

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO
EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE
CANDARAVE, TACNA”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. KELY MILAGROS LIMACHE MAMANI

TACNA – PERÚ

2022

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE CANDARAVE, TACNA”

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Mayo del año 2022; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES

SECRETARIO : Mag. ANA GABRIELA CRUZ BALTUANO

VOCAL : Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO

ASESOR : Mtro. JIMMI YURI SILVA CHARAJA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Kely Milagros Limache Mamani identificada con DNI N 71254271 en calidad Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna.

Declaro bajo juramento que:

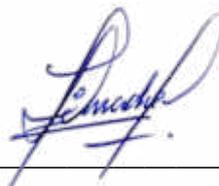
Soy autor de la tesis titulada: “*Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la optimización del recurso hídrico en el distrito de Camilaca, provincia de Candarave, Tacna*” la misma que presento para optar: el Título Profesional de Ingeniero Civil.

1. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
2. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad presentada, En consecuencia, me hago responsable frente a la universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 04 de mayo del 2022



Bach. Kely Milagros Limache Mamani

DNI N 71254271

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis padres, Aquilina y Vidal, quienes me apoyaron en todo momento, porque gracias a su esfuerzo y sacrificio nos han sacado adelante.

A mi esposo quien me acompaño en mis momentos buenos y malos, por siempre estar alentándome a seguir adelante, A mis hijos porque son el motor y motivo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme, iluminarme, protegerme y bendecirme siempre, porque sin Él nada de esto hubiera sido posible.

A mi esposo e hijos, a mis padres por su apoyo y paciencia, quienes han depositado su confianza en mí para llegar a este punto de mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADO	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del Problema	2
1.2. Formulación del Problema	7
1.2.1. <i>Problema General</i>	7
1.2.2. <i>Problemas Específicos</i>	7
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación	7
1.4. Objetivos	8
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	8
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	8
1.5. Hipótesis	8
1.5.1. <i>Hipótesis General</i>	8
1.5.2. <i>Hipótesis Específica</i>	9
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1 Antecedentes del Estudio	10
2.2 Bases Teóricas	12
2.2.1 <i>Normas de Diseño</i>	12
2.2.2 <i>Periodo de Diseño</i>	13
2.2.3 <i>Estudios de Población</i>	14
2.2.4 <i>Dotación</i>	17
2.2.5 <i>Variaciones de Consumo</i>	18
2.2.6 <i>Consumos</i>	19
2.2.7 <i>Línea de Distribución</i>	20
2.2.8 <i>Cálculo Hidráulico con Aplicación de Software</i>	30
2.3. Definiciones de Términos.....	32

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	35
3.1 Tipo y Nivel de la Investigación.....	35
3.1.1 <i>Tipo de Investigación: Explicativo</i>	35
3.1.2 <i>Nivel de la Investigación:</i>	35
3.2 Población y/o Muestra de Estudio.....	35
3.2.1 <i>Población</i>	35
3.2.2 <i>Muestra</i>	35
3.3 Operacionalización de Variables.....	35
3.4 Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos.....	36
3.4.1 <i>Técnicas Para la Recolección de Datos</i>	36
3.4.2 Instrumentos para la Recolección de Datos	38
3.5 Procesamiento y Análisis de Datos.....	38
3.5.1 <i>Consideraciones Iniciales</i>	38
3.5.2 <i>Características de la Población</i>	39
3.5.3 <i>Dotación</i>	40
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	42
4.1 Variaciones de Consumo	42
4.2 Características de la Red de Propuesta.....	42
4.3 Tubería	43
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	57
CONCLUSIONES.....	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instituto Nacional de Estadística e Informática(INEI) – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales.	5
Tabla 2. Estructura Población de la Región – Condición por Area	7
Tabla 3. Periodo de diseño (NB-689)	16
Tabla 4. Aplicación de métodos (NB-689).....	18
Tabla 5. Valores de K según población (Vieren del Abastecimiento de Agua y Alcantarillado).....	20
Tabla 6. Tacna: Población Total Estimada al 30 de junio, por años calendario según provincia y distrito, 2012 – 2016 (INEI)	41
Tabla 7. Velocidades para caudales pequeños de acuerdo al diámetro de la tubería	46
Tabla 8. Caudal y velocidades en Alto Camilaca	48
Tabla 9. Demanda por nodo y presiones en Alto Camilaca	51
Tabla 10. Caudal y velocidades en Nueva Camilaca.....	55
Tabla 11. Demanda por nodo y presiones en Nueva Camilaca	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del distrito de Camilaca en la provincia de Candarave, región Tacna	6
Figura 2. Ubicación de Alto Camilaca y Japu (punto de Ojo de agua).....	8
Figura 3. Ubicación de Nueva Camilaca y Tomacucho (punto de Ojo de agua).....	8
Figura 4. Tipos de redes de tuberías - Agua potable para la población rural, sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento - 1997	24
Figura 5. Sistema de circuitos abierto - Diseño de Redes de Distribución de agua potable, Comisión Nacional del agua (Gobierno de México 2015)	25
Figura 6. Sistema de circuitos cerrado - Diseño de Redes de Distribución de agua potable, Comisión Nacional del agua (Gobierno de México, 2015).....	26
Figura 7. Distribución de red primaria y red secundaria - Diseño de redes de distribución de agua potable, Comisión Nacional del Agua (Gobierno de México, 2015)	32
Figura 8. Ventana principal del software WaterCAD V8i (Wikipedia).....	34
Figura 9. Ventana principal del software Epanet 2.0 Ve	35
Figura 10. Se observa el ojo de Agua Japu	39
Figura 11. Se observa el Ojo de Agua Tomacucho.....	39
Figura 12. Redes de distribución de Alto Camilaca.....	45
Figura 13. Modelación de Alto Camilaca.....	47
Figura 14. Velocidades en tuberías de Alto Camilaca.....	50
Figura 15. Presiones mca de Alto Camilaca	53
Figura 16. Modelación de Nueva Camilaca.....	54
Figura 17. Velocidad en tuberías en Nueva Camilaca	57
Figura 18. Presiones de Nueva Camilaca	59

RESUMEN

El sistema de agua potable del Distrito de Camilaca tiene una antigüedad de aproximadamente veinte años y debido a esto su sistema de eficiencia es baja haciendo que el servicio sea deficiente en los puntos más lejanos, además esto se agrava por la falta de mantenimiento haciendo que se disminuya su diámetro efectivo. También debido al crecimiento desordenado de la población y el hecho que la población no está en sus viviendas por periodos largos, lo que limita el funcionamiento haciendo que no trabaje de manera adecuada, haciendo que el servicio no abastezca a toda la población. Pese a que se cuenta con dos ojos de agua que abastece a Nueva y Alta Camilaca y que cuenta con un caudal de abastecimiento de 2.5 lt/hab/día este no logra satisfacer a la población con presiones y velocidad adecuadas siendo necesario plantear un nuevo modelamiento que cumpla con el reglamento apoyándonos en un software para realizar las modelaciones correspondientes. Para lo cual se propone cuidado al momento de adoptar el valor de la dotación, ya que nos puede conducir a errores en el diseño, tales como el sobredimensionamiento o por lo contrario insuficientes para las necesidades de la población. También que el caudal entregado por el sistema de abastecimiento es de 2.8 litros por segundo y este es mayor que el Q_p necesario de acuerdo a la norma, lo que coloca en evidencia el desperdicio de agua. Así mismo, las líneas de distribución de agua potable para Nueva y Alta Camilaca se diseñaron teniendo en cuenta un abastecimiento de 24 horas y se cuenta con presiones máximas de 45m (Nueva Camilaca), 31m (Alto Camilaca) y una presión mínima de 10m (Nueva Camilaca), 12m (Alto Camilaca). Por último dentro de las líneas de distribución de agua potable para Alto Camilaca se haya una velocidad de 2.08m/s y 1.58 m/s para Nueva Camilaca

Palabras claves: Velocidad, caudales, presiones, dotación y modelamiento hidráulico

ABSTRACT

The drinking water system of the Camilaca District is approximately twenty years old and because of this its efficiency is low, making the service deficient in the most distant points, and this is aggravated by the lack of maintenance, which decreases its effective diameter. This is aggravated by the disorderly growth of the population and the fact that the population is not in their homes for long periods of time, which limits its operation, causing it to not work properly and the service does not supply the entire population. Despite the fact that there are two water sources that supply Nueva and Alta Camilaca and that have a supply flow of 2.5 lt/inhab/day, this does not satisfy the population with adequate pressure and velocity, making it necessary to propose a new modeling that complies with the regulations, relying on software to perform the corresponding modeling. For which care is proposed at the time of adopting the value of the endowment, since it can lead to errors in the design, such as oversizing or otherwise insufficient for the needs of the population. Also, the flow delivered by the supply system is 2.8 liters per second and this is greater than the necessary Q_p according to the standard, which highlights the waste of water. Likewise, the drinking water distribution lines for Nueva and Alta Camilaca were designed taking into account a 24-hour supply and have maximum pressures of 45m (Nueva Camilaca), 31m (Alto Camilaca) and a minimum pressure of 10m (Nueva Camilaca), 12m (Alto Camilaca). Finally, within the drinking water distribution lines for Alto Camilaca there is a velocity of 2.08m/s and 1.58 m/s for Nueva Camilaca.

Keywords: Velocity, flow rates, pressures, endowment and hydraulic modeling.

INTRODUCCIÓN

Siendo el agua el elemento vital para la supervivencia de los seres vivos se debe poseer un eficiente sistema del servicio básico, es decir un eficiente sistema de agua potable. En Tacna se puede comprobar que uno de los principales problemas es el abastecimiento de agua potable ya que nos encontramos en una zona de desierto. Sin embargo, en la zona alto andina de la región existe este suministro que proviene directamente de aguas superficiales, el cual, sumado a un diseño inadecuado del sistema de abastecimiento hace que este sea deficiente.

El distrito de Camilaca pertenece a la provincia de Candarave, siendo este uno de sus distritos más antiguos del departamento de Tacna, se encuentra a una altitud de 3350 m s. n. m., donde encontramos un sistema de redes de agua potable de más de veinte años de antigüedad en donde su infraestructura se encuentra deteriorados. Asimismo, estos se abastecen a través de dos ojos de agua denominados Hapu y Tumacucho, los cuales tienen un promedio de caudal de 2,5 l/s.,

En el distrito de Camilaca se puede apreciar un deterioro en sus tuberías de PVC debido a la antigüedad de este, asimismo, se observó que su diámetro interno (107.7 mm) de las tuberías existentes se ha visto reducida por la presencia de sarro acentuando el problema no logrando satisfacer la demanda del distrito. Por lo cual, es necesario diseñar un mejor sistema de abastecimiento de agua potable para que las presiones y velocidades cumplan con la norma y las necesidades de la población del distrito de Camilaca.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

En las últimas décadas el agua se ha vuelto una prioridad indiscutible para toda la población mundial, debido a que este recurso hídrico se está agotando por el mal manejo del mismo o por la contaminación que cada vez afecta más a este recurso hídrico (Naciones Unidas, 2020). Siendo el agua el elemento vital para la supervivencia de los seres vivos y de la naturaleza, el ser humano en comunidades organizadas debe poseer el servicio básico de contar con agua potable, esto se logra haciendo los correctos estudios de planeación, diseño y control del medio, desarrollo de los recursos naturales y construcciones.

Para el año 2015, el 71% de la población mundial utiliza agua de forma segura sin ningún tipo de contaminación, en cambio más de 844 millones de persona no cuentan con un servicio básico de agua potable, por lo cual se supone que se presenta más de 502,000 muertos al año por diarreas debido a la contaminación del agua. (Organización Mundial de la Salud OMS, 2020)

En el área rural en el año 2019, el 24.4% de las personas consumieron agua proveniente del río, acequias, manantiales y para abril del 2020 el 76,3% de la población rural tiene acceso al agua por red pública siendo el 73,3% de las viviendas que tienen agua dentro de la vivienda, el 1,1% fuera de la vivienda y el 1,9% por pilón de uso público. (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2020)

En la tabla 1 se muestra la población que consume agua proveniente de red pública, por área de residencia, en donde se observa que entre el 94% y el 95.4% de la población del área urbana accede a este servicio, en tanto en el área rural es entre el 75% y 76% %, en donde se observa una diferencia del 20% entre la población rural y urbana. (Instituto Nacional de Estadísticas e Informática, 2020)

Tabla 1

Instituto Nacional de Estadística e Informática(INEI) – Encuesta Nacional de Programas Presupuestales.

Año móvil	Nacional	Urbana	Rural
	Indicadores anuales		
Abr 18 – Mar 19	90,9	95,2	75,20
May 18 – Abr 19	90,8	95,1	75,30
Jun 18 – May 19	90,9	95,2	75,50
Jul 18 – Jun 19	90,8	95,1	75,10
Ago 18 – Jul 19	90,7	95,1	75,00
Set 18 – Ago 19	90,7	95,0	75,00
Oct 18 – Set 19	90,7	95,0	75,00
Nov 18 – Oct 19	90,7	94,9	75,30
Dic 18 – Nov 19	90,8	95,0	75,30
Ene 19 – Dic 19	90,8	94,9	75,60
Feb 19 – Ene 18	90,8	95,0	75,60
Mar 19 – Feb 20	91,0	95,1	75,80
Abr 19 – Mar 20	91,2	95,0	76,80
May 19 – Abr 20	90,8	94,8	76,30

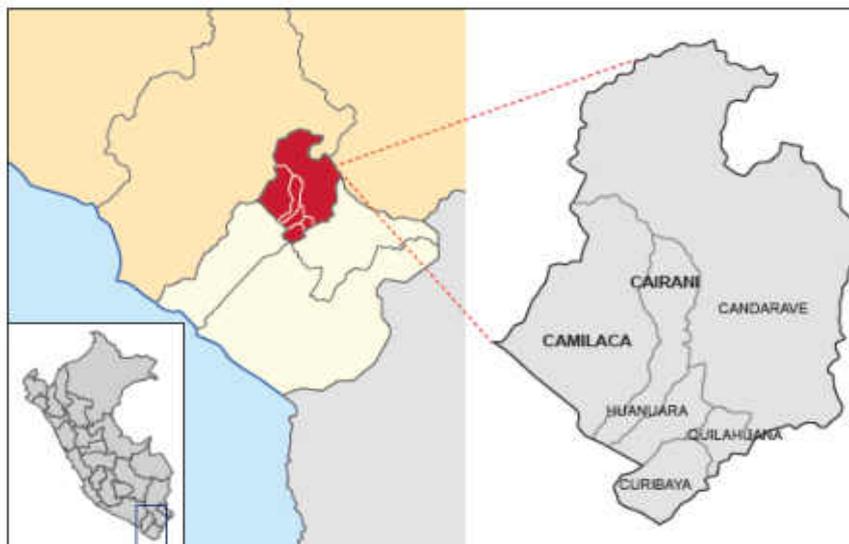
Nota. Población que consume agua proveniente de la red pública, el área de residencia año móvil abril 2018 – abril 2020

El acceso a los servicios de agua potable es un digno derecho fundamental de toda persona el cual está contemplado en la Constitución Política del Perú. Sin embargo, una de cada tres no tiene acceso a los servicios de agua potable (Unicef 2019). Parte de la población que habita en zonas rurales se encuentra aún en esta condición, cuentan con un acceso limitado a la educación sanitaria, dificultando el ejercicio de prácticas saludables de higiene.

Camilaca es uno de los cinco distritos de la provincia de Candarave de la Región de Tacna como se observa en la Figura 1, en donde los sistemas de abastecimiento de agua potable provienen de ríos como el Callazas (Cairani) y de ojos de agua. Este distrito, cuenta con un total de 1,724 habitantes de los cuales el 64% se encuentra en la zona urbana.

Figura 1

Ubicación geográfica del distrito de Camilaca en la provincia de Candarave, región Tacna



Nota. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, (2017), pág. 185

En las zonas de Nueva Camilaca y Alto Camilaca se ofrece el servicio de agua proveniente de dos ojos de agua, la cual no es operada por personal técnico adecuado realizando ampliaciones según la necesidad de la población sin tomar en cuenta el funcionamiento del mismo, presentándose problemas de abastecimiento en la zona alta. Además, presenta problemas de presiones ya que existen zonas donde estas son inferiores a la mínima

Dichos problemas se dan debido a la antigüedad y deterioro de las tuberías siendo éstas de policloruro de vinilo – PVC que hace que éstas no tengan la misma efectividad. La falta de mantenimiento y mejoramiento de la sectorización de la red, junto al crecimiento de la población se identifican también como factores que limitan el funcionamiento de la red. Por tanto, la existencia de aspectos deficientes mencionados anteriormente, hace que la red de distribución no trabaje de manera adecuada por consiguiente la ausencia de un servicio eficaz de abastecimiento de agua.

En la tabla 2 se puede observar la población de Camilaca con una división de esta en lo urbano y rural

Tabla 2*Estructura Población de la Región – Condición por Áreas*

Provincia	Distritos	Población	Urbana	Rural
Candarave	Camilaca	1,724	1102	622

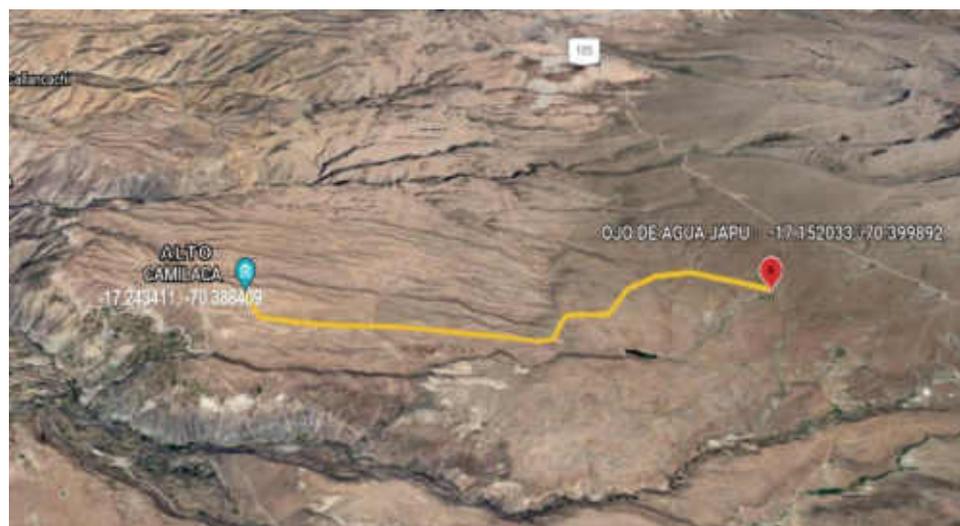
Nota. Población de la Provincia de Candarave

El servicio en la línea de conducción es deficiente ya que están en mal estado y expuestas a la intemperie, producto de los trabajos ejecutados con maquinaria pesada realizado por los propios agricultores de la zona, ocasionando que la población no cuente con el servicio, la calidad, la cantidad y continuidad de las necesidades que la población demanda. Otro punto importante a mencionar es que, en el CLAS de Salud, no dispone de información específica de los pobladores atendidos ni lleva un registro de las enfermedades más frecuente, por lo cual no sabemos con exactitud las infecciones intestinales que se presentan en la zona que afectan tanto a niños, adolescentes, jóvenes, adultos y adultos mayores que se pudieron presentar. Sin embargo, existe un estudio publicado en el año 2018 por la Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, en la cual se tomaron 71 muestras de orina a las personas del distrito de Camilaca, arrojando que el 80,3 % (57) de las muestras superaron los valores referenciales de toxicidad frente al arsénico, por lo cual se observa una gran cantidad de personas enfermas por la presencia del arsénico en el agua.

En la figura 2 y 3 se puede observar el sistema de abastecimiento de agua potable en el Distrito de Camilaca se da a través de la línea de conducción desde dos ojos de agua ubicados en la zona de captación, teniendo como coordenadas para Alto Camilaca el denominó JAPU coordenadas -17.152033, -70.399892 y para Nueva Camilaca con coordenadas 17 246,793, -70 372,371. Estos ojos van hasta el reservorio que tiene una capacidad de 234 m³, en cuenta a las viviendas el 91% cuentan con conexión domiciliaria y un 9% que por estar desconcentrada de la zona urbana no cuentan con este servicio. El ojo de agua tiene para la zona de Alta Camilaca cuenta con una dotación de 1.8 l/seg. y para Nueva Camilaca cuenta con 1 l/seg, para ello se requiere demostrar que esta dotación es suficiente para mejorar las horas de servicio de agua potable a la población.

Figura 2

Ubicación de Alto Camilaca y Japu (punto de Ojo de agua)



Nota. Google Earth (2021)

Figura 3

Ubicación de Nueva Camilaca y Tomacucho (punto de Ojo de agua)



Nota. Google Earth (2021)

Como se puede observar existe población que en su sistema tiene presencia de arsénico, por lo que se requiere contar con los servicios de abastecimiento de agua potable operando con eficiencia a fin de mejorar las condiciones en la calidad de vida de la población en general.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se podrá satisfacer la demanda en el distrito de Camilaca?

1.2.2. Problemas Específicos

- a. ¿Con el caudal existente se pueda satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?
- b. ¿Con el diseño de las redes de agua potable se podrá determinar las presiones según Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?
- c. ¿Con el diseño de las redes de agua potable se podrá determinar las velocidades según Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

En el año 2015, la principal causa de morbilidad en niños se debió a las infecciones agudas de las vías respiratorias, seguido de las enfermedades a la cavidad bucal, en menor proporción están las causas de obesidad e hiperalimentación y enfermedades infecciosas intestinales. En cuanto a los adolescentes, la principal causa de morbilidad son las enfermedades de la cavidad bucal, seguida de las infecciones agudas de las vías respiratorias y las enfermedades infecciosas intestinales. La población adulta del distrito de Camilaca, tiene como principal causa de morbilidad a las enfermedades de la cavidad bucal, seguido de las infecciones agudas de las vías respiratorias y en menor proporción las enfermedades del esófago y del estómago. (Dirección Ejecutiva de Epidemiología Tacna, 2015)

El presente trabajo consiste en modernizar el sistema de agua potable del distrito de Camilaca, para mejorar la calidad de vida de las personas, a pesar que los servicios de agua potable en los domicilios todavía muestran importantes deficiencias en cuanto al cumplimiento de los estándares sanitarios. También se registran deficiencias para prestar el servicio en forma continua a presiones adecuadas

durante los siete días de la semana y las 24 horas de cada día. A pesar de los altos niveles de cobertura que se señalan en las estadísticas oficiales, estas deficiencias crónicas afectan en forma asimétrica e injusta a las poblaciones rurales, siendo necesario mejorar las condiciones del abastecimiento.

Es así que con este proyecto se pretende dar una alternativa de solución, teniendo en cuenta que el servicio de agua es vital para la salud y calidad de vida para la población afectada, para ello se utilizará un sistema abierto por la razón de que las viviendas se encuentran de manera dispersas unas de otras.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable para satisfacer la demanda en el distrito de Camilaca,

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Evaluar el caudal existente para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca
- b. Analizar las presiones en las redes de agua potable para que cumplan el Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca
- c. Calcular las velocidades en las redes de agua potable para que cumplan el Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable satisface la demanda en el distrito de Camilaca.

1.5.2. Hipótesis Específica

- a. Con el caudal existente se satisface la demanda del Distrito de Camilaca.
- b. Al cumplir con las presiones en las redes de agua potable se satisface a la población del Distrito de Camilaca.
- c. Al cumplir con las velocidades en las redes de agua se satisface a la población del Distrito de Camilaca.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del Estudio

Cotrado y Gutiérrez (2019) en su tesis titulada: “Evaluación de la red existente de agua potable del subsector de distribución 24 en el distrito de Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y región Tacna”, se concluye que el caudal del reservorio R – 11 es de 95,11 l/s, presentando problemas de presiones en la parte alta del sistema siendo estas entre 9 y 7 mca, según la norma debe tener un presión mínimo de 10 mca. En cuanto a la velocidad se concluyó que estas oscilan entre 0,01 y 1,88 m/s en la parte baja del sistema produciendo sedimentación solucionando el problema con la instalación de válvulas de purga. Para mejorar las velocidad y presiones se concluye en la necesidad de ampliar el diámetro de la tubería que sale del reservorio R – 11 a un diámetro de 12”.

Condori y Asqui (2018) en su tesis titulada: “Evaluación de la dotación de agua para el proyecto : Mejoramiento de servicios de agua y saneamiento en la comunidad de Kunurana del Distrito de Santa Rosa – Melgar -Puno”, mediante encuestas determinaron el nivel socio-económico de la población considerando que el uso del agua es para fines netamente básicos por lo cual se pudo obtener una dotación real de la zona, por lo que recomienda que se amplíe este estudio para tener datos más reales y se pueda proyectar a otras zonas para optimizar el recurso.

Miranda (2018) en su tesis titulada: “Diseño de la red de abastecimiento de agua potable para satisfacer la demanda del Club Playa Puerto Fiel, distrito Cero Azul - Cañete”, se realiza el estudio de la red de abastecimiento del Club Playa, balneario que es de propiedad privada que aumenta su población en épocas de verano el cual cuenta con una reservorio de 560 m³ siendo este dato el principal para el diseño del sistema en 63 mm y 90 mm incluyendo un sistema de desinfección al vacío con cloro gas, 189 conexiones domiciliarias y 189 cajas de conexión domiciliaria, asimismo, se recomienda implementar procedimientos y planes de contingencia que aseguren su instalación, funcionamiento y mantenimiento del sistema.

Sosa (2017), en su tesis titulada “Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Caserío San José de Matalacas, Distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca,

Región Piura”, la cual pretende mejorar el servicio de agua y disminuir las enfermedades infectocontagiosas en la zona de trabajo. Para lo cual se plantea realizar un cálculo hidráulico de obras de arte mejorando las líneas de conducción y distribución del sistema ya que su sistema no funciona por la antigüedad del mismo. Este proyecto beneficiará a 57 viviendas en donde a través del método volumétrico se calculó un caudal de 0,39 l/seg., además se agregó un filtro lento para eliminar la turbidez y un reservorio de 5 m³ que brinda el servicio adecuado a la población.

Jara (2015) en su tesis titulada “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable utilizando captaciones subsuperficiales – galerías filtrantes del distrito de Pomahuaca – Jaén – Cajamarca, 2015, tiene como objetivo el uso de galerías filtrantes para el mejoramiento del servicio de agua con la finalidad de que el agua llegue ya pre filtrada a la población. Se utilizó la metodología de recopilación de información en campo teniendo como base el RNE realizando estudios de topografía, estudio de suelos, avenidas, cálculo hidráulico entre otras. En la cual se determinó que el de diseño es de 17,735 l/s, en donde se concluyó que el uso de galerías filtrantes era de menor costo además su proceso es mucho más eficiente ya que se garantiza una captación subsuperficial de agua libre de turbidez especialmente en épocas de lluvia.

Guerra (2015) en su tesis titulada “Mejoramiento y ampliación del servicio de agua potable en la localidad de Lluta, del distrito de Lluta, Provincia de Caylloma y Departamento Arequipa, tiene como objetivo planear un sistema de mejoramiento y ampliación del servicio de agua en la zona desde el sistema de captación. En ella se concluye que el punto de captación es un manantial de tipo ladera y concentrado con un caudal de 2 l/seg., que brinda el servicio básico a 696 personas a través de una tubería tipo PVC clase 10 de diámetro de 1 ½”, en la cual se confirma que dicho caudal abastece a toda la población satisfaciendo sus necesidades.

Pehovaz (2014) en su tesis titulada: “Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del asentamiento humano Los Pollitos – Ica, usando los programas Watercad y sewerCAD”, se concluyó que de acuerdo al Reglamento de Elaboración de Proyectos condominales de Agua Potable y alcantarillado para habitaciones urbanas y periurbanas de Lima y Callao, la propuesta de diseño cumple con las presión máxima de 24,90 m, presión mínima de 17,10 m.,

velocidad máxima de 3,17 m/s, velocidad mínima a 0,60 m/s contando con un diseño de diámetro de tubería de 75 mm. Para el caso del diseño de alcantarillado se cumplió con el cumplimiento de los caudales mínimo de 1,5 l/s y la velocidad máxima de 5 m/s. Considerando la instalación de ambos sistemas se redujo la incidencia de enfermedades infectocontagiosas.

Concha y Guillén (2014) en su tesis titulada: "Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable, Caso: Urbanización Valle Esmeralda, Distrito Pueblo Nuevo, Provincia y Departamento de Ica", se concluyó que el pozo de abastecimiento IRHS 07 está ligeramente torcido y considerando con la prueba del acuífero 90 m más abajo existe un buen acuífero que podría bombear hasta 60 lt/seg por un periodo de 24 hr el cual se podría lograr cambiando el equipo de bombeo sumergible a un diámetro de 8". Con esta mejora se pudo diseñar un sistema nuevo de agua potable que satisfaga la demandan actual y futura de la población.

Meza (2010) en su tesis titulada "Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad nativa de Tsoroja, teniendo como objetivo analizar la incidencia de costos, en donde el sistema funciona por gravedad realizando una comparación entre un sistema convencional es decir con concreto reforzado y un sistema optimizado es decir con materiales de la zona, los cuales debe cumplir con las normas técnicas. Pero debido a su ubicación los costos de transporte, mano de obra y materiales genera costos elevados en su ejecución por lo cual se analizan diferentes alternativas en donde los resultandos de los costos como es el frote representan el 61,01% del sistema convencional mientras que el sistema optimizado representa el 55,83% por lo cual la segunda alternativa es la más viable.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Normas de Diseño

El diseño se realizó en base al Reglamento Nacional de Edificaciones en sus normas: OS.010 Captación y conducción de agua para consumo, OS.030 Almacenamiento de agua para consumo humano, OS. 050 Redes de distribución de agua para consumo humano, OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria y los parámetros de diseño de infraestructura de agua y

saneamiento la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural del Ministerio de Vivienda y Saneamiento del año 2018.

Donde las consideraciones básicas de diseño son la dotación promedio diario anual por habitante la cual se fija en base a un estudio de consumo técnicamente justificado, sustentando en informaciones estadísticas comprobadas y en el caso que se comprueba que no existencia de estudio de consumo y no se justifica su ejecución y se puede sumir algunos valores.

2.2.2 Período de Diseño

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) en la Norma Técnica de diseño para zonas rurales. Determina que el periodo de diseño, es el tiempo en el cual se considera que el sistema funcionara en forma eficiente cumpliendo los parámetros, respecto a los cuales se ha diseñado determinado sistema. Por tanto, el periodo de diseño puede definirse como el tiempo en el cual el sistema será 100% eficiente.

El período de diseño, tiene factores que influyen la determinación del mismo, entre los cuales podemos citar:

- Vida útil de las estructuras y equipos
- Grado de dificultad para realizar la ampliación de la infraestructura
- Crecimiento poblacional
- Economía de escala

Tomando en consideración los factores señalados se debe establecer para cada caso el periodo de diseño aconsejable. A continuación, en la tabla 3, se indican algunos rangos de valores asignados para los diversos componentes de los sistemas de abastecimiento de agua potable:

Tabla 3*Periodo de diseño (NB-689)*

Componente del sistema	Población menor a 20 000 habitantes	Población mayor a 20 000 habitantes
Obra de captación	10 - 20	30
Aducción	20	30
Pozos profundos	10	15 - 20
Estaciones de bombeo	20	30
Plantas de tratamiento	15 - 20	20 - 30
Tanques de almacenamiento	20	20 - 30
Redes de distribución	20	30
Equipamiento:		
Equipos eléctricos	5 - 10	5 - 10
Equipos de combustión	5	5

Nota. Periodo de Diseño – Componentes del Sistema

Los factores que afectan el periodo de diseño son:

- Durabilidad de los materiales
- Ampliaciones futuras
- Crecimiento o decrecimiento Poblacional
- Capacidad económica para la ejecución de obras

2.2.3 Estudios de Población

Las obras de agua potable no se diseñan para satisfacer sólo una necesidad del momento actual, sino que deben prever el crecimiento de la población en un periodo de tiempo prudencial que varía entre 10 y 20 años; siendo necesario estimar cuál será la población futura al final de este periodo. El cálculo de la población futura se podrá realizar mediante uno de los métodos de crecimiento, según el tipo de población dependiendo de las características socio - económicas y ambientales de la población.

a. Método Analítico

Presuponen que el cálculo de la población para una región dada es ajustable a una curva matemática. Es evidente que este ajuste dependerá de las características de los valores de población censada, así como de los intervalos de tiempo en que éstos se han medido.

Dentro de los métodos analíticos tenemos el aritmético, geométrico, de la curva normal, logística, de la ecuación de segundo grado, el exponencial, de los incrementos y de los mínimos cuadrados.

b. Método Aritmético

Se basa en el hecho de que la variación de la población con respecto al tiempo es constante e independiente de que tan prolongado sea éste, es decir las tasas de crecimiento poblacional son constantes. Para el cálculo de la población futura se tiene la fórmula 1.

$$Pf = Pa \left(1 + i * \frac{rt}{1000} \right) \quad (1)$$

c. Método Geométrico

El método geométrico es determinado por la tasa de incremento es proporcional a la población. Es decir que el crecimiento por unidad de tiempo es proporcional en cada lapso de tiempo. Para el cálculo de la población futura se tiene la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t \quad (2)$$

d. Método Exponencial

$$Pf = Pa(e)^{\frac{i*t}{100}} \quad (3)$$

e. Método Curva Logística

Método Curva Logística

$$Pf = \frac{L}{1+m \cdot e^{a \cdot t}} \quad (4)$$

Donde:

Pf = Población futura (hab)

Pa = Población actual (hab)

i = Índice de crecimiento poblacional anual (%)

t = Número de años de estudio o periodo de diseño

L = Valor de saturación de la población

m = Coeficiente

a = Coeficiente

Los métodos de crecimiento a emplearse deben ser aplicados en función al tamaño de la población, de acuerdo especificado y los métodos como lo indica en la tabla 4.

Tabla 4

Aplicación de métodos (NB-689)

Método	Población (habitantes)			
	Hasta 5000	De 5001 a 20000	De 20001 a 100000	Mayores a 100000
Aritmético	X	X		
Geométrico	X X X	X	X	X
Exponencial	X	X	X	X
Curva Logística				X

Nota. Diseño de agua Potable para Población Rural – Aplicación de Métodos

a) Métodos comparativos

Son aquellos que mediante procedimientos gráficos estiman valores de población, ya sea en función de datos censales anteriores de la región o

considerando los datos de poblaciones de crecimiento similar a la que se está estudiando.

b) Método racional

En este caso para determinar la población, se realiza un estudio socioeconómico del lugar considerando el crecimiento vegetativo que es función de los nacimientos, defunciones, inmigraciones, emigraciones y población flotante. El método más utilizado para el cálculo de la población futura en las zonas rurales es método de interés compuesto. La fórmula de crecimiento es:

Formula del Método Racional

$$Pf = Pa(1 + r)^t \quad (5)$$

Donde:

Pf = Población futura (hab)

Pa = Población del último censo (hab)

r = Tasa de crecimiento (%)

t = Tiempo en años

2.2.4 Dotación

La Dotación se considera como la cantidad de agua promedio correspondiente a un hab / día, expresado en litros/hab/día. Este cálculo nos servirá para determinar los gastos de la red de distribución que será aplicada a la población para su consumo. El consumo de agua varía con las estaciones del año, en los días de la semana y durante las horas del día, los cuales dependen directamente de factores tales como los climáticos, tamaño de la ciudad y su grado de industrialización, presión, calidad del agua, etc. El R.N.E, en el capítulo 1.4 de la Norma OS.100 establece: Que la dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadística comprobadas, si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerarán los siguientes valores:

Zonas Urbanas

- Lotes mayores a 90 m²

Climas fríos:	180 lt/hab/día.
Climas templados y cálidos:	220 lt/hab/día.

- Lotes de menos de 90 m²:

Climas fríos:	120 lt/hab/día.
Climas templados y cálidos:	150 lt/hab/día.
Piletas o camiones cisterna:	30 - 50 lt/hab/día

2.2.5 Variaciones de Consumo

En general, la finalidad de un sistema de abastecimiento de agua es la de suministrar agua a una comunidad en forma continua y con presión suficiente a fin de satisfacer razones sanitarias, sociales, económicas y de confort, propiciando así su desarrollo.

Esto implica el conocimiento cabal del funcionamiento del sistema de acuerdo a las variaciones en los consumos del agua que ocurran para diferentes momentos durante el periodo de diseño. Los consumos de agua de una localidad muestran variaciones estacionales, mensuales, diarias y horarias. Estas pueden expresarse en función (%) del Consumo Medio (Q_m). El valor del consumo máximo diario es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de impulsión mientras que el consumo máximo horario, es utilizado para el cálculo hidráulico de la línea de aducción, red de distribución, gastos contra incendio y redes de alcantarillado.

a) Variaciones diarias

Estas variaciones son analizadas diariamente, las cuales son ocasionadas por los cambios climatológicos, concurrencias a centros de trabajo, costumbres, etc. Lo principal es determinar el porcentaje máximo que alcanza la variación diaria en el día de máxima demanda, en relación con el consumo anual medio diario, y para establecer este porcentaje es necesario determinar el Coeficiente de Máxima Variación Diaria, representado por k₁ y cuyo valor recomendado por el RNE es de: K₁ = 1.30 (coeficiente máximo anual de demanda diaria). (Localidades urbanas como rurales)

b) Variaciones horarias

Durante un día cualquiera, los consumos de agua de una comunidad presentan variaciones hora a hora dependiendo de los hábitos y actividades domésticas de la población. Estas variaciones dan origen al Coeficiente de Máxima Demanda Horaria, representada por k_2 , que es el que corresponde a la hora de mayor demanda y que el RNE recomienda valores que se encuentran comprendidos entre 1,80 y 2,50.

Tabla 5

Valores de K según población (Vieren del Abastecimiento de Agua y Alcantarillado)

Población	K2
Localidades Urbanas	
2,000 A 10,000 HAB	2,50
Mayores a 10,000 hab	1,80
Localidades Rurales	1,50

Nota. Formula de Población

2.2.6 Consumos

Conocida la población y dotación, fijamos los coeficientes de variación diaria y horaria guiándonos por el R.N.E de esta manera hallaremos los caudales de diseño.

a) Caudal promedio diario

El caudal promedio diario se define como el promedio de los consumos diarios durante un año. Se expresa como la relación del volumen total consumido por la población en un día (consumo neto). También se define como el caudal correspondiente al promedio de los caudales diarios utilizados por una población determinada, dentro de una serie de valores medidos. A este caudal también se lo denomina por la forma de calcular, caudal promedio diario anual. Cuando se presenta insuficiencia de datos medidos este caudal medio diario se obtiene de la relación de la dotación necesaria y el parámetro de la población total.

Consumo caudal Promedio de Diario de Agua

$$Qm = \frac{\text{Población}(Pf) \times \text{Dotación}(d)}{86400 \text{ s/día}} \quad (6)$$

Donde:

- Qm = Consumo promedio diario (l/s)
 Pf = Población futura (hab)
 D = Dotación: En lt/hab/día.

El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario.

b) Caudal máximo diario

Denominándose así al gasto en el día de máximo gasto de agua que se genera durante un año. Para determinar el valor de K1, el R.N.E recomienda tomar un valor entre el siguiente rango: $1.2 < K1 < 1.5$. Tomamos: $K1 = 1.3$. El consumo promedio diario anual, servirá para el cálculo del volumen del reservorio de almacenamiento y para estimar el consumo máximo diario y horario. Representado por la siguiente expresión.

$$Qmd = K1 * Q \quad (7)$$

c) Caudal máximo horario

Es el gasto máximo de agua que se generan en una hora registrado el día de máximo gasto mediante observaciones medidas durante un año. Para determinar el valor de K2, el R.N.E, recomienda tomar un valor comprendido entre el siguiente rango 2.5 y 1.8. Representado por la siguiente expresión: *Caudal Máximo Horario*

$$Qmh = K2 * Qp \quad (8)$$

2.2.7 Línea de Distribución

La red de distribución es el conjunto de tuberías de diferentes diámetros, válvulas, grifos y demás accesorios cuyo origen está en el punto de entrada al pueblo

(final de la línea de aducción) y que se desarrolla por todas las calles de la población. (Agüero 1997).

Para el diseño de la red de distribución es necesario definir la ubicación tentativa del reservorio de almacenamiento con la finalidad de suministrar el agua en cantidad y presión adecuada a todos los puntos de la red. Las cantidades de agua se han definido en base a las dotaciones y en el diseño se contempla las condiciones más desfavorables, para lo cual se analizaron las variaciones de consumo considerando en el diseño de la red el consumo máximo horario (Q_{mh}).

Las presiones deben satisfacer las condiciones máximas y mínimas para las diferentes situaciones de análisis que puedan ocurrir. En tal sentido, la red debe mantener presiones de servicio mínimas, que sean capaces de llevar agua al interior de las viviendas (parte alta del pueblo). También en la red deben existir limitaciones de presiones máximas tales que no provoquen daños en las conexiones y que permitan el servicio sin mayores inconvenientes de uso (parte baja).

La red de distribución se debe calcular considerando la velocidad y presión del agua en las tuberías.

- Se recomienda valores de velocidad mínima de 0.6 m/s y máxima de 3 m/s. Si se tiene velocidades menores que la mínima, se presentarán fenómenos de sedimentación; y con velocidades muy altas, se producirá el deterioro de los accesorios y tuberías.
- La presión mínima depende de las necesidades domésticas, y la máxima influye en el mantenimiento de la red, ya que con presiones elevadas se originan pérdidas por fugas y fuertes golpes de ariete.
- En las Normas del Ministerio de Salud se establece que el diámetro mínimo a utilizarse en la red, será aquel que satisfaga las condiciones hidráulicas que garanticen las presiones mínimas de servicio en la red y su capacidad deberá ser tal que pueda absorber en el futuro la instalación de conexiones domiciliarias. El diámetro mínimo recomendado es de ¾".
- En base a estas consideraciones se efectúa el diseño hidráulico, de la red de distribución, siendo la tubería de PVC la más utilizada en los proyectos de agua potable en zonas rurales. Para cálculo hidráulico, las Normas del Ministerio de Salud recomienda el empleo de las ecuaciones de Hazen-Williams y Fair Whipple.

Tipos de redes

Una red de distribución de agua potable es el conjunto de instalaciones que la empresa de abastecimiento tiene para transportar desde el punto o puntos de captación y tratamiento hasta hacer llegar el suministro al cliente en unas condiciones que satisfagan sus necesidades.

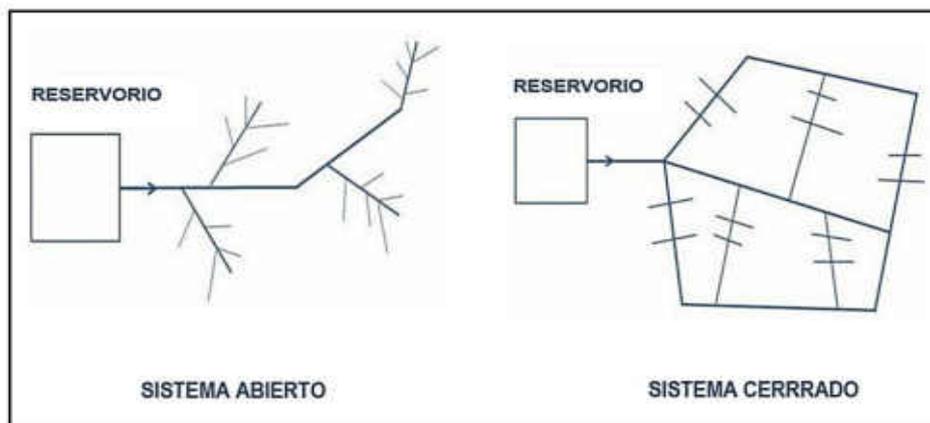
Las redes de distribución pueden estar conformadas por una red matriz o principal y por redes secundarias. La red matriz distribuye el agua procedente de la conducción, planta de tratamiento o tanques de almacenamiento a las redes secundarias. Se encarga de mantener las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema y generalmente no reparte agua en ruta.

Las redes secundarias se derivan de la red principal y distribuyen el agua a los barrios o sectores de una población. En lo posible, las conexiones domiciliarias se deben instalar desde las tuberías de la red secundaria y no de la tubería principal o matriz.

Según la forma de los circuitos, existen dos tipos de sistemas de distribución: el sistema abierto o de ramales abiertos y el sistema de circuito cerrado, conocido como malla, parrilla, etc.

Figura 4

Tipos de redes de tuberías – Conceptos Básicos, Curso WaterCAD



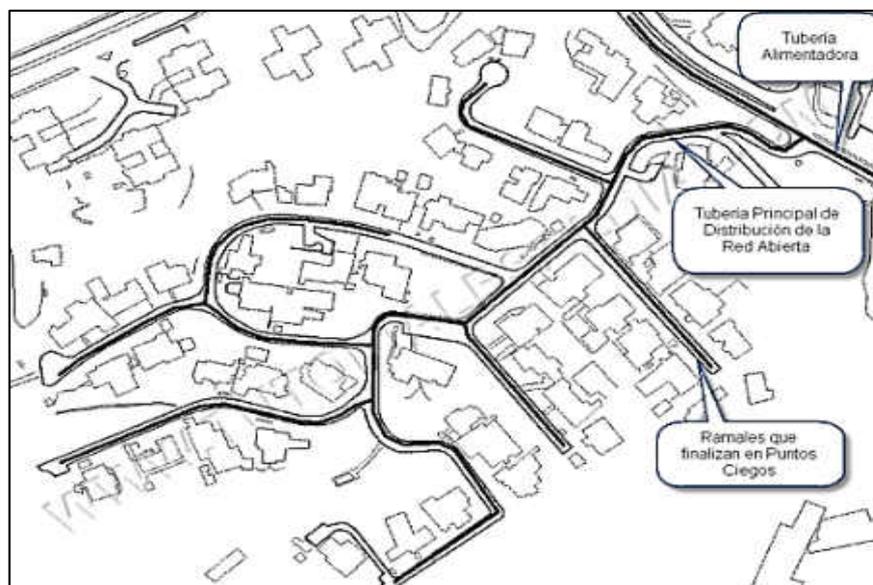
Nota. Gráfica elaborada según el tipo de tuberías

a) Sistema abierto o ramificado

Son redes de distribución que están constituidas por un ramal matriz y una serie de ramificaciones. Es utilizado cuando la topografía dificulta o no permite la interconexión entre ramales y cuando la población tiene un desarrollo lineal,

generalmente a lo largo un río camino. La tubería matriz o principal se instala a lo largo de una calle de la cual se derivan las tuberías secundarias. La desventaja es que el flujo está determinado en un solo sentido, y en caso de sufrir desperfectos puede dejar sin servicio a una parte de la población.

Figura 5
Sistema de circuitos abierto



Nota. Diseño de Redes de Distribución de agua potable, Comisión Nacional del agua (Gobierno de México 2015)

En algunos casos es necesario emplear ramificaciones en redes cerradas, es decir, se presentan ambas configuraciones; se tiene entonces, una red Combinada. El otro inconveniente es que en el extremo de los ramales secundarios se dan los puntos muertos, es decir el agua ya no circula, sino que permanece estática en los tubos originando sabores y olores, especialmente en las zonas donde las casas están más separadas.

En los puntos muertos se requiere instalar válvulas de purga con la finalidad de limpiar y evitar la contaminación del agua. *Consumo Medio (Qm)*

$$Qm = \frac{Pf \cdot dot}{86400} \quad (9)$$

Dónde:

- Qm = Consumo medio
- Pf = Población a futuro
- Dot = Dotación

Calcular el Consumo Máximo Horario

$$Q_{mh} = 2.5 * Q_m \quad (10)$$

Dónde:

Q_m = Consumo medio

Calcular el Consumo Unitario

$$Q_{unit} = \frac{Q_{mh}}{\text{población futura}} \quad (11)$$

Dónde:

Q_{mh} = Caudal máximo horario

Seccionamos la red por tramos y calculamos el gasto de cada tramo mediante la siguiente formula.

$$Q_{tramo} = Q_{unit} * N^{\circ} \text{ de hab.}$$

$$Q_{diseño} = \sum Q_{tramo} \quad (12)$$

Calcular la Velocidad

$$Q = A * V$$

$$V = \frac{Q}{\pi * \frac{D^2}{4}} \quad (13)$$

Cálculo de la perdida de carga en metros:

$$S = \left(\frac{Q}{0.2785 C_H D^{2.63}} \right)^{\frac{1}{0.54}} \quad (14)$$

$$S = \frac{hf}{L}$$

$$hf = S * L$$

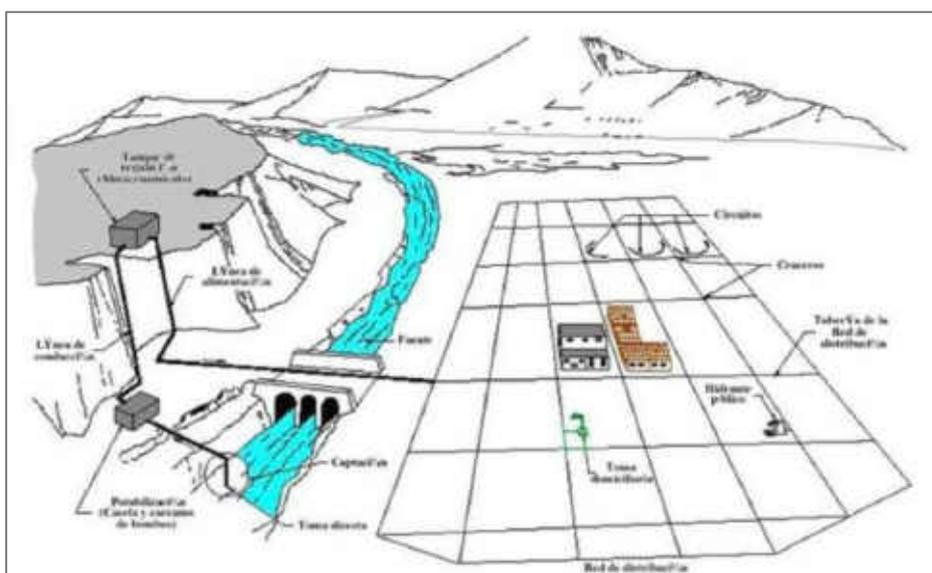
Para el cálculo de la cota piezométrica inicial se parte del reservorio, considerando la cota terrena. La cota piezométrica inicial será igual a la cota piezométrica final del tramo interior. La Presión Final se calcula mediante la diferencia entre la cota piezométrica final menos la cota final del terreno en m.s.n.m.

b) Sistema cerrado

En estos sistemas las redes adoptan la forma de una malla o parrilla, donde el agua circula en circuitos cerrados (circulación continua) obteniéndose un servicio más eficiente y continuo. El objeto es tener un sistema cerrado de tubería es que en cualquier zona dentro del área cubierta por el sistema puede ser alcanzada simultáneamente por más de una tubería, aumentando así la confiabilidad del abastecimiento. En caso de reparaciones o mantenimiento de tuberías se pueden aislar una pequeña parte del sistema (pocas manzanas) afectando el corte de circulación a menos consumidores.

Figura 6

Sistema de circuitos cerrado



Nota. Diseño de Redes de Distribución de agua potable, Comisión Nacional del agua (Gobierno de México, 2015)

1) Determinación de caudales en redes cerradas

En redes cerradas la determinación de caudales en los nudos de la red principal se realizará por uno de los siguientes métodos:

2) Método de área unitaria

Calcular el caudal unitario de cada nudo de la red, dividiendo el caudal máximo horario con el área total de influencia de la zona a proyectar de la red de distribución.,
Método de Área Unitaria

$$Q_u = \frac{Q_{max-h}}{A_{total}} \quad (15)$$

Dónde:

Q_u = Caudal unitario en l/s – ha

Q_{max-h} = Caudal máximo horario en l/s

A_{total} = Área total de influencia del proyecto en ha

Determinar las áreas de influencia de cada nudo de la red, trazando mediatrices en los tramos, formándose figuras geométricas alrededor del nudo y estas se multiplican por el caudal unitario, así obteniendo el caudal de demanda en cada nudo de la red de distribución. El caudal en el nudo es:

$$Q_{nudo\ i} = Q_u * A_i \quad (16)$$

Dónde:

$Q_{nudo\ i}$ = Caudal en el "i" en l/s

Q_u = Caudal unitario en l/s – ha

A_i = Área de influencia del nudo "i" en ha

3) Método del número de familias

Calcular el caudal unitario de cada nudo de la red, dividiendo el caudal máximo horario con el número de familias de la zona a proyectar de la red de distribución.
Método del Número de familias

$$Q_u = \frac{Q_{max-h}}{N_f} \quad (17)$$

Dónde:

Q_u = Caudal unitario en l/s – familia

Q_{max-h} = Caudal máximo horario en l/s

N_f = Número total de familias

Método del Caudal en el Nudo

$$Q_{nudo\ i} = Q_u * N_{fi} \quad (18)$$

Dónde:

$Q_{nudo\ i}$ = Caudal en el "i" en l/s

Q_u = Caudal unitario en l/s – ha

N_{fi} = Numero familias área de influencia del nudo "i"

4) Diseño hidráulico de redes cerradas

Para el diseño hidráulico de las tuberías de redes cerradas se deben considerar los siguientes aspectos:

- El caudal total que llega al nudo debe ser igual al caudal que sale del mismo.
- La pérdida de carga entre dos puntos por cualquier camino es siempre la misma.

Para el análisis hidráulico de una red de distribución cerrada puede utilizarse el siguiente método:

5) Método de Hardy Cross

Una red es un sistema cerrado de tuberías. Hay varios nudos en los que concurren las tuberías. La solución de una red es laboriosa y requiere un método de tanteos y aproximaciones sucesivas. Representemos esquemáticamente la red muy simple de la Figura. Esta red consta de dos circuitos. Hay cuatro nudos.

En la tubería MN tenemos un caso típico de indeterminación: no se puede saber de antemano la dirección del escurrimiento. En cada circuito escogemos un sentido como positivo. Se escoge una distribución de gastos respetando la ecuación de continuidad en cada nudo, y se asigna a cada caudal un signo en función de los circuitos establecidos. Se determina entonces las pérdidas de carga en cada tramo, que resultan ser "positivas" o "negativas".

Las condiciones que se deben satisfacer en una red son

- a) La suma algebraica de las pérdidas de carga en cada circuito debe ser cero. Ejemplo E-060.

$$h_{f_{BM}} + h_{f_{MN}} + h_{f_{NB}} = 0 \quad (19)$$

- b) En cada nudo debe verificarse la ecuación de continuidad
c) En cada ramal debe verificarse una ecuación de la forma

$$h_f = KQ^x \quad (20)$$

En donde los valores de K y x dependen de la ecuación particular que se utilice. Como los cálculos son laboriosos se recurre al método de Hardy Cross. En este método se supone un caudal en cada ramal, verificando por supuesto que se cumpla la ecuación de continuidad en cada nudo. Si para un ramal particular se supone un gasto Q_o este valor será, en principio, diferente al gasto real que llamaremos simplemente Q, luego

$$Q = Q_o + \Delta Q \quad (21)$$

En donde ΔQ es el error, cuyo valor no conocemos.

Si tomamos, por ejemplo, la fórmula de Hazen y Williams se tiene que la pérdida de carga en cada tubería es: $h_f = KQ^{1.85}$

Si esta ecuación se aplica a los valores supuestos se obtiene $h_{f_o} = KQ_o^{1.85}$

La pérdida de carga real será: $h_f = K(Q_o + \Delta Q)^{1.85}$

Luego, desarrollando y despreciando los términos pequeños se llega a

$$h_f = KQ_o^{1.85} + 1.85 \frac{h_{f_o}}{Q_o} \Delta Q$$

$$h_f = h_{f_o} + 1.85 \frac{h_{f_o}}{Q_o} \Delta Q \quad (22)$$

De donde, para cada circuito

$$\sum h_f = \sum h_{fo} + \Delta Q 1.85 \sum \frac{h_{fo}}{Q_o} = 0 \quad (23)$$

De aquí obtenemos finalmente el valor de

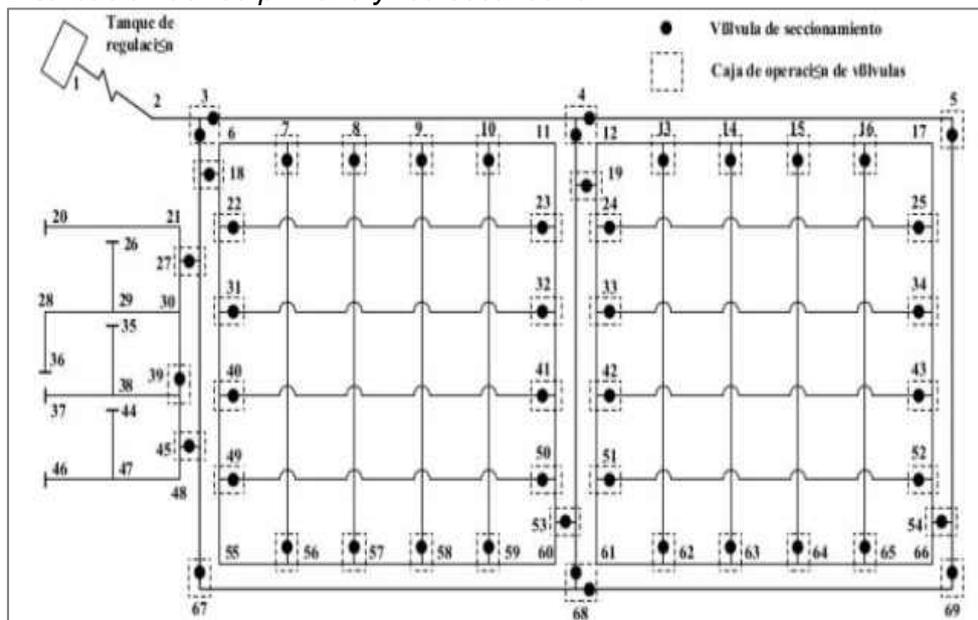
$$\Delta Q = \frac{-\sum h_{fo}}{1.85 \sum \frac{h_{fo}}{Q_o}} \quad (24)$$

Esta es la corrección que debe hacerse en el caudal supuesto. Con los nuevos caudales hallados se verifica la condición 1. Si no resulta satisfecha debe hacerse un nuevo tanteo.

Una red de distribución se divide en 02 partes para determinar su funcionamiento hidráulico: **la red primaria**, la cual rige el funcionamiento de la red, **y la secundaria** o “de relleno”.

Figura 7

Distribución de red primaria y red secundaria



Nota. Diseño de redes de distribución de agua potable, Comisión Nacional del Agua (Gobierno de México, 2015)

2.2.8 Cálculo Hidráulico con Aplicación de Software

Para la realización del cálculo hidráulico del sistema de agua potable actual, nos apoyamos en softwares existentes que se pueden descargar en línea donde encontramos desde los gratuitos hasta los que se adquieren con licencias. Los más conocidos son WaterCAD V8i y Epanet 2.0 Ve. Ambos con funciones parecidas y trabajando siempre con las bases topográficas como dato principal para su desarrollo.

a) Software WaterCAD V8i

(Saldarriaga, 1998) WaterCAD es un programa muy fácil de usar y bastante poderoso, que permite hacer el análisis como el diseño de redes de distribución de agua potable.

Su aplicación más importante está en el uso que se le da para el modelamiento de sistemas de distribución de aguas. Sus tipos de redes de distribución se pueden modelar:

- Redes de distribución Abiertas
- Redes de distribución Cerradas
- Redes de distribución Mixtas

WaterCAD también realiza la modelación de redes con:

- Ecuación de Darcy - Weisbach
- Ecuación de Manning
- Ecuación de Hazen Williams

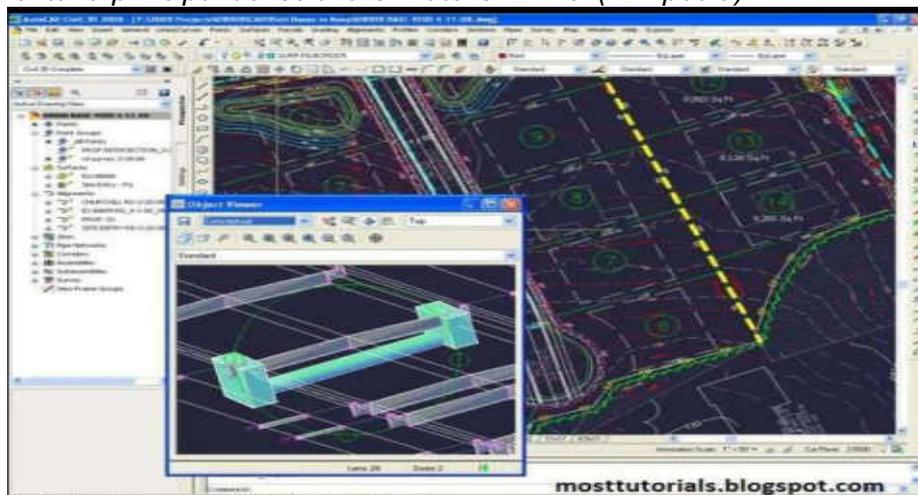
Funciones del software:

- Diseña y analiza sistemas de distribución de agua.
- Diseña, construye y opera instalaciones de tratamiento
- Diseña sistemas de recogida de aguas residuales.
- Planifica el sistema de alcantarillado en zonas urbanas.

- Modela el desempeño de la red.
- Crea planes para las redes de agua, drenaje y aguas pluviales.
- Ejecuta proyectos urbanos de gestión de aguas pluviales.
- Controla y evalúa el estado y el rendimiento de los activos.
- Responde adecuadamente a los cortes y otras emergencias.

Figura 8

Ventana principal del software WaterCAD V8i (Wikipedia)



b) Software Epanet 2.0 vE

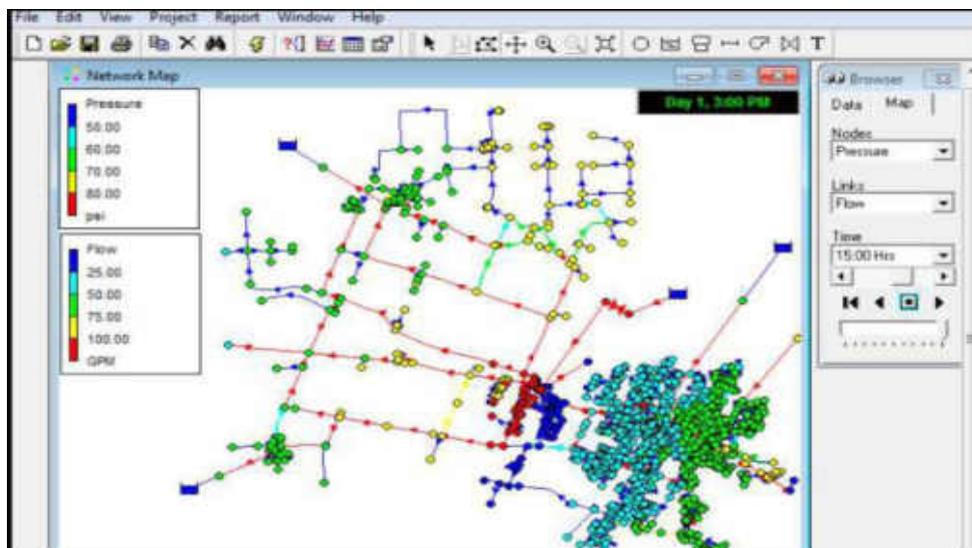
Para el desarrollo del modelo de calidad de agua se necesita disponer del modelamiento hidráulico correcto y a la vez completo. El programa Epanet es un motor de análisis Hidráulico actual que tiene las siguientes características:

- No hay límite en el tamaño de la red que se busca analizar.
- Calcula las pérdidas por fricción en conducciones mediante las expresiones de Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o ChezyManning
- Incluye pérdidas menores en conexiones como codos, acoplamientos, etc.
- Calcula energía consumida y el coste de bombeo de las estaciones.
- Modeliza diferentes tipos de válvulas, incluyendo válvulas de regulación, retención, aislamiento, reductoras de presión, control de caudal, etc.
- Permite almacenamiento de agua en tanques que presenten cualquier geometría.
- Considera la posibilidad de establecer diferentes categorías de consumo en los Nudos, cada una de ellas con su propia curva de modulación.

- Modeliza consumos dependientes de la presión que salen al exterior del sistema a través de emisores (rociadores, aspersores).

Figura 9

Ventana principal del software Epanet 2.0 Ve (Wikipedia)



2.1 Definición de Términos

2.1.1 Aforo

Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo (Boletín de suelos de la FAO-68).

2.1.2 Acuífero

Es el suelo que tiene la capacidad para permitir el flujo de una manera apreciable (Permeabilidad de Suelos, 2006)

2.1.3 Agua Potable

Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elemento tóxicos) que es agradable a los sentidos (inodora, incolora e isóbara).

2.1.4 Caudal Máximo Diario

Caudal máximo diario (K1): es el máximo consumo que se espera realice la población en un día (Calculo de dotación, 2012).

2.1.5 Caudal Máximo Horario (K2)

Es el máximo gasto que será requerido en una determinada hora del día (Calculo de dotación, 2012).

2.1.6 Caudal Promedio Diario Anual

El caudal promedio diario anual, Q_p , corresponde al promedio de los consumos diarios en un periodo de un año (Calculo de dotación, 2012).

2.1.7 Caudal

Volumen que fluye por la tubería por unidad de tiempo. (Colaboradores de Wikipedia, 2021).

2.1.8 Demanda

Es la cantidad de agua que los beneficiarios de un sistema de abastecimiento pretenden utilizar de acuerdo a determinados usos y costumbres (Magne, 2008).

2.1.9 Dotación

Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora, es decir, a un habitante e industria. (Magne, 2008).

2.1.10 Pérdida de Carga

Energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto (Magne, 2008).

2.1.11 Presión

Es la fuerza que ejerce un líquido sobre un objeto, o en otro líquido en dirección perpendicular a este (OS. 050, 2020).

2.1.12 Periodo Optimo de Diseño

Es el periodo de tiempo en el cual la capacidad de producción de un componente de un sistema de agua potable o alcantarillado, cubre la demanda proyectada, minimizando el valor actual de costos de inversión, operación y mantenimiento durante el periodo de análisis del proyecto (Norma

técnica de guía de diseño estandarizados para infraestructura sanitaria menor en proyectos de saneamiento en el ámbito urbano, 2019)

2.1.13 Redes de Distribución

Conjunto de tuberías principales y ramales distribuidas que permiten abastecer de agua para el consumo humano a las viviendas (OS. 050, 2020)

2.1.14 Velocidad

Son elementos fundamentales en una red de abastecimiento de agua potable ya que permiten la preservación del líquido para el uso de la comunidad donde se construye (OS. 050, 2020)

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Nivel de la Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación: Explicativo

Con la modelación en las redes de agua potable, se pretende explicar, comprender e interpretar de estas como se está comportando el sistema según diseño y como en realidad es su comportamiento, por tanto, los consumos reales diario y horario deben determinar nuevos caudales de diseño.

3.1.2 Nivel de la Investigación

En el nivel de investigación, el estudio pretende explicar o proponer un adecuado diseño que permita satisfacer a la población de Camilaca, por lo cual se le considera que es un nivel de investigación

3.2 Población y Muestra de Estudio

3.2.1 Población

Se realizará en el Distrito de Camilaca, provincia de Candarave de la Región de Tacna.

3.2.2 Muestra

La muestra será en Camilaca Alta y Nueva Camilaca

3.3 Operacionalización de Variables

En la tabla 6, se puede observar la Operacionalización de las variables, donde se identificó variable dependiente e independiente, donde se pudo establecer la demanda para el diseño del sistema de agua potable.

Tabla 6*Operacionalización de Variables*

Variable	Definición Conceptual	Dimensión	Indicador
Dependiente Diseño.	Con el diseño del sistema de agua potable se conocerá el movimiento del líquido, la fuera que ejerce y las cantidades de fluido que se necesita.	<ul style="list-style-type: none"> - Topografía - Caudal de diseño - Presiones en las redes - Velocidad en las redes - Dotación de agua - Número de habitantes - Tipo de reservorio 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenadas - Coeficiente de Hazel y Williams
Independiente: Demanda	Es la necesidad de la población por satisfacer la necesidad del agua.	<ul style="list-style-type: none"> - Horas de consumo - Zona urbana lotizada - Población - Tipo de actividades económicas 	<ul style="list-style-type: none"> - Habitantes proyectadas - Cantidad de lotes - Dotación

3.4 Técnicas e Instrumentos Para la Recolección de Datos**3.4.1 Técnicas Para la Recolección de Datos**

Las técnicas para la recolección de datos utilizados fueron los siguientes:

a) Información Bibliográfica

Se recopiló información y documentación necesaria para ser procesada y llevada a cabo a una evaluación y si es conveniente para el mejoramiento de las redes de distribución de agua potable. Viene a ser la recopilación de nuestra información, como son los datos de la ubicación de la localidad y sus características como: el número de habitantes, número de viviendas; la descripción de los materiales y normas a usar, Sse nos facilitó los planos topográficos de la zona donde propiciaron información de plano lotizado, población del pueblo.

b) Estadísticas del crecimiento poblacional

La investigación se realiza tomando en cuenta las normas vigentes del RNE en las cuales se han realizado visita a campo, recopilación de información y comparación de datos.

c) Topográfica

Con la ayuda de un GPS se verificará los en puntos estratégicos, el punto más alto, medio y bajo del sistema para dar conformidad a los planos topográficos. En donde se observó que las redes de distribución de agua potable para Alta Camilaca estará entre las cotas de 3865 y 3890 m.s.n.m. y para Nueva Camilaca las redes de distribución de agua estarán entre las cotas de 3630 y 3660 m.s.n.m. Además, sobre los puntos de captación, almacenamiento y tratamiento del agua.

Figura 10

Se observa el ojo de Agua Japu



Nota. Visita realizada – Camilaca 2020

Figura 11

Se observa el Ojo de Agua Tomacucho



Nota. Visita Realizada – Camilaca 2020

3.4.2 Instrumentos para la Recolección de Datos

a) Presiones

Con la ayuda de un manómetro se verificó las presiones en puntos estratégicos, es decir, el punto más alto, medio y bajo del sistema. Esto con la finalidad de corroborar si está cumpliendo con el Reglamento Nacional de Edificaciones. Es así que en los puntos más altos para Alto Camilaca se tiene presiones de 6 m y en los puntos más bajos de 35 m, en tanto para Nueva Camilaca las presiones más altas es de 8 m y en los puntos más bajos es de 32 m.

b) Software de Diseño

A través del software **AutoCAD** se pudo ingresar los planos como la topografía, plano de ubicación y la lotización de la zona de estudio, que permitirá realizar el diseño de las redes de agua potable.

Adicionalmente, se contó con el software **WaterCAD V8i** que permitió realizar la modelación de la red tomando en cuenta las presiones, velocidades y los caudales, que proporciona el diámetro analizando por cada nodo.

3.5 Procesamiento y Análisis de Datos

3.5.1 Consideraciones Iniciales

- Sistema de circuitos abierto

Para el desarrollo del estudio se utilizaron las normas OS.050 Redes de distribución de agua para consumo humano y OS.100 Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria del Reglamento Nacional de Edificaciones.

Al tratarse de centros poblados de características rurales, se utilizó también la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural de abril del 2018 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el cual es recomendado para Centros Poblados Rurales con poblaciones concentradas o moderadamente dispersos, con una población de hasta 2,000 habitantes.

Se decidió no juntar la red de abastecimiento entre Alta Camilaca y Nueva Camilaca dado que cada una posee ya su propia captación, conducción y reservorio. Por lo que se realizó el diseño de cada centro poblado por separado.

3.5.2 Características de la Población

Se analizó la información brindada por el Compendio Estadístico de Tacna elaborado en el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadística e informática donde se detallan datos obtenidos en el año 2012 así como su proyección para los 4 años siguientes.

En la Tabla N° 7 se obtienen los datos siguientes referentes a la provincia de Candarave, en los cuales se observa que ya en el año 2012, en el distrito de Camilaca, se había proyectado una reducción de la población entre 2 y 3% al año.

Tabla 7

Tacna: Población Total Estimada al 30 de junio, por años calendario según provincia y distrito, 2012 – 2016 (INEI)

Provincia	Años				
	2012	2013	2014	2015	2016
Candarave	8435	8323	8323	8095	8045
Candarave	3158	3108	3056	301	2986
Cairani	1359	1340	1320	1301	1292
Camilaca	1640	1597	1555	1514	1483
Curibaya	194	189	185	180	1777
Huanuara	895	896	897	898	899
Quilahuani	1189	1193	1197	1201	1208

Es necesario mencionar que, en la Tabla del INEI de Nacimientos registrados por tipo de inscripción, según provincia y distrito del Compendio Estadístico se especifica que durante el año 2016 no fue registrado ningún nacimiento en el distrito de Camilaca.

De acuerdo a los resultados definitivos del Censo 2017 realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática se determinó que en el año 2017 vivían 1148 en Nueva y Alta Camilaca lo que no solamente corrobora la proyección realizada en el año 2012 que indicaba que la población en el distrito de Camilaca se encuentra

disminuyendo, sino que se determinó también que dicho crecimiento negativo de la población se ha acelerado (de 2-3% proyectados a más de 6%)

Con la justificativa anterior, se decidió no realizar el cálculo de proyección poblacional y utilizar la población del último censo del año 2017 de 1148 personas las cuales se encuentran distribuidas en 956 lotes (359 de Nueva Camilaca y 597 de Antigua Camilaca), lo que resulta en una población promedio de 1,2 habitantes por lote

3.5.3 Dotación

Los poblados de Alto Camilaca y Nueva Camilaca ya cuentan con una captación y reservorios en funcionamiento, los cuales proporcionan a la red un caudal promedio de 1,8 y 1,0 litros por segundo respectivamente, medidos en campo. Antes de determinar la dotación necesaria de acuerdo a la normativa, con la finalidad de aprovechar la captación y reservorio existentes, primeramente, se verificó si el caudal promedio existente es capaz de satisfacer la demanda en ambos centros poblados.

Para la verificación se utilizó primeramente la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural de abril del 2018 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

De acuerdo al texto guía en el capítulo 3, Abastecimiento de agua para consumo humano, se determina que debe considerarse para sistemas convencionales en la región de la sierra tiene una dotación según la opción tecnología es 50 litros/habitante/día, por lo cual:

Dotación de Agua/Habitante

$$Q_p = 50 \frac{\text{litros}}{\text{habitante}} * 1148 \text{ habitantes} = 57400 \frac{\text{litros}}{\text{día}} \quad (25)$$

$$Q_p = 57400 \frac{\text{litros}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}} = 0,67 \text{ litros/segundo}$$

$$Q_p = 180 \frac{\text{litros}}{\text{habitante}} * 1148 \text{ habitantes} = 206640 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

$$Q_p = 206640 \frac{\text{litros}}{\text{día}} * \frac{1 \text{ día}}{86400 \text{ seg}} = 2,39 \text{ litros/segundo}$$

Como el caudal requerido es mucho menor al entregado por los reservorios, se verificó con la norma OS.100 la cual determina que debe considerarse 180 litros/habitante/día para climas fríos) obteniendo el siguiente resultado:

El caudal promedio (Q_p) calculado de acuerdo a la norma OS.100 es de 2,39 litros por segundo, el caudal promedio del reservorio que abastece Alta Camilaca es actualmente es de 2,8 litros por segundo (1,8 litros por segundo y para la Nueva Camilaca es de 1,0 litros por segundo); sin embargo, a efectos de no retirar el recurso ya utilizado por la población se va a mantener estos caudales, esperando que con la optimización no sólo se dé continuidad al servicio durante 24 horas si no que el caudal excedente pueda ser utilizados para irrigación y actividades agropecuarias.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Variaciones de Consumo

La Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural de abril del 2018 del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, según el Capítulo III en la Tabla N.º 03 indica que deberá de considerarse para el consumo máximo diario (k_1), un valor de 1,3 veces el consumo promedio diario anual y para el consumo máximo horario (k_2), un valor de 2 veces el consumo promedio diario anual.

Cálculo del caudal de diseño (Q_d) para cada lote para modelación

Cálculo del Caudal de Diseño

Alto Camilaca

$$\begin{aligned} Q_d &= k_2 * Q_p = 2.0 * 1.8 \frac{l}{seg} \text{ repartidos entre 597 lotes} \\ &= 0,0059 \frac{l}{seg} = 521 \frac{litros}{día} \end{aligned}$$

Nueva Camilaca

$$\begin{aligned} Q_d &= k_s * Q_p = 2.0 * 1.0 \frac{l}{seg} \text{ repartidos entre 359 lotes} \\ &= 0,0056 \frac{l}{seg} = 481.3 \text{ litros/día} \end{aligned} \quad (26)$$

4.2 Características de la Red de Propuesta

Teniendo en cuenta la cota más baja de Alto Camilaca (3863,00 m.s.n.m) y la altura del reservorio (3910 m.s.n.m.) La presión estática máxima posible es igual a 47 metros, por ende, *no será necesario plantear una cámara reductora de presión*, ya que todas las presiones se encontrarán por debajo de 50m indicados en la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, Asimismo, teniendo en cuenta la cota más baja de Nueva Camilaca (3630.00 m.s.n.m) y la altura del reservorio (3683 m.s.n.m.), la presión estática

máxima posible es igual a 53 metros, por lo que *sería necesario plantear una cámara reductora de presión*. Sin embargo, en la tabla N° 10 se aprecia que apenas 4 nodos superan los 50 metros de presión estática (la cual se da a alturas inferiores a 3633 msnm), La ubicación de los mismos se detalla en la Figura 12 (parte final de las manzanas J1, K1, L1 y M1). Consideramos que no será necesaria la instalación de una válvula reductora de presión para 4 nodos que superan en apenas 3 metros la presión estática máxima permitida. Se propone, en cambio la instalación de válvulas de compuerta semiabiertas en la red que funcionarán como pérdidas de carga locales.

Figura 12

Redes de distribución de Alto Camilaca



Nota. Software WaterCAD V8i

4.3 Tubería

Para el diseño de tuberías se utilizó la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural el cual en el capítulo II Redes de distribución indica que “Los diámetros mínimos de las tuberías para redes cerradas será de 25mm (1”) y en redes abiertas se admite un diámetro de 20mm (3/4”) en ramales”. Reduciendo el diámetro mínimo requerido por la norma de 75mm de diámetro, esto se debe a en centros poblados pequeños, esto se traduce en velocidades mínimas en la red y con la finalidad de evitar estas velocidades, se

permite diámetros menores. Para demostrar lo anterior se elaboró la Tabla N° 8 en la cual se muestra las velocidades correspondientes en el caso del distrito de Camilaca, de acuerdo al número de casas abastecidas por la tubería y su respectivo diámetro

Tabla 8

Velocidades para caudales pequeños de acuerdo al diámetro de la tubería

Diámetro nominal (pulg)	Pvc - Domiciliar				Pvc-o			
	Clase	Presión máxima de servicio (m)	Diam. externo (mm)	Espesor (mm)	Diam. interno (mm)	Diámetro nominal (mm)	Presión máxima de servicio (m)	Diam. interno (mm)
1/2" (20 mm)	Clase 10	100	22,0	1,8	19,2	-	-	-
1"	Clase 7,5	75	33,0	1,8	31,2	-	-	-
2"	Clase 7,5	75	60,0	2,2	57,8	-	-	-
3"	Clase 7,5	75	88,5	3,2	85,3	90	80	85,6
4"	Clase 7,5	75	114,0	4,1	109,9	110	80	106,0
6"	Clase 7,5	75	168,0	6,1	161,9	160	80	154,4

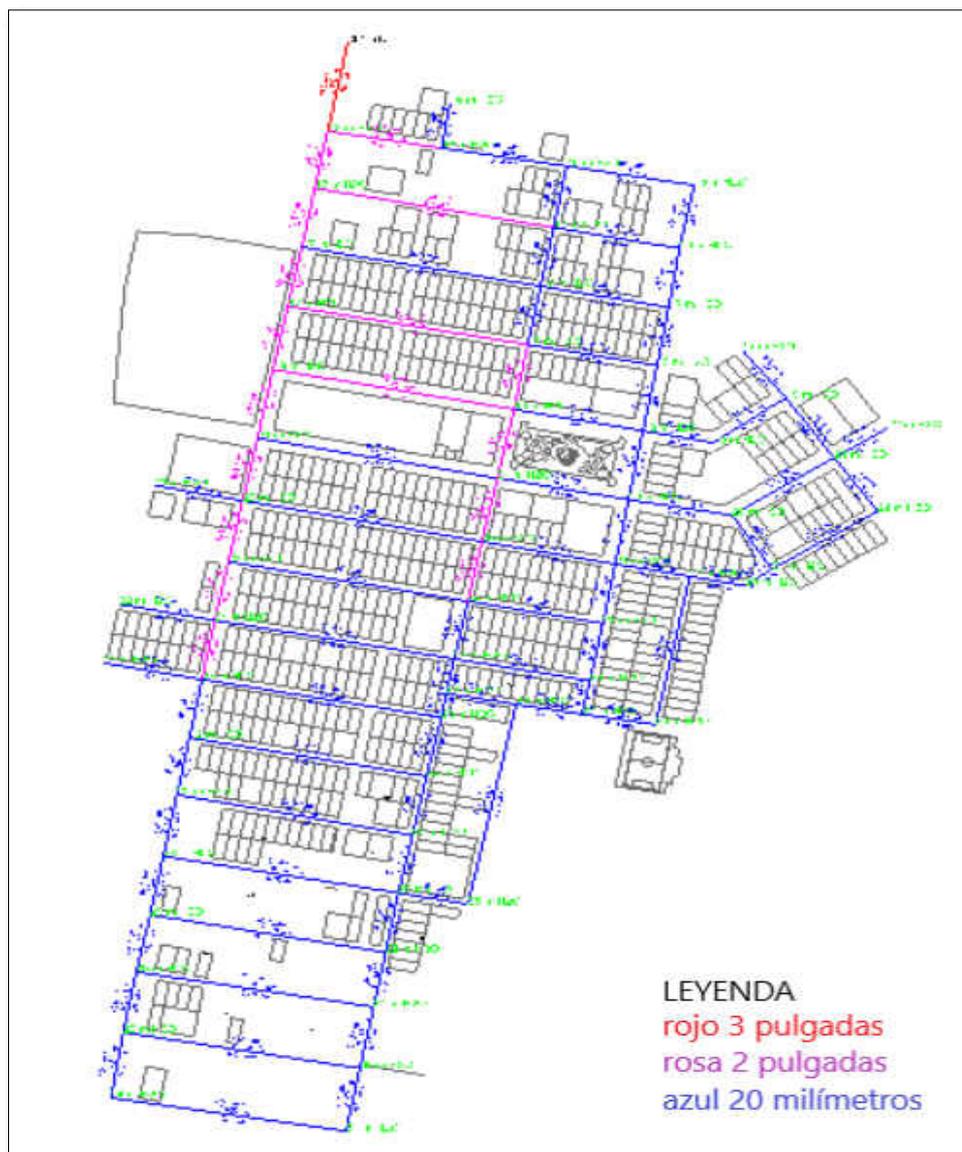
Nota. El PVC también es conocido como vinil. El PVC es obtenido por la combinación de etileno y cloro.

Sabiendo que en cada tramo en la red diseñada se tiene entre 5 y 20 casas, si se utilizara el diámetro mínimo permitido por la norma (75mm) se presentarían velocidades ínfimas en la red, favoreciendo la sedimentación. Por esto se optó por diseño con tuberías de 50mm y 20mm siguiendo las recomendaciones del texto guía para centros poblados rurales.

Alto Camilaca

Se plantearon un total de 9,031 metros lineales de tuberías siendo 93 metros de tubería de (3) pulgadas, 1566 metros de tubería de (2") pulgadas para la red principal y 7372 de (20) mm para las ramificaciones, los cuales se representan en la tabla 7 con los colores rojo, rosado y azul respectivamente.

La presión dinámica mínima presentada en la red es 1,2 mca la cual se encuentra por encima del mínimo de 5 mca permitido por la norma. La velocidad máxima en la red es de 1,58 m/s la cual se encuentra por debajo del límite de 3 m/s permitido por la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

Figura 13*Modelación de Alto Camilaca*

Nota. Modelación WaterCAD V8i

En la Tabla 9, se puede observar las mediciones de las velocidades en Alto Camilaca en donde existe velocidades mínimas de 0,04 m/s y según la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, estas no deben ser menor de 0,60 m/s o de 0,30 m/s. En los nodos donde sucede estas mediciones, se han trabajado con los diámetros mínimos que establece la Norma Técnica, por lo cual ya no es posible realizar el cambio de diámetros a los más pequeños, por lo cual se sigue la instalación de válvulas de purgas en dichos nodos.

Tabla 9
Caudal y velocidades en Alto Camilaca

ID	Etiqueta	Longitud (m)	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)	Pérdida de carga (m)	Hazen-Williams C
44	P-6	93	PVC	76,2	0,76	3,46	0,71	150
79	P-29	59	PVC	50,8	1,58	3,21	2,85	150
80	P-30	61	PVC	50,8	1,36	2,76	2,24	150
58	P-15	61	PVC	50,8	1,29	2,61	2,01	150
65	P-20	66	PVC	50,8	0,82	1,65	0,93	150
83	P-32	71	PVC	50,8	0,58	1,17	0,53	150
225	P-130	71	PVC	50,8	0,55	1,12	0,49	150
100	P-43	65	PVC	50,8	0,54	1,09	0,42	150
141	P-71	63	PVC	50,8	0,47	0,95	0,32	150
221	P-127	66	PVC	50,8	0,45	0,91	0,31	150
229	P-133	67	PVC	50,8	0,43	0,87	0,29	150
142	P-72	61	PVC	50,8	0,43	0,87	0,26	150
227	P-131	211	PVC	50,8	0,43	0,86	0,89	150
135	P-67	61	PVC	50,8	0,30	0,61	0,14	150
217	P-124	62	PVC	50,8	0,29	0,59	0,13	150
223	P-128	212	PVC	50,8	0,21	0,44	0,25	150
236	P-138	210	PVC	50,8	0,21	0,43	0,25	150
154	P-79	60	PVC	20	1,00	0,31	3,67	150
237	P-139	61	PVC	20	0,92	0,29	3,17	150
213	P-121	60	PVC	20	0,82	0,26	2,53	150
869	P-147	99	PVC	50,8	0,12	0,24	0,04	150
77	P-28	61	PVC	20	0,69	0,22	1,88	150
233	P-136	61	PVC	20	0,66	0,21	1,71	150
61	P-17	60	PVC	20	0,66	0,21	1,68	150
870	P-148	109	PVC	20	0,64	0,20	2,89	150
68	P-22	68	PVC	20	0,58	0,18	1,52	150
209	P-118	36	PVC	20	0,58	0,18	0,8	150
158	P-82	61	PVC	20	0,52	0,16	1,13	150
216	P-123	117	PVC	20	0,51	0,16	2,05	150
212	P-120	119	PVC	20	0,51	0,16	2,06	150
72	P-25	62	PVC	20	0,50	0,56	1,04	150
165	P-86	59	PVC	20	0,49	0,15	0,96	150
125	P-60	210	PVC	20	0,47	0,15	3,16	150
220	P-126	115	PVC	20	0,47	0,15	1,73	150
89	P-37	91	PVC	20	0,46	0,15	1,33	150
110	P-50	65	PVC	20	0,46	0,15	0,95	150
121	P-57	25	PVC	20	0,44	0,14	0,33	150
86	P-34	71	PVC	20	0,43	0,14	0,93	150
145	P-74	60	PVC	20	0,43	0,14	0,77	150

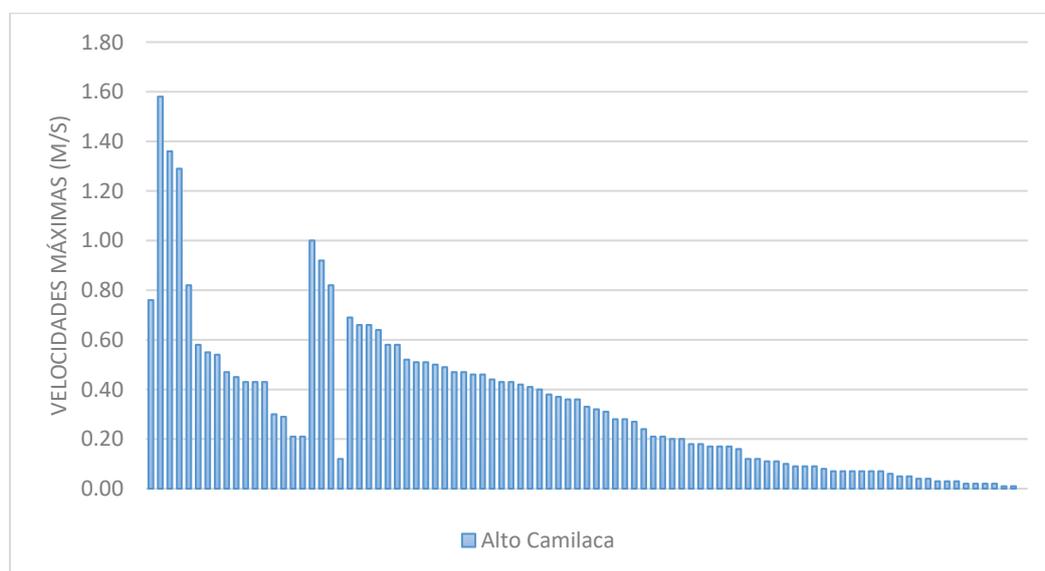
ID	Etiqueta	Longitud (m)	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)	Pérdida de carga (m)	Hazen-Williams C
235	P-137	110	PVC	20	0,42	0,13	1,37	150
74	P-26	77	PVC	20	0,41	0,13	0,89	150
224	P-129	113	PVC	20	0,40	0,13	1,29	150
207	P-116	210	PVC	20	0,38	0,12	2,17	150
103	P-45	66	PVC	20	0,37	0,12	0,63	150
138	P-69	35	PVC	20	0,36	0,11	0,33	150
240	P-141	112	PVC	20	0,36	0,11	1,04	150
76	P-27	66	PVC	20	0,33	0,10	0,5	150
187	P-102	208	PVC	20	0,32	0,10	1,55	150
162	P-84	61	PVC	20	0,31	0,10	0,44	150
248	P-145	74	PVC	20	0,28	0,09	0,42	150
231	P-134	210	PVC	20	0,28	0,09	1,18	150
183	P-99	61	PVC	20	0,27	0,08	0,32	150
185	P-100	57	PVC	20	0,24	0,07	0,24	150
179	P-96	62	PVC	20	0,21	0,07	0,22	150
98	P-42	65	PVC	20	0,21	0,07	0,22	150
169	P-89	64	PVC	20	0,2	0,06	0,19	150
157	P-81	208	PVC	20	0,2	0,06	0,62	150
241	P-142	64	PVC	20	0,18	0,06	0,17	150
208	P-117	119	PVC	20	0,18	0,057	0,30	150
176	P-94	61	PVC	20	0,17	0,05	0,14	150
113	P-52	153	PVC	20	0,17	0,05	0,34	150
144	P-73	61	PVC	20	0,17	0,05	0,13	150
249	P-146	66	PVC	20	0,16	0,05	0,13	150
196	P-109	59	PVC	20	0,12	0,039	0,08	150
186	P-101	61	PVC	20	0,12	0,04	0,07	150
117	P-55	65	PVC	20	0,11	0,034	0,06	150
219	P-125	211	PVC	20	0,11	0,034	0,21	150
245	P-143	106	PVC	20	0,10	0,032	0,09	150
108	P-49	29	PVC	20	0,09	0,03	0,02	150
232	P-135	112	PVC	20	0,09	0,029	0,08	150
172	P-91	60	PVC	20	0,09	0,029	0,04	150
180	P-97	56	PVC	20	0,08	0,03	0,03	150
150	P-77	84	PVC	20	0,07	0,02	0,04	150
152	P-78	87	PVC	20	0,07	0,02	0,04	150
228	P-132	113	PVC	20	0,07	0,02	0,06	150
167	P-88	207	PVC	20	0,07	0,02	0,1	150
215	P-122	210	PVC	20	0,07	0,02	0,09	150
211	P-119	210	PVC	20	0,07	0,02	0,09	150
111	P-51	48	PVC	20	0,06	0,02	0,01	150
174	P-93	206	PVC	20	0,05	0,02	0,05	150
202	P-113	64	PVC	20	0,05	0,02	0,01	150
93	P-39	62	PVC	20	0,04	0,02	0,01	150

ID	Etiqueta	Longitud (m)	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)	Pérdida de carga (m)	Hazen-Williams C
195	P-108	208	PVC	20	0,03	0,01	0,02	150
181	P-98	206	PVC	20	0,03	0,01	0,02	150
198	P-110	62	PVC	20	0,03	0,01	0	150
201	P-112	207	PVC	20	0,02	0,01	0,01	150
204	P-114	205	PVC	20	0,02	0,01	0,01	150
205	P-115	65	PVC	20	0,02	0,01	0	150
246	P-144	56	PVC	20	0,02	0,01	0	150
97	P-41	109	PVC	20	0,01	0,01	0	150
872	P-149	46	PVC	20	0,01	0,01	0	150
199	P-111	67	PVC	20	0	0,01	0	150

Nota. WaterCAD V8i

En la figura 14 se puede observar que en las tuberías de Alto Camilaca velocidades máximas de 1,58 m/s y velocidades mínimas de 0 m/s.

Figura 14
Velocidades en tuberías de Alto Camilaca



Nota. WateCAD V8i

En la tabla 10 y en la figura 15 se puede observar presiones mínimas de 14 mca y presiones máximas de 31 mca cumpliendo con los límites establecidos en la norma técnica.

Tabla 10

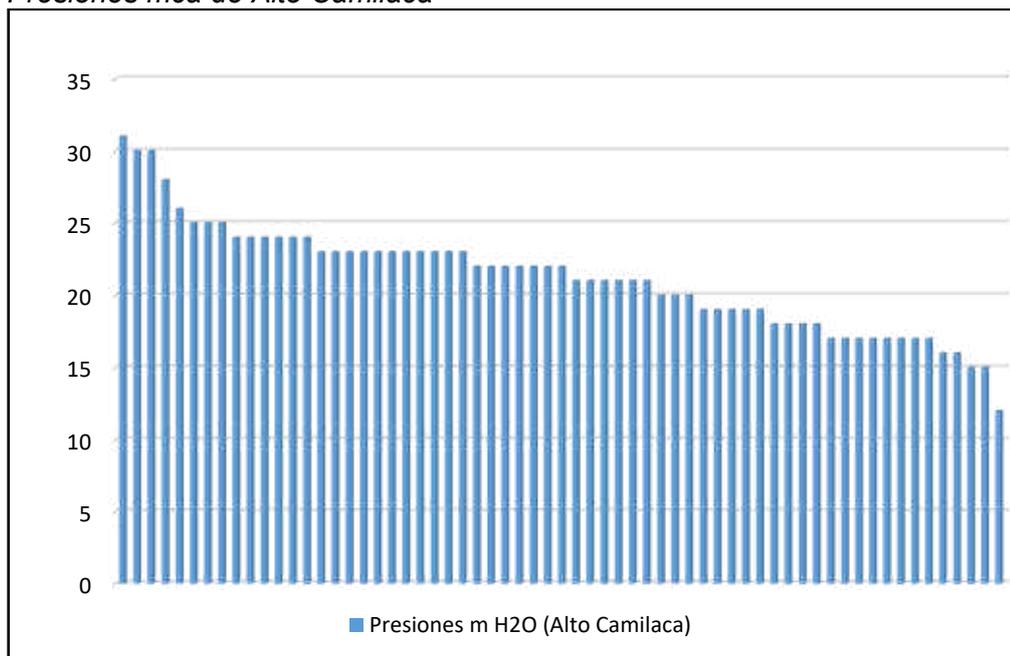
Demanda por nodo y presiones en Alto Camilaca

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (mca)
871	J-73	3 893,40	0,003	3 907,38	14
43	J-8	3 891,50	0,012	3 909,29	18
238	J-69	3 891,50	0,029	3 906,01	14
868	J-72	3 891,50	0,032	3 907,38	16
46	J-9	3 890,00	0,012	3 905,06	15
78	J-20	3 889,80	0,012	3 906,33	16
234	J-68	3 889,00	0,069	3 906,01	17
75	J-19	3 888,50	0,017	3 904,60	16
50	J-11	3 887,00	0,069	3 904,09	17
230	J-67	3 886,40	0,139	3 902,87	16
53	J-12	3 885,70	0,041	3 902,78	17
57	J-13	3 884,80	0,093	3 902,08	17
153	J-45	3 884,20	0,098	3 895,80	12
226	J-66	3 884,00	0,174	3 901,18	17
60	J-14	3 883,50	0,046	3 901,12	18
64	J-15	3 882,40	0,046	3 901,15	19
222	J-65	3 881,50	0,064	3 900,89	19
67	J-16	3 881,30	0,017	3 899,60	18
92	J-24	3 881,00	0,012	3 897,67	17
82	J-21	3 880,00	0,052	3 900,61	21
218	J-64	3 879,60	0,098	3 900,40	21
85	J-22	3 879,40	0,023	3 898,68	19
147	J-42	3 879,30	0,012	3 900,18	21
71	J-17	3 879,20	0,029	3 898,56	19
73	J-18	3 878,80	0,029	3 897,67	19
99	J-27	3 878,30	0,104	3 900,19	22
149	J-43	3 878,00	0,023	3 899,57	22
102	J-28	3 877,60	0,078	3 898,04	20
38	J-6	3 877,50	0,046	3 897,35	20
214	J-63	3 877,50	0,174	3 900,10	23
106	J-29	3 877,20	0,012	3 897,10	20
109	J-30	3 877,00	0,110	3 897,09	20
151	J-44	3 877,00	0,023	3 899,43	22
140	J-40	3 876,80	0,098	3 899,87	23
96	J-26	3 876,50	0,041	3 897,13	21
133	J-38	3 876,00	0,116	3 899,61	24
244	J-70	3 876,00	0,064	3 897,26	21
143	J-41	3 875,90	0,075	3 897,91	22
210	J-62	3 875,80	0,156	3 899,97	24
90	J-23	3 875,00	0,006	3 897,26	22
184	J-55	3 875,00	0,012	3 896,57	22
122	J-35	3 874,80	0,127	3 899,47	25
136	J-39	3 874,60	0,078	3 897,14	22
114	J-32	3 874,50	0,006	3 896,81	22

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (mca)
118	J-33	3 873,50	0,006	3 896,64	23
164	J-49	3 873,30	0,069	3 894,84	21
94	J-25	3 873,20	0,046	3 897,13	24
120	J-34	3 873,00	0,122	3 896,31	23
112	J-31	3 872,70	0,087	3 896,75	24
175	J-52	3 872,00	0,006	3 894,51	22
168	J-50	3 871,80	0,023	3 894,65	23
192	J-57	3 871,40	0,041	3 894,43	23
156	J-46	3 871,30	0,127	3 895,18	24
197	J-58	3 871,20	0,017	3 894,43	23
41	J-7	3 871,00	0,006	3 894,43	23
182	J-54	3 870,00	0,017	3 895,02	25
161	J-48	3 869,80	0,093	3 894,74	25
171	J-51	3 868,30	0,029	3 894,70	26
178	J-53	3 866,50	0,052	3 894,49	28
159	J-47	3 865,00	0	3 894,45	29
200	J-59	3 864,50	0	3 894,44	30
203	J-60	3 863,00	0	3 894,44	31

Nota. WaterCAD V8i

Figura 15
Presiones mca de Alto Camilaca



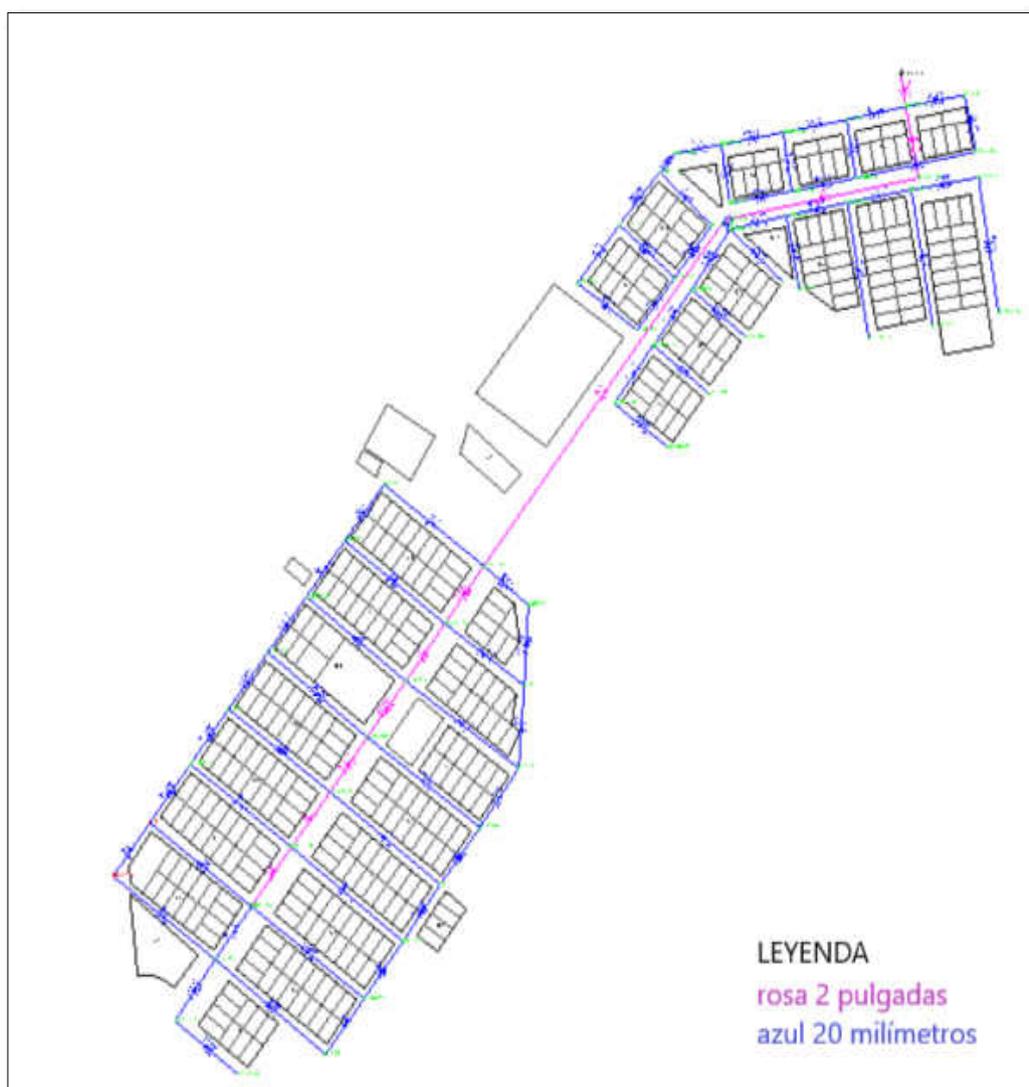
Nota. WaterCAD V8i

Nueva Camilaca

Se plantearon un total de 5,281 metros lineales de tuberías, en donde podemos dividir en 863 metros en tuberías de diámetro de 2 pulgadas para la red principal y 4,418 metros de tubería de 20mm para las ramificaciones, las cuales se representan en la figura 18 con los colores, rosado y azul respectivamente.

La presión dinámica mínima presentada en la red es 10 mca la cual se encuentra dentro del límite permitido y la velocidad máxima en la red es de 2.08 m/s la cual se encuentra por debajo del límite de 3 m/s permitido por la norma.

Figura 16
Modelación de Nueva Camilaca



Nota. Modelación WaterCAD V8i

En la Tabla 10, se puede observar las mediciones de las velocidades en Nueva Camilaca en donde existe velocidades mínimas de 0,01 m/s y según la Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural, estas no deben ser menor de 0,60 m/s o de 0,30 m/s. En los nodos donde sucede estas mediciones, se han trabajado con los diámetros mínimos que estable la Norma Técnica, por lo cual ya no es posible realizar el cambio de diámetros a los más pequeños, por lo cual se sugiere la instalación de válvulas de purgas en dichos nodos.

Tabla 10
Caudal y velocidades en Nueva Camilaca

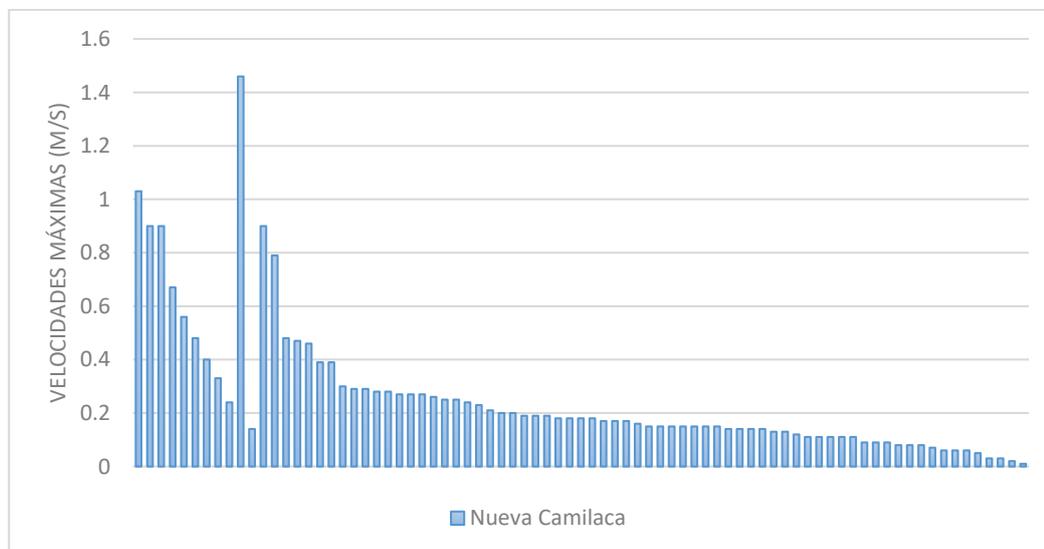
ID	Etiqueta	Longitud (m)	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)	Pérdida de carga (m)	Hazen- Williams C
ID	P-1	24	PVC	50.8	1,03	2,08	0,52	150
ID	P-42	52	PVC	50.8	0,90	1,82	0,88	150
ID	P-44	157	PVC	50.8	0,90	1,82	2,65	150
ID	P-45	315	PVC	50.8	0,67	1,36	3,1	150
ID	P-50	52	PVC	50.8	0,56	1,14	0,37	150
ID	P-54	52	PVC	50.8	0,48	0,97	0,27	150
ID	P-58	51	PVC	50.8	0,40	0,82	0,19	150
ID	P-62	49	PVC	50.8	0,33	0,67	0,13	150
ID	P-67	50	PVC	50.8	0,24	0,48	0,07	150
ID	P-22	8	PVC	20	1,46	0,46	1,02	150
ID	P-71	53	PVC	50.8	0,14	0,29	0,03	150
ID	P-17	46	PVC	20	0,90	0,28	2,34	150
ID	P-16	50	PVC	20	0,79	0,25	1,97	150
ID	P-12	52	PVC	20	0,48	0,15	0,81	150
ID	P-116	48	PVC	20	0,47	0,15	0,73	150
ID	P-25	53	PVC	20	0,46	0,14	0,77	150
ID	P-34	18	PVC	20	0,39	0,12	0,19	150
ID	P-111	38	PVC	20	0,39	0,12	0,4	150
ID	P-105	47	PVC	20	0,30	0,10	0,32	150
ID	P-117	52	PVC	20	0,29	0,09	0,31	150
ID	P-122	41	PVC	20	0,29	0,09	0,25	150
ID	P-75	48	PVC	20	0,28	0,09	0,28	150
ID	P-29	50	PVC	20	0,28	0,09	0,29	150
ID	P-114	50	PVC	20	0,27	0,09	0,27	150
ID	P-47	99	PVC	20	0,27	0,09	0,54	150
ID	P-48	46	PVC	20	0,27	0,08	0,24	150
ID	P-90	60	PVC	20	0,26	0,08	0,31	150
ID	P-91	58	PVC	20	0,25	0,08	0,27	150
ID	P-120	52	PVC	20	0,25	0,08	0,24	150
ID	P-87	53	PVC	20	0,24	0,07	0,22	150
ID	P-119	50	PVC	20	0,23	0,07	0,19	150

ID	Etiqueta	Longitud (m)	Material	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (L/s)	Pérdida de carga (m)	Hazen- Williams C
ID	P-86	52	PVC	20	0,20	0,06	0,17	150
ID	P-52	100	PVC	20	0,20	0,06	0,3	150
ID	P-104	50	PVC	20	0,19	0,06	0,14	150
ID	P-100	52	PVC	20	0,19	0,06	0,14	150
ID	P-36	57	PVC	20	0,19	0,06	0,15	150
ID	P-13	99	PVC	20	0,18	0,06	0,26	150
ID	P-14	54	PVC	20	0,18	0,06	0,14	150
ID	P-37	50	PVC	20	0,18	0,06	0,13	150
ID	P-103	51	PVC	20	0,18	0,06	0,13	150
ID	P-121	98	PVC	20	0,17	0,05	0,24	150
ID	P-74	112	PVC	20	0,17	0,05	0,26	150
ID	P-70	112	PVC	20	0,17	0,05	0,25	150
ID	P-65	110	PVC	20	0,16	0,05	0,24	150
ID	P-112	43	PVC	20	0,15	0,05	0,08	150
ID	P-61	111	PVC	20	0,15	0,05	0,2	150
ID	P-73	101	PVC	20	0,15	0,05	0,18	150
ID	P-9	99	PVC	20	0,15	0,05	0,18	150
ID	P-84	51	PVC	20	0,15	0,05	0,09	150
ID	P-118	43	PVC	20	0,15	0,05	0,07	150
ID	P-53	78	PVC	20	0,15	0,05	0,13	150
ID	P-56	100	PVC	20	0,14	0,05	0,17	150
ID	P-57	110	PVC	20	0,14	0,04	0,17	150
ID	P-98	50	PVC	20	0,14	0,04	0,08	150
ID	P-69	100	PVC	20	0,14	0,04	0,16	150
ID	P-64	101	PVC	20	0,13	0,04	0,15	150
ID	P-60	100	PVC	20	0,13	0,04	0,14	150
ID	P-76	55	PVC	20	0,12	0,04	0,07	150
ID	P-94	48	PVC	20	0,11	0,04	0,05	150
ID	P-96	53	PVC	20	0,11	0,03	0,06	150
ID	P-15	99	PVC	20	0,11	0,03	0,1	150
ID	P-27	56	PVC	20	0,11	0,03	0,06	150
ID	P-31	57	PVC	20	0,11	0,03	0,06	150
ID	P-82	51	PVC	20	0,09	0,03	0,04	150
ID	P-18	54	PVC	20	0,09	0,03	0,04	150
ID	P-30	52	PVC	20	0,09	0,03	0,04	150
ID	P-80	51	PVC	20	0,08	0,03	0,03	150
ID	P-39	58	PVC	20	0,08	0,03	0,03	150
ID	P-77	101	PVC	20	0,08	0,02	0,05	150
ID	P-38	54	PVC	20	0,07	0,02	0,02	150
ID	P-123	48	PVC	20	0,06	0,02	0,01	150
ID	P-28	57	PVC	20	0,06	0,02	0,02	150
ID	P-32	53	PVC	20	0,06	0,02	0,02	150
ID	P-40	59	PVC	20	0,05	0,01	0,01	150
ID	P-78	112	PVC	20	0,03	0,01	0,01	150
ID	P-109	63	PVC	20	0,03	0,01	0,01	150
ID	P-115	43	PVC	20	0,02	0,00	0	150
ID	P-124	48	PVC	20	0,01	0,00	0	150

Nota. WaterCAD V8i

En la figura 17 se puede observar que existen una velocidad máxima de 1,46 m/s y una velocidad mínima de 0.01 m/s.

Figura 17
Velocidad en tuberías en Nueva Camilaca



Nota. WaterCAD V8i

En la tabla 11 y en la figura 19, se observa presiones máximas de 45 mca y mínimas de 10 mca cumpliendo con la norma técnica donde las presiones están dentro del rango de 5 a 60 mca.

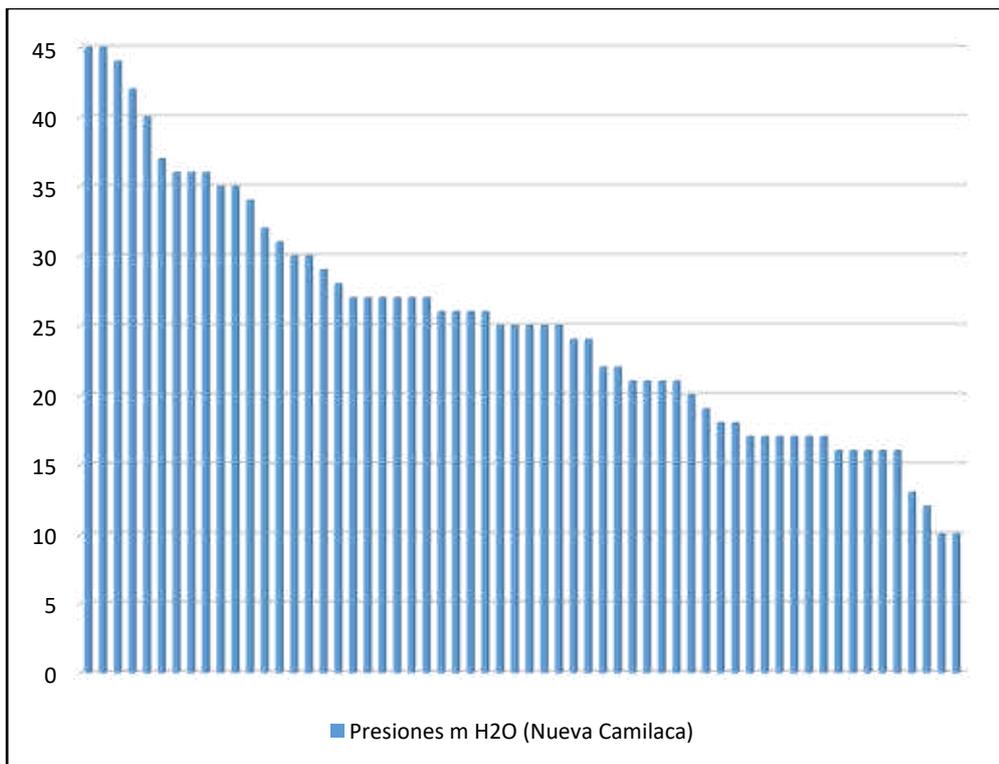
Tabla 11
Demanda por nodo y presiones en Nueva Camilaca

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (mca)
181	J-65	3,630.00	0,06	3,674.81	45
178	J-64	3,630.00	0,07	3,674.64	45
170	J-61	3,631.00	0,05	3,675.03	44
175	J-63	3,632.70	0,07	3,674.56	42
188	J-68	3,635.50	0,04	3,675.34	40
172	J-62	3,637.00	0,06	3,674.52	37
168	J-60	3,638.00	0,03	3,674.49	36
133	J-45	3,639.40	0,06	3,675.01	36
186	J-67	3,640.00	0,01	3,675.61	36
126	J-42	3,640.50	0,06	3,675.21	35
108	J-33	3,642.00	0,05	3,675.85	34

ID	Etiqueta	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Gradiente hidráulico (m)	Presión (mca)
578	J-78	3,643.00	0,01	3,674.42	31
150	J-53	3,644.40	0,1	3,674.81	30
86	J-24	3,646.50	0,02	3,676.82	30
100	J-30	3,651.30	0,01	3,680.41	29
98	J-29	3,651.90	0,05	3,680.41	28
157	J-56	3,647.50	0,1	3,674.78	27
71	J-18	3,649.70	0,01	3,676.83	27
93	J-27	3,653.40	0,04	3,680.43	27
84	J-23	3,649.80	0,03	3,676.81	27
102	J-31	3,654.30	0,02	3,681.25	27
88	J-25	3,653.80	0,01	3,680.43	27
81	J-22	3,650.50	0,02	3,676.87	26
57	J-12	3,646.50	0,03	3,672.56	26
74	J-19	3,651.50	0,02	3,677.16	26
587	J-81	3,655.80	0,01	3,681.44	26
592	J-83	3,656.50	0,02	3,681.68	25
40	J-5	3,653.80	0	3,678.95	25
69	J-17	3,652.80	0,01	3,677.93	25
104	J-32	3,656.70	0	3,681.60	25
77	J-20	3,652.40	0,03	3,677.10	25
596	J-84	3,658.00	0,03	3,681.91	24
79	J-21	3,654.20	0,02	3,677.91	24
95	J-28	3,658.00	0,01	3,680.45	22
49	J-9	3,651.00	0,06	3,672.55	22
47	J-8	3,652.00	0,05	3,673.45	21
62	J-14	3,654.60	0,03	3,675.55	21
111	J-34	3,654.40	0,03	3,675.31	21
164	J-59	3,653.80	0,07	3,674.49	21
59	J-13	3,655.20	0,01	3,675.59	20
208	J-75	3,656.50	0,06	3,675.18	19
44	J-7	3,655.20	0,05	3,673.62	18
42	J-6	3,656.40	0,03	3,674.43	18
32	J-1	3,665.00	0,02	3,682.48	17
55	J-11	3,655.30	0,02	3,672.66	17
572	J-76	3,665.00	0,01	3,682.16	17
51	J-10	3,655.70	0,03	3,672.81	17
589	J-82	3,665.00	0,01	3,681.75	17
90	J-26	3,664.00	0,01	3,680.58	17
584	J-80	3,665.00	0	3,681.44	16
580	J-79	3,665.00	0,01	3,681.17	16
205	J-74	3,659.00	0,04	3,675.04	16
202	J-73	3,659.00	0,05	3,674.87	16
36	J-3	3,665.00	0	3,680.77	16
199	J-72	3,661.30	0,06	3,674.73	13
196	J-71	3,663.00	0,05	3,674.65	12
193	J-70	3,665.00	0,05	3,674.60	10
191	J-69	3,665.00	0,01	3,674.55	10

Nota. WaterCAD V8i

Figura 20
Presiones de Nueva Camilaca



Nota. WaterCAD V8i, se puede observar las Presiones de Nuevo Camilaca.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Cotrado y Gutiérrez (2019) nuestras velocidades máximas están dentro de lo indicado en la Norma al igual de las presiones mínimas y máximas. Asimismo, al comparar las presiones obtenidas con Miranda, F. (2018) estas están encima de los indicado por lo cual son propensas a la rotura de tubería.

Revisando la tesis de Condori y Asqui (2018) donde en su estudio gracias a encuestas realizadas en el distrito de Santa Rosa – Melgar se llega a la conclusión que el agua es un recurso básico por lo cual se obtuvo una dotación real de este distrito y se pide ampliar el estudio para así optimizar el Recurso Hídrico, Comparando con el Distrito de Camilaca donde también se necesita un nuevo diseño de Redes de Distribución para así poder Optimizar el Recurso.

Sosa, P (2017), en su diseño para el Caserío San José de Matalacas, Distrito de Pacaipampa, Provincia de Ayabaca, Región Piura y que abastece a 57 viviendas se necesitó un caudal de 0,39 l/s. Sin embargo, según Guerra J, (2015) encontró un caudal de 2 l/s., para 696 personas en la localidad de Lluta, del distrito de Lluta, Provincia de Caylloma y Departamento Arequipa. En comparación del diseño para Alto y Nueva Camilaca se tuvo un caudal de 2,8 l/s para un total de 1770 familias aproximadamente en donde podemos observar que el diseño es más favorable.

Concha y Guillen (2014) hacen un estudio donde encuentran un acuífero a 90m más abajo que podría bombear hasta 60 lt/s por 24 horas el cual se lograría gracias al cambio de tuberías, con estas mejoras se puede diseñar un sistema nuevo de agua potable el cual permitirá satisfacer la demanda actual y futura de la población. Entonces para Alto Camilaca y Nueva Camilaca se ha diseñado teniendo en cuenta un abastecimiento de 24 horas, con un Q_p de 1 l/s a 1,8 l/s en ambos., con una presión máxima de 31 m en Alto Camilaca y en Nueva Camilaca 45m y una presión mínima de 12 m para Alto Camilaca y en Nueva Camilaca de 10m, con unas velocidades máximas de 1,58 m/s. a 2,08 m/s., para poder satisfacer la demanda actual.

Para el caso de Pehovaz (2014) en el asentamiento humano Los Pollitos – Ica, se tiene en el diseño de agua potable presiones máximas de 24,90 m, presiones mínimas de 17,10 m. con una velocidad máxima de 3,17 m/s y una velocidad mínima a 0,60 m/s, las cuales sería muy parecidas para los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Se debe tener especial cuidado en la toma del valor de la dotación, ya que al utilizar cifras globales de consumo y utilizados de manera general puede conducir a errores en el diseño tales como sobre dimensionamientos o por el contrario, insuficientes para las necesidades de la población, constituyendo un problema cuando se adopta valores erróneos de esta, por lo que es de mucha importancia la asignación del valor de la dotación, ya que a partir de este valor se realizan los cálculos de los sistemas y estructuras funcionales de abastecimiento. De acuerdo al último censo realizado en 2017, en el distrito de Camilaca viven 1148 personas y existen 956 lotes, lo que resulta en 1,2 lotes por persona. Esto podría deberse a que la mayoría de personas que tienen un lote en el distrito no viven en Camilaca.

El caudal entregado por el sistema de abastecimiento de 2,8 litros por segundo es mayor que el Q_p necesario de acuerdo a la norma OS.100 (2,39 litros por segundo) lo que coloca en evidencia el desperdicio de agua ya sea por tuberías rotas en la red o en la conducción.

Las líneas de distribución de agua potable para Nueva Camilaca se ha diseñado teniendo en cuenta un abastecimiento de 24 horas, con un Q_p de 1 l/s., y según la modelación se cuenta con una presión máxima de 45 mca y una presión mínima de 10 mca. También para Alto Camilaca se ha diseñado teniendo en cuenta un abastecimiento de 24 horas, con un Q_p de 1,8 l/s., con una presión máxima de 31 mca y una presión mínima de 12 mca.

Dentro de las líneas de distribución de agua potable para Alto Camilaca se haya una velocidad máxima de 2,08 m/s., Mientras que en Nueva Camilaca una velocidad máxima de 1,58 m/s.

RECOMENDACIONES

Se recomienda usar valores reales, sacados en campo ya sean para la toma del valor de dotación y el uso de los últimos censos realizados en el distrito.

Se recomienda realizar un Plan de mantenimiento y operación de las redes de agua potable, para prevenir daños en los equipos e instalaciones, las cuales deben ser periódicas en base a un plan de trabajo.

Se recomienda mayores estudios y evaluaciones de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales con el fin de obtener otros parámetros (variaciones de consumo) y particularidades técnicas, que permitan un diseño con un abastecimiento de 24 horas.

Es recomendable que se use tuberías con diámetro nominal de ½ pulgada para mejorar las velocidades pequeñas en la red,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, Roger (2006). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: Servicios Educativos Rurales (SER)
- Dirección Regional de Salud Tacna (2018)
Puesto de Salud Camilaca (00002873)
- Instituto Nacional De Estadística e Informática. (2018)
Cuadros Estadísticos de Población vivienda y hogar.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018).
Norma Técnica de diseño: Opciones Tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.
- Municipalidad Distrital de Camilaca (2020)
Levantamiento topográfico para la actualización de las vías públicas e inventario del mobiliario urbano para la generación del plan específico del C.P de Alto Camilaca
- Municipalidad Distrital de Camilaca (2020)
Levantamiento topográfico para la actualización de las vías públicas e inventario del mobiliario urbano para la generación del plan específico del C.P de Nueva Camilaca
- Tradiciones de mi Tierra Camilaca (2003) *Martin Limache Ramos*
Aguas de Ojo
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) *Norma Técnica Peruana OS.050*
Redes de distribución de agua para consumo humano.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) *Norma Técnica Peruana OS.010*
Captación y conducción de agua para consumo.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) *Norma Técnica Peruana OS.040*
Estaciones de Bombeo de agua para consumo humano
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) *Norma Técnica Peruana OS.100*
Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria
- Reglamento Nacional de Edificaciones (2007) *Norma Técnica Peruana OS.30*
Almacenamiento de agua para consumo humano

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se podrá satisfacer la demanda en el distrito de Camilaca?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>1. ¿Con el caudal existente se pueda satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?</p> <p>2. ¿Con el diseño de las redes de agua potable se podrá determinar las presiones según Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?</p> <p>3. ¿Con el diseño de las redes de agua potable se podrá determinar las velocidades según Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar un sistema de abastecimiento para satisfacer la demanda en el distrito de Camilaca, Provincia de Candarave, Tacna</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar los caudales en las redes de agua potable para que cumplan el Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca - Analizar las presiones en las redes de agua potable para que cumplan el Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca - Calcular las velocidades en las redes de agua potable para que cumplan el Reglamento para satisfacer la demanda del Distrito de Camilaca. 	<p>Hipótesis General</p> <p>Con el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, satisface la demanda en el distrito de Camilaca., Provincia de Candarave, Tacna</p> <p>Hipótesis Específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Con el caudal existente se satisface la demanda del Distrito de Camilaca • Al cumplir con las presiones en las redes de agua potable se satisface a la población del Distrito de Camilaca. • Al cumplir con las velocidades en las redes de agua se satisface a la población del Distrito de Camilaca. 	<p>Variables Independiente: Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable</p> <p>Indicadores Topografía Caudal de diseño Presiones en las redes Velocidad en las redes Dotación de agua Número de habitantes</p> <p>Variables Dependiente: Optimización del Recurso Hídrico</p> <p>Indicadores Estudio hidrológico Zona urbana lotizada</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>EXPLICATIVO</p> <p>Ya que se pretende explicar, comprender e interpretar como se está comportando el sistema según diseño y como en realidad es su comportamiento, por tanto, los consumos reales diario y horario deben determinar nuevos caudales de diseño.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>DOCUMENTAL</p> <p>Ya que se obtendrá información previa de las lecturas del macro y micro medidores a partir el comportamiento de los consumos y de la recopilación de información del consumo de la zona.</p>

ANEXO 2

Panel Fotográfico de Alto Camilaca



Imagen 1: Se observa el Colegio José Carlos Mariátegui en el Distrito de Alto Camilaca



Imagen 2: Se observa una de sus conexiones de agua potable, la cual fue hecha de manera artesanal.



Imagen 3: Se observa unas de las rutas de acceso al Distrito por la parte Sur, que es desde la Provincia de Jorge Basadre.



Imagen 4: Se observa una de las rutas de acceso hacia el Ojo de Agua Hapu, que se encuentra a 40 min del Distrito de Camilaca.



Imagen 5: Se puede observar un reservorio en el ojo de agua Hapu



Imagen 6: Se observa una de las Vivienda de familias que viven alrededor del Ojo de Agua



Imagen 7: Vista Panorámica del Ojo de agua Hapu a sus alrededores se observan también pastizales.



Imagen 8: Se pudo observar que a 5 min de este Ojo de Agua encontramos a la Represa Cularjhuira.

ANEXO 3

Panel Fotográfico de Nueva Camilaca



Imagen 1: Se observa la zona alta de Nueva Camilaca, así como también que las viviendas fueron construidas de manera artesanal y de igual forma fueron sus conexiones de agua potable.



Imagen 2: Se observa uno de los Accesos hacia Nueva Camilaca.



Imagen 3: Se observa otro de los accesos a Nueva Camilaca que es por la parte norte desde Alto Camilaca y que también llega al punto fijo de Ojo de agua Tomacucho.

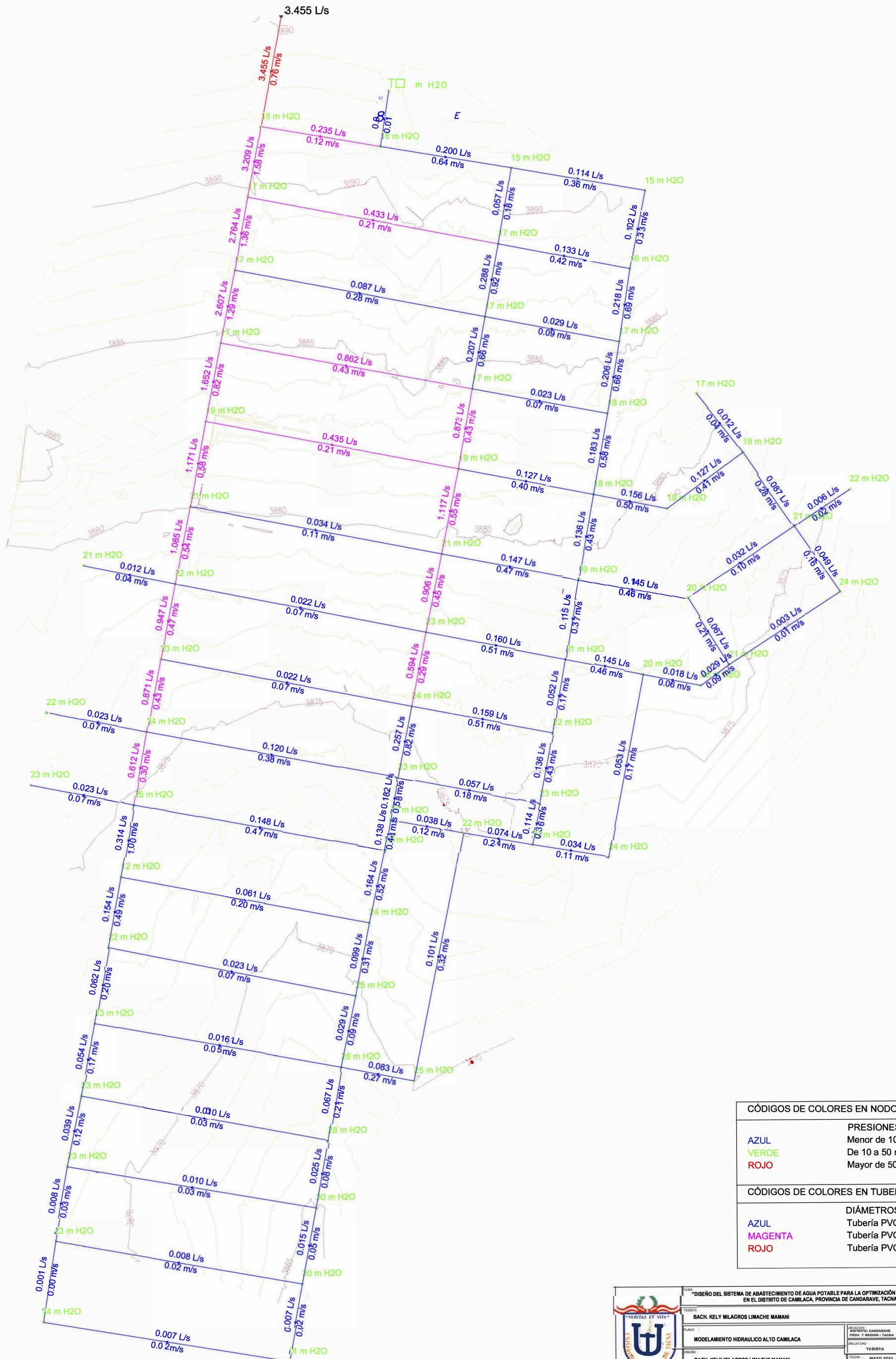


Imagen 4: Se observa en un reservorio en el ojo de agua Tomacucho.



Imagen 5: Se observa Una de las vías de acceso hacia el Ojo de agua Tomacucho que está a 40 min Caminando y 10 min en Vehículo.

ANEXO 4
Modelamiento Hidráulico Alto Camilaca



CÓDIGOS DE COLORES EN NODOS	
AZUL	PRESIONES Menor de 10 m H2O
VERDE	De 10 a 50 m H2O
ROJO	Mayor de 50 m H2O
CÓDIGOS DE COLORES EN TUBERÍAS	
AZUL	DIÁMETROS Tubería PVC 20mm
MAGENTA	Tubería PVC 2"
ROJO	Tubería PVC 3"



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

TÍTULO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE CANDARAVE, TACNA"

PROFESOR: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI

PLANO: MODELAMIENTO HIDRAULICO ALTO CAMILACA

ELABORADO: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI

Lugar: CANDARAVE, PROV. Y REGION TACNA

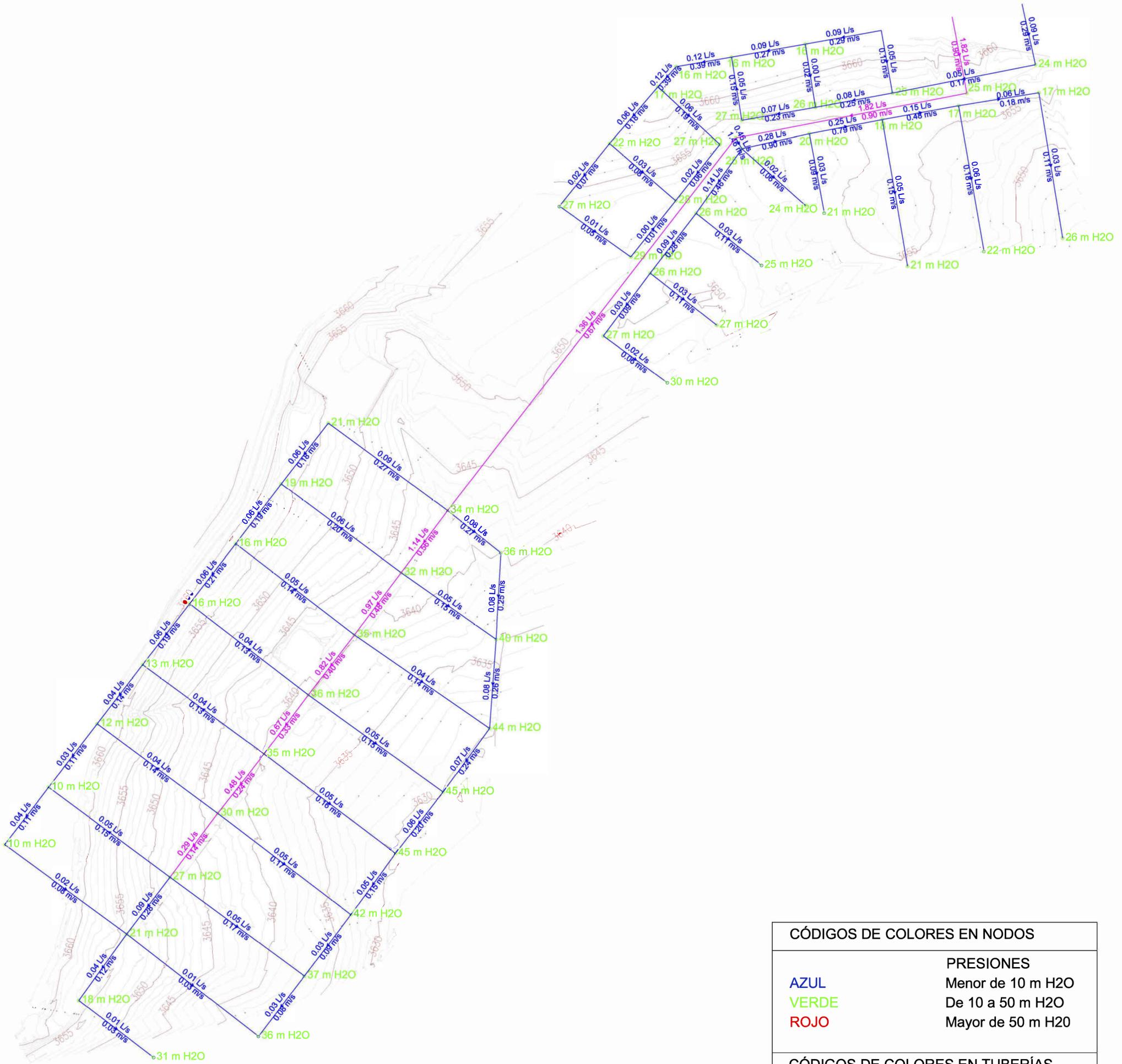
FECHA: MAYO 2021

ESCALA: VARIABLE

01

ANEXO 5

Modelamiento Hidraulico Nueva Camilaca



CÓDIGOS DE COLORES EN NODOS	
AZUL	PRESIONES Menor de 10 m H ₂ O
VERDE	De 10 a 50 m H ₂ O
ROJO	Mayor de 50 m H ₂ O
CÓDIGOS DE COLORES EN TUBERÍAS	
AZUL	DIÁMETROS Tubería PVC 20mm
MAGENTA	Tubería PVC 2"
ROJO	Tubería PVC 3"



TESIS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE CANDARAVE, TACNA"		
TESISISTA BACH. KELY MILAGROS LIMACHE MAMANI		
PLANO : MODELAMIENTO HIDRAULICO NUEVA CAMILACA	UBICACION : DISTRITO: CANDARAVE PROV. Y REGION : TACNA	LAMINA N° : 02
DI SEÑO : BACH. KELY MILAGROS LIMACHE MAMANI	DIBUJO CAD : TESISISTA	
	FECHA : MAYO 2021	
	ESCALA : VARIABLE	

ANEXO 6
Plano de Redes de Agua Potable de Alto Camilaca



CUADRO DE METRADO			
N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.
01	TUBERIA PVC - Ø 3"	ml	92.56
02	TUBERIA PVC - Ø 2"	ml	1466.98
03	TUBERIA PVC - Ø 20mm	ml	7471.50
04	VÁLVULA DE COMPUERTA HD - Ø 20mm	UND	67
05	VÁLVULA DE COMPUERTA HD - Ø 2"	UND	17
06	TEE HD 20mm x 20mm	UND	25
07	TEE HD 2" x 20mm	UND	03

CUADRO DE METRADO			
N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.
08	TEE HD 2" x 2"	UND	03
09	CODO 90° HED 20mm	UND	06
10	CODO 45° HED 20mmx20mm	UND	02
11	CRUZ HD 20mm	UND	08
12	CRUZ HD 2" x 20mm	UND	08
13	TAPÓN PVC 20mm	UND	06
14	VALVULA PURGA 20mm	UND	05

LEYENDA

<ul style="list-style-type: none"> — TUBERÍA DE PVC DE 3" — TUBERÍA DE PVC DE 2" — TUBERÍA DE PVC DE 20mm ↘ CODO A 45° PVC ↘ CODO A 22.5° PVC ↘ CODO A 90° PVC 	<ul style="list-style-type: none"> VALVULA DE COMPUERTA VALVULA DE PURGA - AIRE TAPON TERMINAL TEE PVC
--	--

<p style="font-size: small;">TESIS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HIDRICO EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE CANDARAVE, TACNA"</p> <p style="font-size: x-small;">TESISTA: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI</p> <p style="font-size: x-small;">PLANO: REDES DE AGUA POTABLE - ALTO CAMILACA</p> <p style="font-size: x-small;">DISEÑO: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI</p>	<p style="font-size: x-small;">UBICACION: DISTRITO DE CAMILARAVE PROV. Y REGION: TACNA</p> <p style="font-size: x-small;">FECHA: MAYO 2021</p> <p style="font-size: x-small;">ESCALA: VARIABLE</p>
--	--

03

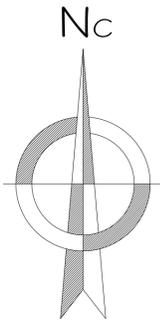
ANEXO 7
Plano de Redes de Agua Potable Nueva Camilaca

E-352750

E-353000

E-353250

N-8091500



CONDUCCIÓN DESDE EL RESERVOIRIO (3683 m.s.n.m.)



N-8091250

N-8091000

N-8090750

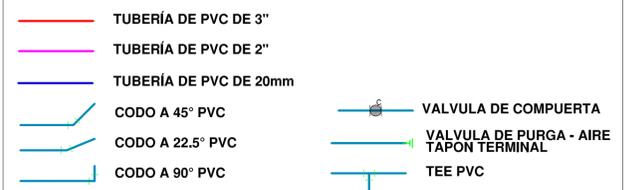
CUADRO DE METRADO

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.
01	TUBERIA PVC - Ø 2"	ml	856.74
02	TUBERIA PVC - Ø 20mm	ml	4425.93
03	VÁLVULA DE COMPUERTA HD - Ø 20mm	UND	39
04	VÁLVULA DE COMPUERTA HD - Ø 2"	UND	08
05	TEE HD 20mm x 20mm	UND	24
06	TEE HD 2" x 20mm	UND	01
07	TEE HD 2" x 2"	UND	15

CUADRO DE METRADO

N°	DESCRIPCION	UNID.	CANTID.
08	CODO 90° HED 20mm	UND	09
09	CODO 90° HED 2"	UND	01
10	CRUZ HD 20mm	UND	02
11	CRUZ HD 2" x 20mm	UND	03
12	TAPÓN PVC 20mm	UND	09
13	VALVULA PURGA DE AIRE 20mm	UND	06
14	VALVULA PURGA DE AIRE 20mm	UND	03

LEYENDA



TÍTULO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA OPTIMIZACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO EN EL DISTRITO DE CAMILACA, PROVINCIA DE CANDARAVE, TACNA"	
TESISTA: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI	
PLANO: REDES DE AGUA POTABLE - NUEVA CAMILACA	FECHA: MAYO 2021
DISEÑO: BACH. KELLY MILAGROS LIMACHE MAMANI	ESCALA: VARIABLE
LÁMINA N°: 04	

TUBERÍAS Y CONEXIONES DE PVC-U

Productos de calidad para la tranquilidad de su hogar



PAVCO
wavin



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA CON ROSCA NTP 399.166 : 2008 (REVISADA EL 2018)

Diámetro Exterior		Longitud			Rosca NPT	Clase 10 145 PSI (10 Bar)	
Nominal	Real	Total	Rosca	Útil	Hilos	Espesor	Peso Aprox.
(Pulg)	(mm)	(metros)	(mm)	(Metros)	Número	(mm)	(Kg x tubo)
1/2"	21.0	5.00	17.2	5.00	14	2.9	1.277
3/4"	26.5	5.00	17.5	5.00	14	2.9	1.663
1"	33.0	5.00	21.8	5.00	11 1/2	3.4	2.443
1 1/4"	42.0	5.00	22.4	5.00	11 1/2	3.6	3.353
1 1/2"	48.0	5.00	22.8	5.00	11 1/2	3.7	3.975
2"	60.0	5.00	23.7	5.00	11 1/2	3.9	5.303

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA PARA AGUA FRÍA PRESIÓN NTP 399.002: 2015

Diámetro Exterior		Longitud		Clase 5 72 PSI (5 bar)		Clase 7.5 108 Psi (7.5 bar)		Clase 10 145 PSI (10 bar)		Clase 15 215 PSI (15 bar)	
Nominal	Real	Total	Útil	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso	Espesor	Peso
(Pulg)	(mm)	(metros)	(metros)	(mm)	(Kg/tubo)	(mm)	(Kg/tubo)	(mm)	(Kg x tubo)	(mm)	(Kg x tubo)
1/2" (*)	21.0	5.00	4.97	-	-	-	-	1.8	0.841	1.8	0.841
3/4" (*)	26.5	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.082	1.8	1.082
1"	33.0	5.00	4.96	-	-	-	-	1.8	1.365	2.3	1.717
1 1/4"	42.0	5.00	4.96	-	-	1.8	1.758	2.0	1.943	2.9	2.755
1 1/2"	48.0	5.00	4.96	-	-	1.8	2.020	2.3	2.554	3.3	3.584
2"	60.0	5.00	4.95	1.8	2.544	2.2	3.088	2.9	4.021	4.2	5.692
2 1/2"	73.0	5.00	4.94	1.8	3.111	2.6	4.444	3.5	5.905	5.1	8.407
3"	88.5	5.00	4.93	2.2	4.608	3.2	6.625	4.2	8.593	6.2	12.385
4"	114.0	5.00	4.90	2.8	7.562	4.1	10.944	5.4	14.244	8.0	20.597
6"	168.0	5.00	4.86	4.1	16.326	6.1	23.995	8.0	31.099	11.7	44.432
8"	219.0	5.00	4.82	5.3	27.519	-	-	-	-	-	-

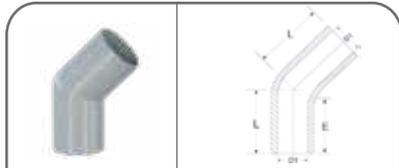
(*) Sello Sedapal para 21mm y 26.5mm según especificación técnica SEDAPAL.



TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA CON PRESIÓN SEGÚN NTP 399.002 : 2015 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002

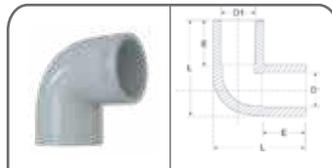
Contamos con tuberías en medidas desde 1/2" hasta 6" para presiones de trabajo 5, 7.5, 10 y 15 bar respectivamente. Todas nuestras conexiones se fabrican en clase 10 con unión simple presión (SP)

CODOS 45° SP



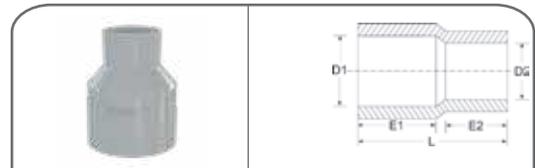
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	35	25	0.018	T
3/4"	26.7	43	30	0.030	T
1"	33.3	51	35	0.040	T
1 1/4"	42.3	63	42	0.085	T
1 1/2"	48.3	72	48	0.115	T
2"	60.3	90	60	0.160	T
2 1/2"	73.3	109	73	0.270	T
3"	84.0	133	89	0.450	T
4"	114.4	171	114	0.800	T
6"	168.5	252	168	3.250	T

CODOS A 90° SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	23	0.028	I
3/4"	26.7	57	25	0.047	I
1"	33.2	68	29	0.068	I
1 1/4"	42.4	93	33	0.090	I
1 1/2"	48.2	93	33	0.225	I
2"	60.2	115	45	0.251	I
2 1/2"	73.6	155	62	0.500	T
3"	88.7	143	62	0.502	I
4"	114.8	242	97	1.000	T
6"	169.0	356	143	3.500	T

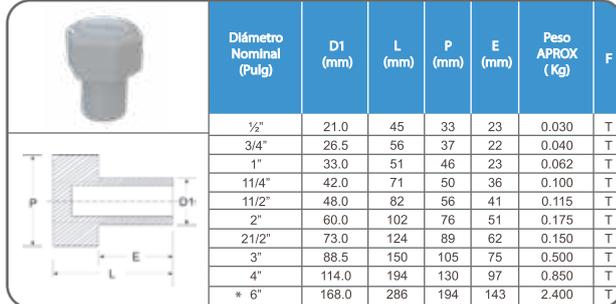
REDUCCIONES SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	Peso APROX (Kg)	F
3/4" a 1/2"	26.7	21.2	51	25	20	0.025	I
1" a 1/2"	33.2	21.2	53	28	18	0.030	I
1" a 3/4"	33.2	26.7	56	28	22	0.030	I
1 1/4" a 1"	42.0	33.0	73	36	28	0.060	T
1 1/2" a 1"	48.0	33.0	79	41	28	0.075	T
1 1/2" a 1 1/4"	48.0	42.0	88	41	36	0.100	T
2" a 1"	60.0	33.0	91	51	28	0.100	T
2" a 1 1/4"	60.0	42.0	100	51	36	0.098	T
2" a 1 1/2"	60.0	48.0	106	51	41	0.100	T
2 1/2" a 1 1/2"	73.0	48.0	118	62	41	0.203	T
2 1/2" a 2"	73.0	60.0	130	62	51	0.175	T
3" a 1 1/2"	88.5	48.0	133	75	41	0.300	T
3" a 2"	88.5	60.0	145	75	51	0.300	T
3" a 2 1/2"	88.5	73.0	158	75	62	0.305	T
4" a 2"	114.0	60.0	170	97	51	0.575	T
4" a 2 1/2"	114.0	73.0	183	97	62	0.550	T
4" a 3"	114.0	88.5	198	97	75	0.585	T
6" a 4"	168.0	114.0	276	143	97	0.200	T

TAPÓN MACHO SP

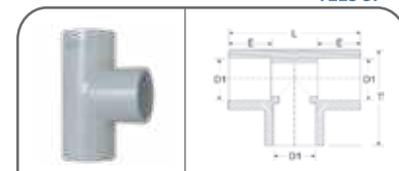
F = Proceso de Fabricación
I = Inyección
T = Transformado

Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	P (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.0	45	33	23	0.030	T
3/4"	26.5	56	37	22	0.040	T
1"	33.0	51	46	23	0.062	T
1 1/4"	42.0	71	50	36	0.100	T
1 1/2"	48.0	82	56	41	0.115	T
2"	60.0	102	76	51	0.175	T
2 1/2"	73.0	124	89	62	0.150	T
3"	88.5	150	105	75	0.500	T
4"	114.0	194	130	97	0.850	T
* 6"	168.0	286	194	143	2.400	T

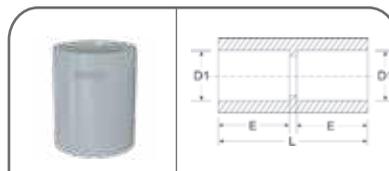
*Consultar con vendedor

TEES SP



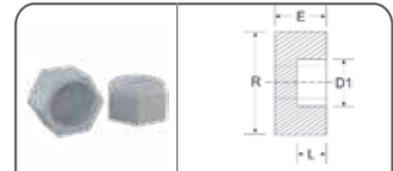
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	67	48	23	0.036	I
3/4"	26.7	79	57	26	0.054	I
1"	33.2	94	68	29	0.094	I
1 1/4"	42.4	123	88	36	0.275	I
1 1/2"	48.2	123	88	36	0.308	I
2"	60.2	153	109	46	0.345	I
2 1/2"	73.6	240	184	62	0.550	T
3"	88.1	320	230	75	0.912	T
4"	114.8	418	328	97	1.700	T
6"	169.0	576	443	143	6.500	T

UNIONES SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	48	22	0.026	I
3/4"	26.7	53	26	0.040	I
1"	33.2	58	29	0.052	I
1 1/4"	42.3	77	33	0.065	I
1 1/2"	48.2	77	33	0.109	I
2"	60.2	97	46	0.184	I
2 1/2"	73.3	130	62	0.210	T
3"	88.8	158	75	0.370	T
4"	114.3	203	97	0.650	T
6"	168.5	300	143	2.500	T

TAPÓN HEMBRA SP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	Peso APROX (Kg)	F
1/2"	21.2	33	22	0.020	I
3/4"	26.7	37	22	0.022	I
1"	33.2	46	22	0.032	I
1 1/4"	42.4	49	36	0.045	T
1 1/2"	48.4	57	41	0.055	T
2"	60.5	59	51	0.125	T
2 1/2"	73.6	82	62	0.150	T
3"	89.1	101	75	0.270	T
4"	114.8	116	97	0.450	T
6"	169.0	190	143	0.946	T

Nota: Todas las dimensiones y pesos son referenciales. Las dimensiones son para diseño y pueden variar por el proceso de fabricación de Termoformado.

Propiedades Físicas y Mecánicas del PVC

PROPIEDADES	NORMA	UNIDADES
Peso Específico a 25°C	ASTM D-792	1.41gr/cm3
coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D-696	0.06 mm / m / °C
Constante Dieléctrica	ASTM D-150	A 10 ³ -10 ⁶ Hz:3.0 - 3.8
Inflamabilidad	NTP 399.007	Autoextinguible
Coefficiente de Fricción	-	n=0.009 Manning; C= 150 Hazen-Williams
Tensión de Diseño	-	100 bar
Resistencia a la Tracción	ASTM D-638	48 Mpa

Propiedades y Ventajas de las Tuberías y Conexiones

- Tuberías diseñadas, fabricadas y comercializadas bajo la garantía de sistema de calidad ISO 9001:2015.
- Materia prima: PVC virgen sin estabilizantes de plomo, lo cual reduce el impacto ambiental.
- Fabricado por la empresa N° 1 de Latinoamérica en Tubosistemas, lo cual brinda un respaldo de calidad internacional.
- Mexichem desarrolla sus actividades enmarcadas en valores como la integridad, que se refleja en un comportamiento ético con responsabilidad social y ambiental; la innovación constante en el mejoramiento de nuestros productos; y la búsqueda de soluciones completas que nos permite ofrecerle la mayor variedad de tuberías y conexiones en el Perú.

Agua Fría con Rosca

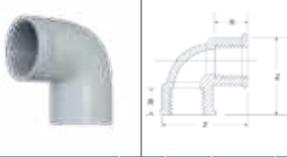
TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA AGUA FRÍA CON ROSCA SEGÚN NTP 399.166 : 2008 (2018) / NTP 399.019 : 2015 / NTE 002

Son fabricadas en diámetros desde 1/2 hasta 2" para una presión de trabajo de 10 bar (145 psi).

Las roscas usadas son NTP y contamos con conexiones en diversos tamaños y variedades.

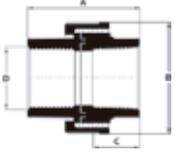
Nuestros accesorios son fabricados en color Gris o Blanco.

CODO 90° CON ROSCA



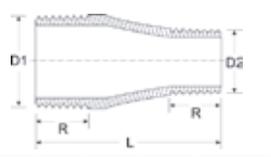
Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	45	17	0.020	I
3/4"	55	17	0.052	I
1"	64	21	0.074	I
1 1/4"	90	22	0.200	I
1 1/2"	90	22	0.168	I
2"	115	24	0.289	I

UNIÓN UNIVERSAL CON ROSCA



Diámetro ref.	A (mm)	B (mm)	C (mm)	F
1/2"	43	46.5	16	I
3/4"	46	52	17.5	I
1"	53	62	20.5	I

REDUCCION CON ROSCA EXTERNA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	R1 (mm)	R2 (mm)	PESO (Kg)	F
3/4" - 1/2"	26.7	21.3	63	17	17	0.021	I
1" - 1/2"	23.4	21.3	53	21	17	0.025	T
1" - 3/4"	33.4	26.7	58	21	17	0.028	T
1 1/4" a 1/2"	42.2	21.3	67	22	17	0.047	T
1 1/4" a 3/4"	42.2	26.7	67	22	17	0.045	T
1 1/4" a 1"	42.2	33.4	73	22	21	0.050	T
1 1/2" a 1/2"	48.3	21.3	79	22	17	0.055	T
1 1/2" a 3/4"	48.3	26.7	79	22	17	0.060	T
1 1/2" a 1"	48.3	33.4	79	22	21	0.070	T
1 1/2" a 1 1/4"	48.3	42.2	88	22	22	0.050	T
2" a 1"	60.3	33.4	91	24	21	0.100	T
2" a 1 1/4"	60.3	42.2	100	24	22	0.115	T
2" a 1 1/2"	60.3	48.3	106	24	22	0.125	T

TEE CON ROSCA



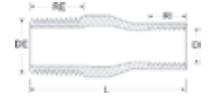
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	T (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	44	62	17	0.025	I
3/4"	23.8	53	73	17	0.041	I
1"	29.9	64	88	21	0.063	I
1 1/4"	38.7	86	122	22	0.280	I
1 1/2"	44.8	86	122	22	0.350	I
2"	56.8	109	153	24	0.404	I

CODO CACHIMBA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E (mm)	Z (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	21.3	48.5	20.3	0.020	I
3/4"	26.7	21.8	59.1	21.4	0.060	I

BUSHING CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	DE (mm)	D1 (mm)	L (mm)	RE (mm)	RI (mm)	PESO (Kg)	F
* 3/4" - 1/2"	18.4	26.7	23	14	15	0.009	I
* 1" - 1/2"	18.4	33.4	30	21	17	0.021	I
* 1" - 3/4"	23.8	33.4	30	21	17	0.017	I
* 1 1/4" - 1"	29.9	42.2	82	22	21	0.070	T
* 1 1/2" - 1"	29.9	48.3	70	22	21	0.057	T
* 1 1/2" - 1 1/4"	38.7	48.3	70	22	22	0.085	T
* 2" - 1"	29.9	60.3	92	24	21	0.124	T
* 2" - 1 1/2"	44.8	60.3	90	24	22	0.113	T

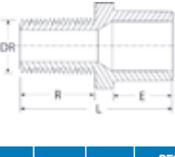
*Consultar presentación y disponibilidad con su vendedor.

UNION CON ROSCA INTERNA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2" RI	18.4	48	17	0.029	I
3/4" RI	23.8	53	17	0.042	I
1" RI	29.9	56	21	0.053	I
1 1/4" RI	38.7	77	22	0.167	I
1 1/2" RI	44.8	77	22	0.130	I
2" RI	56.8	97	24	0.125	I

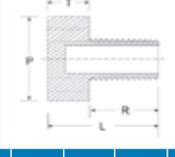
ADAPTADOR UNIÓN PRESIÓN-ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.3	46	23	17	0.017	I
3/4"	26.7	50	27	17	0.023	I
1"	33.2	57	29	21	0.040	I
1 1/4"	42.4	66	36	22	0.050	T
1 1/2"	48.4	72	41	22	0.075	T
2"	60.5	89	51	23	0.130	T
2 1/2"	73.6	107	62	35	0.145	T
3"	89.1	126	75	36	0.250	T
4"	114.9	157	97		0.500	T
6"	169.0	300	143		1.600	T

R= Longitud Mínima de Rosca D1 = Diámetro entrada de Campana

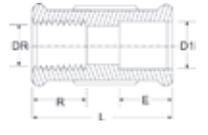
TAPÓN MACHO CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	P (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
* 1/2"	21.3	30	8	33	17	0.030	I
* 3/4"	26.7	28	8	16	17	0.010	I
* 1"	33.4	34	10	19	21	0.016	I
* 1 1/4"	42.2	71	33	50	22	0.090	T
* 1 1/2"	48.3	82	41	56	22	0.100	T
* 2"	60.3	102	48	69	24	0.165	T

*Consultar presentación y disponibilidad con su vendedor.

UNIÓN SOQUET (RI/SP)



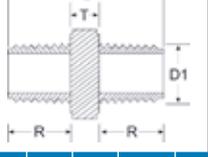
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	E (mm)	R (mm)	PESO APROX. (Kg)	F
1/2"	21.2	48	21	17	0.027	I
3/4"	26.7	53	21	17	0.043	I
1"	33.2	56	23	21	0.052	I
1 1/2"	48.4	77	33	22	0.134	T
2"	60.5	97	46	23	0.203	I

TAPÓN HEMBRA CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	18.4	32	22	17	0.020	I
3/4"	23.8	36	22	17	0.023	I
1"	29.9	46	22	17	0.034	I
1 1/4"	38.7	53	36	22	0.045	T
1 1/2"	44.8	60	41	22	0.055	T
2"	56.8	74	51	24	0.075	T

NIPLE CON ROSCA



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	L (mm)	T (mm)	R (mm)	PESO (Kg)	F
1/2"	21.3	40	7	16	0.010	I

UNIÓN DE REPARACIÓN

1 1/2", 3/4" y 1"

Con Unión Flexible

F= Proceso de Fabricación
I = Inyección
T=Termoformado

Nota: Todas las imagenes son referenciales.

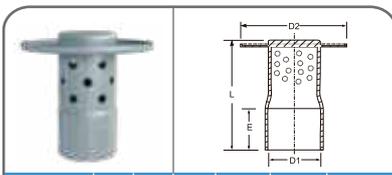
TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA DESAGÜE SEGÚN NTP 399.003 : 2015 / NTP 399.172 : 2014 / 2019 NTE 009

Esta tubería es fabricada bajo la norma NTP 399.003 y se fabrica en dos clases: Liviana y Pesada. Contamos con la más amplia variedad de conexiones, las cuales tenemos disponibles en gris o blanco. Las conexiones transformadas son probadas y revisadas por nuestro laboratorio de control de calidad, asegurando que cumplan las exigencias establecidas por las normas técnicas.

Características Técnicas de la tubería para desagüe NTP 399.003 / NTE 009

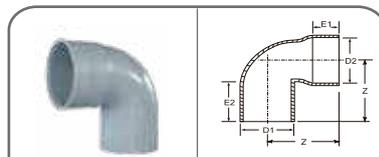
Diámetro Exterior		Longitud		Clase Liviana		Clase Pesada	
Nominal (pulg)	Real (mm)	Total (metros)	Util (metros)	Espesor (mm)	Peso (kg tubo)	Espesor (mm)	Peso (kg tubo)
1 1/2	41.0	3.00	2.97	1.3	0.768	-	-
2	54.0	3.00	2.96	1.3	1.019	1.7	1.324
3	80.0	3.00	2.94	1.4	1.635	2.0	2.322
4	105.0	3.00	2.92	1.7	2.611	2.6	3.960
6	168.0	5.00	4.87	2.8	11.453	4.1	16.639

SOMBRERO DE VENTILACIÓN



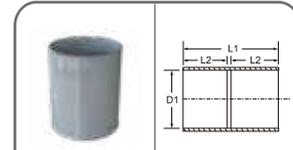
Ø NOMINAL PULG	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	E (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	41.0	92	85	35	0.045	T
2	54.0	125	115	46	0.080	I
3	80.0	170	160	68	0.175	T
4	105.0	210	230	89	0.350	T
6	168.0	380	300	142	1.000	T

CODO 90°



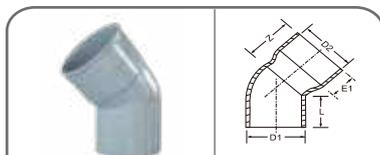
Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	Peso (kg)	F
1 1/2	70	35	37	41.0	41.5	0.037	I
2	64	33	38	54.0	54.3	0.058	I
3	123	56	70	80.0	80.3	0.180	I
4	117	59	65	105.0	105.3	0.232	I
6	262	142	170	168.0	169.0	1.700	T

UNIÓN



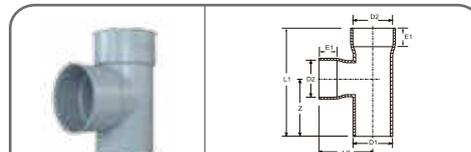
Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	Peso (kg)	F
1 1/2	73	35	41.5	0.022	T
2	84	40	54.3	0.043	I
3	143	68	80.3	0.085	T
4	144	70	105.3	0.173	I
6	300	143	169.0	0.825	T

CODO 45°



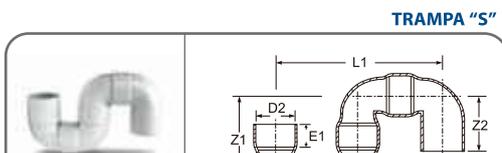
Ø NOMINAL PULG	L (mm)	E1 (mm)	Z (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	Peso (kg)	F
1 1/2	35	31	35	41.0	41.5	0.030	T
2	40	33	41	54.0	54.3	0.051	I
3	67	56	67	80.0	80.3	0.135	I
4	64	61	68	105.0	105.3	0.200	I
6	143	154	143	168.0	169.0	0.900	T

TEE



Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	122	65	61	35	41.0	41.5	0.060	T
2	135	65	65	33	54.0	54.3	0.085	I
3	236	130	120	65	80.0	80.3	0.334	I
4	234	122	117	55	105.0	105.3	0.314	I
6	495	162	238	142	168.0	169.0	0.200	T

TEE DOBLE

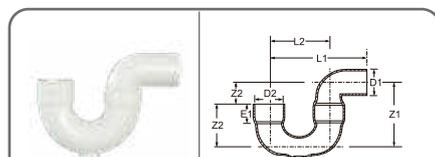


Ø NOMINAL PULG	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/2	80	68	58	30	41.0	41.5	0.110	T
2	100	105	68	34	54.0	54.3	0.250	T
3	154	150	122	55	80.0	80.3	0.750	T
4	176	180	123	61	105.0	105.3	1.700	T



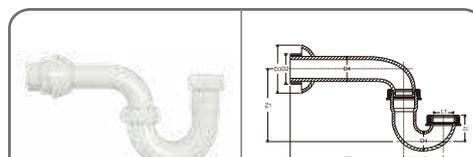
Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
2	87	160	86	40	54.0	54.3	0.130	I
4	158	294	161	73	105.0	105.3	0.582	I

TRAMPA "P" CON REGISTRO



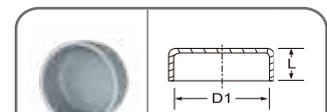
Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	PESO (Kg)	F
2	190	110	123	90	20	54.0	0.285	I

SIFÓN DESMONTABLE



Ø NOMINAL PULG	Z1 (mm)	Z2 (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	D4 (mm)	PESO (Kg)	F
1 1/4 / 1 1/2	147	59	83	198	39.4	54.4	74	38	0.300	I

TAPONES



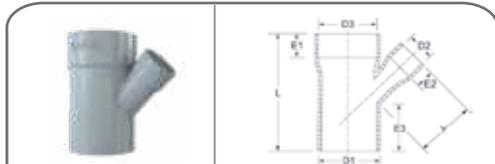
Ø NOMINAL PULG	D1 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1 1/2	41.5	20	0.010	T
2	54.3	27	0.020	I
3	80.3	33	0.043	I
4	105.3	33	0.100	I
6	169.0	50	0.220	T

F= Proceso de Fabricación
I= Inyección
T=Termoformado

Nota: Todas las imagenes son referenciales.

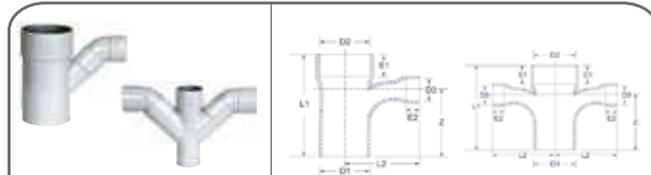
TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA DESAGÜE

YEE CON REDUCCIÓN



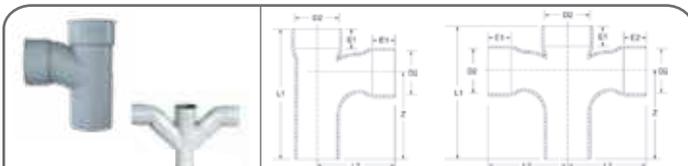
Ø NOMINAL PULG	L (mm)	y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	E3 (mm)	D1 (mm)	D3 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
3-2	205	99	53	41	63	80.0	80.3	54.3	0.200	I
4-2	201	101	54	37	58	105.0	105.3	54.3	0.320	I
4-3	284	141	75	57	87	105.0	105.3	80.3	0.433	I
6-2	492	136	142	150	35	168.0	169.0	54.3	1.500	T
6-3	492	181	142	150	55	168.0	169.0	80.3	1.500	T
6-4	492	181	142	150	62	168.0	169.0	105.3	2.200	T

TEE SANITARIA CON REDUCCIÓN SIMPLE - DOBLE



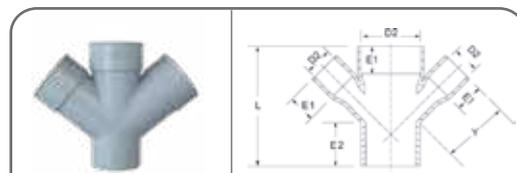
Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	PESO (Kg)		F
									SIMPLE	DOBLE	
2-11/2	130	110	80	35	35	54.0	54.6	41.5	0.100	-	T
3-2	205	155	145	55	35	80.0	80.5	54.3	0.216	0.270	T
4-2	240	150	144	75	35	105.0	105.8	54.3	0.350	0.375	T
4-3	275	185	177	75	55	105.0	105.8	80.3	0.480	0.650	T
6-3	492	262	342	142	55	168.0	169.0	80.3	1.100	-	T
6-4	492	262	342	142	62	168.0	169.0	105.5	1.300	1.575	T
8-4	586	282	386	186	62	219.0	220.4	105.5	1.732	-	T

TEE SANITARIA SIMPLE - TEE SANITARIA DOBLE



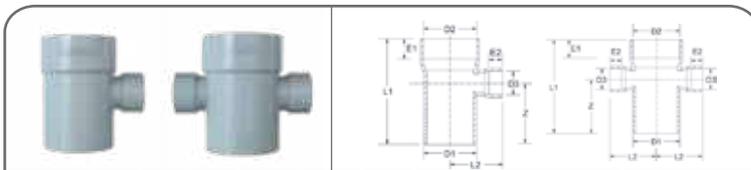
Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	Z (mm)	PESO (Kg)		F	
							SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE
11/2	130	95	95	41.0	41.5	80	0.075	0.085	T	T
2	180	100	45	54.0	54.3	116	0.124	0.226	I	T
3	205	185	55	80.0	80.3	150	0.325	0.450	T	T
4	315	179	65	105.0	105.3	222	0.625	0.950	I	T
6	552	452	142	168.0	169.0	416	2.250	-	T	-

YEE DOBLE



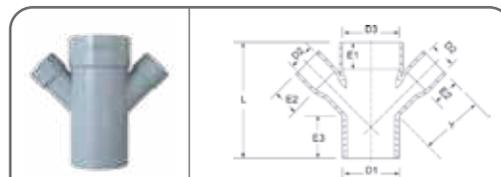
Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	140	78	35	22	41.0	41.5	0.070	T
2	174	102	39	48	54.0	54.3	0.148	I
3	244	145	52	44	80.0	80.3	0.317	I
4	290	176	59	71	105.0	105.3	0.650	I
6	552	367	142	137	168.0	169.0	2.700	T

TEE CON REDUCCIÓN SIMPLE - DOBLE



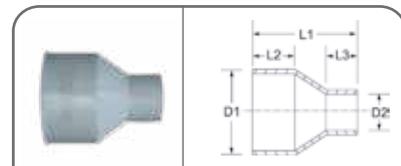
Ø NOMINAL PULG	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	PESOS		F	
									SIMPLE	DOBLE	SIMPLE	DOBLE
2-11/2	61	72	65	54.0	54.3	41.5	35	35	0.075	-	T	-
3-2	97	188	90	80.0	80.5	54.3	55	35	0.150	0.200	T	T
4-2	90	184	55	105.0	105.3	54.3	58	35	-	0.280	I	-
4-2	130	237	112	105.0	105.3	54.3	75	40	0.228	-	I	T
4-3	130	262	135	105.0	105.8	80.3	75	55	0.315	0.392	T	T
6-3	238	420	182	168.0	169.0	80.3	142	55	0.875	-	T	-
6-4	238	420	182	168.0	169.0	105.8	142	62	0.700	-	T	-

YEE DOBLE CON REDUCCIÓN



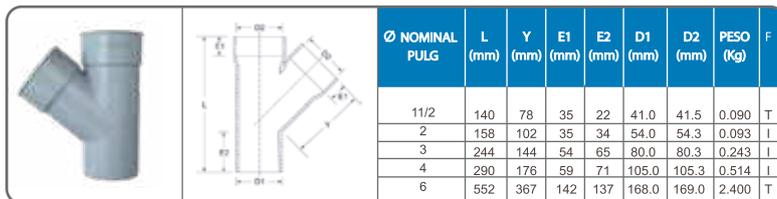
Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	E3 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	PESO (Kg)	F
3-2	204	98	52	40	63	80.0	80.3	54.3	0.225	I
4-2	246	98	72	40	86	105.0	105.3	54.3	0.340	I
4-3	284	141	59	82	46	105.0	105.3	80.3	0.410	T
6-4	492	181	142	150	62	168.0	169.0	105.3	1.400	T

REDUCCIÓN



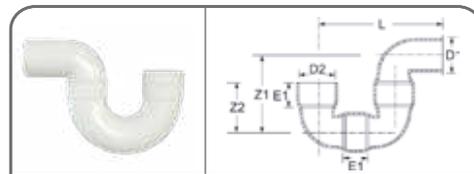
Ø NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
2-11/2	97	46	35	54.2	41.5	0.033	T
3-2	137	68	46	80.2	54.5	0.075	I
4-2	132	59	38	105.2	54.5	0.127	I
4-3	189	89	68	105.2	80.5	0.168	I
6-3	278	143	68	168.3	54.2	0.765	T
6-4	278	143	89	168.3	105.2	1.064	T

YEE



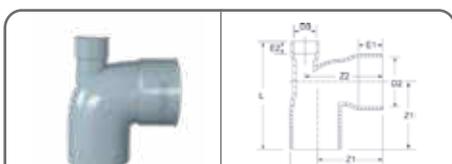
Ø NOMINAL PULG	L (mm)	Y (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	140	78	35	22	41.0	41.5	0.090	T
2	158	102	35	34	54.0	54.3	0.093	I
3	244	144	54	65	80.0	80.3	0.243	I
4	290	176	59	71	105.0	105.3	0.514	I
6	552	367	142	137	168.0	169.0	2.400	T

TRAMPA P



NOMINAL PULG	L1 (mm)	L2 (mm)	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	PESO (Kg)	F
11/2	80	56	68	56	30	41.0	41.5	0.100	T
2	115	80	120	27	22	54.0	54.3	0.263	I
3	154	108	150	108	55	80.0	80.3	0.450	T
4	176	117	180	117	61	105.0	105.3	1.050	T
6	384	262	384	262	142	169.0	169.0	4.500	T

CODO VENTILACIÓN



Ø NOMINAL PULG	Z1 (mm)	Z2 (mm)	E1 (mm)	E2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)	L (mm)	PESO (Kg)	F
4-2	117	133	58	33	105.0	105.3	54.3	201	0.253	I

F= Proceso de Fabricación
I = Inyección
T=Transformado

Nota: Todas las imágenes y pesos son referenciales.

TUBERÍAS Y CONEXIONES PARA ELECTRICIDAD SEGÚN

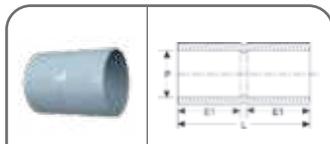
NTP 399.006:2015 / NTE 012 / NTE 007

Esta tubería es fabricada bajo norma NTP 399.006 y se fabrican en dos clases, Liviana (SEL) y Pesada (SAP). Las Tuberías y conexiones SEL y SAP son fabricadas en color Gris.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA TUBERÍA ELÉCTRICA NTP 399.006 / NTE 012

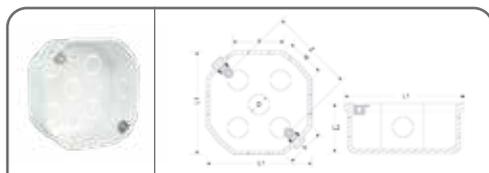
Diámetro Nominal (Pulg)	Longitud Total (Metros)	SEL					SAP				
		β Nominal (mm)	β Real (mm)	Longitud Util (Metros)	Espesor (mm)	Peso Aprox. Kg x tubo	β Nominal (mm)	β Real (mm)	Longitud Util (Metros)	Espesor (mm)	Peso Aprox. Kg x tubo
1/2	3.00	11	12.7	2.99	1.1	0.191	15	21.0	2.98	1.8	0.516
5/8	3.00	13	15.9	2.99	1.1	0.243	-	-	-	-	-
3/4	3.00	15	19.1	2.98	1.2	0.321	20	26.5	2.98	1.8	0.663
1	3.00	20	25.4	2.98	1.3	0.467	25	33.0	2.97	1.8	0.838
1 1/4	3.00	25	31.8	2.97	1.3	0.602	35	42.0	2.97	2.0	1.193
1 1/2	3.00	35	38.1	2.97	1.6	0.871	40	48.0	2.96	2.3	1.567
2	3.00	40	50.8	2.96	1.7	1.245	50	60.0	2.96	2.8	2.389
2 1/2	3.00	-	-	-	-	-	65	73.0	2.95	3.5	3.627
3	3.00	-	-	-	-	-	80	88.5	2.94	3.8	4.798
4	3.00	-	-	-	-	-	100	114.0	2.93	4.0	6.558

UNIONES SEL



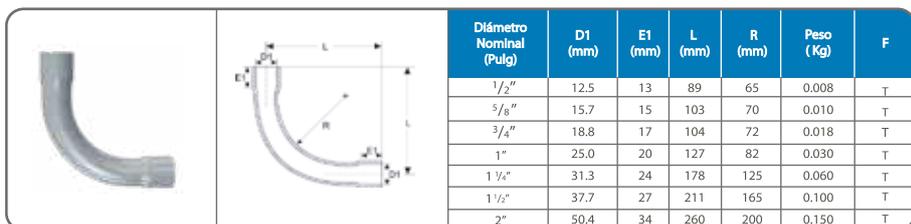
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.9	11	26	0.003	T
5/8"	16.1	13	36	0.003	T
3/4"	19.3	15	40	0.005	T
1"	25.7	20	48	0.008	T
1 1/4"	32.0	26	56	0.015	T
1 1/2"	38.4	31	64	0.025	T
2"	51.2	41	91	0.035	T

CAJA DE PASE OCTAGONAL



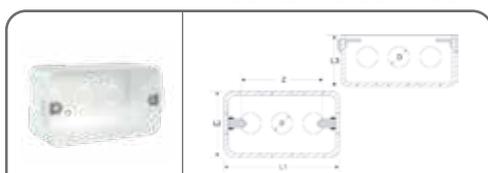
Diámetro Nominal (Pulg)	a (mm)	b (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	Z (mm)	D (mm)	Peso (Kg)	F
3 1/2" x 3 1/2" x 1 1/2"	47	33	93	43	75	21.3	0.050	I

CURVAS SEL



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E1 (mm)	L (mm)	R (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.5	13	89	65	0.008	T
5/8"	15.7	15	103	70	0.010	T
3/4"	18.8	17	104	72	0.018	T
1"	25.0	20	127	82	0.030	T
1 1/4"	31.3	24	178	125	0.060	T
1 1/2"	37.7	27	211	165	0.100	T
2"	50.4	34	260	200	0.150	T

CAJA DE PASE RECTANGULAR



Diámetro Nominal (Pulg)	Z (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	D (mm)	Peso (Kg)	F
4" x 2" x 1 1/2"	83	105	57	45	21.3	0.050	I

SOLDADURA PARA PVC

La soldadura líquida PAVCO para PVC, está especificada para unir tuberías y accesorios de PVC hasta 12". Cumple con las normas ASTM D-2564 y NTP399.090, está formulada para un secado extra rápido y es capaz de soportar la más altas presiones hidrostáticas. El tipo de soldadura a emplear se debe seleccionar en función al diámetro de la tubería a soldar. El producto es fabricado con material 100% virgen, y está completamente homogenizado, libre de grumos y sustancias extrañas.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA SOLDADURA DE PVC

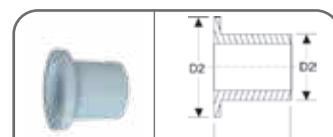
REGULAR	1/4	1/8	1/16	1/32	1/28 GAL	1/64 GAL	Recomendado para alta presión hasta 2" de diámetro y hasta 4" sin presión.	VISCOSIDAD MÍNIMA(cP): 90 a 499
	1/4	1/8	1/16	1/32	1/32 GAL	1/16 GAL		
	1/4	1/8	1/16	1/32	1/8 GAL	1/4 GAL		
MEDIUM	1/4	1/8	1/16	1/32	1/4 GAL	1/16 GAL	Recomendado para alta presión hasta 2 1/2" hasta 6" de diámetro.	VISCOSIDAD MÍNIMA(cP): 500 a 1 599

CURVAS SAP



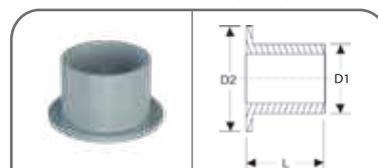
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	E1 (mm)	L1 (mm)	R (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	21.3	21.0	18	81	52	0.037	T
3/4"	26.8	26.5	21	125	91	0.057	T
1"	33.3	33.0	25	143	102	0.084	T
1 1/4"	42.3	42.0	30	187	136	0.132	T
1 1/2"	48.3	48.0	33	203	145	0.185	T
2"	60.3	60.0	40	251	181	0.338	T
2 1/2"	73.3	73.0	47	330	246	0.600	T
3"	88.8	88.5	55	418	319	1.225	T
4"	114.3	114.0	69	526	400	1.700	T

CONECTOR SEL



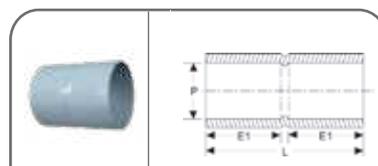
Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	12.5	19	16	0.002	T
5/8"	15.7	22	15	0.002	T
3/4"	18.8	25	18	0.003	I
1"	25.0	33	23	0.005	T
1 1/4"	31.3	40	29	0.001	T
1 1/2"	37.7	46	34	0.015	T
2"	50.4	59	44	0.020	T

CONECTOR SAP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	D2 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	17.6	29	22	0.007	T
3/4"	23.2	35	24	0.012	T
1"	29.3	41	27	0.018	T
1 1/4"	38.0	52	33	0.030	T
1 1/2"	43.6	58	38	0.045	T
2"	54.3	70	44	0.077	T
2 1/2"	66.3	93	53	0.130	T
3"	80.9	109	62	0.197	T
4"	106.2	134	77	0.305	T

UNIONES SAP



Diámetro Nominal (Pulg)	D1 (mm)	E1 (mm)	L (mm)	Peso (Kg)	F
1/2"	21.3	18	38	0.015	T
3/4"	26.8	21	44	0.021	T
1"	33.3	24	50	0.033	T
1 1/4"	42.3	29	61	0.051	T
1 1/2"	48.3	33	69	0.073	T
2"	60.3	39	82	0.124	T
2 1/2"	73.3	46	97	0.208	T
3"	88.8	55	116	0.343	T
4"	114.3	69	145	0.587	T

En Mexichem tenemos un compromiso diario con nuestros clientes, el medio ambiente y la comunidad.



Integridad Confianza Innovación Soluciones



Advertencia:

La exposición directa al fuego de tuberías PVC ocasiona la pérdida de sus propiedades físicas y mecánicas.