, 2018).

Encender y apagar eventos.- Cuando un consumidor activa o desactiva el servicio con un proveedor en particular, una empresa de servicios públicos que no utiliza medidores inteligentes debe enviar a un técnico a la ubicación para encender o apagar el flujo. Una gran cantidad de eventos de apagado se deben a la falta de pago, lo que significa que el consumidor no ha realizado el pago a la empresa de servicios públicos durante un cierto período de tiempo. Los eventos de encendido y apagado tienen un costo en horas hombre, así como equipos y combustible. El apagado remoto permite a las empresas de servicios públicos encender o apagar el servicio de forma remota, lo que permite que los técnicos pasen más tiempo en cosas productivas como reparaciones del sistema. Los consumidores también pueden beneficiarse del apagado remoto porque permite activar o desactivar el servicio fuera del horario comercial habitual (Texas Instruments, 2018).

Accidente en el hogar.- El apagado remoto permite una respuesta rápida en caso de que un accidente represente una amenaza para dañar la propiedad. Por

ejemplo, en el caso de que un plomero rompa una tubería de agua, puede tomar tiempo responder a la amenaza inmediata de inundar la propiedad y causar daños por agua. Si la utilidad puede controlar el apagado de forma remota, se puede evitar que un simple accidente se convierta en un problema mayor (Texas Instruments, 2018).

Implementación de apagado remoto

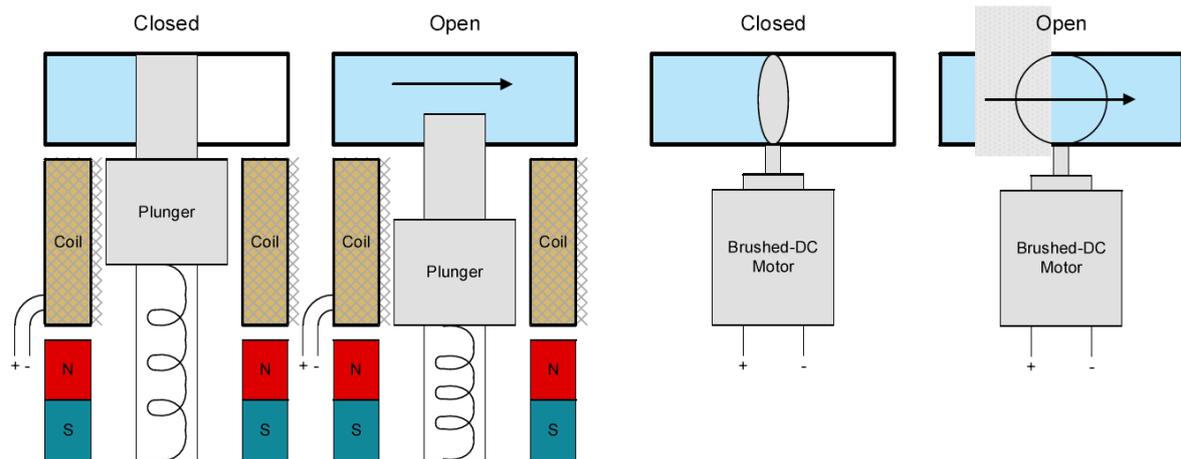


Figura 2. Válvula solenoide de bloqueo y válvula de motor
Fuente: Texas Instruments, 2018.

Para accionar una válvula solenoide o una válvula de motor, el circuito de accionamiento es el mismo. Se utiliza un puente H para aplicar corriente en la dirección positiva o negativa a través de la válvula. En los medidores de flujo, que funcionan con baterías, las válvulas de bajo voltaje son comunes para que puedan funcionar directamente con la batería. Se puede implementar un circuito de accionamiento de solenoide de forma discreta, utilizando MOSFET de canal n y canal p combinados con varias resistencias. Alternativamente, los NPJ BJT pueden usarse para crear un puente H. La Figura 3 implementa un circuito de control simple (Texas Instruments, 2018).

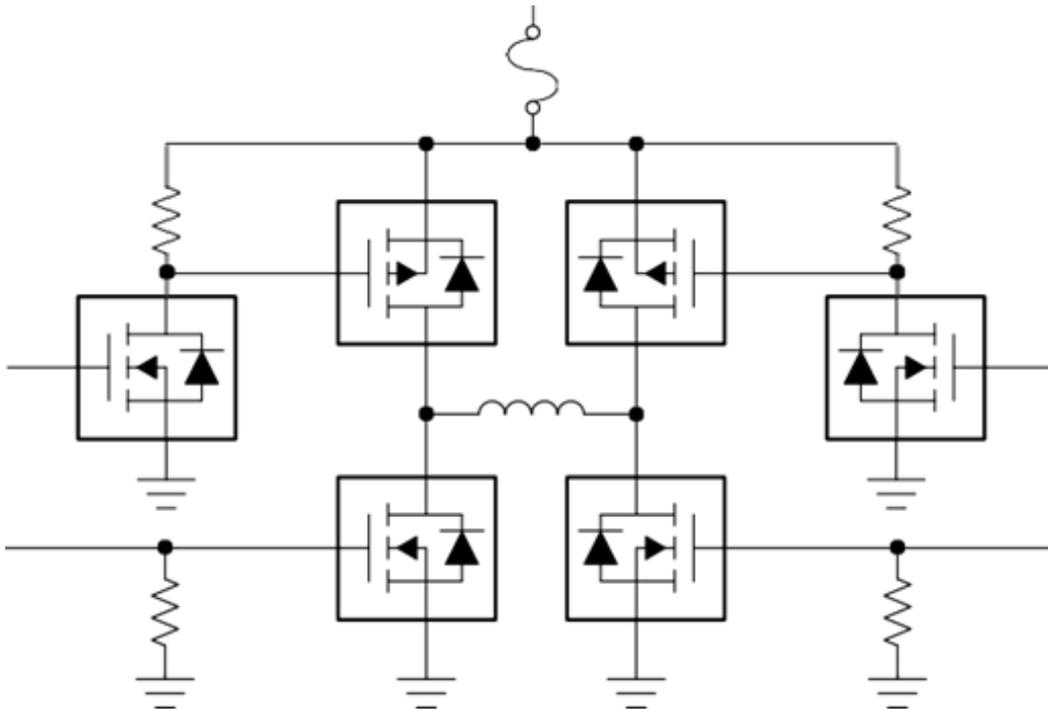


Figura 3. Circuito discreto del puente H con MOSFET
Fuente: Texas Instruments, 2018.

Si bien un circuito discreto normalmente se considera como la solución de costo optimizado, esto en realidad no es cierto en la mayoría de los casos. El valor de los componentes discretos combinados con el costo de ensamblaje (pick & place) y la prueba de componentes puede exceder el de un simple puente H integrado de bajo voltaje. Además, puede haber circuitos de protección como fusibles que agregan aún más costos a una solución discreta, ya que no se requieren utilizando un circuito integrado con protección contra sobrecorriente. Algunos diseñadores pueden estar limitados en el espacio a bordo o no tener los conocimientos para optimizar un circuito discreto para la prevención de la conducción cruzada, lo que hace que una solución integrada sea aún más valiosa (Texas Instruments, 2018).

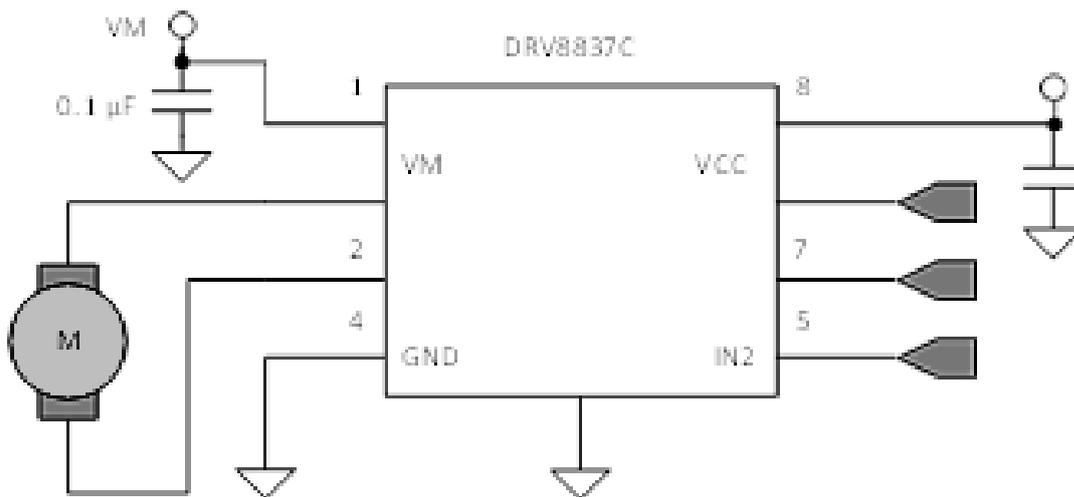


Figura 4. Circuito integrado de puente H
Fuente: Texas Instruments, 2018.

Las dimensiones de la variable 1, Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores electrónicos, son: (a) fuente, (b) obras de conducción, (c) reservorio, (d) redes de distribución, (h) servicio al usuario (Jiménez, 2013).

Con respecto a la variable 2, Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural, esta se define como el diseño del sistema de alcantarillado cuyo propósito es el retiro de las aguas ya usadas en una población, las cuales están contaminadas, las cuales reciben el nombre genérico de aguas residuales; además sirven para el retiro de las aguas pluviales (Jiménez, 2013).

Hay muchas fuentes de alcantarillado doméstico en regiones rurales. Además de las heces humanas y las aguas residuales de las cocinas, las aguas residuales también podrían generarse a partir de la limpieza del hogar, el apilamiento de basura y la filtración. Con el desarrollo de la economía y la mejora del nivel de vida de los campesinos y los cambios en el estilo de vida, las aguas residuales domésticas también aumentarán. Con el objetivo del tratamiento de aguas residuales rurales, el dispositivo generalmente se construye en lugares bajos y remotos. El problema que presenta este dispositivo es la falta de equipos de alimentación y no hay un técnico profesional para mantenerlo. Además, también requiere que exista un factor de menor costo de construcción y

conveniencia de instalación y servicio, por lo que es muy difícil para un dispositivo de tratamiento común cumplir con el requisito (Liu, Wang y Deng, 2017).

El alcantarillado simplificado es una tecnología de saneamiento fuera del sitio que elimina todas las aguas residuales del entorno doméstico. Conceptualmente es lo mismo que el alcantarillado convencional, pero con esfuerzos conscientes realizados para eliminar las características de diseño innecesariamente conservadoras y hacer coincidir los estándares de diseño con la situación local (Toledo, 2018).

La idea básica de un sistema de alcantarillado simplificado es que los hogares se agrupen en una unidad de vecindario, también llamada "condominio". Este condominio funciona de manera similar a como lo hace un edificio de apartamentos. En lugar de que cada casa tenga su propio sistema de alcantarillado único, esta unidad de casas reduce la cantidad de tubería en aproximadamente la mitad porque la red pública no necesita atravesar cada parcela o estar presente en cada calle (Toledo, 2018).

Los conceptos básicos de un sistema de recolección de aguas residuales son: el agua pasa del gaitero de menor diámetro llamado colectores, fluye a "líneas troncales" y finalmente a un sistema masivo de tuberías y estaciones de bombeo (Toledo, 2018).

Algunos de los criterios y estándares para el diseño de las alcantarillas, que luego se mencionan con más detalle en las pautas de este informe, son: (a) velocidad mínima en tubería; (b) pendientes mínimas de tuberías; (c) diámetro mínimo de la tubería; y (d) factor de flujo máximo de diseño (Toledo, 2018).

Para cualquier sistema de alcantarillado, para identificar qué sistema se implementará, es necesario saber si las aguas residuales están asentadas o no (Akinyemi y Von Münch, 2001). Los sistemas convencionales tienen diferentes criterios de diseño según su ubicación geográfica, capacidad de agua, entre otros factores. En algunos lugares, por ejemplo, los sistemas sanitarios estándar usan una velocidad de flujo mínima cuando la tubería de alcantarillado está funcionando a 0.6 m / s para garantizar la autolimpieza y un diámetro mínimo de

tubería de 200 mm (8 inn), mientras que la mayoría de los convencionales sistemas de todo el país utilizan una pendiente mínima dada para el flujo mínimo (Standard Details, 2008).

Con respecto a los modelos se puede acotar lo siguiente:

Una de las principales ventajas de las sucursales condominiales es que las conexiones del sistema de alcantarillado pueden estar en la parte más conveniente del bloque (unidad). Este diseño también permite que las redes se adapten a las condiciones topográficas locales y a los patrones del suelo. Las diferentes alternativas de conexión de alcantarillado simplificada, enumeradas desde la que genera el menor ahorro al mínimo, son las siguientes:

(a) Patio trasero: este tipo de colocación de tuberías tiene la ventaja de ser significativamente más barato de construir debido a longitudes más cortas y profundidades de excavación más bajas. Sin embargo, la desventaja potencial es que pueden ser inaccesibles para el personal de la empresa de servicios públicos, asignando la responsabilidad del mantenimiento a los miembros del hogar.

(b) Patio delantero: de manera similar, este es otro tipo económico que puede usarse ampliamente en las ramas condominiales. Los costos son ligeramente más altos que las conexiones del patio trasero, pero tienen una ubicación más estratégica de las tuberías que facilita el mantenimiento.

(c) Acera: comúnmente utilizada en las sucursales de condominios, generalmente generará menos ahorros en los costos de diseño, ya que pueden tener un único punto de entrada para cada vivienda provista. El beneficio de esta colocación de tuberías es el fácil acceso para el mantenimiento público (Melo, 2005).

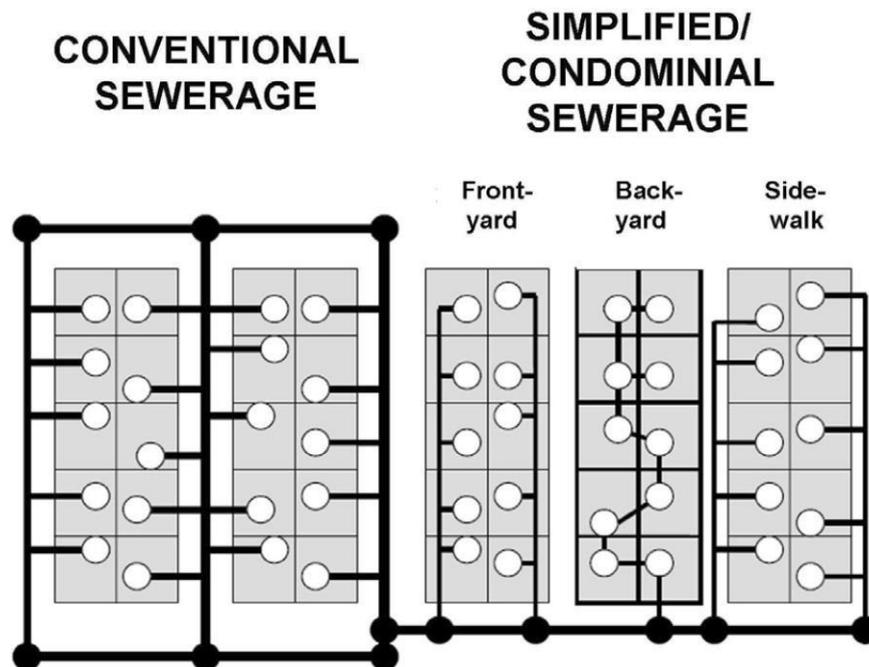


Figura 5. Conventional and Simplified sewer models' pipelines side by side

Fuente: Duncan, Sleight y Tayler, 2001.

La figura anterior ilustra los tres modelos de sistemas simplificados de alcantarillado y lo ubica al lado del sistema convencional. A partir de la figura, es posible ver que la longitud de las tuberías es mucho más corta para los modelos simplificados y también puede tener un diámetro menor (Toledo, 2018).

Para garantizar la autolimpieza, en lugar del criterio de velocidad mínima de 0,6 metros por segundo como en el diseño convencional de alcantarillado, el diseño simplificado de alcantarillado se basa en mantener un esfuerzo cortante límite de 1 Pa, que es suficiente para resuspender una partícula de arena de 1 mm. Muchos autores (Machado1985; Paintal 1977; Yao 1974, 1976) han propuesto el uso del esfuerzo cortante crítico para determinar la pendiente mínima de las alcantarillas como una alternativa económica al enfoque de velocidad mínima. Para un esfuerzo cortante mínimo de 1 Pa, las tuberías de menos de 1,050 mm se pueden hacer más planas que cuando se diseñaron de acuerdo con el enfoque de velocidad mínima, y las tuberías de más de 1,050 mm se deben hacer más empinadas para mantener la autolimpieza (Toledo, 2018).

Basado en los siguientes supuestos: unidad crítica fuerza de tracción = 1 Pa; profundidad relativa de flujo, $y / D = 0.2$; Manning's $n = 0.013$. En Brasil, para el diseño de alcantarillas simplificadas, se utiliza la siguiente ecuación:

$$I = 0.0055 Q^{-0.47} \text{ (Ecuación 2)}$$

Donde I , es la pendiente mínima de la alcantarilla, y Q es el flujo inicial en litros por segundo (flujo de corriente). (Bakalian, Wright, Otis, y De Azevedo, 1994)

Con respecto a los tipos de modelos de alcantarillados, se acotó lo que viene a continuación.

Entre los muchos modelos implementados en todo el mundo, es posible encontrar una amplia gama de modificaciones que resultan en mejoras y ahorros de costos de los sistemas de alcantarillado. Algunos de los modelos de alcantarillado más utilizados se pueden clasificar por las siguientes categorías:

(a) Alcantarillado por gravedad convencional: para alcantarillas de mayor diámetro, la pendiente mínima es inversamente proporcional al diámetro. La principal desventaja son los requisitos de pendiente, que deben satisfacerse en áreas prácticamente planas como Louisiana, requieren estaciones de elevación, lo que aumenta significativamente los costos (Toledo, 2018).

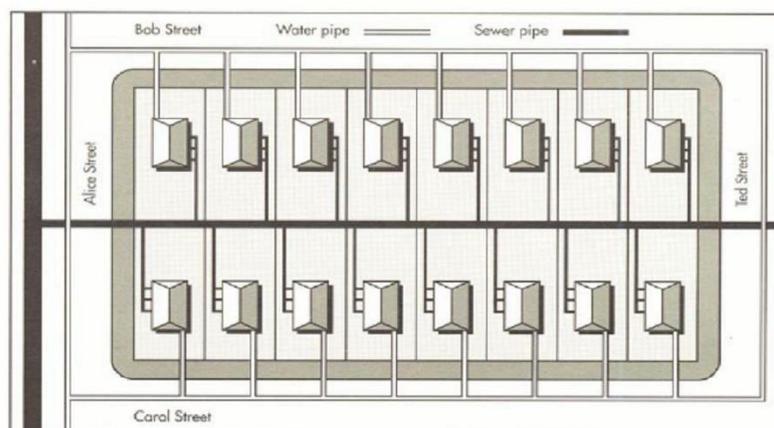


Figura 6. Diseño de una alcantarilla convencional convencional por gravedad Fuente: Akinyemi y Von Münch, 2001.

(b) Alcantarillado simplificado: consiste en tuberías de plástico poco profundas enterradas, limpiezas de bajo costo en lugar de pozos de registro frecuentes y costosos, y un número mínimo (si corresponde) de estaciones elevadoras. Los requisitos de gestión son iguales o inferiores a los alcantarillados por gravedad convencionales (depende del número de estaciones de elevación) (Toledo, 2018).

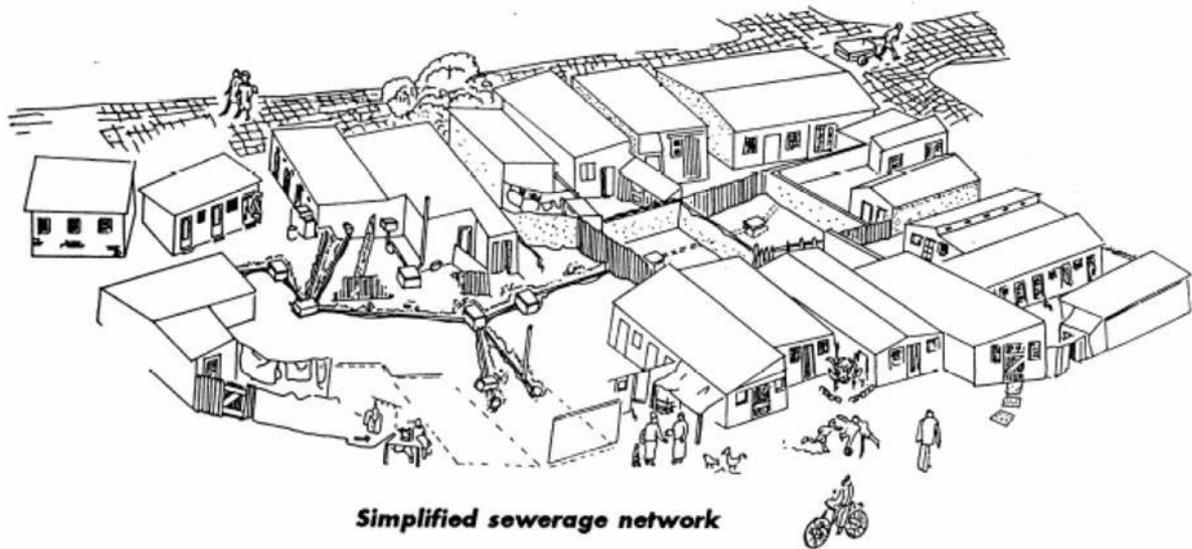


Figura 7. Una red de alcantarillado simplificada
Fuente: EAWAG/SANDEC, 2008.

En la red de alcantarillado simplificada ilustrada anteriormente, es posible ver las numerosas limpiezas, que son pequeñas cajas de inspección donde se realiza el mantenimiento. Observe que las alcantarillas se colocan dentro de los límites de la propiedad en lugar de debajo de las carreteras centrales (Toledo, 2018).

(c) Alcantarillado por gravedad de diámetro pequeño (manual EPA / 625 / I-91/024): tiene muchas similitudes con el alcantarillado simplificado, con la principal diferencia de que las aguas residuales se depositan primero en un tanque séptico a nivel doméstico (Toledo, 2018).

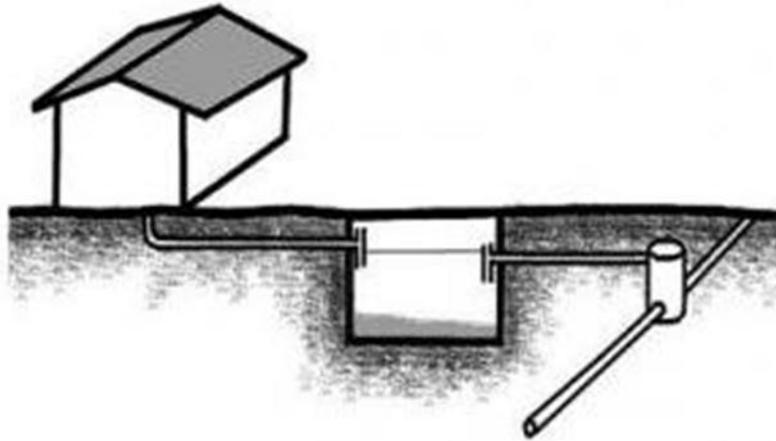


Figura 8. Fosa séptica entre los hogares y las tuberías restantes del sistema
Fuente: Spuhler y Stauffer, 2014.

Vacío: el vacío o extracción dentro del sistema se crea en una estación de vacío. Las estaciones de vacío son pequeños edificios que albergan un gran tanque de almacenamiento y un sistema de bombas de vacío (Toledo, 2018).

Sistemas presurizados: siempre que las limitaciones de espacio impidieron la instalación de un colector tradicional basado en la gravedad, la presurización del sistema de alcantarillado se utilizó como alternativa. Emplea limpiezas en lugar de pozos de inspección como puntos de acceso para limpiar y monitorear las líneas. Los puntos de limpieza, como se discutirá más adelante, son muy económicos (Toledo, 2018).

Tuberías verticales de caída: hubo un caso de un área cuya salida natural consistía en un barranco de aproximadamente 20 metros de profundidad, cuyo fondo estaba ocupado por un asentamiento informal (Toledo, 2018).

La solución a este problema fue utilizar una tubería vertical de caída que consistía en una tubería de hierro fundido de 150 milímetros fijada a la pared del barranco con abrazaderas, protegida por una carcasa de concreto y que terminaba en una caja de ruptura de presión en la base, que también servía como una boca de acceso inicial (Toledo, 2018).

Antena: se tuvo que usar un caso extremo del enfoque en casos en que la densidad urbana era muy alta y la escorrentía de agua no estaba adecuadamente

cubierta o canalizada. En estos casos, las inundaciones generalmente se evitan colocando los pisos inferiores de las casas por encima del nivel de escorrentía. Esto normalmente permite la instalación de ramas de red que bordean las casas, por encima de los canales de escorrentía de agua, ya sea mediante el uso de tuberías unidas a las paredes de la casa o apoyadas en pilares (Toledo, 2018).

Con respecto a los procedimientos de construcción se tienen las pautas siguientes. Estas recomendaciones se hacen desde el punto de vista de permitir mejoras adicionales a la hora de planificar, diseñar y operar los sistemas simplificados de alcantarillado. Las recomendaciones no son exhaustivas, pero se espera que mejoren la tasa de éxito y el rendimiento general de los sistemas (PSEAU, 2017).

(a) Conceptos básicos de diseño

Las redes de tuberías de alcantarillado se dividen en sistemas separados más pequeños. Siempre que sea posible, cada área determinada se define por cuencas de drenaje individuales, cada una con sus propios colectores y planta de tratamiento (Toledo, 2018).

Para minimizar la excavación y, por lo tanto, el costo de la restauración del pavimento, las alcantarillas se ubican lejos de las cargas de tráfico, generalmente debajo de las aceras en lugar de en el centro de la calle. Para ahorrar aún más en costos, en muchos casos las alcantarillas se extienden solo hasta la última conexión aguas arriba en lugar del final del bloque (Bakalian et al., 1994).

(b) Hidráulica

Otro enfoque para los sistemas de alcantarillado que puede aportar grandes beneficios al proyecto es reducir el período de diseño del sistema de alcantarillado. Los sistemas de alcantarillado convencionales tienen largos períodos de diseño de 50 años, generalmente realizados de esta manera considerando la población de saturación del área (Toledo, 2018).

La planificación a largo plazo es importante cuando se diseña una ciudad, pero el diseño se puede hacer por períodos separados a corto plazo. Una gran ventaja de usar períodos más cortos es que evita las incertidumbres del crecimiento de la población y reduce los altos costos de mantenimiento de grandes sistemas de alcantarillado con bajo flujo. Otros beneficios del período de diseño reducido son que también puede facilitar el financiamiento y lograr una mayor cobertura con la misma inversión (Toledo, 2018).

Con períodos de diseño y fases de construcción más cortos, comenzando desde los extremos aguas arriba, los efectos de los errores en el pronóstico del crecimiento de la población y su consumo de agua pueden minimizarse y corregirse. Por estas razones, el alcantarillado simplificado emplea períodos de diseño de 20 años o menos. A este respecto, es digno de mención que la USEPA limita el período de diseño a 10-15 años (ASCE 1982).

Cuando se trata del flujo de diseño, es importante recopilar registros de bombeo para cada día y fluctuaciones durante el día. Tenga en cuenta que la capacidad de flujo de diseño de las alcantarillas es menor que el diseño del suministro de agua, ya que el agua se pierde en el proceso debido a fugas, riego de jardines, limpieza de viviendas, entre otros usos (Toledo, 2018).

El factor pico, a menudo conservadoramente estimado entre 2.0 y 3.3, se ha modificado a 1.8 en alcantarillados simplificados implementados en Brasil y Colombia (Bakalian et al., 1994).

Se han utilizado diámetros de tubería de alcantarillado de 100 mm en Brasil para una longitud máxima de 400 m. El uso de este diámetro de tubería en áreas residenciales genera una mayor profundidad de flujo y mejora la autolimpieza. Las implementaciones anteriores han demostrado que, donde el diámetro de la tubería en las alcantarillas de la calle se redujo de 200 mm (utilizado como diámetro mínimo en sistemas convencionales en algunas parroquias de Louisiana) a 150 mm, no presentan problemas de mantenimiento adicionales en comparación con las alcantarillas convencionales (Bakalian et al., 1994).

(c) Conexión de servicio

En el diseño simplificado, se coloca una caja de conexión (o inspección) de 60 cm entre el edificio y la línea de servicio. Todas las alcantarillas o desagües de la casa o edificio entran en la caja. Esta caja generalmente se encuentra debajo de la acera en el derecho de paso público.

(d) Profundidad de alcantarillas

Para cualquier tipo de conexión de alcantarillado, es estándar tener una profundidad mínima en la que se coloquen las tuberías, debe ser suficiente para hacer las conexiones de la casa y tener una capa de tierra sobre la corona para proteger la tubería contra daños estructurales de cargas externas y heladas (Toledo, 2018).

En conexiones simplificadas, las profundidades mínimas de alcantarillado son generalmente mucho menos profundas que los sistemas convencionales. Con una profundidad de 0.65 m debajo de las aceras, 0.95-1.50 m debajo de las calles residenciales (dependiendo de la distancia desde la línea central de la calle) y 2.5 m debajo de las calles muy transitadas (Toledo, 2018).

(e) Pozos de registro y otros accesorios

Una de las diferencias más importantes entre los sistemas de alcantarillado convencionales y simplificados es que el primero utiliza muchos pozos de registro, mientras que el último tipo evita su uso tanto como sea posible (Toledo, 2018).

Los criterios conservadores para el uso de alcantarillas contribuyen al alto costo del alcantarillado. El uso de profundidades menos profundas es una forma de reducir estos costos (Toledo, 2018).

En los sistemas convencionales, las bocas de acceso se encuentran generalmente en: los extremos superiores de todos los laterales; cambios en dirección y pendiente; uniones de tuberías, excepto conexiones de edificios; y, a intervalos no superiores a 100 m para tuberías de hasta 600 mm de diámetro, y a

menos de 120 m para alcantarillas de entre 700 mm y 1.200 mm de diámetro (Toledo, 2018).

Siempre que sea posible, las bocas de acceso convencionales se reemplazan por bocas de inspección "simplificadas", o cajas enterradas, y las bocas de inspección se usan solo en los cruces principales. La necesidad de que el personal de mantenimiento ingrese a los pozos de registro se elimina por las profundidades más bajas y la disponibilidad de modernos equipos de limpieza hidráulica; haciendo posible reducir el diámetro de los pozos de registro a 0.6-0.9m en lugar del convencional 1.5 metros. En los cambios de dirección o pendiente, las bocas de acceso se reemplazan completamente por simples cajas subterráneas o cámaras. Las conexiones de la casa se ajustan para servir también como dispositivos de inspección; Se construye una pequeña caja debajo de la pasarela y se conecta a la alcantarilla con una curva de 45 grados y una "Y" (la varilla de limpieza se introduce a través de esta caja) (Toledo, 2018).

Estas pautas para el diseño de pozos reducen considerablemente los costos del sistema, especialmente dado que hasta el 90 por ciento de los pozos nunca se abren. En 1881, Waring escribió: "Me parece decididamente ventajoso usar tuberías de inspección, o incluso agujeros para lámparas en alcantarillas de 6 y 8 pulgadas, en lugar de construir pozos de inspección y cámaras de inspección" (USEPA 1986).

Sin embargo, hay situaciones en las que no se deben eliminar los pozos de registro: alcantarillas muy profundas (más de 3 m); pendientes más pequeñas de lo requerido; alcantarillas con gotas; y, puntos de conexión de ciertos establecimientos comerciales e industriales (es decir, puntos de muestreo y mediciones de flujo) (Toledo, 2018).

(f) Diseño específico del proyecto

Aunque los principios básicos del alcantarillado simplificado se aplican de manera similar en todas partes, algunos factores van a diferir de un lugar a otro. Por ejemplo, las estimaciones del uso del agua dependen del coeficiente de retorno, que varía según la humedad del aire de cada lugar (Toledo, 2018).

Las dimensiones de la variable 2, Diseño de un sistema de desagüe en un centro poblado rural, son: (a) fuente, (b) obras de conducción, (c) reservorio, (d) redes de distribución, (h) servicio al usuario (Jiménez, 2013).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El enfoque de esta investigación fue cuantitativo y el tipo de investigación fue aplicado. Según la clasificación del científico peruano, José Supo (2012), esta investigación fue de tipo descriptivo.

El enfoque cuantitativo usa datos recolectados para probar las hipótesis basándose en una numérica medición y análisis estadístico, para determinar pautas de conducta y comprobar teorías (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El enfoque cuantitativo permite que los fenómenos puedan ser medidos, es decir, se les puede asignar un número, mediante el uso de la estadística y sus correspondientes técnicas para así analizar los datos que se han recogido; puede tener como propósito describir, explicar, predecir y controlar sus causas o predecir una ocurrencia por medio de dichas causas; otorgando fundamento a las conclusiones obtenidas mediante el uso riguroso de la métrica o de la cuantificación, de la recolección de sus resultados, de su procesamiento, de su análisis y de su interpretación, mediante el método hipotético-deductivo (Sánchez, 2019).

La investigación aplicada o de tipo aplicado tiene el objetivo de la creación de una nueva tecnología partiendo de los conocimientos que han sido adquiridos mediante una investigación estratégica a fin de establecer si tales conocimientos han de poder ser aplicados útilmente con o sin un mayor refinamiento para los propósitos que fueron definidos. La información que ha sido obtenida mediante este tipo de investigación ha de ser aplicable también en cualquier lugar y ofreciendo así significativas oportunidades para su difusión, por lo que la mayoría de estas investigaciones son promovidas por las empresas u organizaciones en general (Málaga, Vera y Oliveros, 2008, pp. 146-147).

En el tipo descriptivo se realiza un análisis estadístico univariado, es decir, de una sola variable o de cada una de varias, ya que solo hay que otorgar una

descripción o una estimación de parámetros para una determinada población de estudio partiendo desde una muestra (Supo, 2012).

Diseño de investigación

El diseño de esta investigación fue no experimental, de corte transversal y de alcance descriptivo.

Según Hernández et al. (2014) se entiende por diseño a un plan o a una estrategia a seguir, cuyo desarrollo sirve para la obtención de la información requerida para una investigación y dar así respuesta al planteamiento establecido. Un diseño no experimental considera la realización de un corte transversal, también llamado transeccional, pudiendo tener un alcance explicativo, relacional, descriptivo o exploratorio (Hernández et al., 2014).

El corte transeccional o también llamado transversal consiste en la determinación de un momento para realizar la recopilación de la información de un determinado estudio (Hernández et al., 2014).

El alcance o nivel descriptivo corresponde a la búsqueda de propiedades, de las características o de los perfiles de los sujetos considerados como población o unidad de análisis, a fin de ser sometidos a un específico análisis y poder así establecer mediciones o hacer el recojo de información de forma tanto independiente como conjunta de los conceptos o variables a las que realizan alusión (Hernández et al., 2014).

3.2. Variables y operacionalización

Variables

Las variables en esta investigación son:

X_1 = Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos

X_2 = Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.

La variable consiste en todo aquello que se va a medir, a controlar y a estudiar en una investigación, también es un concepto clasificador debido a que asume diferentes valores, los cuales pueden ser o cuantitativos o cualitativos, así como además pueden ser definidas de manera conceptual y operacional (Núñez, 2007, p. 167). Las variables son las características o los atributos que se van a investigar, las cuales se transforman en preguntas redactadas cuidadosamente que forman parte del instrumento de investigación a ser aplicado a la población o a la muestra del estudio (Moran y Alvarado, 2010, p.41).

Definición conceptual

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos.- Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable el cual tiene por propósito fundamental la de otorgar una entrega de agua a los habitantes de una localidad, en cantidad y en calidad adecuadas para la satisfacción de sus necesidades, considerando que los seres humanos conforman un 70% de agua, siendo este líquido vital para la supervivencia (Jiménez, 2013, p. 16).

Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.- Diseño del sistema de alcantarillado cuyo propósito es el retiro de las aguas ya usadas en una población, las cuales están contaminadas, las cuales reciben el nombre genérico de aguas residuales; además sirven para el retiro de las aguas pluviales. El alcantarillado es un sistema de conductos enterrados cuya denominación es alcantarillas, las cuales de manera general se instalan en el centro de las calles y cuyos componentes son (Jiménez, 2013, p. 21).

Definición operacional

Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos.- En diseño de un sistema de abastecimiento de agua en un centro poblado rural considera las siguientes ejecuciones: (a) fuente, (b) obras de conducción, (c) reservorio, (d) redes de distribución, (h) servicio al usuario.

Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.- El diseño del sistema de desagüe tiene que considerar: (a) tuberías colectoras, (b) buzones, (c) acometida domiciliaria.

Indicadores

Indicadores del diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos.- (a) fuente, (b) obras de conducción, (c) reservorio, (d) redes de distribución, (h) servicio al usuario.

Indicadores del diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.- (a) tuberías colectoras, (b) buzones, (c) acometida domiciliaria.

Escala de medición

Nominal, para ambas variables.

Operacionalización

Ver el anexo Matriz de operacionalización de variables.

La operacionalización de las variables consiste en la descomposición o desagregado deductivo de las variables que forman parte del problema de investigación, comenzando desde lo más general transcurriendo hacia lo más específico; es donde, las variables se dividen en dimensiones, áreas, aspectos, indicadores, índices, subíndices e ítems, si son complejas; pero solamente se dividen en indicadores, índices e ítems, si son concretas (Núñez, 2007, p. 173). (Núñez, 2007).

3.3. Población, muestra y muestreo

La población la constituyeron las 100 viviendas del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar y se consideró una muestra por conveniencia de 30 viviendas. Se consideró como unidad de análisis el diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe para las 30 viviendas.

El criterio de inclusión es cercanía a la fuente de Sedapal; el criterio de exclusión fue la lejanía a la fuente de Sedapal.

El muestreo por conveniencia es un tipo de muestreo no probabilístico donde se hace la selección de casos accesibles, en base a la accesibilidad y la proximidad que tenga el investigador con los sujetos convenientes, como por ejemplo, entre todos los sujetos enfermos con una determinada dolencia, se eligen solo aquellos que la tengan pero que se encuentren hospitalizados en una clínica determinada donde tenga acceso el investigador mas no en otras donde no tenga acceso (Otzen y Manterola, 2017).

La unidad de análisis es el tipo de objeto delimitado que ha sido establecido por el investigador a fin de que sea investigado. El tipo de objeto delimitado hace referencia al carácter ubicable en un espacio y un tiempo preciso del objeto, y de aquellas entidades que se van a investigar (Azcona, Manzini y Dorati, 2013, p. 70).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se usó la observación y el análisis documental como técnicas y como instrumento de recolección de datos se usó una lista de verificación. Se usaron técnicas e instrumentos que caracterizan la ingeniería civil, incluyendo la hoja de cálculo.

El análisis documental es una técnica que consiste en leer, sintetizar y representar un texto; en donde lo que se hace es transformar un documento primario en uno secundario, de forma que partiendo del documento primario, se obtiene una nueva referencia documental que permita un mejor uso (Martos, Bermejo y Muñoz, 2005, p. 666).

Una lista de verificación o check list es un procedimiento sencillo mediante el cual se hace la descripción o evaluación, generalmente de una persona, que consiste en un listado de palabras, oraciones o aseveraciones de una persona o de un acontecimiento, el cual es usado como autorreporte o informe de un observador, pudiendo ser estandarizados o no (Aiken, 2003, pp. 364-365).

La hoja de cálculo es un instrumento de recojo de información, siendo Excel el más común, que tiene una presentación mediante un formato de una aplicación informática o de un programa computacional, mediante el cual se puede realizar manipulaciones de datos numéricos o alfanuméricos dispuesto en forma de tablas donde se puede ejecutar operaciones de cálculos matemáticos, ya sean usados para diversos usos; en donde se puede hacer desde los cálculos más simples hasta los más complejos, incluyendo el desarrollo de fórmulas, desarrollo de gráficos de cualquier tipo y desarrollo de funciones diversas. Las hojas de cálculos son de enorme versatilidad que pueden ser usadas para el establecimiento de informes, de bases de datos, de clasificaciones de datos, de gráficos de todo tipo, de funciones, además de llevar a cabo diversas operaciones entre las celdas (Castillo, González y López, 2012, p. 1).

Para establecer la validez, los instrumentos empleados para el recojo de la información tuvieron la validación de expertos.

Para establecer la confiabilidad, se da fe que las fuentes de información son reales. Como no se trató de encuestas, ni se recurrió a prueba piloto.

La validez es el grado mediante el cual un instrumento logra hacer la medición de lo que se pretende medir (Espinoza, 2019).

La confiabilidad es la capacidad que posee un instrumento para establecer mediciones que estén en coherencia y consonancia con la realidad mediante la cual se pretende conocer. Se dice que un instrumento es confiable cuando los datos obtenidos son iguales a los aplicados a los mismos sujetos en dos diferentes ocasiones. Si un instrumento no es confiable, no es válido tampoco (Espinoza, 2019).

3.5. Procedimientos

Mediante el uso de la ficha técnica, la cual describe el proceso de recogida de datos, se dispone de los medios y recursos para responder cada uno de los ítems propuestos en la Matriz de Operacionalización de Variables y matriz de consistencia.

Se fue realizando la verificación de cada ítem mediante el uso de lista de verificación correspondiente; y luego se procedió a confrontar los resultados obtenidos con los antecedentes, para poder establecer la discusión; y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

Tópico de investigación

El tópico de investigación se refiere al Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable y Desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, usando controladores electrónicos, donde:

Variable 1: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores electrónicos

Variable 2: Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural

Unidad de análisis: Diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe para las 30 viviendas.

Delimitación espacial: Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho, Lima, Perú

Delimitación temporal: 2020.

3.6. Método de análisis de datos

Se usó como métodos de análisis de datos los correspondientes a la estadística descriptiva e inferencial, ayudados del software Excel como de aquellos propios de la ingeniería civil, en la tabulación de datos.

3.7. Aspectos éticos

Se contó con los permisos correspondientes de los pobladores del Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar para realizar la presente investigación.

Por otra parte, el marco teórico que compone esta investigación está debidamente citado y referenciado, por lo que no hay lugar al plagio, ni dichos textos requieren ser pasados por ningún sistema antiplagio, por ejemplo, Turnitin, debido a que cuenta con las citas debidamente establecidas. Aquello que no está citado corresponde a las apreciaciones del autor de esta tesis.

IV. RESULTADOS

3.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural

Cálculo de caudales

Tabla 3. Datos de proyecto

Dato	Cantidad	Unidad de medida
r	2.7%	27
t	20	Años
pa	180	Hab.
pf	277	Hab.
Qm	0.2885	lt/s
Qmd	0.375	lt/s
Qmh	0.7210	lt/s
Qunit.	0.00260289	lt/s

Donde:

r: Tasa de crecimiento poblacional anual

t: Periodo de diseño

pa: Población actual

pf: Población futura

Qm: Caudal promedio diario anual

Qmd: Caudal máximo diario

Qmh: Caudal máximo horario

Qunit. Caudal unitario

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Datos del AAHH global

Dato	Cantidad	Unidad de medida
Pa	9,224	
D	90	l/h/d
Qm	9.61	lt/s
Qmd	12.493	lt/s
Qmh	24.025	lt/s
Qunit.	0.002605	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Número de viviendas del AAHH de los cuales se analizan solamente 30 viviendas de acuerdo al plano de catastro.

Descripción				
Total de viviendas	100	N° de viviendas para el estudio	30	6 Hab./Viv.
Total de personas Hab.	600	Total de habitantes N° hab:	180	Pa

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Cálculo de caudales con la población

Tramo	Población actual		Población futura	
	Población (Hab.) tramo		PF (Tramo)	Q (Tramo)
Reserv.J-1	-		-	-
J1-J4	42		64.63	0.168
J4-J10	30		46.17	0.12
J10-J15	0		0.00	0
J9-J10	6		9.23	0.024
J9-J14	12		18.47	0.048
J2-J3	6		9.23	0.024
J3-J4	12		18.47	0.048
J4-J5	12		18.47	0.048
J5-J6	0		0.00	0
J7-J8	6		9.23	0.024
J8-J9	6		9.23	0.024
J10-J11	6		9.23	0.024
J11-J12	0		0.00	0
J3-J8	6		9.23	0.024
J5-11	24		36.93	0.096
J8-J13	12		18.47	0.048
Total	180		277	0.72

Dónde: PF: Población futura; Q: Caudal por tramo; J: Junta.

Cálculo de población futura y caudales de diseño

Tabla 7. Proyección de la población en base al INEI y censo in situ

Año	Población
2000	3,804
2001	3,932
2002	4,061
2003	4,186
2004	4,309
2005	4,429
2006	4,545
2007	4,656
2008	4,762
2009	4,868
2010	4,973
2011	5,077
2012	5,180
2013	5,280
2014	5,377
2015	5,469

Fuentes: Censo: INEI (Global); Censo: Padrón (En situ).

Tabla 8. Proyección de la población en base al método aritmético

	Año	Población
	2000	3804
	2006	4545
Pob. Act.	2015	5469
Pob. F	2020	6207.3

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Uso del método aritmético (2)

	(Hab.)		(Pf-Pact.)		(p/pa-t)	
2000	3,804	6	741	22824	0.032	0.192
2006	4,545	9	924	40905	0.023	0.207
2015	5,469	15				0.399
2020	6207.3					

Cálculo de r? tasa de crecimiento

$$r = \frac{\text{total}(rxt)}{\text{total}(t)} =$$

$$= 0.0266 = 0.027 = 2.7\%$$

Población futura

$$pa(2015) \times \left(1 + \frac{r \times t}{1000}\right) =$$

$$Pf(2020) = Pf(2020) = 6207.3 \text{ Hab.}$$

Método geométrico

	AÑO	POBL.			
	2000	3,804	→	R1=	0.03 +
	2006	4,545	→		+
pobl.act	2015	5,469	→	R2=	0.02 +
pobl.f	2020			R3=	0.02 +
					0.07
R=	0.02				3
Pf.(2020)	= () (1 2020-2015)				
Pf.(2020)	6038 Hab.				

Figura 9. Proyección de la población en base al método geométrico para 2020
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Cálculos para la proyección de población al 2040 (1)

	año	pobl.
	2000	3804
	2006	4545
	2015	5469
pob. Act	2020	6207.3
pob. F	2040	?

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Cálculos para la proyección de población al 2040 (2)

AÑO	P.a (Hab.)	t	p (Pf- Pact.)	p.uxt	r (p/pa-t)	uxt
2000	3,804	6	741	22824	0.032	0.192
2006	4,545	9	924	40905	0.023	0.207
2015	5,469	5	738	27345	0.027	0.135
2020	6207.3	20				0.534
2040						

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de r? tasa de crecimiento

$$r = \frac{\text{total}(r \text{ xt})}{\text{total}(t)}$$

= 0.0266 = 0.027 = 2.7%

Población futura

Pf(2040)=	Pa(2020) $\times (1 + \frac{r \times t}{1000})$	9,559 Hab.
-----------	---	------------

	AÑO	POBL.			
	2000	3,804	R1=	0.03	+
	2006	4,545			+
	2015	5,469	R2=	0.02	+
pob. Act	2020	6,207	R3=	0.026	+
pob. F	2040	?	R4=	0.02	
	20			<u>0.096</u>	
r=	0.02			4	
Pf.(2040)	= pobl(act) * (1 + r) ²⁰²⁰⁻²⁰⁴⁰				
Pf(2040)	9,224	hab.			

Método exponencial

$$Pf = P_i e^{k(t_f - t_i)}$$

$$k = \frac{\ln(\text{poblacion2}) - \ln(\text{poblacion1})}{\text{Año2} - \text{Año1}}$$

	AÑO	POBL.					
	2000	3,804					
	2006	4,545	K1=	$\frac{\ln(4545) - \ln(3804)}{2006 - 2000}$		0.030	} 0.025
	2015	5,469	K2=	$\frac{\ln(5469) - \ln(4545)}{2015 - 2006}$		0.021	
pobl.act	2020	6,207	K3=	$\frac{\ln(6207) - \ln(5469)}{2020 - 2015}$		0.025	
				$\frac{\ln(6207) - \ln(3804)}{2006 - 2000}$		0.024	
Pf(2040)=	6207 * e ^{0.026(20)}		10,234 Hab.				

Figura 10. Proyección de la población en base al método exponencial para 2040
Fuente: Elaboración propia.

*Trabajar con la población menor

Población futura = 9,224 Hab.

Tabla 12. Elección de la población menor

Población actual	Aritmético hab.	Geométrico hab.	Exponencial hab.	Promedio hab
6207.3	9,559	9,224	10234	8806

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de caudales de diseño

Caudal fuente = 25 Lt/s (Asignado)

Qm (Lt/s) = caudal promedio diario anual

Qm (Lt/s) 9.61 Lt/s

NOTA:	FUENTE: RNE	
K1	=	1.3
K2	=	2.5

Qmd = caudal máximo diario

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

$$Q_{md} = 12.49 \text{ Lt/s} < 25 Q_f \text{ .- OK}$$

Q_{mh} = caudal máximo horario

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

$$Q_{mh} = 24.02 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{unit.} = 0.0026 \text{ Lt/s} \times \text{Hab.}$$

Nota: Habiéndose calculado la tasa de incremento poblacional anual, se ha procedido a calcular la población actual y la población futura global para un periodo de 20 años que es para el diseño de caudales del proyecto. Para el proyecto se ha fraccionado una población de 100 viviendas y con una muestra de 30 viviendas las cuales la cantidad de habitantes serán proyectados a través de la tasa de crecimiento poblacional ya obtenido anteriormente.

Tabla 13. Cálculo de caudales para la fracción poblacional

$r =$	2.70%	0.027
$t =$	20	Años
$p_a =$	180	Hab.
$p_f =$	277	Hab.
	=	277 Habitantes

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

r = Tasa de crecimiento poblacional

t = Periodo de diseño

P_a = Población actual

P_f = Población futura

$Viv. = 30$

$Hab/viv = 6$

$$Q_f > Q_{md}$$

$$Q_m = 0.2885 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{md} = 0.3751 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{mh} = 0.7210 \text{ Lt/s}$$

$$Q_{unit.} = 0.002603 \text{ Lt/s}$$

Nota: El caudal de fuente o empalme a Línea de Conducción (Q_f) debe ser mayor al caudal máximo diario (Q_{md}) para asegurar el abastecimiento del agua a la población proyectada.

1. Fuente	1.1. Fuente
------------------	--------------------

1.1. Fuente

La fuente es Sedapal.

Sedapal realizó un incremento de 60 como puntos de distribución de agua potable en San Juan de Lurigancho en forma gratuita, encontrándose en estos puntos el que compete para establecer el sistema de abastecimiento de agua potable para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar en el distrito de San Juan de Lurigancho (Sedapal, 2019).

Fuente de agua reservorio de 550m³ SEDAPAL que se ubica en las siguiente coordenadas UTM zona 18L 281605.1751m E 8682551.3874m S, 416.00 msnm.

2. Obras de conducción	2.1. Línea de impulsión 2.2. Bomba centrífuga 2.3. Válvula de purga 2.4. Válvulas de aire
-------------------------------	--

2.1. Línea de impulsión

Comprende desde la bomba centrífuga con coordenadas UTM zona 18L 281609.6456 m E 8682547.7180 m S, 416.00 msnm hasta el reservorio de 10 m³ con un diámetro de tubería PVC Ø 1 1/2 pulgada y con una longitud aproximada de 02+319 km. La tubería será enterrada a una profundidad mínima de 0.30 a 0.70 m en zonas sin acceso vehicular y a 1.00 en zonas de tránsito vehicular.

2.2. Bomba centrífuga

Se determinó el uso de una bomba centrífuga de potencia de 6.5 hp.

2.3. Válvula de purga

Se proyectó una válvula de purga en la cota más baja de la línea de impulsión.

2.4. Válvula de aire

Se proyectó una válvula de aire en la cota más alta de la línea de impulsión.

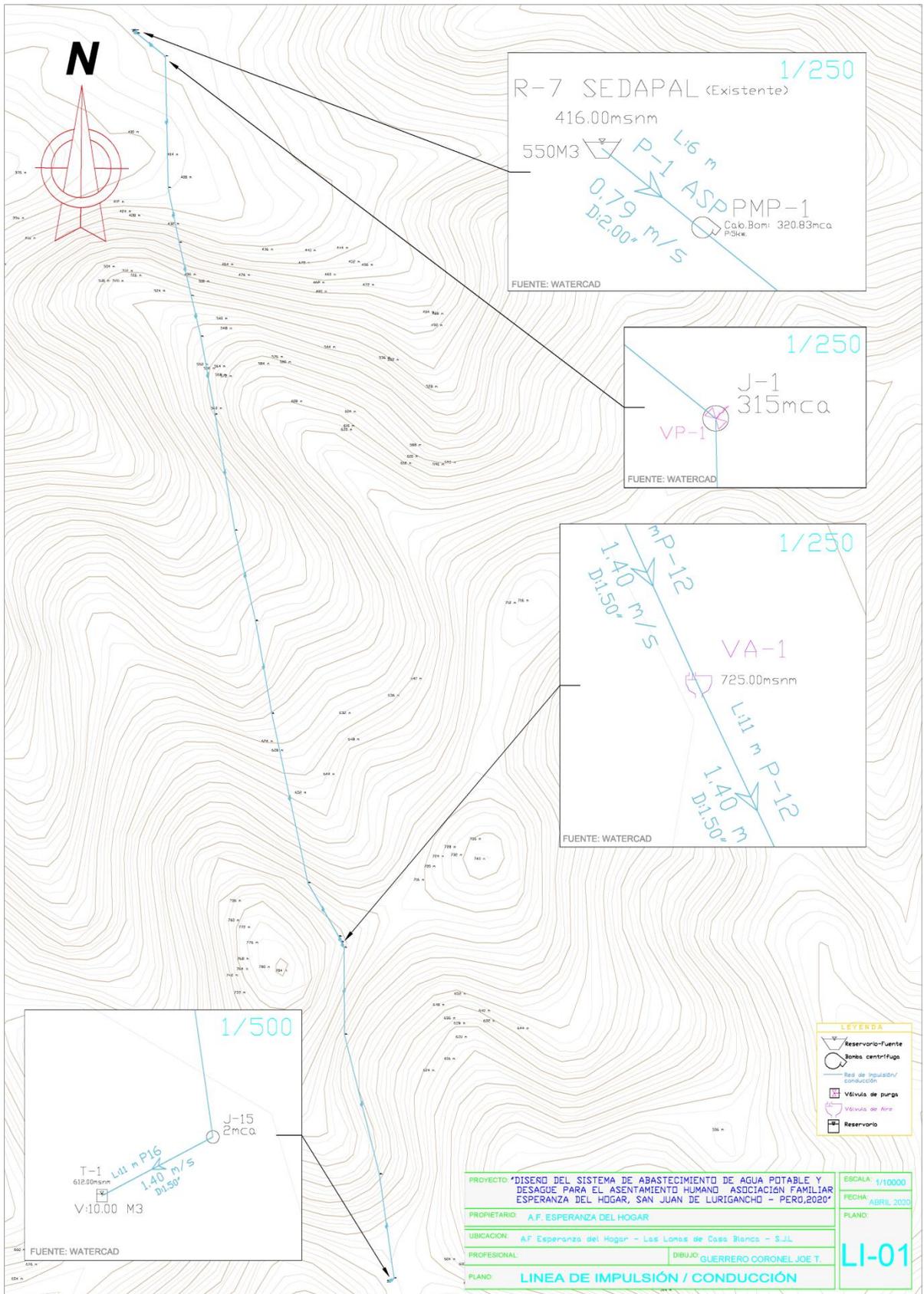


Figura 11. Obras de conducción
 Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la línea de impulsión: 0.750 LPS

Datos

Caudal máximo diario = 0.375 Lps

Número de horas de bombeo (N) = 12.00 horas

Caudal de bombeo (Qb) = 0.750 Lt/seg

Cálculo del diámetro de la línea de impulsión

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

Diámetro de tubería de impulsión = 32mm

Diámetro nominal = 48.00 mm

Diámetro interno = 43.40 mm se considera para reducir la pérdida de carga

Diámetro = 1.50 pulg.

Velocidad media del flujo

Velocidad media = 0.60 m/s, ok.

Las velocidades deben estar comprendidas entre 0,6 a 2,0 m/s para las líneas de impulsión.

Si la velocidad no se acierta dentro de los niveles permitidos para líneas de impulsión que están estipulados en la sección de criterios y parámetros de diseño, el diámetro se reemplaza a uno en el cual se cumpla estas exigencias antes mencionadas.

PN - 10 (150 Lbs)						
Ø Diam. Nominal (Pulgada)	Ø ext. (Mm)	CÓDIGO	Longitud (m.)	e (mm)	Ø int. (mm)	PESO (Kgs)
*1/2	21.00	TUB034	5.00	1.80	17.40	0.783
*3/4	26.50	TUB035	5.00	1.80	22.90	1.007
*1	33.00	TUB036	5.00	1.80	29.40	1.273
*1 ¼"	42.00	TUB037	5.00	2.00	38.00	1.813
*1 ½"	48.00	TUB038	5.00	2.30	43.40	2.382
2"	60.00	TUB039	5.00	2.90	54.20	3.752
*2 ½"	73.00	TUB040	5.00	3.50	66.00	5.512
3"	88.00	TUB041	5.00	4.20	80.10	8.023
4"	114.00	TUB042	5.00	5.40	103.20	13.289
6"	168.00	TUB043	5.00	8.00	152.00	29.005
8"	219.00	TUB044	5.00	10.40	198.20	49.160
10"	273.00	TUB045	5.00	13.00	247.00	76.591
12"	323.00	TUB046	5.00	15.40	292.20	107.341

Figura 12. Especificaciones de tubería de fabricante
Fuente: Jorvex ISO 9001, 2015.

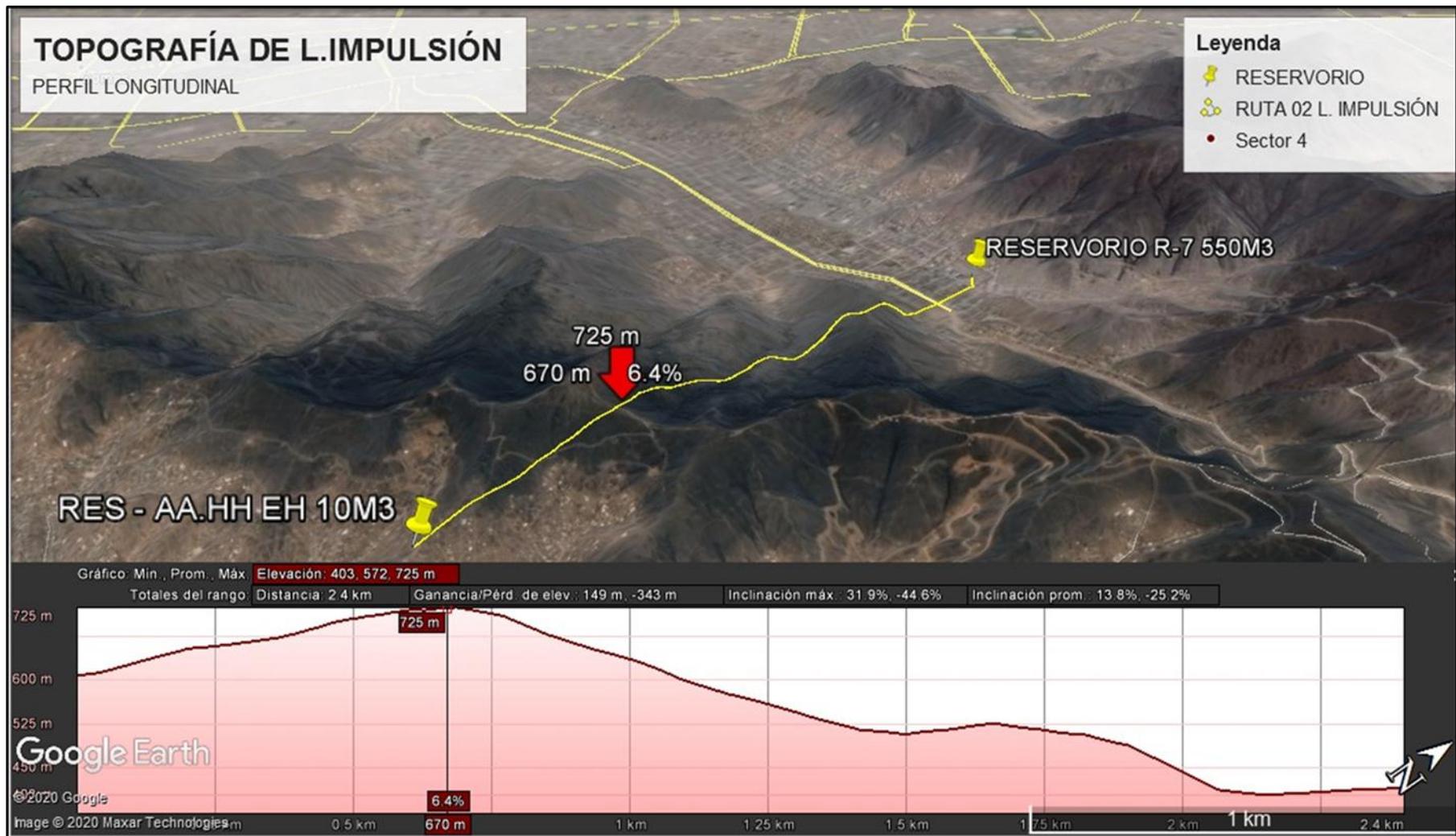


Figura 13. Perfil longitudinal de trazo de la mejor ruta de línea de impulsión
Fuente: Google Earth.

Cálculo de pérdida de carga lineal

$$hf_{[m]} = 10,67 \cdot \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$$

Hf: Pérdida de carga = 9.99 m

Q: Caudal de bombeo = 0.75 Lt/s = 0.00075 m³/s

C: Coeficiente de rugosidad = 150

D: Diámetro tub. = 1.50" = 0.0480 m Ø Int.

L: Longitud = 2325 m

Cálculo de altura manométrica

$$H_m = H_g + \Delta H_l + \Delta H_i$$

Hm: Altura manométrica (m) = 320.53 m

Hg: Altura geométrica (m) = 309.00 m

ΔH_l : Pérdidas lineales en la conducción = 9.99 m

ΔH_i : Pérdidas locales en la impulsión = 1.55 m.

Cálculo de potencia de bomba hidráulica

Potencia teórica de bomba

$$P_b = \gamma \cdot Q \cdot h_b$$

Pb: Potencia teórica de bomba = 2,403.99 Kg.m/s = W

γ : Peso específico del fluido = 10.00 Kg/m².s²

Q: Caudal = 0.750 lt/s = 0.00075 m³/s

hb: Altura dinámica = 320.53 m

W = Watts

Potencia real de bomba

$$P_{real} = \frac{P_b}{\mu}$$

Pr: Potencia real = 4,807.98 w = 6.45 = 6.50 Hp

Pb: Potencia teórica de bomba = 2,403.99 w

μ : Eficiencia = 50% % OK

1W = 0.00134102 Hp.

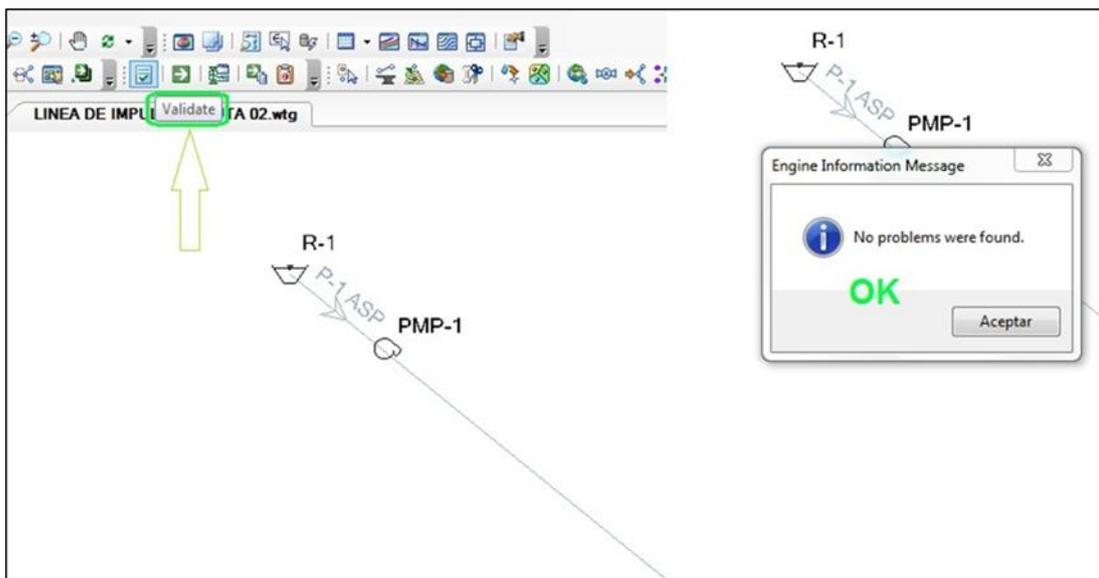


Figura 14. Cuadro de validación de datos del diseño de línea de impulsión
Fuente: Watercad.

Resultados procesados por el software Watercad

Tabla 14. Cálculo de juntas de línea de impulsión

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
37: J-1	37	J-1	418.11	<None>	<Collecti...	0	733.24	315
45: J-2	45	J-2	406.94	<None>	<Collecti...	0	720.61	313
43: J-3	43	J-3	452.03	<None>	<Collecti...	0	715.27	263
41: J-4	41	J-4	520.47	<None>	<Collecti...	0	710.03	189
40: J-5	40	J-5	547.45	<None>	<Collecti...	0	706.02	158
49: J-6	49	J-6	561.59	<None>	<Collecti...	0	698.42	137
54: J-7	54	J-7	524.52	<None>	<Collecti...	0	687.14	162
53: J-8	53	J-8	566.36	<None>	<Collecti...	0	678.25	112
56: J-9	56	J-9	608.43	<None>	<Collecti...	0	669.22	61
47: J-10	47	J-10	721.74	<None>	<Collecti...	0	652.62	-69
35: J-11	35	J-11	725.00	<None>	<Collecti...	0	646.71	-78
34: J-12	34	J-12	725.00	<None>	<Collecti...	0	645.53	-79
51: J-13	51	J-13	697.92	<None>	<Collecti...	0	637.18	-61
58: J-14	58	J-14	659.99	<None>	<Collecti...	0	623.38	-37
32: J-15	32	J-15	611.13	<None>	<Collecti...	0	613.30	2

Fuente: Watercad.

Tabla 15. Cálculo de tubería línea de impulsión

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
68: P-1 ASP	38	P-1 ASP	6	PMP-1	R-1	2.00	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	0.79	0.013	<input type="checkbox"/>	0
67: P-1 IMP	67	P-1 IMP	66	J-1	PMP-1	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
72: P-12	72	P-12	11	J-12	AV-1	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
73: P-12	73	P-12	11	AV-1	J-11	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
60: P2	60	P2	236	J-2	J-1	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
44: P3	44	P3	100	J-3	J-2	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
42: P4	42	P4	98	J-4	J-3	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
39: P5	39	P5	75	J-5	J-4	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
48: P6	48	P6	142	J-6	J-5	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
59: P7	59	P7	211	J-7	J-6	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
52: P8	52	P8	166	J-8	J-7	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
55: P9	55	P9	169	J-9	J-8	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
62: P10	62	P10	310	J-10	J-9	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
46: P11	46	P11	110	J-11	J-10	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
50: P13	50	P13	156	J-13	J-12	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
61: P14	61	P14	258	J-14	J-13	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
57: P15	57	P15	188	J-15	J-14	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0
30: P16	30	P16	11	T-1	J-15	1.50	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.40	0.053	<input type="checkbox"/>	0

Fuente: Watercad.

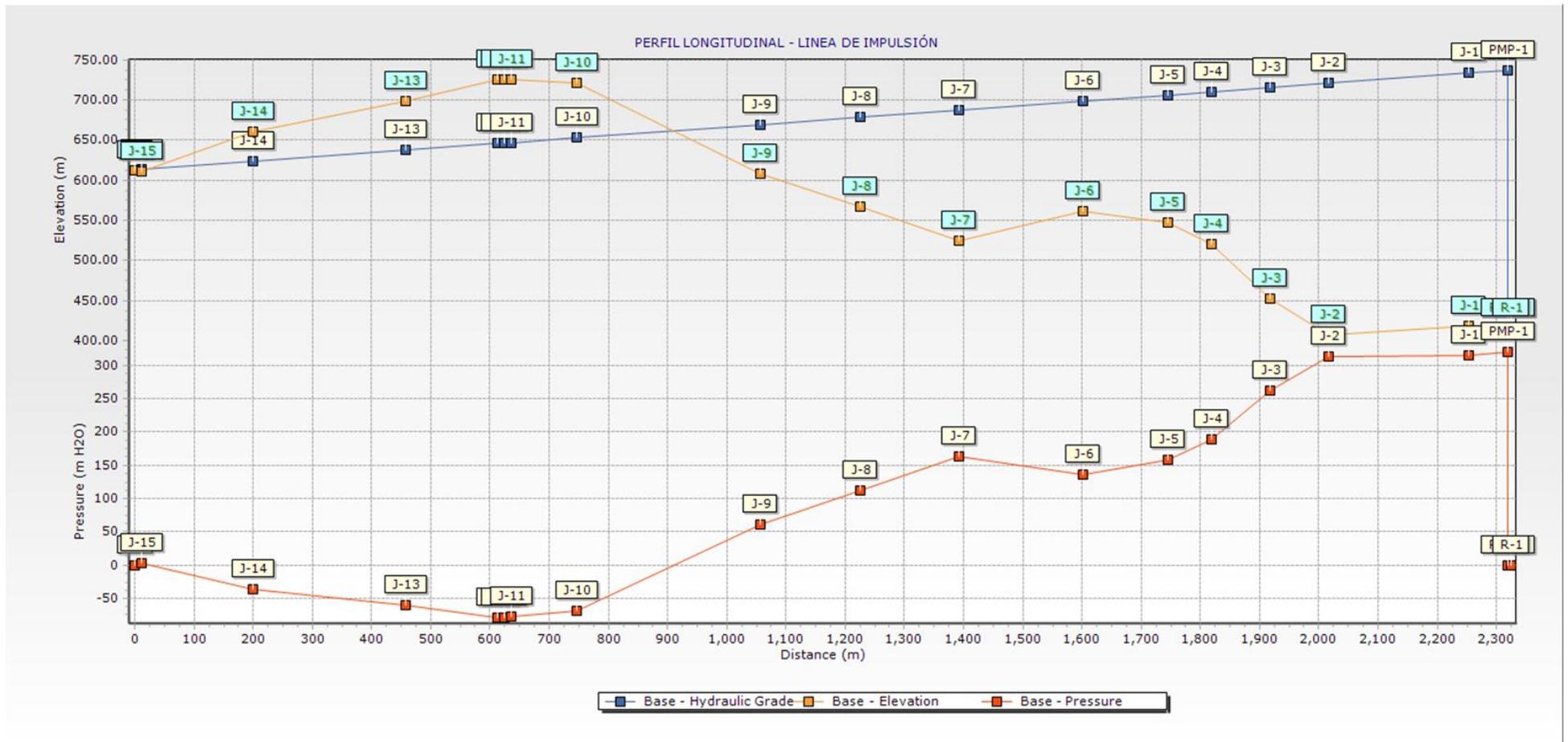


Figura 15. Perfil longitudinal de diseño procesado en Watercad
 Fuente: Elaboración propia.

Project Inventory: LINEA DE IMPULSIÓN RUTA 02.wtg

Title
 Engineer
 Company
 Date 14/04/2020
 Notes

Scenario Summary

ID	1
Label	Base
Notes	
Active Topology	Base Active Topology
Physical	Base Physical
Demand	Base Demand
Initial Settings	Base Initial Settings
Operational	Base Operational
Age	Base Age
Constituent	Base Constituent
Trace	Base Trace
Fire Flow	Base Fire Flow
Energy Cost	Base Energy Cost
Transient	Base Transient
Pressure Dependent Demand	Base Pressure Dependent Demand
Failure History	Base Failure History
User Data Extensions	Base User Data Extensions
Steady State/EPS Solver Calculation Options	Base Calculation Options
Transient Solver Calculation Options	Base Calculation Options

Network Inventory

Pipes	18	-Constant Speed - No Pump Curve	1
Junctions	15	-Constant Speed - Pump Curve	0
Hydrants	0	-Shut Down After Time Delay	0
Tanks	1	-Variable Speed/Torque	0
-Circular	1	-Pump Start - Variable Speed/Torque	0
-Non-Circular	0	Pump Stations	0
-Variable Area	0	Variable Speed Pump Batteries	0
Reservoirs	1	PRV's	0
Pumps	1	PSV's	0
-Constant Power	1	PBV's	0
-Custom Extended	0	FCV's	0
-Design Point (1 Point)	0	TCV's	0
-Multiple Point	0	GPV's	0
-Standard (3 Point)	0	Isolation Valves	0
-Standard Extended	0	Spot Elevations	0

Transient Network Inventory

Turbines	0	Surge Valves	0
Periodic Head-Flows	0	Check Valves	0
Air Valves	1	Rupture Disks	0
-Double Acting	1	Discharges to Atmosphere	0
-Slow Closing	0	Orifices Between Pipes	0

Project Inventory: LINEA DE IMPULSIÓN RUTA 02.wtg

Transient Network Inventory			
-Triple Acting	0	Valves With Linear Area Change	0
-Vacuum Breaker	0	Surge Tanks	0
Hydropneumatic Tanks	0		
Pressure Pipes Inventory			
1.50 (in)	2,319 m	All Diameters	2,325 m
2.00 (in)	6 m		

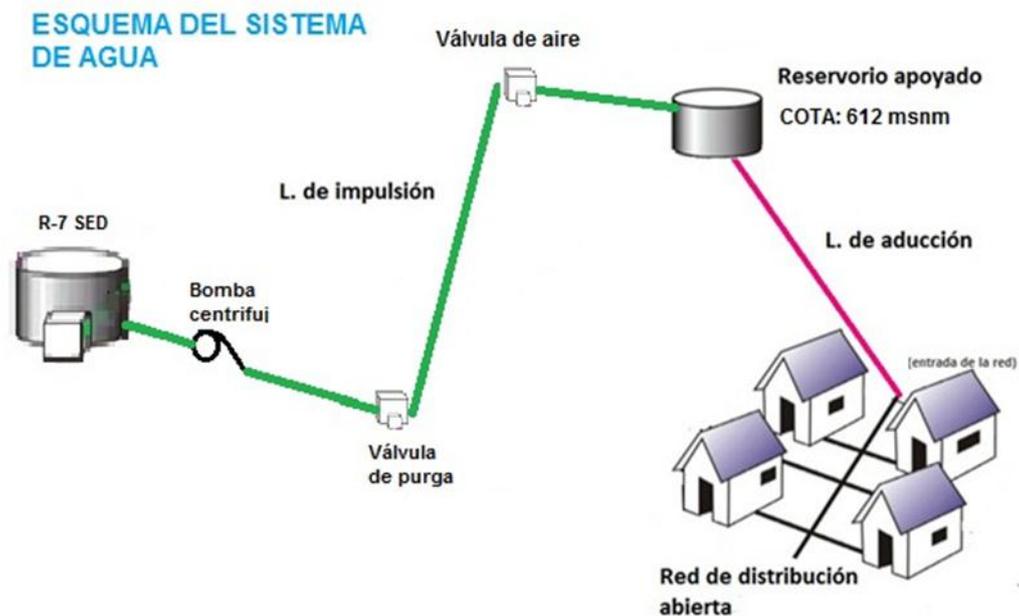


Figura 16. Esquema del sistema de abastecimiento de agua potable
Fuente: Elaboración propia.

3. Reservorio

3.1. Tipo de reservorio

3.1. Reservorio

Se proyecta en las coordenadas UTM zona 18L 282057.2228 m E 8680309.5288 m S, 612.00 msnm de concreto armado con una capacidad de almacenamiento de 10m³ con su respectivo cerco perimétrico (metal-madera).

Datos:

Dotación: 90 Lt/hab/día, según (RNE)

Coefficiente de Variación Diaria: 1.30, según (RNE)

Coefficiente de Variación Horaria: 2.50, según (RNE)

Caudal Promedio: $Q_m = 0.289$ Lt/s

Caudal Máximo Diario: $Q_{md} = 0.376$ Lt/s, según el MEF la regulación será del 20-25 % de Q_m cuando la fuente funcione las 24 hr, por criterio se asumió el Q_{md}

Caudal Máximo Horario: $Q_{mh} = 0.723$ Lt/s.

Tabla 16. Volumen del reservorio

Descripción	Cantidad	Unidad
Volumen de regulación:	8.00	m ³
Volumen contra incendio:	0.80	m ³
Volumen Total diseño:	10.00	m ³
Volumen a diseñar:	10.00	m ³

Nota: Por criterio de construcción se ha redondeado a 10m³

Fuente: Elaboración propia.

Se resulta un reservorio circular con cúpula apoyado con las siguientes características:

Volumen del reservorio: 10.0 m³

Diámetro interior del Reservorio: 3.60 m

Espesor de losa de cúpula: 0.060 m

Diámetro exterior del Reservorio: 3.84 m

Altura del muro: 1.65 m

Espesor de la Pared: 0.12 m

Altura del agua: 1.00 m

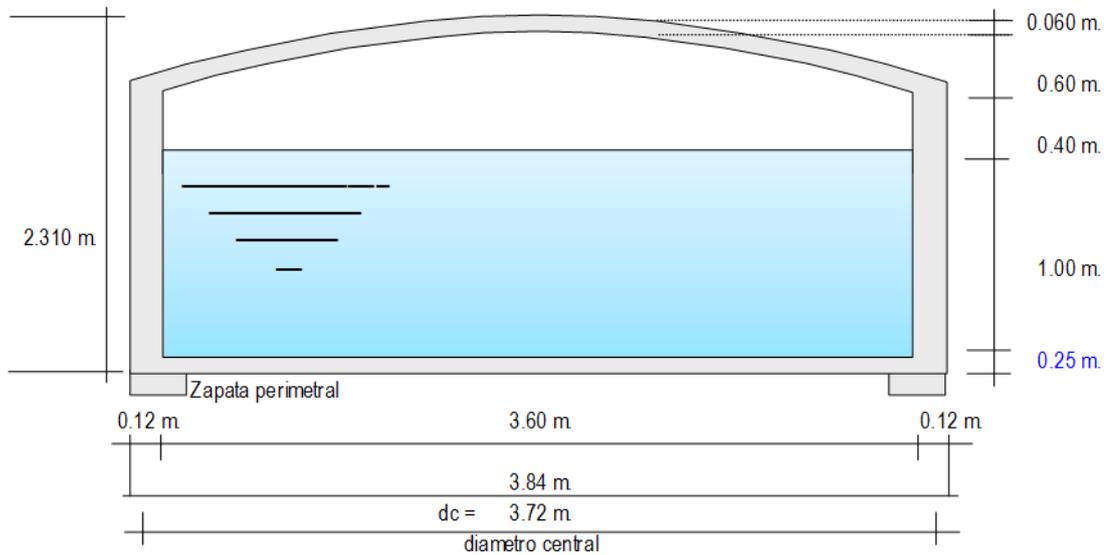


Figura 17. Valores del predimensionado

Fuente: Elaboración propia

Dimensiones de zapata perimetral: $b=1.00$ m, $h=0.40$ m

Dimensiones de sección de viga perimetral: 0.30×0.30 m

Resistencia a la compresión del concreto en estructuras:

Losa, vigas, muros, cúpula = $f'c$. 210 kg/cm^2

Zapata perimetral = $f'c$. 245 kg/cm^2

Acero en estructuras (G-60) (F_y 4200 kg/cm^2):

Diámetro de acero en cúpula: Circula= $1/4$ " , transversal= $3/8$ "

Diámetro de acero en viga perimetral: $1/2$ " y $3/8$ "

Diámetro de acero en paredes de reservorio: vertical $1/2$ " , horizontal $1/2$ " y $3/8$ "

Diámetro de acero en losa de fondo: acero positivo= $1/2$ " , acero negativo= $5/8$ "

Diámetro de acero en zapata perimetral: horizontal y transversal= $1/2$ "

Tabla 17. Cálculo de reservorio

	ID	Label	Zone	Elevation (Base) (m)	Elevation (Minimum) (m)	Elevation (Initial) (m)	Elevation (Maximum) (m)	Volume (Inactive) (m ³)	Diameter (m)	Flow (Out net) (L/s)	Hydraulic Grade (m)
64: T-1		T-1	<None>	612.00	612.40	612.70	613.00	10.00	3.60	-2	612.70

Fuente: Watercad

4. Redes de distribución	4.1. Línea de aducción
	4.2. Red abierta o ramificada
	4.3. Válvulas 4.3.1. Válvulas de seccionamiento 4.3.2. Válvulas de purga

4.1. Línea de aducción

Comprende desde el reservorio de 10m³ hasta el empalme J1 de la red de distribución con diámetro de tubería pvc Θ 1 ½ pulgada y una longitud de 00+155 km. La tubería será enterrada a una profundidad con un min. 0.30 – 0.70 m.

4.2. Red abierta o ramificada

Una red abierta se designa cuando la tubería que compone el sistema se ramifica, sin intersectarse.

Se compone por tuberías de diámetro Θ ½ pulgada con una longitud de tubería pvc de 361.00 m y Θ 1 pulgada con una longitud de 108.00 m. La tubería será enterrada a una profundidad con un min. 0.30 – 0.70 m.

Cálculo de presiones

Tabla 18. Cálculo de parámetros para red de distribución AAHH La Esperanza del Hogar

Tramo	Gasto (L/S)		Longitud (M)	Diámetro	Velocidad	Pérdida de Carga		Cota Piezométrica (M.S.N.M)		Cota del Terreno (M.S.N.M)		Presión (M)	
	Tramo	Diseño	L	D(Pulg)	V(M/S)	Unit.0/000	Tramo	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Reser - J1	-	0.720	155	1.5	0.897	12.20	1.89	612.00	610.11	612	567	0.00	43.11
J1-J4	0.135	0.72	53.71	1	2.019	88.53	4.75	610.11	605.35	567	559	43.11	46.35
J4-J10	0.096	0.192	42.34	0.5	0.574	226.86	9.61	605.35	595.75	559	550	46.35	45.75
J10-J15	-	0	28	1	0	0.00	0.00	595.75	595.75	550	543	45.75	52.75
J9-J10	0.019	0.072	11.75	0.5	0.081	36.89	0.43	595.75	595.32	550	546	45.75	49.32
J9-J14	0.039	0.048	24.1	0.5	0.036	17.41	0.42	595.32	594.90	546	545	49.32	49.90
J2-J3	0.019	0.024	23.53	0.5	0.009	4.82	0.11	594.90	594.78	556	560	38.90	34.78
J3-J4	0.039	0.192	25.04	0.5	0.574	226.86	5.68	594.78	589.10	556	559	38.78	30.10
J4-J5	0.039	0.168	30.53	0.5	0.44	177.16	5.41	589.10	583.69	559	570	30.10	13.69
J5-J6	-	0	23.7	0.5	0	0.00	0.00	583.69	583.69	570	574	13.69	10.00
J7-J8	0.019	0.024	24.94	0.5	0.009	4.82	0.12	583.69	583.57	550	556	33.69	27.57
J8-J9	0.019	0.024	19.58	0.5	0.009	4.82	0.09	583.57	583.48	546	550	37.57	33.48
J10-J11	0.019	0.024	11.75	0.5	0.009	4.82	0.06	583.48	583.42	550	561	33.48	22.42

J11-J12	-	0	34.12	0.5	0	0.00	0.00	583.42	583.42	561	567	22.42	16.42
J3-J8	0.019	0.12	32.81	0.5	0.224	95.01	3.12	583.42	580.31	556	550	27.42	30.31
J5-J11	0.077	0.12	55.16	1	0.056	3.21	0.18	580.31	580.13	570	561	10.31	19.13
J8-J13	0.039	0.048	22.4	0.5	0.036	17.41	0.39	580.13	579.74	550	550	30.13	29.74

Fuente: Elaboración propia.

Tub. Comercial de 1/2 a 1 "(Tubería comercial en pulgadas)

Nota:

Fuente: RNE

(a) $V_{\text{mín}} = 0.6 \text{ m/s}$ (velocidad mínima en metros por segundo)

Presión min= 10 MCA (Presión mínima en metros columnas de agua)

Coef. Rug. = 150 para PVC (Coeficiente de rugosidad) (PVC=cloruro de polivinilo)

(b) $V_{\text{máx}} = 3.0 \text{ m/s}$ (Velocidad máxima en metros por segundo)

Presión máx= 50 MCA (Presión máxima en metros columnas de agua)

Tub. PVC Clase10 (Tubo de PVC categoría 10)

*Agregar impulsadores donde requiera aumentar la presión.

* En tramos donde no exista gasto diario la presión aumentará.

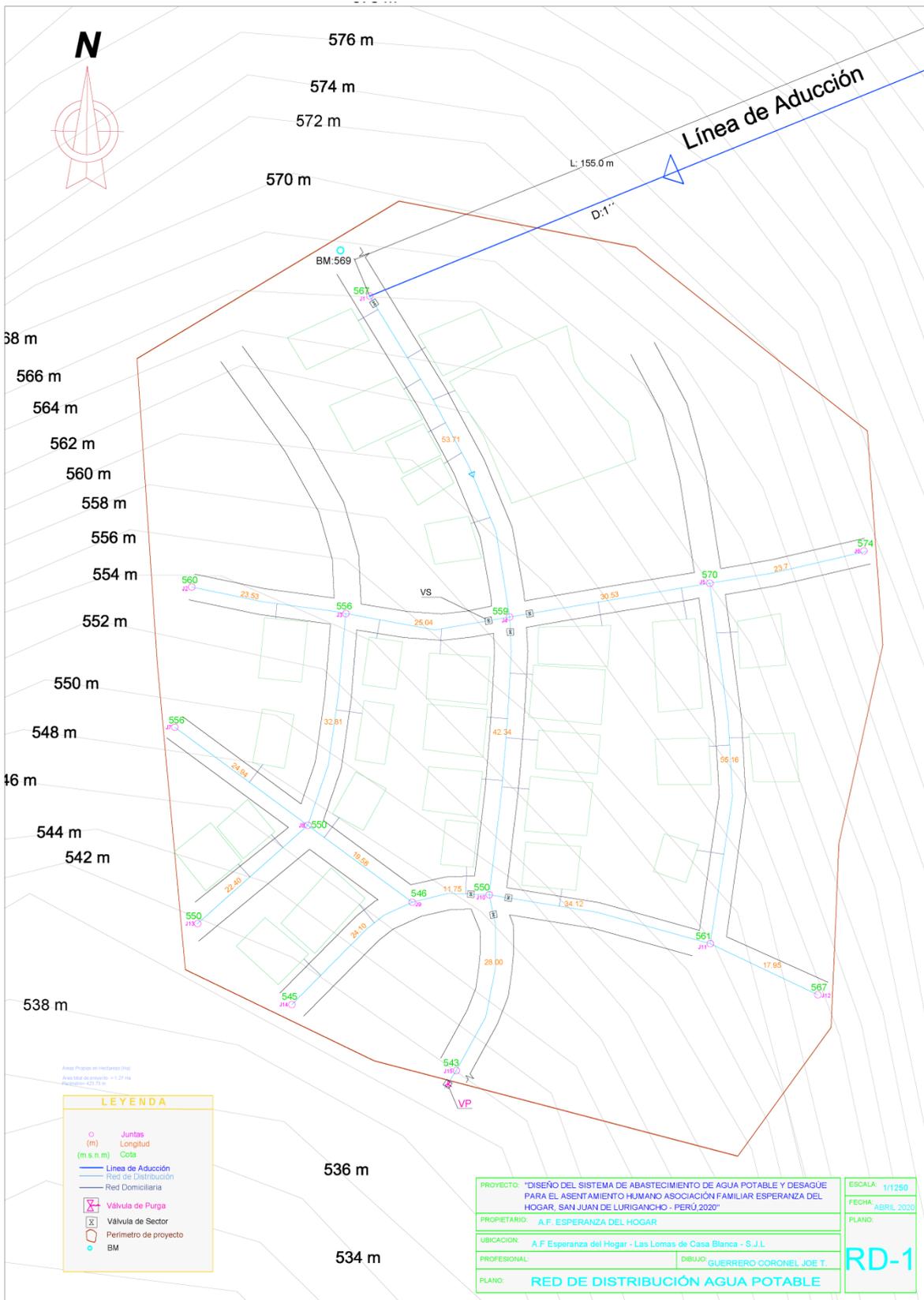


Figura 18. Red de distribución de agua potable RD-1
Fuente: Elaboración Propia

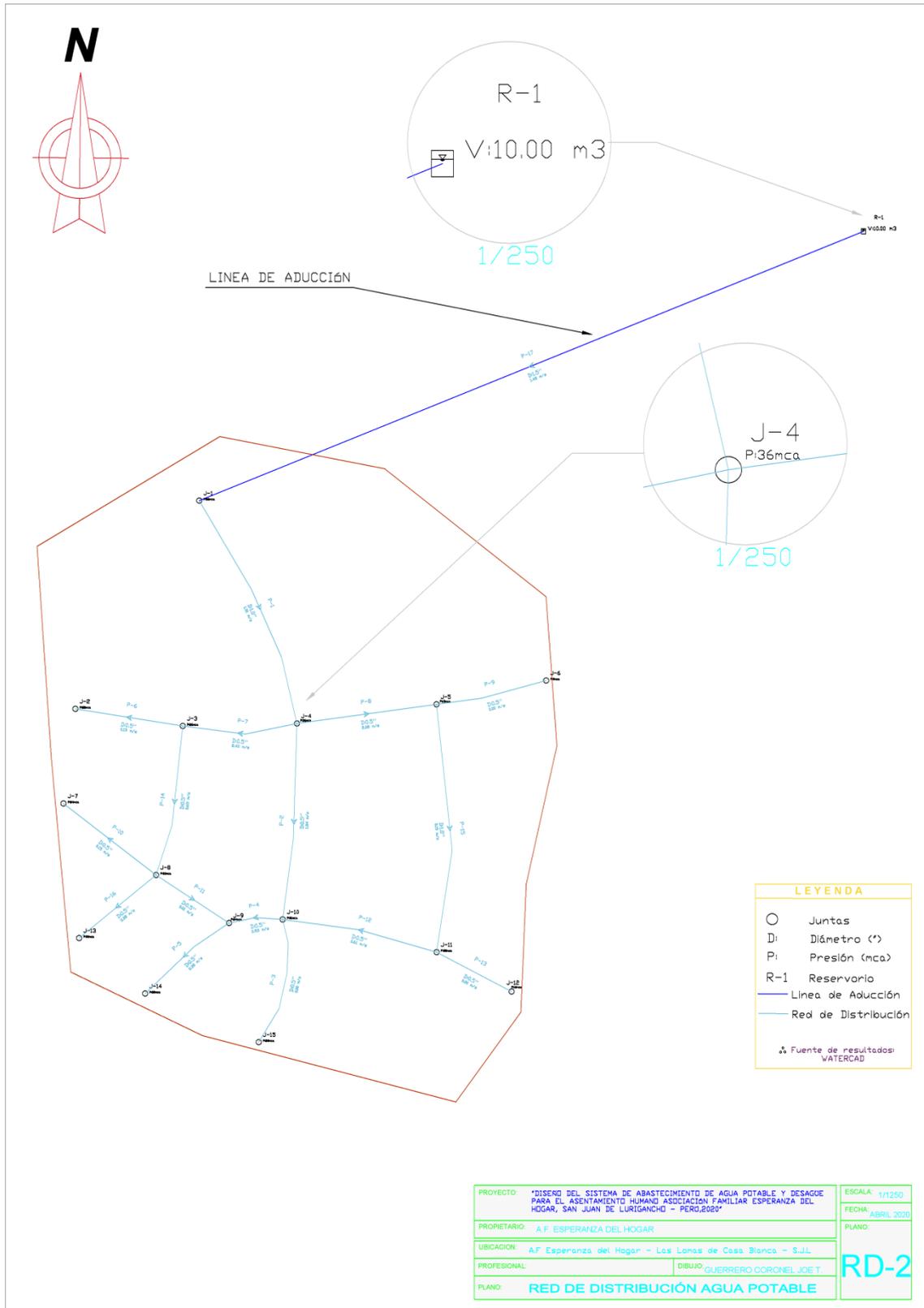


Figura 19. Red de distribución de agua potable RD-2
Fuente: Elaboración Propia

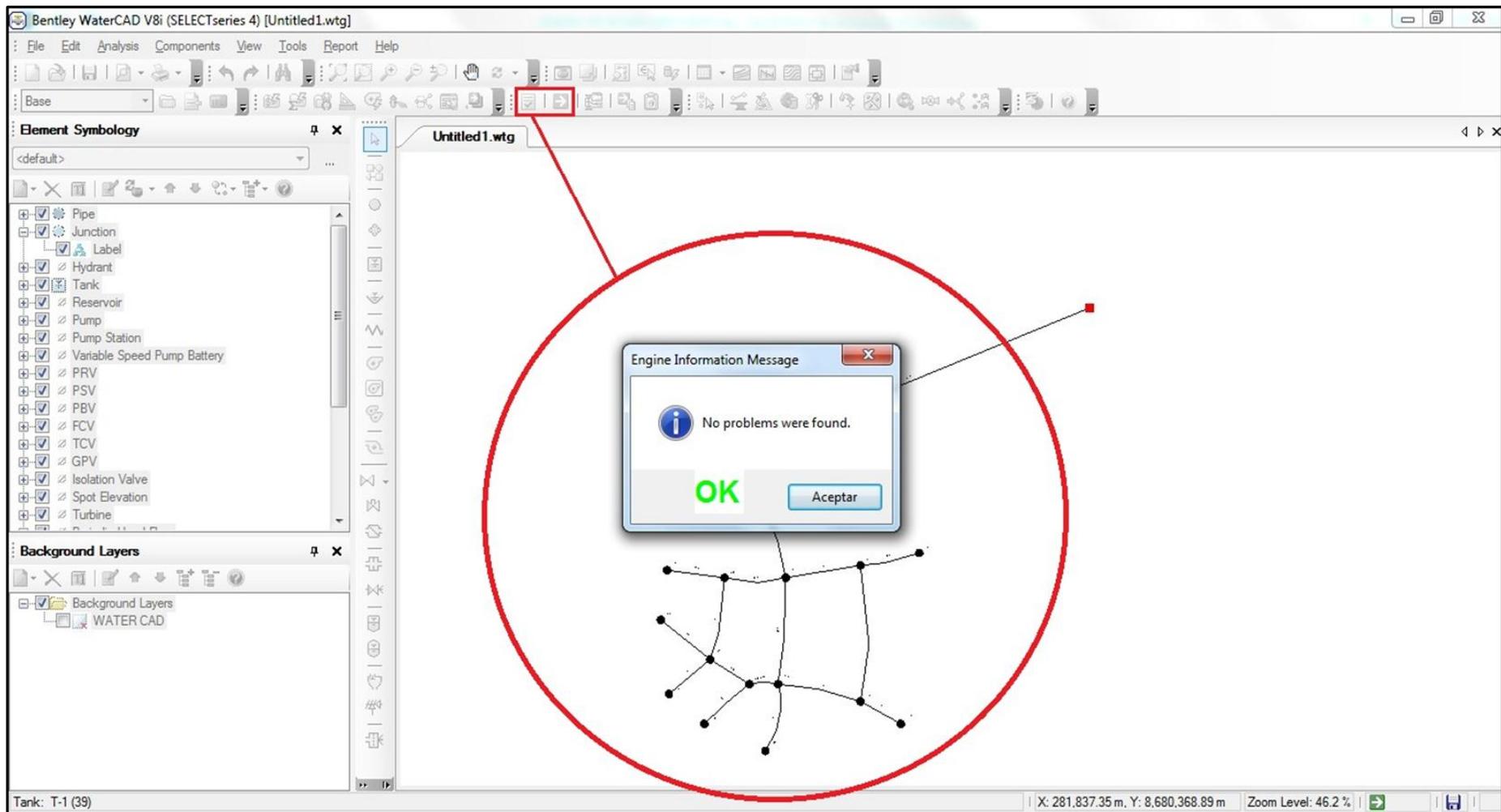


Figura 20. Cuadro de validación de datos del diseño de red de distribución en Watercad
Fuente: Elaboración propia.

Resultados procesados por el software Watercad

Tabla 19. Cálculo de juntas de red de distribución

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
59: J-1	59	J-1	567.00	<None>	<Collected...>	1	603.45	36
60: J-2	60	J-2	560.00	<None>	<Collected...>	0	582.02	22
61: J-3	61	J-3	556.00	<None>	<Collected...>	0	582.13	26
62: J-4	62	J-4	559.00	<None>	<Collected...>	0	595.26	36
63: J-5	63	J-5	570.00	<None>	<Collected...>	0	582.97	13
64: J-6	64	J-6	574.00	<None>	<Collected...>	0	582.97	9
65: J-7	65	J-7	556.00	<None>	<Collected...>	0	580.31	24
66: J-8	66	J-8	550.00	<None>	<Collected...>	0	580.39	30
67: J-9	67	J-9	546.00	<None>	<Collected...>	0	580.38	34
68: J-10	68	J-10	550.00	<None>	<Collected...>	0	581.45	31
69: J-11	69	J-11	561.00	<None>	<Collected...>	0	582.85	22
70: J-12	70	J-12	567.00	<None>	<Collected...>	0	582.85	16
71: J-13	71	J-13	550.00	<None>	<Collected...>	0	580.01	30
72: J-14	72	J-14	545.00	<None>	<Collected...>	0	579.97	35
73: J-15	73	J-15	543.00	<None>	<Collected...>	0	581.45	38

Fuente: Watercad.

Tabla 20. Cálculo de tubería red de distribución

	ID	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (in)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Has User Defined Length?	Length (User Defined) (m)
74: P-1	74	P-1	53	J-1	J-4	1.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	1	1.91	0.154	<input type="checkbox"/>	0
75: P-2	75	P-2	43	J-4	J-10	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	1.84	0.322	<input type="checkbox"/>	0
76: P-3	76	P-3	28	J-10	J-15	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.00	0.000	<input type="checkbox"/>	0
77: P-4	77	P-4	12	J-10	J-9	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.93	0.091	<input type="checkbox"/>	0
78: P-5	78	P-5	24	J-9	J-14	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.38	0.017	<input type="checkbox"/>	0
79: P-6	79	P-6	23	J-2	J-3	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.19	0.005	<input type="checkbox"/>	0
80: P-7	80	P-7	25	J-3	J-4	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	2.40	0.525	<input type="checkbox"/>	0
81: P-8	81	P-8	30	J-4	J-5	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	2.08	0.404	<input type="checkbox"/>	0
82: P-9	82	P-9	24	J-5	J-6	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.00	0.000	<input type="checkbox"/>	0
83: P-10	83	P-10	25	J-7	J-8	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.15	0.003	<input type="checkbox"/>	0
84: P-11	84	P-11	19	J-8	J-9	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.01	0.000	<input type="checkbox"/>	0
85: P-12	85	P-12	34	J-10	J-11	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.61	0.041	<input type="checkbox"/>	0
86: P-13	86	P-13	18	J-11	J-12	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.00	0.000	<input type="checkbox"/>	0
87: P-14	87	P-14	33	J-3	J-8	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.69	0.053	<input type="checkbox"/>	0
88: P-15	88	P-15	54	J-5	J-11	1.0	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.19	0.002	<input type="checkbox"/>	0
89: P-16	89	P-16	22	J-8	J-13	0.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	0	0.38	0.017	<input type="checkbox"/>	0
90: P-17	90	P-17	155	J-1	T-1	1.5	PVC	150.0	<input type="checkbox"/>	0.000	-2	1.48	0.060	<input type="checkbox"/>	0

Fuente: Watercad.

Perfiles longitudinales de red de distribución del diseño procesado en Watercad por tramos

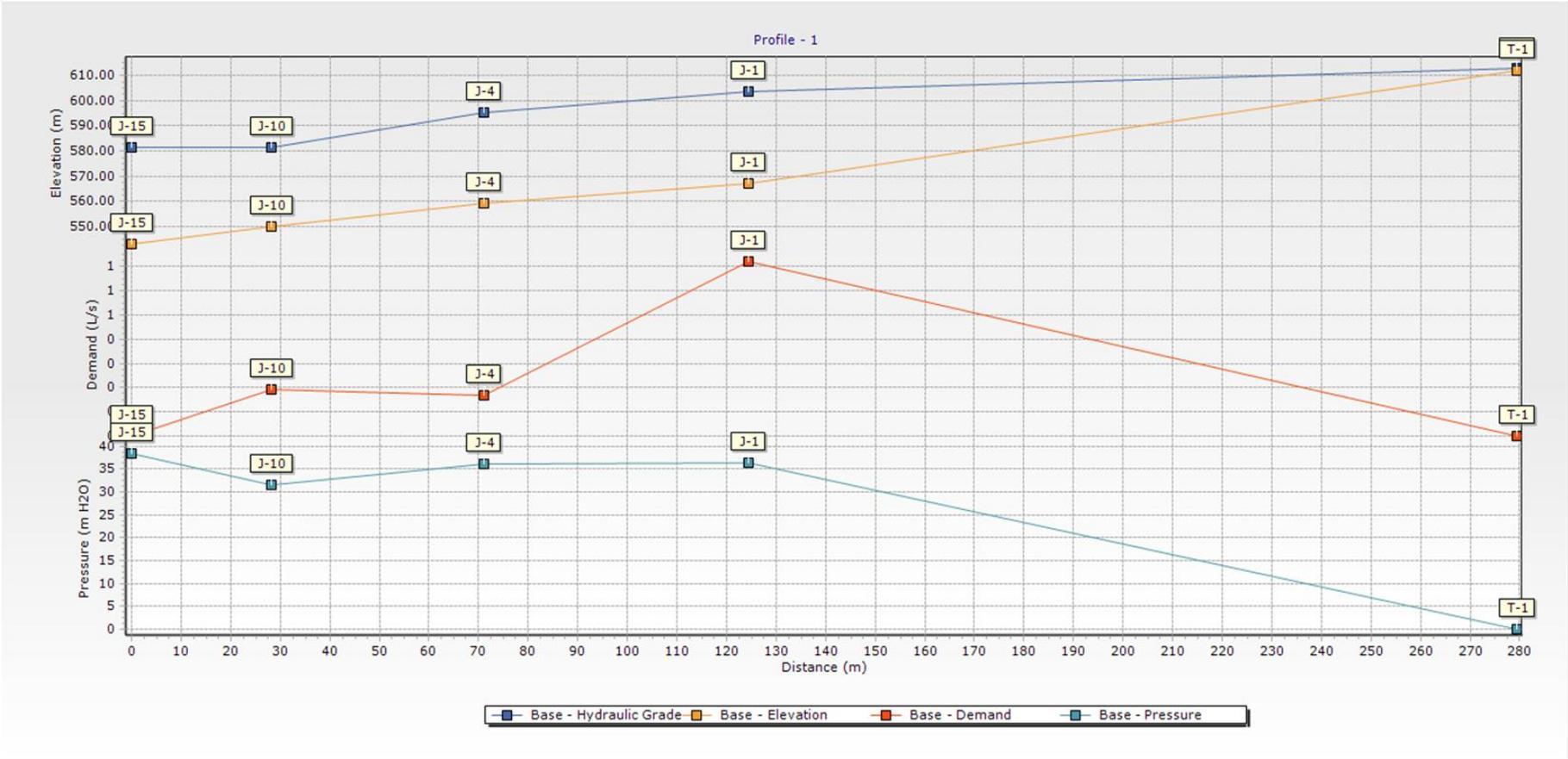


Figura 21. Perfil 1
Fuente: Elaboración propia.

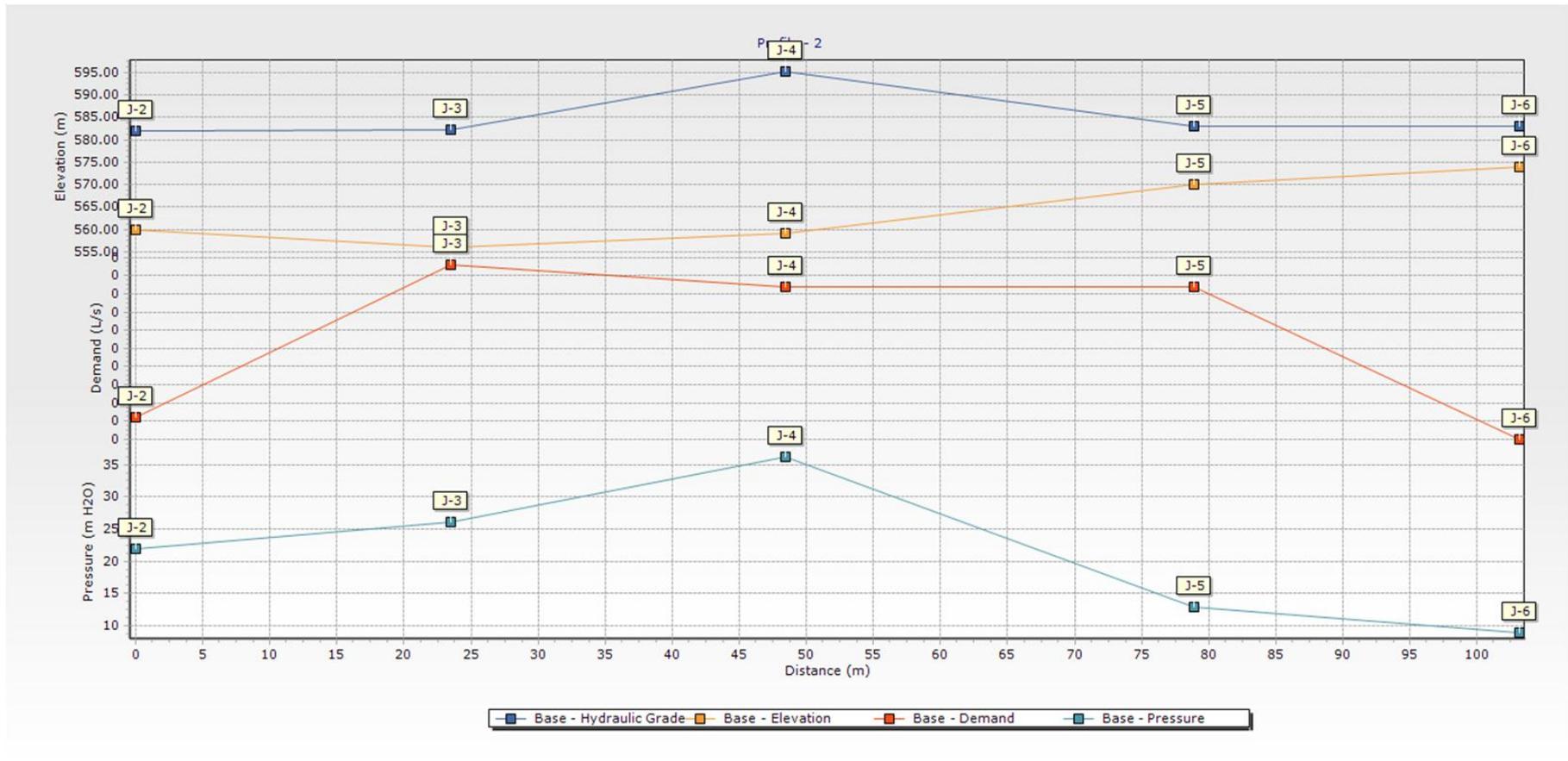


Figura 22. Perfil 2
Fuente: Elaboración propia.

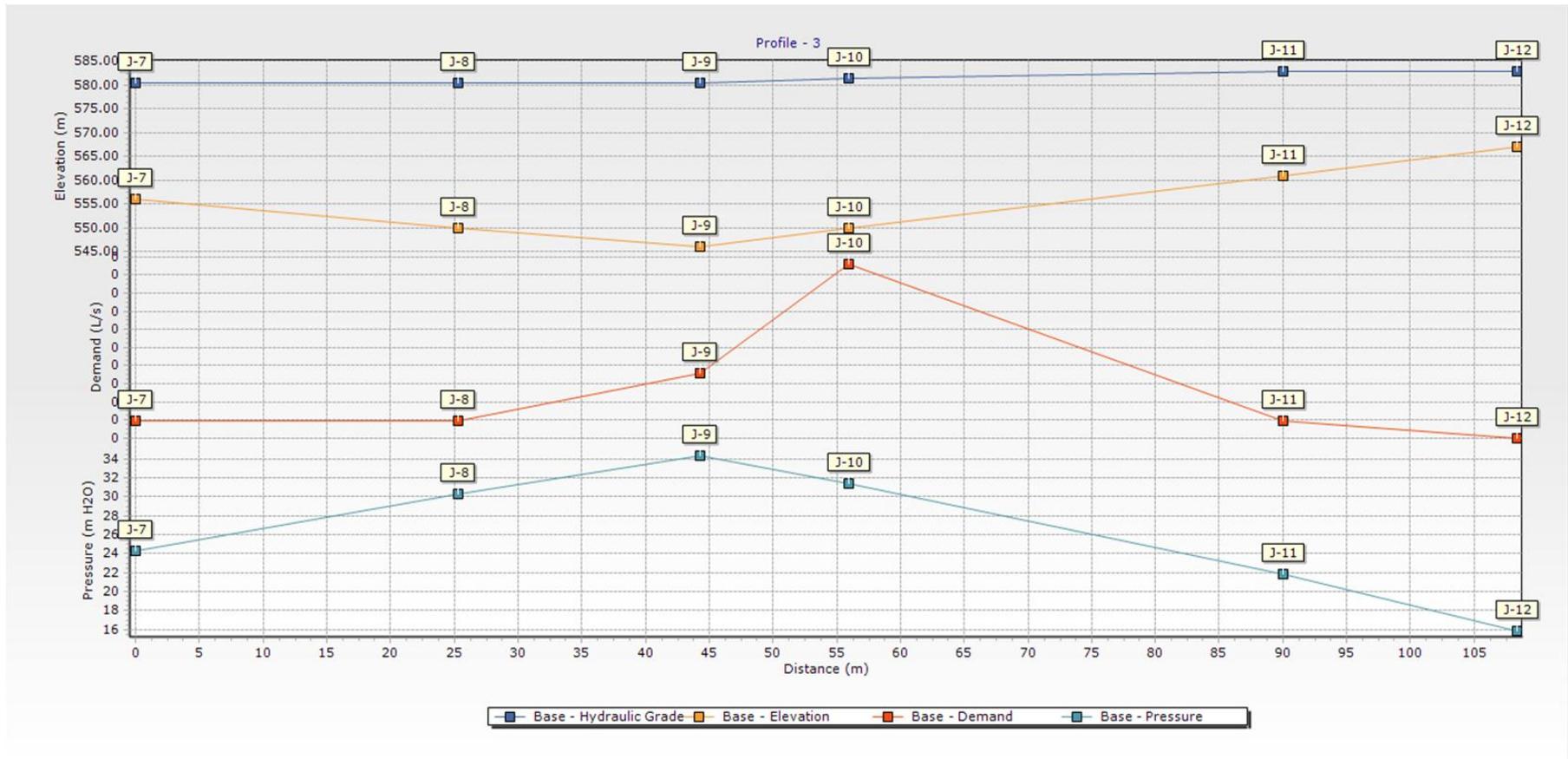


Figura 23. Perfil 3.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Perfil 4.
Fuente: Elaboración propia.

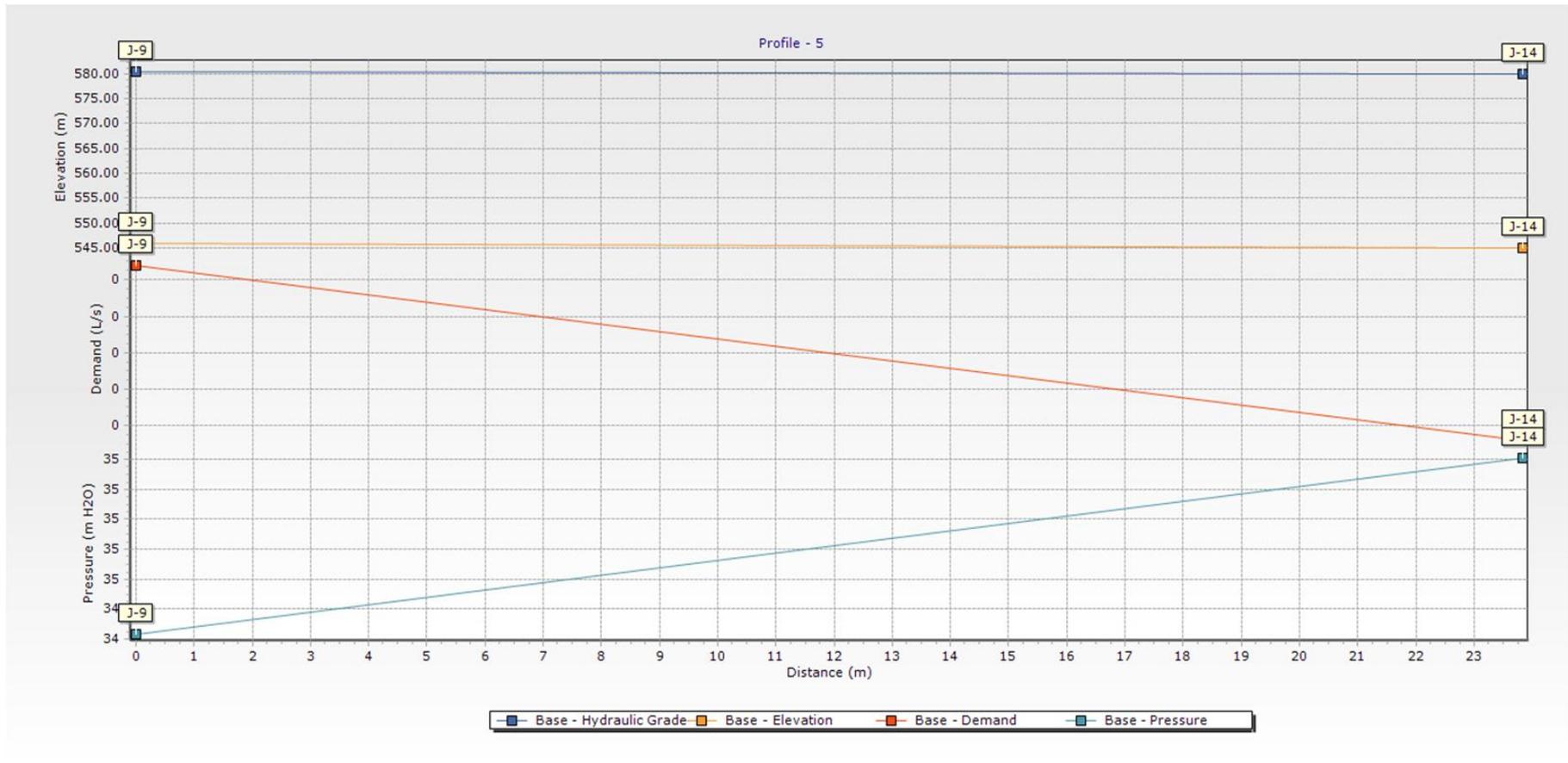


Figura 25. Perfil 5
Fuente: Elaboración propia.

Project Inventory: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AP.wtg

Title
 Engineer
 Company
 Date 16/04/2020
 Notes

Scenario Summary

ID	1
Label	Base
Notes	
Active Topology	Base Active Topology
Physical	Base Physical
Demand	Base Demand
Initial Settings	Base Initial Settings
Operational	Base Operational
Age	Base Age
Constituent	Base Constituent
Trace	Base Trace
Fire Flow	Base Fire Flow
Energy Cost	Base Energy Cost
Transient	Base Transient
Pressure Dependent Demand	Base Pressure Dependent Demand
Failure History	Base Failure History
User Data Extensions	Base User Data Extensions
Steady State/EPS Solver Calculation Options	Base Calculation Options
Transient Solver Calculation Options	Base Calculation Options

Network Inventory

Pipes	17	Variable Speed Pump	
		Batteries	0
Junctions	15	PRV's	0
Hydrants	0	PSV's	0
Tanks	1	PBV's	0
-Circular	1	FCV's	0
-Non-Circular	0	TCV's	0
-Variable Area	0	GPV's	0
Reservoirs	0	Isolation Valves	0
Pumps	0	Spot Elevations	0
Pump Stations	0		

Transient Network Inventory

Turbines	0	Rupture Disks	0
Periodic Head-Flows	0	Discharges to Atmosphere	0
Air Valves	0	Orifices Between Pipes	0
Hydropneumatic Tanks	0	Valves With Linear Area Change	0
Surge Valves	0	Surge Tanks	0
Check Valves	0		

Project Inventory: RED DE DISTRIBUCIÓN DE AP.wtg

Pressure Pipes Inventory			
0.5 (in)	361 m	1.5 (in)	155 m
1.0 (in)	108 m	All Diameters	624 m

Figura 48. Red de distribución agua potable

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Válvulas

4.3.1. Válvulas de seccionamiento

Se proyectó siete válvulas de seccionamiento con su respectiva caja de concreto simple, para poder gestionar y controlar la red de tuberías y poder aislar tramos cuando se proceda hacer labores de mantenimiento.

4.3.2. Válvulas de purga

Se proyectó una válvula de purga con su respectiva caja de concreto simple en las coordenadas UTM zona 18L 281921.2799 m E 8680129.0033m S, 542.00 m.s.n.m.

5. Servicio al usuario	5.1. Conexión domiciliaria
	5.2. Caja de registro de agua potable
	5.2.1. Smart valve

5.1. Conexión domiciliaría

Se compone de 30 conexiones domiciliarias de diámetro de tubería PVC Θ ½".

5.2. Caja de registro de agua potable

Las cajas de registro serán de concreto simple pre-fabricados con tapas de PVC.

5.2.1. Smart Valve



Figura 26. Smart Valve Kamstrup
Fuente: Kamstrup

Este dispositivo Smart Valve es usado de muy importante forma para el inteligente control del suministro de agua. Consiste en una válvula de motor que tiene un funcionamiento con batería y hace uso de tecnología inteligente para el control remoto del abastecimiento de agua para los consumidores, es un medio de protección de los ingresos y otorga solución a los problemas diversos de la empresa de suministro de agua.

Características

Una de las particularidades primordiales es el control de la válvula mediante el uso de la APP de Ready de forma remota. Por lo tanto, no se requiere que el

consumidor se halle en su casa para que un operario del gestionamiento haga el manejo de la válvula.

Pueden darse casos en donde el suministro de agua requiera ser limitado, por ejemplo, debido a normativos requerimientos. Por lo tanto, la válvula puede encontrarse entreabierta. Así se restringe el paso de agua a una cantidad. Por otro lado, se puede restringir el caudal de agua al día, 10 minutos de agua disponible al día por ejemplo. Entonces, la válvula dispone de modos diferentes de estrangulamiento.

La válvula denominada IP68, puede contar con una instalación en un pozo lleno de agua. Es impermeable totalmente.

Esta válvula establece una comunicación con la frecuencia 868MHz usando el protocolo de comunicación Estándar Europeo Wireless M-Bus (EN 13757-4).

Kamstrup Valve admite los siguientes códigos de información

- Manipulación
- Batería baja
- Temperatura alta/baja
- Error de la válvula
- Uso excesivo

Mantenimiento preventivo

Kamstrup Valve se desempeña con una batería reemplazable de litio con celdas tipo C con una vida útil de 10 años si se utiliza en condiciones normales.

Su uso excesivo reducirá la vida útil de la batería. Puede cambiar la batería de la válvula, y se emitirá una alarma (código de información) cuando la batería se esté agotando.

Mantenimiento correctivo

Kamstrup Valve se ha de reemplazar por un nuevo dispositivo en un lapso de vida útil de 20 años.

3.2. Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural

Datos del proyecto

Población menor a 20000 hab.

T= 20 años

P inicial=180 hab.

Pfut.= 277 hab.

Área total proy.= 1.27 Ha.

Densidad pob.= 218.11 Hab/ha

Dotación= 200 Lt/hab/Km

Coef. Retorno= 80%, 0.8

Coef. infiltración = 0.05% Lt/s/km

Hormigón = 0.0005

Coeficiente de rugosidad: Hormigón= 0.013

Método Aritmético hasta 2000 Hab.

$$densidad\ poblacional = \frac{Habitantes}{Área\ superficie}$$

$$densidad\ poblacional = \frac{277}{1.27}$$

$$Dp = 218.11.$$

Tabla 21. Datos para el sistema de alcantarillado (a)

Tramo	Longitud (m)	Buzón # (b)	Cotas terreno (m)	Cota solera (m)
1-4	57.70	1	568	567
2-3	23.53	2	559	558
3-4	24.86	3	555	554
6-5	23.10	4	558	557
5-4	31.67	5	568	567
7-8	25.42	6	575	574
8-9	19.32	7	554	553
10-9	13.00	8	549	548
12-11	15.87	9	545	544
11-10	34.00	10	549	548
3-8	33.00	11	560	559
4-10	42.70	12	566	565
5-11	55.78	13	549	548
8-13	21.78	14	544	543
9-14	24.11	15	542	541
10-15	27.55			

Nota: Cota solado/solera = Al afirmado y/o cama donde duerme el tubo

Tabla 22. Datos para el sistema de alcantarillado (b)

Descripción	Área (m ²)	Hectáreas (ha)
A1	1289.70	0.129
A2	204.14	0.020
A3	197.22	0.020
A4	298.14	0.030
A5	242.32	0.024
A6	712.13	0.071
A7	1032.31	0.103
A8	1292.24	0.129
A9	186.89	0.019
A10	113.97	0.011
A11	103.24	0.010
A12	390.87	0.039
A13	207.42	0.021
A14	305.26	0.031
A15	340.66	0.034
A16	481.61	0.048
	7398.12	0.740

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Cálculo de alcantarillado sanitario

Tramo		Longitud (m)			Area (ha)		Población (hab.)		Coeficiente Punta (M)	Caudales (l/s)					Pendiente (%)	Diámetro (mm)	
Inicial	Final	Colector	Tributaria	Acumulado	Propia	Tributaria	Acumulada	Propia		Acumulada	Qmd	Qm.	Qinf	Qce			Qdiseño
1	4	57.70	0	57.70	0.129	0	0.129	28	28	10.21	0.052	0.532	0.029	0.053	1.5	15.60	152.4
2	3	23.53	0	23.53	0.020	0	0.020	4	4	14.77	0.008	0.122	0.012	0.012	1.5	17.00	152.4
3	4	24.86	23.53	48.39	0.020	0.020	0.040	4	9	12.90	0.016	0.209	0.024	0.021	1.5	12.07	152.4
6	5	23.10	0	23.10	0.024	0	0.024	5	5	14.27	0.010	0.140	0.012	0.014	1.5	30.30	152.4
5	4	31.67	23.1	54.77	0.030	0.024	0.054	7	12	12.15	0.022	0.265	0.027	0.027	1.5	31.58	152.4
7	8	25.42	0	25.42	0.019	0	0.019	4	4	15.03	0.008	0.113	0.013	0.011	1.5	19.67	152.4
8	9	19.32	25.42	44.74	0.011	0.019	0.030	2	7	13.66	0.012	0.166	0.022	0.017	1.5	25.88	152.4
10	9	13.00	49.87	62.87	0.010	0.060	0.070	2	15	11.54	0.028	0.327	0.031	0.033	1.5	30.77	152.4
12	11	15.87	0	15.87	0.021	0	0.021	5	5	14.72	0.008	0.123	0.008	0.012	1.5	25.20	152.4
11	10	34.00	15.87	49.87	0.039	0.021	0.060	9	13	11.91	0.024	0.288	0.025	0.029	1.5	32.35	152.4
3	8	33.00	0	33.00	0.071	0	0.071	16	16	11.50	0.029	0.331	0.017	0.033	1.5	18.18	152.4
4	10	42.70	57.7	100.40	0.103	0.129	0.232	23	51	9.08	0.094	0.852	0.050	0.085	1.5	21.08	152.4
5	11	55.78	0	55.78	0.129	0	0.129	28	28	10.21	0.052	0.533	0.028	0.053	1.5	8.96	152.4
8	13	21.78	33.00	54.78	0.031	0.071	0.102	7	22	10.71	0.041	0.440	0.027	0.044	1.5	9.18	152.4
9	14	24.11	62.87	86.98	0.034	0.070	0.104	7	20	10.88	0.038	0.413	0.043	0.041	1.5	4.15	152.4
10	15	27.55	100.40	127.95	0.048	0.232	0.280	11	61	8.74	0.113	0.990	0.064	0.099	1.5	25.41	152.4

Parámetros Hidráulicos										Velocidad crítica m/s	Fuerza Tractiva kg/m2	Cota de terreno		H excavación (m)			Cota solera		Ancho de zanja (m)	Volumen (m³)		
Rh	Q (l/s)	V (m/s)	q/Q	v/V	d/D	rh/RH	V (m/s)	d (diámetro)	rh (m)			Superior	Inferior	Superior	Inferior	Medio	Superior	Inferior		Excavación	Colchón	Relleno
0.038	63.604	3.45	0.0236	0.398	0.099	0.251	1.37	15.09	0.010	1.84	1.49	568	558	1	1	1	567	557	0.60	34.62	3.46	30.11
0.038	66.400	3.60	0.0226	0.398	0.099	0.251	1.43	15.09	0.010	1.84	1.63	559	555	1	1	1	558	554	0.60	14.118	1.41	12.28
0.038	55.945	3.03	0.0268	0.484	0.119	0.300	1.47	18.14	0.011	2.01	1.38	555	558	1	1	1	554	557	0.60	14.916	1.49	12.97
0.038	88.653	4.80	0.0169	0.398	0.099	0.251	1.91	15.09	0.010	1.84	2.90	575	568	1	1	1	574	567	0.60	13.86	1.39	12.05
0.038	90.496	4.90	0.0166	0.398	0.099	0.251	1.95	15.09	0.010	1.84	3.02	568	558	1	1	1	567	557	0.60	19.002	1.90	16.52
0.038	71.425	3.87	0.0210	0.398	0.099	0.251	1.54	15.09	0.010	1.84	1.88	554	549	1	1	1	553	548	0.60	15.252	1.53	13.26
0.038	81.928	4.44	0.0183	0.398	0.099	0.251	1.77	15.09	0.010	1.84	2.47	549	545	1	1	1	548	544	0.60	11.592	1.16	10.08
0.038	89.333	4.84	0.0168	0.398	0.099	0.251	1.93	15.09	0.010	1.84	2.94	549	545	1	1	1	548	544	0.60	7.8	0.78	6.78
0.038	80.852	4.38	0.0186	0.398	0.099	0.251	1.74	15.09	0.010	1.84	2.41	566	560	1	1	1	565	559	0.60	9.522	0.95	8.28
0.038	91.603	4.96	0.0164	0.398	0.099	0.251	1.97	15.09	0.010	1.84	3.09	560	549	1	1	1	559	548	0.60	20.4	2.04	17.74
0.038	68.670	3.72	0.0218	0.398	0.099	0.251	1.48	15.09	0.010	1.84	1.74	555	549	1	1	1	554	548	0.60	19.8	1.98	17.22
0.038	73.936	4.01	0.0203	0.398	0.099	0.251	1.59	15.09	0.010	1.84	2.02	558	549	1	1	1	557	548	0.60	25.62	2.56	22.28
0.038	48.217	2.61	0.0311	0.484	0.119	0.300	1.26	18.14	0.011	2.01	1.02	568	560	1	1	1	567	559	0.60	33.468	3.35	29.10
0.038	48.802	2.64	0.0307	0.484	0.119	0.300	1.28	18.14	0.011	2.01	1.05	549	549	1	1	1	548	548	0.60	13.068	1.31	11.36
0.038	32.798	1.78	0.0457	0.522	0.152	0.377	0.93	23.16	0.014	2.25	0.60	545	544	1	1	1	544	543	0.60	14.466	1.45	12.58
0.038	81.178	4.40	0.0185	0.398	0.099	0.251	1.75	15.09	0.010	1.84	2.43	549	542	1	1	1	548	541	0.60	16.53	1.65	14.37

Fuente: Elaboración propia

Velocidades OK

Condición de (d)

0.15 x D: o

0.20 x D: Cumple

El resultado de d, no debe superar a esta condición

O sea:

Verificación

30.48 > 15.09

OK

1. Tuberías colectoras	1.1. Tuberías principales
	1.2. Ramales colectores

1.1. Tuberías principales

Se compone desde B1-B4-B10-B15 de tubería de PVC de diámetro Θ 6 pulgadas con una longitud de 128.00 m (Se empalmará con colector SEDAPAL).

1.2. Ramales colectores

Se compone de los tramos restantes con un diámetro de tubería PVC Θ 6 pulgadas con una longitud de 345.40m.

2. Buzones	2.1. Buzones de concreto
-------------------	---------------------------------

2.1. Buzones de concreto

Se proyectan buzonetos de concreto simple con aditivo impermeabilizante, con el fin de inspección y mantenimiento del propio, con un diámetro de 0.60m y a una profundidad de 1.00m.

De acuerdo a norma la distancia entre buzonetos o cámaras de inspección para tuberías de 4-6 pulg. Será de 60.00 m.

3. Acometida domiciliaria	3.1. Caja de registro
----------------------------------	------------------------------

3.1. Caja de registro

Se proyecta éste elemento sanitario de concreto simple con aditivo impermeabilizante con el fin de verificación de la evacuación de las aguas residuales y el mantenimiento preventivo de aquella.

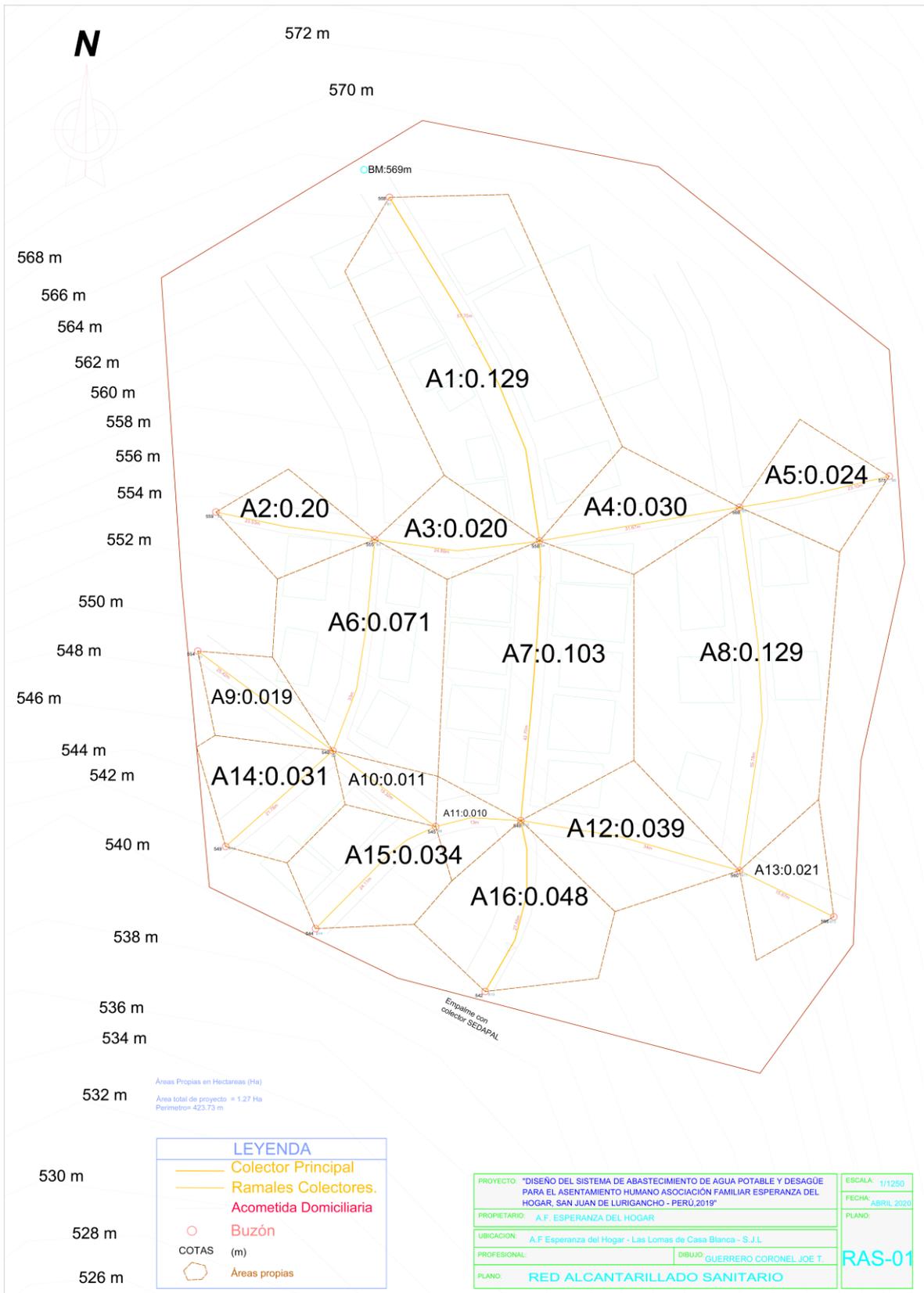


Figura 27. Red de alcantarillado sanitario
 Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que el Diseño del sistema de abastecimiento de agua para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos cuenta con información con respecto a su fuente, obras de conducción, reservorio, redes de distribución y servicio al usuario; y por otro lado el Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural cuenta con tuberías colectoras, buzones y acometida domiciliaria; dejando constancia que su pilar de elaboración fue el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). Por su parte, Frisancho (2019) en su investigación para un diseño hidráulico de un sistema de Abastecimiento de agua potable para la mejora de la calidad de vida del Centro Poblado de La Marginal, distrito de Cuñumbuqui, provincia de Lamas, estableció una propuesta considerando la Norma OS 050 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Por otro lado, Torres (2019) en su investigación consideró registros de la EPS Moyobamba S.R.L e hizo la simulación hidráulica por medio del software WaterCAD V8i, para 192 lotes, y concluyó que el diseño hidráulico fue óptimo en cuanto cumplimiento del RNE, con un funcionamiento eficiente de las redes de distribución del 100% de presiones y 100% de velocidades dentro de rangos establecidos en el Reglamento. Por su parte, Adicita et al. (2020) en su artículo científico Diseño de un sistema centralizado de alcantarillado de aguas residuales en la pequeña isla Lenggang, ciudad de Batam, Indonesia establecieron que solo unas pocas casas tenían baños, casas semipermanentes en tierra. Las casas no permanentes construidas en el mar no tenían letrinas, donde las heces se arrojaban directamente al mar. Tripikon-S era una forma de superar el problema de los hogares no permanentes que no tenían letrinas. La letrina no proporcionaba una solución a los efectos de la eutropización. El sistema centralizado de recolección de aguas residuales y el tratamiento de aguas residuales era una forma de superar esto. Los resultados de la planificación de los sistemas de recolección de aguas residuales utilizando tuberías de PVC mencionaron el diámetro de la tubería entre 32 mm - 60 mm, con una velocidad de 0.3 m / seg -1.31 m / seg. Con esta infraestructura centralizada del sistema de alcantarillado de aguas residuales, se esperaba que la participación de la comunidad aumentase el desarrollo ecológico. Por otro lado, Zubelzu et al (2019) en su artículo científico Diseño de instalaciones de almacenamiento de reutilización de agua en sistemas de drenaje urbano sostenible desde una perspectiva de balance volumétrico de agua establecieron una metodología para

diseñar instalaciones de almacenamiento de reutilización de agua como parte de los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) en cuencas urbanas. El método analizaba todo el balance hídrico de la cuenca. Las contribuciones al equilibrio fueron riego y precipitación; las salidas fueron evapotranspiración, filtración y descarga al sistema de alcantarillado convencional. Las variaciones internas del sistema fueron el volumen de agua que se reutilizaría localmente y la variación del contenido de agua del suelo. Se propuso una función de costo que incluía los costos de riego, descarga al sistema de alcantarillado convencional y reutilización de agua localmente para estimar el volumen óptimo de agua que se reutilizará. Este enfoque para el diseño de SUDS iba más allá de las perspectivas tradicionales basadas en eventos orientadas a la prevención de daños. Este método concibió las aguas pluviales como un recurso y buscó su uso óptimo a través del diseño de SUDS. Se estudiaron varios tipos de cuencas urbanas, y los resultados mostraron que la metodología propuesta podía aplicarse para simular el comportamiento de SUDS en cuencas urbanas o para estimar el volumen óptimo de agua que se reutilizaría localmente.

Con respecto a la variable Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores electrónicos, el diseño contó con información de la fuente, la línea de impulsión, bomba centrífuga, válvula de purga, válvulas de aire, tipo de reservorio, línea de aducción, red abierta o ramificada, válvulas de seccionamiento, válvulas de purga, conexión domiciliaria, caja de registro de agua potable y smart valve. Por su parte, Noa (2018) en su investigación describió el sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Brúcelas. Por otro lado, Linares y Vásquez (2017) en su investigación realizaron el proyecto de Ingeniería para crear el sistema de abastecimiento de agua potable del Sector Las Palmeras, del Distrito de Pimentel, en la - provincia de Chiclayo, en la Región Lambayeque, para que se cubran los requerimientos básicos mediante el uso de la vigente norma de saneamiento, para 60 lotes del Sector Las Palmeras, distrito de Pimentel. Se dimensionó mediante: (a) el estudio topográfico, (b) el estudio de mecánica de suelos y (c) estudio de la población. Los indicadores fueron los siguientes para cada dimensión respectivamente: (a) levantamiento topográfico, (b) ensayos y (c) tasa de crecimiento, dotación y caudales de diseño. Se usó como técnicas la

observación y el análisis documental. Se usaron como instrumentos para cada dimensión respectivamente: (a) la estación total, (b) la guía de observación y (c) la guía de análisis de documentos y recolección de datos. Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable correspondiente.

Con respecto la variable Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural, se contó con información de las tuberías principales, los ramales colectores, los buzones de concreto y la caja de registro. Por su lado, Por su parte, Noa (2018) en su investigación describió el sistema de las aguas servidas de la comunidad de Brúcelas. Por otro lado, Linares y Vásquez (2017) en su investigación realizaron el proyecto de Ingeniería para crear el sistema de alcantarillado del Sector Las Palmeras, del Distrito de Pimentel, en la - provincia de Chiclayo, en la Región Lambayeque, para que se cubran los requerimientos básicos mediante el uso de la vigente norma de saneamiento, para 60 lotes del Sector Las Palmeras, distrito de Pimentel. Se dimensionó mediante: (a) el estudio topográfico, (b) el estudio de mecánica de suelos y (c) estudio de la población. Los indicadores fueron los siguientes para cada dimensión respectivamente: (a) levantamiento topográfico, (b) ensayos y (c) tasa de crecimiento, dotación y caudales de diseño. Se usó como técnicas la observación y el análisis documental. Se usaron como instrumentos para cada dimensión respectivamente: (a) la estación total, (b) la guía de observación y (c) la guía de análisis de documentos y recolección de datos. Se realizó el diseño del sistema de alcantarillado correspondiente.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño del sistema de abastecimiento de agua y desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores electrónicos; en el cual la variable Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos contó con información con respecto a su fuente, obras de conducción, reservorio, redes de distribución y servicio al usuario; y por otro lado el Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural cuenta con tuberías colectoras, buzones y acometida domiciliaria; dejando constancia que su pilar de elaboración fue el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y Reglamento de Sedapal (RS).

El diseño del sistema de abastecimiento de agua para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, incluyendo controladores electrónicos, contó con información de la fuente, la línea de impulsión, bomba centrífuga, válvula de purga, válvulas de aire, tipo de reservorio, línea de aducción, red abierta o ramificada, válvulas de seccionamiento, válvulas de purga, conexión domiciliaria, caja de registro de agua potable y smart valve.

El diseño del sistema de desagüe para el Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza del Hogar, San Juan de Lurigancho – Perú, 2020, contó con información de las tuberías principales, los ramales colectores, los buzones de concreto y la caja de registro.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda diseñar reservorio de tipo elevado circular de concreto armado por temas de prevención y exposición del líquido elemento en zonas bajas.

Se recomienda el uso de hipoclorito de sodio al 0.5% con una dosificación de cada 1000 litros de agua 200 mililitros de hipoclorito de sodio.

Se recomienda la ampliación de la planta de tratamiento de aguas residuales (PETAR) de Sedapal si con las aguas residuales del diseño del AA.HH Esperanza del Hogar llegaría a su nivel máximo de operación.

REFERENCIAS

ADICITA, Y., SURYAWAN, I.W.K. y APRITAMA, M.R., 2020. Design of centralized wastewater sewerage system in small Lengkang Island, Batam City, Indonesia. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, vol. 4, no. 1, pp. 15-24. DOI 10.23969/jcbeem.v4i1.2250.

AIKEN, Lewis. *Tests psicológicos y evaluación*. México: Pearson Educación; 2003.

AKINYEMI, Eddy y VON MÜNCH, Elisabeth. *Course 2 Unit 8: Alternative Sewer Systems.*, 2001.

ANDINA DIFUSIÓN. *Gobierno llevará agua de calidad a más de 260,000 peruanos en zonas rurales este año*. Lima: Andina Agencia Peruana de Noticias. 2020.

ASCE. *Gravity Sanitary Sewer Design and Construction.* American Society of Civil Engineers and Water Pollution Control Federation. 1982.

AZCONA, Maximiliano, MANZINI, Fernando y DORATI, Javier. 2013. Precisiones metodológicas sobre la unidad de análisis y la unidad de observación. Aplicación a la investigación en psicología. En: Cuarto Congreso Internacional de Investigación de la Facultad de Psicología de la Universidad Nacional de La Plata, Instituto de Investigaciones en Psicología (IniPsi), Facultad de Psicología, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/45512/Documento_completo.pdf?sequence=1.

BAKALIAN, Alexander, WRIGHT, Albert, OTIS, Richard and DE AZEVEDO, Jose. *Simplified Sewerage: Design Guideline*. UNDP-World Bank Water and Sanitation Program, 1994.

BANCO MUNDIAL. *Abastecimiento de agua rural*. Manila, Philippines; 2012.

BANCO MUNDIAL. *Agua*. Grupo Banco Mundial; 2019. Recuperado de: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water/overview>, el 24 de setiembre de 2019.

CARHUAPOMA, Jenny y CHAHUAYO, Adolfo. *Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la Rinconada de Pamplona Alta, aplicando EPANET y*

algoritmos genéticos para la localización de válvulas reductoras de presión (tesis de título profesional de ingeniero). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú; 2019.

CASTILLO, Adolfo, GONZÁLEZ, Edgar y LÓPEZ, Paulina. Conceptos básicos sobre hojas de cálculo. México: Universidad de Sonora; 2012..

DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y ABASTECIMIENTO DE AGUA. Planning Guidelines for Water Supply and Sewerage. Estado de Queensland. 2014, 163 pp.

DUNCAN, Mara, SLEIGH, Andrew y TAYLER, Kevin. PC-based Simplified Sewer Design. England: School of Civil Engineering, University of Leeds, LEEDS LS2 9JT. 2001.

EAWAG/SANDEC (Ed.). "Sanitation Systems and Technologies", Sandec training tool 1.0 Module 4. Duebendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science (EAWAG), Department of Water and Sanitation in Developing Countries. SANDEC, 2008.

ESPINOZA, E. Métodos y técnicas de recolección de la información. Tegucigalpa: Facultad de Ciencias Médicas (FCM), Facultad de Ciencias Médicas (UIC FCM) Universidad Nacional Autónoma de Honduras (UNAH); 2019.

FELLINI, Sofia, VESIPA, Riccardo, BOANO, Fulvio y RIDOLFI, Luca. (2020). Fault detection in level and flow rate sensors for safe and performant remote-control in a water supply system. *Journal of Hydroinformatics* 22 (1): 132–147. <https://doi.org/10.2166/hydro.2019.002>.

FRISANCHO, Nylan. Diseño Hidráulico del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para mejorar la calidad de vida en el Centro Poblado de La Marginal, distrito de Cuñumbuqui, San Martín, 2018 (tesis de ingeniero civil). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú; 2019.

GOBIERNO REGIONAL DE LIMA. PCM deberá definir los límites entre Huarochirí y San Juan de Lurigancho. 2019.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. México: Mcgraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. de C.V., 2014.

ISMIANTI, Eko y WIBOWO, Astrid. (2020). Automation of drinking water treatment systems in rural area. *Geographia Technica*, Vol. 15, Special Issue, 2020, pp 113 to 122. DOI: 10.21163/GT_2020.151.28.

JIMÉNEZ, José. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantari-llado sanitario. México: Universidad Veracruzana; 2013.

LIU, Zuhan, WANG, Lili y DENG, Chengzhi. 2017. The Device Design of a Rural Domestic Sewage Treatment Performance. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 250, pp. 012028. DOI 10.1088/1757-899X/250/1/012028.

MÁLAGA, Jorge, VERA, Giovanna y OLIVEROS, Ricardo. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y Armón* 5:145-154; 2008.

MARTOS, Fernando, BERMEJO, Jesús y MUÑOZ, Álvaro. Auxiliares administrativos de corporaciones locales del país vasco. Temario Ebook. Sevilla: Editorial Mad, 2005.

MEKONNEN, Yitbarek., 2018. Population forecasting for design of water supply system in Injibara Town, Amhara Region, Ethiopia. *Civil and Environmental Research*, vol. 10, no. 10, pp. 54-65. ISSN 2225-0514.

MELO, José. The Experience of Condominial Water and Sewerage Systems in Brazil: Case Studies from Brasília, Salvador and Parauapebas. 2005.

MORAN, Gabriela. y ALVARADO, Darío. (2010). Métodos de investigación. México: Pearson Educación. 2010.

NIÑO, Erickson. Instalación de los servicios de agua potable y alcantarillado en el caserío de San Agustín, Distrito de Oxamarca – Celendín – Cajamarca (tesis de título profesional), Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú; 2019.

NOA, Clever. Descripción integral del sistema de abastecimiento de agua potable y aguas servidas de la Comunidad de Brúcelas distrito de Cocharcas – Provincia De Chincheros – Apurímac (tesis de título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, Lima, Perú; 2019.

NÚÑEZ, María. Las variables: Estructura y función en la hipótesis. Investigación educativa, 11(20); 2017; 163-179. Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/viewFile/4785/3857>.

OTZEN, Tamara y MANTEROLA, Carlos. Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. Int. J. Morphol., 35(1):227-232; 2017.

PRASOJO, Ipin, MASELENO, Andino, TANANE, Omar y SHAHU, Nishith. Design of Automatic Watering System Based on Arduino | Prasojo | Journal of Robotics and Control (JRC). 2020.

PSEAU. Performance Assessment of Off-Grid Simplified Sewerage Systems. En: Ramagundam Municipality, Case study non-conventional systems, India, 2017.

RAHMAN, S., MAMUN, M., AHAMED, N., AHMED, N., Ali, M. y ISLAM, M. Design of automatic controlling system for tap-water using floatless level sensor," 2014 IEEE International Symposium on Robotics and Manufacturing Automation (ROMA), Kuala Lumpur, 2014, pp. 18-21, doi: 10.1109/ROMA.2014.7295855.

RAQUI, Zulma. Caracterización y diseño del sistema de agua potable y saneamiento, de la Comunidad Nativa San Román de Satinaki - Perené - Chanchamayo - Región Junín, año 2016 (tesis de título profesional). Universidad Continental, Huancayo, Perú; 2017.

REENTS, Nathan. Diseño de suministro de agua potable en sistemas rurales. Michigan Technological University, 2013, 207 pp.

SÁNCHEZ, F. Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: consensos y disensos. Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria, 13(1), 102-122. doi: <https://doi.org/10.19083/ridu.2019.644>. 2019.

SPUHLER, Dorothee y STAUFFER, Beat. Simplified and Condominial Sewers. EAWAG, SSWM. 2014.

STANDARD DETAILS. Jefferson Parish Public Improvements Standards Manual,” Public works Standard Details. 2008.

SUNELA, M. y PUUST, R. Modeling water supply system control system algorithms. Procedia Engineering, vol. 119, 2015. pp. 734-743. DOI 10.1016/j.proeng.2015.08.927.

SUPO, José. Seminarios de investigación científica. Arequipa: Seminariosdeinvestigacion.com, 2012.

TEXAS INSTRUMENTS. Remote Shut Off in Flow Meters is Instrumental for Smart Utility Deployment Matt Hein Analog Motor Drives. 2018, 6 pp.

TOLEDO, Homero. Simplified Sewerage Systems and Potential Application to Rural Louisiana Communities. 2018. Senior Honors Theses. 100.

TORRES, Erick. Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de la urbanización las brisas de la ciudad de Moyobamba – 2018 (tesis de título profesional). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú; 2019.

VIALKOVA, Elena, MAKSIMOVA, Svetlana, ZEMLYANOVA, Marina, MAKSIMOV, Lev y VOROTNIKOVA, Anna, 2020. Integrated design approach to small sewage systems in the arctic climate. Environmental Processes [en línea], [Consulta: 18 junio 2020]. ISSN 2198-7505. DOI 10.1007/s40710-020-00427-6.

YAGOB, Hozuifa. (2016). Water Pump Control Based on Microcontroller and Wa-

ter Level Sensors (tesis de título profesional). University of Science & Technology, Sudan.

ZUBELZU, S., RODRÍGUEZ, L., ANDRÉS, I., CASTILLO, J. y PERALES, S. 2019. Design of water reuse storage facilities in Sustainable Urban Drainage Systems from a volumetric water balance perspective. *Science of The Total Environment*, vol. 663, pp. 133-143. ISSN 0048-9697. DOI 10.1016/j.scitotenv.2019.01.342.

ANEXOS

Levantamiento Topográfico

Levantamiento con GPS

Se procedió hacer el levantamiento topográfico en la zona de intervención del proyecto con el estudio previo de delimitación perimétrica en situ.

Equipos y materiales utilizados:

- Gps Etrex 20x
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Estacas de madera



Figura 28. GPS Etrex 20X



Figura 29. Libreta de campo

GPS

Sus iniciales significan (Global Positioning System, o Sistema de Posicionamiento Global). Es un sistema de navegación por satélites, que a través de ello permite determinar en todo el mundo el posicionamiento o posición de un determinado objeto o lugar, con precisiones de hasta centímetros (si se utiliza de por medio un GPS Diferencial, aunque lo habitual existen diferentes GPS con diferentes márgenes de error que para áreas grandes son considerables).

Procedimiento de campo

- Inspección visual del perímetro del proyecto de intervención que previo a ello se tenía las marcas de estacado
- Captar bien la señal de los satélites para la mejor precisión del GPS
- Toma de los puntos con GPS en cada vértice o curva del perímetro de intervención

Procedimiento de Gabinete

- Uso del Software Excel para la transformación de puntos X, Y, Z para luego exportar al Software AutoCAD
- Análisis y evaluación de puntos topográficos y elevaciones con la aplicación Google Earth
- Desarrollo de todos los planos correspondientes.



Figura 30. Zona de Intervención de Proyecto

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Calle Principal de Intervención de Proyecto
Fuente: Elaboración propia

Investigaciones realizadas de Estudio Mecánica de Suelos

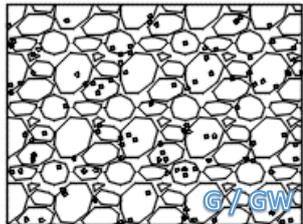
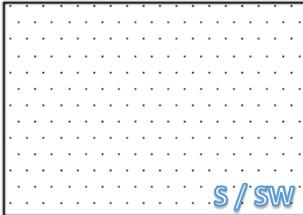
Antecedentes de la Zona Geológica Regional

La cartografía Geológica elaborada por INGEMMET y publicada en el cuadrángulo de Chancay, Chosica, Lima y Lurín de Boletín N° 43, describe la geología en el contexto regional, donde los materiales terrestres consisten principalmente de depósitos sedimentarios y en menor extensión de roca de basamento.

Los depósitos sedimentarios están reconocidos con la denominación de Depósitos Cuaternarios, conformados por depósitos aluviales del Cuaternario Reciente y la roca de basamento consisten en rocas de origen ígneo plutónico y sedimentario. La zona de proyecto es de mediana amplitud y formado en algunos sectores por suelos Coluviales.

Clasificación de los suelos según SUCS

Tabla 24. Clasificación de los suelos

SUELOS GRUESOS	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	LEYENDA
Son de naturaleza tipo grava y arena retenida por el tamiz #4. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo. (>50%R.T#4)	GW	Grava bien gradada (Well graded gravel) <i>Grava bien mezclada con arena con poco o nada de material fino, variación de tamaños granulares.</i>	
	SW	Arena bien gradada (Well graded sand) <i>Arenas con grava poco o nada de material fino, amplia variación de tamaños de partículas.</i>	

Fuente: Elaboración Propia de una muestra de suelo aleatorio.

Características topográficas del suelo

La topografía accidentada es la característica más relevante y determinante en la zona de estudio puesto que en función del mencionado se determina la distribución de los servicios de saneamiento. Se observó que el área presenta medianas y fuertes pendientes / elevaciones.

Geomorfología del suelo

Suelo Coluvial

Correspondiente al Cuaternario. Formado por los suelos coluvio-residuales que revisten superficialmente el área de las cumbres y pared de los taludes. Presentan un color beige claro y están formados principalmente por arcilla y limos con bloques rocosos de diámetro variable, que en algunos casos superan el metro y

medio. Tiene una potencia mínima y presentan escasa extensión lateral desapareciendo en pendientes fuertes donde su acumulación no es posible. Se originan como consecuencia de la erosión de la roca que conforman los cerros ubicados a mayores elevaciones

Suelo Intrusiva

Corresponden a los promontorios rocosos que forman cerros del área de proyecto, geológicamente pertenecientes al Batolito de la Costa de edad Cretáceo Superior

Sismicidad del área de proyecto

Sismicidad

Dentro del contexto de la tectónica de placas los fenómenos sísmicos son en su gran mayoría, resultado de la interacción entre bordes de grandes placas litosféricas que convergen junto a los márgenes continentales activos y que tiene un efecto atenuado para las áreas especificadas en el estudio,

Parámetros de sismo

De acuerdo al mapa de Zonificación Sísmica del Perú del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030-Diseño Sismoresistente, el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Zona 3

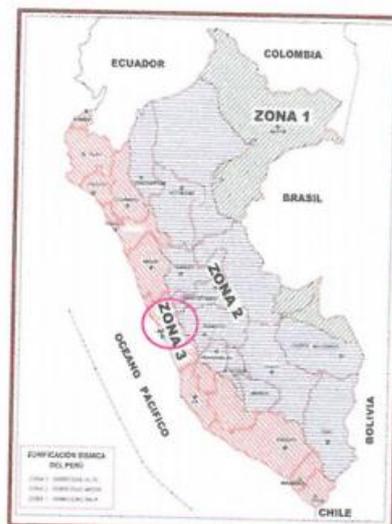


Figura 32. Zona Sísmica del Perú

Fuente: R.N.E

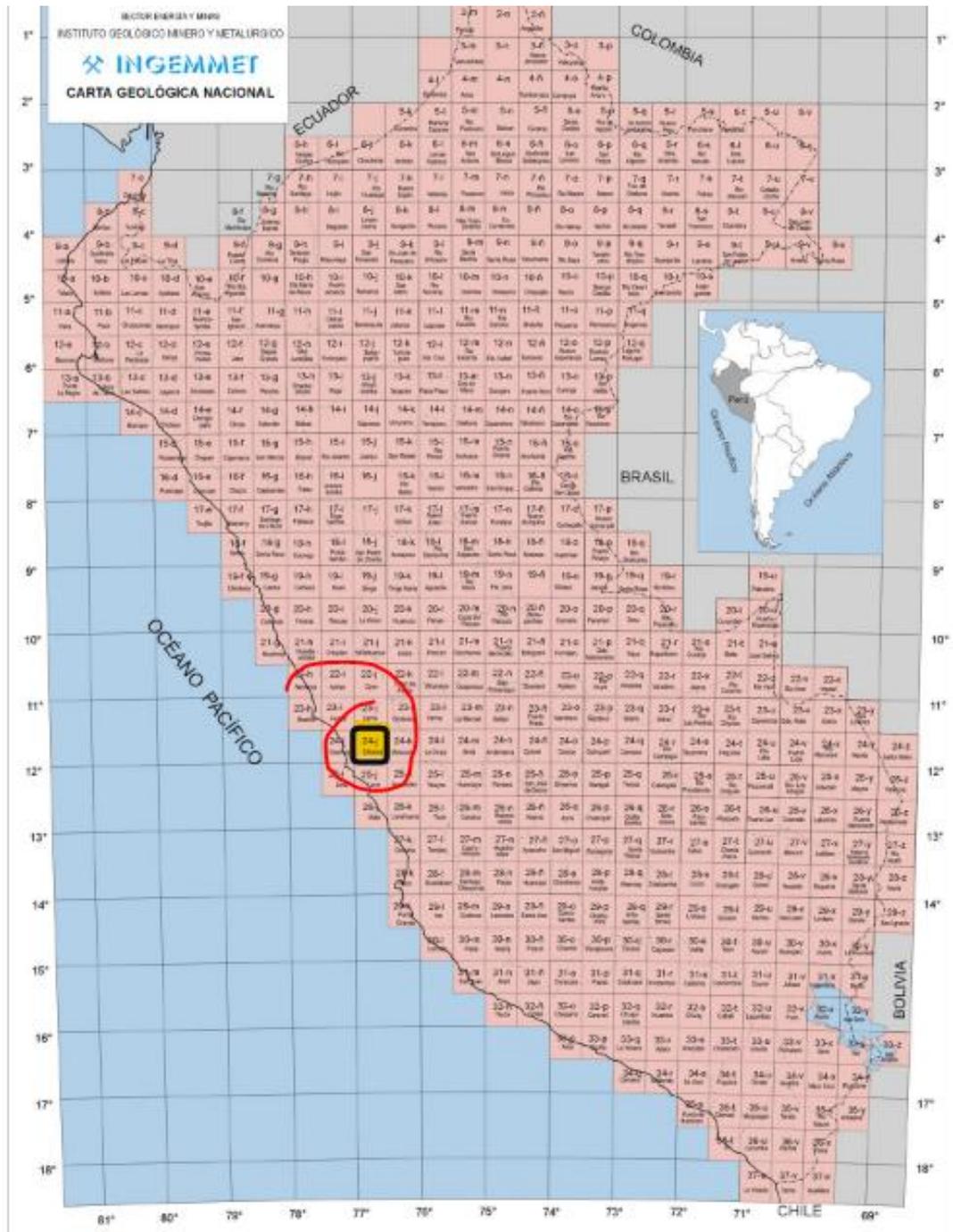


Figura 33. Carta Geológica Nacional

Fuente: INGEMMET

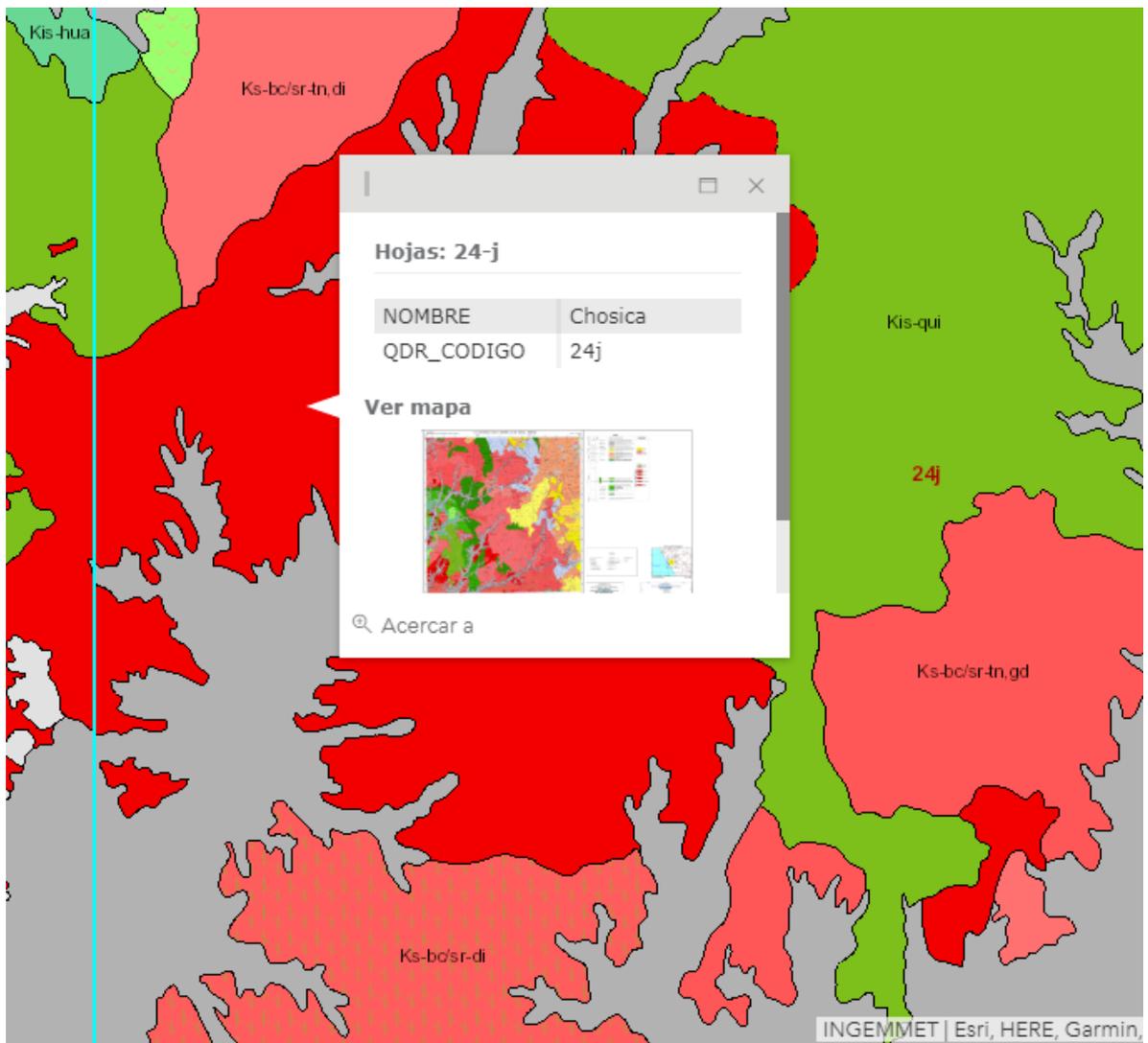


Figura 34.- Carta Geológica 24j

Fuente: INGEMMET

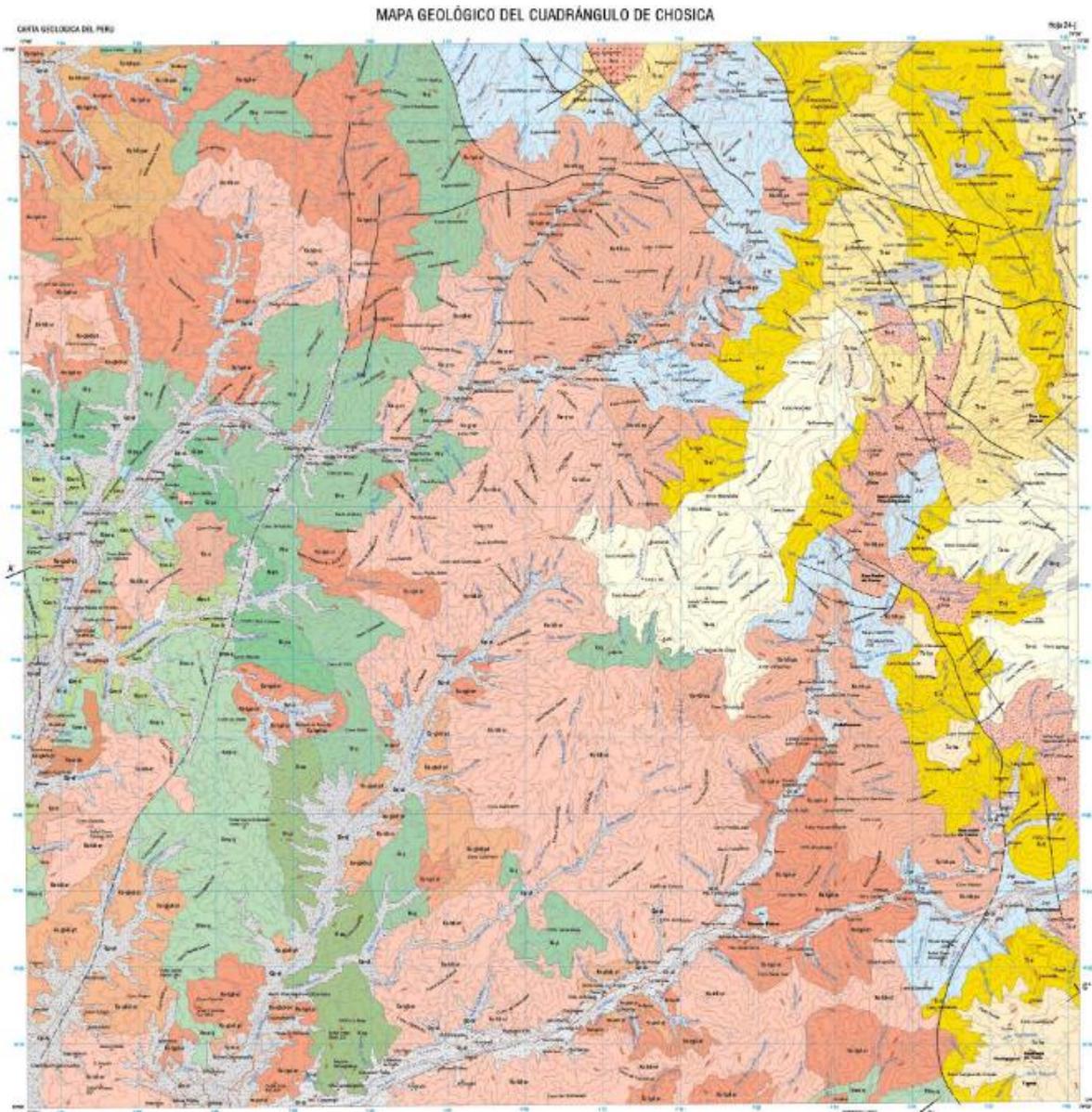


Figura 35.- Mapa Geológico
Fuente: INGEMMET

HOJAS ADYACENTES

Huaral 23-l	Canta 23-j	Ondores 23-k
Chancoy 24-l	Chosica 24-j	Mitocana 24-k
Lima 25-l	Lurin 25-j	Huachiri 25-k

LEYENDA

CRONOESTRATIGRAFIA			LITOESTRATIGRAFIA				
ERATEMA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS			
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Dep. aluviales	Qr-al			
		PLEHIS - TOCENO	Dep. aluviales	Qp-af			
			Dep. glaciares	Qp-g			
	TERCIARIO	SUPERIOR	Volc. Huarochiri	Ts-hu	Diorita	Ts-di	
			Volc. Millotingo	Ts-m	Andesita	Ts-a	
		INFERIOR	Volc. Colqui	Ti-co	Finlita	Ts-t	
			Gpo. Rimac	Ti-ri			
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR MEDIO	Volc. Quilmaná	Kms-q	SUPER UNIDAD	TIPO DE ROGA	
			Volc. Huarangal	Kim-h	Santa Rosa	Granitos	Ke-q-er
		INFERIOR	Fm. Atocongo	Ki-at	Santa Rosa	Tonalita-Granodiorita	Ke-tgd-er
			Fm. Pampiona	Ki-pa	Paccho	Tonalita-Diorita	Ke-td-er
	JURASICO	Gpo. Caama (Indiviso)	Gpo. Morro Solar	Ki-y	Paraleo	Tonalita-Diorita	Ke-td-pa
			Volc. Yargas	Ki-y	Patap	Tonalita-Diorita	Ke-td-par
			Fm. Arahua	J-ar	Patap	Sabro-diorita	Ke-gbd-pt
					Dolarita	Kms-do	
					Andesita	Ke-a	

Figura 36.- Leyenda del Mapa Geológico

Fuente: INGEMMET

CALIDAD DE AGUA POTABLE

Calidad del agua de fuente de abastecimiento

El especialista recordó que la calidad del agua potable que brinda SEDAPAL desde la Planta La Atarjea, cuenta con certificación ISO 9001, que valida los procesos relacionados al tratamiento de agua desde la captación del río en la bocatoma hasta los reservorios de gran almacenamiento que se encuentran a la salida de la planta. Además como parte de sus procesos de verificación de control de calidad, la empresa realiza constantemente monitoreos de calidad en las diferentes etapas del proceso de tratamiento en la Planta La Atarjea, mediante mediciones en línea y programas de control analítico realizado en sus laboratorios.

Certificación ISO 9001

SEDAPAL ha obtenido la Certificación ISO 9001 a la producción de agua potable en la Planta de Tratamiento La Atarjea, bajo la Norma ISO 9001:2008.



Figura 37. ISO 9001

Fuente: SEDAPAL

Memoria de cálculo

Diseño de reservorio

(Vol. =10.0 m³)

Tipo: circular apoyado

Criterios de diseño

- (a) El reservorio a diseñar será de tipo apoyado superficial.
- (b) Las paredes del reservorio estarán netamente vinculados a esfuerzos ocasionados por la presión del líquido.
- (c) La cubierta será una losa maciza de concreto armado de forma tipo bóveda, la cual será sostenida por una viga perimetral de concreto armado
- (d) La losa de fondo estará sobre puesto por una capa de concreto simple
- (e) Se diseñará la zapata corrida que estará sometida a todos los esfuerzos de los elementos portantes.
- (f) Al adyacente del reservorio, se construirá una caja de inspección y control, dentro de ello se montaran los respectivos accesorios de control de ingreso, salida y a la vez limpieza del reservorio.

Se consignarán los siguientes datos para diseñar el reservorio y bajo lineamientos de la norma de concreto armado E.060 del R.N.E.:

$$f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$q \text{ adm} = 0.90 \text{ Kg/cm}^2 = 9.00 \text{ Ton/m}^2$$

Predimensionamiento

V: Volumen del reservorio = 10.0 m³

di: Diámetro interior del Reservorio

et: Espesor de la losa del techo.

de: Diámetro exterior del Reservorio

H: Altura del muro

ep: Espesor de la Pared

h: Altura del agua.

f: Flecha de cubierta (forma de bóveda)

A: Brecha de Aire.

Se asume:

$h = 1.00 \text{ m.}$

Altura de salida de agua $h_s = 0.00 \text{ m.}$

(Altura libre) $a = 0.40 \text{ m.}$

$H = h + a + h_s = 1.40 \text{ m.}$

$HT = H + E \text{ losa} = 1.65$

Calculo de di: ok

Reemplazando los valores:

$$V = \frac{\pi * d_i^2 * h}{4}$$

$d_i = 3.57 \text{ m.}$

Optamos por: $d_i = 3.60 \text{ m.}$

Calculo de f:

Se considera $f = 1/6 \times d_i = 0.60 \text{ m}$.

Cálculo de e_p :

Calculamos considerando los siguientes criterios:

1.- Según Company:

$$e_p \geq (7 + 2h/100) \text{ cm.}$$

$h =$ altura de agua en metros $= 1.00 \text{ m}$.

Remplazando, se tiene: $e_p \geq 9.00 \text{ cm}$.

2.- Según Normatividad:

$$e_p \geq h / 12$$

Remplazando, se tiene: $e_p \geq 11.67 \text{ cm}$.

3.- Entre pared y fondo se tiene la consideración de una junta libre de movimiento, se obtiene que los esfuerzos de tracción solo se producen la pared. Se considera que la presión en un elemento de la pared localizado a " h " mt. debajo del nivel de agua es de $g \cdot \text{agua} \cdot h$ (Kg/cm^2); el esfuerzo de tracción de altura elemental " h " con respecto la profundidad " h " de las paredes de un anillo es como se muestra gráficamente:

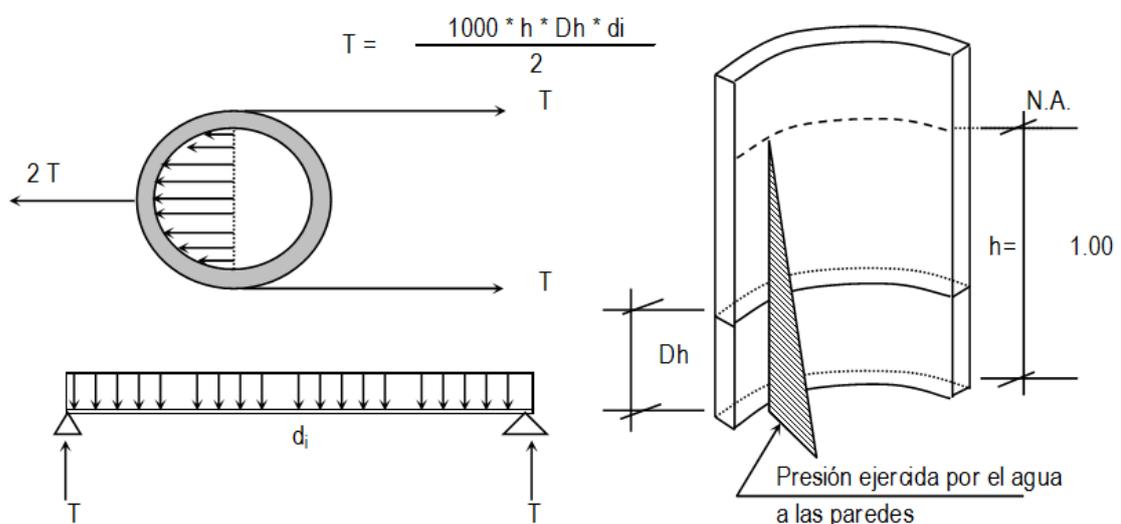


Figura 38.- Presión ejercida por las paredes
Fuente: Elaboración propia.

Realizando el análisis para un $D_h = 1.00\text{m}$

Haciendo el reemplazo en la fórmula, tenemos: $T = 1800\text{ Kg.}$

La tracción se considera máxima al llegar el agua a $H = 1.00\text{ m.}$

Haciendo el reemplazo en la fórmula, se tiene: $T_{\text{máx.}} = 1800\text{ Kg.}$

Se conoce que la fuerza de tracción del concreto que es admisible se estima entre 10% y 15% de su resistencia a la compresión, o sea:

$T_c = f'c \times 10\% \times 1.00\text{m} \times e_p$, igualando a "T" (obtenido)

$$1800 = 210.00 \times 10.00\% \times 100.00 \times e$$

Despejando, obtenemos: $e_p \geq 0.86\text{ cm.}$

El mínimo valor para espesor de pared considerando todos los criterios ya señalados será:

$$e_p \geq 11.67\text{ cm.}$$

Por lo tanto tomaremos el valor:

$$e_p = 12\text{ cm.}$$

Calculo de:

$$d_e = d_i + 2 \times e_p = 3.84\text{ m. Diámetro exterior}$$

Calculo del espesor de la losa del techo e_t :

La cubierta tendrá forma de bóveda como se mencionó anteriormente.

La viga perimetral tendrá un comportamiento como zuncho.

Del Gráfico: $F_c = P/\text{Seno } \alpha$

Peso propio = 144 Kg/m^2

Sobre carga = 150 Kg/m^2

Acabados = 100 Kg/m^2

Otros = 50 Kg/m^2

Total = 444 Kg/m^2

Área de la cúpula = $2 \times \pi \times r \times f = 6.79 \text{ m}^2$ (casquete esférico)

Peso = $P = 444 \text{ Kg/m}^2 \times 6.79 \text{ m}^2 \rightarrow P = 3,012.91 \text{ Kg}$.

Haciendo el reemplazo en las formulas, se tiene:

$F_t = 639.36 \text{ Kg}$.

$F_C = 5,021.52 \text{ Kg}$.

El desarrollo de línea de arranque (longitud de la circunferencia descrita) =

$c: L_c = \pi \times d_i = 3.60 \times \pi = 11.31 \text{ m}$.

Presión por metro lineal de circunferencia de arranque es - P / ml :

$P / \text{ml} = F_c / L_c = 5021.52 / 11.31 = 444.00 \text{ Kg/ml}$

Esfuerzo a la compresión del concreto P_c :

Por seguridad:

$P_c = 0.45 \times f'_c \times b \times e_t$ para un ancho de $b = 100.00 \text{ cm}$

e_t = espesor de la losa del techo

Se iguala esta ecuación al valor de la presión por metro lineal:

$$P /ml: 0.45 \times 210.00 \times et = 444.00$$

$$\text{Primer espesor: } et = 0.05 \text{ cm}$$

Este espesor es insuficiente totalmente para su construcción y sobre todo para soportar las cargas ya mencionadas.

El esfuerzo cortante por metro lineal en el zuncho (viga perimetral) - V /ml :

$$V/ml = P/Lc = 3,012.91/11.31 = 266.40 \text{ Kg/ml}$$

El esfuerzo permisible al corte por el concreto - V_u :

$$V_u = 0.5 \times (f'c)^{1/2} \times b \times et, \text{ para un ancho de } b=100.00 \text{ cm}$$

Igualamos esta ecuación al valor del cortante por metro lineal: V /ml

$$0.5 \times 210^{1/2} \times et = 266.40$$

$$\text{Segundo espesor: } et = 0.37 \text{ cm}$$

De la misma forma este espesor es insuficiente por completo. Según el R.N.C., se especifica un mínimo espesor de 5 cm. para losas, por lo que se adoptó un espesor de losa de techo:

$$et = 6.00 \text{ cm}$$

Valores del predimensionado:

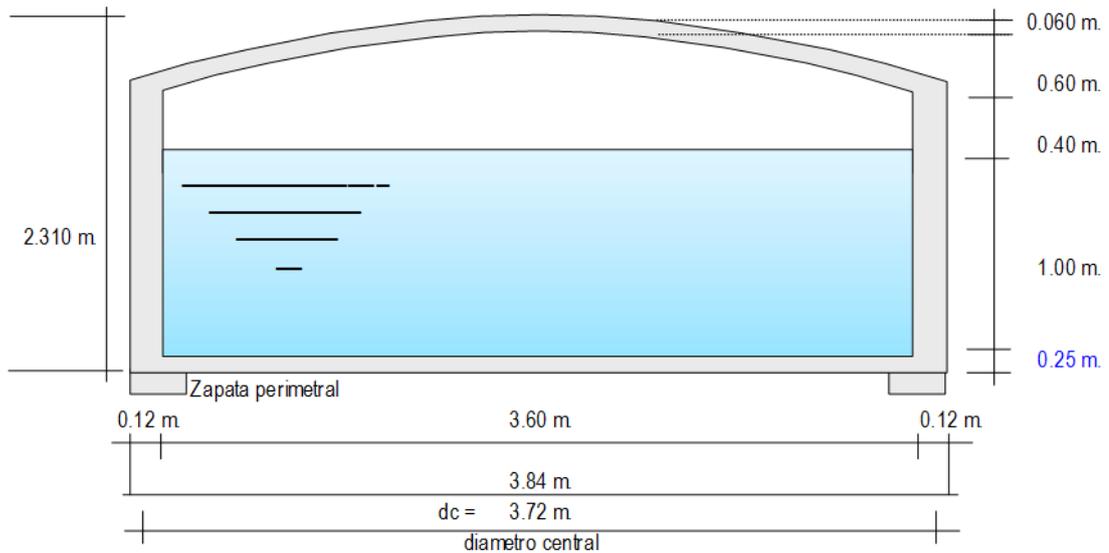


Figura 41.- Valores del predimensionado
Fuente: Elaboración propia.

Peso específico del concreto $\gamma_c = 2.40 \text{ Tn/m}^3$

Peso específico del agua $\gamma_a = 1.00 \text{ Tn/m}^3$

Zapata perimetral:

$$b = 1.00 \text{ m.}$$

$$h = 0.40 \text{ m.}$$

Metrado del reservorio:

Losa de techo: $e = 6.00 \text{ cm}$ ($\pi \times d_i \times f_x$) $e \times \gamma_c = 1.04 \text{ Ton.}$

Viga perimetral: $\pi \times d_c \times b \times d \times \gamma_c = 2.52 \text{ Ton.}$

Muros o pedestales laterales: $\pi \times d_c \times e \times h \times \gamma_c = 4.71 \text{ Ton.}$

Peso de zapata corrida: $\pi \times d_c \times b \times h \times \gamma_c = 11.22 \text{ Ton.}$

Peso de Losa de fondo: $\pi \times d_i^2 \times e \times \gamma_c / 4 = 6.11 \text{ Ton.}$

Peso del agua: $\pi \times d_i^2 \times h \times \gamma_a / 4 = 10.18 \text{ Ton.}$

Peso total a considerar: 35.78 Ton.

Diseño y cálculos.-

Considerando lo siguiente:

a.- Vinculada a la acción del suelo, la estructura del reservorio cuando está vacío se encuentra provocando un empuje lateral; como un anillo sujeto a una carga uniforme, repartida por todo su perímetro.

b.- Vinculada a la acción del agua, la estructura del reservorio cuando está lleno se encuentra vinculada a la acción del agua, comportándose como un pórtico inverso siendo la junta de fondo empotrada.

a.- Diseño del reservorio (vacío).

Momentos flectores:

$$M = M_0 \cdot M_1 \cdot X_1 = q_t \cdot r^2/2 (1 - \cos\theta) - q_t \cdot r^2/6$$

Cálculo del Valor de q_t :

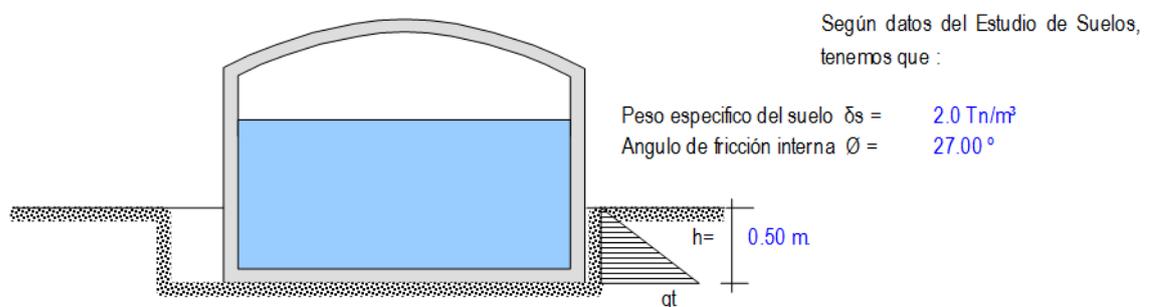


Figura 42. Cálculo del Valor de q_t

Fuente: Elaboración propia.

Se ha de considerar una presión del terreno en las paredes del reservorio que tiene una altura de $h = 0.50 \text{ m}$., o sea, la estructura está enterrada a tal profundidad.

Por mecánica de suelos se conoce que el coeficiente de empuje activo es

$$K_a = \text{Tang}^2 (45 + \theta/2)$$

Por otro lado, cuando la carga es uniforme se obtiene que $Ws/c \implies Ps/c = Ka \times Ws/c$, siendo:

$$Ws/c = qt$$

$$Ps/c = \text{Presión de la sobrecarga} = \delta s \cdot h = Ka \cdot qt$$

$$qt = \delta s \cdot h / Ka$$

Remplazando se tiene:

$$Ka = 2.663$$

Así se tiene que:

$$qt = 2.66Tn/m^2$$

Mediante la aplicación del factor de carga útil: $qt_u = 1.55 \times qt = 4.13Tn/m^2$

Cálculo de los momentos flectores:

Datos requeridos: $r = \text{radio} = 1.92 \text{ m}$.

$$qt_u = 4.13 Tn/m^2$$

$$L \text{ anillo} = 12.06 \text{ m}$$

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$ $Mu = qt \cdot r^2/2 (1 - \cos\theta) - qt \cdot r^2/6$	Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/6$ $Mu = qt \cdot r^2 / 2 (1 - \text{sen}\theta) - qt \cdot r^2 [1 - \cos(30 - \theta)]$
--	--

Tabla 25. Cálculo de los momentos flectores

θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)	θ	Mu (T-m / anillo)	Mu (T-m / m-anillo)
0.00°	-2.536	-0.210	0.00°	5.569	0.462
10.00°	-2.420	-0.201	5.00°	5.519	0.458
20.00°	-2.077	-0.172	10.00°	5.369	0.445
30.00°	-1.517	-0.126	15.00°	5.120	0.424
40.00°	-0.756	-0.063	20.00°	4.775	0.396
48.15°	-0.004	0.000	25.00°	4.335	0.359
60.00°	1.268	0.105	30.00°	3.804	0.315

Fuente: Elaboración propia.

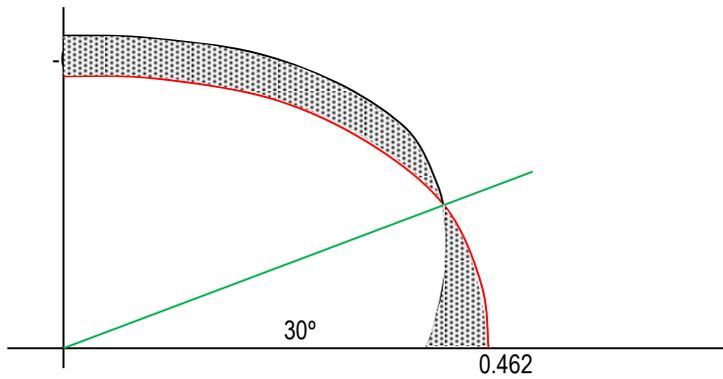


Figura 43. Diagrama de momentos
Fuente: Elaboración propia. **Cálculo de esfuerzos cortantes:**

θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000
10.00°	0.688
20.00°	1.355
30.00°	1.981
40.00°	2.547
50.00°	3.035
60.00°	3.432

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/3$
 $Q = (1/r) * dM/d\theta = qtu \cdot r \cdot \text{sen}\theta / 2$

θ	Mu (T-m / anillo)
0.00°	0.000
5.00°	-0.598
10.00°	-1.192
15.00°	-1.776
20.00°	-2.347
25.00°	-2.901
30.00°	-3.432

Cuando $0 \leq \theta \leq \pi/6$
 $Mu = qtu \cdot r [-\cos\theta/2 + \text{sen}(30 - \theta)]$

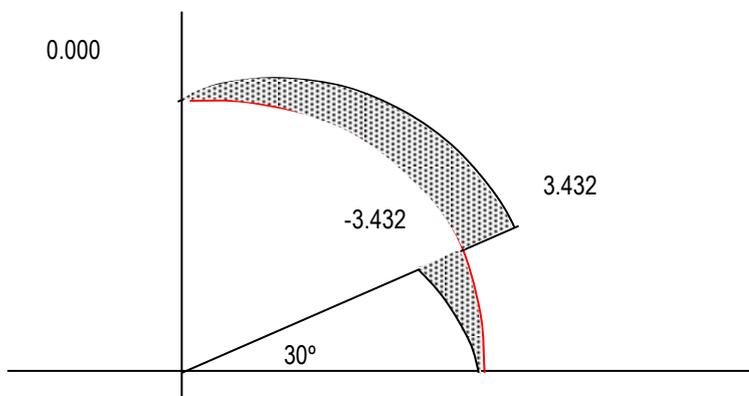


Figura 44. Diagrama de cortantes
Fuente: Elaboración propia.

Debido a los esfuerzos calculados, cálculo de acero en las paredes del reservorio:

Acero horizontal

$$e_p = 12 \text{ cm. recubrim.} = 4.0 \text{ cm } f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\beta = 0.85 \rho_{\min} = 0.0020$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.90$$

Tabla 26. Cálculo de acero en las paredes del reservorio

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	As diseño	Ø	Total	Disposición
0.46	100.00	8.00	0.368	1.56	1.60	1.60	1/2 "	5.63	Ø 1/2 @ 0.23

Fuente: Elaboración propia.

Acero vertical:

Se hallará con el momento de volteo (Mv)

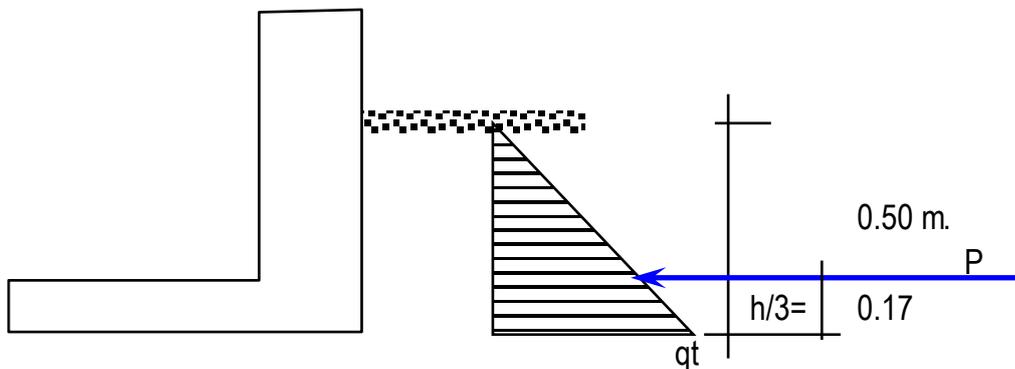


Figura 45. Acero vertical

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27. Cálculo de acero vertical con el momento de volteo

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.28	100.00	8.00	0.217	0.92	1.60	0.0020	1/2 "	5.63	Ø 1/2 @ 0.23

Fuente: Elaboración propia.

b.- Diseño del reservorio (lleno) considerando: la unión de fondo y la pared rígida (empotramiento).

Si se consideran las paredes empotradas con el fondo, se ha de originar momentos de flexión en las paredes y en el fondo de la losa, tales elementos tienen que compartir una armadura para que impida el agrietamiento. Por lo ya mencionado se considera lo siguiente:

- Anillos horizontales que tienen resistencia al esfuerzo de tracción.
- Los marcos en "U", que operan a modo de franjas verticales, denominados pórticos inversos los cuales quedan sometidos a flexión.

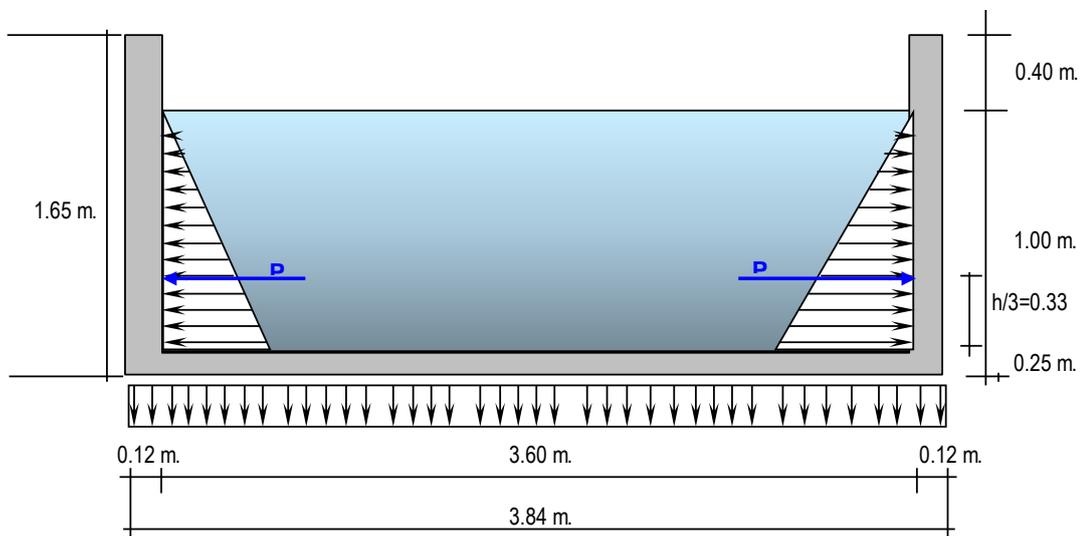


Figura 46. Diseño de reservorio lleno
Fuente: Elaboración propia.

Al hacer el análisis de una franja de un metro de ancho, de los marcos en "U", se tiene el diagrama de momentos siguiente:

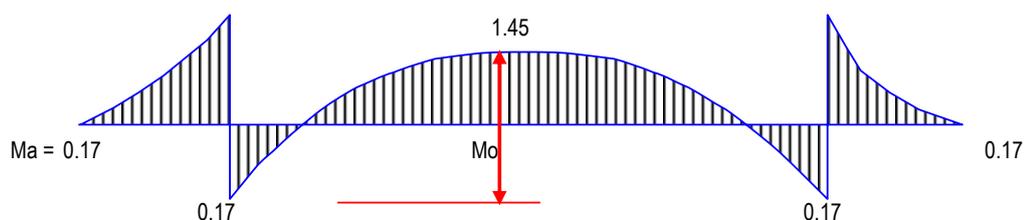


Figura 47. Diagrama de momentos
Fuente: Elaboración propia.

Calculando:

$$P = (\delta a \cdot H^2/2) \times 1.00 \text{ m.} = 0.50 \text{ Ton.}$$

$$M_a = P \cdot H/3 = 0.17 \text{ Ton-m}$$

$$M_u = M_a \times 1.55 = 0.26 \text{ Ton-m}$$

Por completo la resistencia del suelo se despreciará para el momento en el fondo de la losa.

Presión en el fondo $W = \delta a \cdot H = 1.00/\text{m} = \text{Carga repartida}$

$$M_o = W \cdot D^2 / 8 = 1.62 \text{ Ton-m.}$$

La tracción en el fondo será: $T = W \cdot D/2 = 1.80 \text{ Ton.}$

En las paredes del reservorio, cálculo de acero debido a los esfuerzos calculados:

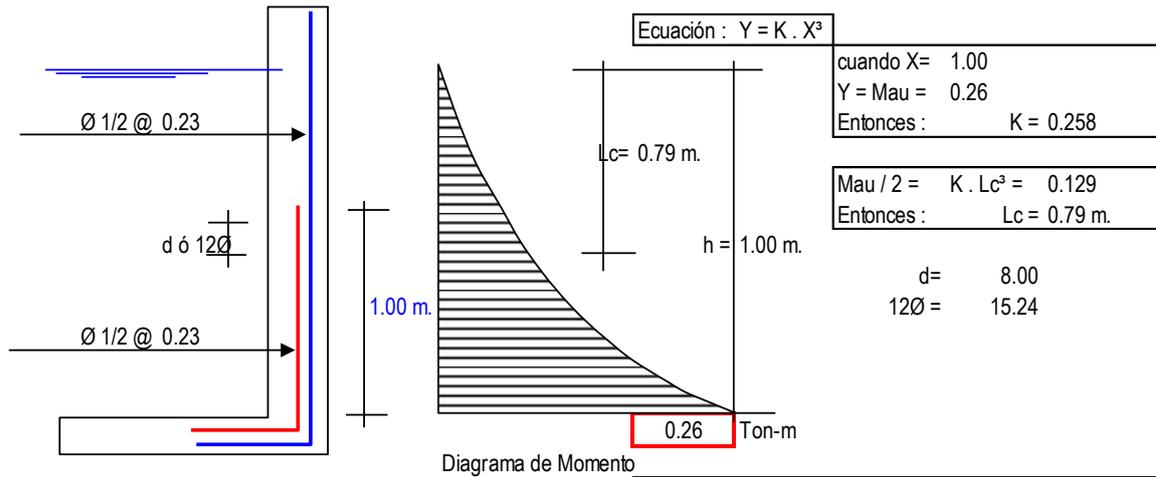
Acero Vertical

$$M_{au} = 0.26 \text{ Ton-m}$$

Tabla 28. Cálculo de acero en las paredes del reservorio

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.26	100.00	8.00	0.20	0.87	1.60	0.0020	1/2 "	5.63	Ø 1/2 @ 0.23

Fuente: Elaboración propia.



Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m.:

$Vc = \emptyset 0.5 \sqrt{210} * b * d$, siendo $b = 100 \text{ cm.}$
 $\emptyset = 0.85$ $d = 0.08 \text{ m.}$
 $Vc = 4.93 \text{ Ton.}$

La tracción en el fondo de la losa $Vu = T = 1.80 \text{ Ton.}$

$T < Vc, \text{Ok!}$

Figura 48. Tracción en el fondo de la losa
 Fuente: Elaboración propia.

Acero Horizontal:

El anillo total se divide en:

5 anillos de 0.28 m. de altura.

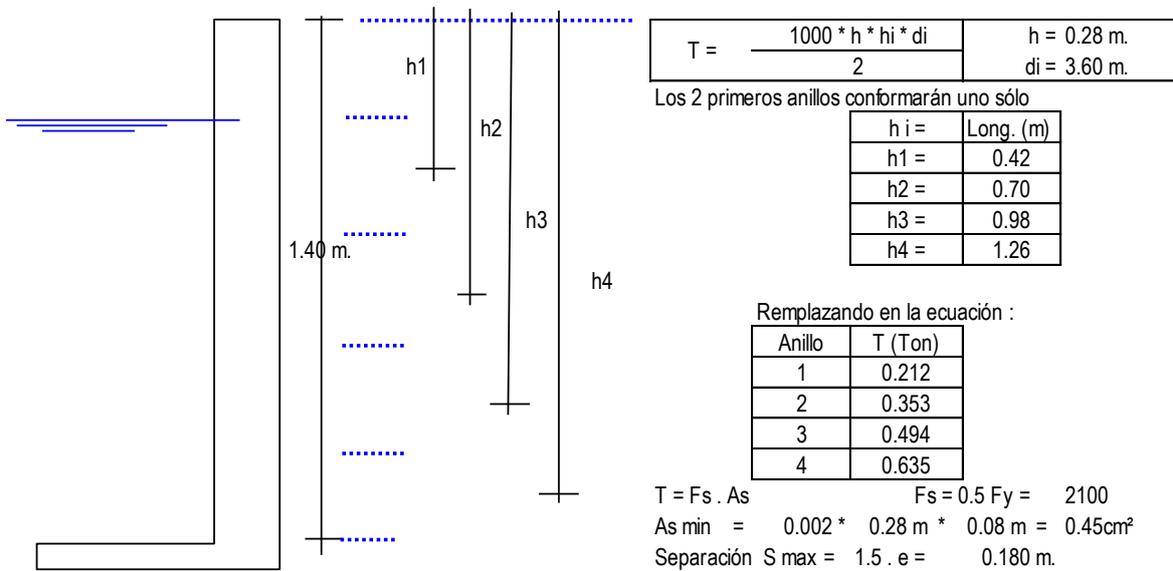


Figura 49. Acero horizontal
 Fuente: Elaboración propia.

Por esfuerzo de tracción, se tiene que:

Tabla 29. Esfuerzo de tracción

Anillo	T(Kg)	As (cm ²)	As (usar)	Ø	Total cm ²	Disposición
1	211.68	0.10	0.45	3/8"	1.60	Ø 3/8@ 0.25
2	352.80	0.17	0.45	1/2"	1.58	Ø 1/2@ 0.23
3	493.92	0.24	0.45	1/2"	1.58	Ø 1/2@ 0.23
4	635.04	0.30	0.45	1/2"	2.03	Ø 1/2@ 0.18

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo se ideracon acero mínimo en la otra cara del muro.

Acero Longitudinal: se con considera como acero de montaje:

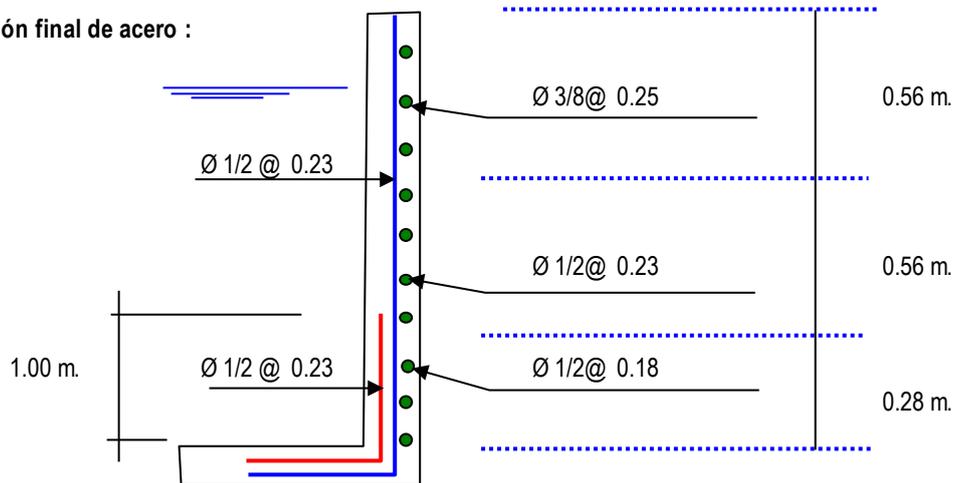
Ø 1/2@ 0.30

Acero Horizontal: se considera (2/3) del acero mínimo

$2/3 * 0.45\text{cm}^2 = 0.30\text{cm}^2$

Ø 1/2 @ 1.00 m.

Disposición final de acero :



De donde la cuantía será: 4 Ø 1/2 @ 0.18, 7 Ø 1/2 @ 0.23, Resto Ø 3/8 @ 0.25

Figura 50. Disposición final del acero

Fuente: Elaboración propia.

De donde la cuantía será: 4 Ø 1/2 @ 0.18, 7 Ø 1/2 @ 0.23, Resto Ø 3/8 @ 0.25

Diseño y cálculo de acero en la losa de fondo del reservorio:

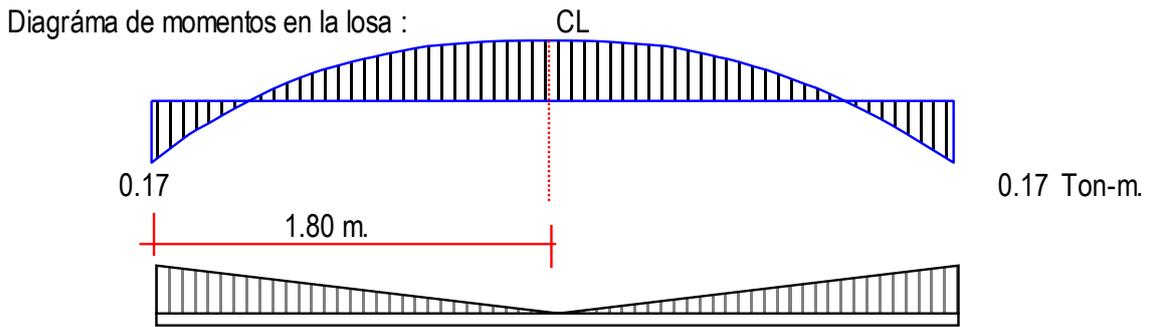


Figura 51. Diagrama de momentos de la losa
Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Peso Total} = \delta a \times H \times \square \times R^2 = 10.18 \text{ Ton.}$$

$$\text{Carga unitaria por unidad de longitud} = q = H \times \delta a / \text{Longitud del circulo} = 0.09 \text{ Tn/m}$$

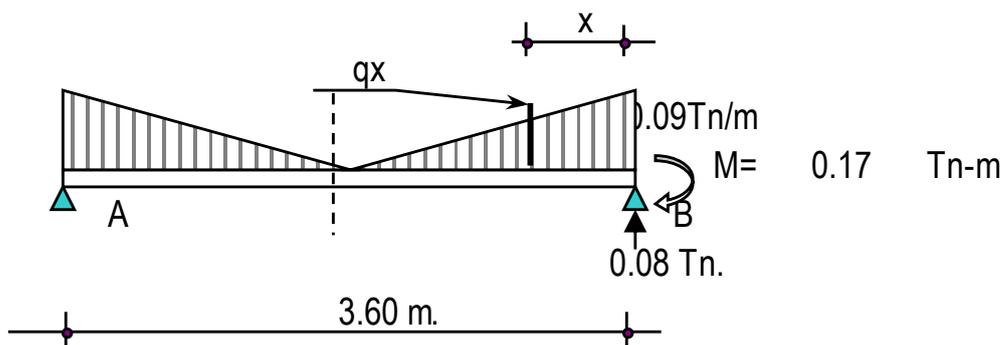


Figura 52. Carga unitaria por unidad de longitud
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del cortante a una distancia "X":

$$\text{Se hallar  el valor de "qx" en función de "x", } qx = 0.049 \times (1.80 - X)$$

Cortante "Vx":

$$Vx = R - P - 0.5 \times (q' + qx) \times X = 0.080 - 0.088X + 0.025 X^2$$

$$\text{Momento "Mx": } Mx = - M + (R - P) \times X - qx \times X^2/2 - (q' - qx) \times X^2/3 =$$

$$Mx = - 0.17 + 0.080 \times X - 0.044 X^2 + 0.008 X^3$$

Tabla 30. Valores

X (m)	=	0.00	0.30	0.60	0.90	1.20	1.50	1.80
V (Ton)	=	0.08	0.11	0.14	0.18	0.22	0.27	0.32
M (Tn-m)	=	-0.17	-0.15	-0.13	-0.12	-0.12	-0.12	-0.12

Fuente: Elaboración propia.

Chequeo por cortante:

Cortante asumido por el concreto en una franja de 1.00 m.:

$V_c = \phi 0.5 \sqrt{210} \times b \times d$, siendo $b = 100\text{cm}$.

$d = 0.25 \text{ m}$.

$\phi = 0.85$

$V_c = 15.40 \text{ Ton}$.

La tracción máxima en la losa es: $V_u = T = 0.32 \text{ Ton}$ $T < V_c$, Ok!

$M_{au} = 1.55 \times 0.12 = 0.18 \text{ Tn - m}$

recubrim= 4.00 cm.

Tabla 31. Tracción máxima en la losa

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.18	100.00	21.00	0.05	0.23	4.20	0.0020	5/8 "	11.00	Ø 5/8 @ 0.18

Fuente: Elaboración propia.

Acero de repartición, Usaremos el As min = 4.20

Ø	Total	Disposición
1/2 "	4.22	Ø 1/2 @ 0.30

Diseño y Cálculo de acero en la cimentación:

Acero Negativo: $M_{au} = 0.26 \text{ Ton-m}$

Longitud = $L_c = (12\phi \text{ o } d) = 3.55 \text{ m}$.

$d = 21.00 \text{ cm}$

$12\emptyset = 354.88 \text{ cm}$

Tabla 32. Acero negativo

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.26	100.00	21.00	0.08	0.33	4.20	0.0020	5/8 "	11.64	Ø 5/8 @ 0.17

Fuente: Elaboración propia.

c.- Diseño de la zapata corrida:

La zapata corrida tiene un soporte de la carga uniforme lineal de:

Losa de techo: 1.04 Ton.

$L = 11.31 \text{ m.}$

Viga perimetral: 2.52 Ton.

Peso por metro lineal = 1.72 Ton/ml

Muro de reservorio: 4.71 Ton.

Peso de zapata : 11.22 Ton.

19.50 Ton.

El estudio de suelos hace la indicación de que:

$q_u = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$

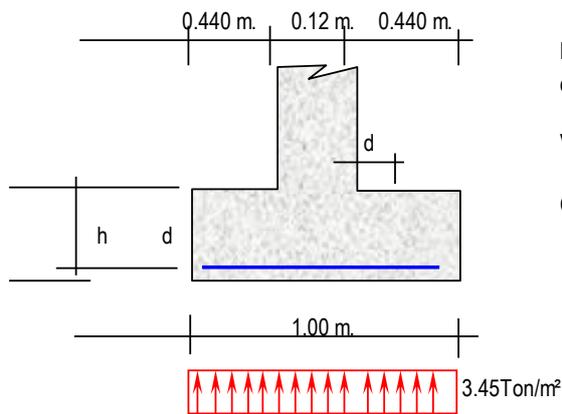
Ancho de zapata corrida (b) $b = \text{Peso por metro lineal} / q_u = 1.72 / 9.00 = 0.19 \text{ m.}$

Para efectos de construcción, asumiremos un $b = 1.00 \text{ m.}$, permitiéndonos una reacción neta de:

$\sigma_n = \text{Peso por metro lineal}/b = 1.72/1.00 = 0.172 \text{ Kg/cm}^2$ se puede apreciar que la reacción neta < q_u . Ok!

La presión neta de diseño o rotura: $\sigma_{nd} = \delta_s * \text{Peso por metro lineal} / A_{zap.} = \delta_s * \sigma_n = 2.00 \text{ Tn/m}^3 * 0.172 = 3.45 \text{ Ton/m}^2$

El efectivo peralte de la zapata se habrá de calcular tomando 1.00 metro lineal de zapata:



Bien se sabe que el cortante crítico o actuante está a una distancia "d" del muro, del gráfico podemos decir :

$$V_u = 3.45 * (1.00 - d) / b * d \quad b = 100 \text{ cm.}$$

Cortante asumido por el concreto :

$$V_c = \phi * 0.5 * \sqrt{f_c} * b * d, \text{ siendo } f_c = 245 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.85$$

$$\text{Reemplazando, tenemos } V_c = 66.52 \text{ Tn/m}^2$$

$$\text{Igualando a la primera ecuación : } d = 0.02 \text{ m.}$$

$$\text{recubrimiento : } r = 7.5 \text{ cm.}$$

$$h = d + r + \phi/2$$

$$h = 10.41 \text{ cm.}$$

$$\text{adoptamos un } h = 40 \text{ cm.}$$

Figura 53. Peralte efectivo de la zapata
Fuente: Elaboración propia.

Para la cara del muro Momento, el actuante en la sección crítica:

$$M = 3.45 \text{ Ton/m}^2 * 0.440^2 / 2 = 0.334 \text{ Tn-m}$$

Tabla 33. Momento actuante

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm²)	As min	p=As/bd	Ø	Total	Disposición
0.334	100.00	32.50	0.064	0.27	6.50	0.0020	1/2 "	6.67	Ø 1/2 @ 0.19

Fuente: Elaboración propia.

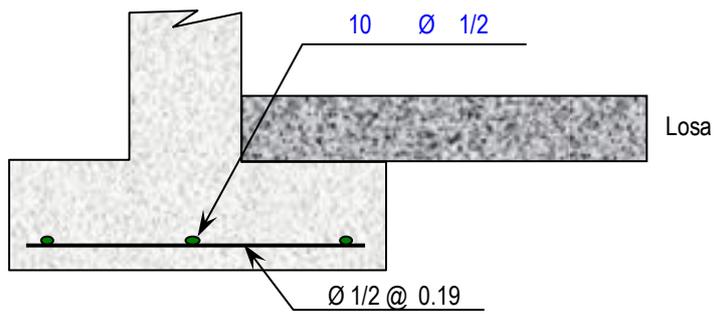


Figura 54. Losa
Fuente: Elaboración propia.

d.- Diseño de la viga perimetral o de arranque.

Diseño por tracción:

A tracción se considera que la viga perimetral se encuentra sometida:

$$F_t = P / (2 \times p \times Tg \alpha)$$

$$P = 3012.91 \text{ Kg.}$$

$$\alpha = 73.74^\circ$$

Reemplazando:

$$F_t = 139.86 \text{ Kg}$$

$$A_s = F_t / f_s = F_t / (0.5 \times F_y) = 0.07 \text{ cm}^2$$

Diseño por torsión:

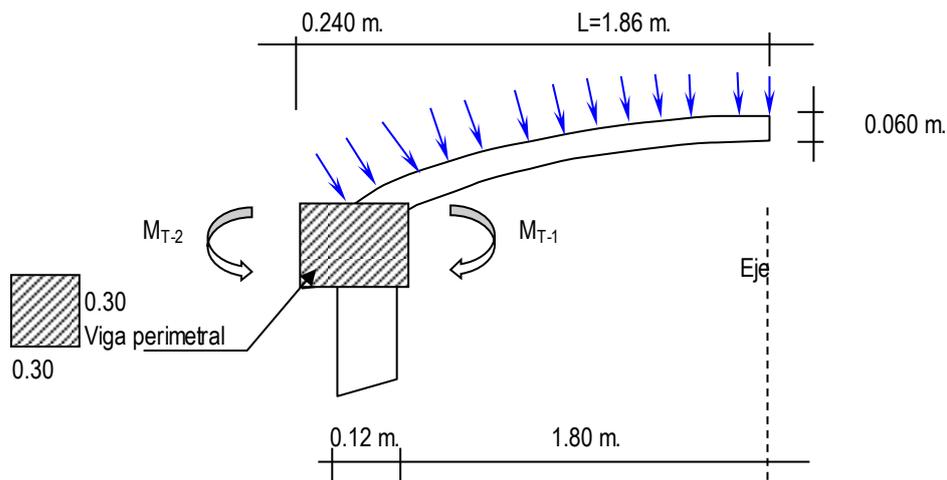


Figura 55. Diseño por torsión
Fuente: Elaboración propia.

Para el presente diseño aplicaremos un factor de carga para peso propio = 1.40

Factor por sobrecarga = 1.70

Metrado de cargas:

Sobrecarga: $1.70 \times 0.150 = 0.255 \text{ Ton/m}^2$

Peso propio - losa: $1.40 \times 0.060 \times 2.40 = 0.2016 \text{ Ton/m}^2$

Peso propio - viga: $1.40 \times 0.30 \times 0.30 \times 2.40 = 0.302 \text{ Ton/m}$

Carga total por m^2 - losa = 0.457 Ton/m^2

Carga total por ml - viga: $[0.457 \times (1.80 \text{ m.} + 0.30 / 2)] + 0.30 = 1.193 \text{ Ton/ml}$

Cálculo de acciones internas:

Momento torsionante:

$MT-1 = 0.457 \times 1.80^2 / 2 = 0.740 \text{ Tn-m}$

$MT-2 = 0.302 \times 0.24^2 / 2 = 0.009 \text{ Tn-m}$

$MT = MT-1/2 - MT-2 = 0.740/2 - 0.009 = 0.361 \text{ Tn-m}$

Momento flexionante:

$$M F = W * L^2/2 = 1.193 \times 1.00^2 / 2 = 0.596 \text{ Tn-m}$$

Fuerza Cortante:

$$Q = W * L/2 = 1.193 \times 1.00/2 = 0.596 \text{ Tn/m}$$

$$Vu = Vc/(\emptyset \times b \times h) = 7.796 \text{ Tn/m}^2$$

$$\emptyset = 0.85$$

Cálculo de acero:

Refuerzo transversal:

Por fuerza cortante:

Cortante asumido por el concreto: $0.5 \times (F'c)^{1/2}$

$$Vu = 7.796 \text{ Tn/m}^2$$

$$Vc = 72.457 \text{ Tn/m}^2$$

$Vc > Vu$ No necesita acero por cortante

Por torsión:

$$MT = 0.361 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente por el concreto:

$$Mc = \Sigma [b^2 h (f'c)^{1/2} / b^{1/2}] \text{ (viga + losa)}$$

$$Mc = \frac{0.30^2 \times 0.30 \times 210^{1/2}}{0.3^{1/2}} + \frac{1.80^2 \times 6.00 \times 210^{1/2}}{1.80^{1/2}}$$

$$Mc = 71,435.3 + 209.98 = 71,645.26$$

$$Mc = 0.716 \text{ Ton-m}$$

Se conoce que:

$$T_s = M_T - M_c = 0.361 + 0.716 = 0.355 \text{ Ton-m}$$

$$A_s / S = T_s / [\phi_c \times F_y \times b_1 \times d]$$

Siendo:

$$\phi_c = 0.66 + 0.33 \times (b_1/d) < 1.50$$

$$b_1 = b - r - \phi/2$$

$$d = h - r - \phi/2$$

$$\phi_c = 0.9900$$

$$\phi_c < 1.5 \text{ Ok!}$$

$$r = \text{recubrimiento} = 3.00 \text{ cm}$$

S = Espaciamiento del acero

$$b_1 = 26.37 \text{ cm}$$

A_s = Área de acero por torsión.

$$d = 26.37 \text{ cm}$$

Reemplazando:

$$A_s / S = 0.0123 \text{ cm}^2/\text{cm}$$

$$S = A \text{ varilla} / 0.0123$$

Usando $\phi = 3/8$

$$A \text{ varilla} = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$S = 0.58 \text{ m.}$$

Usaremos = $\emptyset 3/8 @ 0.58\text{m}$

Se colocará @ 0.22m

Refuerzo longitudinal:

Por flexión:

$$A_s = MF/F_y \times Z$$

$$\text{Siendo } Z = 0.90 \times d = 23.73 \text{ cm}$$

$$MF = W \times L^2/8 = 1.193 \times 1.00^2 / 8 = 0.149 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

Reemplazando:

$$A_s = 14909.63/4200 \times 23.73 \text{ cm} = 0.150 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.002 \times b \times d = 1.582 \text{ cm}^2$$

Por torsión:

$$\text{Empleando la fórmula: } A_1 = 2 \times (A_s / S) \times (b_1 + d) = 1.30 \text{ cm}^2$$

Según el RNE es considerado que la resistencia de la viga reforzada ha de ser mucho mayor que la resistencia de la viga sin el refuerzo, por lo que se aplica la siguiente fórmula:

$$T_{rs} = 0.6 \times b^2 \times h \times f'_c{}^{1/2} = 2.348 \text{ Tn} \cdot \text{m/m}$$

$$M_T = 0.361 \text{ Tn} \cdot \text{m}$$

Se tiene que $T_{rs} > M_T$.

Por tanto el total porcentaje de refuerzo por torsión ha de ser menor que el valor siguiente:

$$P_{it} \leq 6.40 \times (F'_c/F_y)^{1/2} = 1.431$$

$$P_{it} = A_1 \times (1 + 1/\phi_c) / (b \times h)$$

$$\text{Siendo } A_1 = 1.30 \text{ cm}^2$$

$$\phi_c = 0.9900$$

Remplazando, tenemos que:

$$P_{it} = 0.0029$$

Como se puede apreciar: $0.0029 < 1.431$, Ok.

Solo se considera el acero por la tracción y la flexión:

$$A_s \text{ total} = A_s \text{ flexión} + A_s \text{ tracción} = 1.582 + 0.07 \text{ cm}^2 = 1.65 \text{ cm}^2$$

Usando: 1 $\phi 1/2$ + 2 $\phi 1/2$

$$A \text{ total} = 3.80 \text{ cm}^2$$

Disposición final de acero en Viga: 2 $\phi 1/2$

Disposición final de acero en Viga :

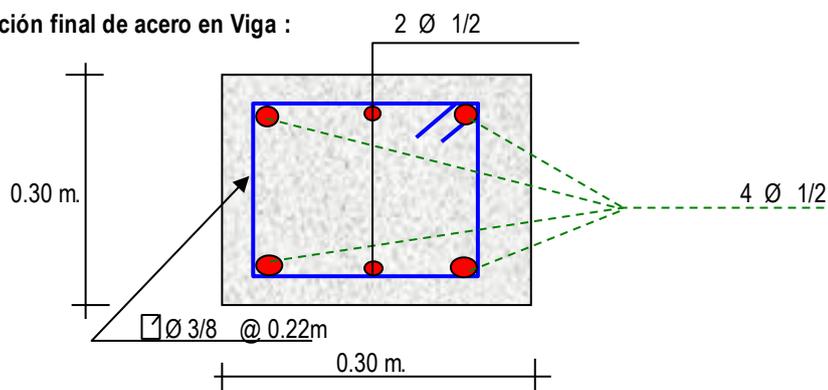


Figura 56. Disposición final de acero en viga
Fuente: Elaboración propia.

e.- Diseño de la cúpula:

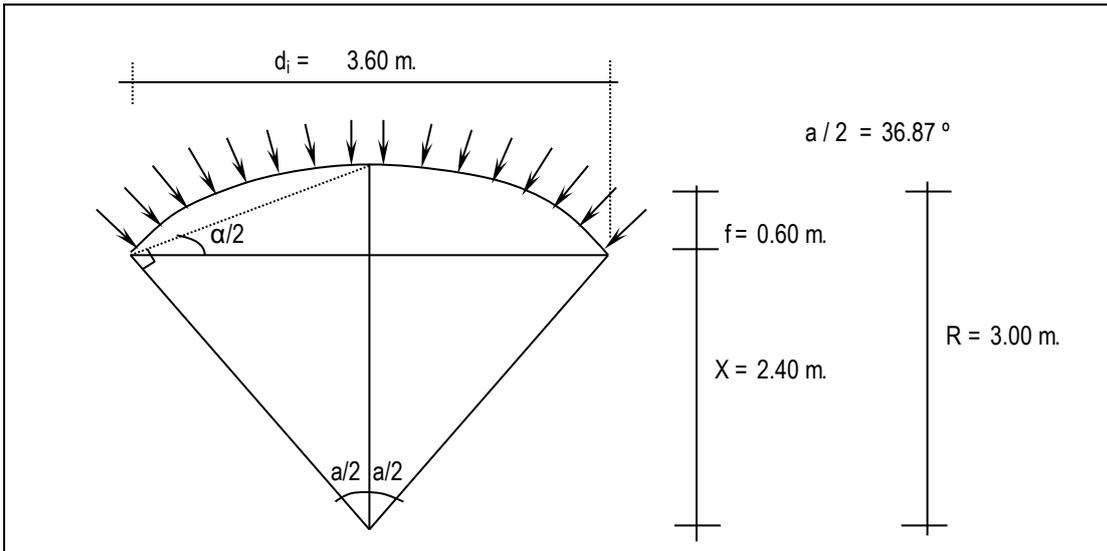


Figura 57. Diseño de la cúpula
Fuente: Elaboración propia.

Se ha de cortar por el centro, debido a su simetría, se ha de analizar por el método de las fuerzas:

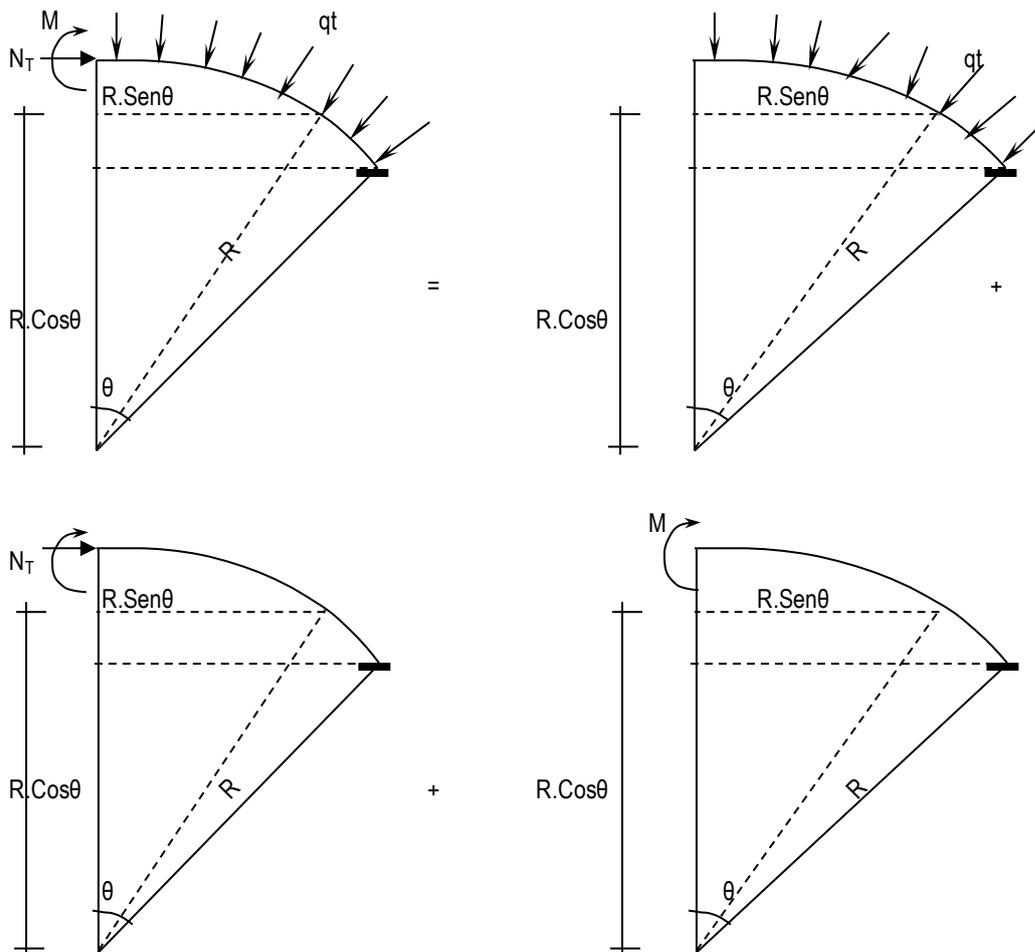


Figura 58. Corte analizado por el método de las fuerzas
Fuente: Elaboración propia.

Analizando la estructura se tiene que:

$$M = 0; N_T = W \cdot r,$$

Como se puede apreciar sólo existe esfuerzo normal en la estructura.

El encuentro entre la cúpula y la viga producen un efecto de excentricidad. Se aprecia en la gráfica:

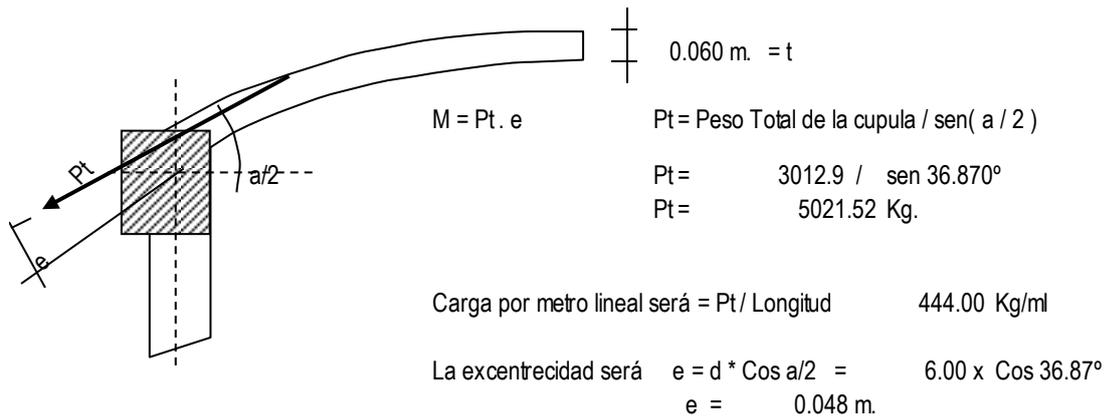


Figura 59. Excentricidad
Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto:

$$M = 0.44T_n \times 0.048 \text{ m} = 0.021 T_n\text{-m} / \text{m}$$

El esfuerzo actuante será:

$$NT = qt \times r = 444.00 \times 3.00 \text{ m} = 1.33 T_n.$$

Cálculo de acero:

* En muro o en pared delgada, el acero por metro lineal no ha de tener un exceso de: $A_s = 30 \times t \times f'c / f_y$, siendo:

$$t = \text{espesor de la losa} = 0.060 \text{ m.}$$

$$\text{Remplazando, se tiene: } A_s = 9 \text{ cm}^2$$

* Acero por efectos de tensión (A_t):

$$A_t = T / F_s = T / (0.5 \times F_y) = 1.33 / (0.5 \times 4200) = 0.63 \text{ cm}^2$$

* Acero por efectos de flexión (A_f):

Para este caso se colocará el acero mínimo:

$$A_{f \text{ min}} = 0.002 \times 100 \times 3.50 = 0.70 \text{ cm}^2$$

* Acero a tenerse en cuenta: $A_t + A_f < 9.00 \text{ cm}^2$

$$A_t + A_f = 1.33 \text{ cm}^2$$

Como podemos apreciar:

$$A_t + A_f < A_s \text{ max.}, \text{ Ok.}$$

$$5 \text{ } \emptyset \text{ } 3/8 \quad A_{\text{total}} = 3.56 \text{ cm}^2$$

Si cumple con el acero requerido

$$\emptyset 3/8 @ 0.20\text{m}$$

* Acero por efectos de la excentricidad:

$$M = 0.021 \text{ Tn-m}$$

$$\text{Recubrim} = 2.5\text{cm}$$

Tabla 34. Cálculo del acero

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	Ø	Total	Disposición
0.021	100.00	3.50	0.038	0.16	0.70	3/8 "	2.38	Ø 3/8 @ 0.30

Fuente: Elaboración propia.

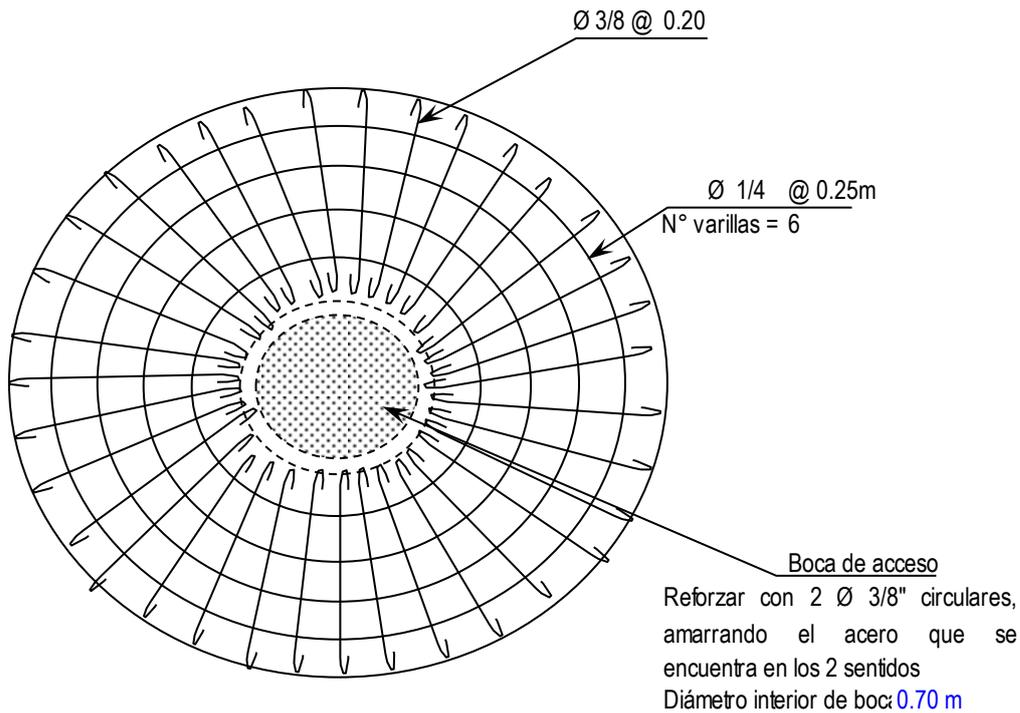


Figura 60. Disposición final del acero
Fuente: Elaboración propia.

Análisis sísmico del reservorio:

Para el diseño presente se ha de considerar las "Normas de Diseño Sismo – resistente E.030".

$$\text{FUERZA SÍSMICA} \rightarrow H = \frac{Z.U.S.C.P}{R}$$

$$R = 7.5$$

A la ductibilidad global de la estructura corresponde, además involucrando aspectos acerca del amortiguamiento y del comportamiento en próximos niveles a la fluencia.

Haciendo el reemplazo de todos estos valores en la fórmula general de "H", se tiene a continuación:

$$S_{JL} = Z^3$$

Factor de amplificación sísmica "C":

hn	1.40 m.	$T=hn/Cr=$	T =	0.031
Cr	45	$C=2.5(Tp/T)^{1.25}$		167.73
TP	0.9		C =	2.5

DATOS:	
Factor de suelo	1.40
factor de uso	1.30
factor de zona	0.35
factor de reduccion de la fuerza sism	7.50
numero de niveles	1.00

Determinación de la fuerza Fa como T es:

T<0.7	
Fa=0	

Peso total de la estructura: P

P = Peso de la edificación, para determinar el valor de H, se tendrá en cuenta 2 estados, Uno será cuando el reservorio se encuentra lleno y el otro cuando el reservorio se encuentra vacío.

Reservorio lleno:

$$P = P_m + P_s/c$$

Para el peso de la sobre carga Ps/c, se considera el 80% del peso del agua.

$$P_m = 35.8 \text{ Tn.}$$

$$P_{\text{agua}} = 10.18 \text{ Tn.}$$

$$P_s/c = 8.1 \text{ Tn.}$$

$$P = 43.93 \text{ Tn.}$$

$$\text{Reemplazando } H = 0.212 \times 43.93 = 9.3 \text{ Tn.}$$

$$\text{Para un metro lineal de muro, } L_m = 11.43 \text{ m.}$$

$$\text{Fuerza sísmica: } H = 0.816$$

Reservorio vacío:

$$P = P_m + P_s/c$$

Para el peso de la sobre carga Ps/c, se considera el 50% de la estructura.

$$P_m = 35.78 - 10.2 \text{ Tn.} = 25.61$$

$$P_{s/c} = 12.80 \text{ Tn.}$$

$$P = 38.41 \text{ Tn.}$$

$$\text{Reemplazando } H = 0.212 \times 38.41 = 8.16 \text{ Tn.}$$

$$\text{Fuerza sísmica: } H = 0.714$$

Diseño sísmico de muros:

Como se mencionaba anteriormente, se tendrán 2 casos, Cuando el reservorio se encuentra Lleno y Cuando está vacío.

Reservorio lleno:

El Ing. Oshira Higa en su Libro de Antisísmica (Tomo I), indica que para el diseño sísmico de muros las fuerzas sísmicas sean consideradas uniformemente distribuidas:

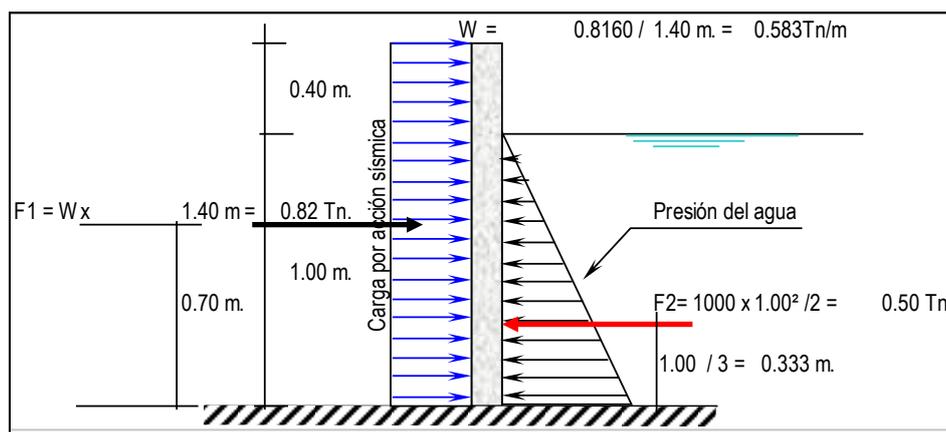


Figura 61. Reservorio lleno
Fuente: Elaboración propia.

$$M_1 = F_1 \times 0.70 \text{ m} = 0.571 \text{ Tn-m.}$$

$$M_2 = F_2 \times 0.33 \text{ m} = 0.167 \text{ Tn-m.}$$

<p>Momento Resultante = $M1 - M2 = 0.571 - 0.167 = 0.405$ $M_r = 0.405$ Este momento es el que absorbe la parte traccionada por efecto del sismo.</p>

Importante: Chequeo de "d" con la cuantía máxima:

$$d_{\text{máx}} = [0.53 \times 105 / (0.236 \times F'c \times b)]^{1/2} = 3.27 \text{ cm.}$$

El valor de "d" con el que se está trabajando es mayor que el "d" máximo, Ok.

Tabla 35. Cálculo del acero vertical (1)

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	1/2	Total	Disposición
0.405	100.00	8.00	0.321	1.37	1.60	0.0020	3	3.80	Ø 1/2 @ 0.33

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo del acero horizontal:

Se considera el acero mínimo que es $A_s = 1.60 \text{ cm}^2$

1/2	Total	Disposición
4	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

Reservorio vacío:

La idealización es de la siguiente manera (ver gráfico):

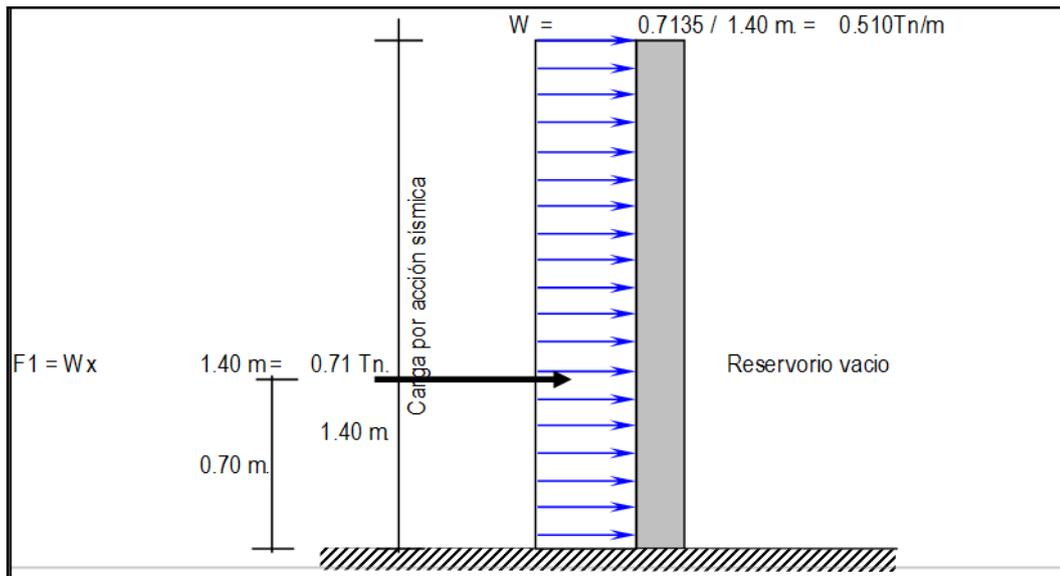


Figura 62. Reservorio vacío

Fuente: Elaboración propia.

$$M1 = F1 \times 0.70 \text{ m} = 0.499 \text{ Tn-m} = Mr$$

Por efecto del sismo este momento es el que es absorbida la parte traccionada.

Importante: Chequeo de "d" con la máxima cuantía:

$$d_{\text{máx}} = [0.53 \times 10^5 / (0.236 \times F'c \times b)]^{1/2} = 3.27 \text{ cm.}$$

El valor de "d" con el que se está trabajando es mayor que el "d" máximo, Ok!

Tabla 36. Cálculo del acero vertical (2)

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	1/2	Total	Disposición
0.499	100.00	8.00	0.399	1.69	1.60	0.0021	3	3.80	Ø 1/2 @ 0.33

Fuente: Elaboración propia.

1/2	Total	Disposición
4	5.07	Ø 1/2 @ 0.25

Cálculo del acero horizontal:

Se considera como acero a $As \text{ min} = 1.60 \text{ cm}^2$

Disposición final de acero en los muros:

El diseño vertical definitivo de la pared del reservorio es dado debido a la desfavorable combinación; la cual se realiza mediante la combinación del diseño estructural en forma de pórtico invertido; en el cual:

$M_u = 0.26 Tn-m$ y un $As = 0.87 \text{ cm}^2$

Por otro lado, en la más desfavorable condición del diseño sísmico se muestra un:

$M_u = 0.50 Tn-m$ y un $As = 1.69 \text{ cm}^2$, le corresponde una condición cuando el reservorio está vacío se considera el momento máximo finalmente:

$M M = \text{Momento Máximo} = 0.499 \text{ Tn - m}$

Con este momento total se calcula el acero que irá en la cara interior del muro.

Tabla 37. Cálculo del acero en la cara interior del muro

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	a (cm)	As (cm ²)	As min	p=As/bd	1/2	Total	Disposición
0.499	100.00	8.00	0.399	1.69	1.60	0.0021	6	7.60	Ø ½ @ 0.17

El acero horizontal será el mismo que el ya calculado, permaneciendo de tal forma la disposición de acero siguiente.

Asimismo el acero calculado con el M= 0.50Tn-m se ha de ubicar en la cara exterior de los muros.

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Tabla 38. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
X1 = Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos	Diseño de un sistema cuyo propósito fundamental es la de otorgar una entrega de agua a los habitantes de una localidad, en cantidad y en calidad adecuadas para las satisfacción de sus necesidades para la supervivencia (Jiménez, 2013, p. 16), mediante el empleo de controles electrónicos.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural incluyendo controladores electrónicos.- En diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable en un centro poblado rural considera las siguientes ejecuciones: (a) fuente, (b) obras de conducción, (c) reservorio, (d) redes de distribución, (h) servicio al usuario.	1. Fuente 2. Obras de conducción 3. Reservorio 4. Redes de distribución 5. Servicio al usuario	1.1. Fuente 2.1. Línea de impulsión 2.2. Bomba centrífuga 2.3. Válvula de purga 2.4. Válvulas de aire 3.1. Tipo de reservorio 4.1 Línea de aducción 4.2. Red abierta o ramificada 4.3. Válvulas 4.3.1. Válvulas de seccionamiento 4.3.2. Válvulas de purga 5.1. Conexión domiciliaria 5.2. Caja de registro de agua potable 5.2.1 Smart valve	Nominal
X2 = Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural	Diseño del sistema de alcantarillado cuyo propósito es el retiro de las aguas ya usadas en una población, las cuales están contaminadas, las cuales reciben el nombre genérico de aguas residuales; además sirven para el retiro de las aguas pluviales (Jiménez, 2013, p. 21).	Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.- El diseño del sistema de desagüe tiene que considerar: (a) tuberías colectoras, (b) buzones, (c) acometida domiciliaria.	1. Tuberías colectoras 2. Buzones 3. Acometida domiciliaria	1.1. Tuberías principales 1.2. Ramales colectores 2.1. Buzones de concreto 3.1. Caja de registro	Nominal

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

Instrumento para la variable 1 y la variable 2: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores eléctricos y Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural

Ficha técnica:

Nombre: Lista de Verificación del Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Rurales.

Autor: Marcos Walter Acosta Montedoro, Magíster, Ingeniero CIP, Investigador Científico.

Año: 2019.

Procedencia: Norma establecida por parte del Gobierno Del Perú, a través del documento denominado “Parámetros de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales”, emitido en setiembre de 2004.

Número de ítems: 20 ítems.

Tiempo de aplicación: Lo necesario para recabar la información, en un día.

Tipo de escala: No hay.

División: Ver tabla 9

Validación: La validación se dio de acuerdo al criterio de juicio de expertos, lo cual incluye al creador del instrumento.

Tabla 39. Variables de operacionalización

Variable	Dimensiones	Indicadores/Items
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural, incluyendo controladores electrónicos	1. Fuente	1.1. Fuente
	2. Obras de conducción	2.1. Línea de impulsión
		2.2. Bomba centrífuga
		2.3. Válvula de purga
		2.4. Válvulas de aire
	3. Reservorio	3.1. Tipo de reservorio
	4. Redes de distribución	4.1 Línea de aducción
4.2. Red abierta o ramificada		
4.3. Válvulas		
5. Servicio al usuario	4.3.1. Válvulas de seccionamiento	
	4.3.2. Válvulas de purga	
	5.1. Conexión domiciliaria	
Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural	1. Tuberías colectoras	5.2. Caja de registro de agua potable
		5.2.1. Smart valve
	2. Buzones	1.1. Tuberías principales
		1.2. Ramales colectores
3. Acometida domiciliaria	2.1. Buzones de concreto	
	3.1. Caja de registro	

Población objetivo: Asentamiento Humano Asociación Familiar Esperanza Del Hogar, San Juan De Lurigancho – Perú, 2020

Objetivo: Medir las variables X_1 =Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural y X_2 =Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural.

Observaciones: Para poder llevar a cabo con el propósito de la investigación, es recomendable considerar las siguientes normas, sin desmedro de otras que también puedan considerarse:

- Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)
- II.3 Obras de Saneamiento
- OS.010 Captación y Conducción de Agua para el Consumo Humano
- OS.030 Almacenamiento de Agua para el Consumo Humano
- OS.040 Estaciones de Bombeo de Agua para el Consumo Humano
- OS.050 Redes de Distribución de Agua para el Consumo Humano
- OS.070 Redes de Aguas Residuales
- OS.100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria
- Reglamento de Elaboración de Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado para Habilitaciones Urbanas de Lima Metropolitana y Callao (Sedapal).

Escala de medición: Nominal

Sí = 1

No = 0

Anexo 3: Lista de Verificación del Diseño del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Rurales

Marque con una X la respuesta que considere correcta:

Tabla 40. Lista de verificación de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores/Ítems	¿Se consideró?
Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural	1. Fuente	1.1. Fuente	Sí No
	2. Obras de conducción	2.1. Línea de impulsión	Sí No
		2.2. Bomba centrífuga	Sí No
		2.3. Válvula de purga	Sí No
		2.4. Válvulas de aire	Sí No
	3. Reservorio	3.1. Tipo de reservorio	Sí No
	4. Redes de distribución	4.1 Línea de aducción	Sí No
		4.2. Red abierta o ramificada	Sí No
		4.3. Válvulas	
		4.3.1. Válvulas de seccionamiento	Sí No
	4.3.2. Válvulas de purga		Sí No
5. Servicio al usuario	5.1. Conexión domiciliaria	Sí No	
	5.2. Caja de registro de agua potable		
	5.2.1. Smart valve	Sí No	
Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado	1. Tuberías colectoras	1.1. Tuberías principales	Sí No
		1.2. Ramales colectores	Sí No
	2. Buzones	2.1. Buzones de concreto	Sí No
	3. Acometida domiciliaria	3.1. Caja de registro	Sí No

Anexo 4: Certificados de validación de los instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO ASOCIACIÓN FAMILIAR ESPERANZA DEL HOGAR, SAN JUAN DE LURIGANCHO – PERÚ, 2019

N°	DIMENSIONES/Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE 1: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural							
1	Fuente	✓		✓		✓		
2	Captación	✓		✓		✓		
3	Obras de conducción	✓		✓		✓		
4	Tratamiento de agua	✓		✓		✓		
5	Estaciones y equipos de bombeo	✓		✓		✓		
6	Reservorio	✓		✓		✓		
7	Redes de distribución	✓		✓		✓		
8	Servicio al usuario	✓		✓		✓		
9	Desinfección	✓		✓		✓		
	VARIABLE INDEPENDIENTE 2: Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural							
10	Tuberías colectoras	✓		✓		✓		
11	Buzones	✓		✓		✓		
12	Acometida domiciliaria	✓		✓		✓		
13	Disposición de excretas	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (✓) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. Mgtr: Jenny Salazar Flores DNI: 02894821

Especialidad del validador: Doctor, especializado en validación de instrumentos científicos

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Firma del Experto Informante



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y DESAGÜE PARA EL ASENTAMIENTO HUMANO ASOCIACIÓN FAMILIAR ESPERANZA DEL HOGAR, SAN JUAN DE LURIGANCHO – PERÚ, 2019

N°	DIMENSIONES/Ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE 1: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para un centro poblado rural							
1	Fuente	X		X		X		
2	Captación	X		X		X		
3	Obras de conducción	X		X		X		
4	Tratamiento de agua	X		X		X		
5	Estaciones y equipos de bombeo	X		X		X		
6	Reservorio	X		X		X		
7	Redes de distribución	X		X		X		
8	Servicio al usuario	X		X		X		
9	Desinfección	X		X		X		
	VARIABLE INDEPENDIENTE 2: Diseño del sistema de desagüe para un centro poblado rural							
10	Tuberías colectoras	X		X		X		
11	Buzones	X		X		X		
12	Acometida domiciliaria	X		X		X		
13	Disposición de excretas	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable (X) Aplicable después de corregir () No aplicable ()

Apellidos y nombres del juez validador: Dr. /Mgtr. Acosta Montedoro, Marcos Walter DNI: 07008061

Especialidad del validador: Investigador Científico, Experto en Redacción Científica, Magister y con Doctorado. Ingeniero.

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.


 Firma del Experto Informante