



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

*“MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE
LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE
AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO”.*

Presentado por las Bachilleres:

KATHERINE LILLIANA HINOJOSA FLÓREZ
CARMEN ROSA VIGIL BRAVO

Para optar el Título Profesional Ingeniero Civil

Asesor:

ING. CARLOS LUNA LOAYZA

CUSCO – PERÚ
2018



Dedicatoria

Dedico éste trabajo a mis padres por su respaldo, y sobre todo, por creer siempre en mí, dándome la motivación necesaria para continuar y perseverar en todo momento. A mis hermanos por darme su apoyo, y proporcionarme alegría y cariño siempre. A ellos por ayudarme a ser mejor cada día.

Carmen R. Vigil Bravo

A mis padres Braulio Hinojosa Accostupa y Elizabeth Florez Ponce de León, quienes son mi motivación más grande, quienes con paciencia me han acompañado cada paso y con mucho amor han cuidado de mí.

A mis hermanas Liesbeth y Angie, que son mis mejores amigas, con quienes comparto mi día a día; y quienes me permiten aprender más de la vida a su lado.

A mi grandiosa familia, que a pesar de ser tan numerosa es muy unida.

Katherine L. Hinojosa Florez



Agradecimientos

En primer lugar dar gracias a Dios, quien permite que todo ocurra, y nos guía en nuestro camino.

A nuestros Padres y hermanos, quienes con su apoyo incondicional, han hecho posible la realización de esta Tesis y que por ende se constituye en un triunfo para ellos y para nosotros.

A todos aquellos docentes e ingenieros que nos formaron en el camino como futuras profesionales en ingeniería civil, y que nos hicieron crecer como estudiantes para llegar a ser buenas profesionales.

Un especial agradecimiento a nuestro asesor de tesis, Ing. Carlos Luna Loayza, y al Ing. Gorky Flores Arredondo, por su colaboración y entrega en la realización de la investigación por guiarnos a la culminación de este proyecto. Se llevarán siempre nuestro más sincero respeto y agradecimiento.

A todos aquellos que tenemos el privilegio de llamar amigos que nos han demostrado que no importa cuán largo sea el camino sino con quienes vayas acompañado.



Resumen

Dentro de la ciudad del Cusco se tiene cinco sistemas de abastecimiento los cuales son administrados por la EPS SEDACUSCO. Siendo los sistemas Vilcanota y Piuray los más importantes, ya que brindan el servicio de agua potable a un 49.5% y 39.7% de la población atendida, respectivamente; a comparación de los demás sistemas que abastecen a un 10.8% en conjunto (Kor Kor, 6.1%; Jaquira, 1.1% y Salkantay, 3.6%), considerando que estos sistemas tienen captaciones independientes, por lo que no se consideraran dentro de la investigación.

Es por eso que se tiene como objetivo principal la determinación de una nueva infraestructura que sirva para la interconexión de dichos sistemas en caso de emergencia en alguno de estos, por medio de un modelo hidráulico. Debido a que se presentan fugas en las líneas de conducción por la antigüedad del material de las tuberías. El tiempo de reparación de estos oscila entre 12 – 23 horas dependiendo de diferentes factores.

Para poder determinar la infraestructura adicional se considera: la interrupción de servicio en la línea de conducción por un periodo de 24 hr (considerando este tiempo como el más crítico para culminar la reparación de una tubería) y tomando en cuenta la producción de cada sistema como el caudal límite que se puede trasvasar.

Para poder desarrollar el modelo hidráulico se hizo uso de los planos de redes de distribución y PAGIS brindados por la EPS SedaCusco, como también de los datos de la tesis: “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole A. Wilson G., y posteriormente poder hallar el volumen facturado, el número conexiones activas. Con estos datos se llegó a determinar el caudal promedio y el caudal máximo horario para cada sistema.

Los resultados brindados por el modelo hidráulico nos sirvieron como base para poder determinar la infraestructura necesaria para la interconexión de los sistemas; siendo este una tubería de fierro fundido con 500 mm de diámetro, con un cambio de diámetro en la tubería que va del reservorio de Koripata a Larapa, incrementando este a 700 mm. Adicionando una bomba y una válvula reguladora de flujo, dependiendo el escenario de emergencia que se pueda presentar. Teniendo 2 horas de trabajo simultaneo cuando la emergencia se presenta en el sistema Vilcanota y 3 horas en caso contrario.



Palabras clave: modelamiento hidráulico, interconexión, sistemas de abastecimiento, emergencia.

Abstract

Having in the city of Cusco five systems of supply, systems administered by EPS SEDACUSCO. The Vilcanota and Piuray systems being the most important, since they provide drinking water service to 49.5% and 39.7% of the population served, respectively; compared to the other systems that supply a 10.8% as a whole (Kor Kor, 6.1%, Jaquira, 1.1% and Salkantay, 3.6%), considering that these systems have independent captures, so they were not considered within the research .

That is why the main objective is the determination of a new infrastructure that serves to interconnect these systems in case of emergency in any of these, by means of a hydraulic model. Because there are leaks in the lines of conduction by the antiquity of the material of the pipes. The repair time of these ranges between 12 - 23 hours depending on different factors.

To determine the additional infrastructure is considered: the interruption of service in the line of conduction for a period of 24 hours (considering this time as the most critical to complete the repair of a pipeline) and taking into account the production of each system as the limit flow that can be transferred.

In order to develop the hydraulic model, use was made of the distribution network and PAGIS plans provided by the EPS SedaCusco, as well as the thesis data: "Determination of the coefficient of variation of the daily and hourly demand of drinking water of the Cusco city " Realized by Nicole A. Wilson G., and later to be able to find the invoiced volume, the number of active connections. With these data, the average flow and maximum hourly flow for each system was determined.

The results provided by the hydraulic model served as a basis to determine the necessary infrastructure for the interconnection of systems; This being a cast iron pipe with 500 mm in diameter, with a diameter change in the pipeline that goes from the reservoir from Koripata to Larapa, increasing this to 700 mm. Adding a pump and a flow regulating valve, depending on the emergency scenario that may arise. Having 2 hours of simultaneous work when the emergency occurs in the Vilcanota system and 3 hours otherwise.



Keywords: hydraulic modeling, interconnection, supply systems, emergency.

Introducción

El agua potable es de gran importancia para el ser humano y su supervivencia, por ello es conveniente que llegue a todo lugar donde el ser humano habite.

Para los temas a tratar en nuestra investigación debemos considerar que los sistemas de abastecimiento de agua potable, son un elemento vital para el hombre, tanto para su desarrollo individual como colectivo, debido a que la escasez o falta de ésta puede provocar problemas de salubridad en una comunidad y problemas de desarrollo social. De aquí que cada comunidad debe tener un abastecimiento de agua potable en cantidad suficiente y en calidad adecuada.

En la ciudad del Cusco se cuenta con el servicio de agua potable a partir de cinco sistemas de abastecimiento: Vilcanota, Piuray, Kor Kor, Jaquira y Salkantay, sistemas administrados por la EPS SEDACUSCO. Los sistemas Vilcanota y Piuray son los más importantes, considerando que brindan el servicio de agua potable a un 49.5% y 39.7% de la población atendida, respectivamente; mientras que los sistemas KorKor, Jaquira y Salkantay brindan el servicio a un 10.8% de la población atendida.

Teniendo en cuenta que muchas veces el servicio de agua potable se ve interrumpido en algunas zonas de la ciudad del Cusco por diferentes motivos los cuales hacen que parte de la población servida por la EPS SEDA CUSCO se vea afectada, al no poder realizar sus actividades cotidianas con normalidad, por lo cual se hace necesario proporcionar soluciones técnicas a las necesidades reales de la población.

Por lo cual en la presente investigación se quiere evaluar la infraestructura que se requerirá para una posible interconexión entre los sistemas de abastecimiento más grandes de la ciudad del Cusco que son el sistema de Piuray y Vilcanota.

Por lo cual presentamos la siguiente interrogante, ¿Con la evaluación hidráulica de la interconexión entre los sistemas Piuray y Vilcanota, se podrá atender la demanda en forma simultánea, considerando la inactividad de cualquiera de los sistemas? la cual representa el problema general de la investigación. Y teniendo el objetivo de evaluar



hidráulicamente la infraestructura necesaria para que con la interconexión de los Sistemas Piuray y Vilcanota pueda atender la demanda en forma simultánea, considerando inactividad de cualquiera de los sistemas.

La metodología que se aplicara en la investigación, por su enfoque es del tipo cuantitativa; ya que en la investigación a realizar se recolectaran los datos necesarios para proceder a efectuar el modelamiento hidráulico. A la vez abarca el nivel descriptivo debido a que se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así poder describir con términos técnicos y datos obtenidos. El método de la investigación es hipotético-deductivo, debido a que tiene varios pasos esenciales a seguir; iniciando con la formulación del problema y llegando a la deducción de conclusiones.

Para realizar la presente investigación, nos basaremos en la OS.010 (Captación y conducción de agua para consumo humano), OS.030 (Almacenamiento de agua para consumo humano), OS.050 (Redes de distribución de agua para consumo humano) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En el primer capítulo de la investigación, se dará a conocer el planteamiento del problema con las limitaciones y justificaciones respectivas; para luego pasar al capítulo siguiente donde pondremos a conocimiento el marco teórico y los antecedentes en otras investigaciones sobre el cual nos basamos. En el capítulo tres se mencionará la metodología usada, para así proseguir con el capítulo de los resultados obtenidos luego del análisis del modelamiento hidráulico hasta obtener nuestras conclusiones.



Índice General

Resumen.....	iv
Abstract	v
Introducción	vi
Índice General	viii
Índice De Figuras	xii
Índice De Tablas	xiv
Capítulo 1. Planteamiento Del Problema	1
1.1. Identificación Del Problema	1
1.1.1. Descripción Del Problema	1
1.1.2. Formulación Interrogativa Del Problema.....	2
1.1.2.1. Formulación Interrogativa Del Problema General	2
1.1.2.2. Formulación Interrogativa De Los Problemas Específicos	2
1.2. Justificación E Importancia De La Investigación	3
1.2.1. Justificación Técnica.....	3
1.2.2. Justificación Social.....	3
1.2.3. Justificación Por Viabilidad	3
1.2.4. Justificación Por Relevancia	4
1.3. Limitaciones.....	4
1.3.1. Limitaciones De Orden Geográfico	4
1.3.2. Limitaciones De Estudio	4
1.3.3. Limitaciones Técnicas.....	5
1.4. Objetivos De La Investigación.....	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
Capítulo 2. Marco Teórico	7
2.1. Antecedentes De La Tesis.....	7
2.1.1. Antecedentes A Nivel Nacional	7
2.1.2. Antecedentes A Nivel Internacional	10
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes	11
2.2.1. Sistemas De Abastecimiento.....	11
2.2.1.1. Componentes De La Red De Abastecimiento De Agua.....	11
2.2.1.1.1. Captación	11



- 2.2.1.1.2. Abastecimiento Y Planta Potabilizadora..... 11
- 2.2.1.1.3. Reservorio 12
- 2.2.1.1.4. Válvulas 12
- 2.2.1.1.5. Sistemas De Abastecimiento De La Ciudad Del Cusco..... 13
- 2.2.2. Descripción Del Sistema De Agua Potable Del Cusco 18
 - 2.2.2.1. Descripción De Las Redes De Abastecimiento..... 18
 - 2.2.2.2. Fuentes De Abastecimiento..... 18
 - 2.2.2.3. Reservorios En La Ciudad Del Cusco..... 19
- 2.2.3. Producción De Agua 20
- 2.2.4. Continuidad De Servicio 22
- 2.2.5. Caudal 22
 - 2.2.5.1. Caudal De Diseño 23
 - 2.2.5.2. Caudal Máximo Diario..... 23
 - 2.2.5.3. Caudal Máximo Horario 23
- 2.2.6. Demanda 24
- 2.2.7. Dotación 24
- 2.2.8. Equipo De Bombeo 25
 - 2.2.8.1. Número De Unidades 25
 - 2.2.8.2. Gasto De Bombeo 25
 - 2.2.8.3. Curvas Características De Las Bombas Y Curvas Del Sistema 26
- 2.2.9. Diámetro Económico 26
- 2.2.10. Topografía..... 27
 - 2.2.10.1. Sector De Abastecimiento (Sectorización) 28
 - 2.2.10.2. Sub Sector O Zonas De Presión 28
- 2.2.11. Emergencias Y Desastres En Sistemas De Agua Potable 28
- 2.2.12. Parámetros Del Plan De Contingencia Del Sistema Integral 29
- 2.2.13. Modelo Hidráulico En WaterCAD..... 29
 - 2.2.13.1. Etapas En La Elaboración De Un Modelo Hidráulico 30
- 2.3. Hipótesis..... 31
 - 2.3.1. Hipótesis General 31
 - 2.3.2. Sub Hipótesis 31
- 2.4. Definición De Variables..... 32
 - 2.4.1. Variables Independientes 32
- Indicadores De Variables Independientes..... 33
 - 2.4.2. Variables Dependientes..... 33
- Indicadores De Variables Dependientes 33
 - 2.4.3. Cuadro De Operacionalización De Variables 34



Capítulo 3. Metodología38

- 3.1. Metodología De La Investigación 38
 - 3.1.1. Enfoque De La Investigación..... 38
 - 3.1.2. Nivel De La Investigación 38
 - 3.1.3. Método De Investigación 38
- 3.2. Diseño De La Investigación 39
 - 3.2.1. Diseño Metodológico 39
 - 3.2.2. Diseño De Ingeniería..... 40
- 3.3. Población Y Muestra..... 40
 - 3.3.1. Población..... 40
 - 3.3.2. Muestra..... 41
 - 3.3.3. Criterios De Inclusión 42
- 3.4. Instrumentos..... 42
 - 3.4.1. Instrumentos Metodológicos 42
- 3.5. Procedimiento De Recolección De Datos 46
 - 3.5.1. Recolección De Información Existente De La Red 46
 - 3.5.2. Inspección De Los Reservorios..... 46
 - 3.5.3. Recolección De Información De Mantenimiento..... 49
 - 3.5.4. Topografía 51
 - 3.5.5. Recolección De Información De Conexiones Activas 51
 - 3.5.6. Agua No Facturada 52
 - 3.5.7. Caudal Máximo Horario 53
- 3.6. Procedimiento De Análisis De Datos..... 53
 - 3.6.1. Información Existente De La Red..... 53
 - 3.6.2. Conexiones Activas Y Volumen Facturado 56
 - 3.6.3. Demanda 56
 - 3.6.4. Caudal Promedio Por Nodo 57
 - 3.6.5. Modelo Hidráulico Actual..... 61
 - 3.6.5.1. Delimitaciones Del Modelo Actual..... 61
 - 3.6.5.2. Creación Del Modelo Actual 61
 - 3.6.5.3. Asignación De Caudales Por Nodo..... 61
 - 3.6.5.4. Asignación De Datos De La Curva Horaria..... 62
 - 3.6.5.5. Cálculo Del Modelo Hidráulico En WaterCAD v8i 63
 - 3.6.5.6. Cálculo Del Modelo Hidráulico Por Zonas En WaterCAD V8i 73
 - 3.6.6. Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia 75
 - 3.6.6.1. Caudal En Escenario De Emergencia..... 75



3.6.6.2. Estado De Emergencia En El Sistema Piuray 76

3.6.6.2.1. Asignación De Datos De La Curva Horaria..... 77

3.6.6.3. Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota 78

3.6.6.3.1. Asignación De Datos De La Curva Horaria..... 79

Capítulo 4. Resultados 81

4.1. Estado De Emergencia En El Sistema Piuray 81

4.1.1. Cálculo del Diámetro para el Sistema Piuray..... 81

4.1.2. Porcentaje De Abastecimiento 83

4.1.3. Resultados Del Modelo Hidráulico En WaterCAD V8i 84

4.1.4. Variación De Presiones 95

4.2. Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota 96

4.2.1. Cálculo del Diámetro Para el Sistema Vilcanota 97

4.2.2. Porcentaje De Abastecimiento 99

4.2.3. Cálculo Del Modelo Hidráulico En Watercad V8i 99

4.2.4. Variación De Presiones 110

Capítulo 5. Discusión 112

Glosario..... 115

Conclusiones 117

Recomendaciones..... 120

Bibliografía 122

Anexos 125

Planos 192



Índice De Figuras

Figura N°1. Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable.....	1
Figura N° 2 Reservorio	12
Figura N° 3. Sección Transversal De Una Válvula Reductora De Presión Con Sus Partes	13
Figura N° 4 Esquema De Producción Del Sistema Piuray	14
Figura N° 5 Esquema De Producción Del Sistema Kor Kor.....	15
Figura N° 6 Esquema De Producción Del Sistema Salkantay	17
Figura N° 7 Esquema De Producción Del Sistema Vilcanota	17
Figura N° 8 Variación De Consumo Horario.....	23
Figura N° 9 Curva Característica De La Bomba-Curva Del Sistema	26
Figura N° 10 Diámetro Económico.....	27
Figura N° 11. Diagrama De Un Modelo Hidráulico De Flujo No Permanente	30
Figura N° 12. Diagrama De Flujo.....	40
Figura N° 13 Visita A Los Reservorios	47
Figura N° 14 Benchmark-Reservorio Los Andenes (R-1).....	48
Figura N° 15 Tuberías De Salida, Limpia Y By-Pass Del Reservorio Los Andenes (R-1).....	48
Figura N° 16 Tubería De Ingreso Al Reservorio Los Andenes (R-1).....	49
Figura N° 17 Proceso De Reparación De Tubería	50
Figura N° 18 Esquema General De Los Sistemas De Distribución Piuray Y Vilcanota	54
Figura N° 19 Sectorización De La Zona II Por Punto	60
Figura N° 20 Creación Del Modelo Actual.....	61
Figura N° 21 Curva Horaria Del Sistema Vilcanota.....	62
Figura N° 22 Curva Horaria Del Sistema Piuray	63
Figura N° 23 Esquema General Del Sistema Vilcanota (11:00 Am).....	66
Figura N° 24 Esquema General Del Sistema Vilcanota (1:00 Am).....	68
Figura N° 25 Esquema General Del Sistema Piuray (7:00 Am).....	70
Figura N° 26 Esquema General Del Sistema Piuray (0:00 Am).....	72
Figura N° 27 Modelo Hidráulico De La Zona II.....	73
Figura N° 28 Modelo Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray	76
Figura N° 29 Curva Horaria Del Sistema Piuray En Estado De Emergencia	77



Figura N° 30 Curva Horaria De Los Reservorios R-10 Y R-13 (Sistema Piuray En Estado De Emergencia) 78

Figura N° 31 Modelo Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota 79

Figura N° 32 Curva Horaria Del Sistema Vilcanota En Estado De Emergencia 79

Figura N° 33 Diagrama De Interconexión Reservorios Qoripata - Santa Ana 82

Figura N° 34 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (6:00am)/ I-II..... 87

Figura N° 35 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (11:00am)/ I-II..... 91

Figura N° 36 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (3:00pm)/ I-II 94

Figura N° 37 Variación De Presiones En La Zona II..... 95

Figura N° 38 Variación De Presiones En La Zona II..... 98

Figura N° 39 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota (4:00am)/ I-II 103

Figura N° 40 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota (10:00am)/ I-II 106

Figura N° 41 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota (1:00pm)/ I-II..... 109

Figura N° 42 Variación De Presiones – Zona IX..... 110

Figura N° 43 Modelo Hidráulico De La Zona IV 159

Figura N° 44 Modelo Hidráulico De La Zona V 162

Figura N° 45 Modelo Hidráulico De Las Zonas III Y VIII 167

Figura N° 46 Modelo Hidráulico De Las Zonas VII..... 169

Figura N° 47 Modelo Hidráulico De Las Zonas IX 173

Figura N° 48 Modelo Hidráulico De Las Zonas XI 177

Figura N° 49 Modelo Hidráulico De Las Zonas XII-I, II, III, IV 180

Figura N° 50 Modelo Hidráulico De La Zona XII-V..... 182

Figura N° 51 Variación De Presiones En Las Zonas III Y VIII 183

Figura N° 52 Variación De Presiones En La Zona IV 184

Figura N° 53 Variación De Presiones En La Zona V 184

Figura N° 54 Variación De Presiones En La Zona VII..... 185

Figura N° 55 Variación De Presiones En La Zona XI 186

Figura N° 56 Variación De Presiones En Margen Derecha 188

Figura N° 57 Variación De Presiones En La Zona XII – Wimpillay..... 189

Figura N° 58 Variación De Presiones En La Zona XII – Caramascara 190



Índice De Tablas

Tabla N° 1. Longitud De Redes De Agua Potable Por Sector Operacional Y Material De La Tubería - 2012.....	18
Tabla N° 2. Caudales De Oferta De Los Sistemas - 2012.....	19
Tabla N° 3. Reservorios Operativos De La Ciudad Del Cusco - 2012.....	20
Tabla N° 4. Producción Neta De Los Sistemas De Abastecimiento - 2017.....	22
Tabla N° 5. Producción Normal - 2017.....	24
Tabla N°6. Operacionalización De Variables – Variables Independientes.....	35
Tabla N°7. Operacionalización De Variables – Variables Dependientes.....	36
Tabla N° 8. Ficha De Recolección De Número De Conexiones (Plano).....	42
Tabla N° 9. Ficha De Recolección De Volumen Facturado Y Número De Conexiones (PAGIS).....	43
Tabla N° 10. Ficha De Recolección De Consumo De Agua.....	45
Tabla N° 11. Sector Operacional Y Volumen De Reservorios - 2017.....	47
Tabla N° 12. Número De Reparaciones (2008 - 2016).....	50
Tabla N° 13. Datos PAGIS - Enero – Sistema Piuray – 2017.....	51
Tabla N° 14. Datos PAGIS - Enero – Sistema Vilcanota - 2017.....	52
Tabla N° 15. Agua No Facturada-Sistema Vilcanota - 2017.....	52
Tabla N° 16. Agua No Facturada-Sistema Piuray - 2017.....	53
Tabla N° 17. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona II - 2017.....	56
Tabla N° 18. Demanda Para Las Zonas II Y III – 2017.....	57
Tabla N° 19. Caudal Promedio Por Nodo-Zona II (R-Santa Ana) – 2017.....	59
Tabla N° 20. Caudal Asignado A Los Nodos - 2017.....	62
Tabla N° 21. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Vilcanota (11:00am) - 2017.....	65
Tabla N° 22. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Vilcanota (1:00am) - 2017.....	67
Tabla N° 23. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Piuray (7:00am) - 2017 .	69
Tabla N° 24. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Piuray (0:00am) - 2017 .	71
Tabla N° 25. Análisis Hidráulico De La Zona II/ R. Santa Ana/ Piuray/ 2017.....	74
Tabla N° 26. Volumen A Trasvasar – 2017.....	75
Tabla N° 27. Caudal A Trasvasar Para Atender A Piuray Por 3 Horas – 2017.....	75
Tabla N° 28. Caudal A Trasvasar Para Atender A Vilcanota Por 2 Horas – 2017.....	76



Tabla N° 29. Datos Del Traspase – Sistema Piuray (2017) 81

Tabla N° 30. Diámetro Estimado De La Tubería De La Interconexión – Sistema Piuray..... 82

Tabla N° 31. Interconexión Reservorios Qoripata – Santa Ana 83

Tabla N° 32. Porcentaje De Abastecimiento – Sistema Piuray (2017)..... 83

Tabla N° 33. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (6:00am) – I (2017)..... 86

Tabla N° 34. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (6:00am) – II (2017) 86

Tabla N° 35. Resultados Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (11:00am) – I (2017)..... 89

Tabla N° 36. Resultados Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (11:00am) – II (2017) 90

Tabla N° 37. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (3:00pm) – I (2017) 92

Tabla N° 38. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (3:00pm) – II (2017) 93

Tabla N° 39. Variación De Presiones – Sistema Piuray (2017)..... 96

Tabla N° 40. Datos Del Traspase – Sistema Vilcanota (2017) 97

Tabla N° 41. Interconexión Reservorios Santa Ana - Qoripata 98

Tabla N° 42. Porcentaje De Abastecimiento – Sistema Vilcanota (2017)..... 99

Tabla N° 43. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (4:00am) – I (2017)..... 101

Tabla N° 44. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (4:00am) – II (2017) 102

Tabla N° 45. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (10:00am) – I (2017)..... 104

Tabla N° 46. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (10:00am) – II (2017) 105

Tabla N° 47. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (1:00pm) – I (2017) 107

Tabla N° 48. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (1:00pm) – II (2017)..... 108

Tabla N° 49. Variación De Presiones – Sistema Vilcanota (2017)..... 111

Tabla N° 50. Matriz De Consistencia 127

Tabla N° 51. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona III - 2017..... 129

Tabla N° 52. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona IV - 2017 129

Tabla N° 53. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona V - 2017..... 131



Tabla N° 54. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona VII - 2017 133

Tabla N° 55. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona VIII - 2017..... 135

Tabla N° 56. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona IX-I, II, III, IV - 2017..... 136

Tabla N° 57. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona IX-V, VI, VII - 2017 137

Tabla N° 58. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XI - 2017 138

Tabla N° 59. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XII-I, II, III - 2017..... 140

Tabla N° 60. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XII-IV, V - 2017..... 141

Tabla N° 61. Demandas Por Zonas – I (2017)..... 142

Tabla N° 62. Demandas Por Zonas – II (2017)..... 143

Tabla N° 63. Caudal Promedio Por Nodo-Zona III (Línea Norte) - 2017 145

Tabla N° 64. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IV (R-Picchu) - 2017 146

Tabla N° 65. Caudal Promedio Por Nodo-Zona V (R-Puquin) - 2017 147

Tabla N° 66. Caudal Promedio Por Nodo-Zona VII (R-5) - 2017 147

Tabla N° 67. Caudal Promedio Por Nodo-Zona VIII (Línea Norte) - 2017 148

Tabla N° 68. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IX-I, II, III, IV (R-1) - 2017..... 149

Tabla N° 69. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IX-V, VI, VII (R-1) - 2017 150

Tabla N° 70. Caudal Promedio Por Nodo-Zona XI (R-10 Y R-12) - 2017 151

Tabla N° 71. Caudal Promedio Por Nodo-Zona XII-I, II, III (R-13 Y R-14) - 2017..... 153

Tabla N° 72. Caudal Promedio Por Nodo-Zona XII-IV, V (R-13 Y R-14) - 2017..... 155

Tabla N° 73. Caudal Promedio Por Nodo-Margen Derecha - 2017..... 156

Tabla N° 74. Análisis Hidráulico De La Zona IV/ R.Picchu/ Piuray/2017(Parte I) 156

Tabla N° 75. Análisis Hidráulico De La Zona IV/ R.Picchu/ Piuray/2017(Parte II) 158

Tabla N° 76. Análisis Hidráulico De La Zona V/ R.Puquin/ Piuray/2017 161

Tabla N° 77. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte I) . 164

Tabla N° 78. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte II) 165

Tabla N° 79. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte III) 166

Tabla N° 80. Análisis Hidráulico De La Zona VII/ Koripata/ Vilcanota/2017..... 168

Tabla N° 81. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte I)..... 170

Tabla N° 82. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte II)..... 171

Tabla N° 83. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte III) ... 172

Tabla N° 84. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte I)..... 174

Tabla N° 85. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte II) ... 175

Tabla N° 86. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte III).. 176

Tabla N° 87. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte I) 177

Tabla N° 88. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte II) 178

Tabla N° 89. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte III)..... 179

Tabla N° 90. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Caramascara/ Vilcanota/2017 181



Capítulo 1. Planteamiento Del Problema

1.1. Identificación Del Problema

1.1.1. Descripción Del Problema

La siguiente investigación abarca a los sistemas de abastecimiento con mayor influencia en la Ciudad del Cusco; siendo más específicos, a los sistemas Piuray y Vilcanota.

Teniendo la Ciudad del Cusco el servicio de agua potable a partir de cinco sistemas de abastecimiento: Vilcanota, Piuray, Kor Kor, Jaquira y Salkantay, sistemas administrados por la EPS SEDACUSCO. Siendo los sistemas Vilcanota y Piuray los más importantes, considerando que brindan el servicio de agua potable a un 49.5% y 39.7% de la población atendida, respectivamente; mientras que los sistemas KorKor, Jaquira y Salkantay brindan el servicio a un 10.8% de la población atendida.

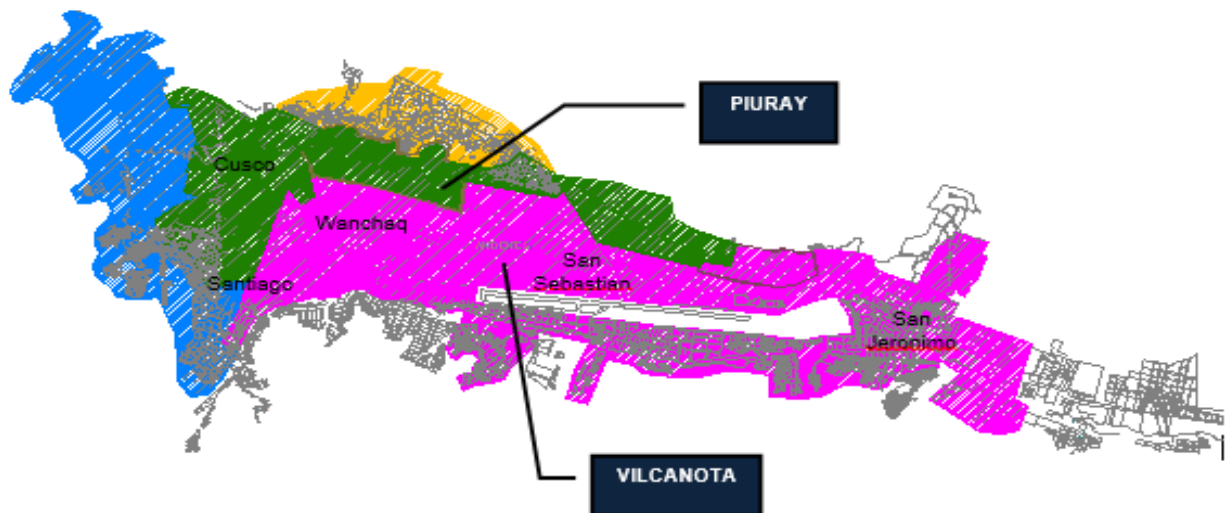


Figura N°1. Sistemas De Abastecimiento De Agua Potable

Fuente: (EPS Seda Cusco, 2014)

Como es de nuestro conocimiento, en muchas ocasiones se realizan cortes de servicio de agua potable de forma temporal; debido a fugas de agua que se originan en tuberías de concreto reforzado y asbesto cemento, por la antigüedad de los mismos y/o por la inadecuada ubicación de las tuberías, dejando a algunas zonas de la ciudad desabastecidas por el tiempo aproximado de 12 horas, considerando que las tuberías dañadas ya se encuentran expuestas y se cuenta con los materiales necesarios para la reparación, de no contar con lo antes mencionado este tiempo se podría extender hasta 23 horas. Generando así un malestar en la población. Por lo que se propone



implementar una infraestructura con la finalidad de realizar la interconexión de los sistemas Piuray y Vilcanota como plan de contingencia para periodos de desabastecimiento mayores a 18 horas.

1.1.2. Formulación Interrogativa Del Problema

1.1.2.1. Formulación Interrogativa Del Problema General

¿Con la infraestructura adicional evaluada en el modelamiento hidráulico de la interconexión entre los sistemas Piuray y Vilcanota, se podrá atender la demanda en forma simultánea, considerando la restricción de abastecimiento de agua en cualquiera de ambos sistemas?

1.1.2.2. Formulación Interrogativa De Los Problemas Específicos

- **Problema Especifico N°1**

¿Con la producción de agua del Sistema Piuray se podrá atender la demanda del Sistema Vilcanota, en caso de restricción del servicio de agua potable?

- **Problema Especifico N°2**

¿Con la producción de agua del Sistema Vilcanota se podrá atender la demanda del Sistema Piuray, en caso de restricción del servicio de agua potable?

- **Problema Especifico N°3**

¿Cuál será el porcentaje de la demanda del Sistema Vilcanota que se podrá atender a través de la interconexión con el Sistema Piuray, y viceversa?

- **Problema Especifico N°4**

¿Cuál será el periodo de continuidad de servicio para atender simultáneamente los Sistemas Vilcanota y Piuray?

- **Problema Especifico N°5**

¿Cuántas horas de servicio tendrá el Sistema Piuray cuando atienda al sistema Vilcanota?



- **Problema Especifico N°6**

¿Cuántas horas de servicio tendrá el Sistema Vilcanota cuando atienda al sistema Piuray?

- **Problema Especifico N°7**

¿En qué porcentaje disminuirá la presión promedio de servicio en el Sistema Piuray cuando se realice la interconexión al Sistema Vilcanota y viceversa?

1.2. Justificación E Importancia De La Investigación

1.2.1. Justificación Técnica

La presente investigación, mediante el modelamiento hidráulico y análisis de los resultados obtenidos, interconectando ambos Sistemas de Abastecimiento (Piuray – Vilcanota), se propondrá una infraestructura necesaria para poder garantizar una mejor continuidad de servicio de agua potable en caso de una inactividad dentro del Sistema Vilcanota o Piuray. Haciendo uso de los conocimientos dados en la especialidad de Hidráulica, dentro de la asignatura de Saneamiento, para poder considerar el proceso de la distribución de agua potable.

1.2.2. Justificación Social

La presente investigación posee importancia social, ya que sirve de ayuda a los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniera Civil para poder ampliar sus conocimientos, sobre el funcionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable Piuray – Vilcanota.

De la misma manera a la EPS SEDACUSCO, para poder brindar un mejor servicio de agua potable de los Sistema Vilcanota y Piuray.

1.2.3. Justificación Por Viabilidad

La presente investigación es viable ya que los materiales y equipos necesarios están a nuestro alcance, y la toma de datos necesarios será proporcionada por la E.P.S. SEDACUSCO.

También se contara con la normativa OS.010 (Captación y conducción de agua para consumo humano), OS.030 (Almacenamiento de agua para consumo humano), OS.050



(Redes de distribución de agua para consumo humano) del Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.2.4. Justificación Por Relevancia

La presente investigación es relevante, ya que no se cuenta con trabajos de investigación en base a simulaciones hidráulicas y la evaluación de los resultados obtenidos de la interconexión de los sistemas de abastecimiento Piuray – Vilcanota y así determinar la infraestructura necesaria para poder interconectar ambos sistemas y reducir la restricción de servicio de agua potable en la ciudad del Cusco.

1.3. Limitaciones

1.3.1. Limitaciones De Orden Geográfico

El presente estudio solo se limita; al marco geográfico de los Sistemas de Abastecimiento Vilcanota y Piuray, ya que los resultados obtenidos no podrán ser usados para otra ciudad con características diferentes a la Ciudad del Cusco.

1.3.2. Limitaciones De Estudio

La investigación, se limita:

- Debido a que se requiere de una base de datos completa para este estudio, nos limitamos a la recolección de datos del año 2017. Para realizar el modelo hidráulico se tomó en cuenta una situación de desabastecimiento de agua potable en forma temporal como emergencia del año 2017.
- A considerar el inicio de emergencia en hora cero.
- Analizar y evaluar el abastecimiento a nivel de líneas principales y puntos altos de la Ciudad Del Cusco.
- El modelo hidráulico tomara la población actual dependiendo esta de la cantidad del número de conexiones de las zonas en estudio y considerando el valor de 5.47 habitantes/conexión como densidad poblacional, dada por la EPS SEDACUSCO. Se considera que la población hallada es la total de las zonas y está siendo atendida al 100%.
- El volumen de producción se limita a las características de la tubería de la captación.
- Uso del software WaterCAD V8i como herramienta de análisis.



- Capacidad máxima de producción del Sistema Piuray. Considerando que la oferta hídrica de la Laguna de Piuray, según la RESOLUCIÓN DIRECTORAL Nro. 287 - 2017-ANA/AAA XII.UV, es de 15'246,852.48 m³/año y el volumen anual otorgado a SEDACUSCO es de 9'460,800 m³/año (300 l/s).
- Capacidad máxima de producción del Sistema Vilcanota, según la RESOLUCIÓN DIRECTORAL 390 -2018-ANA/AAA XII.UV., se acredita a la EPS SEDACUSCO un volumen anual de 19'710.000 m³/año (625 l/s).
- Los coeficientes del caudal máximo horario que se utilizaran en la investigación están basados en los resultados obtenidos de la investigación "Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco" realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales.
- Los resultados obtenidos por medio de la simulación hidráulica corresponden a la toma de datos de las mediciones de caudal de ingreso, realizadas a cada reservorio por medio de los macromedidores, con los cuales se ha calibrado el modelo.

1.3.3. Limitaciones Técnicas

- Disponibilidad de datos para la medición de parámetros hidráulicos por parte de la E.P.S. SEDACUSCO, Gerencia de Operaciones, Departamento de Distribución y Producción de Agua, Departamento de Mantenimiento y Gerencia Comercial.
- En la presente investigación no se pudo realizar la calibración del modelo hidráulico, ya que no se cuentan con el apoyo del personal autorizado de la EPS SEDACUSCO.

1.4. Objetivos De La Investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la infraestructura necesaria a través del modelamiento hidráulico para que con la interconexión de los Sistemas Piuray y Vilcanota se pueda atender la demanda en forma simultánea, considerando la restricción de abastecimiento de agua en cualquiera de ambos sistemas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- **Objetivo Específico N°1**

Determinar si la producción del Sistema Piuray puede atender la demanda del Sistema Vilcanota, considerando la restricción de abastecimiento de agua potable.

- **Objetivo Específico N°2**



Determinar si la producción del Sistema Vilcanota puede atender la demanda del Sistema Piuray, considerando la restricción de abastecimiento de agua potable.

- **Objetivo Específico N°3**

Calcular el porcentaje de la demanda del Sistema Vilcanota que se lograra atender a través de la interconexión con el Sistema Piuray y viceversa.

- **Objetivo Específico N°4**

Determinar las horas que puede atender en forma simultanea el Sistema Piuray y Vilcanota.

- **Objetivo Específico N°5**

Determinar las horas de servicio que el Sistema Piuray tendrá cuando este atiende al Sistema Vilcanota.

- **Objetivo Específico N°6**

Determinar las horas de servicio que el Sistema Vilcanota tendrá cuando este atiende al Sistema Piuray y viceversa.

- **Objetivo Específico N°7**

Calcular el porcentaje de disminución de la presión promedio de servicio en el Sistema Piuray cuando se realice la interconexión al Sistema Vilcanota y viceversa.



Capítulo 2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes De La Tesis

2.1.1. Antecedentes A Nivel Nacional

“ELABORACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO, DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORAS DE LA RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA, HUÁNUCO-PERÚ.”

(Tesis de Investigación de Master en Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia) por Lambruschini Espinoza, Reyder A.

Esta investigación tuvo como objetivo principal el “realizar el modelo matemático de la red de abastecimiento de agua potable del Distrito de Pillco Marca para de esta manera obtener el diagnóstico de su funcionamiento, caracterización de los problemas existentes y brindar una propuesta de mejoras factibles”. Con ese fin, se elaboró el modelo matemático para la simulación del comportamiento actual del sistema hidráulico en base a la información brindada por el Gobierno Regional de Huánuco, y de la EPS Seda Huánuco, con ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) que permitió procesar la información de la configuración de la red de abastecimiento y la asignación de los consumos de los usuarios. De la misma forma se analizó el comportamiento de todos los elementos de la red, también se caracterizó la demanda para tener una representación más real en el modelo con el software Epanet 2.0 que se utilizó como herramienta de simulación y cálculo hidráulico.

Finalmente realizar propuestas de mejoras ayudando a distribuir mejor las demandas y optimizar el funcionamiento del sistema; de la misma manera se realizó un estudio de los elementos necesarios para proteger las líneas de impulsión ante los fenómenos transitorios que pudieran ocurrir en ellas, estableciendo un plan de contingencia ante el posible fallo de las tuberías más relevantes de la red; y por último se realizó una valoración económica de todas las medidas establecidas para la mejora del funcionamiento de la red de agua potable del distrito de Pillco Marca.

Concluyendo que “el modelo matemático de la red de abastecimiento de Pillco Marca permite simular la realidad de manera que se sepa el estado de funcionamiento de la



red en cualquier punto del sistema. También permite simular escenarios que aún no han tenido lugar, optimizando la gestión de la red. Con el modelo se tiene un mejor control en la planificación y operación de la red. Dicho modelo orientado a usarse como una herramienta vital en la toma de decisiones siendo necesario alimentarlo de información actualizada de los cambios que se puedan dar en el sistema”.

“Se llegó a proponer un plan de contingencia para la red en el cual se han determinado todas las acciones y medidas a realizar ante el fallo de las tuberías más críticas del sistema. Con la instalación de nuevas tuberías, y con 03 válvulas reductoras de presión. Con dichas medidas haciendo más resilente el sistema, mejorando la garantía de suministro. De esta manera ante el fallo en las tuberías perteneciente a la LI-2 (Línea de Impulsión) se tendría el corte del suministro para 2956 usuarios y con las medidas propuestas en el plan de contingencia no se tendrá ningún usuario del sistema sin suministro. Del mismo modo de darse el fallo en las tuberías perteneciente a la LI-3 (Línea de Impulsion), con las medidas descritas en el plan se logra reducir de 1690 usuarios que se verían afectados a tan sólo 597 que no contarán con el servicio”.

Este antecedente se relaciona con la presente investigación por la similitud en el objetivo principal y en el desarrollo de la tesis. Sirviendo como base para generar un modelo hidráulico aplicado a las condiciones de la Ciudad del Cusco y así generar un plan de contingencia en situaciones de emergencia.



“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN Y RED PRIMARIA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA ZONA 12 DE LA CIUDAD DEL CUSCO”

(Tesis de Investigación para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Andina del Cusco, Cusco) por Pinedo Carrión, Wilder.

La presente investigación tuvo como objetivo realizar la “*evaluación de las condiciones hidráulicas y de servicio de la Línea de Aducción y Red Primaria de agua potable de la zona sur oriental de la ciudad del Cusco (Zona XII para SEDACUSCO) y el análisis de las condiciones futuras al 2023 del este servicio*”.

En el desarrollo de la investigación se analizaron los cambios con respecto al “*crecimiento poblacional vertical de la ciudad del Cusco en la Zona XII, la cual está conformada por los sectores de Wimpillay, Los nogales, Velasco Astete, San Antonio y Uvimas. Se efectuó un análisis en el sector de la Zona XII, para poder plantear soluciones con respecto a problemas tales como: ¿Las redes actuales podrán satisfacer la demanda de agua potable en zonas donde el crecimiento poblacional vertical será considerable?*” Para la realización de dicho análisis se tomó en cuenta las características actuales de la red de distribución de la zona de estudio, cálculo de población actual y su estimación a futuro y los caudales de salida del Reservorio R-13, registrados por los macromedidores; para posteriormente procesarlos mediante el software WarterCAD v8i.

Concluyendo que las condiciones hidráulicas y servicios actuales de la Línea de Aducción y Red Primaria de Agua Potable de la Zona Sur Oriental de la Ciudad del Cusco son insatisfactorias. Y para el año 2023 las condiciones hidráulicas actuales serían insuficientes para prestar servicio, ya que en el sistema se generaría demasiada pérdida de carga debido a los diámetros de tubería actual.

Este antecedente tiene relación con la presente investigación; ya que se hace uso del software WarterCAD v8i como herramienta de simulación hidráulica, y su zona de estudio está dentro del sistema Vilcanota, el cual forma parte de nuestra investigación. Por otro lado es una de las pocas investigaciones que se desarrolló en base a un modelo hidráulico.



2.1.2. Antecedentes A Nivel Internacional

“SISTEMA PARA CONTROL Y GESTIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE DOS LOCALIDADES DE MÉXICO”

(Artículo científico, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Unidad Zacatenco, Instituto Politécnico Nacional, México D. F., México) por Fragoso Sandoval, Lucio; Roberto Ruiz, Jaime; Flores, Zurvia; & Juárez León, Arturo B.

Este artículo describe el proyecto desarrollado en base a un sistema de información geográfica (SIG) para la administración de la información, *relacionada con la operación de una red de distribución de agua potable, permitiendo gestionar, evaluar y distribuir agua de buena calidad, además de automatizar el sistema para poder implementar y desarrollar en un futuro mecanismos que permitan tenerlo a la vanguardia tecnológica.* Desarrollándolo en dos unidades habitacionales de Tehuacán, Puebla, México, en el cual por medio de softwares permite al usuario visualizar y efectuar operaciones con la información de la base de datos generada del SIG. *Los cálculos hidráulicos fueron realizados por medio del software Epanet, obteniéndose resultados confiables y un buen diseño del sistema.*

Concluyendo que *la gestión de los sistemas de distribución de agua constituye un motivo de estudio, actualización e innovación. Las acciones orientadas a crear capacidades de gestión y regulación en el manejo del agua son temas prioritarios para el desarrollo de las comunidades rurales y de la sociedad urbana en general.*

Aplicar este tipo de proyectos a otros casos, en las múltiples redes de distribución de agua potable que se tienen o que se tendrán que construir para servir a la creciente sociedad, es recomendable ya que facilitaría la operación, mantenimiento y gestión de dichos sistemas.



2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Sistemas De Abastecimiento

Un sistema de abastecimiento de agua potable consiste en un conjunto de obras necesarias para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales ya sean subterráneas o superficiales hasta las viviendas de los habitantes que serán favorecidos con dicho sistema.

Un correcto diseño del Sistema de abastecimiento de Agua Potable conlleva al mejoramiento de la calidad de vida, salud y desarrollo de la población. Por esta razón un sistema de abastecimiento de agua potable debe cumplir con normas y regulaciones vigentes para garantizar su correcto funcionamiento. (Cárdenas D y Patiño F., 2010)

2.2.1.1. Componentes De La Red De Abastecimiento De Agua

Según Comisión Nacional del Agua de México, (2007) Una red de agua potable se conforma de un conjunto de elementos que proveen de agua a los habitantes de una población en forma satisfactoria, cumpliendo con varios requisitos, como son presiones adecuadas, disponibilidad de agua en cada punto de la red, costo mínimo y calidad del agua, todo ello durante un periodo razonable de tiempo.

Una red de agua potable normalmente tiene un funcionamiento hidráulico complejo, conservando una estrecha relación entre los elementos y partes fundamentales que la componen.

Las partes que integran una red de agua potable son:

2.2.1.1.1. Captación

Es una estructura hidráulica destinada a desviar desde un curso de agua, río, arroyo, canal, o desde un lago, o incluso desde el mar, una parte del agua disponible en ésta, para ser utilizada en un fin específico, como por ejemplo abastecimiento de agua potable, riego, generación de energía eléctrica, agricultura, etc. (Martinez J., 2009)

2.2.1.1.2. Abastecimiento Y Planta Potabilizadora

Parte de la red, donde se toma el agua para suministrarla a la población. Con una producción que sea suficiente para aportar el volumen total de agua que se demanda en el día de máximo consumo. (Comisión Nacional del Agua de México, 2007)

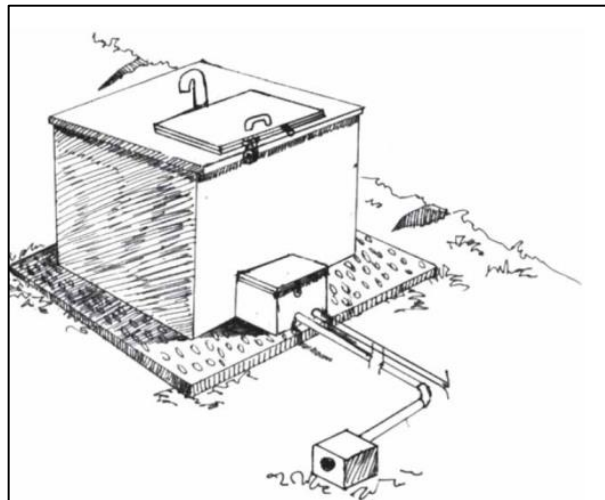
2.2.1.1.3. Reservorio

El reservorio es importante ya que debe garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas para la población y el rendimiento admisible de la fuente. (Agüero R., 1997)

Los reservorios o tanques pueden cumplir tres funciones distintas: almacenar el agua, regular el funcionamiento de la red, o una combinación de las dos. (Comisión Nacional del Agua de México, 2007)

Respecto al terreno natural, los tanques pueden ser elevados o superficiales. Los superficiales pueden construirse con materiales de mampostería, concreto o acero, y los elevados de concreto o acero.

Figura N° 2



Reservorio

FUENTE: (Sambasur, 2003)

2.2.1.1.4. Válvulas

Las válvulas se utilizan para controlar y regular distintos parámetros de operación en acueductos, impulsiones, redes de agua y demás fluidos.

Las válvulas operan en general de forma autónoma, aunque también pueden ser comandadas a distancia, utilizando la energía del sistema para modular, abrir o cerrar. (Ingeniería de Fluidos, 2016)

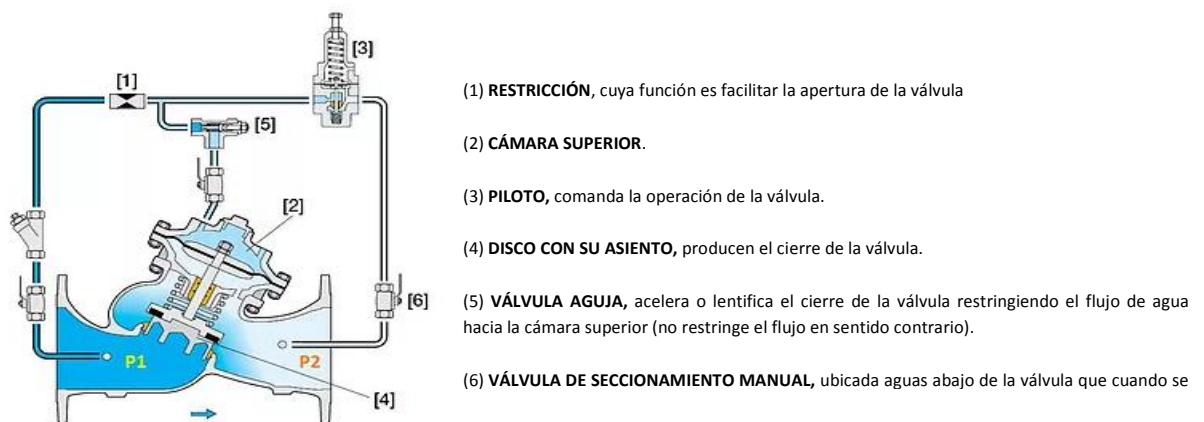
La válvula más usada es:

a) Válvulas Reguladoras de Presiones

La válvula reductora de presión, también llamada reguladora de presión, es aquella válvula de control hidráulico cuya consigna es reducir una elevada presión aguas arriba a un valor menor constante aguas abajo de la válvula. La regulación de presión se realiza modificando la compresión del resorte interno del piloto. (Ingeniería de Fluidos, 2016)

En las redes de distribución de agua potable existen zonas donde la presión es elevada, es por eso el uso de dicha válvula, para poder brindar una mejor presión, evitando la rotura de tuberías y mayores fugas de agua. (Ingeniería de Fluidos, 2016)

Figura N° 3. Sección Transversal De Una Válvula Reductora De Presión Con Sus Partes



Fuente: (Ingeniería de Fluidos, 2016).

2.2.1.1.5. Sistemas De Abastecimiento De La Ciudad Del Cusco

- **SISTEMA PIURAY:**

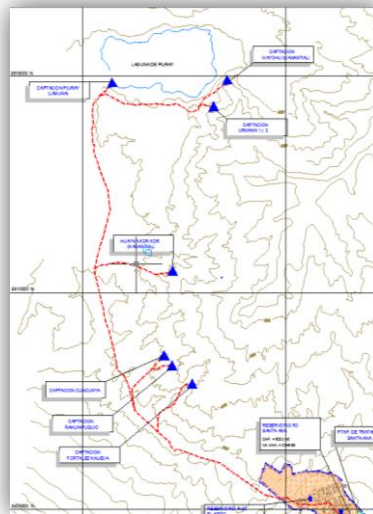
Según la EPS SEDACUSCO, (2011) La laguna Piuray y sus manantes asociados son bienes indispensables para la ciudad del cusco.

La explotación de la laguna desde sus inicios hasta el año 1992 fue mediante una captación cuyo funcionamiento fue a través de la gravedad, mediante una toma directa de agua en el nivel de 3691.70 m a través de una tubería de F°F° de 800mm de diámetro protegido por un muro de C°C°.

Posteriormente se construyó una balsa cautiva para extraer el agua mediante 2 electrobombas que funcionan alternadamente dado que la captación queda por encima del nivel de agua. La estación de bombeo fue reubicada a una posición donde la profundidad de la laguna alcance aproximadamente 24m, permitiendo un mejor funcionamiento de la tubería de succión. No obstante, en años recientes el nivel de la laguna ha aumentado favorablemente por lo que la captación se realiza únicamente por gravedad.

La capacidad de producción de la laguna de Piuray es de 300 l/s sin contar con los tributarios que a lo largo de la línea de conducción en temporada de lluvias incrementan su caudal a 320 l/s.

**Figura N° 4 Esquema De
Piuray**



Producción Del Sistema

FUENTE: (EPS SEDA CUSCO, 2011)

- **SISTEMA KOR KOR:**

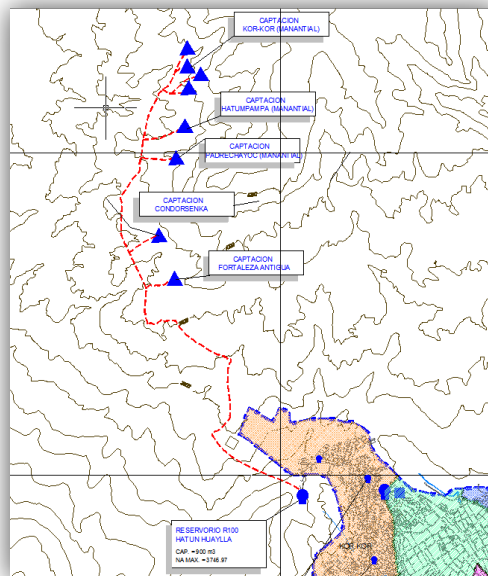
Según la EPS SEDACUSCO, (2011) Está formado por 5 fuentes subterráneas (manantiales). Su producción en periodo de estío es de 40 l/s, incrementándose hasta los 90 l/s en temporada lluviosa.

Este sistema presenta un déficit en la capacidad de conducción de las líneas, por lo que en temporada de lluvias se deriva un caudal considerable al sistema Piuray.

Las captaciones del sistema Kor Kor se encuentran en el nivel 3986.80, conformada por canales interceptados y tuberías cribadas de 75, 100 y 150 mm de diámetro instaladas a una profundidad promedio de 4m. teniendo una longitud total de 320 m, provista cada fuente de cámaras de inspección implementadas en los últimos años debiendo mencionar que estas captaciones tiene antigüedad mayor a 60 años.

En los años 2008 y 2009 se realizaron trabajos de mantenimiento que permitieron mejorar la captación así como su producción.

Figura N° 5
Producción Del



Esquema De
Sistema Kor Kor

FUENTE: (EPS SEDA CUSCO, 2011)

- **SISTEMA JAQUIRA:**

Según la EPS SEDACUSCO, (2011) La fuente de Jaquira, está conformada por fuente superficial y subterránea en el sector denominado Hatun Sirenayoc y Juchuy Sirenayoc, ubicadas entre las comunidades de Huamancharpa y Jaquira del Distrito de Santiago.



Consta de 2 estructuras de captación tipo ladera en el nivel 3770.70 msnm con aletas de encausamiento y una capa de material filtrante antes de la cámara húmeda separado por una pantalla con orificios de 50 mm de diámetro. En la cara opuesta a esta pantalla se ubica la tubería de salida de 100 mm de diámetro provista de una válvula de control y en una cara lateral de la cámara húmeda se dispone una tubería de 100 mm de diámetro para efectos de rebose. El mantenimiento de la captación es bajo y su estado físico es regular. La oferta de los manantes de Jaquira es del orden de 7 l/s en época de estiaje, alcanzando 13 l/s en temporada de lluvias. Actualmente el rendimiento promedio anual reportado es de 11 l/s.

- **SISTEMA SALKANTAY:**

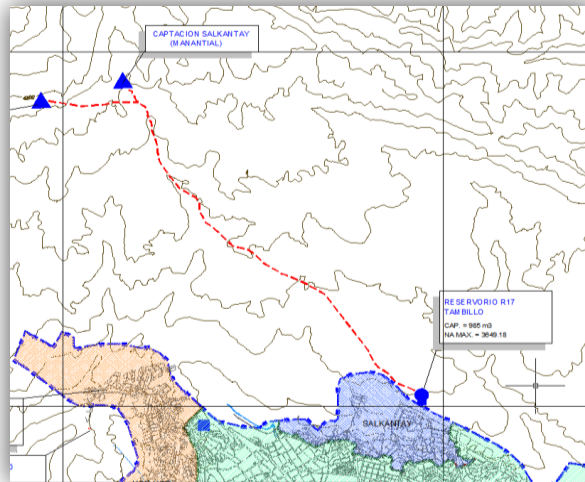
Según la EPS SEDACUSCO, (2011) Conformado por una galería filtrante de roca fracturada denominada Salkantay de 200 m de longitud y la fuente subterránea denominada Condorsenqa, que originalmente abastecía al sistema KorKor y actualmente aporta al sistema Salkantay por descenso de la producción en esta y la creciente demanda de la población. La galería tiene un acceso de inspección de 2x2x200 m. protegida por parantes de rollizos madera para evitar deslizamientos.

La captación Condorsencca consiste en una galería de infiltración de trapezoidal de 0.80 m de base menor y 1.20 m de base mayor, con 1.50 m de altura en el nivel 3905.40; está conformada por tuberías cribadas de 200 y 250 mm de diámetro de concreto simple sobre material granular graduado, posee una cámara de inspección de donde sale la línea de conducción. Las dos tuberías de salida de la galería y Condorsencca se juntan en una cámara de reunión de donde se conduce hasta el Reservorio cabecera de Tambillo.

La capacidad de producción conjunta de galería y manante originalmente era de 21 l/s y actualmente se registra una producción promedio anual del orden de 17 l/s.

Figura N° 6
Producción Del
Salkantay

Esquema De
Sistema



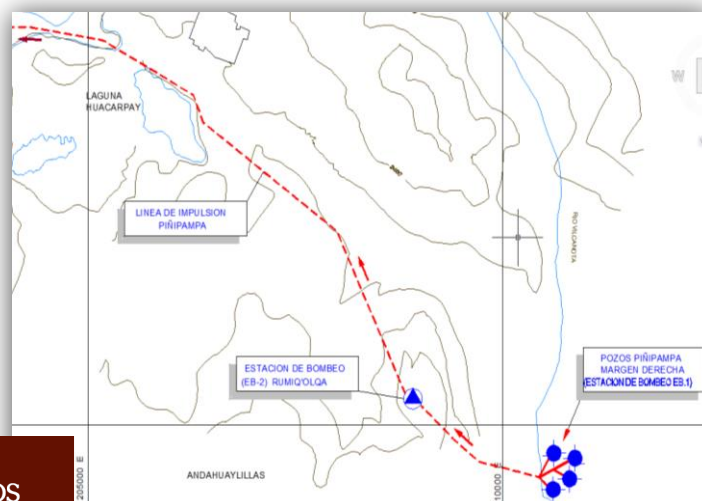
FUENTE: (EPS SEDA CUSCO, 2011)

- **SISTEMA VILCANOTA:**

Según la EPS SEDACUSCO, (2011) La captación de este sistema es de fuente subterránea, está ubicada en las comunidades campesinas de Secsencalla y Querohuasi del sector denominado Piñipampa en el distrito de Andahuaylillas a orillas del río Vilcanota a 3,083 msnm.

Consta de cuatro pozos, para extraer agua de un acuífero a 65 m de profundidad, a través de un sistema de bombeo de 112Kw (150 HP) de potencia y de 200 a 220 l/s de capacidad. El agua extraída tiene niveles de turbiedad que no necesita ninguna otra operación más que el proceso de desinfección, para eliminar cualquier presencia de microorganismos patógenos para la salud de los consumidores.

Figura N° 7 Esquema De Producción Del Sistema Vilcanota





FUENTE: (EPS SEDA CUSCO, 2011)

2.2.2. Descripción Del Sistema De Agua Potable Del Cusco

2.2.2.1. Descripción De Las Redes De Abastecimiento

Según SEDACUSCO (2012) Respecto a las redes de distribución de agua potable y a su vez considerando parámetros como las longitudes de estas en función del material del cual están constituidos, tenemos un cuadro resumen a continuación:

Tabla N° 1. Longitud De Redes De Agua Potable Por Sector Operacional Y Material De La Tubería - 2012

SECTOR OPERACION	ASBESTO CEMENTO (m)	FIERRO FUNDIDO (m)	POLIETILENO (m)	PVC (m)	TOTAL GENERAL (m)	%
I	2,658.76	185.60		67,690.11	70,534.47	11.91
II	960.55	3,115.66		8,124.44	12,200.65	2.06
III	829.69	5,013.20		3,921.55	9,764.43	1.65
IV	8,746.23	7,457.62		16,572.25	77,827.66	5.54
IX	45,130.51	3,040.71		29,656.45	77,827.66	13.15
V	7,735.40	1,063.13		15,325.69	24,124.21	4.08
VI	1,049.06			20,342.40	21,391.46	3.61
VII	23,444.72	4,691.29	655.24	28,118.97	56,910.21	9.61
VIII	11,156.15	5,678.54	235.76	46,729.78	63,800.22	10.78
X	894.82			22,655.59	23,550.41	3.98
XI	18,559.25			91,641.31	110,200.56	18.61
XII	7,846.14	2.12		81,075.61	88,923.87	15.02
TOTAL	129,011.24	30,247.86	891.00	431,854.15	592,004.28	100.00
%	21.79	5.11	0.15	72.95	100.00	

FUENTE: (SEDACUSCO, Base de datos, 2012)

2.2.2.2. Fuentes De Abastecimiento

Según SEDACUSCO (2012) La ciudad del Cusco es abastecida por distintas fuentes de agua, tanto superficiales como subterráneas, la principal fuente superficial es la laguna Piuray que aporta el 39.7% de la producción total de agua. Entre las fuentes subterráneas tenemos el sistema Vilcanota que consta de pozos profundos y actualmente representa el 49.5% de la producción total.



Los sistemas Salkantay, Korkor y Jaquira, en conjunto proveen un 10.8% de la producción total.

El aforo promedio anual de los sistemas de abastecimiento de agua a la ciudad del Cusco es el siguiente:

**Tabla N° 2. Caudales De
2012**

Sistemas de Producción	Caudal
	l.p.s
Piuray	264.9
Kor Kor	38.7
Jaquira	7.8
Salcantay	15.3
Vilcanota	265.4
Total	592.1

Oferta De Los Sistemas -

FUENTE: (SEDACUSCO, Ficha Técnica Agua Desagüe, 2012)

2.2.2.3. Reservorios En La Ciudad Del Cusco

SEDACUSCO (2012) Para el almacenamiento de agua potable se cuenta con reservorios principales que son instalaciones que acopian el agua proveniente directamente de las plantas de tratamiento o de las captaciones según sea el caso, luego se tiene un grupo de reservorios secundarios que reciben el agua de los reservorios principales y alimentan a las redes de distribución, la capacidad total de almacenamiento es de 27,451 m³.

Todos los reservorios están implementados con válvulas de control de nivel y macro medidores de flujo, así mismo cuentan con cercos perimétricos, guardianías, caseta de válvulas, e iluminación, para la operación de los reservorios, la empresa SEDACUSCO cuenta con fontaneros de experiencia, quienes están implementados con motocicletas y sistemas de comunicación.

Perteneciendo al Sistema Piuray los reservorios de Santa Ana, Picchu, Puquin y Mariscal Gamarra; al Sistema Kor Kor los reservorios de Hatun Huaylla, El arco, Villa Maria e Independencia; al Sistema Jaquira el reservorio de Jaquira; al Sistema

Salkantay el reservorio de Tambillo; y al Sistema Vilcanota los reservorios de Larapa, San Sebastian, Wimpillay, Los andes, Caramascara y Qoripata.

Tabla N° 3. Reservorios Operativos De La Ciudad Del Cusco - 2012

Reservorio	Tipo	Volumen (m3)	Antigüedad (años)
R1-LosAndenes	APOYADO C°A°	1,835.00	35.00
R-2 - Puquin	APOYADO C°A°	455.00	31.00
R-3 - Santa Ana	APOYADO METALICO	6,520.00	35.00
R-4 - Picchu	APOYADO C°A°	3,482.00	90.00
R-5 - Ccoripata	S. ENTERRADO C°A°	2,160.00	29.00
R-8 - M. Gamarra II Etapa	APOYADO C°A°	388.00	15.00
R-10 - San Sebastián	APOYADO METALICO	3,000.00	5.00
R-11 - Zaguán del Cielo	ELEVADO C°A°	160.00	7.00
R-12 - Larapa	APOYADO METALICO	4,500.00	5.00
R-13 - Wimpillay	APOYADO METALICO	1,500.00	5.00
R-17 - Tambillo	APOYADO C°A°	1,026.00	8.00
R-22 - Séptima Cuadra	APOYADO C°A°	70.00	10.00
R-23 - Ucchullo Alto	APOYADO C°A°	70.00	10.00
R-32 - El Arco	APOYADO C°A°	147.00	35.00
R-33 - Villa María	APOYADO C°A°	177.00	19.00
R-35 - Independencia	APOYADO C°A°	147.00	18.00
R-39 - Jaquira	APOYADO C°A°	307.00	19.00
R-42 - Ununchis	APOYADO C°A°	512.00	15.00
HatunHuaylla	APOYADO C°A°	145.00	18.00
HatunHuaylla grande	APOYADO C°A°	800.00	6.00
El Mirador	APOYADO C°A°	50.00	15
TOTAL		27,451.00	

FUENTE: (SEDACUSCO, Ficha Técnica Agua Desagüe, 2012)

2.2.3. Producción De Agua

Se puede producir agua potable a partir de cualquier fuente natural de agua como por ejemplo agua subterránea, agua superficial (lagos y ríos). (EPS SEDACUSCO, 2017)

Los procesos de producción de agua potable para los sistemas Piuray y Vilcanota son:

- Sistema Piuray: Según la EPS SEDACUSCO (2017) La fuente de captación de la laguna de Piuray está ubicada en el distrito Chinchero a 3754 msnm. Y deriva el agua mediante una tubería de 800 mm y 400 mm en una longitud de 18 km. se transporta hasta la planta de Santa Ana.



El agua captada pasa por un proceso de floculación, en el cual se añade cloruro de aluminio o sulfato de aluminio, que mediante la agitación permite el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados, con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad, y luego pasar al filtrado.

En el proceso de filtrado se cuenta con 10 tanques horizontales cuya capacidad de tratamiento es de 35 l/s cada uno, 350 litros por segundo en total de manera continua trabajando las 24 hrs; mediante unas toberas que cuentan con ranuras milimétricas se capta el agua filtrada ayudada por grava y arena cuarcítica, por un lapso de 18 a 48 horas.

Después de terminar el proceso de filtrado, pasa a la desinfección utilizando cloro líquido, que se inyecta al agua filtrada, controlada mediante clorinadores y con rotámetros que nos permite calcular los parámetros idóneos a usar de cloro. En nuestra planta el uso de cloro es de 3 a 4 kl de cloro por hora.

Para cada uno de los procesos por los cuales pasa el agua captada desde la Laguna de Piuray, se realizan diferentes controles de calidad, en los cuales se medirá la turbidez, PH, se hace el control del cloro residual de acuerdo al D.L. 031-2010 del MINSA, que consta de un control al ingreso y salida del reservorio y en las redes de distribución manteniendo un parámetro de 0.5 miligramos.

El agua potable es almacenada en el reservorio de Santa Ana, que tiene una capacidad de 6500 m³, para luego ser distribuida a cuatro zonas del Cusco, como son Santa Ana, al reservorio de Puquin, Reservorio de Picchu que abastece al Centro Histórico y a la Línea Norte que llega a la zona noroccidental del Cusco.

- Sistema Vilcanota: Según la EPS SEDACUSCO (2017) El sistema Vilcanota cuenta con dos estaciones de bombeo en la conducción, la primera EB2 ubicada en el sector de Rumicolca y la segunda EB3 en el sector de Qollana. En el sistema de distribución se cuenta con una tercera estación de bombeo ubicada en el reservorio de Qoripata.

EB2 de Rumicolca: El agua es bombeada desde la captación en Piñipampa, hasta la estación de bombeo denominada EB2 de Rumicolca. Esta estación bombea el agua hasta la estación EB3 de Collana.

EB3 de Ccollana: El agua es bombeada al reservorio cabecera de R-12 de 4,500 m³ de capacidad.

EB de Qoripata: Fue instalada para trasvasar agua del sistema Vilcanota al Sistema Piuray, desde el Reservorio de Qoripata al reservorio de Picchu R-4, y abastecer de agua al sistema Piuray en situaciones de emergencia. Está diseñada para bombear hasta un caudal de 80 l/s en 24 horas.

PROD. NETA (M.m3)	PRODUCCION NETA		
	m3/mes	(l/s)	%
Laguna de Piuray	798,500.00	298.13	39.73%
Hatun Huaylla (Kor Kor).	62,515.88	23.34	3.11%
Huasahuara (Kor Kor).	59,027.10	22.04	2.94%
Jaquira	22,460.00	8.39	1.12%
Salkantay	73,044.00	27.27	3.63%
Sistema Vilcanota (EB3 Ccollana).	994,376.00	371.26	49.47%
TOTAL PRODUCCION NETA	2,009,922.98	750.42	100.00%

Tabla N° 4. Producción Neta De Los Sistemas De Abastecimiento - 2017

Fuente: (EPS SEDACUSCO, 2017)

2.2.4. Continuidad De Servicio

Según la SUNASS, es el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable que la Empresa Prestadora brinda al usuario. Este indicador varía entre 0 y 24 horas.

Este término significa que el servicio de agua debe llegar en forma continua y permanente. Lo ideal es disponer de agua durante las 24 horas del día. La no continuidad por horas, además de ocasionar inconvenientes debido a que obliga al almacenamiento intradomiciliario, afecta la calidad y genera problemas de contaminación en las redes de distribución.

2.2.5. Caudal

Es el volumen de un fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente, que puede ser una tubería.

2.2.5.1. Caudal De Diseño

La red de distribución se calculará con la cifra que resulte mayor al comparar el gasto máximo horario con la suma del gasto máximo diario más el gasto contra incendios para el caso de habilitaciones en que se considere demanda contra incendio. (RNE, 2006)

2.2.5.2. Caudal Máximo Diario

Caudal máximo de un día, observado en el periodo de un año, sin tener en cuenta los consumos por incendios, pérdidas, etc. (RNE, 2006)

$$Q_{maxDiario} = K1 * Q_{prom}$$

$K1 =$ coeficiente de variacion diario

$Q_{prom} =$ caudal promedio expresado en (L/s)

2.2.5.3. Caudal Máximo Horario

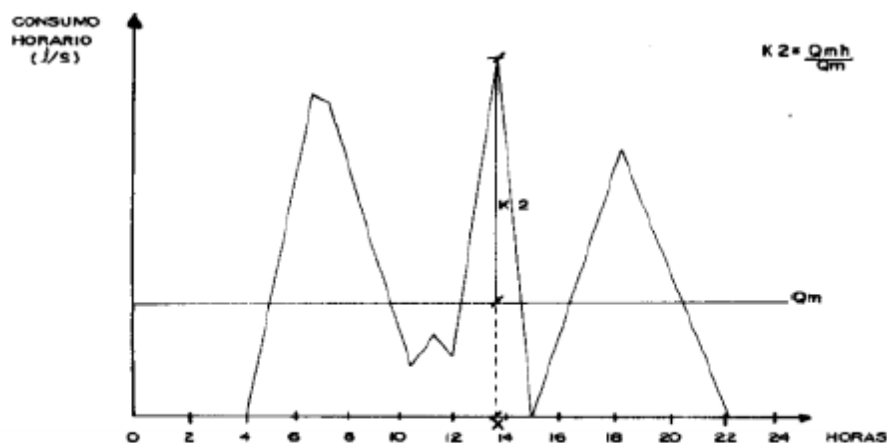
Corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un periodo de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. (Almanza L, 2015)

$$Q_{maxHorario} = K2 * Q_{prom}$$

$K2 =$ coeficiente de variacion horario

$Q_{prom} =$ caudal promedio expresado en (L/s)

Figura N° 8 Variación De Consumo Horario



b) VARIACIONES HORARIAS DE CONSUMO



FUENTE: (Roger, 1997)

2.2.6. Demanda

Corresponde a la cantidad o volumen de agua usado por la población. Considera el volumen de agua extraído o almacenado por sistemas hídricos; contempla el volumen utilizado como materia prima, insumo y el retornado a los sistemas hídricos. (Sistema de Información Ambiental de Colombia, 2012)

2.2.7. Dotación

Según Arocha S. (1985) viene a ser el resultado de un estudio de la demanda de agua de una población técnicamente justificada, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

En caso de no existir dichos estudios previos, se deberá considerar por lo menos, para sistemas de conexiones domiciliarias según recomienda el reglamento nacional de edificaciones en las normas O.S. una dotación de 180 lt/hab/día en clima frío y 220 lt/hab/día en clima templado y cálido.

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 I/hab/d en clima frío y de 150 I/hab/d en clima templado y cálido.

Para habitaciones de tipo industrial, deberá determinarse de acuerdo al uso en el proceso industrial, debidamente sustentado. Para habitaciones de tipo comercial se aplicará la Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

La EPS SEDA CUSCO brinda los siguientes valores de dotación en condiciones normales de cada uno de los sistemas de abastecimiento.

Tabla N° 5. Producción Normal - 2017

PROD. NETA (M.m3)	PROD NORMAL			
	m3/día	N° hab	Continuidad	Dotación l/h/d
Laguna de Piuray	25,758.06	116,182.80	20.69	221.70
Hatun Huaylla (Kor Kor).	2,016.64	19,216.11	10.29	104.95
Huasahuara (Kor Kor).	1,904.10	14,085.25	19.51	135.18
Jaquira	724.52	14,320.46	7.13	50.59
Salkantay	2,356.26	11,776.91	23.98	200.07
Sistema Vilcanota (EB3 Ccollana).	32,076.65	261,367.54	22.42	122.73
TOTAL PRODUCCION NETA	64,836.23	436,949.07	21.05	139.20



Fuente: (EPS SEDACUSCO, 2016)

2.2.8. Equipo De Bombeo

2.2.8.1. Número De Unidades

Según el RNE (2013), el número de unidades dependerá fundamentalmente del gasto de bombeo y sus variaciones, debiendo además, considerar un margen de seguridad, previendo equipos de reserva para atender situaciones de emergencia.

En ocasiones resulta más ventajoso aumentar el número de unidades, disminuyendo la capacidad individual, pero dando mayor seguridad en atención de reparaciones.

Cuando sea necesario un solo equipo de bombeo, debe proveerse otro con las mismas características para atender situaciones de emergencia, lo cual representa el 200% como coeficiente de seguridad.

2.2.8.2. Gasto De Bombeo

Según Arocha S. (1985), en el caso de estaciones de bombeo el gasto a considerar debe de corresponder al consumo máximo diario, pero tomando en cuenta que ahora se cuenta con una nueva variable, la cual es el tiempo de bombeo.

Se debe, a su vez tomar en cuenta la vida útil de los equipos, lo cual generalmente es menor que el del resto de los componentes del sistema de abastecimiento de agua, lográndose así seleccionar equipos con capacidades acordes al tiempo real de servicio, con la siguiente formula:

$$Q_b = Q_m * \frac{24}{n}$$

Considerando:

Q_b: Caudal de bombeo.

Q_m: caudal máximo diario.

n: número de horas de bombeo.

2.2.8.3. Curvas Características De Las Bombas Y Curvas Del Sistema

Según Arocha S. (1985), los equipos de bombeo están dentro de un rango de eficiencia para el trabajo, sin embargo el proveedor hace la selección del equipo de acuerdo a las características suministradas por el proyectista.

El punto de trabajo está determinado por el punto de corte entre la curva característica y la curva del sistema, siendo constantes el caudal y la altura dinámica total.

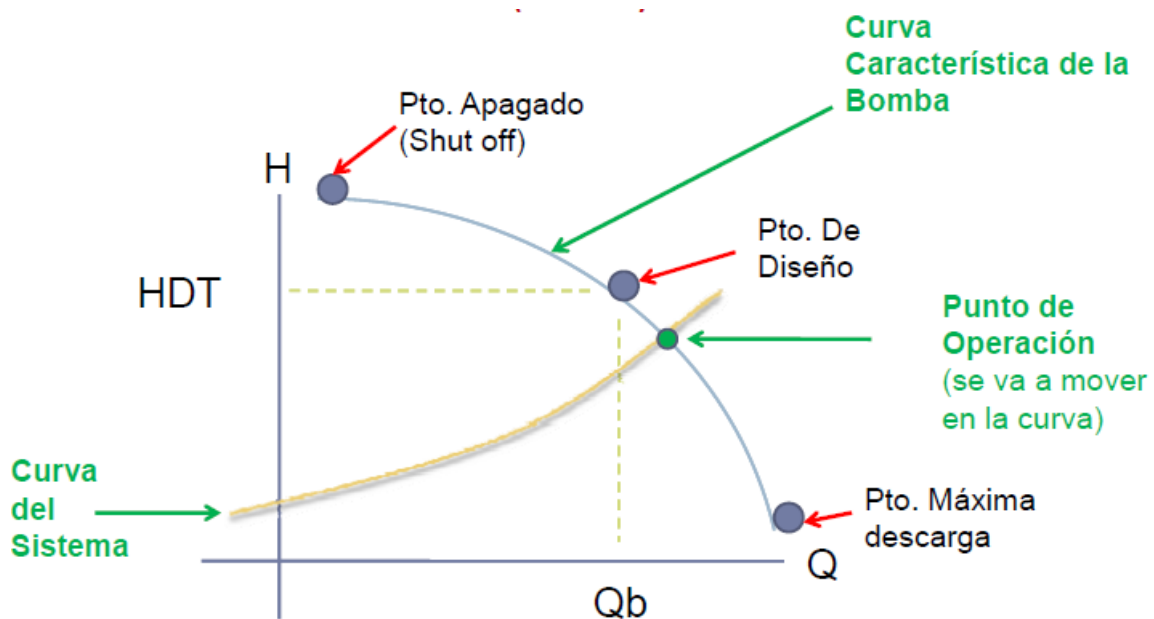


Figura N° 9 Curva Característica De La Bomba-Curva Del Sistema

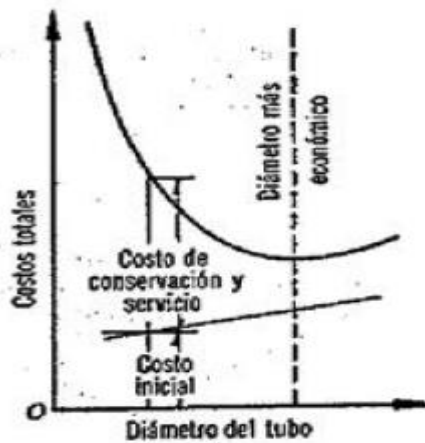
FUENTE: (ICG, 2010)

2.2.9. Diámetro Económico

Según Sotelo G. (1997), la selección del diámetro es la que admite más variantes en la solución, debido a que puede hacerse con base en un mayor número de criterios. Sin embargo, uno de los criterios más importantes es quizá el de la economía, tanto en el monto de la inversión inicial en el sistema, como en el de conservación y operación.

El diámetro económico, será aquel para el cual es mínima la suma de los costos de la instalación, conservación y servicios, además los costos de la energía, como en el caso de una planta de bombeo.

Figura N° 10 Diámetro Económico



FUENTE: (Sotelo G., 1997)

La fórmula de Bresse es válida cuando la operación de bombeo es continua; K es una constante que vale, aproximadamente, 1.2.

Un Predimensionamiento puede hacerse en base a la fórmula de Bresse:

$$D = K\sqrt{Q_b}$$

Donde:

D: diámetro (m)

Q_b: caudal de bombeo (m³/s)

K: Costo del capital, TIR, VAN, vida útil, etc. Que puede estar entre 0.7 – 1.6

2.2.10. Topografía

Técnica que consiste en describir y representar en un plano la superficie o el relieve de un terreno.

En un proyecto de agua potable el levantamiento topográfico es de gran importancia, ya que define el diseño del sistema; tiene por objeto medir las extensiones del terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno, tanto en la línea de conducción como de distribución, así como tanques y demás obras en sistema. (Medrano M, 2011)



2.2.10.1. Sector De Abastecimiento (Sectorización)

Es un área determinada en el cual el sistema de distribución de agua tiene un punto de alimentación principal, se encuentra aislado de los sectores adyacentes a través tapones y válvulas de cierre de sector. En nuestro esquema de abastecimiento cada sector de abastecimiento cuenta con reservorios y está dividida en sub-sectores o zonas de presión. (Sedapal, 2015)

2.2.10.2. Sub Sector O Zonas De Presión

Según Sedapal (2015) Es un área que forma parte de un sector de distribución y que puede ser aislada sin afectar al resto del sector, están delimitadas en función a la topografía de una localidad y a las presiones de servicio. Las zonas de presión tienen un límite superior y un límite inferior, según el valor de las presiones pre establecidos. El abastecimiento de cada zona de presión es desde una misma fuente de abastecimiento, sin embargo las redes de estas deben estar separadas unas de otras y unidas solo a través de una o más estructuras denominadas Estaciones Reductoras de Presión.

2.2.11. Emergencias Y Desastres En Sistemas De Agua Potable

Según la Organización Panamericana de la Salud, (2004) Los sistemas de agua potable; son importantes para la salud y desarrollo de las poblaciones, por lo que es prioritario que los servicios se brinden en condiciones óptimas, por otro lado están expuestos a fenómenos naturales; como terremotos, huracanes, inundaciones, deslizamientos, sequías, entre otros; y antrópicos, es decir, producidos por el hombre. De esta manera, el interés primordial de las empresas de agua y saneamiento debe ser el mantenimiento del servicio acorde con las necesidades, de modo que las interrupciones en el abastecimiento de agua potable o en la recolección, tratamiento y disposición de aguas servidas sean lo más breves posible.

Para tener un mejor control de riesgos en estos casos se debe tener en cuenta la vulnerabilidad a la que se puede exponer las redes de abastecimiento de agua potable. Si bien no se pueden modificar algunas amenazas, se puede tomar algunas medidas para reducir la vulnerabilidad, minimizar daños y mejorar la respuesta durante la emergencia.

Cuando las amenazas, del tipo que sean, afectan los sistemas de agua potable, se busca reducir los efectos mediante la ejecución de medidas de prevención o mitigación.



Dichas medidas se determinan a partir de un análisis de vulnerabilidad de los distintos componentes frente a las amenazas a las cuales se encuentran expuestos.

Una vez que se tengan caracterizadas las amenazas y posibles daños en los sistemas, se podrá diseñar e implementar las medidas de mitigación y preparativos para la respuesta frente a la emergencia.

Teniendo por parte de la norma OS.030 la recomendación en caso de los reservorios que no deberán estar ubicados en terrenos sujetos a inundación, deslizamientos u otros riesgos que afecten su seguridad.

2.2.12. Parámetros Del Plan De Contingencia Del Sistema Integral

SEDACUSCO S.A. deberá cumplir su obligación de abastecer a los usuarios afectados por interrupciones del servicio de agua potable mayores a dieciocho (18) horas, a través de camiones cisterna u otra modalidad que garantice la calidad del agua potable entregada.

Por lo cual se deberá considerar situaciones en las que el servicio de agua potable sea interrumpido por más de 18 horas en todo un sistema de abastecimiento, precisando, la modalidad de abastecimiento para todos los usuarios afectados, las acciones a efectuar para tal fin, las horas de servicio a brindar durante la interrupción del servicio, el volumen a distribuir, entre otros; lo cual deberá contar con el sustento técnico correspondiente (población afectada, estimación del consumo promedio durante el periodo de desabastecimiento, cálculos hidráulicos, entre otros). (Plan de Contingencia Para los Sistemas de Abastecimiento de la Localidad del Cusco-SEDACUSCO, 2017)

2.2.13. Modelo Hidráulico En WaterCAD

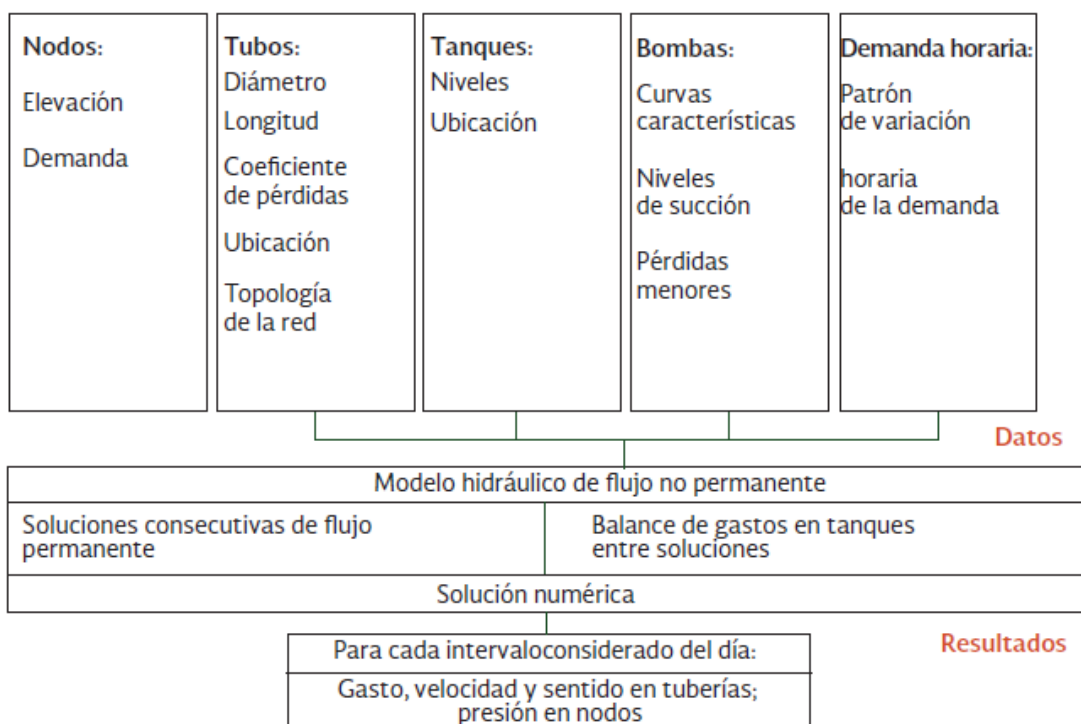
Según el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, (2016) Se optó por crear un modelo en WaterCAD debido a la capacidad del software para procesar y almacenar información existente de la red de abastecimiento.

Es importante determinar la problemática que el modelo ayudará a resolver, y así podremos definir el tipo de modelo a implementar.

Teniendo modelos operacionales que se emplean para poder predecir el comportamiento hidráulico de variables, como la presión y los caudales en la red, y los niveles en tanques de regulación. El objetivo es tener un mejor soporte en la toma de decisiones.

Se realizaría la simulación para un flujo no permanente, ya que diferencia de los modelos estáticos, en los modelos de tipo dinámico se permite la variación temporal de los caudales demandados e inyectados, de las condiciones operativas de la red y de los niveles en los tanques.

Figura N° 11. Diagrama De Un Modelo Hidráulico De Flujo No Permanente



Fuente: (Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 2016)

2.2.13.1. Etapas En La Elaboración De Un Modelo Hidráulico

Según el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, (2016) La implementación de un modelo de simulación hidráulica se desarrolla en dos etapas.

La primera de ellas, la construcción del modelo de simulación hidráulica, tiene las siguientes fases:

- Recopilar la información necesaria para caracterizar los componentes incluidos en el modelo.



- Representar los componentes de la red real de distribución, en términos adecuados para ser usados por el modelo implementado (topología de la red).
- Simplificar la red de tuberías según el uso y la información disponible.
- Integrar los componentes físicos de la red de distribución.
- Analizar y asignar los consumos registrados. Se trata de incorporar en el modelo las demandas en los puntos de consumo para cada periodo de tiempo analizado.
- Integrar los componentes no físicos de la red de distribución.

La segunda etapa, la calibración del modelo de simulación hidráulica, se enfoca en la corrección y ajuste de los parámetros de la red. En la calibración del modelo se siguen, de manera general, los siguientes pasos:

- Medir presión y caudal en algunos puntos de la red para diferentes estados de demanda.

Ajuste del modelo. Se reproducen los estados de demanda de las mediciones; se comparan los valores de presión y de caudal medidos en la red con los obtenidos por el modelo de simulación hidráulica y se ajustan los diferentes parámetros, como el coeficiente de rugosidad de las tuberías, para que con este dato se pueda determinar la pérdida de fricción por medio de la ecuación de Hazen-Williams y la demanda.

Al final del proceso se obtiene un modelo hidráulico calibrado, que permitirá realizar simulaciones con cualquier estado de demanda en la red.

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis General

Con la infraestructura propuesta en el modelamiento hidráulico de la interconexión de los sistemas Piuray y Vilcanota si pueden atender las demandas en forma simultánea, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas.

2.3.2. Sub Hipótesis

- **Sub Hipótesis N°1**



Con la producción de agua del sistema Piuray si se puede atender la demanda del sistema Vilcanota, considerando la restricción de abastecimiento de agua.

- **Sub Hipótesis N°2**

Con la producción de agua del sistema Vilcanota si se puede atender la demanda del sistema Piuray, considerando la restricción de abastecimiento de agua.

- **Sub Hipótesis N°3**

Se atenderá en un rango de 50% - 90% de la demanda del sistema Vilcanota, y 75% - 90% del sistema Piuray, a través de la interconexión de los sistemas, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas.

- **Sub Hipótesis N°4**

Se podrá atender entre 02 a 03 horas en forma simultánea el sistema Piuray y Vilcanota para la continuidad de servicio.

- **Sub Hipótesis N°5**

El sistema Piuray tendría 10 - 13 horas de servicio, cuando atienda al Sistema Vilcanota, para la continuidad de servicio.

- **Sub Hipótesis N°6**

El sistema Vilcanota tendría 15 - 18 horas de servicio cuando atienda al Sistema Piuray, para la continuidad de servicio.

- **Sub Hipótesis N°7**

La capacidad de servicio de la red con la presión promedio del sistema Piuray disminuirá aproximadamente entre un 30% - 50%, y del sistema Vilcanota en un 40% - 60% cuando se realice la interconexión de ambos sistemas, en un evento de inactividad.

2.4. Definición De Variables

2.4.1. Variables Independientes

X1: Zonas De Abastecimiento (Reservorio – Redes De Distribución)

X2: Topografía.



X3: Producción de Agua Potable

X4: Demanda.

X5: Dotación.

Indicadores De Variables Independientes

X'1: Volumen del reservorio (m³)

X''1: Diámetro de la tubería (mm)

X'''1: Material de la tubería (Coeficiente "C")

X''''1: Velocidad (m/s)

X'2: Cotas topográficas de las redes de distribución (elevación).

X'3: Producción de agua (m³/día)

X'4: Consumo de agua actual (m³/día).

X'5: Tipo de consumo.

2.4.2. Variables Dependientes

Y1: Infraestructura Adicional (Tuberías)

Y2: Capacidad De Servicio De La Red.

Y3: Continuidad de Servicio.

Indicadores De Variables Dependientes

Y'1: Diámetro de la tubería (mm)

Y''1: Material de la tubería (Coeficiente "C")

Y'2: Presión (m.c.a).

Y'3: Tiempo de servicio (Hrs).



2.4.3. Cuadro De Operacionalización De Variables



TEMA: MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO.

Tabla N°6. Operacionalización De Variables – Variables Independientes



TIPO DE VARIABLE				
VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
TEMA: MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO.				
X: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD (PIURAY / VILCANOTA)	X1: ZONAS DE ABASTECIMIENTO (RESERVORIO – REDES DE DISTRIBUCIÓN)	Es el área definida en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas puedan considerarse homogénea en la mayor parte del año.	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen del reservorio (m3) • Diámetro de la tubería (mm) • Material de la tubería (Coeficiente "C") • Velocidad (m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> • Catastro de redes.
	X2: TOPOGRAFÍA	Conjunto de características que presenta la superficie o el relieve de un terreno.	<ul style="list-style-type: none"> • Cotas topográficas de las redes de distribución (elevación) 	<ul style="list-style-type: none"> • Catastro de redes
	X3: PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE	Realización de una serie de actividades que permiten la distribución de agua potable a la ciudad, apta para el consumo humano. La producción de agua está relacionada directamente con el número de usuarios.	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal (m3/día) 	<ul style="list-style-type: none"> • Macro medidores
	X4: DEMANDA	Volumen, en cantidad y calidad, que los usuarios están dispuestos a adquirir para satisfacer un determinado objetivo de producción o consumo.	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua (m3/día) 	<ul style="list-style-type: none"> • Micromedición • Hoja de cálculo Excel.
	X5: DOTACIÓN	Cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas.	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • RNE (OS 100).

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N°7. Operacionalización De Variables – Variables Dependientes



VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO
Y: EVALUACIÓN HIDRAULICA	Y1: INFRAESTRUCTURA ADICIONAL (TUBERÍAS)	Conducto que cumple la función de transportar agua u otros fluidos.	<ul style="list-style-type: none">• Diámetro de la tubería (mm)• Material de la tubería (Coeficiente "C")	<ul style="list-style-type: none">• Software WaterCAD V8i
	Y2: CAPACIDAD DE SERVICIO DE LA RED	El servicio de agua debe llegar a las viviendas con una presión adecuada. Presiones mayores a 10 m.c.a y menores de 50 m.c.a presentes en los nodos de la red	<ul style="list-style-type: none">• Presión (m.c.a)	<ul style="list-style-type: none">• Software WaterCAD V8i
	Y3: CONTINUIDAD DE SERVICIO	Es el promedio ponderado del número de horas de servicio de agua potable que la Empresa Prestadora brinda al usuario.	<ul style="list-style-type: none">• Tiempo de servicio (Hrs.)	<ul style="list-style-type: none">• Hoja de cálculo Excel.

Fuente: (Elaboración Propia)



Capítulo 3. Metodología

3.1. Metodología De La Investigación

3.1.1. Enfoque De La Investigación

Según Dankhe (1986), los estudios se dividen en: exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. Esta clasificación es muy importante, pues el tipo de estudio depende la estrategia de investigación. El diseño, los datos que se recolectan, la manera de obtenerlos, el muestreo y otros componentes del proceso de investigación son distintos en estudios exploratorios, descriptivos, correlacionales y explicativos. En la práctica, cualquier estudio puede incluir elementos de más de una de estas cuatro clases de investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2000, p. 58).

La investigación propuesta tendrá un Enfoque Cuantitativo; debido a que permite evaluar la realidad en función de parámetros que son medibles, replicables y que estos pueden ser reproducidos con las mismas condiciones en cualquier momento. Además nos permite hacer el uso de datos numéricos (Sampieri, 1999).

3.1.2. Nivel De La Investigación

La presente investigación es de carácter Descriptivo. En un estudio descriptivo se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas independientemente, para así poder describir con términos técnicos y datos obtenidos, las variables a investigar. (Hernández Sampieri, 2010).

3.1.3. Método De Investigación

El método de investigación es Hipotético Deductivo, que se encarga de formular alternativas de respuesta a problemas de investigación en base a mediciones demostrando si es las respuestas a los problemas planteados son las correctas.

El método hipotético-deductivo es el procedimiento o camino que sigue el investigador para hacer de su actividad una práctica científica. Este método obliga al científico a combinar la reflexión racional o momento racional (la formación de hipótesis y la deducción) con la observación de la realidad o momento empírico (la observación y la verificación).



Fases del método hipotético-deductivo: Planteamiento del problema, Creación de hipótesis, Deducciones de consecuencias de la hipótesis, Contrastación: Refutada o aceptada. (Cruz, 2014).

3.2. Diseño De La Investigación

3.2.1. Diseño Metodológico

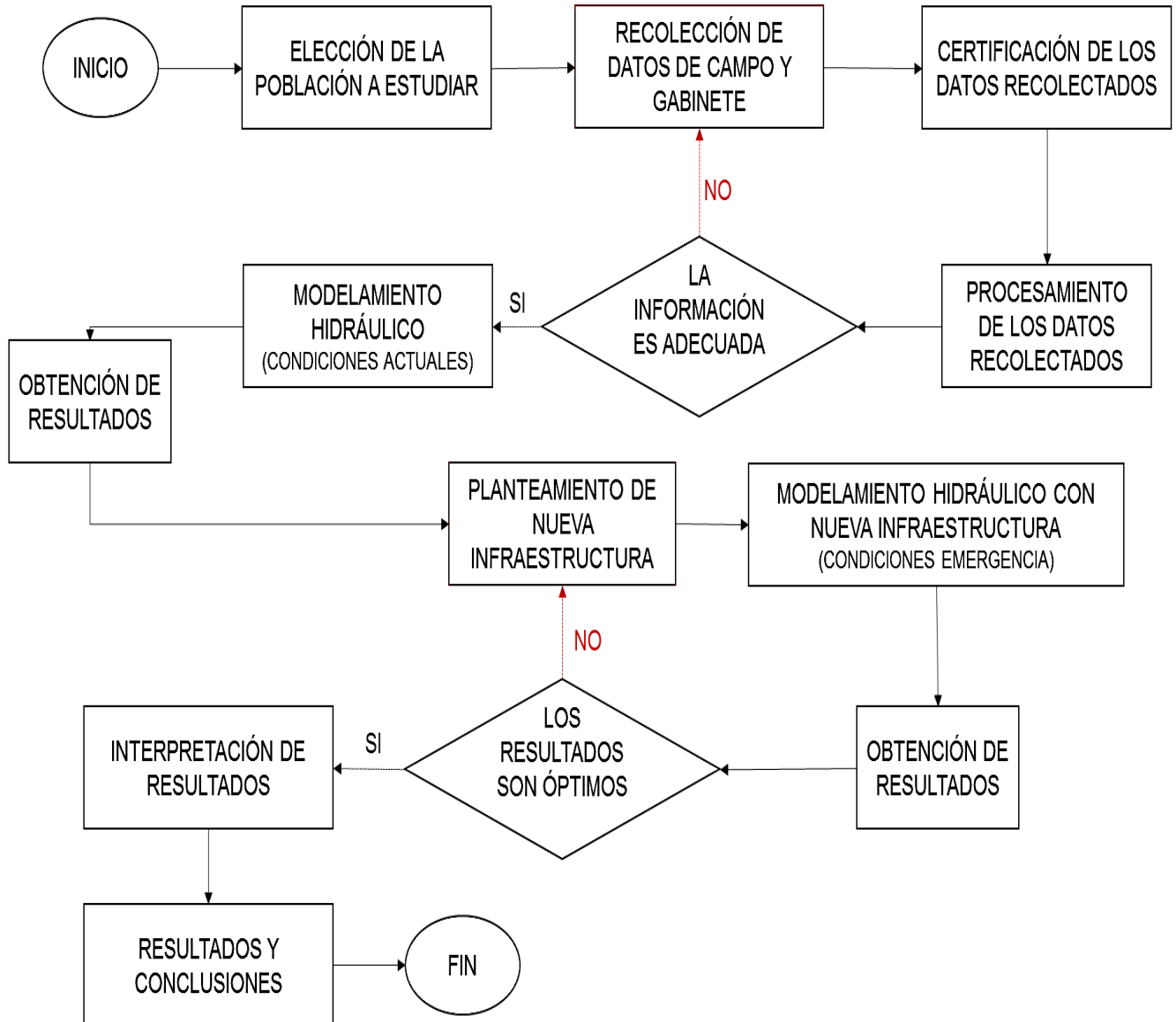
Con la finalidad de responder las preguntas de investigación, cumplir con los objetivos y evaluar las hipótesis.

El diseño metodológico del trabajo de investigación es No Experimental, definiéndose como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos.

En este caso se calculará los resultados sin alterar ninguna de las variables en el proceso de toma de datos y en la evaluación a los sistemas de abastecimiento.

3.2.2. Diseño De Ingeniería

Figura N° 12. Diagrama De Flujo



Fuente: (Elaboración propia)

3.3. Población Y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción De La Población

La población correspondiente a este estudio está conformada por el área delimitada según la E.P.S. SEDA CUSCO, de los sistemas de abastecimiento Piuray y Vilcanota, los cuales abastecen a gran parte de la población de la ciudad del Cusco.



3.3.1.2. Cuantificación De La Población

La población de la presente investigación, comprende las líneas principales y puntos más altos de sistemas de abastecimiento Piuray y Vilcanota.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción De La Muestra

La muestra de la investigación son los Sistemas de abastecimiento Piuray y Vilcanota, anteriormente descritos, lo que significa que nuestra población es equivalente o igual a nuestra muestra.

3.3.2.2. Cuantificación De La Muestra

La población de la presente investigación, comprende las líneas principales y puntos más altos de sistemas de abastecimiento Piuray y Vilcanota.

3.3.2.3. Método De Muestro

El método de muestreo que usamos en la investigación es no probabilístico ya que no se hizo uso de fórmulas estadísticas para la selección de la muestra.

3.3.2.4. Criterios De Evaluación De Muestra

Los criterios de evaluación a considerar son:

- Verificar y validar los datos alcanzados por la E.P.S Seda Cusco tales como planos, datos de producción y conexiones activas.
- Considerar las líneas principales que salen de cada reservorio que pertenecen a los Sistemas de Abastecimiento Piuray y Vilcanota.
- Selección de los puntos de abastecimiento más alejados de cada reservorio de los sistemas de abastecimiento de agua potable, Piuray y Vilcanota.
- Se colocan los reservorios, con su elevación, y redes, con sus características físicas como diámetro y material de la tubería, en WaterCAD para realizar la simulación.
- Luego se procesan los datos en WaterCAD colocando la demanda que debe tener cada reservorio. Verificando que se tenga un abastecimiento correcto en cada reservorio, en los diferentes escenarios que se puedan presentar.

3.3.3. Criterios De Inclusión

- Se consideraron los sistemas de abastecimiento con mayor incidencia de la ciudad del Cusco, con sus respectivos reservorios.
- Se tomó las líneas principales y puntos más alejados de cada reservorio.
- Consideramos las características de las tuberías de acuerdo a lo establecido en los planos.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos Metodológicos

3.4.1.1. Fichas De Recolección De Datos

3.4.1.1.1. Número De Conexiones (Plano)

El presente instrumento, nos sirvió para determinar la demanda que se tiene por zonas y reservorios, de acuerdo al plano brindado por la EPS Seda Cusco.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
NÚMERO DE CONEXIONES (PLANO)



TEMA: "MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO"

TESISTAS:
KATHERINE L. HINOJOSA FLOREZ
CARMEN R. VIGIL BRAVO

CODIGO:
013100671-K
013100242-B

ZONA - RESERVORIO	
PUNTOS	N° DE CONEXIONES
II.1	
II.2	
II.3	
II.4	
II.5	
II.6	
II.7	
II.8	
II.9	
II.10	
TOTAL	

Tabla N° 8. Ficha De Recolección De Número De Conexiones (Plano)

Fuente: (Elaboración Propia)

3.4.1.1.2. Volumen Facturado Y Número De Conexiones (Pagis)

El presente instrumento, nos sirvió para poder hallar la demanda que se tiene por zonas y reservorios, de acuerdo al PAGIS brindado por la EPS Seda Cusco. Comparando las conexiones que encontramos en el plano con las que nos da el PAGIS.



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**VOLUMEN FACTURADO Y NÚMERO DE CONEXIONES (PAGIS)**TEMA: "MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE LOS
SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE
DE LA CIUDAD DEL CUSCO"TESISTAS:
KATHERINE L. HINOJOSA FLOREZ
CARMEN R. VIGIL BRAVOCODIGO:
013100671-K
013100242-B

SISTEMA PIURAY			
ZONA	SUB ZONA	VOL. FACT.	CONEXIONES
	II		
	III		
IV	I		
	II		
V	I		
	II		
	III		
VIII	I		
	II		
	III		
	IV		

SISTEMA VILCANOTA			
ZONA	SUB ZONA	VOL. FACT.	CONEXIONES
VII	I		
	II		
	III		
IX	I		
	II		
	III		
	IV		
	V		
	VI		
	VII		
XI	I		
	II		
	III		
XII	I		
	II		
	III		
	IV		
	V		

**Tabla N° 9. Ficha De Recolección De Volumen Facturado Y Número De Conexiones
(PAGIS)**

Fuente: (Elaboración Propia)

3.4.1.1.3. Consumo De Agua



El siguiente instrumento, nos sirvió para determinar la demanda de cada zona de abastecimiento y con ello poder determinar la demanda que consume cada sistema de abastecimiento.



Tabla N° 10. Ficha De Recolección De Consumo De Agua



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



CÁLCULO DE DEMANDAS
TEMA: "MODELAMIENTO HIDRAULICO PARA LA
INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO
PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL
CUSCO"

TESISTAS: CODIGO:
KATHERINE L. HINOJOSA FLOREZ 013100671-K
CARMEN R. VIGIL BRAVO 013100242-B

Table with columns for DESCRIPCION, UNID., ZONA II through ZONA XII-V, and TOTAL. Rows include MES, CONEXIONES DOMICILIARIAS, HAB. POR CONEX. DOMESTICA, POBLACION SERVIDA, CONSUMO DE AGUA, AGUA NO CONTABILIZADA, VOLUMEN DE PERDIDA, TOTAL DE CONSUMO DE AGUA, and DEMANDA/ USUARIO.

Fuente: (Elaboración Propia)



3.4.1.1.4. Software De Ingeniería WaterCAD V8i

WaterCAD permite la simulación hidráulica de un modelo computacional representado en este caso por elementos tipo: Línea (tramos de tuberías), Punto (Nodos de Consumo), Reservorios e Híbridos (Bombas, Válvulas de Control, Regulación, etc.)

3.5. Procedimiento De Recolección De Datos

3.5.1. Recolección De Información Existente De La Red

Se acudió a la Gerencia de Operaciones de la EPS SEDACUSCO, para solicitar información real de las redes de distribución de los sistemas de abastecimiento en estudio.

Se nos proporcionó el catastro de las redes de abastecimiento de agua potable, en el que se encuentra definido los diámetros y material de las tuberías con las que se cuenta en la actualidad. A su vez se nos facilitó información del porcentaje de agua no facturada por cada sistema, y el número de conexiones activas por medio del PAGIS.

Una vez obtenida toda la información necesaria, se comenzó a realizar el modelo hidráulico, con ayuda del programa WaterCAD V8i, del esquema principal de los reservorios de ambos sistemas de abastecimiento en estudio, y de las redes principales.

Después de terminar el modelo hidráulico, se asignó las características correspondientes de las tuberías de acuerdo al catastro de las redes y la demanda en los nodos pertinentes.

3.5.1.1. Toma De Datos

Ya que los parámetros hidráulicos necesarios para realizar nuestro análisis, se encuentran en su mayoría en el catastro de redes y esta información es extensa, la toma de datos se realizó directamente del catastro de las redes al programa WaterCAD V8i.

3.5.2. Inspección De Los Reservorios

En esta etapa, se realizaron visitas a los reservorios con el fin de obtener los datos de las cotas, las características de las tuberías de entrada y salida de cada reservorio.

SISTEMA	RESERVORIO	SECTOR OPERACIONAL	VOLUMEN (m3)
PIURAY	SANTA ANA (R-3)	ZONA II	6500
	PUQUIN (R-2)	ZONA V	400
	PICCHU (R-4)	ZONA IV	2000
		TOTAL	8900
VILCANOTA	LARAPA (R-12)	ZONA XI	4500
	CARAMASCARA (R-14)	ZONA XII	1700
	SAN SEBASTIAN(R-10)	ZONA XI	3000
	LOS ANDENES (R-1)	ZONA IX	1800
	WIMPILLAY (R-13)	ZONA XII	1300
	MARGEN DERECHA (R-MD)	ZONA IX	400
	QORIPATA (R-5)	ZONA VII	2100
		TOTAL	14800

Tabla N° 11. Sector Operacional Y Volumen De Reservorios - 2017

FUENTE: (Elaboración propia)

Figura N° 13
Reservorios



Visita A Los

FUENTE: (Elaboración propia)

Figura N° 14
Los Andenes (R-



Benchmark-Reservorio
1)

FUENTE: (Elaboración propia)



Figura N° 15 Tuberías De Salida, Limpia Y By-Pass Del Reservorio Los Andenes (R-1)

FUENTE: (Elaboración propia)

Figura N° 16 Tubería De Ingreso Al Reservorio Los Andenes (R-1)

FUENTE: (Elaboración propia)

3.5.3. Recolección De Información De Mantenimiento

Se acudió a la Gerencia de Operaciones de la EPS SEDACUSCO, al Departamento de Mantenimiento para solicitar información sobre la atención de las reparaciones que se realizan a las líneas de conducción.

Se nos proporcionó el cuadro resumen de la cantidad de reparaciones realizadas del 2008 al 2016. A su vez se nos facilitó información del tiempo que duran dichas reparaciones.

Según los datos que maneja el Departamento de Mantenimiento, la mayor incidencia de las fugas se originan en tuberías de concreto reforzado y asbesto cemento, debido a la antigüedad de los mismos.

COMPARATIVO LINEAS DE CONDUCCIÓN, ADUCCIÓN E IMPULSIÓN

N°	DESCRIPCION	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	Líneas de Conducción	15	27	31	11	19	45	17	10	37
2	Líneas de Aducción	10	17	27	22	29	38	03	22	12
3	Líneas de Impulsión		01		01	01		03	1	1
	Total	25	45	58	34	49	83	23	33	50

Tabla N° 12. Número De Reparaciones (2008 - 2016)

FUENTE: (SEDACUSCO, 2017)

Del cuadro anterior se puede apreciar que en líneas de conducción, aducción e impulsión se atendieron un total de 50 fugas en el 2016. El promedio de la oportunidad de atención en estas líneas, en el año 2016, fue del 100% antes de las 12 horas, considerando que las tuberías dañadas ya se encuentran expuestas y se cuenta con los materiales necesarios para la reparación, por lo que este tiempo se podría extender hasta 23 horas.



Figura N° 17 Proceso De Reparación De Tubería

FUENTE: (Elaboración Propia)

3.5.4. Topografía

Debido a que el análisis hidráulico se hace a la red de distribución de agua potable, es necesario definir las elevaciones de los nodos existentes en la tubería.

Por lo cual con ayuda del catastro de redes, donde se encuentra la información necesaria, se pudo determinar las elevaciones de los diferentes nodos existentes en la red a estudiar. Colocando estos datos directamente en el programa WaterCAD V8i.

3.5.5. Recolección De Información De Conexiones Activas

Se acudió a la Gerencia Comercial de la EPS SEDACUSCO, con el fin de solicitar información sobre la cantidad de conexiones activas.

Por lo cual la Gerencia Comercial nos proporcionó la información que manejan, PAGIS, en la cual podemos encontrar el número de conexiones activas y volumen facturado por mes.

Tabla N° 13. Datos PAGIS - Enero – Sistema Piuray – 2017

ZONA	SUB ZONA	VOL FACT. (m3)	# CONEXIONES
	II	24969	1691
	III	33975	1195
IV	I	97550	3507
	II	33871	2276
V	I	18143	1543
	II	13094	930
	III	8136	667
VIII	I	98677	4671
	II	7689	623
	III	21911	1387
	IV	28207	2438

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 14. Datos PAGIS - Enero – Sistema Vilcanota - 2017

ZONA	SUB ZONA	VOL FACT. (m3)	# CONEXIONES
VII	I	19112	1632
	II	90355	5776
	III	28580	1201
IX	I	92368	4807
	II	8177	567
	III	13274	909
	IV	28969	1938
	V	10182	549
	VI	17664	1324
	VII	42098	2882
XI	I	137313	10144
	II	5071	487
	III	28018	1959
XII	I	39346	4251
	II	14982	1296
	III	28658	2773
	IV	17402	1772
	V	24836	2781

Fuente: (Elaboración Propia)

3.5.6. Agua No Facturada

Dentro de los datos que se deben ingresar para el modelamiento hidráulico, se toma en cuenta el porcentaje de agua no facturada para poder hallar la demanda, que va en cada nodo.

Dicha información fue proporcionada por la Gerencia de Operaciones de la EPS SEDACUSCO.

Tabla N° 15.

**Facturada-
- 2017**

SISTEMA DE PRODUCCION VILCANOTA	
% ANF (MENSUAL)	33.88%
% ANF (ANUALIZADO)	30.92%
CONTINUIDAD (Horas)	21:29:44

Agua No

Sistema Vilcanota

Fuente: (EPS SEDACUSCO, 2017)

Tabla N° 16. Agua No Facturada-Sistema Piuray - 2017

SISTEMA DE PRODUCCION PIURAY	
% ANF (MENSUAL)	46.67%
% ANF (ANUALIZADO)	44.80%
CONTINUIDAD (Horas)	21:03:49

Fuente: (EPS SEDACUSCO, 2017)

3.5.7. Caudal Máximo Horario

El coeficiente de variación horaria (K2), que es la relación entre el consumo máximo horario y el consumo promedio diario anual, se obtendrá de una tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales.

En dicha tesis se obtuvo como resultado un factor de K2 para cada sistema de abastecimiento, siendo estos de 2.064 para el Sistema Piuray y 1.919 para el Sistema Vilcanota.

3.6. Procedimiento De Análisis De Datos

3.6.1. Información Existente De La Red

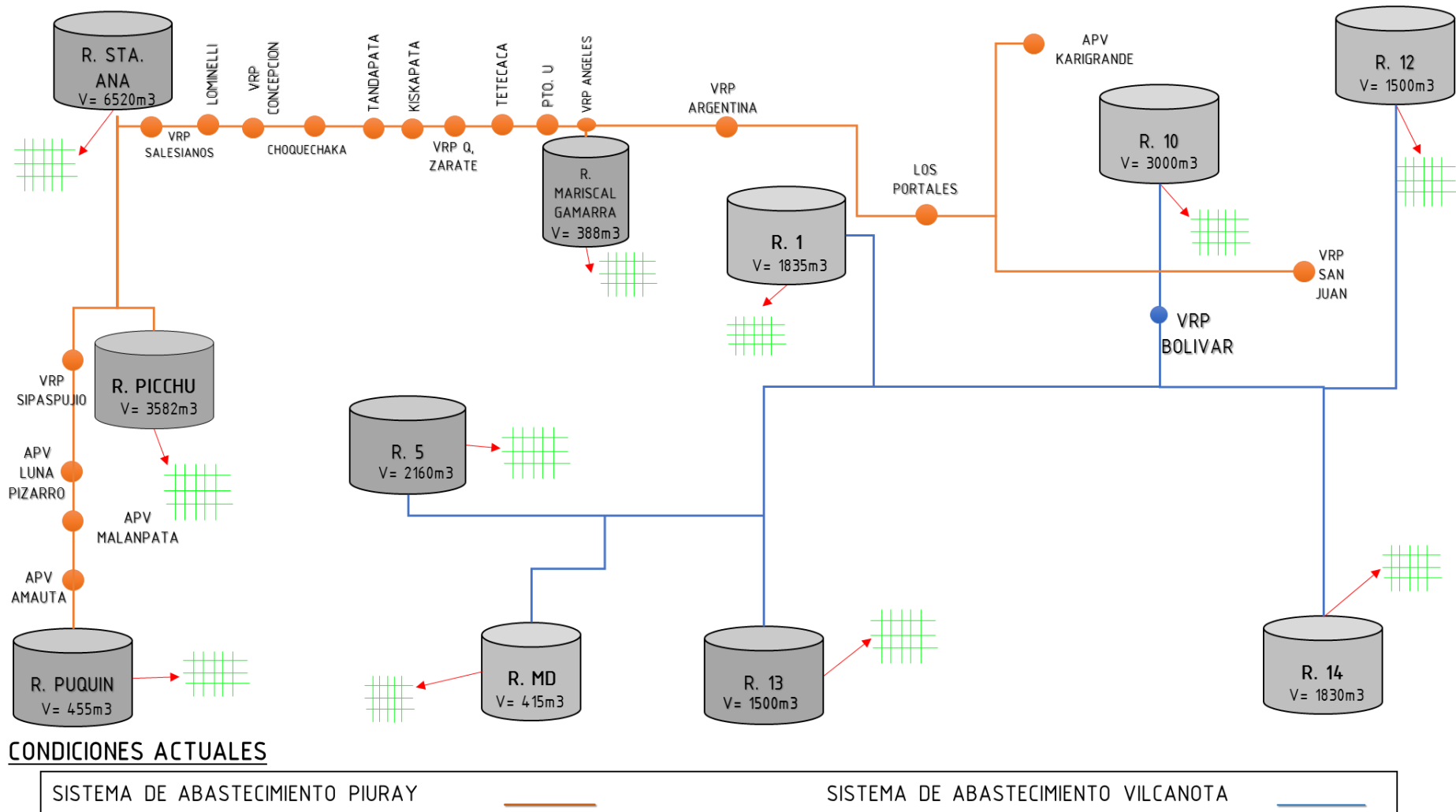


Figura N° 18 Esquema General De Los Sistemas De Distribución Piuray Y Vilcanota



Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.2. Conexiones Activas Y Volumen Facturado

Con los datos brindados del PAGIS se sacó el volumen facturado y las conexiones activas de cada zona, con su respectivas sub zonas, que pertenecen a los sistemas en estudio.

Teniendo en cuenta que dichos datos se dio de forma mensual. Y se seleccionó el máximo volumen facturado y el máximo número de conexiones.

Tabla N° 17. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona II - 2017

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT. (m3)	CONEXIONES (unid.)
II		ENERO	24969	1691
		FEBRERO	28579	1701
		MARZO	24872	1697
		ABRIL	25388	1699
		MAYO	26489	1710
		JUNIO	26079	1710
		JULIO	26299	1706
		AGOSTO	29296	1707
		SEPTIEMBRE	30348	1714
		OCTUBRE	28201	1728
		NOVIEMBRE	27233	1735
		DICIEMBRE	27867	1732

Fuente: (Elaboración Propia)

Teniendo en cuenta que los valores máximos seleccionados fueron:

- Volumen Máximo Facturado: $30348 m^3$.
- Cantidad Máxima de Conexiones: 1735 conexiones.

Se adjuntan todas las tablas correspondientes en el ítem de Anexos.

3.6.3. Demanda

Con la información obtenida previamente del número de conexiones activas y máximo volumen facturado por zonas y sub zonas, se puede obtener el caudal promedio, adicionando al cálculo el agua no facturada de cada sistema de abastecimiento.

A su vez considerando los coeficientes de caudal máximo horario y diario determinados en la tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales; teniendo así los valores de caudal máximo diario y horario.

DESCRIPCION	UNIDAD	ZONA II	ZONA III	ZONA IV-I	ZONA IV-II	ZONA V-I
MES	u	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	AGOSTO	DICIEMBRE	DICIEMBRE
CONEXIONES DOMICILIARIAS	u	1735	1215	3579	2315	1569
HAB. POR CONEX. DOMESTICA	hab	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47
POBLACION SERVIDA	hab	9490.45	6646.05	19577.13	12663.05	8582.43
CONSUMO DE AGUA						
CONSUMO DE AGUA	m3	30348	44468	112278	37191	19463
AGUA NO CONTABILIZADA		0.47	0.47	0.47	0.47	0.47
TOTAL DE CONSUMO DE AGUA	m3	44512.51	65222.83	164682.21	54549.39	28547.09
DEMANDA/ USUARIO						
DEMANDA/USUARIO	lt/hab/dia	156.34	327.13	271.35	138.96	107.30
CAUDAL DE DISEÑO						
CAUDAL PROMEDIO	lt/s	17.17	25.16	61.49	20.37	10.66
MAXIMO HORARIO						
K2 MAX HORARIO		2.06	2.06	2.06	2.06	2.06
CAUDAL MAXIMO HORARIO	lt/s	35.45	51.95	126.93	42.04	22.00
MAXIMO DIARIO						
K1 MAX DIARIO		1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
CAUDAL MAXIMO DIARIO	lt/s	20.44	29.94	73.17	24.24	12.68

Tabla N° 18. Demanda Para Las Zonas II Y III – 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

El cuadro completo de la determinación de la demanda se adjunta en el ítem de Anexos.

3.6.4. Caudal Promedio Por Nodo

Teniendo en cuenta las conexiones hallas con el plano y las que se encuentran en el PAGIS, se realizó una comparación entre ambos datos; logrando de esta manera determinar las conexiones activas en los nodos pertinentes de cada zona.

Tomando en cuenta el número de conexiones activas, anteriormente hallado, se procede a calcular el caudal promedio que le corresponde a cada nodo.

Se adjuntan todas las tablas correspondientes en el ítem de Anexos.

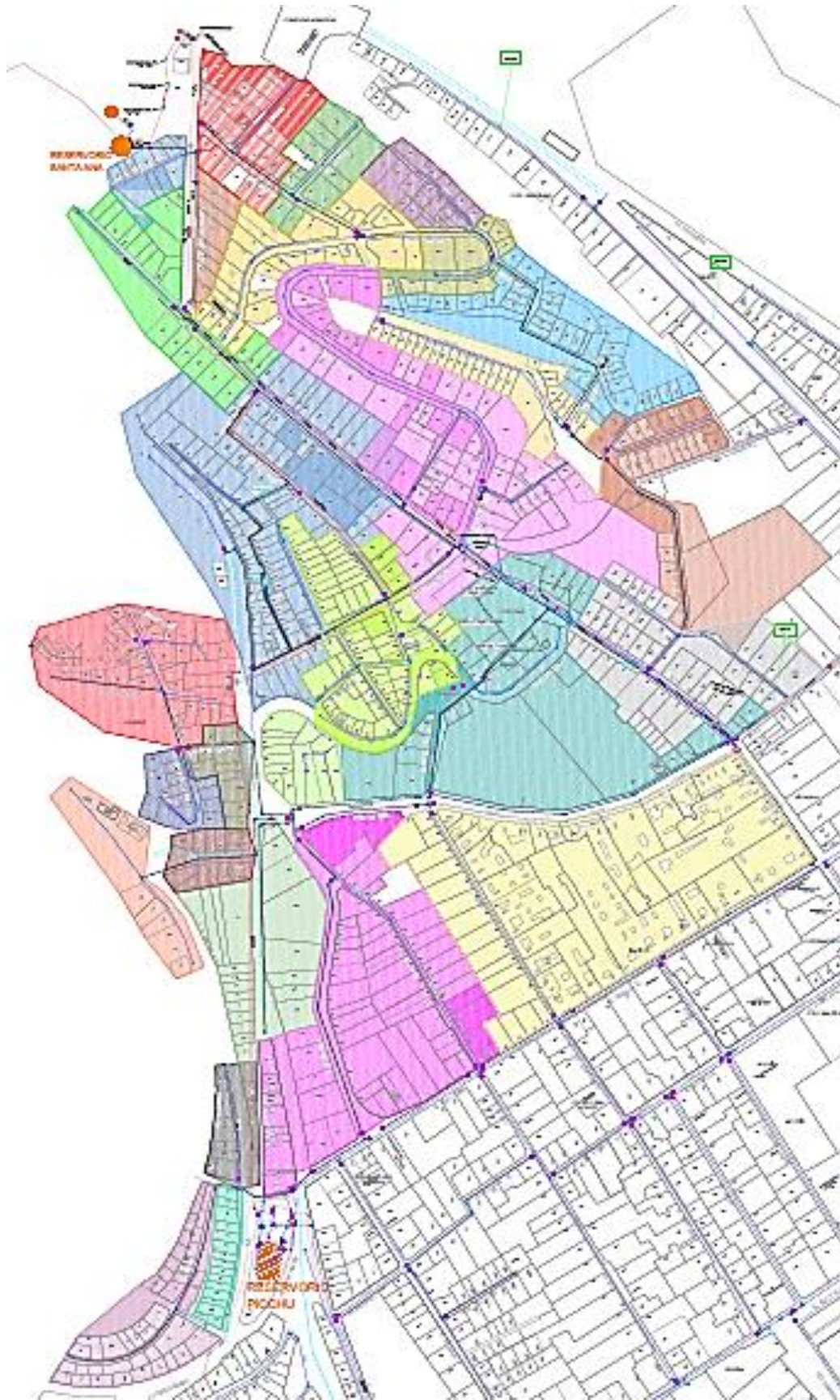


Tabla N° 19. Caudal Promedio Por Nodo-Zona II (R-Santa Ana) – 2017

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)		
II		II.1	J-1	15	0.151	lts/seg	
		II.2	J-2	15	0.151	lts/seg	
		II.3	J-4	18	0.180	lts/seg	
		II.4	J-5	46	0.458	lts/seg	
		II.5	J-6	30	0.299	lts/seg	
		II.6	J-7	46	0.458	lts/seg	
		II.7	J-8	29	0.289	lts/seg	
		II.8	J-9	21	0.210	lts/seg	
		II.9	J-10	45	0.448	lts/seg	
		II.10	J-11	38	0.378	lts/seg	
		II.11	J-12	18	0.180	lts/seg	
		II.12	J-13	18	0.180	lts/seg	
		II.13	J-14	18	0.180	lts/seg	
		II.14	J-15	60	0.596	lts/seg	
		II.15	J-16	105	1.041	lts/seg	
		II.18	J-18	99	0.982	lts/seg	
		II.16	J-22	60	0.596	lts/seg	
		II.17	J-21	60	0.596	lts/seg	
		II.19	J-24	69	0.685	lts/seg	
		II.35	J-25	193	1.913	lts/seg	
		II.20	J-26	170	1.685	lts/seg	
		II.21	J-27	48	0.477	lts/seg	
		II.30	J-28	164	1.625	lts/seg	
		II.28	J-29	21	0.205	lts/seg	
		II.22	J-32	19	0.190	lts/seg	
		II.23	J-33	19	0.190	lts/seg	
		II.24	J-34	33	0.329	lts/seg	
		II.25	J-35	47	0.467	lts/seg	
		II.26	J-36	20	0.200	lts/seg	
		II.27	J-38	25	0.250	lts/seg	
	II.29	J-39	21	0.205	lts/seg		
	II.34	J-41	23	0.230	lts/seg		
	II.33	J-42	27	0.269	lts/seg		
	II.31	J-43	29	0.289	lts/seg		
	II.32	J-44	29	0.289	lts/seg		
	II.36	J-46	30	0.299	lts/seg		

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 19 Sectorización De La Zona II Por Punto



Fue
nte:
(Ela
bor

ación Propia)

3.6.5. Modelo Hidráulico Actual

3.6.5.1. Delimitaciones Del Modelo Actual

Se asume como conexiones activas las obtenidas en el PAGIS-2017 y considerando el valor de 5.47 habitantes/conexión, para la población de estudio.

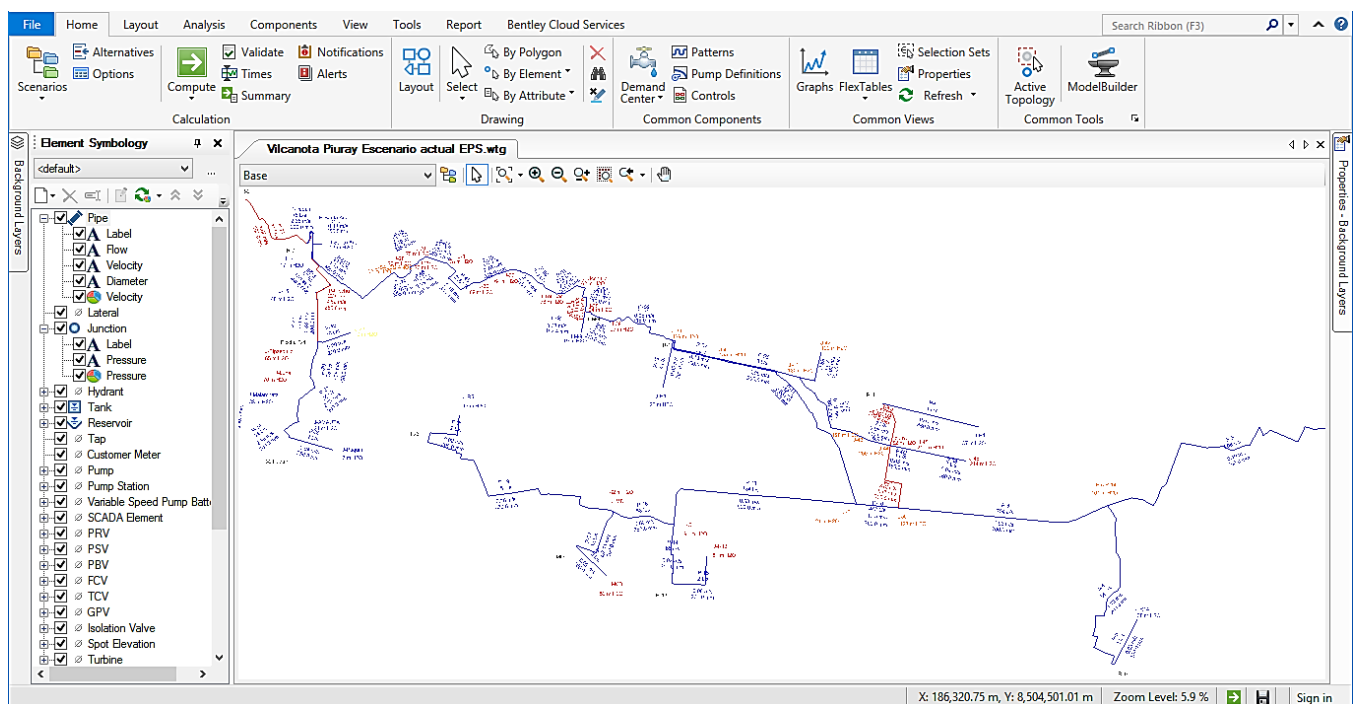
Se usara los datos de la curva horaria, obtenida en la tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales.

Se usara el catastro de redes de agua potable actualizado al 2017, considerando que este representa el estado real de las zonas de estudio.

3.6.5.2. Creación Del Modelo Actual

Para realizar el modelo hidráulico se hizo uso del programa WaterCAD V8i, con el cual se modeló la red de agua potable, teniendo como referencia el catastro de redes de agua potable y planos de las zonas en estudio.

Figura N° 20 Creación Del Modelo Actual



Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.5.3. Asignación De Caudales Por Nodo

Para la asignación de caudales por nodo se tomara como referencia los valores obtenidos en la **Tabla N°23 DEMANDA POR ZONAS Y SUB ZONAS**, agrupándolos por sus respectivos reservorios; obteniendo así la siguiente tabla:

Tabla N° 20. Caudal Asignado A Los Nodos - 2017

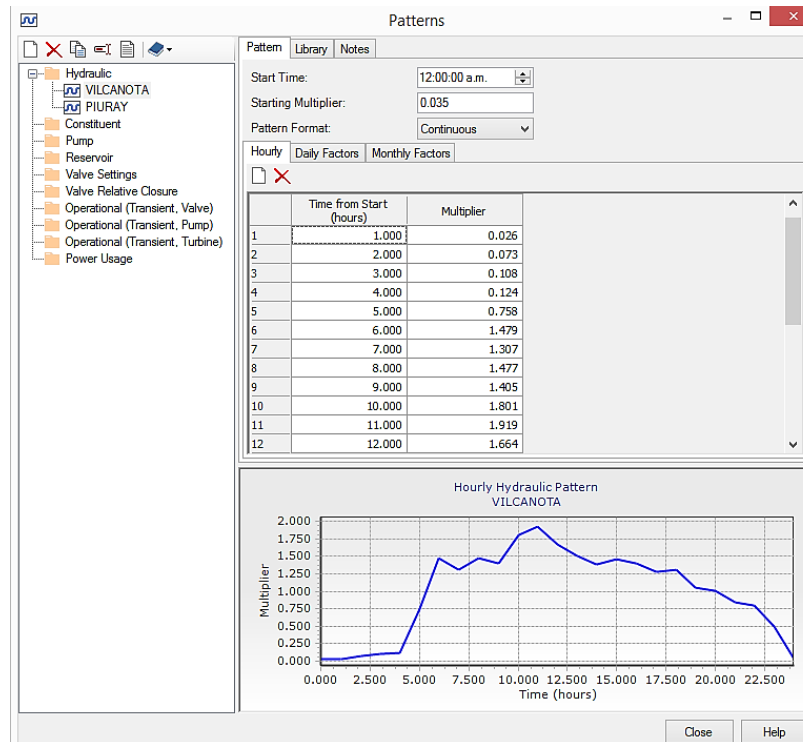
RESERVORIO		Unid.	Q PROMEDIO
Santa Ana	R-2	lt/s	17.17
Linea Norte		lt/s	119.57
Picchu	R-4	lt/s	81.852
Puquin	R-3	lt/s	24.53
Koripata	R-5	lt/s	78.79
Los Andenes	R-1	lt/s	123.84
San Sebastian	R-10	lt/s	84.57
Caramascara	R-14	lt/s	22.17
Larapa	R-12	lt/s	17.50
Margen Derecha	R- MD	lt/s	25.89

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.5.4. Asignación De Datos De La Curva Horaria

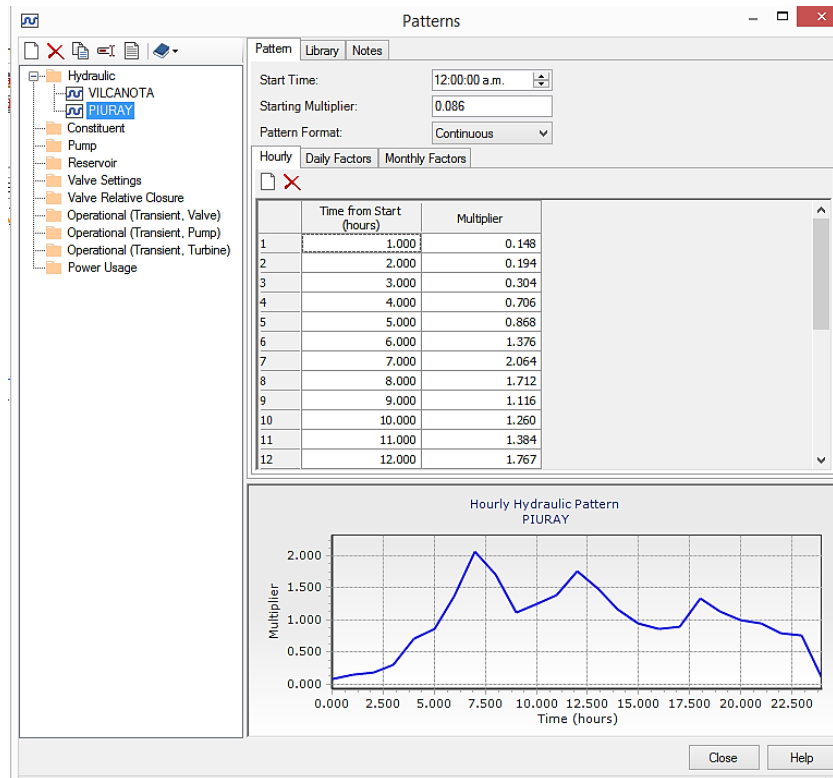
Los datos obtenidos para la curva horaria son los de la tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales.

Figura N° 21 Curva Horaria Del Sistema Vilcanota



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 22 Curva Horaria Del Sistema Piuray



Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.5.5. Cálculo Del Modelo Hidráulico En WaterCAD v8i

Después de colocar los datos pertinentes en el programa, se generan resultados al procesar dichos datos, como presiones, velocidades, gradiente hidráulico, etc. Haciendo uso de la formula Hazen Williams:

$$Q = 0.2785 * C * D^{2.63}$$

Para poder calcular la perdida de carga (Hf):

$$Hf = 0.54 \sqrt{\frac{Q}{0.2785 * C * (D^{2.63})}}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

D: Diámetro (m)

C: Coeficiente de Rugosidad



Para calcular la velocidad:

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

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

A: Área (m²)

Por lo cual se presenta un resumen de los resultados de interés. En el que se puede observar que hay caudales y velocidades igual a cero debido a que el reservorio se encuentra a su máxima capacidad. Las velocidades y presiones obtenidas cumplen con los parámetros establecidos en la OS.050 “REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO”, donde indica que la velocidad máxima será de 3 m/s y en casos justificados una velocidad máxima de 5 m/s. La presión dinámica no será menor de 10 m.c.a..

Asimismo, los puntos que presentan presión elevada, son puntos representativos de salida de cada reservorio, que se realizó por separado al esquema general. Teniendo las simulaciones correspondientes en el ítem Anexos.



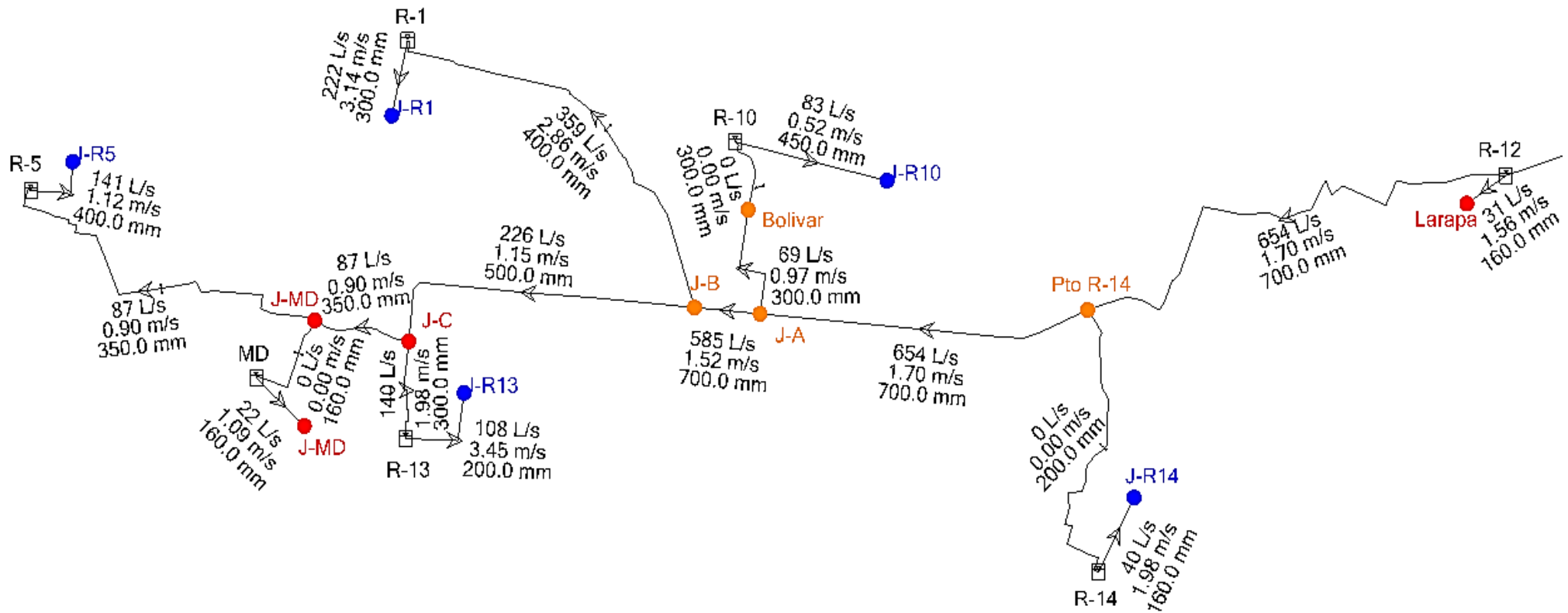
Tabla N° 21. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Vilcanota (11:00am) - 2017

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-2	R-12	Larapa	819	160	3433.94	3361	150	72.94	31	0.012	1.54	3433.94	3424.08	63
P-3	R-12	Pto R-14	3386	700	3433.94	3258	130	175.94	654	0.003	1.70	3433.94	3422.56	164.56
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	0	0.00	0.00	3422.56	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	405	160	3396.2	3359	150	37.2	40	0.02	1.99	3396.20	3388.38	29
P-6	Pto R-14	J-A	2091	700	3258	3283	130	-25	654	0.003	1.70	3422.56	3415.54	133
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	69	0.003	0.98	3415.54	3413.08	105
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	0	0.00	0.00	3413.08	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	531	450	3341.31	3307	130	34.31	83	0.001	0.52	3341.31	3340.97	34
P-10	J-A	J-B	413	700	3283	3288	130	-5	585	0.003	1.52	3415.54	3414.41	126
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	359	0.02	2.86	3414.41	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	369	300	3370.86	3350	130	20.86	222	0.03	3.14	3370.86	3360.47	10
P-13	J-B	J-C	2092	500	3288	3317	130	-29	226	0.002	1.15	3414.41	3409.35	92
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	140	0.01	1.98	3409.35	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	594	200	3402.5	3325	130	77.5	108	0.05	3.44	3402.50	3370.77	46
P-16	J-C	J-PtoMD	620	350	3317	3325	130	-8	87	0.002	0.90	3409.35	3407.90	83
P-17	J-PtoMD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	0	0.00	0.00	3407.90	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	22	0.01	1.09	3392.00	3389.35	49
P-19	J-PtoMD	R-5	2430	350	3325	3404.61	130	-79.61	87	0.002	0.90	3407.90	3404.61	
P-20	R-5	J-R5	578	400	3404.61	3361	140	43.61	141	0.003	1.12	3404.61	3403.10	42

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 23 Esquema General Del Sistema Vilcanota (11:00 Am)



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 22. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Vilcanota (1:00am) - 2017

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-2	R-12	Larapa	819	160	3433.94	3361	150	72.94	1	0.00002	0.05	3433.94	3433.92	73
P-3	R-12	Pto R-14	3386	700	3433.94	3258	130	175.94	283	0.00071	0.74	3433.94	3431.53	174
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	72	0.01934	2.29	3431.53	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	405	160	3396.2	3359	150	37.2	1	0.00002	0.05	3396.20	3396.19	37
P-6	Pto R-14	J-A	2091	700	3258	3283	130	-25	211	0.00041	0.55	3431.53	3430.66	148
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	2	0.000005	0.03	3430.66	3430.66	123
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	0	0.00	0.00	3430.66	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	531	450	3341.31	3307	130	34.31	2	0.000001	0.01	3341.31	3341.31	34
P-10	J-A	J-B	413	700	3283	3288	130	-5	209	0.00041	0.54	3430.66	3430.50	142
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	0	0.00	0.00	3430.50	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	369	300	3370.86	3350	130	20.86	6	0.00004	0.08	3370.86	3370.85	21
P-13	J-B	J-C	2092	500	3288	3317	130	-29	209	0.00209	1.06	3430.50	3426.12	109
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	0	0.00	0.00	3426.12	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	594	200	3402.5	3325	130	77.5	3	0.00007	0.10	3402.50	3402.46	77
P-16	J-C	J-MD	620	350	3317	3325	130	-8	209	0.01188	2.17	3426.12	3418.75	94
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	62	0.04347	3.08	3418.75	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	1	0.00002	0.05	3392.00	3391.99	52
P-19	J-MD	R-5	2430	350	3325	3404.61	130	-79.61	147	0.00619	1.53	3418.75	3404.61	
P-20	R-5	J-R5	578	400	3404.61	3361	140	43.61	4	0.000004	0.03	3404.61	3404.61	44

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 24 Esquema General Del Sistema Vilcanota (1:00 Am)

Fuente: (Elaboración Propia)

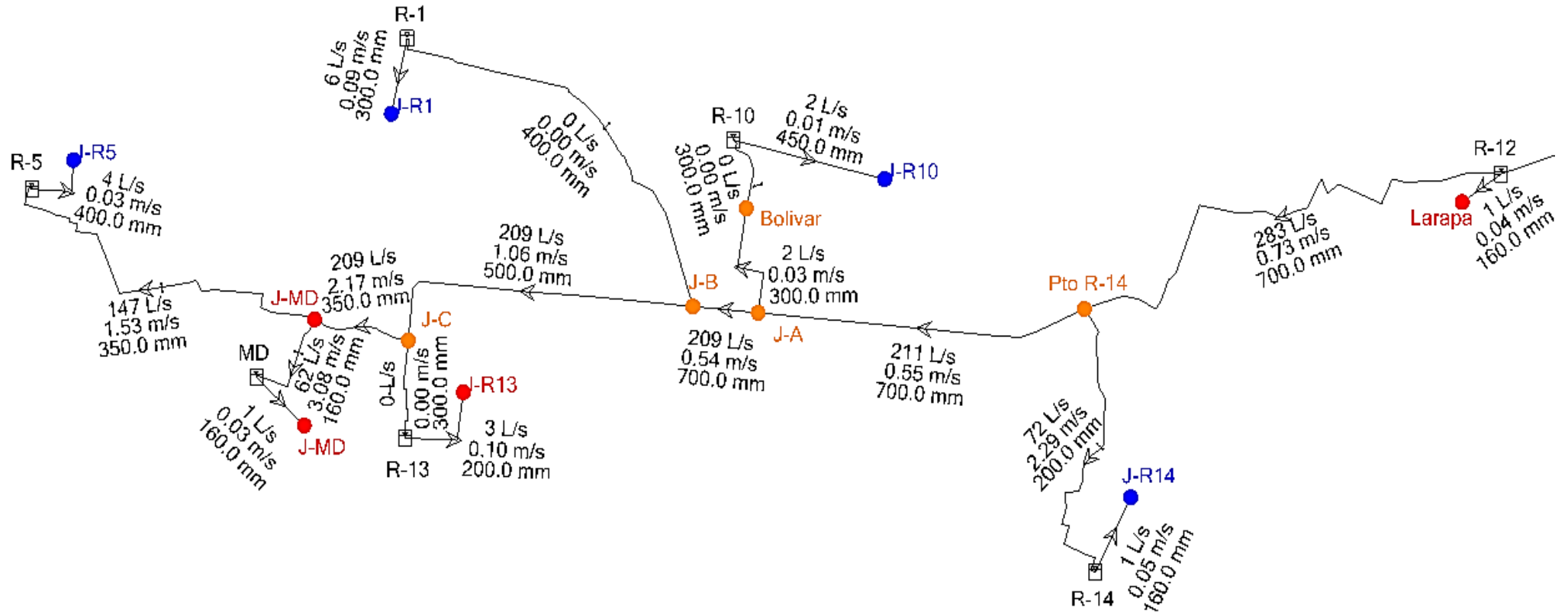




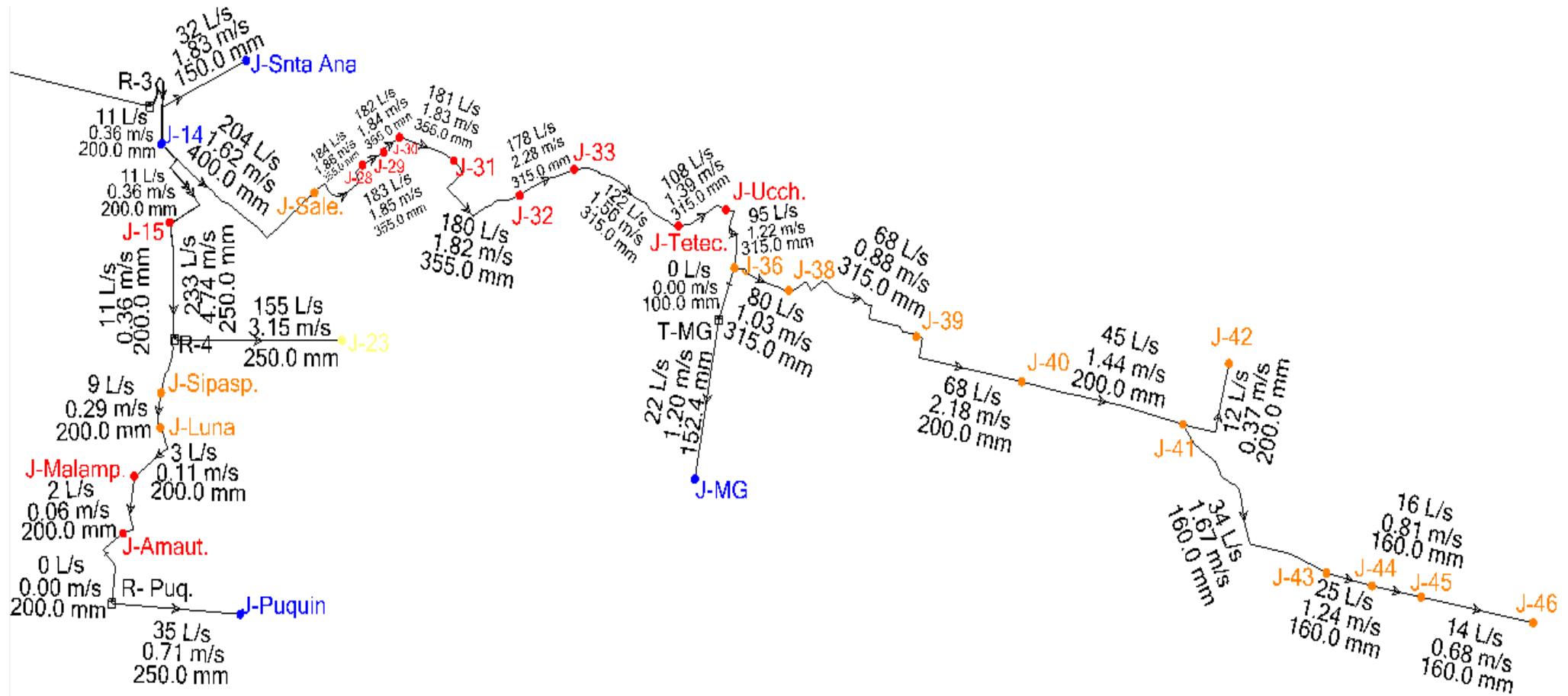
Tabla N° 23. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Piuray (7:00am) - 2017

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Puq.	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	11	0.001	0.35	3539.00	3538.72	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	11	0.001	0.35	3538.72	3538.42	61
P-27	J-15	J-Sip.	723	200	3477	3443	140	34	11	0.001	0.35	3538.42	3537.93	95
P-29	J-Sip.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	9	0.0005	0.29	3537.93	3537.86	104
P-31	J-Luna	J-Malap.	287	200	3434	3459	140	-25	3	0.0001	0.10	3537.86	3537.84	79
P-33	J-Malap.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	2	0.00003	0.06	3537.84	3537.83	68
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0	0.000	0.00	3537.83	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	35	0.002	0.71	3484.78	3484.01	15
P-Pic.	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	233	0.065	4.75	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	155	0.031	3.16	3456.26	3446.05	-2
P-Sta A.	R-Sta A.	-Santa An	362	150	3539	3532	140	7	32	0.020	1.81	3539.00	3531.81	0
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	204	0.005	1.62	3539.00	3532.45	97
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	184	0.007	1.86	3532.45	3530.42	67
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	183	0.007	1.85	3530.42	3530.03	72
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	182	0.007	1.84	3530.03	3529.49	72
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	181	0.007	1.83	3529.49	3527.71	75
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	180	0.006	1.82	3527.71	3523.89	67
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	178	0.011	2.28	3523.89	3520.73	64
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	122	0.006	1.57	3520.73	3517.54	82
P-51	J-Tetec.	J-Ucchu.	249	315	3436	3446	150	-10	108	0.004	1.39	3517.54	3516.42	70
P-52	J-Ucchu.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	95	0.004	1.22	3516.42	3515.32	106
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0	0.000	0.00	3515.32	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	22	0.011	1.21	3406.00	3403.95	16
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	80	0.003	1.03	3515.32	3514.60	109
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	68	0.002	0.87	3514.60	3513.12	139
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	68	0.023	2.16	3513.12	3499.49	151
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	45	0.011	1.43	3499.49	3491.32	168
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	12	0.001	0.38	3491.32	3490.91	108
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	34	0.014	1.69	3491.32	3477.08	172
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	25	0.008	1.24	3477.08	3475.30	172
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	16	0.004	0.80	3475.30	3474.47	182
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	14	0.003	0.70	3474.47	3472.99	184

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 25 Esquema General Del Sistema Piuray (7:00 Am)



Fuente: (Elaboración Propia)



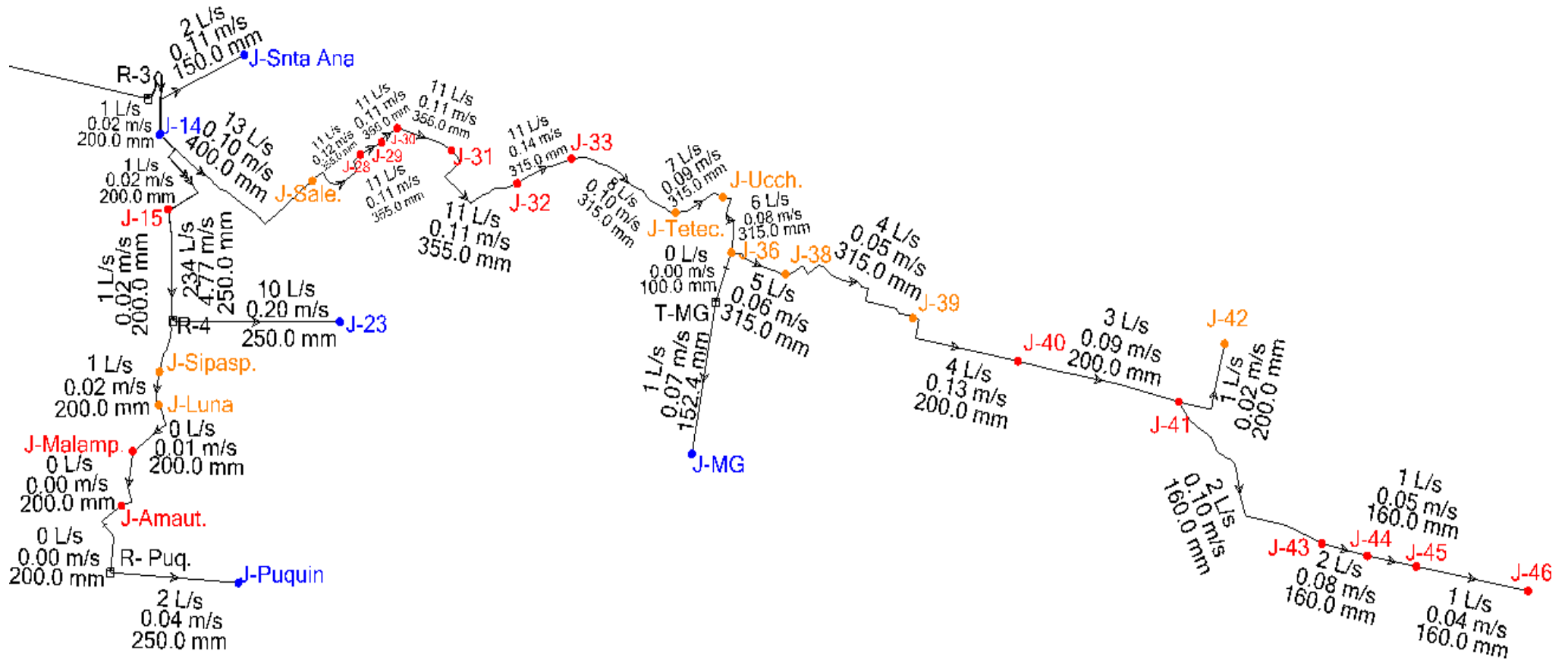
Tabla N° 24. Análisis Hidráulico Del Esquema General Del Sistema Piuray (0:00am) - 2017

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Puq.	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	1	0.00001	0.03	3539.00	3539.00	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	1	0.00001	0.03	3539.00	3538.99	62
P-27	J-15	J-Sip.	723	200	3477	3443	140	34	1	0.00001	0.03	3538.99	3538.99	96
P-29	J-Sip.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	1	0.00001	0.03	3538.99	3538.99	105
P-31	J-Luna	J-Malap.	287	200	3434	3459	140	-25	0	0.00000	0.00	3538.99	3538.99	80
P-33	J-Malap.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	0	0.00000	0.00	3538.99	3538.99	69
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0	0.00000	0.00	3538.99	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	2	0.00001	0.04	3484.78	3484.78	16
P-Pic.	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	234	0.066	4.77	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	10	0.0002	0.20	3456.26	3456.20	8
P-Sta A.	R-Sta A.	J-Santa Ana	362	150	3539	3532	140	7	2	0.0001	0.11	3539.00	3538.96	7
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	13	0.00003	0.10	3539.00	3538.96	104
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	11	0.00004	0.11	3538.96	3538.95	76
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	11	0.00004	0.11	3538.95	3538.95	81
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	11	0.00004	0.11	3538.95	3538.94	82
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	11	0.00004	0.11	3538.94	3538.93	86
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	11	0.00004	0.11	3538.93	3538.91	82
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	11	0.0001	0.14	3538.91	3538.89	82
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	8	0.00004	0.10	3538.89	3538.87	103
P-51	J-Tetec.	J-Ucchu.	249	315	3436	3446	150	-10	7	0.00003	0.09	3538.87	3538.87	93
P-52	J-Ucchu.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	6	0.00002	0.08	3538.87	3538.86	130
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0	0.00000	0.00	3538.86	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	1	0.00003	0.05	3406.00	3405.99	18
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	5	0.00002	0.06	3538.86	3538.86	133
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	4	0.00001	0.05	3538.86	3538.85	165
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	4	0.0001	0.13	3538.85	3538.78	191
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	3	0.0001	0.10	3538.78	3538.72	216
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	1	0.00001	0.03	3538.72	3538.72	156
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	2	0.0001	0.10	3538.72	3538.65	234
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	2	0.0001	0.10	3538.65	3538.63	236
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	1	0.00002	0.05	3538.63	3538.63	247
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	1	0.00002	0.05	3538.63	3538.61	250

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 26 Esquema General Del Sistema Piuray (0:00 Am)



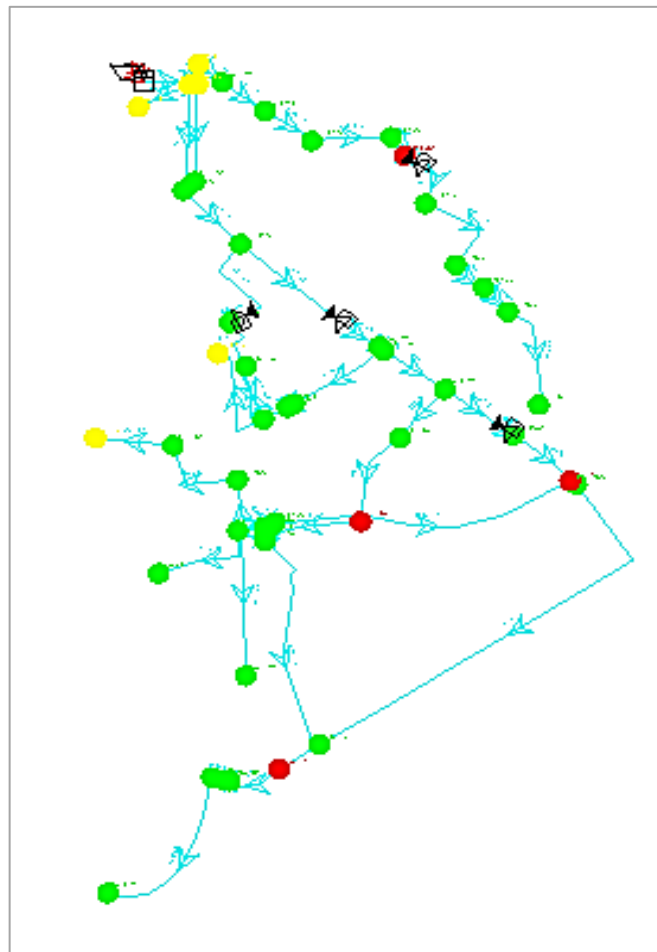
Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.5.6. Cálculo Del Modelo Hidráulico Por Zonas En WaterCAD V8i

Se modeló cada zona con sus respectivos puntos de demanda más elevados y alejados, para observar el comportamiento hidráulico que presentan considerando el caudal promedio.

Se adjuntan todas las figuras correspondientes en el ítem de Anexos.

Figura N° 27 Modelo Hidráulico De La Zona II



Fuente: (Elaboración Propia)

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos del modelamiento hidráulico de la zona II (Santa Ana). Las velocidades obtenidas cumplen con los parámetros establecidos en la OS.050 “REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO”, donde indica que la velocidad máxima será de 3 m/s y en casos justificados una velocidad máxima de 5 m/s. Se cuenta con válvulas reductoras de presión en puntos estratégicos donde se encontraban presiones elevadas.



Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (Ips)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-1	Santa Ana	J-1	63	160	3540	3533	150	2	35.45	0.01544	1.76	3540.00	3539.03	6
P-2	J-1	J-2	73	63	3533	3535	150	-7	0.39	0.00034	0.13	3539.03	3539.00	4
P-3	J-1	J-3	10	76.2	3533	3533	150	-5	6.39	0.02397	1.40	3539.03	3538.79	6
P-4	J-3	J-4	132	101.6	3533	3519	130	9	0.31	0.00003	0.04	3538.79	3538.78	20
P-51	J-3	J-47	28	76.2	3533	3534	150	-6	6.08	0.02186	1.33	3538.79	3538.18	4
P-52	J-47	J-5	39	90	3534	3526	150	3	6.08	0.00972	0.96	3538.18	3537.80	12
P-6	J-5	J-6	67	90	3526	3517	150	4	5.77	0.00882	0.91	3537.80	3537.21	20
P-7	J-6	J-7	74	90	3517	3509	150	3	5.40	0.00780	0.85	3537.21	3536.63	28
P-8	J-7	J-8	103	101.6	3509	3493	140	11	4.46	0.00345	0.55	3536.63	3536.27	43
P-9	J-8	J-9	33	101.6	3493	3479	140	9	3.84	0.00261	0.47	3536.27	3536.19	57
P-78	J-9	PRV-12	16	101.6	3479	3476	150	-2	2.89	0.00136	0.36	3536.19	3536.16	60
P-79	PRV-12	J-10	74	101.6	3476	3478	150	-7	2.89	0.00136	0.36	3496.00	3495.90	18
P-11	J-10	J-11	136	101.6	3478	3472	150	1	2.30	0.00089	0.28	3495.90	3495.78	24
P-12	J-11	J-12	51	50.8	3472	3469	150	-2	1.86	0.01757	0.92	3495.78	3494.88	26
P-14	J-12	J-14	46	50.8	3469	3467	150	-3	0.94	0.00496	0.46	3494.88	3494.65	28
P-15	J-14	J-13	146	63	3467	3465	150	-3	0.51	0.00056	0.16	3494.65	3494.57	30
P-16	J-1	J-15	145	152.4	3533	3518	140	10	28.27	0.01462	1.55	3539.03	3536.91	19
P-17	J-15	J-16	103	152.4	3518	3509	140	4	27.49	0.01388	1.51	3536.91	3535.48	26
P-76	J-16	PRV-11	142	50.8	3509	3497	150	7	2.87	0.03923	1.42	3535.48	3529.91	33
P-77	PRV-11	J-19	23	50.8	3497	3493	150	-1	2.87	0.03923	1.42	3507.00	3506.10	13
P-22	J-19	J-20	76	63	3493	3484	150	4	2.87	0.01375	0.92	3506.10	3505.05	21
P-49	J-20	J-45	83	63	3484	3475	150	4	0.42	0.00039	0.13	3505.05	3505.02	30
P-50	J-45	J-46	159	63	3475	3500	150	-30	0.42	0.00039	0.13	3505.02	3504.96	5
P-23	J-20	J-21	112	63	3484	3480	150	-1	2.45	0.01026	0.79	3505.05	3503.90	24
P-24	J-21	J-22	10	101.6	3480	3483	150	-8	1.97	0.00067	0.24	3503.90	3503.90	21
P-74	J-16	PRV-10	159	101.6	3509	3495	130	9	24.25	0.09097	2.99	3535.48	3521.01	26
P-75	PRV-10	J-17	68	101.6	3495	3493	130	-3	24.25	0.09097	2.99	3510.00	3503.81	11
P-25	J-22	J-17	136	101.6	3483	3493	150	-15	1.60	0.00045	0.20	3503.90	3503.84	11
P-20	J-17	J-18	7	101.6	3493	3493	130	-5	25.85	0.10240	3.19	3503.84	3503.12	10
P-26	J-18	J-23	95	110	3493	3481	150	7	25.48	0.05195	2.68	3503.12	3498.18	17
P-53	J-23	J-48	87	101.6	3481	3475	130	1	21.54	0.07305	2.66	3498.18	3491.83	17
P-54	J-48	J-27	135	110	3475	3455	150	15	21.54	0.03806	2.27	3491.83	3486.69	32
P-31	J-27	J-28	127	110	3455	3462	150	-12	19.54	0.03178	2.06	3486.69	3482.65	21
P-44	J-28	J-40	363	110	3462	3449	150	8	8.44	0.00671	0.89	3482.65	3480.22	31
P-45	J-40	J-41	74	101.6	3449	3465	130	-21	8.44	0.01288	1.04	3480.22	3479.26	14
P-46	J-41	J-42	8	50.8	3465	3468	150	-8	4.96	0.10804	2.45	3479.26	3478.40	10
P-47	J-42	J-43	16	50.8	3468	3474	150	-11	3.97	0.07154	1.96	3478.40	3477.25	3
P-48	J-43	J-44	237	50.8	3474	3476	150	-7	0.62	0.00230	0.31	3477.25	3476.71	1
P-32	J-28	J-29	8	110	3462	3459	150	-2	9.84	0.00892	1.04	3482.65	3482.58	24
P-42	J-29	J-39	221	50.8	3459	3461	150	-7	0.60	0.00216	0.30	3482.58	3482.10	21
P-33	J-29	J-30	6	110	3459	3459	150	-5	8.02	0.00611	0.84	3482.58	3482.55	24
P-40	J-30	J-37	35	101.6	3459	3462	130	-8	3.95	0.00316	0.49	3482.55	3482.44	20
P-41	J-37	J-38	142	76.2	3462	3478	150	-21	3.95	0.00984	0.87	3482.44	3481.04	3
P-34	J-30	J-31	5	110	3459	3460	150	-6	4.07	0.00174	0.43	3482.55	3482.54	23
P-37	J-31	J-34	92	76.2	3460	3468	150	-13	2.06	0.00295	0.45	3482.54	3482.27	14
P-38	J-34	J-35	121	76.2	3468	3481	150	-18	1.64	0.00193	0.36	3482.27	3482.03	1
P-39	J-35	J-36	100	50.8	3481	3499	150	-23	0.68	0.00273	0.34	3482.03	3481.76	-17
P-35	J-31	J-32	20	101.6	3460	3457	130	-2	2.01	0.00090	0.25	3482.54	3482.52	26
P-36	J-32	J-33	395	160	3457	3443	150	9	0.60	0.00001	0.03	3482.52	3482.52	40
P-72	J-23	PRV-9	91	101.6	3481	3467	130	9	3.94	0.00314	0.49	3498.18	3497.90	31
P-73	PRV-9	J-24	16	101.6	3467	3465	130	-3	3.94	0.00314	0.49	3477.00	3476.95	12
P-28	J-24	J-25	106	101.6	3465	3445	130	15	2.71	0.00157	0.33	3476.95	3476.78	32
P-29	J-25	J-26	599	110	3445	3448	150	-8	2.15	0.00053	0.23	3476.78	3476.46	28

Tabla N° 25. Análisis Hidráulico De La Zona II/ R. Santa Ana/ Piuray/ 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.6. Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia

Se plantea una infraestructura que permita atender el servicio de agua potable bajo las siguientes condiciones:

- Teniendo en cuenta que actualmente se tiene una tubería de 250 mm que conecta a los reservorios de Koripata y Picchu, que llega a trasladar un máximo de 80 lt/seg, el cual no cubre la demanda de Picchu en 24 de bombeo.
- Interrupción de servicio en la línea de conducción por un periodo de 24 horas, considerando este tiempo como el más crítico para culminar la reparación de una tubería.
- Considerando la producción de cada sistema, como el caudal máximo que se puede trasvasar.
- Con el dato del caudal a trasvasar se obtiene el tiempo que será necesario para realizar el trasvase, siendo este de 10 horas en cada caso.

3.6.6.1. Caudal En Escenario De Emergencia

En el escenario de emergencia haremos uso del caudal máximo horario, ya que consideramos una condición crítica, para determinar el caudal que se va a trasvasar de un sistema a otro.

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	VOLUMEN TUBERIA (m3)	Q MAX HORARIO (lt/s)	VOL - 2hr (m3)	VOL - 3hr (m3)
PIURAY	797.80	1806.91	4411.62	6218.52
VILCANOTA	3740.24	2676.30	9092.83	11769.13

Tabla N° 26. Volumen A Trasvasar – 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 27. Caudal A Trasvasar Para Atender A Piuray Por 3 Horas – 2017

	PARA ATENDER 3 HORAS	
VOLUMEN A TRASVASAR	6218.52	m3
TIEMPO DE TRASVASE	10.00	Horas
Q DE TRASVASE (l/s)	172.74	l/s

Fuente: (Elaboración Propia)

PARA ATENDER 3 HORAS		
VOLUMEN A TRASVASAR	9092.83	m ³
TIEMPO DE TRASVASE	10.00	Horas
Q DE TRASVASE	252.58	l/s

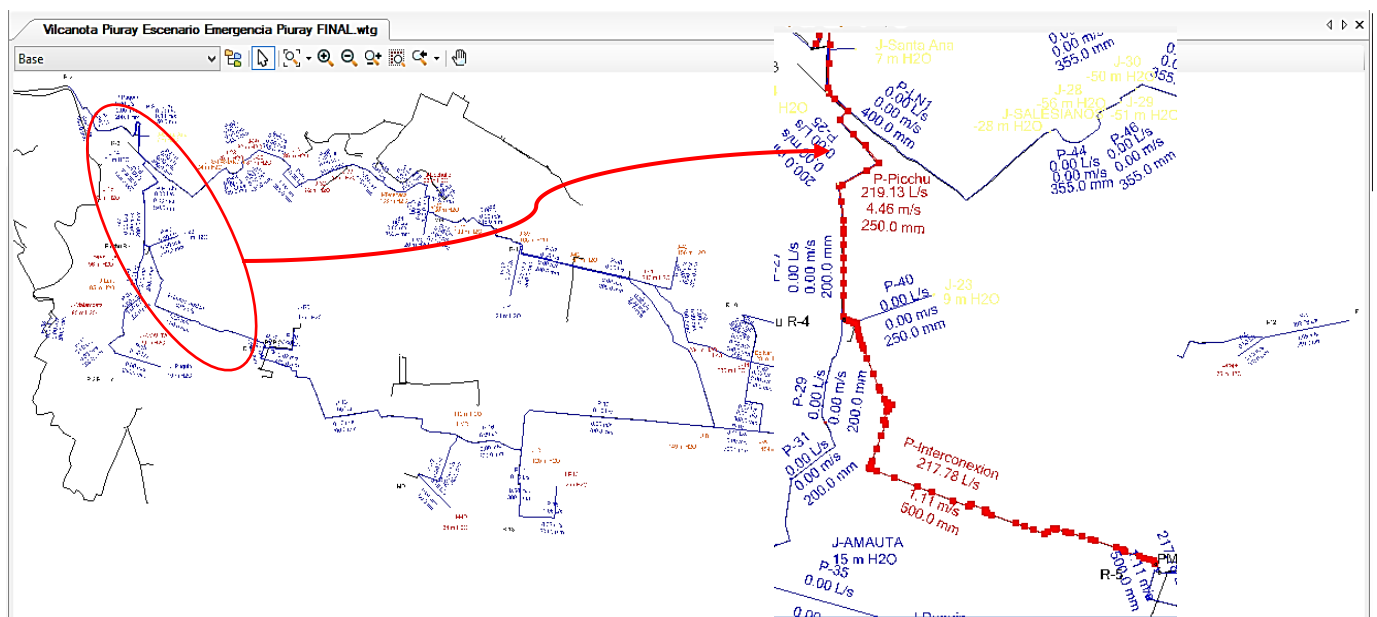
Tabla N° 28. Caudal A Trasvasar Para Atender A Vilcanota Por 2 Horas – 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.6.2. Estado De Emergencia En El Sistema Piuray

Para realizar el modelo hidráulico del estado de emergencia para el sistema de abastecimiento Piuray, se hizo uso del programa WaterCAD V8i, teniendo como referencia el modelo hidráulico actual realizado anteriormente, adicionando la infraestructura de interconexión.

Figura N° 28 Modelo Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray

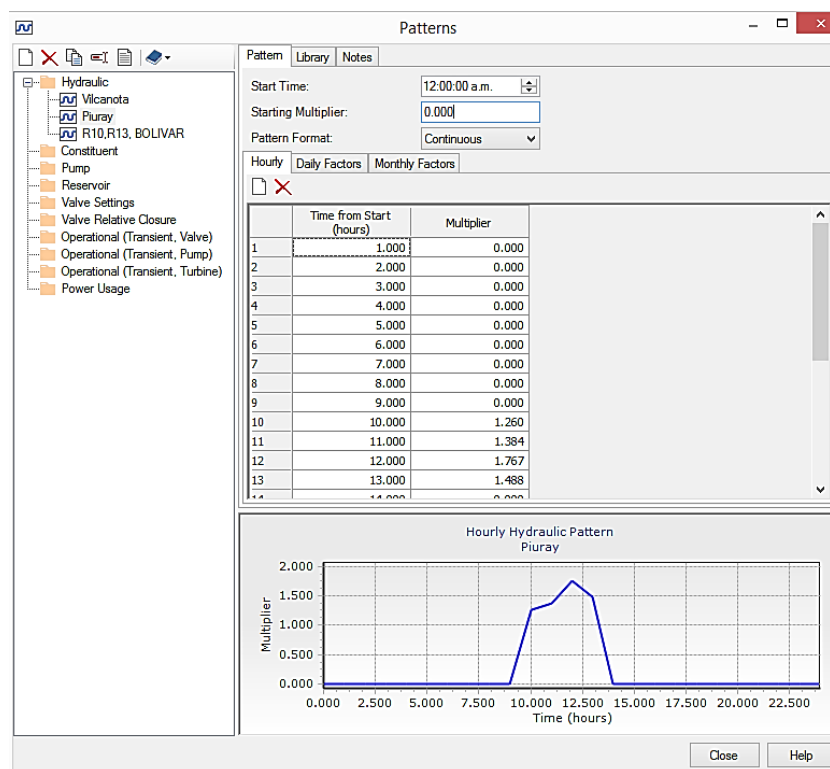


Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.6.2.1. Asignación De Datos De La Curva Horaria

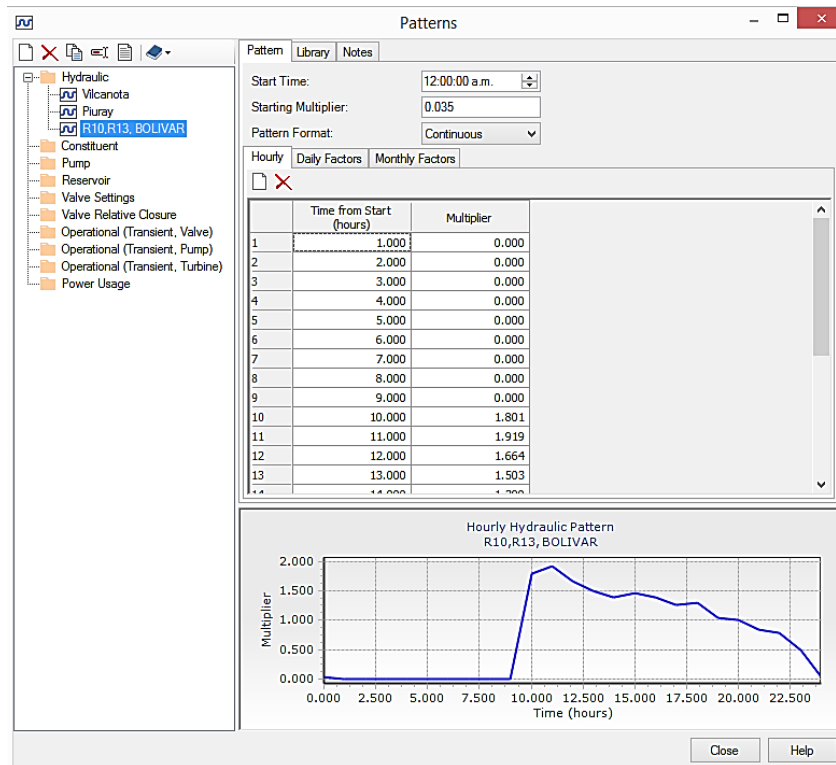
Los datos obtenidos para la curva horaria son los de la tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales, para el sistema Vilcanota. Y para el sistema Piuray se colocan los datos de la tesis antes mencionada en las horas que se tendrá agua.

Figura N° 29 Curva Horaria Del Sistema Piuray En Estado De Emergencia



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 30 Curva Horaria De Los Reservorios R-10 Y R-13 (Sistema Piuray En Estado De Emergencia)

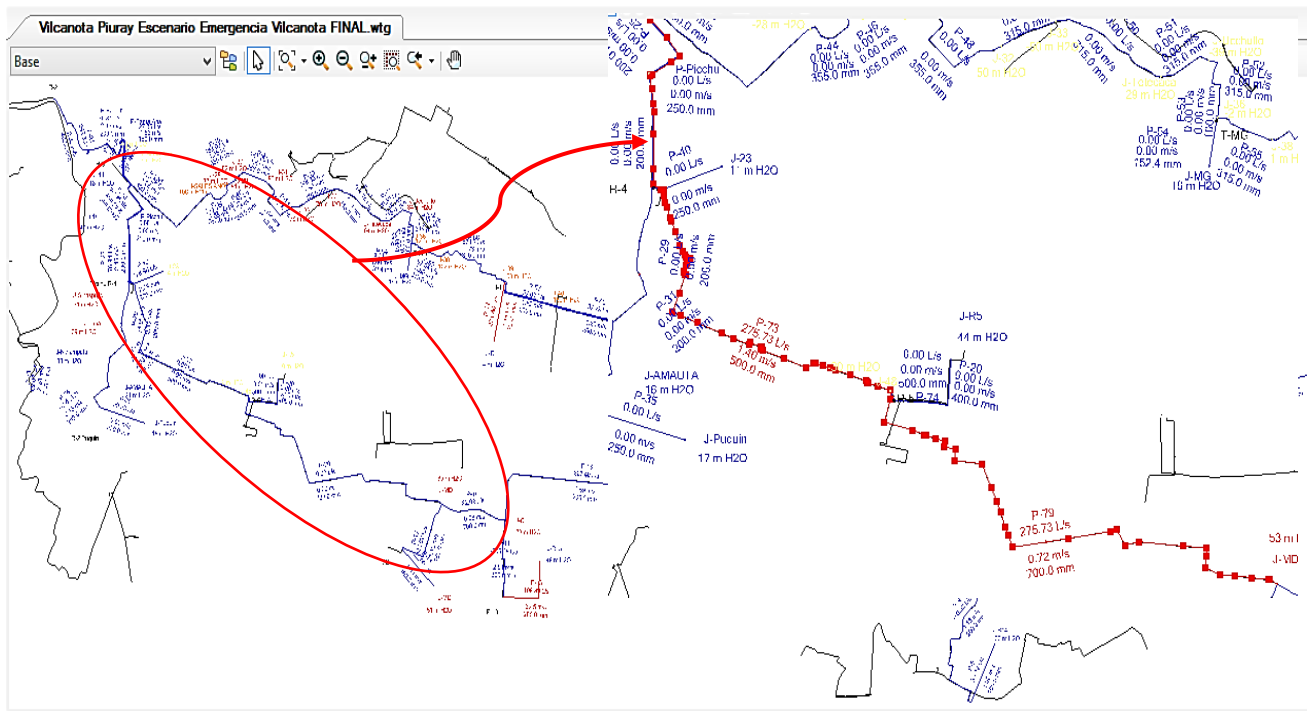


Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.6.3. Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota

Para realizar el modelo hidráulico del estado de emergencia para el sistema de abastecimiento Vilcanota, se usó del programa WaterCAD V8i, teniendo como referencia el modelo hidráulico actual realizado anteriormente.

Figura N° 31 Modelo Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota

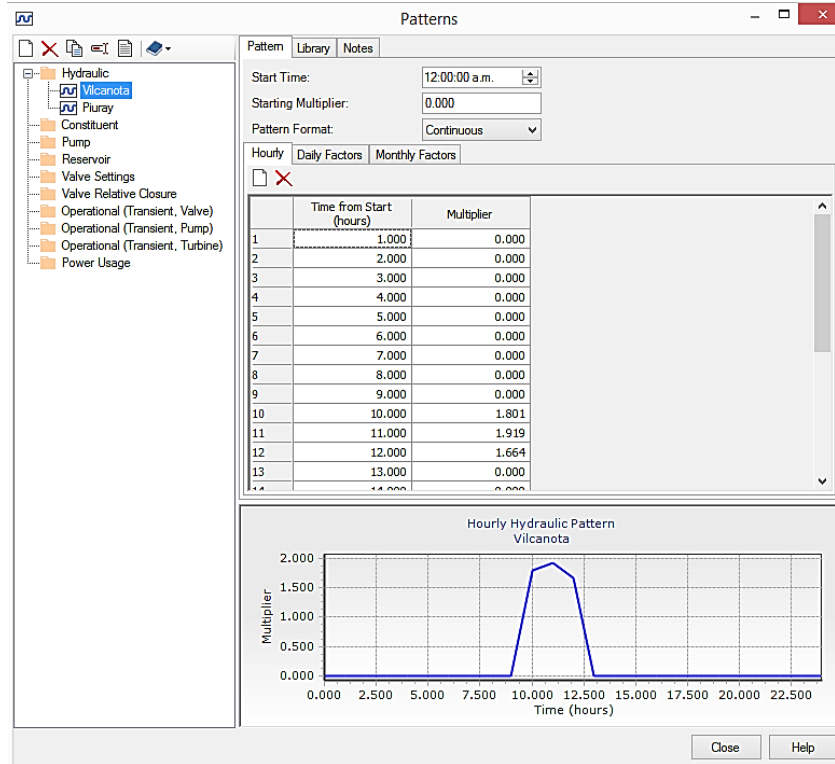


Fuente: (Elaboración Propia)

3.6.6.3.1. Asignación De Datos De La Curva Horaria

Los datos obtenidos para la curva horaria son los de la tesis titulada “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco” realizada por Nicole Alessandra Wilson Gonzales, para el sistema Piuray. Y para el caso del sistema Vilcanota se colocan los datos de la tesis antes mencionada en las horas que se tendrá agua.

Figura N° 32 Curva Horaria Del Sistema Vilcanota En Estado De Emergencia



Fuente: (Elaboración Propia)

Capítulo 4. Resultados

4.1. Estado De Emergencia En El Sistema Piuray

Como se puede observar dentro del ítem 3.6.6. MODELO HIDRÁULICO EN ESTADO DE EMERGENCIA, se explican las consideraciones tomadas en cuenta para realizar el modelo hidráulico.

Se plantea como infraestructura de apoyo la implementación de una tubería de fierro fundido que ira del reservorio de Koripata al reservorio de Santa Ana, con un diámetro de 500 mm, así como también una bomba que ayude a impulsar el agua. Haciendo un cambio de diámetro en la tubería que va del reservorio de Koripata a Larapa, incrementando este a 700 mm.

Considerando el volumen que debe abastecer el Sistema de Piuray, se calculó la demanda que será necesaria trasvasar del Sistema Vilcanota. Determinando de esta manera que el tiempo de trasvase necesario para abastecer la demanda de emergencia del Sistema Piuray, será de 10 horas; y el tiempo que se llega a atender a los reservorios del Sistema Piuray sería de 3 horas.

Para llegar a trasvasar el caudal necesario del sistema Vilcanota a Piuray, se restringe el servicio a las zonas XI y XII-I, II, III, IV; durante el tiempo de trasvase.

		SIST. PIURAY	
Tabla N° 29. Trasvase – (2017)	VOLUMEN A TRASVASAR (m3)	6218.52	Datos Del Sistema Piuray
	TIEMPO DE TRASVASE (hr)	10.00	
	Q DE TRASVASE (l/s)	172.74	
	TIEMPO DE ATENCION (hr)	3	

Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.1. Cálculo del Diámetro para el Sistema Piuray

Para el cálculo del diámetro de la tubería de interconexión por parte de este sistema se hizo uso de la fórmula de Bresse (diámetro económico).

$$D = K\sqrt{Q_b}$$

Tabla N° 30. Diámetro La Interconexión – Sistema

PIURAY	
K=	1.2
Q=	0.17
D=	0.499

Estimado De La Tubería De Piuray

Fuente: (Elaboración Propia)

Siendo el diámetro comercial de 500 mm, del que se hará uso.

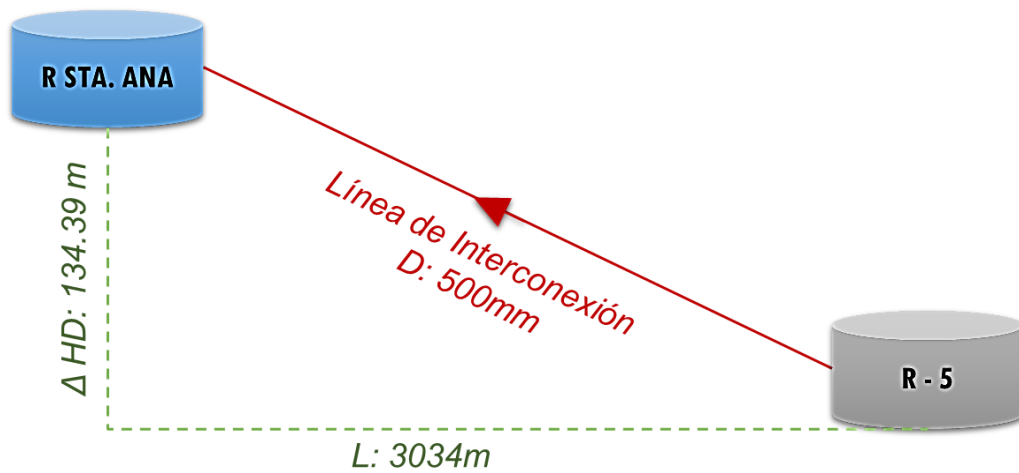


Figura N° 33 Diagrama De Interconexión Reservorios Qoripata - Santa Ana

Fuente: (Elaboración Propia)

Se tienen dos fórmulas para hallar la pendiente una es: $S = \frac{Hf}{L}$ y otra es por Hazen –

Williams:

$$S = \frac{0.54}{C} \sqrt[1.48]{\frac{Q}{D^4.75}}$$

Contando con los datos necesarios para desarrollar la fórmula de Hazen – Williams, determinaremos la pendiente.

$$S = \frac{0.17}{\dots} \quad \text{Obteniendo: } S$$

Por lo tanto tendremos una pérdida de carga de: $H_f = 4.46$

Se consideró la siguiente fórmula para estimar la potencia de la bomba:

Donde:
$$P = \frac{\gamma * Q_b * HDT}{\dots}$$

γ : Peso específico del agua

HDT : Altura Dinámica Total

Q_b : Caudal de Bombeo

n_b : Factor de eficiencia.

Obteniendo una potencia de 430 HP.

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diámetro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	S (m/m)	Velocidad (m/s)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						
P-Inter.	R-5	R-Sta A.	3034	500	3404.61	3,539.00	130	-134.39	171.80	4.46	0.0015	0.87

Tabla N° 31. Interconexión Reservorios Qoripata – Santa Ana

Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.2. Porcentaje De Abastecimiento

Considerando que el total de nodos que se tiene dentro del modelamiento del sistema Piuray es de 272, que representan 21352 conexiones activas en el 2017, lo cual equivale al 100% de población abastecida; y que el número de nodos con presión negativa es de 32, el cual equivale al 12% de población desatendida.

Tabla N° 32. Porcentaje De Abastecimiento – Sistema Piuray (2017)



ZONA	PUNTOS DE PRESION	PUNTOS DE PRESION NEGATIVO
II	48	12
IV	72	16
V	27	4
LN	125	0
TOTAL	272	32
PORCENTAJE	100	12%

Fuente: (Elaboración Propia)

Por lo que el 88% restante, representan a 18789 conexiones activas que tendrán agua en caso de emergencia por el periodo de 3 horas. En cambio para el 12% se propondría otra alternativa, como carros cisterna.

4.1.3. Resultados Del Modelo Hidráulico En WaterCAD V8i

Una vez que se colocan los datos pertinentes en el programa, se generan resultados al procesar dichos datos. Los cuales se encuentran resumidos en las siguientes tablas, que son presentados en tres diferentes horas.

- Seis de la mañana; cuando el reservorio de Koripata está bombeando el caudal necesario al reservorio de Santa Ana, teniendo en cuenta que las zonas XI y XII-I, II, III, IV no cuentan con agua hasta que termine el trasvase.
- Once de la mañana; cuando ambos sistemas cuentan con agua potable y realizan la distribución correspondiente a sus respectivas zonas.
- Tres de la tarde; se regulariza el servicio en el sistema Vilcanota y por lo tanto en el sistema Piuray se cumplió con el tiempo de atención previsto (3horas).

En las tablas de resultados que a continuación se detallan, se puede observar que hay caudales y velocidades igual a cero debido a que el reservorio se encuentra a su máxima capacidad o es parte del sistema que está en emergencia, siendo este el caso del sistema Piuray, por lo que a su vez se restringe de agua a los reservorios de San Sebastian y Wimpillay. Las velocidades y presiones obtenidas cumplen con los parámetros establecidos en la OS.050 “REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO”, donde indica que la velocidad máxima será de 3 m/s y en



casos justificados una velocidad máxima de 5 m/s. La presión dinámica no será menor de 10 m.c.a.



Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diámetro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-2	R-12	Larapa	819	160	3433.94	3361	150	72.94	24.38	0.0077	1.21	3433.94	3427.62	67
P-3	R-12	Pto R-14	3386	700	3433.94	3258	130	175.94	461.03	0.0018	1.20	3433.94	3427.99	170
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	65.58	0.0163	2.09	3427.99	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	405	160	3396.2	3359	150	37.2	30.87	0.0120	1.54	3396.20	3391.36	32
P-6	Pto R-14	J-A	2091	700	3258	3283	130	-25	395.45	0.0013	1.03	3427.99	3425.22	142
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	0.00	0.0000	0.00	3425.22	3425.22	117
P-9	R-10	J-R10	531	450	3341.31	3307	130	34.31	0.00	0.0000	0.00	3341.31	3341.31	34
P-10	J-A	J-B	413	700	3283	3288	130	-5	395.45	0.0013	1.03	3425.22	3424.67	137
P-12	R-1	J-R1	369	300	3370.86	3350	130	20.86	172.51	0.0176	2.44	3370.86	3364.35	14
P-13	J-B	J-C	2092	700	3288	3317	130	-29	0.00	0.0000	0.00	3424.67	3424.67	108
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	0.00	0.0000	0.00	3424.67	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	594	200	3402.5	3325	130	77.5	0.00	0.0000	0.00	3402.50	3402.50	78
P-16	J-C	J-MD	620	700	3317	3325	130	-8	0.00	0.0000	0.00	3424.67	3424.67	100
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	36.06	0.0159	1.79	3392.00	3385.37	45
P-20	R-5	J-R5	578	400	3404.61	3361	140	43.61	109.75	0.0016	0.87	3404.61	3403.66	43
P-Puquin	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	62
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	96
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	105
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	80
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	69
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	0.00	0.0000	0.00	3484.78	3484.78	16
P-Picchu	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3456.26	

Tabla N° 33. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (6:00am) – I (2017)

Fuente: (Elaboración Propia)

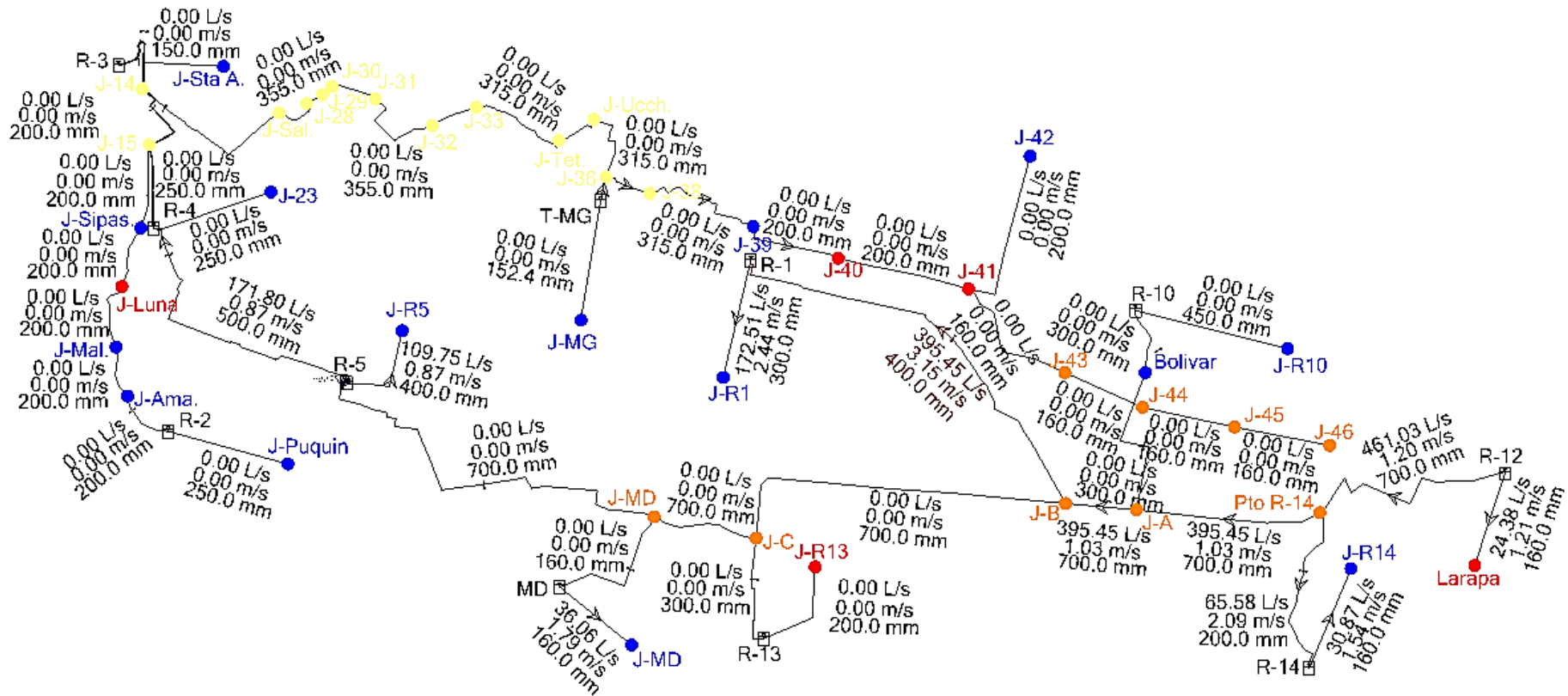
Tabla N° 34. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (6:00am) – II (2017)



	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	0.00	0.0000	0.00	3456.26	3456.26	8
P-Sta A	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	7
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	104
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	76
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	81
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	86
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	103
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	93
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	130
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	0.00	0.0000	0.00	3406.00	3406.00	18
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	133
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	165
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	191
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	216
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	156
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	234
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	236
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	247
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	250
P-Inter.	R-5	R-Sta A.	3034	500	3404.61	3,539.00	130	-134.39	171.80	0.0015	0.87	3404.61	3400.20	

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 34 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (6:00am)/ I-II



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 35. Resultados Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (11:00am) – I (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-2	R-12	Larapa	819	160	3433.94	3361	150	72.94	31.35	0.0123	1.56	3433.94	3423.87	63
P-3	R-12	Pto R-14	3386	700	3433.94	3258	130	175.94	805.29	0.0049	2.09	3433.94	3417.22	159
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	47.98	0.0091	1.53	3417.22	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	405	160	3396.2	3359	150	37.2	39.70	0.0190	1.97	3396.20	3388.49	29
P-6	Pto R-14	J-A	2091	700	3258	3283	130	-25	757.31	0.0044	1.97	3417.22	3408.00	125
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	330.98	0.0590	4.68	3408.00	3363.11	55
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	262.44	0.0384	3.71	3363.11	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	531	450	3341.31	3307	130	34.31	82.96	0.0006	0.52	3341.31	3340.97	34
P-10	J-A	J-B	413	700	3283	3288	130	-5	426.33	0.0015	1.11	3408.00	3407.37	119
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	307.29	0.0127	2.45	3407.37	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	369	300	3370.86	3350	130	20.86	221.86	0.0281	3.14	3370.86	3360.48	10
P-13	J-B	J-C	2092	700	3288	3317	130	-29	119.04	0.0001	0.31	3407.37	3407.07	90
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	55.70	0.0022	0.79	3407.07	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	594	200	3402.5	3325	130	77.5	108.38	0.0538	3.45	3402.50	3370.56	46
P-16	J-C	J-MD	620	700	3317	3325	130	-8	63.34	0.0000	0.16	3407.07	3407.04	82
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	41.83	0.0210	2.08	3407.04	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	46.38	0.0254	2.31	3392.00	3381.44	41
P-19	J-MD	R-5	2430	700	3325	3404.61	130	-79.61	21.51	0.0000	0.06	3407.04	3404.61	
P-20	R-5	J-R5	578	400	3404.61	3361	140	43.61	141.15	0.0026	1.12	3404.61	3403.10	42
P-Puquin	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	75.67	0.0241	2.41	3539.00	3529.05	11
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	75.67	0.0212	2.41	3529.05	3518.34	41
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	75.67	0.0241	2.41	3518.34	3500.92	58
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	73.78	0.0230	2.35	3500.92	3497.31	63
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	69.02	0.0203	2.20	3497.31	3491.47	32
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	67.90	0.0197	2.16	3491.47	3486.05	16
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	66.25	0.0188	2.11	3486.05	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	29.23	0.0012	0.60	3484.78	3484.23	15
P-Picchu	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	0.00	0.0000	0.00	3539.00	3456.26	

Fuente: (Elaboración Propia)



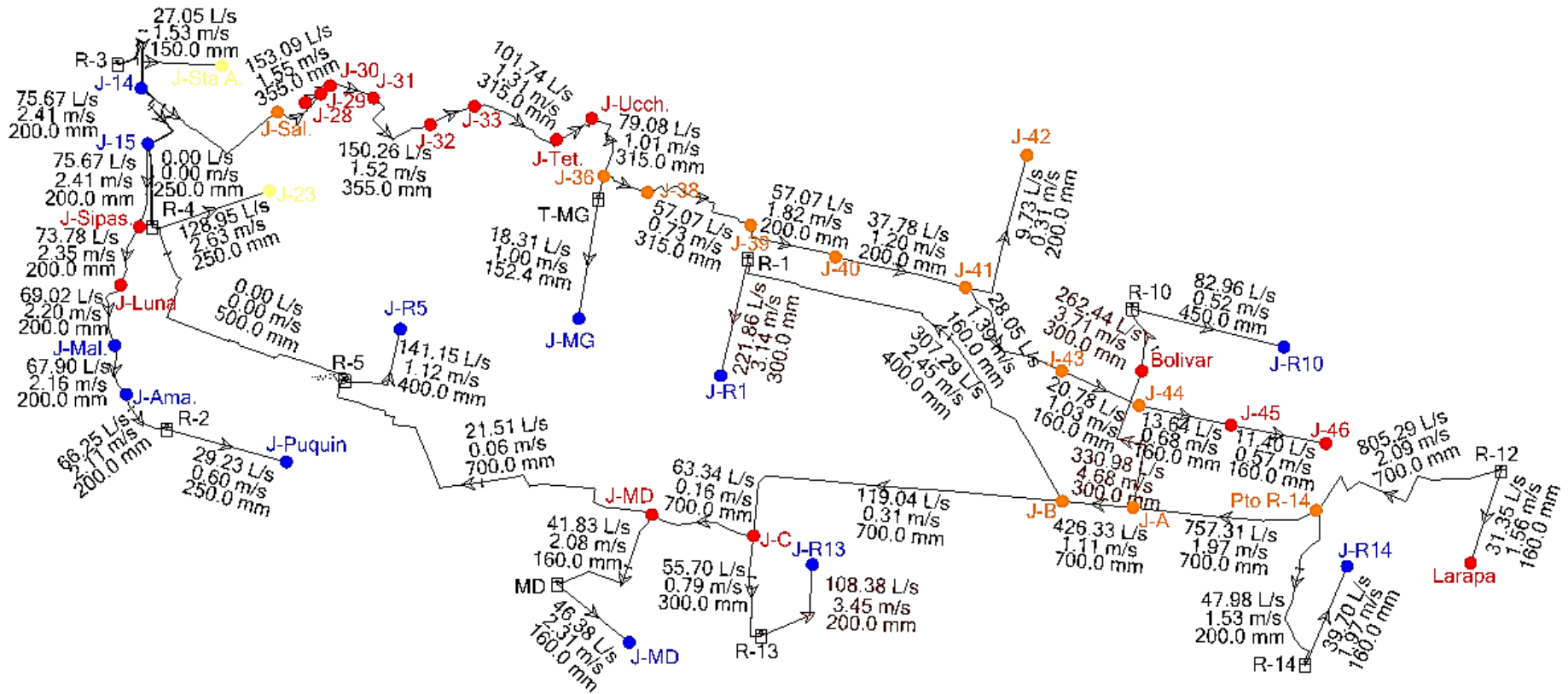
Tabla N° 36. Resultados Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (11:00am) – II (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	128.95	0.0218	2.63	3456.26	3449.00	1
P-Sta A	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	27.05	0.0146	1.53	3539.00	3533.73	2
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	170.08	0.0032	1.35	3539.00	3534.32	99
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	153.35	0.0048	1.55	3534.32	3532.87	70
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	153.09	0.0048	1.55	3532.87	3532.60	75
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	151.57	0.0047	1.53	3532.60	3532.21	75
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	151.29	0.0047	1.53	3532.21	3530.93	78
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	150.26	0.0046	1.52	3530.93	3528.20	71
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	148.35	0.0081	1.90	3528.20	3525.94	69
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	101.74	0.0040	1.31	3525.94	3523.66	88
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	90.52	0.0032	1.16	3523.66	3522.86	77
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	79.08	0.0025	1.01	3522.86	3522.08	113
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0.00	0.0000	0.00	3522.08	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	18.31	0.0075	1.00	3406.00	3404.54	17
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	67.04	0.0019	0.86	3522.08	3521.56	116
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	57.07	0.0014	0.73	3521.56	3520.49	146
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	57.07	0.0164	1.82	3520.49	3510.63	163
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	37.78	0.0076	1.20	3510.63	3504.72	182
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	9.73	0.0006	0.31	3504.72	3504.45	121
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	28.05	0.0100	1.40	3504.72	3494.75	190
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	20.78	0.0057	1.03	3494.75	3493.48	190
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	13.64	0.0026	0.68	3493.48	3492.87	201
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	11.40	0.0019	0.57	3492.87	3491.86	203
P-Inter.	R-5	R-Sta A.	3034	500	3404.61	3,539.00	130	-134.39	0.00	0.0000	0.00	3404.61	3404.61	

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 35 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (11:00am)/ I-II



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 37. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (3:00pm) – I (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-2	R-12	Larapa	819	160	3433.94	3361	150	72.94	25.07	0.0081	1.25	3433.94	3427.28	66
P-3	R-12	Pto R-14	3386	700	3433.94	3258	130	175.94	630.71	0.0031	1.64	3433.94	3423.30	165
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	0	0.0000	0.00	3423.30	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	405	160	3396.2	3359	150	37.2	31.74	0.0126	1.58	3396.20	3391.10	32
P-6	Pto R-14	J-A	2091	700	3258	3283	130	-25	630.71	0.0031	1.64	3423.30	3416.73	134
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	54.81	0.0021	0.78	3416.73	3415.13	107
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	0	0.0000	0.00	3415.13	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	531	450	3341.31	3307	130	34.31	66.34	0.0004	0.42	3341.31	3341.09	34
P-10	J-A	J-B	413	700	3283	3288	130	-5	575.91	0.0027	1.50	3416.73	3415.64	128
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	0	0.0000	0.00	3415.64	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	369	300	3370.86	3350	130	20.86	177.4	0.0186	2.51	3370.86	3364.00	14
P-13	J-B	J-C	2092	700	3288	3317	130	-29	575.91	0.0027	1.50	3415.64	3410.08	93
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	129.25	0.0103	1.83	3410.08	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	594	200	3402.5	3325	130	77.5	86.66	0.0355	2.76	3402.50	3381.39	56
P-16	J-C	J-MD	620	700	3317	3325	130	-8	446.66	0.0017	1.16	3410.08	3409.06	84
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	44.64	0.0237	2.22	3409.06	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	37.09	0.0168	1.84	3392.00	3385.02	45
P-19	J-MD	R-5	2430	700	3325	3404.61	130	-79.61	402.02	0.0014	1.04	3409.06	3404.61	
P-20	R-5	J-R5	578	400	3404.61	3361	140	43.61	112.87	0.0017	0.90	3404.61	3403.61	43
P-Puquin	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	62
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	96
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	105
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	80
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	69
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0	0.0000	0.00	3539.00	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	0	0.0000	0.00	3484.78	3484.78	16

Fuente: (Elaboración Propia)



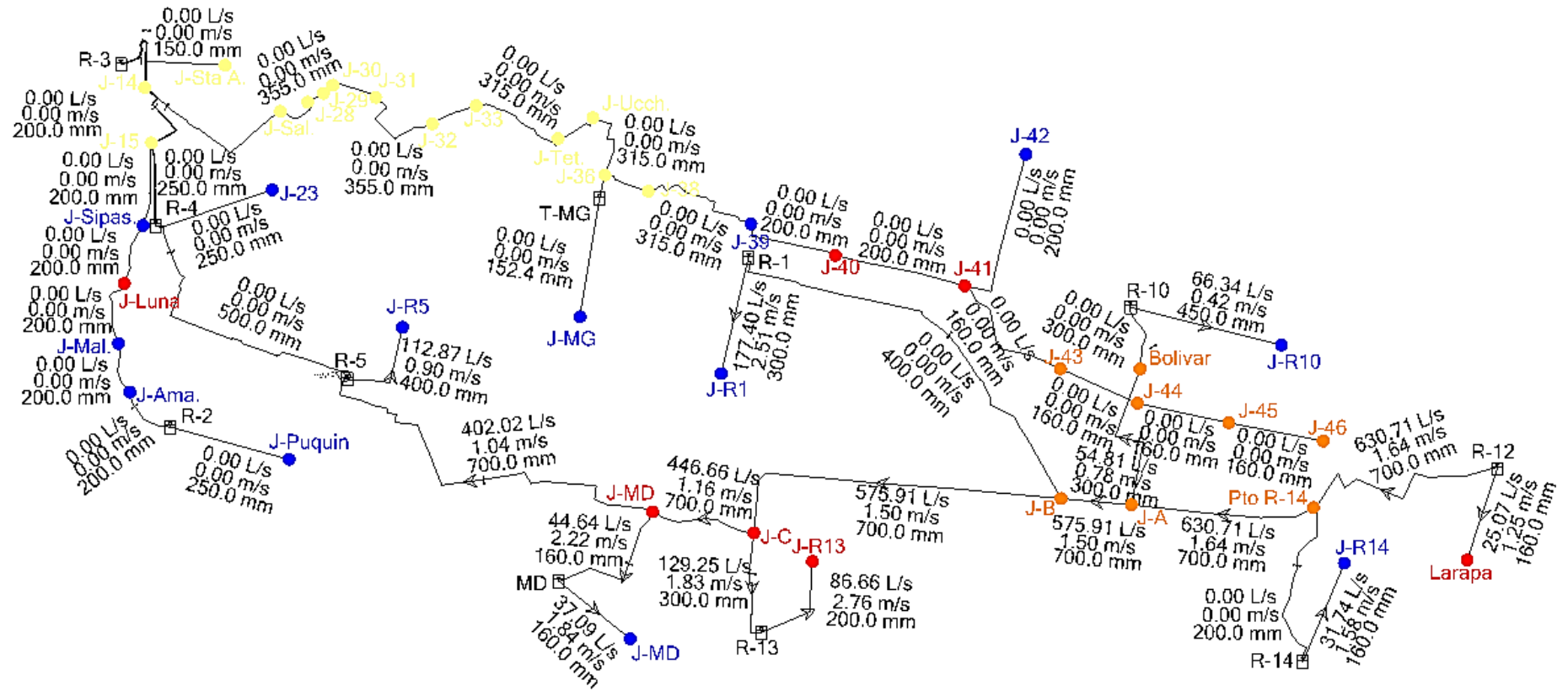
Tabla N° 38. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Piuray (3:00pm) – II (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Picchu	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	0	0.0000	0.00	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	0	0.0000	0.00	3456.26	3456.26	8
P-Sta A	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	7
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	104
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	76
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	81
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	86
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	103
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	93
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	130
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	0	0.0000	0.00	3406.00	3406.00	18
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	133
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	165
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	191
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	216
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	156
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	234
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	236
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	247
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	250
P-Inter.	R-5	R-Sta A.	3034	500	3404.61	3,539.00	130	-134.39	0	0.0000	0.00	3404.61	3404.61	

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 36 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray (3:00pm)/ I-II

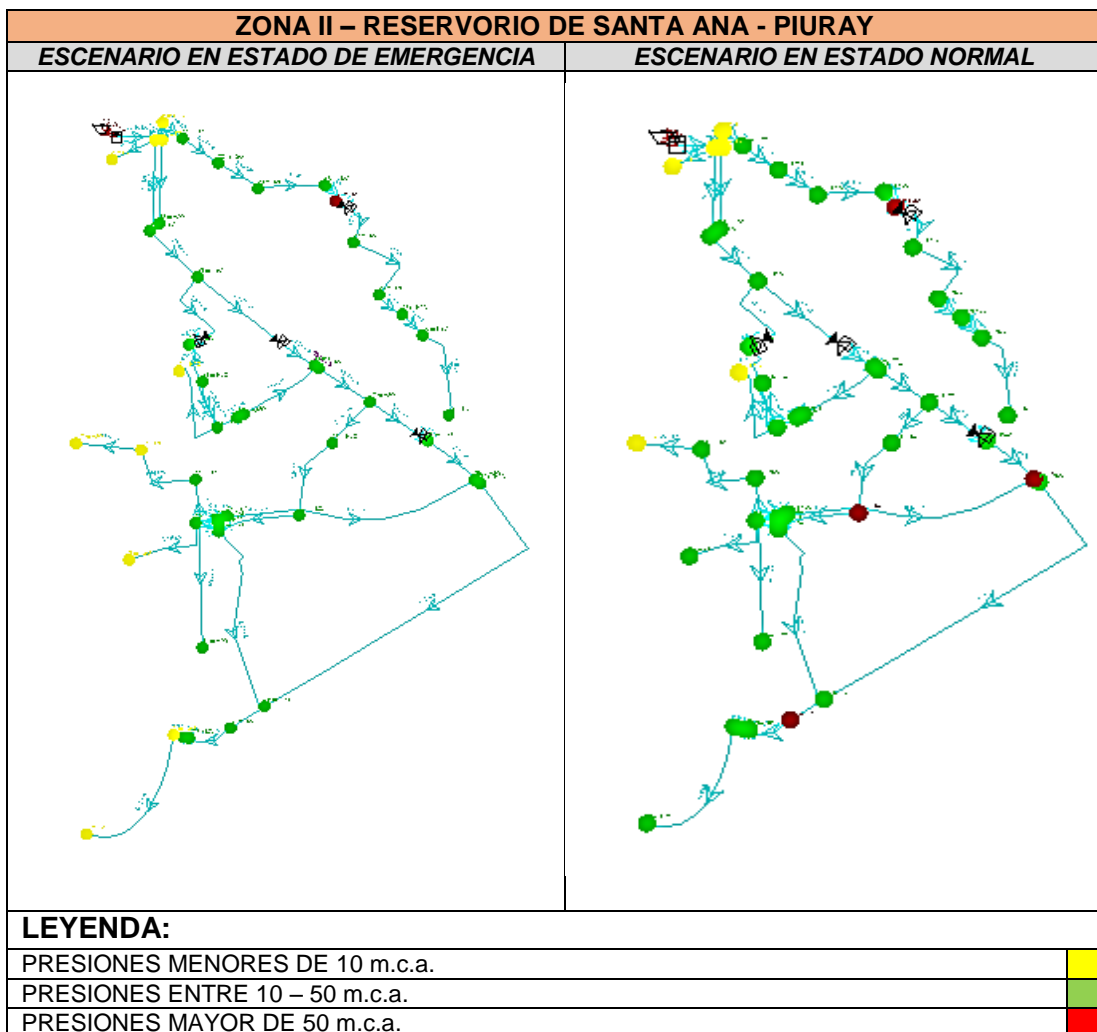


Fuente: (Elaboración Propia)

4.1.4. Variación De Presiones

Cuando se presente una emergencia en el sistema Piuray y este tenga que ser abastecido por el sistema Vilcanota, contara con 3 horas de servicio, en las cuales se considera que el consumo será el máximo horario, por lo cual las presiones se reducen en comparación a un abastecimiento en estado normal, como se puede apreciar en la imagen.

Figura N° 37 Variación De Presiones En La Zona II



Fuente: (Elaboración Propia)

Se adjuntan todas las figuras correspondientes en el ítem de Anexos.

Tabla N° 39.

Variación De

Presiones –
Piuray (2017)

Sistema

ZONA	PRESION PROMEDIO EN ESTADO NORMAL	PRESION PROMEDIO EN ESTADO DE EMERGENCIA
II	31	20
IV	31	23
V	26	24
LINEA NORTE (III-VIII)	83	66
TOTAL	171	133
% DE PERDIDA DE PRESION	22	

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla se observa que el porcentaje en el que disminuye la presión promedio en el sistema Piuray, en estado de emergencia comparado en estado normal, es de 22%.

4.2. Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota

Como se explica en el ítem 3.6.6. MODELO HIDRAULICO EN ESTADO DE EMERGENCIA, se cuenta con las consideraciones para realizar el modelo hidráulico.

Se propone utilizar la infraestructura de apoyo detallada anteriormente en estado de emergencia en el sistema Piuray, teniendo en cuenta que no se hará uso de la bomba, pero se requerirá una válvula reguladora de caudal para evitar que se dé una demanda mayor a la necesaria.

Estimando el volumen que debe abastecer el Sistema Vilcanota, se obtuvo la demanda que es necesaria trasvasar del Sistema Piuray. Determinando de esta manera que el tiempo de trasvase necesario para abastecer la demanda de emergencia del Sistema Vilcanota, será de 10 horas; y el tiempo que se atenderá sería de 2 horas.

Para llegar a trasvasar el caudal necesario del sistema Piuray a Vilcanota, se restringe el servicio a toda el área de influencia de Piuray; durante el tiempo de trasvase.

Tabla N° 40. Datos Del Traslase – Sistema Vilcanota (2017)

	SIST. VILCANOTA
VOLUMEN A TRASVASAR (m ³)	9092.83
TIEMPO DE TRASVASE (hr)	10.00
Q DE TRASVASE (l/s)	252.58
TIEMPO DE ATENCION (hr)	2

Fuente: (Elaboración Propia)

4.2.1. Cálculo del Diámetro Para el Sistema Vilcanota

Para el cálculo del diámetro de la tubería de interconexión por parte de este sistema se hizo uso de la fórmula de Hazen - Williams.

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{Q}{0.2785 * C * S^{0.54}}}$$

Teniendo como pendiente: $S = \frac{H_f}{L}$

$$S = \frac{134.39}{3034} \text{ Obteniendo } S = 0.044$$

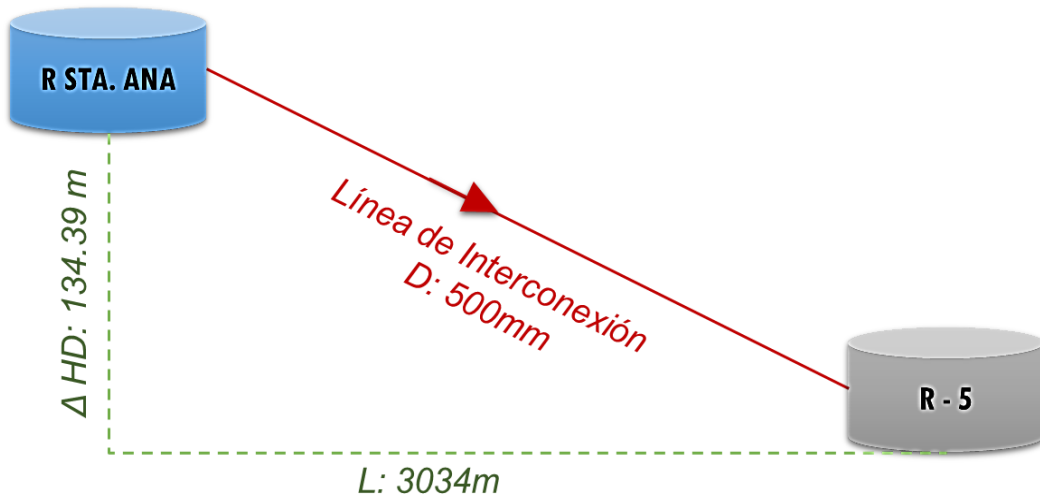
De modo que el diámetro será:

$$D = \sqrt[2.63]{\frac{0.25}{0.2785 * 130 * 0.044^{0.54}}}$$

$$D = 0.29 \text{ m}$$

Como se puede observar en el ítem **4.1.1. Cálculo del Diámetro para el Sistema Piuray** se halló un diámetro comercial de 500 mm, siendo este mayor al obtenido en este ítem, por lo que se hará uso del diámetro mayor que es el de 500 mm para la interconexión de ambos sistemas.

Figura N° 38 Variación De Presiones En La Zona II



Fuente: (Elaboración Propia)

Por lo tanto la pendiente con el diámetro de 500mm para la demanda necesaria del Sistema Vilcanota será:

$$S = \frac{0.54 \sqrt{Q}}{L}$$

Obteniendo: $S = \frac{0.54 \sqrt{0.25}}{3034}$

Por lo tanto tendremos una pérdida de carga de: $H_f = 9.01$

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diámetro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	S (m/m)	Velocidad (m/s)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						
P-Inter.	R-Sta A	R-5	3034	500	3,539.00	3404.61	130	-134.39	251.81	9.01	0.0030	1.28

Tabla N° 41. Interconexión Reservorios Santa Ana - Qoripata

Fuente: (Elaboración Propia)

4.2.2. Porcentaje De Abastecimiento

Tomando en cuenta que el total de nodos que se tiene para el sistema Vilcanota es de 476, representando 51681 de conexiones activas, siendo ese valor equivalente al 100% de la población abastecida por dicho sistema; y teniendo que el número de nodos con presión negativa es de 116, el cual equivale al 24% de población desatendida.

Tabla N° 42. Porcentaje De Abastecimiento – Sistema Vilcanota (2017)

ZONA	PUNTOS DE PRESION	PUNTOS DE PRESION NEGATIVO
IX	150	30
XI	120	17
XII	130	26
VII	56	21
MD	20	22
TOTAL	476	116
PORCENTAJE	100%	24%

Fuente: (Elaboración Propia)

Teniendo que el 76% restante, representan a 39278 conexiones activas que tendrán agua en caso de emergencia por el periodo de 2 horas. En cambio para el 24% se propondría otra alternativa, como carros cisterna.

4.2.3. Cálculo Del Modelo Hidráulico En Watercad V8i

Después de haber los datos pertinentes en el programa, se generan resultados al procesar dichos datos. Los cuales se encuentran resumidos en las siguientes tablas.

- Cuatro de la mañana; cuando el reservorio de Santa Ana trasvase el caudal necesario al reservorio de Koripata, teniendo en cuenta que todas las zonas que son abastecidas por el sistema Piuray no cuentan con agua hasta que termine dicho trasvase.
- Diez de la mañana; cuando ambos sistemas cuentan con agua potable y realizan la distribución correspondiente a sus respectivas zonas.
- Una de la tarde; se regulariza el servicio en el sistema Piuray y por lo tanto en el sistema Vilcanota se cumplió con el tiempo de atención previsto (2horas).



En las tablas de resultados que a continuación se detallan, se puede observar que hay caudales y velocidades igual a cero debido a que el reservorio se encuentra a su máxima capacidad o es parte del sistema que está en emergencia, siendo este el caso del sistema Vilcanota, por lo que a su vez se restringe de agua a los reservorios de Santa Ana, Picchu y Puquin. Las velocidades y presiones obtenidas cumplen con los parámetros establecidos en la OS.050 “REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO”, donde indica que la velocidad máxima será de 3 m/s y en casos justificados una velocidad máxima de 5 m/s. La presión dinámica no será menor de 10 m.c.a.



Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Puq.	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	62
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	96
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	105
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	80
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	69
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0	0.0000	0.00	3539.00	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	0	0.0000	0.00	3484.78	3484.78	16
P-Pic.	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	0	0.0000	0.00	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	0	0.0000	0.00	3456.26	3456.26	8
P-Sta A.	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	7
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	104
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	76
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	81
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	86
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	82
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	103
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	93
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	130
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	0	0.0000	0.00	3406.00	3406.00	18
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	133
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	165
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	191
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	216

Tabla N° 43. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (4:00am) – I (2017)

Fuente: (Elaboración Propia)



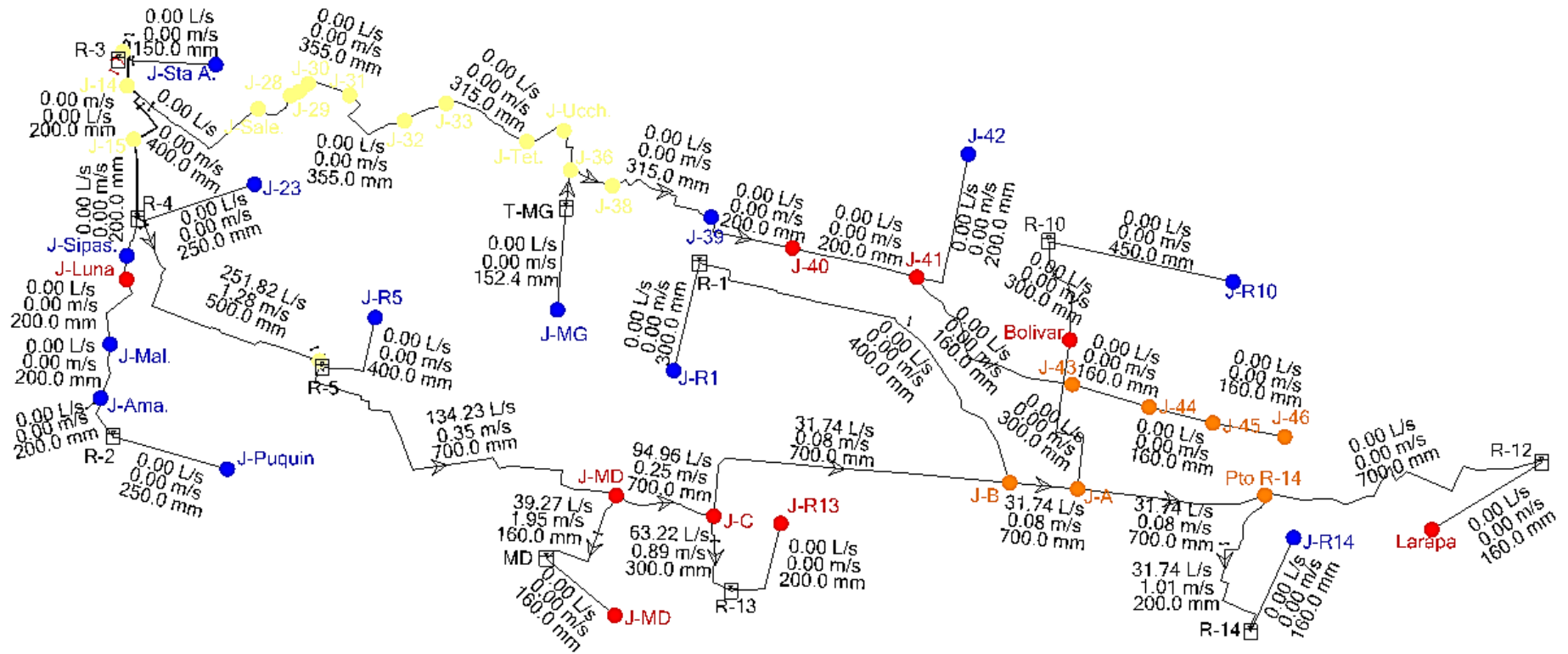
Tabla N° 44. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (4:00am) – II (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.sn.m)	
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	156
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	234
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	236
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	247
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	0	0.0000	0.00	3539.00	3539.00	250
P-Inter.	R-Sta A.	R-5	3034	500	3539	3,404.61	130	134.39	251.82	0.0030	1.28	3539.00	3530.04	
P-2	R-12	Larapa	296	160	3433.94	3361	150	72.94	0	0.0000	0.00	3,433.94	3433.94	73
P-3	Pto R-14	R-12	3386	700	3258	3433.94	130	-175.94	0	0.0000	0.00	3258.00	3433.94	
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	31.74	0.0042	1.01	3258.00	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	496	160	3396.2	3359	150	37.2	0	0.0000	0.00	3396.20	3396.20	37
P-6	J-A	Pto R-14	2091	700	3283	3258	130	25	31.74	0.0000	0.08	3283.00	3282.97	25
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	0	0.0000	0.00	3283.00	3283.00	-25
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	0	0.0000	0.00	3283.00	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	979	450	3341.31	3307	130	34.31	0	0.0000	0.00	3341.31	3341.31	34
P-10	J-B	J-A	413	700	3288	3283	130	5	31.74	0.0000	0.08	3288.00	3287.99	5
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	0	0.0000	0.00	3288.00	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	457	300	3370.86	3350	130	20.86	0	0.0000	0.00	3370.86	3370.86	21
P-13	J-C	J-B	2092	700	3317	3288	130	29	31.74	0.0000	0.08	3317.00	3316.97	29
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	63.22	0.0028	0.89	3317.00	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	610	200	3402.5	3325	130	77.5	0	0.0000	0.00	3402.50	3402.50	78
P-16	J-MD	J-C	620	700	3325	3317	130	8	94.96	0.0001	0.25	3325.00	3324.94	8
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	39.27	0.0187	1.95	3325.00	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	0	0.0000	0.00	3392.00	3392.00	52
P-20	R-5	J-R5	444	400	3404.61	3361	140	43.61	0	0.0000	0.00	3404.61	3404.61	44

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 39 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota (4:00am)/ I-II



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 45. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (10:00am) – I (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Puq.	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	78.27	0.0257	2.49	3539.00	3528.41	10
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	78.27	0.0226	2.49	3528.41	3517.00	40
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	78.27	0.0257	2.49	3517.00	3498.46	55
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	76.68	0.0247	2.44	3498.46	3494.58	61
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	72.69	0.0224	2.31	3494.58	3488.16	29
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	71.75	0.0218	2.28	3488.16	3482.16	12
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	70.36	0.0211	2.24	3482.16	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	24.52	0.0009	0.50	3484.78	3484.38	15
P-Pic.	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	0	0.0000	0.00	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	108.21	0.0158	2.20	3456.26	3451.01	3
P-Sta A.	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	22.7	0.0105	1.28	3539.00	3535.19	3
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	316.95	0.0103	2.52	3539.00	3524.19	89
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	302.91	0.0169	3.06	3524.19	3519.08	56
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	302.7	0.0169	3.06	3519.08	3518.10	60
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	301.42	0.0168	3.05	3518.10	3516.72	60
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	301.18	0.0167	3.04	3516.72	3512.15	59
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	300.32	0.0167	3.03	3512.15	3502.28	45
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	298.72	0.0295	3.83	3502.28	3494.05	37
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	259.61	0.0228	3.33	3494.05	3481.12	45
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	250.19	0.0213	3.21	3481.12	3475.83	30
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	240.6	0.0198	3.09	3475.83	3469.70	61
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	174.24	3.7886	22.19	3469.70	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	0	0.0000	0.00	3406.00	3406.00	18
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	56.26	0.0013	0.72	3469.70	3469.32	63
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	47.89	0.0010	0.61	3469.32	3468.55	95
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	47.89	0.0118	1.52	3468.55	3461.43	113

Fuente: (Elaboración Propia)



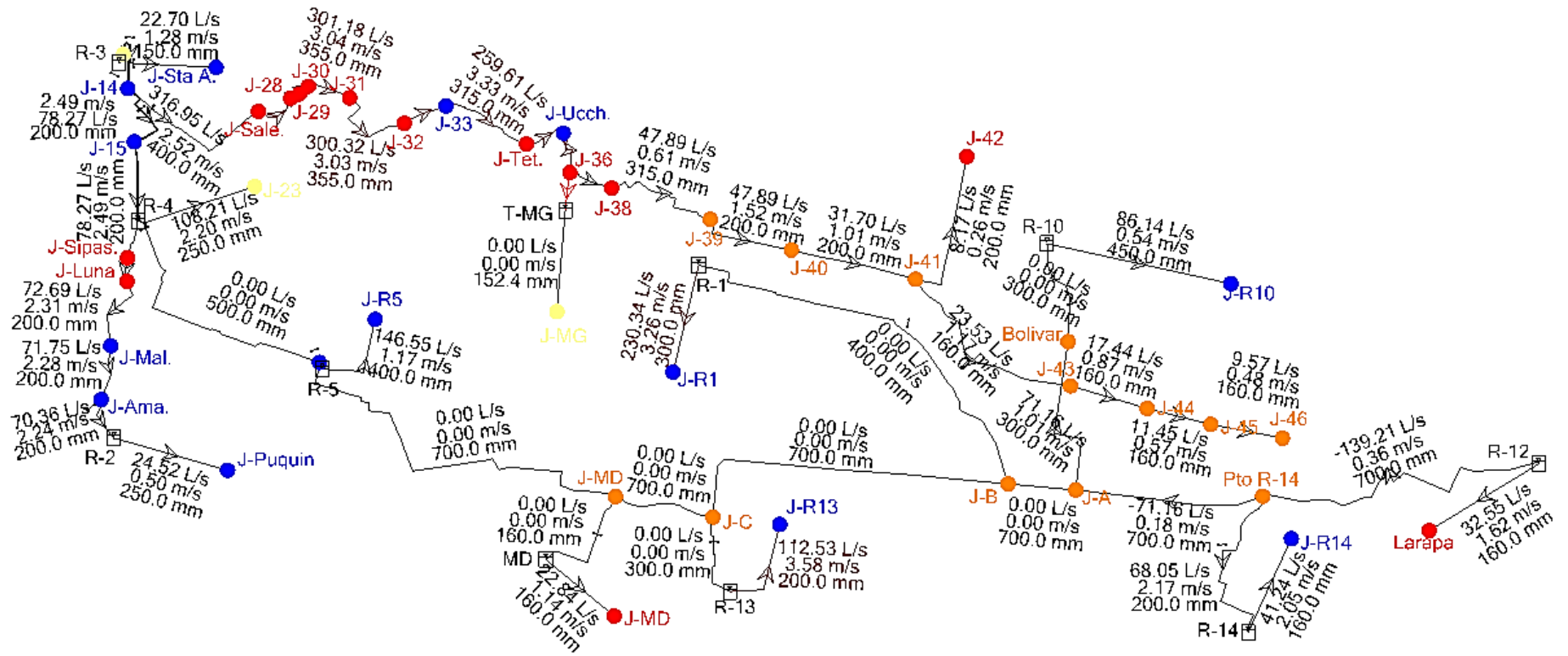
Tabla N° 46. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (10:00am) – II (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	31.7	0.0055	1.01	3461.43	3457.16	134
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	8.17	0.0004	0.26	3457.16	3456.96	74
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	23.53	0.0072	1.17	3457.16	3449.95	145
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	17.44	0.0042	0.87	3449.95	3449.04	146
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	11.45	0.0019	0.57	3449.04	3448.59	157
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	9.57	0.0014	0.48	3448.59	3447.86	159
P-Inter.	R-Sta A.	R-5	3034	500	3539	3404.61	130	134.39	0	0.0000	0.00	3,539.00	3539.00	
P-2	R-12	Larapa	296	160	3433.94	3361	150	72.94	32.55	0.0132	1.62	3,433.94	3430.04	69
P-3	Pto R-14	R-12	3386	700	3258	3433.94	130	-175.94	-139.21	0.0002	0.36	3258.00	3433.94	
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	68.05	0.0174	2.17	3258.00	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	496	160	3396.2	3359	150	37.2	41.24	0.0204	2.05	3396.20	3386.07	27
P-6	J-A	Pto R-14	2091	700	3283	3258	130	25	-71.16	0.0001	0.18	3283.00	3282.88	25
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	71.16	0.0034	1.01	3283.00	3280.39	-28
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	0	0.0000	0.00	3280.39	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	979	450	3341.31	3307	130	34.31	86.14	0.0007	0.54	3341.31	3340.65	34
P-10	J-B	J-A	413	700	3288	3283	130	5	0	0.0000	0.00	3288.00	3288.00	5
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	0	0.0000	0.00	3288.00	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	457	300	3370.86	3350	130	20.86	230.34	0.0301	3.26	3370.86	3357.08	7
P-13	J-C	J-B	2092	700	3317	3288	130	29	0	0.0000	0.00	3317.00	3317.00	29
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	0	0.0000	0.00	3317.00	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	610	200	3402.5	3325	130	77.5	112.53	0.0576	3.58	3402.50	3367.34	42
P-16	J-MD	J-C	620	700	3325	3317	130	8	0	0.0000	0.00	3325.00	3325.00	8
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	0	0.0000	0.00	3325.00	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	22.84	0.0068	1.14	3392.00	3389.15	49
P-20	R-5	J-R5	444	400	3404.61	3361	140	43.61	146.55	0.0028	1.17	3404.61	3403.37	42

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 40 Esquema Del Modelo Hidráulico En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota (10:00am)/ I-II



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 47. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (1:00pm) – I (2017)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-Puq.	R-Sta A.	J-14	413	200	3539	3518	140	21	7.94	0.0004	0.25	3539.00	3538.85	21
P-25	J-14	J-15	505	200	3518	3477	150	41	7.94	0.0003	0.25	3538.85	3538.68	62
P-27	J-15	J-Sipas.	723	200	3477	3443	140	34	7.94	0.0004	0.25	3538.68	3538.41	95
P-29	J-Sipas.	J-Luna	157	200	3443	3434	140	9	6.35	0.0002	0.20	3538.41	3538.38	104
P-31	J-Luna	J-Malam.	287	200	3434	3459	140	-25	2.33	0.0000	0.07	3538.38	3538.36	79
P-33	J-Malam.	J-Amauta	275	200	3459	3470	140	-11	1.39	0.0000	0.04	3538.36	3538.36	68
P-34	J-Amauta	R-Puquin	213	200	3470	3484.78	140	-14.78	0.00	0.0000	0.00	3538.36	3484.78	
P-35	R-Puquin	J-Puquin	449	250	3484.78	3469	150	15.78	24.63	0.0009	0.50	3484.78	3484.38	15
P-Pic.	R-Sta A.	R-Picchu	1404	250	3539	3456.26	140	82.74	224.59	0.0609	4.58	3539.00	3456.26	
P-40	R-Picchu	J-23	333	250	3456.26	3448	140	8.26	108.70	0.0159	2.21	3456.26	3450.97	3
P-Sta A.	R-Sta A.	J-Sta A	362	150	3539	3532	140	7	22.80	0.0106	1.29	3539.00	3535.16	3
P-LN1	R-Sta A.	J-Sale.	1440	400	3539	3435	150	104	143.36	0.0024	1.14	3539.00	3535.59	101
P-44	J-Sale.	J-28	302	355	3435	3463	150	-28	129.26	0.0035	1.31	3535.59	3534.54	72
P-45	J-28	J-29	58	355	3463	3458	150	5	129.04	0.0035	1.30	3534.54	3534.33	76
P-46	J-29	J-30	82	355	3458	3457	150	1	127.76	0.0034	1.29	3534.33	3534.05	77
P-47	J-30	J-31	273	355	3457	3453	150	4	127.52	0.0034	1.29	3534.05	3533.12	80
P-48	J-31	J-32	593	355	3453	3457	150	-4	126.65	0.0034	1.28	3533.12	3531.13	74
P-49	J-32	J-33	279	315	3457	3457	150	0	125.04	0.0059	1.60	3531.13	3529.49	72
P-50	J-33	J-Tetec.	568	315	3457	3436	150	21	85.76	0.0029	1.10	3529.49	3527.82	92
P-51	J-Tetec.	J-Ucch.	249	315	3436	3446	150	-10	76.30	0.0024	0.98	3527.82	3527.24	81
P-52	J-Ucch.	J-36	310	315	3446	3409	150	37	66.66	0.0018	0.86	3527.24	3526.67	118
P-53	J-36	T-MG	19	100	3409	3406	130	3	0.00	0.0000	0.00	3526.67	3406.00	
P-54	T-MG	J-MG	194	152.4	3406	3388	130	18	15.43	0.0055	0.85	3406.00	3404.94	17
P-55	J-36	J-38	281	315	3409	3406	150	3	56.51	0.0014	0.73	3526.67	3526.29	120
P-56	J-38	J-39	776	315	3406	3374	150	32	48.10	0.0010	0.62	3526.29	3525.51	152
P-57	J-39	J-40	601	200	3374	3348	130	26	48.10	0.0119	1.53	3525.51	3518.33	170

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 48. Resultado Del Análisis Hidráulico Del Estado De Emergencia En El Sistema Vilcanota (1:00pm) – II (2017)

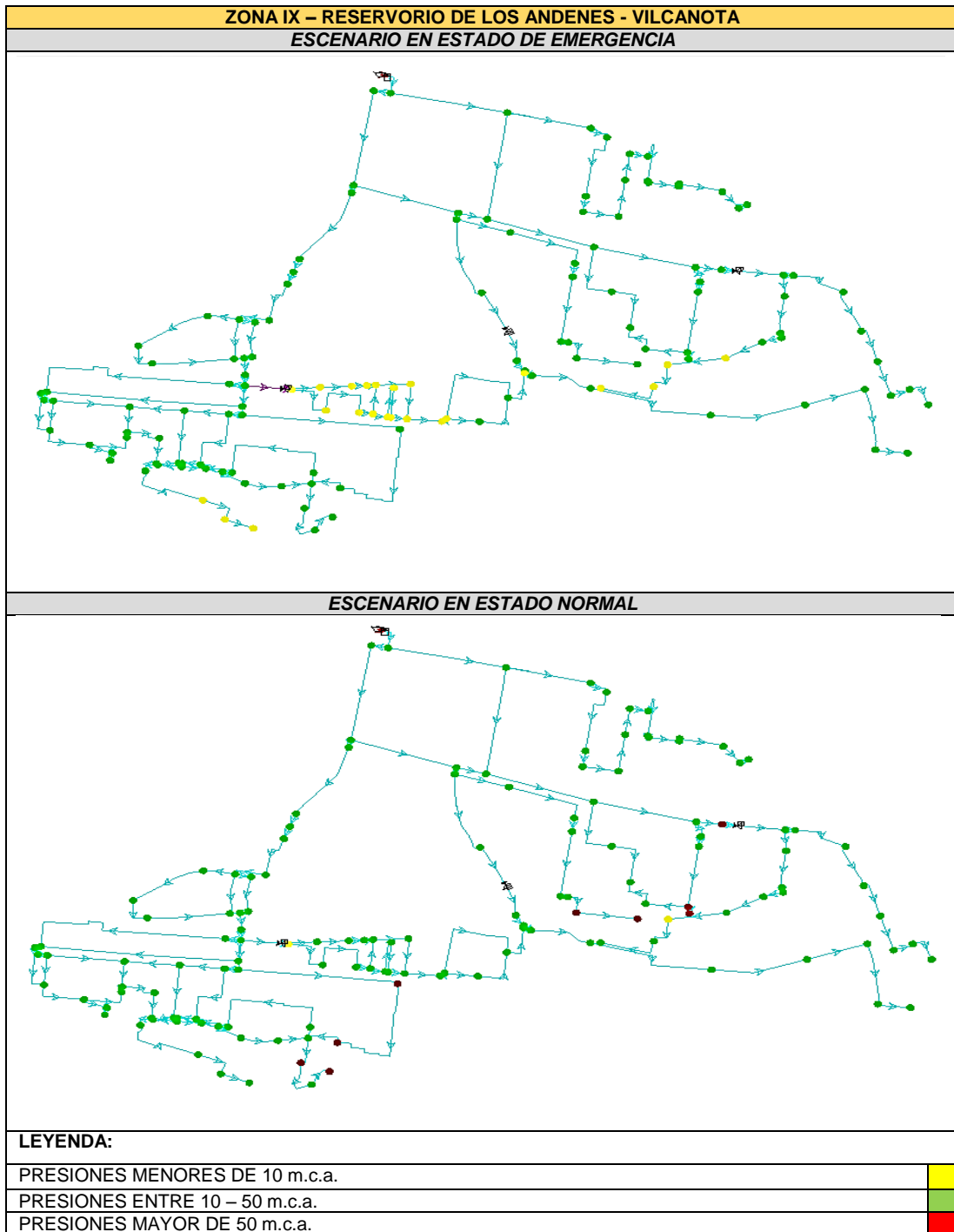
Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-58	J-40	J-41	774	200	3348	3323	130	25	31.84	0.0056	1.01	3518.33	3514.03	191
P-59	J-41	J-42	449	200	3323	3383	130	-60	8.20	0.0005	0.26	3514.03	3513.82	131
P-60	J-41	J-43	997	160	3323	3305	150	18	23.64	0.0073	1.18	3514.03	3506.76	202
P-61	J-43	J-44	220	160	3305	3303	150	2	17.52	0.0042	0.87	3506.76	3505.84	203
P-62	J-44	J-45	234	160	3303	3292	150	11	11.50	0.0019	0.57	3505.84	3505.39	213
P-63	J-45	J-46	534	160	3292	3289	150	3	9.61	0.0014	0.48	3505.39	3504.65	216
P-Inter.	R-Sta A.	R-5	3034	500	3539	3404.61	130	134.39	0.00	0.0000	0.00	3,539.00	3539.00	
P-2	R-12	Larapa	296	160	3433.94	3361	150	72.94	0.00	0.0000	0.00	3,433.94	3433.94	73
P-3	Pto R-14	R-12	3386	700	3258	3433.94	130	-175.94	0.00	0.0000	0.00	3258.00	3433.94	
P-4	Pto R-14	R-14	1946	200	3258	3396.2	150	-138.2	-64.25	0.0157	2.05	3258.00	3396.20	
P-5	R-14	J-R14	496	160	3396.2	3359	150	37.2	0.00	0.0000	0.00	3396.20	3396.20	37
P-6	J-A	Pto R-14	2091	700	3283	3258	130	25	-64.25	0.0000	0.17	3283.00	3282.90	25
P-7	J-A	Bolivar	761	300	3283	3308	130	-25	166.39	0.0165	2.35	3283.00	3270.44	-38
P-8	Bolivar	R-10	482	300	3308	3341.31	130	-33.31	166.39	0.0165	2.35	3270.44	3341.31	
P-9	R-10	J-R10	979	450	3341.31	3307	130	34.31	0.00	0.0000	0.00	3341.31	3341.31	34
P-10	J-B	J-A	413	700	3288	3283	130	5	102.14	0.0001	0.27	3288.00	3287.96	5
P-11	J-B	R-1	2692	400	3288	3370.86	130	-82.86	-102.14	0.0016	0.81	3288.00	3370.86	
P-12	R-1	J-R1	457	300	3370.86	3350	130	20.86	0.00	0.0000	0.00	3370.86	3370.86	21
P-13	J-C	J-B	2092	700	3317	3288	130	29	0.00	0.0000	0.00	3317.00	3317.00	29
P-14	J-C	R-13	613	300	3317	3402.5	130	-85.5	0.00	0.0000	0.00	3317.00	3402.50	
P-15	R-13	J-R13	610	200	3402.5	3325	130	77.5	0.00	0.0000	0.00	3402.50	3402.50	78
P-16	J-MD	J-C	620	700	3325	3317	130	8	0.00	0.0000	0.00	3325.00	3325.00	8
P-17	J-MD	MD	655	160	3325	3392	150	-67	0.00	0.0000	0.00	3325.00	3392.00	
P-18	MD	J-MD	416	160	3392	3340	150	52	0.00	0.0000	0.00	3392.00	3392.00	52
P-20	R-5	J-R5	444	400	3404.61	3361	140	43.61	0.00	0.0000	0.00	3404.61	3404.61	44

Fuente: (Elaboración Propia)

4.2.4. Variación De Presiones

Cuando se presente una emergencia en el sistema Vilcanota y tenga que ser abastecido por el sistema Piuray, contara con 2 horas de servicio, en las cuales se considera que el consumo será el máximo horario, por lo cual las presiones se reducen en comparación a un abastecimiento en estado normal, como se puede apreciar en la imagen.

Figura N° 42 Variación De Presiones – Zona IX



Fuente: (Elaboración Propia)

Se adjuntan todas las figuras correspondientes en el ítem de Anexos.



Tabla N° 49. Variación De Presiones – Sistema Vilcanota (2017)

ZONA	PRESION PROMEDIO EN ESTADO NORMAL	PRESION PROMEDIO EN ESTADO DE EMERGENCIA
VII	37	30
IX	34	22
XI	59	42
XII-R13	49	22
XII-R14	40	35
MARGEN DERECHA	35	23
TOTAL	254	173
% DE PERDIDA DE PRESION	32	

Fuente: (Elaboración Propia)

En la tabla se observa que el porcentaje en el que disminuye la presión promedio en el sistema Vilcanota, en estado de emergencia comparado en estado normal, es de 32%.



Capítulo 5. Discusión

a) ¿Por qué no se consideraron los Sistemas de Kor Kor, Jaquira y Salkantay?

En la presente investigación no se tomó en consideración los sistemas de abastecimiento de Kor Kor, Jaquira y Salkantay ya tienen el 10.8% de incidencia en la ciudad del Cusco, siendo este porcentaje mínimo a comparación de los otros dos sistemas, Vilcanota con un 49.47%, y Piuray con un 39.73%. Además Kor Kor, Jaquira y Salkantay son sistemas independientes y tienen una área pequeña de incidencia.

b) Los sistemas Piuray y Vilcanota, ¿Con qué dotación trabajan actualmente?

En el Reglamento Nacional de Edificaciones se establece una dotación de 180 lt/hb/día, para climas fríos, como es el caso de la Ciudad del Cusco. Sin embargo con los datos brindados por la EPS SEDACUSCO se llegó a calcular que en la actualidad las dotaciones varían entre 71.75 lt/hb/día (Zona XII.I – Margen Derecha de la ciudad del Cusco) y 327.13 lt/hb/día (Zona III - Centro Histórico de la ciudad del Cusco). No obstante dichas dotaciones son valores aproximados ya que en ocasiones los sistemas no funcionan las 24 horas.

c) ¿Por qué se hizo uso de los coeficientes de variación de la demanda diaria y horaria de agua de la investigación “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco”?

Los valores de los coeficientes de caudal máximo horario y el caudal máximo diario para el sistema de abastecimiento Piuray utilizados fueron de 2.06 y 1.19 respectivamente. De la misma forma para el sistema Vilcanota los coeficientes utilizados fueron 1.92, para el caudal máximo horario y 1.14, para el caudal máximo diario, según lo hallado en la investigación “Determinación del coeficiente de variación de la demanda diaria y horaria de agua potable de la ciudad del Cusco”. Dichos coeficientes se ajustan a la realidad de la Ciudad del Cusco y cumplen con lo establecido en el RNE.



d) ¿Por qué se hizo uso de la fórmula de Hazen Williams, para el diseño en WaterCAD V8i, y no la fórmula de Darcy - Weisbach?

Se vio por conveniente usar la fórmula de Hazen Williams debido a que es empírica, y se cuenta con los datos para desarrollarla; además esta fórmula nos brinda precisión en diámetros de tubería mayores a una pulgada. A su vez el RNE indica que se debe hacer uso de la fórmula de Hazen Williams.

Por otro lado, la fórmula de Darcy - Weisbach es matemática, y requiere de más datos para ser desarrollada (como: longitud, diámetro, velocidad, pérdida de carga, coeficiente de gravedad, gravedad), lo cual complica el proceso de simulación.

e) ¿Por qué se utilizó el software WaterCAD v8i sobre EPANET 2?0?

Debido a que existen diferencias sustanciales en las capacidades de cálculo de WaterCAD que no existe en EPANET, ya que en el caso de EPANET los últimos desarrollos del algoritmo base data del año 2002 aunque se corrigieron algunos errores en los últimos años, es el software de WaterCAD el que está más actualizado. Se tienen importantes diferencias que se engloban en los siguientes grupos: Interfaz de usuario e Interoperabilidad con plataformas externas, Construcción inteligente de modelos a partir de procesamiento de datos externos, Análisis hidráulico extendido, Herramientas de análisis y diseño avanzado.

f) ¿Por qué es necesario incrementar a 700 mm el diámetro de la línea de aducción de Larapa a Koripata?

En caso de emergencia del sistema Piuray, para que las velocidades no excedan a lo establecido en el reglamento cuando se realice el trasvase.

En caso de emergencia del sistema Vilcanota, el caudal trasvasado pueda llegar hasta el reservorio de Larapa; ya que con los diámetros actuales no llegaría el caudal necesario para abastecer esa zona.



g) ¿Cuál es el aporte esencial que brinda esta investigación?

Esta investigación es relevante ya que con los resultados obtenidos del modelamiento hidráulico se pueden usar como base para desarrollar un proyecto de plan de contingencia en situaciones de emergencia de falta de agua mayores a 18 horas.

h) ¿Por qué se decide restringir el servicio de agua potable a los reservorios de San Sebastian y Wimpillay, en caso de emergencia del sistema Piuray?

Principalmente para evitar sobre pasar la capacidad máxima de producción de agua potable establecida por el ANA de los pozos de Piñipampa.

Ya que al sumar el caudal promedio de los reservorios de Wimpillay y San Sebastian obtenemos un valor más aproximado al que necesitamos trasvasar para el sistema Piuray.

i) ¿La EPS SEDACUSCO cuenta con algún plan de contingencia actualmente?

Según el Plan De Contingencia Para Los Sistemas De Abastecimiento De La Localidad Del Cusco, realizado por la EPS SEDA CUSCO en el año 2017; concluye que se necesitarían 68 carros cisterna para abastecer al sistema Vilcanota y 34 carros cisterna para abastecer al sistema Piuray.

j) ¿Se podría abastecer por mayor tiempo al sistema Piuray en estado de emergencia?

Si se puede abastecer por más tiempo al sistema Piuray, considerando que el sistema Vilcanota tiene mayor producción. Pero se tendría que restringir de agua a más zonas que son abastecidas por el sistema Vilcanota, por lo que se optó por abastecer al sistema Piuray por tres horas y dejar sin agua a dos reservorios (San Sebastian y Wimpillay) por

	PARA ATENDER 2 HORAS		PARA ATENDER 3 HORAS		PARA ATENDER 8 HORAS		PARA ATENDER 10 HORAS	
VOLUMEN A TRASVASAR	4411.62	m3	6218.52	m3	15253.06	m3	18866.87	m3
TIEMPO DE TRASVASE	10.00	Horas	10.00	Horas	10.00	Horas	10	Horas
Q DE TRASVASE (l/s)	122.54	l/s	172.74	l/s	423.70	l/s	524.08	l/s



el periodo de trasvase.

Glosario

Agua Facturada: Volumen de agua que una empresa prestadora de servicios sanitarios factura a sus usuarios; la cual comprende el volumen de agua calculado mediante diferentes lecturas del medidor entre periodos de facturación, y el volumen de agua determinado mediante asignaciones de consumo.

Agua No Facturada: Se expresa como porcentaje del volumen de agua producida. Comprende las pérdidas de agua por fugas en la red, deficiente asignación de consumos, consumos clandestinos.

Fórmula De Hazen-Williams: Es una ecuación empírica que se puede utilizar para calcular la pérdida de presión por cada pie de tubería de un diámetro conocido, debido a la fricción que depende del flujo.

Modelo Hidraulico: Modelo reducido de un sistema de abastecimiento, para simular la acción que tendrá este; bajo diversas condiciones.

PAGIS: Base de datos, creado y utilizado por la E.P.S. SEDACUSCO; en la cual se resume los datos más importantes de los clientes, como estado de la conexión, número de medidor, ultimo consumo facturado, sector operacional, entre otros.

Pérdida De Carga: Disminución de la presión del agua en una tubería, o pérdida de la velocidad de la corriente en un cauce o canal, debido a la rugosidad de las paredes de la tubería.

Presión De Un Fluido: Es la fuerza por unidad de área ejercida por un fluido sobre el elemento que lo contiene, como las tuberías.

Producción De Agua Potable: Captación y tratamiento de agua cruda, para su posterior distribución como agua potable, en las condiciones técnicas y sanitarias establecidas en las normas respectivas.



Red De Distribución De Agua Potable: Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua potable desde el estanque de regulación o planta de tratamiento hasta los puntos de consumo.

Válvulas: Elemento metálico con implemento mecánico, instalada en la descarga de una tubería a presión o en un tramo intermedio, dotada de un mecanismo que permite que una hoja de metal cierre o abra el paso de un flujo de agua.

Vida Útil: Duración estimada de una infraestructura o un sistema el cual cumpla correctamente con sus funciones para la cual fue construida.



Conclusiones

• Conclusión N°1

Se logró demostrar parcialmente la hipótesis general: “Con la infraestructura obtenida por el modelamiento hidráulico de la interconexión de los sistemas Piuray y Vilcanota si pueden atender las demandas en forma simultánea, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas”.

Debido a que el caudal que necesita abastecer al sistema Piuray en estado de emergencia es de 172.74 l/s, se requiere de 10 horas de trasvase, teniendo en cuenta que en este periodo de tiempo los reservorios de Wimpillay y San Sebastian no tendrán agua, logrando así atender a sus zonas de influencia por un tiempo de 3 horas y normalizando el servicio de agua en los reservorios antes mencionados una vez terminado el tiempo de trasvase.

En caso del sistema Vilcanota el caudal que necesita en emergencia es de 252.58 l/s, con un periodo de trasvase igual que el caso anterior, restringiendo en esta situación el servicio de agua en los reservorios de Picchu, Puquin y la zona que abastece el reservorio de Santa Ana. Logrando atender por 2 horas las zonas de influencia del sistema Vilcanota y normalizando el servicio en el sistema Piuray después de terminado el trasvase.

• Conclusión N°2

Se logró demostrar la sub hipótesis N°1: “Con la producción de agua del sistema Piuray si se puede atender la demanda del sistema Vilcanota, considerando la restricción de abastecimiento de agua”.

Tomando en cuenta que la restricción de abastecimiento de agua para el sistema Vilcanota sería de 24 horas, tiempo que duraría la reparación y restablecimiento del servicio de agua; se determinó que el caudal que puede llegar a abastecer el sistema Piuray es de 252.58 l/s, debido a que este sistema posee una producción máxima de 320 l/s. Por lo cual se restringe el servicio de agua en todo el sistema Piuray por el periodo de trasvase que será de 10 horas, llegando a abastecer al sistema Vilcanota por 2 horas.

**• Conclusión N°3**

Se logró demostrar la sub hipótesis N°2: “Con la producción de agua del sistema Vilcanota si se puede atender la demanda del sistema Piuray, considerando la restricción de abastecimiento de agua”.

Teniendo en consideración que la restricción de abastecimiento de agua para el sistema Piuray será de 24 horas, periodo en el cual se realizará la reparación y restablecimiento del servicio de agua; se obtuvo que el caudal que puede abastecer el sistema Vilcanota es de 172.74 l/s, tomando en cuenta que este sistema posee una producción máxima de 595 l/s. Por lo cual se restringe el servicio de agua en los reservorios de San Sebastian y Wimpillay por el tiempo de trasvase que será de 10 horas, alcanzando a abastecer al sistema Piuray por 3 horas.

• Conclusión N°4

Si se logró demostrar la sub hipótesis N°3: “Se atenderá en un rango de 50% - 90% de la demanda del sistema Vilcanota, y 75% - 90% del sistema Piuray, a través de la interconexión de los sistemas, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas”.

Ya que en el sistema Piuray se tiene 21352 conexiones activas en el 2017, que hacen un total de 272 nodos en el modelo hidráulico, lo que representa al 100% de población abastecida; y en estado de emergencia, dentro de la simulación se observa que el número de nodos con presión negativa es de 32, el cual equivale al 12% de población desatendida. Quedando un 88% de la población abastecida.

Por otro lado en el sistema Vilcanota se tiene 51681 conexiones activas para el 2017, que dentro del modelo hidráulico son simbolizados por 476 nodos, siendo equivalente al 100% de la población abastecida por dicho sistema; y al considerar el estado de emergencia se tienen 116 nodos con presión negativa, que representan el 24% de la población que será desabastecida. Quedando el 76% de la población con un servicio continuo.

• Conclusión N°5

Si se llegó a demostrar la sub hipótesis N°4: “Se podrá atender entre 02 a 03 horas en forma simultánea el sistema Piuray y Vilcanota para la continuidad de servicio”.



Como se pudo mostrar en el modelamiento hidráulico, la continuidad de servicio en caso de emergencia del sistema Piuray es de 3 horas acoplado con el sistema Vilcanota. En caso contrario el sistema Vilcanota y Piuray tendrán una continuidad de servicio de 2 horas, trabajando simultáneamente.

• **Conclusión N°6**

Si se logró demostrar la sub hipótesis N°5: “El sistema Piuray tendría 10 - 13 horas de servicio, cuando atiende al Sistema Vilcanota, para la continuidad de servicio”.

Ya que la continuidad de servicio en el sistema Piuray en estado normal es de 21 horas. Cuando hay una emergencia en el sistema Vilcanota, Piuray dejara de atender a sus zonas de influencia por un periodo de 10 horas, que es la duración del proceso de trasvase. Teniendo una continuidad de servicio en emergencia de 11 horas, estando este valor dentro del rango propuesto.

• **Conclusión N°7**

No se logró demostrar la sub hipótesis N°6: “El sistema Vilcanota tendría 15 - 18 horas de servicio cuando atiende al Sistema Piuray, para la continuidad de servicio”.

Debido a que las horas de continuidad de servicio en el sistema Vilcanota varían por la interconexión, considerando que los reservorios de San Sebastián y Wimpillay se quedarán sin agua durante 10 horas, que es el tiempo para abastecer al sistema Piuray, disminuyendo así el periodo de continuidad de servicio a 12 horas. En caso del resto de los reservorios que pertenecen al sistema Vilcanota tienen continuidad de servicio de 22 horas.

• **Conclusión N°8**

No se logró demostrar la sub hipótesis N°7: “La capacidad de servicio de la red con la presión promedio del sistema Piuray disminuirá aproximadamente entre un 30% - 50%, y del sistema Vilcanota en un 40% - 60% cuando se realice la interconexión de ambos sistemas, en un evento de inactividad”.

Teniendo en consideración que cuando el sistema Piuray actúa con normalidad se tiene una presión promedio de 171 m.c.a. Y cuando se presenta un evento de restricción en este sistema, y tenga que ser abastecido por el sistema Vilcanota, la presión promedio se reduce a 133 m.c.a., teniendo una pérdida de presión del 22%.



En caso del sistema Vilcanota cuando tiene normalidad en su servicio su presión promedio es de 254 m.c.a. y en un evento de restricción de agua este sistema es abastecido por el sistema Piuray, la presión promedio se reduce a 173 m.c.a., teniendo una pérdida de presión del 32%.

Recomendaciones

• Recomendación N°1

Se pudo observar que realizar un modelo hidráulico de una red es un trabajo detallado, es por eso que se recomienda el uso del software WaterCAD sea de manera cuidadosa y recibiendo el apoyo de personas que conozcan el sistema. Así mismo una vez obtenido este modelo se puede recibir muchos beneficios, ya que nos permite el manejo de muchos datos de información y con la interpretación de estos datos realizar un buen análisis, además de una ayuda para la toma de decisiones.

• Recomendación N°2

Se recomienda buscar otras fuentes de abastecimiento para los puntos más alejados de cada zona; ya que como se ve con los datos actuales no llega la presión adecuada a esos puntos en caso de la emergencia planteada.

• Recomendación N°3

Se recomienda utilizar como base los resultados obtenidos de la presente investigación para realizar un proyecto de plan de contingencia que pueda interconectar a los sistemas de abastecimiento Piuray y Vilcanota con una proyección a futuro acorde a las necesidades que se puedan presentar.

• Recomendación N°4

Se recomienda a la EPS SEDACUSCO plantear medidas correctivas que ayuden a reducir las pérdidas en sus redes de distribución. Especialmente para el Sistema Piuray en el que se ve un mayor porcentaje de Agua No Facturada.

• Recomendación N°5



Se recomienda usar esta investigación para futuros estudios y diseños hidráulicos de la ciudad del Cusco o para ciudades que tengan un sistema de abastecimiento similar, que puedan complementar a esta investigación.

• **Recomendación N°6**

Se recomienda a la EPS SEDACUSCO realizar un mantenimiento constante en las instalaciones donde se encuentran los reservorios, especialmente en los macro medidores ya que con este equipo se registra el caudal de entrada y salida de cada reservorio.

• **Recomendación N°7**

Se recomienda a la EPS SEDACUSCO una actualización constante del catastro de redes de agua y desagüe de la ciudad del Cusco.



Bibliografía

- Agüero Pittma, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales*. Lima, Perú: SER
- Almanza Hurtado, L. (2015). *Diseño Hidrosanitario Trapiche Panelero*. Lima, Perú: http://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=71570
- Arocha, S. (2006). *Abastecimiento de Agua Potable*. Lima: San Marcos.
- Baca García, C. J. (s.f.). Maestría en Ing. Civil - Investigación en Riego. *Hidraulica para Riego*. Cusco, Perú: UNSAAC.
- Cárdenas D y Patiño F. (2010) *Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, canton Paute, Provincia del Azuay*
- Comisión Nacional del Agua (2007). *Guía de Diseño de Redes de Agua Potable con Uno o Varios Tanques y Fuentes de Abastecimiento, Municipio de San Jacinto*. Coyoacán: México.
- Lambruschini Espinoza, RA. (2017). *Elaboración del modelo matemático, diagnóstico y propuesta de mejoras de la red de abastecimiento de agua potable del distrito de Pillco Marca, Huánuco-Perú*. <http://hdl.handle.net/10251/89800>
- Medrano Corado, M. (2011). *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para la aldea El Carrizal y diseño del puente vehicular para la aldea pueblo nuevo, Municipio de San Jacinto*. Chiquimula: Guatemala.
- Ministerio Vivienda. (2013). Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. En Ministerio Vivienda, *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Perú.



- Ministerio Vivinenda. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, PERU: El Peruano.
- Organización Panamericana de la Salud (2004). *Emergencias y Desastres en Sistemas de Agua Potable y Saneamiento*. Washington. <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/cd/e/publicaciones/Guiarespuesta/introduccion.pdf>
- Ravelo, S. A. (1979). *Abastecimiento de Aguas*. Caracas: Caracas.
- SedaCusco (2012). *Ficha Técnica de Agua Desague*. Cusco: Perú. <https://es.slideshare.net/lreyesrojas/seda-cusco>
- SedaCusco (2017). *Proceso de Producción del Agua Potable*. Cusco: Perú <https://www.sedacusco.com/comunicados/el-proceso-de-produccion-del-agua-potable/>
- SEDACUSCO-Gerencia de Operaciones. (2017). *Plan de Contingencia para los Sistemas de Abastecimiento de la Localidad del Cusco*. Perú
- Sedapal (2015). *Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado del Esquema Prolongación Nicolas de Pierola-Santa Clara Sur y Anexos-Distrito Ate-Vitarte*. Lima: Perú. http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/LP-50-2015-SEDAPAL/ET_NICOLAS_ELC/1.%20EXP_TEC_ELC_01/Tomo%20D%20VI%20%20Manual%20de%20Operacion%20y%20Mantenimiento.pdf
- Sistema de Información Ambiental de Colombia (2012). *Demanda y Uso*. Colombia. <http://www.siac.gov.co/demandaagua>
- Sotelo Avila, G. (1997). *Hidráulica General*. México: Editorial Limusa
- Vierendel. (1993). *Abastecimiento de Agua y Alcantarillado*. Lima, Perú: UNI
- R.D. Nro. 287-2017-ANA/AAA XII.UV (2017) *Otorgamiento y modificación de resolución administrativa N° 075-96-ATDRC/DRA-RI, de fecha 03 de diciembre de 1996, que otorga licencia en vía de regulación a la empresa pública municipal de servicio de agua potable y alcantarillado SEDA QOSQO para uso de agua de la laguna de Piuray, ubicado en el distrito de Chinchero, provincia de Urubamba y departamento de Cusco con fines poblacionales*. Autoridad Nacional del Agua, Perú.



R.D. Nro. 390 -2018-ANA/AAA XII.UV (2018) *Acreditación de disponibilidad hídrica subterránea para pozos tubulares del Sistema Vilcanota, ubicado en el distrito de Andahuaylillas-Piñipampa*. Autoridad Nacional del Agua, Perú.

Fragoso Sandoval, Lucio, Roberto Ruiz, Jaime, Flores, Zurvia, & Juárez León, Arturo Bruno. (2013). *Sistema para control y gestión de redes de agua potable de dos localidades de México*. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 34(1), 112-126.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382013000100009&lng=es&tlng=es.

Ingeniería de Fluidos (2016). Recuperado de:
<https://www.ingenieriadefluidos.com/valvulas-de-control>.

Martinez Juan Carlos. (2009). *Sistema de tratamiento del agua*.
<http://sistemadetratamientodelagua.blogspot.com/2009/04/bocatoma.html>.



Anexos





TEMA: MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA LA INTERCONEXIÓN DE LOS SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO PIURAY – VILCANOTA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DEL CUSCO.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL			
¿Con la infraestructura adicional evaluada en el modelamiento hidráulico de la interconexión entre los sistemas Piuray y Vilcanota, se podrá atender la demanda en forma simultánea, considerando la restricción de abastecimiento de agua en cualquiera de ambos sistemas?	Determinar la infraestructura necesaria a través del modelamiento hidráulico para que con la interconexión de los Sistemas Piuray y Vilcanota se pueda atender la demanda en forma simultánea, considerando la restricción de abastecimiento de agua en cualquiera de ambos sistemas.	Con la infraestructura propuesta en el modelamiento hidráulico de la interconexión de los sistemas Piuray y Vilcanota si pueden atender las demandas en forma simultánea, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas.	X: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD (PIURAY / VILCANOTA)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zonas de abastecimiento. 2. Topografía. 3. Producción de agua. 4. Demanda. 5. Dotación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1.1 Volumen del reservorio (m³) 1.2 Diámetro de la tubería (mm) 1.3 Material de la tubería (Coeficiente "C") 1.4 Velocidad (m/s) 2.1 Cotas topográficas de las redes de distribución (elevación) 3.1 Producción de agua (m³/día) 4.1 Consumo de agua (m³) 5.1 Tipo de consumo
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB-HIPÓTESIS			
¿Con la <u>producción</u> de agua del Sistema Piuray se podrá atender la demanda del Sistema Vilcanota, en caso de restricción del servicio de agua potable?	Determinar si la producción del Sistema Piuray puede atender la demanda del Sistema Vilcanota, considerando la restricción de abastecimiento de agua potable.	Con la producción de agua del sistema Piuray si se puede atender la demanda del sistema Vilcanota considerando la restricción de abastecimiento de agua.	X: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD (PIURAY / VILCANOTA)	X3: Producción de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal (m³/día)
¿Con la <u>producción</u> de agua del Sistema Vilcanota se podrá atender la demanda del Sistema Piuray, en caso de restricción del servicio de agua potable?	Determinar si la producción del Sistema Vilcanota puede atender la demanda del Sistema Piuray, considerando la restricción de abastecimiento de agua potable.	Con la producción de agua del sistema Vilcanota si se puede atender la demanda del sistema Piuray considerando la restricción de abastecimiento de agua.	X: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD (PIURAY / VILCANOTA)	X3: Producción de agua potable	<ul style="list-style-type: none"> • Caudal (m³/día)
¿Cuál será el porcentaje de la <u>demanda</u> del Sistema Vilcanota que se podrá atender a través de la interconexión con el Sistema	Calcular el porcentaje de la demanda del Sistema Vilcanota que se lograra atender a través de la interconexión con el Sistema	Se atenderá en un rango de 50% - 90% de la demanda del sistema Vilcanota, y 75% - 90% del sistema Piuray, a través de la	X: SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE LA CIUDAD (PIURAY / VILCANOTA)	X4: Demanda	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo de agua (m³/día)



Piuray, y viceversa?	Piuray y viceversa.	interconexión de los sistemas, en un evento de restricción de cualquiera de los sistemas.			
¿Cuál será el periodo de <u>continuidad de servicio</u> para atender simultáneamente los Sistemas Vilcanota y Piuray?	Determinar las horas que puede atender en forma simultanea el Sistema Piuray y Vilcanota.	Se podrá atender entre 02 a 03 horas en forma simultánea el sistema Piuray y Vilcanota para la continuidad de servicio.	Y: EVALUACIÓN HIDRAULICA	Y3: Continuidad de servicio	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de servicio (Hrs.)
¿Cuántas <u>horas de servicio</u> tendrá el Sistema Piuray cuando atienda al sistema Vilcanota?	Determinar las horas de servicio que el Sistema Piuray tendrá cuando este atienda al Sistema Vilcanota.	El sistema Piuray tendría 10 - 13 horas de servicio, cuando atienda al Sistema Vilcanota, para la continuidad de servicio.	Y: EVALUACIÓN HIDRAULICA	Y3: Continuidad de servicio	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de servicio (Hrs.)
¿Cuántas <u>horas de servicio</u> tendrá el Sistema Vilcanota cuando atienda al sistema Piuray?	Determinar las horas de servicio que el Sistema Vilcanota tendrá cuando este atienda al Sistema Piuray y viceversa.	El sistema Vilcanota tendría 15 - 18 horas de servicio cuando atienda al Sistema Piuray, para la continuidad de servicio.	Y: EVALUACIÓN HIDRAULICA	Y3: Continuidad de servicio	<ul style="list-style-type: none"> Tiempo de servicio (Hrs.)
¿En qué porcentaje disminuirá la <u>presión promedio</u> de servicio en el Sistema Piuray cuando se realice la interconexión al Sistema Vilcanota y viceversa?	Calcular el porcentaje de disminución de la presión promedio de servicio en el Sistema Piuray cuando se realice la interconexión al Sistema Vilcanota y viceversa.	La capacidad de servicio de la red con la presión promedio del sistema Piuray disminuirá aproximadamente entre un 30% - 50%, y del sistema Vilcanota en un 40% - 60% cuando se realice la interconexión de ambos sistemas, en un evento de inactividad.	Y: EVALUACIÓN HIDRAULICA	Y2: Capacidad de servicio de la red	<ul style="list-style-type: none"> Presión (m.c.a)

Conexiones Activas Y Volumen Facturado Por Zonas

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
	III	ENERO	33975	1195
		FEBRERO	37222	1191
		MARZO	31202	1185
		ABRIL	34152	1188
		MAYO	38477	1196
		JUNIO	38996	1197
		JULIO	41003	1191
		AGOSTO	43269	1200
		SEPTIEMBRE	44468	1210
		OCTUBRE	41065	1213
		NOVIEMBRE	41492	1215
		DICIEMBRE	38853	1214

Tabla N° 51. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona III - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 52. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona IV - 2017



ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
IV	I	ENERO	97550	3507
		FEBRERO	104990	3505
		MARZO	92161	3502
		ABRIL	97998	3505
		MAYO	102234	3528
		JUNIO	103216	3521
		JULIO	104828	3521
		AGOSTO	112278	3533
		SEPTIEMBRE	111977	3548
		OCTUBRE	108938	3568
		NOVIEMBRE	110608	3579
		DICIEMBRE	103939	3575
	II	ENERO	33871	2276
		FEBRERO	37094	2280
		MARZO	35397	2289
		ABRIL	33124	2285
		MAYO	33996	2287
		JUNIO	34142	2295
		JULIO	33101	2286
		AGOSTO	34271	2291
		SEPTIEMBRE	36179	2295
		OCTUBRE	34943	2306
		NOVIEMBRE	34511	2314
		DICIEMBRE	37191	2315

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla

N° 53.

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
V	I	ENERO	18143	1543
		FEBRERO	19441	1548
		MARZO	18872	1548
		ABRIL	17214	1548
		MAYO	18454	1547
		JUNIO	18498	1551
		JULIO	17847	1551
		AGOSTO	18606	1555
		SEPTIEMBRE	18740	1556
		OCTUBRE	18952	1569
		NOVIEMBRE	18617	1568
		DICIEMBRE	19463	1562
	II	ENERO	13094	930
		FEBRERO	14750	930
		MARZO	13767	933
		ABRIL	13398	941
		MAYO	13946	940
		JUNIO	13473	935
		JULIO	13326	937
		AGOSTO	13717	937
		SEPTIEMBRE	14623	940
		OCTUBRE	14531	944
		NOVIEMBRE	13369	942
		DICIEMBRE	14600	943
	III	ENERO	8136	667
		FEBRERO	8772	665
		MARZO	8213	661
		ABRIL	7631	663
		MAYO	8120	672
		JUNIO	8126	665
		JULIO	8195	668
		AGOSTO	8597	671
		SEPTIEMBRE	8768	670
		OCTUBRE	9008	676
		NOVIEMBRE	8554	676
		DICIEMBRE	8999	673

Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona V - 2017



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla

N° 54.

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
VII	I	ENERO	19112	1632
		FEBRERO	21286	1635
		MARZO	19723	1634
		ABRIL	19360	1633
		MAYO	20826	1635
		JUNIO	19997	1630
		JULIO	20999	1633
		AGOSTO	19904	1641
		SEPTIEMBRE	21531	1647
		OCTUBRE	21200	1654
		NOVIEMBRE	20134	1657
		DICIEMBRE	21460	1651
	II	ENERO	90355	5776
		FEBRERO	96796	5774
		MARZO	88598	5784
		ABRIL	88639	5791
		MAYO	90248	5793
		JUNIO	89055	5844
		JULIO	88551	5821
		AGOSTO	94798	5839
		SEPTIEMBRE	98649	5850
		OCTUBRE	98030	5894
		NOVIEMBRE	92454	6069
		DICIEMBRE	93213	5856
	III	ENERO	28580	1201
		FEBRERO	30196	1200
		MARZO	25935	1197
		ABRIL	26790	1203
		MAYO	26965	1206
		JUNIO	25700	1202
		JULIO	25007	1193
		AGOSTO	28392	1208
		SEPTIEMBRE	30037	1213
		OCTUBRE	28675	1220
		NOVIEMBRE	27851	1218
		DICIEMBRE	29258	1208

Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona VII - 2017



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 55.

Activas Y
Facturado-

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
VIII	I	ENERO	98677	4671
		FEBRERO	104908	4675
		MARZO	98817	4674
		ABRIL	99843	4678
		MAYO	94115	4688
		JUNIO	96337	4700
		JULIO	100921	4701
		AGOSTO	100587	4707
		SEPTIEMBRE	105856	4718
		OCTUBRE	107215	4744
		NOVIEMBRE	101401	4752
		DICIEMBRE	104645	4744
	II	ENERO	7689	623
		FEBRERO	8230	620
		MARZO	7613	621
		ABRIL	7336	621
		MAYO	7818	626
		JUNIO	7689	631
		JULIO	7611	628
		AGOSTO	7534	629
		SEPTIEMBRE	7854	627
		OCTUBRE	8018	634
		NOVIEMBRE	7799	635
		DICIEMBRE	8163	634
	III	ENERO	21911	1387
		FEBRERO	22356	1392
		MARZO	21000	1397
		ABRIL	21345	1401
		MAYO	21148	1417
		JUNIO	21011	1422
		JULIO	21121	1417
		AGOSTO	22302	1422
		SEPTIEMBRE	21583	1421
		OCTUBRE	21545	1424
		NOVIEMBRE	21085	1424
		DICIEMBRE	21906	1413
	IV	ENERO	28207	2438
		FEBRERO	31116	2436
		MARZO	31317	2445
		ABRIL	29428	2461
		MAYO	30616	2477
		JUNIO	28634	2477
		JULIO	28108	2468
		AGOSTO	30541	2486
		SEPTIEMBRE	30541	2497
		OCTUBRE	30625	2508
		NOVIEMBRE	30347	2506
		DICIEMBRE	29962	2493

Conexiones

Volumen

Zona VIII - 2017



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 56.
Activas Y
Facturado-
IV - 2017

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
IX	I	ENERO	92368	4807
		FEBRERO	95271	4807
		MARZO	89072	4807
		ABRIL	92606	4814
		MAYO	90195	4845
		JUNIO	86451	4867
		JULIO	87170	4870
		AGOSTO	89808	4868
		SEPTIEMBRE	92378	4882
		OCTUBRE	94497	4901
		NOVIEMBRE	91742	4912
		DICIEMBRE	94273	4882
	II	ENERO	8177	567
		FEBRERO	8410	563
		MARZO	7782	561
		ABRIL	7664	564
		MAYO	8313	563
		JUNIO	7697	562
		JULIO	8241	560
		AGOSTO	8896	568
		SEPTIEMBRE	9083	569
		OCTUBRE	8907	572
		NOVIEMBRE	8606	573
		DICIEMBRE	9171	568
	III	ENERO	13274	909
		FEBRERO	15081	909
		MARZO	13620	904
		ABRIL	12945	903
		MAYO	13412	906
		JUNIO	13333	907
		JULIO	13606	904
		AGOSTO	14359	904
		SEPTIEMBRE	14610	906
		OCTUBRE	14735	910
		NOVIEMBRE	14221	910
		DICIEMBRE	14482	906
	IV	ENERO	28969	1938
		FEBRERO	31093	1938
		MARZO	28918	1936
		ABRIL	29473	1934
		MAYO	30088	1951
		JUNIO	29913	1956
		JULIO	28493	1947
		AGOSTO	25102	1959
		SEPTIEMBRE	28267	1958
		OCTUBRE	30143	1962
		NOVIEMBRE	28688	1960
		DICIEMBRE	31856	1957

Conexiones
Volumen
Zona IX-I, II, III,



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla	ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES	N° 57.
Zona VII -	IX	V	ENERO	10182	549	Conexiones Activas Y Volumen Facturado- IX-V, VI, 2017
			FEBRERO	10576	550	
			MARZO	9753	552	
			ABRIL	9410	558	
			MAYO	9880	559	
			JUNIO	10025	563	
			JULIO	10800	570	
			AGOSTO	10999	573	
			SEPTIEMBRE	11460	570	
			OCTUBRE	10956	579	
			NOVIEMBRE	10796	575	
			DICIEMBRE	11212	565	
		VI	ENERO	17664	1324	
			FEBRERO	18889	1330	
			MARZO	17354	1325	
			ABRIL	18137	1331	
			MAYO	18037	1326	
			JUNIO	17745	1335	
			JULIO	17887	1320	
			AGOSTO	18269	1325	
			SEPTIEMBRE	18765	1329	
			OCTUBRE	18652	1332	
			NOVIEMBRE	18639	1334	
			DICIEMBRE	18764	1331	
		VII	ENERO	42098	2882	
			FEBRERO	46779	2872	
			MARZO	41026	2881	
			ABRIL	40987	2883	
			MAYO	42124	2917	
			JUNIO	41810	2924	
			JULIO	41984	2902	
			AGOSTO	44409	2934	
			SEPTIEMBRE	45534	2939	
			OCTUBRE	46414	2950	
			NOVIEMBRE	45626	2952	
			DICIEMBRE	45450	2918	



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 58. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XI - 2017



ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
XI	I	ENERO	137313	10144
		FEBRERO	146914	10123
		MARZO	138685	10141
		ABRIL	133140	10161
		MAYO	139000	10345
		JUNIO	140546	10383
		JULIO	138226	10356
		AGOSTO	140220	10431
		SEPTIEMBRE	137811	9682
		OCTUBRE	138418	9746
		NOVIEMBRE	135065	9766
		DICIEMBRE	139140	9733
	II	ENERO	5071	487
		FEBRERO	5902	489
		MARZO	5260	522
		ABRIL	5050	523
		MAYO	5367	526
		JUNIO	4678	524
		JULIO	4865	524
		AGOSTO	5141	526
		SEPTIEMBRE	5319	527
		OCTUBRE	5360	528
		NOVIEMBRE	5491	528
		DICIEMBRE	5241	526
	III	ENERO	28018	1959
		FEBRERO	28309	1965
		MARZO	28938	1961
		ABRIL	28123	1972
		MAYO	30667	2082
		JUNIO	30451	2097
		JULIO	29562	2086
		AGOSTO	29491	2104
		SEPTIEMBRE	33168	2115
		OCTUBRE	33865	2143
		NOVIEMBRE	33875	2158
		DICIEMBRE	33290	2152

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 59. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XII-I, II, III - 2017

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
XII	I	ENERO	39346	4251
		FEBRERO	44822	4256
		MARZO	46957	5386
		ABRIL	43844	5382
		MAYO	47484	5409
		JUNIO	45510	5398
		JULIO	44596	5386
		AGOSTO	49153	5380
		SEPTIEMBRE	45561	4325
		OCTUBRE	45480	4353
		NOVIEMBRE	45835	4354
		DICIEMBRE	46455	4333
	II	ENERO	14982	1296
		FEBRERO	17656	1292
		MARZO	16442	1295
		ABRIL	15346	1294
		MAYO	16521	1300
		JUNIO	15389	1303
		JULIO	14975	1299
		AGOSTO	16779	1303
		SEPTIEMBRE	16882	1297
		OCTUBRE	17886	1304
		NOVIEMBRE	17026	1308
		DICIEMBRE	17578	1309
	III	ENERO	28658	2773
		FEBRERO	31282	2774
		MARZO	28594	2778
		ABRIL	27694	2781
		MAYO	29277	2829
		JUNIO	28086	2817
		JULIO	27068	2817
		AGOSTO	29218	2833
		SEPTIEMBRE	29789	2834
		OCTUBRE	32809	3068
		NOVIEMBRE	32033	3072
		DICIEMBRE	33026	3079

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 60. Conexiones Activas Y Volumen Facturado-Zona XII-IV, V - 2017

ZONA	SUB ZONA	MES	VOL. FACT.	CONEXIONES
XII	IV	ENERO	17402	1772
		FEBRERO	20290	1783
		MARZO	20435	1786
		ABRIL	18701	1787
		MAYO	19858	1796
		JUNIO	17504	1795
		JULIO	17298	1785
		AGOSTO	18496	1798
		SEPTIEMBRE	18890	1754
		OCTUBRE	19969	1878
		NOVIEMBRE	19461	1880
		DICIEMBRE	20961	1879
	V	ENERO	24836	2781
		FEBRERO	27865	2784
		MARZO	26864	3033
		ABRIL	25045	3043
		MAYO	25579	3045
		JUNIO	25589	3044
		JULIO	25700	3038
		AGOSTO	27555	3058
		SEPTIEMBRE	42444	4667
		OCTUBRE	43113	4722
		NOVIEMBRE	42925	4750
		DICIEMBRE	44346	4719

Fuente: (Elaboración Propia)

Demanda Por Zona

Tabla N° 61. Demandas Por Zonas – I (2017)

DESCRIPCION	UNIDAD	ZONA II	ZONA III	ZONA IV-I	ZONA IV-II	ZONA V-I	ZONA V-II	ZONA V-III	ZONA VII-I	ZONA VII-II	ZONA VII-III	ZONA VIII-I	ZONA VIII-II	ZONA VIII-III	ZONA VIII-IV
MES	u	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	AGOSTO	DICIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	OCTUBRE	SEPTIEMBRE	SEPTIEMBRE	FEBRERO	OCTUBRE	FEBRERO	FEBRERO	MARZO
CONEXIONES DOMICILIARIAS	u	1735	1215	3579	2315	1569	944	676	1657	6069	1220	4752	635	1424	2508
HAB. POR CONEX. DOMESTICA	hab	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47
POBLACION SERVIDA	hab	9490.45	6646.05	19577.13	12663.05	8582.43	5163.68	3697.72	9063.79	33197.43	6673.4	25993.44	3473.45	7789.28	13718.76
CONSUMO DE AGUA															
CONSUMO DE AGUA	m3	30348	44468	112278	37191	19463	14750	9008	21531	98649	30196	107215	8230	22356	31317
AGUA NO CONTABILIZADA		0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.47	0.34	0.34	0.34	0.47	0.47	0.47	0.47
TOTAL DE CONSUMO DE AGUA	m3	44512.51	65222.83	164682.21	54549.39	28547.09	21634.36	13212.36	28826.55	132075.16	40427.59	157256.12	12071.24	32790.35	45933.78
DEMANDA/ USUARIO															
DEMANDA/USUARIO	lt/hab/dia	156.34	327.13	271.35	138.96	107.30	149.63	115.26	106.01	132.62	216.36	195.16	124.12	150.35	108.01
CAUDAL DE DISEÑO															
CAUDAL PROMEDIO	lt/s	17.17	25.16	61.49	20.37	10.66	8.94	4.93	11.12	50.95	16.71	58.71	4.99	13.55	17.15
MAXIMO HORARIO															
K MAX HORARIO		2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	2.06	1.92	1.92	1.92	2.06	2.06	2.06	2.06
CAUDAL MAXIMO HORARIO	lt/s	35.45	51.95	126.93	42.04	22.00	18.46	10.18	21.34	97.79	32.07	121.21	10.30	27.98	35.40
MAXIMO DIARIO															
K MAX DIARIO		1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19	1.14	1.14	1.14	1.19	1.19	1.19	1.19
CAUDAL MAXIMO DIARIO	lt/s	20.44	29.94	73.17	24.24	12.68	10.64	5.87	12.68	58.09	19.05	69.87	5.94	16.13	20.41

Fuente: (Elaboración Propia)



DESCRIPCION	UNIDAD	ZONA IX-I	ZONA IX-II	ZONA IX-III	ZONA IX-IV	ZONA IX-V	ZONA IX-VI	ZONA IX-VII	ZONA IX-VIII	ZONA IX-IX	ZONA IX-X	ZONA IX-XI	ZONA IX-XII	ZONA IX-XIII	ZONA IX-XIV	ZONA IX-XV
MES	u	FEBRERO	DICIEMBRE	FEBRERO	DICIEMBRE	SEPTIEMBRE	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	FEBRERO	NOVIEMBRE	AGOSTO	OCTUBRE	DICIEMBRE	DICIEMBRE
CONEXIONES DOMICILIARIAS	u	4912	573	910	1962	579	1335	2952	10431	528	2158	5409	1309	3079	1880	4750
HAB. POR CONEX. DOMESTICA	hab	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47	5.47
POBLACION SERVIDA	hab	26868.64	3134.31	4977.7	10732.14	3167.13	7302.45	16147.44	57057.57	2888.16	11804.26	29587.23	7160.23	16842.13	10283.6	25982.5
CONSUMO DE AGUA																
CONSUMO DE AGUA	m3	95271	9171	15081	31856	11460	18889	46779	146914	5902	33875	49153	17886	33026	20961	44346
AGUA NO CONTABILIZADA		0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
TOTAL DE CONSUMO DE AGUA	m3	127552.56	12278.50	20191.04	42650.06	15343.10	25289.34	62629.56	196694.24	7901.83	45353.18	65807.97	23946.48	44216.51	28063.41	59372.17
DEMANDA/ USUARIO																
DEMANDA/USUARIO	lt/hab/dia	169.55	126.37	144.87	128.20	161.48	123.68	138.52	123.12	97.71	128.07	71.75	107.88	84.69	88.03	73.71
CAUDAL DE DISEÑO																
CAUDAL PROMEDIO	lt/s	52.73	4.58	8.35	15.92	5.92	10.45	25.89	81.31	3.27	17.50	24.57	8.94	16.51	10.48	22.17
MAXIMO HORARIO																
K MAX HORARIO		1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
CAUDAL MAXIMO HORARIO	lt/s	101.19	8.80	16.02	30.56	11.36	20.06	49.68	156.04	6.27	33.58	47.15	17.16	31.68	20.11	42.54
MAXIMO DIARIO																
K MAX DIARIO		1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14	1.14
CAUDAL MAXIMO DIARIO	lt/s	60.11	5.23	9.51	18.15	6.75	11.92	29.51	92.69	3.72	19.95	28.01	10.19	18.82	11.94	25.27

Tabla N° 62. Demandas Por Zonas – II (2017)

Fuente: (Elaboración Propia)



Caudal Promedio En Cada Nodo Por Zona

Tabla N° 63. Caudal Promedio Por Nodo-Zona III (Línea Norte) - 2017

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
III		III.18	J-3	14	0.2940	lts/seg
		III.22	J-4	26	0.5425	lts/seg
		III.23	J-5	4	0.0869	lts/seg
		III.25	J-6	4	0.0869	lts/seg
		III.27	J-7	4	0.0765	lts/seg
		III.32	J-9	27	0.5529	lts/seg
		III.4	J-79	11	0.2215	lts/seg
		III.6	J-81	6	0.1179	lts/seg
		III.7	J-82	6	0.1179	lts/seg
		III.3	J-83	37	0.7703	lts/seg
		III.1	J-85	22	0.4597	lts/seg
		III.2	J-88	22	0.4597	lts/seg
		III.9	J-89	78	1.6194	lts/seg
		III.8	J-90	36	0.7496	lts/seg
		III.12	J-94	31	0.6460	lts/seg
		III.13	J-95	18	0.3768	lts/seg
		III.36	J-96	79	1.6401	lts/seg
		III.14	J-98	86	1.7851	lts/seg
		III.5	J-99	11	0.2215	lts/seg
		III.10	J-100	23	0.4804	lts/seg
		III.11	J-101	29	0.6046	lts/seg
		III.15	J-102	282	5.8444	lts/seg
		III.16	J-104	79	1.6298	lts/seg
		III.17	J-105	79	1.6298	lts/seg
		III.19	J-107	17	0.3492	lts/seg
		III.20	J-109	17	0.3492	lts/seg
		III.21	J-110	17	0.3492	lts/seg
		III.24	J-111	4	0.0869	lts/seg
		III.26	J-112	4	0.0869	lts/seg
		III.28	J-113	4	0.0765	lts/seg
		III.29	J-114	19	0.3975	lts/seg
		III.30	J-115	19	0.3975	lts/seg
		III.31	J-116	19	0.3975	lts/seg
		III.33	J-118	27	0.5529	lts/seg
		III.34	J-120	27	0.5529	lts/seg
III.35	J-121	27	0.5529	lts/seg		

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 64. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IV (R-Picchu) - 2017

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
IV	I	IV-I.1	J-3	155	2.154	lts/seg
		IV-I.2	J-4	284	3.946	lts/seg
		IV-I.3	J-5	64	0.890	lts/seg
		IV-I.4	J-6	72	1.002	lts/seg
		IV-I.5	J-7	110	1.529	lts/seg
		IV-I.6	J-8	110	1.529	lts/seg
		IV-I.7	J-9	110	1.529	lts/seg
		IV-I.8	J-10	110	1.529	lts/seg
		IV-I.9	J-13	160	2.224	lts/seg
		IV-I.10	J-15	859	11.931	lts/seg
		IV-I.11	J-17	424	5.890	lts/seg
		IV-I.12	J-18	138	1.918	lts/seg
		IV-I.13	J-20	340	4.723	lts/seg
		IV-I.14	J-24	257	3.571	lts/seg
		IV-I.15	J-25	98	1.363	lts/seg
		IV-I.16	J-26	106	1.474	lts/seg
		IV-I.17	J-27	84	1.168	lts/seg
		IV-I.18	J-28	84	1.168	lts/seg
		IV-I.19	J-29	84	1.168	lts/seg
	IV-II.20	J-31	82	1.140	lts/seg	
	IV-II.21	J-35	37	0.516	lts/seg	
	IV-II.22	J-36	36	0.498	lts/seg	
	IV-II.23	J-39	36	0.498	lts/seg	
	IV-II.24	J-40	36	0.498	lts/seg	
	IV-II.25	J-41	36	0.498	lts/seg	
	IV-II.26	J-43	507	7.043	lts/seg	
	IV-II.27	J-45	133	1.853	lts/seg	
	IV-II.30	J-46	133	1.853	lts/seg	
	IV-II.31	J-48	133	1.853	lts/seg	
	IV-II.32	J-49	114	1.585	lts/seg	
	IV-II.33	J-52	106	1.474	lts/seg	
	IV-II.34	J-54	118	1.640	lts/seg	
	IV-II.35	J-55	63	0.877	lts/seg	
	IV-II.36	J-56	136	1.890	lts/seg	
	IV-II.37	J-57	46	0.641	lts/seg	
	IV-II.38	J-58	280	3.890	lts/seg	
	IV-II.39	J-59	69	0.960	lts/seg	
	IV-II.40	J-60	35	0.484	lts/seg	
	IV-II.41	J-61	35	0.484	lts/seg	
IV-II.28	J-63	35	0.484	lts/seg		
IV-II.29	J-65	35	0.484	lts/seg		

Fuente: (Elaboración Propia)

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
V	I	V-I.11	J-11	37	0.303	lts/seg
		V-I.12	J-13	224	1.823	lts/seg
		V-I.13	J-17	445	3.618	lts/seg
		V-I.14	J-18	349	2.838	lts/seg
		V-I.15	J-23	49	0.400	lts/seg
		V-I.16	J-20	49	0.400	lts/seg
		V-I.17	J-21	49	0.400	lts/seg
		V-I.18	J-22	49	0.400	lts/seg
		V-I.19	J-27	240	1.953	lts/seg
	II	V-II.6	J-2	34	0.278	lts/seg
		V-II.7	J-6	377	3.066	lts/seg
		V-II.8	J-8	80	0.652	lts/seg
		V-II.10	J-9	217	1.766	lts/seg
		V-II.9	J-10	80	0.652	lts/seg
		V-II.5	J-11	129	1.050	lts/seg
	III	V-III.1	J-5	189	1.201	lts/seg
		V-III.2	J-7	476	3.023	lts/seg
		V-III.3	J-9	22	0.141	lts/seg
		V-III.4	J-10	89	0.567	lts/seg

Tabla

N°

65.

Caudal

Promedio

Por

Nodo

-

Zona

V (R-Puquin) - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 66. Caudal Promedio Por Nodo-Zona VII (R-5) - 2017

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
VII	I	VII-I.1	J-2	237	2.086	lts/seg
		VII-I.2	J-6	441	3.883	lts/seg
		VII-I.3	J-8	203	1.789	lts/seg
		VII-I.4	J-9	203	1.789	lts/seg
		VII-I.5	J-10	203	1.789	lts/seg
		VII-I.6	J-12	102	0.897	lts/seg
		VII-I.7	J-13	116	1.020	lts/seg
		VII-I.8	J-14	143	1.260	lts/seg
		VII-I.9	J-15	143	1.258	lts/seg
		VII-I.10	J-16	143	1.260	lts/seg
		VII-I.11	J-17	143	1.260	lts/seg
	III	VII-III.12	J-25	93	0.818	lts/seg
		VII-III.13	J-26	117	1.029	lts/seg
		VII-III.14	J-29	448	3.944	lts/seg
		VII-III.15	J-30	517	4.552	lts/seg
		VII-III.16	J-31	92	0.809	lts/seg
		VII-III.17	J-33	114	1.003	lts/seg
		II	VII-II.18	J-18	85	0.747
	VII-II.19		J-20	517	4.552	lts/seg
	VII-II.20		J-22	556	4.895	lts/seg
	VII-II.21		J-34	272	2.394	lts/seg
	VII-II.22		J-35	154	1.355	lts/seg
	VII-II.23		J-36	733	6.454	lts/seg
	VII-II.24		J-37	231	2.033	lts/seg
	VII-II.28		J-39	599	5.274	lts/seg
	VII-II.29		J-40	297	2.614	lts/seg
	VII-II.30		J-43	506	4.455	lts/seg
	VII-II.31		J-44	425	3.742	lts/seg
	VII-II.25		J-45	231	2.033	lts/seg
	VII-II.26		J-46	231	2.033	lts/seg
	VII-II.27		J-47	231	2.033	lts/seg
	VII-II.32		J-49	323	2.843	lts/seg
	VII-II.33	J-51	100	0.879	lts/seg	

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 67. Caudal Promedio Por Nodo-Zona VIII (Línea Norte) - 2017

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)		
VIII	I	VIII-I.1	J-26	243	2.6327	lts/seg	
		VIII-I.2	J-27	108	1.1714	lts/seg	
		VIII-I.3	J-29	151	1.6332	lts/seg	
		VIII-I.4	J-30	151	1.6332	lts/seg	
		VIII-I.5	J-31	151	1.6332	lts/seg	
		VIII-I.6	J-32	176	1.9020	lts/seg	
		VIII-I.7	J-33	176	1.9020	lts/seg	
		VIII-I.8	J-35	222	2.4054	lts/seg	
		VIII-I.9	J-36	288	3.1198	lts/seg	
		VIII-I.11	J-38	106	1.1498	lts/seg	
		VIII-I.10	J-40	439	4.7542	lts/seg	
		VIII-I.12	J-41	171	1.8533	lts/seg	
		VIII-I.16	J-42	811	8.7808	lts/seg	
		VIII-I.18	J-43	106	1.1498	lts/seg	
		VIII-I.20	J-44	80	0.8611	lts/seg	
		VIII-I.21	J-45	514	5.5660	lts/seg	
		VIII-I.22	J-46	185	2.0049	lts/seg	
		VIII-I.24	J-47	146	1.5827	lts/seg	
		VIII-I.17	J-72	106	1.1498	lts/seg	
		VIII-I.25	J-12	107	1.1606	lts/seg	
		VIII-I.19	J-73	132	1.4240	lts/seg	
		VIII-I.23	J-75	226	2.4487	lts/seg	
		VIII-I.13	J-122	209	2.2647	lts/seg	
		VIII-I.14	J-124	209	2.2647	lts/seg	
	VIII-I.15	J-125	209	2.2647	lts/seg		
		II	VIII-II.26	J-14	639	4.9898	lts/seg
		III	VIII-III.35	J-24	544	4.5450	lts/seg
			VIII-III.27	J-50	134	1.1209	lts/seg
			VIII-III.28	J-51	206	1.7222	lts/seg
			VIII-III.29	J-54	224	1.8726	lts/seg
			VIII-III.30	J-55	91	0.7618	lts/seg
			VIII-III.31	J-57	97	0.8119	lts/seg
			VIII-III.32	J-58	81	0.6783	lts/seg
	VIII-III.33		J-59	109	0.9122	lts/seg	
	VIII-III.34	J-77	135	1.1293	lts/seg		
	IV	VIII-IV.36	J-60	406	4.4420	lts/seg	
		VIII-IV.37	J-61	399	4.3655	lts/seg	
		VIII-IV.38	J-62	125	1.3693	lts/seg	
		VIII-IV.39	J-64	432	4.7263	lts/seg	
		VIII-IV.40	J-65	105	1.1506	lts/seg	
		VIII-IV.41	J-66	100	1.0959	lts/seg	

Fuente: (Elaboración Propia)

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)		
IX	I	IX-I.1	J-4	150	1.406	lts/seg	
		IX-I.2	J-5	134	1.256	lts/seg	
		IX-I.3	J-6	158	1.481	lts/seg	
		IX-I.4	J-8	118	1.106	lts/seg	
		IX-I.5	J-11	214	2.005	lts/seg	
		IX-I.6	J-13	280	2.624	lts/seg	
		IX-I.7	J-15	105	0.985	lts/seg	
		IX-I.8	J-16	105	0.985	lts/seg	
		IX-I.10	J-19	364	3.410	lts/seg	
		IX-I.11	J-20	489	4.581	lts/seg	
		IX-I.12	J-22	251	2.352	lts/seg	
		IX-I.13	J-23	370	3.466	lts/seg	
		IX-I.14	J-24	205	1.921	lts/seg	
		IX-I.15	J-25	229	2.146	lts/seg	
		IX-I.16	J-26	132	1.237	lts/seg	
		IX-I.17	J-28	143	1.340	lts/seg	
		IX-I.18	J-29	127	1.191	lts/seg	
		IX-I.9	J-30	593	5.555	lts/seg	
		II	IX-II.19	J-33	191	1.790	lts/seg
			IX-II.20	J-38	329	3.082	lts/seg
		III	IX-III.21	J-42	473	4.431	lts/seg
			IX-III.22	J-45	160	1.500	lts/seg
			IX-III.23	J-48	270	2.530	lts/seg
		IV	IX-IV.25	J-51	130	1.219	lts/seg
			IX-IV.26	J-52	474	4.440	lts/seg
			IX-IV.27	J-53	167	1.565	lts/seg
			IX-IV.28	J-54	132	1.237	lts/seg
			IX-IV.29	J-55	160	1.500	lts/seg
			IX-IV.30	J-56	192	1.799	lts/seg
			IX-IV.31	J-58	121	1.134	lts/seg
			IX-IV.24	J-59	252	2.361	lts/seg
			IX-IV.32	J-62	189	1.771	lts/seg
			IX-IV.33	J-63	146	1.369	lts/seg
			IX-IV.34	J-65	146	1.369	lts/seg

Tabla N° 68. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IX-I, II, III, IV (R-1) - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)



ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
IX	V	IX-V.35	J-68	160	1.500	lts/seg
		IX-V.36	J-70	140	1.312	lts/seg
		IX-V.37	J-71	186	1.743	lts/seg
		IX-V.38	J-72	169	1.584	lts/seg
		IX-V.39	J-75	140	1.312	lts/seg
	VI	IX-VI.40	J-81	129	1.209	lts/seg
		IX-VI.41	J-82	210	1.968	lts/seg
		IX-VI.42	J-83	138	1.294	lts/seg
		IX-VI.43	J-84	187	1.753	lts/seg
		IX-VI.44	J-87	121	1.134	lts/seg
		IX-VI.45	J-88	156	1.462	lts/seg
		IX-VI.46	J-91	124	1.163	lts/seg
		IX-VI.47	J-94	186	1.743	lts/seg
		IX-VI.48	J-96	212	1.987	lts/seg
		IX-VI.49	J-98	168	1.575	lts/seg
	VII	IX-VII.50	J-79	204	1.912	lts/seg
		IX-VII.51	J-80	410	3.841	lts/seg
		IX-VII.55	J-105	164	1.537	lts/seg
		IX-VII.54	J-106	511	4.787	lts/seg
		IX-VII.56	J-110	211	1.977	lts/seg
		IX-VII.52	J-116	558	5.227	lts/seg
		IX-VII.53	J-117	187	1.753	lts/seg
		IX-VII.57	J-119	107	1.003	lts/seg
		IX-VII.58	J-123	165	1.547	lts/seg
		IX-VII.59	J-124	109	1.022	lts/seg
		IX-VII.60	J-125	115	1.078	lts/seg
		IX-VII.61	J-126	209	1.959	lts/seg
		IX-VII.62	J-130	140	1.312	lts/seg

Tabla N° 69. Caudal Promedio Por Nodo-Zona IX-V, VI, VII (R-1) - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N°
Caudal
Por
Zona XI
R-12) -

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
XI	I	XI-I.9	J-2	524	4.838	lts/seg
		XI-I.10	J-5	1001	9.244	lts/seg
		XI-I.11	J-7	164	1.512	lts/seg
		XI-I.12	J-12	164	1.512	lts/seg
		XI-I.13	J-16	314	2.898	lts/seg
		XI-I.14	J-19	356	3.286	lts/seg
		XI-I.15	J-23	221	2.039	lts/seg
		XI-I.16	J-24	221	2.039	lts/seg
		XI-I.17	J-27	842	7.775	lts/seg
		XI-I.18	J-31	229	2.113	lts/seg
		XI-I.19	J-34	224	2.066	lts/seg
		XI-I.20	J-35	97	0.893	lts/seg
		XI-I.21	J-37	247	2.279	lts/seg
		XI-I.24	J-39	355	3.277	lts/seg
		XI-I.28	J-41	143	1.318	lts/seg
		XI-I.29	J-43	206	1.900	lts/seg
		XI-I.30	J-44	123	1.133	lts/seg
		XI-I.31	J-45	121	1.115	lts/seg
		XI-I.35	J-49	236	2.177	lts/seg
		XI-I.36	J-51	529	4.884	lts/seg
		XI-I.34	J-54	127	1.170	lts/seg
		XI-I.33	J-55	233	2.150	lts/seg
		XI-I.32	J-56	574	5.300	lts/seg
	XI-I.25	J-109	355	3.277	lts/seg	
	XI-I.26	J-110	355	3.277	lts/seg	
	XI-I.27	J-111	355	3.277	lts/seg	
	XI-I.23	J-113	247	2.279	lts/seg	
	II	XI-II.1	J-59	132	0.431	lts/seg
		XI-II.2	J-60	120	0.392	lts/seg
		XI-II.3	J-62	103	0.336	lts/seg
		XI-II.4	J-69	103	0.336	lts/seg
		XI-II.5	J-63	135	0.443	lts/seg
		XI-II.6	J-66	135	0.443	lts/seg
	III	XI-II.8	J-70	135	0.443	lts/seg
		XI-III.37	J-73	263	1.385	lts/seg
		XI-III.38	J-74	97	0.510	lts/seg
		XI-III.39	J-76	229	1.206	lts/seg
		XI-III.40	J-77	122	0.642	lts/seg
		XI-III.41	J-78	143	0.753	lts/seg
		XI-III.42	J-80	224	1.182	lts/seg
		XI-III.43	J-83	224	1.182	lts/seg
		XI-III.44	J-84	126	0.663	lts/seg
		XI-III.45	J-85	193	1.016	lts/seg
		XI-III.46	J-86	140	0.737	lts/seg
		XI-III.48	J-87	298	1.570	lts/seg
		XI-III.49	J-89	226	1.190	lts/seg
		XI-III.50	J-91	226	1.190	lts/seg
		XI-III.47	J-94	140	0.737	lts/seg
		XI-III.51	J-96	101	0.531	lts/seg
		XI-III.52	J-97	110	0.580	lts/seg
		XI-III.53	J-99	110	0.580	lts/seg
	XI-III.54	J-102	110	0.580	lts/seg	
	XI-III.55	J-105	80	0.420	lts/seg	
	XI-III.56	J-106	80	0.420	lts/seg	
	XI-III.57	J-108	80	0.420	lts/seg	

70.
Promedio
Nodo-
(R-10 Y
2017



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla

N° 71.

Caudal

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
XII	I	XII-I.1	J-2	125	0.798	lts/seg
		XII-I.2	J-8	300	1.917	lts/seg
		XII-I.3	J-10	198	1.265	lts/seg
		XII-I.4	J-11	152	0.971	lts/seg
		XII-I.5	J-12	187	1.195	lts/seg
		XII-I.6	J-14	187	1.195	lts/seg
		XII-I.7	J-16	142	0.907	lts/seg
		XII-I.8	J-18	111	0.709	lts/seg
		XII-I.9	J-22	84	0.537	lts/seg
		XII-I.10	J-23	84	0.537	lts/seg
		XII-I.11	J-24	84	0.537	lts/seg
		XII-I.12	J-28	84	0.537	lts/seg
		XII-I.13	J-31	90	0.578	lts/seg
		XII-I.14	J-32	90	0.578	lts/seg
		XII-I.15	J-33	144	0.920	lts/seg
		XII-I.16	J-26	141	0.901	lts/seg
	II	XII-II.17	J-74	96	0.613	lts/seg
		XII-II.18	J-75	96	0.613	lts/seg
		XII-II.19	J-76	96	0.613	lts/seg
		XII-II.20	J-79	96	0.613	lts/seg
		XII-II.21	J-83	96	0.613	lts/seg
		XII-II.22	J-84	96	0.613	lts/seg
		XII-II.23	J-86	96	0.613	lts/seg
		XII-II.24	J-89	105	0.671	lts/seg
		XII-II.25	J-91	105	0.671	lts/seg
		XII-II.26	J-93	93	0.597	lts/seg
	III	XII-III.27	J-96	93	0.597	lts/seg
		XII-III.28	J-97	120	0.767	lts/seg
		XII-III.29	J-99	199	1.271	lts/seg
		XII-III.30	J-100	114	0.728	lts/seg
		XII-III.31	J-101	114	0.728	lts/seg
		XII-III.32	J-103	255	1.629	lts/seg
		XII-III.33	J-104	228	1.457	lts/seg
		XII-III.34	J-69	96	0.613	lts/seg
		XII-III.35	J-174	96	0.613	lts/seg
		XII-III.36	J-181	96	0.613	lts/seg
		XII-III.37	J-182	96	0.613	lts/seg
		XII-III.38	J-178	96	0.613	lts/seg
		XII-III.39	J-177	96	0.613	lts/seg
		XII-III.40	J-185	96	0.613	lts/seg
		XII-III.41	J-184	96	0.613	lts/seg
		XII-III.42	J-171	96	0.613	lts/seg
		XII-III.43	J-170	96	0.613	lts/seg
		XII-III.44	J-167	105	0.671	lts/seg
		XII-III.45	J-168	105	0.671	lts/seg
		XII-III.46	J-43	193	1.233	lts/seg
		XII-III.47	J-45	293	1.872	lts/seg
		XII-III.48	J-37	280	1.789	lts/seg
		XII-III.49	J-38	155	0.990	lts/seg
		XII-III.50	J-39	100	0.639	lts/seg
		XII-III.51	J-40	100	0.639	lts/seg

Promedio Por Nodo-Zona XII-I, II, III (R-13 Y R-14) - 2017



Fuente: (Elaboración Propia)



ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
XII	IV	XII-IV.52	J-52	154	0.984	lts/seg
		XII-IV.53	J-53	140	0.894	lts/seg
		XII-IV.54	J-54	140	0.894	lts/seg
		XII-IV.55	J-55	257	1.642	lts/seg
		XII-IV.56	J-56	374	2.390	lts/seg
		XII-IV.57	J-57	191	1.220	lts/seg
		XII-IV.58	J-58	128	0.818	lts/seg
		XII-IV.59	J-59	128	0.818	lts/seg
		XII-IV.60	J-60	250	1.597	lts/seg
		XII-IV.61	J-61	163	1.041	lts/seg
		XII-IV.62	J-63	609	3.891	lts/seg
		XII-IV.64	J-66	96	0.613	lts/seg
	V	XII-V.69	J-106	544	1.986	lts/seg
		XII-V.65	J-107	247	0.902	lts/seg
		XII-V.83	J-128	340	1.241	lts/seg
		XII-V.84	J-131	214	0.781	lts/seg
		XII-V.85	J-135	90	0.328	lts/seg
		XII-V.74	J-137	115	0.419	lts/seg
		XII-V.72	J-138	115	0.419	lts/seg
		XII-V.71	J-140	231	0.843	lts/seg
		XII-V.75	J-143	159	0.581	lts/seg
		XII-V.70	J-144	751	2.742	lts/seg
		XII-V.80	J-145	329	1.201	lts/seg
		XII-V.81	J-146	612	2.234	lts/seg
		XII-V.82	J-147	612	2.234	lts/seg
		XII-V.79	J-148	159	0.581	lts/seg
		XII-V.77	J-149	159	0.581	lts/seg
		XII-V.66	J-160	575	2.099	lts/seg
XII-V.68	J-163	193	0.706	lts/seg		
XII-V.67	J-164	193	0.706	lts/seg		
XII-V.78	J-165	159	0.581	lts/seg		
XII-V.73	J-190	115	0.419	lts/seg		
XII-V.76	J-192	159	0.581	lts/seg		

Tabla N° 72. Caudal Promedio Por Nodo-Zona XII-IV, V (R-13 Y R-14) - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

ZONA	SUBZONA	PUNTOS	PTO WATERCAD	N° CONEXIONES	Q prom (lts/seg)	
MARGEN DERECHA		1	J-3	145	1.269	lts/seg
		4	J-4	227	1.988	lts/seg
		5	J-7	372	3.259	lts/seg
		6	J-8	301	2.637	lts/seg
		9	J-10	261	2.286	lts/seg
		10	J-12	276	2.418	lts/seg
		2	J-13	168	1.470	lts/seg
		3	J-14	255	2.233	lts/seg
		7	J-15	239	2.093	lts/seg
		8	J-18	251	2.198	lts/seg
		11	J-19	254	2.225	lts/seg
		12	J-20	207	1.812	lts/seg

Tabla N° 73. Caudal Promedio Por Nodo-Margen Derecha - 2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Análisis Hidráulico De Cada Zona

Tabla N° 74. Análisis Hidráulico De La Zona IV/ R.Picchu/ Piuray/2017(Parte I)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-1	PICCHU	J-1	50	254	3456.26	3451	140	0.26	85.17	0.00937	1.68	3456.26	3455.79	5
P-2	J-1	J-2	28	254	3451	3451	140	-5	29.13	0.00128	0.57	3455.79	3455.76	5
P-3	J-2	J-3	50	250	3451	3446	150	0	29.13	0.00122	0.59	3455.76	3455.69	10
P-4	J-3	J-4	151	250	3446	3439	150	2	24.68	0.00090	0.50	3455.69	3455.56	17
P-5	J-4	J-5	85	250	3439	3438	150	-4	16.53	0.00043	0.34	3455.56	3455.52	18
P-6	J-5	J-6	107	250	3438	3436	150	-3	14.70	0.00034	0.30	3455.52	3455.49	19
P-7	J-6	J-7	173	250	3436	3429	150	2	12.63	0.00026	0.26	3455.49	3455.44	26
P-8	J-7	J-8	92	250	3429	3418	150	6	9.47	0.00015	0.19	3455.44	3455.43	37
P-9	J-8	J-9	316	203.2	3418	3408	140	5	6.31	0.00022	0.19	3455.43	3455.36	47
P-10	J-9	J-10	210	152.4	3408	3402	140	1	3.16	0.00025	0.17	3455.36	3455.30	53
P-11	PICCHU	J-11	54	254	3456.26	3450	140	1.26	83.76	0.00908	1.65	3456.26	3455.77	6
P-12	J-11	J-1	3	254	3450	3451	140	-6	-56.04	0.00431	-1.11	3455.77	3455.76	5
P-13	J-11	J-12	100	254	3450	3440	140	5	139.80	0.02345	2.76	3455.77	3453.43	13
P-14	J-12	J-13	225	254	3440	3420	150	15	139.80	0.02063	2.76	3453.43	3448.78	29
P-15	J-13	J-14	370	254	3420	3417	150	-2	70.96	0.00588	1.40	3448.78	3446.61	30
P-26	J-14	J-25	130	101.6	3417	3408	130	4	13.09	0.02904	1.61	3446.61	3442.83	35
P-27	J-25	J-26	40	152.4	3408	3405	130	-2	10.28	0.00258	0.56	3442.83	3442.73	38
P-28	J-26	J-27	84	152.4	3405	3399	130	1	7.24	0.00135	0.40	3442.73	3442.62	44
P-29	J-27	J-28	675	101.6	3399	3383	150	11	4.82	0.00350	0.59	3442.62	3440.25	57
P-30	J-28	J-29	244	152.4	3383	3375	130	3	2.41	0.00018	0.13	3440.25	3440.21	65
P-16	J-14	J-15	59	254	3417	3415	150	-3	57.87	0.00403	1.14	3446.61	3446.37	31
P-17	J-15	J-16	140	254	3415	3412	150	-2	33.24	0.00144	0.66	3446.37	3446.17	34
P-18	J-16	J-17	121	254	3412	3410	150	-3	33.24	0.00144	0.66	3446.17	3445.99	36
P-77	J-17	PRV-3	104	152.4	3410	3403	150	2	21.08	0.00747	1.16	3445.99	3445.22	42
P-78	PRV-3	J-18	26	152.4	3403	3404	150	-6	21.08	0.00747	1.16	3418.00	3417.81	14



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 75. Análisis Hidráulico De La Zona IV/ R.Picchu/ Piuray/2017(Parte II)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-20	J-18	J-19	64	152.4	3404	3403	150	-4	17.12	0.00508	0.94	3417.81	3417.48	14
P-21	J-19	J-20	56	160	3403	3402	150	-4	17.12	0.00401	0.85	3417.48	3417.26	15
P-22	J-20	J-21	39	160	3402	3402	150	-5	7.37	0.00084	0.37	3417.26	3417.22	15
P-23	J-21	J-22	126	152.4	3402	3404	140	-7	7.37	0.00121	0.40	3417.22	3417.07	13
P-24	J-22	J-23	220	152.4	3404	3405	150	-6	7.37	0.00107	0.40	3417.07	3416.84	12
P-25	J-23	J-24	164	152.4	3405	3397	150	3	7.37	0.00107	0.40	3416.84	3416.66	20
P-31	J-13	J-30	10	254	3420	3420	140	-5	64.25	0.00556	1.27	3448.78	3448.73	29
P-37	J-30	J-36	136	254	3420	3429	150	-14	4.11	0.00003	0.08	3448.73	3448.72	20
P-38	J-36	J-37	101	200	3429	3432	130	-8	1.30	0.00001	0.04	3448.72	3448.72	17
P-39	J-37	J-38	443	110	3432	3412	150	15	1.30	0.00021	0.14	3448.72	3448.63	37
P-40	J-38	J-39	43	101.6	3412	3411	140	-4	1.30	0.00035	0.16	3448.63	3448.61	38
P-42	J-36	J-41	108	101.6	3429	3423	130	1	1.78	0.00072	0.22	3448.72	3448.64	26
P-43	J-41	J-39	274	101.6	3423	3411	150	7	0.76	0.00011	0.09	3448.64	3448.61	38
P-41	J-39	J-40	176	110	3411	3402	150	4	1.03	0.00014	0.11	3448.61	3448.59	47
P-32	J-30	J-31	40	203.2	3420	3422	140	-7	60.14	0.01458	1.85	3448.73	3448.14	26
P-75	J-31	PRV-2	47	203.2	3404	3417	140	-18	57.78	0.01353	1.78	3448.14	3447.51	31
P-76	PRV-2	J-32	523	203.2	3417	3392	140	20	57.82	0.01355	1.78	3432.00	3424.91	33
P-34	J-32	J-33	14	203.2	3392	3392	140	-5	1.06	0.00001	0.03	3424.91	3424.91	33
P-35	J-33	J-34	317	152.4	3392	3382	140	5	1.06	0.00003	0.06	3424.91	3424.90	43
P-36	J-34	J-35	32	101.6	3382	3379	140	-2	1.06	0.00024	0.13	3424.90	3424.89	46
P-44	J-32	J-42	67	203.2	3392	3396	140	-9	56.75	0.01309	1.75	3424.91	3424.04	28
P-45	J-42	J-43	90	200	3396	3402	150	-11	56.75	0.01245	1.81	3424.04	3422.91	21
P-46	J-43	J-44	46	200	3402	3401	150	-4	42.22	0.00720	1.34	3422.91	3422.58	22
P-48	J-44	J-46	266	203.2	3401	3419	140	-23	22.75	0.00241	0.70	3422.58	3421.94	3
P-49	J-46	J-47	91	110	3419	3416	150	-2	18.93	0.02996	1.99	3421.94	3419.22	3
P-50	J-47	J-48	65	101.6	3416	3416	150	-5	18.93	0.04412	2.33	3419.22	3416.35	0
P-51	J-48	J-49	237	101.6	3416	3396	140	15	15.10	0.03299	1.86	3416.35	3408.53	13
P-52	J-49	J-50	77	110	3396	3386	150	5	6.43	0.00406	0.68	3408.53	3408.22	22
P-53	J-50	J-51	55	101.6	3386	3389	140	-8	6.43	0.00679	0.79	3408.22	3407.85	19
P-54	J-51	J-52	214	101.6	3389	3392	150	-8	6.43	0.00597	0.79	3407.85	3406.57	15
P-55	J-52	J-53	177	101.6	3392	3386	150	1	3.39	0.00183	0.42	3406.57	3406.24	20
P-56	J-53	J-54	293	76.2	3386	3400	150	-19	3.39	0.00741	0.74	3406.24	3404.07	4
P-57	J-49	J-55	9	110	3396	3396	150	-5	5.40	0.00294	0.57	3408.53	3408.50	13
P-58	J-55	J-56	83	110	3396	3401	150	-10	3.59	0.00138	0.38	3408.50	3408.39	7
P-59	J-56	J-57	120	101.6	3401	3402	140	-6	-0.31	0.00002	-0.04	3408.39	3408.39	6
P-60	J-57	J-58	20	101.6	3402	3402	140	-5	-1.63	0.00053	-0.20	3408.39	3408.38	6
P-61	J-58	J-59	215	101.6	3402	3390	150	7	3.98	0.00246	0.49	3408.38	3407.85	18
P-62	J-59	J-60	308	110	3390	3379	150	6	2.00	0.00047	0.21	3407.85	3407.70	29
P-63	J-60	J-61	201	110	3379	3365	150	9	1.00	0.00013	0.11	3407.70	3407.68	43
P-64	J-58	J-62	136	90	3402	3404	140	-7	-13.65	0.04938	-2.15	3408.38	3401.66	-2
P-65	J-62	J-63	140	101.6	3404	3394	140	5	-6.05	0.00606	-0.75	3401.66	3400.81	7
P-66	J-63	J-64	146	101.6	3394	3391	140	-2	1.00	0.00022	0.12	3400.81	3400.78	10
P-67	J-64	J-65	46	76.2	3391	3395	150	-9	1.00	0.00077	0.22	3400.78	3400.74	6
P-47	J-44	J-45	63	110	3401	3401	150	-5	19.46	0.03154	2.05	3422.58	3420.60	20
P-69	J-45	J-66	90	101.6	3401	3392	150	4	8.05	0.00906	0.99	3420.60	3419.78	28
P-70	J-66	J-67	59	101.6	3392	3392	130	-5	8.05	0.01180	0.99	3419.78	3419.09	27
P-71	J-67	J-68	198	101.6	3392	3386	150	1	8.05	0.00906	0.99	3419.09	3417.29	31
P-72	J-68	J-63	128	101.6	3386	3394	140	-13	8.05	0.01029	0.99	3417.29	3415.98	22
P-73	J-45	PRV-1	116	101.6	3401	3408	150	-12	7.59	0.00812	0.94	3420.60	3419.65	12
P-74	PRV-1	J-62	353	101.6	3408	3404	150	-1	7.60	0.00814	0.94	3418.00	3415.13	11

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 43 Modelo Hidráulico De La Zona IV

Fuente: (Elaboración Propia)



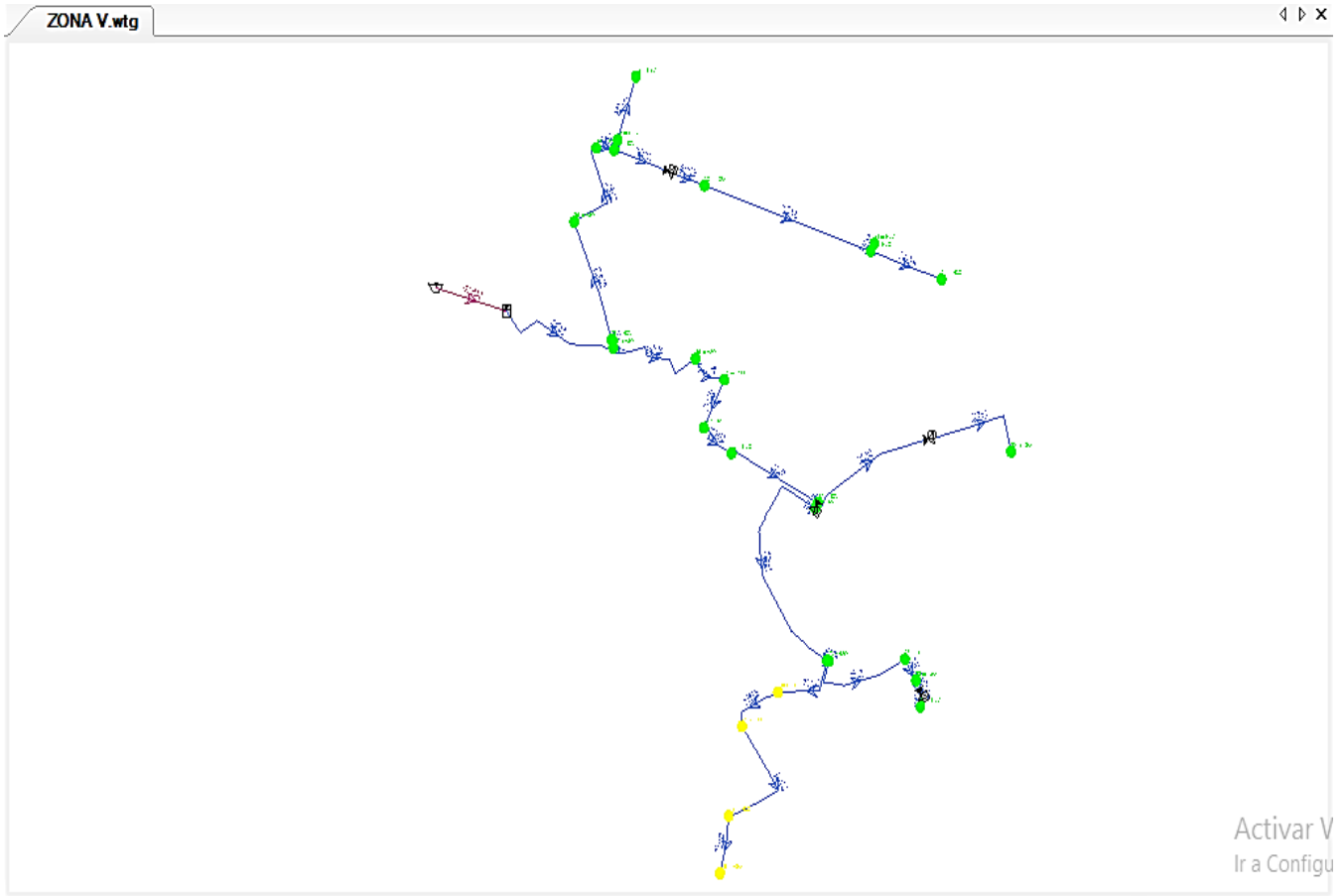


Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-1	PUQUIN	J-1	233	254	3484.78	3457	150	22.78	36.25	0.00169	0.72	3484.78	3484.39	27
P-11	J-1	J-11	13	203.2	3457	3458	140	-6	13.13	0.00087	0.40	3484.39	3484.37	26
P-12	J-11	J-2	199	203.2	3458	3460	140	-7	12.54	0.00080	0.39	3484.37	3484.21	24
P-3	J-2	J-3	168	160	3460	3456	150	-1	11.99	0.00207	0.60	3484.21	3483.87	28
P-4	J-3	J-4	35	152.4	3456	3452	140	-1	11.99	0.00299	0.66	3483.87	3483.76	32
P-5	J-4	J-5	17	101.6	3452	3452	150	-5	5.99	0.00524	0.74	3483.76	3483.67	32
P-6	J-5	J-6	105	110	3452	3446	150	1	5.99	0.00356	0.63	3483.67	3483.30	37
P-33	J-4	PRV-3	107	152.4	3452	3436	140	11	6.00	0.00083	0.33	3483.76	3483.67	48
P-34	PRV-3	J-7	71	152.4	3436	3439	140	-8	6.00	0.00083	0.33	3451.00	3450.94	12
P-8	J-7	J-8	328	101.6	3439	3425	150	9	6.00	0.00525	0.74	3450.94	3449.22	24
P-9	J-8	J-9	14	110	3425	3425	150	-5	3.45	0.00128	0.36	3449.22	3449.20	24
P-10	J-8	J-10	140	110	3425	3419	150	1	1.27	0.00020	0.13	3449.22	3449.19	30
P-13	J-1	J-12	195	152.4	3457	3438	150	14	23.13	0.00887	1.27	3484.39	3482.65	45
P-14	J-12	J-13	70	101.6	3438	3441	150	-8	23.13	0.06394	2.85	3482.65	3478.18	37
P-15	J-13	J-14	85	101.6	3441	3454	150	-18	19.56	0.04688	2.41	3478.18	3474.19	20
P-16	J-14	J-15	74	203.2	3454	3446	140	3	19.56	0.00182	0.60	3474.19	3474.06	28
P-17	J-15	J-16	187	152.4	3446	3437	140	4	19.56	0.00739	1.07	3474.06	3472.68	36
P-35	J-16	PRV-4	241	152.4	3437	3418	140	14	7.07	0.00112	0.39	3472.68	3472.41	54
P-36	PRV-4	J-17	204	152.4	3418	3403	140	10	7.07	0.00112	0.39	3428.00	3427.77	25
P-31	J-16	PRV-2	6	152.4	3437	3437	140	-5	12.49	0.00322	0.68	3472.68	3472.66	36
P-32	PRV-2	J-18	4	152.4	3437	3437	140	-5	12.49	0.00322	0.68	3452.00	3451.99	15
P-20	J-18	J-19	409	152.4	3437	3435	140	-3	6.94	0.00109	0.38	3451.99	3451.54	17
P-21	J-19	J-20	127	101.6	3435	3444	140	-14	3.13	0.00179	0.39	3451.54	3451.32	7
P-22	J-20	J-21	99	101.6	3444	3453	150	-14	2.35	0.00093	0.29	3451.32	3451.22	-2
P-23	J-21	J-22	224	76.2	3453	3464	150	-16	1.56	0.00176	0.34	3451.22	3450.83	-13
P-24	J-22	J-23	92	101.6	3464	3466	150	-7	0.78	0.00012	0.10	3450.83	3450.82	-15
P-25	J-19	J-24	4	152.4	3435	3435	140	-5	3.82	0.00036	0.21	3451.54	3451.54	17
P-26	J-24	J-25	197	101.6	3435	3425	140	5	3.82	0.00259	0.47	3451.54	3451.03	26
P-27	J-25	J-26	44	101.6	3425	3419	150	1	3.82	0.00228	0.47	3451.03	3450.93	32
P-29	J-26	PRV-1	23	76.2	3419	3416	150	-2	3.82	0.00925	0.84	3450.93	3450.72	35
P-30	PRV-1	J-27	26	76.2	3416	3413	150	-2	3.82	0.00925	0.84	3426.00	3425.76	13

Tabla N° 76. Análisis Hidráulico De La Zona V/ R.Puquin/ Piuray/2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 44 Modelo Hidráulico De La Zona V



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 77. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)	
P-1	Santa Ana	J-1	1349	400	3540	3427	150	108	246.84	0.00648	1.96	3540	3531.26	104
P-2	J-1	J-2	67	355	3427	3435	150	-13	246.84	0.01158	2.49	3531.26	3530.49	95
P-106	J-2	J-79	15	200	3436	3436	150	-5	21.92	0.00214	0.70	3530.49	3530.46	94
P-127	J-79	J-99	218	101.6	3436	3426	140	5	0.25	0.00002	0.03	3530.46	3530.45	104
P-150	J-79	PRV-7	3	200	3436	3436	150	-5	21.42	0.00205	0.68	3530.46	3530.45	94
P-151	PRV-7	J-80	3	200	3436	3436	150	-5	21.42	0.00205	0.68	3485.00	3484.99	49
P-108	J-80	J-81	12	63	3436	3436	150	-5	0.27	0.00017	0.09	3484.99	3484.99	49
P-109	J-81	J-82	307	63	3436	3445	150	-14	0.13	0.00004	0.04	3484.99	3484.98	40
P-110	J-80	J-83	19	203.2	3436	3430	150	1	21.15	0.00185	0.65	3484.99	3484.96	55
P-111	J-83	J-84	38	203.2	3430	3424	150	1	12.57	0.00071	0.39	3484.96	3484.93	61
P-112	J-84	J-85	59	203.2	3424	3420	150	-1	1.04	0.00001	0.03	3484.93	3484.93	65
P-113	J-85	J-86	11	203.2	3420	3420	150	-5	0.52	0.00000	0.02	3484.93	3484.93	65
P-114	J-86	J-87	250	203.2	3420	3441	150	-26	0.52	0.00000	0.02	3484.93	3484.93	44
P-115	J-87	J-88	307	203.2	3441	3493	150	-57	0.52	0.00000	0.02	3484.93	3484.93	-8
P-154	J-83	PRV-9	7	101.6	3430	3430	130	-5	7.71	0.01090	0.95	3484.96	3484.88	55
P-155	PRV-9	J-89	214	101.6	3430	3415	130	10	7.71	0.01090	0.95	3460.00	3457.67	43
P-117	J-89	J-90	82	101.6	3415	3415	130	-5	0.85	0.00018	0.10	3457.67	3457.65	43
P-118	J-90	J-91	208	101.6	3415	3420	130	-10	0.1	0.00000	0.01	3457.65	3457.65	38
P-119	J-91	J-92	158	90	3420	3412	150	3	0.1	0.00000	0.02	3457.65	3457.65	46
P-120	J-92	J-90	58	101.6	3412	3415	130	-8	0.1	0.00000	0.01	3457.65	3457.65	43
P-121	J-89	J-93	130	101.6	3415	3405	130	5	5.03	0.00494	0.62	3457.67	3457.03	52
P-122	J-93	J-94	143	101.6	3405	3412	150	-12	5.03	0.00379	0.62	3457.03	3456.48	44
P-123	J-94	J-95	72	101.6	3412	3418	150	-11	4.3	0.00284	0.53	3456.48	3456.28	38
P-124	J-95	J-96	35	101.6	3418	3418	150	-5	3.88	0.00234	0.48	3456.28	3456.20	38
P-125	J-96	J-97	67	101.6	3418	3416	130	-3	2.02	0.00091	0.25	3456.20	3456.14	40
P-126	J-97	J-98	90	101.6	3416	3411	150	0	2.02	0.00070	0.25	3456.14	3456.07	45
P-128	J-84	J-100	275	203.2	3424	3422	150	-3	11.53	0.00060	0.36	3484.93	3484.77	63
P-129	J-100	J-101	16	203.2	3422	3430	150	-13	10.98	0.00055	0.34	3484.77	3484.76	55
P-130	J-101	J-102	357	203.2	3430	3423	150	2	10.3	0.00049	0.32	3484.76	3484.58	62
P-131	J-102	J-103	90	203.2	3423	3417	150	1	3.69	0.00007	0.11	3484.58	3484.58	68
P-132	J-103	J-104	207	203.2	3417	3405	140	7	3.69	0.00008	0.11	3484.58	3484.56	80
P-133	J-104	J-105	312	203.2	3405	3400	140	0	1.84	0.00002	0.06	3484.56	3484.55	85
P-3	J-2	J-3	332	355	3436	3463	150	-32	224.92	0.00975	2.27	3530.49	3527.25	64
P-134	J-3	J-106	100	101.6	3463	3488	150	-30	0	0.00000	0.00	3527.25	3527.25	39
P-4	J-3	J-4	44	355	3463	3458	150	0	224.59	0.00972	2.27	3527.25	3526.82	69
P-152	J-4	PRV-8	6	63	3458	3458	150	-5	1.19	0.00269	0.38	3526.82	3526.81	69
P-153	PRV-8	J-107	6	63	3458	3458	150	-5	1.19	0.00269	0.38	3488.00	3487.98	30
P-136	J-107	J-108	86	63	3458	3466	150	-13	0.79	0.00126	0.25	3487.98	3487.88	22
P-137	J-108	J-109	163	63	3466	3437	150	24	0.4	0.00036	0.13	3487.88	3487.82	51
P-138	J-108	J-110	170	101.6	3466	3434	130	27	0.4	0.00005	0.05	3487.88	3487.87	54

I)

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 78. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte

II)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)	
P-5	J-4	J-5	2	355	3458	3458	150	-5	222.79	0.00958	2.25	3526.82	3526.81	69
P-156	J-5	PRV-10	148	101.6	3458	3434	130	19	0.1	0.00000	0.01	3526.81	3526.81	93
P-157	PRV-10	J-111	26	101.6	3434	3431	130	-2	0.1	0.00000	0.01	3454.00	3454.00	23
P-6	J-5	J-6	83	355	3458	3457	150	-4	222.59	0.00956	2.25	3526.81	3526.01	69
P-140	J-6	J-112	75	63	3457	3437	150	15	0.1	0.00003	0.03	3526.01	3526.01	89
P-7	J-6	J-7	6	355	3457	3457	150	-5	222.4	0.00955	2.25	3526.01	3525.95	69
P-141	J-7	J-113	85	101.6	3457	3434	130	18	0.09	0.00000	0.01	3525.95	3525.95	92
P-8	J-7	J-8	272	355	3457	3448	150	4	222.22	0.00953	2.25	3525.95	3523.36	75
P-142	J-8	J-114	3	63	3448	3448	150	-5	1.35	0.00340	0.43	3523.36	3523.35	75
P-143	J-114	J-115	243	63	3448	3456	150	-13	0.45	0.00044	0.14	3523.35	3523.24	67
P-144	J-114	J-116	177	63	3448	3429	150	14	0.45	0.00044	0.14	3523.35	3523.27	94
P-9	J-8	J-9	569	355	3448	3457	150	-14	220.87	0.00943	2.23	3523.36	3518.00	61
P-145	J-9	J-117	3	63	3457	3458	150	-6	1.88	0.00628	0.60	3518.00	3517.98	60
P-146	J-117	J-118	158	63	3458	3437	150	16	0.63	0.00083	0.20	3517.98	3517.85	81
P-147	J-117	J-119	272	63	3458	3452	150	1	1.25	0.00295	0.40	3517.98	3517.18	65
P-148	J-119	J-120	11	63	3452	3452	150	-5	0.63	0.00083	0.20	3517.18	3517.17	65
P-149	J-119	J-121	353	63	3452	3431	150	16	0.63	0.00083	0.20	3517.18	3516.88	86
P-10	J-9	J-10	73	355	3457	3460	150	-8	218.37	0.00923	2.21	3518.00	3517.33	57
P-11	J-10	J-11	215	315	3460	3457	150	-2	218.37	0.01652	2.80	3517.33	3513.77	57
P-46	J-11	PRV-1	347	152.4	3457	3426	130	26	59.35	0.06624	3.25	3513.77	3490.79	65
P-47	PRV-1	J-26	58	152.4	3426	3420	130	1	59.35	0.06624	3.25	3451.00	3447.16	27
P-29	J-26	J-27	6	152.4	3420	3420	130	-5	53.59	0.05483	2.94	3447.16	3446.83	27
P-39	J-27	J-37	245	101.6	3420	3420	130	-5	16.98	0.04702	2.09	3446.83	3435.31	15
P-40	J-37	J-38	121	101.6	3427	3421	130	1	2.55	0.00140	0.31	3435.31	3435.14	14
P-41	J-37	J-39	13	101.6	3427	3419	150	3	14.43	0.02669	1.78	3435.31	3434.96	16
P-42	J-39	J-40	8	101.6	3419	3419	150	-5	10.35	0.01442	1.28	3434.96	3434.85	16
P-43	J-39	J-41	702	101.6	3419	3384	150	30	4.07	0.00256	0.50	3434.96	3433.16	49
P-30	J-27	J-28	3	152.4	3420	3419	130	-4	34.02	0.02363	1.86	3446.83	3446.76	28
P-36	J-28	J-34	116	152.4	3419	3404	130	10	12.08	0.00347	0.66	3446.76	3446.36	42
P-37	J-34	J-35	386	203.2	3404	3400	140	-1	12.08	0.00075	0.37	3446.36	3446.07	46
P-38	J-35	J-36	434	203.2	3400	3391	140	4	6.82	0.00026	0.21	3446.07	3445.96	55
P-88	J-28	J-71	163	101.6	3419	3401	130	13	21.93	0.07552	2.70	3446.76	3434.45	33
P-89	J-71	J-70	295	160	3401	3383	150	13	19.15	0.00494	0.95	3434.45	3432.99	50
P-87	J-70	J-29	74	101.6	3383	3383	130	-5	19.15	0.05875	2.36	3432.99	3428.65	46
P-32	J-29	J-30	134	152.4	3383	3383	150	-5	15.55	0.00425	0.85	3428.65	3428.08	45
P-33	J-30	J-31	254	160	3383	3371	150	7	3.6	0.00022	0.18	3428.08	3428.02	57
P-34	J-30	J-32	16	152.4	3383	3382	130	-4	8.36	0.00176	0.46	3428.08	3428.05	46
P-35	J-32	J-33	503	152.4	3382	3373	130	4	4.18	0.00049	0.23	3428.05	3427.80	55
P-12	J-11	J-12	125	315	3457	3461	150	-9	159.02	0.00918	2.04	3513.77	3512.63	52
P-13	J-12	J-13	439	315	3461	3436	150	20	159.02	0.00918	2.04	3512.63	3508.60	73
P-164	J-13	PRV-12	4	152.4	3436	3439	130	-8	14.89	0.00512	0.82	3508.60	3508.57	70
P-165	PRV-12	J-122	32	152.4	3439	3436	130	-2	14.89	0.00512	0.82	3449.00	3448.84	13
P-159	J-122	J-123	111	152.4	3436	3408	130	23	4.96	0.00067	0.27	3448.84	3448.76	41
P-160	J-123	J-124	317	152.4	3408	3390	130	13	4.96	0.00067	0.27	3448.76	3448.55	59
P-161	J-122	J-125	494	152.4	3436	3400	130	31	4.96	0.00067	0.27	3448.84	3448.51	49
P-14	J-13	J-14	259	315	3446	3446	150	-5	144.13	0.00765	1.85	3508.60	3506.61	61
P-15	J-14	J-15	308	315	3446	3409	150	32	129.09	0.00624	1.66	3506.61	3504.69	96
P-17	J-15	J-16	11	315	3409	3405	150	-1	40.13	0.00072	0.51	3504.69	3504.68	100
P-50	J-16	PRV-2	13	63	3405	3405	150	-5	15.96	0.32979	5.12	3504.68	3500.40	95

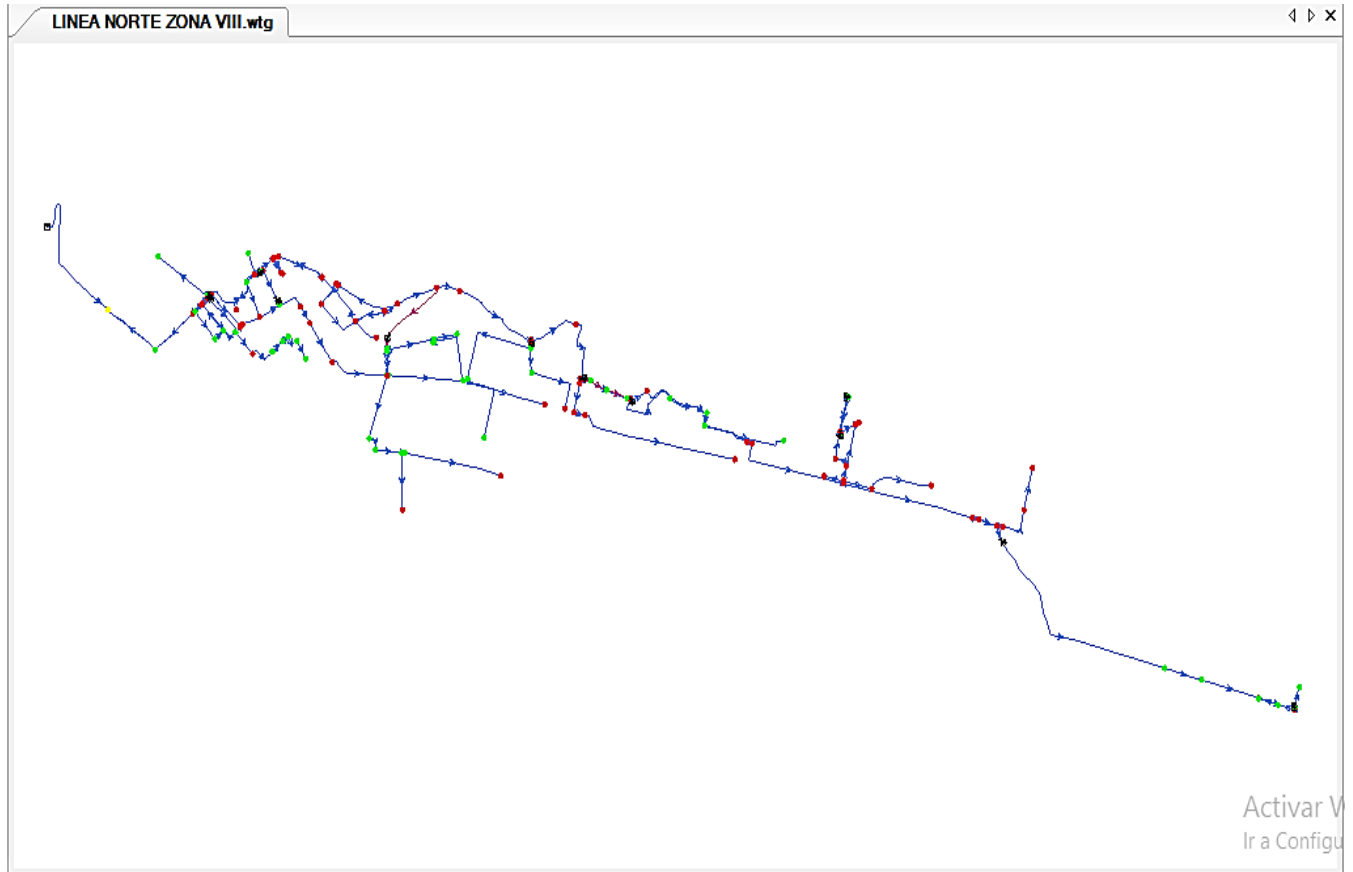
Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 79. Análisis Hidráulico De La Zona III Y VIII/ Línea Norte/ Piuray/2017(Parte III)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (Ips)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-92	PRV-2	J-73	43	63	3405	3406	150	-6	15.96	0.32979	5.12	3470.00	3455.82	50
P-93	J-73	J-44	92	63	3406	3403	150	-2	14.04	0.26011	4.50	3455.82	3431.89	29
P-49	J-44	J-45	110	63	3403	3397	150	1	12.11	0.19780	3.88	3431.89	3410.13	13
P-166	J-16	J-126	18	315	3405	3406	150	-6	24.17	0.00028	0.31	3504.68	3504.68	99
P-168	J-126	J-42	133	152.4	3406	3385	130	16	24.17	0.01255	1.33	3504.68	3503.01	118
P-90	J-42	J-72	59	152.4	3385	3384	130	-4	5.1	0.00070	0.28	3503.01	3502.97	119
P-91	J-72	J-43	812	152.4	3384	3379	130	0	2.55	0.00019	0.14	3502.97	3502.81	124
P-19	J-15	J-17	273	315	3409	3406	150	-2	88.95	0.00313	1.14	3504.69	3503.84	98
P-94	J-17	PRV-6	5	101.6	3396	3396	150	-5	13.25	0.02279	1.63	3503.84	3503.72	108
P-96	PRV-6	J-74	354	101.6	3396	3389	150	2	13.25	0.02279	1.63	3436.00	3427.93	39
P-97	J-74	J-46	206	101.6	3389	3383	150	1	13.25	0.02279	1.63	3427.93	3423.24	40
P-98	J-46	J-75	58	101.6	3383	3374	150	4	8.85	0.01079	1.09	3423.24	3422.61	49
P-99	J-75	J-47	441	110	3374	3379	150	-10	3.49	0.00131	0.37	3422.61	3422.04	43
P-20	J-17	J-18	102	315	3396	3405	150	-14	75.7	0.00232	0.97	3503.84	3503.60	99
P-21	J-18	J-19	667	250	3405	3374	130	26	75.7	0.00933	1.54	3503.60	3497.38	123
P-104	J-19	J-78	28	250	3374	3374	130	-5	75.7	0.00933	1.54	3497.38	3497.11	123
P-105	J-78	J-48	572	200	3374	3348	130	21	75.7	0.02766	2.41	3497.11	3481.29	133
P-56	J-48	J-49	9	152.4	3348	3349	150	-6	25.77	0.01084	1.41	3481.29	3481.19	132
P-57	J-49	J-50	102	76.2	3349	3351	150	-7	3.21	0.00670	0.70	3481.19	3480.51	130
P-102	J-49	J-77	148	90	3349	3347	150	-3	8.12	0.01661	1.28	3481.19	3478.74	132
P-103	J-77	J-51	330	90	3347	3352	150	-10	4.89	0.00649	0.77	3478.74	3476.59	125
P-59	J-49	J-52	3	152.4	3349	3350	150	-6	14.44	0.00371	0.79	3481.19	3481.18	131
P-74	J-52	J-59	72	152.4	3350	3361	150	-16	12.07	0.00266	0.66	3481.18	3480.99	120
P-75	J-59	J-55	80	160	3361	3370	150	-14	9.45	0.00133	0.47	3480.99	3480.88	111
P-64	J-55	J-56	127	90	3370	3407	150	-42	7.25	0.01346	1.14	3480.88	3479.17	72
P-67	J-56	PRV-3	155	63	3407	3431	150	-29	4.3	0.02907	1.38	3479.17	3474.67	44
P-68	PRV-3	J-57	15	90	3431	3431	150	-5	4.3	0.00512	0.68	3461.00	3460.92	30
P-70	J-57	PRV-4	169	90	3431	3404	150	22	1.96	0.00119	0.31	3460.92	3460.72	57
P-71	PRV-4	J-58	14	90	3404	3403	150	-4	1.96	0.00119	0.31	3434.00	3433.98	31
P-65	J-56	J-53	83	76.2	3407	3415	150	-13	2.95	0.00573	0.65	3479.17	3478.70	64
P-60	J-52	J-53	258	63	3350	3415	150	-70	2.37	0.00965	0.76	3481.18	3478.69	64
P-61	J-53	J-54	21	76.2	3415	3417	150	-7	5.32	0.01707	1.17	3478.69	3478.34	61
P-55	J-48	J-20	680	200	3348	3331	130	12	49.93	0.01280	1.59	3481.29	3472.59	142
P-23	J-20	J-21	35	200	3331	3327	130	-1	49.93	0.01280	1.59	3472.59	3472.14	145
P-24	J-21	J-22	100	200	3327	3323	150	-1	49.93	0.00982	1.59	3472.14	3471.16	148
P-25	J-22	J-23	35	200	3323	3324	150	-6	12.81	0.00079	0.41	3471.16	3471.13	147
P-100	J-23	J-76	187	200	3324	3345	130	-26	12.81	0.00103	0.41	3471.13	3470.94	126
P-101	J-76	J-24	192	101.6	3345	3383	150	-43	12.81	0.02141	1.58	3470.94	3466.83	84
P-72	J-22	PRV-5	74	152.4	3323	3320	150	-2	37.12	0.02131	2.03	3471.16	3469.58	150
P-76	PRV-5	J-60	1107	152.4	3320	3305	150	10	37.12	0.02131	2.03	3370.00	3346.41	41
P-78	J-60	J-61	197	152.4	3305	3303	150	-3	27.54	0.01226	1.51	3346.41	3343.99	41
P-80	J-61	J-62	303	152.4	3303	3292	150	6	18.12	0.00565	0.99	3343.99	3342.28	50
P-81	J-62	J-25	192	152.4	3292	3289	150	-2	15.13	0.00404	0.83	3342.28	3341.51	53
P-162	J-25	PRV-11	5	152.4	3289	3289	150	-5	15.13	0.00404	0.83	3341.51	3341.49	52
P-163	PRV-11	J-63	6	152.4	3289	3290	150	-6	15.13	0.00404	0.83	3319.00	3318.98	29
P-83	J-63	J-64	91	76.2	3290	3296	150	-11	10.19	0.05689	2.23	3318.98	3313.80	18
P-84	J-63	J-65	110	90	3290	3291	130	-6	4.94	0.00862	0.78	3318.98	3318.03	27
P-85	J-65	J-66	101	90	3291	3292	130	-6	2.41	0.00228	0.38	3318.03	3317.80	26

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 45 Modelo Hidráulico De Las Zonas III Y VIII



Fuente: (Elaboración Propia)



Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-1	R-5	J-1	19	200	3404.61	3402	140	-2.39	45.28	0.0093	1.4413	3404.61	3404.43	2
P-2	J-1	J-2	223	200	3402	3393	140	4	35.11	0.0058	1.1176	3404.43	3403.14	10
P-3	J-2	J-3	6	200	3393	3392	140	-4	31.11	0.0046	0.9903	3403.14	3403.11	11
P-4	J-3	J-4	292	200	3392	3376	150	11	31.11	0.0041	0.9903	3403.11	3401.91	26
P-5	J-4	J-5	337	200	3376	3356	130	15	31.11	0.0053	0.9903	3401.91	3400.12	44
P-6	J-5	J-6	21	152.4	3356	3355	130	-4	21.43	0.0100	1.1748	3400.12	3399.91	45
P-7	J-6	J-7	222	152.4	3355	3355	150	-5	10.3	0.0020	0.5646	3399.91	3399.47	44
P-8	J-7	J-8	155	152.4	3355	3350	140	0	10.3	0.0023	0.5646	3399.47	3399.12	49
P-9	J-8	J-9	109	101.6	3350	3347	150	-2	6.87	0.0068	0.8474	3399.12	3398.38	51
P-10	J-9	J-10	238	101.6	3347	3341	140	1	3.43	0.0021	0.4231	3398.38	3397.88	57
P-11	J-6	J-11	10	152.4	3355	3355	130	-5	3.68	0.0004	0.2017	3399.91	3399.90	45
P-12	J-11	J-12	357	152.4	3355	3359	150	-9	3.68	0.0003	0.2017	3399.90	3399.80	41
P-13	J-12	J-13	101	152.4	3359	3358	150	-4	1.96	0.0001	0.1074	3399.80	3399.79	42
P-14	J-5	J-14	599	254	3356	3366	150	-15	9.67	0.0001	0.1908	3400.12	3400.03	34
P-15	J-14	J-15	501	101.6	3366	3370	150	-9	7.25	0.0075	0.8943	3400.03	3396.29	26
P-16	J-15	J-16	239	76.2	3370	3387	150	-22	4.84	0.0143	1.0613	3396.29	3392.87	6
P-17	J-16	J-17	564	90	3387	3390	150	-8	2.42	0.0018	0.3804	3392.87	3391.87	2
P-18	J-1	J-18	162	200	3402	3391	140	6	10.17	0.0006	0.3237	3404.43	3404.34	13
P-19	J-18	J-19	58	200	3391	3380	140	6	8.74	0.0004	0.2782	3404.34	3404.31	24
P-20	J-19	J-20	405	203.2	3380	3359	140	16	8.74	0.0004	0.2695	3404.31	3404.15	45
P-21	R-5	J-21	418	350	3404.61	3374	140	25.61	105.93	0.0029	1.1010	3404.61	3403.38	29
P-22	J-21	J-22	96	250	3374	3367	150	2	105.93	0.0133	2.1580	3403.38	3402.10	35
P-23	J-22	J-23	10	250	3367	3366	150	-4	96.53	0.0112	1.9665	3402.10	3401.99	36
P-24	J-23	J-24	16	254	3366	3365	140	-4	96.53	0.0118	1.9050	3401.99	3401.80	37
P-53	J-24	PRV-1	37	203.2	3365	3364	140	-4	23.33	0.0025	0.7194	3401.80	3401.70	38
P-54	PRV-1	J-25	88	203.2	3364	3362	140	-3	23.33	0.0025	0.7194	3379.00	3378.78	17
P-26	J-25	J-26	290	203.2	3362	3351	140	6	21.76	0.0022	0.6710	3378.78	3378.13	27
P-27	J-26	J-27	129	203.2	3351	3347	140	-1	19.78	0.0019	0.6099	3378.13	3377.89	31
P-28	J-27	J-28	232	101.6	3347	3350	140	-8	7.57	0.0092	0.9337	3377.89	3375.76	26
P-29	J-28	J-29	83	101.6	3350	3350	130	-5	7.57	0.0105	0.9337	3375.76	3374.89	25
P-30	J-27	J-30	245	203.2	3347	3341	140	1	12.21	0.0008	0.3765	3377.89	3377.71	37
P-31	J-30	J-31	258	203.2	3341	3337	140	-1	3.48	0.0001	0.1073	3377.71	3377.69	41
P-32	J-31	J-32	28	203.2	3337	3335	140	-3	1.92	0.0000	0.0592	3377.69	3377.69	43
P-33	J-32	J-33	280	101.6	3335	3333	150	-3	1.92	0.0006	0.2368	3377.69	3377.51	45
P-34	J-24	J-34	208	254	3365	3376	140	-16	73.2	0.0071	1.4446	3401.80	3400.33	24
P-35	J-34	J-35	337	254	3376	3370	140	1	68.61	0.0063	1.3540	3400.33	3398.21	28
P-36	J-35	J-36	408	254	3370	3370	140	-5	66.01	0.0058	1.3027	3398.21	3395.83	26
P-37	J-36	J-37	260	254	3370	3369	140	-4	53.62	0.0040	1.0582	3395.83	3394.79	26
P-38	J-37	J-38	6	254	3369	3369	140	-5	40.52	0.0024	0.7997	3394.79	3394.78	26
P-39	J-38	J-39	446	152.4	3369	3353	140	11	40.52	0.0285	2.2213	3394.78	3382.08	29
P-40	J-39	J-40	212	152.4	3353	3352	140	-4	30.39	0.0167	1.6660	3382.08	3378.53	27
P-41	J-40	J-41	188	152.4	3352	3346	140	1	25.38	0.0120	1.3913	3378.53	3376.28	30
P-51	J-41	J-50	355	101.6	3346	3335	140	6	1.69	0.0006	0.2085	3376.28	3376.08	41
P-52	J-50	J-51	18	110	3335	3334	150	-4	1.69	0.0003	0.1778	3376.08	3376.07	42
P-42	J-41	J-42	204	152.4	3346	3348	140	-7	23.69	0.0105	1.2987	3376.28	3374.13	26
P-49	J-42	J-48	266	90	3348	3340	150	3	5.46	0.0080	0.8583	3374.13	3372.01	32
P-50	J-48	J-49	15	101.6	3340	3339	150	-4	5.46	0.0044	0.6735	3372.01	3371.95	33
P-43	J-42	J-43	176	152.4	3348	3357	140	-14	18.23	0.0065	0.9994	3374.13	3372.99	16
P-44	J-43	J-44	279	152.4	3357	3352	140	0	9.68	0.0020	0.5307	3372.99	3372.43	20
P-45	J-37	J-45	194	203.2	3369	3371	140	-7	9.2	0.0005	0.2837	3394.79	3394.71	24
P-46	J-45	J-46	85	254	3371	3369	140	-3	5.3	0.0001	0.1046	3394.71	3394.70	26
P-55	J-46	PRV-2	264	152.4	3369	3364	140	0	1.4	0.0001	0.0767	3394.70	3394.69	31
P-56	PRV-2	J-47	202	152.4	3364	3356	140	3	1.4	0.0001	0.0767	3374.00	3373.99	18
P-48	J-47	J-44	190	101.6	3356	3352	140	-1	-2.5	0.0012	0.3084	3372.43	3372.20	20

Tabla N° 80. Análisis Hidráulico De La Zona VII/ Koripata/ Vilcanota/2017

Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 46 Modelo Hidráulico De Las Zonas VII



Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 81. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte I)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)	
P-1	R-1	J-1	90	400	3370.86	3357	130	8.86	237.670	0.0079	1.8913	3370.86	3370.15	13
P-2	J-1	J-2	572	203.2	3357	3349	130	3	59.610	0.0164	1.8382	3370.15	3360.74	12
P-3	J-2	J-3	297	203.2	3349	3345	140	-1	22.790	0.0024	0.7028	3360.74	3360.03	15
P-4	J-3	J-4	90	152.4	3345	3339	130	1	22.790	0.0113	1.2494	3360.03	3359.01	20
P-5	J-4	J-5	291	152.4	3339	3332	130	2	20.080	0.0089	1.1008	3359.01	3356.42	24
P-6	J-5	J-6	66	152.4	3332	3332	130	-5	17.660	0.0070	0.9681	3356.42	3355.96	24
P-7	J-6	J-7	125	101.6	3332	3329	130	-2	14.810	0.0365	1.8267	3355.96	3351.40	22
P-8	J-7	J-8	156	110	3329	3331	150	-7	14.810	0.0190	1.5584	3351.40	3348.43	17
P-9	J-8	J-9	111	110	3331	3333	150	-7	12.680	0.0143	1.3343	3348.43	3346.84	14
P-10	J-9	J-10	64	152.4	3333	3331	130	-3	12.680	0.0038	0.6951	3346.84	3346.60	16
P-11	J-10	J-11	219	110	3331	3330	150	-4	12.680	0.0143	1.3343	3346.60	3343.48	13
P-12	J-11	J-12	11	110	3330	3329	140	-4	8.830	0.0083	0.9291	3343.48	3343.39	14
P-13	J-12	J-13	105	101.6	3329	3324	140	0	8.830	0.0122	1.0891	3343.39	3342.10	18
P-14	J-13	J-14	10	101.6	3324	3324	140	-5	3.800	0.0026	0.4687	3342.10	3342.08	18
P-15	J-14	J-15	154	110	3324	3322	150	-3	3.800	0.0015	0.3999	3342.08	3341.84	20
P-16	J-15	J-16	90	110	3322	3319	150	-2	1.900	0.0004	0.1999	3341.84	3341.80	23
P-17	J-16	J-17	33	63	3319	3320	150	-6	1.900	0.0064	0.6095	3341.80	3341.59	22
P-18	J-1	J-18	59	457.2	3357	3358	140	-6	178.060	0.0021	1.0846	3370.15	3370.03	12
P-19	J-18	J-19	403	304.8	3358	3337	140	16	178.060	0.0151	2.4403	3370.03	3363.94	27
P-189	J-2	J-39	453	254	3349	3331	130	13	36.820	0.0023	0.7267	3360.74	3359.71	29
P-30	J-19	J-30	380	203.2	3337	3331	140	1	51.630	0.0110	1.5921	3363.94	3359.77	29
P-31	J-30	J-31	28	203.2	3331	3331	140	-5	23.670	0.0026	0.7299	3359.77	3359.69	29
P-32	J-31	J-32	194	152.4	3331	3328	140	-2	9.340	0.0019	0.5120	3359.69	3359.33	31
P-33	J-32	J-33	301	110	3328	3328	150	-5	9.340	0.0081	0.9828	3359.33	3356.89	29
P-34	J-33	J-34	57	90	3328	3327	150	-4	5.900	0.0092	0.9274	3356.89	3356.37	29
P-35	J-34	J-35	275	110	3327	3320	150	2	5.900	0.0035	0.6208	3356.37	3355.42	35
P-36	J-35	J-36	25	90	3320	3321	150	-6	5.900	0.0092	0.9274	3355.42	3355.19	34
P-37	J-36	J-37	98	101.6	3321	3317	140	-1	5.900	0.0058	0.7277	3355.19	3354.62	38
P-38	J-37	J-38	212	90	3317	3317	150	-5	5.900	0.0092	0.9274	3354.62	3352.67	36
P-39	J-30	J-39	104	254	3331	3331	140	-5	17.340	0.0005	0.3422	3359.71	3359.66	29
P-40	J-39	J-40	388	254	3331	3329	140	-3	54.160	0.0040	1.0689	3359.71	3358.14	29
P-41	J-40	J-41	264	152.4	3329	3327	140	-3	7.140	0.0011	0.3914	3358.14	3357.84	31
P-42	J-41	J-42	223	101.6	3327	3324	140	-2	7.140	0.0082	0.8807	3357.84	3356.00	32
P-43	J-42	J-43	146	101.6	3324	3321	140	-2	-1.340	0.0004	-0.1653	3356.00	3355.95	35
P-44	J-43	J-44	151	152.4	3321	3316	140	0	-1.340	0.0001	-0.0735	3355.95	3355.94	40
P-46	J-40	J-46	362	254	3329	3322	140	2	47.020	0.0031	0.9280	3358.14	3357.01	35
P-47	J-46	J-47	81	152.4	3322	3321	140	-4	9.070	0.0018	0.4972	3357.01	3356.87	36
P-48	J-47	J-48	43	110	3321	3322	150	-6	9.070	0.0077	0.9544	3356.87	3356.54	35
P-49	J-48	J-44	257	110	3322	3316	150	1	4.220	0.0019	0.4441	3356.54	3356.06	40
P-45	J-44	J-45	36	152.4	3316	3315	140	-4	2.880	0.0002	0.1579	3356.06	3356.05	41
P-50	J-46	J-49	90	254	3322	3319	140	-2	37.950	0.0021	0.7490	3357.01	3356.83	38
P-169	J-49	PRV-3	52	304.8	3319	3317	140	-3	37.950	0.0009	0.5201	3356.83	3356.78	40
P-170	PRV-3	J-50	165	304.8	3317	3314	140	-2	37.950	0.0009	0.5201	3332.00	3331.86	18
P-52	J-50	J-51	88	152.4	3314	3314	140	-5	24.760	0.0114	1.3573	3331.86	3330.85	17
P-53	J-51	J-52	156	152.4	3314	3314	140	-5	22.410	0.0095	1.2285	3330.85	3329.37	15
P-54	J-52	J-53	20	101.6	3314	3313	140	-4	13.920	0.0284	1.7170	3329.37	3328.80	16
P-55	J-53	J-54	70	101.6	3313	3312	150	-4	10.910	0.0159	1.3457	3328.80	3327.69	16
P-56	J-54	J-55	143	101.6	3312	3313	150	-6	8.530	0.0101	1.0521	3327.69	3326.25	13
P-57	J-55	J-56	202	50.8	3313	3313	150	-5	5.650	0.1375	2.7876	3326.25	3298.47	-15
P-58	J-56	J-57	134	76.2	3313	3304	150	4	2.190	0.0033	0.4802	3298.47	3298.02	-6
P-59	J-57	J-58	228	101.6	3304	3305	150	-6	2.190	0.0008	0.2701	3298.02	3297.84	-7



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 82. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte II)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-60	J-50	J-59	34	152.4	3314	3312	140	-3	13.190	0.0036	0.7231	3331.86	3331.74	20
P-61	J-59	J-60	207	152.4	3312	3304	140	3	8.660	0.0016	0.4747	3331.74	3331.40	27
P-62	J-60	J-61	184	101.6	3304	3300	150	-1	8.660	0.0104	1.0682	3331.40	3329.49	29
P-63	J-61	J-62	154	101.6	3300	3297	140	-2	8.660	0.0118	1.0682	3329.49	3327.68	31
P-64	J-62	J-63	150	101.6	3297	3293	150	-1	5.260	0.0041	0.6488	3327.68	3327.06	34
P-65	J-63	J-64	75	101.6	3293	3291	150	-3	2.630	0.0011	0.3244	3327.06	3326.97	36
P-66	J-64	J-65	121	101.6	3291	3290	150	-4	2.630	0.0011	0.3244	3326.97	3326.83	37
P-67	J-31	J-66	351	203.2	3331	3327	140	-1	14.330	0.0010	0.4419	3359.69	3359.34	32
P-165	J-66	PRV-1	181	160	3327	3319	140	3	14.330	0.0033	0.7127	3359.34	3358.74	40
P-166	PRV-1	J-67	134	160	3319	3310	140	4	14.330	0.0033	0.7127	3334.00	3333.56	24
P-69	J-67	J-68	54	152.4	3310	3306	150	-1	14.330	0.0037	0.7856	3333.56	3333.36	27
P-70	J-68	J-69	49	160	3306	3306	150	-5	11.450	0.0019	0.5695	3333.36	3333.27	27
P-71	J-69	J-70	219	160	3306	3305	150	-4	11.450	0.0019	0.5695	3333.27	3332.85	28
P-72	J-70	J-71	468	152.4	3305	3296	150	4	8.920	0.0015	0.4890	3332.85	3332.14	36
P-73	J-71	J-72	336	152.4	3296	3293	150	-2	5.570	0.0006	0.3053	3332.14	3331.93	39
P-74	J-72	J-73	217	152.4	3293	3296	150	-8	2.530	0.0001	0.1387	3331.93	3331.90	36
P-75	J-73	J-74	258	110	3296	3287	150	4	2.530	0.0007	0.2662	3331.90	3331.71	45
P-76	J-74	J-75	118	152.4	3287	3284	150	-2	2.530	0.0001	0.1387	3331.71	3331.69	48
P-20	J-19	J-20	32	304.8	3337	3337	140	-5	119.900	0.0073	1.6432	3363.94	3363.71	27
P-21	J-20	J-21	339	304.8	3337	3341	140	-9	111.140	0.0063	1.5232	3363.71	3361.57	21
P-22	J-21	J-22	58	254	3341	3342	140	-6	111.140	0.0153	2.1934	3361.57	3360.68	19
P-23	J-22	J-23	55	254	3342	3340	140	-3	106.630	0.0142	2.1044	3360.68	3359.90	20
P-24	J-23	J-24	184	254	3340	3324	140	11	99.990	0.0126	1.9733	3359.90	3357.58	34
P-25	J-24	J-25	118	250	3324	3326	150	-7	96.300	0.0112	1.9618	3357.58	3356.26	30
P-26	J-25	J-26	111	110	3326	3328	150	-7	7.250	0.0051	0.7629	3356.26	3355.70	28
P-27	J-26	J-27	273	110	3328	3334	150	-11	4.870	0.0024	0.5125	3355.70	3355.04	21
P-28	J-27	J-28	123	101.6	3334	3329	140	0	4.870	0.0041	0.6007	3355.04	3354.54	26
P-29	J-28	J-29	284	101.6	3329	3322	140	2	2.290	0.0010	0.2825	3354.54	3354.25	32
P-77	J-25	J-76	56	110	3326	3325	150	-4	11.550	0.0120	1.2154	3356.26	3355.59	31
P-78	J-76	J-77	147	101.6	3325	3321	140	-1	11.550	0.0201	1.4246	3355.59	3352.64	32
P-79	J-77	J-78	29	101.6	3321	3321	150	-5	11.550	0.0177	1.4246	3352.64	3352.13	31
P-104	J-25	J-78	196	203.2	3326	3321	140	0	73.380	0.0211	2.2628	3356.26	3352.13	31
P-80	J-78	J-79	70	203.2	3321	3319	140	-3	84.930	0.0276	2.6189	3352.13	3350.20	31
P-81	J-79	J-80	45	203.2	3319	3319	140	-5	81.260	0.0255	2.5058	3350.20	3349.05	30
P-167	J-80	PRV-2	137	101.6	3319	3319	140	-5	29.400	0.1133	3.6264	3349.05	3333.53	15
P-168	PRV-2	J-81	25	101.6	3319	3319	140	-5	29.400	0.1133	3.6264	3329.00	3326.17	7
P-83	J-81	J-82	104	101.6	3319	3316	140	-2	16.010	0.0368	1.9748	3326.17	3322.34	6
P-84	J-82	J-83	109	101.6	3316	3314	140	-3	12.230	0.0223	1.5085	3322.34	3319.91	6
P-85	J-83	J-84	53	101.6	3314	3313	140	-4	9.740	0.0146	1.2014	3319.91	3319.14	6
P-86	J-84	J-85	31	101.6	3313	3312	140	-4	6.370	0.0067	0.7857	3319.14	3318.93	7
P-87	J-85	J-86	122	101.6	3312	3309	140	-2	7.750	0.0096	0.9559	3318.93	3317.76	9
P-88	J-81	J-87	201	101.6	3319	3315	140	-1	11.060	0.0185	1.3642	3326.17	3322.44	7
P-89	J-87	J-88	258	101.6	3315	3313	140	-3	8.870	0.0123	1.0941	3322.44	3319.27	6
P-90	J-88	J-89	48	101.6	3313	3312	140	-4	6.060	0.0061	0.7475	3319.27	3318.97	7
P-100	J-85	J-89	122	101.6	3312	3312	140	-5	-1.380	0.0004	-0.1702	3318.93	3318.88	7
P-91	J-89	J-90	61	101.6	3312	3311	140	-4	4.680	0.0038	0.5773	3318.97	3318.74	8
P-92	J-90	J-91	135	76.2	3311	3310	150	-4	4.680	0.0135	1.0262	3318.74	3316.93	7
P-93	J-91	J-92	126	76.2	3310	3311	150	-6	2.440	0.0040	0.5350	3316.93	3316.42	5
P-94	J-92	J-93	57	101.6	3311	3310	140	-4	2.440	0.0011	0.3010	3316.42	3316.35	6
P-101	J-86	J-93	148	101.6	3309	3310	140	-6	7.750	0.0096	0.9559	3317.76	3316.34	6
P-95	J-93	J-94	122	152.4	3310	3307	140	-2	10.190	0.0022	0.5586	3316.35	3316.08	9



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 83. Análisis Hidráulico De La Zona IX/ Los Andenes/ Vilcanota/2017(Parte III)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-96	J-94	J-95	26	152.4	3307	3307	140	-5	6.840	0.0011	0.3750	3316.08	3316.06	9
P-97	J-95	J-96	116	101.6	3307	3305	150	-3	4.560	0.0032	0.5625	3316.06	3315.69	11
P-98	J-96	J-97	200	101.6	3305	3305	150	-5	0.750	0.0001	0.0925	3315.69	3315.67	11
P-105	J-95	J-97	442	101.6	3307	3305	150	-3	2.280	0.0009	0.2812	3316.06	3315.67	11
P-99	J-97	J-98	156	101.6	3305	3306	140	-6	3.030	0.0017	0.3737	3315.67	3315.41	9
P-148	J-80	J-116	124	203.2	3319	3320	140	-6	34.540	0.0052	1.0651	3349.05	3348.41	28
P-106	J-80	J-99	54	152.4	3319	3320	140	-6	9.970	0.0021	0.5466	3349.05	3348.94	29
P-107	J-99	J-100	776	152.4	3320	3332	140	-17	7.470	0.0012	0.4095	3348.94	3347.98	16
P-141	J-99	J-131	141	101.6	3320	3319	140	-4	2.490	0.0012	0.3071	3348.94	3348.77	30
P-142	J-131	J-100	680	101.6	3319	3332	140	-18	2.490	0.0012	0.3071	3348.77	3347.98	16
P-108	J-100	J-101	26	160	3332	3336	140	-9	9.970	0.0017	0.4959	3347.98	3347.93	12
P-109	J-101	J-102	38	160	3336	3332	150	-1	9.970	0.0015	0.4959	3347.93	3347.88	16
P-162	J-102	J-138	175	101.6	3332	3331	140	-4	2.860	0.0015	0.3528	3347.88	3347.61	17
P-161	J-137	J-102	33	160	3332	3332	150	-5	-7.110	0.0008	-0.3536	3347.88	3347.85	16
P-164	J-137	J-138	124	101.6	3332	3331	140	-4	3.260	0.0019	0.4021	3347.85	3347.61	17
P-163	J-138	J-103	191	101.6	3331	3329	140	-3	6.120	0.0062	0.7549	3347.61	3346.43	17
P-160	J-135	J-137	266	160	3328	3332	150	-9	-3.850	0.0003	-0.1915	3347.85	3347.79	16
P-159	J-135	J-136	108	101.6	3328	3327	140	-4	9.600	0.0143	1.1841	3347.79	3346.25	19
P-157	J-106	J-136	22	101.6	3327	3327	140	-5	-5.990	0.0060	-0.7388	3346.25	3346.11	19
P-113	J-103	J-106	170	101.6	3329	3327	140	-3	3.160	0.0018	0.3898	3346.11	3345.81	19
P-111	J-103	J-104	95	101.6	3329	3328	140	-4	2.960	0.0016	0.3651	3346.43	3346.28	18
P-112	J-104	J-105	31	76.2	3328	3331	150	-8	2.960	0.0058	0.6491	3346.28	3346.10	15
P-155	J-133	J-135	190	160	3327	3328	150	-6	5.750	0.0005	0.2860	3347.79	3347.68	20
P-154	J-133	J-134	222	76.2	3327	3325	140	-3	4.500	0.0142	0.9868	3347.68	3344.53	20
P-158	J-136	J-107	133	101.6	3327	3327	140	-5	3.600	0.0023	0.4440	3346.25	3345.94	19
P-115	J-107	J-108	107	76.2	3327	3325	140	-3	3.600	0.0094	0.7894	3345.94	3344.93	20
P-152	J-108	J-134	86	101.6	3325	3325	140	-5	3.600	0.0023	0.4440	3344.93	3344.73	20
P-153	J-134	J-109	11	101.6	3325	3324	140	-4	8.110	0.0104	1.0003	3344.73	3344.62	21
P-150	J-117	J-133	155	160	3321	3327	150	-11	10.250	0.0016	0.5098	3347.68	3347.44	20
P-124	J-116	J-117	47	160	3320	3321	150	-6	21.530	0.0061	1.0708	3348.41	3348.12	27
P-149	J-117	J-110	298	101.6	3321	3323	140	-7	7.920	0.0100	0.9769	3348.12	3345.14	22
P-123	J-115	J-116	556	160	3310	3320	150	-15	-3.020	0.0002	-0.1502	3348.41	3348.32	28
P-122	J-114	J-115	539	101.6	3314	3310	140	-1	-3.020	0.0017	-0.3725	3348.32	3347.42	37
P-121	J-113	J-114	156	76.2	3317	3314	140	-2	-3.020	0.0068	-0.6622	3347.42	3346.35	32
P-120	J-112	J-113	488	101.6	3321	3317	140	-1	-3.020	0.0017	-0.3725	3346.35	3345.54	29
P-119	J-111	J-112	34	76.2	3322	3321	140	-4	-3.020	0.0068	-0.6622	3345.54	3345.31	24
P-118	J-110	J-111	102	101.6	3323	3322	140	-4	-3.020	0.0017	-0.3725	3345.31	3345.14	23
P-117	J-109	J-110	66	101.6	3324	3323	140	-4	-7.140	0.0082	-0.8807	3345.14	3344.59	22
P-127	J-109	J-118	14	101.6	3324	3324	140	-5	15.250	0.0336	1.8810	3344.62	3344.15	20
P-128	J-118	J-119	82	101.6	3324	3325	150	-6	4.910	0.0036	0.6056	3344.15	3343.85	19
P-129	J-119	J-120	69	76.2	3325	3326	150	-6	2.970	0.0058	0.6513	3343.85	3343.45	17
P-130	J-120	J-121	303	50.8	3326	3323	150	-2	2.970	0.0418	1.4653	3343.45	3330.78	8
P-131	J-121	J-122	149	63	3323	3330	150	-12	2.970	0.0147	0.9528	3330.78	3328.60	-1
P-132	J-122	J-123	104	63	3330	3327	150	-2	2.970	0.0147	0.9528	3328.60	3327.08	0
P-133	J-118	J-124	85	101.6	3324	3322	150	-3	10.340	0.0144	1.2754	3344.15	3342.92	21
P-134	J-124	J-125	151	101.6	3322	3320	150	-3	8.370	0.0097	1.0324	3342.92	3341.45	21
P-135	J-125	J-126	129	101.6	3320	3318	150	-3	6.290	0.0057	0.7758	3341.45	3340.71	23
P-136	J-126	J-127	104	101.6	3318	3315	150	-2	2.530	0.0011	0.3121	3340.71	3340.60	26
P-137	J-127	J-128	119	76.2	3315	3312	150	-2	2.530	0.0043	0.5548	3340.60	3340.09	28
P-138	J-128	J-129	175	90	3312	3318	150	-11	2.530	0.0019	0.3977	3340.09	3339.75	22
P-139	J-129	J-130	96	63	3318	3311	150	2	2.530	0.0109	0.8116	3339.75	3338.71	28

Fuente: (Elaboración Propia)



Figura N° 47 Modelo Hidráulico De Las Zonas IX

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 84. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte I)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-1	R-10	J-1	493	450	3341	3303	130	33	82.62	0.0006	0.5195	3341.00	3340.69	38
P-2	J-1	J-2	324	200	3303	3303	150	-5	52.52	0.0108	1.6718	3340.69	3337.20	34
P-3	J-2	J-3	100	160	3303	3299	150	-1	43.24	0.0223	2.1506	3337.20	3334.97	36
P-63	J-3	PRV-2	8	152.4	3299	3299	140	-5	43.24	0.0321	2.3704	3334.97	3334.71	36
P-64	PRV-2	J-4	9	152.4	3299	3299	140	-5	43.24	0.0321	2.3704	3319.00	3318.71	20
P-5	J-4	J-5	221	152.4	3299	3298	150	-4	43.24	0.0283	2.3704	3318.71	3312.46	14
P-6	J-5	J-6	299	110	3298	3290	150	3	5.8	0.0034	0.6103	3312.46	3311.46	21
P-7	J-6	J-7	84	101.6	3290	3287	140	-2	5.8	0.0056	0.7154	3311.46	3310.99	24
P-8	J-7	J-8	157	101.6	3287	3284	140	-2	2.9	0.0016	0.3577	3310.99	3310.75	27
P-9	J-8	J-9	223	76.2	3284	3280	150	-1	2.9	0.0056	0.6359	3310.75	3309.51	30
P-10	J-9	J-10	56	101.6	3280	3283	140	-8	2.9	0.0016	0.3577	3309.51	3309.42	26
P-11	J-10	J-11	45	101.6	3283	3282	150	-4	2.9	0.0014	0.3577	3309.42	3309.36	27
P-12	J-11	J-12	221	101.6	3282	3276	140	1	2.9	0.0016	0.3577	3309.36	3309.02	33
P-65	J-5	PRV-3	320	152.4	3298	3296	150	-3	19.69	0.0066	1.0794	3312.46	3310.36	14
P-66	PRV-3	J-13	57	152.4	3296	3294	150	-3	19.69	0.0066	1.0794	3306.00	3305.62	12
P-14	J-13	J-14	168	152.4	3294	3293	150	-4	5.56	0.0006	0.3048	3305.62	3305.52	13
P-15	J-14	J-15	315	76.2	3293	3289	150	-1	5.56	0.0185	1.2192	3305.52	3299.68	11
P-16	J-15	J-16	412	90	3289	3273	150	11	5.56	0.0082	0.8740	3299.68	3296.29	23
P-17	J-13	J-17	100	110	3294	3290	150	-1	14.13	0.0174	1.4868	3305.62	3303.88	14
P-18	J-17	J-18	173	110	3290	3292	150	-7	6.31	0.0039	0.6640	3303.88	3303.20	11
P-19	J-18	J-19	104	101.6	3292	3290	140	-3	6.31	0.0066	0.7783	3303.20	3302.52	13
P-20	J-17	J-20	98	110	3290	3287	150	-2	7.83	0.0058	0.8239	3303.88	3303.31	16
P-21	J-20	J-21	97	101.6	3287	3285	140	-3	7.83	0.0098	0.9658	3303.31	3302.36	17
P-22	J-21	J-22	82	101.6	3285	3283	140	-3	7.83	0.0098	0.9658	3302.36	3301.56	19
P-23	J-22	J-23	158	152.4	3283	3279	140	-1	7.83	0.0014	0.4292	3301.56	3301.34	22
P-24	J-23	J-24	880	152.4	3279	3277	140	-3	3.91	0.0004	0.2143	3301.34	3301.01	24
P-46	J-1	J-46	402	203.2	3303	3296	150	2	30.09	0.0036	0.9279	3340.69	3339.26	43
P-47	J-46	J-47	1465	200	3296	3268	150	23	30.09	0.0038	0.9578	3339.26	3333.63	66

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 85. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte II)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m.)	Final (m.s.n.m.)	
P-48	J-47	J-48	26	90	3268	3268	140	-5	15.8	0.0647	2.4836	3333.63	3331.95	64
P-79	J-48	PRV-10	16	90	3268	3268	140	-5	13.55	0.0487	2.1299	3331.95	3331.17	63
P-80	PRV-10	J-49	3	90	3268	3268	140	-5	13.55	0.0487	2.1299	3293.00	3292.85	25
P-50	J-49	J-50	139	90	3268	3263	150	0	9.37	0.0217	1.4729	3292.85	3289.84	27
P-51	J-50	J-51	172	76.2	3263	3266	150	-8	9.37	0.0487	2.0547	3289.84	3281.47	15
P-52	J-48	J-52	479	101.6	3268	3260	150	3	2.25	0.0009	0.2775	3331.95	3331.54	72
P-53	J-52	J-53	340	101.6	3260	3253	140	2	2.25	0.0010	0.2775	3331.54	3331.21	78
P-73	J-53	PRV-7	1106	101.6	3253	3244	140	4	2.25	0.0010	0.2775	3331.21	3330.13	86
P-74	PRV-7	J-54	6	101.6	3244	3243	140	-4	2.25	0.0010	0.2775	3274.00	3273.99	31
P-77	J-47	PRV-9	2023	160	3268	3242	150	21	14.3	0.0029	0.7112	3333.63	3327.81	86
P-78	PRV-9	J-55	51	160	3242	3243	150	-6	14.3	0.0029	0.7112	3272.00	3271.85	29
P-56	J-55	J-56	474	101.6	3243	3236	150	2	10.17	0.0140	1.2544	3271.85	3265.24	29
P-58	R-12	J-57	5135	750	3431	3283	130	143	79.69	0.0000	0.1804	3431.00	3430.75	148
P-59	J-57	J-25	794	350	3283	3304	130	-26	79.69	0.0020	0.8283	3430.75	3429.17	125
P-61	J-25	PRV-1	10	152.4	3304	3303	140	-4	73.42	0.0856	4.0249	3429.17	3428.31	125
P-62	PRV-1	J-26	21	152.4	3303	3303	140	-5	73.42	0.0856	4.0249	3423.00	3421.20	118
P-26	J-26	J-27	1273	160	3303	3275	150	23	73.42	0.0595	3.6516	3421.20	3345.52	71
P-27	J-27	J-28	530	160	3275	3288	150	-18	27.26	0.0095	1.3558	3345.52	3340.48	52
P-28	J-28	J-29	446	152.4	3288	3265	140	18	27.26	0.0137	1.4944	3340.48	3334.39	69
P-29	J-29	J-30	95	160	3265	3264	150	-4	27.26	0.0095	1.3558	3334.39	3333.49	69
P-30	J-30	J-31	129	152.4	3264	3284	150	-25	4.06	0.0004	0.2226	3333.49	3333.44	49
P-31	J-30	J-32	109	160	3264	3260	140	-1	23.21	0.0080	1.1544	3333.49	3332.61	73
P-32	J-27	J-32	1056	160	3275	3260	150	10	31.24	0.0122	1.5538	3345.52	3332.61	73
P-33	J-32	J-33	124	152.4	3260	3258	140	-3	54.45	0.0492	2.9850	3332.61	3326.51	69
P-67	J-33	PRV-4	19	101.6	3258	3261	150	-8	3.97	0.0024	0.4897	3326.51	3326.46	65
P-68	PRV-4	J-34	67	101.6	3261	3262	150	-6	3.97	0.0024	0.4897	3291.00	3290.84	29
P-35	J-33	J-35	268	152.4	3258	3251	140	2	50.48	0.0428	2.7673	3326.51	3315.04	64
P-36	J-35	J-36	396	152.4	3251	3247	140	-1	48.77	0.0401	2.6736	3315.04	3299.15	52
P-69	J-36	PRV-5	9	76.2	3247	3247	150	-5	13.12	0.0908	2.8770	3299.15	3298.33	51
P-165	PRV-5	J-119	108	76.2	3247	3248	150	-6	13.12	0.0908	2.8770	3297.00	3287.19	39
P-166	J-119	J-37	71	101.6	3248	3251	150	-8	13.12	0.0224	1.6183	3287.19	3285.60	35
P-155	J-37	J-112	329	76.2	3251	3251	150	-5	4.37	0.0119	0.9583	3285.60	3281.70	31
P-167	J-37	J-120	333	101.6	3251	3255	150	-9	4.37	0.0029	0.5390	3285.60	3284.63	30
P-168	J-120	J-114	165	76.2	3255	3264	150	-14	4.37	0.0119	0.9583	3284.63	3282.67	19
P-158	J-114	J-113	109	50.8	3264	3266	150	-7	4.37	0.0855	2.1561	3282.67	3273.36	7
P-38	J-36	J-38	214	152.4	3247	3245	140	-3	35.64	0.0225	1.9538	3299.15	3294.34	49
P-71	J-38	PRV-6	8	101.6	3245	3244	150	-4	25.15	0.0747	3.1021	3294.34	3293.74	50
P-72	PRV-6	J-39	180	101.6	3244	3242	150	-3	25.15	0.0747	3.1021	3289.00	3275.56	34
P-154	J-39	J-111	1365	76.2	3242	3255	150	-18	6.29	0.0233	1.3793	3275.56	3243.78	-11
P-161	J-39	J-116	146	101.6	3242	3240	150	-3	6.29	0.0057	0.7758	3275.56	3274.72	35
P-162	J-116	J-115	213	76.2	3240	3237	150	-2	6.29	0.0233	1.3793	3274.72	3269.76	33
P-160	J-115	J-109	66	63	3237	3236	150	-4	6.29	0.0588	2.0178	3269.76	3265.88	30
P-163	J-39	J-117	436	76.2	3242	3245	150	-8	6.29	0.0233	1.3793	3275.56	3265.41	20
P-164	J-117	J-110	90	110	3245	3244	150	-4	6.29	0.0039	0.6619	3265.41	3265.06	21
P-40	J-38	J-40	5	152.4	3245	3245	140	-5	10.49	0.0023	0.5751	3294.34	3294.33	49
P-41	J-40	J-41	478	101.6	3245	3243	140	-3	10.49	0.0168	1.2939	3294.33	3286.30	43
P-75	J-41	PRV-8	14	101.6	3243	3243	140	-5	7.96	0.0101	0.9818	3286.30	3286.16	43
P-76	PRV-8	J-42	349	101.6	3243	3239	140	-1	7.96	0.0101	0.9818	3258.00	3254.48	15
P-43	J-42	J-43	14	101.6	3239	3238	140	-4	7.96	0.0101	0.9818	3254.48	3254.34	16
P-44	J-43	J-44	185	101.6	3238	3235	140	-2	2.18	0.0009	0.2689	3254.34	3254.17	19
P-45	J-43	J-45	24	101.6	3238	3239	140	-6	2.14	0.0009	0.2640	3254.34	3254.32	15
P-81	J-25	J-58	448	350	3304	3338	130	-39	6.27	0.0000	0.0652	3429.17	3429.16	91
P-82	J-58	J-59	69	110	3338	3340	150	-7	6.27	0.0039	0.6598	3429.16	3428.89	89
P-83	J-59	J-60	149	110	3340	3363	150	-28	5.44	0.0030	0.5724	3428.89	3428.45	65
P-84	J-60	J-61	140	110	3363	3389	150	-31	4.69	0.0023	0.4935	3428.45	3428.13	39
P-94	J-61	PRV-11	17	90	3389	3391	150	-7	4.69	0.0060	0.7372	3428.13	3428.03	37

Fuente: (Elaboración Propia)



Tabla N° 86. Análisis Hidráulico De La Zona XI/ San Sebastian/ Vilcanota/2017(Parte III)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-95	PRV-11	J-62	16	90	3391	3393	150	-7	4.69	0.0060	0.7372	3421.00	3420.90	28
P-86	J-62	J-63	340	90	3393	3350	150	38	3.2	0.0030	0.5030	3420.90	3419.90	70
P-92	J-62	J-69	157	63	3393	3415	150	-27	0.85	0.0014	0.2727	3420.90	3420.68	6
P-87	J-63	J-64	85	63	3350	3353	150	-8	2.55	0.0110	0.8180	3419.90	3418.96	66
P-93	J-64	J-70	174	63	3353	3328	150	20	0.85	0.0014	0.2727	3418.96	3418.71	91
P-88	J-64	J-65	41	63	3353	3354	150	-6	1.7	0.0052	0.5454	3418.96	3418.74	65
P-89	J-65	J-66	58	90	3354	3350	150	-1	1.7	0.0009	0.2672	3418.74	3418.69	69
P-90	J-66	J-67	91	101.6	3350	3365	150	-20	0.85	0.0001	0.1048	3418.69	3418.68	54
P-91	J-67	J-68	174	90	3365	3387	150	-27	0.85	0.0003	0.1336	3418.68	3418.63	32
P-144	R-12	J-103	193	160	3431	3364	150	62	33.58	0.0140	1.6701	3431.00	3428.30	64
P-169	J-103	PRV-20	15	152.4	3364	3362	130	-3	2.42	0.0002	0.1327	3428.30	3428.30	66
P-170	PRV-20	J-104	529	152.4	3362	3317	130	40	2.42	0.0002	0.1327	3382.00	3381.91	65
P-147	J-104	J-105	110	152.4	3317	3305	130	7	0.81	0.0000	0.0444	3381.91	3381.90	77
P-149	J-104	J-107	51	152.4	3317	3316	130	-4	1.61	0.0001	0.0883	3381.91	3381.90	66
P-150	J-107	J-106	5	152.4	3316	3316	130	-5	0.81	0.0000	0.0444	3381.90	3381.90	66
P-151	J-107	J-108	111	152.4	3316	3304	130	7	0.81	0.0000	0.0444	3381.90	3381.90	78
P-145	J-103	J-71	137	160	3364	3361	150	-2	31.16	0.0122	1.5498	3428.30	3426.64	66
P-128	J-71	PRV-12	8	76.2	3361	3356	150	0	26.8	0.3410	5.8767	3426.64	3423.91	68
P-129	PRV-12	J-72	161	76.2	3356	3345	150	6	26.8	0.3410	5.8767	3424.00	3369.10	24
P-98	J-72	J-73	135	76.2	3345	3337	150	3	2.66	0.0047	0.5833	3369.10	3368.46	31
P-99	J-72	J-74	8	76.2	3345	3344	150	-4	24.14	0.2810	5.2934	3369.10	3366.85	23
P-100	J-74	J-75	16	76.2	3344	3342	150	-3	23.16	0.2602	5.0785	3366.85	3362.69	21
P-101	J-75	J-76	109	101.6	3342	3336	150	1	23.16	0.0641	2.8567	3362.69	3355.70	20
P-130	J-76	PRV-13	99	101.6	3336	3320	150	11	20.85	0.0528	2.5718	3355.70	3350.48	30
P-131	PRV-13	J-77	16	101.6	3320	3317	150	-2	20.85	0.0528	2.5718	3340.00	3339.16	22
P-103	J-77	J-78	75	101.6	3317	3318	150	-6	19.61	0.0471	2.4188	3339.16	3335.62	18
P-104	J-78	J-79	304	76.2	3318	3289	150	24	4.54	0.0127	0.9955	3335.62	3331.75	43
P-105	J-79	J-80	211	50.8	3289	3273	150	11	4.54	0.0917	2.2400	3331.75	3312.40	39
P-106	J-80	J-81	109	76.2	3273	3274	150	-6	2.27	0.0035	0.4978	3312.40	3312.02	38
P-107	J-81	J-82	298	63	3274	3272	150	-3	2.27	0.0089	0.7282	3312.02	3309.36	37
P-108	J-82	J-83	914	90	3272	3264	150	3	2.27	0.0016	0.3568	3309.36	3307.93	44
P-109	J-84	J-84	159	101.6	3318	3311	150	2	13.63	0.0240	1.6812	3335.62	3331.81	21
P-110	J-84	J-85	131	101.6	3311	3304	150	2	12.36	0.0200	1.5245	3331.81	3329.18	25
P-111	J-85	J-86	304	76.2	3304	3281	150	18	10.41	0.0592	2.2827	3329.18	3311.19	30
P-112	J-86	J-87	160	76.2	3281	3281	150	-5	7.58	0.0329	1.6621	3311.19	3305.93	25
P-113	J-87	J-88	39	50.8	3281	3278	150	-2	4.57	0.0928	2.2548	3305.93	3302.31	24
P-114	J-88	J-89	70	76.2	3278	3272	150	1	4.57	0.0129	1.0021	3302.31	3301.40	29
P-115	J-89	J-90	261	76.2	3272	3257	150	10	2.28	0.0036	0.5000	3301.40	3300.48	43
P-116	J-90	J-91	30	90	3257	3254	150	-2	2.28	0.0016	0.3584	3300.48	3300.43	46
P-117	J-86	J-92	210	76.2	3281	3267	150	9	1.41	0.0015	0.3092	3311.19	3310.88	44
P-118	J-92	J-93	152	101.6	3267	3260	150	2	1.41	0.0004	0.1739	3310.88	3310.83	51
P-119	J-93	J-94	61	50.8	3260	3265	150	-10	1.41	0.0105	0.6957	3310.83	3310.19	45
P-132	J-71	PRV-14	1437	90	3361	3358	150	-2	4.36	0.0053	0.6853	3426.64	3419.09	61
P-133	PRV-14	J-95	12	90	3358	3358	150	-5	4.36	0.0053	0.6853	3373.00	3372.94	15
P-140	J-95	PRV-18	514	63	3358	3341	150	12	1.02	0.0020	0.3272	3372.94	3371.90	31
P-141	PRV-18	PRV-17	189	63	3341	3307	150	29	1.02	0.0020	0.3272	3351.00	3350.62	44
P-139	PRV-17	J-96	72	63	3307	3292	150	10	1.02	0.0020	0.3272	3317.00	3316.85	25
P-134	J-95	PRV-15	196	63	3358	3345	150	8	3.34	0.0182	1.0715	3372.94	3369.37	24
P-136	PRV-15	PRV-16	292	63	3345	3311	150	29	3.34	0.0182	1.0715	3355.00	3349.68	39
P-137	PRV-16	J-97	218	63	3311	3281	150	25	3.34	0.0182	1.0715	3326.00	3322.03	41
P-123	J-97	J-98	178	63	3281	3285	150	-9	1.11	0.0024	0.3561	3322.03	3321.61	37
P-124	J-98	J-99	311	63	3285	3290	150	-10	1.11	0.0024	0.3561	3321.61	3320.87	31
P-142	J-97	PRV-19	14	63	3281	3279	150	-3	1.11	0.0024	0.3561	3322.03	3322.00	43
P-143	PRV-19	J-100	153	63	3279	3260	150	14	1.11	0.0024	0.3561	3309.00	3308.64	49
P-126	J-100	J-101	154	63	3260	3264	150	-9	1.11	0.0024	0.3561	3308.64	3308.27	44
P-127	J-101	J-102	134	63	3264	3281	150	-22	1.11	0.0024	0.3561	3308.27	3307.96	27

Fuente: (Elaboración Propia)

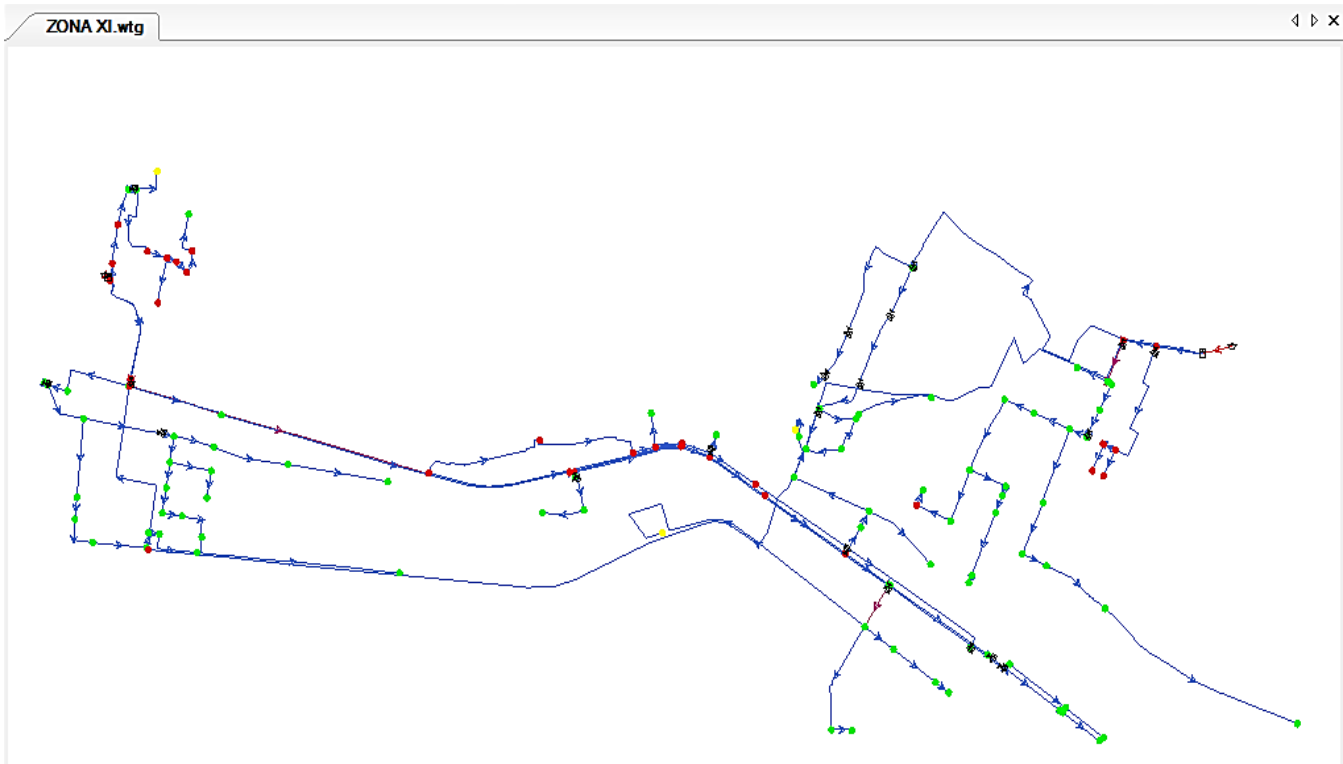


Figura N° 48 Modelo Hidráulico De Las Zonas XI

Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 87. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte I)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-1	R-13	J-1	41	350	3402	3387	130	10	116.11	0.0040	1.2068	3402.00	3401.84	15
P-2	J-1	J-2	155	152.4	3387	3388	150	-6	27.02	0.0118	1.4812	3401.84	3400.00	12
P-3	J-2	J-3	132	152.4	3388	3385	150	-2	25.49	0.0106	1.3974	3400.00	3398.60	14
P-4	J-3	J-4	6	101.6	3385	3384	150	-4	25.49	0.0765	3.1441	3398.60	3398.14	14
P-5	J-4	J-5	5	101.6	3384	3383	150	-4	23.76	0.0672	2.9307	3398.14	3397.80	15
P-6	J-5	J-6	67	101.6	3383	3370	150	8	23.76	0.0672	2.9307	3397.80	3393.30	23
P-7	J-6	J-7	105	101.6	3370	3355	150	10	12.56	0.0206	1.5492	3393.30	3391.13	36
P-8	J-7	J-8	14	101.6	3355	3355	150	-5	3.68	0.0021	0.4539	3391.13	3391.10	36
P-9	J-7	J-9	150	101.6	3355	3357	150	-7	8.88	0.0109	1.0953	3391.13	3389.50	33
P-10	J-9	J-10	170	101.6	3357	3351	140	1	8.88	0.0123	1.0953	3389.50	3387.41	36
P-11	J-10	J-11	140	101.6	3351	3349	140	-3	6.45	0.0068	0.7956	3387.41	3386.45	37
P-106	J-11	PRV-1	25	76.2	3349	3343	140	1	4.59	0.0148	1.0065	3386.45	3386.08	43
P-107	PRV-1	J-12	87	76.2	3343	3331	140	7	4.59	0.0148	1.0065	3373.00	3371.72	41
P-13	J-12	J-13	143	101.6	3331	3345	140	-19	2.29	0.0010	0.2825	3371.72	3371.57	27
P-14	J-13	J-14	175	50.8	3345	3352	150	-12	2.29	0.0258	1.1298	3371.57	3367.05	15
P-108	J-4	PRV-2	390	110	3384	3341	150	38	1.73	0.0004	0.1820	3398.14	3398.00	57
P-109	PRV-2	J-25	414	110	3341	3337	150	-1	1.73	0.0004	0.1820	3356.00	3355.85	19
P-26	J-25	J-26	314	90	3337	3332	150	0	1.73	0.0009	0.2719	3355.85	3355.55	24
P-15	J-6	J-15	68	101.6	3370	3363	150	2	11.21	0.0167	1.3827	3393.30	3392.16	29
P-16	J-15	J-16	115	101.6	3363	3379	150	-21	6.19	0.0056	0.7635	3392.16	3391.52	13



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 88. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte II)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.s.n.m)	
P-17	J-16	J-17	101	101.6	3379	3382	150	-8	4.45	0.0030	0.5489	3391.52	3391.22	9
P-18	J-17	J-18	35	101.6	3382	3374	150	3	4.45	0.0030	0.5489	3391.22	3391.11	17
P-19	J-18	J-19	53	50.8	3374	3365	150	4	3.09	0.0450	1.5245	3391.11	3388.73	24
P-20	J-19	J-20	65	76.2	3365	3357	150	3	3.09	0.0062	0.6776	3388.73	3388.32	31
P-21	J-20	J-21	28	50.8	3357	3363	150	-11	3.09	0.0450	1.5245	3388.32	3387.06	24
P-22	J-21	J-22	96	63	3363	3360	150	-2	3.09	0.0158	0.9913	3387.06	3385.55	26
P-23	J-22	J-23	252	63	3360	3366	150	-11	2.06	0.0074	0.6608	3385.55	3383.68	18
P-24	J-23	J-24	66	63	3366	3372	150	-11	1.03	0.0021	0.3304	3383.68	3383.54	12
P-27	J-15	J-27	114	101.6	3363	3355	150	3	5.01	0.0038	0.6180	3392.16	3391.73	37
P-28	J-27	J-28	42	63	3355	3353	150	-3	5.01	0.0386	1.6072	3391.73	3390.11	37
P-29	J-28	J-29	59	63	3353	3347	150	1	3.98	0.0252	1.2768	3390.11	3388.63	42
P-30	J-29	J-30	233	76.2	3347	3337	150	5	3.98	0.0100	0.8727	3388.63	3386.30	49
P-31	J-30	J-31	61	63	3337	3338	150	-6	3.98	0.0252	1.2768	3386.30	3384.77	47
P-32	J-31	J-32	258	63	3338	3311	150	22	2.87	0.0138	0.9207	3384.77	3381.22	70
P-33	J-32	J-33	173	63	3311	3309	150	-3	1.77	0.0056	0.5678	3381.22	3380.25	71
P-34	J-1	J-34	569	350	3387	3316	130	66	89.08	0.0024	0.9259	3401.84	3400.44	84
P-35	J-34	J-35	1631	200	3316	3294	150	17	63.35	0.0153	2.0165	3400.44	3375.55	82
P-36	J-35	J-36	315	160	3294	3294	150	-5	63.35	0.0452	3.1508	3375.55	3361.30	67
P-228	J-36	PRV-26	25	101.6	3294	3292	150	-3	7.79	0.0085	0.9609	3361.30	3361.09	69
P-229	PRV-26	J-37	20	101.6	3292	3291	150	-4	7.79	0.0085	0.9609	3332.00	3331.83	41
P-38	J-37	J-38	370	101.6	3291	3311	150	-25	4.35	0.0029	0.5366	3331.83	3330.76	20
P-39	J-38	J-39	104	101.6	3311	3313	150	-7	2.45	0.0010	0.3022	3330.76	3330.65	18
P-40	J-39	J-40	263	101.6	3313	3320	150	-12	1.23	0.0003	0.1517	3330.65	3330.58	11
P-41	J-36	J-41	46	200	3294	3295	150	-6	55.56	0.0120	1.7685	3361.30	3360.75	66
P-118	J-41	PRV-7	61	90	3295	3301	150	-11	5.96	0.0094	0.9369	3360.75	3360.18	59
P-119	PRV-7	J-42	4	90	3301	3303	150	-7	5.96	0.0094	0.9369	3361.00	3360.96	58
P-43	J-42	J-43	155	76.2	3303	3311	150	-13	5.96	0.0211	1.3069	3360.96	3357.70	47
P-44	J-43	J-44	364	76.2	3311	3318	150	-12	3.59	0.0082	0.7872	3357.70	3354.70	37
P-45	J-44	J-45	381	50.8	3318	3326	150	-13	3.59	0.0594	1.7712	3354.70	3332.07	6
P-46	J-41	J-46	546	200	3295	3286	150	4	49.61	0.0097	1.5791	3360.75	3355.45	69
P-47	J-46	J-47	67	110	3286	3293	150	-12	2.57	0.0007	0.2704	3355.45	3355.40	62
P-237	J-47	J-167	116	63	3293	3311	150	-23	1.29	0.0031	0.4138	3355.40	3355.04	44
P-256	J-47	J-186	205	110	3293	3291	150	-3	1.29	0.0002	0.1357	3355.40	3355.36	64
P-257	J-186	J-168	49	76.2	3291	3305	150	-19	1.29	0.0012	0.2829	3355.36	3355.30	50
P-48	J-46	J-48	121	200	3286	3290	150	-9	47.03	0.0088	1.4970	3355.45	3354.39	64
P-49	J-48	J-49	144	110	3290	3315	150	-30	10.59	0.0102	1.1143	3354.39	3352.92	38
P-258	J-49	J-187	53	110	3315	3313	150	-3	2.35	0.0006	0.2473	3352.92	3352.88	40
P-260	J-187	J-188	47	76.2	3313	3322	150	-14	2.35	0.0038	0.5153	3352.88	3352.71	31
P-261	J-188	J-169	134	63	3322	3363	150	-46	2.35	0.0095	0.7539	3352.71	3351.43	-12
P-241	J-169	J-171	108	63	3363	3341	150	17	1.18	0.0027	0.3785	3351.43	3351.15	10
P-240	J-169	J-170	142	63	3363	3344	150	14	1.18	0.0027	0.3785	3351.43	3351.06	7
P-274	J-49	PRV-27	18	110	3315	3316	150	-6	8.24	0.0064	0.8671	3352.92	3352.80	37
P-275	PRV-27	J-172	7	110	3316	3316	150	-5	8.24	0.0064	0.8671	3351.00	3350.96	35
P-243	J-172	J-173	23	101.6	3316	3316	150	-5	1.18	0.0003	0.1455	3350.96	3350.95	35
P-244	J-173	J-174	161	110	3316	3298	150	13	1.18	0.0002	0.1242	3350.95	3350.92	53
P-245	J-172	J-175	25	101.6	3316	3315	150	-4	7.06	0.0071	0.8708	3350.96	3350.78	36
P-246	J-175	J-176	48	76.2	3315	3321	150	-11	2.35	0.0038	0.5153	3350.78	3350.60	30
P-247	J-176	J-177	110	63	3321	3341	150	-25	1.18	0.0027	0.3785	3350.60	3350.31	9
P-248	J-176	J-178	183	63	3321	3332	150	-16	1.18	0.0027	0.3785	3350.60	3350.11	18
P-262	J-175	J-189	36	101.6	3315	3322	150	-12	4.71	0.0034	0.5810	3350.78	3350.66	29
P-263	J-189	J-179	32	110	3322	3311	150	6	4.71	0.0023	0.4956	3350.66	3350.58	40
P-250	J-179	J-180	14	63	3311	3309	150	-3	2.35	0.0095	0.7539	3350.58	3350.45	41
P-251	J-180	J-181	56	63	3309	3297	150	7	1.18	0.0027	0.3785	3350.45	3350.30	53
P-252	J-180	J-182	146	63	3309	3332	150	-28	1.18	0.0027	0.3785	3350.45	3350.06	18
P-253	J-179	J-183	42	63	3311	3323	150	-17	2.35	0.0095	0.7539	3350.58	3350.18	27
P-254	J-183	J-184	97	63	3323	3347	150	-29	1.18	0.0027	0.3785	3350.18	3349.93	3
P-255	J-183	J-185	136	63	3323	3340	150	-22	1.18	0.0027	0.3785	3350.18	3349.82	10
P-50	J-48	J-50	244	200	3290	3283	150	2	36.44	0.0055	1.1599	3354.39	3353.05	70
P-120	J-50	PRV-8	18	160	3283	3283	150	-5	13.16	0.0025	0.6545	3353.05	3353.01	70
P-121	PRV-8	J-51	296	160	3283	3272	150	6	13.16	0.0025	0.6545	3353.00	3352.27	80



Fuente: (Elaboración Propia)

Tabla N° 89. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Wimpillay/ Vilcanota/2017 (Parte III)

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps) Q tanteado	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-52	J-51	J-52	67	101.6	3272	3271	150	-4	10.09	0.0138	1.2446	3352.27	3351.35	80
P-53	J-52	J-53	465	101.6	3271	3268	150	-2	10.09	0.0138	1.2446	3351.35	3344.95	77
P-54	J-53	J-54	31	101.6	3268	3268	150	-5	8.38	0.0098	1.0336	3344.95	3344.65	77
P-55	J-54	J-55	140	101.6	3268	3269	150	-6	6.66	0.0064	0.8215	3344.65	3343.76	75
P-56	J-55	J-56	273	110	3269	3267	150	-3	3.51	0.0013	0.3693	3343.76	3343.39	76
P-57	J-56	J-57	172	101.6	3267	3271	150	-9	-1.08	0.0002	-0.1332	3343.39	3343.36	72
P-236	J-57	J-166	22	152.4	3271	3272	130	-6	-3.42	0.0003	-0.1875	3343.36	3343.35	71
P-278	J-50	J-195	1207	160	3283	3269	150	9	23.28	0.0071	1.1579	3353.05	3344.50	75
P-277	J-195	J-166	148	160	3269	3272	150	-8	23.28	0.0071	1.1579	3344.50	3343.45	71
P-234	J-166	J-58	103	101.6	3272	3273	150	-6	19.86	0.0482	2.4496	3343.45	3338.48	65
P-59	J-58	J-59	111	101.6	3273	3273	150	-5	18.29	0.0414	2.2560	3338.48	3333.89	61
P-60	J-59	J-60	149	63	3273	3278	150	-10	16.72	0.3595	5.3637	3333.89	3280.33	2
P-61	J-60	J-61	41	63	3278	3277	150	-4	13.66	0.2472	4.3821	3280.33	3270.19	-7
P-62	J-61	J-62	102	63	3277	3274	150	-2	11.66	0.1844	3.7405	3270.19	3251.38	-23
P-63	J-62	J-63	62	50.8	3274	3274	150	-5	11.66	0.5261	5.7528	3251.38	3218.77	-55
P-64	J-63	J-64	106	50.8	3274	3275	150	-6	4.19	0.0791	2.0673	3218.77	3210.39	-65
P-65	J-64	J-65	92	50.8	3275	3272	150	-2	1.18	0.0076	0.5822	3210.39	3209.69	-62
P-66	J-65	J-66	169	76.2	3272	3270	150	-3	1.18	0.0010	0.2588	3209.69	3209.51	-60
P-67	J-51	J-67	146	152.4	3272	3272	150	-5	1.18	0.0000	0.0647	3352.27	3352.27	80
P-68	J-67	J-68	276	101.6	3272	3274	150	-7	1.18	0.0003	0.1455	3352.27	3352.19	78
P-69	J-68	J-69	9	76.2	3274	3274	150	-5	1.18	0.0010	0.2588	3352.19	3352.18	78
P-110	J-34	PRV-3	7	350	3316	3313	130	-2	25.73	0.0002	0.2674	3400.44	3400.44	87
P-111	PRV-3	J-70	8	350	3313	3313	130	-5	25.73	0.0002	0.2674	3353.00	3353.00	40
P-71	J-70	J-71	27	152.4	3313	3314	150	-6	25.73	0.0108	1.4105	3353.00	3352.71	39
P-72	J-71	J-72	130	152.4	3314	3312	140	-3	25.73	0.0123	1.4105	3352.71	3351.11	39
P-112	J-72	PRV-4	6	101.6	3312	3312	140	-5	4.71	0.0038	0.5810	3351.11	3351.09	39
P-113	PRV-4	J-73	3	101.6	3312	3312	140	-5	4.71	0.0038	0.5810	3327.00	3326.99	15
P-74	J-73	J-74	13	101.6	3312	3313	140	-6	1.18	0.0003	0.1455	3326.99	3326.98	14
P-75	J-73	J-75	170	101.6	3312	3308	150	-1	3.53	0.0020	0.4354	3326.99	3326.65	19
P-76	J-75	J-76	192	101.6	3308	3304	150	-1	2.35	0.0009	0.2899	3326.65	3326.48	22
P-77	J-76	J-77	99	76.2	3304	3302	150	-3	1.18	0.0010	0.2588	3326.48	3326.37	24
P-78	J-77	J-78	46	101.6	3302	3303	150	-6	1.18	0.0003	0.1455	3326.37	3326.36	23
P-79	J-78	J-79	39	76.2	3303	3304	150	-6	1.18	0.0010	0.2588	3326.36	3326.32	22
P-80	J-72	J-80	442	152.4	3312	3302	140	5	21.03	0.0085	1.1529	3351.11	3347.37	45
P-114	J-80	PRV-5	7	101.6	3302	3303	140	-6	6.1	0.0062	0.7524	3347.37	3347.33	44
P-115	PRV-5	J-81	4	101.6	3303	3303	140	-5	6.1	0.0062	0.7524	3323.00	3322.98	20
P-83	J-81	J-83	35	76.2	3303	3302	150	-4	1.18	0.0010	0.2588	3322.98	3322.94	21
P-82	J-81	J-82	4	101.6	3303	3303	140	-5	4.93	0.0042	0.6081	3322.98	3322.96	20
P-84	J-82	J-84	43	101.6	3303	3302	140	-4	4.93	0.0042	0.6081	3322.96	3322.78	21
P-85	J-84	J-85	298	101.6	3302	3298	150	-1	3.75	0.0022	0.4625	3322.78	3322.12	24
P-86	J-85	J-86	143	101.6	3298	3296	140	-3	3.75	0.0025	0.4625	3322.12	3321.77	26
P-87	J-86	J-87	227	101.6	3296	3295	140	-4	2.57	0.0012	0.3170	3321.77	3321.48	26
P-88	J-87	J-88	68	101.6	3295	3296	150	-6	2.57	0.0011	0.3170	3321.48	3321.41	25
P-89	J-88	J-89	141	101.6	3296	3297	140	-6	2.57	0.0012	0.3170	3321.41	3321.24	24
P-90	J-89	J-90	67	101.6	3297	3299	140	-7	1.29	0.0003	0.1591	3321.24	3321.21	22
P-91	J-90	J-91	109	101.6	3299	3299	150	-5	1.29	0.0003	0.1591	3321.21	3321.18	22
P-92	J-80	J-92	557	152.4	3302	3295	140	2	14.92	0.0045	0.8179	3347.37	3344.88	50
P-93	J-92	J-93	272	160	3295	3292	150	-2	14.92	0.0031	0.7421	3344.88	3344.03	52
P-94	J-93	J-94	152	160	3292	3290	150	-3	13.78	0.0027	0.6854	3344.03	3343.62	54
P-95	J-94	J-95	4	152.4	3290	3290	140	-5	13.78	0.0039	0.7554	3343.62	3343.61	54
P-96	J-95	J-96	53	152.4	3290	3293	140	-8	1.15	0.0000	0.0630	3343.61	3343.61	51
P-116	J-95	PRV-6	6	152.4	3290	3289	140	-4	12.63	0.0033	0.6924	3343.61	3343.59	55
P-117	PRV-6	J-97	102	152.4	3289	3287	140	-3	12.63	0.0033	0.6924	3319.00	3318.66	32
P-98	J-97	J-98	271	152.4	3287	3283	140	-1	11.16	0.0026	0.6118	3318.66	3317.96	35
P-99	J-98	J-99	140	101.6	3283	3287	150	-9	3.84	0.0023	0.4736	3317.96	3317.63	31
P-100	J-99	J-100	242	101.6	3287	3289	150	-7	1.4	0.0004	0.1727	3317.63	3317.55	29
P-101	J-98	J-101	117	152.4	3283	3282	140	-4	7.32	0.0012	0.4013	3317.55	3317.82	36
P-102	J-101	J-102	197	110	3282	3274	150	3	5.92	0.0035	0.6229	3317.82	3317.13	43
P-103	J-102	J-103	141	76.2	3274	3283	150	-14	5.92	0.0208	1.2981	3317.13	3314.20	31
P-104	J-103	J-104	157	101.6	3283	3282	150	-4	2.8	0.0013	0.3454	3314.20	3313.99	32

Fuente: (Elaboración Propia)

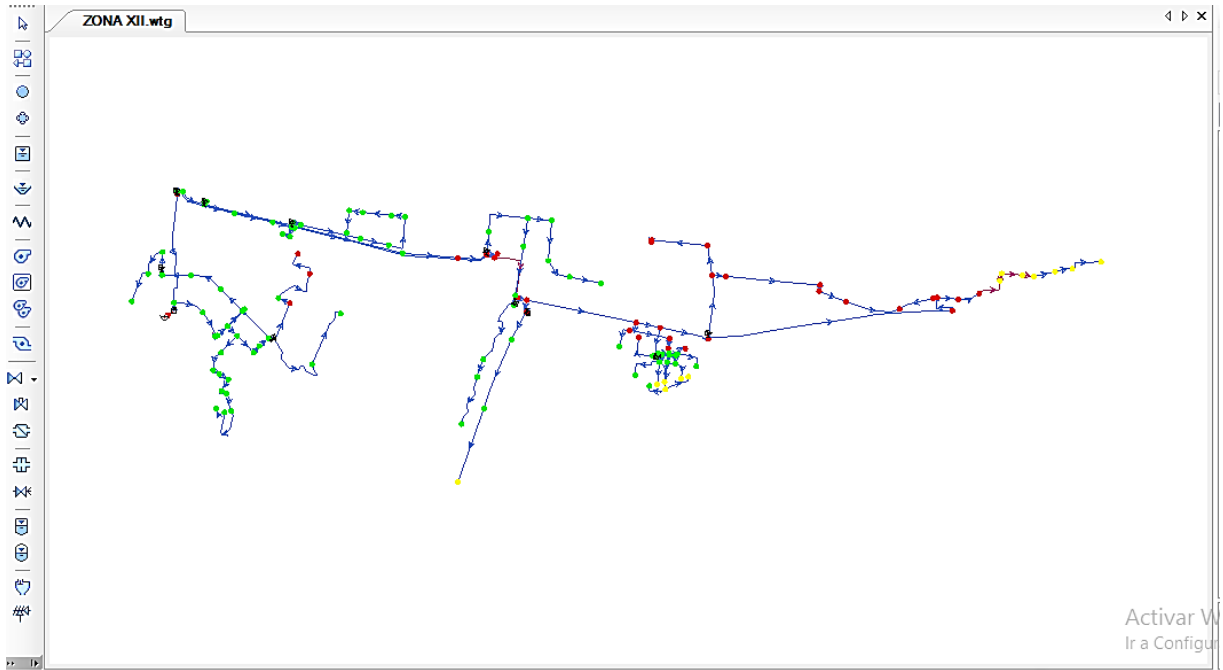


Figura N° 49 Modelo Hidráulico De Las Zonas XII-I, II, III, IV

Fuente: (Elaboración Propia)

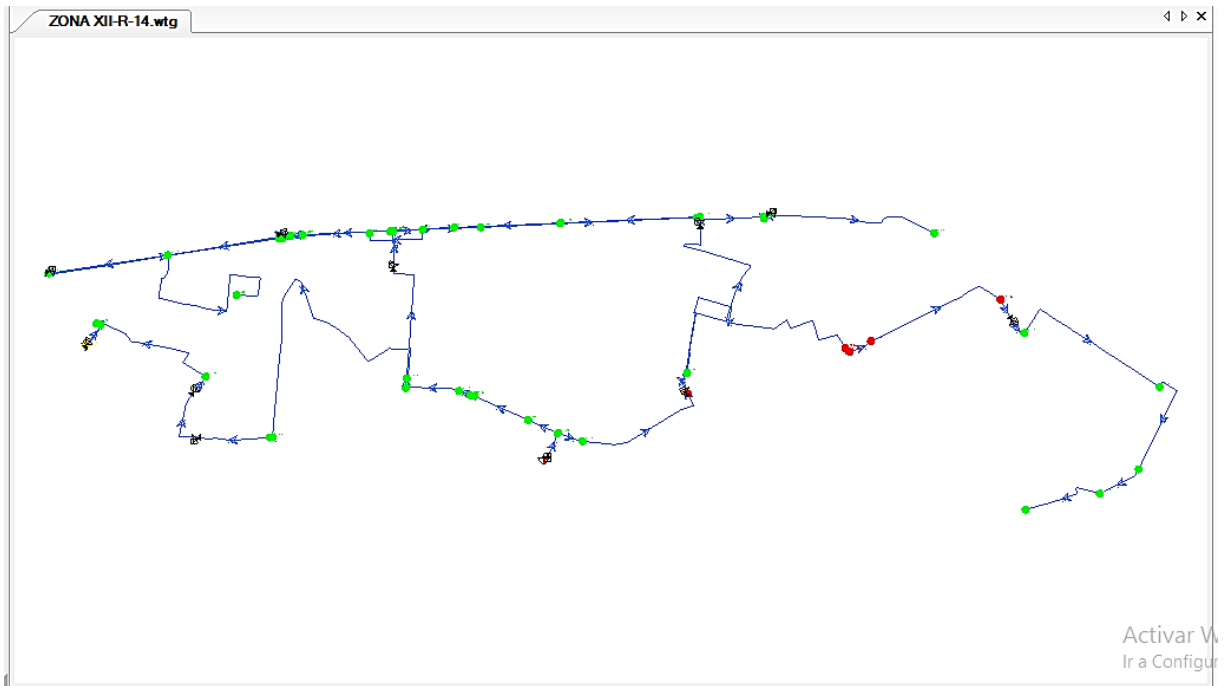


Tabla N° 90. Análisis Hidráulico De La Zona XII/ Caramascara/ Vilcanota/2017

Tramo	DESCRIPCION		Longitud (m)	Diametro (mm)	COTA DEL TERRENO		Hazen-Williams C	Desnivel de Terreno (m)	Caudal (lps)	Perdida de agua calculado Hf (m/m)	Velocidad (m/s)	COTA PIEZOMETRICA		Presion Final (m)
	Punto Inicio	Punto Final			Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota Final (m.s.n.m.)						Inicial (m.s.n.m)	Final (m.sn.m)	
P-122	R-14	J-105	91	200	3396.2	3359	130	32.2	22.17	0.0028	0.7057	3396.20	3395.94	37
P-123	J-105	J-106	113	160	3359	3354	150	0	7.34	0.0008	0.3651	3395.94	3395.85	42
P-145	J-105	J-128	90	160	3359	3359	150	-5	14.82	0.0031	0.7371	3395.94	3395.66	37
P-147	J-129	J-130	505	110	3282	3252	150	25	0.5	0.00004	0.0526	3282.00	3281.98	30
P-149	J-131	J-132	590	63	3240	3224	150	11	0.25	0.0001	0.0802	3240.00	3239.91	16
P-150	J-132	J-133	378	76.2	3224	3230	150	-11	0.25	0.0001	0.0548	3239.91	3239.89	10
P-151	J-133	J-134	162	50.8	3230	3242	150	-17	0.25	0.0004	0.1233	3239.89	3239.82	-2
P-152	J-134	J-135	290	63	3242	3255	150	-18	0.25	0.0001	0.0802	3239.82	3239.78	-15
P-155	J-136	J-138	414	200	3286	3276	140	5	537.82	0.91036	17.1193	3286.00	2909.11	-367
P-156	J-138	J-139	390	200	3276	3268	140	3	-0.3	0.000001	-0.0095	2909.11	2909.11	-359
P-157	J-139	J-140	37	200	3268	3267	140	-4	-0.7	0.000004	-0.0223	2909.11	2909.11	-358
P-158	J-140	J-141	42	200	3267	3272	140	-10	-0.64	0.000003	-0.0204	2909.11	2909.11	-363
P-159	J-141	J-142	311	160	3272	3266	140	1	-0.64	0.00001	-0.0318	2909.11	2909.11	-357
P-161	J-143	J-144	365	160	3265	3257	150	3	-0.64	0.00001	-0.0318	3265.00	3265.00	8
P-162	J-144	J-145	481	160	3257	3249	150	3	-1.87	0.00007	-0.0930	3265.00	3264.96	16
P-167	J-107	J-150	34	160	3336	3325	150	6	-1.87	0.0001	-0.0930	3336.00	3336.00	11
P-170	J-148	J-142	3	160	3266	3266	150	-5	3.3	0.00019	0.1641	3266.00	3266.00	0
P-172	J-151	J-107	186	160	3349	3336	150	8	-1.23	0.00003	-0.0612	3349.00	3348.99	13
P-176	J-128	J-154	462	160	3359	3307	150	47	4.14	0.0003	0.2059	3395.66	3395.53	89
P-186	J-136	PRV-9	8	110	3286	3286	150	-5	13.99	0.0171	1.4721	3286.00	3285.86	0
P-187	PRV-9	J-137	807	110	3286	3268	150	13	0	0.00000	0.0000	3285.86	3285.86	18
P-188	J-139	PRV-10	14	110	3268	3267	150	-4	0	0.000000	0.0000	2909.11	2909.11	-358
P-194	J-146	PRV-13	36	160	3247	3248	150	-6	-0.06	0.0000001	-0.0030	3247.00	3247.00	-1
P-195	PRV-13	J-147	595	160	3248	3236	150	7	0.55	0.00001	0.0274	3247.00	3247.00	11
P-206	J-154	PRV-19	10	110	3307	3303	150	-1	0.55	0.00004	0.0579	3395.53	3395.53	93
P-207	PRV-19	J-156	93	110	3303	3301.13	150	-3.13	0	0.0000	0.0000	3395.53	3395.53	94
P-209	J-156	PRV-20	908	63	3301.13	3246	150	50.13	0	0.0000	0.0000	3395.53	3395.53	150
P-210	PRV-20	J-145	26	63	3246	3249	150	-8	0	0.0000	0.0000	3395.53	3395.53	147
P-211	J-145	J-146	226	160	3249	3247	150	-3	0	0.0000	0.0000	3395.53	3395.53	149
P-212	J-142	J-143	211	160	3266	3265	150	-4	-1.87	0.000066	-0.0930	2909.11	2909.09	-356
P-217	J-150	J-160	1210	160	3325	3343	150	-23	-1.87	0.0001	-0.0930	3336.00	3335.92	-7
P-219	PRV-22	PRV-23	231	110	3355	3318	150	32	2.42	0.0007	0.2546	3355.00	3354.85	37
P-221	J-161	PRV-24	3	90	3339	3337	150	-3	0.4	0.0001	0.0629	3339.00	3339.00	2
P-222	PRV-24	J-162	88	90	3337	3323	150	9	0.4	0.0001	0.0629	3339.00	3338.99	16
P-223	J-162	J-163	14	63	3323	3324	130	-6	0.4	0.0005	0.1283	3338.99	3338.99	15
P-224	PRV-23	J-164	66	110	3318	3309	150	4	0.4	0.00002	0.0421	3338.99	3338.99	30
P-225	J-164	J-161	555	110	3309	3339	150	-35	0.4	0.00002	0.0421	3338.99	3338.97	0
P-226	J-130	PRV-25	79	110	3252	3250	150	-3	0.4	0.00002	0.0421	3281.98	3281.98	32
P-227	PRV-25	J-131	67	110	3250	3240	150	5	0.5	0.00004	0.0526	3281.98	3281.98	42
P-232	J-165	J-148	9	110	3266	3266	150	-5	0.5	0.00004	0.0526	3266.00	3266.00	0
P-264	J-138	J-190	777	63	3276	3292	150	-21	-0.22	0.0001	-0.0706	2909.11	2909.02	-383
P-265	J-148	J-191	103	110	3266	3264	150	-3	0.2	0.00001	0.0210	3266.00	3266.00	2
P-270	J-154	J-194	1030	160	3307	3282	150	20	1.01	0.0000	0.0502	3395.53	3395.51	114
P-273	J-191	J-192	244	90	3264	3269	150	-10	13.29	0.04136	2.0891	3266.00	3255.91	-13
P-279	PRV-10	J-196	17	110	3267	3268	150	-6	0.26	0.000011	0.0274	2909.11	2909.11	-359
P-280	J-196	J-165	368	110	3268	3266	150	-3	-0.06	0.000001	-0.0063	2909.11	2909.11	-357
P-281	J-191	J-197	200	110	3264	3259	150	0	-0.22	0.00001	-0.0231	3266.00	3266.00	7
P-282	J-197	J-149	746	110	3259	3249	150	5	0.48	0.00003	0.0505	3266.00	3265.97	17
P-283	J-160	J-198	8	110	3343	3341	150	-3	0.24	0.0000	0.0253	3335.92	3335.92	-5
P-284	J-198	PRV-22	256	110	3341	3355	150	-19	1.44	0.00025	0.1515	3335.92	3335.85	-19
P-285	J-106	J-199	203	160	3354	3352	150	-3	0.4	0.0000	0.0199	3395.85	3395.85	44
P-287	J-199	J-200	14	160	3352	3351	150	-4	5.89	0.0006	0.2929	3395.85	3395.84	45
P-288	J-200	J-151	40	160	3351	3349	150	-3	4.77	0.0004	0.2372	3395.84	3395.82	47
P-290	J-201	J-146	6	90	3282	3246	150	31	4.52	0.0056	0.7105	3395.51	3395.48	149
P-291	J-194	J-202	26	160	3246	3247	150	-6	3.32	0.0002	0.1651	3395.48	3395.47	148
P-292	J-202	J-129	83	160	3282	3283	150	-6	2.96	0.0002	0.1472	3395.51	3395.50	112
P-294	J-150	PRV-28	454	63	3283	3282	150	-4	9.97	0.13799	3.1983	3395.50	3332.85	51
P-295	PRV-28	J-142	129	63	3282	3266	150	11	0.5	0.00054	0.1604	3332.85	3332.78	67

Fuente: (Elaboración Propia)

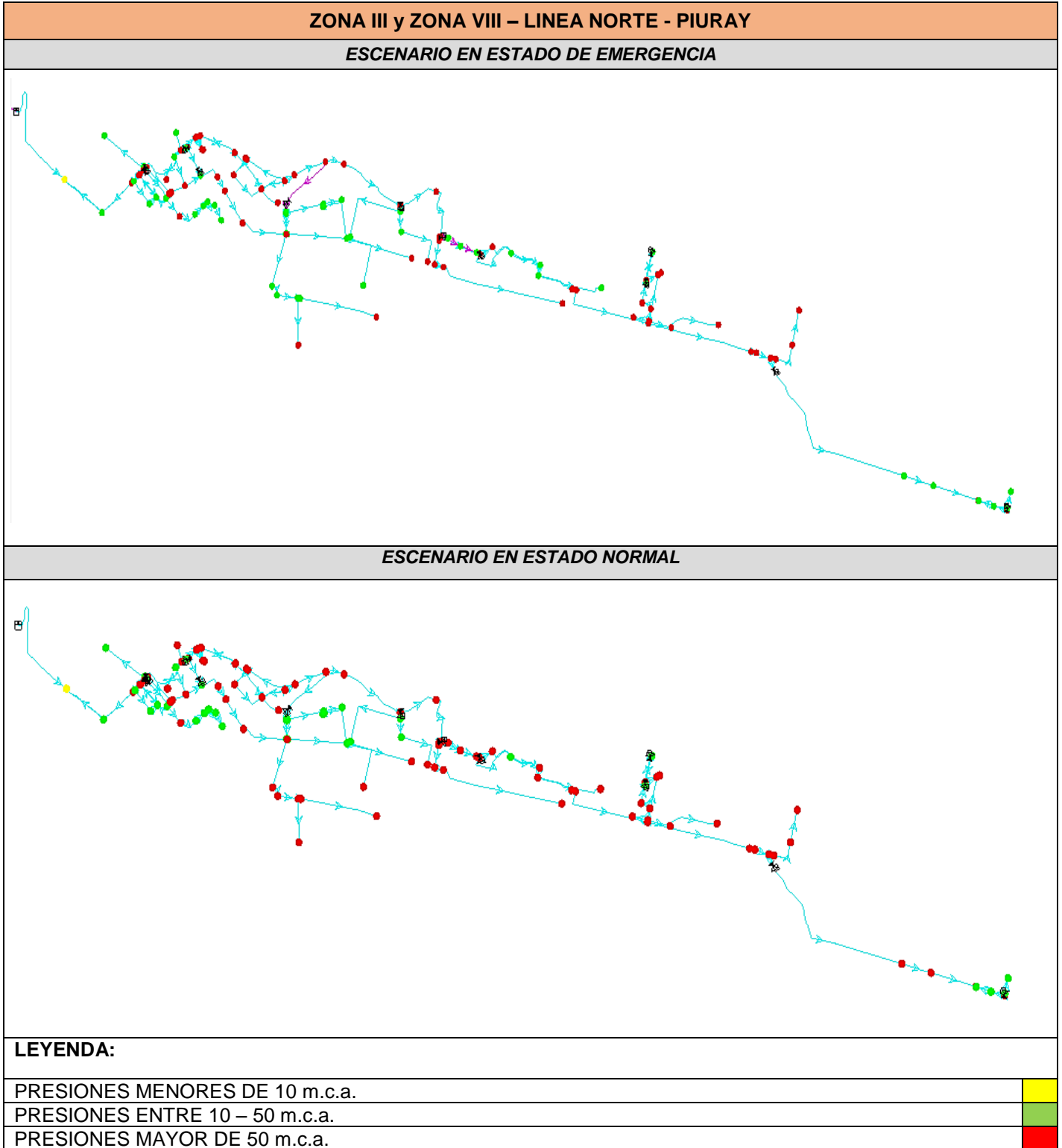
Figura N° 50 Modelo Hidráulico De La Zona XII-V



Fuente: (Elaboración Propia)

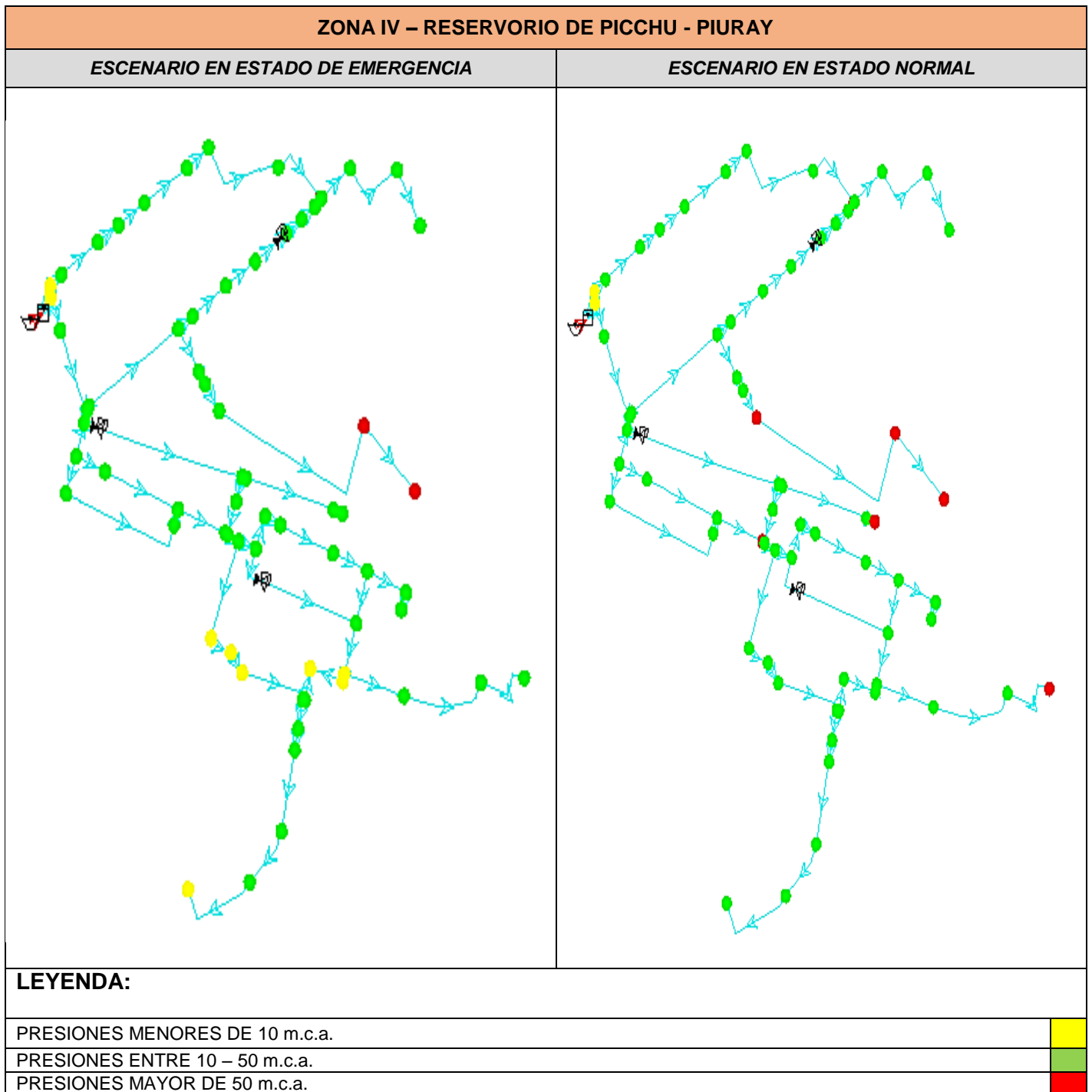
Variación De Presiones De Cada Zona

Figura N° 51 Variación De Presiones En Las Zonas III Y VIII



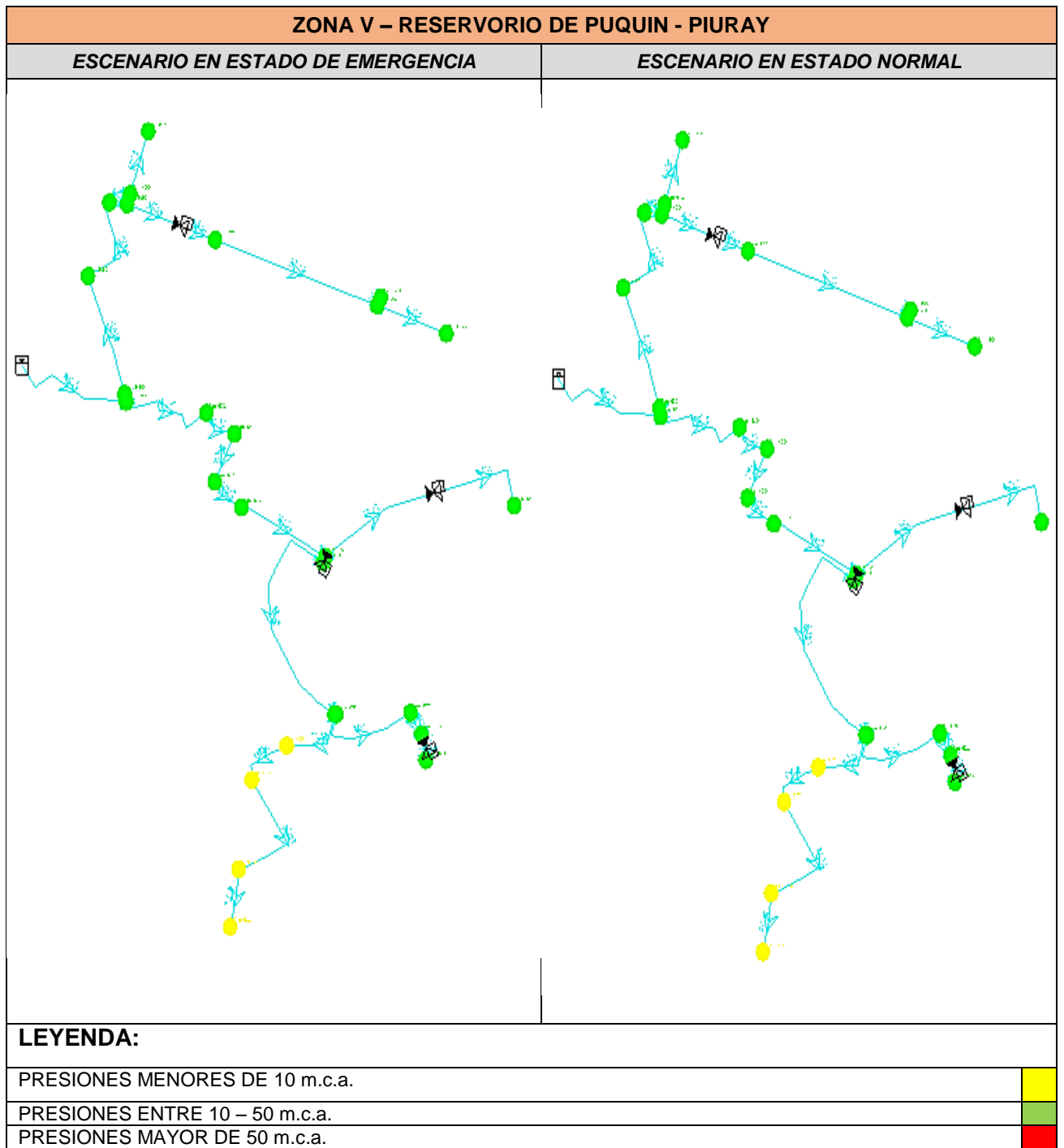
Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 52 Variación De Presiones En La Zona IV



Fuente: (Elaboración Propia)

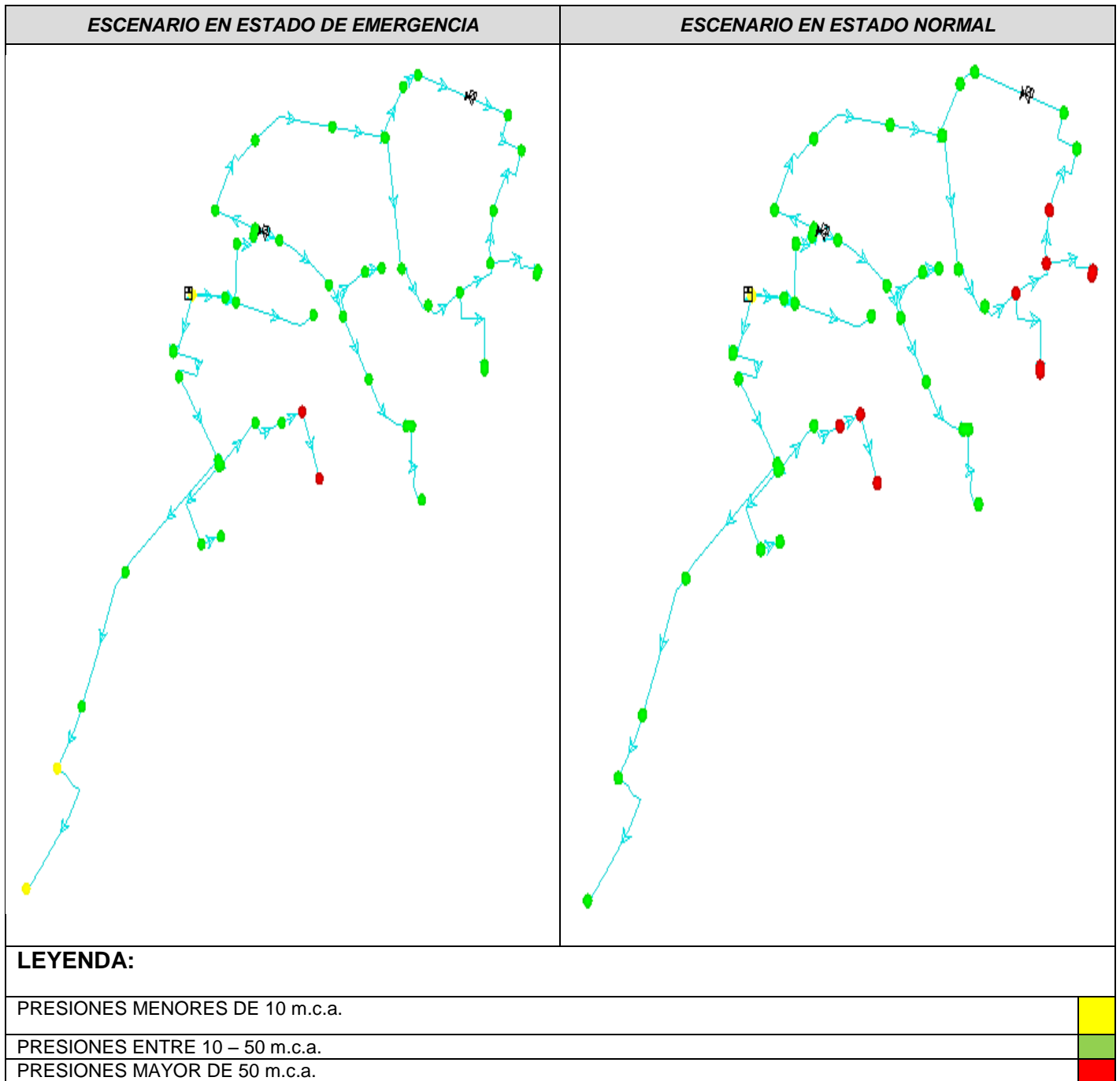
Figura N° 53 Variación De Presiones En La Zona V



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 54 Variación De Presiones En La Zona VII

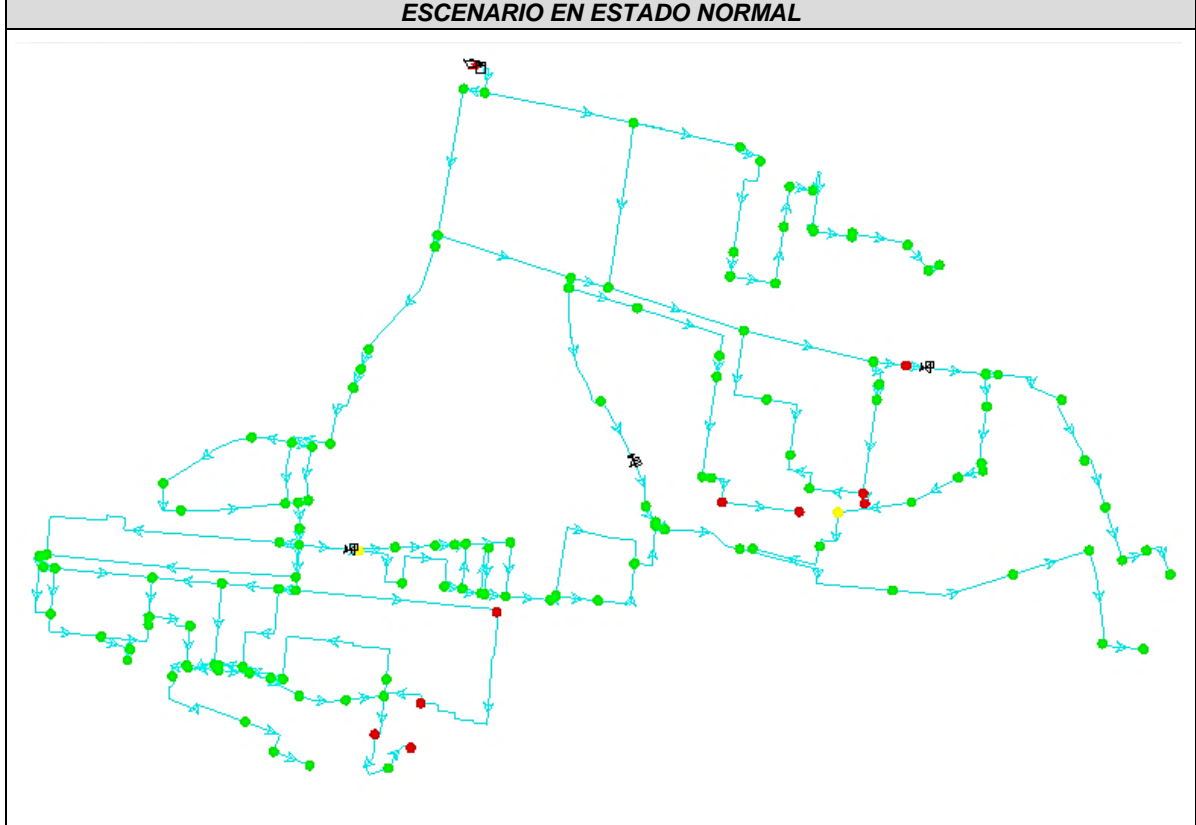
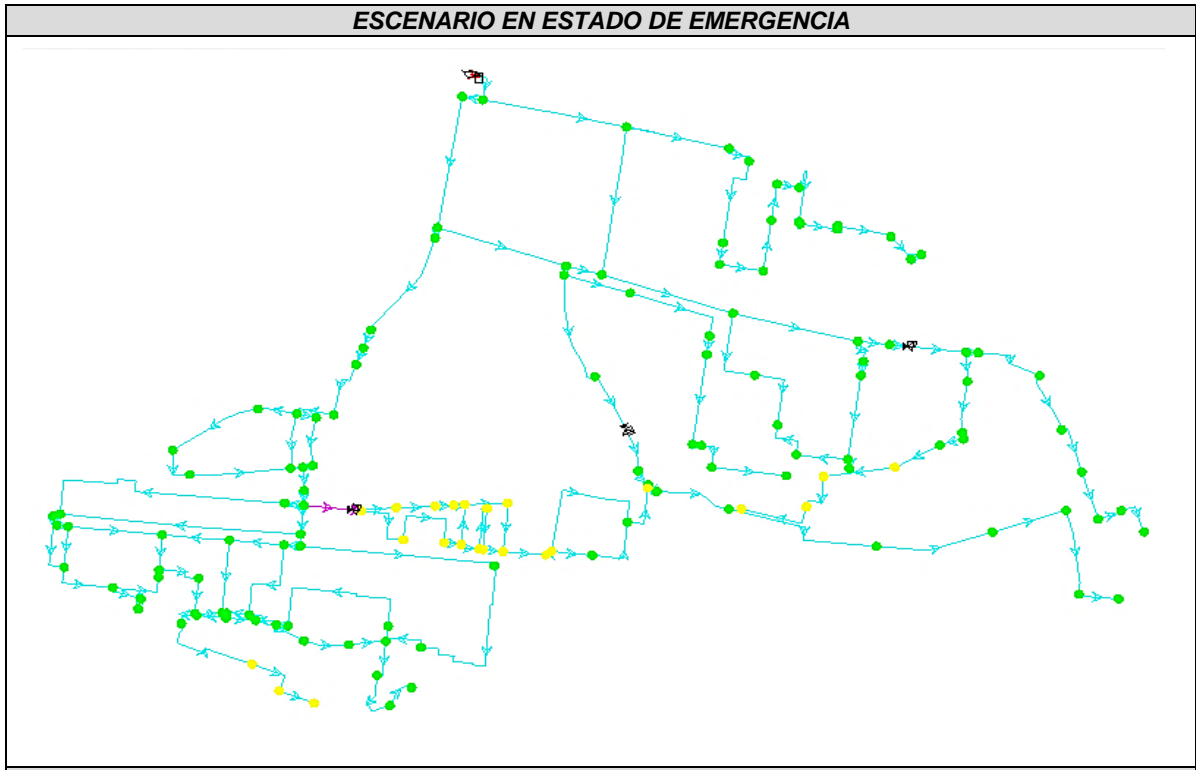
ZONA VII – RESERVORIO DE QORIPATA -VILCANOTA



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 55 Variación De Presiones En La Zona XI

ZONA IX – RESERVORIO DE LOS ANDENES - VILCANOTA



LEYENDA:

PRESIONES MENORES DE 10 m.c.a.

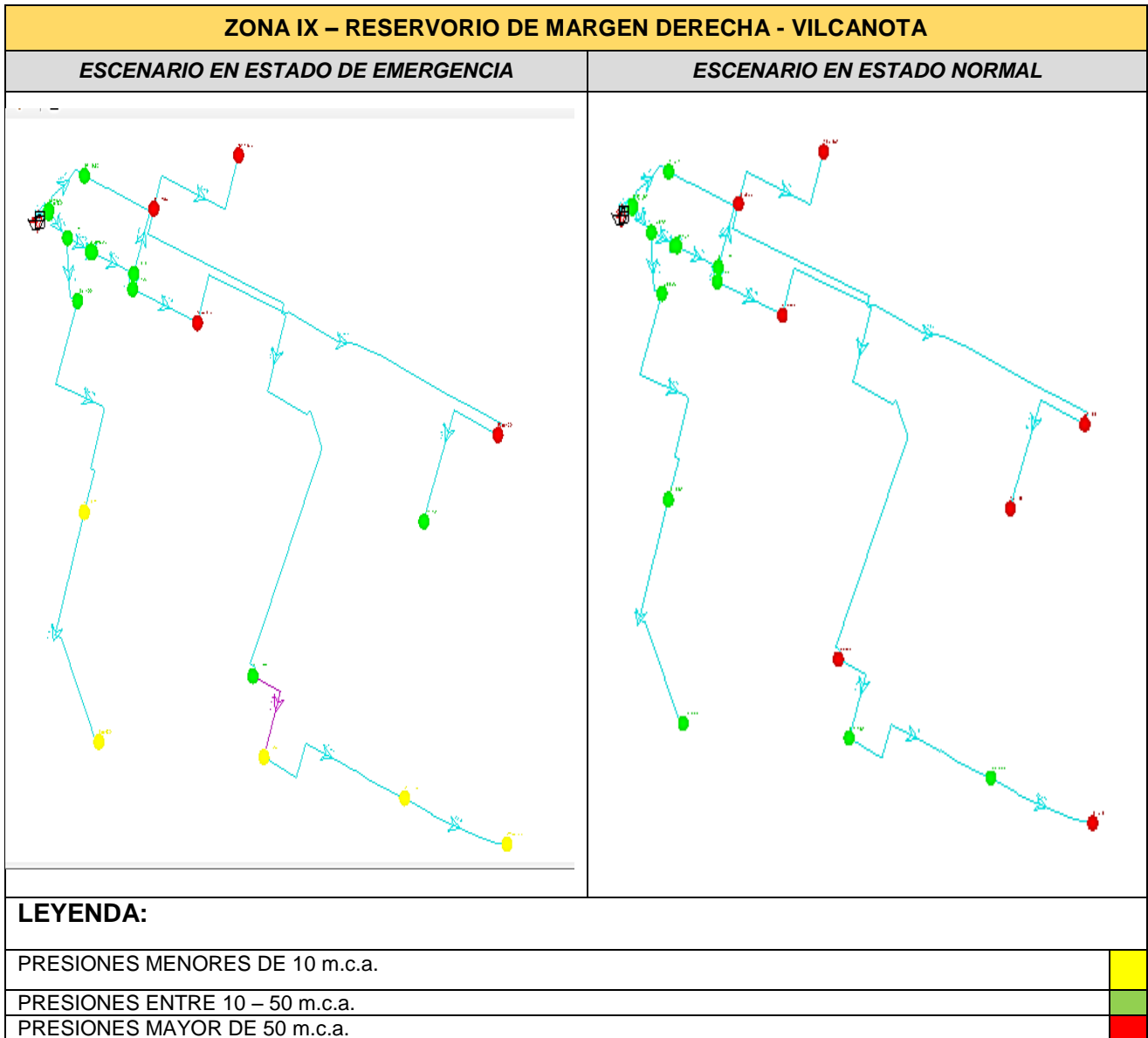
PRESIONES ENTRE 10 – 50 m.c.a.

PRESIONES MAYOR DE 50 m.c.a.



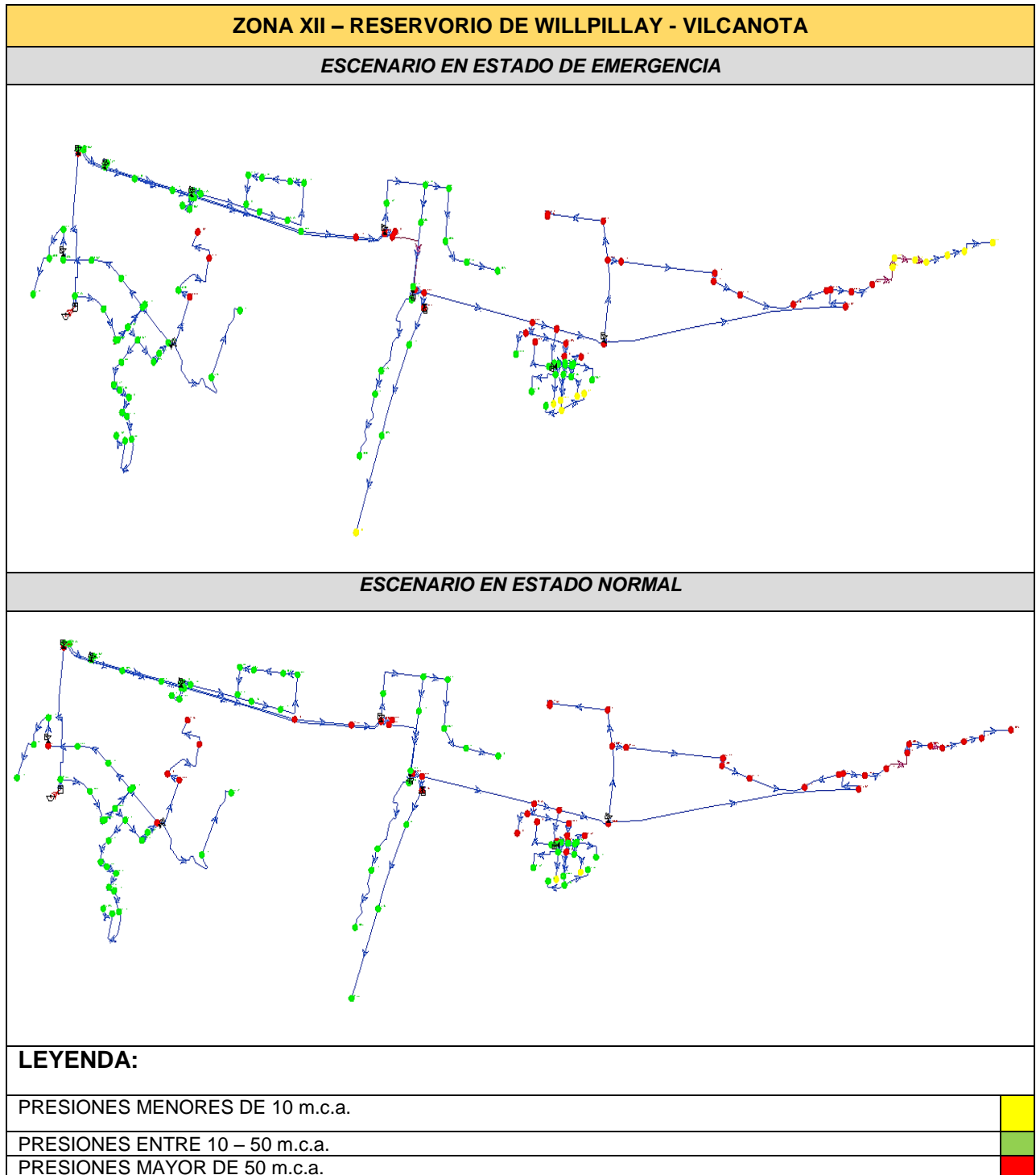
Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 56 Variación De Presiones En Margen Derecha



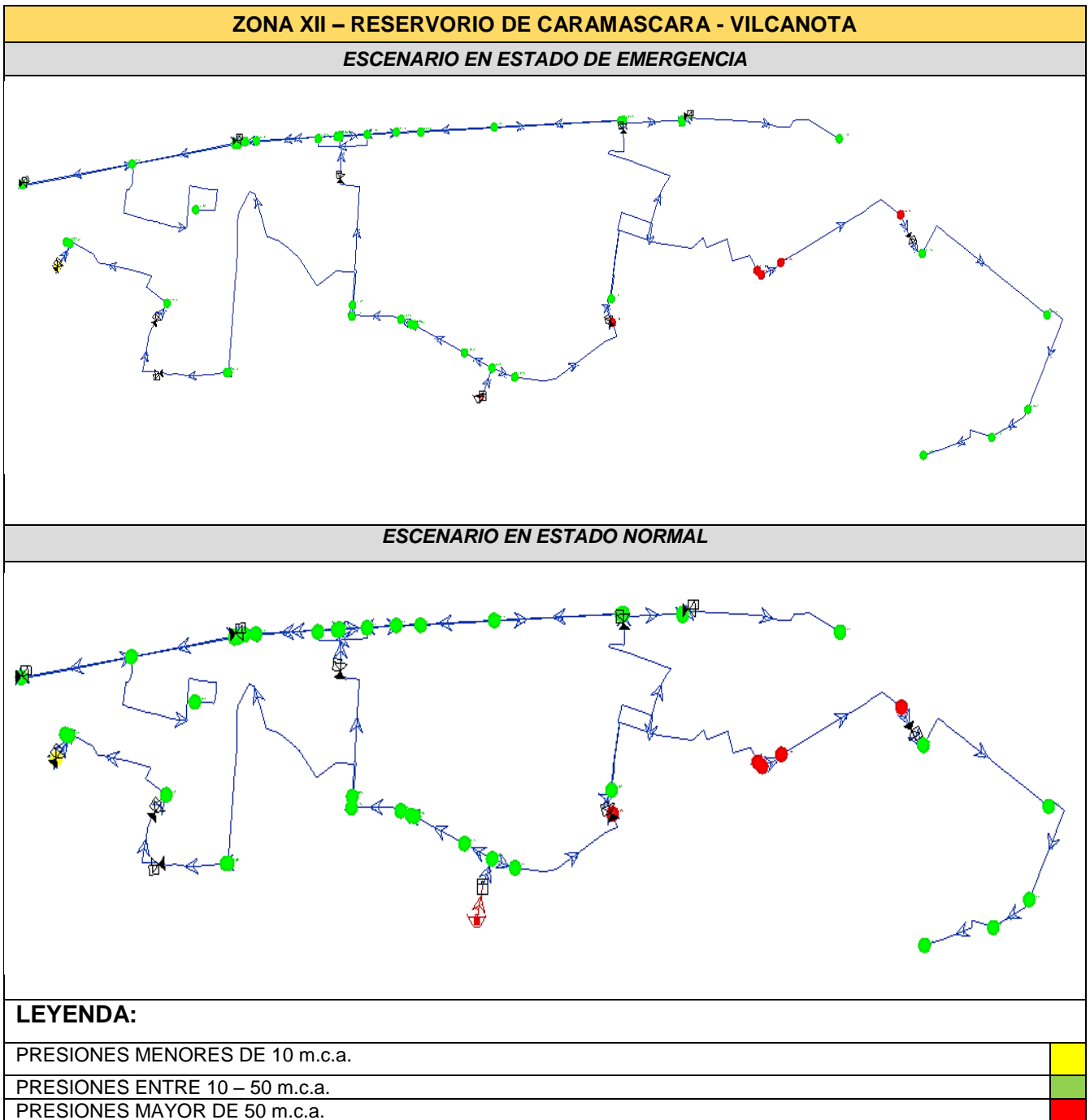
Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 57 Variación De Presiones En La Zona XII – Wimpillay



Fuente: (Elaboración Propia)

Figura N° 58 Variación De Presiones En La Zona XII – Caramascara



Fuente: (Elaboración Propia)



CAMIONES CISTERNA

Según la Organización Mundial de la Salud (año), los camiones cisterna pueden ser un medio de transporte rápido para llevar agua a zonas que requieran suministros de agua durante las fases iniciales de una emergencia. No obstante, las operaciones de camiones cisterna son costosas y requieren de mucha dedicación de tiempo para organizar y administrar ese tipo de distribución, además que las cantidades de agua que se pueden distribuir son limitadas.

Para poder suministrar con camiones cisterna se requiere de una flota de vehículos que, a su vez, necesitan un mantenimiento frecuente, combustible, choferes y una administración apropiada, lo que hace esta alternativa costosa. La clave para una operación exitosa de suministro con camiones cisterna es una buena gerencia y una financiación adecuada.

Algunos de los factores logísticos a tener en cuenta son:

- **Combustible:** Es esencial la provisión regular de combustible a los camiones cisterna, por lo que puede ser necesario contar con aprovisionamiento propio.
- **Conductores:** Los vehículos suelen ser más confiables si son operados por conductores experimentados. Se debe considerar la posibilidad de formación en temas relevantes para el contexto de trabajo a realizar.
- **Personal de Mantenimiento:** Se debe de considerar a personas que estén adecuadamente capacitados para realizar ese trabajo.



Planos



Índice De Planos

PL-01. Microzonas De Maniobra De Los Sistemas Vilcanota Y Piuray De La Ciudad Del Cusco

PL-02. Cobertura De Agua Potable En Estado De Emergencia Del Sistema Vilcanota

PL-03. Cobertura De Agua Potable En Estado De Emergencia Del Sistema Piuray

PL-04. Línea De Interconexión De Los Sistemas De Abastecimiento Piuray - Vilcanota

TP-1. Escenario De Emergencia En El Sistema Vilcanota (4:00 Hrs)

TP-2. Escenario De Emergencia En El Sistema Vilcanota (10:00 Hrs)

TP-3. Escenario De Emergencia En El Sistema Vilcanota (13:00 Hrs)

TP-4. Escenario De Emergencia En El Sistema Piuray (6:00 Hrs)

TP-5. Escenario De Emergencia En El Sistema Piuray (11:00 Hrs)

TP-6. Escenario De Emergencia En El Sistema Piuray (15:00 Hrs)