



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**"Comportamiento hidráulico de la red de agua según
condiciones morfológicas con software convencionales -
urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. Jaimes Montalvo Edinson Richard (ORCID: 0000-0001-5872-6742)

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002- 1968-9122)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA:

Agradezco infinitamente a Dios por darme las fuerzas necesarias y permitir concretar uno de mis objetivos, también por ser mi fortaleza en los momentos débiles y decirle a mi padre que está en los cielos misión cumplida.

A mi madre, esposa e hijos Maubil y Merlu por brindarme tiempo y su valioso apoyo, para cumplir con mi obligación académica y mis objetivos.

AGRADECIMIENTO:

A la Universidad y Escuela Profesional de Ingeniería Civil por ser mi casa de estudios para el desarrollo de mi carrera.

A mis estimados docentes que gracias a sus enseñanzas hicieron posible mi formación profesional.

Al asesor designado de la universidad Cesar Vallejo, por su orientación y asesoría durante el desarrollo de la presente tesis de investigación.

Contenido	Pag.
DEDICATORIA:.....	i
AGRADECIMIENTO:.....	ii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I.CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	1
III. MÉTODO.....	31
3.1. Tipo y Diseño de investigación.....	31
3.2. Operacionalización de Variables.....	31
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	32
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	32
3.5. Procedimiento de Aplicación.....	40
3.6. Método de análisis de datos.....	40
3.7. Aspectos éticos.....	41
IV. RESULTADOS.....	42
V. DISCUSIÓN.....	115
VI. CONCLUSIONES.....	121
VII. RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	125
ANEXO:.....	128

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de evaluación de nodos.....	8
Tabla 2. Propiedades de evaluación de tuberías	8
Tabla 3. Propiedades de evaluación	11
Tabla 4. Propiedades de evaluación de tuberías	11
Tabla 5. Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías	15
Tabla 6. Elementos y caudales de diseño	19
Tabla 7. Población/Diámetro Mínimo	20
Tabla 8. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable	21
Tabla 9. hogares particulares con ocupantes, según área urbana y rural; y tipo de abastecimiento de agua, 2007 y 2017.....	25
Tabla 10. Coeficientes de Variación según Guía MEF Ámbito Rural	28
Tabla 11. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).	30
Tabla 12. Dimensiones de la captación N° 01.....	45
Tabla 13. Dimensiones de la captación N° 02.....	46
Tabla 14. Tabla de la caja de reunión	47
Tabla 15. Dimensiones del reservorio	48
Tabla 16. Datos de diseño	50
Tabla 17. Parámetros de Diseño.....	50
Tabla 18. Contribución de Instituciones Educativas	50
Tabla 19. Ficha de datos de la I.E. N°356 -Nuestra señora de la Asunción.....	51
Tabla 20. contribución del albergue	51
Tabla 21. aporte de consumo.....	52
Tabla 22. Resumen de consumo no domestico	52
Tabla 23. Cálculo de consumo domestico.....	52
Tabla 24. Datos de diseño de caudales	52
Tabla 25. Parámetros de diseño	52
Tabla 26. Criterio de diseño	52
Tabla 27. Consolidados de los datos	54
Tabla 28. Análisis de la demanda y oferta	55
Tabla 29. Resultado de tubería modelados:.....	77
Tabla 30. Resultado de tubería modelados.....	84
Tabla 31. Resultado de reservorio.	86

Tabla 32. Resultado de Válvulas de control VC	86
Tabla 33. Válvulas de control de Presiones VCP	88
Tabla 34. Modelamiento	92
Tabla 35. cuadro para el llenado de información de modelamiento	98
Tabla 36. Reporte de cuadros de los nodos de la red	104
Tabla 37. Reporte de cuadros de tuberías de la red.	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Software de modelamiento Epanet	6
Figura 2. Software de modelamiento Epanet	9
Figura 3. Sistema de agua potable.....	13
Figura 4. Masa de un fluido incompresible	14
Figura 5. Sección de una tubería a presión.....	15
Figura 6. Medidores de presión con el manómetro	16
Figura 7. Lecturas de la presión con el manómetro.	17
Figura 8. Transmisores de presión.....	17
Figura 9. Diámetro de tuberías.....	19
Figura 10. Plan nacional de saneamiento	22
Figura 11. Pantallazo de plataforma mi distrito	22
Figura 12. Reporte estadístico de la plataforma mi distrito	23
Figura 13. Tasa de crecimiento promedio anual 1993-2002 y 2007-2017.	24
Figura 14. Población total y tasa de crecimiento promedio anual, 1940-2017, por región.	24
Figura 15. Localización geográfica del proyecto	43
Figura 16. Captación N° 01	45
Figura 17. Captación N°02	46
Figura 18. Caja de reunion	47
Figura 19. CRP-6:1.	48
Figura 20. CRP-6: 2	48
Figura 21. Reservorio.....	49
Figura 22. Gráfico crecimiento poblacional	55
Figura 23. Gráfico de balance oferta vs demanda.....	56
Figura 24. Configuración para Inicio del Software WaterCad.....	57
Figura 25. Procedimiento para denominar modelo en software WaterCad	58
Figura 26. Disposición de unidades	59
Figura 27. Condiciones de dibujo	59
Figura 28. propiedades de calculo	60
Figura 29. Propiedades de calculadora	60
Figura 30. Configuración del tipo de fluido	61
Figura 31. Prototipos para el modelado	62

Figura 32. Levantamiento topográfico	62
Figura 33. Diagrama de la red.....	63
Figura 34. configuración de la opción Pipe.....	63
Figura 35. configuración de la herramienta pipe opción tuberías	64
Figura 36. Topografía en el modelo	65
Figura 37. Modelo del sistema de agua potable y sus componentes modelados.	66
Figura 38. Representación de velocidades en la red de distribución.	67
Figura 39. Otra lectura de velocidades en la red de distribución.....	68
Figura 40. Representación de nodos en la red de distribución.....	69
Figura 41. Representación de caudales evaluados en los nodos en la red de distribución.	70
Figura 42. Diámetro de tuberías representado por colores	71
Figura 43. Representación de Demanda y Resultado.....	72
Figura 44. Representación de Demanda de la red de distribución.....	73
Figura 45. Representación de Demanda por viviendas.....	74
Figura 46. Reporte de resultados de modelamiento.....	75
Figura 47. Representación de Demanda y Resultado.....	76
Figura 48. Plataforma Workspace del EPANET	89
Figura 49. Configuración de unidades Epanet	90
Figura 50. Configuración del proyecto.....	90
Figura 51. Opciones de esquema	91
Figura 52. configuración de etiquetas	92
Figura 53, Propiedades conexiones	93
Figura 54. Propiedad para añadir tuberías	93
Figura 55 . Grafica de nodos	94
Figura 56. Modelado completo de puntos y tuberías de la red de distribución.....	94
Figura 57. Cálculo de nodos y tuberías	95
Figura 58. Selección de nodos de la red	95
Figura 59. Caudal de tuberías	96
Figura 60. Identificación de conexiones	97
Figura 61. Presiones niveladas	98
Figura 62. Representación de nodos en la red de distribución.....	99
Figura 63. Representación de la demanda y demanda base en nodos.	100

Figura 64. representación de nudos.....	101
Figura 65. Representación de las presiones y caudal empleados en el modelamiento.....	102
Figura 66. Representación de los diámetros tuberías empleados en el modelamiento.....	103

RESUMEN

La Urbanización la Colina se encuentra ubicado en el Barrio de Acovichay Nor Este del distrito de Independencia – Huaraz – Ancash; el distrito de independencia se encuentra en un proceso de expansión urbana debido al incremento poblacional y por consiguiente ha colapsado el sistema precario de agua potable que cuenta, la misma que ha sido ejecutada el año 2011, por el Gobierno Distrital de Independencia, razón por la cual es un barrio con un alto índice de discontinuidad y cobertura del servicio de agua potable.

Por esta razón, se ha evaluado los componentes de la red de agua potable, con la finalidad de determinar la problemática existente; Según la evaluación realizada, se ha determinado que ha existido muchas deficiencias técnicas, el sistema de captación no cuenta con una posa de sedimentación adecuada y optima, del mismo modo la línea de conducción es insuficiente, debido al incremento exponencial de la demanda de la población, del mismo modo en cuanto a la red de distribución se ha podido identificar que hay manzanas en el sector de estudios carece de agua.

El proyecto de investigación consiste diseñar un Sistema de Agua Potable Optimo que cumpla con los parámetros establecidos por la norma de sistema de abastecimiento de agua para el ámbito rural. Este brindara agua potable a 398 familias, una Institución Educativa de 94 alumnos en el año de diseño y un Albergue Infantil de 08 persona. Para esto, se ha realizado el diseño de infraestructuras hidráulicas proyectadas a 20 años, actualmente la comunidad cuenta con 1737 habitantes y en la vida útil del sistema se tendrá una población final de 1894 habitantes.

La metodología empleada en la investigación es de tipo correlacional, descriptiva no experimental, la recopilación de datos se realizó de manera personal en la zona de investigación; Se empleará software Watercad y Epanet para realizar el modelamiento y análisis de la red de agua y las condiciones morfológicas de los componentes de la red y el Autocad para el diseño.

Palabras clave: Red de agua potable, condiciones morfológicas, Watercad, Epanet y Autocad.

ABSTRACT

La Colina Urbanization is located in the Acovichay Northeast neighborhood of the district of Independencia - Huaraz - Ancash; The district of Independence is in a process of urban expansion due to the population increase and consequently the precarious drinking water system that it has has collapsed, the same that has been executed in 2011, by the District Government of Independence, reason for the which is a neighborhood with a high rate of discontinuity and coverage of the drinking water service.

For this reason, the components of the drinking water network have been evaluated, in order to determine the existing problem; According to the evaluation carried out, it has been determined that there have been many technical deficiencies, the catchment system does not have an adequate and optimal sedimentation pool, in the same way the conduction line is insufficient, due to the exponential increase in the demand of the population In the same way, regarding the distribution network, it has been possible to identify that there are blocks in the study sector that lack water.

The research project consists of designing an Optimal Drinking Water System that complies with the parameters established by the water supply system standard for rural areas. This will provide drinking water to 398 families, an Educational Institution of 94 students in the year of design and a Children's Shelter of 08 people. For this, the design of hydraulic infrastructures projected for 20 years has been carried out, currently the community has 1737 inhabitants and in the useful life of the system there will be a final population of 1894 inhabitants.

The methodology used in the research is of a correlational, descriptive, non-experimental type, the data collection was carried out personally in the research area; Watercad and Epanet software will be used to perform the modeling and analysis of the water network and the morphological conditions of the network components and Autocad for the design.

Keywords: Drinking water network, morphological conditions, Watercad, Epanet and Autocad.

I. CAPÍTULO: INTRODUCCIÓN

El agua es vital para la dignidad de todas las personas; solo dos tercios de los habitantes del mundo cuenta con el acceso a estos servicios de calidad según los parámetros establecidos; El crecimiento demográfico y la rápida urbanización, exigen plantean retos considerables para la seguridad del elemento esencial para la subsistencia de la vida; el agua.

Con la finalidad de intentar revertir esta situación, el Organismo de las Naciones Unidas (ONU), incorporo el líquido elemento (el agua), en el sexto punto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a alcanzar antes del año 2030, en la cual se busca lograr el acceso a un precio accesible para todos. (Informe ONU 2019).

La calidad del agua perdura tanto en los países de primer mundo y en los países sub desarrollados, la misma que aumenta consecuencias perjudiciales para la salud, debido al consumo del agua de mala calidad.

La (OMS) delimita al agua saludable como aquella que presenta propiedades químicas, microbianas y físicas que cumplen con sus criterios de calidad para el consumo humano.

A través de la Ley N° 30588 - 2017, se reconoció expresamente como un Derecho Constitucional el Acceso al Agua, incorporándose el artículo 7-A de nuestra carta magna.

Según el censo del 2017, se obtuvo que el 67,1% de los hogares encuestados se abastecen de agua por sistemas de agua potable en unas condiciones óptimas dentro y los 32.9 se dan en condiciones no optimas, se abastecen del líquido de aguas subterráneas, pilón de uso público, de rio, manantial, acequia camión cisterna, agua de lluvia y/o nieve derretida y otros mecanismos no apropiados que garanticen el abastecimiento del agua de calidad (INEI, 2018a).

La DIGESA – MINSA – DS N°031-2010-SA; crea dispositivos normativos referente a las prácticas y gestión del agua de calidad para consumo humano, para garantizar su salubridad, para asegurar el bienestar y la salud de las personas.

Con, INFORME N° 004-2020-SUNASS-DPN; presenta el proyecto inicial de clasificación de calidad de servicios de saneamiento en las pequeñas ciudades.

En la misma línea con Resolución Ministerial N°192-2018 - Vivienda, El MVCS, Aprueba el Instrumento Técnica en la se contempla opciones técnicas para la implementación de sistemas de agua potable en el ámbito rural.

Urbanización la Colina alberga acerca de 400 familias, cantidad de beneficiarios, la población cuenta con agua sin potabilizar, la misma que es conducida a la población por efecto de la gravedad, el servicio no tiene calidad y no es permanente; el sistema de agua existente fue ejecutado por el gobierno local, municipalidad distrital de Independencia – Huaraz – Áncash, en la cual contemplaba como vida útil de dotación según crecimiento de la población por 20 años, con una cantidad de beneficiarios de 100 familias en el año de ejecución – 2011, y que al 2021 se tiene 400 familias beneficiarias; indicio que a la fecha hay un crecimiento exponencial, del mismo modo se observa que el caudal en la captación es óptima, y que existe un rebose muy considerable que se puede aprovechar para ampliar el servicio, y del mismo modo optimizar la captación ya que también existe fuga de agua en la captación, existe fallas técnicas en las captación 1 y 2, las cuales está construido sin un criterio técnico, que no cuenta con los componentes que comprende una captación, posa de sedimentación de partículas (desarenador), del mismo modo se ha podido visualizar que la línea de conducción no es suficiente para la cantidad de beneficiarios existentes, que es de 2", sumado a ello que la captación cuenta con fallas técnicas que ha permitido que el sistema de conducción se obstruya, por la existencia de partículas (arena, malezas y tierra), por lo cual se pudo constatar que el reservorio solo llena una cuarta parte de su capacidad, por lo cual existe desabastecimientos en algunos sectores del sector en estudio; por consiguiente la administración del servicio de agua (JASS LA COLINA), está generando malestar en los usuarios, debido al desabastecimiento del servicio, con mucha frecuencia; En esa premisa, la Investigación busca facilitar una alternativa de solución de continuidad y abastecimiento del agua a favor de los beneficiarios.

Del análisis se ha llegado al **problemática** del trabajo de investigación siendo el **problema principal** ¿Qué los componentes del sistema captación, líneas de conducción y distribución presentan fallas técnicas, la misma que viene ocasionando problemas de desabastecimiento la cual afectan a los usuario por la continuidad y cobertura de dicho servicio por consiguiente a la mala calidad del agua?; siendo el **objetivo general** Diagnosticar el Comportamiento hidráulico de la red de agua con software convencionales; del mismo modo, los **objetivos específicos** es Calcular y Evaluar la incidencia del comportamiento hidráulico de la red de agua con software Epanet y Watercad, del mismo modo Comparar los resultados del modelamiento de la red de agua en la urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021, con el fin de Diseñar una propuesta para mejorar la red de agua con la finalidad de satisfacer las demandas del servicio de agua de los usuarios. Por cuanto **Justifico** la investigación dando a conocer que el tema fue seleccionado por mi persona y también al ser parte afectado del servicio como usuario; ya que se buscara alternativas de solución al problema, que mediante visitas a campo pude percibir el problema que viene ocasionando la falta de agua en la Urbanización la Colina:

Justificación teórica; el presente trabajo de investigación estará enmarcada a los lineamientos al reglamento de nacional de edificaciones, norma S10, S50 y S100, y del mismo modo los criterios técnicos de la norma técnica aprobado con Resolución Ministerial N°192-2018 - Vivienda, con la que se Aprueba el Instrumento Técnica en la que se contempla Opciones Técnicas para la implementación de sistemas de agua en lugares de ámbito rural, del mismo modo la investigación se enmarca a los conceptos de comportamientos hidráulicas mediante el uso de los software convencionales como es el Watercad, Epanet y Autocad.

La **Justificación metodológica;** del presente trabajo de investigación se desarrollará en concordancia a las normas técnicas vigentes en la materia, cumpliendo los procedimientos y metodologías que se emplearan para el desarrollo de la investigación las mismas que se encuentran justificados y corroboradas según las investigaciones científicas desarrolladas.

La justificación técnica; será la observación directa, la misma que nos permitirá terminar el estado real de los componentes de la red de agua, con la finalidad de determinar las alternativas de solución al problema existente con el uso de los softwares computacionales.

La Justificación social; del presente trabajo de investigación está enmarcada a cumplir un Derecho que es agua, la misma que nos otorga la Calidad de vida, la cual conlleva a una vida digna y que garantiza la salud.

La Justificación económica; conlleva que la dotación del agua de calidad significa de conservar una vida saludable por lo tanto el crecimiento económico de los usuarios por contar con la vida saludable.

El método será Analítico, la cual mediante nuestra de investigación buscaremos encontrar una solución de optimización del servicio de agua existente a favor de los pobladores del sector en estudio. La parte de la **metodología** empleada será Exploratoria, descriptiva, analítica y explicativa.

El diseño de la investigación para el presente estudio será del tipo descriptivo no experimental, siendo la **Población y la muestra**, la captación, conducción y red de distribución existente y así mismo los beneficiarios del servicio, urbanización la Colina, Huaraz, Ancash 2021; **la técnica** será de observación visual para la reclamación de datos durante la visita al campo y **como instrumento** se tendrá las fichas y encuestas; se **Concluye** que, con este proyecto de investigación beneficiara a un total de 400 habitantes, por lo cual también se obtuvieron resultados que se analizó a detalle y pueden ser utilizados para futuros proyectos de sistemas de agua potable, debido a que más del 70% de su población son de la zona rural del distrito de independencia.

II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales** tenemos a **Shanel Florián (2017)**, teniendo el **objetivo** de una propuesta para mejorar la red de agua existente - distribución, con la aplicación del modelo de simulación digital. Aplicándose la **Metodología** basada en cuatro etapas; Diagnóstico de la RDAP, construcción del modelo digital, calibración del modelo digital y la propuesta de optimización; Teniendo como **Resultados** que existe una reducción de tiempo en el análisis computacional. Finalmente se **Concluye** que el modelo digital optimizado del sistema de la red de distribución, permitirá mejorar las presiones de servicio, para lo cual empleo el programa EPANET, la cual ayudará a tomar decisiones a la institución prestadora de servicios para mejorar su funcionamiento.

Del mismo modo **Bravo Adriana (2017)**, en su investigación tuvo como **objetivo** El modelamiento de la línea de distribución; Aplicándose la **Metodología** la recopilación de datos y la aplicación del programa EPANET 2.0. Se tiene como **Resultados** Una vez realizada la simulación del sistema de distribución, se procedió a comparar la presión que nos proporciona el programa y las presiones tomadas en el campo mediante la utilización de un manómetro, lo cual no dio resultados equitativos, esto se debe a que en algunos domicilios de los diferentes sectores los medidores no se encuentran funcionando con normalidad, por la antigüedad del sistema de distribución, Para ello se realizó la esqueletización del sistema simplificando los tramos más pequeños y sustituyendo por nudos de consumo. Esto ayudará a que no existan caudales pequeños y la presión disminuya; la misma que **Concluye** con toda la información obtenida mediante trabajo de campo, se pudo realizar el estudio técnico, que consistía en plasmar en el plano la red de distribución existente, el consumo que mantiene cada domicilio, las presiones que mantiene la cabecera parroquial El Retiro, y los sitios El Recreo, Guarumal 1 y San Vicente; siendo el programa de modelo hidráulico EPANET 2.0., que es gran herramienta para la planificación de proyectos ya que el programa es oportuno y se apega a las necesidades que demanda el análisis.

Por último, **Maribel Pérez (2018)** Presenta su proyecto siendo el **Objetivo**; Ejecutar el análisis del proyecto de agua potable y la implementación de componentes como una Planta de Tratamiento; Aplicándose la **Metodología** el

uso de instrumentos de identificación en las fases del proyecto. Se tiene como **Resultados** que se tendrá resultados cualitativos y cuantitativos de acuerdo a los resultados de encuestas realizadas, los principales problemas que son las condiciones de la red de distribución; la misma que **Concluye** que la línea de distribución requiere un rediseño en diámetros y por donde va a ir tendida para cumplir con las presiones y velocidades adecuadas.

En el ámbito nacional **Domingo Vera (2018)**; fijo como **Objetivo**: determinar el comportamiento físico de la red; velocidad de flujo, presión de carga en conexiones, del sistema de distribución en el lugar de estudio. Aplicándose la **metodología** el uso dos programas, el WATERCAD V8i, Epanet y Watdis; Obteniendo como **resultado** que los tres softwares computacionales son muy valiosos y eficaces para el análisis hidráulico, coincidiendo los resultados lo cual demuestra son muy válidos y próximos entre sí. Finalmente se **concluye**: que los 3 softwares computacionales coinciden que el sector limitado por los nudos J-138 y J-196 tienen valores promedio superiores a los 65 m.c.a, y de igual manera las tuberías localizadas en la nomenclatura P-118 y P-210, tiene el valor promedio de 0.08 m/s de velocidad de flujo; en la que también demostró que ha existido el mal funcionamiento de las redes de distribución, ya que no cumplen con lo referido en la normativa que limita la presión en 50 m.c.a y la velocidad mínima de 0.6 m/s.

En esa misma línea **Karol Cotrado y Gonzalo Gutierrez (2019)**; propone como **Objetivo**: la Evaluación para mejora del sistema de la red de agua existente, mediante el modelamiento de la red; la **Metodología** es el método científico de tipo aplicada; teniendo como **Resultado** utilizando datos de campo, los softwares WaterCAD y Epanet y la hoja de cálculo. Se realizó el modelamiento la cual permitirá las posibles alternativas de mejoramiento de la red de agua existente. Finalmente se **Concluye** que los softwares arrojan resultados coherentes demostrando que el WaterCAD y el Epanet son programas prácticos y óptimos para evaluar redes de distribución de agua.

Por último, **Rosendo Agurto (2019)**; determino como **Objetivos General** mejorar red de agua potable en el lugar de estudio; Aplicándose la **Metodología** correlacional, descriptiva no experimental, teniendo como **Resultados** que el caudal de aforo en la captación es 1.5 l/s, c.m.d fue 0.856 l/s, y el c.m.h, 0.902 l/s;

el volumen de la infraestructura de almacenamiento del agua es de 15 m³. La propuesta de la nueva red contará con 97 unidades de tubos de PVC de Ø1 1/2", siendo una longitud total de 484 m y de Ø3/4" con una longitud total de 1915 metros de tubería en todo la red. Finalmente **Concluye** que empleo los software Sewercad para el modelamiento, posterior al procesamiento de datos obtenidos como la demanda, diámetros, kf.r (Manning), longitud de la tubería, cotas, obteniendo la verificación de las velocidades mayores a 0.3 m/s.

Según la revista científica MDPI (2019); propuso como **Objetivo:** el uso de modelos de pronóstico del agua para hacer políticas de gestión del agua. Siendo la **metodología** el usó de una máquina de vectores de apoyo (SVM) para pronosticar el consumo de agua. Dos modelos ANN fueron entrenados usando diferentes algoritmos: evolución diferencial (DE) y gradiente conjugado (CG); Obteniendo como **resultado** que el modelo ANN que fue entrenado con DE se desempeñó mejor que el ANN entrenado por CG y otros modelos predictivos (SVM, ES y MLR). Esta observación demuestra aún más la solidez de la computación evolutiva técnicas entre las técnicas de computación blanda. Finalmente se **concluye:** Que los modelos de computación blanda son excelentes modelos predictivos para problemas de gestión de la demanda. el modelo ANN-DE se desempeñó mejor que los otros modelos predictivos.

En esa misma línea la organización **EPA (2018)** en su Primera Conferencia Conjunta Internacional WDSA / CCWI 2018, Kingston, Ontario, Canadá, proponen como **Objetivo:** hacer una herramienta rutinaria que el agua las empresas de servicios públicos pueden utilizarlo con confianza para tomar decisiones importantes de diseño y operativas, en la cual la **Metodología** es el uso de la tecnología como los modelos hidráulicos, la misma que permitirá el servicio del agua de calidad, la cual es importante como medio para planificar, identificar y mitigar los efectos de un evento de contaminación intencional o accidental en un sistema de agua; Finalmente se **Concluye** que EPA ha desarrollado modelos y herramientas de software de simulación que incluyen TEVA-SPOT (Threat Ensemble Vulnerability Assessment- Herramienta de optimización de ubicación de sensores), CANARIO, EPANET-MSX (Extensión de múltiples especies), WST (Kit de herramientas de seguridad hídrica), EPANET-

RTX (extensión en tiempo real), RTX-LINK, premisa algoritmos de plomería y WNTR (Herramienta de red de agua para la resiliencia) para ayudar a la industria del agua a ser preparados y responder a peligros de todo tipo (EPA, 2006b, Janke et al., 2016; Haxton et al., 2018).

Por último **Walter M. Grayman (2018)**; determino como **Objetivos General** la presentación del documento que rastrea el desarrollo del modelado de las redes de distribución desde sus inicios, con la finalidad de optimizar el sistema; Aplicándose las **Metodologías** computacionales como el desarrollo de EPANET como herramienta de investigación y base para la mayoría de los modelos comerciales que se utilizan en la actualidad, Finalmente **Concluye** que el desarrollo de EPANET-MSX facilitó el modelado de múltiples especies que interactúan. El modelado de la calidad del agua en tiempo real se perfila como una dirección importante para el futuro modelado de la calidad del agua.

Sobre los hechos científicos **La Revista Iberoamericana de Ciencias ISSN 2334-2501 (2017)** en su publicación bimensual, dirigida al público iberoamericano, Presenta su **Objetivo**; el diseño del RDAP para aumentar el servicio de agua potable utilizando el programa EPANET por el crecimiento urbano y poblacional. Aplicándose la **Metodología** de uso de programas computacionales, Google earth, ArcGis, Microsoft Excel, ArcGis, EPANET y Empacad, Teniendo como **Resultado** el diseño y la modelación hidráulica, través de la información recabada como el flujo del caudal, velocidad, presiones en las tuberías son apropiadas para cumplir la demanda en lugar de estudio. Finalmente se **Concluye** que flujo de las presiones y la velocidad en las tuberías, las cuales han sido evaluados en los nodos son eficientes; por lo que pueden proveer de agua en base a la demanda calculada por habitante.

En esa misma línea la organización SIASAR presento un instrumento en (2017) con el **Objetivo** de socialización de instrumentos técnicos y administrativos que permitirán la maniobra de los sistemas de agua potable de los países que la integran, siendo la Metodología la información histórica y descriptiva. Como **Resultados** que el SIASAR siendo una herramienta de información básica; con el propósito de contar la información del abasteciendo de agua y el saneamiento rural existente en un país, ha sido contrastada y corroborada. Finalmente se

Concluye que el método SIASAR es libre que está apto para su uso de los países de bajos niveles de cobertura, autosostenibles de agua y saneamiento rural.

Por último, **Thomas Sjømoen Riis (2016)**; determino como **Objetivos General** investigar opciones para la cobertura optima y eficaz empelando estrategias para la demanda de agua, para incrementar la fiabilidad del servicio prestado; Aplicándose la **Metodología** de IWSA fue realizar una encuesta, en la que determino sobre la causa principal de la perdida de agua son las fugas las misma que no son contabilizadas; teniendo como **Resultados** de la tesis es el establecimiento de un vínculo entre un sistema centralizado; Base de datos SCADA y un HNSM. Finalmente Concluye Los conocimientos útiles en la extracción de datos proporcionarse junto con un ejemplo de cómo se pueden utilizar los datos en refinamiento del modelo. Se empleó un sistema piloto de suministro de agua en Oslo, llamado La red E3.

Variables de investigación

Variable independiente

Softwares convencionales (Watercad, Epanet y Autocad)

Existen diversos programas o software de cálculo análisis de redes de distribución o conducción, que tienen como base algorítmica los métodos; programas que facilitan reducir el tiempo de cálculo.

Tipos de métodos computacionales convencionales

Epanet es el software de análisis de comportamientos hidráulicas con la finalidad de realizar simulaciones en un periodo extendido del mismo modo te permite evaluar la calidad de agua en redes de distribución a presión; con la finalidad de modelar redes óptimos, eficientes y económicos, para lo cual se tendrá que determinar el caudal que trascurre por las tuberías, presión en cada del mismo modo te permite determinar la concentración de diferentes componentes químicos durante el periodo de simulación (manual de usuario del Epanet pag 13).

El uso del software es público y fue perfeccionado por la Organización de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). El software tiene la capacidad de realizar la evaluación del flujo de presiones del agua al interior de una red; tan

bien está diseñada para mejorar nuestros conocimientos y ser una herramienta de investigación (Epanet, 2017, pág. PortalWeb).

El software analiza hidráulicamente, los sistemas de tuberías para lo cual será importante las características, tipologías y condiciones físicas de las tuberías que integran el sistema, y de lo solicitado en las conexiones o nudos, con la finalidad de determinar la presión y las velocidades en nudos y tuberías; El EPANET tan bien permite evaluar el flujo de agua en función al tiempo de viaje de los las fuentes de depósito hasta los nodos de la red.

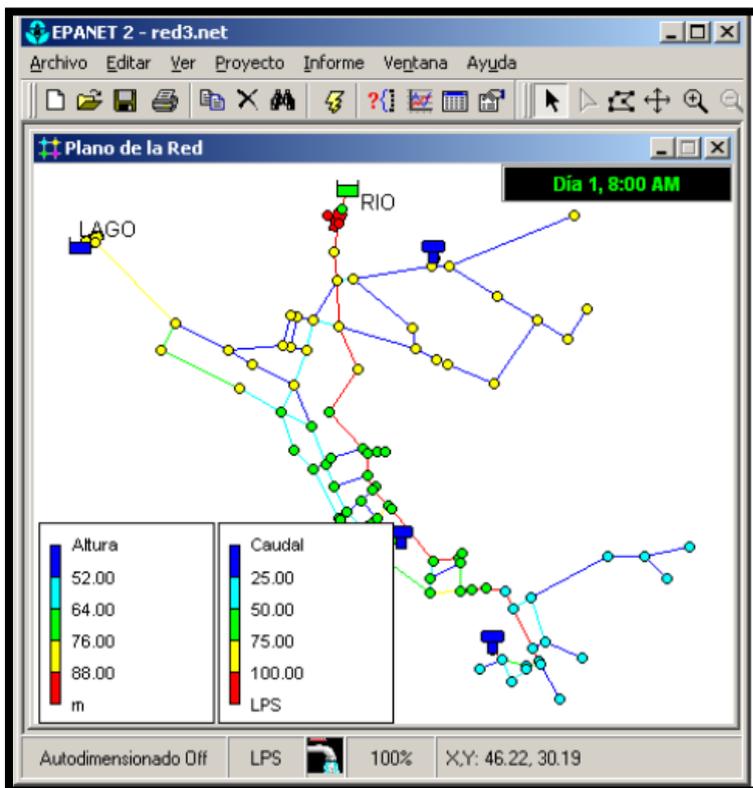


Figura 1. Software de modelamiento Epanet

Desarrollo de EPANET y software de modelado comercial.

En 1991, Lewis Rossman inició el desarrollo de EPANET y lanzó la primera versión en 1993; La versión española de EPANET 2.0 fue desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia “Grupo Multidisciplinario de Modelación de Fluidos”.

Las Propiedades del software EPANET posee de distintos elementos y comandos, que permiten la evaluación y modelamiento de la red, como la ventana principal, pestaña plana, visor y pestaña datos en la cual se consigna la información requerida para el modelamiento como los nudos, cota, demanda, altura y presión.

Las Características del software EPANET es el programa de análisis hidráulico orientado a redes de agua para sectores urbanos, es de acceso gratuito y código abierto; el programa realiza dos tipos de análisis:

Estudio del comportamiento hidráulico de la red; desarrolla cálculos hidráulicos de incógnitas de redes (presiones, caudales y velocidad) con la información consignadas en el software (cotas, longitud, diámetro, rugosidad, demanda, etc).

Análisis de la calidad del agua de la red. El programa contiene un modelo de evaluación de un compuesto químico disuelto en la red, la misma que es transportada por el agua por la red, que paralelo a ello cambia su concentración por las reacciones químicas.

Ventajas del Epanet; Fernando Alvarruiz Bermejo investigador de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), ha desarrollado el software que reduce el tiempo evaluación y modelamiento de las redes de agua y otra de las ventajas es que es gratuita y sus resultados son buenas para tomar decisiones.

En cuanto a las Desventajas es que es un programa desarrollada para el dimensionado de sistemas de abastecimiento urbano, y que al ser un programa nuevo requiere de práctica para operarlos.

Las Dimensiones del Epanet son sus propiedades para el modelamiento.

Los indicadores para el modelamiento, serán datos como nudos, cota, demanda, altura y presión.

La Escala de medición son Unidades de medida de las propiedades físicos de la red de agua que permita el modelamiento con el uso del software.

Los Instrumentos a emplear será la Recopilación de datos mediante el uso de encuestas y fichas técnicas, información que permitirá realizar el modelamiento.

Procedimientos; será como sigue:

1. Dibujar el esquema del sistema de agua.
2. Consignar las propiedades de las partes que componen la red de agua.
3. Elegir las opciones del cálculo.
4. Ejecutar la evaluación de la calidad de agua.
5. Extraer y revisar los resultados del diagnóstico del agua y el modelamiento.

Tabla 1. Propiedades de evaluación de nodos

Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)
1		

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 02: Propiedades de evaluación de tuberías

Tabla 2. Propiedades de evaluación de tuberías

Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad (mm)
1			

Fuente: Elaboración propia

Watercad: es un programa computacional que permite realizar simulaciones hidráulicas de redes de agua en un determinado punto (nodos), con la finalidad de analizar el consumo y las posibles pérdidas de presión o caudal, con el propósito de realizar el análisis del sistema de agua para encontrar los puntos en la cual se han originado las pérdidas; el programa de permite, exportar y importar a otros programas de modelamiento hidráulico.

El software WaterCAD es uno de los más conocidos métodos computacionales, de modelado hidráulico que admite la simulación a través de los elementos; Líneas (tubería), punto (Nudos, Tanques, e Hidrantes) Híbridos (Bombas, válvulas de control, Regulación y demás del mismo tipo).

El software emplea el método numérico de cálculo el método de elementos finitos y la aplicación de toda la base algorítmica del gradiente hidráulico.

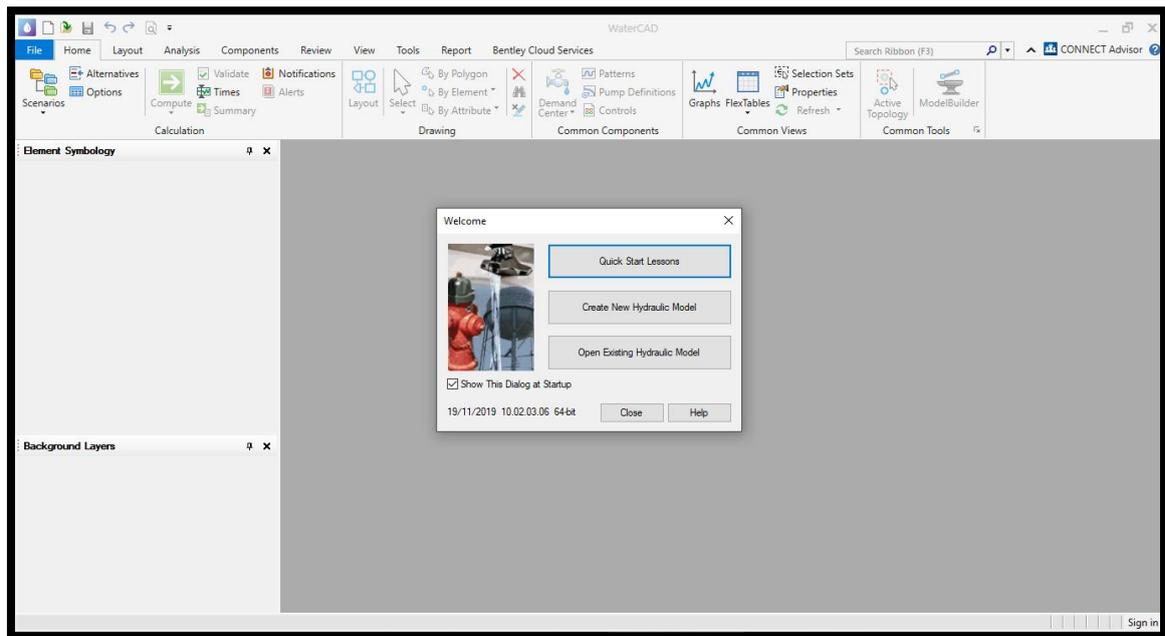


Figura 2. Portada del Software de modelamiento Epanet

Orígenes y Evolución del WaterCAD; inicialmente fue elaborado por la Empresa Haestad Methods llamado **CyberNet** a mediados de los 90's. La misma que fue adquirido por Bentley Systems en el año 2004; el programa de modelamiento pionero en la integración del modelo hidráulico en un entorno de CAD.

Propiedades; La facilidad de emplear el WaterCAD es ayudar diseñar, planificar y operar redes de administración de agua potable, mediante la cual permite aumentar capacidades de servicio y que el suministro del agua sea limpio, el WaterCad permite realizar diseños de óptimos y económicos.

Características; el WaterCAD nos ayuda a desarrollar una simulación hidráulica para lo cual se requiere componentes tales como: Línea (tramos de tuberías), Punto (nodos de consumo, reservorios, tanques e hidratantes) e Híbridos (válvulas de control, bombas y regulación), este sistema tiene las siguientes características:

- Modelación y gestión de riesgos de redes a presión.
- Análisis de la calidad del agua.
- Conexiones fuentes de datos externos.

- Comparación con medición de campo.

Ventajas; Nos admite desarrollar una evaluación del agua para determinar la mejora en la calidad mediante la simulación de movimientos de los productos químicos.

Desventajas; No cuentan desventajas, como todo programa, requiere mayores datos que el Epanet y determinada otros indicadores, pero que cumple la misma finalidad.

Las Dimensiones es Watercad y sus propiedades para el modelamiento.

Los indicadores para el modelamiento, serán datos como elevación, demanda, hidráulica y presión.

Escala de medición son las Unidades de medida de las propiedades que se empelaran el modelamiento.

Los Instrumentos de Recopilación de datos mediante el uso de encuestas y fichas técnicas.

Los Procedimientos para el uso del Software de análisis y modelado de redes de agua; con el propósito de que se diseñe nuevos sistemas hidráulicas y se gestione eficazmente es el siguiente:

1.- Construcción o esquematización de dibujo.

2.- Ingreso de información; contando el esquema de del dibujo del modelo, corresponde la alimentación de la información requerida para las simulaciones, tuberías, uniones, válvulas, tanques, bombas, etc.

2.1.- Tipos de información:

- **Información Física.** El modelador debe ingresar información como “elevaciones, diámetros, rugosidad, longitudes y tubería, coeficientes de pérdida, niveles de tanques y reservorios, coeficientes de emisor y curvas características de bomba”.
- **Consumo de agua.** El modelador deberá realizar aproximaciones del consumo de agua y las pérdidas de la red de agua. Para simular periodos

extendidos es indispensable ingresar patrones que representan la variación de caudales en el tiempo.

- **Información Operacional.** Es una información importante en simulaciones en período extendido. El usuario debe indicar como opera el sistema de distribución, mediante controles simples y lógicos para bombas, válvulas y tuberías.
- **Condiciones de frontera e iniciales.** Las condiciones de frontera le permiten al modelo inicializar el cálculo hidráulico basándose en valores de gradiente hidráulico conocido, y las condiciones iniciales indican el estado de ciertos elementos en el momento de la simulación.

3.- Creación de alternativas y escenarios

Las opciones y escenarios le permiten al usuario modelar distintas soluciones de una forma organizada y rápida en un solo modelo.

4. Ejecución de Simulaciones / Tipos de Análisis

Creado las propuestas, lo siguiente es ejecutar las simulaciones para conseguir resultados; el modelador deberá escoger el tipo de análisis a ejecutar.

5. Interpretación de Resultados

Al elaborar el modelamiento se generan una gran cantidad de resultados “caudales, presiones, gradientes hidráulicos y niveles de tanques para cada escenario”, para lo cual se tiene que emplear las herramientas de interpretación de resultados de WaterCAD, con la finalidad de determinar los resultados para la toma de decisiones (guía rápida de usuario de Watercad versión 6.5 español).

Tabla 3. Propiedades de evaluación

Nudo	Cota (m)	Demanda (l/s)
1		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Propiedades de evaluación de tuberías

Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Rugosidad (mm)
1			

Fuente: Elaboración propia

AutoCAD es un programa muy empleado y reconocido para realizar diseños digitales (planos) en 3D; El programa más empleado por los ingenieros, arquitectos y otras profesiones afines a la actividad de diseño.

El diseño en el (CAD) radica en que con el uso de software de ordenador puedes organizar, variar, comparar y crear dibujos (planos) en (2D o 3D) como una alternativa de prototipos de un proyecto.

Propiedades del **AutoCAD** es una excelente herramienta que nos ayuda los objeto o gráficos dibuja en el **AutoCAD**, la misma que está conformado por **propiedades** desde las geométricas (coordenadas de sus puntos notables, longitud, área) y las de Formato tales como (color y tipo de línea).

En el dibujo de un proyecto de sistema hidráulico, los componentes se crean con diferentes elementos como forma, color y otros.

Las Características más destacadas y reconocidas son, diseños de planos, bocetos, dibujos, piezas y estructuras, del mismo modo es de fácil acceso y uso que puede ser empleados por ingenieros, arquitecto y demás profesiones afines.

Ventajas; es de fácil uso y práctico para el diseño y es el más empleado por los distintos profesionales en el rubro de diseño.

Desventajas; del software requiere de mucho tiempo ya que hay de una infinidad de funciones y los cambios permanentes de las versiones, del mismo modo se requiere una computadora con una buena capacidad veloz y un espacio alto en el disco duro.

Dimensiones

Propiedades del software AutoCAD para realizar el diseño.

Indicadores

Planos de las líneas de red y detalles

Escala de medición

Planos

Instrumentos

Software de AutoCAD

Procedimientos

- Selecciona una plantilla de dibujo (por defecto es acadiso).
- Una vez abierto el espacio de trabajo configura las unidades en las que te conviene expresar el dibujo: metros, centímetros, milímetros... ..
- Guarda el archivo.

Variable dependiente:

Comportamiento hidráulico de la red de agua

Sistema de agua potable; conformado por componentes, accesorios siendo teniendo como propósito abastecer agua de calidad y cantidad apropiada a los habitantes para cubrir las necesidades del ser humano. Se considera potable cuando cumpla la normatividad determinada por la (OMS), donde indica la los parámetros que debe de cumplir el agua potable de calidad y salubre.

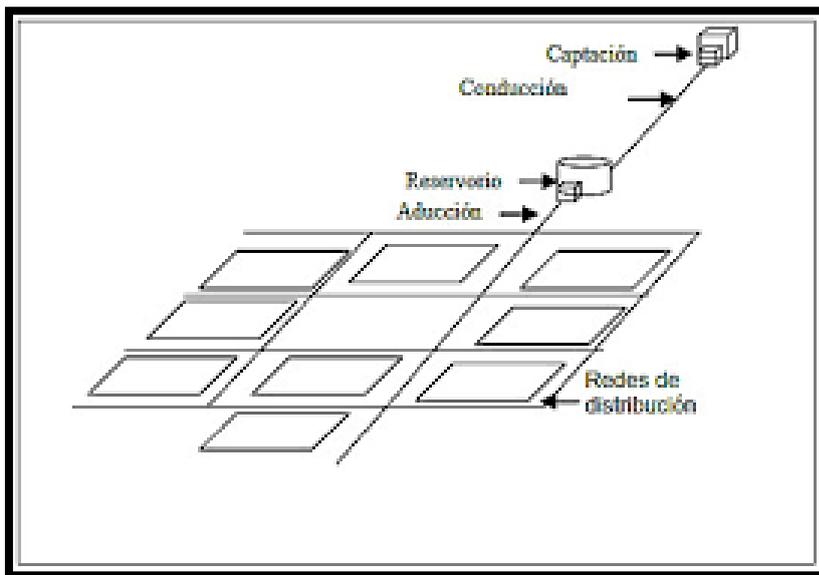


Figura 3. Sistema de agua potable

Agua potable es la condición óptima y salubre del agua, la misma que cumple con los parámetros para el consumo humano (OMS/UNICEF, 2017a).

Comportamiento Hidráulico; consiste en la conducción de fluidos de un punto a otra a través de una tubería. Para establecer la conducta hidráulica del sistema de agua, se deben de conocer los diámetros, presiones, y las velocidades que fluyen como también los coeficientes de fricción en tubos que la componen.

Parámetros del comportamiento hidráulico

Velocidades; Según (Biblioteca ATRIUM de Instalaciones de Agua, pág. 10 volumen 3) se considera que las velocidades con la que circulación del agua dentro de una tubería, deben ser limitados por razones técnicas. La existencia de ruidos, significa el desgaste interior puede ser generados por los valores muy altos de velocidad; a su vez las velocidades bajas posibilitan, el transporte de gran cantidad de materias, por procesos de potabilización, depuración y sedimentación en el interior de las tuberías, que conllevarían consecuencias negativas.

Como conceptos usuales se valoran siempre los valores especificados:

Velocidade mínima = 0.5 m/s

Velocidade máxima = 2 m/s

En presiones regulares se determinan entre 2 y 5 atmosferas, se determina la velocidad por la formula Mougne:

$$1.5 * \sqrt{D + 0.05}$$

El método es método es aproximado "D" es el diámetro

La ecuación de continuidad de un líquido, la masa de un flujo incompresible que atraviesa cualquier sección de tubería la misma que se representa en la figura (fig. 04)

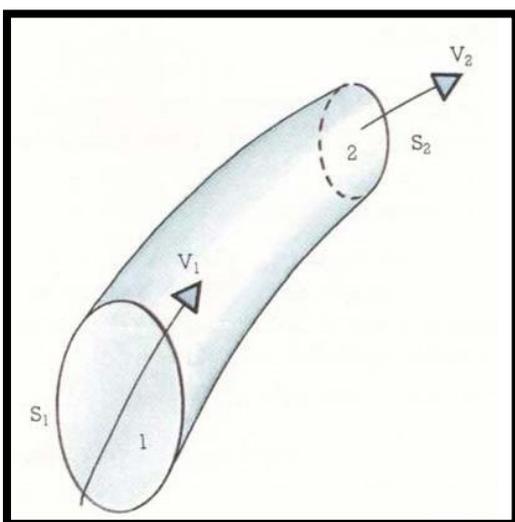


Figura 4. Masa de un fluido incompresible

Cumple:

En la sección S1 y la sección S2 expuestas en la Figura 4, se puede deducir:

$$g_1 \cdot S_1 \cdot V_1 = g_2 \cdot S_2 \cdot V_2 = \text{constante } Q$$

Como $g_1 = g_2$ (agua), entonces $S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = Q$

Luego la ecuación de continuidad será:

$$Q = S \cdot v$$

Q: caudal en litros por segundo.

V: Velocidad (decímetros por segundo)

S: sección (decímetros cuadrados)

Tabla 5. Velocidades mínimas y máximas permisibles en tuberías

Material de la tubería	Velocidades (m/s)	
	Máxima	Mínima
Concreto	3	0.3
Acero	5	0.3
Fibra - cemento	5	0.3
Plásticos	5	0.3

Fuente C.N.A.

Presiones; Según (Pérez Farrás & Pérez, 2007, pág. 14) La expresión de Mariotte admite a causa de la presión interna en una conducción A presión en materiales de las tuberías homogéneas;

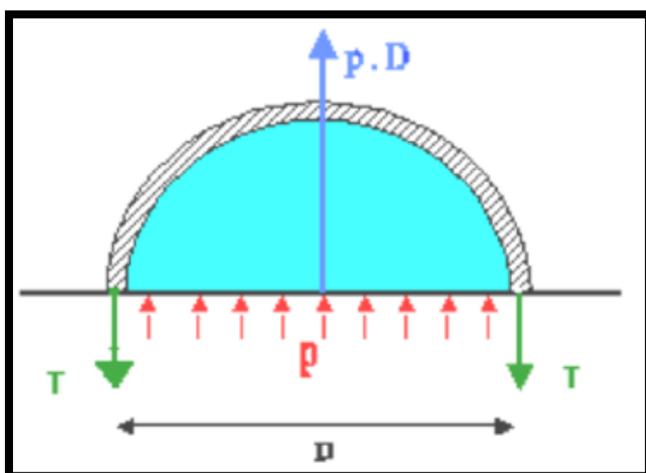


Figura 5. Sección de una tubería a presión

Por las leyes básicas de la física se denota el repartimiento de las tensiones que sufrirá los volúmenes del tubo.

$$P \cdot D = 2 \cdot T = 2 \cdot \sigma \cdot e$$

De donde:

$$\sigma = \frac{P \cdot D}{2 \cdot e}$$

Donde:

e será el grosor de pared del tubo homogéneo.

p será la presión que actúa en el plano horizonte.

σ será la tensión de trabajo del material.

Medidores de presión

Manómetro; Instrumento de medición de presión de fluidos contenidos en un recipiente cerrados.



Figura 6. Medidores de presión con el manómetro



Figura 7. Lecturas de la presión con el manómetro.

Transmisores de presión; permiten medir las presiones atmosféricas; como las de presión hidráulica la misma que son útiles para un diseño de óptimo de una red de agua.



Figura 8. Transmisores de presión

Caudal; Es el volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado, la misma que se definen como:

Caudal Medio Diario; Expresa el consumo diario promedio; Se expresa lt/seg.

$$Qmd = \frac{Pd * Dmf}{86400seg}$$

Siendo:

Qmd: Caudal medio diario.

Pd: Población de diseño.

Dmf: Densidad Media Futura

Caudal máximo diario (QMD); Es el consumo máximo de la población en el día, la cual se calculó como elemento de aumento (K1) del caudal medio diario la misma que está contemplado en la norma, para lo cual se establece en base a los estudios en redes existentes.

$$QMD = K1 * Qmd$$

En la cual:

QMD: caudal máximo diario

Qmd: caudal medio diario.

K1: factor de mayoración máximo diario

La misma que en el código de practica para el diseño a agua potable en la población rural”, establece un valor para K1=1.25, para los niveles de servicio.

Caudal máximo horario (QMH); Gasto máximo de agua que se requiere en un ahora determinado del día, se calcula el valor ampliado del caudal medio diario, se calcula un valor ampliado del caudal medio por un factor ampliación (K2).

$$QMH = K2 * Qmd$$

Siendo:

QMD: caudal máximo diario

Qmd: caudal medio diario.

K2: Factor de mayoración máximo horario

El factor K2 establecido para el diseño según norma vigente en la materia para población rural.

Caudal de diseño; es un componente hidráulico necesario para diseñar la red de agua, se necesita utilizar todos los caudales calculados incrementando porcentajes al caudal medio diario, estos porcentajes están establecidos en el instrumento técnico para diseño de abastecimiento de agua en la población rural”, los valores se muestran a continuación:

Tabla N° 06: Elementos y caudales de diseño

Tabla 6. Elementos y caudales de diseño

Elementos	Caudales (diseño)
Captación de agua superficiales	Máximo diario + 20%
Captación de agua subterráneos	Máximo diario + 5%
Captación de agua superficiales	Máximo diario + 10%
conducción de agua subterráneos	Máximo diario + 5%
Planta potabilizadora	Máximo horario + incendio
Red de distribución	Máximo diario +10%

Fuente: CP INEN 5 parte 9-1/1992

Diámetro; El diámetro de las tuberías a emplear en sistema de agua será en función del caudal y velocidad de circulación del agua, y las clases a emplear será según las presiones que recibirán, las que se tomarán en cuenta los siguientes diámetros:

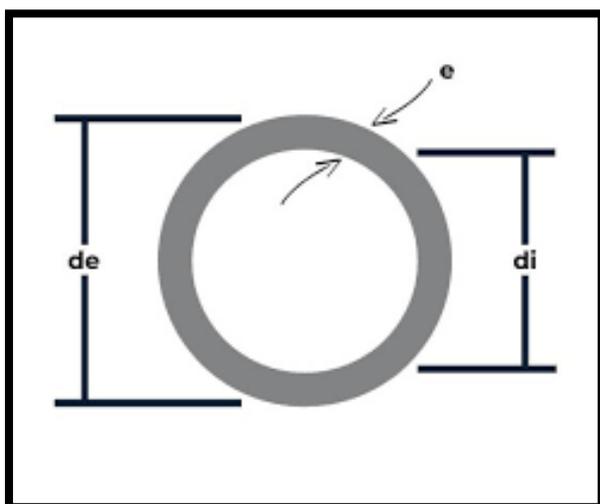


Figura 9. Diámetro de tuberías

Diámetro exterior (DE): es la parte exterior de la caña del tubo en una sección cualquiera, según las normas técnicas conducen y soportan cantidades de volúmenes y presiones externos.

Diámetro interior (DI): es la parte interior de la caña del tubo en una sección cualquiera, según las normas técnicas conducen y soportan cantidades de volúmenes y presiones internas.

Diámetro Nominal (DN): es la representación del tamaño estándar para tuberías a presión.

Tabla 7. Población/Diámetro Mínimo

POBLACION (hab)	DIAMETRO MINIMO (mm)	DIAMETRO MINIMO (mm)
	Tubería Principal	Tubería Secundaria
Manor a 1000	25	minimo 19
1000 a 3000	50	minimo 25
30000 a 20000	75	minimo 50
Mayor a 20000	100	minimo 50

Fuente: G. Garcés.

Cálculo de diámetro para red de distribución

Hazen Williams

$$Q=0.28*CHW*D^{2.63} * S^{0.54}$$

Siendo:

Q: caudal

CHW: Coeficiente de Hazen Williams

D: Diámetro

S=J: Gradiente Hidráulica (pérdida de carga por unidad de longitud)

$$S=J=\frac{C_s-C_i}{L}$$

Siendo:

Cs: Cota Superior

Ci: Cota Inferior

L: Longitud del tramo

La fórmula para obtener el diámetro despejamos D de la ecuación

$$D \text{ cal} = \sqrt[2,03]{\left(\frac{Q*10^{-3}}{0,28*CHW*S^{0.54}}\right)}$$

Bases de Diseño

Periodo de diseño; para modelar sistemas de agua potable, debemos de definir el tiempo de duración de cada uno de los componentes, la misma que dependerá de varios factores:

- Vida útil de obras civiles y equipos
- Facilidad de ampliaciones del sistema
- Crecimiento poblacional de la localidad

El tiempo de diseño es la cantidad de años que abastecerá la red de agua potable a los beneficiarios el servicio de calidad y eficiente.

El período del modelo no será menor a 15 años; para determinar un período se considerará la vida útil de los equipos según normas técnicas (tiempo 10 a 20 años) y las estructuras (período de 40 a 50 años).

El periodo de diseño se representa con “n”, la cual representa la vida útil en años.

Tabla 8. Vida útil sugerida para los elementos de un sistema de agua potable

COMPONENTE	VIDA ÚTIL (AÑOS)
Diques grandes y túneles	50 a 100
Obras de captación	25 a 50
Pozos	10 a 25
Conducciones de hierro dúctil	40 a 50
Conducciones de asbesto cemento o PVC	20 a 30
Plantas de tratamiento	30 a 40
Tanques de almacenamiento	30 a 40
Tuberías principales y secundarias y de la red:	
De hierro dúctil	40 a 50
De asbesto cemento o PVC	20 a 25
Otros materiales	Variables de acuerdo especificaciones de fabricantes

Fuente: CP INEN 5 PARTE 9-1: 2003 Pag: 44

Población de diseño. Los proyectos de sistema de agua potable deben diseñarse para prestar servicios de calidad y eficiente durante los años programados, por lo cual es importante determinar la cantidad de habitantes que demandara el servicio en el futuro.

Para determinar la población de diseño o población futura existen diversos métodos, para lo cual se requiere datos estadísticos mediante censo poblacional, la cual permite determinar el estado socioeconómico de la población, la misma que está a cargo del INEI, Órgano Rector de los Sistemas Nacionales de Estadística e Informática en el Perú.

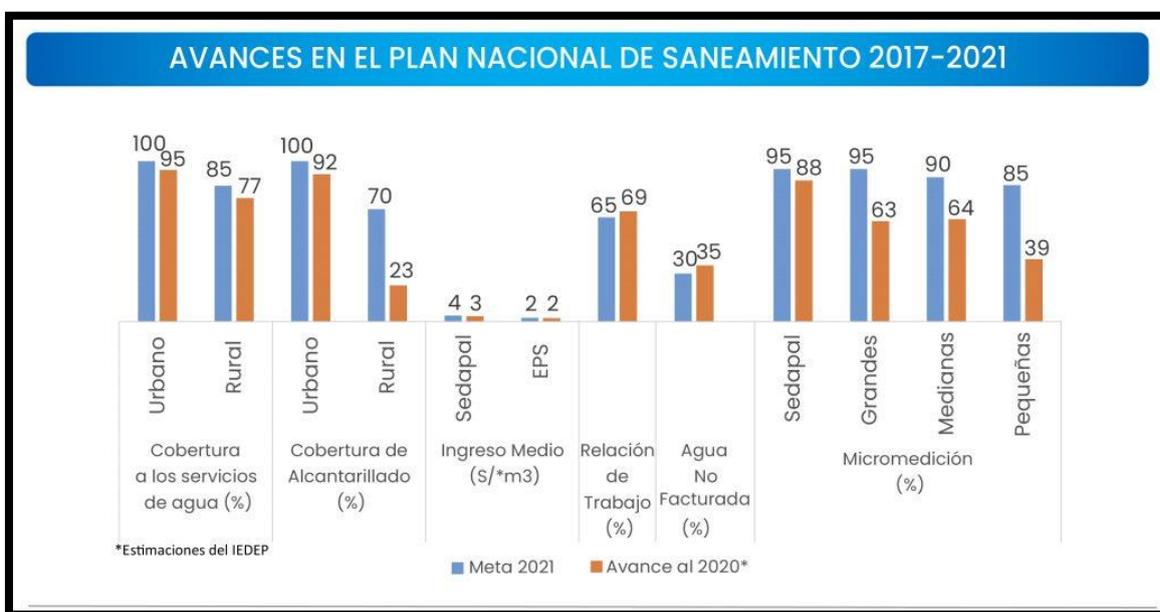


Figura 10. Plan nacional de saneamiento

Fuente: Sunas, INEI



Figura 11. Pantallazo de plataforma mi distrito

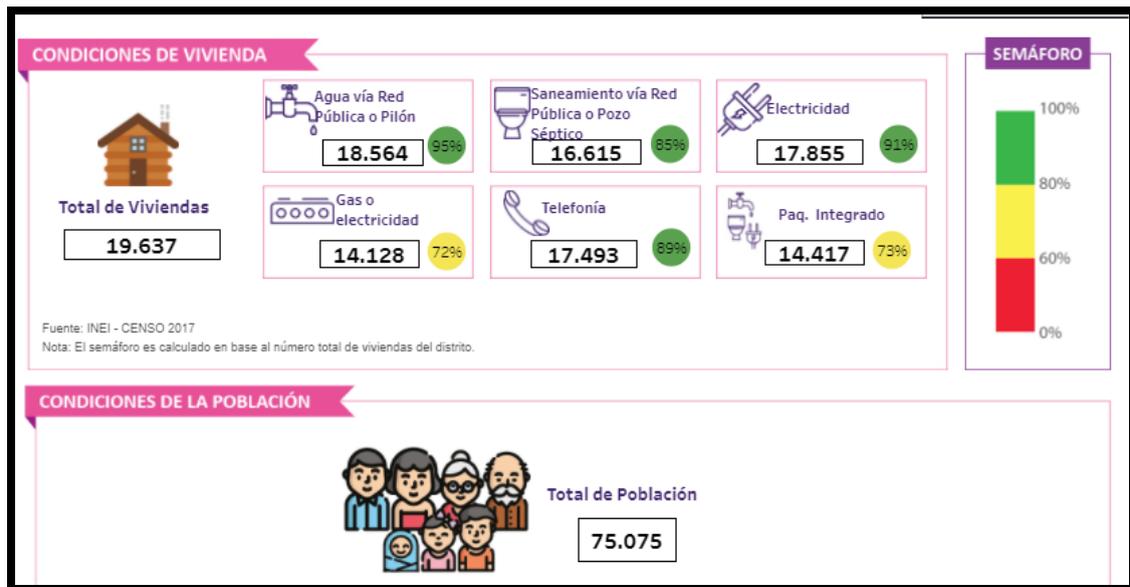


Figura 12. Reporte estadístico de la plataforma mi distrito

Población futura; es aquella que se tendrá al concluir el tiempo de servicio del proyecto, una información fundamental para la factibilidad, lo mismo que empleando métodos se puede calcular; método geométrico en cuestión de zonas urbanas y método aritmético para zonas rurales. (Agüero, 2000, p.19).

Formula:

$$Pf=(1+r.t)$$

Donde:

Pf: población futura

Po: población inicial

R: tasa de crecimiento

T: tiempo de diseño

La población futura se calcula en base a la población actual y al índice de crecimiento que corresponde a la zona de estudio.

Para la tasa de crecimiento poblacional, se considerará los datos estadísticos proporcionados por el INEI, mediante los censos nacionales.

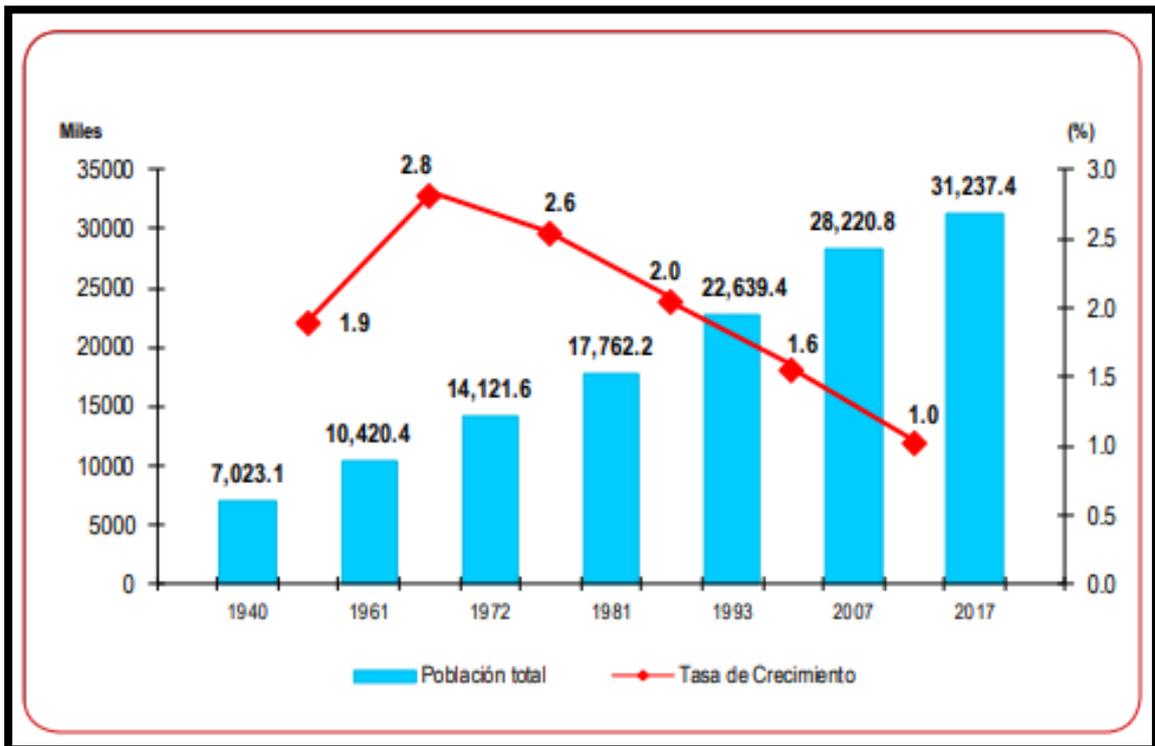


Figura 13. Tasa de crecimiento promedio anual 1993-2002 y 2007-2017.

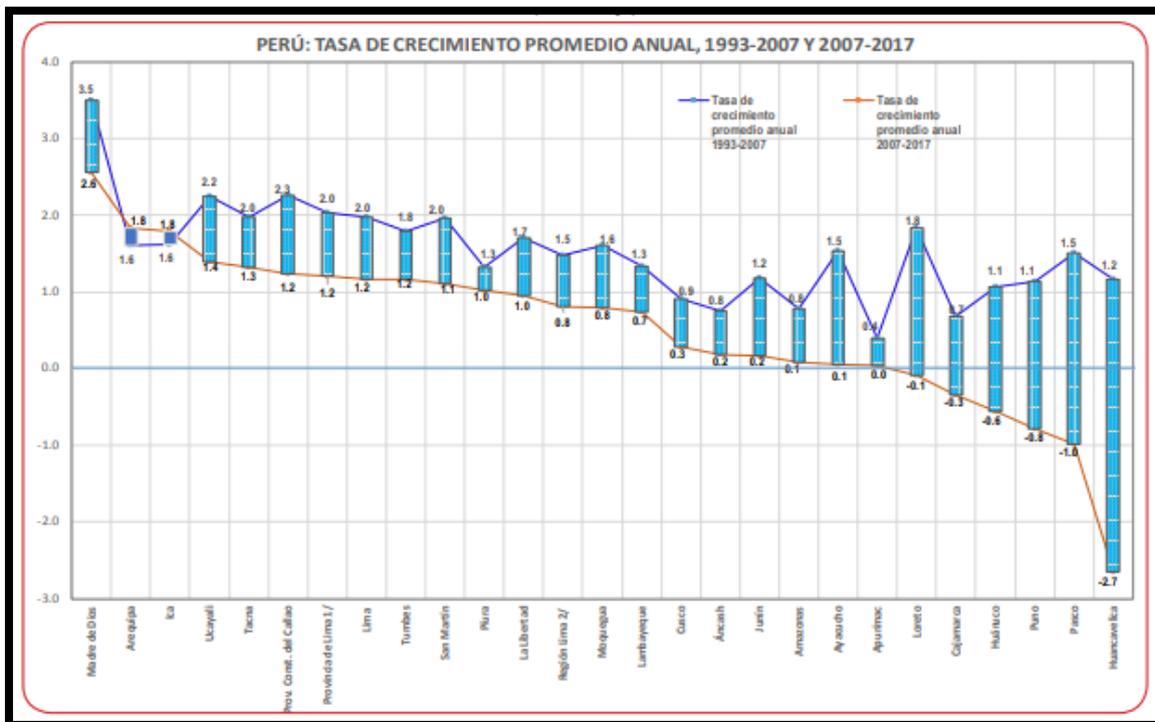


Figura 14. Población total y tasa de crecimiento promedio anual, 1940-2017, por región.

Abastecimiento de agua

El censo 2017 nos muestran que en Áncash el 71,6% de las hogares reciben el abastecimiento de agua dentro de los hogares, y el 8,7% que cuenta con el servicio de agua fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación; el 6,9% se abastece de camión - cisterna u otro similar, el 4,5% se abastece de pozo, río acequia o similar y el 3,1% de los hogares son abastecidas de agua a través de pilón o pileta de uso público.

Tabla 9. hogares particulares con ocupantes, según área urbana y rural; y tipo de abastecimiento de agua, 2007 y 2017.

Área urbana y rural / Tipo de abastecimiento de agua	2007		2017		Variación intercensal 2007-2017		Incremento anual	Tasa de crecimiento promedio anual
	Absoluto	%	Absoluto	%	Absoluto	%		
Urbana	133 672	100,0	179 843	100,0	46 171	34,5	4 617	3,0
Red pública dentro de la vivienda	106 720	79,9	140 501	78,2	33 781	31,7	3 378	2,8
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	7 138	5,3	8 929	5,0	1 791	25,1	179	2,3
Pilón o pileta de uso público	4 922	3,7	6 534	3,6	1 612	32,8	161	2,9
Camión-cisterna u otro similar	964	0,7	20 192	11,2	19 228	1994,6	1 923	35,6
Pozo	4 902	3,7	1 954	1,1	- 2 948	-60,1	- 295	-8,8
Río, acequia, manantial o similar	3 935	2,9	767	0,4	- 3 168	-80,5	- 317	-15,1
Otro ^{1/}	5 091	3,8	966	0,5	- 4 125	-81,0	- 413	-15,3
Rural	114 726	100,0	116 056	100,0	1 330	1,2	133	0,1
Red pública dentro de la vivienda	45 013	39,3	71 233	61,3	26 220	58,2	2 622	4,7
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	12 207	10,6	16 888	14,6	4 681	38,3	468	3,3
Pilón o pileta de uso público	1 973	1,7	2 565	2,2	592	30,0	59	2,7
Camión-cisterna u otro similar	272	0,2	292	0,3	20	7,4	2	0,7
Pozo	10 695	9,3	11 476	9,9	781	7,3	78	0,7
Río, acequia, manantial o similar	39 203	34,2	12 573	10,8	- 26 630	-67,9	- 2 663	-10,7
Otro ^{1/}	5 363	4,7	1 029	0,9	- 4 334	-80,8	- 433	-15,2

Fuente: instituto nacional de estadística INEI.

Para determinar el índice de crecimiento (r) se puede aplicar los siguientes métodos:

- Método Aritmético o Lineal
- Método Geométrico
- Método Exponencial

Método Aritmético o Lineal; Para calcular (r) a través de este método se empleará la siguiente formula:

$$r = \frac{\frac{pf}{pi} - 1}{t}$$

Donde:

r = Taza de Crecimiento

t = Período de Tiempo

Pi= Población Inicial

Pf= Población Final

Método Geométrico; Para calcular (r) a través de este método se empleará la siguiente formula:

$$r = \left(\frac{pf}{pi}\right)^{1/t} - 1$$

Método Exponencial; Para calcular (r) a través de este método se empleará la siguiente formula:

$$r = \frac{\ln\left(\frac{pf}{pi}\right)}{t}$$

Población Actual; Es determinada en base a la información emitida por el (INEI). Se considerará la migración de los habitantes y un número promedio de personas por vivienda.

Sistemáticas para la determinación de la población futura; de pueden desarrollar de un sector pasado, tomado los datos estadísticos de los censos y que se pueden emplear un modelo matemático como son:

Método Aritmético

$$Pf = (1 + r * n)$$

En la cual:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

n: Periodo de diseño

r: tasa de crecimiento (depende del método)

Método Geométrico

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

En la cual:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

n: Periodo de diseño

r: tasa de crecimiento (depende del método)

Método Exponencial

$$Pf = Pa * e^{r*n}$$

En la cual:

Pf: Población futura

Pa: Población actual

n: Periodo de diseño

r: tasa de crecimiento (depende del método)

Variación de Consumo (Coeficientes de Variación K1, K2)

Según el RNE el abastecimiento de agua, los coeficientes de las variaciones de consumo, concernientes al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística.

Según la Guía simplificada del MEF para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos - Saneamiento Básico en el Ámbito Rural, a nivel de Perfil, los coeficientes de variación se tienen los siguientes valores recomendados.

Tabla 10. Coeficientes de Variación según Guía MEF Ámbito Rural

Ítem	Coeficiente	Valor
1	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Diaria (K1)	1.3
2	Coeficiente Máximo Anual de la Demanda Horaria (K2)	2.0

Fuente: (Programa nacional de saneamiento del ministerio de vivienda construcción de saneamiento – pág. 22)

Métodos Computacionales Convencionales; El análisis de sistemas de redes de tuberías a nivel hidráulico, es en resumen la aplicación de un método numérico iterativo que permite resolver un sistema de ecuaciones que, tienen como variables la presión y la velocidad. La configuración de sistema como mallas, genera un medio indeterminado de ecuaciones, los cuales poseen como datos conocidos, a los diámetros de las tuberías y las rugosidades de las mismas, que conforman el sistema; los valores estimados o proyectados de caudal requerido por el sistema tiene que cumplir las condiciones de presión.

La base matemática del análisis hidráulico de redes, deben de satisfacer, las siguientes ecuaciones, al margen de toda configuración y elementos integrados al sistema, los cuales son:

- Formula de conservación de masa de conexiones o nudos
- Formula de Bernoulli, que es el principio de conservación de energía aplicadas a un flujo incomprensible.

En la actualidad los análisis hidráulicos, en los sistemas o redes de distribución se realizan a través de softwares, que permiten la búsqueda de alternativas de la solución matemáticas de todas las incógnitas del sistema de ecuaciones. Estos modelos no solamente incluyen el análisis con tuberías, también se consideran los Tanques de Almacenamiento, Reservorios, Válvulas de Regulación, Bombas de impulsión, Medidores, Accesorios, y demás elementos que integran las redes de agua potable.

Los variables del modelo son:

- Los Caudales internos que circulan por las líneas
- Los Caudales externos demandados por el uso y aplicado en las conexiones o nodos

- La altura de presión que soporta el sistema y también se aplica en las conexiones, nodos, nudos o junctions.
- La pérdida de carga obtenidas por fricción o pérdidas localizadas.

La base teórica de obtención de las variables anteriormente señaladas, se puede considerar básicos, pero en conjunto tiene que ser satisfechos de manera tal que se logren resolver todo el sistema como un conjunto, la metodología teórica que permite estas aproximaciones, y que son las más usuales en los cálculos hidráulicos serian:

- Metodologías de Equilibrio Simultáneo de las Variables como los métodos del nodo y circuito simultaneo.
- Métodos numéricos basados en la teoría iterativa de Gauss-Seidel y Jacobi, y el más recurrente es el famoso Método de Cross.

Demanda; es el volumen de agua potable que los consumidores están dispuestos a utilizar bajo ciertas condiciones.

Dimensiones

- Diámetro
- Velocidad
- Presión
- Demanda

Indicadores

- 1) Caudal L/s
- 2) Red de distribución.
 - a) Diámetro (")
 - b) Velocidad (m)
 - c) Presión (m³/h)
- 3) Abastecimiento
- 4) Desabastecimiento
- 5) Cantidad de personas

Dotación de agua; Según (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018 (Norma OS.100); la dotación es el volumen del agua que satisfacer los requerimientos diarios de cada usuario de la vivienda, la forma de determinar el modelo tecnológico dependerá de las condiciones físicas y mecánicas.

Tabla 11. Dotación de agua según opción tecnológica y región (l/hab.d).

REGION	DOTACION SEGÚN TIPO DE OPERACIÓN TECNOLÓGICA (l/hab.d)	
	SIN ARRASTRE HIDRAULICO (COMPOSTERIA Y HOYO SECO VENTILADO)	CON ARRASTRE HIDRAULICO VENTILADO (TANQUE SEPTICO MEJORADO)
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: Norma técnica de diseño para zonas rurales (RM192-2018).

III. MÉTODO

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación

La búsqueda del proyecto de investigación es de enfoque cuantitativo, toda vez que se obtendrán datos numéricos a través de la cual se realizara el modelamiento y el diseño para probar las hipótesis, con base al análisis estadístico y a la medición numérico, con la finalidad de establecer patrones de comportamiento y experimental teórica.

La presente investigación es tipo descriptivo aplicada ya que se va a establecer las causas de los fenómenos en correspondencia de las variables y el acontecimiento del desarrollo del estudio en un instante determinado.

Diseño de la investigación

Descriptivo no experimental

Nivel de investigación

Descriptivo - Correlacional

Enfoque de investigación

Cuantitativo

3.2. Operacionalización de Variables

Variable Independiente

Softwares convencionales (Watercad, Apanet y Autocad)

Variable dependiente

Comportamiento hidráulico de la red de agua

3.3. Población, Muestra y Muestreo

Población y muestra

Infraestructura de la JASS la Colina compuesto por; Líneas de conducción: captación – reservorio 3,134.00 de 3”, redes de distribución: redes principales 2,800.86 de 1 ½”, redes secundarias 2,778.15 de 1” y 400 conexiones domiciliarios.

Muestreo

No probabilístico por conveniencia.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas de Investigación”

Observación directa

Instrumentos de recolección de datos

Encuestas y Fichas técnicas

INSTRUMENTO DE RECAVACION DE INFORMACION:



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS DE GRADO

“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”.

AUTOR: Jaimes Montalvo Edinson Richard.

I.- INFORMACIÓN PRIMARIA DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE JASS LA COLINA.

1.- Número de lotes considerados en el año ejecución 2011.

200. lotes.

2.- Número de habitantes considerados en el año ejecución 2011.

1000 habitantes.

2 población futura proyectada considerada en el año ejecución 2011; con periodo de diseño de 20 años.

1400 habitantes.

2.- Población actual de habitantes.

1780 habitantes.

II.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE Y CONDICIONES HIDROLOGICAS DE JASS LA COLINA.

1.- CAPTACION: 02.

1.1.- DISEÑO: Tipo C-1 de concreto

2.- CAMARA DE REUNION: 01 de concreto.

3.- CRP6: 02

4.- LINEA DE CONDUCCION:

4.1.- LONGITUD: 2259.00 ml aprox.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA: 2”

5.- LINEA DE ADUCCION:

4.1.- LONGITUD: 15.00 ml.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA: 1"

6.- LINEA DE DISTRIBUCION:

4.1.- LONGITUD: 4,400.00 ml total aprox.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA:

900.00 ml de 1" aprox

3500 de $\frac{3}{4}$ " aprox.

7.- RESERVORIO:

01 reservorio de concreto de una capacidad de 50m³.



ENTREVISTA A LA JUNTA DIRECTIVA Y TÉCNICO DE JAS LA COLINA

TESIS DE GRADO

“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”.

CONDICIONES DE LA RED DE AGUA EXISTENTE

POR FAVOR, CONTESTE ESTA ENCUESTA LO MÁS CERTERAMENTE POSIBLE:

1. ¿Existe Dificultades en la operación del JASS LA COLINA?
 - a. Sí;.....
 - b. No, ¿por qué?.....
2. ¿Cuáles son las dificultades existentes en la operación de la red de agua existente?
.....
.....
3. ¿Las condiciones de la red de agua existentes son óptimas?
 - a. Sí;.....
 - b. No, ¿Por qué?.....
4. ¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de la red de agua existente?
 - a. Quincenal
 - b. Mensual
 - d. Trimestral
5. ¿Las condiciones físicas de la red son óptimas (caudal, velocidad y presión)?
 - a. Si;.....
 - b. No, ¿Por qué?.....
6. ¿Las condiciones de los componentes de la red son óptimas (captación, conducción, reservorio y distribución)?
 - a. Sí;.....
 - b. No ¿Por qué?;.....
7. ¿Cuánto es la tarifa que se paga por el servicio de consumo de agua?

S/

8. ¿La tarifa por el servicio de consumo de agua es suficiente para la operación del sistema de agua?

a. Sí;.....

b. No ¿Por qué?;.....

9. ¿Qué porcentaje de usuarios paga el servicio y si la cantidad es suficiente para la operación del sistema de agua?

a. Sí;.....

b. No ¿Por qué?;.....



TESIS DE GRADO

“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”.

CONSUMO DE AGUA EN LOS HOGARES

POR FAVOR, CONTESTE ESTA ENCUESTA LO MÁS CERTERAMENTE POSIBLE:

1. ¿Está conforme con el abastecimiento que brinda el JASS LA COLINA?
 - a. Sí
 - b. No, ¿Por qué?
2. El agua que consume es de buena calidad?
 - a. Sí
 - b. No, ¿Por qué?
3. El agua que consume es potable?
 - a. Sí
 - b. No, ¿Por qué?
4. ¿Cuál es el uso que le da al agua?
 - a. Domestico
 - b. Industrial
 - d. Otro ()
5. ¿Cuántas personas habitan en tu casa?
 - a. 2
 - b. 3
 - c. 4
 - d. Otro ()
6. ¿El servicio del agua es constante durante todo el día?
 - a. Sí
 - b. No Horas ()
7. ¿Cuántos días a la semana cuenta con agua?
 - a. N° de Días ()
8. ¿La presión del agua es buena, mala o regular?
 - a. Buena
 - b. Mala
 - c. Regular
9. ¿Regularmente la JASS realiza la operación y mantenimiento al sistema de agua potable?
 - a. Sí

b. No

10. ¿Usted realiza el pago de la cuota familiar para la operación y mantenimiento del agua potable?

a. Sí

b. No

Validez

Los formatos empleados en los análisis de la red del sistema de agua potable serán validados por 3 ingenieros expertos en el tema.

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, **GEOVANNY SAAVEDRA LOPEZ**, Identificado con DNI N° 71017315. CIP N° **197330** de profesión **INGENIERO CIVIL**, en ejercicio, que en la actualidad me encuentro laborando como consultor de obras.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de evaluación y cálculos realizados, para el informe de investigación del:

Bach. Jaimes Montalvo Édinson Richard (DNI N° 42535284).

Para el sustento del INFORME DE INVESTIGACIÓN titulada **“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”**, el cual será presentado a la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte; para la obtención del título profesional de ingeniería civil.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

CONCEPTOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items				
Sustente Técnico en Datos				
Aplicación de Conocimientos				
Claridad y Precisión en Resultados				
Cálculos Dinámicos				

3.5. Procedimiento de Aplicación

El proyecto consistirá en la observación de los componentes del sistema de agua potable; captación, red de conducción, reservorio y la distribución.

Posteriormente se realizará trabajo de campo con la finalidad de recabar datos, con el uso de la encuesta para determinar la cantidad de usuarios con la finalidad de obtener la demanda, la misma que permitirá calcular el volumen de agua que se requiere para satisfacer la necesidad del agua de los beneficiarios.

Del mismo modo se recabará la información del comportamiento hidráulico de la red de agua y se determinará el caudal, velocidad, presión, dimensión de los tubos en toda la red de agua.

Luego la información obtenida se trasladará a los softwares a emplear el EPANET y WATERCAD para el modelamiento.

De los datos obtenidos en los softwares para el modelamiento; se elaborará la proposición de diseño la red de agua y sus componentes con el uso del Autocad.

3.6. Método de análisis de datos

En la presente tesis, se usó un Análisis analítico y descriptivo, realizando diferentes tablas, figuras, modelado y diseño para exhibir los resultados obtenidos.

La elaboración del proyecto de investigación presenta tres etapas indispensables con sus respectivas actividades: definiciones técnicas y conceptuales de redes de agua potable y los variables que la componen, trabajo de campo con sus respectivas actividades como por ejemplo; la determinación de las condiciones de los componentes de la infraestructura de la red mediante visitas que se realizaran conjuntamente con los representantes del JASS La Colina para mayor valides, del mismo modo, se realizaran las encuestas a los usuarios y a la junta directiva (representantes administrativos y el técnico) para determinar las situación de la red y la demanda del agua de los usuarios; Del mismo modo se tomara información

de algunas condiciones físicas de la red, Caudal de la captación (caja de reunión) y del reservorio.

Del mismo modo se desarrollarán trabajos de campo, con la finalidad de recabar la información que permitirá el diseño de la red, para luego ser modelado con el uso de los softwares, Epanet y Watercad.

3.7. Aspectos éticos

La información y resultados de la tesis en la cual se llegó a obtener en nuestra investigación es de entera confianza, toda vez que la información para el desarrollo de la investigación se obtuvo de una manera eficaz en el lugar de estudios, la misma que ha sido abalado por profesionales conocedores de la línea de investigación.

IV. RESULTADOS

a. Memoria descriptiva

Ubicación Geográfica: La localidad de Acovichay Alto, (Urbanización la Colina) se encuentra ubicado en el Distrito de Independencia, Huaraz, Ancash, a una altitud 3040 m.s.n.m, latitud 9°3'01", longitud 77°32'00".

El sector de estudios se encuentra ubicado a 2.40 km de la Ciudad de Huaraz.

Nombre del proyecto: "Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".

El área de influencia de la presente tesis, se encuentra ubicada en:

Región : Áncash

Provincia : Huaraz

Distrito : Independencia

Región Geográfica : Acovichay Alto (Urbanización la Colina)

Localización geográfica del Proyecto

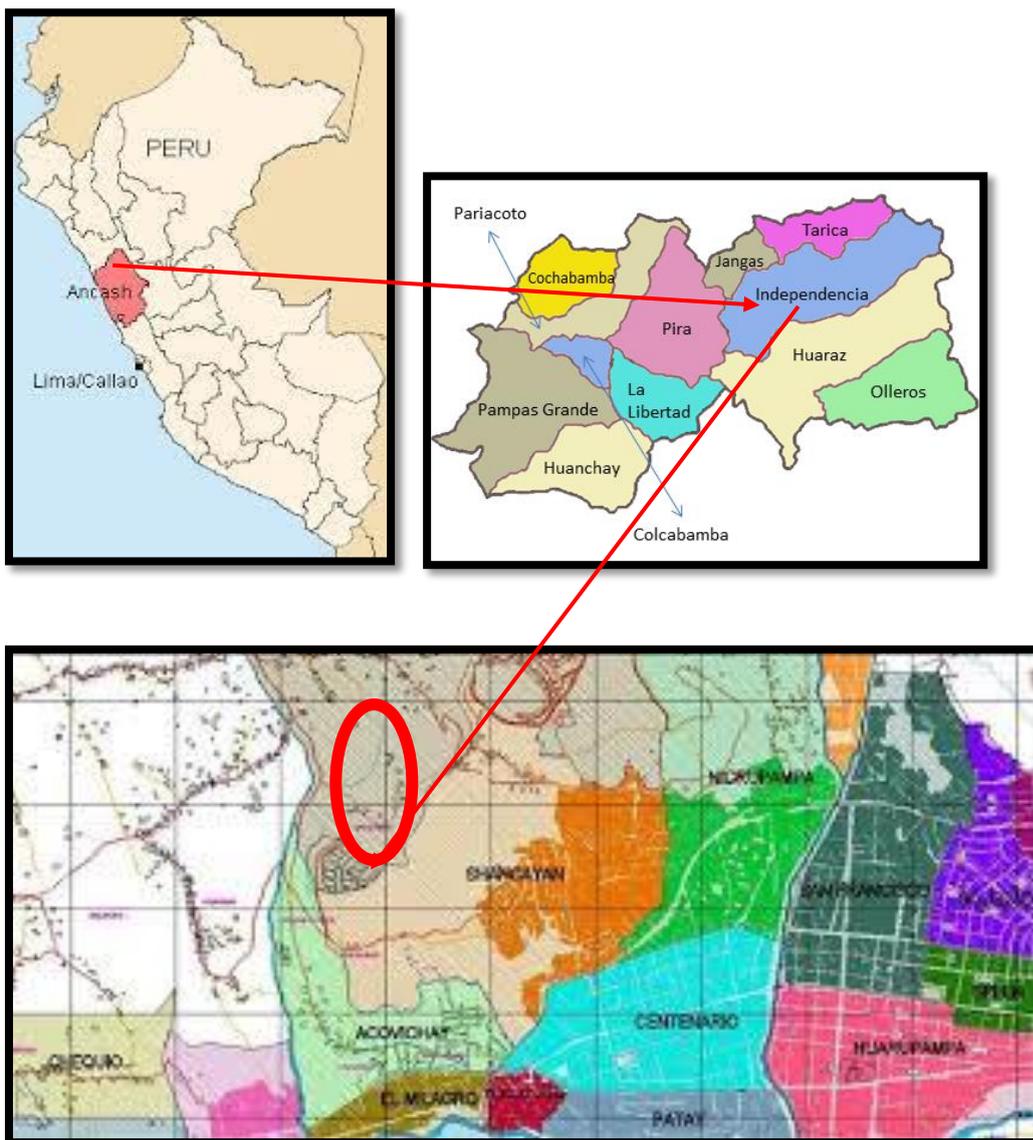


Figura 15. Localización geográfica del proyecto

Estado actual de la zona del proyecto:

La Urbanización la Colina se encuentra ubicado en el Barrio de Acovichay Nor Este del distrito de Independencia, Huaraz, Ancash; El distrito de independencia se encuentra en un proceso de expansión urbana debido al incremento poblacional y consecuentemente ha colapsado el sistema de agua potable que cuenta, la misma que ha sido ejecutada el año 2011, por el Gobierno Distrital de Independencia, razón por la cual es un barrio con un alto índice de discontinuidad y cobertura del servicio de agua potable.

Por lo cual en la presente investigación se ha evaluado los componentes de la red de agua potable ya existente, con la finalidad de determinar la problemática existente; Según la evaluación realizada, se ha determinado que ha existido muchas deficiencias técnicas durante la ejecución del proyecto la cual ha ayudado al colapso del sistema, por consiguiente desabastecimiento del agua potable, se ha podido visualizar que el sistema de captación tiene deficiencias técnicas, que cámara húmeda no cuenta con una posa de sedimentación adecuada y óptima, del mismo modo la línea de conducción es insuficiente, debido al incremento exponencial de la demanda de la población.

Trabajo de Campo:

Con el acompañamiento de la junta directiva se ha realizado las visitas de inspección y verificación a los componentes de los sistemas de agua existente en dos oportunidades, en la cual se han podido observar distintos problemas, la misma que ha permitido tomar decisiones para la propuesta de la búsqueda de soluciones que es el propósito del presente proyecto de investigación (ver anexo panel fotográfico).

Dentro del trabajo de campo ha consistido en la verificación directa se han tomado pruebas de caudal, presión se han medido dimensiones de las tuberías que componen el sistema de agua potable.

Del mismo modo se ha levantado información (levantamiento topográfico), mediante el uso del GPS, para la elaboración del plano base para la modelación, debido que no se cuenta con el plano, la misma que fue requerido al gobierno local (municipalidad distrital de independencia) con anterioridad en reiteradas ocasiones que no ha brindado la información (ver panel fotográfico).

Vía de comunicación; la comunicación al sector de estudio se da por 2 medios; carrizable y peatonal, debido a la cercanía del lugar de estudio, hora aproximado en vehículo es de 15 a 20 minutos, del capital del distrito y peatonalmente es de 30 a 40 minutos, el acceso se da por la Av. Centenario y sierra hermosa, la vía se encuentra pavimentado hasta la urbanización sierra hermosa, la misma que se encuentra a 1 kilómetro del lugar de estudios, existen tres empresa de transporte

de servicios públicos que prestan el servicio a 6:00 am a 9:00 pm para trasladarse al lugar en mención.

Existe un proyecto de construcción de la vía principal que es la carretera a los restos arqueológicos de Wilcahuain, dicho vía es la que conecta la parte céntrica del distrito al lugar de estudios.

Componentes de la red de agua

Captaciones:

La red de agua en análisis sector “Urbanización la Colina del barrio de Acovichay”, tiene tres captaciones de fuente subterránea o manantial, de tipo ladera, ubicadas en Jinua (sector purus rury).

a. Captación de ladera N° 01: Esta captación tiene 6 afloramientos de 3/4” de diámetro cada uno, de las cuales 3 de los afloramientos están seco, y una tubería de 2” de diámetro que está conectada mediante una tubería hacia la captación.

Tabla 12. Dimensiones de la captación N° 01

Dimensión de la cámara húmeda	
Alto	1.00 m
Largo	1.00 m
Ancho	0.80 m

Fuente: Elaboración propia



Figura 16. Captación N° 01

Captación de ladera N° 02: Esta captación tiene 5 afloramientos de 3/4" de diámetro cada uno, dos de los afloramientos están secos, con una tubería de 2" de diámetro que está conectada hacia la captación.

Esta captación no presenta una cámara seca, pozo de sedimentación ni desarenador, del mismo modo no cuenta con un cerco perimétrica.

Tabla 13. Dimensiones de la captación N° 02

Dimensión de la cámara húmeda	
Alto	0.90 m
Largo	0.80 m
ancho	0.60 m

Fuente: Elaboración propia



Figura 17. Captación N°02

Cámara de reunión:

Ubicado en lugar denominado Jinua (Pirusruri), Construcción de concreto armado que tiene por finalidad reunir el agua proveniente de las 02 captaciones. Está ubicado a unos 4 metros de cada captación, en ella llega el agua con un codo de 2" de PVC de captación (01), codo de 2" de PVC de captación (02). La canastilla de salida de PVC de 4" con reducción a 2".

Tubería de reboce protegido con dado de concreto, cuenta con tapa de concreto de 0.40mx0.40m, que está rota, despintando y alta cobertura de vegetación a su alrededor.

Tabla 14. Tabla de la caja de reunión

Dimensión de la cámara de reunión	
Alto	1.00 m
Largo	0.80 m
ancho	0.60 m

Fuente: Elaboración propia



Figura 18. Caja de reunion

Línea de Conducción; es de tubería PVC SAP C -10 de 2" de diámetro que va cruzando los terrenos de la zona de las captaciones, consta aproximadamente de 2259 ml de tubería tendida a lo largo de la zona, en el trayecto de la línea se encuentra dos CRP-06 y una válvula de aire.

CRP-6:

Infraestructura de concreto armado ubicado en la carretera a la subida de Willcahuain por donde está tendido la línea de conducción hacia el reservorio.

En ella llega el agua con un codo de PVC 2", anteriormente funcionaba bien esta unidad, pero en la actualidad el agua se pierde todo por el rebose hasta sobrepasa la cámara, es por ello que no está funcionando para lo cual el técnico que cuenta el JASS LA COLINA realizo la conexión directa de la línea de conducción.



Figura 19. CRP-6:1.



Figura 20. CRP-6: 2

Reservorio rectangular de 50 m³:

Dicha infraestructura se encuentra en la parte alta de la Urbanización La Colina, tiene por finalidad almacenar el agua proveniente de las captaciones, la cual tiene presente un nivel estático por debajo del 50% de la capacidad del volumen.

El reservorio tiene las siguientes dimensiones y capacidad:

Tabla 15. Dimensiones del reservorio

Dimensión del reservorio 50m ³	
Alto	2.30 m
Largo	5.00 m
Ancho	5.00 m

Fuente: Elaboración propia



Figura 21. Reservorio.

Cuenta con un pequeño tanque encima de la caseta donde está instalado el sistema de cloración, y encima de esta caseta hay 2 tanques de Rotoplas de 2500 litros.

Sistema de cloración del Agua: Cuenta con un sistema de tratamiento de agua para consumo humano por un SISTEMA DE PURIFICACION LWTS que no está en funcionamiento debido a la falta de capacitación para la operación y por falta de dinero para el pago de energía eléctrica, por lo cual la cloración lo realizan por Hipoclorador.

Línea de aducción y Red de Distribución

Tiene una longitud total aproximadamente de 3000 ml, con tubería de PVC de 2” de diámetro a la salida del reservorio.

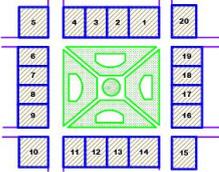
Las redes de distribución son tuberías de 1” y ¾” de diámetro de PVC.

Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias se hacen con tuberías de ½” de diámetro la mayor parte de los usuarios recibe el agua en forma intradomiciliario, un numero de 400 viviendas son usuarios del servicio del agua.

PROCESO DE CÁLCULO PARA EL SISTEMA DE AGUA POTABLE:

Tabla 16. Datos de diseño

DESCRIPCION	CANT	UND	DOCUMENTO SUSTENTATORIO
<i>Tasa de crecimiento</i>	0.80	%	Estudio de población, Proyección
Fuente: INEI - 2017			
<i>Densidad poblacional</i>	4.11	hab/viv	Fuente: Estudio de población
<i>Número de viviendas domesticas</i>	398	viv	

Fuente: INEI – 2017 – Centros poblados

Tabla 17. Parámetros de Diseño

DESCRIPCION	CANT	UND
<i>Dotacion Zonas Rurales</i>	<i>Sin arrastre hidraulico</i>	
	<i>Costa</i>	60 l/hab.d
	<i>Sierra</i>	50 l/hab.d
	<i>Selva</i>	70 l/hab.d
	<i>Con arrastre hidraulico</i>	
	<i>Costa</i>	90 l/hab.d
	<i>Sierra</i>	80 l/hab.d
	<i>Selva</i>	100 l/hab.d

Fuente: Resolución Ministerial N°192-2018 +

CALCULO DE CONSUMO NO DOMESTICO

Tabla 18. Contribución de Instituciones Educativas

CANT	DESCRIPCION	ALUMNOS	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/Al.d)	Q. consumo (l/s)
1	I.E. NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNSION	94	8	50	0.01813
1		CONSUMO TOTAL (Qnd):			0.01813

Fuente: RNE IS .010

Tabla 19. Ficha de datos de la I.E. N°356 -Nuestra señora de la Asunción

FICHA DE DATOS																		
356 NUESTRA SEÑORA DE LA ASUNCION																		
Código modular	0717900				Dirección	Acovichay												
Anexo	0				Localidad													
Código de local	016162				Centro Poblado	ACOVICHAY												
Nivel/Modalidad	Inicial - Jardín				Área geográfica	Urbana												
Forma	Escolarizado				Distrito	Independencia												
Género	Mixto				Provincia	Huaraz												
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa				Departamento	Áncash												
Gestión / Dependencia	Sector Educación				Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	020001												
Director(a)	Huarac Chauca Reyna Aurora				Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Huaraz												
Teléfono	421593				Característica (Censo Educativo 2020)	No Aplica												
Correo electrónico					Latitud	-9.502821												
Página web					Longitud	-77.52734												
Turno	Continuo sólo en la mañana																	
Tipo de programa	No aplica																	
Estado	Activo																	

ESTADÍSTICA																		
<i>Las celdas en blanco indican que la institución educativa no reportó datos o no funcionó el año respectivo.</i>																		
Matrícula por edad y sexo, 2020																		
Nivel	Total		0 Años		1 Año		2 Años		3 Años		4 Años		5 Años		6 Años		7 Años	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
Inicial - Jardín	44	50	0	0	0	0	0	0	15	18	14	15	15	17	0	0	0	0

Fuente: Página del ente rectora en materia educativo – Ugel.

Tabla 20. contribución del albergue

CANT.	DESCRIPCION	A (m2)	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/m2.d)	Q. consumo (l/s)
1	ALDEA INFANTIL SEÑOR DE LA SOLEDAD	11170.7	8	100	0.08619
1	CONSUMO TOTAL (Qnd):				0.08619

Fuente: RNE IS .010

Tabla 21. aporte de consumo

CANT.	DESCRIPCION	A (m2)	HORAS DE CONSUMO	DOTACION (l/m2.d)	Q. consumo (l/s)
1	ALDEA INFANTIL SEÑOR DE LA SOLEDAD	11170.7	8	100	0.08619
1		CONSUMO TOTAL (Qnd):			0.08619

Fuente: RNE IS .010

Tabla 22. Resumen de consumo no domestico

DESCRIPCION	CANT	Cnd	Cnd. Unitario	UND
<i>Estatad</i>	1	0.01813	0.01813	l/s
<i>Social</i>	1	0.08619	0.08619	l/s
<i>Comercial</i>	0	0.00000	0.00000	l/s

Fuente: RNE IS .010

Tabla 23. Cálculo de consumo domestico

FORMULA	DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	RESULTADO
$P_0 = \text{Dens.} * N^{\circ} \text{viv.}$	<i>Densidad poblacional</i>	Dens :	4.11	Hab/viv	<i>Población inicial</i>
	<i>Número de viviendas</i>	N° viv :	398	viv	
	<i>Población al año "0"</i>	P0 :	1635	hab	
$Cd = \frac{P_0 * \text{Dot.}}{86400} \text{ l/s}$	<i>Dotación</i>	Dot:	80	l/hab.d	<i>Caudal de consumo domestico</i>
	<i>Caudal de consumo domestico</i>	Cd :	1.51	l/s	

Fuente: RNE IS .010

RESUMEN DEL CÁLCULO DE CAUDALES

Tabla 24. Datos de diseño de caudales

DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
<i>Tasa de crecimiento</i>	r:	0.80	%	EST. POB.
<i>Densidad poblacional</i>	D:	4.11	hab/viv	EST. POB.
<i>N° de viviendas</i>	viv :	398	viv	CATASTRO

Fuente: INEI 2017

Tabla 25. Parámetros de diseño

DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
<i>Dotacion</i>	Dot:	80.00	l/hab.d	RNE OS. 0100 - 2006
<i>Coficiente de Qmd</i>	K1:	1.30	*	Fuente: RM - 192 - 2018
<i>Coficiente de Qmh</i>	K2:	2.00	*	Fuente: RM - 192 - 2018

Fuente: RM-192-20019 – RNE OS. 0100-2016

Tabla 26. Criterio de diseño

DESCRIPCION	DATO	CANT	UND	FUENTE
<i>% De cobertura</i>		100	%	<i>Criterio técnico - Propio</i>
<i>Crecimiento Estatal</i>	Re:	0.80	%	<i>Criterio técnico - Propio</i>
<i>Crecimiento Social</i>	Rs:	0.80	%	<i>Criterio técnico - Propio</i>
<i>Crecimiento Comercial</i>	Rc:	0.80	%	<i>Criterio técnico - Propio</i>

<i>% Perdida al año "0"</i>	<i>Hf. "0"</i>	<i>25.0</i>	<i>%</i>	<i>Criterio técnico - Propio</i>
<i>% Perdida al año "20"</i>	<i>Hf. "20"</i>	<i>25.0</i>	<i>%</i>	<i>Criterio técnico - Propio</i>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Consolidados de los datos

AÑO	POBLACION "METODO ARITMETICO"	COBERTURA (%)		POBLACION SERVIDA (hab)	CONX. DOM.	CONEX. ESTATAL	CONEX. SOCIAL	CONEX. COMERCIAL	DOMESTICO	NO DOMESTICO			Qtot (l/s)	% Hf	Qp. (l/s)	Qmd. (l/s)	Qmh. (l/s)	
		Re = 0.008	R _s = 0.008			R _c = 0.008	Qdom. (l/s)	Qest. (l/s)	Qsoc. (l/s)	Qcom. (l/s)	K= 1.3	K= 2						
2021	0	1635	100.00%	0.00%	1635	398	1	1	0	1.51	0.018	0.086	0.000	1.62	25.00%	2.16	2.80	4.32
2022	1	1648	100.00%	0.00%	1648	401	1	1	0	1.53	0.018	0.086	0.000	1.63	25.00%	2.17	2.83	4.35
2023	2	1661	100.00%	0.00%	1661	404	1	1	0	1.54	0.018	0.086	0.000	1.64	25.00%	2.19	2.85	4.38
2024	3	1674	100.00%	0.00%	1674	408	1	1	0	1.55	0.018	0.086	0.000	1.65	25.00%	2.21	2.87	4.41
2025	4	1687	100.00%	0.00%	1687	411	1	1	0	1.56	0.018	0.086	0.000	1.67	25.00%	2.22	2.89	4.44
2026	5	1700	100.00%	0.00%	1700	414	1	1	0	1.57	0.018	0.086	0.000	1.68	25.00%	2.24	2.91	4.48
2027	6	1713	100.00%	0.00%	1713	417	1	1	0	1.59	0.018	0.086	0.000	1.69	25.00%	2.25	2.93	4.51
2028	7	1727	100.00%	0.00%	1727	420	1	1	0	1.60	0.018	0.086	0.000	1.70	25.00%	2.27	2.95	4.54
2029	8	1740	100.00%	0.00%	1740	423	1	1	0	1.61	0.018	0.086	0.000	1.72	25.00%	2.29	2.97	4.57
2030	9	1753	100.00%	0.00%	1753	427	1	1	0	1.62	0.018	0.086	0.000	1.73	25.00%	2.30	2.99	4.61
2031	10	1766	100.00%	0.00%	1766	430	1	1	0	1.64	0.018	0.086	0.000	1.74	25.00%	2.32	3.01	4.64
2032	11	1779	100.00%	0.00%	1779	433	1	1	0	1.65	0.018	0.086	0.000	1.75	25.00%	2.34	3.04	4.67
2033	12	1792	100.00%	0.00%	1792	436	1	1	0	1.66	0.018	0.086	0.000	1.76	25.00%	2.35	3.06	4.70
2034	13	1805	100.00%	0.00%	1805	439	1	1	0	1.67	0.018	0.086	0.000	1.78	25.00%	2.37	3.08	4.74
2035	14	1818	100.00%	0.00%	1818	443	1	1	0	1.68	0.018	0.086	0.000	1.79	25.00%	2.38	3.10	4.77
2036	15	1831	100.00%	0.00%	1831	446	1	1	0	1.70	0.018	0.086	0.000	1.80	25.00%	2.40	3.12	4.80
2037	16	1844	100.00%	0.00%	1844	449	1	1	0	1.71	0.018	0.086	0.000	1.81	25.00%	2.42	3.14	4.83
2038	17	1857	100.00%	0.00%	1857	452	1	1	0	1.72	0.018	0.086	0.000	1.82	25.00%	2.43	3.16	4.86
2039	18	1870	100.00%	0.00%	1870	455	1	1	0	1.73	0.018	0.086	0.000	1.84	25.00%	2.45	3.18	4.90
2040	19	1884	100.00%	0.00%	1884	458	1	1	0	1.74	0.018	0.086	0.000	1.85	25.00%	2.46	3.20	4.93
2041	20	1897	100.00%	0.00%	1897	462	1	1	0	1.76	0.018	0.086	0.000	1.86	25.00%	2.48	3.22	4.96

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Análisis de la demanda y oferta

AÑO	OFERTA	DEMANDA
0	5.50	2.80
1	5.50	2.83
2	5.50	2.85
3	5.50	2.87
4	5.50	2.89
5	5.50	2.91
6	5.50	2.93
7	5.50	2.95
9	5.50	2.99
10	5.50	3.01
11	5.50	3.04
12	5.50	3.06
13	5.50	3.08
14	5.50	3.10
15	5.50	3.12
16	5.50	3.14
17	5.50	3.16
18	5.50	3.18
19	5.50	3.20
20	5.50	3.22

Fuente: Elaboración propia

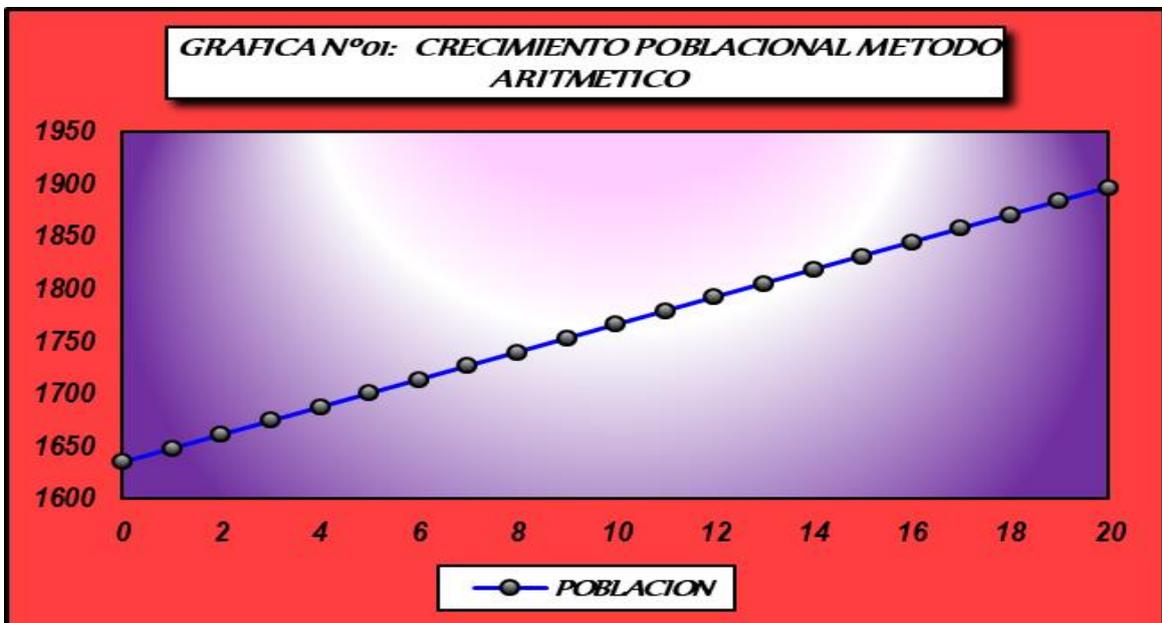


Figura 22. Gráfico crecimiento poblacional

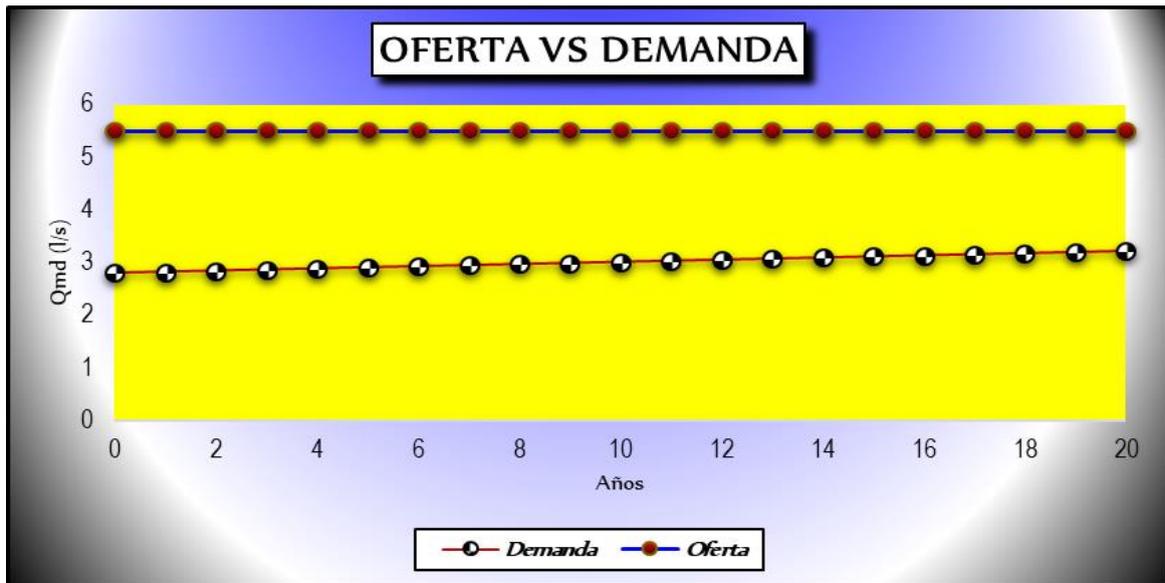


Figura 23. Gráfico de balance oferta vs demanda

Cálculo poblacional y tasa de crecimiento

- Dotación = 80 l/hab./día.
- Población en la Ubicación la Colina – Acovichay alto el año 2011= 800 hab.
- Número de estudiantes en la I.E. Nuestra Señora de la Asunción = 94.
- Número de estudiantes en la Aldea Infantil Señor de la Soledad = 8 hab.
- Población actual en la Ubicación la Colina – Acovichay alto = 1635 hab.
- Constante $k_1 = 1.3$
- Constante $k_2 = 2.0$
- Periodo de diseño = 20 años
- Población futura = 1894 hab.

Objetivos específicos

Con respecto Objetivo específico 1

Tiene por objetivo Calcular la incidencia del comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Watercad - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.

Proceso de modelamiento mediante el uso del Watercad del sistema de agua potable para la urbanización la colina;

Diseño y modelación con WATERCAD

Configuración del modelo

La configuración del modelo se realiza ingresando al software mediante el icono de acceso directo y se procede a dar clic sobre la opción Create New Project como se aprecia en la Figura 24. para iniciar la modelación, se debe de seguir algunos procedimientos de configuración.

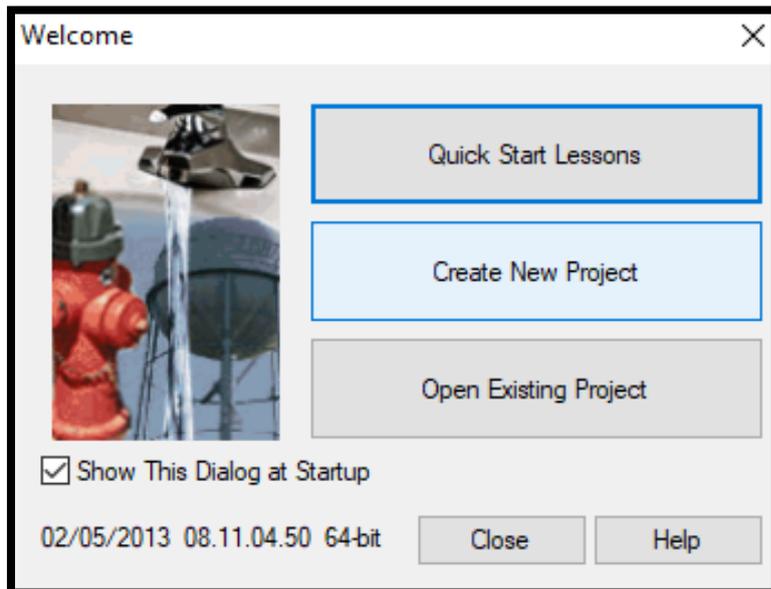


Figura 24. Configuración para Inicio del Software WaterCad

Los pasos a seguir para la configuración:

1. Denominación del Proyecto

El procedimiento para la denominación del proyecto, se tiene que hacer clic en menú File, dentro se encuentra la herramienta Project Properties la cual se selecciona (ver Figura 25). Por lo cual se muestra la ventana de propiedades del proyecto, en la cual aparecen distintos campos como el título del proyecto, ingeniero responsable del proyecto, nodos, etc.

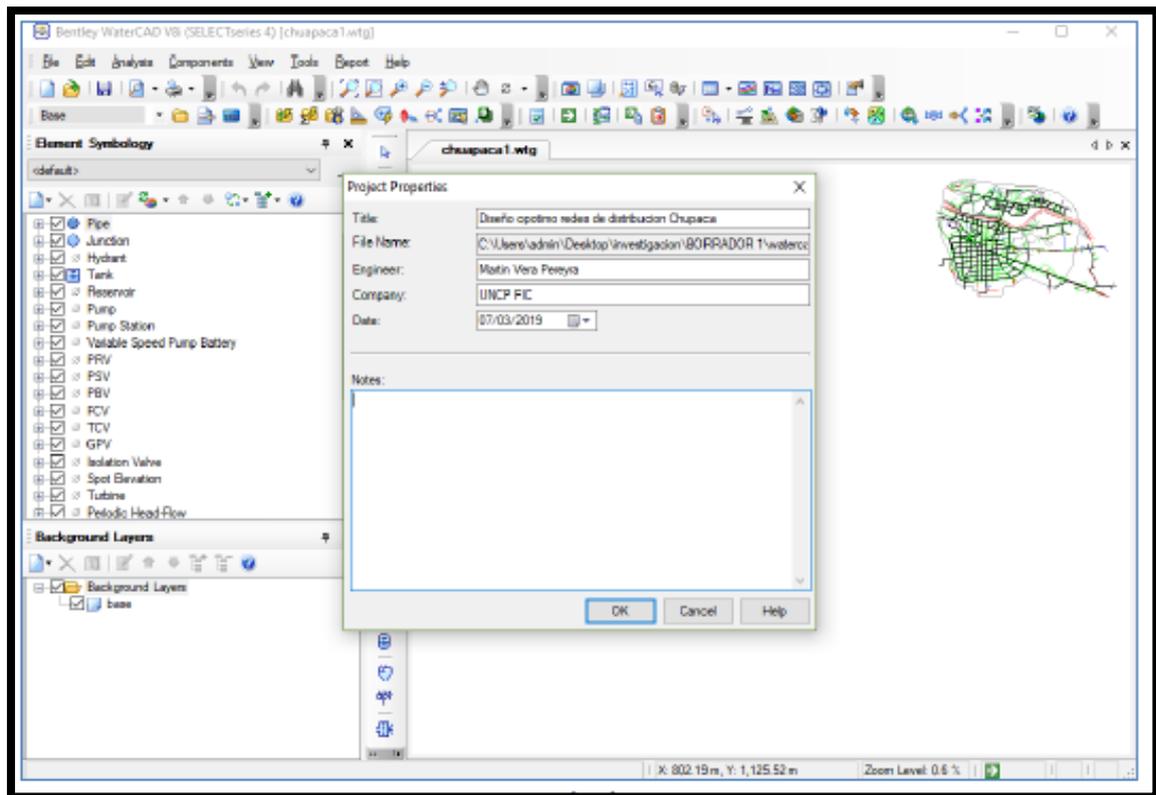


Figura 25. Procedimiento para denominar modelo en software WaterCad

2. Disposición de Unidades

El software contempla los sistemas de unidades mundiales principales, y por defecto está asociado al sistema Inglés, pero adecuando a nuestras condiciones se pueden modificar parte o total de estas al sistema internacional.

Para realizar este cambio, se selecciona el menú *Tools* y dentro de ella se selecciona la herramienta *Options* (ver Figura 26). La primera posibilidad corresponde a *Reset Defaults* la cual te permite modificar las unidades.

y la segunda es la elección de *Default Unit System for New Project* que permitirá establecer las nuevas unidades para los futuros proyectos. En los dos casos se selecciona la opción *System International*.

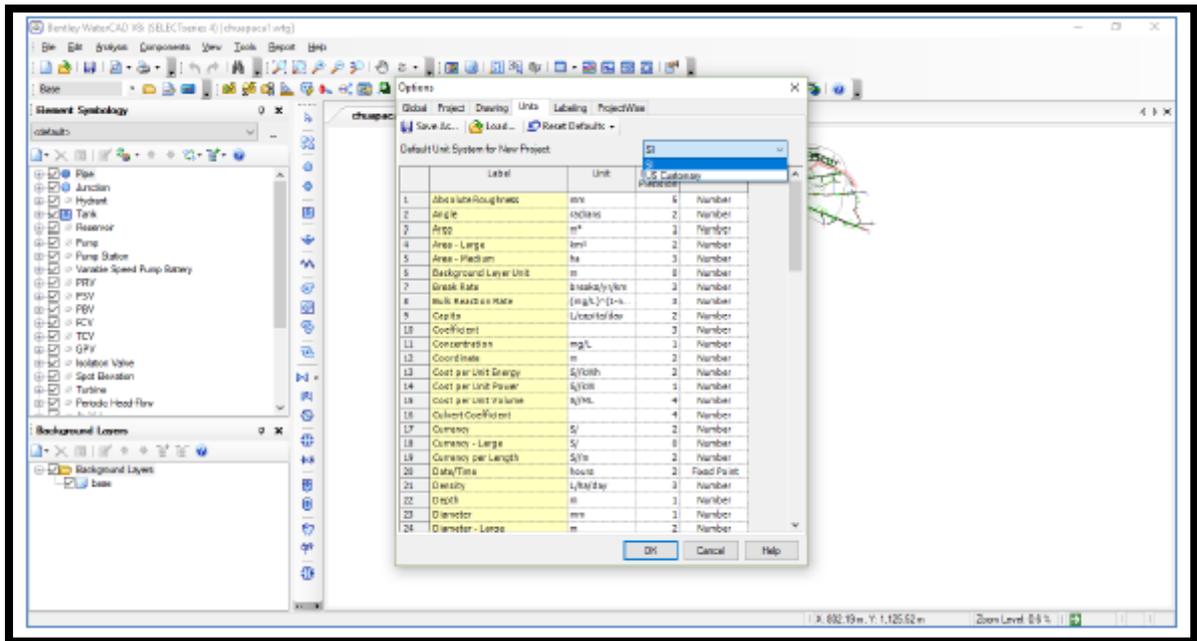


Figura 26. Disposición de unidades

Condiciones de dibujo

Sin cerrar esta ventana *Options*, se dirige nos dirigimos a la pestaña *Drawing*, en la cual se determinarán diferentes campos referentes al dibujo.

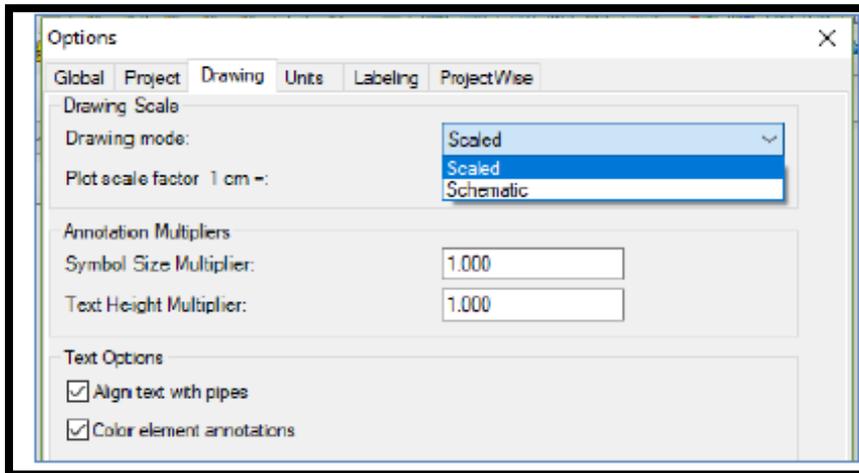


Figura 27. Condiciones de dibujo

Definir las propiedades de cálculo

Las propiedades de cálculo, se precisarán mediante el menú *Analysis* dentro de la cual se escoge la opción *Calculation Options* (ver Figura 28), en la que se aprecia dos carpetas llamados *Transient Solver* y *Steady State/EPS Solver*. En este caso se trabajará con la carpeta denominada *Steady State/EPS Solver* y con la calculadora se puede establecer parámetros de pérdida de carga.

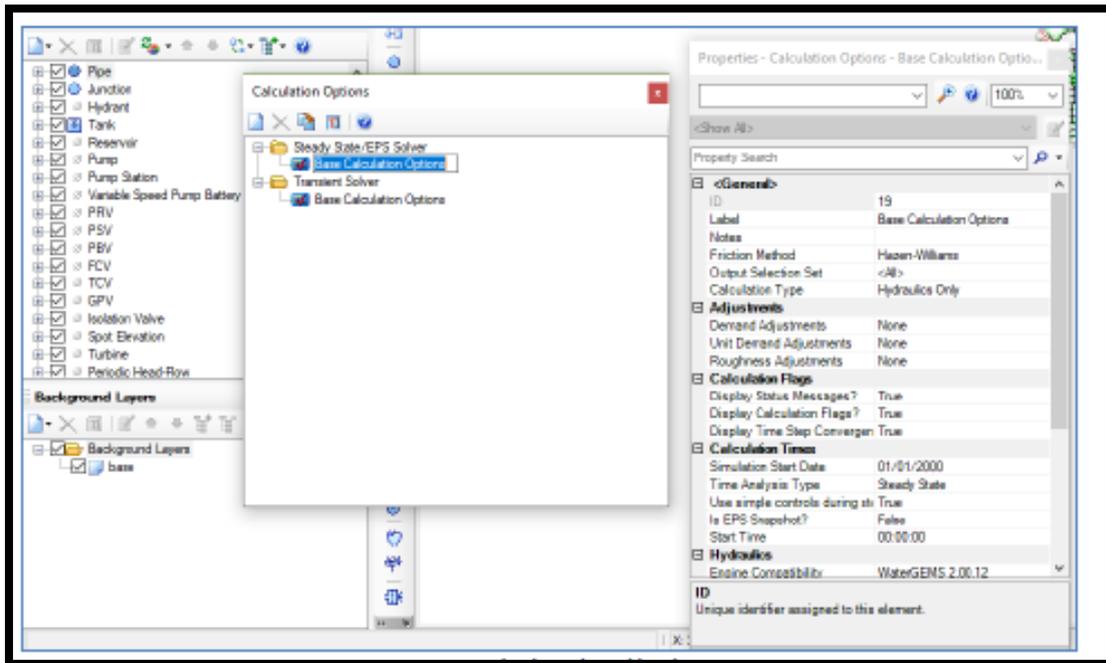


Figura 28. propiedades de calculo

Se apertura una ventana de las propiedades de la calculadora y en la cual se encuentra el campo denominado *Friction Method* (ver Figura 29), es donde se debe consignar la ecuación de pérdida de carga, con la cual se realizarán los cálculos hidráulicos de la red. El software nos muestra 3 ecuaciones de pérdida de carga, que son las más habituales, las cuales son: Ecuación de Darcy-Weisbach, ecuación de Hazen-Williams y ecuación de Manning. En nuestro caso utilizaremos la ecuación de Hazen-Williams.

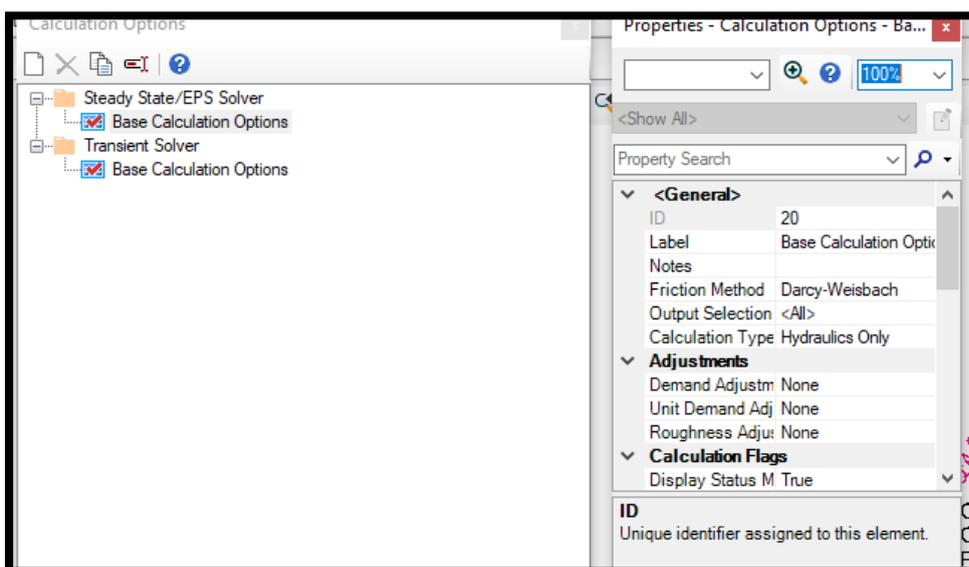


Figura 29. Propiedades de calculadora

Es posible hacer la configuración del tipo de fluido a modelar, ingresando en la misma ventana en la pestaña, *Liquid Label* (ver Figura 30) Por defecto el software considera para diseño de redes, agua a una temperatura de 20°C; con propiedades físicas determinadas establecidas, que también pueden ser editables.

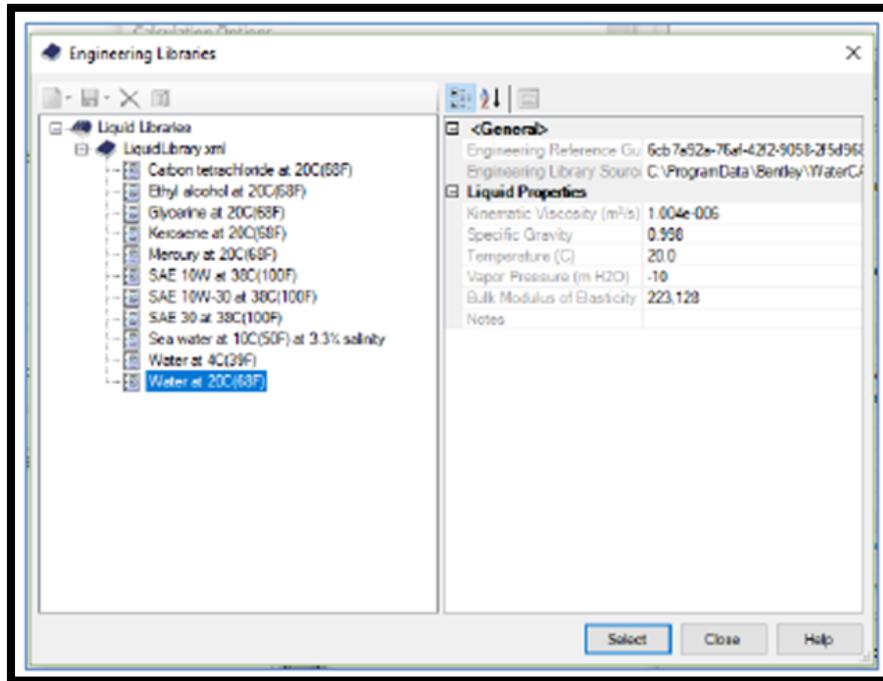


Figura 30. Configuración del tipo de fluido

Prototipos para el modelado

Los prototipos son los modelos en la cual se encuentran plasmadas los elementos físicos que conforman una red (tuberías, conexiones, etc.), la misma que tienen que configurar para el correcto modelado.

Para iniciar a delimitar los modelos de la red a modelar se selecciona el menú *View* en la misma se selecciona la opción *Prototypes*, la cual permite ingresar a una lista en la cual se encuentra todos los elementos los mismo que tendrán que ser definidos los cuales conformaran la red a modelara (ver Figura 31).

El principal prototipo a modelar es la tubería, que en el Watercad la cataloga como "Pipe",

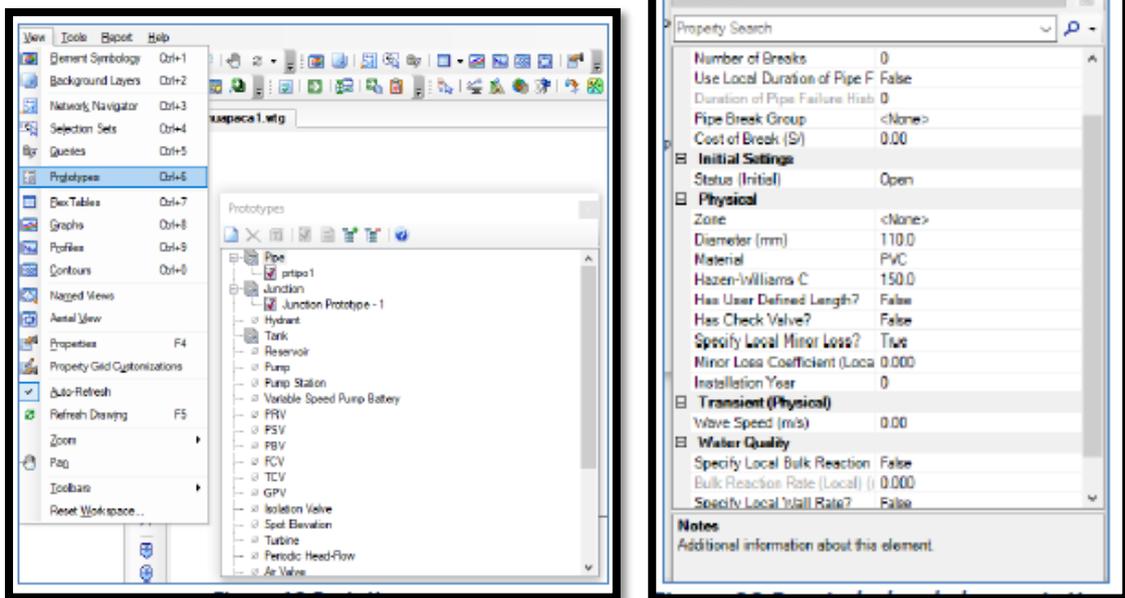


Figura 31. Prototipos para el modelado

Realizando todos los pasos y contando con él ya se puede trabajar en la modelación de la red; a través del levantamiento topográfico se obtiene las cotas, pendientes y también las dimensiones y se ha expresado en el software Autocad. (Ver figura 32).

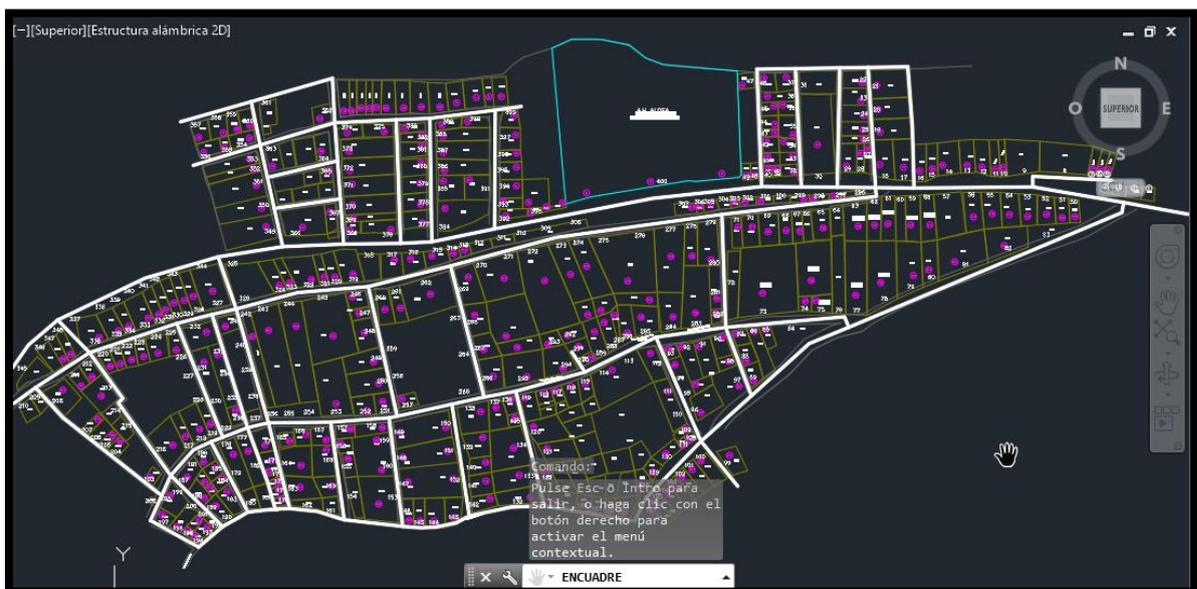


Figura 32. Levantamiento topográfico

Una vez finalizado la configuración, el software hará una pausa de procesamiento y sincronización de toda la información proporcionada, al finalizar se debe mostrar un diagrama de la red de distribución de agua potable en la urbanización la colina, acovichay alto, distrito de independencia, el cual será nuestro modelo y ubicada en la plataforma de trabajo de WaterCAD (ver Fig 33).

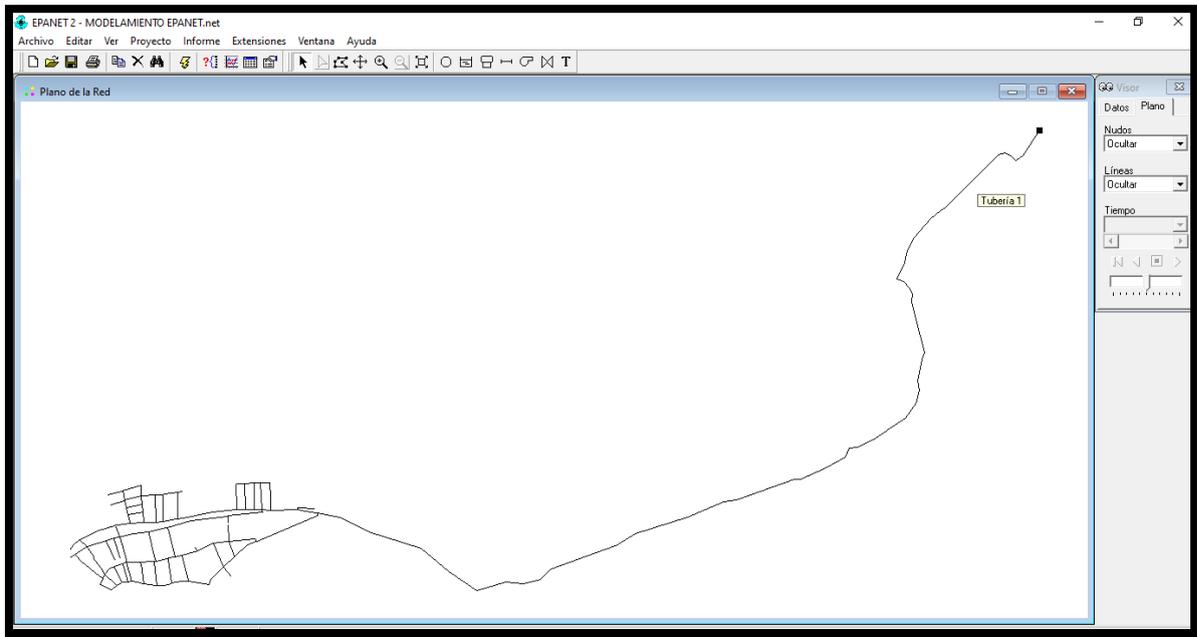


Figura 33. Diagrama de la red

Seguidamente al proceso de modelado, se modificará la denominación o nomenclatura de las tuberías, para ello ingresamos al menú *Report*, y a la opción *Element Tables*, esta opción es muy importante y muy recurrente, porque dentro de esta se puede visualizar todas las propiedades de los elementos hidráulicos del modelo en estudio, para la red de Chupaca y en esta fase del modelado, seleccionamos la herramienta *Pipe* (ver Figura 34).

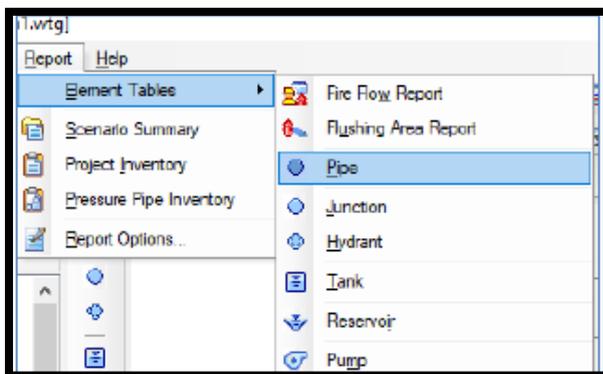


Figura 34. configuración de la opción Pipe

Cuando se selecciona la herramienta *Pipe*, se apertura una nueva ventana en donde se puede observar, y editar las propiedades hidráulicas de las tuberías que está representado en una tabla editable y configurada por diferentes columnas y filas. En las filas se puede visualizar todas las tuberías que han sido creadas, con su respectiva denominación, en cambio en columnas se visualizan las propiedades físicas e hidráulicas de las tuberías, estas pueden ser editables en orden, y también se pueden ocultar o desaparecer algunas propiedades en particular (ver Figura 35).

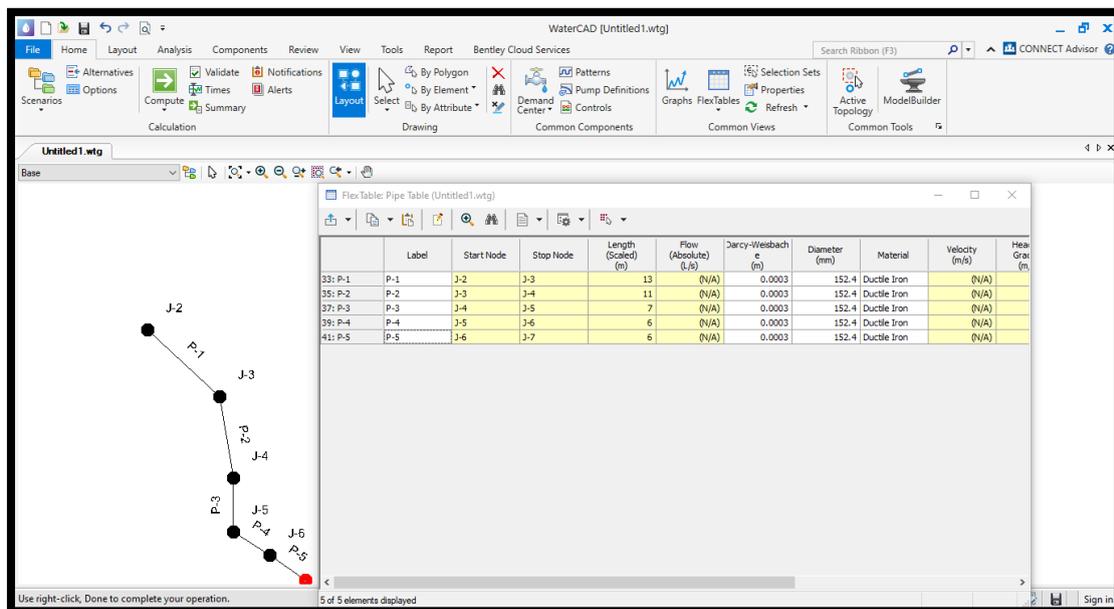


Figura 35. configuración de la herramienta pipe opción tuberías

Topografía en el modelo.

A diferencia de otros softwares, el Watercad presenta una manera de identificar las cotas de cada nudo por medio de un procedimiento de interpolación que implica la transformación de un archivo que contenga la información de las curvas de nivel y con la extensión .dxf (ver Figura 36).

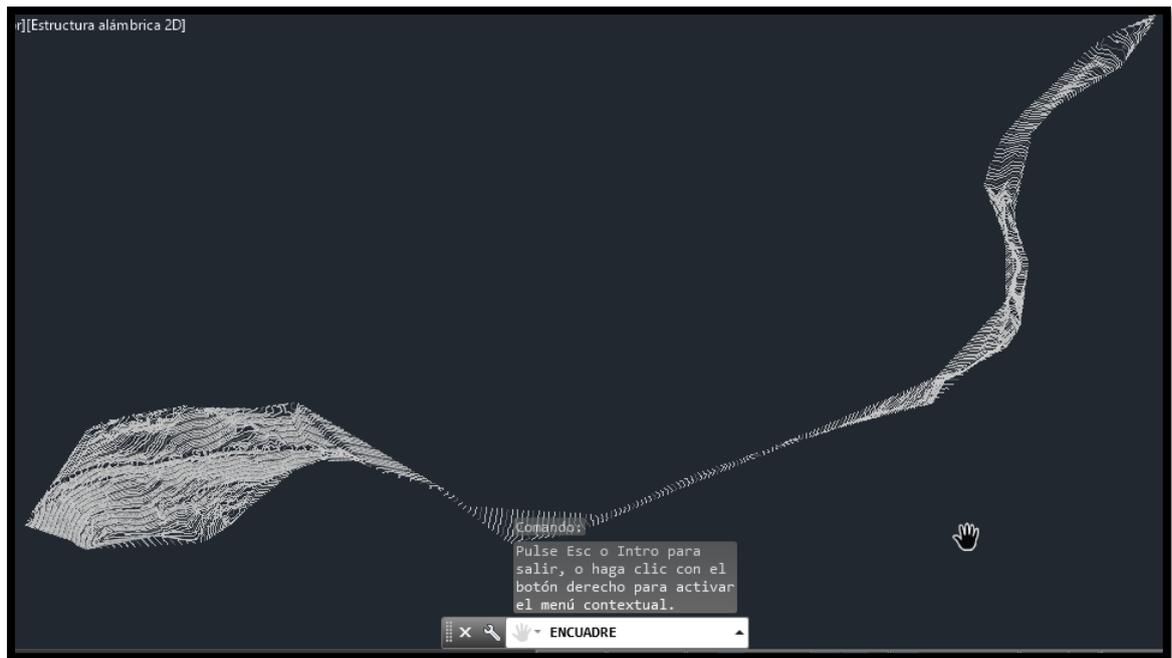


Figura 36. Topografía en el modelo

Una vez obtenido la capa de fondo con curvas de nivel, asignaremos la cota para cada conexión, para ello ingresamos al menú *Tools* y seleccionamos la herramienta *TRex*, el cual tiene como objetivo asignar las alturas en m.s.n.m. de las conexiones o nudos, una vez iniciado en *TRex*, abrimos la ventana *TRex Wizard*, en el primer indicativo se tiene que identificar cual es la tipología de documento digital a utilizar como base de datos; siendo en el caso propio, un archivo de formato CAD, por lo que se escoge *DXF Contours*. Continuando en el indicativo *File*, seleccionamos el archivo que contiene la data que vamos a utilizar, que para este proyecto tiene la denominación *TOPOGRAFIA2*, en el campo *Select Elevation file*, escogemos *elevation*; para los campos que solicitan unidades, considerar metros para ambos, también seleccionamos a un 50% de transparencia, y hacemos clic en *Next* y finalmente le modelo con las cotas asignadas.

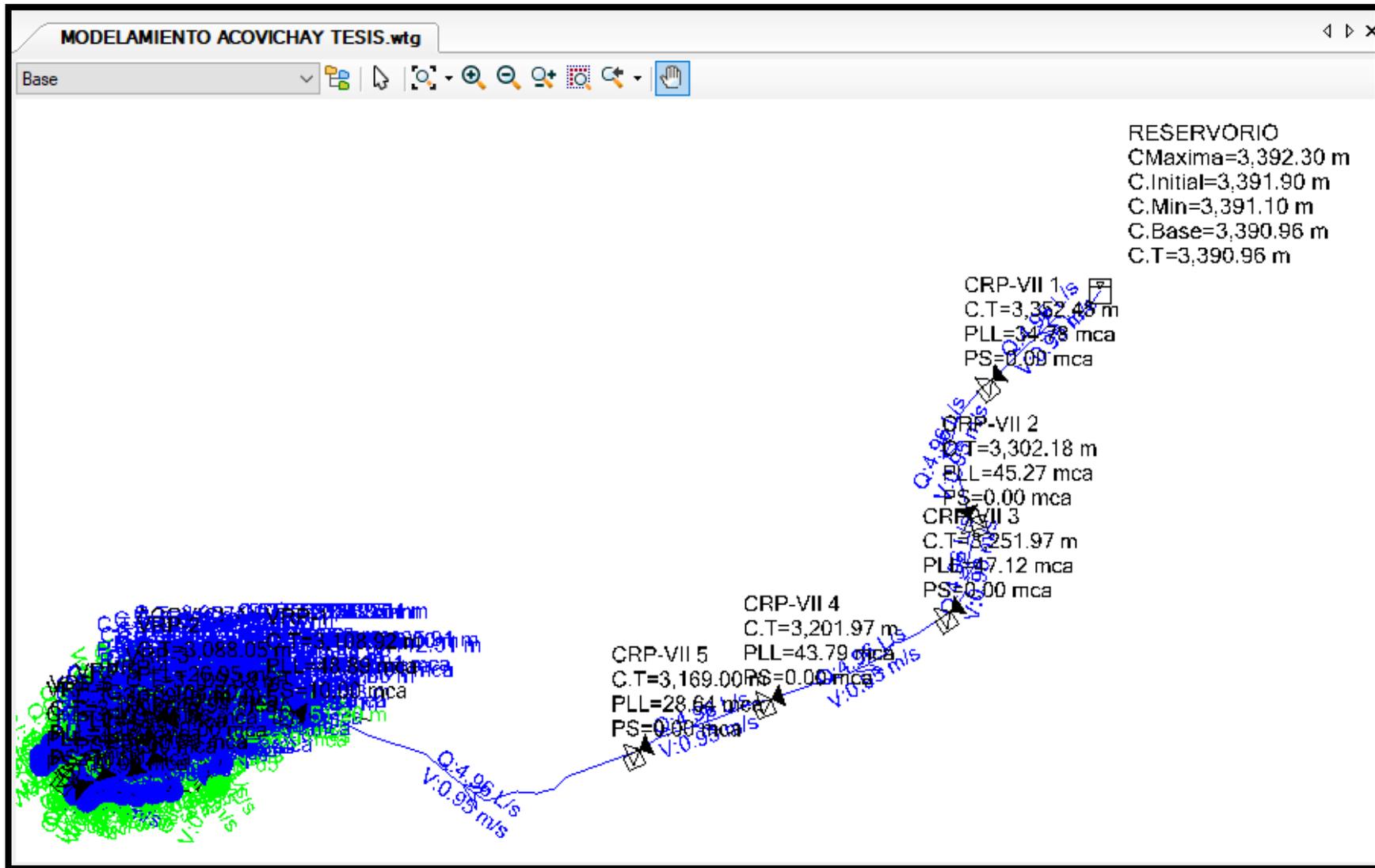


Figura 37. Modelo del sistema de agua potable y sus componentes modelados.

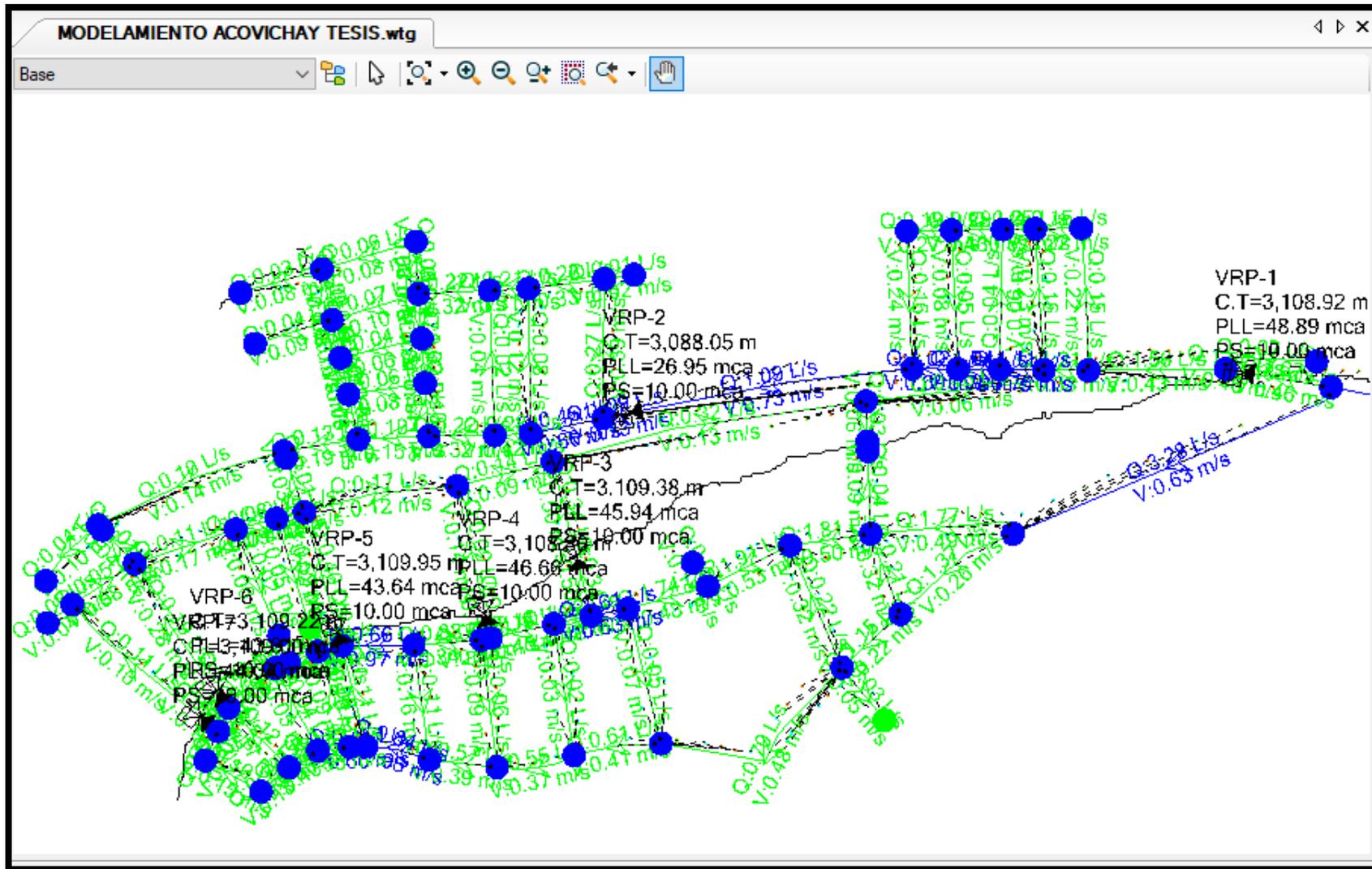


Figura 38. Representación de velocidades en la red de distribución.

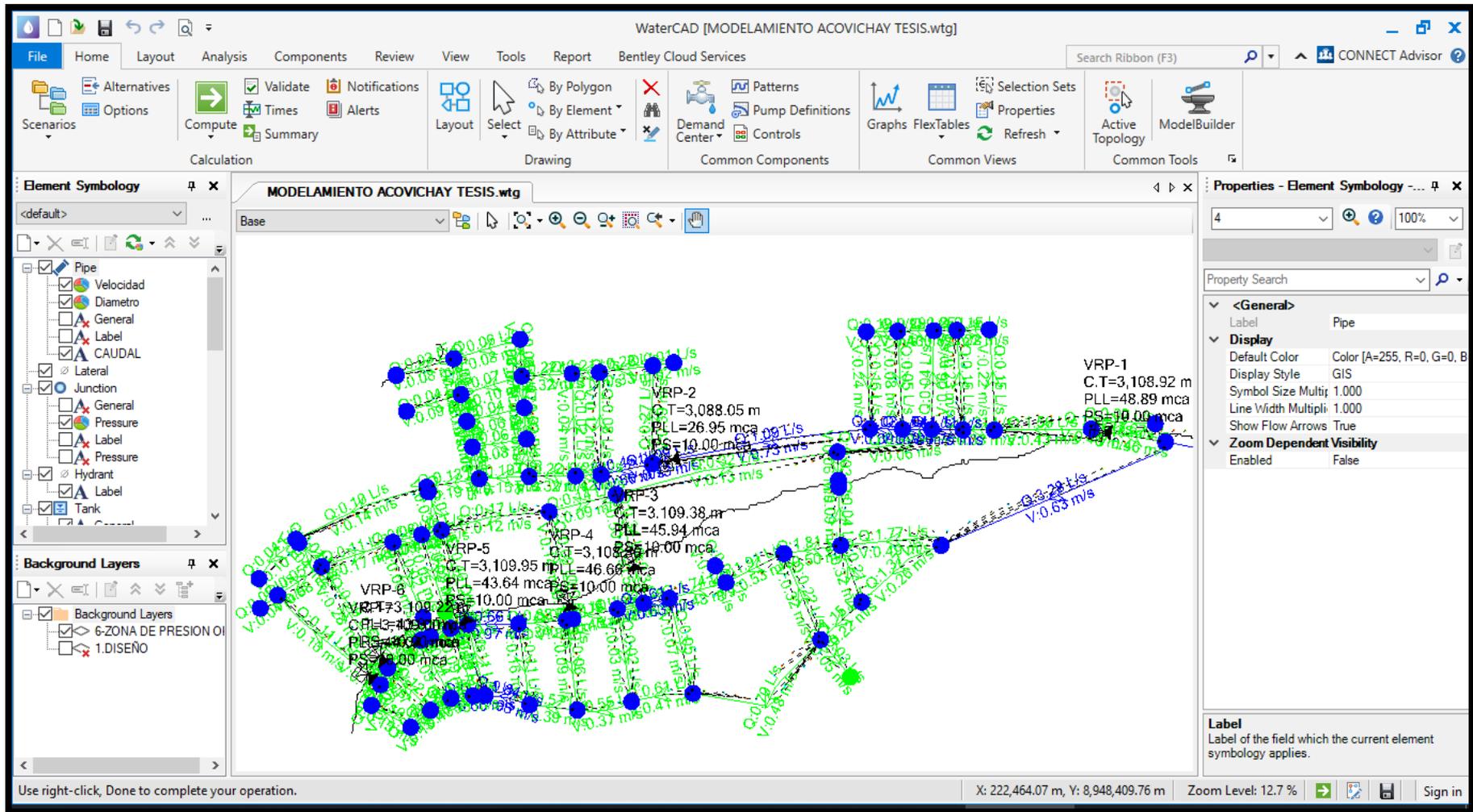


Figura 39. Otra lectura de velocidades en la red de distribución

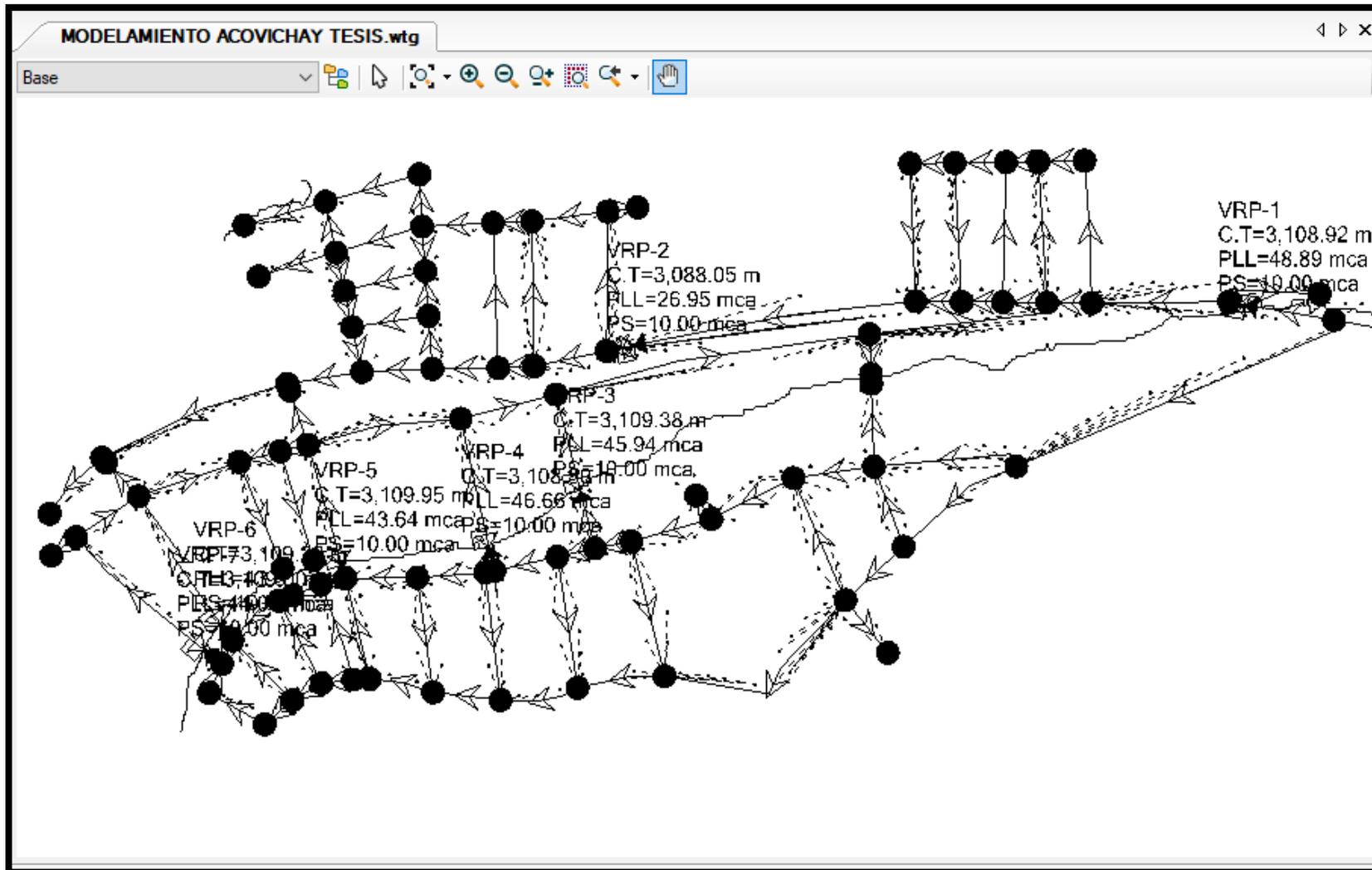


Figura 40. Representación de nodos en la red de distribución.

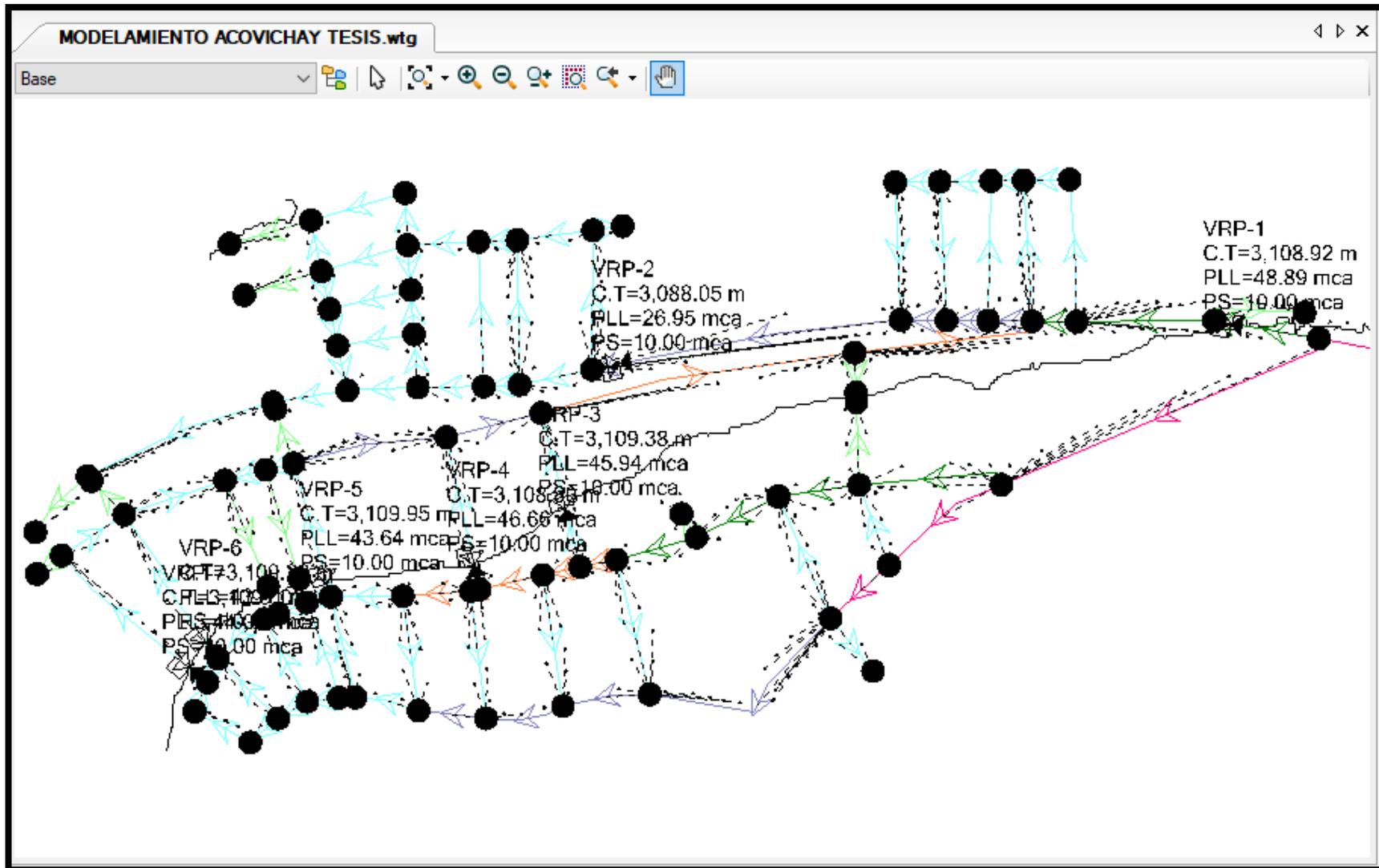


Figura 42. Diámetro de tuberías representado por colores

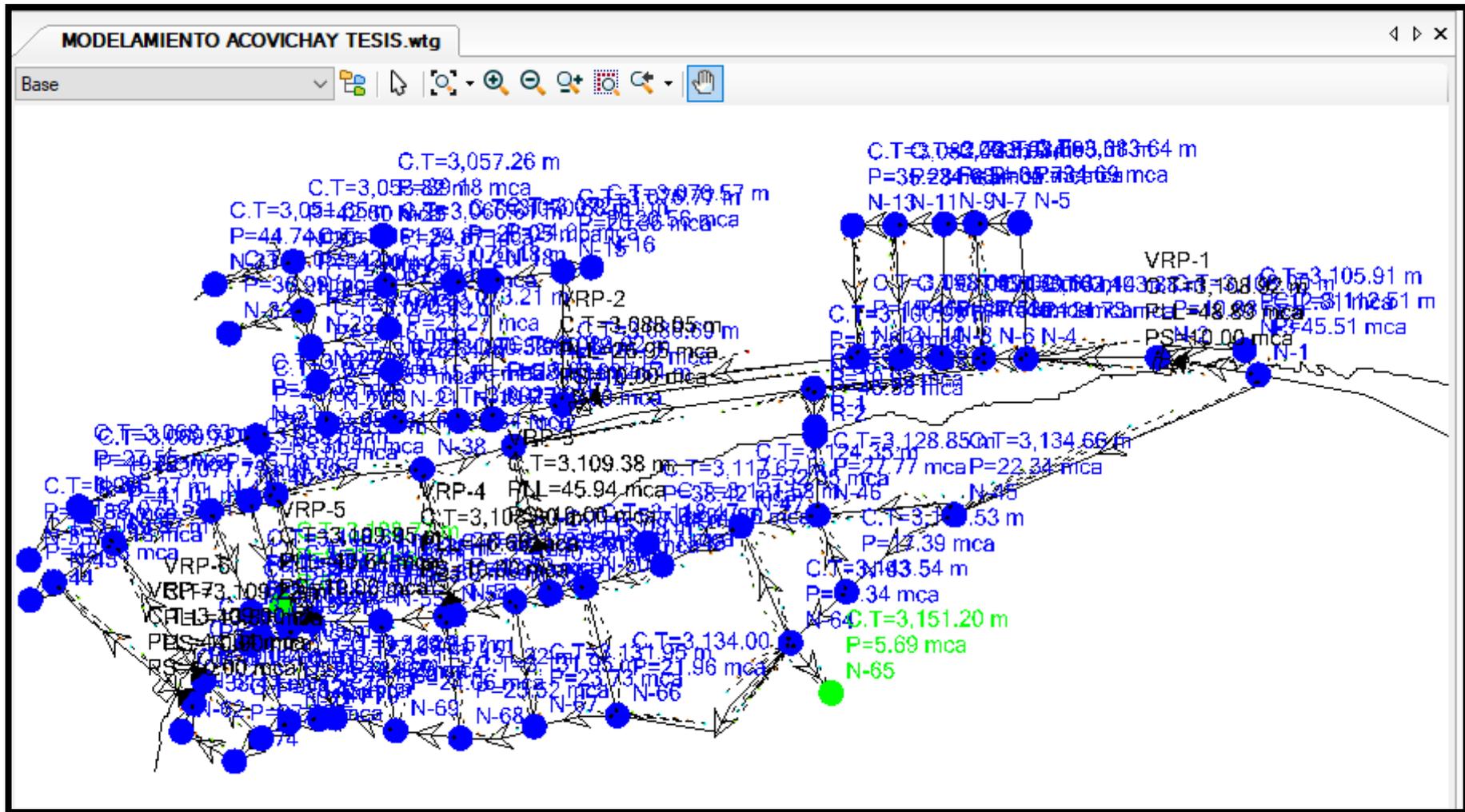


Figura 43. Representación de Demanda y Resultado.

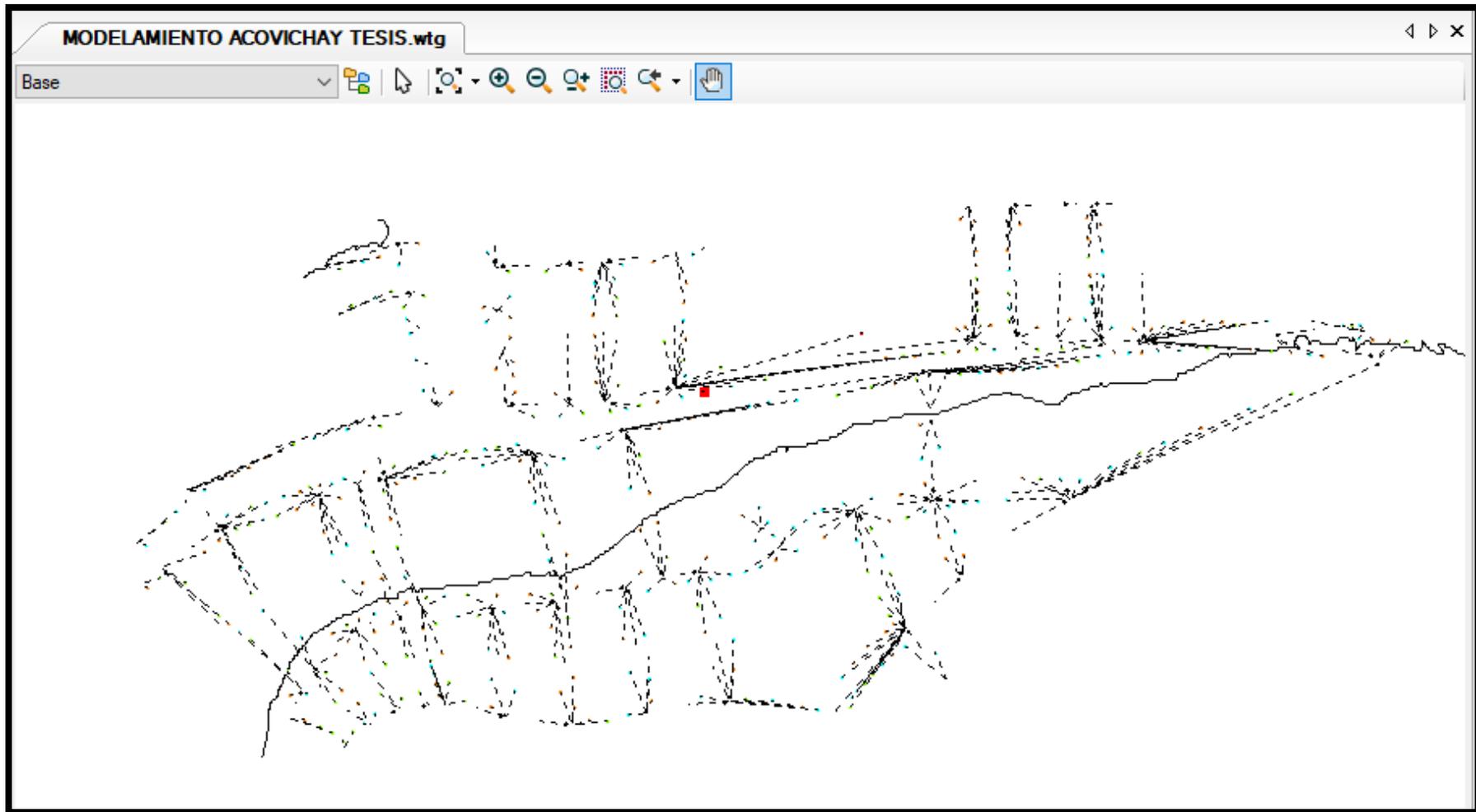


Figura 44. Representación de Demanda de la red de distribución

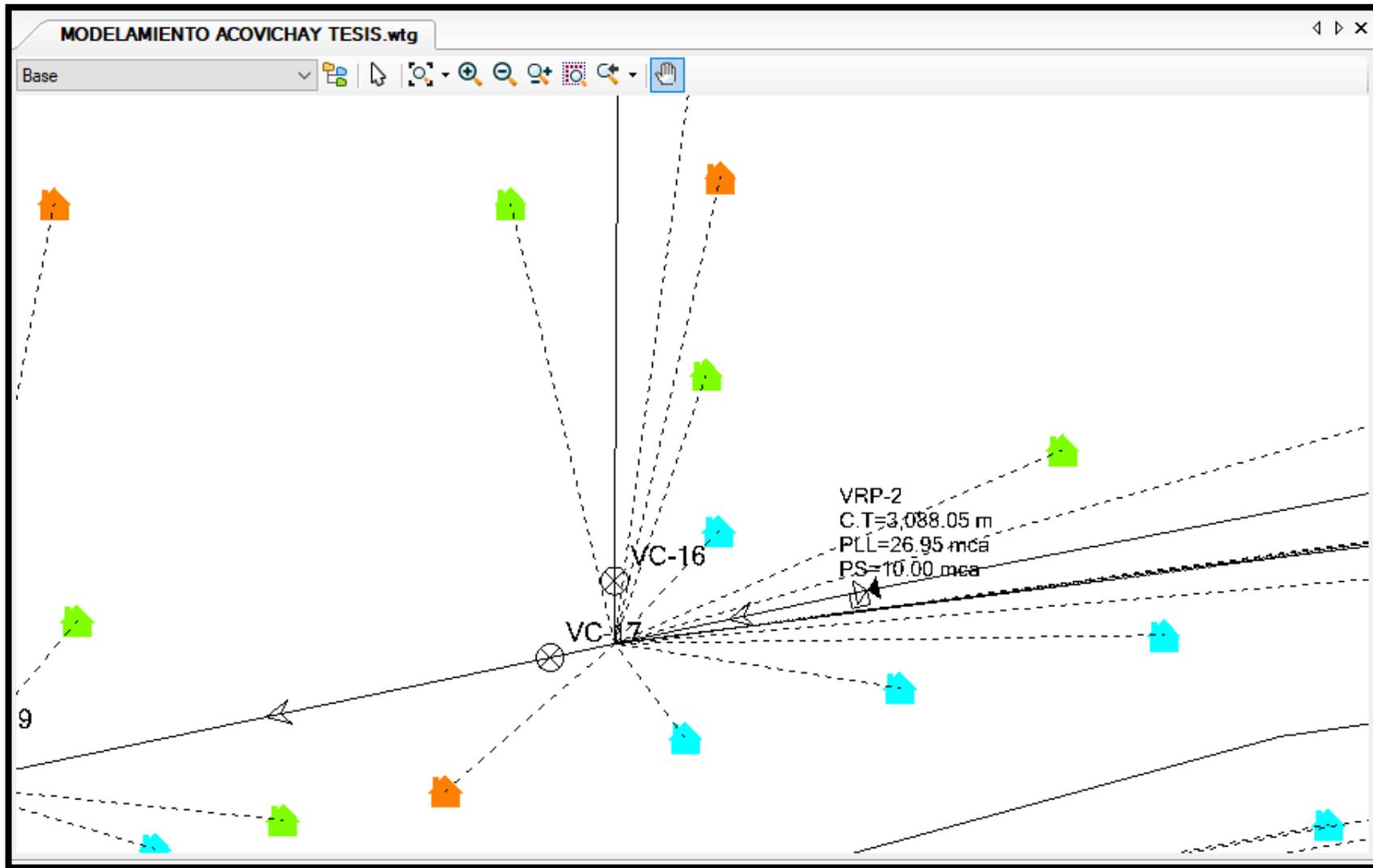


Figura 45. Representación de Demanda por viviendas

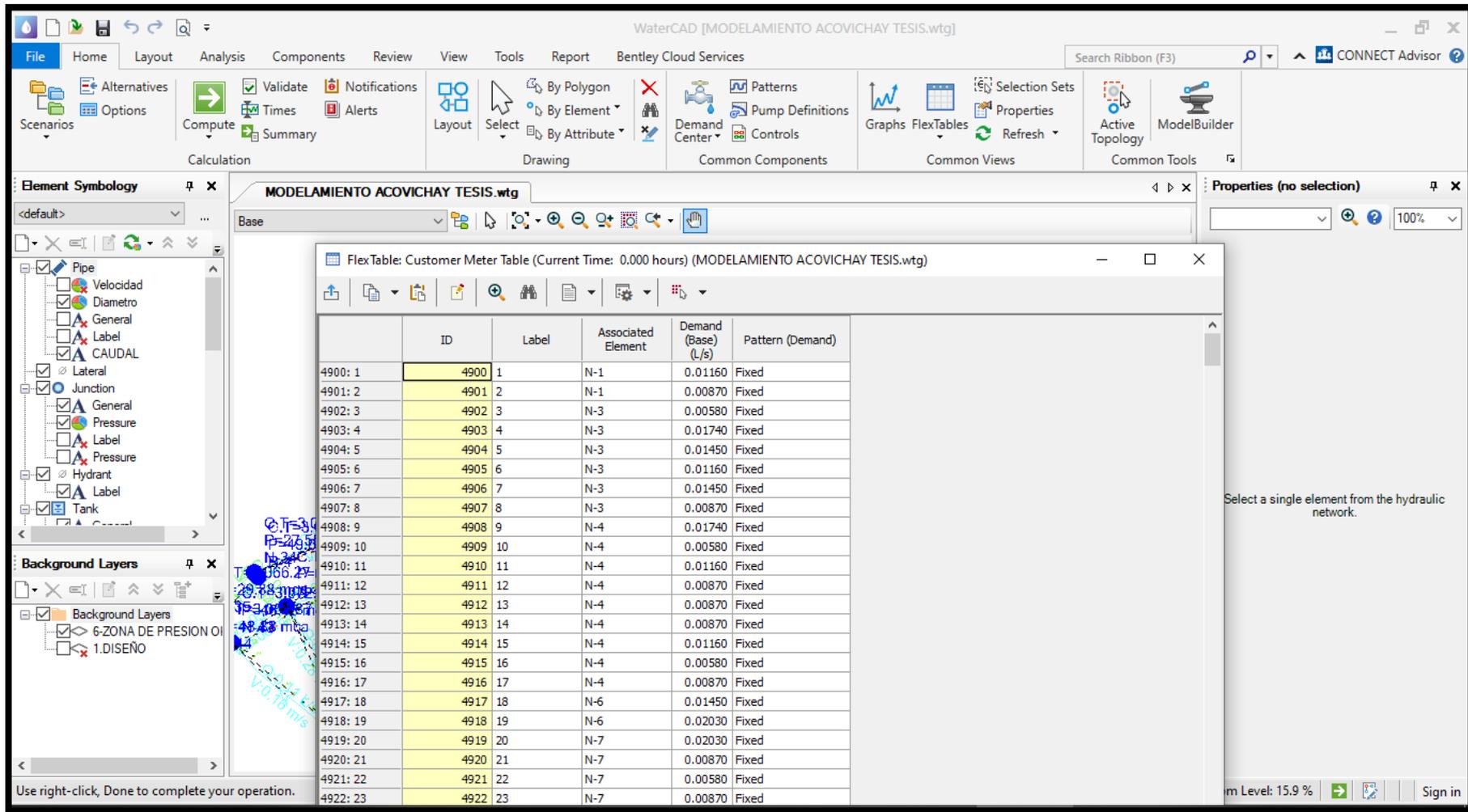


Figura 46. Reporte de resultados de modelamiento

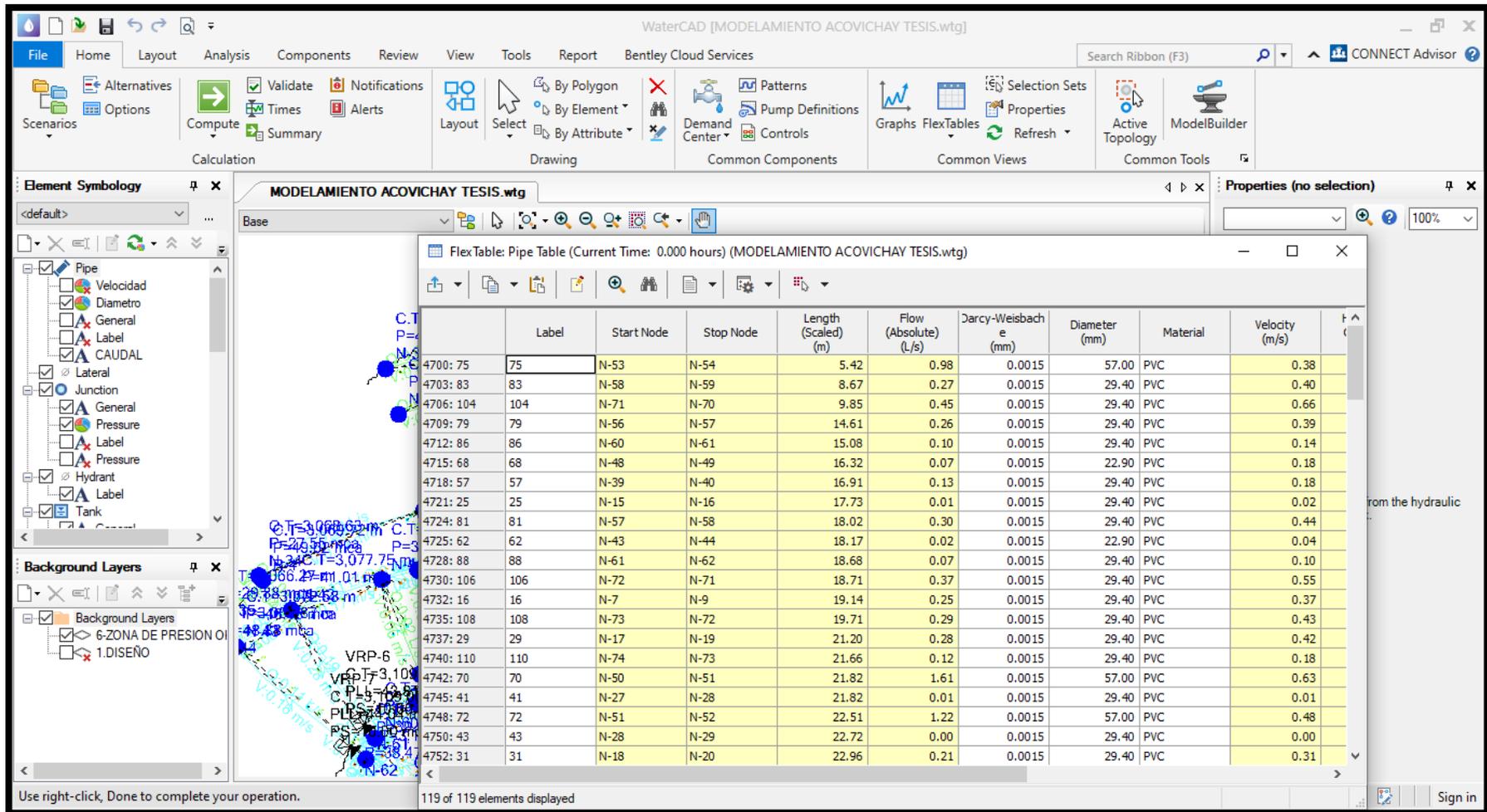


Figura 47. Representación de Demanda y Resultado

TABLA CON RESULTADOS DE MODELAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA RED DE AGUA POTABLE – JASS LA COLINAS - ACOVICHAY. CON SOFTWARE WATERCAD.

Tabla 29. Resultado de tubería modelados:

ORDEN	Label	Start Node	Stop Node	Length (Scaled) (m)	Flow (Absolute) (L/s)	Darcy-Weisbach h e (mm)	Diameter (mm)	Diametro Nominal	Material	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)	Hydraulic Grade (Start) (m)	Hydraulic Grade (Stop) (m)	Pressure (Start) (m H2O)	Pressure (Stop) (m H2O)
1	1	RESERVORIO	CRP-VII 1	426.07	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3391.9	3387.3	0.93	34.78
2	2	CRP-VII 1	CRP-VII 2	456.07	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3352.45	3347.54	0	45.27
3	3	CRP-VII 2	CRP-VII 3	278.17	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3299.18	3302.18	47.12	0
4	4	CRP-VII 3	CRP-VII 4	567.73	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3251.97	3245.84	0	43.79
5	5	CRP-VII 4	CRP-VII 5	395.97	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3201.97	3197.7	0	28.64
6	6	CRP-VII 5	N-1	1009.38	4.96	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.95	0.011	3169	3158.11	0	45.51
7	7(1)	N-1	VRP-1	52.64	1.67	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.46	0.004	3158.11	3157.92	45.51	48.89
8	7(2)	VRP-1	N-2	10.06	1.67	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.46	0.004	3118.95	3118.91	10	10.88
9	8	N-2	N-3	60.6	0.07	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.18	0.003	3118.91	3118.74	10.88	12.81
10	9(1)	N-2	N-4	80.76	1.56	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.43	0.003	3118.91	3118.64	10.88	14.73
11	10	N-4	N-5	83.15	0.15	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.22	0.003	3118.64	3118.4	14.73	34.69
12	11	N-4	N-6	26.18	1.21	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.33	0.002	3118.64	3118.59	14.73	16.12
13	12	N-6	N-7	82.48	0.16	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.23	0.003	3118.59	3118.32	16.12	34.73
14	13	N-5	N-7	27.11	0.15	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.22	0.003	3118.4	3118.32	34.69	34.73

15	14	N-6	N-8	25.99	1.11	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.75	0.015	3118.59	3118.19	16.12	17.53
16	15	N-8	N-9	81.77	0.04	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.06	0	3118.19	3118.18	17.53	34.05
17	16	N-7	N-9	19.14	0.25	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.37	0.007	3118.32	3118.18	34.73	34.05
18	17	N-8	N-10	24.42	1.04	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.7	0.013	3118.19	3117.86	17.53	18.74
19	18	N-10	N-11	81.12	0.05	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.08	0	3117.86	3117.89	18.74	34.63
20	19	N-9	N-11	30.16	0.29	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.43	0.009	3118.18	3117.89	34.05	34.63
21	20	N-10	N-12	27.01	1.02	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.69	0.013	3117.86	3117.51	18.74	19.46
22	21	N-12	N-13	80.39	0.16	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.24	0.003	3117.51	3117.78	19.46	35.28
23	22	N-11	N-13	26.2	0.19	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.27	0.004	3117.89	3117.78	34.63	35.28
24	23(1)	N-12	VRP-2	167.7	1.09	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.73	0.015	3117.51	3115.05	19.46	26.95
25	23(2)	VRP-2	N-14	16.33	1.09	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.73	0.015	3098.07	3097.83	10	11.12
26	24	N-14	N-15	81.32	0.27	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.39	0.008	3097.83	3097.17	11.12	20.36
27	25	N-15	N-16	17.73	0.01	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.02	0	3097.17	3097.17	20.36	20.56
28	26	N-14	N-17	43.55	0.45	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.66	0.02	3097.83	3096.98	11.12	13.03
29	27	N-17	N-18	84.56	0.08	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.12	0.001	3096.98	3096.9	13.03	24.05
30	28	N-15	N-18	44.81	0.23	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.33	0.006	3097.17	3096.9	20.36	24.05
31	29	N-17	N-19	21.2	0.28	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.42	0.009	3096.98	3096.79	13.03	14.28
32	30	N-19	N-20	84.7	0.02	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.04	0	3096.79	3096.78	14.28	26.05
33	31	N-18	N-20	22.96	0.21	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.31	0.005	3096.9	3096.78	24.05	26.05
34	32	N-19	N-21	38.72	0.22	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.32	0.006	3096.79	3096.57	14.28	15.96

35	33	N-21	N-22	31.05	0.1	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.14	0.001	3096.57	3096.52	15.96	23.27
36	34	N-22	N-23	26.1	0.02	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.04	0	3096.52	3096.52	23.27	26.28
37	35	N-23	N-24	26.17	0.07	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.11	0.001	3096.52	3096.54	26.28	29.87
38	36	N-20	N-24	41.82	0.22	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.32	0.006	3096.78	3096.54	26.05	29.87
39	37	N-24	N-25	30.46	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.08	0	3096.54	3096.53	29.87	39.18
40	38	N-21	N-26	41.48	0.1	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.15	0.002	3096.57	3096.5	15.96	17.83
41	39	N-26	N-27	26.71	0.04	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.06	0	3096.5	3096.51	17.83	25.46
42	40	N-22	N-27	45.4	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.08	0	3096.52	3096.51	23.27	25.46
43	41	N-27	N-28	21.82	0.01	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.01	0	3096.51	3096.51	25.46	29.25
44	42	N-23	N-28	49.03	0.04	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.06	0	3096.52	3096.51	26.28	29.25
45	43	N-28	N-29	22.72	0	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0	0	3096.51	3096.51	29.25	34.9
46	44	N-24	N-29	52.92	0.07	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.1	0.001	3096.54	3096.51	29.87	34.9
47	45	N-30	N-29	30.28	0	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0	0	3096.51	3096.51	42.6	34.9
48	46	N-25	N-30	57.51	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.08	0	3096.53	3096.51	39.18	42.6
49	47	N-26	N-31	44.51	0.13	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.19	0.002	3096.5	3096.4	17.83	20.39
50	48	N-29	N-32	47.5	0.04	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.09	0.001	3096.51	3096.48	34.9	36.99
51	49	N-30	N-33	49.85	0.03	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.08	0.001	3096.51	3096.48	42.6	44.74
52	50	N-31	N-34	117.64	0.1	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.14	0.001	3096.4	3096.24	20.39	27.55
53	51	N-34	N-35	45.14	0.04	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.1	0.001	3096.24	3096.21	27.55	29.88
54	52	N-6	N-36	111.76	0.16	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.06	0	3118.59	3118.6	16.12	17.63

55	53	N-36	N-37	188.06	0.32	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.13	0	3118.6	3118.7	17.63	25.8
56	54	N-37	N-38	57.74	0.14	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.09	0	3118.7	3118.72	25.8	25.84
57	55	N-38	N-39	91.4	0.17	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.12	0.001	3118.72	3118.78	25.84	31.4
58	56(2)	R-3	N-39	33.56	0.01	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.03	0	3118.77	3118.78	40.85	31.4
59	57	N-39	N-40	16.91	0.13	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.18	0.002	3118.78	3118.74	31.4	33.09
60	58	N-40	N-41	24.71	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.09	0	3118.74	3118.73	33.09	35.08
61	59	N-41	N-42	62.61	0.11	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.17	0.002	3118.73	3118.84	35.08	41.01
62	60(2)	R-4	N-42	27.4	0.01	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.04	0	3118.84	3118.84	49.02	41.01
63	61	N-42	N-43	43.81	0.05	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.08	0	3118.84	3118.86	41.01	46.18
64	62	N-43	N-44	18.17	0.02	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.04	0	3118.86	3118.85	46.18	48.88
65	63(1)	N-1	N-45	208.61	3.28	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.63	0.005	3158.11	3157.04	45.51	22.34
66	64	N-45	N-46	88.85	1.77	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.49	0.004	3157.04	3156.67	22.34	27.77
67	65(1) (1)	N-36	R-1	23.42	0.03	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.06	0	3118.6	3118.59	17.63	10.92
68	65(2)	R-2	N-46	48.36	0.04	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.09	0.001	3156.65	3156.67	46.58	27.77
69	66	N-46	N-47	47.89	1.81	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.5	0.004	3156.67	3156.47	27.77	32.05
70	67	N-47	N-48	53.87	1.91	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.53	0.005	3156.47	3156.21	32.05	34.56
71	68	N-48	N-49	16.32	0.07	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.18	0.003	3156.21	3156.17	34.56	38.42
72	69	N-48	N-50	48.82	1.74	0.0015	67.8	75 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.48	0.004	3156.21	3156.02	34.56	37.47
73	70	N-50	N-51	21.82	1.61	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.63	0.008	3156.02	3155.84	37.47	38.32
74	71(1)	N-37	VRP-3	57.82	0.34	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.5	0.012	3118.7	3119.41	25.8	10

75	71(2)	VRP-3	N-51	34.83	0.34	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.5	0.012	3155.41	3155.84	45.94	38.32
76	72	N-51	N-52	22.51	1.22	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.48	0.005	3155.84	3155.73	38.32	40.57
77	73	N-52	N-53	38.06	1.14	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.45	0.004	3155.73	3155.57	40.57	42.53
78	74(1)	N-38	VRP-4	76.43	0.09	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.14	0.001	3118.72	3118.82	25.84	10
79	74(2)	VRP-4	N-53	14.51	0.09	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.14	0.001	3155.55	3155.57	46.66	42.53
80	75	N-53	N-54	5.42	0.98	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.38	0.003	3155.57	3155.55	42.53	42.85
81	76	N-54	N-55	40.01	0.88	0.0015	57	63 mm	PVC NTP ISO 1452 UF	0.34	0.003	3155.55	3155.44	42.85	42.89
82	77	N-55	N-56	42.31	0.66	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.97	0.039	3155.44	3153.8	42.89	41.41
83	78(1)	N-39	VRP-5	73.07	0.4	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.59	0.016	3118.78	3119.97	31.4	10
84	78(2)	VRP-5	N-56	7.89	0.4	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.59	0.016	3153.67	3153.8	43.64	41.41
85	79	N-56	N-57	14.61	0.26	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.39	0.008	3153.8	3153.69	41.41	41.54
86	80(1)	N-40	R-6	66.58	0.02	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.05	0	3118.74	3118.72	33.09	9.93
87	81	N-57	N-58	18.02	0.3	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.44	0.01	3153.69	3153.51	41.54	40.88
88	82(1)	N-41	R-5	67.04	0.02	0.0015	22.9	3/4"	PVC NTP 399.002	0.06	0	3118.73	3118.71	35.08	10.04
89	83	N-58	N-59	8.67	0.27	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.4	0.008	3153.51	3153.44	40.88	40.66
90	84	N-59	N-60	36.51	0.25	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.38	0.007	3153.44	3153.17	40.66	38.87
91	85(1)	N-42	VRP-6	92.69	0.19	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.28	0.004	3118.84	3119.25	41.01	10
92	85(2)	VRP-6	N-60	11.47	0.19	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.28	0.004	3153.12	3153.17	43.81	38.87
93	86	N-60	N-61	15.08	0.1	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.14	0.001	3153.17	3153.15	38.87	39.02
94	87(1)	N-43	VRP-7	100.02	0.11	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.16	0.002	3118.86	3119.03	46.18	10

95	87(2)	VRP-7	N-61	13.51	0.11	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.16	0.002	3153.13	3153.15	44.04	39.02
96	88	N-61	N-62	18.68	0.07	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.1	0.001	3153.15	3153.16	39.02	38.47
97	89	N-63	N-45	82.26	1.37	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF PVC NTP	0.26	0.001	3156.95	3157.04	17.39	22.34
98	90	N-63	N-46	49.98	0.21	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.32	0.005	3156.95	3156.67	17.39	27.77
99	91	N-64	N-63	46.33	1.15	0.0015	81.4	90 mm	PVC NTP ISO 1452 UF PVC NTP	0.22	0.001	3156.91	3156.95	13.34	17.39
100	92	N-64	N-47	77.57	0.22	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.32	0.006	3156.91	3156.47	13.34	32.05
101	93	N-64	N-65	39.51	0.03	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.05	0	3156.91	3156.9	13.34	5.69
102	94	N-66	N-64	133.71	0.7	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.48	0.007	3156	3156.91	21.96	13.34
103	95	N-66	N-50	80.97	0.05	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.07	0	3156	3156.02	21.96	37.47
104	96	N-67	N-66	51.78	0.61	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.41	0.005	3155.72	3156	23.73	21.96
105	97	N-67	N-52	77.42	0.02	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.03	0	3155.72	3155.73	23.73	40.57
106	98	N-68	N-67	46.8	0.55	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.37	0.004	3155.51	3155.72	23.52	23.73
107	99	N-68	N-54	74.96	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.09	0	3155.51	3155.55	23.52	42.85
108	100	N-69	N-68	39.98	0.57	0.0015	43.4	1 1/2"	PVC NTP 399.002	0.39	0.005	3155.32	3155.51	24.06	23.52
109	101	N-69	N-55	67.48	0.11	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.16	0.002	3155.32	3155.44	24.06	42.89
110	102	N-70	N-69	38.05	0.64	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.95	0.037	3153.91	3155.32	24.29	24.06
111	103	N-70	N-56	60.48	0.11	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.16	0.002	3153.91	3153.8	24.29	41.41
112	104	N-71	N-70	9.85	0.45	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.66	0.02	3153.72	3153.91	24.66	24.29
113	105	N-71	N-57	58.79	0.06	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.09	0	3153.72	3153.69	24.66	41.54
114	106	N-72	N-71	18.71	0.37	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.55	0.014	3153.45	3153.72	25.44	24.66

115	107	N-72	N-59	54.32	0.04	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.05	0	3153.45	3153.44	25.44	40.66
116	108	N-73	N-72	19.71	0.29	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.43	0.009	3153.27	3153.45	26.45	25.44
117	109	N-73	N-60	49.76	0.12	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.17	0.002	3153.27	3153.17	26.45	38.87
118	110	N-74	N-73	21.66	0.12	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.18	0.002	3153.22	3153.27	27.7	26.45
119	111	N-62	N-74	37.42	0.1	0.0015	29.4	1"	PVC NTP 399.002	0.15	0.002	3153.16	3153.22	38.47	27.7

Fuente: Elaboración propia (2021) (Watercad).

Tabla 30. Resultado de tubería modelados

Label	Elevation (m)	X (m)	Y (m)	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
N-1	3112.51	222899.45	8948596.62	0.02	3158.11	45.51
N-2	3108	222837.65	8948607.25	0.03	3118.91	10.88
N-3	3105.91	222890.96	8948611.8	0.07	3118.74	12.81
N-4	3103.88	222756.89	8948606.52	0.2	3118.64	14.73
N-5	3083.64	222752.7	8948689.55	0	3118.4	34.69
N-6	3102.44	222730.72	8948606.77	0.1	3118.59	16.12
N-7	3083.51	222725.59	8948689.1	0.06	3118.32	34.73
N-8	3100.63	222704.73	8948607.03	0.03	3118.19	17.53
N-9	3084.05	222706.46	8948688.78	0	3118.18	34.05
N-10	3099.09	222680.32	8948607.26	0.07	3117.86	18.74
N-11	3083.19	222676.3	8948688.29	0.06	3117.89	34.63
N-12	3098.01	222653.31	8948607.52	0.1	3117.51	19.46
N-13	3082.42	222650.11	8948687.85	0.03	3117.78	35.28
N-14	3086.69	222471.73	8948578.54	0.37	3097.83	11.12
N-15	3076.77	222472.25	8948659.86	0.03	3097.17	20.36
N-16	3076.57	222489.81	8948662.32	0.01	3097.17	20.56
N-17	3083.92	222429.1	8948569.67	0.08	3096.98	13.03
N-18	3072.81	222427.79	8948654.23	0.09	3096.9	24.05
N-19	3082.48	222407.92	8948568.62	0.04	3096.79	14.28
N-20	3070.68	222404.85	8948653.26	0.02	3096.78	26.05
N-21	3080.58	222369.2	8948568.12	0.02	3096.57	15.96
N-22	3073.21	222366.92	8948599.09	0.01	3096.52	23.27
N-23	3070.18	222365	8948625.11	0.06	3096.52	26.28
N-24	3066.61	222363.08	8948651.21	0.03	3096.54	29.87
N-25	3057.26	222361.59	8948681.63	0	3096.53	39.18
N-26	3078.64	222327.76	8948566.39	0.02	3096.5	17.83
N-27	3070.99	222322	8948592.47	0.02	3096.51	25.46
N-28	3067.2	222317.3	8948613.77	0.03	3096.51	29.25
N-29	3061.54	222312.41	8948635.96	0.02	3096.51	34.9
N-30	3053.82	222306.35	8948665.63	0.02	3096.51	42.6
N-31	3075.97	222283.8	8948559.37	0.03	3096.4	20.39
N-32	3059.42	222267	8948622.04	0.04	3096.48	36.99
N-33	3051.65	222258.44	8948651.88	0.03	3096.48	44.74
N-34	3068.63	222174.79	8948516.18	0.06	3096.24	27.55
N-35	3066.27	222144.13	8948483.54	0.04	3096.21	29.88
N-36	3100.93	222626.23	8948588.41	0.14	3118.6	17.63
N-37	3092.84	222441.86	8948553.18	0.16	3118.7	25.8
N-38	3092.83	222385.88	8948539.04	0.13	3118.72	25.84
N-39	3087.31	222296.13	8948523.74	0.09	3118.78	31.4
N-40	3085.58	222279.65	8948519.96	0.05	3118.74	33.09
N-41	3083.58	222255.72	8948513.79	0.15	3118.73	35.08

N-42	3077.75	222196.39	8948493.78	0.11	3118.84	41.01
N-43	3072.58	222159.68	8948469.88	0.04	3118.86	46.18
N-44	3069.87	222145.04	8948459.12	0.02	3118.85	48.88
N-45	3134.66	222712.59	8948511.18	0.14	3157.04	22.34
N-46	3128.85	222628.86	8948511.13	0.13	3156.67	27.77
N-47	3124.35	222581.45	8948504.39	0.12	3156.47	32.05
N-48	3121.58	222533.17	8948480.51	0.1	3156.21	34.56
N-49	3117.67	222524.29	8948494.2	0.07	3156.17	38.42
N-50	3118.47	222486.15	8948467.38	0.08	3156.02	37.47
N-51	3117.44	222464.71	8948463.39	0.05	3155.84	38.32
N-52	3115.08	222442.73	8948458.51	0.06	3155.73	40.57
N-53	3112.95	222405.57	8948450.27	0.06	3155.57	42.53
N-54	3112.62	222400.24	8948449.26	0.04	3155.55	42.85
N-55	3112.46	222360.36	8948446.22	0.11	3155.44	42.89
N-56	3112.31	222318.05	8948445.8	0.1	3153.8	41.41
N-57	3112.06	222303.84	8948442.44	0.03	3153.69	41.54
N-58	3112.55	222287.03	8948435.91	0.03	3153.51	40.88
N-59	3112.7	222278.95	8948432.78	0.06	3153.44	40.66
N-60	3114.22	222251.58	8948409.7	0.09	3153.17	38.87
N-61	3114.05	222245.45	8948395.92	0.06	3153.15	39.02
N-62	3114.61	222237.86	8948378.86	0.03	3153.16	38.47
N-63	3139.53	222646.37	8948464.31	0.01	3156.95	17.39
N-64	3143.54	222612.1	8948433.13	0.19	3156.91	13.34
N-65	3151.2	222637.01	8948402.47	0.03	3156.9	5.69
N-66	3134	222505.7	8948388.8	0.15	3156	21.96
N-67	3131.95	222454.59	8948382.01	0.08	3155.72	23.73
N-68	3131.95	222409.31	8948374.85	0.04	3155.51	23.52
N-69	3131.22	222369.59	8948379.38	0.04	3155.32	24.06
N-70	3129.57	222332.52	8948387.08	0.09	3153.91	24.29
N-71	3129.01	222322.67	8948386.78	0.01	3153.72	24.66
N-72	3127.96	222304.09	8948384.62	0.04	3153.45	25.44
N-73	3126.76	222287.01	8948374.77	0.05	3153.27	26.45
N-74	3125.46	222270.57	8948360.67	0.02	3153.22	27.7
R-1	3107.66	222627.08	8948565.01	0.03	3118.59	10.92
R-2	3109.98	222627.28	8948559.46	0.04	3156.65	46.58
R-3	3077.83	222285.24	8948555.48	0.01	3118.77	40.85
R-4	3069.72	222177.24	8948513.38	0.01	3118.84	49.02
R-5	3108.64	222281.09	8948451.75	0.02	3118.71	10.04
R-6	3108.77	222299.37	8948456.37	0.02	3118.72	9.93

Fuente: Elaboración propia (2021) (Watercad).

Tabla 31. Resultado de reservorio.

Descripción	Elevación (m)	Este (m)	Norte (m)	Demanda / Caudal (L/s)	Cota Piezometrica	Presión (m H2O)
RESERVORIO	3390.96	225096.40	8949771.15	4.96	3391.90	0.94

Fuente: Elaboración propia:

Tabla 32. Resultado de Válvulas de control VC

Label	X (m)	Y (m)	Diameter (Valve) (mm)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Hydraulic Grade (m)
VC-1	222898.67	8948592.09	90	3.28	0.51	3158.09
VC-2	222894.75	8948597.41	48	1.67	0.92	3158.1
VC-3	222837.7	8948609.98	26.5	0.07	0.13	3118.9
VC-4	222756.83	8948608.95	33	0.15	0.18	3118.64
VC-5	222753.77	8948606.44	48	1.21	0.67	3118.64
VC-6	222730.55	8948609.35	33	0.16	0.19	3118.58
VC-7	222727.49	8948606.85	48	1.11	0.61	3118.54
VC-8	222730.9	8948604.14	63	0.16	0.05	3118.59
VC-9	222728.32	8948689.09	33	0.15	0.18	3118.33
VC-10	222709.02	8948688.78	33	0.25	0.3	3118.19
VC-11	222704.8	8948609.45	33	0.04	0.05	3118.19
VC-12	222680.28	8948610.66	33	0.05	0.06	3117.87
VC-13	222678.98	8948688.23	33	0.29	0.34	3117.92
VC-14	222653.18	8948610.44	33	0.16	0.19	3117.52
VC-15	222649.42	8948607.18	48	1.09	0.6	3117.45
VC-16	222471.72	8948582.49	33	0.27	0.31	3097.8
VC-17	222467.65	8948577.67	33	0.45	0.52	3097.75
VC-18	222431.91	8948654.75	33	0.23	0.27	3096.93
VC-19	222429.06	8948572.22	33	0.08	0.09	3096.97
VC-20	222407.71	8948571.37	33	0.02	0.03	3096.79
VC-21	222407.86	8948653.37	33	0.21	0.25	3096.79
VC-22	222367.51	8948651.4	33	0.22	0.26	3096.56
VC-23	222372.9	8948568.19	33	0.22	0.26	3096.59
VC-24	222368.95	8948570.76	33	0.1	0.11	3096.56
VC-25	222327.12	8948569.19	33	0.04	0.05	3096.5
VC-26	222309.89	8948635.43	26.5	0.04	0.07	3096.51
VC-27	222303.65	8948664.8	26.5	0.03	0.06	3096.51
VC-28	222362.94	8948654.62	33	0.06	0.06	3096.54
VC-29	222289.06	8948560.26	33	0.13	0.15	3096.41
VC-30	222278.41	8948557.84	33	0.1	0.11	3096.39
VC-31	222195.18	8948495.04	26.5	0.01	0.03	3118.84
VC-32	222626.38	8948586.22	26.5	0.03	0.05	3118.6

VC-33	222622.86	8948587.95	63	0.32	0.1	3118.61
VC-34	222443.19	8948548.17	33	0.34	0.4	3118.76
VC-35	222439.43	8948552.47	48	0.14	0.08	3118.7
VC-36	222386.72	8948534.82	33	0.09	0.11	3118.73
VC-37	222381.79	8948538.58	48	0.17	0.1	3118.72
VC-38	222297.41	8948519.51	33	0.4	0.47	3118.85
VC-39	222294.89	8948527.05	26.5	0.01	0.02	3118.78
VC-40	222292.51	8948522.87	33	0.13	0.15	3118.77
VC-41	222280.8	8948516.32	26.5	0.02	0.04	3118.74
VC-42	222256.81	8948510.45	26.5	0.02	0.04	3118.73
VC-43	222199.08	8948490	33	0.19	0.22	3118.86
VC-44	222162.48	8948466.8	33	0.11	0.13	3118.86
VC-45	222193.41	8948491.84	33	0.05	0.06	3118.84
VC-46	222708.54	8948509.43	75	1.37	0.31	3157.04
VC-47	222710.29	8948516.27	75	1.77	0.4	3157.02
VC-48	222628.74	8948516.32	26.5	0.04	0.07	3156.67
VC-49	222624.71	8948510.54	75	1.81	0.41	3156.66
VC-50	222645.61	8948466.27	33	0.21	0.25	3156.94
VC-51	222644.28	8948462.46	90	1.15	0.18	3156.95
VC-52	222610.38	8948431.33	48	0.7	0.39	3156.9
VC-53	222610.88	8948435.65	33	0.22	0.26	3156.9
VC-54	222613.76	8948431.02	33	0.03	0.04	3156.91
VC-55	222576.61	8948502.12	75	1.91	0.43	3156.44
VC-56	222501.96	8948388.44	48	0.61	0.34	3155.98
VC-57	222505.09	8948391.57	33	0.05	0.06	3156
VC-58	222483.88	8948467.1	63	1.61	0.52	3156
VC-59	222463.97	8948466.43	33	0.34	0.4	3155.8
VC-60	222439.86	8948457.81	48	1.14	0.63	3155.72
VC-61	222443.19	8948455.69	33	0.02	0.03	3155.73
VC-62	222405.52	8948375.27	48	0.57	0.32	3155.5
VC-63	222397.01	8948448.88	48	0.88	0.48	3155.54
VC-64	222400.65	8948445.32	33	0.06	0.07	3155.55
VC-65	222366.04	8948380.39	33	0.64	0.75	3155.19
VC-66	222360.86	8948442.27	33	0.11	0.13	3155.43
VC-67	222319.13	8948386.29	33	0.37	0.43	3153.66
VC-68	222304.87	8948439.75	33	0.06	0.07	3153.69
VC-69	222301.19	8948382.91	33	0.29	0.34	3153.42
VC-70	222275.91	8948431.33	33	0.25	0.3	3153.41
VC-71	222244.59	8948394.08	33	0.07	0.08	3153.15

Fuente: Elaboración propia (2021) (Watercad).

Tabla 33. Válvulas de control de Presiones VCP

Label	Elevation (m)	X (m)	Y (m)	Flow (L/s)	Diameter (Valve) (mm)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure (From) (m H2O)	Pressure Setting (Initial) (m H2O)
CRP-VII 1	3352.45	224794.93	8949524.91	4.96	90	3387.3	0	34.78	0
CRP-VII 2	3302.18	224733.62	8949139.98	4.96	90	3347.54	0	45.27	0
CRP-VII 3	3251.97	224679.87	8948883.26	4.96	90	3299.18	0	47.12	0
CRP-VII 4	3201.97	224179.2	8948640.99	4.96	90	3245.84	0	43.79	0
CRP-VII 5	3169	223811.68	8948499.96	4.96	90	3197.7	3169	28.64	0
VRP-1	3108.92	222847.56	8948605.47	1.67	75	3157.92	3118.74	48.89	10
VRP-2	3088.05	222487.72	8948581.9	1.09	48	3115.05	3097.71	26.95	10
VRP-3	3109.38	222456.16	8948497.16	0.34	33	3155.41	3118.21	45.94	10
VRP-4	3108.8	222402.31	8948464.4	0.09	33	3155.55	3119.75	46.66	10
VRP-5	3109.95	222315.94	8948453.41	0.4	33	3153.67	3119.89	43.64	10
VRP-6	3109.22	222244.88	8948419.02	0.19	33	3153.12	3120.22	43.81	10
VRP-7	3109	222234.8	8948404.25	0.11	33	3153.13	3119.13	44.04	10

Fuente: Elaboración propia (2021) (Watercad).

Con respecto Objetivo específico 2

Es Evaluar el comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Epanet - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.

Modelado de la red de agua potable mediante el uso de EPANET

Configuración De Modelo y unidades

Se inicia el software EPANET, la cual tiene una amplia ventana de trabajo (ver figura), lo primero que se requiere es verificar las unidades de medida para la cual se hace clic en el menú *Ayuda* y la opción *Unidades*, entonces se puede observar (ver figura 48), todas las unidades con las que este sistema funciona, estas no son editables, así que conviene configurar nuestro modelo previamente.

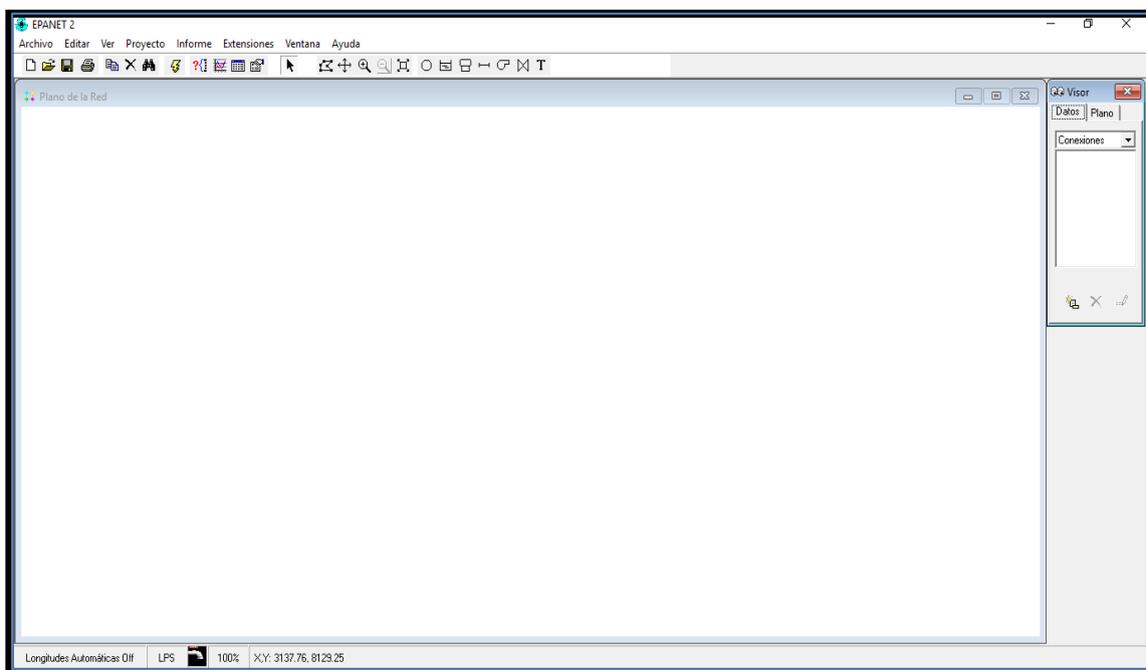


Figura 48. Plataforma Workspace del EPANET

Debido a que teníamos configurado con anterioridad nuestro sistema de redes de agua a modelar, se verifica que los caudales se encuentran en LPS, los diámetros de tuberías en milímetros (mm), la altura hidráulica y la presión en metros (m).

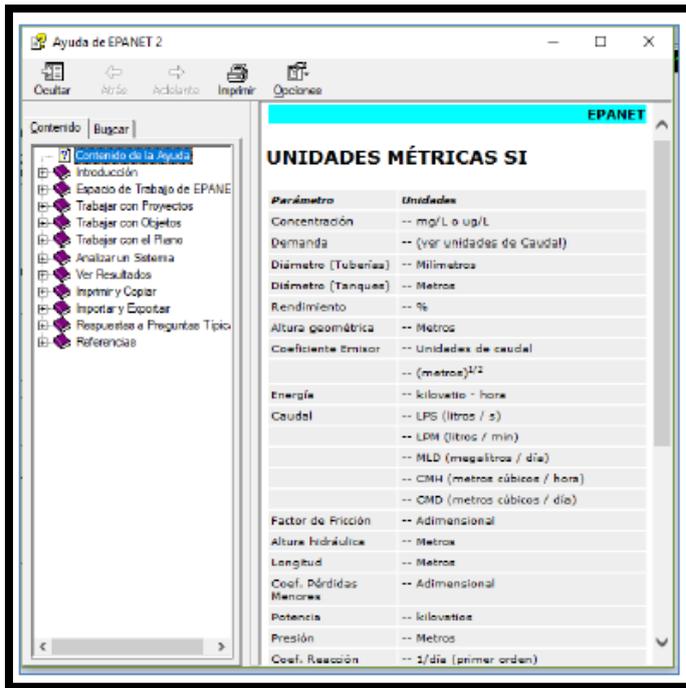


Figura 49. Configuración de unidades Epanet

Configuración del proyecto

Una vez que se han configurado las unidades, se tienen que establecer los valores por defecto para el correspondiente procesamiento de datos, entonces, ubicamos el menú Proyecto, y a la herramienta Valores por defecto, en la primera viñeta denominada Etiquetas ID, configuraremos la denominación de los elementos que componen nuestra red de distribución, para lo cual usaremos la misma descripción que se utiliza generalmente (ver figura 50).

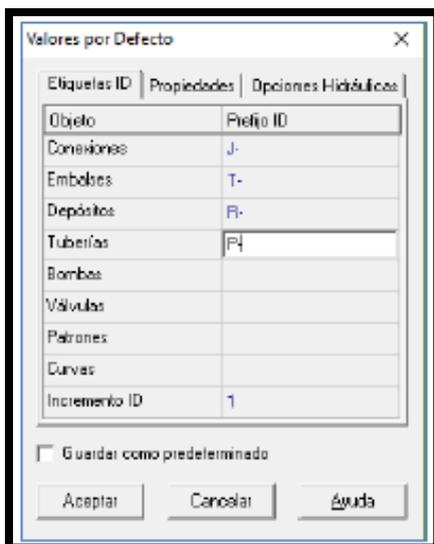


Figura 50. Configuración del proyecto

Posteriormente ingresamos a la viñeta *Opciones hidráulicas*, en esta ventana, configuraremos la ecuación de pérdidas, que como ya se había realizado en el caso de WaterCAD, se escogerá nuevamente la ecuación de Hazen Williams, el peso específico del agua que pasa por nuestra red, la viscosidad relativa, el número máximo de iteraciones y el nivel de precisión.

Opciones de esquema

Para nuestro proyecto, necesitamos configurar las características visuales de los elementos a modelar como son los nudos, tuberías, reservorios y demás, para lo cual se ingresa al menú Ver, en la opción Opciones (ver figura 51)

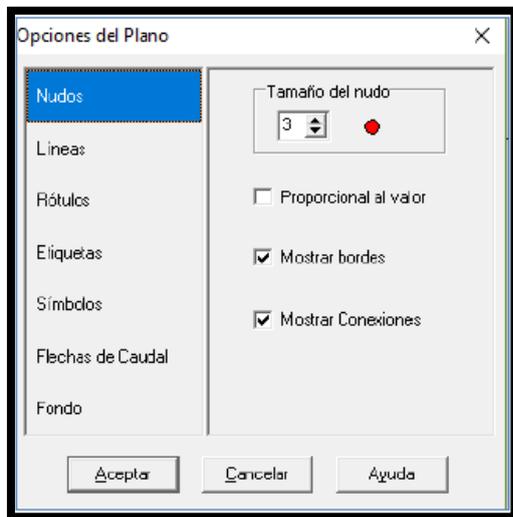


Figura 51. Opciones de esquema

La configuración más significativa está en las viñetas Etiquetas y Símbolos, en las cuales seleccionaremos como activas todas sus elecciones, y así tener mejor visibilidad del diagrama y su funcionamiento después del procesamiento de cálculos (ver figura 52).

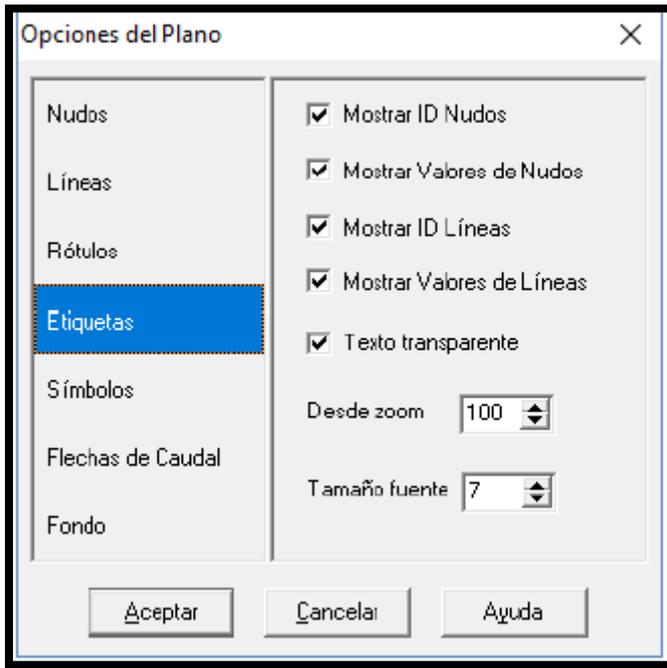


Figura 52. configuración de etiquetas

Modelamiento

Para iniciar el modelamiento en Epanet es necesario tener ordenada la data de todos los nodos o junctions, para diagramar la red en estudio, los datos requeridos son las coordenadas x, y; y las cotas de ubicación de cada nodo y de cada elemento en aplicación (ver tabla 34)

Tabla 34. Modelamiento

Nodo	Elevation (m)	Coord. Relativas	
		x (m)	y (m)
J1			
J2			

Fuente: Elaboración propia

A partir de esto, se empieza la diagramación, con la herramienta Añadir conexión, la cual dibuja un nodo en el plano, luego se selecciona dicho nodo y realiza un clic derecho con el fin de configurar su ubicación y cota, como se muestra en la imagen. (Ver figura 53).

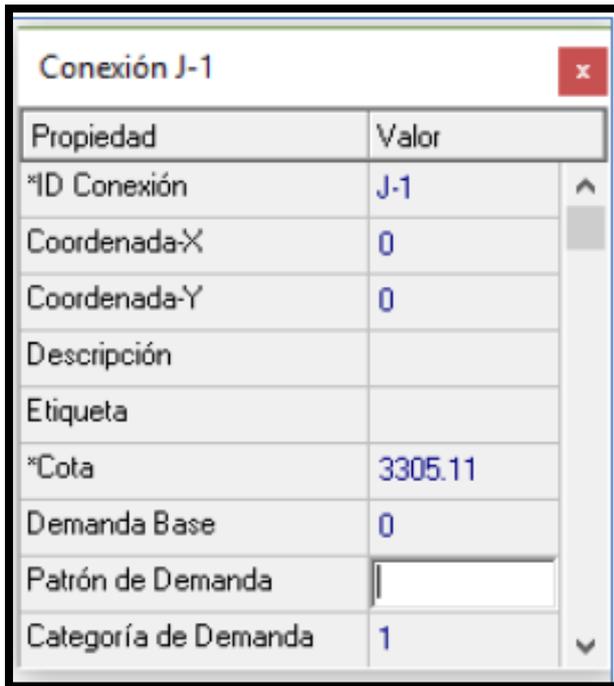


Figura 53, Propiedades conexiones

De igual manera se realiza el mismo procedimiento para cada uno de los nodos, y los dos reservorios, una vez realizado esta operación para todos los nodos, empieza la configuración para la tubería, entonces nos acercamos a la herramienta *Añadir tubería* (ver figura 54).

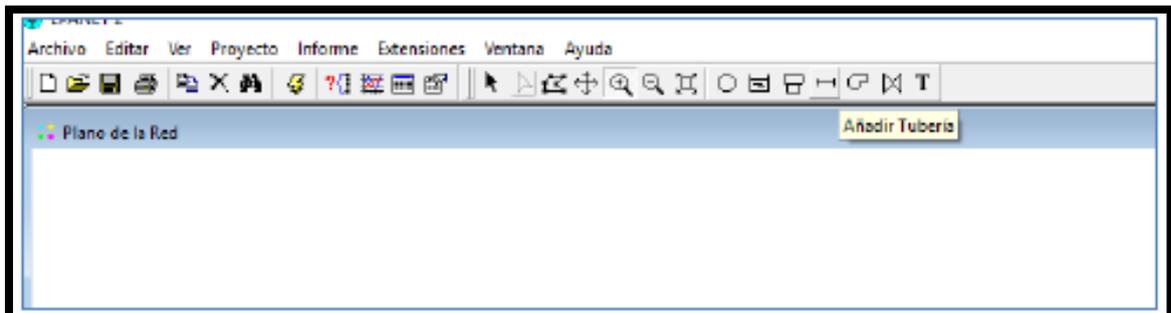


Figura 54. Propiedad para añadir tuberías

Después unimos todos los nodos de acuerdo a la configuración orientada en los planos, y cada tubería insertada, se tiene que configurar en dimensión y diámetro (ver figura 55).

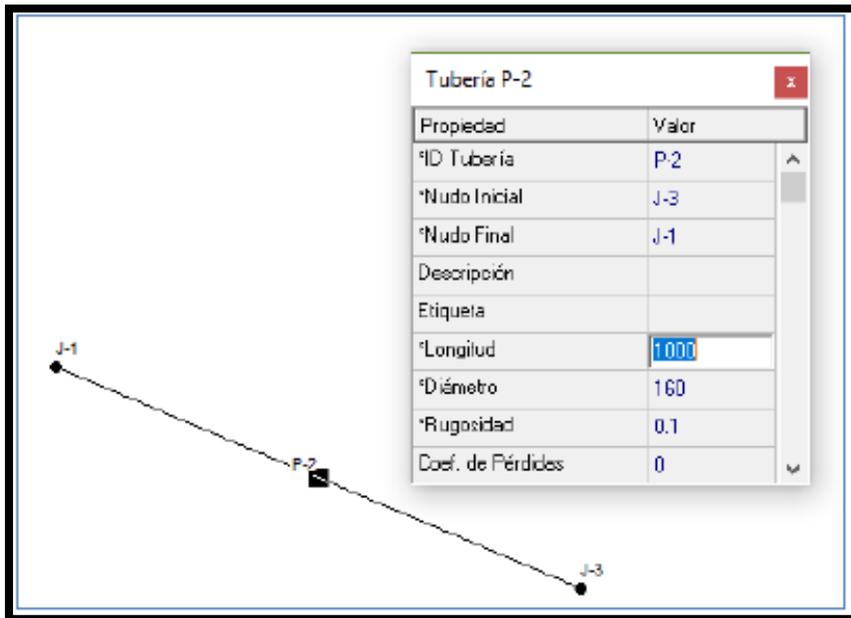


Figura 55 . Grafica de nodos

Una vez realizado el proceso completo de la modelación, se obtiene el resultado final, la modelación de la red de distribución de agua potable de JASS la colina (Ver figura 56)

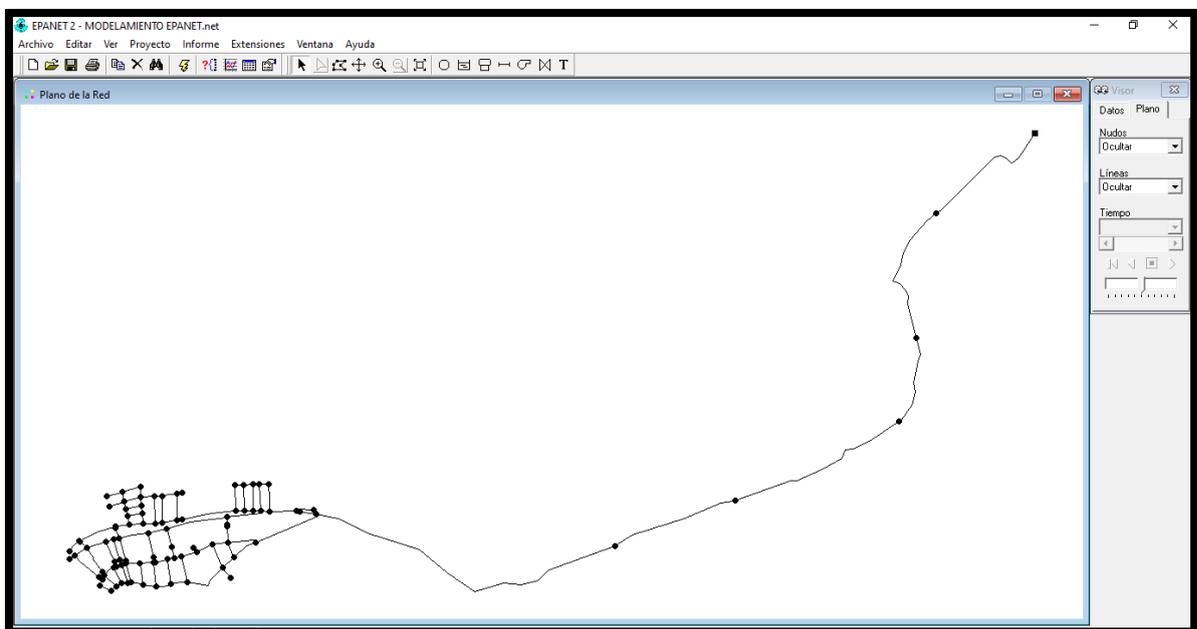


Figura 56. Modelado completo de puntos y tuberías de la red de distribución

Luego de haberse configurado y asignado cada nodo y tubería, se procede a realizar los cálculos en el estado actual del modelo, haciendo clic en la herramienta *análisis*. (Ver figura 57).

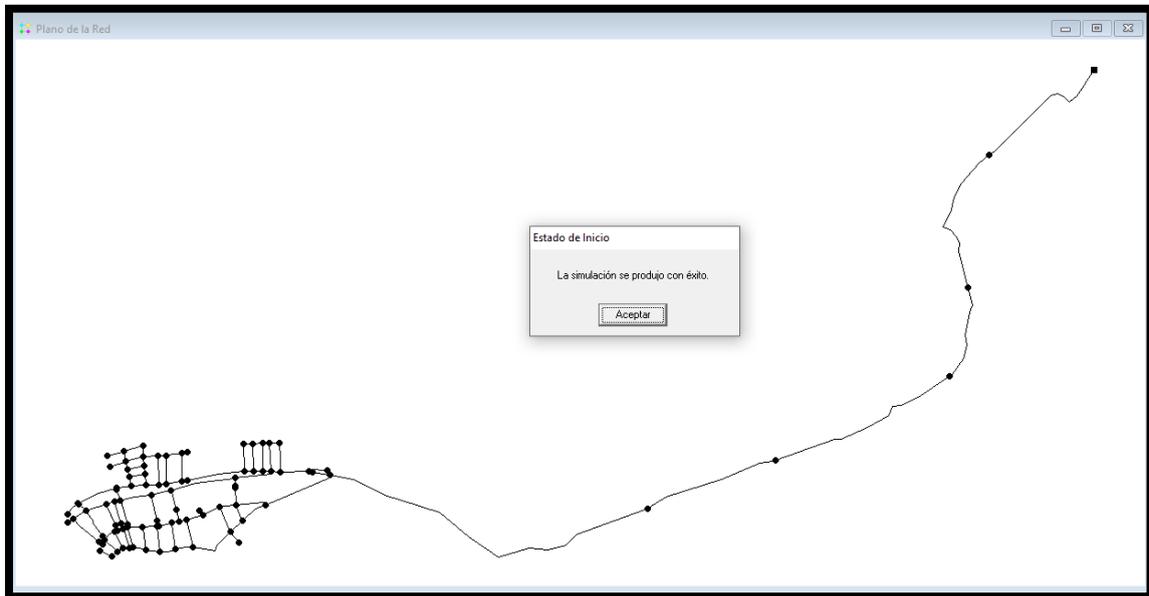


Figura 57. Cálculo de nodos y tuberías

Una vez obtenido el análisis se procede a ver los resultados iniciales tanto de presión en cada nudo como de demanda en cada tubería, para lo cual recurrimos a la herramienta *Tablas* (Ver figura 50).

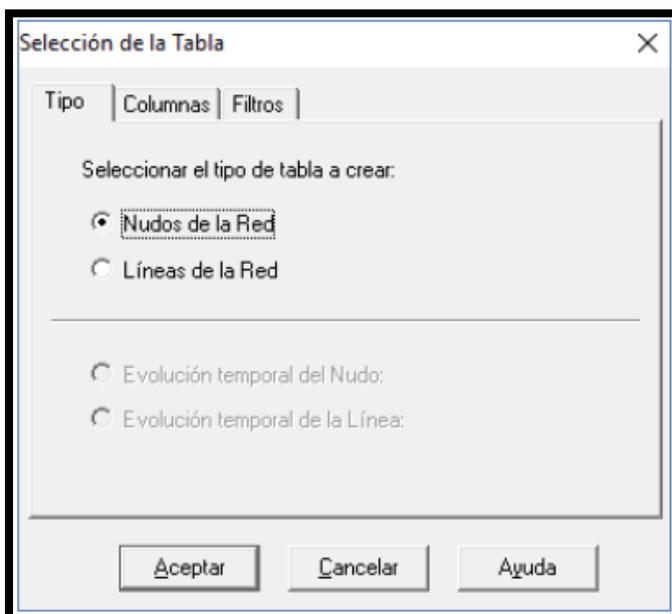


Figura 58. Selección de nodos de la red

Se observan las tuberías en la imagen (Ver figura 59), las cuales presentan una velocidad de flujo muy pequeños y caudales negativos, los cuales representan errores en la configuración del modelo, es decir la red no está operando de manera adecuada en esos tramos de tubería.

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km	Factor de Fricción	Veloc. de Reacción mg/L	NONE mg/L	Estado
Tubería P-167	0.46	0.05	0.03	0.028	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-168	-0.68	0.07	0.06	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-169	-0.33	0.03	0.02	0.034	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-170	-0.19	0.02	0.00	0.017	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-171	0.48	0.05	0.03	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-172	0.75	0.08	0.08	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-173	-0.67	0.06	0.04	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-174	0.57	0.06	0.05	0.028	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-175	0.56	0.06	0.04	0.027	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-176	-0.56	0.06	0.05	0.028	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-177	0.75	0.08	0.08	0.027	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-178	0.67	0.07	0.06	0.026	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-179	-0.20	0.03	0.01	0.025	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-180	0.46	0.05	0.03	0.029	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-181	0.28	0.03	0.01	0.032	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-182	0.62	0.07	0.05	0.027	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-183	-0.18	0.02	0.01	0.035	0.00	0.00	Abierto
Tubería P-184	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	Abierto

Figura 59. Caudal de tuberías

De manera similar se puede identificar que las conexiones o nudos que integran la red, expresan mayor carga de lo permitido en la norma, es por eso que la red tiene inconvenientes en su comportamiento real, y utilizando el EPANET se ha identificado, que tramos ameritan intervención (Ver figura 60).

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	NDNF mg/L
Conexión J-231	0.00	3306.50	63.22	0.00
Conexión J-232	0.00	3306.50	62.61	0.00
Conexión J-233	0.00	3306.50	59.51	0.00
Conexión J-234	0.00	3306.50	60.73	0.00
Conexión J-235	0.00	3306.50	66.22	0.00
Conexión J-236	0.00	3306.50	68.58	0.00
Conexión J-237	0.00	3306.50	64.04	0.00
Conexión J-238	0.00	3306.50	63.18	0.00
Conexión J-239	0.00	3306.50	61.27	0.00
Conexión J-240	0.00	3306.50	63.73	0.00
Conexión J-241	0.00	3306.50	61.06	0.00
Conexión J-242	0.00	3306.50	60.29	0.00
Conexión J-243	0.00	3306.50	63.68	0.00
Conexión J-244	0.00	3306.50	62.40	0.00

Figura 60. Identificación de conexiones

Optimización

Paralelo a los resultados, se puede generar un diagrama de la región de la red, que más está afectada por las presiones altas, entonces para poder acceder a estas opciones nos dirigimos a la ventana a la izquierda, denominada *Visor*, y buscamos de la lista desplegable de Nodos la opción *Presión*, el cual genera una modificación en la coloración de los nudos del modelo, con una leyenda indicando la presión afectada por nudo. (Ver figura 53).

Fuente: Software EPANET

A diferencia del Watercad, este software no cuenta con una herramienta directa para la optimización, lo que se requiere aquí es la modificación visual de los parámetros de la normativa, correspondiente a la presión y la velocidad.

Es por ello que iniciaremos con la inclusión al modelo los caudales reales que tiene que expresar el modelo; para ello nos dirigimos a la ventana *Visor*, y seleccionamos la herramienta *Datos* y escogemos *Conexiones*; de manera continua se observa una lista desplegable donde se pueden visualizar todos los nudos, y se tiene colocar manualmente el caudal base para cada nudo.

Tabla 35. cuadro para el llenado de información de modelamiento

DESCRIPCION	NODO	DEMANDA (l/s)
Reservorio	J1	
	J2	

Fuente: elaboración propia

A diferencia de otros softwares, en EPANET la edición se realiza, nudo por nudo, lo cual no es conveniente con respecto a tiempo de trabajo.

Una vez finalizado la asignación de las demandas base a cada nudo, identificamos los nudos con presiones elevadas, editar los diámetros de las tuberías y corregir los errores de presión y velocidad, obteniendo así un sistema optimizado.

Después de múltiples simulaciones se logra un resultado que de confianza y garantice los estados de presión y velocidad; a diferencia de Watercad, este proceso se realizó con criterios de diseño de redes, para obtener esta solución, se plantea la creación de un nuevo embalse o reservorio en el sector Noreste y asilando el sistema actualmente en función y planteando la solución funcional de 2 sistemas independientes, garantizando presión y velocidad en ambos sectores de la población (ver figura 61)

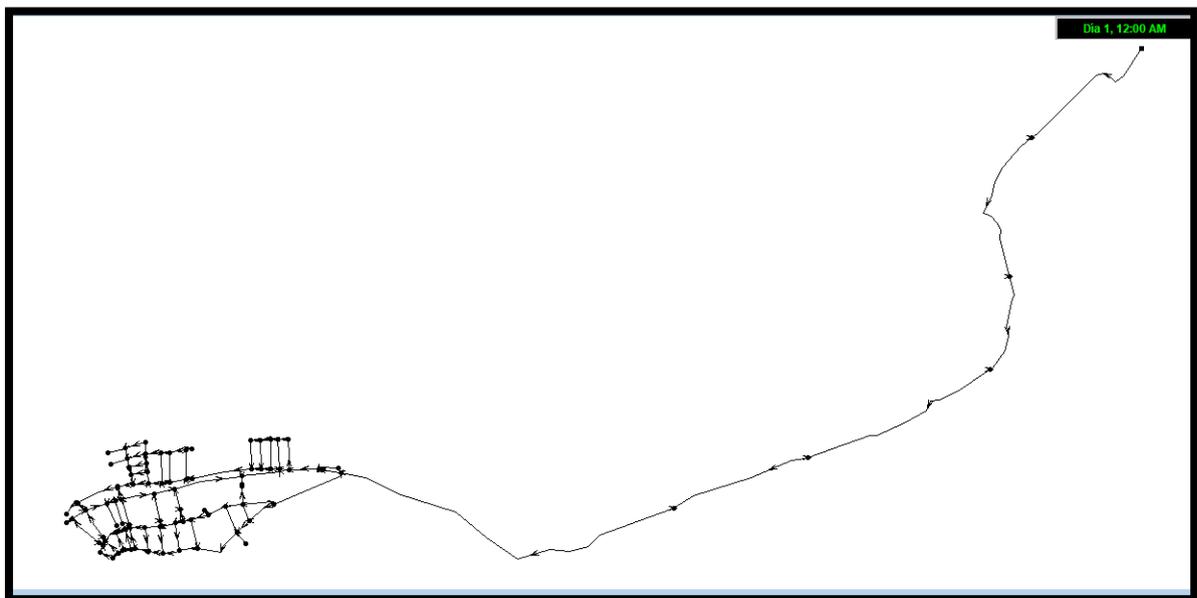


Figura 61. Presiones niveladas

Análisis De Resultados

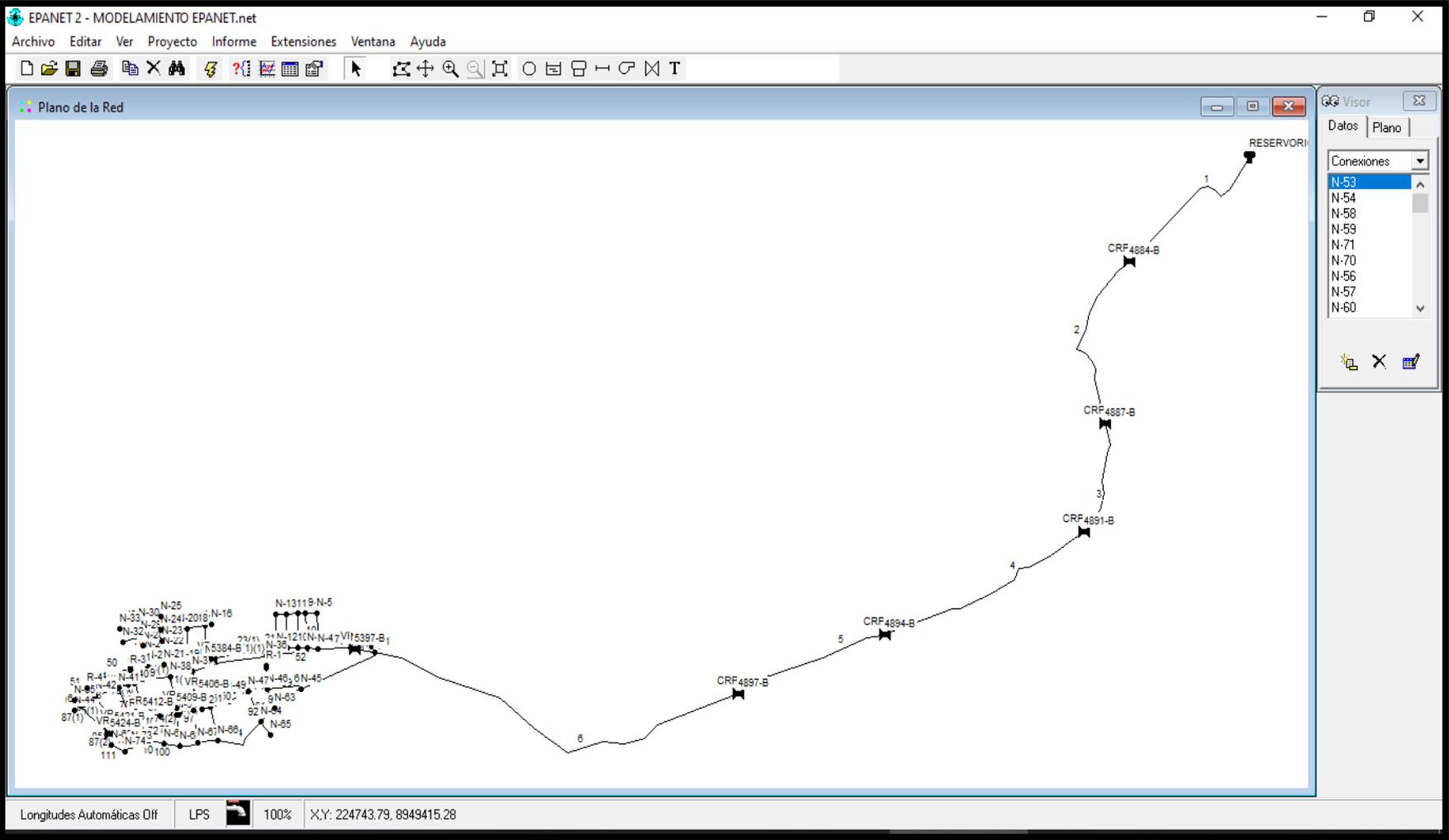


Figura 62. Representación de nodos en la red de distribución.

Gráfico 12: Representación de la demanda y demanda base en nodos.

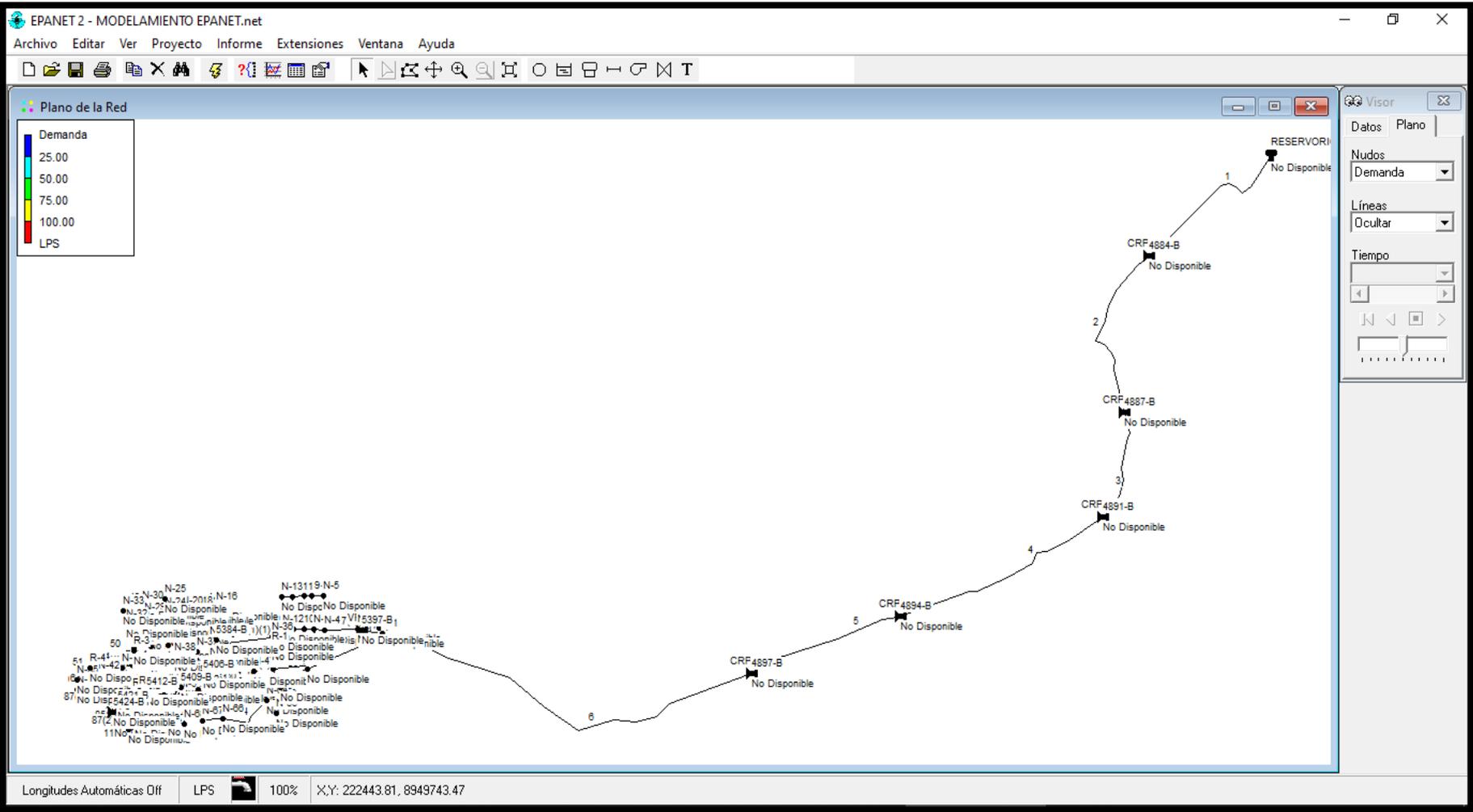


Figura 63. Representación de la demanda y demanda base en nodos.

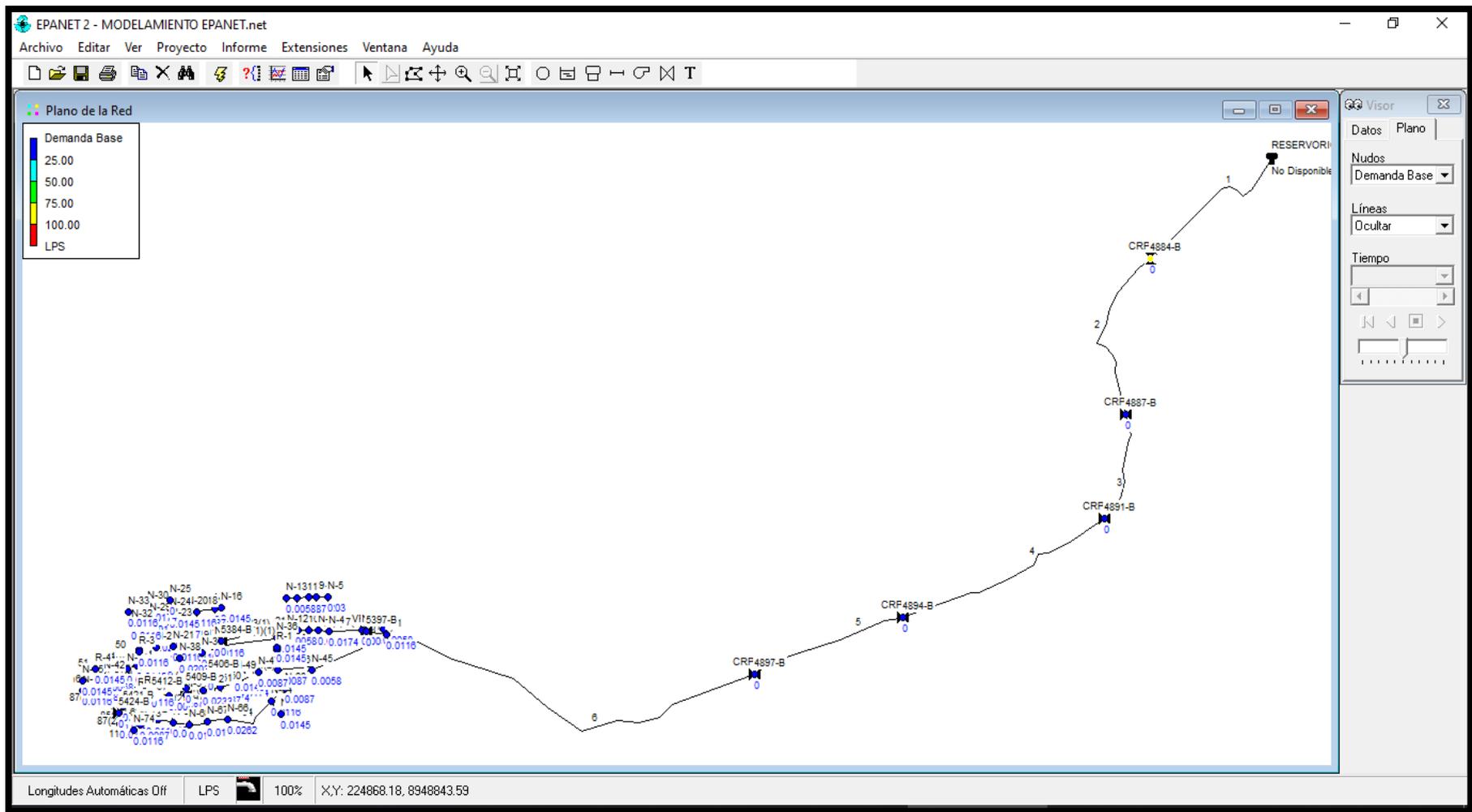


Figura 64. representación de la demanda base

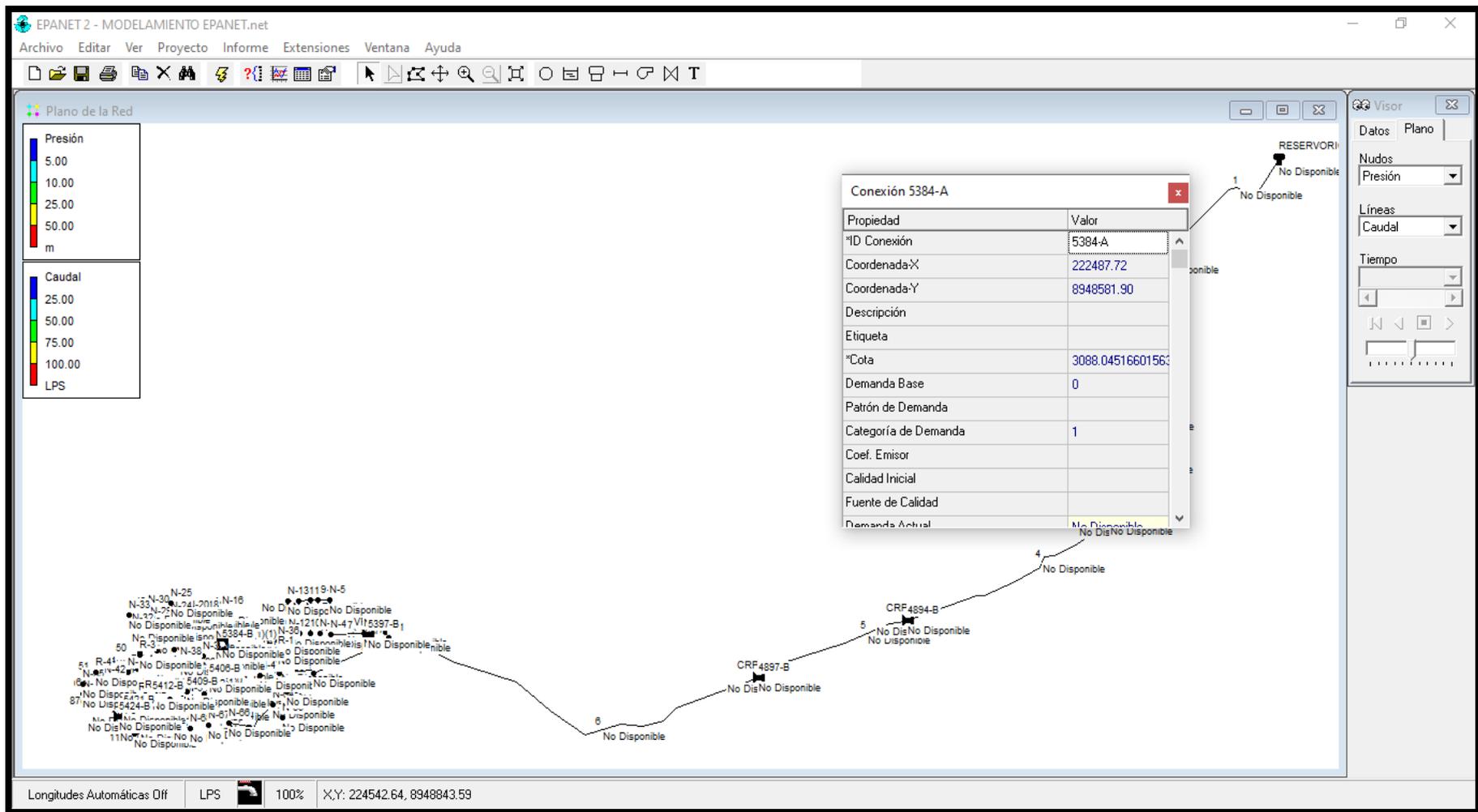


Figura 65. Representación de las presiones y caudal empleados en el modelamiento.

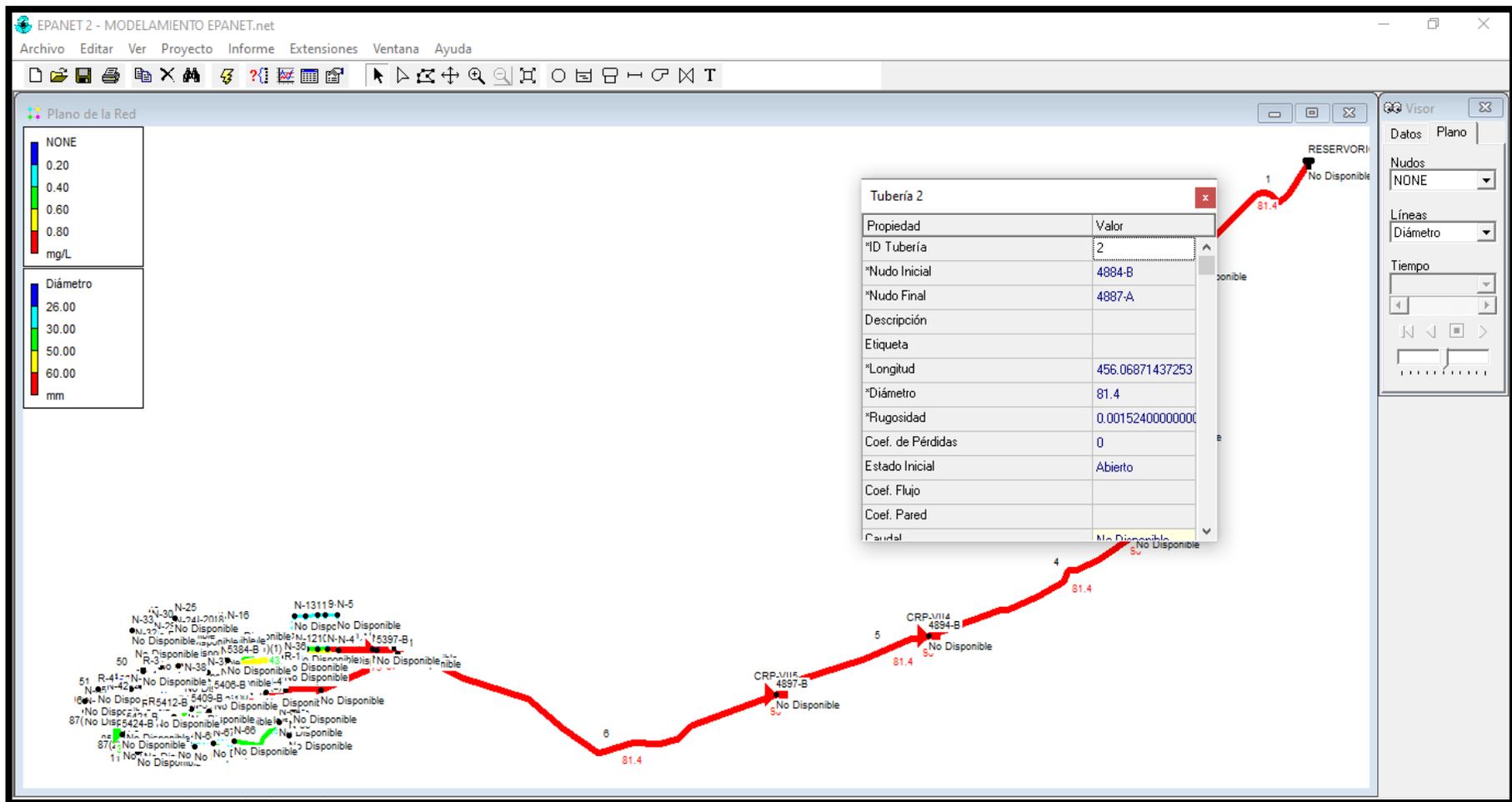


Figura 66. Representación de los diámetros tuberías empleados en el modelamiento

TABLA CON RESULTADOS DE MODELAMIENTO DE LOS COMPONENTES DE LA RED DE AGUA POTABLE – JASS LA COLINAS - ACOVICHAY. CON SOFTWARE EPANET.

Tabla 36. Reporte de cuadros de los nodos de la red

ID Nudo	Cota	Demanda		Altura	Presión	NONE
		Base	Demanda			
	m	LPS	LPS	m	m	mg/L
Conexión N-53	3112.94775	0.0087	0.06	3155.57	42.53	0
Conexión N-54	3112.61694	0.0087	0.04	3155.55	42.85	0
Conexión N-58	3112.552	0.0087	0.03	3153.51	40.88	0
Conexión N-59	3112.69922	0.0116	0.06	3153.44	40.66	0
Conexión N-71	3129.00659	0.0116	0.01	3153.72	24.66	0
Conexión N-70	3129.56592	0.0116	0.09	3153.91	24.29	0
Conexión N-56	3112.3103	0.0058	0.1	3153.8	41.41	0
Conexión N-57	3112.06445	0.0058	0.03	3153.69	41.54	0
Conexión N-60	3114.22266	0.0116	0.09	3153.17	38.87	0
Conexión N-61	3114.05347	0.0145	0.06	3153.15	39.02	0
Conexión N-48	3121.58301	0.0174	0.1	3156.21	34.56	0
Conexión N-49	3117.67041	0.0145	0.07	3156.17	38.42	0
Conexión N-39	3087.30908	0.0029	0.09	3118.77	31.4	0
Conexión N-40	3085.58325	0.0145	0.05	3118.73	33.08	0
Conexión N-15	3076.77393	0.0087	0.03	3097.17	20.36	0
Conexión N-16	3076.57471	0.0145	0.01	3097.17	20.55	0
Conexión N-43	3072.57959	0.0058	0.04	3118.85	46.18	0
Conexión N-44	3069.8689	0.0116	0.02	3118.85	48.88	0
Conexión N-62	3114.61182	0.0116	0.03	3153.16	38.47	0
Conexión N-72	3127.96069	0.0116	0.04	3153.45	25.44	0
Conexión N-7	3083.5144	0.0203	0.06	3118.31	34.73	0
Conexión N-9	3084.05347	0	0	3118.17	34.05	0
Conexión N-73	3126.7583	0.0087	0.05	3153.27	26.45	0
Conexión N-17	3083.9248	0.0116	0.08	3096.97	13.02	0
Conexión N-19	3082.47754	0.0116	0.04	3096.79	14.28	0
Conexión N-74	3125.46362	0.0116	0.02	3153.22	27.7	0
Conexión N-50	3118.46777	0.0174	0.08	3156.02	37.47	0
Conexión N-51	3117.44116	0.0087	0.05	3155.84	38.32	0
Conexión N-27	3070.99219	0.0233	0.02	3096.5	25.46	0
Conexión N-28	3067.20044	0.0174	0.03	3096.5	29.24	0
Conexión N-52	3115.07813	0.0233	0.06	3155.73	40.57	0
Conexión N-29	3061.53589	0.0116	0.02	3096.5	34.9	0
Conexión N-18	3072.80566	0.0087	0.09	3096.9	24.04	0
Conexión N-20	3070.67554	0.0116	0.02	3096.77	26.05	0
Conexión N-8	3100.62964	0.0087	0.03	3118.19	17.53	0
Conexión N-10	3099.09204	0.0087	0.07	3117.86	18.73	0
Conexión N-41	3083.58105	0.0116	0.15	3118.72	35.07	0

Conexión N-6	3102.43652	0.0145	0.1	3118.59	16.12	0
Conexión N-22	3073.20557	0.0029	0.01	3096.52	23.27	0
Conexión N-23	3070.18408	0.0087	0.06	3096.52	26.28	0
Conexión N-24	3066.60913	0.0145	0.03	3096.53	29.86	0
Conexión N-4	3103.88354	0.0174	0.2	3118.64	14.73	0
Conexión N-11	3083.19116	0.0087	0.06	3117.89	34.63	0
Conexión N-13	3082.42432	0.0058	0.03	3117.77	35.28	0
Conexión N-26	3078.63818	0.0145	0.02	3096.5	17.82	0
Conexión N-12	3098.01416	0.0058	0.1	3117.51	19.45	0
Conexión N-5	3083.63696	0	0	3118.39	34.69	0
Conexión N-30	3053.82324	0.0174	0.02	3096.5	42.6	0
Conexión N-25	3057.26367	0	0	3096.52	39.18	0
Conexión N-21	3080.5752	0.0116	0.02	3096.56	15.96	0
Conexión N-34	3068.62744	0.0174	0.06	3096.23	27.55	0
Conexión N-42	3077.74658	0.0058	0.11	3118.84	41.01	0
Conexión N-31	3075.96899	0.0174	0.03	3096.4	20.39	0
Conexión N-69	3131.21533	0.0145	0.04	3155.32	24.06	0
Conexión N-64	3143.54028	0.0116	0.19	3156.91	13.35	0
Conexión N-65	3151.20264	0.0145	0.03	3156.91	5.69	0
Conexión N-55	3112.46484	0.0058	0.11	3155.44	42.89	0
Conexión N-68	3131.9519	0.0116	0.04	3155.51	23.52	0
Conexión N-14	3086.68506	0.0116	0.37	3097.83	11.12	0
Conexión N-35	3066.27002	0.0145	0.04	3096.2	29.87	0
Conexión N-67	3131.94531	0.0116	0.08	3155.72	23.73	0
Conexión N-63	3139.52686	0.0087	0.01	3156.95	17.39	0
Conexión N-32	3059.41895	0.0116	0.04	3096.48	36.98	0
Conexión N-46	3128.85083	0.0087	0.13	3156.67	27.77	0
Conexión N-47	3124.34912	0.0087	0.12	3156.47	32.05	0
Conexión N-33	3051.65479	0.0116	0.03	3096.48	44.73	0
Conexión N-66	3133.99585	0.0262	0.15	3156	21.96	0
Conexión N-2	3108.00488	0.0058	0.03	3118.91	10.88	0
Conexión N-3	3105.90942	0.0058	0.07	3118.74	12.8	0
Conexión N-37	3092.84399	0.0203	0.16	3118.69	25.8	0
Conexión N-38	3092.82593	0.0203	0.13	3118.72	25.84	0
Conexión N-1	3112.50708	0.0116	0.02	3158.11	45.52	0
Conexión N-36	3100.93359	0.0145	0.14	3118.6	17.63	0
Conexión N-45	3134.65918	0.0058	0.14	3157.04	22.34	0
Conexión R-2	3109.97656	0.0174	0.04	3156.65	46.58	0
Conexión R-1	3107.65674	0.0145	0.03	3118.59	10.91	0
Conexión R-3	3077.83218	0.0116	0.01	3118.77	40.85	0
Conexión R-4	3069.71655	0.0145	0.01	3118.83	49.02	0
Conexión R-5	3108.64233	0.0174	0.02	3118.7	10.04	0
Conexión R-6	3108.76538	0.0116	0.02	3118.71	9.93	0
Conexión 4884-A	3352.4541	0	0	3387.3	34.78	0
Conexión 4884-B	3352.4541	0	0	3352.45	0	0

Conexión 4887-A	3302.17871	0	0	3347.54	45.27	0
Conexión 4887-B	3302.17871	0	0	3302.18	0	0
Conexión 4891-A	3251.96753	0	0	3299.18	47.12	0
Conexión 4891-B	3251.96753	0	0	3251.97	0	0
Conexión 4894-A	3201.96606	0	0	3245.84	43.79	0
Conexión 4894-B	3201.96606	0	0	3201.97	0	0
Conexión 4897-A	3169	0	0	3197.7	28.64	0
Conexión 4897-B	3169	0	0	3169	0	0
Conexión 5384-A	3088.04517	0	0	3115.04	26.94	0
Conexión 5384-B	3088.04517	0	0	3098.07	10	0
Conexión 5397-A	3108.92456	0	0	3157.92	48.9	0
Conexión 5397-B	3108.92456	0	0	3118.94	10	0
Conexión 5406-A	3109.3833	0	0	3155.41	45.94	0
Conexión 5406-B	3109.3833	0	0	3119.4	10	0
Conexión 5409-A	3108.79688	0	0	3155.55	46.66	0
Conexión 5409-B	3108.79688	0	0	3118.82	10	0
Conexión 5412-A	3109.94946	0	0	3153.67	43.64	0
Conexión 5412-B	3109.94946	0	0	3119.97	10	0
Conexión 5421-A	3109.22437	0	0	3153.12	43.81	0
Conexión 5421-B	3109.22437	0	0	3119.24	10	0
Conexión 5424-A	3109.00146	0	0	3153.13	44.04	0
Conexión 5424-B	3109.00146	0	0	3119.02	10	0
Depósito RESERVORIO	3390.96	No Disponible	4.96	3391.9	0.94	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. : Reporte de cuadros de tuberías de la red.

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Coef. Flujo	Coef. Pared	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit.	Factor de Fricción	Veloc. de Reacción	NONE	Estado
ID Línea	m	mm	mm			LPS	m/s	m/km		mg/L/d	mg/L	
Tubería 75	5.42017659	57	0.001524	0	0	0.98	0.38	3.29	0.025	0	0	Abierto
Tubería 83	8.66740204	29.4	0.001524	0	0	0.27	0.4	8.35	0.03	0	0	Abierto
Tubería 104	9.8480096	29.4	0.001524	0	0	0.45	0.66	19.59	0.026	0	0	Abierto
Tubería 79	14.6097488	29.4	0.001524	0	0	0.26	0.39	7.88	0.03	0	0	Abierto
Tubería 86	15.082362	29.4	0.001524	0	0	0.1	0.14	1.38	0.04	0	0	Abierto
Tubería 68	16.3235809	22.9	0.001524	0	0	0.07	0.18	2.81	0.041	0	0	Abierto
Tubería 57	16.9082584	29.4	0.001524	0	0	0.13	0.18	2.18	0.037	0	0	Abierto
Tubería 25	17.7334553	29.4	0.001524	0	0	0.01	0.02	0.08	0.106	0	0	Abierto
Tubería 81	18.0242723	29.4	0.001524	0	0	0.3	0.44	9.78	0.029	0	0	Abierto
Tubería 62	18.1694845	22.9	0.001524	0	0	0.02	0.04	0.26	0.066	0	0	Abierto
Tubería 88	18.6753411	29.4	0.001524	0	0	0.07	0.1	0.61	0.033	0	0	Abierto
Tubería 106	18.7124658	29.4	0.001524	0	0	0.37	0.55	14.14	0.027	0	0	Abierto
Tubería 16	19.1378068	29.4	0.001524	0	0	0.25	0.37	7.37	0.03	0	0	Abierto
Tubería 108	19.7123532	29.4	0.001524	0	0	0.29	0.43	9.42	0.029	0	0	Abierto
Tubería 29	21.2032461	29.4	0.001524	0	0	0.28	0.42	8.86	0.029	0	0	Abierto
Tubería 110	21.6640486	29.4	0.001524	0	0	0.12	0.18	2.18	0.037	0	0	Abierto
Tubería 70	21.8196597	57	0.001524	0	0	1.61	0.63	8.01	0.023	0	0	Abierto
Tubería 41	21.8176534	29.4	0.001524	0	0	0.01	0.01	0.05	0.143	0	0	Abierto
Tubería 72	22.5129086	57	0.001524	0	0	1.22	0.48	4.88	0.024	0	0	Abierto
Tubería 43	22.7212399	29.4	0.001524	0	0	0	0	0.01	0.326	0	0	Abierto
Tubería 31	22.9566821	29.4	0.001524	0	0	0.21	0.31	5.43	0.032	0	0	Abierto
Tubería 17	24.4201759	43.4	0.001524	0	0	1.04	0.7	13.49	0.023	0	0	Abierto
Tubería 58	24.7088439	29.4	0.001524	0	0	0.06	0.09	0.39	0.03	0	0	Abierto
Tubería 14	25.9889846	43.4	0.001524	0	0	1.11	0.75	15.19	0.023	0	0	Abierto

Tubería 34	26.0963894	29.4	0.001524	0	0	0.02	0.04	0.14	0.06	0	0	Abierto
Tubería 35	26.1692176	29.4	0.001524	0	0	0.07	0.11	0.68	0.035	0	0	Abierto
Tubería 11	26.1753103	67.8	0.001524	0	0	1.21	0.33	2.12	0.025	0	0	Abierto
Tubería 22	26.1956072	29.4	0.001524	0	0	0.19	0.27	4.31	0.033	0	0	Abierto
Tubería 39	26.7070305	29.4	0.001524	0	0	0.04	0.06	0.25	0.034	0	0	Abierto
Tubería 20	27.0105352	43.4	0.001524	0	0	1.02	0.69	13.18	0.024	0	0	Abierto
Tubería 13	27.1062257	29.4	0.001524	0	0	0.15	0.22	2.96	0.035	0	0	Abierto
Tubería 19	30.1636256	29.4	0.001524	0	0	0.29	0.43	9.49	0.029	0	0	Abierto
Tubería 45	30.2841252	29.4	0.001524	0	0	0	0	0.01	0.307	0	0	Abierto
Tubería 37	30.456952	29.4	0.001524	0	0	0.06	0.08	0.33	0.029	0	0	Abierto
Tubería 33	31.0467705	29.4	0.001524	0	0	0.1	0.14	1.4	0.04	0	0	Abierto
Tubería 84	36.509951	29.4	0.001524	0	0	0.25	0.38	7.39	0.03	0	0	Abierto
Tubería 111	37.4249922	29.4	0.001524	0	0	-0.1	0.15	1.54	0.039	0	0	Abierto
Tubería 102	38.0519748	29.4	0.001524	0	0	0.64	0.95	37.17	0.024	0	0	Abierto
Tubería 73	38.0626794	57	0.001524	0	0	1.14	0.45	4.35	0.024	0	0	Abierto
Tubería 32	38.7241665	29.4	0.001524	0	0	0.22	0.32	5.76	0.031	0	0	Abierto
Tubería 93	39.5099831	29.4	0.001524	0	0	0.03	0.05	0.18	0.047	0	0	Abierto
Tubería 76	40.0061392	57	0.001524	0	0	0.88	0.34	2.75	0.026	0	0	Abierto
Tubería 100	39.9812849	43.4	0.001524	0	0	-0.57	0.39	4.79	0.027	0	0	Abierto
Tubería 38	41.4805784	29.4	0.001524	0	0	0.1	0.15	1.59	0.039	0	0	Abierto
Tubería 36	41.8212469	29.4	0.001524	0	0	0.22	0.32	5.75	0.031	0	0	Abierto
Tubería 77	42.3071501	29.4	0.001524	0	0	0.66	0.97	38.66	0.024	0	0	Abierto
Tubería 26	43.5466289	29.4	0.001524	0	0	0.45	0.66	19.57	0.026	0	0	Abierto
Tubería 61	43.8063571	29.4	0.001524	0	0	-0.05	0.08	0.3	0.029	0	0	Abierto
Tubería 47	44.5098981	29.4	0.001524	0	0	0.13	0.19	2.25	0.037	0	0	Abierto
Tubería 51	45.1445927	22.9	0.001524	0	0	0.04	0.1	0.63	0.029	0	0	Abierto
Tubería 28	44.8120197	29.4	0.001524	0	0	0.23	0.33	6.06	0.031	0	0	Abierto
Tubería 40	45.4019856	29.4	0.001524	0	0	0.06	0.08	0.35	0.029	0	0	Abierto
Tubería 98	46.8015908	43.4	0.001524	0	0	-0.55	0.37	4.45	0.027	0	0	Abierto

Tubería 91	46.3310087	81.4	0.001524	0	0	-1.15	0.22	0.8	0.026	0	0	Abierto
Tubería 48	47.5026294	22.9	0.001524	0	0	0.04	0.09	0.57	0.031	0	0	Abierto
Tubería 66	47.886511	67.8	0.001524	0	0	1.81	0.5	4.32	0.023	0	0	Abierto
Tubería 69	48.8162701	67.8	0.001524	0	0	1.74	0.48	4.02	0.023	0	0	Abierto
Tubería 42	49.0298942	29.4	0.001524	0	0	0.04	0.06	0.23	0.035	0	0	Abierto
Tubería 109	49.7589911	29.4	0.001524	0	0	0.12	0.17	1.91	0.038	0	0	Abierto
Tubería 49	49.8476356	22.9	0.001524	0	0	0.03	0.08	0.53	0.033	0	0	Abierto
Tubería 90	49.982383	29.4	0.001524	0	0	0.21	0.32	5.49	0.032	0	0	Abierto
Tubería 96	51.778853	43.4	0.001524	0	0	-0.61	0.41	5.27	0.027	0	0	Abierto
Tubería 44	52.9192035	29.4	0.001524	0	0	0.07	0.1	0.55	0.032	0	0	Abierto
Tubería 8	60.6017594	22.9	0.001524	0	0	0.07	0.18	2.8	0.041	0	0	Abierto
Tubería 67	53.8659706	67.8	0.001524	0	0	1.91	0.53	4.73	0.023	0	0	Abierto
Tubería 107	54.3203746	29.4	0.001524	0	0	0.04	0.05	0.21	0.041	0	0	Abierto
Tubería 46	57.5132002	29.4	0.001524	0	0	0.06	0.08	0.33	0.029	0	0	Abierto
Tubería 54	57.7408803	43.4	0.001524	0	0	-0.14	0.09	0.42	0.04	0	0	Abierto
Tubería 105	58.7905523	29.4	0.001524	0	0	0.06	0.09	0.47	0.03	0	0	Abierto
Tubería 103	60.4786222	29.4	0.001524	0	0	0.11	0.16	1.74	0.039	0	0	Abierto
Tubería 59	62.6116503	29.4	0.001524	0	0	-0.11	0.17	1.83	0.038	0	0	Abierto
Tubería 101	67.4769024	29.4	0.001524	0	0	-0.11	0.16	1.72	0.039	0	0	Abierto
Tubería 99	74.962536	29.4	0.001524	0	0	-0.06	0.09	0.46	0.031	0	0	Abierto
Tubería 97	77.4219292	29.4	0.001524	0	0	-0.02	0.03	0.13	0.067	0	0	Abierto
Tubería 92	77.56958	29.4	0.001524	0	0	0.22	0.32	5.73	0.032	0	0	Abierto
Tubería 21	80.392142	29.4	0.001524	0	0	-0.16	0.24	3.33	0.034	0	0	Abierto
Tubería 95	80.967052	29.4	0.001524	0	0	-0.05	0.07	0.26	0.032	0	0	Abierto
Tubería 18	81.1242092	29.4	0.001524	0	0	-0.05	0.08	0.3	0.029	0	0	Abierto
Tubería 89	82.2592232	81.4	0.001524	0	0	-1.37	0.26	1.11	0.025	0	0	Abierto
Tubería 24	81.3218273	29.4	0.001524	0	0	0.27	0.39	8.06	0.03	0	0	Abierto
Tubería 15	81.7746648	29.4	0.001524	0	0	0.04	0.06	0.23	0.037	0	0	Abierto
Tubería 12	82.4834715	29.4	0.001524	0	0	0.16	0.23	3.3	0.034	0	0	Abierto

Tubería 10	83.1544131	29.4	0.001524	0	0	0.15	0.22	2.97	0.035	0	0	Abierto
Tubería 64	88.8477705	67.8	0.001524	0	0	1.77	0.49	4.12	0.023	0	0	Abierto
Tubería 27	84.5648472	29.4	0.001524	0	0	0.08	0.12	0.88	0.038	0	0	Abierto
Tubería 30	84.6969354	29.4	0.001524	0	0	0.02	0.04	0.14	0.06	0	0	Abierto
Tubería 55	91.3998705	43.4	0.001524	0	0	-0.17	0.12	0.61	0.038	0	0	Abierto
Tubería 52	111.758364	57	0.001524	0	0	-0.16	0.06	0.13	0.038	0	0	Abierto
Tubería 94	133.71008	43.4	0.001524	0	0	-0.7	0.48	6.85	0.026	0	0	Abierto
Tubería 50	117.643454	29.4	0.001524	0	0	0.1	0.14	1.39	0.04	0	0	Abierto
Tubería 53	188.062627	57	0.001524	0	0	-0.32	0.13	0.49	0.034	0	0	Abierto
Tubería 1	426.071788	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.79	0.019	0	0	Abierto
Tubería 2	456.068714	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.79	0.019	0	0	Abierto
Tubería 3	278.174439	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.79	0.019	0	0	Abierto
Tubería 4	567.732023	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.79	0.019	0	0	Abierto
Tubería 6	1009.37556	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.79	0.019	0	0	Abierto
Tubería 5	395.967971	81.4	0.001524	0	0	4.96	0.95	10.78	0.019	0	0	Abierto
Tubería 63(1)	208.607559	81.4	0.001524	0	0	3.28	0.63	5.14	0.021	0	0	Abierto
Tubería 9(1)	80.7616593	67.8	0.001524	0	0	1.56	0.43	3.3	0.024	0	0	Abierto
Tubería 23(1)	167.695179	43.4	0.001524	0	0	1.09	0.73	14.68	0.023	0	0	Abierto
Tubería 23(2)	16.333241	43.4	0.001524	0	0	1.09	0.73	14.69	0.023	0	0	Abierto
Tubería 7(1)	52.6389606	67.8	0.001524	0	0	1.67	0.46	3.71	0.023	0	0	Abierto
Tubería 7(2)	10.0638522	67.8	0.001524	0	0	1.67	0.46	3.7	0.023	0	0	Abierto
Tubería 65(2)	48.3580329	22.9	0.001524	0	0	-0.04	0.09	0.57	0.031	0	0	Abierto
Tubería 71(1)	57.8177365	29.4	0.001524	0	0	-0.34	0.5	12.31	0.028	0	0	Abierto
Tubería 71(2)	34.8336326	29.4	0.001524	0	0	-0.34	0.5	12.31	0.028	0	0	Abierto
Tubería 74(1)	76.4308094	29.4	0.001524	0	0	-0.09	0.14	1.32	0.041	0	0	Abierto
Tubería 74(2)	14.5053658	29.4	0.001524	0	0	-0.09	0.14	1.31	0.04	0	0	Abierto
Tubería 78(1)	73.0684745	29.4	0.001524	0	0	-0.4	0.59	16.4	0.027	0	0	Abierto
Tubería 78(2)	7.89104757	29.4	0.001524	0	0	-0.4	0.59	16.41	0.027	0	0	Abierto
Tubería 80(1)	66.5756684	22.9	0.001524	0	0	0.02	0.05	0.31	0.057	0	0	Abierto

Tubería 82(1)	67.0389947	22.9	0.001524	0	0	0.02	0.06	0.35	0.05	0	0	Abierto
Tubería 85(1)	92.6949786	29.4	0.001524	0	0	-0.19	0.28	4.37	0.033	0	0	Abierto
Tubería 85(2)	11.4721068	29.4	0.001524	0	0	-0.19	0.28	4.36	0.033	0	0	Abierto
Tubería 87(1)	100.016682	29.4	0.001524	0	0	-0.11	0.16	1.69	0.039	0	0	Abierto
Tubería 87(2)	13.5149746	29.4	0.001524	0	0	-0.11	0.16	1.7	0.039	0	0	Abierto
Tubería												
65(1)(1)	23.4152655	22.9	0.001524	0	0	0.03	0.06	0.39	0.044	0	0	Abierto
Tubería 56(2)	33.5551354	22.9	0.001524	0	0	-0.01	0.03	0.18	0.101	0	0	Abierto
Tubería 60(2)	27.40144	22.9	0.001524	0	0	-0.01	0.04	0.22	0.079	0	0	Abierto
Válvula CRP-VII1	No Disponible	No 90	No Disponible	No Disponible	No Disponible	4.96	0.78	34.85	0	0	0	Activo
Válvula CRP-VII2	No Disponible	No 90	No Disponible	No Disponible	No Disponible	4.96	0.78	45.36	0	0	0	Activo
Válvula CRP-VII3	No Disponible	No 90	No Disponible	No Disponible	No Disponible	4.96	0.78	47.21	0	0	0	Activo
Válvula CRP-VII4	No Disponible	No 90	No Disponible	No Disponible	No Disponible	4.96	0.78	43.88	0	0	0	Activo
Válvula CRP-VII5	No Disponible	No 90	No Disponible	No Disponible	No Disponible	4.96	0.78	28.7	0	0	0	Activo
Válvula VRP-2	No Disponible	No 48	No Disponible	No Disponible	No Disponible	1.09	0.6	16.98	0	0	0	Activo
Válvula VRP-1	No Disponible	No 75	No Disponible	No Disponible	No Disponible	1.67	0.38	38.97	0	0	0	Activo
Válvula VRP-3	No Disponible	No 33	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.34	0.4	36.01	0	0	0	Activo
Válvula VRP-4	No Disponible	No 33	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.09	0.11	36.73	0	0	0	Activo
Válvula VRP-5	No Disponible	No 33	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.4	0.47	33.7	0	0	0	Activo
Válvula VRP-6	No Disponible	No 33	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.19	0.22	33.88	0	0	0	Activo

Válvula VRP-7	No Disponible	33	No Disponible	No Disponible	No Disponible	0.11	0.13	34.1	0	0	0	Activo
---------------	---------------	----	---------------	---------------	---------------	------	------	------	---	---	---	--------

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto Objetivo específico 3.

Diseñar la propuesta de mejora de la red de agua según condiciones morfológicas - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021. Para satisfacer las demandas de agua de los usuarios.

Como tercer objetivo de la presente investigación es la determinación de un diseño óptimo, que posterior a la modelación de la red de agua con los softwares Watercad y Epanet, se ha obtenido modelos óptimos del sistema de agua potable en la urbanización la colina acovichay alto, distrito de independencia, la misma que tiene como finalidad de cumplir con la demanda de los usuarios del sistema de agua potable de manera óptima y de calidad; por consiguiente se presenta el diseño óptimo del sistema de agua para su implementación, (anexo planos)

CONSOLIDACION DE RESULTADOS:

Los resultados del modelamiento de la red de agua en la Urbanización la Colina, Barrió de Acovichay alto, del distrito de Independencia – Huaraz –Ancash; fueron obtenidos utilizando datos de campo, hoja de cálculo y los softwares WaterCAD y Epanet. Se realizó el modelamiento de las redes, la misma que permitirá al proyecto de investigación unas posibles alternativas de mejoramiento al sistema de agua potable; resultados del análisis que se muestra a continuación:

CAUDALES EN LA RED

El caudal del reservorio que refleja el software WaterCAD y Epanet es de 5.50 l/s, y la cota es de 3.392 msnm.

- El caudal de la oferta de la fuente es 5.50 l/s, siendo la demanda en el año 0 del diseño de 4.32 y 4.96 en el año 20 del diseño, por consiguiente, se cumplirá con la cobertura de la demanda del servicio de agua aplicando el modelo y diseño óptimo de la red de agua.
- Los caudales en las tuberías de la red de distribución tienen un promedio de 0.44 l/s.
- Los caudales máximas y mínimas en la red de distribución son.
Caudal Max. 1.67 - Nodo 01
Caudal Min. 0.01 Nodo 39 – R3 y Nodo 60 y R4.

PRESIONES EN LA RED.

- Las presiones en las redes de la Urbanización la Colina Acovichay Alto – JASS LA COLINA modelados en el software cumplen con la normativa OS 050; Red de distribución de agua para consumo humano.
- En los nodos CRPVII a 01 la presión máxima de la red de distribución es de 0.95 mca.

VELOCIDADES EN LA RED

- Las velocidades en la red de la Urbanización la Colina Acovichay Alto – JASS LA COLINA modelados en el software cumplen con la normativa OS 050, oscilan entre 0.01 a 0.95 m/s.
- El promedio de las velocidades en las tuberías es de 0.28 m/s.

Velocidad Max. 0.95 - Línea CRPVII a 01

Velocidad Min. 0.01 Línea 27 a 28.

Para la línea de conducción se empleará tubería de 3" 90 mm tendrá una longitud de 3470.59 m, y tubería de 2 1/2" con una longitud de 409.07 tubería PVC NTP ISO 1452 UF, y la línea de distribución será con tuberías Ø1 3/4" (63 mm) con una longitud de 2,800.86 y tubería de Ø1 1/2" con una longitud de 294.53 metros de tubería, PVC NTP 399.002.

La población futura se calculó con el método geométrico, para la tasa de crecimiento se utilizó datos de INEI del año 2017 en cual nos da una tasa de crecientito de 0.80 % en el Distrito de Independencia Huaraz Áncash, Se tomó como periodo 20 años, lo cual para año 2041 la población será 1894 habitantes.

Para la demanda de agua potable, se utilizó una dotación de 80 l/hab/día; según la norma.

V. DISCUSIÓN

Luego de haber obtenidos los resultados de la investigación después de haber realizado el modelamiento con softwares computacionales, la cual se ha desarrollado al problema de desabastecimiento de agua que se viene presentando en el lugar de estudios, la misma que tiene como finalidad garantizar la cobertura permanente del agua de calidad, que para lo cual se han tomado conceptos técnicos y metodológicos y se han ceñido a los normas vigentes sobre la materia y del mismo modo se ha realizado la interpretación de los antecedentes tomados, el presente capítulo comprende la discusión de los hallazgos y observaciones, la cual mantendrá el mismo orden en el que fueron planteado las hipótesis y los objetivos líneas arriba.

Objetivo general: Diagnosticar el Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas, con software convencionales en la urbanización la colina, Huaraz – Ancash 2021.

Del análisis y los cálculos realizados de la red de agua existente del lugar de estudios mediante el uso de los softwares WaterCAD y Epanet, se pudo notar que han existido deficiencias técnicas por consiguiente el comportamiento hidráulico no era muy optimo, la misma que ha estado ocasionando el desabastecimiento en muchos sectores, la misma que se corregirá con los resultados y el diseño optimo que se presentará mediante el análisis realizado con los softwares de modelamiento.

Karol (2019) en su proyecto de investigación tuvo como objetivo la Evaluación del sistema de la red de agua existente en busca una mejora mediante el modelamiento de la red, para dicho fin empleo los softwares WaterCAD y Epanet que con la información recabada de campo realizo el modelamiento la cual permitirá las posibles alternativas de mejoramiento de la red de agua existente, concluyendo que los softwares arrojan resultados coherentes demostrando que el WaterCAD y el Epanet son programas prácticos y óptimos para evaluar redes de distribución de agua.

En tanto que en la presente investigación se han empleado los softwares de modelamiento WaterCAD y el Epanet, la misma que permitido determinar un

modelo obtuvo del sistema de agua en la Urbanización la Colina del distrito de Independencia – Huaraz – Áncash (JASS LA COLINA); y que se concluye que los datos obtenidos con el uso de los softwares de modelamiento tienen similitud, por consiguiente, se presenta el diseño óptimo la misma que será entregado a la comunidad para su implementación, la misma que garantizara el abastecimiento del agua para todos los beneficiarios para los años de diseño proyectado.

En este aspecto, contrastando los resultados, se demuestra que tienen coincidencias y concordancias en vista que, en ambos estudios, que mediante la evaluación de los sistemas de agua en los lugares de estudio se presenta propuestas de mejora, ya que el comportamiento hidráulico es óptimo para la mejora, por consiguiente, la solución de desabastecimiento del agua en la urbanización la colina.

Objetivo específico 01: Calcular la incidencia del comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Watercad - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.

ROSENDO (2019) en su tesis de investigación en el que llevó a cabo la investigación obteniendo los siguientes resultados: caudal de aforo en la captación de 1.5 l/s y para el caudal máximo diario se obtuvo de 0.856 l/s mientras que el caudal máximo horario, 0.902 l/s; con un reservorio de 15 m³ de volumen de almacenamiento; del mismo modo propone que la línea de conducción será con tuberías de Ø1 1/2" diámetros con una longitud de 484 m y 1915 metros de tubería de Ø3/4" de PVC; del mismo modo obtuvo que las presiones equivalentes a Presión fueron: mínima 29.46 m.c.a y máxima: 44.29 m.c.a, resultados que obtuvo en el estudio están dentro de los rangos establecidos por la norma técnica opciones tecnológicas en el ámbito rural del ministerio de vivienda, para dicho fin empleo el software Watercad para el modelado.

En cuanto a la presente investigación se han obtenido los siguientes resultados empleado el software de modelamiento WaterCAD; caudal de aforo en la captación de 5.50 l/s y para el caudal máximo diario se obtuvo de 3.22 l/s mientras que el caudal máximo horario, 4.96 l/s; con un reservorio de 50 m³ de volumen de almacenamiento; del mismo modo propone que la línea de

conducción será con tuberías de \varnothing 3" (90 mm) diámetros con una longitud de 3,134.00, y la línea de distribución será con tuberías \varnothing 1 $\frac{3}{4}$ " (63 mm) con una longitud de 2,800.86 y tubería de \varnothing 1 $\frac{1}{2}$ " con una longitud de 294.53 metros de tubería; del mismo modo obtuvo que las presiones equivalentes a Presión fueron: mínima 5.69 m.c.a nodo 64 a 65 y máxima: 48.89 m.c.a, nodo 01 a VRP-1 resultados que obtuvo en el estudio están dentro de los rangos establecidos por la norma técnica opciones tecnológicas en el ámbito rural del ministerio de vivienda Resolución Ministerial N°192-2018 - Vivienda.

Al respecto, comparando los resultados, se demuestra que tienen coincidencias y concordancias en vista que en ambos estudios se emplearon el WaterCad para el modelamiento óptimo de la red de agua potable en los lugares de estudio, del mismo modo se presenta propuestas de mejora, por consiguiente la solución de desabastecimiento del agua para cumplir con la demanda del agua de los usuarios, la cual implica la importancia de la incidencia del comportamiento hidráulico en un sistema de agua potable.

Objetivo específico 02: Es Evaluar el comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Epanet - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021, en un sistema de agua.

BRAVO (2017) en su tesis de investigación en la que utilizó el software EPANET para evaluar el diseño de una red de agua potable existente, para poder determinar si el sistema de distribución abastece a toda la comunidad, y que mediante los resultados obtenidos dar las soluciones, determinando que hay zonas de baja y alta presión; y si existen sectores que no llega agua, por lo que propuso reemplazar el diámetro de la tubería de 50 mm a un diámetro de 90 mm desde el nudo 25 hasta el nudo 74 comprendiendo un tramo de longitud de 2.83 km, constato que en el sitio Guarumal 1 la presión no cumple las normas establecidas en algunos sectores del lugar de estudios reporta una presión de 3.84 m.c.a y una velocidad de 0.03 m/seg. a la hora de mayor demanda.

En cuanto a la presente investigación se pudo apreciar que la infraestructura (línea de conducción captación - reservorio), carece de algunos aspectos técnicos la misma que ha ocasionado el desabastecimiento del agua en el lugar de

estudios; El caudal de la fuente es de 5.50 l/s , y la demanda es de 2.80 l/s, o cual demuestra que las condiciones hidráulicas son óptimas, que mediante el modelamiento con el software Epanet se ha podido corroborar dicha información, por consiguiente el modelo determino el cambio de la tubería existente que es de un diámetro de Ø 2" (60 mm) a un diámetro de Ø 3" (90 mm) del tramo (captación al reservorio), con una longitud de 3,134.00, y la línea de distribución que está instalada con tuberías de Ø 1", la que se propone la instalación con tuberías Ø1 ¾" (63 mm) con una longitud de 2,800.86 y tubería de Ø1 ½" con una longitud de 294.53 metros de tubería; las presiones equivalentes a Presión fueron: mínima 5.69 m.c.a nodo 64 a 65 y máxima: 48.89 m.c.a, nodo 01 a VRP-1 resultados que obtuvo en el estudio están dentro de los rangos establecidos por la norma técnica opciones tecnológicas en el ámbito rural.

Al respecto, que hacha la evaluación del comportamiento hidráulico y comparando los resultados, se demuestra que tienen coincidencias en mejorar las condiciones de la infraestructura particularmente la línea de conducción de las redes de agua existentes, en cuanto a los diámetros de las tuberías que se cuanta, la misma que permitirá conducir mayor flujo de agua, la cual permitirá cubrir la cobertura de agua en los lugares de estudio. Resultados que se han corroborado con el uso del software de modelamiento Epanet.

Objetivo específico 03: Diseñar la propuesta de mejora de la red de agua según condiciones morfológicas - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021, para satisfacer la demanda de agua de los usuarios.

Maribel (2018) en su investigación realizo el análisis del proyecto de agua potable existente realizando un estudio topográfico para definir las condiciones del terreno, como son; ubicación, área total de proyecto, longitudes, pendientes, los puntos importantes por donde llevar la línea de conducción, en el mismo análisis fue importante la determinación de información relevante para realizar el diseño del nuevo sistema de agua potable tales como, población de diseño, periodo de diseño y densidad poblacional para determinar dimensiones de tuberías, cálculo de presiones y volumen de almacenamiento y demás componentes hidráulicas; en la que obtuvo la siguiente información.

Población actual

304 habitantes en el año 2017, tomando en cuenta que cada casa cuenta con un promedio de 4 personas.

Población Futura

El cálculo de la población futura lo realizo en base a la población actual con índice de crecimiento de 1.41% siendo la población futura de 432 hab.

Densidad poblacional actual; $24,84 \text{ hab/Ha.}$

Densidad poblacional futura; $35,29 \text{ hab/Ha.}$

Dotación Media Actual; $Dma=86,08 \text{ Lt/hab/día}$

Dotación Media Futura; $Dmf=111,08 \text{ Lt/hab/día}$

Fugas y Desperdicios; $Qmd \text{ (con pérdidas) } =0,66 \text{ Lt/seg}$

Caudal Máximo Diario (QMD); $QMD=0,924 \text{ Lt/seg}$

Caudal Máximo Horario (QMH); $QMH=1,452 \text{ Lt/seg}$

En esa línea nuestra presente investigación consto en acopiar información valiosa para la toma de decisiones para la propuesta del nuevo diseño del sistema de agua potable en el sector de estudios tales como; población de diseño, periodo de diseño y densidad poblacional la misma que permitió determinar dimensiones de tuberías, cálculo de presiones y volumen de almacenamiento y demás componentes hidráulicas; que fueron importantes para la elaboración del presente diseño:

Población actual

1635 habitantes en el año 2021, tomando en cuenta que cada casa cuenta con un promedio de 4.11 personas.

Población Futura

El cálculo de la población futura lo realizo en base a la población actual con índice de crecimiento de 0.80% siendo la población futura de 1894 hab.

Densidad poblacional actual; $4,11 \text{ hab/Ha.}$

Densidad poblacional futura; 5 hab/Ha.

Dotación; 50, 80 y 100 Lt/hab/día

% de perdidas =25,00 %

Caudal Máximo Diario (QMD); $QMD=2.80 \text{ Lt/seg}$

Caudal Máximo Horario (QMH); $QMH=4.32 \text{ Lt/seg}$

En esa medida, comparando los resultados y la información de los modelamientos que para dicho fin se emplearon softwares de modelamiento hidráulico, se presentan las propuestas optimas del diseño del sistema de agua potable en los lugares de estudio, la misma que son aportes técnicos para futuros proyecto de inversión y otros medios de financiamiento para su ejecución a beneficio de los usuarios.

VI.

CONCLUSIONES

Del análisis realizadas de los resultados obtenidos, se pueden deducir las siguientes conclusiones:

Como objetivo general se asumió Diagnosticar el Comportamiento hidráulico de la red de agua, la misma que se ha desarrollado empleando los softwares convencionales Watercad y Epanet, de lo cual se deduce que los componentes de la red existente se apreció deficiencias técnicas, y que se han omitido de considerar algunos elementos indispensables para una correcta operación y funcionamiento del sistema de agua potable; las condiciones y los comportamientos hidráulicos del lugar de estudios son óptimos para la puesta de una propuesta de mejora de las condiciones ya existente como la implementación de una planta de tratamiento, cambio de diámetros de las tuberías de la línea de conducción, aducción y distribución, del mismo modo se considerara obras de arte como 07 Cámaras de Rompe presión CRP VII y 07 VRP Válvula Reductora de Presión, debido que se han sectorizado 7 sectores de altas presiones, por consiguiente será necesario la implementación de los descritos.

Los resultados del WaterCAD y el Epanet, con sus particularidades en su operación coinciden en los resultados del modelamiento hidráulico. Esto nos muestra que ambos softwares son eficientes para cálculos hidráulicos en redes de agua potable, ya que presentan resultados muy semejantes.

Como el primer objetivo específico se consideró Calcular la incidencia del comportamiento hidráulico de la red de agua con software Watercad, que hecha la evaluación de los parámetros de diseño (Caudal, Presiones, Velocidad y Diámetros), que mediante la simulación hidráulica aplicando el Software WaterCAD, de lo cual se puede decir que los parámetros se encuentran en los límites establecidos por la Norma Técnica de Diseño: “Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural, 2018”.

Como el segundo objetivo específico se consideró Evaluar el comportamiento hidráulico de la red de agua con software Epanet, las mismas que han sido similares a los obtenidos con el Watercad con la diferencia en la operación del modelamiento del programa; El programa de modelo hidráulico EPANET 2.0., es

una gran herramienta para la planificación de proyectos ya que el programa es oportuno y se apega a las necesidades que demanda el análisis.

Como el tercer objetivo específico es Diseñar la propuesta de mejora de la red de agua en la urbanización la colina, Huaraz, Ancash, para satisfacer la demanda de agua de los usuarios, la misma que del análisis con los softwares de modelamiento hidráulico Watercad y Epanet se obtuvo los siguientes resultados para el diseño:

Caudal de la fuente de e 5.50 l/s, y la demanda en el año 0 del diseño de 4.32 y 4.96 en el año 20 del diseño, El Caudal Máximo Diario es 2.80 *Lt/seg* y el Caudal Máximo Horario es = 4.32 *Lt/seg*; Las presiones en las redes de la Urbanización la Colina Acovichay Alto – JASS LA COLINA modelados en el software cumplen con la normativa OS 050, por consiguiente, se cumplirá con la cobertura de la demanda del servicio de agua aplicando el modelo y diseño óptimo del sistema de agua.

En cuanto a las tuberías en el nuevo diseño optimo será como sigue; línea de conducción se empleará tubería de 3" 90 mm tendrá una longitud de 3470.59 m, y tubería de 2 1/2" con una longitud de 409.07 tubería PVC NTP ISO 1452 UF, y la línea de distribución será con tuberías Ø1 3/4" (63 mm) con una longitud de 2,800.86 y tubería de Ø1 1/2" con una longitud de 294.53 metros de tubería, PVC NTP 399.002.

La población futura se calculó con el método geométrico, para la tasa de crecimiento se utilizó datos de INEI del año 2017 en cual nos da una tasa de crecientito de 0.80 % en el Distrito de Independencia Huaraz Áncash, Se tomó como periodo 20 años, lo cual para año 2041 la población será 1894 habitantes.

Para la demanda de agua potable, se utilizó una dotación de 80 l/hab/día; según la norma.

VII.

RECOMENDACIONES

Se recomienda en base a nuestra investigación que, para futuros proyectos de saneamiento; complementarios a los diseños elaborado con el Autocad, se desarrolle modelados con los 02 softwares de modelamiento hidráulico con el fin de obtener un modelo optimo y así poder obtener soluciones más coherentes y sostenibles en el tiempo de diseño de la red de agua.

Del análisis de la presente investigación en la que se empleó dos softwares de modelamiento se recomienda que el Watercad es una herramienta más amigable y práctico para su operación en el proceso de modelamiento.

Se recomienda, que para realizar un modelamiento eficaz no es suficiente tener el software, también será importante la información recabada en campo, la misma a que será procesada, como datos un buen levantamiento topográfico, encuestas a la población del lugar de estudio, información bibliográfica.

Del mismo modo se recomienda a la Junta Administradora del servicio de saneamiento JASS LA COLINA del barrio de Acovichay alto, del distrito de independencia - Huaraz, emplee esta información técnica para solicitar al gobierno local y/o regional para su implementación en bien de su comunidad para garantizar el abastecimiento del agua potable.

También se recomienda el mantenimiento de la red existente con más frecuencia la misma que evitara el colapso del sistema de agua existente.

Al momento de la ejecución del nuevo modelo del diseño del sistema de agua, garantizar la dirección de un profesional de la ingeniería para cuidar que se cumpla con las especificaciones técnicas propuestos en el presente trabajo de investigación.

Mantener libre de maleza el ingreso a la captación y construir un cerco alrededor para evitar el ingreso de personas extrañas o animales a contaminar el agua.

Por último, fortalecer la organización prestadora de servicios para la buena administración del servicio y educar a los usuarios para un correcto uso del agua, para así garantizar el abastecimiento de toda la población.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ONU. (2019).** *“Informe ONU 2019 sexto punto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a alcanzar antes del año 2030”*.
- OSM. (2019).** *“Un nuevo informe sobre las desigualdades en el acceso al agua, el saneamiento y la higiene también revela que en más de la mitad del mundo no hay acceso a servicios seguros de saneamiento”*.
- Ley N° 30588. (2017).** *“Reconocimiento como un Derecho Constitucional el Acceso al Agua, incorporándose el artículo 7-A”* constitución del Perú.
- INEI. (2017).** Censo nacional del Perú.
- DIGESA – MINSA. (2010).** DS N°031-2010-SA; con la que crea dispositivos normativos referente a las prácticas y gestión del agua de calidad para consumo humano.
- SUNASS. (2020).** INFORME N° 004-2020-SUNASS-DPN; en la que presenta el proyecto inicial de clasificación de calidad de servicios de saneamiento en las pequeñas ciudades. – Perú.
- R.M N°192. (2018).** Resolución Ministerial N°192-2018 - Vivienda, El MVCS, con la que Aprueba el Instrumento Técnica en la que se contempla opciones técnicas para la implementación de sistemas de agua potable en el ámbito rural.
- Shanel, F. (2017).** *“Propuesta de optimización del servicio de la red de distribución de agua potable -RDAP- del municipio de Madrid, Cundinamarca”, Tesis. Universidad Católica - Colombia.*
- Bravo, A. (2017).** *“Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable de la parroquia el retiro, cantón machala, provincia el oro – Tesis de la Universidad Técnica de Machala - Ecuador.*
- Maribel, P. (2018).** *“Estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la parroquia Iligua del cantón baños de agua santa, provincia de Tungurahua y la modelación de un filtro lento de arena para la purificación del agua, a través de un prototipo a escala”*. Tesis de la Universidad Técnica de Ambato - Ecuador.
- Domingo, V. (2018).** *“Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales*

- convencionales en el Distrito de Chupaca*". Tesis de la Universidad Nacional del Centro del Perú - Perú.
- Karol, C y Gonzalo, G. (2019).** *"Evaluación de la red existente de agua potable del subsector de distribución 24 en el distrito coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y región de Tacna"*. Tesis de la Universidad Privada de Tacna - Perú.
- Rosendo, A. (2019).** *"Mejoramiento del sistema de agua potable en el caserío Yanserral, distrito Tabaconas, provincia san Ignacio, región Cajamarca, octubre 2019"*. Tesis de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote - Perú.
- Revista científica MDPI. (2019).** Artículo *"Pronóstico de la demanda de agua urbana: una comparación Evaluación de convencional y suave Técnicas de Computación"*.
- Walter, M. (2018).** Artículo *"Historia del modelado de calidad del agua en sistemas de distribución"*, *Primera Conferencia Conjunta Internacional WDSA - Canadá*.
- RelbCi. (2017).** *"Modelación hidráulica de la red de distribución de agua potable en una ciudad mexicana EPANET"*, *Revista Iberoamericana de Ciencias - México*.
- SIASAR. (2017).** *"Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural Organización"* que tiene por *objetivo socializar instrumentos técnicos y administrativos que permitirán la maniobra de los sistemas de agua potable de los países que la integran*.
- Thomas, S. (2016).** *"Modelado de sistemas de distribución de agua"*, *Texto científico de La Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología*.
- EPA. (2001).** *Manual de usuario del Epenet en español*.
- Watercad, Versión 6.5. (2005)** *Guía rápida de usuario en español*
- Hugo, C.** *Manual de Watercad V8i SS5*.
- Fernando, A. (2017).** investigador de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), España.
- OMS/UNICEF. (2017a).** Organismo Mundial de la Salud, en la que presenta *informe sobre las desigualdades en el acceso al agua, el saneamiento y la higiene y acceso a servicios seguros de saneamiento*.

- Pérez Farrás & Pérez. (2007).** Presión en materiales de las tuberías homogénea.
- INEM. (1992).** Código Ecuatoriano de la Construcción. C.E.C. Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes.
- SUNASS - INEI. (2017).** Plan Nacional de Saneamiento 2017 - 2021 es el instrumento de ... De acuerdo a las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).
- Plataforma mi distrito. (2021).** Aplicativo para búsqueda de información estadístico.
- Agüero. (2000).** Población futura – Pág. 19.
- INEI. (2017).** Instituto Nacional de Estadística e Informática - Abastecimiento de agua.
- RNE. (2019).** IS .010.
- RNE. (2006).** OS. 010, 020, 0.30, 0.50 y 0100.
- NTP ISO 1452. (2018).** TUBOS PVC-U, para agua, drenaje y alcantarillado enterrado o aéreo con presión.
- NTP 399.003. (2016).** TUBOS PVC-U, Tubos para instalaciones sanitarias.

ANEXO:

1.- MATRIZ DE CONSISTENCIA

ROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENCIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>PROBLEMA GENERAL ¿Cuál es el Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas, con software convencionales en la urbanización la colina, Huaraz – Ancash 2021?</p>	<p>OBJETIVOS GENERALES Diagnosticar el Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales, urbanización la colina, Huaraz – Ancash 2021.</p>	<p>HIPOTESIS GENERAL Los métodos convencionales computacionales son los más adecuados para conseguir la optimización del comportamiento hidráulico en la urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.</p>	<p>V1 Comportamiento hidráulico de la red de agua</p>	<p>Diámetro Velocidad Presión</p>	<p>1) Caudal L/s 2) Diámetro (") 3) Velocidad (m) 4) Presión (m3/h)</p>	<p>Método: Analítico Tipo: Descriptivo aplicada Nivel: Correlacional</p>
<p>PROBLEMAS ESPECIFICOS ¿Cuál es la incidencia en los resultados del comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Watercad - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECIFICOS - Calcular la incidencia del comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Watercad - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.</p>	<p>HIPOTESIS ESPECIFICAS 1. El Watercad permite obtener la optimización del comportamiento hidráulico de las redes de agua en la urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021</p>		<p>Demanda</p>	<p>Cantidad de personas</p>	<p>Diseño: no Probabilístico Población y muestra Infraestructura de la JASS la Colina compuesto por; Líneas de conducción: captación – reservorio 3,134.00 de 3", redes de distribución: redes principales 2,800.86 de 1 ½, redes secundarias 2,778.15 de 1" y 400 conexiones domiciliarios.</p>
<p>¿Cómo influye el comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Epanet - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021?</p>	<p>- Evaluar el comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software Epanet - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.</p>	<p>2. El EPANET permite conseguir la optimización del comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas en la urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021.</p>	<p>V2 Software convenciona les</p>	<p>Watercad Epanet</p>	<p>Elevation Demanda Hidraulic Presure Nudos Cota Demanda Altura Presión</p>	
<p>¿Cuál será el diseño óptimo de la red de agua según condiciones morfológicas - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021, para satisfacer la demanda de agua de los usuarios?</p>	<p>Diseñar la propuesta de mejora de la red de agua según condiciones morfológicas - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021. Para satisfacer las demandas de agua de los usuarios.</p>	<p>3. El diseño de la propuesta de la red de agua según condiciones morfológicas para la urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021; cumplirá con satisfacer las demandas de agua de los usuarios.</p>		<p>Autocad</p>	<p>Diseño</p>	<p>Técnica: Observación directa Instrumento: Encuestas</p>

2.- MATRIZ DE OPERACIONALIZACION

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V.1. Comportamiento hidráulico de la red de agua	La capacidad de presión y velocidad, que experimenta el sistema de tuberías y demás componentes	Evaluación de toda la red captación, conducción, reservorio y distribución con la finalidad de conocer los diámetros, longitudes y coeficientes de fricción; se requiere determinar las cargas de presión en los nodos que posee y las velocidades que fluyen en los tubos que la componen.	Diámetro Velocidad Presión Demanda	Caudal Velocidad Diámetro Presión Cantidad de personas	Ficha de Recopilación de datos	Continuo Continuo Continuo Continuo Discreto
V.2 Software convencionales	Aplicación de diversos sistemas de iteración, a través de softwares, para la solución del problema existente en la red de agua.	El Análisis Hidráulico de Sistema de agua con uso de software, es en síntesis la aplicación de un método numérico iterativo asociado a redes de malla para la solución de un sistema de ecuaciones de Presión y de Velocidad. El resultado final del proceso matemático iterativo, es la obtención de los caudales que circulan por las tuberías y las diferentes presiones en los nodos del sistema”	Watercad Epanet Autocad	Elevation Demanda Hidraulic Presure Nudos Cota Demanda Altura Presión Diseño	Softwares convencionales	Continuo Continuo Discreto

3 VALIDACION DE LOS INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo. **GEOVANNY SAAVEDRA LOPEZ**, Identificado con DNI N° 71017315. CIP N° **197330** de profesión **INGENIERO CIVIL**, en ejercicio, que en la actualidad me encuentro laborando como consultor de obras.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de evaluación y cálculos realizados, para el informe de investigación del:

Bach. Jaimes Montalvo Édinson Richard (DNI N° 42535284).

Para el sustento del **INFORME DE INVESTIGACIÓN** titulada **“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”**, el cual será presentado a la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte; para la obtención del título profesional de ingeniería civil.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

CONCEPTOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items			X	
Sustento Técnico en Datos			X	
Aplicación de Conocimientos			X	
Claridad y Precisión en Resultados			X	
Cálculos Dinámicos			X	

 **COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**
Consejo Departamental Ancash - Huaraz

Ing. Geovanny Saavedra López
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 197330

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo. **REYES YANAC EDGAR WILDER**, Identificado con DNI N° 44495244. CIP N° **113710** de profesión **INGENIERO CIVIL**, en ejercicio que en la actualidad me encuentro laborando de forma independiente como consultor de obra.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de evaluación y cálculos realizados, para el informe de investigación del:

Bach. Jaimes Montalvo Édinson Richard (DNI N° 42535284).

Para el sustento del INFORME DE INVESTIGACIÓN titulada **“Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021”**, el cual será presentado a la Universidad Cesar Vallejo – Lima Norte; para la obtención del título profesional de ingeniería civil.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

CONCEPTOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items			✓	
Sustente Técnico en Datos			✓	
Aplicación de Conocimientos			✓	
Claridad y Precisión en Resultados			✓	
Cálculos Dinámicos			✓	



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCAH-SIT-HUARAZ
REYES YANAC EDGAR WILDER
INGENIERO CIVIL
Cip. N° 113710

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, Mejía Falcon Víctor Edicson....., Identificado con DNI N° 41.90.2997, CIP N° 212858, de profesión **INGENIERO CIVIL**, en ejercicio, que en la actualidad me encuentro laborando como Formulador de Proyectos....

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento de evaluación y cálculos realizados, para el informe de investigación del:

Bach. Jaimes Montalvo Édinson Richard (DNI N° 42535284).

Para el sustento del INFORME DE INVESTIGACIÓN titulada "Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021", el cual será presentado a la Universidad Cesar Vallejo = Lima Norte; para la obtención del título profesional de ingeniería civil.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

CONCEPTOS	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	EXCELENTE
Congruencia de Items				
Sustente Técnico en Datos			X	
Aplicación de Conocimientos			X	
Claridad y Precisión en Resultados			X	
Cálculos Dinámicos			X	

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL HUANUCO
Mejía Falcon Víctor Edicson
INGENIERO CIVIL
/CIP. N° 212858



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MODELAMIENTO CON SOFTWARE CONVENCIONALES (WATERCAD Y EPANET), Y EL DISEÑO EN LA URBANIZACIÓN LA COLINA, HUARAZ, ANCASH 2021

Nº	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable Independiente: Softwares convencionales (Watercad, Epanet y Autocad)								
DIMENSION 1: Watercad								
1	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
2	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
3	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
4	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
5	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 2: Epanet								
6	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
7	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
8	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
9	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
10	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 3: Autocad								
11	¿El diseño presentado cumplen las normas técnicas?	X		X		X		
12	¿Según usted el diseñador ha empleado criterio técnico en la propuesta de diseño óptimo?	X		X		X		
13	¿Según usted cree que el diseño propuesto solucionara el problema de desabastecimiento de agua en el lugar de estudios?	X		X		X		
Variable dependiente: Comportamiento hidráulico de la red de agua.								
DIMENSION 1: Diámetro								
14	¿Los diámetros propuestos en la línea de conducción, aducción y distribución son apropiados para transportar el flujo de agua para abastecer el agua demandada?	X		X		X		
15	¿La clase de tubería empleado en el diseño del sistema de agua propuesto cumplen las normas técnicas para trasladar el flujo de agua?	X		X		X		
DIMENSION 2: Velocidad								



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

17	¿La velocidad que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Presión								
18	¿La presión que se que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Demanda								
19	¿Considera usted que el caudal que presenta la fuente será suficiente para cumplir con la demanda de todos los beneficios en los años de diseño del sistema de agua?							

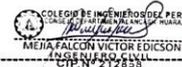
Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable [X]** **Aplicable después de corregir []** **No aplicable []**

Apellidos y nombres del juez validador. Mg/Ing: Maia Salazar Victor Edilson DNI: 41902999

Especialidad del validador: Formulador de Proyectos de Inversiones

24 de Junio del 2021



Firma del Experto Informante.

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

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MODELAMIENTO CON SOFTWARE CONVENCIONALES (WATERCAD Y EPANET), Y EL DISEÑO EN LA URBANIZACIÓN LA COLINA, HUARAZ, ANCASH 2021

N°	DIMENSIONES / ítems	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable Independiente: Softwares convencionales (Watercad, Epanet y Autocad)								
DIMENSION 1: Watercad								
1	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
2	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
3	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
4	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
5	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 2: Epanet								
6	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
7	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
8	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
9	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
10	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 3: Autocad								
11	¿El diseño presentado cumplen las normas técnicas?	X		X		X		
12	¿Según usted el diseñador ha empleado criterio técnico en la propuesta de diseño óptimo?	X		X		X		
13	¿Según usted cree que el diseño propuesto solucionara el problema de desabastecimiento de agua en el lugar de estudios?	X		X		X		
Variable dependiente: Comportamiento hidráulico de la red de agua.								
DIMENSION 1: Diámetro								
14	¿Los diámetros propuestos en la línea de conducción, aducción y distribución son apropiados para trasportar el flujo de agua para abastecer el agua demandada?	X		X		X		
15	¿La clase de tubería empleado en el diseño del sistema de agua propuesto cumplen las normas técnicas para trasladar el flujo de agua?	X		X		X		
DIMENSION 2: Velocidad								



17	¿La velocidad que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Presión								
18	¿La presión que se que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Demanda								
19	¿Considera usted que el caudal que presenta la fuente será suficiente para cumplir con la demanda de todos los beneficiarios en los años de diseño del sistema de agua?	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. Mg/Ing: ANAYA VERDE CIRO A. DNI: 41893137

Especialidad del validador: FORMULADOR DE PROYECTOS EN LA MUNICIPALIDAD DE HUARAZ

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico 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.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

24 de Junio del 2021
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

 Ing. Cayetano Anaya Verde
 Reg. CIP N° 115937
 C.25117

Firma del Experto Informante.



CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MODELAMIENTO CON SOFTWARE CONVENCIONALES (WATERCAD Y EPANET), Y EL DISEÑO EN LA URBANIZACIÓN LA COLINA, HUARAZ, ANCASH 2021

N°	DIMENSIONES / Items	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
Variable Independiente: Softwares convencionales (Watercad, Epanet y Autocad)								
DIMENSION 1: Watercad								
1	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
2	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
3	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
4	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
5	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 2: Epanet								
6	¿Usted cree que se ha empleado adecuadamente el software para el modelamiento?	X		X		X		
7	¿Usted cree que los resultados obtenidos en el modelamiento están sujetos a las normas sobre la materia?	X		X		X		
8	¿El modelo desarrollado por el software se rigen a las normas técnicas?	X		X		X		
9	¿Usted cree que el modelo propuesto es óptimo como alternativa de solución para el abastecimiento de agua en el sector de estudio?	X		X		X		
10	¿Usted cree que la herramienta computacional Epanet es ventajoso para el desarrollo de modelamientos hidráulicos?	X		X		X		
DIMENSION 3: Autocad								
11	¿El diseño presentado cumplen las normas técnicas?	X		X		X		
12	¿Según usted el diseñador ha empleado criterio técnico en la propuesta de diseño óptimo?	X		X		X		
13	¿Según usted cree que el diseño propuesto solucionara el problema de desabastecimiento de agua en el lugar de estudios?	X		X		X		
Variable dependiente: Comportamiento hidráulico de la red de agua.								
DIMENSION 1: Diámetro								
14	¿Los diámetros propuestos en la línea de conducción, aducción y distribución son apropiados para trasportar el flujo de agua para abastecer el agua demandada?	X		X		X		
15	¿La clase de tubería empleado en el diseño del sistema de agua propuesto cumplen las normas técnicas para trasladar el flujo de agua?	X		X		X		
DIMENSION 2: Velocidad								



17	¿La velocidad que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Presión								
18	¿La presión que se que se presentan en la línea de conducción, aducción y distribución cumplirá la norma técnica para garantizar el sistema de agua?	X		X		X		
DIMENSION 3: Demanda								
19	¿Considera usted que el caudal que presenta la fuente será suficiente para cumplir con la demanda de todos los beneficios en los años de diseño del sistema de agua?	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, Mg/Ing: Ildefonso Aravcano Rober Maximo DNI: 41586183

Especialidad del validador: Encargado de la Subgerencia de Estudios e Ingeniería MPA

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

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

24 de Junio del 2021
 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

 Ildefonso Aravcano Rober Maximo
 INGENIERO CIVIL
 41586183

Firma del Experto Informante.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS:

Información primaria del proyecto, encuesta a la junta directiva y técnico del JASS y encuestas a los beneficiarios.

 **UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

TESIS DE GRADO
"Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".

AUTOR: ~~Jaimés~~ Montalvo ~~Edinson~~ Richard.

I.- INFORMACIÓN PRIMARIA DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE JASS LA COLINA.

1.- Número de lotes considerados en el año ejecución 2011.
200. lotes.

2.- Número de habitantes considerados en el año ejecución 2011.
1000 habitantes.

2 población futura proyectada considerada en el año ejecución 2011; con periodo de diseño de 20 años.
1400 habitantes.

2.- Población actual de habitantes.
1780 habitantes.

II.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE AGUA EXISTENTE Y CONDICIONES HIDROLOGICAS DE JASS LA COLINA.

1.- CAPTACION: 02.

1.1.- DISEÑO: Tipo C-1 de concreto

2.- CAMARA DE REUNION: 01 de concreto.

3.- CRPS: 02

4.- LINEA DE CONDUCCION:

4.1.- LONGITUD: 2259.00 ml aprox.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA: 2"

5.- LINEA DE ADUCCION:

4.1.- LONGITUD: 15.00 ml.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA: 1"

6.- LINEA DE DISTRIBUCION:

4.1.- LONGITUD: 4,400.00 ml total aprox.

4.2.- DIAMETRO DE TUBERIA:

900.00 ml de 1" ~~aprox~~

3500 de ¾" aprox.

7.- RESERVORIO:

01 reservorio de concreto de una capacidad de 50m3.

PADRÓN DE BENEFICIARIOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL JASS LA COLINA, DEL DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ - ÁNCASH

PADRON DE BENEFICIARIOS DE JASS LA COLINA				
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA URBANIZACION LA COLINA, EN EL BARRIO DE ACOVICHAY DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ ANCASH"				
UBICACIÓN		BARRIO DE ACOVICHAY		
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	N° HABIT./VIV.	FIRMA/HUELLA
01	ABAD MAGUIÑA Esperanza	31673359	04	<i>[Signature]</i>
02	ACUÑA PEÑA Ivan Nils	41719424	03	<i>[Signature]</i>
03	ACUÑA PEÑA Lizet	40706172	02	<i>[Signature]</i>
04	AGUIRRE GERRERO Susy	31883775	06	<i>[Signature]</i>
05	ALAYA FALCON Jose	31883131	05	<i>[Signature]</i>
06	ALBERTO CALIXTO Marcelino	31672534	04	<i>[Signature]</i>
07	ALBERTO QUITO Edgar	31678093	05	<i>[Signature]</i>
08	ALBINO CASTILLO Maximino	31658778	03	<i>[Signature]</i>
09	ALBINO JAMANCA Justino	42350501	06	<i>[Signature]</i>
10	ALBORNOZ CIRIACO Juana	08062950	02	<i>[Signature]</i>
11	ALBORNOZ CIRIACO Virginia	80312192	4	<i>[Signature]</i>
12	ALBUJAR MORENO Nancy	31672918	3	<i>[Signature]</i>
13	ALEGRE POMA Pilar	31672913	03	<i>[Signature]</i>
14	ALONZO MILLA Ilda	43181193	03	<i>[Signature]</i>
15	ALVARADO LANDA Victor	31663541	04	<i>[Signature]</i>
16	ALVARADO ROBLES Fernando	31629513	02	<i>[Signature]</i>
17	GUZMAN RAMIREZ Mauro Rolando	06839008	03	<i>[Signature]</i>
18	AMADO SALAS Rufino	44583875	05	<i>[Signature]</i>
19	APAZA ALBORNOZ Editha	41672163	07	<i>[Signature]</i>
20	APOLINARIO CASTILLO Carlos	32025491	07	<i>[Signature]</i>
21	ARANDA MACEDO Cesar	31662824	03	<i>[Signature]</i>

PADRON DE BENEFICIARIOS DE JASS LA COLINA				
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE AGUA Y SANEAMIENTO DE LA URBANIZACION LA COLINA, EN EL BARRIO DE ACOVICHAY DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ ANCASH"				
UBICACIÓN		BARRIO DE ACOVICHAY		
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	N° HABIT./VIV.	FIRMA/HUELLA
378	VERAMENDI ACUÑA Nicolas	31827602	02	<i>[Signature]</i>
379	VERAMENDI TARAZONA Marcy	31834009	03	<i>[Signature]</i>
380	VERGARA ENGRACIO Rolando	31667963	05	<i>[Signature]</i>
381	VERGARA ORDUNA Tranfil	32244465	06	<i>[Signature]</i>
382	VIDAL BARDALES Modesto	10069044	02	<i>[Signature]</i>
383	VILLA OCHOA SILVIA	41613080	04	<i>[Signature]</i>
384	VILLANUEVA CHAUCA Donata	31652294	03	<i>[Signature]</i>
385	VILLANUEVA RAMIREZ Walter	31655244	04	<i>[Signature]</i>
386	VINO SIGUEÑAS Maria	43848689	04	<i>[Signature]</i>
387	YANAC BRONCANO Juan	74594898	05	<i>[Signature]</i>
389	YANAC SOTELO Wilbert	33602513	05	<i>[Signature]</i>
390	YAURI MAQUIÑA Eusebio	31629202	03	<i>[Signature]</i>
391	YBARRA RIVAS Edelmiro	4150560	04	<i>[Signature]</i>
392	RODRIGUEZ LOPEZ Maria	43610086	05	<i>[Signature]</i>
393	CERNA ARDILES Zulema	31676005	04	<i>[Signature]</i>
394	URIBE HENOSTROZA Pablo	48575146	03	<i>[Signature]</i>
395	GUILLEN COLLASOS Dina	31607113	05	<i>[Signature]</i>
396	HUAMAN MALDONADO Norma	74464296	03	<i>[Signature]</i>
397	ROMERO LAZARO Antonio	48330509	03	<i>[Signature]</i>
398	LEIVA BENIGNO Julian	48437856	04	<i>[Signature]</i>
399	GRANADOS RUMALDO Mario Manuel	42535289	05	<i>[Signature]</i>
400	ALDEA INFANTIL "SEÑOR DE LA SOLEDAD"	31672266	11	<i>[Signature]</i>

Instrumentos de recolección de datos, entrevista a la junta directiva y encuesta a los usuarios

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS DE GRADO
"Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".

CONSUMO DE AGUA EN LOS HOGARES

POR FAVOR, CONTESTE ESTA ENCUESTA LO MÁS CERTERAMENTE POSIBLE:

- ¿Está conforme con el abastecimiento que brinda el JASS LA COLINA?
a. Si
 No, ¿Por qué? *no tengo agua 2 días a la semana.*
- El agua que consume es de buena calidad?
a. Si
 No, ¿Por qué? *el agua que sale del caño sale sucio.*
- El agua que consume es potable?
a. Si
 No, ¿Por qué? *es conducido solo x tubería, de un buqueal*
- ¿Cuál es el uso que le da al agua?
 Doméstico
b. Industrial
d. Otro ()
- ¿Cuántas personas habitan en tu casa?
a. 2
b. 3
c. 4
 Otro (6)
- ¿El servicio del agua es constante durante todo el día?
a. Si
 No Horas () *de 2 horas a 3 en las mañanas lo mismo en las noches.*
- ¿Cuántos días a la semana cuanta con agua?
a. N° de Días (5)

- ¿La presión del agua es buena, mala o regular?
a. Buena
b. Mala
 Regular
- ¿Regularmente la JASS realiza la operación y mantenimiento al sistema de agua potable?
 Si *1 vez cada mes o más.*
b. No
- ¿Usted realiza el pago de la cuota familiar para la operación y mantenimiento del agua potable?
 Si
b. No



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ENTREVISTA A LA JUNTA DIRECTIVA Y TÉCNICO DE JAS LA COLINA

TESIS DE GRADO

"Comportamiento hidráulico de la red de agua según condiciones morfológicas con software convencionales - urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".

CONDICIONES DE LA RED DE AGUA EXISTENTE

POR FAVOR, CONTESTE ESTA ENCUESTA LO MÁS CERTERAMENTE POSIBLE:

1. ¿Existe Dificultades en la operación del JASS LA COLINA?

- Sí. LAS INFRAESTRUCTURAS DEL SISTEMA DE AGUA TIENEN DEFICIENCIAS TÉCNICAS.
- No, ¿Por qué?.....

2. ¿Cuáles son las dificultades existentes en la operación de la red de agua existente?

LA FALTA DE AGUA EN ALGUNOS SECTORES. OBTURACION DE LAS TUBERIAS POR QUE NO EXISTE DESACANADOS NI SEDIMENTADOR EN LA CAPTACION.

3. ¿Las condiciones de la red de agua existentes son óptimas?

- Sí.....
- No, ¿Por qué? NO SE CUENTA CON DESARENADOR, DEL MISMO MODO LA RED DE DISTRIBUCION NO ESTAN BIEN DISEÑADOS.

4. ¿Con que frecuencia se realiza el mantenimiento de la red de agua existente?

- Quincenal
- Mensual
- Trimestral

5. ¿Las condiciones físicas de la red son óptimas (caudal, velocidad y presión)?

- Sí.....
- No, ¿Por qué?.....

6. ¿Las condiciones de los componentes de la red son óptimas (captación, conducción, reservorio y distribución)?

- Sí.....
- No ¿Por qué?.....

EXISTE DEFICIENCIAS TÉCNICAS EN SU DISEÑO LO CUAL PROBOCA EL DESABASTECIMIENTO.

7. ¿Cuánto es la tarifa que se paga por el servicio de consumo de agua?

SI 2.50 SOLES MENSUALES.

8. ¿La tarifa por el servicio de consumo de agua es suficiente para la operación del sistema de agua?

- Sí.....
- No ¿Por qué?.....

NO ALCANZA PARA EL MANTENIMIENTO NI PARA MEJORAR LAS INFRAESTRUCTURAS. ADECUA DAMENTE

9. ¿Qué porcentaje de usuarios paga el servicio y si la cantidad es suficiente para la operación del sistema de agua?

- Sí.....
- No ¿Por qué?.....

HAY MUCHA MOROSIDAD. HAY USUARIOS QUE NO PAGAN. MESES Y AÑOS SIENDO CASI EL 50% DE LOS USUARIOS.

Resolucion con lo que fue aprobado la ejecucion del proyector de agua en el sector de estudios en el año 2011

REPUBLICA DEL PERU
Municipalidad Distrital de Independencia
Huaraz - Ancash

RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 876 -2010-MDI

Independencia, 16 AGO. 2010

VISTO, la Carta N° 014-2010-MDI/GDyAF/CDEDET, y;

CONSIDERANDO:

Que, la Norma 600 – Normas de Control Interno para el Área de Obras Públicas, aprobada por Resolución de Contraloría N° 072-98-CG - Normas que regulan la Ejecución de Obras Públicas por Contrato, en su Rubro 600-01 establece la obligatoriedad de aprobar los Expedientes Técnicos antes del inicio de una Obra;

Que, el Jefe de la Unidad Formuladora de la Municipalidad Distrital de Independencia mediante Carta N° 014-2010-MDI/GDyAF/CDEDET de fecha 09AGO.2010 ha puesto a consideración de la Alta Dirección la aprobación del Expediente Técnico del Proyecto de "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN LA COLINA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ - ANCASH" debidamente revisado por la Comisión de Evaluación de Expedientes Técnicos de Proyectos de Inversión a través del Acta de Calificación N° 012-633 de fecha 09-08-2010, para su respectiva aprobación;

Que, de acuerdo a la normativa del Sistema Nacional de Inversión Pública aprobada por Ley 27293, este proyecto se encuentra debidamente viabilizado con Código SNIP N° 137098;

Estando a lo expuesto y a la Carta N° 014-2010-MDI/GDyAF/CDEDET, de conformidad con la Ley N° 28411: Ley General del Sistema Nacional de Presupuesto Público, con la Ley N° 29465: Ley de Presupuesto del Sector Público para el Año Fiscal 2010, con el D.Leg. 1017 y su Reglamento aprobado por D.S. N° 184-2008-EF, con la Resolución de Contraloría N° 072-98-CG, y el Presupuesto Institucional Municipal para el Año 2010 aprobado mediante Acuerdo de Concejo N° 142-2009-MDI, en uso de las facultades conferidas por los Artículos 20° Inciso 6) y 43° de la Ley Orgánica de Municipalidades N° 27972, con las visaciones de Secretaría General, Asesoría Legal, de Planificación y Presupuesto, de Administración y Finanzas, de Desarrollo y Acondicionamiento Físico, y la Gerencia Municipal;

Jr. Pablo Patrón N° 257 - Telefax: (043) 422048
Jr. Guzmán Barrón N° 719 - Telf.: (043) 427078

RESOLUCIÓN DE ALCALDÍA N° 876 -2010-MDI

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- APROBAR el Expediente Técnico del Proyecto de "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO DE LA URBANIZACIÓN LA COLINA, DISTRITO DE INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH", ubicado en el entorno urbano del Distrito de Independencia, Provincia de Huaraz, Código SNIP N° 137098, cuyo contenido es el siguiente: *Memoria Descriptiva, *Memoria de Cálculo, *Especificaciones Técnicas, *Planilla de Metrados, *Presupuesto, *Análisis de Costos Unitarios, *Análisis de Gastos Generales, *Relación de Insumos, *Fórmula Polinómica, *Programación de Obra, *Planos, y *Anexos, siendo su presupuesto de obra la suma de **SETECIENTOS NOVENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS DIECIOCHO CON 50/100 NUEVOS SOLES (S/. 798 818.50)**, y su plazo de ejecución de 04 meses (o 120 días calendario), correspondiéndole la Modalidad de Ejecución Presupuestaria de Contrato. -----

ARTÍCULO 2°.- Derivar copia de la presente Resolución a la Gerencia Municipal, a las Gerencias de Desarrollo y Acondicionamiento Físico, de Planificación y Presupuesto, y de Administración y Finanzas, para su conocimiento y fines. -----

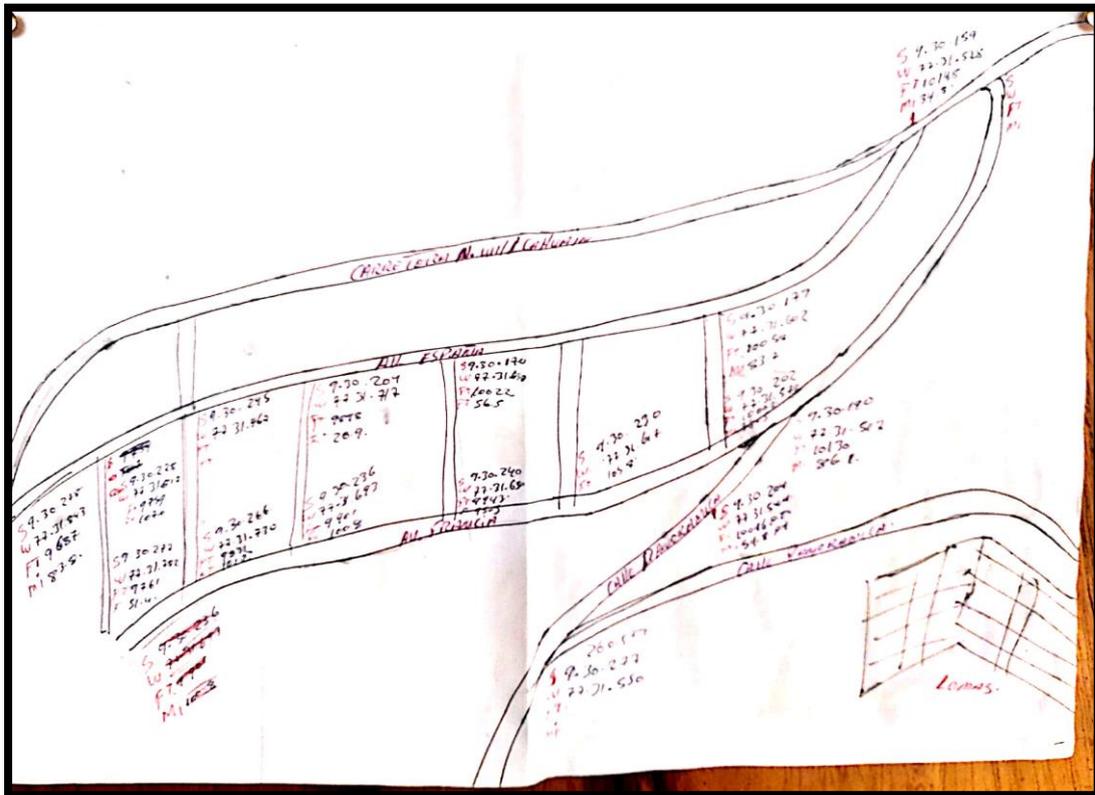
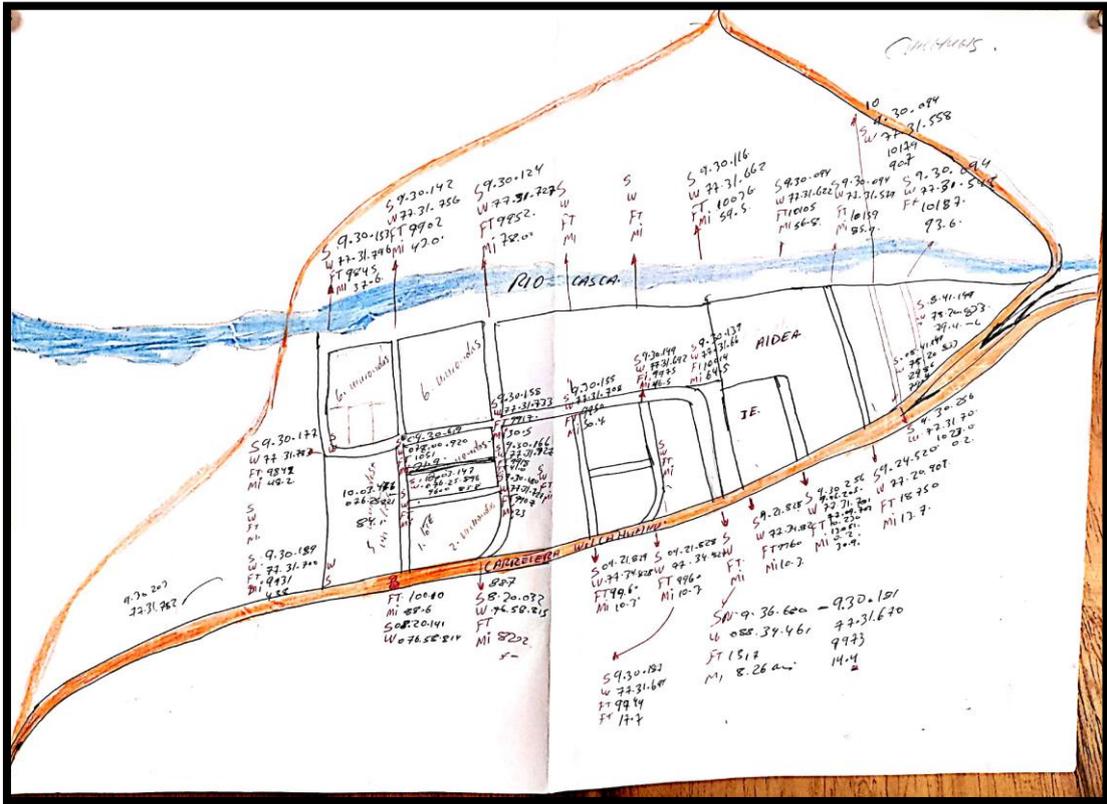
Regístrese, Cúmplase y Archívese.

GEMP/rbg.

Municipalidad Distrital de Independencia
Huaraz
Alcalde

3. RESUMEN DEL PROYECTO:	
PERFIL TECNICO	EXPEDIENTE TECNICO
<p>3.1. A. METAS.</p> <p>✓ Instalación de un sistema de agua potable con tubería PVC, ampliación del sistema de alcantarillado sanitario, implementación, organización y capacitación de una JASS en operación y mantenimiento y realizar un programa de capacitación para educación sanitaria.</p>	<p>3.1. B. METAS.</p> <p>SISTEMA DE AGUA POTABLE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construcción de 02 captaciones tipo C-1 de concreto F'C=175 Kg/cm2. - Construcción de 01 Reservoirio de concreto armado F'C=175Kg/cm2, con una capacidad de almacenamiento de 50m3. - Instalación de una línea de conducción con tubería PVC SAP, UF, C-10 de 2" de diámetro y una longitud de 2559.00ml - Instalación de una línea de aducción con tubería PVC SAP, UF, C-10 de 1" de diámetro y una longitud de 15.00ml - Instalación de una línea de distribución con tubería PVC SAP, UF, C-10 de 1" de diámetro y una longitud de 667.00ml; y tubería PVC SAP, UF, C-10 de 3/4" de diámetro y una longitud de 2825.00ml - Instalación de 200 conexiones pre domiciliarias. <p>SISTEMA DE DESAGÜE:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instalación de una red colectora de aguas servidas con tubería PVC, UF, S-25, de 160mm. De diámetro y una longitud de 1274.43ml. - Construcción de 32 buzones de concreto F'C=175Kg/cm2. - Construcción de 09 buzones de arranque de concreto F'C=175Kg/cm2. - Instalación de 75 conexiones pre domiciliarias.
3.2. A. MONTO DE INVERSION: <i>SI.</i> 754,197.36	3.2. B. MONTO DE INVERSION: <i>SI.</i> 798,813.50
3.3.A. PLAZO DE EJECUCION: 03 MESES	3.3.B. PLAZO DE EJECUCION: 04 MESES
3.4. (%) VARIACION MONTO DE INVERSION: (+/-) +5.9164%	

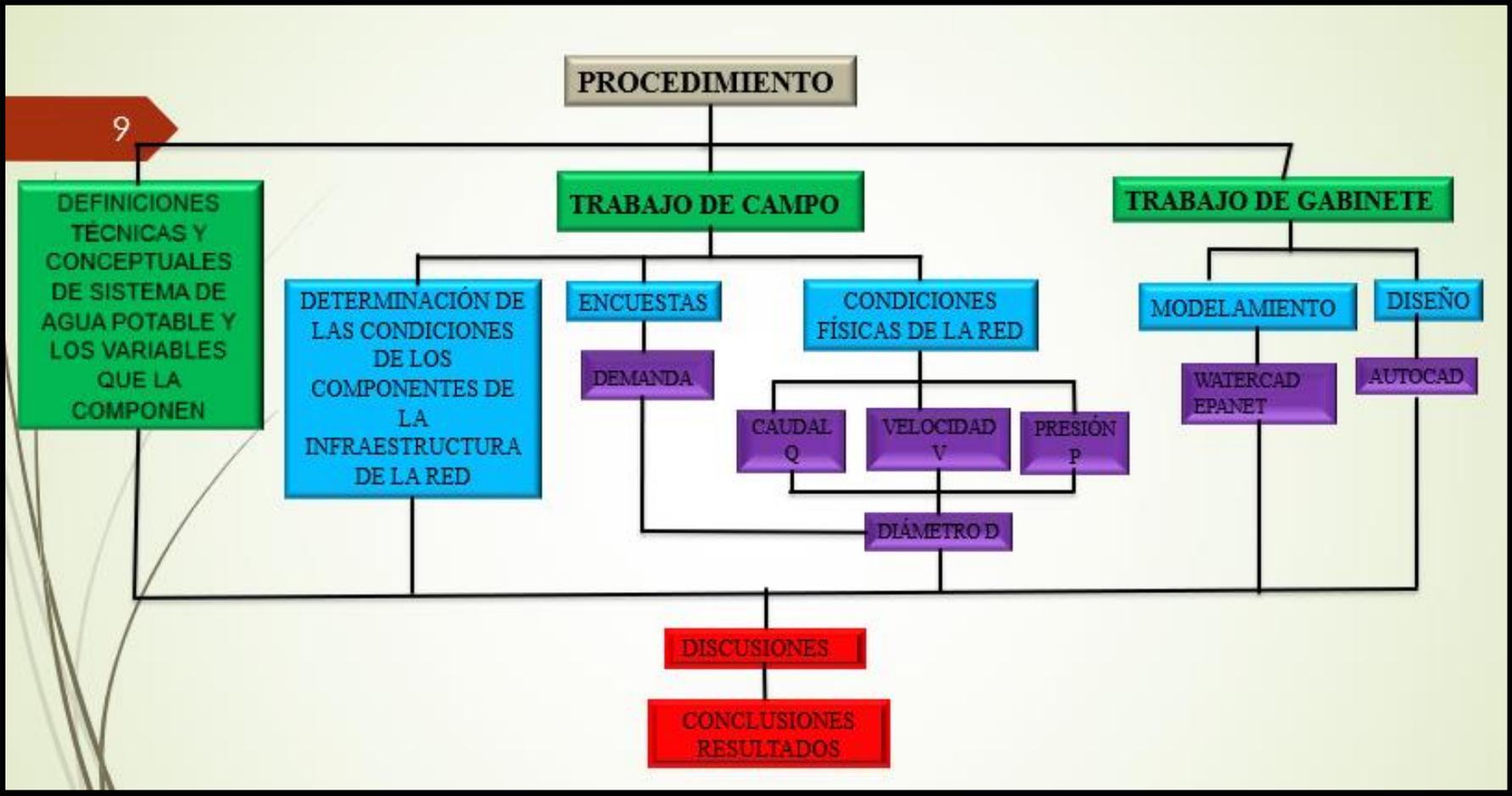
Información topográfica para diseño de red



4. CUADRO DE DOSIFICACION

N°	AUTOR	TITULO	AÑO	SOFTWARE EMPLEADO	DIAMETRO DE TUBERÍA DE LA RED DE AGUA (")		PRESION (N/m2)		CAUDAL (l/s)		VELOCIDAD (m/s)	
					Conduccion	Distribucion	Minima	Maxima	QMH	Qmd:0.5	Minima	Maxima
1	SHANEL BADINI FLORIÁN PULIDO (COLOMBIA)	Propuesta de Optimización del Servicio de la Red de Distribución de Agua Potable -RDAP- del Municipio de Madrid, Cundinamarca	2017	EPANET	6" 150m.m	3" 2", 3/4" 1/2"	nodo 1 5.18 (N/m2)	nodo 94. 50.98 (N/m2)	73.64 l/s	13.29 l/s	9.8 m/sg	11.8 m/sg
2	BRAVO QUEZADA ADRIANA LISSETH (Ecuador)	Modelación Hidráulica de la Red de Distribución de Agua Potable de la Parroquia el Retiro, Cantón Machala, Provincia el Oro.	2017	EPANET	3" 90m.m	2" 50m.m	1.m.c.a	3.84.m.c.a	2.582 l/s	5.36 l/s diario	0.03 m/seg	0.21 m/seg
3	MARIBEL DEL ROCIO PEREZ SILVIA Maribel del Rocío Pérez Silva (ECUADOR)	Estudio y Diseño de la Captación, Conducción, Planta de Tratamiento y Distribución del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Parroquia Lligua del Cantón Baños de Agua Santa, Provincia de Tungurahua y la Modelación de un Filtro Lento de Arena para la Purificación del Agua, a través de un Prototipo a Escala.	2018	EPANET	2" 50 m.m	1" 3/4" 1/2"	1 (N/m2)	59.33 (N/m2)	0.06 l/s	3.82 l/s	0.9 m/sg	2.28 m/sg
1	DOMINGO MARTÍN VERA PEREYRA	Evaluación del comportamiento hidráulico de redes de distribución de agua potable, mediante métodos computacionales convencionales en el Distrito de Chupaca	2018	WaterCAD, Epanet y WatDIS	1 1/2"	3/4"	nodo 1 5.18 (N/m2)	nodo 94. 50.98 (N/m2)	73.64 l/s	13.29 l/s	9.8 m/sg	11.8 m/sg
2	Bach. Karol Fabiola Cotrado Challco y Bach. Gonzalo Joel Gutierrez Salas	Evaluación de la Red Existente de Agua Potable del Subsector de distribución 24 en el Distrito Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, Provincia y Región de Tacna.	2019	Watercad y Epanet	6"	10" y 12"	9 (N/m2)	30 (N/m2)	13.7 l/s	95.11 l/s	0.1 l/s	1.88 l/s
3	Bach.ROSENDO AGURTO LABAN	"Mejoramiento del Sistema de Agua Potable en el Caserio Yanserral, Distrito Tabaconas, Provincia san Ignacio, Región Cajamarca, Octubre 2019".	2019	WaterCad	1 1/2"	3/4"	29.46 (N/m2)	44.29 (N/m2)	Qmh:0.586 l/s	Qmd:0.586 l/s	0.50 m/sg	1.69 m/sg

5 PROCEDIMIENTO



6 TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?o=1578061478&lang=es&student_user=1&s=1&u=1117324360

feedback studio EDINSON RICHARD JAIMES MONTALVO presentación final de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

⁴¹ FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL
DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

"Comportamiento hidráulico de la red de agua según
condiciones morfológicas con software convencionales -
urbanización la colina, Huaraz, Ancash 2021".

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Resumen de coincidencias ✕

12 %

< Coincidencia 1 de 1 >

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 % >
2	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1 % >
3	www.scribd.com Fuente de Internet	1 % >
4	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1 % >
5	repositorioacademico.... Fuente de Internet	1 % >
6	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	1 % >

Página: 1 de 127 Número de palabras: 23477 Versión solo texto del informe Alta resolución Activado 🔍

7.- PANEL DE FOTOGRAFIA

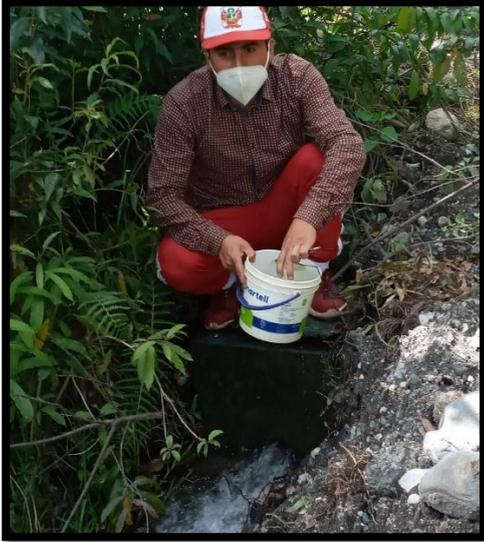
Visitas de campo de evaluación de componentes del sistema de agua (captación, conducción, obras de arte, reservorio y distribución), conjuntamente con la junta administradora del servicio de saneamiento JASS LA COLINA, realizados en dos en dos ocasiones.

Captación:





Medición de caudal con el uso de un recipiente (caudal de la fuente y rebose)



Medición de elementos de la red (captación 1, 2 y caja de reunión)



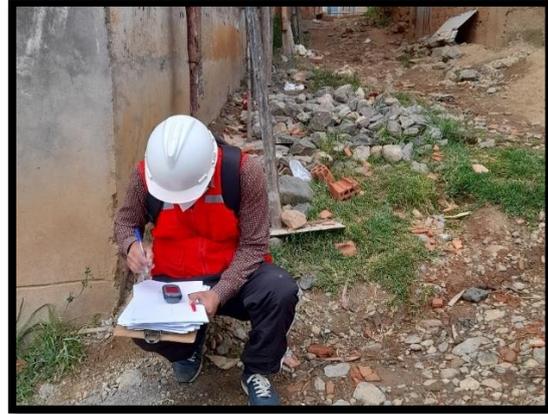
Sedimentos de (arena, tierra y malesas), las misma que han sido retirados de las captaciones



Imagen de la captación 1 y 2 y la caja de reunió



Levantamiento topográfico con el uso de GPS, para el diseño para su posterior modelamiento en los softwares



ENCUESTAS A LOS USUARIOS



8.- NORMA TÉCNICA APLICADO


Resolución Ministerial

N° 192-2018-VIVIENDA

Lima, **16 MAYO 2018**

VISTOS: El Memorándum N° 238-2018/VIVIENDA/VMCS/PNSR/DE de la Dirección Ejecutiva del Programa Nacional de Saneamiento Rural; el Informe N° 088-2018-VIVIENDA/VMCS-DGPRCS-DS de la Dirección de Saneamiento; el Memorándum N° 328-2018-VMCS/VIVIENDA-DGPRCS de la Dirección General de Políticas y Regulación en Construcción y Saneamiento; el Informe N° 424-2018-VIVIENDA/OGAJ de la Oficina General de Asesoría Jurídica; y,

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 6 de la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, concordante con el artículo 5 del Decreto Legislativo N° 1280, Decreto Legislativo que aprueba la Ley Marco de la Gestión y Prestación de los Servicios de Saneamiento (Ley Marco), establece que este Ministerio es el órgano rector de las políticas nacionales y sectoriales dentro de su ámbito de competencia, las cuales son de obligatorio cumplimiento por los tres niveles de gobierno en el marco del proceso de descentralización, y en todo el territorio nacional;

Que, el artículo 2 de la Ley Marco establece que los servicios de saneamiento están conformados por sistemas y procesos que comprenden la prestación regular de los servicios de agua potable, alcantarillado sanitario, tratamiento de aguas residuales para disposición final o reúso y disposición sanitaria de excretas, en los ámbitos urbano y rural, declarando en el párrafo 3.1 del artículo 3 de la citada Ley, de necesidad pública y de preferente interés nacional la gestión y la prestación de los servicios de saneamiento con el propósito de promover el acceso universal de la población a los servicios de saneamiento sostenibles y de calidad, proteger su salud y el ambiente, la cual comprende a todos los sistemas y procesos que integran los servicios de saneamiento, a la prestación de los mismos y la ejecución de obras para su realización;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 007-2017-VIVIENDA, se aprueba la Política Nacional de Saneamiento, como instrumento de desarrollo del sector saneamiento, la cual tiene como objetivo principal alcanzar el acceso y la cobertura universal a los servicios de saneamiento de manera sostenible y con calidad, orientado al cierre de brechas y, como consecuencia de ello, alcanzar la cobertura universal y sostenible de los servicios de saneamiento en los ámbitos urbano y rural, teniendo como uno de sus Ejes de Política la optimización de las soluciones técnicas;

(Señalado con una línea azul que recorre los sellos)









PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

II.3. OBRAS DE SANEAMIENTO

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

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones para la elaboración de los proyectos de captación y conducción de agua para consumo humano.

2. ALCANCES

Esta Norma fija los requisitos mínimos a los que deben sujetarse los diseños de captación y conducción de agua para consumo humano, en localidades mayores de 2000 habitantes.



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

NORMA OS.020 **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

1. OBJETIVO

El objeto de la norma es, el de establecer criterios básicos de diseño para el desarrollo de proyectos de Plantas de tratamiento de agua para consumo humano.



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

NORMA OS.030 **ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

1. ALCANCE

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



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

NORMA OS.050 **REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

1. OBJETIVO

Fijar las condiciones exigibles en la elaboración de los proyectos hidráulicos de redes de agua para consumo humano.



Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

Viceministerio
de Construcción
y Saneamiento

Dirección
Nacional de Saneamiento

NORMA OS.100 **CONSIDERACIONES BÁSICAS DE DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA SANITARIA**

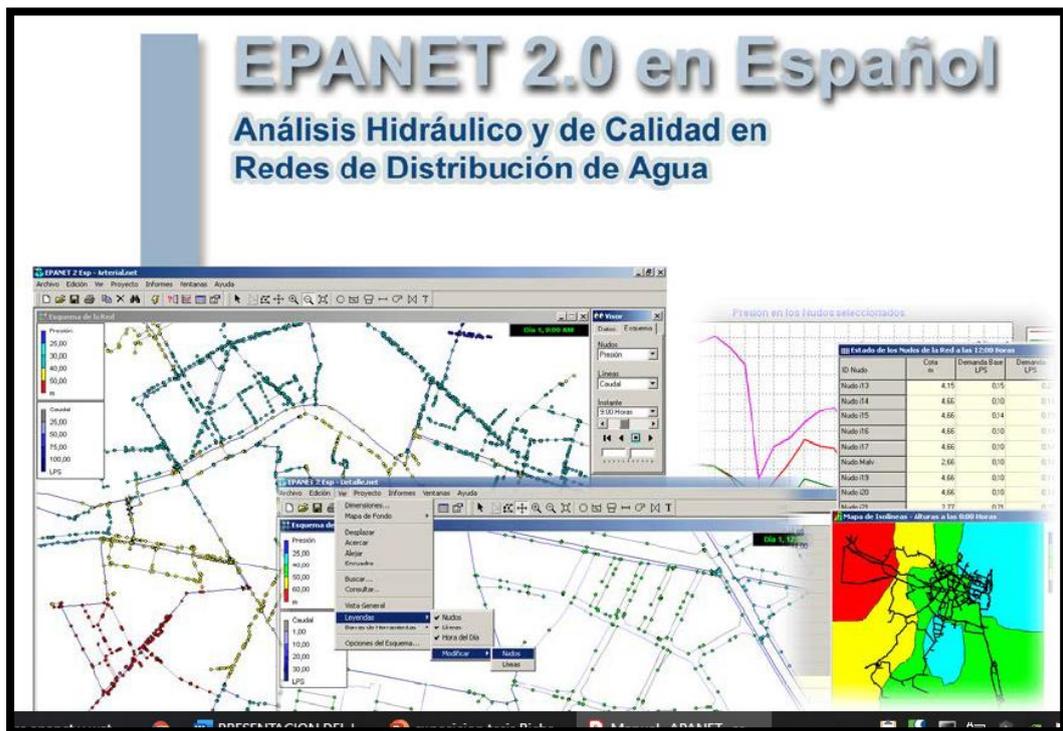
1. INFORMACIÓN BÁSICA

1.1. Previsión contra Desastres y otros riesgos

En base a la información recopilada el proyectista deberá evaluar la vulnerabilidad de los sistemas ante situaciones de emergencias, diseñando sistemas flexibles en su operación, sin descuidar el aspecto económico. Se deberá solicitar a la Empresa de Agua la respectiva factibilidad de servicios. Todas las estructuras deberán contar con libre disponibilidad para su utilización.

1.2. Período de diseño

9.- SOFTWARES APLICADOS



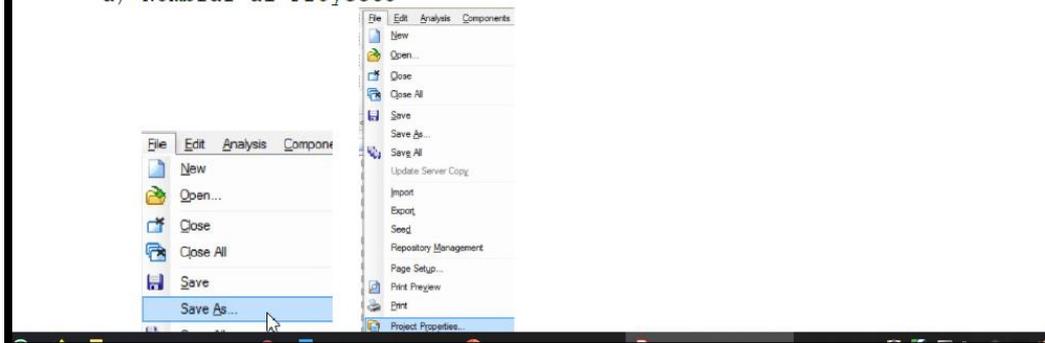
MANUAL DE WATERCAD V8i SS5

PAUTAS PARA EL INICIO DEL MODELO

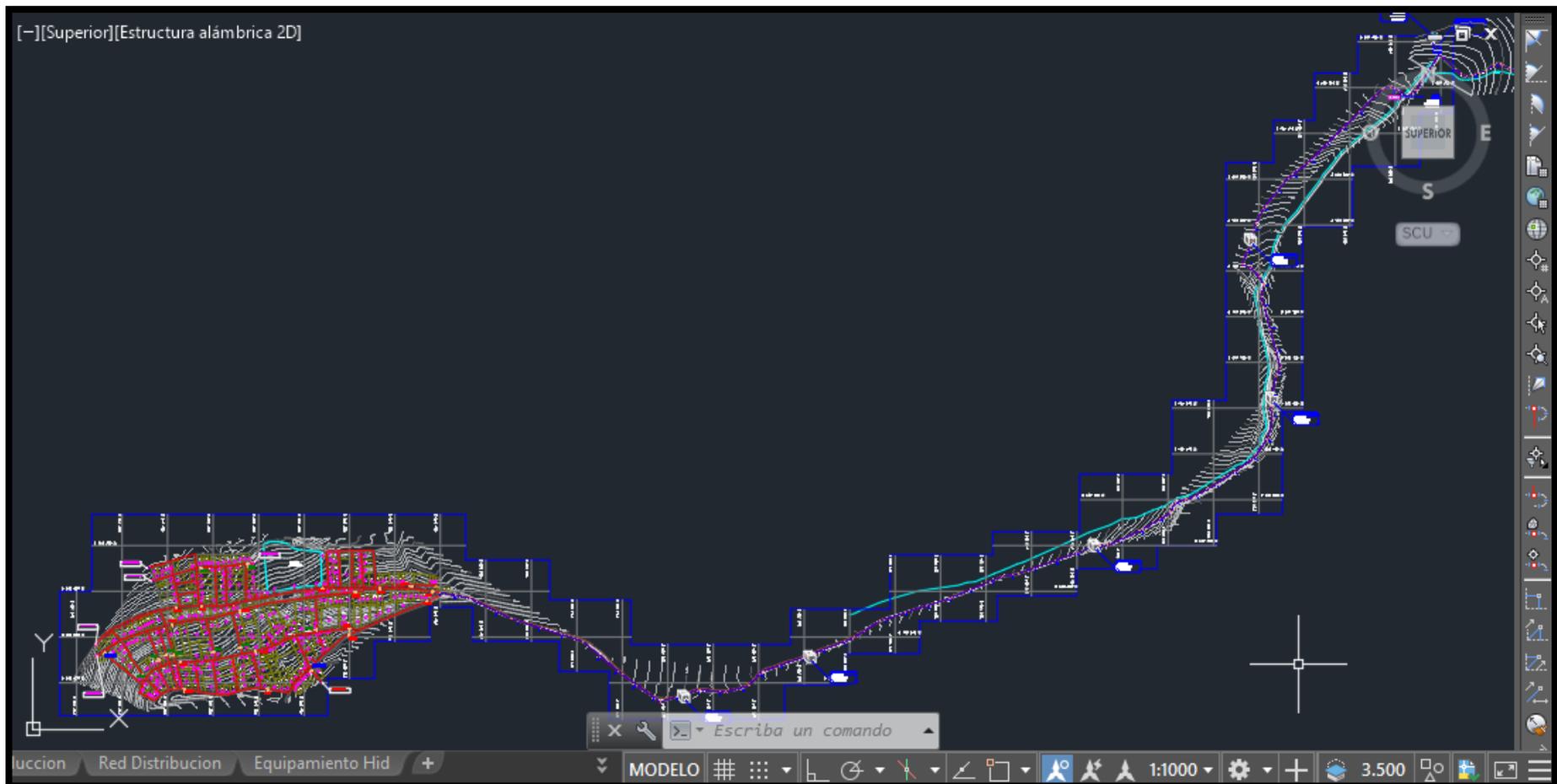
- I. CONFIGURACIÓN DEL MODELO
- II. CREACIÓN TOPOLÓGICA DE LA RED
- III. INGRESO DE INFORMACIÓN DE LA RED

I. CONFIGURACIÓN DEL MODELO

- a) Nombrar al Proyecto

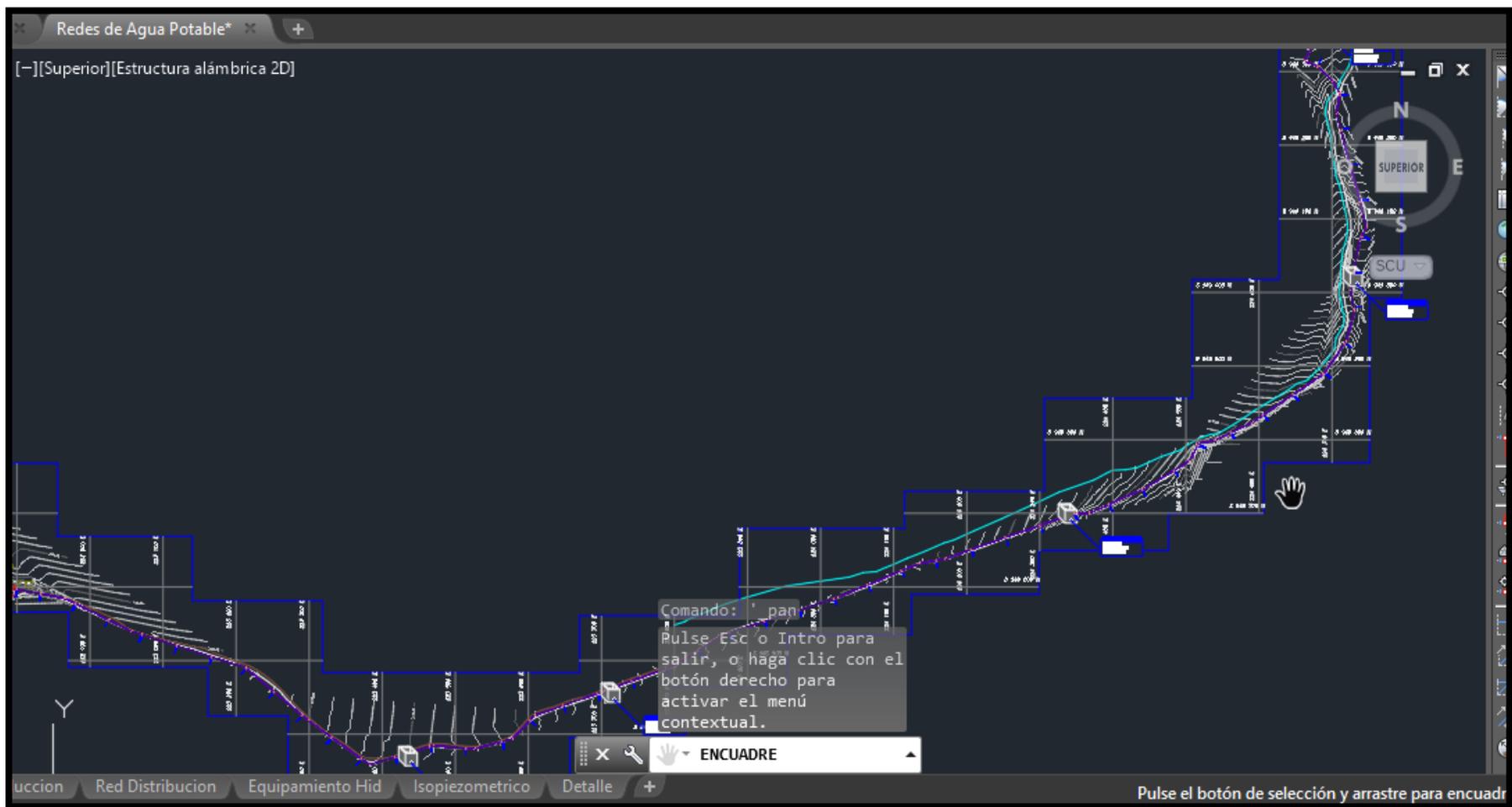


ANEXO PLANOS:

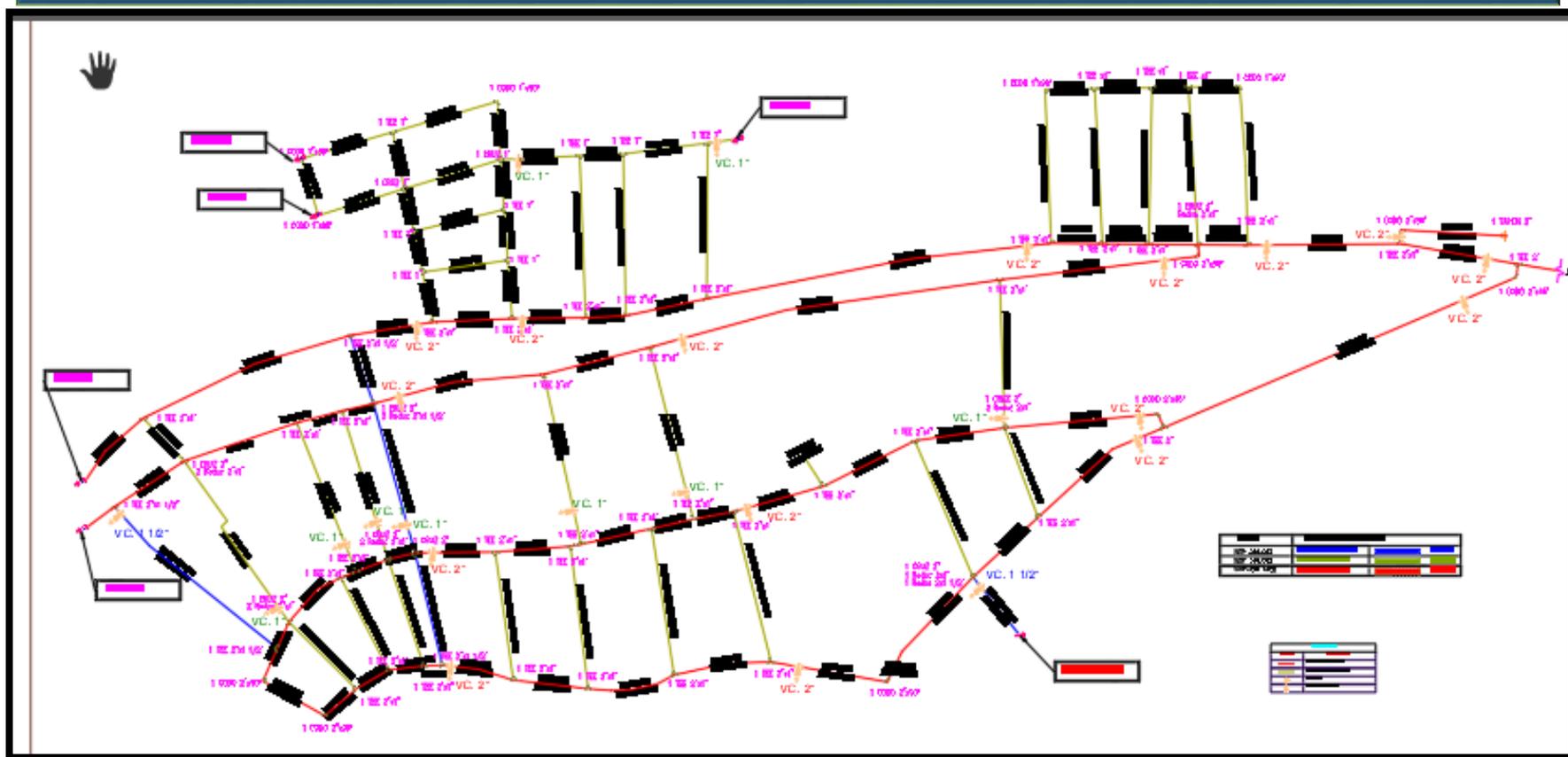


PLANO DEL NUEVO MODELO DEL SISTEMA DE ÁGUA POTABLE JASS LA COLINA

PLANO DE LA LINEA DE CONDUCCION DEL SISTEMA DE ÁGUA POTABLE JASS LA COLINA



PLANO DE LOS COMPONENTES DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE ÁGUA POTABLE JASS LA COLINA



CUADRO DE LEYENDA DE LOS COMPONENTES DE LA RED DE DISTRIBUCION DEL SISTEMA DE ÁGUA POTABLE JASS LA COLINA

NORMA	TUBERIA DE DISTRIBUCION	
NTP 339.002	TUB PVC C-10 DN: 1 1/2"	 294.53 ml
NTP 339.002	TUB PVC C-10 DN: 1"	 2778.15 ml
NTP-ISO 1452	TUB PVC C-10 DN: 2"	 2800.86 ml

...

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TUBERIA DE RED PRINCIPAL
	TUBERIA DE RED SECUNDARIA
	REDUCCION
	VALVULA DE CONTROL

DETALLES DE LAS INSTALACIONES DOMICILIARIAS DEL SISTEMA DE ÁGUA POTABLE JASS LA COLINA

