



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN Y ESTUDIO DE REDES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE CHIPAO, DEL DISTRITO DE CHIPAO – PROVINCIA DE LUCANAS – REGIÓN AYACUCHO 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Jesus Alfredo Huancahuari Guzman

Asesor:

Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Crescencio Jesús Huancahuari Huamán y Dolores Guzmán Aspur por su amor y fortaleza, a Sandra Espino Espinoza por el amor que nos tenemos, a mis queridos hermanos Sonia, Luis y Fernando por el afecto a su manera, a mis sobrinos Keisi, Thaisa y Antoine por la motivación necesaria.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional.
Agradezco a Sandra por estar presente en el desarrollo de mi vida personal y profesional.
A mis hermanos y sobrinos que son la motivación necesaria.
A la familia Espino Espinoza.
A la Universidad Privada del Norte, por ser realizadores de muchas metas.
A mi asesor, Mg. Ing. Julio Christian Quesada Llanto, por el apoyo brindado con su experiencia y profesionalismo para elaborar este trabajo de suficiencia profesional.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	13
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	65
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
REFERENCIAS	82
ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de Aforo realizado por método volumétrico	31
Tabla 2 Nube de puntos cambio de estaciones	32
Tabla 3 Periodo de vida útil.....	37
Tabla 4 Cuadro de población total beneficiaria.....	38
Tabla 5 Tasa de crecimiento Localidad de Chipao, calculo por el método aritmético.....	40
Tabla 6 Dotación adoptaba para viviendas.....	40
Tabla 7 Dotación adoptaba para instituciones públicas.....	40
Tabla 8 Coeficiente de Variación adoptadas	41
Tabla 9 Áreas de influencia total 276,389 m ² (27.63 ha)	43
Tabla 10 Demanda de en los nodos	44
Tabla 11 Modelamiento hidráulico de red existente de agua potable	47
Tabla 12 Reporte de características hidráulicas en los nodos	49
Tabla 13 Modelamiento hidráulico de red sectorizado de agua potable	52
Tabla 14 Reporte de características hidráulicas en los nodos sectorizados.....	55
Tabla 15 Caudal captado en época de estiaje	65
Tabla 16 Caudal en línea de conducción	66
Tabla 17 Volumen de Reservorio de la localidad de Chipao	66
Tabla 18 Periodo útil de la red de distribución.....	67
Tabla 19 Reporte de características hidráulicas en los nodos de la red existente	67
Tabla 20 Modelamiento hidráulico de red existente agua potable	69
Tabla 21 Reporte de características hidráulicas en los nodos sectorizados.....	73
Tabla 22 Modelamiento hidráulico de red sectorizado de agua potable	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organigrama Municipalidad distrital de Chipao.....	12
Figura 2 Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable GST.....	13
Figura 3 Resultado de análisis químicos del Puquial Saccsihua, página 1-2	15
Figura 4 Resultado de análisis químicos del Puquial Saccsihua, página 2-2	16
Figura 5 Captación Saccsihua tipo manantial en ladera	17
Figura 6 Línea de conducción para dotación de agua potable localidad de Chipao.....	18
Figura 7 Cámara Rompe de Línea de conducción - localidad de Chipao	20
Figura 8 Reservorio 40 m ³ – localidad de Chipao	21
Figura 9 Red de sistema de agua potable de la localidad de Chipao antes de realizar la evaluación y estudio de las redes.....	23
Figura 10 Mapa del distrito de Chipao – Lucanas - Ayacucho	26
Figura 11 Aforo por el método volumétrico.....	31
Figura 12 Levantamiento topografía en calle José M. Arguedas localidad de Chipao	33
Figura 13 Plano de red existente de agua potable de la localidad de Chipao.....	34
Figura 14 Tuberías de la red distribución colapsadas por estar enterradas superficialmente	35
Figura 15 Abrazaderas de F°F° en conexiones domiciliarias.....	35
Figura 16 Estado de una caja y tapa de una válvula de control, totalmente colmatadas.....	36
Figura 17 Accesorio en cruz de fabricación artesanal (hechizo).....	36
Figura 18 Numero de población beneficiada y viviendas	38
Figura 19 Población censada, del distrito de Chipao 2007	39
Figura 20 Población censada, por área urbana y rural del distrito de Chipao 2017	39
Figura 21 Plano con curvas de nivel de la localidad de Chipao	42

Figura 22 Polígono de Thiessen en Software WaterCad V8i.....	43
Figura 23 Modelamiento hidráulico de la red de distribución existente del sistema de agua potable	51
Figura 24 Plano hidráulico de redes sectorizados en tuberías	57
Figura 25 Plano hidráulico de redes sectorizados en nodos	58
Figura 26 Plano sectorizado	58
Figura 27 Tubería y accesorio por ser reemplazada	59
Figura 28 Excavación de zanja manual para instalación de tuberías en la Av. Cuba	60
Figura 29 Excavación de zanja con maquinaria para instalación de tuberías en el Jr. Revolución.....	61
Figura 30 Cama de apoyo con arena cernida en Av. Cuba.....	62
Figura 31 Instalación de tuberías y accesorios de PVC.....	63
Figura 32 Relleno con material propio	63
Figura 33 Instalación de válvulas de control	64
Figura 34 Instalación de conexiones domiciliarias con abrazaderas de PVC	64
Figura 35 Sectorización de la red de distribución de agua potable	72
Figura 36 Sección típica de zanja.....	78
Figura 37 Vista de la entrega de una abrazadera de PVC a una pobladora de la localidad de Chipao.....	78

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como objetivo sustentar técnicamente el estado de la red de distribución de agua potable en la localidad de Chipao a fin de mejorar su eficiencia y que la MUNICIPALIDAD DISTRITAL CHIPAO pueda justificar los trabajos de REHABILITACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE ya que al momento de realizar la evaluación del sistema se encuentra con pérdidas de presión, filtraciones, tuberías y accesorios de mala calidad en toda la red; para garantizar la calidad de vida de la población e inicio de las obras de pavimentación, en este año fiscal 2021, la municipalidad Distrital de Chipao encarga la elaboración de un estudio para contar con una solución técnica y ejecutar la rehabilitación solicitada. Las herramientas y modelos utilizados son el Software WaterCAD para el modelamiento de la red existente y evaluación de la posible red de solución, los resultados son mejorar la presión en cada nodo y las conclusiones corresponden a sectorizar las redes mediante válvula de control y así poder satisfacer la demanda de la población. Mis competencias profesionales son el trabajo de campo, verificación y funcionamiento de resultados, del estudio y ejecución en la obra de rehabilitación, siendo la evaluación correctamente ejecutada.

Palabras claves: Red de distribución de sistema de agua potable, Rehabilitación, Evaluación del sistema, Modelamiento de la red.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene la finalidad de describir las habilidades adquiridas desde el año 2017, año que egrese de la Universidad Privada del Norte, y como jefe de la Oficina de División de Servicios Urbano y Rural – DSUR de la Municipalidad distrital de Chipao, durante el periodo julio del 2017 a julio de 2019, además se de aplicar los conocimientos aprendidos en aula tales como abastecimiento de agua y alcantarillado, gestión integral de proyectos, formulación y evaluación de proyectos de ingeniería, metodología de la investigación, ética profesional responsabilidad social, hidráulica de canales y tuberías, costos y presupuestos, topografía y demás.

La evaluación y estudio de la redes de sistema de agua potable en la localidad de Chipao nace por el inicio de las obras de pavimentación del 75% de las calles y jirones de dicha localidad, ya que era una gran irresponsabilidad realizar la pavimentación en el estado actual que se encontraba; la deficiencia y falta de control de una obra de saneamiento de no mayor de 7 años, ocasiono la falta de presión en la zonas altas y toda la red, se debió a filtraciones por accesorios siendo muchas de ellas accesorios hechizo y tuberías que no cuentas con la calidad ni especificaciones técnicas necesarias y requeridas para una obra de saneamiento.

La entidad para la cual preste servicios para dicha evaluación corresponde a la Municipalidad Distrital de Chipao.

Logotipo



Entidad	: Municipalidad Distrital de Chipao
Tipo de Organismo	: Municipalidad Distrital
Clasificación	: Gobierno Local
Dirección de la Entidad	: Jr. Grau Mz. 10 Lt. 2
R.U.C.	: 20226228200
Región	: Ayacucho
Provincia	: Lucanas
Distrito	: Chipao
Representante Legal	: Gregorio Raúl Peña Gutiérrez
Cargo	: alcalde
N° de DNI	: 08922571
Correo	: raulpg2505@hotmail.com

El distrito de Chipao según el dispositivo legal de creación fue creada en la Época de la Independencia, La Municipalidad Distrital de Chipao – MDCH, inicia sus labores hace 28 años, en 1993, en concordancia con la Constitución Política del Estado; Ley N°15532 – Ley de Creación de la Municipalidad; Ley 27783 - Ley de Bases de la Descentralización; Ley N°27972 – Ley Orgánica de las Municipalidades; Ley N°27444 – Ley General de Procedimientos Administrativos; encargado de brindar servicios públicos de manera eficiente y oportuno para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Misión de la entidad

La misión de la Municipalidad Distrital de Chipao es brindar servicios públicos de manera eficiente y oportuna para mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Visión de la entidad

La Municipalidad tiene la visión de ser líder, moderna y eficiente, para hacer del distrito un lugar seguro, ordenado, ecológico y saludable.

Ejes / Líneas Estratégicas

Gobernabilidad, democracia e institucionalidad

Tiene como objetivo promover la gobernabilidad y la participación ciudadana para la gestión integral de desarrollo, en gestión eficiente y eficaz.

Desarrollo urbano y medio ambiente.

El objetivo corresponde a mejorar y mantener el distrito limpio y saludable, además de reorganizar y mejorar el espacio público, promoviendo un programa integral de vialidad urbana.

Desarrollo humano, educación, salud, empleo, cultura e identidad distrital

Respecto al desarrollo tiene como objetivo elevar los niveles educativos; promover la prevención y atención primaria de salud; dotar de servicios y equipamiento para mejora de la Cultura y calidad de vida; reducción de la violencia familiar y aumentar la paternidad responsable; desarrollar programas de deportes.

Seguridad y solidaridad

El objetivo institucional es erradicar todo tipo de violencia, así como el abigeato; fortalecer la cultura de la prevención del delito y disminuir los riesgos de incendios y desastres naturales.

Organigrama

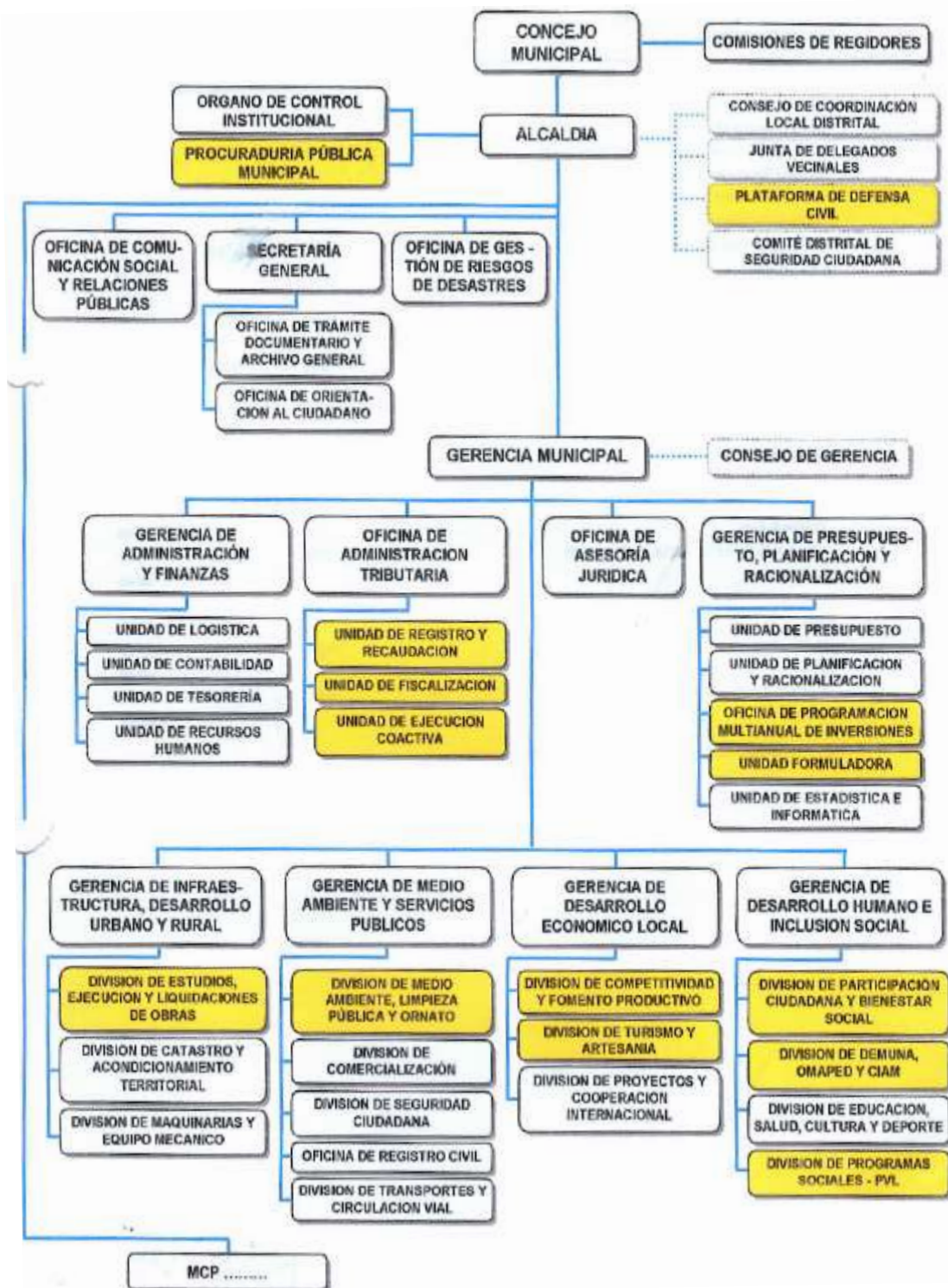


Figura 1 Organigrama Municipalidad distrital de Chipao

Fuente: Reglamento de Organización y Funciones – Chipao

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Sistema de abastecimiento de agua potable

El sistema de abastecimiento de agua potable corresponde a la agrupación de un conjunto de estructuras con la finalidad de dotar de agua de calidad adecuada, cantidad requerida y presión necesaria a una población determinada. Para sistemas de abastecimiento se cuenta con sistemas no convencionales y sistemas convencionales. El presente trabajo consiste en un sistema convencional tipo abastecimiento por gravedad sin tratamiento (GST), ya que la fuente de agua cuenta con cantidad suficiente y no requiere tratamiento complementario a excepción de la cloración, el sistema en que está enfocado el presente trabajo cuenta con los siguientes componentes: Captación, Cámaras rompe presión, línea de conducción, Válvulas de purga, Valvular de aire, Reservorio, Línea de aducción, redes de distribución y conexiones domiciliarias.

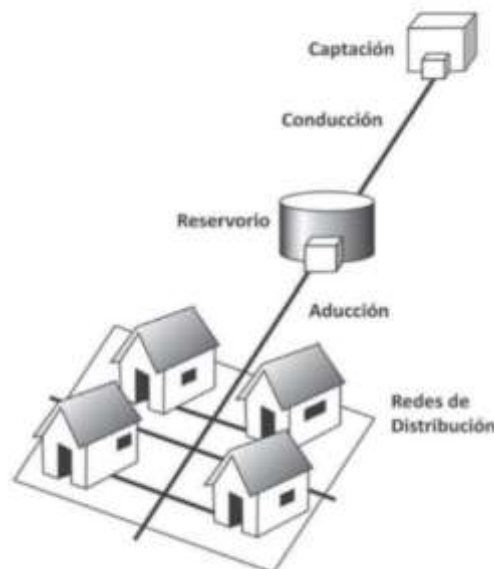


Figura 2 Partes de un sistema de abastecimiento de agua potable GST.

Fuente: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2010/Sanemiento-Capitulo4.pdf>

Componentes del sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento

Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento de agua para el consumo humano para el presente trabajo corresponde a aguas subterráneas tipo manantial.

A fin de definir la o las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano, se deberán realizar los estudios que aseguren la calidad y cantidad que requiere el sistema, entre los que incluyan: identificación de fuentes alternativas, ubicación geográfica, topografía, rendimientos mínimos, variaciones anuales, análisis físico químicos, vulnerabilidad y microbiológicos y otros estudios que sean necesarios. La fuente de abastecimiento a utilizarse en forma directa o con obras de regulación, deberá asegurar el caudal máximo diario para el período de diseño. La calidad del agua de la fuente, deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Legislación vigente en el País. (Norma OS.010, 2006, pág. 35)

Actualmente la localidad de Chipao cuenta con una fuente de abastecimiento denominada Puquial de Sacsihua que cumple con los parámetros solicitados para el consumo de agua establecidos en el D.S. 031-2010-SA.



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISE Nº 2580 - 2588 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

CERTIFICADO DE CALIDAD No. 0331-2016

- 1.- **DATOS DEL SOLICITANTE**
 NOMBRE DEL SOLICITANTE : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHIPAO
 DIRECCIÓN : Jr. José Carlos Mariategui Nº S/N (Trocha carrozable Puquio-Andamarca-Chipa) Ayacucho - Lucanas - Chipao
- 2.- **DATOS DEL PRODUCTO**
 PRODUCTO : AGUA POTABLE - MUESTRA Nº 1
 ENVASE : Botellas de plástico
- 3.- **DATOS DE LA MUESTRA**
 TAMAÑO DE LA MUESTRA : 2 000 ml
 ANÁLISIS SAT : 2 000 ml
 DIRIMENCIA SAT : Sin Muestra Dirimente
 IDENTIFICACIÓN : S/I
 LUGAR Y FECHA DE LA TOMA DE MUESTRA : Puquial ubicado en Saccsihua; 12/08/2016 a las 12:45 Hrs
- 4.- **DOCUMENTO DE REFERENCIA PARA LA CERTIFICACIÓN**
 Decreto Supremo Nº 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Anexo II y Anexo III.
- 5.- **MÉTODOS DE ENSAYO**
 Aluminio, Antimonio, Arsénico, Bario, Boro, Cadmio, Cobre, Cromo, Hierro, Mercurio, Manganeso, Níquel, Plomo, Selenio, Zinc, Uranio : EPA Method 200.7, Rev.4.4. EMMC Version. Determination of Metals and trace Elements in Water and Wates by Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry. 1994
- 6.- **RESULTADOS** : Según Informe de Ensayo Nº 105176-2016
- 6.1 **ANÁLISIS QUÍMICOS:**

ANÁLISIS	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Aluminio LD: 0,01 mg/L	mg/L 0,01	Máximo 0,2
Antimonio LD: 0,002 mg/L	mg/L <0,002	Máximo 0,020
Arsénico LD: 0,001 mg/L	mg/L <0,001	Máximo 0,010
Bario LD: 0,002 mg/L	mg/L 0,008	Máximo 0,700
Boro LD: 0,002 mg/L	mg/L 0,018	Máximo 1,50
Cadmio LD: 0,0004 mg/L	mg/L <0,0004	Máximo 0,003
Cobre LD: 0,0007 mg/L	mg/L <0,0007	Máximo 2,0
Plomo LD: 0,0004 mg/L	mg/L <0,0004	Máximo 0,050
Hierro LD: 0,002 mg/L	mg/L 0,003	Máximo 0,3



- Pág. 1 de 2 -

Figura 3 Resultado de análisis químicos del Puquial Saccsihua, página 1-2

Fuente: Obra Remodelación de abastecimiento del sistema de agua potable en la localidad Chipao del distrito de Chipao de la provincia Lucanas del departamento Ayacucho - 2019



Sociedad de Asesoramiento Técnico S.A.C.

JR. ALMIRANTE GUISSÉ N° 2580 - 2586 / LIMA 14 - PERÚ TELÉFONO: 206-9280
E-mail: satperu@satperu.com / Página web: www.satperu.com

CERTIFICADO DE CALIDAD No. 0331-2016

Manganeso LD: 0,0005 mg/L	mg/L	<0,0005	Máximo 0,4
Mercurio LD: 0,001 mg/L	mg/L	<0,001	Máximo 0,001
Níquel LD: 0,0006 mg/L	mg/L	<0,0006	Máximo 0,020
Plomo LD: 0,0005 mg/L	mg/L	0,0014	Máximo 0,010
Selenio LD: 0,003 mg/L	mg/L	<0,003	Máximo 0,010
Uranio LD: 0,007 mg/L	mg/L	<0,007	Máximo 0,015
Zinc LD: 0,002 mg/L	mg/L	0,011	Máximo 3,0

LD: Límite de Detección

7.- CONCLUSIONES:

De acuerdo a los resultados obtenidos y contrastados con los requisitos de la referencia, se concluye que la muestra analizada "AGUA POTABLE – MUESTRA N° 1 (PUQUIAL DE SACCSIHUA)", ES CONFORME porque cumple con las especificaciones de la referencia para los análisis realizados.

Lima, 20 de Agosto de 2016
MF/

Evaluado por: Ing. Mercedes Otaegui M.




ING. FIDEL POMA MENDOZA
JEFE DE DIVISION DE CERTIFICACIONES
C.I.P. N° 19392

CERTIFICACION EMITIDA EN BASE A LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS OBTENIDOS EN LABORATORIO SUBCONTRATADO. APLICABLE SOLO PARA LA MUESTRA TOMADA EN EL PUQUIAL DE SACCSIHUA. PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL Y/O PARCIAL DEL PRESENTE CERTIFICADO. NO ES VALIDO SI ES FOTOCOPIA.

- Pág. 2 de 2 -

Figura 4 Resultado de análisis químicos del Puquial Saccsihua, página 2-2

Fuente: Obra Remodelación de abastecimiento del sistema de agua potable en la localidad Chipao del distrito de Chipao de la provincia Lucanas del departamento Ayacucho - 2019

Captación

La captación denominada Puquial de Saccsihua cuenta con el caudal máximo diario requerido para dotar de agua suficiente a la localidad de Chipao, la captación abastece un caudal de 7.60 l/s en épocas de lluvia, así mismo en épocas de estiaje el caudal señalado disminuye a 3.80 l/s, siendo la demanda máxima diaria de 2.02 l/s.

Según la norma OS.010 (2006), El diseño de las obras deberá garantizar como mínimo la captación del caudal máximo diario necesario protegiendo a la fuente de la contaminación. (pág. 35)

Las captaciones pueden ser de aguas superficiales (requiere de elementos para impedir el paso de sólidos y con un sistema de regulación y control) y aguas subterráneas (no requiere tratamiento complementario a excepción de la cloración) como la captación de la localidad de Chipao.



Figura 5 Captación Saccsihua tipo manantial en ladera

Fuente: Propia para la obra Remodelación de abastecimiento del sistema de agua potable en la localidad Chipao del distrito de Chipao de la provincia Lucanas del departamento Ayacucho - 2019

Línea de conducción por gravedad

Se denomina obras de conducción a las estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la captación hasta al reservorio o planta de tratamiento. La estructura deberá tener capacidad para conducir como mínimo, el caudal máximo diario. (Norma OS.010, 2006, pág. 36)

La línea de conducción de la localidad de Chipao cuenta con aproximadamente 5,500 m y un diámetro de 88.5 mm (3”) los primeros 2,540 m y 75 m (2.1/2”) el tramo restante hasta la captación, la línea de conducción es de cloruro de polivinilo – PVC, siendo transportado por tuberías siendo este tipo conducción por presión.



Figura 6 Línea de conducción para dotación de agua potable localidad de Chipao

Fuente: Propia para la obra Remodelación de abastecimiento del sistema de agua potable en la localidad Chipao del distrito de Chipao de la provincia Lucanas del departamento Ayacucho - 2019

Accesorios

Válvula de Aire

En las líneas de conducción por gravedad y/o bombeo, se colocarán válvulas extractoras de aire cuando haya cambio de dirección en los tramos con pendiente positiva. En los tramos de pendiente uniforme se colocarán cada 2.0 km como máximo. (Norma OS.010, 2006, pág. 36)

Válvula de Purga

Se colocará válvulas de purga en los puntos bajos, teniendo en consideración la calidad del agua a conducirse y la modalidad de funcionamiento de la línea. Las válvulas de purga se dimensionarán de acuerdo a la velocidad de drenaje, siendo recomendable que el diámetro de la válvula sea menor que el diámetro de la tubería. (Norma OS.010, 2006, pág. 36)

Cámara rompe presión

Consiste en contar con una estructura para reducir la presión hidrostática a cero, la cual genera un nuevo nivel de agua, creando una nueva zona de presión dentro los límites que permite el tipo de clase de la tubería.

Referente a los accesorios en la línea de conducción se cuenta con válvulas de purga, válvulas de aire y cámaras rompe presión.



Figura 7 Cámara Rompe de Línea de conducción - localidad de Chipao

Fuente: Propia para la obra Remodelación de abastecimiento del sistema de agua potable en la localidad Chipao del distrito de Chipao de la provincia Lucanas del departamento Ayacucho – 2019

Almacenamiento de agua potable para consumo humano - Reservorios

Los sistemas de almacenamiento tienen como función suministrar agua para consumo humano a las redes de distribución, con las presiones de servicio adecuadas y en cantidad necesaria que permita compensar las variaciones de la demanda. Asimismo, deberán contar con un volumen adicional para suministro en casos de emergencia como incendio, suspensión temporal de la fuente de abastecimiento y/o paralización parcial de la planta de tratamiento. (Norma OS.010, 2006, pág. 51)

El almacenamiento de agua para consumo humano de la localidad de Chipao cuenta con un volumen adicional para emergencias (incendios).

Funcionamiento de los Reservorios

Deberán ser diseñados como reservorio de cabecera. Su tamaño y forma responderá a la topografía y calidad del terreno, al volumen de almacenamiento, presiones necesarias y materiales de construcción a emplearse. La forma de los reservorios no debe representar estructuras de elevado costo. (Norma OS.030, 2006, pág. 52)

El reservorio de la localidad de Chipao es apoyado de características cuadrada de 4.35 x 4.35 x 2.50 m con un volumen de almacenamiento de 40.00 m³, y de concreto armado.

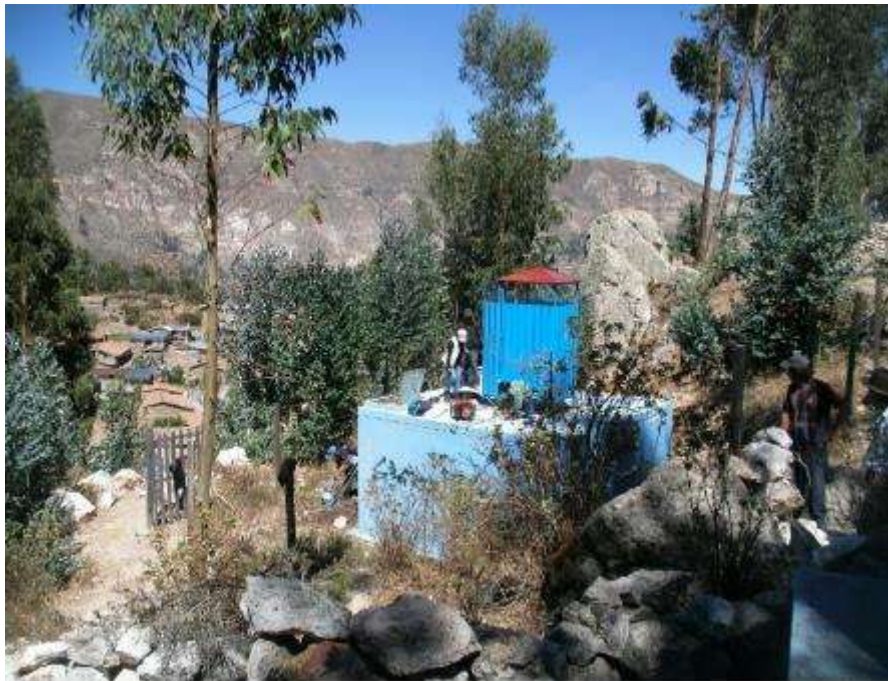


Figura 8 Reservorio 40 m³ – localidad de Chipao

Fuente: Propia

Línea de aducción

La línea de aducción es la línea entre el reservorio y el inicio de la red de distribución. El caudal de conducción es el máximo horario. Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño. (García, 2009, pág. 40)

La línea de aducción de la localidad de Chipao tiene una longitud de 110.00 ml aprox., siendo de una tubería de 3” PVC clase 10.

Red de distribución de agua potable

La red de distribución, es el conjunto de líneas destinadas al suministro de agua a los usuarios, que debe ser adecuada en cantidad y calidad. Los parámetros de diseño de la línea de aducción serán los mismos que para la línea de conducción excepto el caudal de diseño. (García, 2009, pág. 40)

El agua en la localidad de Chipao es distribuida a la población desde el reservorio a los domicilios con tubería PVC 3” en la línea de aducción y PVC 3” en toda la red de distribución, la cual este componente es materia del presente trabajo.

De acuerdo al tipo de red de distribución de agua potable un sistema puede ser de circuito cerrado, circuito abierto o circuito mixto.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

El trabajo de Suficiencia Profesional se desarrolló en la Municipalidad distrital de Chipao de la provincia de Lucanas de la región Ayacucho, después de los estudios culminados en la Universidad Privada del Norte - UPN, bajo el contrato de Locación de Servicios; desempeñe el cargo de Jefe de la Oficina de División de Servicios Urbano y Rural – DSUR de la Municipalidad Distrital de Chipao, por un periodo de dos años; teniendo las obligaciones y responsabilidades de planificar, organizar, ejecutar, supervisar y evaluar los procesos de desarrollo urbano y rural del distrito, administrar el catastro, realizar habilitaciones y renovación urbana, así como encargado de las obras Municipales de acuerdo a la normatividad vigente, emitir las autorizaciones, certificaciones, concesiones y adquisiciones en el ámbito de mi competencia.

Es en el año 2017 que la Municipalidad Distrital de Chipao me invita a asumir la jefatura de la oficina de División de Servicios Urbano y Rural por ser un cargo de confianza; empezando mis labores contractuales el 01 del mes de julio del 2017 hasta 31 de julio del 2019.

A inicio del mes de agosto del 2020 hasta fines de setiembre de 2021 retome trabajos en la Municipalidad de distrital de Chipao laborando en diversas obras de manera externa, realizando en estudios de inversión, colaborando al área de residencia de obra y supervisión; además de funciones referentes a tramites de liquidación en diversas instituciones gubernamentales (Trabaja Perú).

En el presente informe detallare mi participación en la evaluación y estudio de las redes del sistema de agua potable en la Localidad de Chipao; trabajando directamente para la oficina de División de Servicios Urbano y Rural – DSUR de la municipalidad distrital de Chipao. La cual por el inicio de las obras de pavimentación denominada “Creación de pistas y veredas de los jirones Miguel Grau, Alfonso Ugarte,

Revolución, Cuba, Atahualpa (2da a la 4ta), Cahuide, José Carlos Mariátegui (2da y 3ra), Cesar Vallejo, Ciro Alegría (2da a la 5ta), Mariscal Cáceres (2da a la 5ta), Ayacucho, Felipe Santiago y Ccarhuarazo, distrito de Chipao - Lucanas – Ayacucho” – CUI 2334870 y la evidente pérdida de presión en toda la red, justifican que la municipalidad de Chipao cuente con un estudio técnico en el cual se indique que soluciones tomar y cuál es el costo de la evidente Remodelación del Sistema de agua potable.

Las funciones encomendadas para dicha evaluación correspondieron al levantamiento topográfico de la localidad de Chipao, realización de planos del estado actual de todo el sistema, identificación de la profundidad que se encuentran las tuberías, identificación del estado de las conexiones domiciliarias, identificación de los accesorios.

Posterior a los trabajos de campo correspondientes a la identificación del estado situacional antes de intervenir en la rehabilitación, realice los planos según indicaciones del especialista hidráulico y posteriormente los metrados y presupuesto para la Inversiones de Optimización, de Ampliación Marginal, de Rehabilitación y de Reposición – IOARR “Renovación de sistema de abastecimiento de agua potable y red de alcantarillado; en el(la) centro poblado de Chipao del distrito de Chipao, provincia Lucanas, departamento Ayacucho”.

Antecedentes del proyecto

La municipalidad distrital de Chipao encarga realizar la evaluación y estudio de la red existente de agua potable a la Oficina de División de Servicios Urbano y Rural – DSUR del municipio; por el inicio de las obras de pavimentación, y por la falta de presión de agua en toda la red de distribución de una obra de saneamiento que fue entregada hace menos de 10 años.

Características Generales De La Localidad

Ubicación de proyecto

La ubicación de la evaluación corresponde a la zona urbana del distrito de Chipao, el mismo que se encuentra en la provincia de Lucanas departamento de Ayacucho; la localidad en estudio se encuentra entre las coordenadas UTM: 18L 621147 m E, 8411521 m S, y Altitud 3,438 msnm.

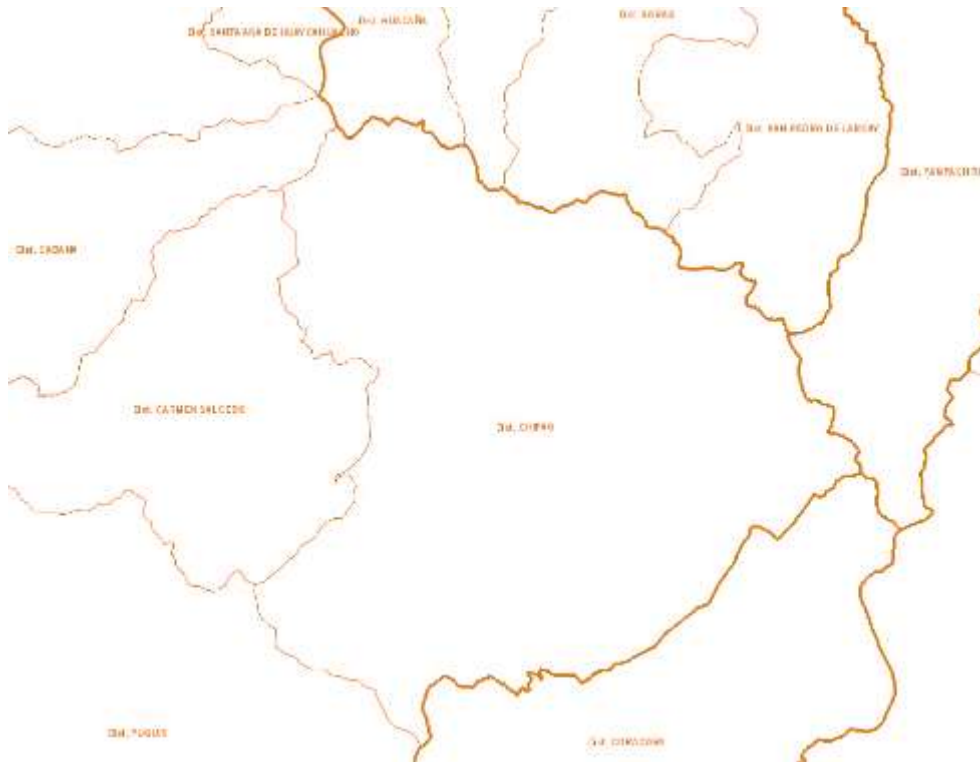


Figura 10 Mapa del distrito de Chipao – Lucanas - Ayacucho

Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>

El distrito de Chipao tiene como límites geográficos:

- Norte : Con la provincia de Sucre y el distrito de Santa Ana de Huaycahuacho.
- Sur : Con el distrito de Puquio y la provincia de Parinacochas
- Este : Con el Departamento de Apurímac, la provincia de Parinacochas y el distrito de San Pedro.
- Oeste : Los distritos de Carmen Salcedo - Andamarca y Cabana Sur.

Acceso a la zona.

La evaluación se desarrollará en la zona urbana del distrito de Chipao, a la vez que este lugar representa la capital del distrito cuya zonificación presentan tres sectores como son: Sector Puquiotuna, Sector Umapacha y el Sector Florida, refiriéndonos de manera general se encuentra ubicada en la sierra parte sur del Perú Región Ayacucho, provincia de Lucanas, al pie del nevado del Ccarhuarazo componente de la micro cuenca del valle de Sondondo a una altura promedio de 3438.00 msnm.

El Distrito se encuentra ubicado dentro del corredor denominado Valle Sondondo, hacia la margen izquierda del río Sondondo, situada entre las cordilleras Occidental y Central de los Andes Peruanos. La ruta para acceder desde la ciudad de Lima es a través de la carretera Panamericana Sur, llegando como una alternativa a la ciudad de Puquio (tiempo estimado 10 horas), para luego continuar hacia el pueblo de Andamarca todo este recorrido por vía asfaltada (tiempo estimado 1:30 horas), luego se desvía hacia el distrito de Chipao, a través de una carretera afirmada que llega a la plaza principal del distrito (tiempo estimado 0:50 horas).

Clima

En esta zona ocurren lluvias torrenciales entre los meses de diciembre y abril, muy variables e intensas y se presentan de manera intempestiva, en la temporada de lluvia se producen deslizamientos y derrumbes de las elevaciones de terreno que obstruyen el tránsito terrestre.

Entre los meses de mayo a noviembre hay la presencia de heladas perjudicando la actividad agrícola.

Altitud

Los diferentes ecosistemas en estudio, altitudinalmente se encuentran entre los 3,000 a 3,800 msnm., en el caso de la localidad de Chipao tiene un piso altitudinal de 3438.00 msnm.

Precipitación

Durante el año la mayor concentración de lluvias se presenta durante los meses de octubre a marzo, y un período de sequía de abril a septiembre, con una precipitación pluvial de 1,382.33 mm/año. Año 2000.

Hidrografía

La red hidrográfica que discurre en la localidad de Chipao, forma parte del micro cuenca hidrográfica del río Sondondo.

Hacia la micro cuenca hidrográfica del río Sondondo fluye el río Mayobamba, río Ccecca que tiene sus nacientes en el flanco occidental de las alturas del nevado el Ccarhuarazo cuyas aguas discurren formando riachuelos en dirección hacia el valle Sondondo donde se ubica el Distrito de Chipao.

Población Afectada

El área de estudio corresponde a la localidad de Chipao, jurisdicción del distrito de Chipao.

La población distrital cesada en el 2017 es 2554 y está dividida en 49.88% de hombres y 50.12% de mujeres. Según el CENSO 2017 la localidad de chipao cuenta con 1021 habitantes dividido en 49.95% de hombres y 50.05% de mujeres. La tasa de autoempleo según censo 2007 es de 86.04%

Servicios existentes.

En la localidad de Chipao, cuenta con los servicios de telefonía móvil, servicios eléctricos como es alumbrado público y domiciliario, servicio de internet, servicio de agua potable y saneamiento urbano.

Agricultura

Una de las principales actividades económicas de la población es la agricultura en las tierras de régimen cultivable la producción es diversificada, debido a la heterogeneidad configuración topográfica dando lugar a pocas áreas de cultivos, que entre los principales cultivos son: Papa, maíz, trigo y productos de panllevar.

Ganadería

La población total de las diferentes especies animales existentes está en relación directa con el porcentaje de terrenos dedicados a la producción de pastos.

En la zona la ganadería es la segunda fuente de ingreso económico para las familias del Distrito entre las especies se tiene al ganado vacuno, ovino, y camélidos sudamericanos (en las partes altas del Distrito) toda fuente de ingreso es la actividad pecuaria, el sustento de la ganadería radica básicamente en los pastos naturales que crecen en la zona.

Se indica la distribución por clases de razas, zonas y dentro de ello se prioriza la cantidad de vientres, producción diaria de leche en promedio por vaca y por raza. No existe una raza predominante en la zona, pero si el de mayor porcentaje es el ganado criollo.

Comercio

Ha sido posible identificar dos niveles de comercio provincial y local.

Comercio provincial; los productos de las zonas son comercializados en la provincia de Lucanas- Puquio cada fin de semana como también lo hacen en la Ciudad de Ica y la Capital de la República cuando el porcentaje de producción es mayor; dichos productos producidos en la zona son trasladados a los mercados de las provincias indicadas.

Comercio Local; el comercio a nivel local se practica a través del intercambio entre los vecinos pueblos aledaños entre los distintos distritos y anexos como son: Andamarca, Cabana, Mayobamba, Villa Ccecca y todo el Valle Sondondo intercambiando sus productos de primera necesidad producidos en el lugar.

Industria

La industria no está desarrollada, pero podemos mencionar algunas pequeñas industrias como son: procesamiento de queso y productos derivados.

Además de ello podemos mencionar como actividades no industriales: Casas comerciales a pequeña escala; Hospedajes, restaurantes y tiendas al paso.

Desarrollo de la Experiencia

Trabajos de Campo

El trabajo de verificación, evaluación, fue desarrollado entre el 14 al 20 de abril del 2021, para ello se tuvo apoyo permanente del encargado del Área Técnica Municipal (ATM) de la municipalidad el funcionario Edgar Wilfredo Cuaresma Gutiérrez, para la identificación y evaluación de los componentes del sistema de distribución de agua potable.

Aforo

Uno de los trabajos para iniciar las actividades de estudios básicos es el aforo, sabiendo que la obra se ejecutó en el año 2011, las obras hidráulicas se encuentran en buen estado de conservación, siendo así que el caudal es de 7.60 l/s en épocas de lluvia, así mismo para épocas de estiaje este caudal disminuye a un 50% teniendo como oferta en época de estiaje 3.80 l/s.

Tabla 1 Datos de Aforo realizado por método volumétrico

AFORO		
N°	Tiempo (seg.)	Volumen (lit.)
1	2.63	20
2	2.49	20
3	2.93	20
4	2.75	20
5	2.41	20
Sumatoria	13.21	100
Promedio	2.642	20
Caudal (lit/seg)	7.60	

Fuente: Elaboración propia (2021)



Figura 11 Aforo por el método volumétrico

Fuente: Propia

Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico que realice corresponde netamente a toda la zona urbana de la localidad de Chipao, para este trabajo en particular el levantamiento topográfico se traslapo con el plano de catastral 083-COFOPRI-2005/OJA-CIUDAD 11 elaborado por Cofopri en el año 2005, siendo este plano de gran ayuda a la identificación de la calles y avenidas.

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total SOUTH modelo N6. La nube de puntos que se generó son 2938 puntos, con 31 cambios de estación, los puntos generados son los siguientes:

Tabla 2 Nube de puntos cambio de estaciones

Puntos	Este	Norte	Elevación	Descripción
1	621,311.510	8,411,377.284	3,435.288	E-1
88	621,308.287	8,411,421.783	3,434.281	E-2
89	621,304.580	8,411,466.078	3,434.253	E-3
140	621,244.549	8,411,387.869	3,432.963	E-4
2112	621,083.416	8,411,531.372	3,446.460	E-5
2160	621,082.942	8,411,570.767	3,444.835	E-6
2202	621,134.994	8,411,532.098	3,438.589	E-7
2278	621,190.014	8,411,573.302	3,439.015	E-8
2290	621,135.573	8,411,575.759	3,441.332	E-9
2351	621,011.543	8,411,570.931	3,451.006	E-10
2779	621,079.709	8,411,461.948	3,436.960	E-11
2780	621,073.048	8,411,388.402	3,429.753	E-12
2781	621,044.853	8,411,336.018	3,418.952	E-13
567	621,136.430	8,411,495.767	3,437.423	E-14
2811	621,120.088	8,411,318.682	3,429.066	E-15
603	621,011.688	8,411,493.891	3,447.320	E-16
604	621,079.980	8,411,494.045	3,442.039	E-17
674	621,083.459	8,411,531.408	3,446.459	E-18
675	621,079.708	8,411,461.947	3,436.982	E-19
676	621,078.299	8,411,424.394	3,431.999	E-20
824	621,014.310	8,411,454.609	3,444.335	E-21
957	621,134.702	8,411,353.994	3,432.021	E-22
1169	621,014.315	8,411,418.240	3,433.212	E-23

1171	620,953.106	8,411,416.218	3,432.532	E-24
1200	621,068.230	8,411,366.473	3,427.256	E-25
2829	621,082.941	8,411,570.767	3,446.839	E-26
2894	621,007.899	8,411,671.633	3,439.981	E-27
1506	621,116.494	8,411,318.316	3,428.745	E-28
1771	620,939.113	8,411,459.400	3,444.053	E-29
1802	620,875.794	8,411,478.146	3,439.360	E-30
1803	620,917.649	8,411,479.433	3,446.170	E-31

Fuente: Elaboración propia (2021)



Figura 12 Levantamiento topografía en calle José M. Arguedas localidad de Chipao

Fuente: Propia

Replanteo de redes existentes

El replanteo de las redes existentes corresponde a identificar la red de distribución de agua potable y plasmar en un plano denominado plano de la red existente, para proporcionar al especialista hidráulico y este prosiga con los diseños necesarios.

La municipalidad distrital de Chipao no cuenta con planos de la red existente tanto de agua potable y alcantarillado. Por tal razón es imposible identificar las válvulas de control que deberían sectorizar el sistema. Además del diámetro de las

tuberías existentes, y demás accesorios que corresponden a una red de distribución de agua potable.

Para identificar el diámetro de las tuberías, válvulas y accesorios, se tuvo que realizar excavaciones superficiales por calle. Además, se estima que se ha identificado un 85% de los accesorios existentes.

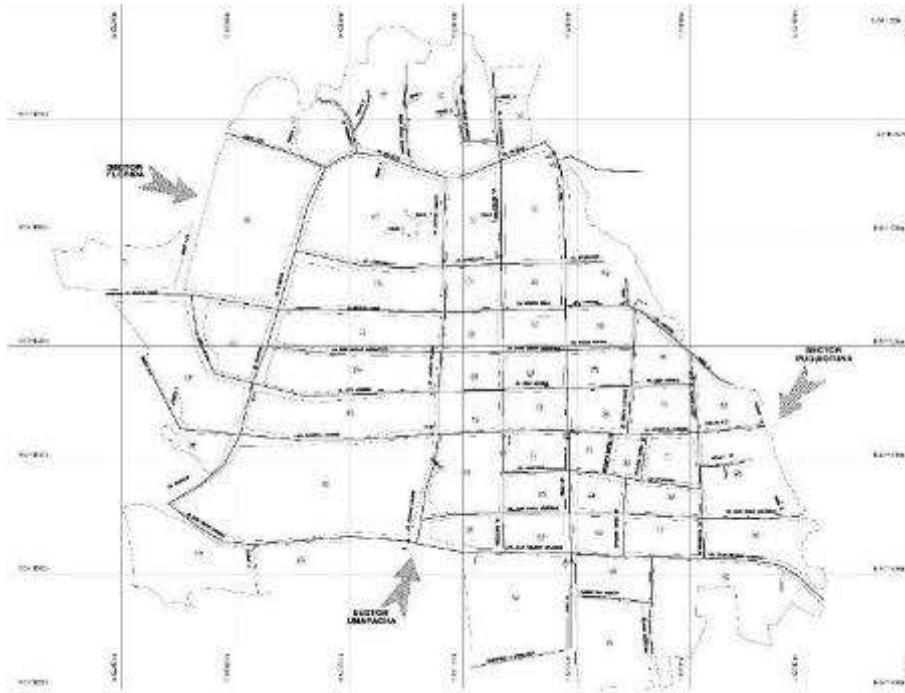


Figura 13 Plano de red existente de agua potable de la localidad de Chipao

Fuente: Elaboración propia

En esta etapa de trabajos de identifico que es deficiente la instalación de accesorios y tuberías de red de distribución: las válvulas de control se encuentran ubicados inadecuadamente, sin cumplir su función en la operación y mantenimiento del sistema, así mismo, el sistema no cuenta con válvulas de purga para realizar el mantenimiento del sistema. Las tuberías en algunos tramos no cuentan con el mínimo recubrimiento.



Figura 14 Tuberías de la red distribución colapsadas por estar enterradas superficialmente

Fuente: Elaboración propia

También se idéntico una deficiente instalación en los accesorios de las conexiones domiciliarias: se ha observado que existen instalaciones domiciliarias con collarines metálicos los cuales se encuentran deterioradas y en estado de corrosión, lo cual son fuente de contaminación al agua potable que consume la población, además que generan fugas, y esta a su vez perdida de presión.



Figura 15 Abrazaderas de F•F• en conexiones domiciliarias

Fuente: Elaboración propia

Se identifico la inexistencia de sectorización de redes de distribución de agua potable: las válvulas de control instalados no sectorizan el sistema de agua potable y por ende no regulan el caudal. Las válvulas de control encontradas no cuentan con operación y mantenimiento, por tanto, no cumple una función en regular los caudales.



Figura 16 Estado de una caja y tapa de una válvula de control, totalmente colmatadas

Fuente: Elaboración propia



Figura 17 Accesorio en cruz de fabricación artesanal (hechizo)

Fuente: propia

Además, se identificó que existen casa huerta, el cual conlleva a que el agua de consumo humano además clorado sea usada para riego así incrementa la demanda.

Se identifico que toda la red del sistema de agua potable de la localidad de Chipao no está sectorizada.

Trabajos en Gabinete

Los trabajos de gabinete realizados corresponden a brindar toda información necesaria al especialista para el diseño hidráulico.

Periodo de diseño redes de distribución

De acuerdo a los trabajos realizados se determina el periodo de diseño, identificando que la ejecución e instalación de las redes de distribución fueron instalados en el año 2011 según el sistema de seguimiento de inversiones con código SNIP 65422, las tuberías instaladas en la red de distribución se encuentran en buen estado, ya que están dentro del periodo de diseño y de vida útil.

Tabla 3 Periodo de vida útil

Año de ejecución del proyecto	Periodo de diseño	Año de vida útil del proyecto	observación
2011	20 años	2031	Las tuberías instaladas están dentro del periodo de vida útil del proyecto, así mismo para tuberías PVC, el tiempo de vida útil es de 50 años de acuerdo a las especificaciones de tuberías Nicoll

Fuente: Elaboración propia (2021)

Cabe indicar que los accesorios en cruz instalados en la red de distribución no garantizan el soporte a sobrepresiones por golpe de ariete en cuanto tienen una fabricación artesanal.

Además, se indica que este tipo de accesorios ocasiona la realización del presente estudio, ya que en esta etapa de periodo aún se encuentra en garantía la vida útil del proyecto ejecutado en el año 2011.

Parámetros considerados para el diseño

Población actual

Para identificar la población actual procedí a recopilar información en la municipalidad distrital de Chipao, en la cual se determinó del Plan Operativo Institucional POI-2021 la población total beneficiaria, evitando así con esta información realizar un censo a la población de la localidad de Chipao.

Tabla 4 Cuadro de población total beneficiaria

CC.PP	Viviendas	Promedio familias / vivienda	Población total
LOCALIDAD DE CHIPAO	540	1.89	1021

Fuente: Elaboración propia (2021)

N°	CODIGO DE UBIGEO	CENTRO POBLADO	TIPO DE SAP	SISTEMA DE CLORACION	SERVICIO CONTINUO 24 HR	VIVIENDAS HABITADAS CON CONEXIÓN	POBLACIÓN ATENDIDA (HAB.)	ESTADO INFRAESTRUCTURA DEL SISTEMA
1	0506060001	Chipao	Gravedad sin Tratamiento	Si	Si	540	1021	Regular
2	0506060002	Ccecca	Gravedad sin Tratamiento	Si	Si	40	80	Bueno
3	0506060010	Mayobamba	Gravedad con Tratamiento	Si	Si	380	500	Bueno
4	0506060011	Villa San Jose	Gravedad	Si	Si	33	50	Regular
AREA TECNICA MUNICIPAL								17

Figura 18 Población beneficiada y viviendas

Fuente: ATM Municipalidad Distrital de Chipao

Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento identificado es de 0.00%, basado en las recomendaciones de la RM-192-2018-VIVIENDA, debido a que la población del distrito de chipao refleja un descenso de acuerdo al crecimiento poblacional de los censos de 2007 y 2017; en el cual realice la verificación en la plataforma de Inei.



Figura 19 Población censada, del distrito de Chipao 2007

Fuente: <http://webapp.inei.gov.pe:8080/sirtod-series/>

CUADRO N° 1: POBLACIÓN CENSADA, POR ÁREA URBANA Y RURAL; Y SEXO, SEGUN PROVINCIA, DISTRITO Y EDADES SIMPLES

Provincia, distrito y edades simples	Total	Población		Total	Urbana		Total	Rural	
		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
65 años	7	4	3	-	-	-	7	4	3
67 años	5	1	4	-	-	-	5	1	4
68 años	6	1	5	-	-	-	6	1	5
69 años	10	5	5	-	-	-	10	5	5
90 años	1	-	1	-	-	-	1	-	1
91 años	6	3	3	-	-	-	6	3	3
92 años	2	-	2	-	-	-	2	-	2
93 años	1	-	1	-	-	-	1	-	1
94 años	4	1	3	-	-	-	4	1	3
95 años	1	-	1	-	-	-	1	-	1
96 años	1	-	1	-	-	-	1	-	1
98 y más años	1	-	-	-	-	-	1	-	-
DISTRITO CHIPAO	2 954	1 274	1 280	-	-	-	2 954	1 274	1 280

Figura 20 Población censada, por área urbana y rural del distrito de Chipao 2017

Fuente:

https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1568/

Tabla 5 Tasa de crecimiento Localidad de Chipao, calculo por el método aritmético

Población Potencial	Nº personas
Población distrito de Chipao 2007	3965
Población distrito de Chipao 2017	2554
Tasa de Crecimiento Distrital	-3.56%

Fuente: Elaboración propia (2021)

Dotación

La dotación para el diseño se obtiene del RNE OS.100 la cual se muestra a continuación.

Tabla 6 Dotación adoptaba para viviendas

Descripción	Dotación l/hab./día	Fuente
Viviendas con lotes de área menor o igual a 90 m2 en clima frio	120	RNE OS.100

Fuente: RNE OS.100

Además, se considera la dotación para instituciones públicas, la cual se tiene en consideración a la RM-192-2018-Vivienda y RNE IS.010.

Tabla 7 Dotación adoptaba para instituciones públicas

Descripción	Dotación L/hab./día	Fuente
Inicial	20	R.M. 192-2018-VIVIENDA (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural).
Primario	20	R.M. 192-2018-VIVIENDA (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural).
Secundaria	25	R.M. 192-2018-VIVIENDA (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural).
Superior tecnológico	25	R.M. 192-2018-VIVIENDA (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural).
Centro de salud /cama	600	RNE IS.010

Fuente: R.M. 192-2018-VIVIENDA y RNE OS.100

Periodo de diseño

El periodo de diseño que se estimó proyectar como se indicó anteriormente para las líneas de distribución es de 20 años y que dentro de este periodo el sistema será eficiente al 100% y viable en concordancia con la RM-192-2018-Vivienda (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural).

Coefficiente de variación de consumo diario y horario

El especialista hidráulico adopto los coeficientes de variación diaria de $K_1=1.3$ y horario de $K_2=2$, en concordancia al RNE y RM-192-2018-Vivienda.

Tabla 8 Coeficiente de Variación adoptadas

Coefficiente de Variación De Consumo	K	Fuente
DIARIO K_1	1.3	R.M. 192-2018-VIVIENDA (Opciones tecnológicas de saneamiento en el ámbito rural)
HORARIO K_2	2	
HORARIO K_2	1.8 – 2.5	RNE OS.100

Fuente: R.M. 192-2018-VIVIENDA y RNE OS.100

Elaboración del plano topográfico

La elaboración de los planos topográficos y de replanteo lo realice en el software de diseño asistido por computadora de la familia Autodesk Autocad Civil 3d, obteniendo las curvas de nivel necesarias para que el especialista determine las cotas piezométricas en los nudos analizados.

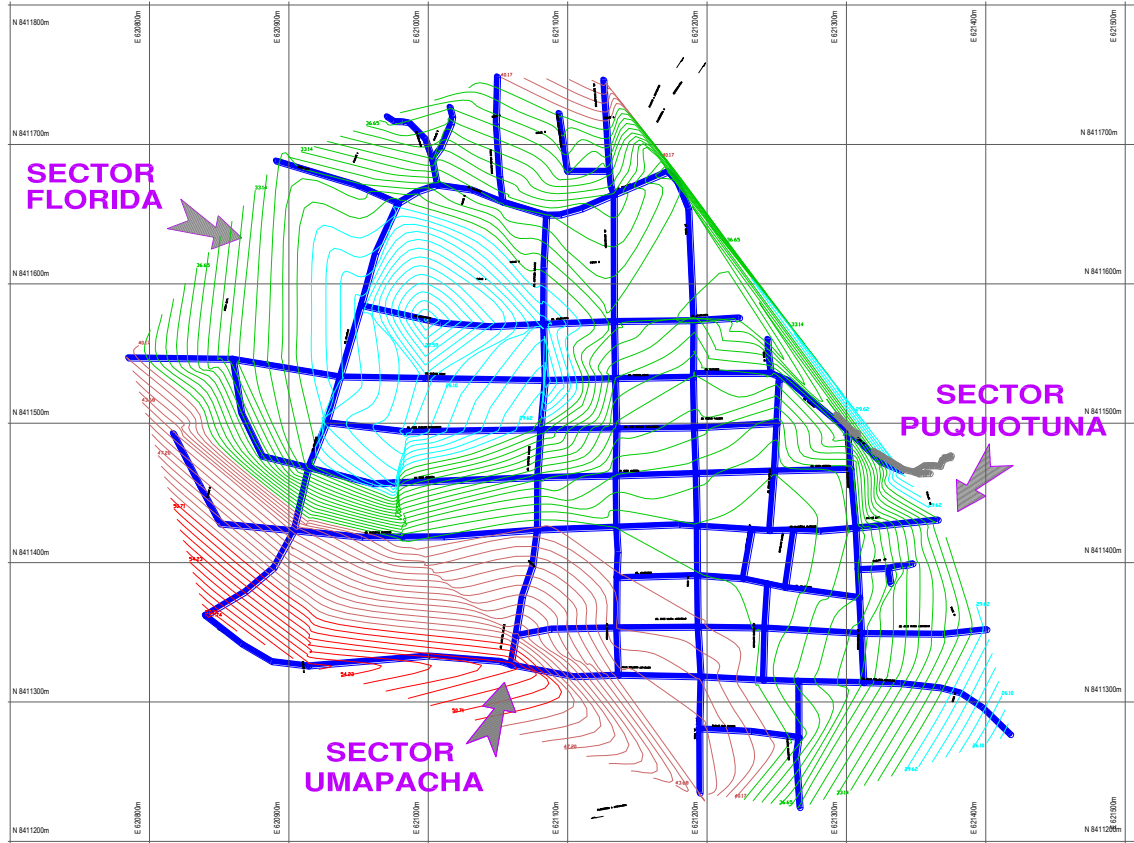


Figura 21 Plano con curvas de nivel de la localidad de Chipao

Fuente: Elaboración propia

Producto de los trabajos de campo y gabinete

Cálculo de la demanda en los nodos de consumo

Para el cálculo de demanda en los nodos de consumo se utilizó el método de áreas, ya que la población en la localidad de Chipao está distribuida de forma uniforme, concentrada y tiene ordenamiento territorial urbano.

Las áreas de influencia de los nodos se calcularon mediante polígonos de Thiessen.

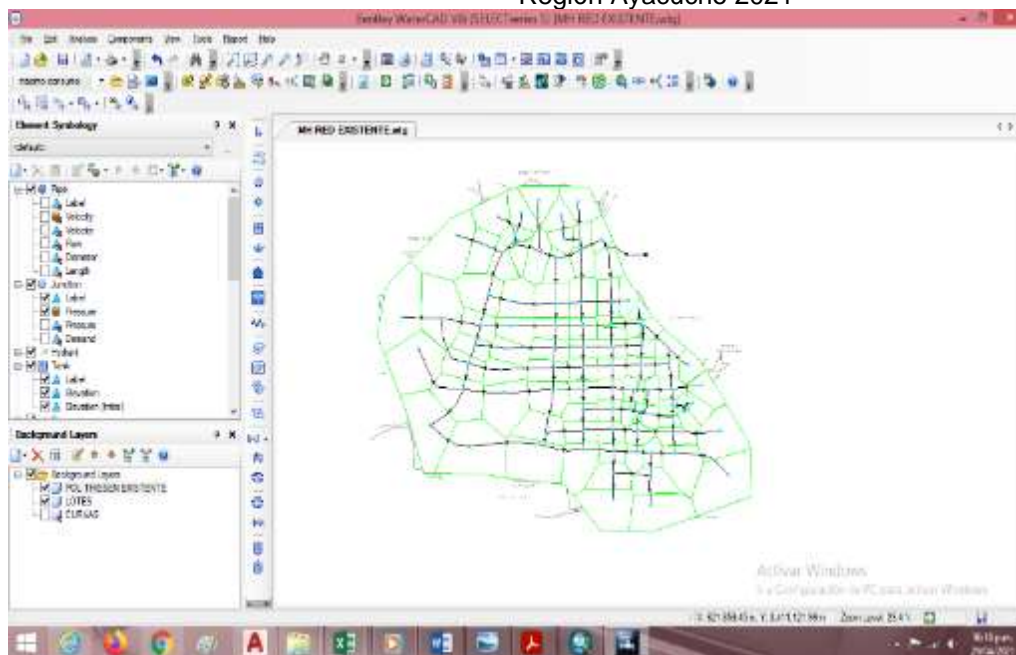


Figura 22 Polígono de Thiessen en Software WaterCad V8i

Fuente: Elaboración especialista hidráulico

Las áreas obtenidas se muestran en el siguiente cuadro:

Tabla 9 Áreas de influencia total 276,389 m² (27.63 ha)

Nodo	Área de influencia nodos (m ²)	Nodo	Área de influencia nodos (m ²)	Nodo	Área de influencia nodos (m ²)
N-1	1078.00	N-41	1653.00	N-81	8117.000
N-2	1105.00	N-42	1844.00	N-82	9134.000
N-3	923.00	N-43	1944.00	N-83	6665.000
N-4	1232.00	N-44	2005.00	N-84	10307.000
N-5	502.00	N-45	5030.00	N-85	8861.000
N-6	1130.00	N-46	2304.00	N-86	3263.000
N-7	604.00	N-47	1999.00	N-87	6271.000
N-8	1104.00	N-48	2997.00	N-88	8628.000
N-9	547.00	N-49	2394.00	N-89	8976.000
N-10	1319.00	N-50	2600.00		
N-11	2334.00	N-51	2875.00		
N-12	1432.00	N-52	3382.00		
N-13	1415.00	N-53	5103.00		
N-14	1657.00	N-54	2526.00		
N-15	1008.00	N-55	1773.00		
N-16	1659.00	N-56	1910.00		
N-17	1442.00	N-57	1902.00		
N-18	2640.00	N-58	2375.00		

N-19	1869.00	N-59	2044.00
N-20	932.00	N-60	2086.00
N-21	928.00	N-61	3189.00
N-22	4386.00	N-62	4140.00
N-23	7392.00	N-63	2764.00
N-24	957.00	N-64	3945.00
N-25	1652.00	N-65	3366.00
N-26	1632.00	N-66	3517.00
N-27	2079.00	N-67	2476.00
N-28	1554.00	N-68	3649.00
N-29	2070.00	N-69	6286.00
N-30	1655.00	N-70	6015.00
N-31	1583.00	N-71	1971.00
N-32	2508.00	N-72	4117.00
N-33	3468.00	N-73	5171.00
N-34	1619.00	N-74	6827.00
N-35	2750.00	N-75	2903.00
N-36	3389.00	N-76	2573.00
N-37	1967.00	N-77	3203.00
N-38	1970.00	N-78	8641.00
N-39	2837.00	N-79	2925.00
N-40	1913.00	N-80	3502.00

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Demanda en los nodos de consumo

La demanda en los nodos son los siguientes considerando $Q_u = 0.0000112$ l/s

Tabla 10 Demanda de en los nodos

Nodo	Caudal unitario (Q_u) (l/s)	Área de influencia nodos (A_i) (m ²)	Demanda en nodos (DN) (l/s)
N-1	0.0000112	1078.00	0.012
N-2	0.0000112	1105.00	0.012
N-3	0.0000112	923.00	0.010
N-4	0.0000112	1232.00	0.014
N-5	0.0000112	502.00	0.006
N-6	0.0000112	1130.00	0.013
N-7	0.0000112	604.00	0.007
N-8	0.0000112	1104.00	0.012
N-9	0.0000112	547.00	0.006
N-10	0.0000112	1319.00	0.015
N-11	0.0000112	2334.00	0.026
N-12	0.0000112	1432.00	0.016

N-13	0.0000112	1415.00	0.016
N-14	0.0000112	1657.00	0.019
N-15	0.0000112	1008.00	0.011
N-16	0.0000112	1659.00	0.019
N-17	0.0000112	1442.00	0.016
N-18	0.0000112	2640.00	0.030
N-19	0.0000112	1869.00	0.021
N-20	0.0000112	932.00	0.010
N-21	0.0000112	928.00	0.010
N-22	0.0000112	4386.00	0.049
N-23	0.0000112	7392.00	0.083
N-24	0.0000112	957.00	0.011
N-25	0.0000112	1652.00	0.019
N-26	0.0000112	1632.00	0.018
N-27	0.0000112	2079.00	0.023
N-28	0.0000112	1554.00	0.017
N-29	0.0000112	2070.00	0.023
N-30	0.0000112	1655.00	0.019
N-31	0.0000112	1583.00	0.018
N-32	0.0000112	2508.00	0.028
N-33	0.0000112	3468.00	0.039
N-34	0.0000112	1619.00	0.018
N-35	0.0000112	2750.00	0.031
N-36	0.0000112	3389.00	0.038
N-37	0.0000112	1967.00	0.022
N-38	0.0000112	1970.00	0.022
N-39	0.0000112	2837.00	0.032
N-40	0.0000112	1913.00	0.021
N-41	0.0000112	1653.00	0.019
N-42	0.0000112	1844.00	0.021
N-43	0.0000112	1944.00	0.022
N-44	0.0000112	2005.00	0.022
N-45	0.0000112	5030.00	0.056
N-46	0.0000112	2304.00	0.026
N-47	0.0000112	1999.00	0.022
N-48	0.0000112	2997.00	0.034
N-49	0.0000112	2394.00	0.027
N-50	0.0000112	2600.00	0.029
N-51	0.0000112	2875.00	0.032
N-52	0.0000112	3382.00	0.038
N-53	0.0000112	5103.00	0.057
N-54	0.0000112	2526.00	0.028
N-55	0.0000112	1773.00	0.020
N-56	0.0000112	1910.00	0.021
N-57	0.0000112	1902.00	0.021
N-58	0.0000112	2375.00	0.027
N-59	0.0000112	2044.00	0.023
N-60	0.0000112	2086.00	0.023
N-61	0.0000112	3189.00	0.036
N-62	0.0000112	4140.00	0.046
N-63	0.0000112	2764.00	0.031
N-64	0.0000112	3945.00	0.044

N-65	0.0000112	3366.00	0.038
N-66	0.0000112	3517.00	0.039
N-67	0.0000112	2476.00	0.028
N-68	0.0000112	3649.00	0.041
N-69	0.0000112	6286.00	0.071
N-70	0.0000112	6015.00	0.067
N-71	0.0000112	1971.00	0.022
N-72	0.0000112	4117.00	0.046
N-73	0.0000112	5171.00	0.058
N-74	0.0000112	6827.00	0.077
N-75	0.0000112	2903.00	0.033
N-76	0.0000112	2573.00	0.029
N-77	0.0000112	3203.00	0.036
N-78	0.0000112	8641.00	0.097
N-79	0.0000112	2925.00	0.033
N-80	0.0000112	3502.00	0.039
N-81	0.0000112	8117.000	0.091
N-82	0.0000112	9134.000	0.102
N-83	0.0000112	6665.000	0.075
N-84	0.0000112	10307.000	0.116
N-85	0.0000112	8861.000	0.099
N-86	0.0000112	3263.000	0.037
N-87	0.0000112	6271.000	0.070
N-88	0.0000112	8628.000	0.097
N-89	0.0000112	8976.000	0.101

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Modelamiento hidráulico de red de distribución existente de red de agua potable

El modelamiento hidráulico del sistema de redes de distribución se realizó utilizando el SOFTWARE WaterCAD V8i, Verificando como criterio de diseño las consideraciones del RNE tales como:

Profundidad mínima sobre clave de la tubería debe ser mayor a 1m.

La presión dinámica mínima de 10m en consumos máximo horario.

Presión estática máximo de 50m.

Velocidad máxima de 3 m/s.

Diámetro mínimo de 75 mm (2 ½”) para uso de vivienda.

Tabla 11 Modelamiento hidráulico de red existente agua potable en la localidad de Chipao

Tubería	Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro interno mm	Diámetro nominal mm	material	Hazen-Williams c	Caudal (l/s)	Velocidad	Gradiente Hidráulico	Longitud m
T-1	N-1	N-2	67.80	73	PVC	150.00	0.51	0.140	0.00045	2.66
T-2	N-3	N-4	67.80	73	PVC	150.00	0.36	0.101	0.00020	7.29
T-3	N-5	N-6	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	10.94
T-4	N-7	N-8	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.025	0.00000	12.47
T-5	N-9	N-10	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.015	0.00000	13.10
T-6	N-11	N-12	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	17.35
T-7	N-13	N-7	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.039	0.00003	17.44
T-8	N-5	N-14	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.005	0.00000	17.86
T-9	N-15	N-9	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.033	0.00003	17.82
T-10	N-16	N-17	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.024	0.00002	18.52
T-11	N-18	N-19	67.80	73	PVC	150.00	1.64	0.455	0.00342	19.60
T-12	N-20	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.034	0.00001	20.07
T-13	N-22	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	21.27
T-14	N-20	N-5	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	21.78
T-15	N-3	N-24	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.003	0.00000	24.43
T-16	N-25	N-26	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.033	0.00002	25.30
T-17	N-27	N-21	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.051	0.00007	25.78
T-18	N-28	N-29	67.80	73	PVC	150.00	-0.16	0.046	0.00005	27.38
T-19	N-20	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.17	0.047	0.00005	29.76
T-20	N-12	N-31	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.013	0.00000	30.17
T-21	N-16	N-32	67.80	73	PVC	150.00	0.29	0.081	0.00013	31.06
T-22	N-32	N-33	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.038	0.00004	31.47
T-23	N-9	N-34	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.046	0.00005	31.79
T-24	N-35	N-36	67.80	73	PVC	150.00	0.47	0.131	0.00035	32.73
T-25	N-37	N-38	67.80	73	PVC	150.00	0.34	0.094	0.00018	32.74
T-26	N-39	N-40	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	32.84
T-27	N-15	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.007	0.00000	33.02
T-28	N-42	N-4	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.039	0.00004	33.37
T-29	N-43	N-44	67.80	73	PVC	150.00	0.34	0.094	0.00018	33.82
T-30	N-45	N-46	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.032	0.00003	33.99
T-31	N-42	N-47	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.075	0.00012	34.12
T-32	N-48	N-49	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.059	0.00008	34.12
T-33	N-50	N-51	67.80	73	PVC	150.00	0.33	0.091	0.00017	34.49
T-34	N-49	N-52	67.80	73	PVC	150.00	0.26	0.073	0.00011	34.85
T-35	N-27	N-53	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00003	35.32
T-36	N-54	N-50	67.80	73	PVC	150.00	0.41	0.113	0.00026	35.45
T-37	N-55	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.18	0.050	0.00005	35.56
T-38	N-56	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.035	0.00002	35.74
T-39	N-8	N-15	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.043	0.00004	35.89
T-40	N-46	N-58	67.80	73	PVC	150.00	-0.17	0.047	0.00005	35.89
T-41	N-59	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.46	0.128	0.00033	36.03
T-42	N-2	N-37	67.80	73	PVC	150.00	0.47	0.130	0.00034	36.34
T-43	N-58	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00007	36.41
T-44	N-60	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.27	0.074	0.00011	36.73
T-45	N-41	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.047	0.00006	37.07
T-46	N-57	N-61	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.037	0.00004	37.34
T-47	N-26	N-34	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.034	0.00003	37.43
T-48	N-51	N-62	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.075	0.00012	37.62
T-49	N-38	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.26	0.073	0.00012	37.65
T-50	N-39	N-1	67.80	73	PVC	150.00	0.90	0.250	0.00112	37.88
T-51	N-8	N-55	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.021	0.00001	39.54
T-52	N-17	N-63	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.009	0.00000	41.27
T-53	N-64	N-54	67.80	73	PVC	150.00	0.46	0.128	0.00033	40.26
T-54	N-65	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.09	0.024	0.00001	40.29
T-55	N-59	N-66	67.80	73	PVC	150.00	-0.64	0.178	0.00060	40.95
T-56	N-13	N-10	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	41.73
T-57	N-31	N-67	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	41.87
T-58	N-19	N-11	67.80	73	PVC	150.00	1.62	0.449	0.00334	42.12
T-59	N-28	N-30	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.064	0.00009	42.44

T-60	N-7	N-47	67.80	73	PVC	150.00	-0.24	0.065	0.00010	42.89
T-61	N-13	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00000	44.72
T-62	N-17	N-68	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	48.96
T-63	N-26	N-57	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00001	44.90
T-64	N-61	N-69	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	46.01
T-65	N-52	N-70	67.80	73	PVC	150.00	0.28	0.077	0.00013	46.45
T-66	N-29	N-71	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	47.33
T-67	N-53	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00000	46.70
T-68	N-72	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.063	0.00008	46.84
T-69	N-34	N-56	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	47.87
T-70	N-36	N-16	67.80	73	PVC	150.00	0.40	0.111	0.00025	48.86
T-71	N-65	N-74	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	50.54
T-72	N-54	N-59	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00006	50.38
T-73	N-11	N-35	67.80	73	PVC	150.00	0.86	0.238	0.00102	51.17
T-74	N-66	N-64	67.80	73	PVC	150.00	0.43	0.118	0.00028	50.80
T-75	N-73	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.30	0.083	0.00015	53.49
T-76	N-10	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	53.61
T-77	N-50	N-43	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.016	0.00001	54.48
T-78	N-47	N-28	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.023	0.00002	54.88
T-79	N-1	N-3	67.80	73	PVC	150.00	0.39	0.107	0.00024	55.58
T-80	N-37	N-43	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00001	55.59
T-81	N-2	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	55.97
T-82	N-47	N-38	67.80	73	PVC	150.00	-0.07	0.020	0.00001	56.13
T-83	N-51	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.009	0.00000	56.20
T-84	N-62	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00001	56.84
T-85	N-66	N-39	67.80	73	PVC	150.00	-0.47	0.131	0.00034	57.04
T-86	N-49	N-75	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.021	0.00002	57.31
T-87	N-38	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00000	57.53
T-88	N-58	N-41	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00001	57.75
T-89	N-60	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00001	57.87
T-90	N-46	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.002	0.00000	58.51
T-91	N-30	N-76	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	59.18
T-92	N-37	N-42	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00004	59.28
T-93	N-57	N-45	67.80	73	PVC	150.00	-0.04	0.012	0.00000	59.29
T-94	N-77	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.047	0.00005	60.65
T-95	N-33	N-78	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	61.29
T-96	N-52	N-79	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.007	0.00000	62.86
T-97	N-4	N-29	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.058	0.00008	63.41
T-98	N-12	N-80	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	65.52
T-99	N-34	N-27	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.015	0.00001	69.34
T-100	N-61	N-65	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	71.50
T-101	N-46	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.007	0.00000	72.59
T-102	N-81	N-82	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	75.03
T-103	RES-1	N-18	82.10	89	PVC	150.00	3.10	0.586	0.00437	78.06
T-104	N-62	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.046	0.00005	77.59
T-105	N-45	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	77.79
T-106	N-70	N-83	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	77.80
T-107	N-48	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.22	0.061	0.00008	77.85
T-108	N-32	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	78.17
T-109	N-64	N-35	67.80	73	PVC	150.00	-0.35	0.098	0.00020	78.30
T-110	N-84	N-85	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.012	0.00001	84.53
T-111	N-64	N-72	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.076	0.00013	85.29
T-112	N-54	N-77	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.057	0.00007	86.34
T-113	N-70	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	90.50
T-114	N-36	N-86	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.000000	89.90
T-115	N-27	N-87	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.019	0.00001	90.15
T-116	N-66	N-11	67.80	73	PVC	150.00	-0.64	0.176	0.00059	90.82
T-117	N-18	N-39	67.80	73	PVC	150.00	1.43	0.396	0.00264	91.55
T-118	N-52	N-81	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	107.72
T-119	N-75	N-50	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.030	0.00002	96.52
T-120	N-83	N-62	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.029	0.00002	97.16
T-121	N-79	N-51	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.016	0.00001	102.89
T-122	N-70	N-88	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	126.26
T-123	N-53	N-89	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	117.00
T-124	N-23	N-84	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	146.15

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red existente se verifica que las velocidades en la tubería están por debajo de 0.60 m/s, teniendo como velocidad mínima de 0.002 m/s y máxima de 0.586 m/s.

Tabla 12 Reporte de características hidráulicas en los nodos

Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota piezométrica (m)	Presión estática (m)	Presión dinámica (mca)
N-1	3,412.00	0.012	3,447.37	36.00	35.30
N-2	3,412.00	0.012	3,447.37	36.00	35.30
N-3	3,412.86	0.010	3,447.35	35.14	34.42
N-4	3,412.78	0.014	3,447.35	35.22	34.50
N-5	3,411.51	0.006	3,447.33	36.49	35.74
N-6	3,411.56	0.013	3,447.33	36.44	35.69
N-7	3,408.00	0.007	3,447.33	40.00	39.25
N-8	3,408.00	0.012	3,447.33	40.00	39.25
N-9	3,408.00	0.006	3,447.32	40.00	39.25
N-10	3,408.00	0.015	3,447.32	40.00	39.25
N-11	3,413.00	0.026	3,447.45	35.00	34.38
N-12	3,411.23	0.016	3,447.45	36.77	36.15
N-13	3,408.00	0.016	3,447.33	40.00	39.25
N-14	3,413.77	0.019	3,447.33	34.23	33.49
N-15	3,407.98	0.011	3,447.33	40.02	39.27
N-16	3,415.19	0.019	3,447.35	32.81	32.09
N-17	3,412.17	0.016	3,447.35	35.83	35.12
N-18	3,416.01	0.030	3,447.66	31.99	31.58
N-19	3,416.54	0.021	3,447.59	31.46	30.99
N-20	3,409.99	0.010	3,447.33	38.01	37.26
N-21	3,410.00	0.010	3,447.32	38.00	37.25
N-22	3,399.17	0.049	3,447.32	48.83	48.05
N-23	3,394.84	0.083	3,447.32	53.16	52.38
N-24	3,416.77	0.011	3,447.35	31.23	30.52
N-25	3,409.39	0.019	3,447.32	38.61	37.86
N-26	3,408.11	0.018	3,447.32	39.89	39.13
N-27	3,411.00	0.023	3,447.32	37.00	36.25
N-28	3,409.52	0.017	3,447.34	38.48	37.74
N-29	3,413.91	0.023	3,447.34	34.09	33.36
N-30	3,409.40	0.019	3,447.33	38.60	37.85
N-31	3,409.94	0.018	3,447.45	38.06	37.43
N-32	3,417.36	0.028	3,447.35	30.64	29.92
N-33	3,415.80	0.039	3,447.35	32.20	31.48
N-34	3,408.00	0.018	3,447.32	40.00	39.24
N-35	3,414.25	0.031	3,447.38	33.75	33.06
N-36	3,414.04	0.038	3,447.36	33.96	33.26
N-37	3,410.96	0.022	3,447.35	37.04	36.32
N-38	3,409.47	0.022	3,447.34	38.53	37.79
N-39	3,413.89	0.032	3,447.42	34.11	33.46

N-40	3,416.65	0.021	3,447.42	31.35	30.72
N-41	3,407.76	0.019	3,447.32	40.24	39.49
N-42	3,409.57	0.021	3,447.35	38.43	37.70
N-43	3,411.80	0.022	3,447.35	36.20	35.48
N-44	3,409.86	0.022	3,447.34	38.14	37.40
N-45	3,404.66	0.056	3,447.32	43.34	42.57
N-46	3,406.41	0.026	3,447.32	41.59	40.82
N-47	3,408.55	0.022	3,447.34	39.45	38.71
N-48	3,419.00	0.034	3,447.34	29.00	28.28
N-49	3,420.00	0.027	3,447.34	28.00	27.28
N-50	3,416.65	0.029	3,447.34	31.35	30.63
N-51	3,411.58	0.032	3,447.34	36.42	35.69
N-52	3,416.44	0.038	3,447.34	31.56	30.84
N-53	3,411.49	0.057	3,447.32	36.51	35.76
N-54	3,421.00	0.028	3,447.34	27.00	26.29
N-55	3,408.45	0.020	3,447.33	39.55	38.80
N-56	3,406.95	0.021	3,447.32	41.05	40.29
N-57	3,405.78	0.021	3,447.32	42.22	41.45
N-58	3,407.00	0.027	3,447.32	41.00	40.24
N-59	3,413.42	0.023	3,447.37	34.58	33.89
N-60	3,407.82	0.023	3,447.33	40.18	39.43
N-61	3,404.74	0.036	3,447.32	43.26	42.49
N-62	3,406.87	0.046	3,447.32	41.13	40.36
N-63	3,409.91	0.031	3,447.35	38.09	37.36
N-64	3,419.50	0.044	3,447.35	28.50	27.79
N-65	3,408.16	0.038	3,447.32	39.84	39.08
N-66	3,416.00	0.039	3,447.41	32.00	31.35
N-67	3,407.79	0.028	3,447.45	40.21	39.58
N-68	3,409.50	0.041	3,447.35	38.50	37.78
N-69	3,404.35	0.071	3,447.32	43.65	42.88
N-70	3,403.80	0.067	3,447.30	44.20	43.41
N-71	3,420.16	0.022	3,447.34	27.84	27.13
N-72	3,427.00	0.046	3,447.34	21.00	20.30
N-73	3,420.15	0.058	3,447.34	27.85	27.14
N-74	3,412.24	0.077	3,447.32	35.76	35.01
N-75	3,422.09	0.033	3,447.34	25.91	25.20
N-76	3,416.80	0.029	3,447.33	31.20	30.47
N-77	3,422.21	0.036	3,447.34	25.79	25.08
N-78	3,415.47	0.097	3,447.34	32.53	31.81
N-79	3,420.00	0.033	3,447.34	28.00	27.28
N-80	3,404.00	0.039	3,447.45	44.00	43.36
N-81	3,413.87	0.091	3,447.34	34.13	33.40
N-82	3,406.52	0.102	3,447.34	41.48	40.73
N-83	3,408.20	0.075	3,447.31	39.80	39.02
N-84	3,391.99	0.116	3,447.31	56.01	55.20
N-85	3,389.40	0.099	3,447.30	58.60	57.78
N-86	3,407.24	0.037	3,447.36	40.76	40.04
N-87	3,417.90	0.070	3,447.32	30.10	29.36
N-88	3,403.39	0.097	3,447.30	44.61	43.83
N-89	3,423.16	0.101	3,447.32	24.84	24.11

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red existente se ha verificado que las presiones dinámicas en los nodos de consumo son superiores a 10 m de y que la presión estática máxima es superior a 50 m en los nodos N-23, N-84, N-85.

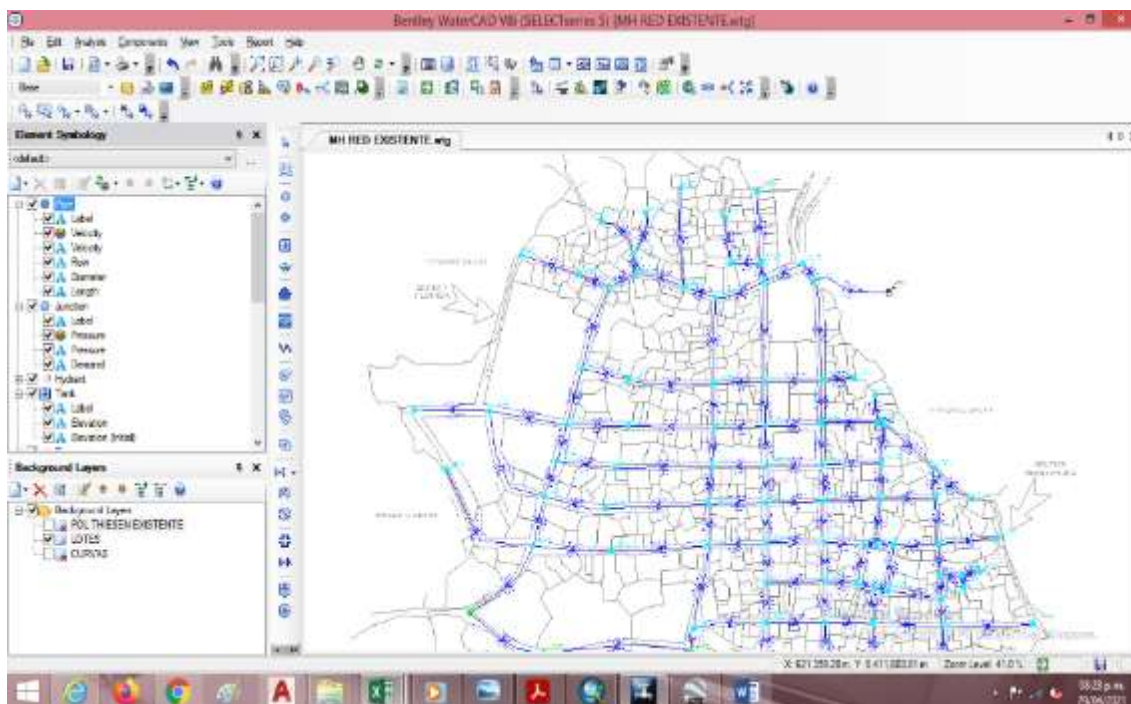


Figura 23 Modelamiento hidráulico de la red de distribución existente del sistema de agua potable

Fuente: Elaboración especialista hidráulico

Modelamiento hidráulico de red de distribución sectorizado de la red de agua potable

El modelamiento hidráulico del sistema de redes de distribución sectorizado se realizó utilizando el SOFTWARE WaterCAD V8i, Verificando como criterio de diseño las consideraciones del RNE tales como:

Profundidad mínima sobre clave de la tubería debe ser mayor a 1m.

La presión dinámica mínima de 10m en consumos máximo horario.

Presión estática máximo de 50m.

Velocidad máxima de 3 m/s.

Diámetro mínimo de 75 mm (2 ½") para uso de vivienda.

Tabla 13 Modelamiento hidráulico de red sectorizado de agua potable en la localidad de Chipao

REPORTE DE CARACTERISTICAS HIDRAULICAS EN LAS TUBERIAS										
Tubería	Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro interno mm	Diámetro nominal mm	Material	Hazen-Williams c	Caudal (l/s)	Velocidad	Gradiente hidráulico	Longitud ml
T-1	N-1	N-2	67.8	73	PVC	150.00	0.55	0.152	0.00045	2.66
T-2	N-3	N-4	67.8	73	PVC	150.00	0.41	0.113	0.00025	7.29
T-3	N-5	N-6	67.8	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	10.94
T-4	N-7	N-8	67.8	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	12.47
T-5	N-9	N-10	67.8	73	PVC	150.00	-0.06	0.017	0.00002	13.10
T-6	N-11	N-12	67.8	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	17.35
T-7	N-13	N-7	67.8	73	PVC	150.00	-0.15	0.040	0.00005	17.44
T-8	N-5	N-14	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.005	0.00000	17.86
T-9	N-15	N-9	67.8	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	17.82
T-10	N-16	N-17	67.8	73	PVC	150.00	0.09	0.024	0.00002	18.52
T-11	N-18	N-19	67.8	73	PVC	150.00	2.03	0.561	0.00506	19.60
T-12	N-20	N-21	67.8	73	PVC	150.00	0.13	0.037	0.00003	20.07
T-13	N-22	N-23	67.8	73	PVC	150.00	0.16	0.044	0.00004	21.27
T-14	N-20	N-5	67.8	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	21.78
T-15	N-3	N-24	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.003	0.00000	24.43
T-16	N-25	N-26	67.8	73	PVC	150.00	-0.11	0.031	0.00002	25.30
T-17	N-27	N-21	67.8	73	PVC	150.00	-0.20	0.055	0.00007	25.78
T-18	N-28	N-29	67.8	73	PVC	150.00	-0.18	0.051	0.00007	27.38
T-19	N-20	N-30	67.8	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00006	29.76
T-20	N-12	N-31	67.8	73	PVC	150.00	0.05	0.013	0.00000	30.17
T-21	N-16	N-32	67.8	73	PVC	150.00	0.27	0.074	0.00012	31.06
T-22	N-32	N-33	67.8	73	PVC	150.00	0.14	0.038	0.00003	31.47
T-23	N-9	N-34	67.8	73	PVC	150.00	0.18	0.051	0.00006	31.79
T-24	N-35	N-36	67.8	73	PVC	150.00	0.45	0.124	0.00031	32.73
T-25	N-37	N-38	67.8	73	PVC	150.00	0.36	0.101	0.00021	32.74
T-26	N-39	N-40	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	32.84
T-27	N-15	N-41	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	33.02
T-28	N-42	N-4	67.8	73	PVC	150.00	-0.17	0.046	0.00005	33.37
T-29	N-43	N-44	67.8	73	PVC	150.00	89.00	0.247	0.00111	33.82
T-30	N-45	N-46	67.8	73	PVC	150.00	-0.12	0.034	0.00003	33.99
T-31	N-42	N-47	67.80	73	PVC	150.00	0.30	0.082	0.00014	34.12
T-32	N-48	N-49	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00001	34.12
T-33	N-50	N-51	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	34.49
T-34	N-49	N-52	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	34.85
T-35	N-27	N-53	67.80	73	PVC	150.00	0.16	0.043	0.00004	35.32
T-36	N-54	N-50	67.80	73	PVC	150.00	0.11	0.030	0.00003	35.45
T-37	N-55	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.051	0.00006	35.56
T-38	N-56	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.040	0.00003	35.74
T-39	N-8	N-15	67.80	73	PVC	150.00	0.16	0.045	0.00005	35.89
T-40	N-46	N-58	67.80	73	PVC	150.00	-0.21	0.059	0.00008	35.89
T-41	N-59	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.91	0.253	0.00115	36.03
T-42	N-2	N-37	67.80	73	PVC	150.00	0.54	0.149	0.00043	36.34
T-43	N-58	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.24	0.066	0.00009	36.41
T-44	N-60	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.47	0.129	0.00033	36.73
T-45	N-41	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.052	0.00006	37.07

T-46	N-57	N-61	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	37.34
T-47	N-26	N-34	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.038	0.00003	37.43
T-48	N-51	N-62	67.80	73	PVC	150.00	0.18	0.050	0.00006	37.62
T-49	N-38	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.28	0.077	0.00013	37.65
T-50	N-39	N-1	67.80	73	PVC	150.00	0.99	0.274	0.00134	37.88
T-51	N-8	N-55	67.80	73	PVC	150.00	-0.07	0.020	0.00001	39.54
T-52	N-17	N-63	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.009	0.00001	41.27
T-53	N-64	N-54	67.80	73	PVC	150.00	0.24	0.066	0.00010	40.26
T-54	N-65	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.09	0.025	0.00001	40.29
T-55	N-59	N-66	67.80	73	PVC	150.00	-0.94	0.259	0.00121	40.95
T-56	N-13	N-10	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00004	41.73
T-57	N-31	N-67	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	41.87
T-58	N-19	N-11	67.80	73	PVC	150.00	2.01	0.556	0.00495	42.12
T-59	N-28	N-30	67.80	73	PVC	150.00	0.25	0.069	0.00010	42.44
T-60	N-7	N-47	67.80	73	PVC	150.00	-0.25	0.070	0.00010	42.89
T-61	N-13	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.006	0.00001	44.72
T-62	N-17	N-68	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00001	48.96
T-63	N-26	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.002	0.00000	44.90
T-64	N-61	N-69	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	46.01
T-65	N-52	N-70	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.033	0.00003	46.45
T-66	N-29	N-71	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	47.33
T-67	N-53	N-25	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.001	0.00000	46.70
T-68	N-72	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	46.84
T-69	N-34	N-56	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.006	0.00000	47.87
T-70	N-36	N-16	67.80	73	PVC	150.00	0.37	0.103	0.00022	48.86
T-71	N-65	N-74	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	50.54
T-72	N-54	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	50.38
T-73	N-11	N-35	67.80	73	PVC	150.00	0.90	0.251	0.00113	51.17
T-74	N-66	N-64	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	50.80
T-75	N-73	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	53.49
T-76	N-10	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	53.61
T-77	N-50	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	54.48
T-78	N-47	N-28	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.023	0.00002	54.88
T-79	N-1	N-3	67.80	73	PVC	150.00	0.43	0.119	0.00028	55.58
T-80	N-37	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	55.59
T-81	N-2	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	55.97
T-82	N-47	N-38	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.017	0.00001	56.13
T-83	N-51	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.40	0.111	0.00025	56.20
T-84	N-62	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.20	0.056	0.00007	56.84
T-85	N-66	N-39	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.04
T-86	N-49	N-75	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00000	57.31
T-87	N-38	N-44	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.53
T-88	N-58	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.75
T-89	N-60	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.87
T-90	N-46	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	58.51
T-91	N-30	N-76	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00001	59.18
T-92	N-37	N-42	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00005	59.28
T-93	N-57	N-45	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	59.29
T-94	N-77	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	60.65
T-95	N-33	N-78	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	61.29
T-96	N-52	N-79	67.80	73	PVC	150.00	-0.16	0.043	0.00004	62.86
T-97	N-4	N-29	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.063	0.00009	63.41

T-98	N-12	N-80	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	65.52
T-99	N-34	N-27	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.014	0.00000	69.34
T-100	N-61	N-65	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	71.50
T-101	N-46	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	72.59
T-102	N-81	N-82	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	75.03
T-103	RES-1	N-18	82.10	89	PVC	150.00	3.10	0.586	0.00437	78.06
T-104	N-62	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	77.59
T-105	N-45	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	77.79
T-106	N-70	N-83	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.033	0.00003	77.80
T-107	N-48	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.054	0.00006	77.85
T-108	N-32	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	78.17
T-109	N-64	N-35	67.80	73	PVC	150.00	-0.43	0.118	0.00028	78.30
T-110	N-84	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	84.53
T-111	N-64	N-72	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	85.29
T-112	N-54	N-77	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	86.34
T-113	N-70	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	90.50
T-114	N-36	N-86	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	89.90
T-115	N-27	N-87	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.019	0.00001	90.15
T-116	N-66	N-11	67.80	73	PVC	150.00	-0.97	0.270	0.00130	90.82
T-117	N-18	N-39	67.80	73	PVC	150.00	1.04	0.289	0.00148	91.55
T-118	N-52	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	107.72
T-119	N-75	N-50	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.022	0.00001	96.52
T-120	N-83	N-62	67.80	73	PVC	150.00	-0.19	0.054	0.00006	97.16
T-121	N-79	N-51	67.80	73	PVC	150.00	-0.19	0.053	0.00006	102.89
T-122	N-70	N-88	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	126.26
T-123	N-53	N-89	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	117.00
T-124	N-23	N-84	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	146.15

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Del modelamiento hidráulico de redes ya sectorizados podemos observar que las velocidad mínima y máxima son de 0.001 m/s y 0.586 m/s respectivamente, siendo menor que 0.60 m/s recomendado por el reglamento nacional de edificaciones.

Para realizar la sectorización, se proyectaron válvulas de control y cortes de flujos en tuberías mediante tapones.

Se proyectaron válvulas de purga para realizar la limpieza y desinfección de redes y evitar sedimentación por velocidades mínimas.

Tabla 14 Reporte de características hidráulicas en los nodos sectorizados

Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota piezométrica (m)	Presión estática (m)	Presión dinámica (Mca)
N-1	3,412.00	0.012	3,447.47	36.00	35.40
N-2	3,412.00	0.012	3,447.47	36.00	35.40
N-3	3,412.86	0.010	3,447.46	35.14	34.52
N-4	3,412.78	0.014	3,447.46	35.22	34.61
N-5	3,411.51	0.006	3,447.44	36.49	35.86
N-6	3,411.56	0.013	3,447.44	36.44	35.81
N-7	3,408.00	0.007	3,447.44	40.00	39.37
N-8	3,408.00	0.012	3,447.44	40.00	39.36
N-9	3,408.00	0.006	3,447.44	40.00	39.36
N-10	3,408.00	0.015	3,447.44	40.00	39.36
N-11	3,413.00	0.026	3,447.35	35.00	34.28
N-12	3,411.23	0.016	3,447.35	36.77	36.05
N-13	3,408.00	0.016	3,447.44	40.00	39.36
N-14	3,413.77	0.019	3,447.44	34.23	33.61
N-15	3,407.98	0.011	3,447.44	40.02	39.38
N-16	3,415.19	0.019	3,447.27	32.81	32.02
N-17	3,412.17	0.016	3,447.27	35.83	35.04
N-18	3,416.01	0.030	3,447.66	31.99	31.58
N-19	3,416.54	0.021	3,447.56	31.46	30.96
N-20	3,409.99	0.010	3,447.44	38.01	37.37
N-21	3,410.00	0.010	3,447.44	38.00	37.37
N-22	3,399.17	0.049	3,447.09	48.83	47.82
N-23	3,394.84	0.083	3,447.09	53.16	52.14
N-24	3,416.77	0.011	3,447.46	31.23	30.63
N-25	3,409.39	0.019	3,447.44	38.61	37.98
N-26	3,408.11	0.018	3,447.44	39.89	39.25
N-27	3,411.00	0.023	3,447.44	37.00	36.37
N-28	3,409.52	0.017	3,447.45	38.48	37.86
N-29	3,413.91	0.023	3,447.45	34.09	33.47
N-30	3,409.40	0.019	3,447.44	38.60	37.97
N-31	3,409.94	0.018	3,447.35	38.06	37.33
N-32	3,417.36	0.028	3,447.27	30.64	29.84
N-33	3,415.80	0.039	3,447.27	32.20	31.40
N-34	3,408.00	0.018	3,447.44	40.00	39.36
N-35	3,414.25	0.031	3,447.29	33.75	32.98
N-36	3,414.04	0.038	3,447.28	33.96	33.18
N-37	3,410.96	0.022	3,447.46	37.04	36.42
N-38	3,409.47	0.022	3,447.45	38.53	37.90
N-39	3,413.89	0.032	3,447.52	34.11	33.56
N-40	3,416.65	0.021	3,447.52	31.35	30.82
N-41	3,407.76	0.019	3,447.44	40.24	39.61
N-42	3,409.57	0.021	3,447.45	38.43	37.81
N-43	3,411.80	0.022	3,447.14	36.20	35.27
N-44	3,409.86	0.022	3,447.11	38.14	37.17
N-45	3,404.66	0.056	3,447.09	43.34	42.34
N-46	3,406.41	0.026	3,447.09	41.59	40.59
N-47	3,408.55	0.022	3,447.45	39.45	38.82

N-48	3,419.00	0.034	3,447.27	29.00	28.21
N-49	3,420.00	0.027	3,447.27	28.00	27.21
N-50	3,416.65	0.029	3,447.27	31.35	30.55
N-51	3,411.58	0.032	3,447.09	36.42	35.44
N-52	3,416.44	0.038	3,447.08	31.56	30.59
N-53	3,411.49	0.057	3,447.44	36.51	35.88
N-54	3,421.00	0.028	3,447.27	27.00	26.21
N-55	3,408.45	0.020	3,447.44	39.55	38.91
N-56	3,406.95	0.021	3,447.44	41.05	40.40
N-57	3,405.78	0.021	3,447.44	42.22	41.57
N-58	3,407.00	0.027	3,447.09	41.00	40.01
N-59	3,413.42	0.023	3,447.18	34.58	33.70
N-60	3,407.82	0.023	3,447.09	40.18	39.19
N-61	3,404.74	0.036	3,447.44	43.26	42.61
N-62	3,406.87	0.046	3,447.09	41.13	40.14
N-63	3,409.91	0.031	3,447.27	38.09	37.29
N-64	3,419.50	0.044	3,447.27	28.50	27.71
N-65	3,408.16	0.038	3,447.44	39.84	39.20
N-66	3,416.00	0.039	3,447.23	32.00	31.17
N-67	3,407.79	0.028	3,447.35	40.21	39.49
N-68	3,409.50	0.041	3,447.27	38.50	37.70
N-69	3,404.35	0.071	3,447.44	43.65	43.00
N-70	3,403.80	0.067	3,447.08	44.20	43.19
N-71	3,420.16	0.022	3,447.45	27.84	27.24
N-72	3,427.00	0.046	3,447.27	21.00	20.23
N-73	3,420.15	0.058	3,447.27	27.85	27.06
N-74	3,412.24	0.077	3,447.44	35.76	35.13
N-75	3,422.09	0.033	3,447.27	25.91	25.12
N-76	3,416.80	0.029	3,447.44	31.20	30.59
N-77	3,422.21	0.036	3,447.27	25.79	25.00
N-78	3,415.47	0.097	3,447.27	32.53	31.73
N-79	3,420.00	0.033	3,447.08	28.00	27.03
N-80	3,404.00	0.039	3,447.35	44.00	43.26
N-81	3,413.87	0.091	3,447.26	34.13	33.33
N-82	3,406.52	0.102	3,447.26	41.48	40.66
N-83	3,408.20	0.075	3,447.08	39.80	38.80
N-84	3,391.99	0.116	3,447.08	56.01	54.98
N-85	3,389.40	0.099	3,447.08	58.60	57.56
N-86	3,407.24	0.037	3,447.28	40.76	39.96
N-87	3,417.90	0.070	3,447.44	30.10	29.48
N-88	3,403.39	0.097	3,447.08	44.61	43.61
N-89	3,423.16	0.101	3,447.44	24.84	24.23

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red sectorizado se puede verificar que las presiones dinámicas en los nodos de consumo son superiores a 10 m de y que la presión estática máxima es superior a 50 m en los nodos N-23, N-84, N-

85, por lo que en esos tramos será necesario cambiar tuberías de Clase - 10, así mismo.

Elaboración de planos finales

Con indicaciones del especialista hidráulico procedí a realizar los planos finales para la ejecución de la Inversión de Optimización, de Ampliación Marginal, de Rehabilitación y de Reposición – IOARR “Renovación de sistema de abastecimiento de agua potable y red de alcantarillado; en el(la) centro poblado de Chipao del distrito de Chipao, provincia Lucanas, departamento Ayacucho”.

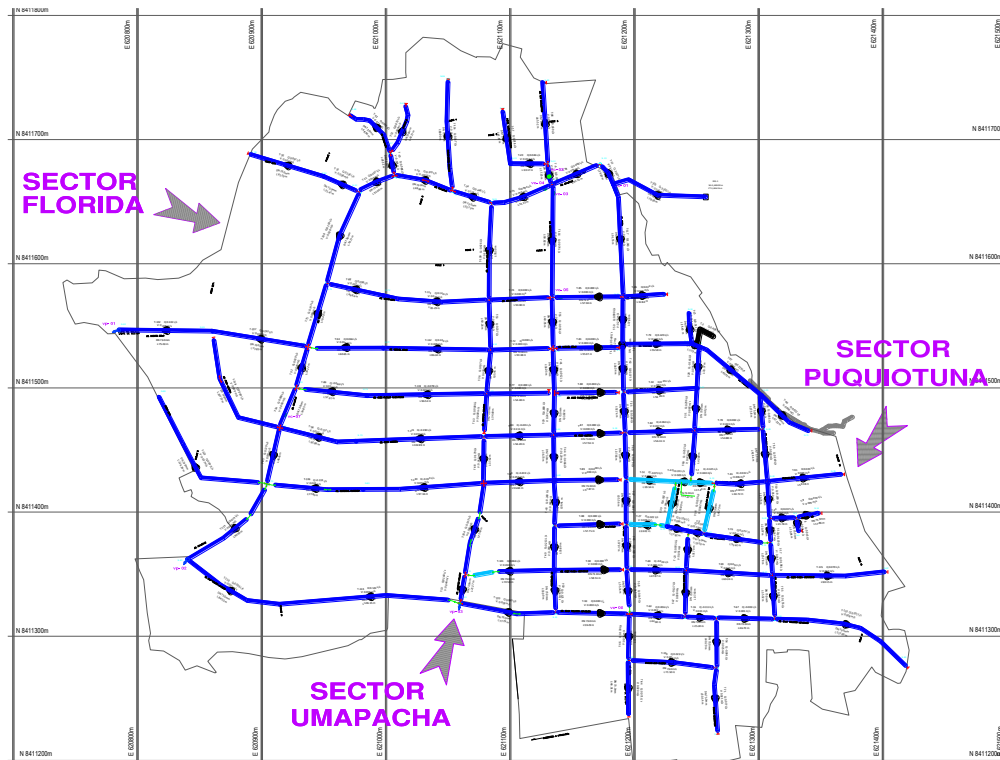


Figura 24 Plano hidráulico de redes sectorizados en tuberías

Fuente: Elaboración propia

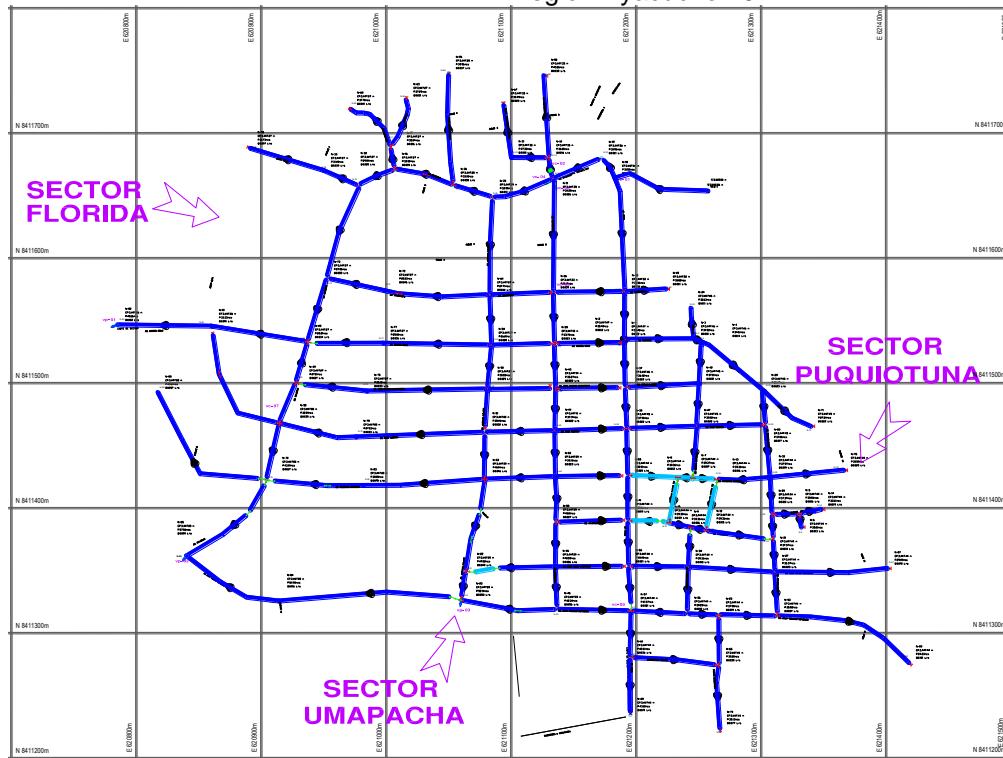


Figura 25 Plano hidráulico de redes sectorizados en nodos

Fuente: Elaboración propia

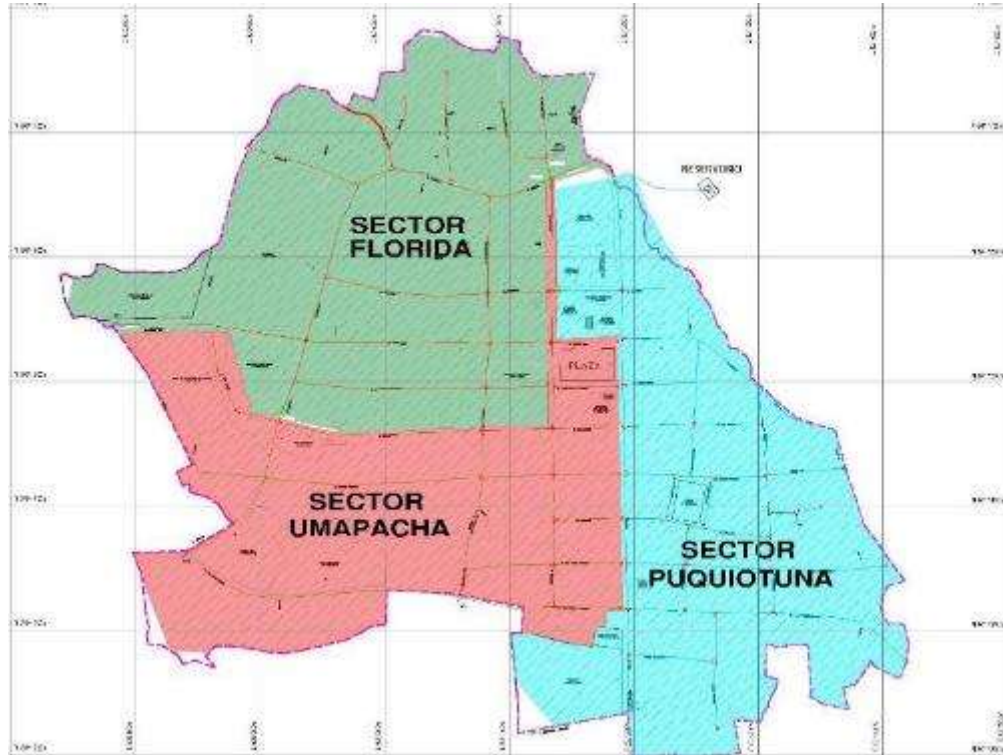


Figura 26 Plano sectorizado

Fuente: Elaboración propia

Ejecución de los trabajos realizado

A continuación, se procede a la ejecución en obra de los trabajos realizados, dentro de la ejecución de la obra se cuenta con las partidas de retiro de tubería y accesorios existentes; excavación de zanja para tuberías, cama de apoyo en fondo de tubería, suministro e instalación de tuberías y accesorios, relleno con material propio, suministro e instalación de válvulas de control, instalación de conexiones domiciliarias.

Retiro de tuberías y accesorios existentes

Esta partida corresponde al retiro de las tuberías a ser reemplazadas, además de los accesorios y abrazaderas, esta partida se realizó en horarios de 7:30 am a 2:00 pm, el retiro de tuberías se ejecutó progresivamente con la instalación de la tubería de reemplazo.



Figura 27 Tubería y accesorio por ser reemplazada

Fuente: propia

Excavación de zanja para tuberías

La zanja para el tendido de la tubería tiene una sección promedio de 0.40 m. x 0.60 m. El terreno donde se realizó la excavación es considerado terreno normal ya que no tubo presencia de rocas. El caso particular que tubo esta excavación de zanja se debe a que ya tuvo una excavación inicial, y la finalidad de esta excavación es profundizar las tuberías. El fondo de la zanja fue nivelado para que los tubos sean apoyados adecuadamente. Las excavaciones se realizaron manualmente y con apoyo de una retroexcavadora.



Figura 28 Excavación de zanja manual para instalación de tuberías en la Av. Cuba

Fuente: propia



Figura 29 Excavación de zanja con maquinaria para instalación de tuberías en el Jr. Revolución

Fuente: propia

Zarandeado Manual de Material Propio

Esta partida comprendió a los trabajos realizados para seleccionar el material propio mediante el empleo de una zaranda, con la finalidad de seleccionar dicho material para utilizarse como relleno por encima de la tubería una vez tendida.

Cama de apoyo en fondo de tubería

Antes del tendido de la tubería se colocó, una cama de apoyo la cual sirve para el asentado de la tubería con material seleccionado en una altura aproximada de 10 cm. La mencionada cama de apoyo es muy importante para la buena instalación de la tubería.



Figura 30 Cama de apoyo con arena cernida en Av. Cuba

Fuente: propia

Suministro e instalación de tuberías y accesorios

Comprendió el suministro y tendido de la tubería PVC ISO C-7.5 Ø 73MM, las uniones se realizaron con pegamento para PVC, sus especificaciones técnicas rigen según NTP- 399.002.

Antes de colocar el tubo definitivamente, se aseguró que el interior de la zanja no contenga piedras y útiles de trabajo o cualquier otro objeto extraño.

Durante la colocación de la tubería se niveló y alineó los extremos de los tubos. Para colocar la tubería en su posición se descartó el empleo de cuñas de piedra o de madera, en la tuberías y accesorios. La instalación de la tubería, se colocó sobre el apoyo continuo de la cama de arena totalmente nivelada.

Para la alineación de la tubería, se utilizó dos cordeles: Uno para el alineamiento vertical y otro para el horizontal.



Figura 31 Instalación de tuberías y accesorios de PVC

Fuente: propia

Relleno con material propio

Este trabajo consistió en rellenar la zanja con el material proveniente de la propia excavación, con el cuidado de evitar la colocación de piedras grandes que puedan dañar la tubería.



Figura 32 Relleno con material propio

Fuente: propia

Suministro e instalación de válvulas de control

Esta partida comprendió la instalación de una válvula de control, que se colocó para aislar y sectorizar las zonas de presión.



Figura 33 Instalación de válvulas de control

Fuente: propia

Instalación de conexiones domiciliarias

Comprendió la colocación de tubería y accesorios para la conexión de agua de cada vivienda de la red de distribución.

Principalmente se tubo consideración en las abrazaderas, siendo estas de PVC recomendables para el sistema de agua potable.



Figura 34 Instalación de conexiones domiciliarias con abrazaderas de PVC

Fuente: propia

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

En relación a los conocimientos obtenidos durante el seguimiento de la evaluación y estudios de redes del sistema de agua potable en la localidad de Chipao, se obtuvo los siguientes resultados.

Del análisis del sistema de agua potable existente

De la recolección de datos y diagnóstico de los diferentes componentes del sistema de agua potable se tiene lo siguiente:

Captación

La captación se encuentra dentro del periodo de diseño y en buenas condiciones, cuyo dimensionamiento capta 7.60 l/s en épocas de lluvia (aforo) y 3.80 l/s (50% de caudal en época de lluvia) en épocas de estiaje lo cual satisface la demanda máxima diaria de 2.02 l/s.

Tabla 15 Caudal captado en época de estiaje

Caudal captado en época de estiaje	Caudal máximo diario	Observación
3.80 l/s	2.02 l/s	El caudal máximo diario requerido es menor al caudal captado en época de estiaje. Lo cual indica que la oferta de la fuente es superior a la demanda de la población.

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Línea de conducción

La tubería instalada en la línea de conducción se encuentra en buen estado, cuyo diámetro satisface el requerimiento del caudal máximo horario, llegando a conducir un caudal de 7.60 l/s.

Tabla 16 Caudal en línea de conducción

Caudal conducido en época de lluvia	Caudal conducido en época de estiaje	Caudal máximo diario conducir	Observación
7.60 l/s	3.80 l/s	2.02 l/s	La tubería de 3” en la línea de conducción conduce caudal superior a la demanda máximo horario. Lo cual es indicador que la población tiene en superávit la oferta de agua en relación a la demanda.

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Reservorio

El reservorio se encuentra en buen estado y satisface el volumen de regulación requerido por la población de la localidad de Chipao.

Tabla 17 Volumen de Reservorio de la localidad de Chipao

Volumen de reservorio existente	Volumen calculado	Observación
40 m ²	35 m ³	El volumen de almacenamiento del reservorio es superior al volumen requerido

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

La ubicación del reservorio satisface las presiones mínimas en la red de distribución, el reservorio no presenta vulnerabilidad en cuanto a riesgos de colapso, los accesorios de la caseta de válvulas se encuentran en mal estado por falta de operación y mantenimiento, observándose que los accesorios de F°F° muestran óxidos que indican corrosión de las mismas.

Existe una inadecuada instalación en el ingreso del reservorio debido a que la línea de conducción de 3” de diámetro es reducido a 2” en el ingreso del reservorio, perdiendo continuidad de flujo y siendo vulnerable a obstrucciones futuras.

Red de distribución

Las tuberías instaladas en la red de distribución se encuentran en buen estado, ya que están dentro del periodo de diseño y de vida útil.

Tabla 18 Periodo útil de la red de distribución

Año de ejecución del proyecto	Periodo de diseño	Año de vida útil del proyecto	Observación
2013	20 años	2033	Las tuberías instaladas están dentro del periodo de vida útil del proyecto, así mismo para tuberías PVC, el tiempo de vida útil es de 50 años de acuerdo a las especificaciones de tuberías Nicoll

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Los accesorios en cruz instalados en la red de distribución no garantizan el soporte a sobrepresiones en cuanto tienen una fabricación artesanal (hechizo).

Se realizó el modelamiento de la red de distribución en condiciones que viene operando arrojando los siguientes resultados:

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red existente se puede verificar que las presiones dinámicas en los nodos de consumo son superiores a 10 m y que la presión estática máxima es superior a 50 m en los nodos N-23, N-84, N-85 como se muestra en el siguiente reporte:

Tabla 19 Reporte de características hidráulicas en los nodos de la red existente

Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota piezométrica (m)	Presión estática (m)	Presión dinámica (mca)
N-1	3,412.00	0.012	3,447.37	36.00	35.30
N-2	3,412.00	0.012	3,447.37	36.00	35.30
N-3	3,412.86	0.010	3,447.35	35.14	34.42
N-4	3,412.78	0.014	3,447.35	35.22	34.50
N-5	3,411.51	0.006	3,447.33	36.49	35.74
N-6	3,411.56	0.013	3,447.33	36.44	35.69
N-7	3,408.00	0.007	3,447.33	40.00	39.25
N-8	3,408.00	0.012	3,447.33	40.00	39.25
N-9	3,408.00	0.006	3,447.32	40.00	39.25

N-10	3,408.00	0.015	3,447.32	40.00	39.25
N-11	3,413.00	0.026	3,447.45	35.00	34.38
N-12	3,411.23	0.016	3,447.45	36.77	36.15
N-13	3,408.00	0.016	3,447.33	40.00	39.25
N-14	3,413.77	0.019	3,447.33	34.23	33.49
N-15	3,407.98	0.011	3,447.33	40.02	39.27
N-16	3,415.19	0.019	3,447.35	32.81	32.09
N-17	3,412.17	0.016	3,447.35	35.83	35.12
N-18	3,416.01	0.030	3,447.66	31.99	31.58
N-19	3,416.54	0.021	3,447.59	31.46	30.99
N-20	3,409.99	0.010	3,447.33	38.01	37.26
N-21	3,410.00	0.010	3,447.32	38.00	37.25
N-22	3,399.17	0.049	3,447.32	48.83	48.05
N-23	3,394.84	0.083	3,447.32	53.16	52.38
N-24	3,416.77	0.011	3,447.35	31.23	30.52
N-25	3,409.39	0.019	3,447.32	38.61	37.86
N-26	3,408.11	0.018	3,447.32	39.89	39.13
N-27	3,411.00	0.023	3,447.32	37.00	36.25
N-28	3,409.52	0.017	3,447.34	38.48	37.74
N-29	3,413.91	0.023	3,447.34	34.09	33.36
N-30	3,409.40	0.019	3,447.33	38.60	37.85
N-31	3,409.94	0.018	3,447.45	38.06	37.43
N-32	3,417.36	0.028	3,447.35	30.64	29.92
N-33	3,415.80	0.039	3,447.35	32.20	31.48
N-34	3,408.00	0.018	3,447.32	40.00	39.24
N-35	3,414.25	0.031	3,447.38	33.75	33.06
N-36	3,414.04	0.038	3,447.36	33.96	33.26
N-37	3,410.96	0.022	3,447.35	37.04	36.32
N-38	3,409.47	0.022	3,447.34	38.53	37.79
N-39	3,413.89	0.032	3,447.42	34.11	33.46
N-40	3,416.65	0.021	3,447.42	31.35	30.72
N-41	3,407.76	0.019	3,447.32	40.24	39.49
N-42	3,409.57	0.021	3,447.35	38.43	37.70
N-43	3,411.80	0.022	3,447.35	36.20	35.48
N-44	3,409.86	0.022	3,447.34	38.14	37.40
N-45	3,404.66	0.056	3,447.32	43.34	42.57
N-46	3,406.41	0.026	3,447.32	41.59	40.82
N-47	3,408.55	0.022	3,447.34	39.45	38.71
N-48	3,419.00	0.034	3,447.34	29.00	28.28
N-49	3,420.00	0.027	3,447.34	28.00	27.28
N-50	3,416.65	0.029	3,447.34	31.35	30.63
N-51	3,411.58	0.032	3,447.34	36.42	35.69
N-52	3,416.44	0.038	3,447.34	31.56	30.84
N-53	3,411.49	0.057	3,447.32	36.51	35.76
N-54	3,421.00	0.028	3,447.34	27.00	26.29
N-55	3,408.45	0.020	3,447.33	39.55	38.80
N-56	3,406.95	0.021	3,447.32	41.05	40.29
N-57	3,405.78	0.021	3,447.32	42.22	41.45
N-58	3,407.00	0.027	3,447.32	41.00	40.24
N-59	3,413.42	0.023	3,447.37	34.58	33.89
N-60	3,407.82	0.023	3,447.33	40.18	39.43
N-61	3,404.74	0.036	3,447.32	43.26	42.49

N-62	3,406.87	0.046	3,447.32	41.13	40.36
N-63	3,409.91	0.031	3,447.35	38.09	37.36
N-64	3,419.50	0.044	3,447.35	28.50	27.79
N-65	3,408.16	0.038	3,447.32	39.84	39.08
N-66	3,416.00	0.039	3,447.41	32.00	31.35
N-67	3,407.79	0.028	3,447.45	40.21	39.58
N-68	3,409.50	0.041	3,447.35	38.50	37.78
N-69	3,404.35	0.071	3,447.32	43.65	42.88
N-70	3,403.80	0.067	3,447.30	44.20	43.41
N-71	3,420.16	0.022	3,447.34	27.84	27.13
N-72	3,427.00	0.046	3,447.34	21.00	20.30
N-73	3,420.15	0.058	3,447.34	27.85	27.14
N-74	3,412.24	0.077	3,447.32	35.76	35.01
N-75	3,422.09	0.033	3,447.34	25.91	25.20
N-76	3,416.80	0.029	3,447.33	31.20	30.47
N-77	3,422.21	0.036	3,447.34	25.79	25.08
N-78	3,415.47	0.097	3,447.34	32.53	31.81
N-79	3,420.00	0.033	3,447.34	28.00	27.28
N-80	3,404.00	0.039	3,447.45	44.00	43.36
N-81	3,413.87	0.091	3,447.34	34.13	33.40
N-82	3,406.52	0.102	3,447.34	41.48	40.73
N-83	3,408.20	0.075	3,447.31	39.80	39.02
N-84	3,391.99	0.116	3,447.31	56.01	55.20
N-85	3,389.40	0.099	3,447.30	58.60	57.78
N-86	3,407.24	0.037	3,447.36	40.76	40.04
N-87	3,417.90	0.070	3,447.32	30.10	29.36
N-88	3,403.39	0.097	3,447.30	44.61	43.83
N-89	3,423.16	0.101	3,447.32	24.84	24.11

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Caudal Máximo Horario	3.10 l/s
Presion Estático Máximo	58.60 m
Presion Estático Mínimo	21.00 m
Presion Dinámico Máximo	57.78 m
Presion Dinámico Mínimo	20.30 m

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red existente se puede verificar que las velocidades en las tuberías están por debajo de 0.60 m/s, teniendo como velocidad mínima de 0.002 m/s y máxima de 0.586 m/s:

Tabla 20 Modelamiento hidráulico de red existente agua potable en la localidad de Chipao

Tubería	Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro interno mm	Diámetro nominal mm	material	Hazen-Williams c	Caudal (l/s)	Velocidad	Gradiente Hidráulico	Longitud m
T-1	N-1	N-2	67.80	73	PVC	150.00	0.51	0.140	0.00045	2.66
T-2	N-3	N-4	67.80	73	PVC	150.00	0.36	0.101	0.00020	7.29
T-3	N-5	N-6	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	10.94

T-4	N-7	N-8	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.025	0.00000	12.47
T-5	N-9	N-10	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.015	0.00000	13.10
T-6	N-11	N-12	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	17.35
T-7	N-13	N-7	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.039	0.00003	17.44
T-8	N-5	N-14	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.005	0.00000	17.86
T-9	N-15	N-9	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.033	0.00003	17.82
T-10	N-16	N-17	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.024	0.00002	18.52
T-11	N-18	N-19	67.80	73	PVC	150.00	1.64	0.455	0.00342	19.60
T-12	N-20	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.034	0.00001	20.07
T-13	N-22	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	21.27
T-14	N-20	N-5	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	21.78
T-15	N-3	N-24	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.003	0.00000	24.43
T-16	N-25	N-26	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.033	0.00002	25.30
T-17	N-27	N-21	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.051	0.00007	25.78
T-18	N-28	N-29	67.80	73	PVC	150.00	-0.16	0.046	0.00005	27.38
T-19	N-20	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.17	0.047	0.00005	29.76
T-20	N-12	N-31	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.013	0.00000	30.17
T-21	N-16	N-32	67.80	73	PVC	150.00	0.29	0.081	0.00013	31.06
T-22	N-32	N-33	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.038	0.00004	31.47
T-23	N-9	N-34	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.046	0.00005	31.79
T-24	N-35	N-36	67.80	73	PVC	150.00	0.47	0.131	0.00035	32.73
T-25	N-37	N-38	67.80	73	PVC	150.00	0.34	0.094	0.00018	32.74
T-26	N-39	N-40	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	32.84
T-27	N-15	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.007	0.00000	33.02
T-28	N-42	N-4	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.039	0.00004	33.37
T-29	N-43	N-44	67.80	73	PVC	150.00	0.34	0.094	0.00018	33.82
T-30	N-45	N-46	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.032	0.00003	33.99
T-31	N-42	N-47	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.075	0.00012	34.12
T-32	N-48	N-49	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.059	0.00008	34.12
T-33	N-50	N-51	67.80	73	PVC	150.00	0.33	0.091	0.00017	34.49
T-34	N-49	N-52	67.80	73	PVC	150.00	0.26	0.073	0.00011	34.85
T-35	N-27	N-53	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00003	35.32
T-36	N-54	N-50	67.80	73	PVC	150.00	0.41	0.113	0.00026	35.45
T-37	N-55	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.18	0.050	0.00005	35.56
T-38	N-56	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.035	0.00002	35.74
T-39	N-8	N-15	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.043	0.00004	35.89
T-40	N-46	N-58	67.80	73	PVC	150.00	-0.17	0.047	0.00005	35.89
T-41	N-59	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.46	0.128	0.00033	36.03
T-42	N-2	N-37	67.80	73	PVC	150.00	0.47	0.130	0.00034	36.34
T-43	N-58	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00007	36.41
T-44	N-60	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.27	0.074	0.00011	36.73
T-45	N-41	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.047	0.00006	37.07
T-46	N-57	N-61	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.037	0.00004	37.34
T-47	N-26	N-34	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.034	0.00003	37.43
T-48	N-51	N-62	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.075	0.00012	37.62
T-49	N-38	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.26	0.073	0.00012	37.65
T-50	N-39	N-1	67.80	73	PVC	150.00	0.90	0.250	0.00112	37.88
T-51	N-8	N-55	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.021	0.00001	39.54
T-52	N-17	N-63	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.009	0.00000	41.27
T-53	N-64	N-54	67.80	73	PVC	150.00	0.46	0.128	0.00033	40.26
T-54	N-65	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.09	0.024	0.00001	40.29
T-55	N-59	N-66	67.80	73	PVC	150.00	-0.64	0.178	0.00060	40.95
T-56	N-13	N-10	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	41.73
T-57	N-31	N-67	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	41.87
T-58	N-19	N-11	67.80	73	PVC	150.00	1.62	0.449	0.00334	42.12
T-59	N-28	N-30	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.064	0.00009	42.44
T-60	N-7	N-47	67.80	73	PVC	150.00	-0.24	0.065	0.00010	42.89
T-61	N-13	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00000	44.72
T-62	N-17	N-68	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	48.96
T-63	N-26	N-57	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00001	44.90
T-64	N-61	N-69	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	46.01
T-65	N-52	N-70	67.80	73	PVC	150.00	0.28	0.077	0.00013	46.45
T-66	N-29	N-71	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	47.33
T-67	N-53	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00000	46.70
T-68	N-72	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.063	0.00008	46.84
T-69	N-34	N-56	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	47.87
T-70	N-36	N-16	67.80	73	PVC	150.00	0.40	0.111	0.00025	48.86

T-71	N-65	N-74	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	50.54
T-72	N-54	N-59	67.80	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00006	50.38
T-73	N-11	N-35	67.80	73	PVC	150.00	0.86	0.238	0.00102	51.17
T-74	N-66	N-64	67.80	73	PVC	150.00	0.43	0.118	0.00028	50.80
T-75	N-73	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.30	0.083	0.00015	53.49
T-76	N-10	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	53.61
T-77	N-50	N-43	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.016	0.00001	54.48
T-78	N-47	N-28	67.80	73	PVC	150.00	0.09	0.023	0.00002	54.88
T-79	N-1	N-3	67.80	73	PVC	150.00	0.39	0.107	0.00024	55.58
T-80	N-37	N-43	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00001	55.59
T-81	N-2	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	55.97
T-82	N-47	N-38	67.80	73	PVC	150.00	-0.07	0.020	0.00001	56.13
T-83	N-51	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.009	0.00000	56.20
T-84	N-62	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00001	56.84
T-85	N-66	N-39	67.80	73	PVC	150.00	-0.47	0.131	0.00034	57.04
T-86	N-49	N-75	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.021	0.00002	57.31
T-87	N-38	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00000	57.53
T-88	N-58	N-41	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.004	0.00001	57.75
T-89	N-60	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00001	57.87
T-90	N-46	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.002	0.00000	58.51
T-91	N-30	N-76	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	59.18
T-92	N-37	N-42	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00004	59.28
T-93	N-57	N-45	67.80	73	PVC	150.00	-0.04	0.012	0.00000	59.29
T-94	N-77	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.047	0.00005	60.65
T-95	N-33	N-78	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	61.29
T-96	N-52	N-79	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.007	0.00000	62.86
T-97	N-4	N-29	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.058	0.00008	63.41
T-98	N-12	N-80	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	65.52
T-99	N-34	N-27	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.015	0.00001	69.34
T-100	N-61	N-65	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	71.50
T-101	N-46	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.007	0.00000	72.59
T-102	N-81	N-82	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	75.03
T-103	RES-1	N-18	82.10	89	PVC	150.00	3.10	0.586	0.00437	78.06
T-104	N-62	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.17	0.046	0.00005	77.59
T-105	N-45	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	77.79
T-106	N-70	N-83	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	77.80
T-107	N-48	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.22	0.061	0.00008	77.85
T-108	N-32	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	78.17
T-109	N-64	N-35	67.80	73	PVC	150.00	-0.35	0.098	0.00020	78.30
T-110	N-84	N-85	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.012	0.00001	84.53
T-111	N-64	N-72	67.80	73	PVC	150.00	0.27	0.076	0.00013	85.29
T-112	N-54	N-77	67.80	73	PVC	150.00	0.21	0.057	0.00007	86.34
T-113	N-70	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	90.50
T-114	N-36	N-86	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.000000	89.90
T-115	N-27	N-87	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.019	0.00001	90.15
T-116	N-66	N-11	67.80	73	PVC	150.00	-0.64	0.176	0.00059	90.82
T-117	N-18	N-39	67.80	73	PVC	150.00	1.43	0.396	0.00264	91.55
T-118	N-52	N-81	67.80	73	PVC	150.00	-0.03	0.008	0.00000	107.72
T-119	N-75	N-50	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.030	0.00002	96.52
T-120	N-83	N-62	67.80	73	PVC	150.00	-0.11	0.029	0.00002	97.16
T-121	N-79	N-51	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.016	0.00001	102.89
T-122	N-70	N-88	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	126.26
T-123	N-53	N-89	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	117.00
T-124	N-23	N-84	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	146.15

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Velocidad Mínima 0.0020 m/s
Velocidad Máxima 0.586 m/s

Conexiones domiciliarias

De la inspección realizada se observó que se cuenta con instalaciones inadecuadas en cuanto al uso de abrazaderas de F°F°; así mismo; los medidores existentes se encuentran inoperativos y no registran consumos diarios de la población para mejor manejo de información.

De la propuesta de solución

Red de distribución

Se realizó una sectorización de la red de distribución en tres zonas las cuales serán controlados mediante válvulas de control, para mejorar la eficiencia en la operación y mantenimiento del sistema.

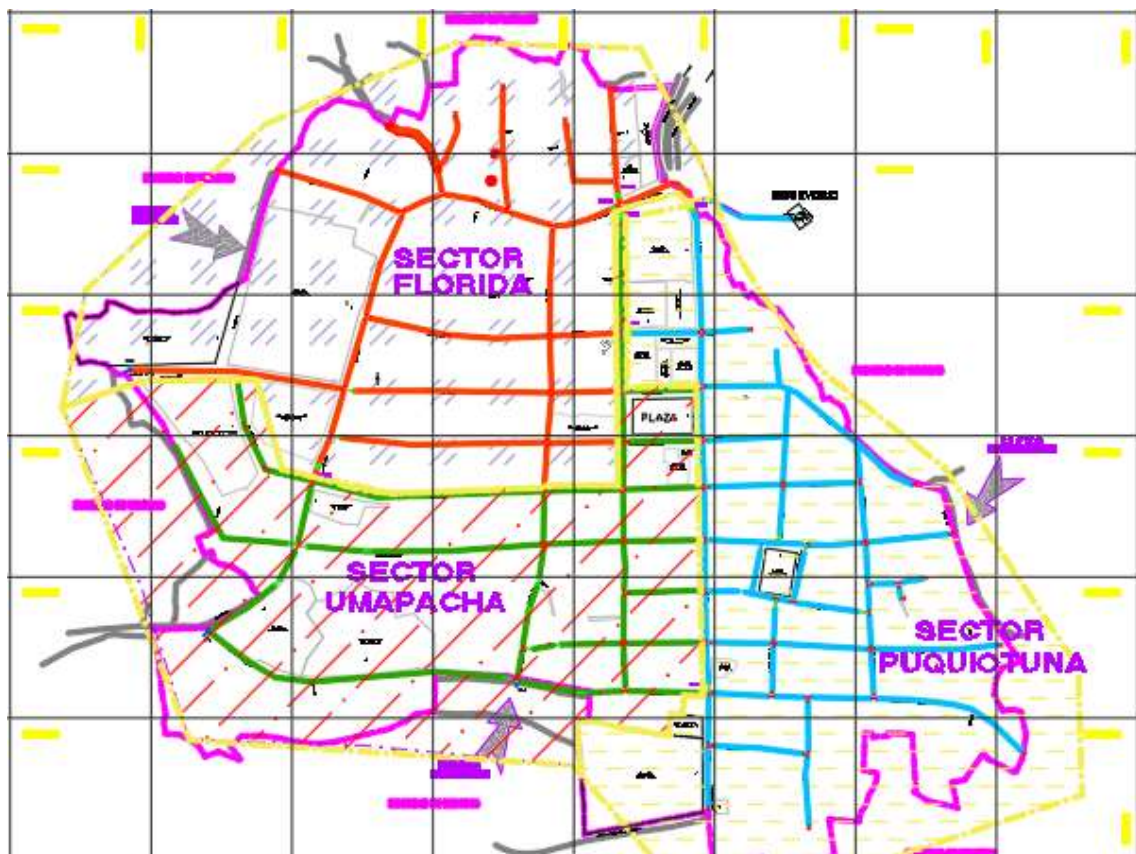


Figura 35 Sectorización de la red de distribución de agua potable

Fuente: propia

Del reporte del modelamiento hidráulico en la red existente se puede verificar que las presiones dinámicas en los nodos de consumo son superiores a 10 m de y que la presión estática máxima es superior a 50 m en los nodos N-23, N-84, N-85, por lo que en esos tramos será necesario cambiar tuberías de Clase - 10, así mismo, en proyecciones futuras habrá la necesidad de instalar válvulas reductoras de presión.

Tabla 21 Reporte de características hidráulicas en los nodos sectorizados

Nodo	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Cota piezométrica (m)	Presión estática (m)	Presión dinámica (Mca)
N-1	3,412.00	0.012	3,447.47	36.00	35.40
N-2	3,412.00	0.012	3,447.47	36.00	35.40
N-3	3,412.86	0.010	3,447.46	35.14	34.52
N-4	3,412.78	0.014	3,447.46	35.22	34.61
N-5	3,411.51	0.006	3,447.44	36.49	35.86
N-6	3,411.56	0.013	3,447.44	36.44	35.81
N-7	3,408.00	0.007	3,447.44	40.00	39.37
N-8	3,408.00	0.012	3,447.44	40.00	39.36
N-9	3,408.00	0.006	3,447.44	40.00	39.36
N-10	3,408.00	0.015	3,447.44	40.00	39.36
N-11	3,413.00	0.026	3,447.35	35.00	34.28
N-12	3,411.23	0.016	3,447.35	36.77	36.05
N-13	3,408.00	0.016	3,447.44	40.00	39.36
N-14	3,413.77	0.019	3,447.44	34.23	33.61
N-15	3,407.98	0.011	3,447.44	40.02	39.38
N-17	3,412.17	0.016	3,447.27	35.83	35.04
N-18	3,416.01	0.030	3,447.66	31.99	31.58
N-19	3,416.54	0.021	3,447.56	31.46	30.96
N-20	3,409.99	0.010	3,447.44	38.01	37.37
N-21	3,410.00	0.010	3,447.44	38.00	37.37
N-22	3,399.17	0.049	3,447.09	48.83	47.82
N-23	3,394.84	0.083	3,447.09	53.16	52.14
N-24	3,416.77	0.011	3,447.46	31.23	30.63
N-26	3,408.11	0.018	3,447.44	39.89	39.25
N-27	3,411.00	0.023	3,447.44	37.00	36.37
N-28	3,409.52	0.017	3,447.45	38.48	37.86
N-29	3,413.91	0.023	3,447.45	34.09	33.47
N-30	3,409.40	0.019	3,447.44	38.60	37.97
N-31	3,409.94	0.018	3,447.35	38.06	37.33
N-32	3,417.36	0.028	3,447.27	30.64	29.84
N-33	3,415.80	0.039	3,447.27	32.20	31.40
N-34	3,408.00	0.018	3,447.44	40.00	39.36
N-35	3,414.25	0.031	3,447.29	33.75	32.98
N-36	3,414.04	0.038	3,447.28	33.96	33.18
N-37	3,410.96	0.022	3,447.46	37.04	36.42
N-38	3,409.47	0.022	3,447.45	38.53	37.90

N-39	3,413.89	0.032	3,447.52	34.11	33.56
N-40	3,416.65	0.021	3,447.52	31.35	30.82
N-41	3,407.76	0.019	3,447.44	40.24	39.61
N-43	3,411.80	0.022	3,447.14	36.20	35.27
N-44	3,409.86	0.022	3,447.11	38.14	37.17
N-45	3,404.66	0.056	3,447.09	43.34	42.34
N-46	3,406.41	0.026	3,447.09	41.59	40.59
N-47	3,408.55	0.022	3,447.45	39.45	38.82
N-48	3,419.00	0.034	3,447.27	29.00	28.21
N-49	3,420.00	0.027	3,447.27	28.00	27.21
N-50	3,416.65	0.029	3,447.27	31.35	30.55
N-51	3,411.58	0.032	3,447.09	36.42	35.44
N-52	3,416.44	0.038	3,447.08	31.56	30.59
N-53	3,411.49	0.057	3,447.44	36.51	35.88
N-54	3,421.00	0.028	3,447.27	27.00	26.21
N-55	3,408.45	0.020	3,447.44	39.55	38.91
N-56	3,406.95	0.021	3,447.44	41.05	40.40
N-57	3,405.78	0.021	3,447.44	42.22	41.57
N-58	3,407.00	0.027	3,447.09	41.00	40.01
N-59	3,413.42	0.023	3,447.18	34.58	33.70
N-60	3,407.82	0.023	3,447.09	40.18	39.19
N-61	3,404.74	0.036	3,447.44	43.26	42.61
N-62	3,406.87	0.046	3,447.09	41.13	40.14
N-63	3,409.91	0.031	3,447.27	38.09	37.29
N-64	3,419.50	0.044	3,447.27	28.50	27.71
N-65	3,408.16	0.038	3,447.44	39.84	39.20
N-66	3,416.00	0.039	3,447.23	32.00	31.17
N-67	3,407.79	0.028	3,447.35	40.21	39.49
N-68	3,409.50	0.041	3,447.27	38.50	37.70
N-69	3,404.35	0.071	3,447.44	43.65	43.00
N-71	3,420.16	0.022	3,447.45	27.84	27.24
N-72	3,427.00	0.046	3,447.27	21.00	20.23
N-73	3,420.15	0.058	3,447.27	27.85	27.06
N-74	3,412.24	0.077	3,447.44	35.76	35.13
N-75	3,422.09	0.033	3,447.27	25.91	25.12
N-76	3,416.80	0.029	3,447.44	31.20	30.59
N-77	3,422.21	0.036	3,447.27	25.79	25.00
N-78	3,415.47	0.097	3,447.27	32.53	31.73
N-79	3,420.00	0.033	3,447.08	28.00	27.03
N-80	3,404.00	0.039	3,447.35	44.00	43.26
N-81	3,413.87	0.091	3,447.26	34.13	33.33
N-82	3,406.52	0.102	3,447.26	41.48	40.66
N-83	3,408.20	0.075	3,447.08	39.80	38.80
N-84	3,391.99	0.116	3,447.08	56.01	54.98
N-85	3,389.40	0.099	3,447.08	58.60	57.56
N-86	3,407.24	0.037	3,447.28	40.76	39.96
N-87	3,417.90	0.070	3,447.44	30.10	29.48
N-88	3,403.39	0.097	3,447.08	44.61	43.61
N-89	3,423.16	0.101	3,447.44	24.84	24.23

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

Del modelamiento hidráulico de redes ya sectorizados podemos observar que las velocidad mínima y máxima son de 0.001 m/s y 0.586 m/s respectivamente, siendo menor que 0.60 m/s recomendado por el reglamento nacional de edificaciones, esto debido que las tuberías instaladas son del diámetro mínimo de 2 ½” (73 mm c-7.5 NTP 399.002 marca NICOLL) recomendado por el RNE y el caudal máximo horario es calculado para una población de la Localidad de Chipao es menor a 2 000 habitantes, resultando un valor mínimo.

Para realizar la sectorización, se proyectarán válvulas de control y cortes de flujos en tuberías mediante tapones.

Se proyectarán válvulas de purga para realizar limpieza y desinfección de redes y evitar sedimentación por velocidades mínimas.

Tabla 22 Modelamiento hidráulico de red sectorizado de agua potable en la localidad de Chipao

REPORTE DE CARACTERISTICAS HIDRAULICAS EN LAS TUBERIAS										
Tubería	Nodo de inicio	Nodo final	Diámetro interno mm	Diámetro nominal mm	Material	Hazen-Williams c	Caudal (l/s)	Velocidad	Gradiente hidraulico	Longitud ml
T-1	N-1	N-2	67.8	73	PVC	150.00	0.55	0.152	0.00045	2.66
T-2	N-3	N-4	67.8	73	PVC	150.00	0.41	0.113	0.00025	7.29
T-3	N-5	N-6	67.8	73	PVC	150.00	0.01	0.004	0.00000	10.94
T-4	N-7	N-8	67.8	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	12.47
T-5	N-9	N-10	67.8	73	PVC	150.00	-0.06	0.017	0.00002	13.10
T-6	N-11	N-12	67.8	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	17.35
T-7	N-13	N-7	67.8	73	PVC	150.00	-0.15	0.040	0.00005	17.44
T-8	N-5	N-14	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.005	0.00000	17.86
T-9	N-15	N-9	67.8	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	17.82
T-10	N-16	N-17	67.8	73	PVC	150.00	0.09	0.024	0.00002	18.52
T-11	N-18	N-19	67.8	73	PVC	150.00	2.03	0.561	0.00506	19.60
T-12	N-20	N-21	67.8	73	PVC	150.00	0.13	0.037	0.00003	20.07
T-13	N-22	N-23	67.8	73	PVC	150.00	0.16	0.044	0.00004	21.27
T-14	N-20	N-5	67.8	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	21.78
T-15	N-3	N-24	67.8	73	PVC	150.00	0.01	0.003	0.00000	24.43
T-16	N-25	N-26	67.8	73	PVC	150.00	-0.11	0.031	0.00002	25.30
T-17	N-27	N-21	67.8	73	PVC	150.00	-0.20	0.055	0.00007	25.78
T-18	N-28	N-29	67.8	73	PVC	150.00	-0.18	0.051	0.00007	27.38
T-19	N-20	N-30	67.8	73	PVC	150.00	-0.18	0.050	0.00006	29.76
T-20	N-12	N-31	67.8	73	PVC	150.00	0.05	0.013	0.00000	30.17
T-21	N-16	N-32	67.8	73	PVC	150.00	0.27	0.074	0.00012	31.06
T-22	N-32	N-33	67.8	73	PVC	150.00	0.14	0.038	0.00003	31.47

T-23	N-9	N-34	67.8	73	PVC	150.00	0.18	0.051	0.00006	31.79
T-24	N-35	N-36	67.8	73	PVC	150.00	0.45	0.124	0.00031	32.73
T-25	N-37	N-38	67.8	73	PVC	150.00	0.36	0.101	0.00021	32.74
T-26	N-39	N-40	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	32.84
T-27	N-15	N-41	67.8	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	33.02
T-28	N-42	N-4	67.8	73	PVC	150.00	-0.17	0.046	0.00005	33.37
T-29	N-43	N-44	67.8	73	PVC	150.00	89.00	0.247	0.00111	33.82
T-30	N-45	N-46	67.8	73	PVC	150.00	-0.12	0.034	0.00003	33.99
T-31	N-42	N-47	67.80	73	PVC	150.00	0.30	0.082	0.00014	34.12
T-32	N-48	N-49	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.005	0.00001	34.12
T-33	N-50	N-51	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	34.49
T-34	N-49	N-52	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	34.85
T-35	N-27	N-53	67.80	73	PVC	150.00	0.16	0.043	0.00004	35.32
T-36	N-54	N-50	67.80	73	PVC	150.00	0.11	0.030	0.00003	35.45
T-37	N-55	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.051	0.00006	35.56
T-38	N-56	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.040	0.00003	35.74
T-39	N-8	N-15	67.80	73	PVC	150.00	0.16	0.045	0.00005	35.89
T-40	N-46	N-58	67.80	73	PVC	150.00	-0.21	0.059	0.00008	35.89
T-41	N-59	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.91	0.253	0.00115	36.03
T-42	N-2	N-37	67.80	73	PVC	150.00	0.54	0.149	0.00043	36.34
T-43	N-58	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.24	0.066	0.00009	36.41
T-44	N-60	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.47	0.129	0.00033	36.73
T-45	N-41	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.052	0.00006	37.07
T-46	N-57	N-61	67.80	73	PVC	150.00	0.13	0.036	0.00003	37.34
T-47	N-26	N-34	67.80	73	PVC	150.00	-0.14	0.038	0.00003	37.43
T-48	N-51	N-62	67.80	73	PVC	150.00	0.18	0.050	0.00006	37.62
T-49	N-38	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.28	0.077	0.00013	37.65
T-50	N-39	N-1	67.80	73	PVC	150.00	0.99	0.274	0.00134	37.88
T-51	N-8	N-55	67.80	73	PVC	150.00	-0.07	0.020	0.00001	39.54
T-52	N-17	N-63	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.009	0.00001	41.27
T-53	N-64	N-54	67.80	73	PVC	150.00	0.24	0.066	0.00010	40.26
T-54	N-65	N-25	67.80	73	PVC	150.00	-0.09	0.025	0.00001	40.29
T-55	N-59	N-66	67.80	73	PVC	150.00	-0.94	0.259	0.00121	40.95
T-56	N-13	N-10	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00004	41.73
T-57	N-31	N-67	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00000	41.87
T-58	N-19	N-11	67.80	73	PVC	150.00	2.01	0.556	0.00495	42.12
T-59	N-28	N-30	67.80	73	PVC	150.00	0.25	0.069	0.00010	42.44
T-60	N-7	N-47	67.80	73	PVC	150.00	-0.25	0.070	0.00010	42.89
T-61	N-13	N-30	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.006	0.00001	44.72
T-62	N-17	N-68	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00001	48.96
T-63	N-26	N-57	67.80	73	PVC	150.00	0.01	0.002	0.00000	44.90
T-64	N-61	N-69	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	46.01
T-65	N-52	N-70	67.80	73	PVC	150.00	0.12	0.033	0.00003	46.45
T-66	N-29	N-71	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	47.33
T-67	N-53	N-25	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.001	0.00000	46.70
T-68	N-72	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	46.84
T-69	N-34	N-56	67.80	73	PVC	150.00	-0.02	0.006	0.00000	47.87
T-70	N-36	N-16	67.80	73	PVC	150.00	0.37	0.103	0.00022	48.86
T-71	N-65	N-74	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	50.54
T-72	N-54	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	50.38
T-73	N-11	N-35	67.80	73	PVC	150.00	0.90	0.251	0.00113	51.17
T-74	N-66	N-64	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	50.80

T-75	N-73	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	53.49
T-76	N-10	N-21	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.021	0.00001	53.61
T-77	N-50	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	54.48
T-78	N-47	N-28	67.80	73	PVC	150.00	0.08	0.023	0.00002	54.88
T-79	N-1	N-3	67.80	73	PVC	150.00	0.43	0.119	0.00028	55.58
T-80	N-37	N-43	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	55.59
T-81	N-2	N-59	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	55.97
T-82	N-47	N-38	67.80	73	PVC	150.00	-0.06	0.017	0.00001	56.13
T-83	N-51	N-44	67.80	73	PVC	150.00	-0.40	0.111	0.00025	56.20
T-84	N-62	N-60	67.80	73	PVC	150.00	-0.20	0.056	0.00007	56.84
T-85	N-66	N-39	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.04
T-86	N-49	N-75	67.80	73	PVC	150.00	-0.05	0.013	0.00000	57.31
T-87	N-38	N-44	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.53
T-88	N-58	N-41	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.75
T-89	N-60	N-55	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	57.87
T-90	N-46	N-56	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	58.51
T-91	N-30	N-76	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.008	0.00001	59.18
T-92	N-37	N-42	67.80	73	PVC	150.00	0.15	0.042	0.00005	59.28
T-93	N-57	N-45	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	59.29
T-94	N-77	N-48	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	60.65
T-95	N-33	N-78	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	61.29
T-96	N-52	N-79	67.80	73	PVC	150.00	-0.16	0.043	0.00004	62.86
T-97	N-4	N-29	67.80	73	PVC	150.00	0.23	0.063	0.00009	63.41
T-98	N-12	N-80	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.011	0.00000	65.52
T-99	N-34	N-27	67.80	73	PVC	150.00	0.05	0.014	0.00000	69.34
T-100	N-61	N-65	67.80	73	PVC	150.00	0.02	0.006	0.00000	71.50
T-101	N-46	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	72.59
T-102	N-81	N-82	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	75.03
T-103	RES-1	N-18	82.10	89	PVC	150.00	3.10	0.586	0.00437	78.06
T-104	N-62	N-22	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	77.59
T-105	N-45	N-23	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.018	0.00001	77.79
T-106	N-70	N-83	67.80	73	PVC	150.00	-0.12	0.033	0.00003	77.80
T-107	N-48	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.19	0.054	0.00006	77.85
T-108	N-32	N-73	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	78.17
T-109	N-64	N-35	67.80	73	PVC	150.00	-0.43	0.118	0.00028	78.30
T-110	N-84	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.03	0.007	0.00000	84.53
T-111	N-64	N-72	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.040	0.00004	85.29
T-112	N-54	N-77	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	86.34
T-113	N-70	N-85	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.020	0.00001	90.50
T-114	N-36	N-86	67.80	73	PVC	150.00	0.04	0.010	0.00000	89.90
T-115	N-27	N-87	67.80	73	PVC	150.00	0.07	0.019	0.00001	90.15
T-116	N-66	N-11	67.80	73	PVC	150.00	-0.97	0.270	0.00130	90.82
T-117	N-18	N-39	67.80	73	PVC	150.00	1.04	0.289	0.00148	91.55
T-118	N-52	N-81	67.80	73	PVC	150.00	0.00	0.000	0.00000	107.72
T-119	N-75	N-50	67.80	73	PVC	150.00	-0.08	0.022	0.00001	96.52
T-120	N-83	N-62	67.80	73	PVC	150.00	-0.19	0.054	0.00006	97.16
T-121	N-79	N-51	67.80	73	PVC	150.00	-0.19	0.053	0.00006	102.89
T-122	N-70	N-88	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.027	0.00002	126.26
T-123	N-53	N-89	67.80	73	PVC	150.00	0.10	0.028	0.00002	117.00
T-124	N-23	N-84	67.80	73	PVC	150.00	0.14	0.039	0.00004	146.15

Fuente: Elaboración especialista hidráulico (2021)

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En primera instancia, los trabajos realizados en campo fueron el aforo, levantamiento topográfico y replanteo de las redes existentes, los cuales fueron indispensables para la identificación del motivo de las pérdidas de presión y determinar que el sistema de red de distribución en la localidad de Chipao trabaja al 60% de eficiencia.

En segunda instancia, los trabajos en gabinete fueron la identificación del periodo de diseño de las redes de distribución de agua potable, determinación de la población actual, cálculo de la tasa de crecimiento, identificación del periodo de diseño, elaboración del plano topográfico y la elaboración de los planos de la red existente, información brindada al especialista en hidráulico, para los cálculos del sistema en su situación antes de la intervención y para el diseño final.

En tercera instancia, se ejecutó la Renovación de sistema de abastecimiento de agua potable; en la localidad de Chipao del distrito de Chipao, provincia Lucanas, departamento Ayacucho.

En cuarta instancia, se cambió las abrazaderas de las conexiones domiciliarias de fierro fundido a PVC en un 75% de las conexiones domiciliarias existentes, se cambiaron 405 abrazaderas.

En quinta instancia, se cambió en total 2040 m de tuberías de PVC distribuidos de la siguiente manera Jr. Alfonzo Ugarte 225 m, Jr. Revolución 295 m, Av. Cuba 125 m, Jr. Felipe Santiago 75 m, Plaza Felipe Santiago, 75 m, Jr. Ccarhuarazo 145 m, Jr. Ayacucho 175 m, Jr. Mariscal Cáceres 165 m, Jr. Ciro Alegría 115 m, Jr. Cesar Vallejo 60 m, Jr. José Carlos Mariátegui 200 m, Jr. Miguel Grau 190 m, Jr. Atahualpa 195 m.

Finalmente se concluye que la Renovación de sistema de abastecimiento de agua potable; en la localidad de Chipao del distrito de Chipao, provincia Lucanas, departamento Ayacucho, mejoro a un 90% la eficiencia de las redes de distribución de agua potable al ejecutar la evaluación y estudio de redes del sistema de agua potable en la localidad de Chipao.

RECOMENDACIONES

En primer lugar, las redes de distribución y demás obras deben ser diseñadas y ejecutadas técnicamente según se expresa en un expediente técnico.

En segundo lugar, en los cruces de tuberías no se debe permitir de ninguna manera la instalación de accesorios en forma de Cruz y deben realizarse con accesorio en Tee, además de ninguna manera se debe permitir el empleo de accesorio de fabricación artesanal (hechizo).

En tercer lugar, en las abrazaderas para las conexiones domiciliarias no permitir que sean de fierro fundido sino de PVC.

En cuarto lugar, las velocidades admisibles para la red de distribución se deben cumplir que la velocidad mínima no debe ser menor de 0.60 m/s y la velocidad máxima debe ser de 3 m/s. y las presiones de servicio para la red de distribución debe tener como mínimo de 5 m.c.a y la presión estática debe ser mayor de 60 m.c.a.

Finalmente, es necesario fortalecer las capacidades de la población, con respecto a la educación sanitaria, a fin de garantizar la sostenibilidad del sistema y uso adecuado de esta, en temas relacionados: Actividades de comunicación interpersonal y grupal (ciclo del agua, manipulación, cuidado y uso del agua, etc.), además de las actividades de comunicación comunal: (lavado de manos, salud y educación, etc.).

REFERENCIAS

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS.010 pág. 35
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS.010 pág. 36
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS.030 pág. 51
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma OS.030 pág. 52
- García, E. (2009) Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales pág. 40
- García, E. (2009) Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales pág. 40
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) Norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural pág. 127

