UNIVERSIDAD NACIONAL

“SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

“GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH”

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO SANITARIO

Presentado por:

Bach. CÓRDOVA LINO RONNALD AQUILES

Bach. ZELAYA ABARCA WILMER JHONATAN

Asesor:

Ing. NINO FRANKLIN ARAUJO JAMANCA

Huaraz – Perú

Noviembre -2017

DEDICATORIA

Ronnald Córdova

A DIOS, porqué ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. **A MIS PADRES Y HERMANOS** porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona

A MI COMPAÑERA DE VIDA, que llena de amor y alegría mis días, por sus palabras de aliento y por ser mi cómplice para alcanzar nuestros sueños.

Wilmer Zelaya

"Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de **gigantes"**.

"Las grandes enseñanzas de la vida para poder seguir caminando, padres**"**.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora, en segundo lugar, a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE Aquiles Córdova, mi MADRE, Rosa Lino, mis Hermanos y no menos importante a mi Novia por siempre haberme dado sus fuerzas y apoyo incondicional que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. Por último, a mi compañero de tesis en esta armonía grupal lo hemos logrado y a mi asesor de tesis quien nos ayudó en todo momento, Ing Nino Franklin Araujo Jamanca.

Ronnald Córdova.

AGRADECIMIENTO

A dios, a mi familia y a las personas que forjaron lo que soy, gracias por todo.

Wilmer Zelaya.

INDICE

DEDICATORIA i

AGRADECIMIENTO ii

AGRADECIMIENTO iii

INDICE iv

RESUMEN EJECUTIVO ix

ABSTRACT x

CAPÍTULO I 1

1.1 INTRODUCCIÓN 1

1.2 OBJETIVOS 2

1.2.1 OBJETIVO GENERAL. 2

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 2

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3

1.5 HIPÓTESIS 3

CAPÍTULO II 4

2.1 MARCO TEÓRICO 4

2.1.1 ANTECEDENTES 4

2.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 5

2.2 AMBITO DE ESTUDIO 26

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 28

2.3.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE. 28

2.3.2 SUB SISTEMA DE PRODUCCIÓN. 28

2.3.3 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN. 28

2.3.4 COMPONENTES DE UNA RED 30

2.3.5 FLUJOS Y CONSUMOS. 31

2.3.6 DOTACIÓN DE AGUA. 35

2.3.7 PRESIONES. 35
2.3.8 FUGAS Y PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE 37
2.3.9 IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. 39
2.3.10 SECTORIZACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. 39
2.3.11 PROGRAMAS PARA MODELAMIENTO 40
CAPÍTULO III 44
3.1 METODOLOGÍA 44
3.1.1 MATERIALES Y MÉTODOS DE TESIS 44
3.1.2 MÉTODO DE TESIS 44
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 45
3.2.1 DISEÑO ESTADÍSTICO: POBLACIÓN Y MUESTRA 45
3.3 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 47
3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 49
3.4.2 ACTUALIZACIÓN TOPOLÓGICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE. 53
3.4.3 GENERACIÓN DE DATOS COMERCIALES. 54
3.4.4 GENERACIÓN DE DATOS OPERACIONALES: 60
3.4.5 MODELO DE SIMULACIÓN 83
3.4.6 FUNCIONABILIDAD DEL MODELO SIMULACIÓN PERIODO ESTÁTICO 84
3.4.7 SIMULACIÓN EN PERIODO EXTENDIDO 85
3.4.8 CALIBRACIÓN MODELO DE SIMULACIÓN 85
3.4.9 PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE 86
3.4.10 PARÁMETROS DE DISEÑO 86
CAPÍTULO IV 87

RESULTADOS 87

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ 87

4.2 COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2)..... 98

4.2.1 RESERVORIO BATÁN:..... 98

4.2.2 RESERVORIO NUEVA FLORIDA: 98

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN REAL PARA LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA. 99

4.4 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE LAS TUBERÍAS EXISTENTES. 100

4.5 DETERMINACIÓN DE PRESIONES, VARIACIONES DE VOLÚMENES EN LOS RESERVORIOS Y CAUDALES EN LAS REDES DE AGUA POTABLE. 101

4.5.1 VARIACIONES VOLÚMENES RESERVORIO:..... 101

4.5.2 VARIACIÓN DE CAUDAL Y PRESION EN LAS REDES DE AGUA POTABLE 105

4.6 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON POSIBLES PROBLEMAS DE SERVICIO. 120

4.6.1 ZONAS CON POSIBLES PROBLEMAS DE SERVICIO E INSUFICIENCIA O PORCENTAJE CAÍDA DE SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN 120

4.7 CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO Y DE CALIDAD..... 121

4.7.1 CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO. 121

4.7.2 MODELO DE CALIDAD. 122

4.8 ESQUELETIZACION DE LAS REDES DE AGUA POTABLE..... 123

4.9 MODELACION DE UN ESCENARIO CON UN CAMBIO DE REDES DE AGUA POTABLE. 124

4.9.1 PROPUESTA TECNICA 125

4.9.1.2 ANTECEDENTES 125

4.9.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES 126
a. UBICACIÓN GEOGRAFICA 126
b. UBICACIÓN POLÍTICA: 127
4.9.2 POBLACIÓN 132
4.9.3 OBJETIVO 133
4.9.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE 133
4.9.5 DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO 146
4.9.5.1 POBLACION ATENDIDA 146
4.9.5.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO PROPUESTO. 146
4.9.6 DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO 148
CAPITULO V 150
5.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 150
CAPITULO VI 152
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 152
6.1 CONCLUSIONES: 152
6.2 RECOMENDACIONES: 154
CAPITULO VII 155
7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 155
ANEXOS 156
8.1 ANEXO N° 01- PANEL FOTOGRAFICO 157
8.1.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN OPERACIONAL 157
8.1.2 ACTUALIZACION TOPOLOGICA 161
8.2 ANEXO N°02 - RELACIÓN DE CUADROS 163
8.2.1 CUADRO N° 01 RUTAS DE CONSUMO DE AGUA CIUDAD DE HUARAZ 163
8.2.2 CUADRO N° 02 DOTACIÓN PER-CÁPITA 168

8.2.3 CUADRO N°03 VARIACIONES DE CAUDAL RESERVORIOS CIUDAD DE HUARAZ 173

8.2.4 CUADRO N°04 VARIACIONES DE PRESIONES RESERVORIOS-CIUDAD DE HUARAZ 174

8.2.5 CUADRO N°05 VARIACIONES DE VOLÚMENES RESERVORIOS-CIUDAD DE HUARAZ..... 175

8.2.6 CUADRO N°06 VARIACIONES COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA-RESERVORIO BATAN JULIO 2016 176

8.2.7 CUADRO N°06 VARIACIONES COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA-RESERVORIO NUEVA FLORIDA MAYO 2017..... 177

8.2.8 CUADRO N°07 DATOS DE PRESIONES-CALIBRACIÓN..... 178

8.2.9 CUADRO N°08 DATOS DE PRESIONES-CALIBRADOS 188

8.3 ANEXO N°03 - RELACIÓN DE GRÁFICOS..... 193

8.3.1 GRÁFICO N°01 CURVA DE VARIACIÓN DE CAUDAL..... 193

8.3.1 GRÁFICO N°02 CURVA DE VARIACIÓN DE CAUDAL..... 194

8.3.2 GRAFICO N°03: CURVA DE VARIACIÓN DE VOLUMEN 195

8.3.3 GRAFICO N°04: CURVA DE VARIACIONES HORARIAS DEL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO RESERVORIO BATAN..... 196

8.3.4 GRAFICO N°05: CURVA DE VARIACIONES HORARIAS DEL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO RESERVORIO NUEVA FLORIDA 197

8.4 LISTA DE PLANOS..... 198

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis tiene como fin generar un modelo de simulación Hidráulica donde se realizó un diagnóstico del funcionamiento actual de las redes y de acuerdo a la problemática encontrada analizar y proponer soluciones adecuadas para el mejoramiento del servicio de agua potable.

Las redes de agua potable de la ciudad de Huaraz tienen 23,302 conexiones activas siendo primordial un correcto abastecimiento tanto en continuidad, caudal y presión en todo ámbito de influencia ya que este recurso es fundamental para que las personas puedan llevar una vida saludable. Debido a la gran cantidad de usuarios que abastece la EPS-CHAVÍN S.A es necesario y primordial dar un correcto abastecimiento en las redes de distribución para evitar los problemas sociales.

La simulación realizada es una solución a los problemas que en la actualidad viene ocurriendo en el abastecimiento de agua potable en la ciudad de Huaraz, realizándose así diversos métodos de solución para obtener un mejor servicio y cumplir con el objetivo principal de este trabajo de investigación **Optimizar el servicio de agua potable en la ciudad de Huaraz.**

Dentro del trabajo de investigación se realizó diversas etapas o fases, desde un diagnostico total de las redes y estructuras en la distribución (actualización del catastro de redes), generación de datos (datos comerciales), procesamiento de los datos del diagnóstico y los generados, verificación de la funcionabilidad del modelo, generación de los resultados del trabajo de investigación (mejoramiento del servicio de agua potable). Con todo lo antes descrito se obtuvo datos que pueden ser usado en trabajos de investigación posteriores o ser contrastados de acuerdo a las normas que rigen el servicio de agua potable (Reglamento Nacional de Edificaciones) como aporte hacia la ciudad de Huaraz y las futuras investigaciones sobre temas similares.

PALABRAS CLAVE: Optimización, Modelo, Simulación, Calibración, Calidad, Coeficiente, Dotación, Esqueletizacion, Sectorización, Zonas de presión.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to generate a Hydraulic simulation model where a diagnosis of the current operation of the networks was made and, according to the problems encountered, to analyze and propose suitable solutions for the improvement of the drinking water service.

Drinking water networks in the city of Huaraz have 23,302 active connections, and a proper supply of both continuity, flow and pressure is essential in all areas of influence since this resource is essential for people to lead a healthy life. Due to the large number of users that supplies the EPS-CHAVÍN S.A it is necessary and essential to provide a correct supply in the distribution networks to avoid social problems.

The simulation is a solution to the problems that are currently occurring in the supply of drinking water in the city of Huaraz, thus making various methods of solution to obtain a better service and meet the main objective of this research work. the drinking water service in the city of Huaraz.

Within the research work several stages or phases were carried out, from a total diagnosis of the networks and structures in the distribution (update of the registry of networks), generation of data (commercial data), processing of the diagnostic data and those generated, verification of the functionality of the model, generation of the results of the research work (improvement of the potable water service). With all the above-described data was obtained that can be used in subsequent research or be contrasted according to the rules governing the drinking water service (National Building Regulations) as a contribution to the city of Huaraz and future research on similar topics.

KEY WORDS: Optimization, Model, Simulation, Calibration, Quality, Coefficient, Endowment, Skeletonization, Sectorization, Pressure zones.

CAPÍTULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Los sistemas de distribución de agua potable son parte fundamental en el bienestar de la población, en los últimos años la necesidad de poder brindar un mejor servicio a la población y mejorar los diversos problemas que se presentan como la distribución irregular, el mejoramiento del servicio, la escasez, las bajas presiones en los puntos más desfavorables, y bajos niveles de cloro residual, etc. A generado reto que las entidades prestadoras de servicio (EPS) tienen que asumir, por ello obtener conocimiento sólido de estos sistemas de distribución permitirá una mejor toma de decisiones que cubran de forma parcial o total los problemas mencionados.

En los últimos años se han desarrollado diversos programas de cómputo como son el EPANET, WATERCAD, WATERGEMS, EPARED, etc. Los mismos que permiten realizar modelos de simulación matemática que son la base para el cálculo hidráulico y de calidad del agua, para diferentes estados que se producen en la red de distribución existente, de estas simulaciones se extraen resultados que serán considerados en la planificación, operación, diseño y gestión de la red.

Para generar un modelo hay que tener en cuenta que, en caso de tener una red nueva, el problema se reduce considerablemente, ya que la información existente proviene de los parámetros de diseño, caso contrario ocurre con una red en servicio (existente) donde las dificultades se incrementan. Ya que los parámetros con los que se proyectó la red se han modificado con el paso del tiempo y por el propio funcionamiento de ésta, asi como el crecimiento poblacional exponencial de las zonas urbanas.

Por las ventajas que presentan los modelos de simulación y de acuerdo a los antecedentes, en la presente tesis se implementara el modelo de simulación hidráulica y de calidad de las redes de agua potable existentes de las ciudades de Huaraz e Independencia y así contribuir con la EPS-CHAVÍN, teniendo un escenario del funcionamiento de las redes de agua potable y donde se vienen presentando problemas, así mismo para realizar un mejoramiento y brindar un mejor servicio a la población.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL.

Optimizar las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia generando un modelo de simulación hidráulico y de calidad.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Verificar las tuberías en funcionamiento y sus respectivos diámetros, las ubicaciones de los hidrantes, válvulas de control, purga, reductoras de presión y equipos de bombeo en las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia.
- Usar los diferentes Software's para generar el modelo de simulación hidráulica.
- Determinar el coeficiente de variación horaria (K2)
- Determinar la dotación real para las ciudades de Huaraz e independencia.
- Determinar los coeficientes de rugosidad de las tuberías existentes.
- Medir presiones, variaciones de volúmenes en los reservorios y caudales en las redes de agua potable.
- Calibrar el modelo hidráulico y de calidad de acuerdo a los datos obtenidos en campo.
- Identificar zonas con posibles problemas de servicio.
- Modelar un escenario de un posible cambio de las redes de agua potable.
- Esqueletizar las redes de agua potable.
- Medir la concentración de cloro residual en los puntos más desfavorables de la red.
- Modelar un escenario de un posible ingreso de un agente contaminante en las redes de agua potable y ver las zonas que resultarían afectas.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los problemas que causa malestar a la población de las ciudades de Huaraz e Independencia son las bajas presiones de llegada en algunos sectores, el corte repentino por roturas de tuberías causadas por sobre presiones, roturas de pavimentos para solucionar las roturas de las tuberías, todos estos problemas ocasionan que se incrementen los costos de capital de inversión, en la operación y mantenimiento.

Para poder prevenir, optimizar los problemas mencionados y otros tipos de problemas que se puedan presentar en el futuro es que es necesario contar con un modelo de simulación hidráulica y de calidad para tomar decisiones adecuadas y solucionarlas en el menor tiempo posible.

Para generar un modelo hay que tener en cuenta que, en caso de tener una red nueva, el problema se reduce considerablemente, ya que la información existente proviene de los parámetros de diseño, caso contrario ocurre con una red en servicio (existente) donde las dificultades se incrementan. Ya que los parámetros con los que se proyectó la red se han modificado con el paso del tiempo y por el propio funcionamiento de ésta.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Se podrá generar un modelo de simulación hidráulica y de calidad de las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia con el uso de Software's que muestre el estado real de funcionamiento y simular diferentes escenarios para ver qué problemas se pueden presentar en dichas redes que ocasionen malestar a la población?

1.5 HIPÓTESIS

Si se podrá generar un modelo de simulación hidráulico y de calidad de las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia que muestre el estado de funcionamiento y prediga posibles problemas a la salud y malestar a la población.

CAPÍTULO II

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ANTECEDENTES

El uso de modelos matemáticos para el análisis de sistemas de distribución de agua potable fue propuesto por vez primera en 1936 (Cross, 1936). Desde entonces los métodos de solución empleados en los modelos han evolucionado desde el análisis inicial del caudal en redes desarrollado por Hardy Cross, realizado a mano, al desarrollo y extensión de modelos de redes hidráulicos para computadoras en las décadas de los setenta y ochenta, y la aparición de los modelos de calidad del agua en redes de distribución a finales de la década de los ochentas.

De acuerdo al avance tecnológico muchas ciudades de diferentes países de Latinoamérica, se han generado e implementaron modelos hidráulicos y de calidad de las redes de agua potable existentes, esto se logró gracias a la aplicación del Software's con el cual se modelo y se realizó la calibración respectiva con los datos obtenidos en campo generando así un modelo del funcionamiento real del sistema de redes.

Así podemos encontrar los siguientes antecedentes:

- Análisis del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de la ciudad de Córdoba mediante EPANET.
- Algoritmos de optimización combinatoria aplicados al diseño de redes de distribución de agua potable en la red de Hanói, Colombia.
- Plan Maestro Metropolitano de Agua Potable y Saneamiento la Paz-El Alto Bolivia.
- Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea YOLWITZ del municipio de san mateo IXTATAN, HUEHUETENANGO.
- Esqueletizacion en redes de distribución utilizando conceptos de residencia y potencia unitaria en los municipios del valle verde de Cauca departamento de Colombia.

Todas estas investigaciones tienen como fin primordial mejorar las condiciones de servicio y salud a la población.

2.1.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1.2.1 MODELACIÓN Y SIMULACIÓN

El proceso de modelación comprende desde la definición del alcance de un proyecto, pasando por la selección del software de modelación y su aprendizaje, la preparación y descripción del sistema de ingreso de datos, la obtención de los datos de entrada y la carga del modelo para obtener de esta manera el modelo inicial; paralelamente se recolectan datos de campo y se aplica la verificación de estos datos para obtener el modelo calibrado. A este modelo calibrado se desarrollan alternativas y se aplican las mismas para tener las soluciones.

El término simulación generalmente se refiere al proceso de imitación del comportamiento de un sistema a través de las funciones de otro.

El proceso de usar representaciones matemáticas de un sistema real, es el modelo, que es un escenario virtual del manejo de redes.

La modelación de redes, que reproducen las dinámicas de un sistema existente o propuesto, se utiliza comúnmente cuando no se puede intervenir prácticamente en el sistema real, o para propósitos de evaluación en un sistema en actual construcción, y adicionalmente en situaciones de emergencia de calidad del agua donde un testeo directo en el sistema puede ser costoso y potencialmente peligroso poniendo en riesgo la salud pública.

Las simulaciones pueden ser usadas para predecir respuestas del sistema bajo un amplio rango de eventos y condiciones sin perturbar al sistema real, también se pueden anticipar problemas de sistemas propuestos o existentes, y las soluciones pueden ser evaluadas antes de invertir dinero, tiempo y materiales de un proyecto del mundo real.

2.1.2.2 MODELACIÓN HIDRÁULICA DEL AGUA

El término Modelo de Red Hidráulica describe el uso de una representación matemática de un sistema real de suministro de agua. Se utilizan los modelos de redes hidráulicas para simular el comportamiento de sistemas existentes.

La modelación hidráulica de un sistema de agua potable se realiza con el propósito de determinar acciones para mejorar su comportamiento hidráulico, identificar las condiciones actuales y futuras de funcionamiento, para tomar las acciones correctivas del caso, por una parte y por otra, desarrollar un programa de optimización del sistema, partiendo de acciones previas de sectorización a fin de presurizarlo a través de intervenciones inmediatas y futuras.

El uso de modelos matemáticos para el análisis de sistemas de distribución de agua potable fue propuesto por vez primera en 1936 por Cross. Desde entonces los métodos de solución empleados en los modelos han evolucionado desde el análisis inicial del caudal en redes desarrollado por Hardy Cross, realizado a mano, al desarrollo y extensión de modelos de redes hidráulicos para computadoras en las décadas de los setenta y ochenta, y la aparición de los modelos de calidad del agua en redes de distribución a finales de la década de los ochentas.

EVOLUCIÓN DE LAS APLICACIONES DE LOS MODELOS

Tabla 1
EVOLUCIÓN DE LAS APLICACIONES DE LOS MODELOS

1930s	**1960s**	**1970s**	**1980s**			**1990s**
Análisis de caudal de redes (Hardy Cross)	Análisis de redes por ordenador	Modelos hidráulicos Disponibles para pequeños ordenadores	Modelos estáticos de calidad de agua	Modelos dinámicos de calidad de agua	Modelación de la calidad del agua extendida	Sistemas integrados de modelación y planimetría: estrategias de monitorización cinética de contaminantes

Fuente: Elaboración Propia

Los modelos de simulación actualmente son sistemas completos de fácil manejo permitiendo a usuarios de diferentes niveles, analizar y mostrar los parámetros hidráulicos y de calidad del agua dentro de un sistema de distribución de agua potable.

Tomando en cuenta el desarrollo en los últimos años que han experimentado los modelos de simulación, es posible realizar una clasificación de acuerdo al objetivo o criterios que se establezcan. De acuerdo al grado de aplicación, los modelos se pueden clasificar como de planificación, operacionales y de diseño.

a. Etapas en la elaboración de un modelo hidráulico.

Las fases de un modelo hidráulico por implementar son las siguientes:

- Determinar el tipo de cuestiones que el modelo ayudará a resolver/responder.
- Representar los componentes de la red de distribución "real”, en términos adecuados para su utilización por el modelo implementado.
- Recopilación de información para caracterizar los componentes incluidos en el modelo.
- Análisis y asignación de consumos registrados. Se trata de incorporar dentro del modelo, las demandas en los puntos de consumo para cada período de tiempo analizado.
- Esqueletizacion de la red, esto es la simplificación de la red de tuberías, según el uso y la información disponible.

Atendiendo a las etapas anteriores, se dispone de un modelo hidráulico sin validar de la red de distribución. Las siguientes etapas se dedican a la corrección y ajuste de los parámetros de la red, en otras palabras, la fase de calibración del modelo.

b. Calibración del modelo se siguen de manera general.

Mediciones de presión y caudal, las cuales se realizan en algunos puntos de la red, para diferentes estados de carga.

Ajuste del modelo. Se reproducen con el modelo los estados de carga de las mediciones. Se comparan los valores de presión y caudal medidos en la red con los obtenidos por el modelo de simulación hidráulico, y se ajustan los diferentes parámetros como el coeficiente de rugosidad de las tuberías, y la demanda.

Resultados y conclusiones.

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

Es importante mencionar que las redes de distribución sufren de constantes cambios, por esta razón el modelo hidráulico calibrado, deberá ser actualizado y recalibrado de forma periódica.

Para las simulaciones en períodos extendidos, se requiere de la curva de la variación de la demanda.

c. Topología de la red

La topología de la red se expresa por la forma en que están conectados los diferentes elementos que la componen. Toda esta información se obtiene a partir de los planos de la red otorgados por el organismo operador local. Las uniones entre las tuberías se llaman nodos. Estos podrán representar diferentes elementos como:

- tanques,
- bombas,
- uniones entre tuberías,
- cambios de dirección,
- válvulas,
- pozos, etcétera.

d. Los elementos que componen un sistema de distribución:

- Nodos
- Tuberías
- Válvulas
- Bombas
- Depósitos o tanques de almacenamiento y regularización
- Pozos
- Plantas potabilizadoras

Todos los elementos que sirvan para reproducir el comportamiento hidráulico de la red.

En esta fase de recopilación se revisarán y actualizarán las fuentes de información sobre la red de distribución analizada. Este trabajo requiere de una importante colaboración del personal del organismo operador. Este último apoyo se debe a que la gente del organismo operador trabaja diario en la red que se incluirá en el modelo.

Tuberías

Es importante conocer de las tuberías sus características geométricas tales como:

- Nodo inicial y final
- Diámetro
- Longitud
- Coeficiente de rugosidad
- Conectividad ó topología
- Pérdidas de carga por cortante y localizadas
- Material
- Edad de la misma
- Estado de conservación.

De forma similar que, para el caso de la topología, la obtención de esta información de forma preliminar se realiza a partir de los planos de la red existentes. Sin embargo, es conocido también que las redes de distribución de agua sufren cambios continuos, como reparaciones o trabajos de mantenimiento, por esta razón, se deberá acudir al

departamento de operación y mantenimiento para localizar y conocer la información respectiva.

Con respecto al diámetro de las tuberías, deberá considerarse que la información histórica disponible sólo refleja el tamaño de la tubería en el momento de su instalación; sin embargo, con el paso de tiempo, puede haberse reducido como consecuencia de incrustaciones. El efecto de esta reducción en el cálculo de caudales y pérdidas de carga normalmente es agrupado junto con las modificaciones realizadas al coeficiente de rugosidad de la tubería durante el proceso de la calibración del modelo hidráulico de simulación.

Es importante mencionar que, aunque esto funciona bastante bien para la modelación hidráulica, el uso de un diámetro incorrecto de tubería puede ocasionar dificultades cuando se modela la calidad del agua, esto se debe a que dentro de este tipo de simulación se calculan los tiempos de viaje del agua a través de las tuberías, que está en función del diámetro.

Bombas y/o estaciones de bombeo

Para esto será necesario conocer todas las características del equipo de bombeo existente lo siguiente:

- Rendimiento
- Horas de funcionamiento
- Modo de operación (arranque/paro)
- Pérdidas de carga en la estación de bombeo
- Caudal correspondiente a las pérdidas de carga
- Elevación del nivel del agua en la toma

En algunos programas es necesario colocar dos nodos (inicial y final) para representar la estación de bombeo. El nodo inicial será el “reservorio” o el lugar el cual se extraerá el agua, y el nodo final representa la bomba.

Debido a que el rendimiento de la bomba puede variar con el tiempo, deberán realizarse ensayos de forma periódica para evaluar el funcionamiento real de la misma.

Cuando no se conoce la curva característica de la bomba, un método empleado para representarla consiste en asumir una potencia constante.

Sin embargo, en casos cuando se realizan simulaciones de periodos extendidos se deberá tomar con cierta cautela, porque las combinaciones resultantes de altura-caudal pueden en ocasiones no corresponder a la realidad.

Generalmente este tipo de información requerida por el modelo, se obtiene por la experiencia del personal encargado de operación, además de éstos normalmente poseen los manuales o la información sobre las características de los equipos instalados en la red de distribución.

Para aquellos casos donde no se tiene información alguna sobre las bombas, de forma inicial y aproximada se puede realizar lo siguiente:

Representar la bomba como un caudal de inyección asignado a un nodo (signo negativo)

Representar la bomba como tanque (carga hidráulica conocida)

El primer caso es cuando se tiene algún conocimiento sobre el caudal que inyecta la bomba hacia la red. Esto puede ser precisado con mediciones de caudal en la tubería que sale (efluente) del equipo de bombeo.

El segundo caso recordar que en la colocación de un tanque dentro de un modelo de simulación es necesario conocer el nivel estático del agua. Para ello se deberá tener un conocimiento sobre la presión (carga hidráulica) a la salida que tiene el equipo de bombeo actual. Habrá que considerar que, durante los resultados de las simulaciones preliminares, se deberá cotejar los resultados del caudal que inyecta el tanque a la red de distribución, con los que posiblemente pudiera estar inyectando la bomba. Es probable que el caudal calculado sea mayor o incluso menor de lo que pudiera suministrar la bomba.

Elementos de regulación o válvulas

Uno de los puntos que afectan considerablemente, la predicción de los caudales y las presiones dentro de la red de distribución, es el conocimiento preciso del estado de las válvulas. Los datos que se requieren de forma inicial para iniciar el proceso de simulación son: ubicación y condición actual (abierta o cerrada).

Dentro de las válvulas existen varios tipos que podrán ser considerados, como son las válvulas reguladoras y reductoras de presión. En este tipo de válvulas generalmente se insertará dentro del modelo de simulación la presión que se desea aguas abajo de la misma. Otro tipo de válvulas son las limitadoras de caudal, que restringen el caudal de paso a través de la válvula a un valor prefijado. Generalmente los modelos de simulación emiten un mensaje de advertencia si no puede conseguirse dicho caudal, a no ser que hubiera un aporte de energía (esto es, si el caudal a válvula abierta fuera inferior al de consigna). Las Válvulas Limitadoras de Caudal son unidireccionales, y deben orientarse según el sentido del flujo a limitar. Si se especifica un caudal negativo para una Válvula Limitadora de Caudal, ésta se comporta como una bomba de caudal prefijado.

Depósitos y/o tanques de almacenamiento y regulación

De estos elementos se requiere de la información siguiente:

- Ubicación
- Tipo (Elevado o superficial)
- Capacidad
- Geometría
- Cota de plantilla
- Elevación de los niveles (máximo y mínimo) o nivel del agua
- Curva de nivel-volumen (en caso de ser necesario).

Nodo de consumo

En este tipo de nodo requiere de la cota de terreno, tipo de consumo, conectividad a la red, sector de consumo al que pertenece, niveles de fugas en la zona de influencia del punto, usuarios o número de viviendas que se abastecen del nodo, tipo de suministro (alimentación a través de un aljibe o directamente de la red).

Estudio de consumos y asignación de demandas

La bondad de un modelo de simulación hidráulica, cuando éste representa una red de distribución en servicio, depende del ajuste que se realice de los parámetros que definen el comportamiento de los diferentes elementos.

Los parámetros que tienen mayor importancia dentro de una simulación son tres:

- Diámetro de las tuberías;
- Rugosidad de las tuberías;
- Demanda en los nodos de consumo.

Es cierto que el diámetro y la rugosidad son parámetros con una incertidumbre elevada, por diversos factores como la antigüedad de la red, topología, composición química del agua, sin embargo, es la demanda en los nodos de consumo, la variable que más incidencia tendrá en la respuesta del modelo.

En resumen, existen tres aspectos por considerar dentro del consumo de agua que deberán ser resueltas cuando se construye un modelo de simulación hidráulica:

¿Cuánta agua se va a usar?

¿Dónde están localizados los puntos de consumo?

¿Cómo varía el consumo en función del tiempo?

Inicialmente se realiza un estudio de demanda promedio, sobre la cual se aplicarán los coeficientes de variación horaria para el caso de las simulaciones estáticas y las curvas de variación de la demanda en simulaciones de períodos extendidos.

Para el estudio de las demandas del modelo cabe distinguir entre los modelos estáticos y los dinámicos.

En el modelo estático se analiza la red para un único estado de demanda. Este estado deberá ser lo suficientemente significativo para el uso que se le dará al modelo, generalmente se analizan la situación de máximo consumo donde se presentan las presiones más bajas en la red de distribución, y, la de mínimo consumo cuando las presiones son mayores,

y se pueden producir fallas en las tuberías, generalmente esto se presenta durante la noche, debido a los usos y costumbres de la población.

Para el caso de la asignación de demandas en un modelo dinámico, habrá que considerar una curva de variación horaria de la demanda, y por ello será más difícil la asignación de demandas al modelo. Para su utilización en simulaciones de período extendido, la curva de variación de la demanda se discretiza en intervalos regulares de tiempo, normalmente de una hora de duración.

Estimación de la demanda

La información requerida para determinar la demanda promedio se obtiene de diferentes fuentes de información.

Primeramente, se utilizan los registros del propio abastecimiento relacionados con la producción de agua en las fuentes, caudal o volumen de agua bombeado, caudal inyectado en los diferentes puntos de alimentación de la red, variación de niveles en tanques o depósitos de almacenamiento y/o regularización. Por otro lado, se obtienen las lecturas de los micro medidores de los usuarios que sirven de base para la facturación. Estos volúmenes facturados podrán ser convertidos a caudales promedio.

La información obtenida debe ser convenientemente tratada para poder determinar las demandas en los nodos de consumo. Existen dos posibles formas de proceder:

De arriba hacia abajo

De abajo hacia arriba

Ambos métodos están basados en conceptos generales de balance de masa.

La determinación de la demanda de arriba hacia abajo supone comenzar desde las fuentes de abastecimiento y descender hasta las demandas nodales. Con el conocimiento sobre la producción de agua y los principales consumidores de agua, el resto de la demanda es desagregada entre el resto de los consumidores.

El procedimiento de abajo hacia arriba parte de los registros individuales de facturación de los usuarios, agregando diferentes consumos para obtener las demandas nodales.

Sin embargo, la mayoría de los métodos empleados para asignar la demanda a un modelo son una combinación de ambos procedimientos. De hecho, la determinación del agua no contabilizada se calcula como la diferencia entre la producción de agua y el volumen de agua medido a los usuarios, repartiendo posteriormente dicha diferencia entre los nodos según un determinado criterio de repartición o asignación.

Tipos de consumo

En la asignación de consumos existen dos tipos: contabilizados y no contabilizados.

Se denominan consumos contabilizados aquellos que son controlados tanto en valor como en ubicación. Normalmente serán los que se facturan al usuario del servicio de distribución.

Se consideran consumos no contabilizados los que quedan fuera del control del organismo operador. Principalmente se deben a errores en los micro medidores, fugas en la red, toma clandestina, tomas para servicios municipales, entre otros.

Consumo contabilizado

Los consumos contabilizados provienen fundamentalmente de las facturaciones de los usuarios al servicio.

El proceso de asignación de demandas consiste en pasar los consumos facturados de cada usuario a la demanda en el nodo del modelo. El método dependerá de la estructura en la información por parte del organismo operador.

Consumo no contabilizado

Es aquél consumo que no se tiene controlado, como son: errores de lectura, fugas en la red de distribución, errores en los equipos de medición de caudal, tomas clandestinas, entre otros.

Criterios de asignación

Existen diferentes formas de realizar la asignación de demanda cuando se parte de las facturaciones de los usuarios, las cuales se citan a continuación.

- **Asignación nodo por nodo**

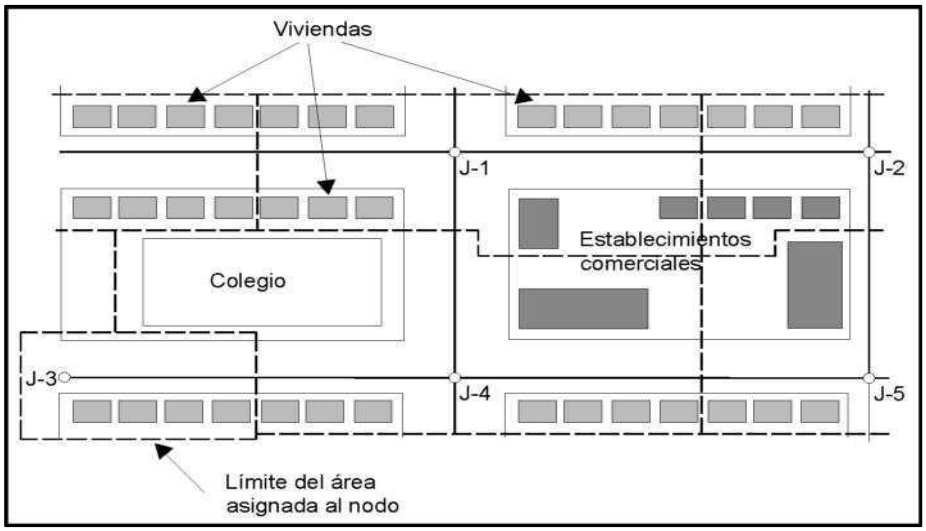
  Este proceso consiste en relacionar cada usuario con un nodo del modelo y asignar su consumo a dicho nodo, buscando siempre referirlo al más cercano, o con el nodo que se puede considerar que abastece al usuario.

  Esta asignación consumo-nodo hacerla correctamente resultará bastante confiable, sin embargo, resulta laboriosa. Vale la pena mencionar que en redes ramificadas la asignación es sencilla, pero en el caso de tener una red mallada, la relación se realiza con base al criterio del modelador.

  Actualmente algunos organismos operadores cuentan con Sistema de Información Geográfica, SIG, esto facilita y permite la automatización de este proceso.

  En la siguiente ilustración, las líneas discontinuas representan las fronteras entre asociaciones de nodos, por ejemplo, al nodo J-4, le corresponden siete viviendas, un colegio y un edificio comercial.

Figura A: Asignación de demandas a los nodos de consumo.



Pérez Arellano, Rafael

2010 "Análisis del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de la ciudad de Córdoba mediante EPANET" Consulta: 15 de Abril 2016. http://www.ingenieriadelagua.com/2004/JIA/Jia2011/pdf/p510.pdf

- **Asignación de consumos por sectores**

El proceso consiste en sumar el consumo de todos los usuarios que quedan dentro de un sector, que se hacen coincidir con la planimetría o malla del modelo, obteniendo el consumo total del sector, para posteriormente repartirlo en partes iguales a los nodos que se quedan incluidos dentro del sector.

La demanda en el nodo se obtiene sumando el consumo de todos los usuarios incluidos en el sector.

Para este tipo de asignación de consumo se emplean dos bases de datos: padrón de usuarios y el registro de facturación de los mismos. Estas se obtienen a partir de la información recopilada por el organismo operador.

- **Asignación de consumos unitarios por calle**

Este proceso inicia identificando las tuberías de la red de distribución y calculando los metros lineales de éstas dentro de las calles. Por su parte, a través de los datos de los usuarios del servicio se obtiene el consumo por calle y el consumo unitario por calle.

Con la longitud de cada tubería que se localiza en cada calle se multiplica por el consumo unitario se obtiene el consumo por tubería. Multiplicando dicho consumo unitario por los metros de tubería que existen en la calle, se obtiene un consumo por tubería, y utilizando la planimetría dentro del modelo esqueletizado, éste consumo por tubería se convierte en consumo por línea trazada del modelo.

En este método, la demanda de los nodos se obtiene repartiendo los consumos por línea trazada calculada del modelo entre los nodos extremos, y sumándolos a los consumos propios de los nodos.

Este tipo de asignación tiene bastante precisión por considerar la ubicación real de las tuberías en la red.

Con los procedimientos descritos con anterioridad, se asigna la demanda media a los nodos de consumo, lo que corresponderá a un estado medio de carga de la red de distribución.

- **Estaciones de bombeo**

El proceso de esqueletización también incluye las estaciones y equipos de bombeo, así como los elementos de regularización y/o almacenamiento de agua. Se pretende reproducir el comportamiento de la estación de bombeo sin llegar a incluir detalladamente todos los elementos que la componen. En el caso de flujo permanente, las estaciones de bombeo se pueden incluir dentro de un modelo como un punto de inyección de caudal a la red de distribución.

Dentro de los modelos dinámicos, lo anterior no será posible, porque se deberá tener conocimiento del gasto de la bomba ante diferentes situaciones. Por lo anterior a continuación se describen ciertos casos reales donde se involucran las estaciones de bombeo y su incorporación al modelo de simulación.

Si el bombeo se realiza a un depósito o tanque de regularización se podrá modelar la estación de bombeo como dicho tanque [Figura 3.6], la altura piezométrica en el nodo de la bomba corresponde con la del depósito. La estación y la red de distribución trabajarán y estarán sujetas a la altura piezométrica que imponga el tanque, razón por la cual se podrá eliminar la estación de bombeo.

Para el caso en que el tanque funcione como excedencias, la presión en la red depende del caudal que entra y sale del tanque, por lo que es importante incluir la estación de bombeo. Asimismo, en caso de tener un bombeo directo hacia la red, se deberá incluir la estación de bombeo.

Recomendaciones en la asignación de consumos en modelos matemáticos

Los procesos de asignación de consumos anteriormente expuestos tienen una serie de recomendaciones. Dentro de éstas se deberán distinguir de acuerdo al tipo de simulación que se trate: estática y dinámica.

- **Asignación de consumos en modelos estáticos**

A continuación, se describen una serie de recomendaciones en caso de considerar un modelo de simulación estática:

A través de los métodos mencionados anteriormente, se asigna una demanda media en los nodos del modelo que corresponde a un estado medio de demanda en la red de distribución.

En caso de considerar un enfoque estático, se deberá adaptar el estado medio de demanda en la red a la que se produce el instante de la simulación.

A su vez la demanda instantánea depende de varios factores como son:

- Tipo de consumo (comercial, doméstico, industrial, público)
- Nivel socioeconómico del usuario del servicio
- Hábitos de consumo

Las características anteriores muestran que existirán diferencias entre un sector de consumo y otro, incluso en nodos del mismo sector.

En caso de abordar problemas de diseño, el consumo medio será corregido por un coeficiente de variación máximo, dependiente de número de usuarios. Estos coeficientes máximos diarios u horarios son valores específicos de cada sistema de distribución.

- **Asignación de consumos en modelos dinámicos**

Además de las recomendaciones anteriores, dentro de los modelos de simulación dinámica se deberá reproducir una curva de variación de la demanda en los nodos a lo largo de la simulación. Por lo anterior se deberán atender las siguientes recomendaciones:

Para simular en cada instante el estado de demanda real en la red de distribución, se multiplica la demanda media de los nodos por un coeficiente que relacione el consumo instantáneo con el medio.

La curva de la variación de la demanda difiere totalmente de una red de distribución a otra. Por lo anterior es conveniente realizar mediciones tendientes a caracterizar la curva que se introducirá dentro de un modelo de simulación.

En los usuarios del sector comercial e industrial, la curva de la variación está adaptada a los horarios de actividad. Dentro de éstos el consumo es prácticamente constante, mientras que fuera de ellos es nulo.

Las curvas de variación de la demanda varían en días laborables y festivos, de acuerdo a la estación del año, por lo que habrá que considerar esto en el momento de la simulación.

Las diferencias estaciónales del consumo de agua están relacionadas con los cambios climáticos, tales como la temperatura y la precipitación.

Hay ocasiones en que existen usuarios cuyos patrones de demanda difieren significativamente del patrón de demanda típico asignado al grupo que pertenecen, sin embargo, la repercusión que tienen tales diferencias sobre el modelo resultan insignificantes. Caso contrario ocurre para otros usuarios, como son las industrias, donde los errores

en el patrón de consumo pueden tener un impacto mayor sobre el modelo.

Normalmente entre mayor sea el consumo individual de un usuario, más importante será obtener una caracterización adecuada de su patrón de consumo respectivo.

Otros factores por considerar

El desconocimiento del valor y localización de los consumos no contabilizados como las fugas en la red de distribución, los errores en los micro medidores, caudal no contabilizado, entre otros, añaden incertidumbre al proceso de asignación de la demanda en los nodos. Sin embargo, las fugas son el factor predominante en este rubro, a continuación, se describe con mayor detalle algunas experiencias al incorporarlas dentro de un modelo.

2.1.2.3 ESQUELETIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

La esqueletización es el proceso de seleccionar sólo las partes de la red hidráulica que tienen un impacto significativo en el comportamiento del sistema para su inclusión en una distribución de agua modelo. Por ejemplo, incluyendo cada conexión de servicio individual, válvula y cada uno de los numerosos otros elementos que componen la red real sería un enorme para sistemas más grandes. Las partes de la red que no están modeladas no se ignoran; Más bien, los efectos de estos elementos se contabilizan dentro de las partes del sistema que se incluyen en el modelo.

Un modelo de distribución de agua completamente realizado puede ser una red enormemente compleja que consiste en miles de elementos discretos, y no todos estos elementos son necesarios para cada aplicación del modelo. Cuando los elementos que son ajenos al propósito deseado, la eficiencia, usabilidad y enfoque del modelo pueden ser afectados sustancialmente, y los tiempos de actualización de cálculo y visualización pueden estar seriamente dañado. Además de

la logística de crear y mantener un modelo que emplea poca o ninguna esqueletización, un alto nivel de detalle podría ser innecesario al incorporar todos estos elementos en el modelo y no tiene un efecto significativo en la precisión de los resultados que se generan.

Diferentes niveles de esqueletización son apropiados dependiendo del uso el modelo. Para un análisis del coste energético, es preferible un mayor grado de esqueletización y para el flujo de fuego y el análisis de la calidad del agua, es necesaria una esqueletización mínima. Esta significa que se requieren múltiples modelos para diferentes aplicaciones. Debido a esta necesidad, se han desarrollado varias técnicas automatizadas de esqueletización para el proceso de esqueletización.

- La esqueletización automatizada incluye:
- Un ejemplo genérico de esqueletización.
- Qué esqueletos automatizados generalmente hacen
- Cómo Skelebrator se acerca a la esqueletización
- Uso del software Skelebrator.

En ocasiones tener todos los elementos del sistema de distribución como se encuentran físicamente y posteriormente introducirlos en un modelo hidráulico de simulación resulta un inconveniente para abordar. Por lo anterior, es necesario depurar o simplificar los datos que hemos recopilado de manera que se convierta en información útil para ser introducida en el modelo.

La esqueletización consiste en una simplificación de la red de distribución, y una esquematización de los restantes elementos de la red.

Algunos programas de simulación tienen este tipo de herramientas de forma automatizada, como el WaterCAD y el WaterGEMS con su módulo llamado “Skelebrator Skeletonization”.

De forma general la esqueletización de la red se traduce en los tres puntos siguientes:

Unificación de nodos próximos, donde debido a la corta longitud de las tuberías que los unen, se tendrá un mismo valor de la presión.

Recomendaciones:

Una vez realizado el proceso de esqueletizacion de la red, al final se tiene un modelo formado por un conjunto de líneas y nodos.

Una de las recomendaciones que será importante aclarar, es que el diámetro a partir del cual se van a eliminar las tuberías depende del tipo de modelo y del tamaño de la red. Como se recordará en modelos estratégicos y de planificación sólo se consideran las tuberías principales con mayor caudal. Caso contrario se presenta en los modelos de calidad del agua, donde será necesario contemplar en el modelo, tuberías de distribución de pequeño diámetro, que es donde el agua sufre mayor deterioro en su calidad.

Sin embargo, en ocasiones, algunas tuberías con diámetro pequeño se localizan en las zonas de mayor antigüedad de la ciudad y tienen una capacidad de transporte importante, por esta razón se deberán tomar en cuenta éstas en el proceso de esqueletización de la red. Asimismo, existen casos que, para mantener la conectividad de algunas tuberías de mayor diámetro, es necesario incluir alguna tubería más pequeña.

Otra situación que vale la pena mencionar es que puede haber tuberías, que, en condiciones normales de operación de red, tienen poca influencia sobre el resto de la red, sin embargo, podrán llegar a tenerla cuando por rotura o falla, se obligue a cerrar alguna tubería importante cercana. Por ello, en conclusión, durante el proceso de esqueletización de la red, siempre será mejor añadir una tubería de más que eliminar alguna de ellas, porque podrá llegar a tener importancia de forma posterior.

Es importante que, en la actualización y mantenimiento del modelo, se tenga constancia de las simplificaciones realizadas, además de conservar los elementos eliminados en otro archivo.

2.1.2.4 MODELO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Los modelos de calidad del agua determinan la variación temporal y espacial de un determinado parámetro físico químico de calidad del agua, como la concentración de sustancias contaminantes o bien desinfectantes. Aun cuando se conocen como “modelos de calidad del agua”, la aplicación se ha reducido en gran parte a la modelación del cloro residual y flúor.

La labor de garantizar un nivel de desinfección adecuado en cada punto del sistema de distribución de agua potable puede facilitarse con el uso de un modelo de simulación de la calidad del agua. Como se mencionó, el modelo se alimenta con los datos físicos y operacionales (hidráulicos) del sistema de distribución, y proporciona la concentración del desinfectante en cada punto, lo que favorece la identificación de las partes potencialmente problemáticas de la red, y permite definir estrategias para garantizar una desinfección eficiente en todo el sistema.

Beneficios de la implementación del modelo

Algunos beneficios de la implementación del modelo en una ciudad son:

Permite analizar el comportamiento del desinfectante en la red.

Hace posible definir diferentes estrategias para garantizar la calidad del agua en la red.

Provee las herramientas para determinar la dosificación óptima de cloro en las fuentes y plantas, y en su caso la necesidad de unidades auxiliares de inyección secundaria.

Identifica las partes potencialmente problemáticas de la red y las medidas a tomar para solucionar el problema.

Permite conocer la calidad del agua resultante de la mezcla de aguas de diversas fuentes de abastecimiento dentro de la red.

Puede usarse para investigar las causas en una baja de calidad del agua.

Analiza el comportamiento de sustancias químicas en la red, y en caso de un posible accidente de contaminación, determinar quiénes serían los usuarios afectados y el tiempo de transporte del contaminante. Lo anterior ayudará a los operadores a conocer el tiempo disponible para reaccionar e iniciar acciones correctivas.

Permite optimizar la ubicación de los puntos de muestreo de la calidad del agua en la red.

El modelo hidráulico que se implementa como parte del modelo de calidad del agua, puede ser usado en otros proyectos como sectorización de la red, establecimiento de distritos hidrométricos para control de pérdidas de agua potable, mejoras en la distribución, y otros.

En general, proporciona un conocimiento detallado del funcionamiento hidráulico y de la calidad del agua en la red de distribución, que a su vez repercute en otros beneficios provenientes de un mejor control y una operación más consciente.

Los modelos de calidad del agua pueden ser también utilizados para realizar otra serie de estudios como son:

Calibración y ensayo de modelos hidráulicos del sistema, a través de trazadores químicos.

Localización y dimensionamiento de instalaciones de almacenamiento y regulación, y modificación del funcionamiento del sistema para reducir el tiempo de residencia del agua dentro de la red.

Evaluar la vulnerabilidad del sistema a incidentes de contaminación externa.

Factores que intervienen en el modelo de calidad del agua

Conservación de la masa dentro de las tuberías y en los nodos.

Mezcla completa e instantánea del agua que entra en los nodos (uniones de tuberías).

Reacciones cinéticas apropiadas para el decaimiento de la sustancia a medida que se traslada a través de las tuberías y depósitos

Transporte advectivo y dispersivo en tuberías

La velocidad a la cual la concentración de la sustancia cambia dentro de una sección de tubería, se iguala a la diferencia de masa del caudal que entra y sale de la sección, más la tasa de reacción dentro de la sección. Es importante mencionar dentro del modelo de calidad del agua en la red, se asume que las velocidades en los tramos son conocidas a partir de los resultados obtenidos en las simulaciones del modelo hidráulico de la misma red de distribución.

Mezcla en los nodos de unión entre tuberías

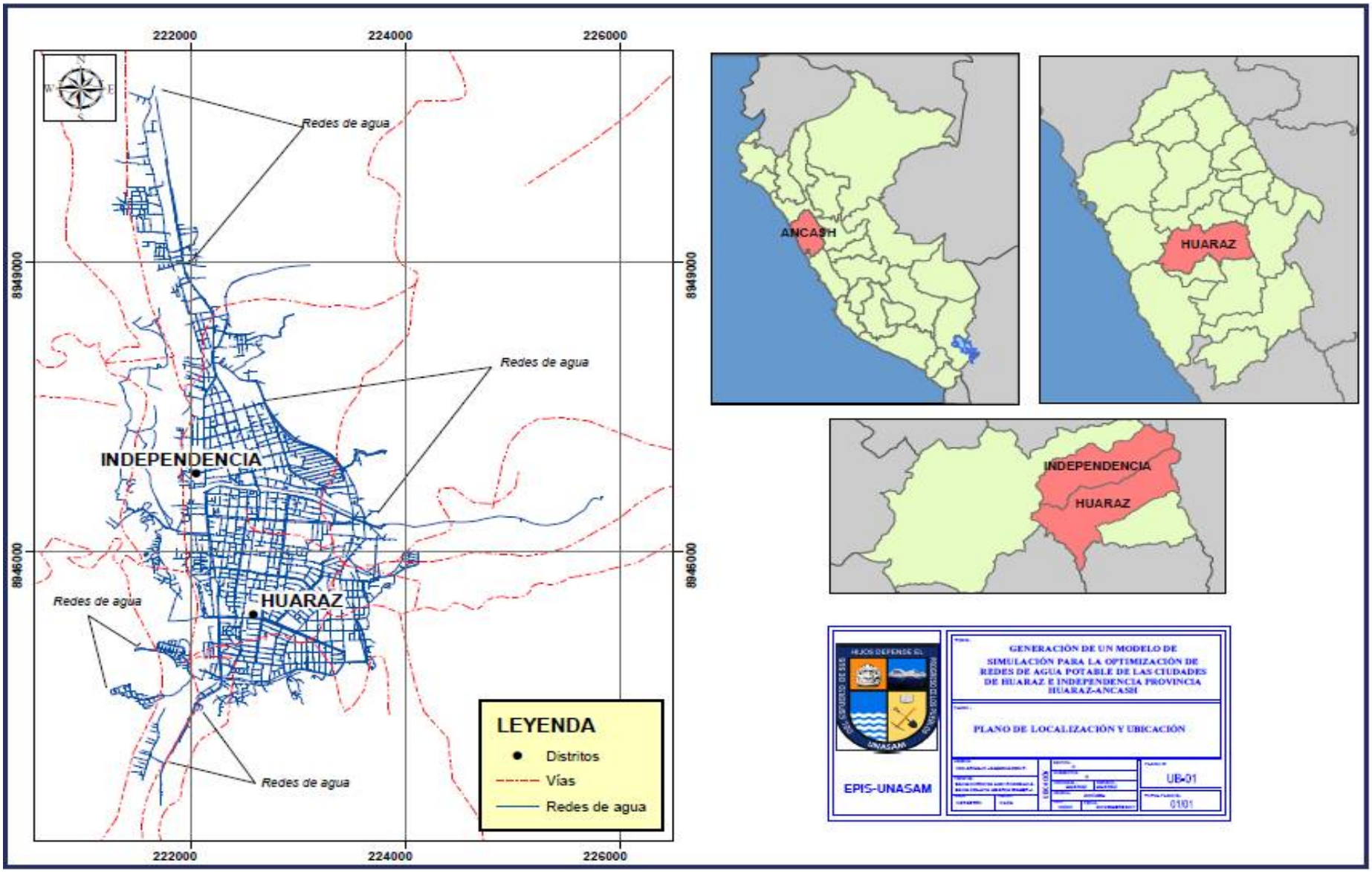
En algunos nodos se concentra el caudal de dos o más tuberías, se asume que la mezcla del fluido es completa e instantánea. Por lo anterior, la concentración de la sustancia (cloro residual) que abandona el nodo de mezcla, será la media ponderada de las concentraciones de las tuberías que lleguen.

Mezcla en depósitos de almacenamiento y regulación

Normalmente los modelos consideran que el agua en las instalaciones de almacenamiento (tanques y depósitos) se mezcla completamente. La concentración en el interior del depósito varía también en consecuencia de la reacción.

2.2 AMBITO DE ESTUDIO

La presente investigación tiene como ámbito de estudio el sistema de distribución de agua potable que abastece a la zona urbana de la ciudad de Huaraz e Independencia, provincia de Huaraz - Áncash la cual se encuentra administrada por la empresa prestadora de servicio de saneamiento.


222000
224000
226000
8949000
8946000
Redes de agua
Redes de agua
Redes de agua
Redes de agua
INDEPENDENCIA
HUARAZ
LEYENDA
Distritos
Vías
Redes de agua
ANCASH
HUARAZ
INDEPENDENCIA
HUARAZ
GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH
PLANO DE LOCALIZACIÓN Y UBICACIÓN
EPIS-UNASAM
UB-01
0101

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Es el conjunto de tuberías, instalaciones y accesorios destinados a conducir las aguas requeridas bajo una población determinada para satisfacer sus necesidades, desde su lugar de existencia natural o fuente hasta el hogar de los usuarios.

El abastecimiento de agua potable a una ciudad se realiza a través de una infraestructura el mismo que funciona como un sistema que comprende a su vez con el subsistema de producción y subsistema de distribución.

2.3.2 SUB SISTEMA DE PRODUCCIÓN.

Comprende los siguientes componentes:

Captación. -

La fuente de abastecimiento en forma directa o con obras de regulación deberá asegurar el caudal máximo diario.

Línea de Conducción. -

Son tuberías usadas para transportar los caudales desde la obra de captación hasta el estanque de almacenamiento o la planta de tratamiento y consta de una serie de dispositivos necesarios para su buen funcionamiento.

Planta Potabilizadora. -

Es el conjunto de estructuras y/o dispositivos destinados a dotar el agua de la fuente de la calidad necesaria para el consumo humano, es decir potabilizarla a través de diferentes procesos como: mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, desinfección, etc.

2.3.3 SUB-SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN.

Almacenamiento. -

La importancia del reservorio radica en garantizar el funcionamiento hidráulico del sistema y el mantenimiento de un servicio eficiente, en función a las necesidades de agua proyectadas y el rendimiento admisible de la fuente.

Para determinar la capacidad del reservorio, es necesario considerar la compensación de las variaciones horarias, emergencia para incendios,

previsión de reservas para cubrir daños e interrupciones en la línea de conducción y que el reservorio funcione como parte del sistema.

El reservorio debe permitir que la demanda máxima que se produce en el consumo sea satisfecha a cabalidad, al igual que cualquier variación en el consumo registrada las 24 horas del día. Ante la eventualidad de que en la línea de conducción puedan ocurrir daños que mantengan una situación de déficit en el suministro de agua mientras se hagan las reparaciones pertinentes, es aconsejable un volumen adicional que de oportunidad de restablecer la conducción de agua hasta el reservorio.

Línea de Aducción. -

La línea de conducción se considera como el tramo de tubería que sale del sitio de reserva hacia las viviendas y que conduce la cantidad de agua que se consume en ese momento.

Redes de Distribución. -

Conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde los reservorios de servicio o de distribución hasta las conexiones domiciliarias o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red debe proporcionar este servicio todo el tiempo, en cantidad suficiente, con la calidad requerida y a una presión adecuada.

La red de distribución está formada por un conjunto de tuberías que se unen en diversos puntos denominados nudos o uniones.

De acuerdo con su función, la red de distribución puede dividirse en: red primaria y red secundaria. A la tubería que conduce el agua desde el tanque de regulación hasta el punto donde inicia su distribución se le conoce como línea de alimentación, y se considera parte de la red primaria.

La división de la red de distribución en red primaria o secundaria dependerá del tamaño de la red y de los diámetros de las tuberías. De esta forma, la red primaria se constituye de los tubos de mayor diámetro y la red secundaria por las tuberías de menor diámetro, las cuales abarcan la mayoría de las calles de la ciudad.

2.3.4 COMPONENTES DE UNA RED

Una red de distribución de agua potable se compone generalmente de:

Tuberías. -

Se le llama así al conjunto formado por los tubos (conductos de sección circular) y su sistema de unión o ensamble

Accesorios. -

Son todos aquellos accesorios que se emplean para llevar a cabo ramificaciones, intersecciones, cambios de dirección, modificaciones de diámetro, uniones de tuberías de diferente material o diámetro, y terminales de los conductos, entre otros.

Válvulas. -

Son accesorios que se utilizan para disminuir o evitar el flujo en las tuberías. Pueden ser clasificadas de acuerdo a su función en dos categorías:

Aislamiento o seccionamiento, las cuales son utilizadas para separar o cortar el flujo del resto del sistema de abastecimiento en ciertos tramos de tuberías, bombas y dispositivos de control con el fin de revisarlos o repararlos.

Control, usadas para regular el gasto o la presión, facilitar la entrada de aire o la salida de sedimentos o aire atrapados en el sistema.

Hidrantes: Se le llama de esta manera a una toma o conexión especial instalada en ciertos puntos de la red con el propósito de abastecer de agua a varias familias (hidrante público) o conectar una manguera o una bomba destinadas a proveer agua para combatir el fuego (hidrante contra incendio).

Bombas. -

La gran mayoría de los sistemas de distribución y líneas de conducción incorporan bombas en sus instalaciones para trasladar el agua a través del sistema o mantener presiones requeridas. En abastecimiento de agua potable son usadas para extraer el agua del subsuelo y conducirla hasta plantas de tratamiento, almacenamientos, o directamente hasta la red de distribución. También permiten elevar la carga en zonas de

presión ascendentes, así como proveer de agua al cuerpo de bomberos durante el combate de incendios.

Conexiones domiciliarias de agua potable. -

Comprende desde la acometida de la red matriz hasta la caja donde se aloja el dispositivo de micro medición ubicada en la vereda de la edificación tratándose de ciudades urbanas.

2.3.5 FLUJOS Y CONSUMOS.

Los flujos. -

Se denomina flujo a la cantidad de agua que pasa por la sección de una tubería, en tiempo determinado. El valor correspondiente puede expresarse simplemente en unidades de volumen, llamándose entonces flujo total.

Puede también expresarse en unidades de volumen por unidad de tiempo y entonces se llamará flujo medio en el período considerado.

Por otra parte, se acostumbra generalmente a dividir el período básico de observación en lapsos iguales de tiempo y determinar para cada uno el flujo medio correspondiente. En el caso de las redes, se suele tomar el día dividido en horas; entonces se denominan flujos horarios a los flujos medios calculados para cada hora; flujo medio diario, al flujo medio durante las 24 horas y flujos máximo y mínimo horarios, al mayor y menor de los flujos horarios observados.

El Consumo. -

Consumo es la cantidad de agua potable consumida, durante un tiempo determinado, en una localidad, en un sector de ella o en una de sus casas.

Implica por consiguiente tres elementos: uno referente al sujeto que gasta el agua; otro que indica el volumen involucrado y el tercero que expresa el tiempo durante el cual se produce el gasto.

Normalmente se consideran como sujetos del consumo a:

Toda la ciudad

Un sector de ella

Un conjunto de casas y se llama entonces consumo domiciliario

Una casa determinada

El conocimiento de los valores correspondientes a cada uno es de gran utilidad para la planificación, financiación, operación y administración de los servicios de agua potable.

El volumen se expresa entre nosotros en m3 o en litros en períodos de tiempo se utilizan el año, el mes, la semana, el día y la hora, denominándose, de acuerdo con esto, consumo anual, mensual, semanal, diario y horario, respectivamente.

Consumo total. -

Es la cantidad de agua consumida durante un tiempo determinado. Se expresa en m3 y se acostumbra a considerar como períodos, el año, el mes, la semana, el día y la hora.

Consumo medio. -

Es el consumo total expresado en unidades de volumen por unidad de tiempo. Se designa de acuerdo con el lapso que abarca el consumo total y con la unidad de tiempo que se seleccione. Por esta razón se habla de consumo medio diario anual cuando el período total es de un año y la unidad el día; de consumo medio diario semanal cuando el volumen total corresponde a una semana y la unidad es también de un día, etc.

El consumo medio diario (anual, mensual, etc.) incluye la totalidad del agua suministrada en el período correspondiente, bien sea a toda la ciudad o a un sector de ella, según el caso estudiado. Por esta razón puede considerarse integrado por varios consumos parciales, que en general son: el consumo doméstico, industrial, comercial, institucional, público, los desperdicios, fugas domiciliares y las fugas en las redes.

Consumo horario. -

Es natural que siendo el consumo de agua una magnitud esencialmente variable, sea necesario considerar cantidades de agua consumidas en tiempos muy cortos, las cuales constituyen en rigor el consumo instantáneo.

En la práctica, para los efectos de la operación de los sistemas de agua, es suficiente emplear la hora como período de tiempo más pequeño, originándose así el consumo horario. Sin embargo, la cantidad

de agua gastada en una hora, expresada en unidades de volumen por unidad de tiempo (m3 por segundo, litros por segundo, m3 por día, etc.), que correspondería realmente al consumo medio horario, se llama comúnmente consumo horario.

Índices de consumo. -

Para expresar las variaciones del consumo se emplea un sistema de números índices que toma como base 100, generalmente el consumo medio diario anual, especialmente cuando se estudian las tendencias de una localidad.

Cuando se consideran las oscilaciones dentro de un día específico o se estudia un sector aislado, con observaciones de corto tiempo, la base 100 será entonces la hora media.

Los principales índices que se toman normalmente son: el día máximo, la hora máxima, la hora mínima y, desde luego, el consumo medio diario anual. También se consideran la semana máxima y el mes máximo. En algunos estudios es conveniente determinar los índices horarios de todo un día o los índices del consumo mensual.

Consumo doméstico. -

Que es la cantidad de agua utilizada en cada lote para fines domésticos así: aseo personal, lavado de ropa y pisos, aparatos sanitarios, riego de jardines interiores, piscinas interiores, agua fría, agua caliente.

Consumo público. -

Comprende el agua destinada a uso público como el lavado de calles, mantenimiento de jardines y parques, fuentes ornamentales y también se incluye el consumo de agua por incendio.

Consumo industrial y comercial. -

Comprende los volúmenes de agua utilizados en las distintas industrias y comercios establecidos en el radio urbano. Consumo industrial se caracteriza por su uniformidad mientras que el consumó comercial es variable.

Consumo por habitante. -

El consumo de agua es una función de la población de cada localidad, considerándose en la práctica que el consumo medio diario anual es directamente proporcional al número de habitantes o sea que:

$C= q* P$

En que, “C” es el consumo medio diario anual; “P” el número de habitantes y “q” el factor de proporcionalidad que se denomina consumo medio diario anual por habitante o simplemente consumo por habitante, por ser igual al valor de “C” cuando “P = 1”.

Relación entre flujos y consumos. -

Como la determinación del consumo en una localidad o en un sector de ella tiene que hacerse midiendo el agua que pasa por las tuberías, es claro que, de acuerdo con lo establecido anteriormente, el volumen que atraviesa la sección de una tubería es un flujo o consumo.

Coeficiente de variación. -

El consumo no es constante durante todo el año, inclusive se presentan variaciones durante el día, esto hace necesario que se calculen gastos máximos diarios y máximos horarios, para el cálculo de estos es necesario utilizar Coeficientes de Variación diaria y horaria respectivamente.

Variación mensual. -

Durante el año existen meses de mayor o menor consumo del agua dependiendo de los factores climatológicos, costumbres, actividades y otros muchos que lo afectan.

Variación diaria. -

Las estadísticas demuestran que hay días del año con consumos mayores y otros con consumos menores con relación al consumo promedio diario.

Así como existen variaciones mensuales en los consumos, también las hay en el día. De estas variaciones importa conocer las máximas normales para considerarlas en abastecimiento de agua potable y evitar escasez en los días de gran demanda.

Variación horaria. -

También existen variaciones horarias con respecto al gasto máximo diario, el cual no es consumido por la población en forma constante durante las 24 horas del día, pero determinados lapsos serán mayores o menor que el gasto máximo diario.

Para poder satisfacer las demandas máximas durante el día, se debe incrementar el valor del gasto máximo diario de un coeficiente que cubra esas demandas máximas horarias.

2.3.6 DOTACIÓN DE AGUA.

Dotación perca pita. -

Se entiende por dotación la 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. Se expresa en litros/habitante-día. Esta dotación es una consecuencia del estudio de las necesidades de agua de una población, quien la demanda por los usos siguientes: para saciar la sed, para el lavado de ropa, para el aseo personal, la cocina, para el aseo de la habitación, para el riego de calles, para los baños, para usos industriales y comerciales, así como para el uso público.

Dotación real. -

A diferencia de la dotación per cápita la dotación real corresponde a la cantidad de agua requerida para satisfacer las necesidades básicas de un habitante en la cual se consideran las pérdidas que ocurren en el sistema de distribución.

2.3.7 PRESIONES.

Régimen de presiones. -

El conjunto de valores que adoptan las presiones en los diferentes puntos del sistema de distribución constituye el "régimen de presiones" en él. Los elementos que intervienen en su establecimiento son básicamente dos: las "presiones de servicio" y las "presiones de trabajo".

Presión de servicio. -

Se llaman presiones de servicio a las dinámicas cuyos valores sean mayores que cero, pero inferiores a la estática. Son normales cuando igualan o superan a un valor mínimo (10 m.c.a) que se considera suficiente para abastecer directamente a las conexiones domiciliarias y son deficientes cuando están por debajo de ese valor mínimo.

Presión de trabajo. -

Las estructuras que constituyen la red de distribución están sometidas en todos sus puntos a las presiones estáticas y dinámicas que actúan sobre las tuberías, por consiguiente, los valores de estas presiones no deben ser superiores a la que se utilizó para su fabricación.

Sobre presiones. -

Los sobre presión son valores superiores a la estática que se presentan en forma instantánea como consecuencia de la producción de golpes de ariete.

Las teorías existentes y las correspondientes formulas referentes a este fenómeno son adecuadas para el caso de tuberías aisladas, pero no se ha encontrado todavía un procedimiento práctico que permita aplicarlas cuando se trata de redes de distribución. Su cálculo se hace, por esta razón, a base de estimaciones. En todo caso, las sobre presiones deben evitarse en cuanto sea posible y, como no es fácil instalar equipos de protección en las redes, las medidas para contrarrestarlas se reducen prácticamente a recomendaciones sobre operación.

- Operación de válvulas
- Operaciones de hidrantes
- Equipos y aparatos en las conexiones domiciliarias.

En el caso de las válvulas, la producción del golpe de ariete depende de la velocidad con que se opere.

Presiones negativas. -

Las presiones negativas son también de tipo accidental en las redes de distribución y, lo mismo que en el caso de las sobrepresiones, deben evitarse en todas las formas.

Presiones mínimas de servicio. -

Para que las presiones de servicio se consideren normales, es indispensable que ellas sean superiores a un valor mínimo capaz de atender dos clases de requerimientos:

Los de los edificios y domicilios de la población.

Los del servicio contra incendios.

Cuando sean inferiores, las presiones serán deficientes porque el sistema no está en condiciones de atender debidamente una de las dos condiciones o ambas

Presiones máximas. -

Los valores máximos de la presión en las redes de distribución se determinan por:

Las necesidades de los domicilios más altos

Las demandas para incendio.

Por otra parte, consideraciones adicionales, especialmente de carácter económico, exigen que en ningún punto de la red la estática exceda de determinado valor denominado "presión máxima".

La presión mínima debe verificarse en el sistema de distribución en tal forma que todos sus puntos tengan una presión por lo menos igual a ella a la hora pico de la demanda. En cambio, la máxima debe presentarse cuando no haya flujo y la red está llena de agua.

2.3.8 FUGAS Y PÉRDIDAS DE AGUA POTABLE

Perdida de agua potable. -

Son todos aquellos volúmenes de agua que se pierden por diferentes causas desde los puntos de producción hasta el punto final de disposición del recurso por el usuario final.

Perdidas reales. -

Consisten en las pérdidas reales/actuales del sistema, a través de fugas o filtraciones en las redes de distribución, tanques de almacenamiento y conexiones domiciliarias (incluyendo el medidor).

Perdidas aparentes. -

También conocidas como pérdidas comerciales, se presentan por usos no autorizados (robo, conexiones clandestinas) o por errores de lectura o de procesamiento de datos del sistema de información comercial de la empresa.

Fuga. -

Es una pérdida de agua potable provocada por la falta de hermeticidad en el sistema de distribución: reboses de reservas, roturas en tuberías y acometidas domiciliarias.

Etapas de fuga. -

Según Allan Lambert, Stephen Myers y Stuart Trow (Managing water leakage) las etapas de las fugas son un procedimiento de identificación y tiempo de duración de la fuga y comprende tres etapas:

a. **Detección. -**

Intervalo de tiempo de iniciación hasta donde la empresa prestadora conoce de la existencia de la fuga, pero no su localización.

b. **Localización. -**

Tiempo de ubicación de la fuga con instrumentos acústicos.

c. **Reparación. -**

Tiempo de reparación de la fuga luego de ser localizada por la cuadrilla de la empresa prestadora.

Causas de origen de las fugas. -

Los factores que originan las fugas en los sistemas de distribución de agua dependen principalmente de factores relacionados con el movimiento del terreno, corrosión de las tuberías, presión de servicio, antigüedad de las tuberías, y las condiciones de instalación de las tuberías.

2.3.9 IMPORTANCIA DE LA MEDICIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

La medición en una red de distribución de agua potable es muy importante, permite conocer el volumen inyectado en la red (Macro medición) y el volumen consumido por los usuarios (Micro medición) realizado por medidores, con la finalidad de disponer de registros mensuales de caudal.

Macro medición. -

Es el conjunto de elementos y actividades permanentes destinadas a la obtención, procesamiento, análisis y divulgaciones de los datos operacionales relativos a los flujos, volúmenes presiones y niveles en sistemas de abastecimiento de agua potable.

Micro medición. -

Es el conjunto de acciones que permite conocer sistemáticamente el volumen de agua consumido por los usuarios, lo que garantiza que el consumo se realiza dentro de los patrones establecidos y que la cobranza sea justa y equitativa por los servicios prestados.

2.3.10 SECTORIZACIÓN DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

La sectorización hidráulica de la red de distribución de agua potable es una estrategia de reducción y control de pérdidas técnicas y comerciales, que consiste en división de la red de distribución en sectores de menores longitudes de red, homogéneas, aisladas e independientes.

Sector. -

Es la delimitación de la red, en el cual se incluyen distritos hidrométricos y/o subsectores, en los cuales se colocará nudos de control para la medición de caudales y presiones

Distrito hidrométrico. -

Un distrito hidrométrico es el aislamiento hidráulico de la red, por el cierre de válvulas que impedirán el paso de agua.

Subsector. -

Red mallada pequeña independiente del resto de la red.

Para la sectorización de una red se propone lo siguiente:

Actualizar planos y catastro de la red de distribución, debe constar longitud, material y diámetro de tuberías, condiciones de válvulas.

Digitalizar la red de distribución, limitar la red mediante sectores, se debe considerar demandas, número de usuarios, longitud de la red, número de acometidas para estructurar sectores homogéneos.

Ubicar los nudos de control y medición. - debe estar ubicado en la red de distribución de agua, en tanques de almacenamiento, salida y entrada.

Malla. - Se trata de un circuito cerrado formado por varias líneas. Puede tener o no otras mallas en su interior.

Las líneas se caracterizan por mantener a lo largo de su longitud características uniformes de sección y material. Las formas en que estas se asocian dan lugar a redes, las cuales se clasifican como ramificadas, malladas o mixtas.

2.3.11 PROGRAMAS PARA MODELAMIENTO

WaterCAD.- Bentley WaterCAD es un software comercial de análisis, modelación y gestión de redes a presión (sistemas de distribución o de riego), propiedad de la Empresa de Software Bentley Systems, Incorporated que produce soluciones para el diseño, construcción y operación de infraestructuras en diversos campos.

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

El software cuyo algoritmo de cálculo se basa en el método del Gradiente Hidráulico, permite el análisis hidráulico de redes de agua (aunque puede usarse para cualquier fluido newtoniano) determinando las presiones en diversos puntos del sistema, así como los caudales, velocidades, pérdidas en las líneas que conforman la red hidráulica; así como otros muchos parámetros operativos derivados de los elementos presentes en el sistema como: Bombas, Válvulas de Control, Tanques,

etc. a partir de las características físicas del sistema y unas condiciones de demanda previamente establecidas. WaterCAD además permite extender sus capacidades a temas de gestión a largo plazo de sistemas de abastecimiento incluyendo: análisis de vulnerabilidad, análisis de protección contra incendio, estimación de costos energéticos, calibración hidráulica, optimización, etc.

Este programa adicional a las herramientas convencionales para el análisis y modelación de redes a presión, cuenta con herramientas de productividad en los procesos de gestión de datos, construcción de modelos a partir de archivos externos, extracción de elevaciones, asignación de demandas a partir de técnicas de análisis espacial, preparación y gestión de escenarios, cálculos hidráulicos complementarios, gestión operativa y preparación de reportes y planos. Asimismo, el software ofrece diversas opciones para visualización de resultados como reportes tabulares, perfiles, gráficos de variación temporal, anotaciones y codificación por color, etc.

El software además de contar con una interfaz gráfica autónoma (Windows Stand Alone), puede trabajarse de manera integrada entornos CAD como los son AutoCAD y Bentley MicroStation.

EPANET. - es un programa para computador para el análisis de sistemas de distribución de agua potable. El programa es de dominio público y es desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. El programa es capaz de trabajar con períodos de simulación sobre hidráulica y el comportamiento de la calidad de las aguas dentro de una red presurizada, además de estar diseñada para ser "una herramienta de investigación que mejore nuestro conocimiento del movimiento y destino del agua potable y sus constituyentes en una red de aguas", Si bien fue diseñado para agua potable también puede ser utilizado para el análisis de cualquier fluido no compresible con flujo a presión.

El programa permite realizar análisis hidráulicos de redes de tuberías a partir de las características físicas de las tuberías y dinámicas de los nudos (consumos) para obtener la presión y los caudales en nodos y tuberías respectivamente. Adicionalmente, EPANET permite el análisis

de calidad de agua a través del cual es posible determinar el tiempo de viaje del fluido desde las fuentes (depósitos y embalses), hasta los nodos del sistema.

Entre los elementos que puede simular el programa se encuentran fundamentalmente tubos, nodos, depósitos y embalses (referencias de carga constante) y adicionalmente permite utilizar elementos más complejos como bombas y válvulas.

AUTOCAD. - Autodesk AutoCAD es, como lo indica su nombre, un software CAD utilizado para dibujo 2D y modelado 3D. Actualmente es desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk. El nombre AutoCAD surge como creación de la compañía Autodesk, en que Auto hace referencia a la empresa creadora del software y CAD a Diseño Asistido por Computadora (por sus siglas en inglés "Computer Aided Design"), teniendo su primera aparición en 1982.1 AutoCAD es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; es uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

ARCMAP. - ArcGIS es el nombre de un conjunto de productos de software en el campo de los Sistemas de Información Geográfica o SIG. Producido y comercializado por ESRI, bajo el nombre genérico ArcGIS se agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Estas aplicaciones se engloban en familias temáticas como ArcGIS Server, para la publicación y gestión web, o ArcGIS Móvil para la captura y gestión de información en campo.

ArcGIS Desktop, la familia de aplicaciones SIG de escritorio, es una de las más ampliamente utilizadas, incluyendo en sus últimas ediciones las herramientas ArcReader, ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox, ArcScene y ArcGlobe, además de diversas extensiones.

Además de ArcMap, se pueden contar con las extensiones 3D Analyst, Geostatistical Analyst, Maplex, Network Analyst, Schematics, Spatial Analyst, Tracking Analyst y ArcScan.

Spatial Analyst. Proporciona una amplia posibilidad de recursos relacionados con el análisis espacial de datos. Con esta herramienta se pueden crear, consultar y analizar datos ráster; combinar varias capas ráster; aplicar funciones matemáticas, construir y obtener nueva información a partir de datos ya existentes, etc. Spatial Analyst nos permite: obtener información nueva de los datos existentes; hallar ubicaciones adecuadas; realizar análisis de distancia y coste del trayecto; identificar la mejor ruta existente entre dos puntos; realizar análisis estadísticos e Interpolar valores de datos para un área de estudio determinada.

HAMMER. - es # 1 el análisis de transitorios de la industria y de productos de modelado golpe de ariete. HAMMER desmitifica la compleja ciencia de golpe de ariete y análisis de transitorios y pone el poder para llevar a cabo este trabajo crítico en sus manos.

Las empresas de agua, los municipios y las empresas de ingeniería de todo el mundo confían en martillo para identificar de manera eficiente, gestionar y mitigar los riesgos asociados a los transitorios.

HAMMER desmitifica la compleja ciencia de golpe de ariete y análisis de transitorios y pone el poder para llevar a cabo este trabajo crítico en sus manos.

Motor hidráulico computacionalmente rigurosa del Fideicomiso martillo y fácil de usar interfaz para identificar de manera eficiente, gestionar y mitigar los riesgos asociados a los transitorios.

- Desarrollar estrategias costo-efectivas de control de sobretensión
- Evitar costosos daños a la infraestructura

Presupuestos de construcción Trim, operación y mantenimiento –

- Modelar cualquier dispositivo de protección contra sobretensiones
- Reducir al mínimo el desgaste de las tuberías
- Simular cualquier condición transitoria

HAMMER le permite interactuar directamente con WaterCAD y WaterGEMS e importar datos de EPANET, eliminando la necesidad de la construcción de modelos de tiempo.

CAPÍTULO III

3.1 METODOLOGÍA

3.1.1 MATERIALES Y MÉTODOS DE TESIS

En la recolección de datos para la tesis se utilizó diversos tipos de materiales y equipos que a continuación se mencionan:

Materiales:

- Lapiceros
- Hojas bond
- Planos
- Guantes

Equipos:

- Gps.
- Winchas
- Data logger
- Manómetro
- Cámara fotográfica
- Computadoras laptops
- Multimedia

3.1.2 MÉTODO DE TESIS

La metodología se desarrolló de la siguiente manera:

3.1.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada fue de tipo Exploratoria, Descriptiva, correlacional y Explicativa.

3.1.2.2 NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptiva-correlacional por la relación entre variables.

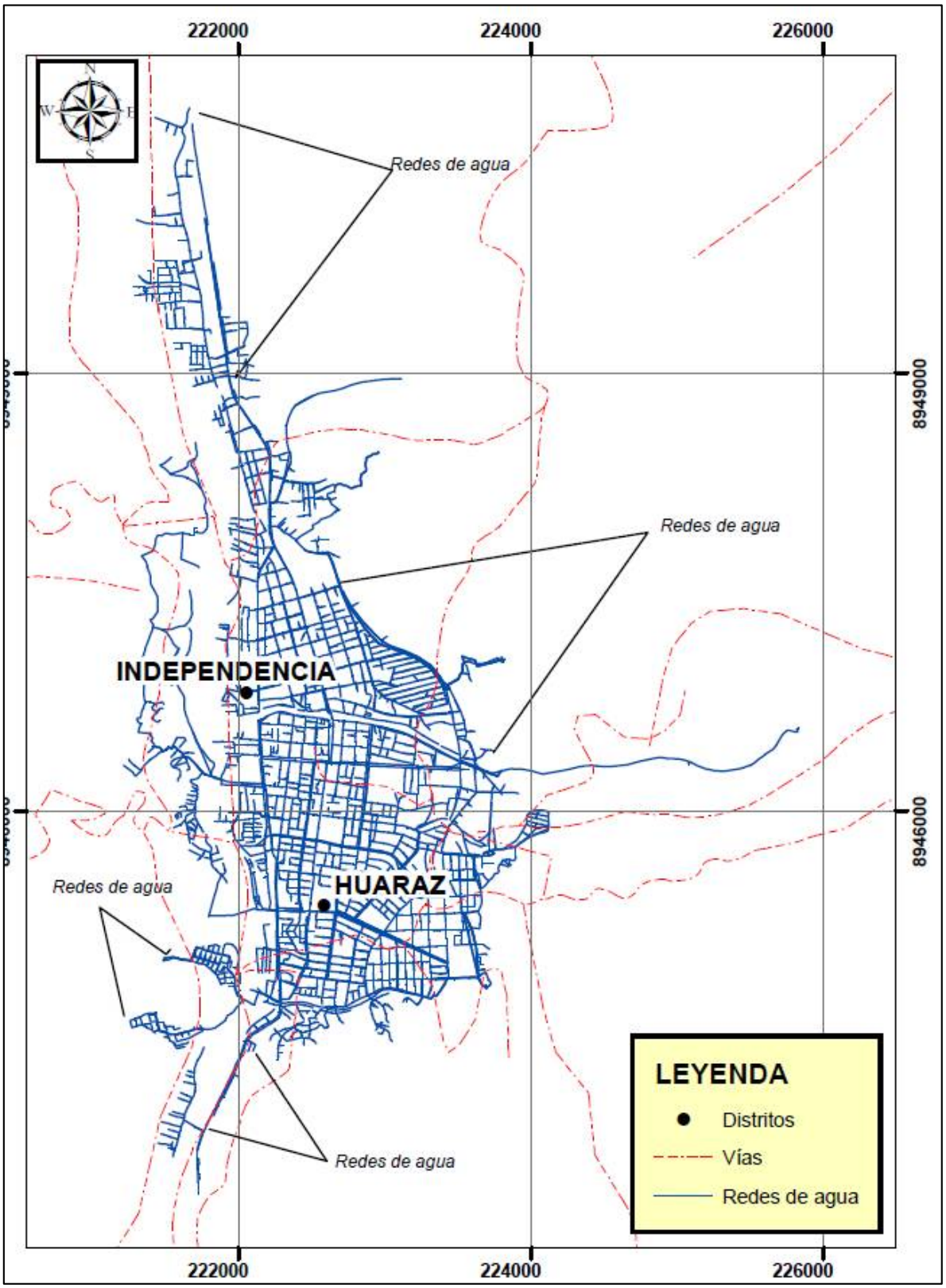
3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es no experimental-longitudinal, debido a que la recolección de datos y el análisis de las variables se realizaran a través del tiempo, las cuales será observados en intervalos de tiempo (meses) o momentos que dure la investigación.

3.2.1 DISEÑO ESTADÍSTICO: POBLACIÓN Y MUESTRA

La zona urbana de la ciudad de Huaraz cuenta con 23,302 conexiones activas de agua potable, los cuales son abastecidos por una red de agua potable comprendida por redes primarias y secundarias conformadas 83.51% de tubería PVC, 10.24% de asbesto cemento 6.06% de HDPE, 0.12% de Hierro Dúctil y 0.08% Hierro Fundido.

La presente investigación ha determinado la población y muestra de acorde al diagnóstico e identificación de zonas críticas referidas a presión y continuidad presentes en el sistema actual de las redes de distribución realizado de manera conjunta con la parte técnica de la EPS-CHAVÍN S.A.


222000
224000
226000
8949000
8946000
Redes de agua
Redes de agua
INDEPENDENCIA
HUARAZ
Redes de agua
Redes de agua
LEYENDA
Distritos
Vías
Redes de agua

En la presente tesis se considerará dos tipos de muestra:

Muestra para el modelamiento hidráulico:

Para los cálculos del modelamiento hidráulico se tomará como muestra al total de la población de la zona urbana de la ciudad de Huaraz a donde llega servicio de agua potable brindado por la EPS-CHAVÍN S.A.

Muestra para el modelamiento de calidad:

Para los cálculos de la muestra del modelamiento de Calidad se tomará como dato la cantidad de 264 conexiones domiciliarias a donde llega servicio de agua potable brindado por la EPS-CHAVÍN S.A.

3.3 PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

La recolección de datos se realizará de acuerdo al tamaño de muestra determinada, problema de estudio e hipótesis planteada de la siguiente manera:

Planteamiento

Objetivo General: Optimizar las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia generando un modelo de simulación hidráulica y de calidad.

Pregunta: ¿Cómo se relaciona la optimización de redes de agua potable de Huaraz e Independencia con un modelo de simulación hidráulica y de calidad?

Tabla 2 *PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS*

PLAN	
¿Cuáles son las fuentes para la recolección de información para optimización de redes de agua potable? Planos existentes (redes de distribución, ubicación de estructuras de abastecimiento, estructuras para la operación y mantenimiento)	¿Quién posee esta Información? Empresa prestadora de servicio de saneamiento EPS- CHAVÍN S.A.
¿Qué datos son necesarios para la elaboración del modelo de simulación hidráulica y calidad? Tuberías: diámetro, material. Estructura de almacenamiento (Reservorio Apoyado): Volumen de almacenamiento, dimensiones útiles, diámetro de la tubería de ingreso y salida. Estructuras de regulación: Cámara reductora de presión (diámetro de ingreso y salida).	¿Cómo se obtendrán estos datos? Se coordinará con la EPS- CHAVÍN S.A para ubicar los puntos de toma de datos en la red de agua con la designación del personal de apoyo para dicho fin.
¿Qué método se usará para la verificación de los planos Existentes? Inspección visual y el recorrido de todas las redes de agua potable para su validación o corrección en caso contrario.	¿De qué manera se realizará la verificación de datos? Planos en Digital y físicos para una mejor compresión de todo lo que existen en la red de agua, así mismo se coordinará con la EPS- CHAVÍN S.A quien designa un personal de apoyo para salir a campo a verificar los diámetros de las tuberías, ubicación de las válvulas reductoras de presión, válvulas de control cerradas y abiertas, etc.
¿Cómo se realiza la optimización de redes en agua potable? Programas de Ingeniería (WaterCAD, AutoCAD,ArcGIS)	¿Cuál es el ámbito de influencia para la optimización de redes en agua potable? Toda la zona urbana de la ciudad de Huaraz, donde llega el servicio de agua potable de la EPS- CHAVÍN S.A.
¿Par que realizar la optimización de redes en agua potable? Mejorar el servicio de agua potable en la ciudad de Huaraz.	¿A quiénes Beneficia la simulación hidráulica y calidad? La población de la ciudad de Huaraz e Independencia.

Fuente Elaboración Propia.

3.4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Todo instrumento de recolección debe reunir tres requisitos esenciales, Confiabilidad, Validez y Objetividad como se describe a continuación:

Los trabajos realizados para la generación del modelo de simulación estuvieron compuestos de etapas que a continuación se describen:

Tabla 3 *INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS*

GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES			
VARIABLE	**DIMENSIÓN**	**INDICADORES**	**ITEMS**
Modelo simulación	Distrito de Huaraz e Independencia	Actualización Topológica de la Red de distribución de agua potable.	- Planos en físico. - Verificación de las redes y estructuras que componen el sistema de abastecimiento de toda la ciudad de Huaraz .
		Generación de Datos comerciales.	- Información digital de consumos (Área Comercial-EPS CHAVÍN S.A)
		Generación de Datos Operacionales	- Datos de reservorio (Volúmenes, Caudal). - Datos de estructuras de control (válvulas de control y reductoras de presión. - Datos de equipo de bombeo. - Datos en la red de distribución (Presión, Concentración de Cloro)
Optimización de redes de agua potable	Modelo de Simulación	Simulación en periodo Estático	- Topología de la Red de distribución de agua potable. - Datos comerciales. - Datos operacionales

		Funcionabilidad Del Modelo Simulación periodo Estático.	- Verificación de zonas de abastecimiento de cada reservorio - Verificación de estado de funcionabilidad de válvulas de control (Abierto, Cerrado). - Verificación de diámetros y tipo de material de las redes de agua potable. - Verificación de las dimensiones de los reservorios. - Verificación de la ubicación y diámetros de las cámaras reductoras de presión.
		Simulación en periodo Extendido	- Simulación en periodo Estático - Funcionabilidad del modelo simulación periodo estático. - Datos factores variación horaria.
	Calibración Modelo de Simulación		- Datos tomados en campo de presión. - Datos tomados en campo de concentración de cloro.
	Propuesta de Optimización de redes de agua potable		- Seccionamiento de las redes de distribución. - Delimitación de zonas de servicio de reservorios. - Control de zonas de presiones. - Cambio de tuberías por tener un largo periodo de uso.

Parámetros de Diseño	Distrito de Huaraz e Independencia	Datos Operacionales y Comerciales	- Datos de consumo comercial de toda la ciudad de Huaraz e Independencia. - Datos de caudal de salida de reservorios que abastecen a toda la ciudad Huaraz e Independencia.(Data Looger- **RADCOM**).

Fuente Elaboración Propia

3.4.1 ACTUALIZACIÓN TOPOLÓGICA DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE.

- **Planos en físico.**

  En esta primera etapa, se aprobó el acceso a la búsqueda y recopilación de datos e información de los planos en físico de la Red Topológica de los distritos de Huaraz e Independencia a cargo de la empresa prestadora de servicio de agua potable (EPS-CHAVIN), verificando que faltaba realizar la actualización topológica de toda la red en general (hidrantes nuevos instalados, tuberías nuevas instaladas y cambiadas, válvulas de control, válvulas de purga y válvulas de aire).

- **Verificación de las redes y estructuras que componen el sistema de abastecimiento de toda la ciudad de Huaraz.**

  Teniendo los planos catastrales de la **EPS-CHAVIN S.A**, se inició con la toma de datos en campo, la verificación, contrastación y actualización de la topología de las redes de agua potable, haciendo un recorrido por todos los barrios y calles de la ciudad de Huaraz e Independencia acompañado por un personal de la misma empresa, el cual ha estado en todos los cambios y ampliaciones de tuberías realizadas; asimismo se verificó las ubicaciones de los Reservorios con sus dimensiones, cámaras rompe presión, válvulas reductoras de presión, válvulas de control, válvulas de purga, válvulas de aire, hidrantes existentes e instaladas, cambio de tipo de tuberías de Asbesto cemento por HDPE y PVC, cambio de diámetro de tuberías, obteniéndose el siguiente cuadro de la cantidad y tipo de tuberías que componen la red de Huaraz e Independencia.

Tabla 4 Longitud por tipo de Tuberías

DIAMETRO(mm)	MATERIAL					
	(PVC)	(Asbestos Cement)	(HDPE)	(Cast iron)	(Ductile Iron)	TOTAL
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
23	602.89	0.0	0.0	0.0	0.0	602.9
28	5,083.52	0.0	0.0	0.0	0.0	5083.5
42	575.39	0.0	0.0	0.0	0.0	575.4
63	55,502.47	0.0	514.6	0.0	0.0	56017.1
75	2,489.26	0.0	0.0	0.0	0.0	2489.3
90	21,464.09	1263.4	1247.8	0.0	0.0	23975.3
110	52,604.22	11748.0	7310.3	208.3	111.1	71981.9
160	6,964.92	4525.8	3612.0	46.0	49.2	15197.9
200	20,675.03	2756.5	0.0	0.0	0.0	23431.5
250	3,501.88	151.8	0.0	0.0	0.0	3653.6
315	5,456.09	273.7	0.0	0.0	0.0	5729.8
355	0.00	723.8	0.0	0.0	0.0	723.8
TOTAL	**174,919.76**	**21442.8**	**12684.7**	**254.3**	**160.3**	**209461.8**

Fuente: Elaboración Propia.

3.4.2 GENERACIÓN DE DATOS COMERCIALES.

- **Información digital de consumos (Área comercial-EPS CHAVIN S.A)**

Actualizada la topología de las redes de agua para definir el número total de beneficiarios, se realizó la ubicación en coordenadas de todos los usuarios inscritos en la base de datos de la **EPS-CHAVIN S.A.**

Los usuarios están separados por rutas de consumo, siendo ubicados cada usuario en la ruta de consumo que le corresponde.

En la ubicación de usuarios se tiene un total de 23,302.00 conexiones activas, distribuidas en el siguiente orden:

Tabla 5 RUTAS DE CONSUMO DE AGUA CIUDAD DE HUARAZ

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
01	RUTA 1-10-10	COMERCIAL	185.00
		DOMESTICO	307.00
		ESTATAL	4.00
		INDUSTRIAL	3.00
02	RUTA 1-10-20	COMERCIAL	69.00
		DOMESTICO	393.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	2.00
03	RUTA 1-10-30	COMERCIAL	38.00
		DOMESTICO	438.00
		ESTATAL	2.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	2.00
04	RUTA 1-10-40	COMERCIAL	63.00
		DOMESTICO	438.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
05	RUTA 1-10-50	COMERCIAL	60.00
		DOMESTICO	539.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	5.00
		SOCIAL	0.00
06	RUTA 1-10-60	COMERCIAL	45.00
		DOMESTICO	846.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	2.00
07	RUTA 1-20-10	COMERCIAL	68.00
		DOMESTICO	790.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
08	RUTA 1-20-20	COMERCIAL	391.00
		DOMESTICO	464.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
09	RUTA 1-20-30	COMERCIAL	176.00
		DOMESTICO	335.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00

		SOCIAL	3.00
10	RUTA 1-20-40	COMERCIAL	220.00
		DOMESTICO	298.00
		ESTATAL	3.00
		INDUSTRIAL	4.00
		SOCIAL	0.00
10	RUTA 1-20-50	COMERCIAL	296.00
		DOMESTICO	256.00
		ESTATAL	5.00
		INDUSTRIAL	5.00
		SOCIAL	0.00
12	RUTA 1-30-10	COMERCIAL	43.00
		DOMESTICO	928.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
13	RUTA 1-30-20	COMERCIAL	30.00
		DOMESTICO	472.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	0.00
14	RUTA 1-30-30	COMERCIAL	30.00
		DOMESTICO	493.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	1.00
		SOCIAL	2.00
15	RUTA 1-30-40	COMERCIAL	20.00
		DOMESTICO	782.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
16	RUTA 1-30-50	COMERCIAL	50.00
		DOMESTICO	760.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	1.00
17	RUTA 1-30-60	COMERCIAL	32.00
		DOMESTICO	941.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	5.00
18	RUTA 1-40-10	COMERCIAL	121.00
		DOMESTICO	489.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	7.00

		SOCIAL	1.00
19	RUTA 1-40-20	COMERCIAL	208.00
		DOMESTICO	845.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
20	RUTA 1-40-30	COMERCIAL	220.00
		DOMESTICO	390.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
21	RUTA 1-60-10	COMERCIAL	6.00
		DOMESTICO	149.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	2.00
22	RUTA 1-70-10	COMERCIAL	12.00
		DOMESTICO	506.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
23	RUTA 1-70-40	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	108.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
24	RUTA 1-90-10	COMERCIAL	41.00
		DOMESTICO	41.00
		ESTATAL	76.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	3.00
25	RUTA 2-50-10	COMERCIAL	73.00
		DOMESTICO	1012.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	8.00
		SOCIAL	2.00
26	RUTA 2-50-20	COMERCIAL	230.00
		DOMESTICO	1266.00
		ESTATAL	2.00
		INDUSTRIAL	12.00
		SOCIAL	6.00
27	RUTA 2-50-30	COMERCIAL	191.00
		DOMESTICO	1184.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	7.00

		SOCIAL	1.00
28	RUTA 2-50-40	COMERCIAL	58.00
		DOMESTICO	762.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	1.00
29	RUTA 2-50-50	COMERCIAL	39.00
		DOMESTICO	616.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
30	RUTA 2-60-10	COMERCIAL	18.00
		DOMESTICO	325.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	1.00
31	RUTA 2-60-20	COMERCIAL	22.00
		DOMESTICO	455.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	4.00
		SOCIAL	0.00
32	RUTA 2-60-30	COMERCIAL	14.00
		DOMESTICO	746.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	1.00
33	RUTA 2-60-40	COMERCIAL	25.00
		DOMESTICO	380.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	0.00
33	RUTA 2-60-50	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	151.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
34	RUTA 2-70-10	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	37.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	1.00
35	RUTA 2-70-20	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	10.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00

		SOCIAL	0.00
36	RUTA SHAURAMA	COMERCIAL	521.00
		DOMESTICO	0.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
37	RUTA JUAN VELASCO, 7 DE MARZO	COMERCIAL	500.00
		DOMESTICO	0.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Donde:

Ruta 1: Distrito de Huaraz.

Ruta 2: Distrito de Independencia.

3.4.3 GENERACIÓN DE DATOS OPERACIONALES:

- **Datos de reservorio (Volúmenes, Caudal):**

En la elaboración del modelo de simulación se requieren datos de los reservorios los cuales son: Dimensiones (Ancho, Largo, Alto útiles- Simulación en periodo Estático), Caudales de salida (Simulación en periódico Extendido).

Los datos de las dimensiones de los **trece** reservorios que se encuentran administrados por la EPS CHAVIN S.A son:

Tabla 6 Cuadro Reservorios

ID	DESCRIPCION	Elevación (Base) (m)	Dimensiones		
			Ancho (m)	Largo/ Diámetro (m)	Alto (m)
01	RESERVORIO PEDREGAL V=250 M3	3172.36		11.70	3.00
02	RESERVORIO BATAN V=1800 M3	3116.31		20.50	6.00
03	RESERVORIO VISTA ALEGRE V=20 M3	3124.94			
04	RESERVORIO BARRIO VISYA ALEGRE I V=30 M3	3136.39			
05	RESERVORIO BARRIO VISTA ALEGRE II V=30 M3	3148.00			
06	RESERVORIO BARRIO JUAN VELASCO V=60 M3	3142.93			
07	RESERVORIO BARRIO JUAN VELASCO V=90 M3	3148.00			
08	RESERVORIO OLIVOS V=150 M3	3112.88			
09	RESERVORIO YARCASH V=1100 M3	3085.79			
10	RESERVORIO NUEVA FLORIDA V=1800 M3	3180.07			
11	RESERVORIO INDEPENDENCIA V=1100 M3	3102.42			
12	RESERVORIO SHANCAYAN V=250 M3	3194.88			
13	RESERVORIO ACOVICHAY V=1200 M3	3161.73			

Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración del modelo en periodo extendido aparte de los datos de las dimensiones del reservorio se necesita los patrones de demanda, los cuales determinan la variación del caudal durante todas las horas en un día consumo.

Los caudales fueron tomados de los reservorios de Nueva Florida y Batan, con el instrumento para la medición **DATA LOGGER (RADCOM)**.

- 09 de Julio al 21 de agosto del 2016- Reservorio Batan
- 06 de mayo al 06 de junio del 2017- Reservorio Nueva Florida

Tabla 7 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	9-Jul	10-Jul	11-Jul	12-Jul	13-Jul	14-Jul	15-Jul	16-Jul	17-Jul
0		53.49	41.04	0.00	38.35	41.56	77.68	45.50	52.51
0.3		52.15	42.42	0.30	34.83	38.30	33.86	38.11	50.21
1		46.39	40.56	1.00	33.49	37.07	32.60	39.84	45.38
1.3		51.90	41.22	1.30	31.89	36.83	29.90	39.88	47.07
2		49.91	43.71	2.00	35.76	35.84	35.40	38.07	49.11
2.3		52.40	42.75	2.30	35.28	37.29	31.93	36.16	48.32
3		53.84	44.54	3.00	35.65	36.85	31.17	36.93	49.29
3.3		56.94	52.61	3.30	34.63	39.94	35.84	41.84	50.26
4		45.50	54.05	4.00	37.24	44.13	74.25	42.45	75.04
4.3		76.51	75.53	4.30	78.17	83.90	76.63	75.57	76.38
5		70.60	78.83	5.00	76.32	85.00	79.22	80.46	77.93
5.3		48.98	47.56	5.30	82.75	86.89	40.83	87.79	80.80
6		51.89	51.99	6.00	52.79	58.90	41.67	52.68	54.29
6.3		72.11	73.05	6.30	79.28	65.63	54.66	77.65	77.00
7		84.95	80.82	7.00	88.70	78.93	65.60	92.96	87.81
7.3		91.46	86.69	7.30	98.93	89.60	72.92	102.59	91.71
8		89.47	95.92	8.00	105.39	97.12	81.04	98.57	95.05
8.3		95.26	93.99	8.30	109.71	100.71	89.70	98.23	97.16
9		94.45	94.08	9.00	108.77	103.37	93.70	103.68	100.63
9.3		97.80	100.87	9.30	109.87	107.23	100.87	111.98	98.66
10		102.71	92.71	10.00	110.82	116.60	104.60	107.42	102.72
10.3		104.74	98.51	10.30	114.82	120.67	107.05	100.74	104.88
11		100.92	101.79	11.00	112.69	111.61	112.92	108.40	110.11
11.3		105.53	108.98	11.30	114.16	112.06	115.59	110.73	108.57
12		103.85	98.30	12.00	107.59	106.09	113.91	108.49	108.76
12.3	89.04	99.34	101.35	12.30	107.22	103.00	107.07	98.93	99.25
13	93.06	93.28	96.12	13.00	104.45	103.43	108.49	88.64	95.61
13.3	86.03	99.70	94.55	13.30	99.70	103.27	103.40	91.70	91.04
14	89.96	93.77	97.55	14.00	103.12	91.32	98.92	87.92	91.71
14.3	91.70	102.99	96.99	14.30	101.75	94.89	100.54	89.26	100.85
15	91.02	95.65	102.05	15.00	105.68	96.85	95.86	93.36	99.83
15.3	90.12	92.86	96.87	15.30	101.21	98.72	96.77	86.72	101.70
16	86.46	82.25	90.50	16.00	98.50	98.46	92.59	82.94	85.78
16.3	84.04	81.50	87.04	16.30	92.98	94.50	84.68	81.32	83.54
17	82.62	76.16	83.97	17.00	84.58	84.19	80.59	84.16	78.87
17.3	72.17	115.91	77.51	17.30	113.60	109.89	77.65	73.05	116.09

18	102.88	118.06	106.93	18.00	108.12	108.03	110.69	108.70	116.12
18.3	101.81	106.27	107.34	18.30	102.89	103.42	104.97	100.71	66.94
19	90.57	75.88	60.67	19.00	98.23	96.05	58.26	59.48	59.25
19.3	63.48	58.35	61.83	19.30	48.34	51.86	57.26	56.82	57.89
20	57.77	58.53	61.82	20.00	58.25	45.93	58.15	57.69	56.70
20.3	57.42	58.63	54.81	20.30	54.49	48.49	59.95	54.61	58.87
21	57.66	52.81	56.86	21.00	52.15	51.28	58.75	53.62	57.49
21.3	83.68	91.78	89.97	21.30	91.57	48.50	91.11	84.68	88.58
22	91.53	91.81	91.51	22.00	51.38	49.22	91.09	48.94	89.01
22.3	88.77	88.01	88.30	22.30	46.99	42.72	74.40	47.01	51.13
23	59.58	39.09	43.05	23.10	41.06	83.54	38.25	42.94	47.25
23.3	58.69	40.37	55.58	23.30	44.14	81.88	42.77	41.87	48.12
24	52.13	40.57	49.67	23.55	42.11	77.14	42.87	51.72	46.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	**9-Jul**	**10-Jul**	**11-Jul**	**12-Jul**	**13-Jul**	**14-Jul**	**15-Jul**	**16-Jul**	**17-Jul**
0		53.49	41.04	0.00	38.35	41.56	77.68	45.50	52.51
0.3		52.15	42.42	0.30	34.83	38.30	33.86	38.11	50.21
1		46.39	40.56	1.00	33.49	37.07	32.60	39.84	45.38
1.3		51.90	41.22	1.30	31.89	36.83	29.90	39.88	47.07
2		49.91	43.71	2.00	35.76	35.84	35.40	38.07	49.11
2.3		52.40	42.75	2.30	35.28	37.29	31.93	36.16	48.32
3		53.84	44.54	3.00	35.65	36.85	31.17	36.93	49.29
3.3		56.94	52.61	3.30	34.63	39.94	35.84	41.84	50.26
4		45.50	54.05	4.00	37.24	44.13	74.25	42.45	75.04
4.3		76.51	75.53	4.30	78.17	83.90	76.63	75.57	76.38
5		70.60	78.83	5.00	76.32	85.00	79.22	80.46	77.93
5.3		48.98	47.56	5.30	82.75	86.89	40.83	87.79	80.80
6		51.89	51.99	6.00	52.79	58.90	41.67	52.68	54.29
6.3		72.11	73.05	6.30	79.28	65.63	54.66	77.65	77.00
7		84.95	80.82	7.00	88.70	78.93	65.60	92.96	87.81
7.3		91.46	86.69	7.30	98.93	89.60	72.92	102.59	91.71
8		89.47	95.92	8.00	105.39	97.12	81.04	98.57	95.05
8.3		95.26	93.99	8.30	109.71	100.71	89.70	98.23	97.16
9		94.45	94.08	9.00	108.77	103.37	93.70	103.68	100.63
9.3		97.80	100.87	9.30	109.87	107.23	100.87	111.98	98.66
10		102.71	92.71	10.00	110.82	116.60	104.60	107.42	102.72
10.3		104.74	98.51	10.30	114.82	120.67	107.05	100.74	104.88
11		100.92	101.79	11.00	112.69	111.61	112.92	108.40	110.11
11.3		105.53	108.98	11.30	114.16	112.06	115.59	110.73	108.57
12		103.85	98.30	12.00	107.59	106.09	113.91	108.49	108.76
12.3	89.04	99.34	101.35	12.30	107.22	103.00	107.07	98.93	99.25

13	93.06	93.28	96.12	13.00	104.45	103.43	108.49	88.64	95.61
13.3	86.03	99.70	94.55	13.30	99.70	103.27	103.40	91.70	91.04
14	89.96	93.77	97.55	14.00	103.12	91.32	98.92	87.92	91.71
14.3	91.70	102.99	96.99	14.30	101.75	94.89	100.54	89.26	100.85
15	91.02	95.65	102.05	15.00	105.68	96.85	95.86	93.36	99.83
15.3	90.12	92.86	96.87	15.30	101.21	98.72	96.77	86.72	101.70
16	86.46	82.25	90.50	16.00	98.50	98.46	92.59	82.94	85.78
16.3	84.04	81.50	87.04	16.30	92.98	94.50	84.68	81.32	83.54
17	82.62	76.16	83.97	17.00	84.58	84.19	80.59	84.16	78.87
17.3	72.17	115.91	77.51	17.30	113.60	109.89	77.65	73.05	116.09
18	102.88	118.06	106.93	18.00	108.12	108.03	110.69	108.70	116.12
18.3	101.81	106.27	107.34	18.30	102.89	103.42	104.97	100.71	66.94
19	90.57	75.88	60.67	19.00	98.23	96.05	58.26	59.48	59.25
19.3	63.48	58.35	61.83	19.30	48.34	51.86	57.26	56.82	57.89
20	57.77	58.53	61.82	20.00	58.25	45.93	58.15	57.69	56.70
20.3	57.42	58.63	54.81	20.30	54.49	48.49	59.95	54.61	58.87
21	57.66	52.81	56.86	21.00	52.15	51.28	58.75	53.62	57.49
21.3	83.68	91.78	89.97	21.30	91.57	48.50	91.11	84.68	88.58
22	91.53	91.81	91.51	22.00	51.38	49.22	91.09	48.94	89.01
22.3	88.77	88.01	88.30	22.30	46.99	42.72	74.40	47.01	51.13
23	59.58	39.09	43.05	23.10	41.06	83.54	38.25	42.94	47.25
23.3	58.69	40.37	55.58	23.30	44.14	81.88	42.77	41.87	48.12
24	52.13	40.57	49.67	23.55	42.11	77.14	42.87	51.72	46.82

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	18-Jul	19-Jul	20-Jul	21-Jul	22-Jul	23-Jul	24-Jul	25-Jul	26-Jul	27-Jul
0	45.98	47.29	39.74	42.49	36.08	44.87	22.83	20.98	47.92	
0.3	44.15	66.02	42.99	39.42	37.16	42.54	20.01	24.52	46.29	
1	45.93	68.45	37.57	38.37	35.78	41.45	20.59	24.03	44.69	
1.3	46.66	67.42	56.50	38.74	35.42	41.61	20.27	23.35	42.40	
2	44.74	65.81	63.17	40.21	34.71	41.72	55.40	24.23	42.55	
2.3	43.62	65.86	63.17	39.24	122.25	42.32	51.35	23.69	40.97	
3	43.80	64.73	64.51	40.53	127.38	41.76	56.59	23.83	42.33	
3.3	45.00	64.58	64.90	43.11	4.48	44.09	58.87	23.17	41.79	
4	77.23	65.45	65.25	43.60	4.91	41.96	57.74	24.15	40.07	
4.3	77.12	80.03	81.14	85.59	4.63	82.65	68.51	76.95	79.74	
5	79.72	81.71	84.87	87.48	5.04	87.38	71.58	76.94	82.76	
5.3	78.75	81.85	89.59	89.85	4.26	90.76	70.75	37.84	83.29	
6	53.22	51.94	54.00	54.22	4.59	61.81	79.72	45.04	53.90	
6.3	74.47	71.93	75.40	68.25	4.56	78.38	85.58	56.18	70.05	
7	82.54	80.67	86.54	79.99	4.92	88.19	100.13	75.79	77.19	
7.3	86.18	87.47	93.90	93.00	4.75	95.89	86.36	99.67	88.96	
8	76.29	88.30	95.47	98.45	19.52	99.24	85.57	98.06	92.97	
8.3	72.62	98.26	96.53	108.10	30.61	100.73	86.21	109.79	98.23	
9	74.34	95.44	100.75	109.98	43.80	104.91	89.83	106.52	105.13	
9.3	78.26	96.37	82.35	116.19	69.64	111.53	81.68	97.30	107.41	
10	79.39	100.25	81.14	116.75	63.08	111.38	84.84	98.27	106.66	
10.3	71.78	98.35	84.70	114.62	66.11	109.40	80.40	95.45	101.44	
11	70.58	104.43	86.09	119.91	70.10	114.11	76.35	97.69	103.30	
11.3	73.37	104.82	100.81	121.80	67.66	106.37	62.10	97.08	103.86	
12	88.20	101.50	118.35	112.30	68.29	109.70	48.45	92.15	106.61	
12.3	102.96	101.52	109.86	104.84	69.68	99.59	47.17	92.94	94.46	
13	94.18	93.81	103.15	104.05	70.24	101.24	47.22	87.52	96.28	
13.3	97.21	90.14	83.85	98.04	86.78	92.54	48.39	90.71	93.33	
14	98.54	86.05	87.18	97.16	83.55	37.27	50.24	91.12	90.33	
14.3	95.62	96.18	87.48	96.15	74.43	0.00	50.13	91.72	97.22	
15	99.30	91.08	89.66	101.80	78.07	33.26	51.27	94.12	76.14	
15.3	94.30	100.94	88.74	105.81	77.73	32.05	36.85	83.70	84.10	
16	82.48	87.73	87.25	93.08	71.77	35.68	47.85	87.61	65.84	
16.3	83.79	84.31	103.33	97.38	79.50	48.37	42.66	79.77	68.25	
17	81.64	79.54	99.02	92.40	88.70	46.23	46.60	76.47	81.01	
17.3	72.17	118.44	123.90	80.94	89.19	36.03	61.78	80.16	109.00	
18	108.69	114.73	118.18	113.31	117.95	44.04	56.74	74.76	109.59	
18.3	106.61	105.74	116.23	103.40	115.05	36.10	48.86	70.00	103.20	
19	61.57	69.22	94.57	98.89	85.20	22.06	22.30	65.80	68.80	
19.3	63.06	60.63	73.13	51.86	74.66	20.71	19.47	63.44	64.23	
20	62.74	60.47	62.45	53.77	70.62	14.82	24.51	58.75	57.07	
20.3	60.76	56.49	65.03	49.98	64.70	11.50	18.76	59.19	62.93	
21	58.23	58.74	59.52	56.49	63.10	18.05	22.36	60.77	59.95	
21.3	95.20	98.95	96.02	55.25	99.28	91.32	75.43	95.47	95.28	88.43
22	57.94	56.05	58.83	50.07	58.62	12.90	25.79	54.60	56.50	65.08
22.3	51.38	48.93	48.83	44.80	50.79	17.05	30.20	54.47	54.23	67.81
23	53.55	44.16	48.61	78.65	48.10	17.64	23.90	49.33	50.58	57.11

23.3	45.71	42.34	44.06	37.48	48.87	16.12	25.48	49.48	53.79	55.93
24	45.44	39.25	41.62	37.08	45.42	22.35	20.94	48.24		49.16

Fuente elaboración propia.

Tabla 10 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	**28-Jul**	**29-Jul**	**30-Jul**	**31-Jul**	**1-Ago**	**2-Ago**	**3-Ago**	**4-Ago**	**5-Ago**	**6-Ago**
0	49.37	46.71	12.70	46.32	5.36	25.47	25.16	42.36	40.10	39.30
0.3	48.76	44.24	13.30	42.03	5.39	24.47	21.86	37.21	30.91	34.68
1	47.29	43.24	11.78	43.77	5.36	24.03	22.65	36.57	30.35	34.66
1.3	41.71	39.79	11.92	46.53	5.21	22.08	21.47	37.66	30.95	34.87
2	42.62	39.25	12.24	44.51	5.20	23.96	21.63	35.42	30.80	34.84
2.3	44.47	40.99	12.22	53.70	5.50	22.69	20.72	38.83	31.03	37.18
3	44.04	40.43	13.13	47.71	5.24	24.84	22.39	40.25	31.56	36.71
3.3	46.87	43.65	14.68	51.35	5.45	26.44	22.73	37.65	33.07	37.00
4	46.77	46.71	15.69	46.29	5.28	26.42	23.13	37.79	32.31	78.31
4.3	52.11	81.71	30.95	74.20	5.28	82.33	72.82	79.49	70.99	76.31
5	87.42	84.40	78.65	71.91	27.63	88.11	77.28	81.70	77.59	82.04
5.3	84.67	48.53	85.24	44.93	38.29	48.81	77.89	57.46	81.07	45.76
6	59.70	52.68	49.18	46.14	29.03	52.62	46.13	51.75	47.50	49.88
6.3	70.94	63.68	50.94	66.58	34.26	67.62	59.84	64.19	58.96	67.33
7	81.57	71.13	69.62	75.50	74.67	81.88	70.78	73.50	64.34	77.64
7.3	92.63	80.52	73.67	89.45	85.01	98.72	93.48	84.56	73.94	86.66
8	104.67	85.52	91.31	91.59	78.59	91.63	96.13	96.37	85.11	90.48
8.3	115.26	103.34	101.62	98.74	105.49	101.65	104.54	101.01	87.72	99.00
9	113.17	103.51	102.26	101.41	113.17	97.74	108.43	100.70	97.99	103.24
9.3	120.05	110.68	110.75	101.63	114.48	101.79	106.00	105.14	99.85	107.28
10	126.27	107.63	104.63	112.13	109.95	105.49	106.84	106.17	105.64	140.48
10.3	130.55	114.02	105.57	113.14	110.98	105.25	108.38	111.11	110.17	109.94
11	121.93	114.56	106.56	113.28	115.05	109.08	106.74	110.35	112.74	102.53
11.3	116.24	113.64	111.36	110.71	114.01	106.99	106.04	114.48	113.93	103.85
12	116.25	113.04	114.90	109.23	114.52	105.15	106.39	115.85	104.79	101.53
12.3	105.81	107.42	104.73	109.38	111.22	99.50	105.68	113.76	107.32	96.71
13	104.62	101.83	96.21	104.78	104.52	90.90	95.93	112.09	96.25	90.74
13.3	99.75	94.46	97.27	100.49	103.44	92.45	91.43	107.27	98.58	88.44
14	103.43	90.94	97.51	97.58	100.57	89.15	101.11	105.08	94.04	83.87
14.3	95.70	91.19	102.62	4.40	102.43	95.74	92.26	99.36	86.96	89.05
15	95.01	88.75	95.84	4.01	107.04	96.51	96.35	102.76	86.53	87.03
15.3	92.19	89.20	97.43	4.21	100.73	88.40	88.85	105.33	85.36	82.52
16	91.27	75.03	88.85	4.12	95.32	87.28	90.61	99.95	81.43	81.71
16.3	89.91	73.88	83.02	3.70	92.57	80.60	85.39	97.01	82.39	96.78
17	87.03	74.25	77.45	3.58	70.99	78.56	82.34	87.58	74.27	90.46
17.3	83.48	54.36	70.45	4.78	67.32	111.37	118.30	90.26	75.72	84.63
18	112.14	50.90	101.57	4.66	62.33	104.29	117.64	112.93	110.02	120.09
18.3	107.80	48.37	56.67	4.56	56.10	89.58	109.86	89.91	108.51	98.41
19	66.53	60.10	39.47	4.29	57.79	50.45	68.27	60.96	96.00	44.15

19.3	62.99	27.21	22.85	46.85	40.92	32.14	62.36	56.60	61.58	59.02
20	59.99	13.31	17.83	67.50	45.63	32.94	57.25	52.66	55.22	46.92
20.3	61.08	13.87	24.26	62.71	31.79	33.80	58.74	51.01	54.53	44.66
21	60.76	14.95	33.54	89.58	31.73	31.76	52.95	48.02	55.62	45.11
21.3	56.90	102.45	102.00	123.21	44.58	30.54	101.19	92.59	93.26	84.08
22	56.69	12.51	42.99	78.60	46.41	40.74	96.65	47.56	50.76	42.77
22.3	52.09	14.48	36.36	72.92	29.87	23.51	91.57	42.59	43.15	36.53
23	47.78	15.24	30.14	6.25	31.83	23.00	42.38	43.37	41.83	33.17
23.3	48.22	12.99	47.95	5.08	29.85	24.33	43.50	38.83	43.58	29.54
24	45.84	13.14	46.91	5.18	26.50	23.86	41.23	35.20	37.74	33.26

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	**7-Ago**	**8-Ago**	**9-Ago**	**10-Ago**	**11-Ago**	**12-Ago**	**13-Ago**	**14-Ago**	**15-Ago**
0	30.79	17.21	17.30	15.99	10.25	24.10	36.05	36.92	42.14
0.3	24.85	15.97	17.44	17.49	9.84	22.99	34.02	37.64	39.32
1	22.40	16.10	16.13	17.66	9.50	38.74	33.69	33.15	37.04
1.3	20.57	14.71	16.06	17.96	10.60	34.84	35.25	33.89	39.98
2	23.96	15.11	17.86	18.69	10.86	38.21	37.22	35.45	38.09
2.3	23.72	16.35	18.20	20.61	10.68	41.64	38.01	37.47	37.20
3	22.74	14.88	16.07	22.12	12.31	41.51	38.58	37.15	37.31
3.3	23.00	15.98	15.14	22.04	11.47	43.74	39.46	37.07	36.57
4	24.95	17.05	15.90	24.81	12.96	42.06	39.28	39.20	38.53
4.3	64.58	62.73	55.33	18.46	47.77	82.30	81.51	78.41	78.29
5	71.32	16.96	77.42	23.31	72.82	83.49	80.52	79.33	78.43
5.3	77.86	22.41	56.77	99.43	73.06	83.91	86.90	86.09	88.31
6	46.62	26.70	27.26	20.19	18.48	49.80	57.63	50.32	53.80
6.3	63.76	53.16	51.91	52.62	32.11	65.96	73.82	73.67	71.68
7	74.60	77.33	82.66	60.84	58.99	76.22	82.47	82.00	81.61
7.3	85.80	95.62	102.15	85.96	96.28	83.69	85.49	95.31	87.92
8	89.49	98.03	106.61	110.65	91.76	91.41	89.75	93.85	91.14
8.3	95.45	105.56	107.65	112.12	105.43	94.57	93.70	89.18	100.35
9	95.66	113.15	97.97	109.54	105.82	99.43	95.96	94.98	95.27
9.3	101.11	103.85	103.30	115.19	116.82	109.26	101.60	97.25	100.23
10	104.53	108.96	104.45	133.03	114.53	115.09	95.07	97.79	104.17
10.3	141.10	117.33	104.42	148.94	112.78	115.80	103.55	95.69	100.67
11	143.38	128.73	101.76	147.58	113.79	118.81	106.81	96.90	100.30
11.3	141.92	128.34	106.81	0.00	112.69	117.36	98.71	94.65	94.64
12	142.98	117.00	111.35	34.13	111.37	117.61	96.16	93.49	35.25
12.3	137.15	106.58	106.14	35.75	106.64	111.12	88.14	89.79	53.39
13	135.78	99.63	97.46	71.09	115.69	107.26	82.60	85.77	56.98
13.3	131.92	97.65	34.25	76.24	94.21	100.62	85.82	91.79	65.32
14	129.77	94.97	35.64	82.08	79.84	95.64	83.31	87.12	61.58

14.3	132.63	102.29	41.25	91.22	80.25	92.11	90.15	88.36	57.23
15	132.28	101.51	39.42	95.01	108.19	92.31	83.71	90.15	78.65
15.3	126.49	97.35	38.49	86.86	96.81	88.11	87.95	80.69	69.99
16	76.17	91.05	34.76	73.19	103.17	82.54	80.06	95.73	79.71
16.3	61.31	81.38	33.75	65.52	91.00	82.37	83.03	82.02	58.31
17	67.15	75.88	32.70	56.61	86.74	114.40	72.33	71.03	56.80
17.3	67.93	78.53	26.62	67.59	74.50	120.91	76.45	102.23	59.24
18	64.16	67.05	28.41	60.65	75.80	113.38	91.78	113.03	112.68
18.3	66.26	60.16	17.47	62.22	83.33	68.80	67.27	70.53	50.86
19	50.75	44.16	26.39	68.88	82.01	59.57	59.76	66.87	47.91
19.3	66.96	27.52	23.39	60.81	55.45	61.51	58.67	62.99	108.91
20	62.32	27.43	31.33	64.16	46.41	63.74	56.25	58.33	109.90
20.3	49.08	31.56	22.82	27.02	43.47	56.32	96.76	54.90	105.34
21	31.55	25.49	34.22	37.97	37.18	50.75	96.84	57.29	94.09
21.3	89.23	29.19	59.31	102.92	84.23	90.89	94.70	95.56	111.25
22	22.57	24.19	47.51	5.75	79.97	45.95	91.77	52.46	96.53
22.3	16.80	21.95	25.95	11.67	33.51	45.88	46.69	51.36	96.22
23	22.74	19.85	15.94	11.17	28.45	38.96	41.99	43.64	84.76
23.3	18.35	19.26	15.53	10.91	30.40	36.15	36.37	40.01	81.23
24	16.50	16.87	15.36	9.68	25.38	35.08	36.42	40.30	71.24

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 CONSUMO RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo (Hrs)	**16-Ago**	**17-Ago**	**18-Ago**	**19-Ago**	**20-Ago**	**21-Ago**	**PROMEDIO**
0	76.56	40.01	19.92	38.43	37.47	38.26	77.68
0.3	73.89	38.66	16.71	35.93	32.69	43.487	73.89
1	28.02	37.87	19.36	36.50	32.19	46.745	68.45
1.3	23.99	39.60	18.27	36.98	37.10	47	67.42
2	21.66	38.95	19.37	36.71	46.20	28.451	65.81
2.3	47.84	38.61	18.10	43.52	48.81	22.194	83.76
3	55.50	39.29	20.34	40.50	60.55	23.863	79.29
3.3	60.68	36.86	19.50	39.81	63.06	21.885	64.90
4	56.17	77.74	20.69	37.84	72.94	19.116	78.31
4.3	59.81	77.21	73.84	79.52	78.33	20.104	77.16
5	60.63	79.02	81.27	81.33	80.85	22.009	79.34
5.3	19.15	45.16	19.68	81.35	47.66	23.68	83.86
6	27.53	51.05	31.22	50.02	58.27	33.529	79.72
6.3	48.96	71.95	53.44	57.89	73.33	62.258	85.58
7	77.51	81.75	74.48	67.82	85.53	81.291	100.13
7.3	85.44	88.72	86.84	77.23	87.10	80.537	102.59
8	95.53	89.50	101.67	85.85	91.33	94.036	110.65
8.3	92.64	101.93	106.94	94.09	131.62		119.67
9	88.90	137.58	116.27	96.08	134.21		121.26

9.3	90.89	134.20	116.25	104.49	147.30		118.78
10	93.70	139.35	118.25	113.41	143.03		122.22
10.3	92.10	140.72	116.39	113.11	137.18		121.30
11	96.31	136.70	114.42	110.08	135.25		119.90
11.3	91.78	135.67	113.97	105.69	138.18		118.78
12	94.33	136.01	115.84	109.90	135.43		119.17
12.3	89.66	130.50	110.64	102.87	128.57		120.42
13	92.71	123.02	99.67	97.98	124.85		122.29
13.3	85.99	128.38	93.47	91.23	117.65		125.99
14	89.01	124.50	96.67	89.45	117.77		124.01
14.3	92.38	128.66	95.72	84.46	122.00		127.76
15	91.12	102.91	92.22	78.82	63.54		132.28
15.3	86.93	89.80	94.03	75.09	65.40		126.49
16	84.07	70.89	89.82	76.94	59.02		95.02
16.3	79.67	70.65	87.36	74.90	55.58		95.69
17	80.09	67.99	88.21	72.75	57.42		99.07
17.3	93.82	71.80	113.46	103.82	57.60		116.89
18	100.80	78.48	118.47	106.06	56.31		114.96
18.3	99.76	78.29	113.79	105.33	58.22		115.02
19	63.37	79.02	69.52	65.41	59.97		95.72
19.3	60.26	81.01	61.67	57.12	58.86		108.91
20	63.04	80.60	61.01	56.28	58.02		109.90
20.3	61.37	67.45	57.53	57.07	64.04		101.05
21	62.60	79.14	62.99	49.20	64.77		95.46
21.3	67.24	77.94	95.47	92.36	75.02		97.56
22	95.82	81.63	50.08	46.99	72.38		93.34
22.3	90.31	71.78	48.11	42.05	20.42		96.22
23	43.27	66.48	42.61	40.54	19.93		84.76
23.3	43.78	64.17	41.05	42.19	20.09		81.88
24	40.08	25.05	39.01	37.63	37.12		77.14

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 CONSUMO RESERVORIO NUEVA FLORIDA MAYO 2017

Tiempo	Consumo (Lt)	Consumo Maximo Horario (lt/s)	Consumo Medio del dia de Maximo Consumo (lt/s)	Consumo Medio (lt/s)	Nivel (m)	Volumen Reservorio (m3)
00:00:15	131.36	174.72	150.38	93.72	4.47	1243.15
00:30:15	133.75	174.72	150.38	93.72	4.67	1303.43
01:00:15	135.55	174.72	150.38	93.72	4.85	1356.81
01:30:15	138.44	174.72	150.38	93.72	5.01	1407.53
02:00:15	141.54	174.72	150.38	93.72	5.16	1450.9
02:30:15	143.19	174.72	150.38	93.72	5.3	1490.05
03:00:15	146.03	174.72	150.38	93.72	5.42	1532.09
03:30:15	145.44	174.72	150.38	93.72	5.53	1567.02
04:00:15	148.28	174.72	150.38	93.72	5.64	1596.6
04:30:15	147.51	174.72	150.38	93.72	5.69	1612.17
05:00:15	140.84	174.72	150.38	93.72	5.19	1461.36
05:30:15	139.5	174.72	150.38	93.72	5.08	1426.88
06:00:15	160.23	174.72	150.38	93.72	5.13	1441.34
06:30:15	161.74	174.72	150.38	93.72	5.16	1448.9
07:00:15	160.45	174.72	150.38	93.72	5.18	1457.13
07:30:15	160.52	174.72	150.38	93.72	5.2	1460.25
08:00:15	159.57	174.72	150.38	93.72	5.22	1465.36
08:30:15	162.13	174.72	150.38	93.72	5.23	1469.37
09:00:15	161.68	174.72	150.38	93.72	5.24	1475.59
09:30:15	162.28	174.72	150.38	93.72	5.25	1477.6
10:00:15	162.75	174.72	150.38	93.72	5.26	1481.6
10:30:15	159.75	174.72	150.38	93.72	5.11	1434.89
11:00:15	153.32	174.72	150.38	93.72	4.75	1327.01
11:30:15	153.55	174.72	150.38	93.72	4.79	1344.13
12:00:15	156.3	174.72	150.38	93.72	4.84	1357.03
12:30:15	154.4	174.72	150.38	93.72	4.89	1371.05
13:00:15	155.52	174.72	150.38	93.72	4.88	1364.6
13:30:15	165.5	174.72	150.38	93.72	4.33	1194.65
14:00:15	165.55	174.72	150.38	93.72	4.25	1175.75
14:30:15	164.59	174.72	150.38	93.72	4.24	1175.52
15:00:15	163.17	174.72	150.38	93.72	4.23	1167.96
15:30:15	163.57	174.72	150.38	93.72	4.23	1166.63
16:00:15	163.56	174.72	150.38	93.72	4.22	1163.51
16:30:15	173.77	174.72	150.38	93.72	4.17	1149.5
17:00:15	171.37	174.72	150.38	93.72	4.12	1132.15
17:30:15	174.72	174.72	150.38	93.72	4.08	1122.36
18:00:15	171.68	174.72	150.38	93.72	3.94	1081.21
18:30:15	160.22	174.72	150.38	93.72	3.45	929.73

19:00:15	155.04	174.72	150.38	93.72	3.38	909.49
19:30:15	158.45	174.72	150.38	93.72	3.42	922.17
20:00:15	158.24	174.72	150.38	93.72	3.46	929.95
20:30:15	146.75	174.72	150.38	93.72	3	797.15
21:00:15	134.75	174.72	150.38	93.72	2.62	679.48
21:30:15	131.67	174.72	150.38	93.72	2.54	653.46
22:00:15	138	174.72	150.38	93.72	2.71	704.84
22:30:15	93.72	174.72	150.38	93.72	3	797.15
23:00:15	100.55	174.72	150.38	93.72	3.42	920.61
23:30:15	106.83	174.72	150.38	93.72	3.78	1031.16
00:00:15	131.36	174.72	150.38	93.72	4.11	1132.15

Fuente: Elaboración propia

- **Datos de Estructuras de control (Válvulas de control y reductoras de presión).**

  La red de distribución tiene diversos componentes, entre los cuales están las válvulas reductoras de presión y válvulas de control, estas estructuras cumplen la función de regular y distribuir correctamente la cantidad de agua en todos los sectores de abastecimiento.

  Para la elaboración del modelo de simulación se requiere la ubicación de cada cámara reductora de presión, válvula de control, se realizó en la verificación de la topología de redes, ubicando cada estructura (cámara reductora de presión, válvula de control) con su respectivo diámetro, presión de salida (cámaras reductoras de presión), estado de válvulas de control (abierto o cerrado), lo cual proporcionará un modelo real de funcionamiento de las redes de distribución de la ciudad de Huaraz e Independencia.

Tabla 14 Válvulas de Control

ID	DESCRIPCION	Diametro (m)	Cantidad
01	VALVULA DE CONTROL	355.0	1.0
02	VALVULA DE CONTROL	315.0	9.0
03	VALVULA DE CONTROL	250.0	7.0
04	VALVULA DE CONTROL	200.0	27.0
05	VALVULA DE CONTROL	160.0	57.0
06	VALVULA DE CONTROL	110.0	512.0
07	VALVULA DE CONTROL	90.0	119.0
08	VALVULA DE CONTROL	63.0	135.0
09	VALVULA DE CONTROL	42.0	1.0
10	VALVULA DE CONTROL	29.0	1.0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Válvulas reductoras de Presión

ID	DESCRIPCION	Elevacion (m)	Diámetro (m)
01	V.R.P-1	3114.1	200.0
02	V.R.P-10	3072.3	250.0
03	V.R.P-11	3121.6	160.0
04	V.R.P-12	3097.1	315.0
05	V.R.P-13	3063.9	200.0
06	V.R.P-14	3031.5	200.0
07	V.R.P-2	3063.7	200.0
08	V.R.P-3	3120.2	200.0
09	V.R.P-4	3058.0	200.0
10	V.R.P-5	3051.8	200.0
11	V.R.P-6	3035.1	200.0
12	V.R.P-7	3070.1	200.0
13	V.R.P-8	3051.3	200.0
14	V.R.P-9	3037.2	200.0
15	V.R.P-15	3142.5	160.0
16	V.R.P-16	3046.6	200.0
17	V.R.P-17	3122.9	200.0
18	V.R.P-18	3113.0	75.0
19	V.R.P-19	3082.5	63.0

Fuente: Elaboración propia.

- **Datos de equipo de bombeo.**

  Para la distribución del agua al barrio de los Olivos se tiene una cámara de bombeo, ya que se tiene un desnivel alto entre el punto de abastecimiento y el reservorio, dato que se requiere para la elaboración del modelo de simulación y proporcionar un correcto funcionamiento de la red.

Tabla 16 Equipo de Bombeo

Nombre	Antigüedad (años)	Estado Físico	Cisterna Vol. En M3	Potencia Motor	Caudal de Actual
Los Olivos	16.00	BUENO	50.00	36.00	13.00

Fuente: Elaboración propia.

- **Datos en la red de distribución (Presión, Concentración de Cloro)**

  Los datos de presión y concentración cloro sirven para el proceso de calibración (validación de resultados de la simulación en periodo extendido). Estos datos se tomaron en varios puntos de las redes de la ciudad de Huaraz e Independencia.

Tabla 17 Datos de Presiones-Calibración

CALIBRACIÓN	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA
Calibración-Huaraz	J-2214	14.00	223293.79	8944735.15	3159.96
Calibración-Huaraz	J-592	19.00	223313.02	8944854.26	3153.49
Calibración-Huaraz	J-1195	26.00	223202.40	8944754.22	3151.43
Calibración-Huaraz	J-1148	29.00	223092.92	8944782.85	3138.22
Calibración-Huaraz	J-1983	42.00	223034.96	8944787.38	3132.36
Calibración-Huaraz	J-1142	47.00	222984.11	8944780.95	3126.84
Calibración-Huaraz	J-992	59.00	222866.12	8944840.56	3113.29
Calibración-Huaraz	J-582	41.00	223091.09	8944848.93	3134.95
Calibración-Huaraz	J-594	45.00	223032.84	8944847.02	3129.57
Calibración-Huaraz	J-620	48.00	222978.95	8944845.00	3124.46
Calibración-Huaraz	J-823	60.00	222868.80	8944920.68	3110.05
Calibración-Huaraz	J-935	59.00	222872.68	8944951.41	3109.78
Calibración-Huaraz	J-771	57.00	222975.77	8944964.27	3118.53
Calibración-Huaraz	J-1126	62.00	222912.65	8945057.25	3108.69
Calibración-Huaraz	J-1152	62.00	222968.83	8945130.85	3109.42
Calibración-Huaraz	J-579	59.00	222973.00	8945059.76	3113.43
Calibración-Huaraz	J-519	47.00	223029.58	8944957.26	3123.74
Calibración-Huaraz	J-594	36.00	223032.84	8944847.02	3129.57
Calibración-Huaraz	J-582	34.00	223091.09	8944848.93	3134.95
Calibración-Huaraz	J-540	48.00	223083.57	8945063.76	3122.21

Calibración-Huaraz	J-966	25.00	223309.15	8944965.88	3146.27
Calibración-Huaraz	J-474	65.00	222981.93	8945159.65	3108.84
Calibración-Huaraz	J-2328	28.00	223298.46	8945070.96	3141.10
Calibración-Huaraz	J-1216	43.00	223301.97	8945182.86	3132.99
Calibración-Huaraz	J-2162	48.00	223635.80	8945313.12	3137.50
Calibración-Huaraz	J-2006	32.00	223521.61	8945088.30	3156.78
Calibración-Huaraz	J-1131	35.00	223531.74	8945188.37	3148.08
Calibración-Huaraz	J-1633	45.00	223528.99	8945300.60	3137.15
Calibración-Huaraz	J-2110	43.00	223610.08	8945421.36	3127.45
Calibración-Huaraz	J-2160	45.00	223491.58	8945417.47	3124.44
Calibración-Huaraz	J-385	42.50	223411.76	8945299.93	3131.83
Calibración-Huaraz	J-2330	61.00	222998.04	8945178.78	3108.89
Calibración-Huaraz	J-1033	59.00	223071.52	8945287.75	3108.55
Calibración-Huaraz	J-683	62.00	223074.71	8945282.45	3109.11
Calibración-Huaraz	J-2329	56.00	223076.32	8945180.92	3115.23
Calibración-Huaraz	J-212	61.00	223136.24	8945372.20	3108.61
Calibración-Huaraz	J-263	63.00	223073.99	8945347.67	3105.58
Calibración-Huaraz	J-2022	79.00	222907.05	8945366.33	3089.92
Calibración-Huaraz	J-2073	81.00	222930.49	8945407.06	3090.28
Calibración-Huaraz	J-345	65.00	223209.02	8945421.77	3109.00
Calibración-Huaraz	J-203	75.00	223174.68	8945552.05	3095.89
Calibración-Huaraz	J-1359	83.00	223131.17	8945614.17	3088.95

Calibración-Huaraz	J-739	78.00	223127.23	8945619.11	3088.63
Calibración-Huaraz	J-2155	78.00	223187.64	8945633.54	3090.73
Calibración-Huaraz	J-2203	20.00	223287.47	8945584.94	3100.30
Calibración-Huaraz	J-1245	24.00	223241.07	8945855.58	3088.22
Calibración-Huaraz	J-857	20.00	223404.49	8945802.91	3095.02
Calibración-Huaraz	J-2239	74.50	223436.19	8945708.62	3098.29
Calibración-Huaraz	J-463	74.50	223447.16	8945706.24	3098.82
Calibración-Huaraz	J-2283	67.00	223555.40	8945696.69	3104.04
Calibración-Huaraz	J-1528	55.00	223637.74	8945564.84	3115.95
Calibración-Huaraz	J-2225	67.50	223600.14	8945691.90	3107.09
Calibración-Huaraz	J-2101	60.00	223755.19	8945736.49	3115.75
Calibración-Huaraz	J-2189	55.00	223852.95	8945749.92	3117.55
Calibración-Huaraz	J-1576	58.00	224034.70	8945977.42	3119.82
Calibración-Huaraz	J-2254	64.00	223552.11	8945805.06	3103.53
Calibración-Huaraz	J-1914	60.00	223939.71	8945860.33	3118.59
Calibración-Huaraz	J-1208	58.00	222854.83	8944819.01	3112.35
Calibración-Huaraz	J-1813	64.50	222817.60	8944772.56	3109.08
Calibración-Huaraz	J-1155	54.00	222879.12	8944734.21	3115.18
Calibración-Huaraz	J-1727	68.00	222748.65	8944759.33	3101.45
Calibración-Huaraz	J-823	58.00	222868.80	8944920.68	3110.05
Calibración-Huaraz	J-441	74.00	222769.85	8944937.23	3099.51
Calibración-Huaraz	J-706	62.00	222892.32	8945035.41	3108.03

Calibración-Huaraz	J-881	26.00	222607.20	8944849.72	3085.03
Calibración-Huaraz	J-1044	42.00	222488.52	8944867.69	3072.64
Calibración-Huaraz	J-977	45.00	222380.34	8944749.45	3063.59
Calibración-Huaraz	J-930	46.00	222401.43	8944788.86	3065.68
Calibración-Huaraz	J-138	42.00	222419.66	8944860.19	3065.65
Calibración-Huaraz	J-269	58.00	222289.92	8944717.02	3051.53
Calibración-Huaraz	J-321	65.00	222217.47	8944727.84	3039.50
Calibración-Huaraz	J-1213	72.00	222184.80	8944743.68	3037.52
Calibración-Huaraz	J-1565	68.00	222159.54	8944892.41	3036.03
Calibración-Huaraz	J-1588	74.00	222191.56	8945056.22	3040.78
Calibración-Huaraz	J-2190	55.00	222286.54	8944959.12	3053.95
Calibración-Huaraz	J-2276	60.00	222275.36	8945063.07	3050.57
Calibración-Huaraz	J-2331	53.00	222355.09	8945023.20	3059.37
Calibración-Huaraz	J-2298	53.00	222395.28	8945052.39	3062.77
Calibración-Huaraz	J-2299	48.00	222372.62	8945094.75	3060.04
Calibración-Huaraz	J-1714	67.00	222268.44	8945137.57	3049.60
Calibración-Huaraz	J-1728	65.00	222295.22	8945181.69	3050.10
Calibración-Huaraz	J-1910	50.00	222376.35	8945177.93	3060.44
Calibración-Huaraz	J-1643	48.00	222403.98	8945220.54	3060.16
Calibración-Huaraz	J-2098	45.00	222418.74	8945135.40	3063.51
Calibración-Huaraz	J-1122	51.00	222459.42	8945218.17	3063.91
Calibración-Huaraz	J-951	51.00	222452.77	8945124.80	3066.43

Calibración-Huaraz	J-1135	47.00	222467.05	8945092.37	3068.03
Calibración-Huaraz	J-2316	57.00	222422.34	8945313.05	3057.93
Calibración-Huaraz	J-4	52.00	222483.23	8945311.89	3062.52
Calibración-Huaraz	J-1878	51.00	222533.42	8945304.77	3065.78
Calibración-Huaraz	J-1877	48.00	222531.74	8945258.62	3067.33
Calibración-Huaraz	J-2338	39.00	222517.14	8945144.85	3071.58
Calibración-Huaraz	J-1129	36.00	222624.54	8945072.69	3082.33
Calibración-Huaraz	J-1132	37.00	222642.01	8945193.96	3078.98
Calibración-Huaraz	J-1477	83.00	222689.11	8945137.15	3085.73
Calibración-Huaraz	J-441	67.00	222769.85	8944937.23	3099.51
Calibración-Huaraz	J-271	29.00	222726.72	8945300.36	3081.69
Calibración-Huaraz	J-186	38.00	222679.70	8945446.43	3075.53
Calibración-Huaraz	J-1168	32.00	222,759.73	8945479.93	3079.99
Calibración-Huaraz	J-168	37.00	222684.90	8945563.62	3074.24
Calibración-Huaraz	J-747	36.00	222692.46	8945638.07	3072.38
Calibración-Huaraz	J-923	48.00	222564.43	8945627.24	3067.74
Calibración-Huaraz	J-2234	22.00	222516.46	8945703.23	3064.71
Calibración-Huaraz	J-1159	45.00	222549.13	8945791.03	3063.79
Calibración-Huaraz	J-368	24.00	222364.24	8945771.76	3058.92
Calibración-Huaraz	J-61	27.50	222272.94	8945738.08	3055.93
Calibración-Huaraz	J-397	24.00	222335.80	8945527.76	3055.65
Calibración-Huaraz	J-433	29.00	222358.10	8945435.64	3053.80

Calibración-Huaraz	J-729	23.00	222433.66	8945331.45	3058.74
Calibración-Huaraz	J-54	21.00	222424.13	8945577.46	3062.49
Calibración-Huaraz	J-1178	20.00	222503.48	8945567.70	3065.80
Calibración-Huaraz	J-923	44.00	222564.43	8945627.24	3067.74
Calibración-Huaraz	J-2340	32.00	222274.98	8945336.26	3045.76
Calibración-Huaraz	J-1649	81.00	222142.93	8945364.47	3033.44
Calibración-Huaraz	J-2213	30.00	222210.99	8945333.75	3040.48
Calibración-Huaraz	J-1732	36.00	222165.69	8945547.33	3041.31
Calibración-Huaraz	J-827	19.00	222180.63	8945714.60	3052.00
Calibración-Huaraz	J-1871	25.00	222101.22	8945861.85	3050.76
Calibración-Huaraz	J-1179	28.00	222100.21	8945972.30	3049.74
Calibración-Huaraz	J-1166	62.00	221929.08	8945991.22	3015.15
Calibración-Huaraz	J-1757	45.00	221834.25	8945929.78	3026.16
Calibración-Huaraz	J-2099	25.00	222098.70	8946074.12	3050.33
Calibración-Huaraz	J-2065	58.00	221875.06	8946213.29	3017.40
Calibración-Huaraz	J-1723	68.00	221920.05	8946328.30	3009.35
Calibración-Huaraz	J-1657	80.00	221911.93	8946394.50	3009.42
Calibración-Huaraz	J-2193	86.00	221972.48	8946455.88	3008.00
Calibración-Huaraz	J-942	82.00	221966.36	8946500.27	3008.00
Calibración-Huaraz	J-1041	25.00	222170.25	8946118.20	3050.72
Calibración-Huaraz	J-431	27.00	222251.28	8946021.03	3053.65
Calibración-Huaraz	J-457	27.50	222263.52	8946105.35	3051.82

Calibración-Huaraz	J-424	24.00	222325.43	8946161.63	3051.60
Calibración-Huaraz	J-476	43.00	222348.15	8946345.27	3046.54
Calibración-Huaraz	J-286	43.00	222430.42	8946339.06	3050.86
Calibración-Huaraz	J-1266	23.00	222413.19	8946181.67	3052.57
Calibración-Huaraz	J-1094	39.00	222480.37	8946074.53	3055.58
Calibración-Huaraz	J-880	38.00	222416.30	8945987.99	3056.63
Calibración-Huaraz	J-1086	36.00	222400.74	8945875.63	3058.27
Calibración-Huaraz	J-45	34.00	222289.95	8945836.65	3056.35
Calibración-Huaraz	J-853	18.00	222442.26	8945806.08	3060.23
Calibración-Huaraz	J-958	57.00	222150.49	8946490.13	3031.02
Calibración-Huaraz	J-2324	48.00	222269.20	8946595.60	3041.90
Calibración-Huaraz	J-2313	58.50	222193.98	8946646.61	3033.85
Calibración-Huaraz	J-687	32.00	222452.64	8946573.99	3053.31
Calibración-Huaraz	J-350	28.00	222646.15	8946580.12	3060.00
Calibración-Huaraz	J-101	30.00	222627.06	8946338.15	3056.11
Calibración-Huaraz	J-1920	20.00	222804.25	8946601.16	3066.39
Calibración-Huaraz	J-473	47.00	222913.73	8946579.15	3070.52
Calibración-Huaraz	J-445	50.00	222897.35	8946393.40	3067.54
Calibración-Huaraz	J-756	39.00	223180.33	8946325.15	3079.40
Calibración-Huaraz	J-1289	31.00	223025.27	8946319.62	3074.09
Calibración-Huaraz	J-1552	49.00	222786.93	8946302.45	3061.10
Calibración-Huaraz	J-2089	52.00	222739.65	8946312.63	3059.26

Calibración-Huaraz	J-2288	49.00	222773.34	8946178.86	3062.20
Calibración-Huaraz	J-382	48.00	222750.62	8946087.18	3063.09
Calibración-Huaraz	J-428	51.00	222744.68	8946041.48	3063.55
Calibración-Huaraz	J-981	39.00	222837.20	8945876.10	3070.10
Calibración-Huaraz	J-409	45.00	222716.63	8945827.17	3068.11
Calibración-Huaraz	J-428	49.00	222744.68	8946041.48	3063.55
Calibración-Huaraz	J-460	48.00	222733.81	8945949.38	3064.82
Calibración-Huaraz	J-467	48.00	222730.68	8945949.65	3064.71
Calibración-Huaraz	J-216	41.00	222556.94	8945968.33	3058.92
Calibración-Huaraz	J-1034	43.00	222909.86	8946056.99	3068.91
Calibración-Huaraz	J-1263	43.00	222846.25	8945936.03	3068.99
Calibración-Huaraz	J-981	43.00	222837.20	8945876.10	3070.10
Calibración-Huaraz	J-957	38.00	222902.04	8945868.39	3072.70
Calibración-Huaraz	J-1102	35.00	222890.37	8945739.07	3076.73
Calibración-Huaraz	J-613	29.00	223078.24	8945751.05	3082.51
Calibración-Huaraz	J-1098	31.00	223073.43	8945906.32	3079.08
Calibración-Huaraz	J-762	22.00	223327.59	8946040.86	3092.34
Calibración-Huaraz	J-1219	22.00	223214.11	8946013.98	3091.77
Calibración-Huaraz	J-1220	40.00	223097.24	8946021.94	3078.53
Calibración-Huaraz	J-1052	27.00	223229.12	8946176.94	3087.57
Calibración-Huaraz	J-1601	33.00	223186.44	8946293.01	3080.50
Calibración-Huaraz	J-1285	48.00	223333.61	8946304.76	3086.35

Calibración-Huaraz	J-2206	28.00	223347.28	8946411.47	3086.91
Calibración-Huaraz	J-2168	8.00	223913.77	8946118.51	3111.65
Calibración-Huaraz	J-1161	15.00	223625.43	8946127.94	3099.87
Calibración-Huaraz	J-761	25.00	223331.34	8946041.96	3092.38
Calibración-Huaraz	J-1271	28.00	222608.19	8946723.23	3059.15
Calibración-Huaraz	J-1275	30.00	222577.89	8946832.48	3057.96
Calibración-Huaraz	J-1066	94.00	223319.90	8946962.42	3093.91
Calibración-Huaraz	J-842	110.00	223108.50	8946861.10	3078.30
Calibración-Huaraz	J-219	125.50	222965.89	8947041.14	3067.79
Calibración-Huaraz	J-51	30.00	222522.81	8947046.11	3055.12
Calibración-Huaraz	J-56	31.00	222490.50	8947152.51	3052.76
Calibración-Huaraz	J-741	38.00	222405.72	8947456.05	3041.47
Calibración-Huaraz	J-228	51.00	222124.88	8947282.37	3029.54
Calibración-Huaraz	J-294	49.00	222124.37	8947495.31	3030.23
Calibración-Huaraz	J-874	24.00	222069.57	8948182.49	3001.60
Calibración-Huaraz	J-1761	25.00	221901.53	8948754.59	3005.10
Calibración-Huaraz	J-1353	35.00	221744.50	8949480.39	2995.98

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Datos Cloro residual – Calibración.

CODIGO DE MUESTRA	DIRECCION DE LA MUESTRA	HORA MUESTREO	TURBIEDAD (NTU)	CLORO RESIDUAL mg/lt.
EPS 023-BAC	Salida de Reservorio Los Olivos	11:57	3.25	0.54
EPS 024-BAC	Salida de Reservorio Pedregal	17:02	0.43	0.98
EPS 025-BAC	Salida de Reservorio Batan	13:45	3.18	0.80
EPS 026-BAC	Salida de Reservorio Shancayan	11:37	3.23	0.63
EPS 027-BAC	Salida de Reservorio Yarcash	15:20	3.59	0.61
EPS 028-BAC	Salida de Reservorio Independencia	11:36	2.36	0.60
EPS 059-BAC	Salida de Reservorio Los Olivos	10:36	1.29	0.72
EPS 060-BAC	Salida de Reservorio Pedregal	11:12	0.45	0.60
EPS 061-BAC	Salida de Reservorio Batan	12:00	0.48	0.69
EPS 062-BAC	Salida de Reservorio Shancayan	16:24	1.23	1.14
EPS 063-BAC	Salida de Reservorio Yarcash	16:48	1.40	0.78
EPS 064-BAC	Salida de Reservorio Independencia	17:00	1.14	0.74
EPS 104-BAC	Salida de Reservorio Los Olivos	10:35	2.41	1.01
EPS 105-BAC	Salida de Reservorio Pedregal	11:45	2.15	0.89
EPS 106-BAC	Salida de Reservorio Batan	11:30	2.60	0.93
EPS 107-BAC	Salida de Reservorio Shancayan	11:00	2.62	0.91
EPS 108-BAC	Salida de Reservorio Yarcash	10:45	3.02	0.99
EPS 109-BAC	Salida de Reservorio Independencia	10:55	3.09	1.02
EPS 146-BAC	Salida de Reservorio Los Olivos	09:00	2.95	0.65
EPS 147-BAC	Salida de Reservorio Pedregal	12:00	0.41	0.74
EPS 148-BAC	Salida de Reservorio Batan	11:40	0.43	0.89
EPS 149-BAC	Salida de Reservorio Shancayan	09:40	1.18	0.58

EPS 150-BAC	Salida de Reservorio Yarcash	09:25	2.76	0.74
EPS 151-BAC	Salida de Reservorio Independencia	09:32	1.15	0.95
EPS 191-BAC	Salida de Reservorio Los Olivos	09:59	1.60	0.63
EPS 192-BAC	Salida de Reservorio Pedregal	12:00	0.90	1.05
EPS 193-BAC	Salida de Reservorio Batan	08:15	0.82	1.02
EPS 194-BAC	Salida de Reservorio Shancayan	11:50	1.01	1.62
EPS 195-BAC	Salida de Reservorio Yarcash	10:35	1.40	1.16
EPS 196-BAC	Salida de Reservorio Independencia	09:32	1.14	0.82
EPS 022-BAC	S4: Jr. Los Capulies s/n	11:47	2.97	0.73
EPS 051-BAC	S1: T. Terrestre - Av. 27 de Nov.	11:03	0.35	0.91
EPS 054-BAC	S2: Av. Raymondi # 175	10:14	1.83	0.83
EPS 057-BAC	S3: Mercado de Nicrupampa.	12:40	0.54	0.76
EPS 058-BAC	S4: Cancariacu.	09:54	2.46	0.61
EPS 096-BAC	S1: Av. Villón # 786	09:33	3.09	0.84
EPS 099-BAC	S2: Pasaje San Juan # 107	10:05	3.89	0.67
EPS 102-BAC	S3: Jr. Daniel Villaizan # 403	09:50	2.13	0.60
EPS 103-BAC	S4: Jr. Capulies # 320	09:56	3.08	0.67
EPS 138-BAC	S1: Jr. San Martin USP	08:50	1.94	0.86
EPS 141-BAC	S2: Jr. Rosas Pampa 256	08:55	3.09	0.61
EPS 144-BAC	S3: Jr Mariano Melgar 880	09:15	2.21	0.91
EPS 145-BAC	S4: Jr. Recuay 450	09:07	2.96	0.96
EPS 183-BAC	S1: Av. Villón # 655	09:30	1.48	0.84
EPS 186-BAC	S2: Jr. San Martin # 495	09:40	1.70	0.69
EPS 189-BAC	S3: Jr. Corongo # 154	10:25	1.65	0.98
EPS 190-BAC	S4: Jr. Los Paltos Mz. 08 LT. 08	10:18	1.83	0.71

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 MODELO DE SIMULACIÓN

3.4.4.1 Simulación en periodo estático

En la elaboración del modelo en periodo estático se usó el software de ingeniería **WATERCAD** el cual tiene herramientas útiles para el análisis y el planteamiento de soluciones en nuestro trabajo de investigación.

Datos necesarios para la elaboración del modelo son:

- **Topología de la red de distribución de agua potable.**

  Luego de la recolección de datos, se elabora el plano topológico de redes de agua en el programa de ingeniería **AUTOCAD,** en el cual se considera todas las correcciones echas en los planos en físico, dando como resultado la ubicación de todas las estructuras que componen la red de distribución (reservorios, cámaras reductoras de presión, válvulas de control, válvulas de purga cada una con su respectiva característica), el cambio de todos los tipos de tuberías instaladas en los últimos años.

- **Curvas de nivel.**

  Elevaciones en cada punto del modelo de simulación (nodos, reservorios, cámaras de reductoras de presión, válvulas de control)

- **Datos comerciales.**

  Los datos brindados por la **EPS-CHAVIN S.A** fueron procesados teniendo la ubicación de todos los usuarios **(software ARCGIS)** con sus diferentes rutas de consumo, el cual sirve para el cálculo de los caudales distribuida en toda la red de distribución

- **Datos operacionales**

  Los datos operacionales que se procesaron para la simulación en periodo estático son:

  Dimensiones y Volúmenes de los reservorios existentes.

  Diámetros, presión de salida en las cámaras reductoras de presión

  Características del equipo de bombeo.

  Ubicación, diámetro de válvulas de control.

3.4.5 FUNCIONABILIDAD DEL MODELO SIMULACIÓN PERIODO ESTÁTICO

- **Verificación de zonas de abastecimiento de cada reservorio**

  Con la elaboración el modelo de simulación en periodo estático, se realiza las correcciones para delimitar el servicio de cada reservorio que tiene a su cargo la **EPS-CHAVIN S.A**, estos reservorios por tener un volumen limitado requieren áreas definidas para abastecer a las ciudades de Huaraz e Independencia.

- **Verificación de estado de funcionabilidad de válvulas de control (Abierto, Cerrado).**

  Teniendo las válvulas de control ubicadas en toda el área de influencia se verifico si estaban abiertas o cerradas, las válvulas cerradas indican los puntos de finales del abastecimiento de cada reservorio.

- **Verificación de diámetros y tipo de material de las redes de agua potable.**

  Las redes de distribución tienen diversos tipos de materiales, los cuales han sido cambiados con el pasar de los años, así también se agregaron redes debido al crecimiento poblacional.

  Todos estos cambios se verificaron en el modelo simulación (cambio de tipo de tuberías, ampliaciones de servicio).

- **Verificación de las dimensiones de los reservorios.**

  Después de la ubicación de los reservorios y descripción de sus dimensiones se verifica cada uno de las dimensiones de estos, para tener un correcto volumen de cada estructura que tiene a su cargo la **EPS-CHAVIN S.A.**

- **Verificación de la ubicación y diámetros de las cámaras reductoras de presión.**

  Después de la ubicación de las cámaras reductoras de presión y sus respectivos diámetros se verifica cada una de las estructuras, que tiene a su cargo la **EPS-CHAVIN S.A.**

- **Verificación de la distribución del caudal**

  Distribución del caudal hacia todos los puntos (finales) de la red de distribución.

3.4.6 SIMULACIÓN EN PERIODO EXTENDIDO

- **Simulación en periodo extendido**

  Con el modelo de simulación en periodo estático, verificado su funcionabilidad se agregaron los datos de factores de variación horaria para un día de consumo con lo cual se tiene como resultado, el modelo con todos los datos descrito anteriormente.

- **Funcionabilidad del modelo simulación periodo extendido.**

  La funcionabilidad se realiza analizando el comportamiento del agua en un día de consumo en sus diferentes parámetros de los cuales los principales son: el caudal, velocidad, presión, perdidas de carga.

- **Datos factores variación horaria.**

  Estos datos son caudales tomados en un lapso de tiempo para analizar el comportamiento de los reservorios tomados para la elaboración de la tesis.

3.4.7 CALIBRACIÓN MODELO DE SIMULACIÓN

- **Datos tomados en campo de presión.**

  Con el modelo de simulación en periodo extendido, se realizó la calibración del modelo de simulación para validar el proceso de optimización del modelo.

- **Datos tomados en campo de concentración de cloro.**

  Para el análisis de cloro residual en la red de distribución se realizó la simulación del modelo de calidad donde se vio el comportamiento del cloro en toda la red de distribución.

3.4.8 PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE

- **Seccionamiento y delimitación de las redes de distribución.**

  Con el modelo de simulación calibrado se procedió a realizar la mejor delimitación de cada área de influencia de cada reservorio ubicando válvulas de control, válvulas de purga, válvulas de aire, macro medidores; con lo cual se controlará de una mejor manera la distribución del agua en las ciudades de Huaraz e independencia.

- **Control de zonas de presiones.**

  Para el control de presiones en toda la red se ubicaron cámara rompe presión y válvulas reductoras de presión para un mejor control de presiones de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones.

- **Cambio de tuberías por tener un largo periodo de uso.**

  De la actual distribución se cambiarán redes las cuales ya tienen más de 20 años en servicio.

3.4.9 PARÁMETROS DE DISEÑO

- **Datos de consumo comercial de toda la ciudad de Huaraz e Independencia.**

  Con los datos de consumo por usuario determino la dotación real para las ciudades de Huaraz e independencia.

- **Datos de caudal de salida de reservorios que abastecen a toda la ciudad Huaraz e Independencia. (Data Looger- RADCOM).**

  Con los datos de caudales de salidas de los reservorios (Batan, Nueva Florida), se determinó el factor de variación horaria para las horas de máximo consumo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUARAZ

Las redes de agua potable en la ciudad de Huaraz están abastecidas por trece reservorios los cuales distribuyen el agua potable a toda la zona urbana de Huaraz[1] en el siguiente orden:

a. RESERVORIO DE PEDREGAL:

El reservorio de pedregal tiene un volumen de agua de 250 m^3 el cual viene desde la planta de tratamiento de agua bellavista con un diámetro de 160mm PVC y una tubería de 250mm a la salida, el cual distribuye con diámetros de 200mm, 160mm, 110mm, 90mm y 63mmn, también se tiene dos cámaras reductoras de presión que se encuentran cerradas ambas no cumpliendo ninguna funcion, siendo su área de cobertura todo el barrio de pedregal, el barrio de Villon Alto, Barrio de Soledad Alta y al Barrio de Vista Alegre el cual tiene un reservorio de 20 m^3 ,de esta manera se asegura el servicio para toda su área de servicio.[2]

Tabla 19
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
250	48.3
200	830.68
160	421.06
110	8685.11
90	3539.66
63	7108.6
28	637.14

Fuente Elaboración Propia.

[1] Ver Plano redes de distribución zona de abastecimiento ciudad de Huaraz e Independencia.
[2] Ver Plano redes de distribución zona de abastecimiento reservorio de Pedregal.

Tabla 20
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbesto Cemento	1561.12
HDPE	2495.22
PVC	17295.68

Fuente Elaboración Propia.

b. CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA BELLAVISTA

La cisterna de la planta de tratamiento de agua potable cumple la función de abastecer de a los reservorios de Pedregal, Batan, Vista Alegre, Olivos para que estas estructuras distribuyan el agua potable a toda área de influencia.

La cisterna, así como abastece de agua a los reservorios mencionados, también tiene una pequeña área de distribución de redes de agua siendo este el Barrio de Pedregal Alto y Soledad Alta, el cual distribuye con diámetros entre 160mm, 110mm, 90mm, 63mm, de manera continua en toda su área de influencia.[3]

Tabla 21
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
160	189.19
110	5348.94
90	5319.64
63	3666.15

Fuente Elaboración Propia.

[3] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Cisterna Planta de Tratamiento Agua Potable Bellavista.

Tabla 22
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbestos Cement	1298.7
HDPE	17295.68
PVC	

Fuente Elaboración Propia.

c. RESERVORIO DE BATAN:

El reservorio de Batan tiene un volumen de agua de 1800 m^3 el cual viene de la planta de tratamiento de Bellavista con una tubería de 315mm PVC y una tubería de 315mm en la salida, el cual distribuye con diámetros de 355mm, 250mm, 200mm,160mm, 90mm, 63mm, a los barrios de la Soledad Media y Baja, San Francisco, Belén, Molino Pampa, una pequeña sector en el barrio de Nicrupampa, Víllon, el centro de la ciudad (Plaza de Armas, Estadio de Futbol Rosas Pampa), Olivos, Vista Alegre, parte de Chua, Higosruri, el sector de Picup llegando hasta la zona de Tacllán y Quechcap, también se tiene tres cámaras reductoras de presión, con una continuidad en el servicio de agua potable de manera continua en toda su área de influencia.[4]

[4] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio de Batan.

Tabla 23
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
350	723.75
315	489.74
250	922.53
200	3809.38
160	3747.59
110	28258.56
90	6924.77
63	16579.68
42	575.39
28	1408.81
23	515.41

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 24
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbestos Cement	5533.3
Cast Iron	254.29
Ductile Iron	136.36
HDPE	4710.14
PVC	53321.52

Fuente Elaboración Propia.

d. RESERVORIO 07 DE MARZO Y JUAN VELASCO:

El reservorio es abastecido directamente por una tubería de 160 mm PVC desde la cisterna en la planta de tratamiento de Bellavista, en la actualidad se cuenta con dos reservorios del mismo volumen en el barrio de 07 de Marzo de 30 m3, para el barrio Juan Velasco, también se cuenta con dos reservorios de 60 m^3 y 90$m^{3,}$ finalmente se tiene dos cámaras reductoras en cada uno de los barrios,para el abastecimiento de los barrios emprendedores de Juan Velasco y 7 de Marzo de manera continua. [5]

[5] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio de Barrios Emprendedores.

Tabla 25
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
110	3385.64
75	2489.25
63	3133.9

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 26
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
HDPE	3585.61
PVC	5623.15

Fuente Elaboración Propia.

e. RESERVORIO DE YARCASH:

El reservorio de Yarcash tiene un volumen de agua de 1100 m3 el cual viene de la planta de tratamiento de Marian con un diámetro de 315mm PVC y una tubería de 315mm en la salida, el cual distribuye con diámetros de 200mm, 160mm, 110mm, 90mm, 63mm a la parte centro de Huaraz (mercado central), Villa Sol, Challhua, Olivos, Vista Alegre, Higosruri, el sector de Picup, esta estructura esta de apoyo al reservorio de Batan de esta manera cubrir la demanda de agua de las zonas descritas de forma continua.[6]

[6] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio Yarcash.

Tabla 27
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	**LONGITUD (m.)**
315	812.57
250	539.05
200	2119.16
160	1812.06
110	4599.66
90	1051.99
63	8212.19
28	334.97

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 28
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	**LONGITUD (m.)**
Asbestos Cement	1452.04
Cast Iron	45.95
Ductile Iron	49.2
HDPE	139.95
PVC	17794.51

Fuente Elaboración Propia.

f. RESERVORIO DE NUEVA FLORIDA:

El reservorio de Nueva Florida tiene un volumen de agua de 1800 m^3 el cual viene de la planta de tratamiento de Marian con un diámetro de tubería de 315mm y una tuberia de 315mm en la salida, el cual distribuye con diámetros de 355mm, 250mm, 200mm, 160mm, 90mm, 63mm; cuenta con siete cámaras reductoras de presión.

Este reservorio está de apoyo para abastecer a los reservorios de Batan y Yarcash; como también abstece a los sectores de los Olivos, Vista Alegre, Higosruri, parte centro de Huaraz (mercado central), Villa Sol, Challhua; y abasteciegndo al distrito de Independencia desde el inicio de Centenario (Puente Quillcay), Confraternidad Oeste hasta el barrio de Quinuacocha, llegando hasta parte de las calles Daniel Villaizan, Corongo, Pomabamba, Pallasca, Francisco Araos, Mariano Melgar.

Tabla 29
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
315	3126.78
250	619.42
200	4577.67
160	4194.22
110	8867.47
90	4836.54
63	16219.04
28	569.99

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 30
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbestos Cement	9035.05
Cast iron	45.95
Ductile Iron	49.2
HDPE	789.71
PVC	43997.64

Fuente Elaboración Propia.

g. RESERVORIO OLIVOS:

El reservorio de los olivos tiene un volumen de 150 m^3 el cual viene red primaria de 200 mm el cual es abastecido por los reservorios de Batan, Nueva Florida los cuales abastecen a la caseta de bombeo para la alimentación del reservorio de los Olivos con diámetro de 160 mm PVC y Asbesto cemento; el cual abastece a toda la zona de los Olivos, Vista Alegre, Chua Alta y Picup.[7]

Tabla 31
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
160	157.08
110	2853.37
90	575.48
63	3924.47
28	334.97

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 32
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
PVC	7845.37

Fuente Elaboración Propia.

[7] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio Olivos.

h. RESERVORIO DE SHANCAYÁN:

El reservorio de Shancayán tiene un volumen de agua de 250m3 el cual viene de la planta de tratamiento de Marian con una tubería de 250mm y una tuberia de 250mm en la salida el cual distribuye con diámetros de 200mm, 160mm, 110mm, 90mm, 63mm, también tiene dos cámaras reductoras de presión la cual solamente una se encuentra en funcionamiento.

El área de abastecimiento del reservorio de Shancayan abastece al barrio de nicrupampa en toda su zona de influencia garantizando la continuidad de servicio.[8]

Tabla 33
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
200	1858.12
160	2236.22
110	6459.3
90	1905.36
63	2961.04
28	27.3

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 34
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbestos Cement	3177.04
PVC	12270.3

Fuente Elaboración Propia.

[8] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio Shancayan.

i. RESERVORIO DE INDEPENDENCIA:

El reservorio de Independencia tiene un volumen de agua de 1100 m^3 el cual viene de la planta de tratamiento de Marian con una tubería de 200mm y una tubería de 250mm en la salida, el cual distribuye con diámetros de 200mm, 160mm, 110mm, 90mm, 63mm; también se tienen dos cámaras rompe presiones.

El área de abastecimiento del reservorio de Independencia, abastece a los barrios del Milagro, Palmaria Alta, Palmira Baja, Urbanización Santa Isabel hasta finalizar la calle Independencia llegando por la otra calle hasta el barrio de Vichay en toda su zona de influencia garantizando la continuidad de servicio.[9]

Tabla 35
Longitud de Tuberías por Diámetro

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
315	18.74
250	1983.52
200	5827.83
160	1287.68
110	4338.53
90	3834.07
63	8929.59
28	1166.33

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 36
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
Asbestos Cement	2361.73
PVC	25024.56

Fuente Elaboración Propia.

[9] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio Independencia.

j. RESERVORIO DE ACOVICHAY:

El reservorio de acovichay tiene un volumen de agua de 1200 m^3 viene de la planta de tratamiento de Marian con una tubería de 200mm y una tubería de 200mm en la salida, el cual distribuye con diámetros de 160mm, 110mm, 90mm, 63mm; también cuenta con una cámara reductora de presión.

El área de influencia del reservorio de acovichay abastece al barrio de acovichay en toda su zona de influencia garantizando la continuidad de servicio.[10]

Tabla 37
Longitud de Tuberías por DIÁMETRO

DIÁMETRO (mm)	LONGITUD (m.)
160	253.44
110	1282.59
63	39.24

Fuente Elaboración Propia.

Tabla 38
Longitud de Tuberías por Material

MATERIAL	LONGITUD (m.)
PVC	2592.34

Fuente Elaboración Propia.

[10] Ver Plano redes de distribución Zona de Abastecimiento Reservorio Acovichay.

4.2 COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA (K2).

El registro de consumo de cada reservorio para la determinación del coeficiente de variación horaria se realizó en las fechas indicadas:

- 09 de julio al 21 de agosto del 2016. **(reservorio BATÁN).**
- 06 de mayo al 06 de junio del 2017. **(reservorio NUEVA FLORIDA).**

4.2.1 RESERVORIO BATÁN:

El Factor de Consumo Horario varía según las horas del día a partir de las 6 de la mañana hasta las 3 de la tarde el consumo va ascendiendo, a partir de las 3 va descendiendo a causa de que el consumo es menor a partir de esta hora, así volviendo a subir a partir de las 5 de la tarde hasta las 8 de la noche y luego de esta hora para adelante el consumo va descendiendo.

Así tenemos los consumos:

- **Consumo máximo horario:** 132.28 lt/s a las 15:00 horas.
- **Consumo medio del dia de maximo Consumo:** 102.39 lt/s a las 7:00 horas.
- **Consumo medio:** 64.90 lt/s a las 3:30 horas

Teniendo un coeficiente de variación horaria:

Coeficiente de variación horaria K2 RESERVORIO BATAN: **2.04.**[11]

4.2.2 RESERVORIO NUEVA FLORIDA:

El Factor de Consumo Horario varía según las horas del día observándose que a partir de las 5:30 de la mañana hasta las 4:30 de la tarde la curva va ascendiendo, a partir de esta hora disminuye el consumo llegando a un consumo mínimo a partir de las 10:30 de la noche.

Así tenemos los consumos:

- **Consumo máximo horario: 174.72 lt/s a las 16:30 horas**
- **Consumo medio del día de máximo consumo: 150.38 lt/s a las 6:00 horas**
- **Consumo medio: 93.72 lt/s a las 22:30 horas**

Teniendo un coeficiente de variación horaria:

Coeficiente de variación horaria K2 RESERVORIO NUEVA FLORIDA: **1.86**[12]

[11] Ver Cuadro N°02 Variaciones Horarias del Día de Máximo Consumo
[12] Ver Cuadro N°03 Variaciones Horarias del Día de Máximo Consumo

4.3 DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN REAL PARA LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.

La población usuaria de la EPS-CHAVÍN S.A, está distribuida por 37 rutas en las cuales se encuentran cinco Categorías de consumo (COMERCIAL, DOMÉSTICO, ESTATAL, INDUSTRIAL y SOCIAL), de acuerdo a la verificación en campo se puedo determinar la cantidad de usuarios por cada tipo de Categoría de consumo teniendo así un total de usuarios 23,302.00.[13]

Para la determinación de la dotación se tomó como datos las DOTACIÓN es por cada tipo de categoría (COMERCIAL, DOMESTICO, ESTATAL, INDUSTRIAL y SOCIAL), establecidos en el **PLAN MAESTRO OPTIMIZADO 2014-2018,** teniendo así el siguiente cuadro N° 03 de consumos por categorías**:**

Tabla 39
DOTACIÓN PERCAPITA

CATEGORIA	DOTACIÓN
COMERCIAL	30.00
DOMESTICO	20.00
ESTATAL	45.00
INDUSTRIAL	50.00
SOCIAL	20.00

Fuente Elaboración Propia.

Se realizó el cálculo de la dotación real dando como resultado:[14]

Tabla 40
RESULTADOS DOTACIÓN

DOTACIÓN PERCAPITA	**197.72**	**Lt/Hab*dia**
COEFICIENTE DE PERDIDAS	25.00%	
DOTACIÓN REAL	**263.63**	**Lt/Hab*dia**

Fuente Elaboración Propia.

[13] Ver Cuadro N°05 Rutas de Consumo de Agua Ciudad de Huaraz, Ver Plano de Catastro Usuarios.
[14] Ver Cuadro N°06 Dotación Per-Cápita.

4.4 DETERMINACIÓN DE LOS COEFICIENTES DE RUGOSIDAD DE LAS TUBERÍAS EXISTENTES.

La determinación de rugosidades se realizó de acuerdo a la antigüedad de las tuberías existentes con la cual se realizaron los cálculos hidráulicos para determinar los demás parámetros análisis de la red de distribución.[15]

Tabla 41
Cuadro Coeficientes de Rugosidad

Material	Coeficiente de Rugosidad
PVC	140
Asbesto cemento	100
HDPE	140

Fuente: Elaboración propia.

[15] Valor del coeficiente "C" por tiempo de uso (Hidráulica de Tuberías – Juan Saldarriaga)

4.5 DETERMINACIÓN DE PRESIONES, VARIACIONES DE VOLÚMENES EN LOS RESERVORIOS Y CAUDALES EN LAS REDES DE AGUA POTABLE.

4.5.1 VARIACIONES VOLÚMENES RESERVORIO:

a. RESERVORIO PEDREGAL

El volumen de consumo en el reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido al ingreso constante de agua que viene desde la **CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA** cual hace que el volumen no disminuya y mantenga el servicio en toda su área de abastecimiento.

b. CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA BELLAVISTA

El Volumen de almacenamiento de la cisterna es mínimo ya que es el que abastece a los reservorios de **BATAN, PEDREGAL, VISTA ALEGRE** y un pequeño sector del barrio de pedregal y villon alto.

Por lo cual el almacenamiento en esta estructura es mínimo, alimentado directamente de la Planta de Tratamiento de agua potable Bellavista.

c. RESERVORIO BATAN

El volumen de reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, el ingreso de agua es constante que viene de la **CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA BELLAVISTA** cual hace que el volumen no disminuya y mantenga abastecido el amplio servicio que tiene el reservorio de Batan.

d. RESERVORIO BARRIO 7 DE MARZO Y JUAN VELASCO

El volumen del reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido a su corto ámbito de influencia de abastecimiento que abarca.

e. RESERVORIO VISTA ALEGRE

El volumen del reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido a su corto ámbito de influencia de abastecimiento que abarca, la tubería de alimentación viene de una tubería de 200 mm de la zona de abastecimiento del reservorio de Pedregal.

f. RESERVORIO NUEVA FLORIDA

El volumen de reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido al ingreso constante de agua que viene de la **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARIA** la cual hace que el volumen no disminuya y mantenga el amplio servicio que tiene el reservorio de Nueva Florida.

g. RESERVORIO YARCASH

El volumen de reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido al ingreso constante de agua que viene del **RESERVORIO DE NUEVA FLORIDA** la cual hace que el volumen no disminuya y mantenga el amplio servicio que tiene el reservorio de Independencia.

h. RESERVORIO OLIVOS

El Volumen del reservorio de los Olivos se mantiene constante hasta las cuatro de la tarde hora en la cual disminuye considerablemente hasta quedar completamente a partir de las 6 de la tarde, este reservorio es alimentado por la caseta de bombeo que tiene una tubería de alimentación que viene de la tubería de 200 mm abastecida por el reservorio de **NUEVA FLORIDA y BATAN.**

i. RESERVORIO SHANCAYAN

El volumen de reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido al ingreso constante de agua que viene de la **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA MARIAN** la cual hace que el volumen no disminuya y mantenga el amplio servicio que tiene el reservorio de Shancayan.

j. RESERVORIO INDEPENDENCIA

El volumen de reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido al ingreso constante de agua que viene de la **PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA MARIAN** la cual hace que el volumen no disminuya y mantenga el amplio servicio que tiene el reservorio de Independencia.

k. RESERVORIO ACOVICHAY

El volumen del reservorio se mantiene constante respecto a un día de consumo, debido a su corto ámbito de influencia de abastecimiento que abarca.

Tabla 42 Cuadro de Variación de Volúmenes - Reservorios

TIEMPO (Hrs)	CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO (m3)	R PEDREGAL (m3)	R BATAN (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR I (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR II (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR III (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR IV (m3)	R YARCASH (m3)	R OLIVOS (m3)	R VISTA ALEGRE (m3)	R NUEVA FLORIDA (m3)	R SHANCAYAN (m3)	R INDEPENDENCIA (m3)	R ACOVICHAY (m3)
0	23.35	290.28	1881.32	12.4	12.4	12.4	12.4	344.04	167.22	16.36	1410.03	207.73	425.85	34.29
1	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	157.97	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
2	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	148.48	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
3	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	138.96	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
4	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	129.47	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
5	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	119.98	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
6	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	110.48	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
7	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	101.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
8	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	91.53	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
9	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	82.04	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
10	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	72.55	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
11	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	63.09	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
12	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	53.6	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
13	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	44.11	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
14	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	34.61	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
15	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	25.12	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
16	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	15.66	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
17	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	6.17	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
18	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
19	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
20	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
21	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
22	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
23	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
24	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48

Fuente Elaboración Propia.

4.5.2 VARIACIÓN DE CAUDAL Y PRESION EN LAS REDES DE AGUA POTABLE

Del procesamiento de datos se verifico los caudales y presión en las redes de agua potable.

El parámetro de caudal varía considerablemente, en los puntos finales de las redes ya que el consumo es mínimo y esto hace que el caudal que refleja la simulación sea un valor pequeño que no supera el 0.10 lt/s, en comparación a las zonas donde hay mayor cantidad de viviendas agrupadas.

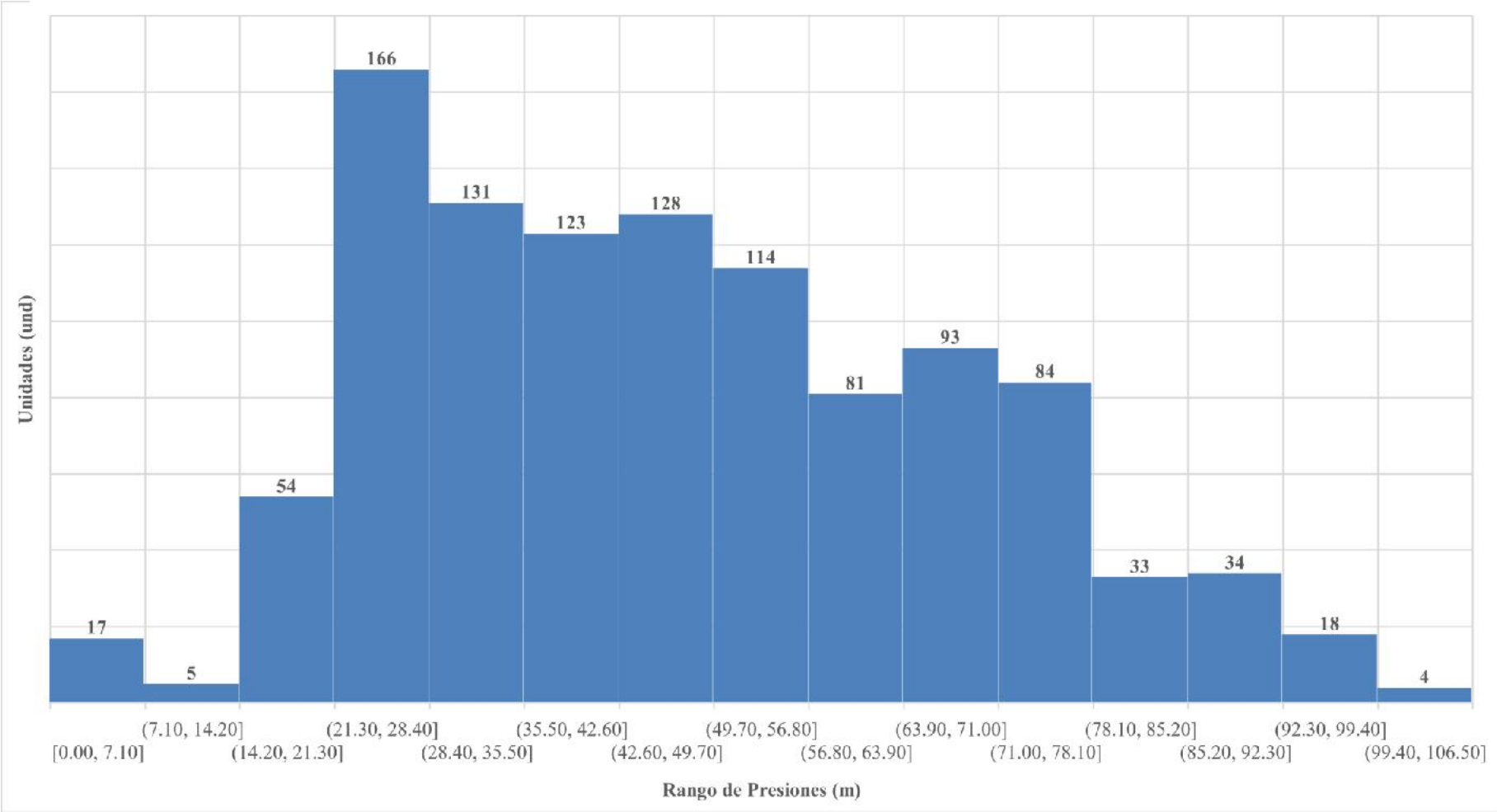
La presión varía considerablemente en los puntos finales de las redes de distribución teniendo valores desde 15.00 a 120 m.c.a. los cuales afectan en la distribución por estar en las partes finales de cada zona de abastecimiento.

4.5.2.1 VARIACION DE PRESION EN LA RED DE AGUA POTABLE

a. CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA BELLAVISTA

La zona de abastecimiento de la cisterna comprende una gran parte del distrito de Huaraz y la zona de los Olivos, Vista Alegre tiene presiones entre los rangos de 0 m.c.a hasta 106.50 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento

Ilustración 1Barra de Presiones Cisterna Planta de Tratamiento Agua Potable Bellavista

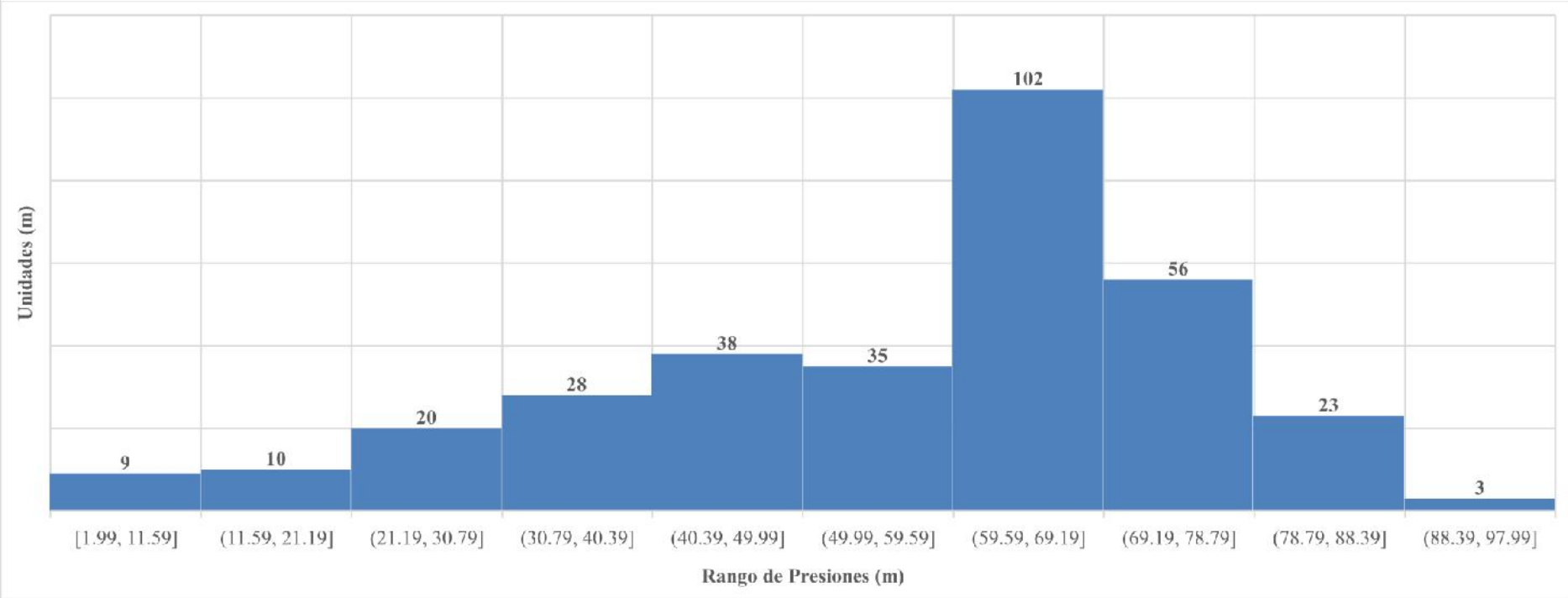


Fuente Elaboración Propia.

b. RESERVORIO PEDREGAL

La variación de presión en el área de influencia del reservorio es mínima (Barrio de Pedregal), estando entre promedios de 2 m.c.a y 90 m.c.a las presiones menores se dan los lugares más desfavorables y las presiones más elevadas son los lugares donde termina la zona de abastecimiento del reservorio de pedregal.

Ilustración 2 Barra de Presiones Reservorio Pedregal

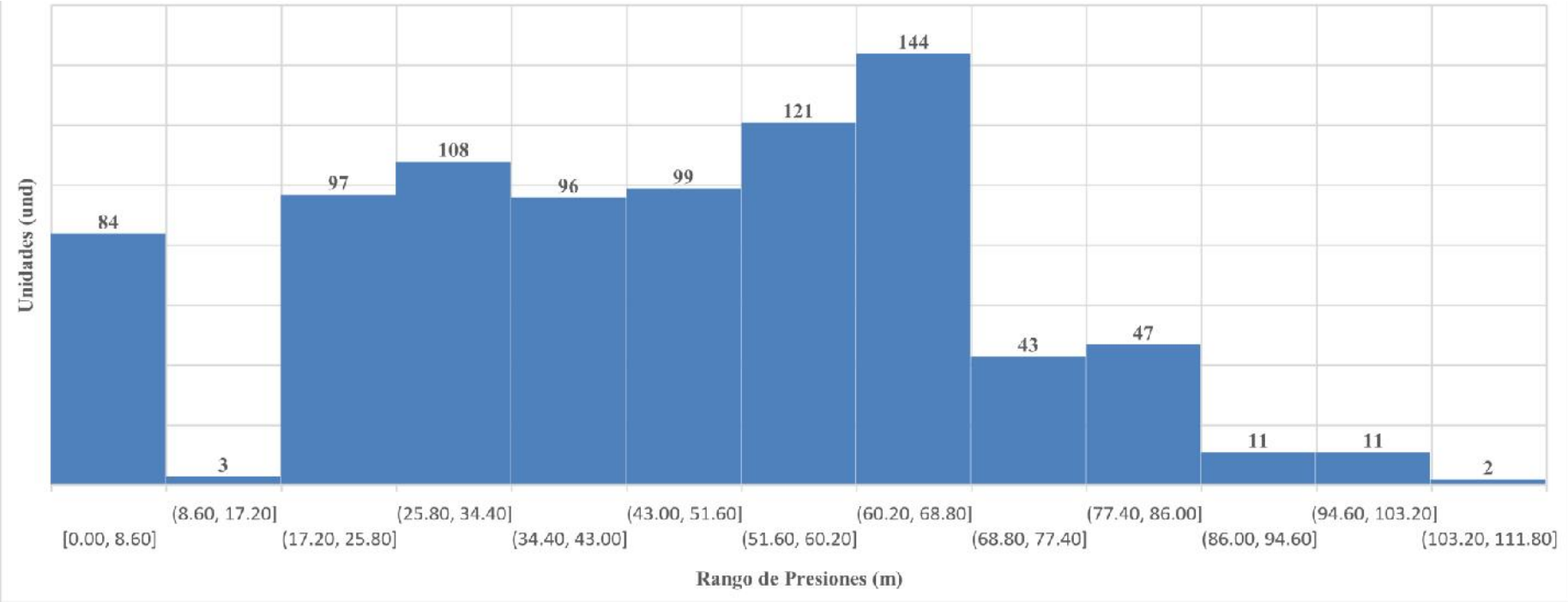


Fuente Elaboración Propia.

c. RESERVORIO BATÁN

La zona de abastecimiento comprende la zona céntrica del distrito de Huaraz llegando por el sur hasta Tacllan donde llega la cobertura de la EPS CHAVÍN S.A, teniendo presiones entre los rangos 0 m.c.a hasta 115 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 3 Barra de Presiones Reservorio Batan



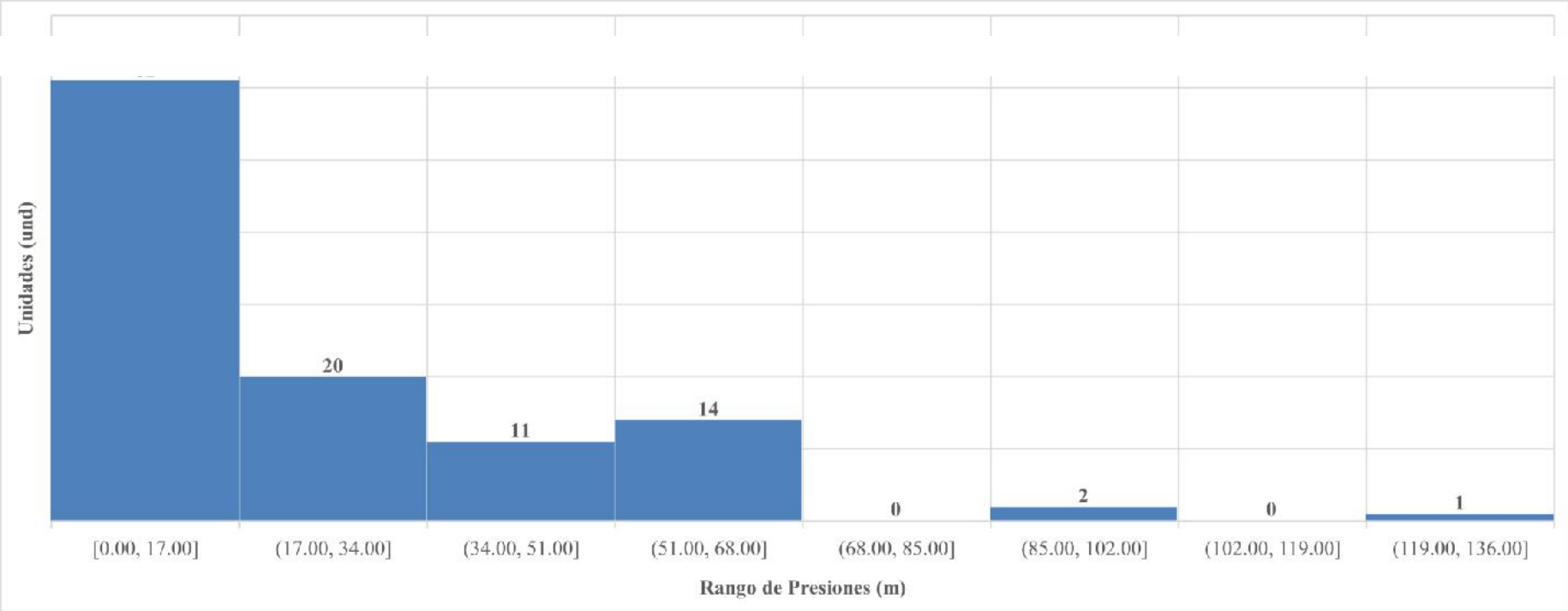
Fuente Elaboración Propia.

d. RESERVORIO 07 DE MARZO Y JUAN VELASCO

Abastecido directamente de la planta tratamiento de agua potable Bellavista para la distribución en los barrios de 7 de marzo y Juan Velazco Alvarado tiene presiones entre los rangos de 0 m.c.a hasta 136 m.c.a donde la mayor presión será en

Ilustración 4 Barra de Presiones Reservorios 07 de Marzo y Juan Velasco

la conducción del agua hasta los reservorios de los mencionados barrios.

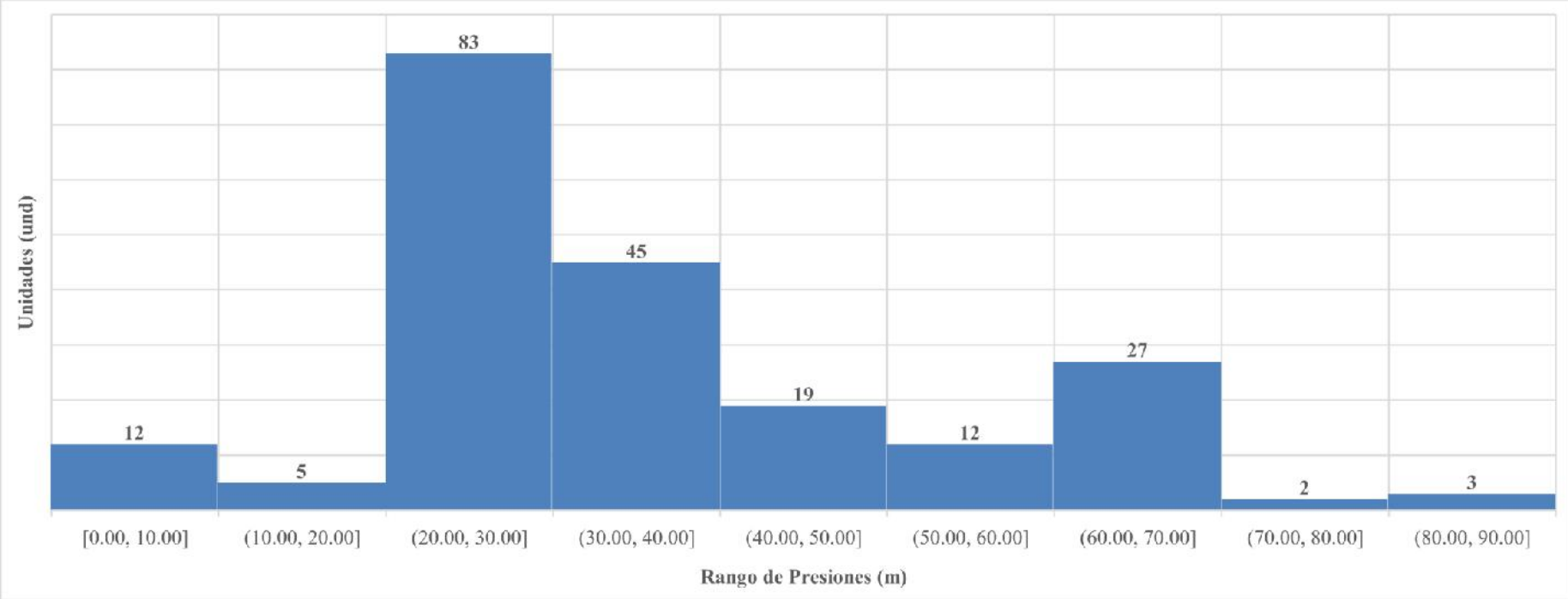


Fuente Elaboración Propia.

e. RESERVORIO YARCASH

Reservorio que cumple la función de apoyo para los reservorios de Nueva Florida y Batan para abastecer a la parte baja del distrito de Huaraz (Villa Sol) y a la zona de los Olivos, tiene presiones entre los rangos de 0 m.c.a hasta 90 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 5 Barra de Presiones Reservorio Yarcash

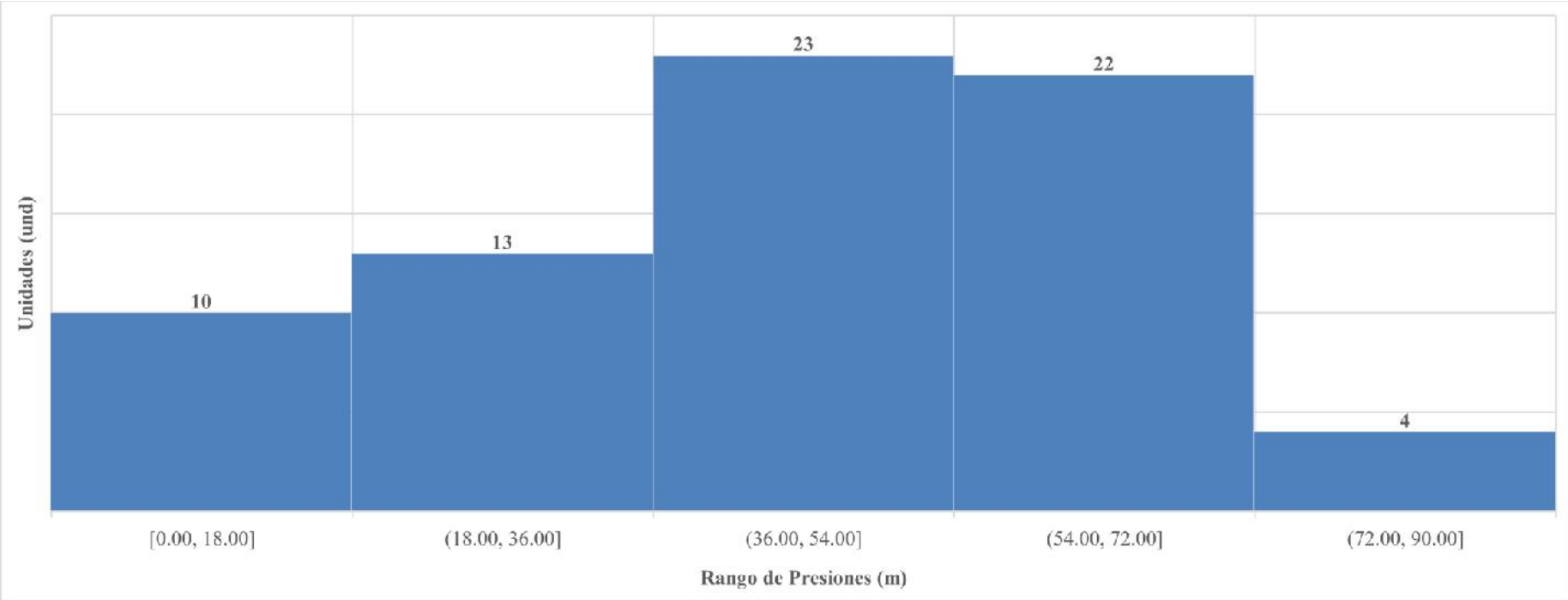


Fuente Elaboración Propia.

f. RESERVORIO OLIVOS

Abastecido de los reservorios de Nueva Florida y Batan de la tubería de 200 mm, su distribución se da para la zona de los Olivos, Vista Alegre, Chua Baja y Picup, teniendo presiones entre los rangos de 0 m.c.a hasta 90 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 6 Barra de Presiones Reservorio Olivos

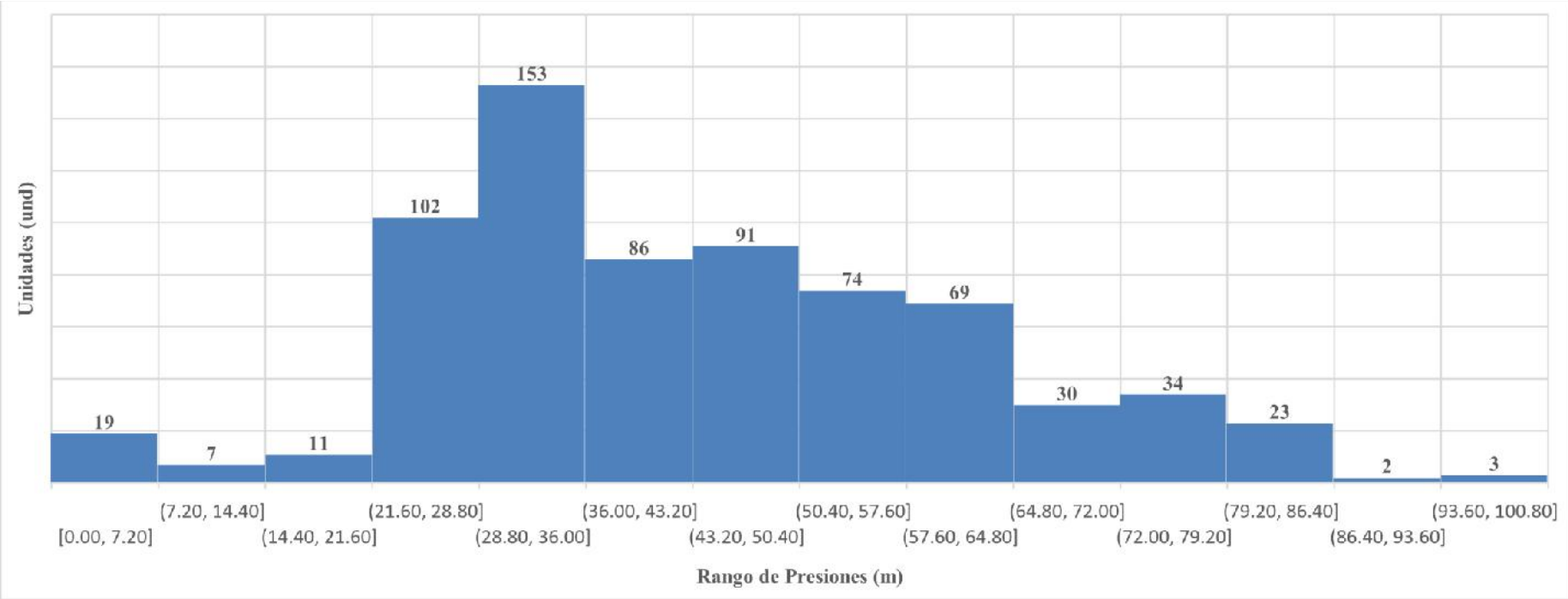


Fuente Elaboración Propia.

g. RESERVORIO NUEVA FLORIDA

La zona de abastecimiento del reservorio de Nueva Florida comprende una gran extensión de ambos distritos de la ciudad de Huaraz e Independencia y tiene rangos de presión de 0 m.c.a hasta 100 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 7 Barras de Presiones Reservorio Nueva Florida

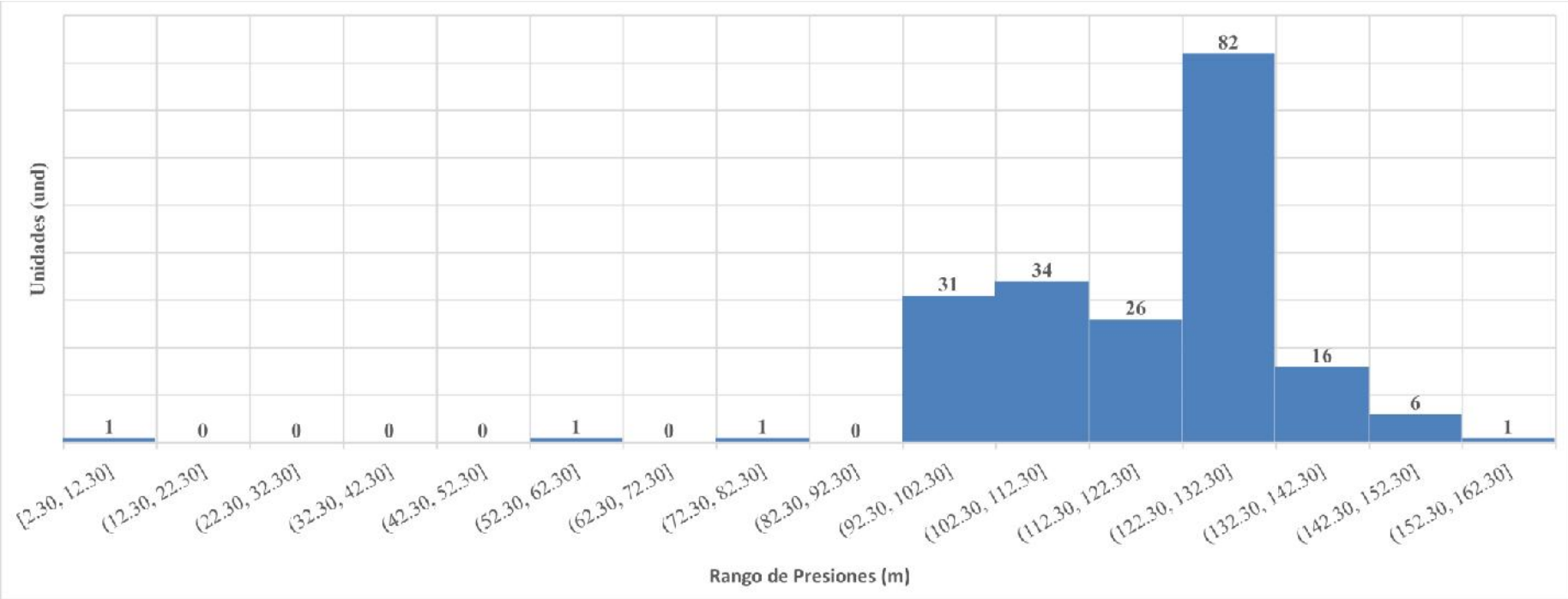


Fuente Elaboración Propia.

h. RESERVORIO SHANCAYÁN

La zona de abastecimiento comprende la parte alta del distrito de independencia (mariano melgar) tiene presiones entre los rangos de 2 m.c.a hasta 160 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 8 Barras de Presiones Reservorio Shancayán

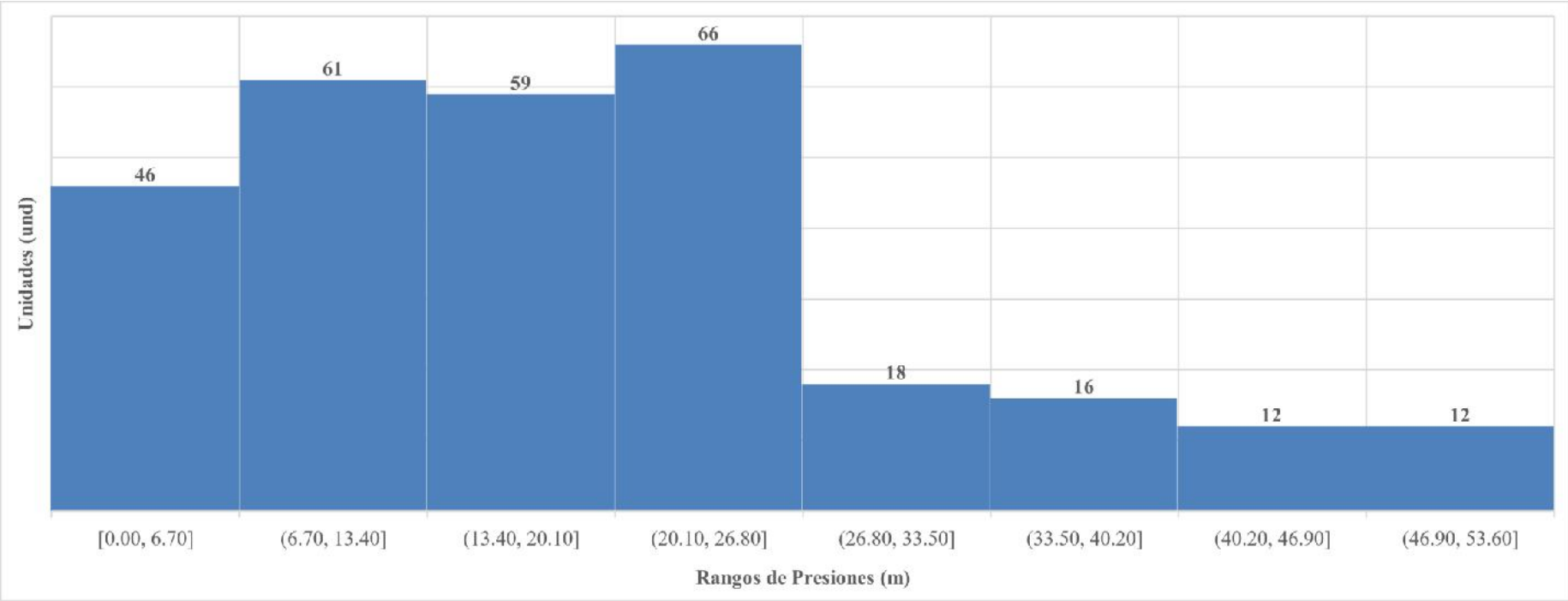


Fuente Elaboración Propia.

i. RESERVORIO INDEPENDENCIA

La zona de abastecimiento comprende toda la parte baja del distrito de independencia llegando hasta la zona de Cancariaco la distribución de agua correspondiente a la EPS CHAVÍN S.A, tiene presiones entre los rangos de 0 m.c.a hasta 50 m.c.a en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 9 Barras de Presión Reservorio Independencia

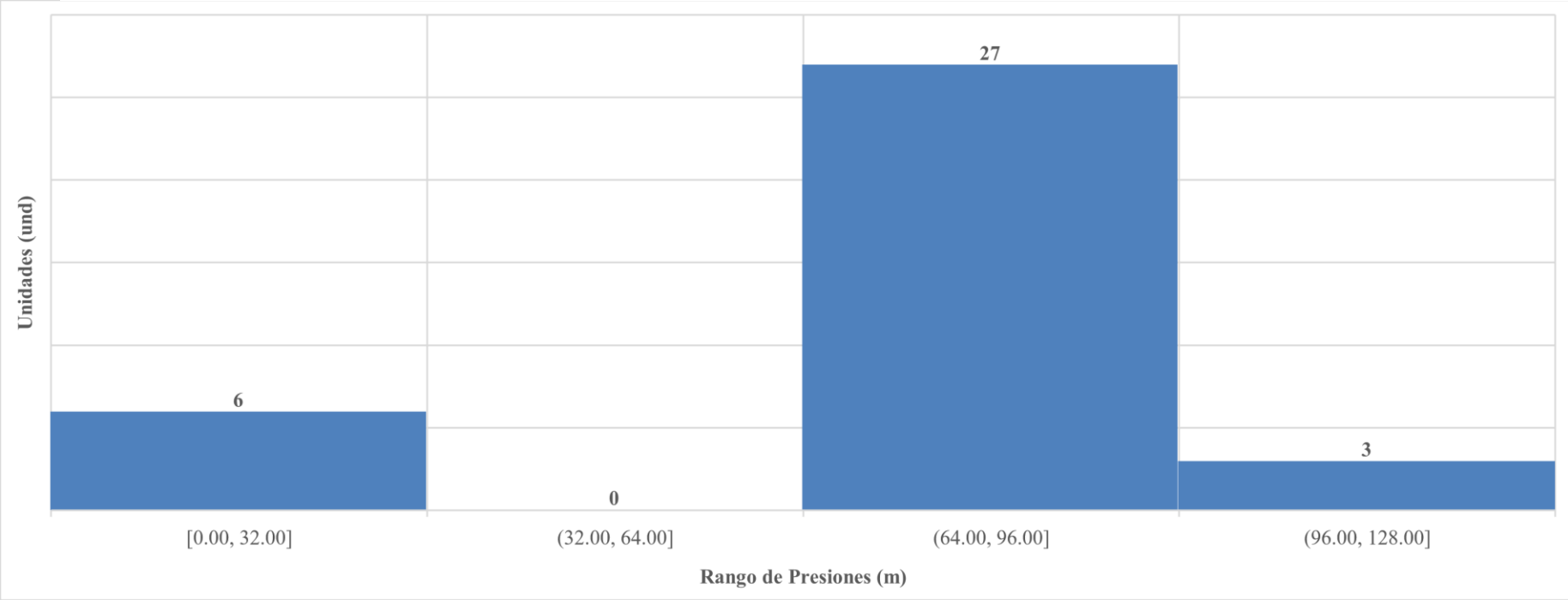


Fuente Elaboración Propia.

a. RESERVORIO ACOVICHAY

La variación de presión en la zona de influencia del reservorio es mínimo pero teniendo presiones entre los rango de 0 m.c.a hasta 128 m.ca en los puntos finales de la red de abastecimiento.

Ilustración 10 Barras de Presión Reservorio Acovichay



Fuente Elaboración Propia

4.5.2.2 . VARIACIÓN DE CAUDAL EN LA RED DE AGUA POTABLE

a. CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA BELLAVISTA

El caudal en la cisterna de la planta de tratamiento de agua potable se mantiene constante durante todo el día siendo este el principal contribuyente de agua potable para los reservorios de **BATAN, PEDREGAL y VISTA ALEGRE**, los cuales tienen una gran parte zona de influencia de abastecimiento en la ciudad de Huaraz, siendo dependientes completamente de la cisterna y a la ves de la Planta de Tratamiento de Agua Potable Bellavista.

b. RESERVORIO PEDREGAL

El Caudal se mantiene constante en todas las horas de consumo con un valor de **29.00 lt/s**, el cual es suministrado en toda la red de distribución en la zona de influencia del mencionado reservorio por ser una pequeña zona de abastecimiento el caudal suministrado es bajo a comparación del otro reservorio (BATÁN).

c. RESERVORIO BATÁN

El Caudal del reservorio de Batan se mantiene Constante en todas horas de consumo con un valor de **346.22 lt/s,** el cual es suministrado en toda la red de distribución, en la zona de influencia del mencionado reservorio, por tener una gran área de abastecimiento el caudal suministrado es mayor para llegar a todas partes de la red de distribución.

d. RESERVORIOS 7 DE MARZO Y JUAN VELASCO

Estructuras construidas para la alimentación de los barrios 7 de marzo y Juan Velasco Alvarado manteniéndose el caudal constante de **8.27,23.62,3.87,6.46 lt/s**, suministrado en toda la red de distribución, en toda de influencia del mencionado reservorio.

e. RESERVORIO YARCASH

Reservorio que cumple la función de apoyo a los reservorios de Batan y Nueva Florida para los sectores de los Olivos, parte de la zona del mercado central de Huaraz y el sector de Villa sol, teniendo un caudal de 192.6 lt/s para las horas en las cuales no se cubre el abastecimiento de dichos sectores por sus respectivos reservorios.

f. RESERVORIO OLIVOS

Reservorio que abastece a la zona de los Olivos, Vista Alegre, Chua Baja y Picup las horas de abastecimiento se da entre las 0:00 horas hasta las 17:00 pm dándose un total de horas 17 horas de consumo para estos sectores con un caudal constante de **2.64 lt/s.**

g. RESERVORIO NUEVA FLORIDA

El Caudal del reservorio de Nueva Florida se mantiene Constante en todas horas de consumo con un valor de **286.62 lt/s,** el cual es suministrado en toda su red de distribución, en la zona de influencia del mencionado reservorio, por tener una gran área de abastecimiento el caudal suministrado es mayor para llegar a todas partes de la red de distribución.

h. RESERVORIO SHANCAYÁN

Reservorio el cual abastece toda la zona alta del distrito de independencia (Barrio de Nicrupampa) con un caudal constante de **116.42 lt/s,** en toda su red de distribución de la zona de influencia del mencionado reservorio.

i. RESERVORIO INDEPENDENCIA

La zona de abastecimiento comprende toda la parte baja del distrito de independencia llegando hasta la zona de Cancariaco la distribución de agua correspondiente a la EPS CHAVÍN S.A, con un caudal constante de 185.20 lt/s, en toda su red de distribución de la zona de influencia del mencionado reservorio.

j. RESERVORIO ACOVICHAY

El caudal se mantiene constante en todas las horas de consumo con un valor de **54.83 lt/s**, el cual es suministrado en toda la red de distribución en la zona de influencia del mencionado.

Tabla 43 *CUADRO VARIACIONES DE CAUDAL RESERVORIOS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA*

TIEMPO (Hrs)	CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO	R PEDREGAL	R BATAN	R BARRIO EMPRENDERO I	R BARRIO EMPRENDERO II	R BARRIO EMPRENDERO III	R BARRIO EMPRENDERO IV	R YARCASH	R OLIVOS	R VISTA ALEGRE	R NUEVA FLORIDA	R SHANCAYAN	R INDEPENDENCIA	R ACOVICHAY
0	102.46	42.64	330.91	8.28	9.48	3.87	12.22	192.6	29.93	2.49	76.85	116.41	185.2	54.83
1	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
2	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
3	101.85	29.01	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
4	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
5	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
6	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
7	101.85	29.01	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
8	101.85	29	346.23	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.84
9	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
10	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.84
11	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
12	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
13	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
14	101.85	29.01	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
15	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
16	101.85	29.01	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
17	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
18	101.85	29	345.46	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.29	116.4	185.2	54.84
19	101.85	29.01	345.47	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.3	116.4	185.2	54.83
20	101.85	29.01	345.41	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.4	185.2	54.84
21	101.85	29	345.4	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.42	185.2	54.83
22	101.85	29	345.42	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	200.99	16.56	54.83
23	101.85	29	345.45	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.29	116.42	185.2	54.83
24	101.85	29	345.4	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.43	185.2	54.83

Fuente Elaboración Propia.

4.6 IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CON POSIBLES PROBLEMAS DE SERVICIO.

Se obtuvo los siguientes resultados; zonas con posibles cortes de servicio y zonas con la caída de servicio de distribución.

4.6.1 ZONAS CON POSIBLES PROBLEMAS DE SERVICIO E INSUFICIENCIA O PORCENTAJE CAÍDA DE SERVICIO DE DISTRIBUCIÓN

Las zonas con posibles problemas en el servicio son dos principales los cuales se detallan a continuación:

4.6.1.1 RESERVORIO INDEPENDENCIA, SHANCAYÁN Y ACOVICHAY

Los tres reservorios son abastecidos por la planta de tratamiento de agua potable Marian, en la red de distribución de estos reservorios es la zona más propensa para sufrir cortes de servicio si en algún momento la red fallara la red primaria, así también por ser la red donde solamente es abastecido por una sola fuente (PTAP Marian) toda la zona de servicio se quedaría sin agua potable.

4.6.1.2 RESERVORIO BATÁN

Reservorio Abastecido por la planta de tratamiento de agua Bellavista, en su red de distribución abarca la parte céntrica y un pequeño sector del distrito de independencia siendo también propenso a sufrir un corte servicio si fallara la red primaria de abastecimiento a toda su área de influencia.[16]

[16] Ver plano Segmentos Críticos

4.7 CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO Y DE CALIDAD.

La calibración es el proceso de realizar ajustes en los parámetros del modelo, para conseguir que el modelo reproduzca las mediciones observadas a un grado razonable de precisión, es así que contando con los modelos del sistema de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia se procedió a realizar la calibración de cada uno de ellos:

4.7.1 CALIBRACIÓN DEL MODELO HIDRÁULICO.

Ya teniendo el modelo hidráulico de las redes de agua potable de la ciudad de Huaraz se identificó los lugares donde se realizó la toma de datos puntuales en campo para medir la presión, el caudal y hacer una comparación de resultados arrojados por el modelo y verificar su aproximación a la realidad[17], se puede ver las ubicaciones de los puntos de muestreo, las presiones, los datos tomados en campo y de los datos arrojados por el modelo.[18]

De acuerdo al cuadro se puede observar que los resultados obtenidos con el modelo respecto a los datos tomados en campo no difieren mucho por lo tanto el modelo se aproxima a la realidad.

De estos datos calculados se tiene un error de 3.41 m de presión con respecto al modelo, el cual es un valor aceptable para la validación de la calibración del modelo.

Para constatar si el modelo hidráulico ya se encuentra calibrado se volvió a tomar datos puntuales en campo midiendo nuevamente la presión y caudal para luego hacer la comparación con los resultados arrojados por el modelo hidráulico, teniendo así el un modelo más real para realizar propuestas de mejora en el sistema de abastecimiento de agua en la ciudad de Huaraz.[19]

Se puede observar en el cuadro que el modelo ya se encuentra calibrado por que las mediciones de presión y caudal realizadas en campo son iguales a los arrojados por el modelo.

---

[17] Ver Plano de Ubicación de puntos de muestreo para la calibración del modelo de simulación.
[18] Ver Cuadro Calibración de datos del modelo de simulación.
[19] Ver Cuadro re-calibración de datos del modelo de simulación.

4.7.2 MODELO DE CALIDAD.

Con el modelo hidráulico calibrado se realizó la toma de datos puntuales en campo para medir la concentración de cloro y realizar el análisis del cloro residual en la red.

Del análisis de cloro residual se pudo obtener que la concentración mínima de cloro residual en los puntos más desfavorable es de 0.5mg/lt.

4.8 ESQUELETIZACION DE LAS REDES DE AGUA POTABLE.

El proceso de esqueletización o simplificación de redes se realizó en todo el ámbito de influencia de la ciudad de Huaraz e independencia hasta donde abastece la EPS CHAVÍN S.A.[20]

Dando como resultado la simplificación de redes por el cual se determinó las principales redes de abastecimiento sin las cuales no se podrían realizar un buen servicio de agua.

Obteniendo estos resultados se determinó las redes primarias y secundarias que deben realizarse un mayor mantenimiento para no tener ninguna dificultad, tampoco problemas posteriores con la población beneficiaria.

[20] Ver plano Esqueletización o simplificación redes en la ciudad de Huaraz.

4.9 MODELACION DE UN ESCENARIO CON UN CAMBIO DE REDES DE AGUA POTABLE.

Con el modelo de simulación realizado en periodo Extendido y una correcta calibración se plantea las siguientes propuestas de mejora para las redes de distribución de la ciudad de huaraz:

4.9.1 PROPUESTA TECNICA

MODELAMIENTO DE UN ESCENARIO CON UN CAMBIO DE REDES DE AGUA POTABLE

4.9.1.1 UNIDAD EJECUTORA

Pliego	Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento Chavín S.A
Responsable de la Unidad Ejecutora	Ing. Miguel Ángel Rincón Mendez
Responsable de la Jefe de Obras	Ing. Héctor Ita Cerna

4.9.1.2 ANTECEDENTES

La empresa prestadora de servicios de saneamiento CHAVÍN S.A suministra de agua potable a las redes de agua potable en la ciudad de Huaraz están comprendidas por trece reservorios los cuales distribuyen el agua potable a toda la zona urbana.

Con la crecimiento poblacional en la ciudad de Huaraz y la necesidad del servicio básico de agua potable a ocasionado que la distribución o alimentación de agua para las zonas de expansión urbana se realice de una manera en la cual solamente se trata de cubrir el servicio, dejando de lado los criterios técnicos adecuados para la distribución y control siendo un causante de problemas (presión, caudal), ocasionando que las estructuras proyectadas (tuberías, válvulas, cámaras reductoras de presión) sean afectadas en su vida útil ocasionando roturas, desgaste temprano de estas estructuras de control y transporte del fluido.

En la actualidad se tiene problemas en el servicio de agua potable: control de presiones, caudal, adecuadas zonas de servicio, por lo cual la presente propuesta técnica va a mejorar estos problemas en todo el ámbito de influencia de la EPS CHAVÍN S.A.

Como parte de la tesis **"GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH"** aporte a solucionar un problema tan importante como es el abastecimiento de agua en la ciudad de Huaraz.

4.9.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES

a. UBICACIÓN GEOGRAFICA

La Región Ancash se encuentra ubicada en la región Nor - Central del país entre los 8° 02’ 50” y 10°47’ 15” de Latitud Sur y los 77° 133’ 43” y 77° 35’ 24” de Longitud Oeste del meridiano de Grenmwich. Limitando por el norte con el Departamento de La Libertad, por el Este con Huánuco, por el Sur con Lima y por el Oeste con el Océano Pacífico.

La provincia de Huaraz se encuentra limitada por el Norte con las provincias de Carhuaz y Yungay, por el Sur con la provincia de Huarmey, Aija y Recuay. Por el Este con la provincia de Huari y por el Oeste con la provincia de Casma.

La provincia de Huaraz cuenta en la actualidad con 12 distritos: Huaraz, Independencia, Cajamarquilla, Cochabamba, Colcabamba, Huanchay, Jangas, Olleros, Pampas Grande, Pariacoto, Pira y Taricá.

La ciudad de Huaraz abarca los distritos de Huaraz e Independencia, pertenecientes a la provincia de Huaraz, región Ancash.

Geográficamente los distritos de Huaraz e Independencia están comprendidos entre los paralelos 07º59' y 10º12' latitud sur y los meridianos 77º11' y 78º38' longitud oeste, y a una altitud de 3,100 m.s.n.m.

De acuerdo a las informaciones del INEI y del IGN, los distritos de Huaraz (432.99 km2) e Independencia (342.95 km2) tienen una superficie de 775.94 km2 lo cual representa el 31.12% de la superficie total de la provincia de Huaraz (2,493.31 km2) y sólo el 2.16% del total del departamento de Ancash (35,914.81 km2).

El distrito de Huaraz limita por el Norte con los distritos de Independencia y Pira, por el Sur con el distrito de Olleros y con la provincia de Recuay, por el Este con la provincia de Huari y por el Oeste con el distrito de La Libertad y con la provincia de Aija.

El distrito de Independencia limita por el Norte con los distritos de Taricá y Jangas, por el Sur con el distrito de Huaraz, por el Este con la provincia de Huari y por el Oeste con el distrito de Pira.

b. UBICACIÓN POLÍTICA:

Localidad	:	Huaraz
Distrito	:	Independencia
Provincia	:	Huaraz
Región	:	Ancash.

4.9.1.4 VÍAS DE COMUNICACIÓN

Se accede a través de la Panamericana Norte vía Lima-Pativilca-Catac-Huaraz (carretera asfaltada). La distancia entre Lima a Huaraz es de 402 Km siguiendo la siguiente ruta:

TRAMO	DISTANCIA	TIPO DE CARRETERA
Lima-Pativilca	243.00 Km.	Asfaltado
Pativilca-Catac	124.00 Km.	Asfaltado
Catac-Huaraz(*)	35.00 Km.	Asfaltado

(*) El tiempo de recorrido de Lima a Huaraz es de 8.00 horas

4.9.1.5 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y CLIMATICAS DE LA ZONA

a. CLIMA

La ciudad de Huaraz, lugar donde se va a ejecutar el proyecto presenta un clima relativamente frígido y seco.

La temperatura media fluctúa entre los 8.4°C y los 22°C, siendo el promedio de 15.18°C, en los meses de invierno la temperatura desciende hasta los 5.3°C. La humedad varía en función a las estaciones, siendo la máxima de 80.75 mm y la mínima de 21 mm.

La humedad relativa promedio es de 48.69 mm. El promedio de precipitaciones total mensual es de 71.90 mm (los cuales se presentan generalmente en Dic, Ene, Feb, Mar y abr.). La evaporación total mensual var0ía entre los 54.05 mm y 151.1 mm, siendo el promedio de 114.60 mm.

b. TOPOGRAFÍA

La topografía del Callejón de Huaylas presenta un relieve muy accidentado y heterogéneo, debido a la existencia de montañas en la cordillera blanca y negra. La acción de la meteorización física, química y biológica propiciada por el rigor climático en el tiempo y espacio han contribuido a modelar el relieve superficial de la zona. Con alturas desde el valle del santa desde los 1900 msnm (Molino pampa) hasta los 6768 msnm (Huascarán), con presencia de erosión de tipo pluvial y fluvial.

La topografía de la ciudad de Huaraz, presenta un relieve llano: en los barrios Soledad Baja, San Francisco, Rosas Pampa, Villasol, Huarupampa, Belén y la zona céntrica (plaza de armas y la Av. Luzuriaga) con una pendiente de 2 a 5% con calles pavimentadas; mientras en los barrios de Soledad Alta, Pumacayán, Pedregal, Villón, tienen una pendiente de 4 a 12% con algunas calles pavimentadas y otras afirmadas.

c. GEOLOGÍA

La geología del área de estudio se ha determinado en base a los estudios geológicos realizados por el INGEMMET.

En el área corresponde a la Cordillera Occidental, se distinguen tres unidades geográficas, denominadas Cordillera Negra, Valle del Santa (Callejón de Huaylas) y Cordillera Blanca.

La Cordillera Negra, es una cadena de cerros disectada, cuyas elevaciones sobrepasan los 4,000 msnm, llegando cerca de los 5,000 msnm en sus partes más prominentes; teniendo quebradas profundas en su flanco nor oriental, que fluyen hacia el cauce del río Santa.

El valle del Santa, es un curso que corre paralelo entre las Cordilleras Blanca y Negra; que en el tramo reconocido recorre 6Km. en dirección SE-NW, con alturas de 2,900 a 4,000 msnm; siendo el segmento de un recorrido mucho mayor, cuya naciente está en la Laguna de Conococha y desembocadura en el Océano Pacífico, con una longitud total de 200 Km.

La Cordillera Blanca, es un occidente Geográfico que se eleva abruptamente por el franco oriental del Callejón de Huaylas, para alcanzar altitudes superiores a los 6,000 msnm.

En el ámbito del área estudiada hay una amplia cobertura de material suelto sobre las rocas de basamento, producto básicamente de la acción mecánica de hielo durante su retroceso, que ha desintegrado a las rocas, transportándolas y depositándolas luego de recorridos variables.

En el Callejón de Huaylas existen los siguientes tipos de depósito cuaternario:

Depósito Morrénicos (Q-mo), que corresponden a los materiales fluvio glaciares constituidos por fragmentos generalmente pequeños, mayormente de naturaleza cuarcítica; sub redondeados a redondeados, en matriz arena-limosa; algo compactos en razón de la antigüedad del depósito. Estos materiales cubren parcialmente a los sedimentos del Grupo Goyllarisquizga, a las rocas volcánicas del Grupo Calipuy y al intrusivo de la Cordillera Blanca, encontrándose desde muy cerca del río Santa hasta alturas de los 4,000 a 4,200 msnm.

Depósitos Aluviales (Qal), o Aluvionales, representados por la acumulación de materiales a lo largo del curso principal del río Santa y quebradas importantes, que descienden de las cumbres de la Cordillera Blanca hacia el río Santa. Las quebradas principales que bajan de la Cordillera Blanca al río Santa, en nuestro caso Quillcay (por el Norte), están rellenados en el fondo por importantes acumulaciones de material suelto, de naturaleza aluvional, de bloques de roca granodiorita, con exclusividad; de diferente granulometría; sub angulosos, en matriz de arenas sueltas.

Depósitos Fluviales (Q-fl), se refieren a las acumulaciones recientes de material en el cauce actual del río Santa y de los ríos Quillcay, en sus cursos inferiores; constituidas por rodados de composición similar a la anteriormente descrita, en matriz de arenas limpias, sueltas. Estos materiales son arrastrados durante los períodos de lluvias fuertes y para el caso del río Santa, constituyen buenos materiales para la construcción de obras civiles.

d. MECÁNICA DE SUELOS

Según las características físicas y mecánicas del suelo extraídas del estudio de Microzonificación Sísmica de la ciudad de Huaraz, la ciudad fue dividida en tres zonas:

- **Zona Norte**

En el sector que comprende la Av. Confraternidad Oeste predomina el suelo aluvional, compuesto de bolonería y cantos de roca de diversos tamaños, mayormente entre 0.15 y 0.80m de diámetro, en una matriz de arena o grava limosa de regular gradación. No existe presencia de humedad superficial. Este material es de tipo I, con capacidades portantes de hasta 2.5 Kg/cm2.

En el sector de la Av. Centenario Norte predomina una capa superficial de tierra vegetal sobreyaciendo estratos limo-arenosos en estado duro y seco. Este material es de tipo II con capacidades portantes de hasta 2.0 kg/cm2. En la parte Este de la Av. Centenario, hacia Nicrupampa, existen capas poco profundas de arcillas limosas de baja plasticidad en estado duro y compacto. Este material es de tipo III, con capacidad portante de hasta 1.5 kg/cm2. En las zonas aledañas a ladera, al Este, existen suelos duros y compactos, compuestos de bolones de roca esparcidos en matrices limo-arenosas con nivel freático más superficial. Este material es de tipo I, con capacidad portante de hasta 2.5 kg/cm2.

- **Zona Central**

Esta zona comprende el área aluvional del río Quillcay, entre la Av. Raymondi y el río. El suelo existente es de tipo I, de características semejantes a la zona Noreste. En el antiguo Centro Urbano, comprendido entre las Avenidas Confraternidad Oeste, Gamarra y Villón, existen suelos finos con niveles freáticos superficiales que determinan la existencia de suelos de tipo III, IV y V. Existen capas sucesivas de arenas limosas y arcillosas en el Centro Urbano, así como arcillas de alta plasticidad en Belén y Huarupampa. La capacidad portante en el Centro Urbano varía de 0.5 a 1.5 kg/cm2.

- **Zona Sureste**

Entre la Alameda Grau y la Prolongación Av. Raymondi existe una capa de arena limosa o tierra vegetal que suprayace estratos sucesivos de material fino con presencia de nivel freático. Los suelos en esta zona son de tipo II, III y IV, con capacidades portantes de 1.0 a 2.5 kg/cm2. Los barrios La Soledad, Pedregal y Avenida Confraternidad Sur, al sureste de Huaraz, tienen un subsuelo de gravas de diversa gradación en una matriz de arena limo-arcillosa, con estratos húmedos de mediana compacidad. La capacidad portante de estos suelos es superior a 2.0 kg/cm2.

e. HIDROGEOLOGÍA

La napa freática de Huaraz es alimentada por filtraciones provenientes de las quebradas circundantes, tales como Bellavista y Rataquenua. La napa es libre y convergente, con un ancho de 800 metros y atraviesa la ciudad de Huaraz de Este a Oeste. El acuífero es de baja permeabilidad, con gradiente hidráulico entre 0.042 y 0.034.

En el Centro Urbano el nivel freático está cercano a la superficie, a 1.5m. de profundidad. En la parte Norte de la ciudad las profundidades son mayores de 3.0 metros.

f. HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

La ciudad de Huaraz es seccionada por los ríos Paria, Auqui, Quillcay, Casca y Santa.

El río Paria, que proviene de la Cordillera Blanca cuyas características son de río joven con régimen torrentoso, cuyo curso es de Noreste a Oeste.

El río Auqui, que proviene de la Cordillera Blanca cuyas características son de río joven con régimen torrentoso, cuyo curso es de Este a Oeste.

La confluencia de los ríos Paria y Auqui da origen al río Quillcay, cuyas características son de río joven con régimen torrentoso, cuyo curso es de Este a Oeste, dividiendo a la ciudad de Huaraz, en el Distrito de Huaraz y en el Distrito de Independencia, sus aguas desembocan en el río Santa. El río Quillcay, se caracteriza porque sus márgenes son rígidas (mampostería de piedra) y el lecho no es rígido, por lo que se encuentra con problemas de erosión.

El río Casca, que proviene de la Cordillera Blanca cuyas características son de río joven con régimen torrentoso, cuyo curso es de Este a Oeste, desembocando en el río Santa.

El régimen de los ríos descritos es permanente debido al aporte de las aguas provenientes de los deshielos de la Cordillera Blanca, especialmente en la época de estiaje.

g. ECOLOGÍA

Debido a que el proyecto se realizará en una zona urbana, el ecosistema existente es menos vulnerable, por lo que el proceso constructivo se realizará bajo las normas y parámetros que no alteren el entorno existente, siendo los impactos ambientales de magnitud media y de alta mitigabilidad; habiéndose previsto que el caudal demandado para el proyecto no es mayor respecto al caudal mínimo de la fuente y por tanto no generará problemas de Impacto Ambiental en el ecosistema, como consecuencia del presente proyecto.

4.9.2 POBLACIÓN

La EPS CHAVÍN S.A., tiene bajo su ámbito de influencia a la Provincia de Huaraz (Distritos de Huaraz e Independencia), Provincia de Huaylas (Distrito de Caraz), Provincia de Bolognesi (Distrito de Chiquián) y la Provincia de Aija (Distrito de Aija).

La proyección de la población urbana de la provincia de Huaraz se ha desarrollado tomando como base los resultados de los censos 1972, 1981, 1993,2007 de población y vivienda,

De acuerdo a los resultados presentados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en los últimos periodos la población urbana bajo el ámbito de la EPS CHAVÍN S.A., es la siguiente:

Tabla 44 *Población Urbana por Distrito*

Distrito	Resultados Censales Población Urbana			
	1972	**1981**	**1993**	**2007**
Huaraz	31,382	44,883	66,888	100,931

Fuente: Elaboración propia

4.9.3 OBJETIVO

El objetivo primordial en ámbito del proyecto es "**LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH".**

4.9.4 DESCRIPCION DEL SISTEMA EXISTENTE

SISTEMAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA CRUDA

La localidad de Huaraz, cuenta con las siguientes líneas de conducción; una de la captación de Coyllur hasta la Planta de Tratamiento de Bellavista (Casos de Emergencia), otra de la captación de Yarush (Unchus) hasta la Planta de Tratamiento de Marián, otra de la Captación Unchus hasta la Planta de Tratamiento de Bellavista (trasvase) y finalmente de la captación de Unchus a la planta de tratamiento de Paria.

Tabla 45 *Líneas de Conducción Agua Cruda*

Línea	**Diámetro** (pulg)	**Longitud** (ml.)	**Antigüedad** (años)	**Estado Físico**	**Tipo de Tubería**	**Capacidad Actual** Lps.
YARUSH - MARIAN	12	3,100.00	1	BUENO	PVC	120.00
UNCHUS - PARIA	12	1,000.00	12	BUENO	PVC	120.00
UNCHUS - BELLAVISTA	14	4,000.00	3	BUENO	PVC	120.00
COYLLUR-BELLAVISTA	12	4,900.00	< 41	REGULAR	A-C	120.00

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

De Coyllur a Bellavista

Esta línea conduce las aguas captadas desde el desarenador de Coyllur, hasta la Planta de Tratamiento de Bellavista, tiene más de 41 años de antigüedad, reemplazó al anterior de 14" Hume; tiene 4,900 m de longitud, es de A-C y su diámetro es de 12", pero existiendo además pequeños tramos de 14". Cuenta con 17 válvulas de purga, dos de las cuales se encuentran enterradas, además cuenta con 16 válvulas de aire,

de las cuales 05 han sido cambiadas el 2,001 y el resto no operan adecuadamente. Asimismo, cuenta con una Cámara Rompe Presión de concreto armado. Se pudo constatar que la infraestructura se encuentra en regular estado de conservación, solo se utiliza en casos de emergencia o época de estiaje.

De Yarush a Marian

Esta línea conduce las aguas captadas desde el desarenador de Yarush hasta la Planta de Tratamiento de Marián, fue implementado el año 2011; y tiene 3,100 m de longitud, el material es de PVC y presenta un diámetro de 315mm. Cuenta con tres válvulas de purga y 02 válvulas de aire. La línea presenta un buen estado de conservación.

De Unchus a Bellavista (Trasvase)

Esta línea conduce las aguas captadas desde el desarenador 2 de Paria hasta la Planta de Tratamiento de Bellavista, fue implementada el año 2,009; y tiene 4,000 m de longitud, el material es de PVC y presenta un diámetro de 355”., cuenta con válvulas de aire y purgas necesarias. La línea está en buen estado de conservación.

De Unchus a Paria

Esta línea conduce las aguas captadas desde el desarenador 1 de Paria hasta la Planta de Tratamiento de Paria, fue implementada el año 2000; y tiene 1,000 m de longitud, el material es de PVC y presenta un diámetro de 12”., tiene una válvula de control al ingreso de la planta. La línea presenta un buen estado de conservación.

PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

La Localidad de Huaraz, cuenta con tres Plantas de Tratamiento de Agua, las cuales son abastecidas, del río Paria, que a continuación se describen:

Tabla 46 Plantas de Tratamiento Localidad de Huaraz

Nombre	Tipo Hidráulico / Patentada	Estado Físico	Antigüedad (años)	Capacidad		Observaciones
				Actual	Máxima	
BELLAVISTA N°01	PATENTADA	REGULAR	39.00	60.00	60.00	DEGREMONT
BELLAVISTA N° 02	PATENTADA	REGULAR	19.00	110.00	110.00	DEGREMONT
PARIA	HIDRAULICO	REGULAR	12.00	120.00	120.00	CONVENCIONAL CEPIS
MARIAN	HIDRAULICO	REGULAR	19.00	120.00	120.00	CONVENCIONAL CEPIS

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

Planta de Tratamiento Bellavista

Ubicada en la cota 3,155 msnm., al sudeste del centro de la ciudad de Huaraz, en la carretera afirmada que va al mirador de Rataquenua; abastecido por el río Paria, está compuesta por dos Plantas de Tratamiento tipo DeGremont, con capacidades una de 60 y la otra de 110 lps en la que se realiza un tratamiento completo, es decir físico, químico y bacteriológico.

La Planta de Tratamiento Nº 01 de 60 lps, tiene más de 40 años de construida, y en 1996, fue totalmente renovada en sus instalaciones por los mismos técnicos de DeGremont; Su infraestructura se encuentra en buen estado.

La Planta de Tratamiento Nº 02 de 110 lps, ha sido construida en 1996, por la firma COJALSI y sus instalaciones hidráulicas por los técnicos de DeGremont, En este punto se debe hacer la observación de que la capacidad de tratamiento con estas dos plantas es de 170 lps pero en la actualidad solo tratan 110 lps existe una capacidad ociosa de 60 lps.

Planta de Tratamiento Marian

Está ubicada en la cota 3,282 msnm., al este del centro de la ciudad de Huaraz, en la parte baja del caserío de Marián, abastecido por el río Paria, se trata de una Planta de Tratamiento de filtración directa, con una antigüedad de 20 años cuya capacidad de tratamiento es de 120 lps,. Cuenta con un medidor Parshall, con el que se toman las lecturas del caudal de ingreso del agua a la Planta.

En el año 2013 se realizaron el mejoramiento de la planta con fondos del PMRI; se realizó la construcción de nuevos floculadores Horizontales, la implementación de 4 unidades de decantación y una batería de 5 filtros, para mejorar los problemas que se tenían con el diseño anterior, ya que anteriormente se contaba con un dosificador de coagulante y una unidad de floculación, pero no contaba con un sistema de decantación y evacuación de los lodos.

Planta de Tratamiento Paria

Se encuentra ubicada en la cota 3,142 msnm., al nordeste del centro de la ciudad de Huaraz, en el cruce de Yamaruri y Carretera a Unchus, abastecido por el río Paria, es una planta de tecnología CEPIS compuesta por unidades de floculación, decantadores y filtros rápidos, con una capacidad de tratamiento de 120 lps con una antigüedad de 13 años.

Respecto a esta Planta se puede indicar que tenía problemas, porque no trabajan adecuadamente las unidades de floculación y decantación (falta de vinilonas), esta planta está tratando en la actualidad 120 lps.

En el año 2013 se mejoró esta planta, mediante el PMRI, adicionándose un dos presedimentadores laminares, realizándose el cambio de filtros, mejora de válvulas, etc. Luego de los filtros el agua es clorada, reuniéndose después en una caja de distribución de caudal. A partir de esta estructura se distribuye el agua a la población y otra se conduce hasta el reservorio Yarcash.

LÍNEAS DE CONDUCCIÓN AGUA POTABLE

La Localidad de Huaraz, cuenta con 08 Líneas de Conducción, que a continuación se describen:

Tabla 47 *Líneas de conducción de agua potable por gravedad- Localidad de Huaraz*

Línea conducción	Diámetro (pulg)	Longitud (ml.)	Antigüedad (años)	Estado Físico	Tipo de Tubería	Capacidad (en Lps.) Actual máxima
Bellavista - reservorio batán	315 mm	1,138.00	7.00	Bueno	Pvc	90.00
Bellavista - reservorio pedregal	250 mm	200.00	1.00	Bueno	Pvc	30.00
Paria - reservorio de Yarcash	315 mm	3,600.00	12.00	Bueno	Pvc	100.00
Marian - cámara de dist. Sacayán	12"	3,000.00	16.00	Regular	A-c	100.00
Cámara de dist. Al r. Independencia	8"	610.00	16.00	Regular	A-c	30.00

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

DE LA PLANTA "BELLAVISTA" AL RESERVORIO "BATAN"

La Línea de conducción de la Planta de Tratamiento de Bellavista al reservorio de Batán, tiene una longitud aproximada de 1,138 m, es de 315mm PVC C-10, sale de una caja de distribución al pié de la Planta, la tubería tiene 09 años de antigüedad, se encuentra en Buen estado de conservación.

DE LA PLANTA "BELLAVISTA" AL RESERVORI "PEDREGAL"

La Línea de conducción de la Planta de Tratamiento de Bellavista al reservorio de Pedregal, tiene una longitud aproximada de 200 m, es de 250 mm PVC-ISO, sale de una caja de distribución al pié de la Planta; la tubería fue instalada en junio del 2012.

DE LA PLANTA "MARIAN" A CAJA DE DISTRIBUCIÓN "SHANCAYAN"

La Línea de conducción de la Planta de Tratamiento de Marián a la caja de distribución en Sacayán, tiene una longitud aproximada de 3,000 m, es de 12" A-C, sale de la cámara de contacto de la Planta; la tubería fue tendida en 1996 y se encuentra en buen estado de Conservación.

DE LA CAJA DE DISTRIBUCIÓN "SHANCAYAN" AL RESERVORIO "INDEPENDENCIA"

La Línea de conducción de la caja de distribución de Sacayán al reservorio de Independencia, tiene una longitud aproximada de 610 m, es de 8" A-C y PVC C-10, tiene una cámara rompe presión de concreto armado en buen estado y una válvula de aire antes del reservorio. Este sistema fue tendido en 1996 con tubería de A-C, pero a raíz de que la Minera Antamina ha abierto una nueva carretera, estas han sido cambiadas de lugar y profundidad y se han instalado de PVC, Trabajo realizado el año 1,999. Se encuentra en buen estado.

DE PLANTA "PARIA" AL RESERVORIO "YARCASH"

La Línea de conducción de la Planta de Tratamiento de Paria Bajo al reservorio de Yarcash, tiene una longitud aproximada de 3,600m, es de 315mm PVC C-10, tiene más de 14 años de antigüedad se encuentra en buen estado de conservación.

Tabla 48 Líneas De Conducción De Agua Potable Por Bombeo Localidad De Huaraz

Línea	Diámetro (pulg)	Longitud (ml.)	Antigüedad (años)	Estado Físico	Tipo de Tubería	Capacidad (en Lps.) Actual máxima	Presión Max. m.c.a.
Cam. De bomb. San geronimo - Reserv. Olivos	6.00	475.00	16.00	BUENO	PVC	13.00	106.00

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

DEL TAMBO A CÁMARA DE BOMBEO SAN GERÓNIMO

Línea de conducción del Tambo a la cámara de bombeo de San Jerónimo, con una longitud aproximada de 200 m, es de 160 mm PVC -ISO, este sistema fue cambiado en el año 2011, cambiando la tubería de A-C por PVC ISO

DE CÁMARA DE BOMBEO SAN GERÓNIMO AL RESERVORIO LOS OLIVOS

Línea de Conducción de la Cámara de Bombeo de San Jerónimo, al Reservorio de los Olivos, con una longitud aproximada de 475 m. es de 6" de F°F° y A-C, este sistema fue tendido en 1996. Se encuentra en buen estado.

Tabla 49 *Estaciones de Bombeo de Agua Potable Localidad de Huaraz*

Nombre	**Antigüedad (años)**	**Estado Físico**	**Cisterna** Vol. En M3	**Potencia** Motor	**en HP** Bomba	**Caudal de** Actual	**Bombeo Lps.** Máxima
Los Olivos	16.00	BUENO	50.00	36.00		13.00	

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

ESTRUCTURAS DE ALMACENAMIENTO AGUA POTABLE

La Localidad de Huaraz, cuenta con 06 Reservorios de Almacenamiento, tres son para el Distrito de Huaraz y tres para el Distrito de Independencia. En todos los casos, los Reservorios son Circulares apoyados.

Tabla 50 Unidades De Almacenamiento de Agua Potable de la Localidad de Huaraz

Reservorio	**Tipo Elevado/ Apoyado**	**Volumen (m3)**	**Antigüedad (años)**	**Estado Físico**	**Operativo Inoperativo**
Batan	APOYADO	1800	7	BUENO	OPERATIVO
Pedregal	APOYADO	250	35	REGULAR	OPERATIVO
Yarcash	APOYADO	1100	19	BUENO	OPERATIVO
Los olivos	APOYADO	150	19	BUENO	OPERATIVO
Sacayán	APOYADO	250	19	BUENO	OPERATIVO
Independencia	APOYADO	1100	13	BUENO	OPERATIVO
Total		**4650**			

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

Reservorio Batan

Reservorio apoyado de 1,800 m3 de capacidad de almacenamiento, del tipo cabecera y forma circular de 20.50 m de diámetro y 6.00 m de altura. Se encuentra ubicado en el Barrio de Soledad Alta, en la Cota 3,074 msnm., en la sede la Empresa; es el Reservorio más grande de Huaraz, iniciando su construcción el 2003 y puesto en funcionamiento en Febrero del 2004, es de concreto armado.

Reservorio Pedregal

Reservorio apoyado de 250 m3 de capacidad de almacenamiento, del tipo cabecera, de forma circular con 11.70 m de diámetro y 3,00 m de altura. Se encuentra ubicado en la parte alta del barrio de Pedregal (a espaldas del Cementerio Presbítero Maestro), en la Cota 3,127 msnm; este Reservorio tiene más de 30 años de construido, es de Concreto Armado, pero se encuentra en buenas condiciones. No cuenta con Cerco Perimétrico de Protección. Fue refaccionada y mejorada el año de 1,998 por la firma ERCO, tanto en la parte hidráulica como en la infraestructura misma.

Reservorio Yarcash

Reservorio de 1,100 m3 de capacidad de almacenamiento, se encuentra ubicado dentro de los terrenos del Ministerio de Agricultura, en la cota 3.038 msnm, en la zona denominada Yarcash; cuenta con Cerco Perimétrico de Protección. Este reservorio fue construido en 1,996 por la COJALSI. Se encuentra en buen estado.

Reservorio Los Olivos

Reservorio de 150 m3 de capacidad de almacenamiento, se encuentra ubicado en la parte alta de los Olivos, en la Cota 3.095 msnm, no cuenta con Cerco perimétrico de protección. Este reservorio fue construido en 1996 por la COJALSI. Se encuentra en buen estado.

Reservorio Shancayán

Reservorio de 250 m3 de capacidad de almacenamiento, se encuentra ubicado en la parte alta de Sacayán, en la Cota 3,156 msnm, no cuenta con cerco perimétrico de protección. Fue construido en 1,996 por la COJALSI. Se encuentra en buen estado.

Reservorio Independencia

Reservorio de 1,100 m3. de capacidad de almacenamiento, se encuentra ubicado en la parte alta del Barrio de Nicrupampa, en la Cota 3,095 msnm, cuenta con cerco perimétrico de protección. Este reservorio ha sido construido en el año 2,000. Se encuentra en perfectas condiciones.

LÍNEAS DE ADUCCIÓN

La Localidad de Huaraz, cuenta con 06 líneas de Aducción.

DEL RESERVORIO PEDREGAL A PEDREGAL ALTO

Línea de Aducción del Reservorio de Pedregal a las Redes de Pedregal Alto, tiene una longitud aproximada de 46.00 m y es de 250 mm PVC-ISO, tendido y puesta en funcionamiento en junio de 2012.

DEL RESERVORIO BATAN AL CASCO URBANO

Línea de Aducción del Reservorio de Batán a las Redes del Casco Urbano, tiene una longitud aproximada de 530,00 m y está comprendida por tuberías de 250 mm (312.00 m) y de 315 mm. (218.00 m), tiene una antigüedad de 4 años, en Buen estado.

DEL RESERVORIO YARCASH A LA AV. FITZCARRALD

Línea de Aducción del Reservorio de Yarcash a las Redes de la Av. Fitzcarrald, tiene una longitud aproximada de 802.00 m y es de 315 mm. PVC, fue realizada en 2,010, se encuentra en buen estado.

DEL RESERVORIO LOS OLIVOS A LAS REDES

Línea de Aducción del Reservorio de Los Olivos a las Redes de los Olivos y Vista Alegre, tiene una longitud aproximada de 220.00m y es de 6” (161 m.) A-C y 4” (59 m.) PVC, fue realizada en 1996, se encuentra en buen estado.

DEL RESERVORIO SHANCAYAN A NICRUPAMPA

Línea de Aducción del Reservorio de Sacayán a las Redes del Barrio de Nicrupampa, tiene una longitud aproximada de 595.00m y es de 6” PVC, fue realizada en 1996, se encuentra en buen estado.

DEL RESERVORIO INDEPENDENCIA A CENTENARIO

Línea de Aducción del Reservorio de Independencia a las Redes del Barrio del Centenario, tiene una longitud aproximada de 1,070.00 m y es de 250 mm PVC-ISO y 315 PVC-ISO fue realizada el 2011. La anterior fue de 1996, AC.

REDES DE DISTRIBUCIÓN

La localidad de Huaraz, cuenta con redes de distribución de diferentes diámetros, las que varían desde 14” hasta 2”. La gran mayoría son de A-C con más de 30 años de Servicio y están en regular estado de conservación, las de PVC son las más recientes, varían de 0 a 15 años de antigüedad y están en buenas condiciones, actualmente se viene realizando el cambio y la sectorización de redes secundarias de la ciudad de Huaraz:

Tabla 51 Redes Primarias Localidad De Huaraz

Diámetro (pulg)	(0 - 5)	(6 - 10)	(11 - 15)	(16 - 20)	(21 -25)	(26 - 30)	31 a mas	Total por Diámetro
4"				6000				6000
6"				75600				75600
200 mm	16943							16942.88
250mm	3556						61	3616.75
315mm	1754						711	2464.76
Total	**22253**	**0.00**	**0.00**	**81600**	**0.00**	**0.00**	**772**	**23840**

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

Tabla 52 Redes Secundarias Localidad De Huaraz

Diámetro (pulg)	(0 - 5)	(6 - 10)	(11 - 15)	(16 - 20)	(21 -25)	(26 - 30)	31 a mas	Total por Diámetro
8"							3,642.53	3,642.53
6"	4,534.70		1,233.48				7,262.55	13,030.73
4"	25,411.00			10,856.93			27,112.74	63,380.67
3"	9,486.50			13,111.70			2,562.10	25,160.29
2"	8,981.85			36,506.94				45,488.79
Total	**48.414**	**0**	**1.233**	**60.476**	**0**	**0**	**40.58**	**150,703.01**

Fuente: Anexo 8 Información operacional PMO – Localidad Huaraz.

Tubería de 12”: De una longitud aproximada de 2,465m, de los cuales 711 m, AC –PVC y 1,754 m de 315 mm PVC-ISO

Tubería de 10”: De una longitud aproximada de 3,612m, de los cuales 61 m. AC – PVC y 3,556 m de 250 mm PVC-ISO

Tubería de 8”: De una longitud aproximada de 20,585m, de los cuales, 3,643m, esta tubería es de A-C, con más de 31 años de servicio y 16,943m de 200 mm PVC- ISO, instaladas en el año 2010 en la Av. Circunvalación Este de Nicrupampa, en toda la Av. Centenario y en la Pista Huaraz a Monterrey hasta el cruce a Chequio.

Tubería de 6”: De una longitud aproximada de 13,787 m, esta tubería es de A-C (7,779m) y PVC (6,524 m), 4,535m, 160 mm PVC-ISO, Las de A-C se encuentran dentro de las redes en la ciudad y tienen más de 25 años de servicio. Las de PVC en la Pista antigua Huaraz a Monterrey hasta el Gobierno Regional y tienen de 0 a 10 años de antigüedad.

Tubería de 4”: De una longitud aproximada de 63,501 m, esta tubería es de POLIETILENO 110 mm (1,126m), A-C (26,813m), PVC (10,917m). y 24285m de 110 mm PVC-ISO, Las de Polietileno están siendo implementadas de acuerdo al proyecto de renovación y mejoramiento de redes secundarias en los distintos sectores de la ciudad de Huaraz, en la 1ra. Cuadra de la Av. Villón y 4ta. Cuadra de la Av. Gamarra, y tiene más de 40 años de servicio: Las de A-C se encuentran dentro de las redes de la ciudad y tienen más de 25 años de servicio. Las de PVC en las nuevas instalaciones, como el de Yarcash y en las reparaciones que se hace en la ciudad, y tienen de 0 a 15 años de antigüedad.

Tubería de 3”: De una longitud aproximada de 25,160m, esta tubería es de A-C (2,562m) y PVC (13,112m).y 9,487m de 90mm PVC-ISO, Las de A-C se encuentran dentro de las redes en la ciudad y tienen más de 26 años de servicio. Las de PVC en las nuevas ampliaciones como en Pedregal Medio y en las reparaciones que se hacen en la ciudad, y tiene de 0 a 16 años de antigüedad.

Tubería de 2”: De una longitud aproximada de 45,489m, esta tubería es de PVC (36,507ml), Polietileno (368.29 ml) se encuentran dentro de las nuevas ampliaciones, en pequeñas Urbanizaciones y en pequeños ramales finales. Están en buen estado y tienen de 0 a 15 años de servicio y 8,614m de 63 mm PVC-ISO.

SECTORIZACIÓN:

Actualmente las redes de distribución de la ciudad de Huaraz son abastecidas por tres sub-sistemas de producción (plantas de tratamiento: Bellavista, Paria y Marian) las cuales abastecen a 6 unidades de almacenamiento o reservorios y una caja de distribución (bellavista), estos a su vez de acuerdo a su área de influencia y zona de presión abastecen a 07 sectores los cuales se describen a continuación:

Planta Bellavista

Sector Reservorio Batan:

Este sector es abastecido por el reservorio Batan, con un total de 3,542 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 160mm PVC, está ubicado al Este de la ciudad de Huaraz y cuya área de influencia abarca los Barrios de Soledad Alta, Soledad, San Francisco, Zona Centro de Huaraz, Belén, Huarupampa Alto, Sector Río Seco Sur y Tacllan.

Sector Reservorio Pedregal:

Este sector es abastecido por el reservorio Pedregal, con un total de 3,265 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 160mm PVC, está ubicado al Sur_Este de la ciudad de Huaraz y cuya área de influencia abarca los Barrios de Pedregal alto, Pedregal Medio y Pedregal Bajo.

Sector Caja Distribución Bellavista:

Este sector es abastecido por la Caja de Distribución Bellavista, con un total de 802 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 110mm PVC, una parte está ubicado al Este de la ciudad de Huaraz y la otra al Sur, y cuya área de influencia abarca los Barrios de Bellapampa, los Pinos, Utushcan, Shunamará y Río Seco.

Planta Paria

Sector Reservorio Olivos:

Este sector es abastecido por el Reservorio Los Olivos, con un total de 646 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 110mm PVC, está ubicado al Oeste de la

ciudad de Huaraz y cuya área de influencia abarca los Barrios de Los Olivos, Vista Alegre, Picup, Higos Ruri y Chua.

Sector Reservorio Yarcash:

Este sector es abastecido por el reservorio Yarcash, con un total de 5,110 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 160mm PVC, está ubicado una parte al centro de la ciudad de Huaraz y la otra el Oeste de la misma, y cuya área de influencia abarca los Barrios de Yarcash, una parte del Barrio de San Francisco, Casco Urbano, Huarupampa parte baja, Challhua y Patay Bajo.

Planta Marian

Sector Reservorio Sacayán:

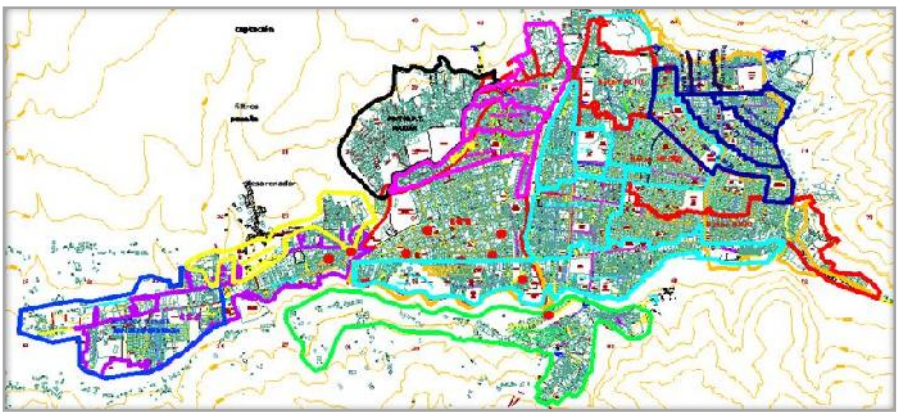
Este sector es abastecido por el reservorio Sacayán, con un total de 3,194 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 110mm PVC, está ubicado al Nor Este de la ciudad de Huaraz y cuya área de influencia abarca los Barrios de Nueva Esperanza, Sacayán y Nicrupampa.

Sector Reservorio Independencia:

Este sector es abastecido por el reservorio Independencia, con un total de 3,110 conexiones activas, donde los diámetros de las redes secundarias varían desde 63mm hasta 110mm PVC, está ubicado en la parte Norte de la ciudad de Huaraz y cuya área de influencia abarca los Barrios de Centenario, Acovichay, Vichay, Palmira y Cancariaco.

Actualmente se viene desarrollando el cambio de redes secundarias en toda la ciudad de Huaraz contemplándose la proyección de 9 sectores y 36 subsectores.

Ilustración 11 Sectorización de Redes de Distribución



Fuente: Gerencia Operacional EPS CHAVÍN S.A.

4.9.5 DISEÑO DEL SISTEMA PROPUESTO

4.9.5.1 POBLACION ATENDIDA

La población atendida con el proyecto será de 23,302 usuarios.

4.9.5.2 CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO PROPUESTO.

SECTORIZACION

Dentro del subsector de agua potable, el término sectorización es conocido como la formación de zonas de suministro autónomas, mas no independientes, dentro de una red de distribución; en otras palabras, es la división o partición de la red en muchas pequeñas redes, con el fin de facilitar su operación. De este modo, es mucho más sencillo controlar los caudales de entrada en cada sector, las presiones internas de la tubería, la demanda y el consumo, así como las pérdidas de agua, tanto en fugas como en usos no autorizados. Aún más, puede conducirse el agua por la red primaria, sin exceso de conexiones con la secundaria, desde la fuente de alimentación hasta los puntos más lejanos.

ETAPAS DE LA SECTORIZACIÓN

El proceso de esta acción es largo y absorbe una importante cantidad de recursos humanos y económicos, por lo que debe partir de una planeación bien definida y sobre todo comprometida por parte de los responsables de la prestación del servicio de agua potable a una localidad. Las etapas que deben seguirse durante la sectorización son:

1. Catastro del sistema de distribución de agua potable.
2. Anteproyecto del sistema, definiendo puntos de alimentación y posibles interconexiones controladas para protección de eventualidades.
3. Diseño e implementación de un sector piloto, incluyendo las válvulas de seccionamiento necesarias, los mecanismos para el control de las presiones, la medición de gastos de alimentación, así como la variación diaria de la demanda, ya sea que ésta sea supuesta o inferida por algunas mediciones.
4. Calibración de un modelo de simulación hidráulica sobre la base de las mediciones citadas en el punto anterior.
5. Ajustar el proyecto piloto a partir de la modelación, controlando las presiones, midiendo los gastos, y evaluando la relación entre presión y fugas.
6. Ampliación de la experiencia piloto a dos o tres sectores más.
7. Con los resultados obtenidos, puede evaluarse el proyecto integral de sectorización, con una muy buena aproximación sobre los costos y los beneficios que pueden esperarse.

4.9.6 DESCRIPCION TECNICA DEL PROYECTO

La presente propuesta para el correcto funcionamiento de las redes de distribución de la Ciudad de Huaraz e Independencia, la cual se describen a continuación:

1	**GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ -ÁNCASH**
1.1	**RESERVORIO DE PEDREGAL**
1.1.2	RED DE DISTRIBUCIÓN (L=588.00M)
1.1.3	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE NIVEL Y CRP N°06 (02-UNIDADES)
1.1.4	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (02-UNIDADES)
1.1.5	VÁLVULA DE CONTROL (09-UNIDADES)
1.1.6	VÁLVULA DE AIRE (01-UNIDAD)
1.1.7	VÁLVULA DE PURGA (01-UNIDAD)
1.1.8	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
1.1.9	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
1.1.10	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.1.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL
1.2	**CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE BELLAVISTA**
1.2.2	RED DE DISTRIBUCIÓN (L=1,2900.00M)
1.2.3	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE NIVEL Y CRP N°06 (02-UNIDADES)
1.2.4	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (02-UNIDADES)
1.2.5	VÁLVULA DE CONTROL (08-UNIDADES)
1.2.6	VÁLVULA DE AIRE (02-UNIDADES)
1.2.7	VÁLVULA DE PURGA (01-UNIDAD)
1.2.8	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
1.2.9	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
1.2.10	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.2.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL
1.3	**RESERVORIO BATÁN**
1.3.2	RED DE DISTRIBUCIÓN (L=1,351.70M)
1.3.3	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE NIVEL Y CRP N°06 (01-UNIDAD)
1.3.4	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (07-UNIDADES)
1.3.5	VÁLVULA DE CONTROL (17-UNIDADES)
1.3.6	VÁLVULA DE AIRE (04-UNIDADES)
1.3.7	VÁLVULA DE PURGA (02-UNIDADES)
1.3.8	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCION
1.3.9	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
1.3.10	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.3.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL
1.4	**RESERVORIO NUEVA FLORIDA**
1.4.2	RED DE DISTRIBUCIÓN (L=4,717.90M)
1.4.3	CÁMARAS REDUCTORAS DE PRESIÓN (01-UNIDAD)
1.4.4	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (06-UNIDADES)

1.4.5	VÁLVULA DE CONTROL (14-UNIDADES)
1.4.6	VÁLVULA DE AIRE (06-UNIDADES)
1.4.7	VÁLVULA DE PURGA (02-UNIDADES)
1.4.8	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
1.4.9	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
1.4.10	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.4.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL
1.5	**RESERVORIO SHANCAYAN**
1.5.2	RED DE DISTRIBUCIÓN (L=3,276.90M)
1.5.3	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA DE VÁLVULA DE NIVEL Y CRP N°06 (01-UNIDAD)
1.5.4	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (02-UNIDADES)
1.5.5	VÁLVULA DE CONTROL (21-UNIDADES)
1.5.6	VÁLVULA DE AIRE (04-UNIDADES)
1.5.7	VÁLVULA DE PURGA (02-UNIDADES)
1.5.8	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCION
1.5.9	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCION
1.5.10	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.5.11	MITIGACIÓN AMBIENTAL
1.6	**RESERVORIO INDEPENDENCIA**
1.6.2	CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA P/MACRO MEDIDOR (03-UNIDADES)
1.6.3	VÁLVULA DE AIRE (04-UNIDADES)
1.6.4	VÁLVULA DE PURGA (02-UNIDADES)
1.6.5	LABORES PROVISIONALES DURANTE LA CONSTRUCCIÓN
1.6.6	SEGURIDAD Y CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN
1.6.7	CAPACITACIÓN SANITARIA
1.6.8	MITIGACIÓN AMBIENTAL

CAPITULO V

5.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- ✓ De acuerdo al **Reglamento Nacional De Edificaciones**: **OS.100: Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria.**

a. Dotación de Agua.

Si se comprobara la no existencia de estudios de consumo y no se justificará su ejecución, se considerará por lo menos para sistemas con conexiones domiciliarias una **dotación de 180 Lt/Hab/d, en clima frío** y de 220 Lt/hab/d en clima templado y cálido.

Como podemos ver el valor de la dotación calculada en gabinete con datos tomados en campo es **Dotación=263.63 Lt/Hab*dia.** mucho mayor al valor establecido en el reglamento nacional de edificaciones (**180 Lt/Hab/d)**, por ello es importante realizar estudio de consumos, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas ya sean del lugar o algún lugar que se asemeje en sus usos y costumbres al lugar donde se va realizar los proyectos y así poder realizar los cálculos de proyección y poder tener diseños más exactos que no afectan con los años a la población.

Ya que la mayoría de los proyectistas en lo cálculos de diseños usan como dato para zonas urbanas la **Dotación=180 Lt/Hab*dia.** cosa que a largo plazo afecta a los usuarios.

- ✓ De acuerdo al **Reglamento Nacional De Edificaciones**: **OS.100: Consideraciones Básicas De Diseño De Infraestructura Sanitaria.**

b. Variaciones de Consumo.

En los abastecimientos por conexiones domiciliarias, los coeficientes de las variaciones de consumo, referidos al promedio diario anual de la demanda, deberán ser fijados en base al análisis de información estadística comprobada. De lo contrario se podrán considerar los siguientes con eficientes:

- Máximo anual de la demanda diaria: 1,3.
- **Máximo anual de la demanda horaria: 1,8 a 2,5.**

- ✓ De acuerdo a los cálculos realizados en gabinete con toda la información recopilada en campo se obtuvo los valores de los K2 de los dos reservorios cuyos valores fueron:

- **Coeficiente de variación horaria Reservorio Batan: K2= 2.04.**
- **Coeficiente de variación horaria Reservorio Nueva Florida: K2= 1.86.**

✓ Se puede observar que los valores calculados del K2 en la presente tesis están dentro de los rangos que el reglamento de edificaciones establece **(1,8 a 2,5),** al igual que la dotación estos datos van a depender de los usos y costumbre de la población por ello es conveniente realizar estudios en la zona donde se va hacer el proyecto para tener datos exactos que con el tiempo no afecten a los usuarios.

✓ Para determinar los factores de variación horaria, se tomaron datos de los reservorios de Nueva Florida y Batán; asimismo los factores de variación horaria requieren datos complementarios de los demás reservorios para tener factores por reservorio, de acuerdo a su área de consumo.

✓ Para el cálculo de la dotación real y obtener un valor con mayor certeza, se necesita tener datos más objetivos de consumo por usuario, ya que se cuenta con el catastro de usuarios actualizados y solo se requiere agregar datos actualizados de consumo.

✓ La recopilación de datos para una correcta simulación en período extendido, requiere equipos de mayor precisión, los cuales no se obtuvo en su debido momento.

✓ En el proceso de calibración del modelo de simulación, se puede realizar con datos de: presión, rugosidad, demandas o consumos. En el trabajo de investigación, el modelo se calibró de acuerdo a datos de presiones, sin embargo, se puede realizar una mejor calibración tomando datos de demanda y rugosidades de acuerdo al tipo de tubería.

✓ De acuerdo a los resultados obtenidos, la calibración es un proceso largo el cual lleva años en tener valores más certeros, por eso el FITNESS (Grado de Confiabilidad de Datos) resulta un poco alto al momento de hacer la calibración del modelo.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES:

- ✓ Con la ayuda del personal designado por la EPS-CHAVÍN, se logró realizar la verificación de las tuberías en funcionamiento con sus respectivos diámetros, las ubicaciones de los hidrantes, válvulas de control, purga, reductoras de presión y equipos de bombeo en las redes de agua potable y así actualizar la topología de las redes de agua potable de los distritos de Huaraz e Independencia.
- ✓ Con los equipos de medición (nanómetro, Data Logger), se logró medir las presiones, variaciones de caudales y concentración de cloro en los diferentes puntos de muestreo de las redes de agua potable de los distritos de Huaraz e Independencia.
- ✓ Los cálculos de los coeficientes de variación horaria K2 en el reservorio de Batan y Nueva Florida se realizaron por el Data Logger en las fechas siguientes:
  - **10 de Julio al 21 de Agosto del 2016. (Reservorio BATAN).**
  - **06 de Mayo al 06 de Junio del 2017. (Reservorio NUEVA FLORIDA).**

  Resultando los coeficientes de variación horaria K2 para cada reservorio:
  - **Coeficiente de variación horaria Reservorio Batan: K2= 2.04.**
  - **Coeficiente de variación horaria Reservorio Nueva Florida: K2= 1.86.**
- ✓ La dotación para los distritos de Huaraz e Independencia, cuyo valor es: **Dotación=263.63 Lt/Hab*dia.**
- ✓ Los coeficientes rugosidad de las tuberías, se determinaron por los años de servicio que tienen en funcionamiento en la distribución del agua potable arrojando valores de:

Tabla 53

CUADRO DE COEFICIENTES DE RUGOSIDAD

Material	Coeficiente de Rugosidad
PVC	140
Asbesto cemento	100
HDPE	140

Fuente: Elaboración Propia.

- ✓ En el distrito de Huaraz la zona crítica con posible problema de servicios es el reservorio de Batán, ésta tiene un solo punto de abastecimiento (PTAP BELLA VISTA) el cual desabastecería del servicio de agua potable a toda su área de influencia (barrio La Soledad, San Francisco, Centro de Huaraz, Huarupampa, Belén, Villasol, Villón Bajo, Challhua, Tacllán y Quechcap) en caso de suscitarse problemas en la alimentación de los reservorios.
  En el distrito de Independencia las zonas con posibles problemas de servicios son: el reservorio de Shancayan, Independencia y Acovichay, éstas tienen un solo punto de abastecimiento (PTAP MARIAN) los cuales desabastecerían del servicio de agua potable a toda su área de influencia (Centenario, Nicrupampa, El Milagro, Vichay, Palmira) en caso de suscitarse problemas en la alimentación de los reservorios.
- ✓ El ajuste de los parámetros de la red de distribución de agua potable, se realizó correctamente dando como resultado la diferencia en valores de gradiente hidráulico de **3.41 m** siendo un valor mínimo del proceso de calibración; con este valor se puede validar la calibración del modelo para realizar diversos tipos de trabajo con ello.
- ✓ Del proceso de esqueletización se identificó las redes principales que abastecen a los distritos de Huaraz e Independencia, entre las cuales las tuberías que resultan principales de todas son los de diámetros de:315 mm, 250 mm, 200 mm y 160 mm.
- ✓ El escenario de posibles cambios de redes es una propuesta técnica que se presentó tomando criterios de sectorización, zonas de presiones, micro medición y zonas de abastecimiento correctamente definidas (Etapa de Ejecución-Construcción), con lo cual se da un aporte a la mejora de calidad del servicio de agua potable.

6.2 RECOMENDACIONES:

- ✓ Para el cálculo de la dotación recopilar datos actualizados, por zona de abastecimiento de cada reservorio, de esta manera tener **DOTACIÓN** es por áreas de influencia y tener trabajos posteriores con datos más precisos.
- ✓ Para el proceso de calibración del modelo realizarlo tomando rugosidades de los distintos de tipos de tubería que tiene la red de agua, también tomar datos de demanda, con lo cual se asegura una mayor precisión en el proceso de calibración.
- ✓ Realizar actualizaciones continuas cada cinco meses de las modificaciones que se hacen en la red para tener un modelo actualizado.
- ✓ Realizar una mayor toma de datos en un periodo de tiempo más extendido para tener un mejor modelo de calidad de agua.
- ✓ Recopilar datos de caudal en los demás reservorios de los distritos de Huaraz e Independencia para tener patrones por cada reservorio.
- ✓ Para realizar este tipo de trabajos de manejo de gran cantidad de datos tener un buen procesador de datos (computadora) por el procesamiento tan pesado que se efectúa en los cálculos.
- ✓ Realizar trabajos de investigación similares para la mejora en el servicio de agua potable en las distintas zonas urbanas que puedan conocer o vivir en nuestro diverso país.

CAPITULO VII

7.1 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Elaboración del macromodelo de la red de abastecimiento de la ciudad de Murcia. aplicación al control en tiempo real. Autor: OSCAR MAURICIO JAIMES QUINTERO
- Calibración de redes de distribución de agua potable bajo un ambiente de fugas. Autor: SALDARRIAGA, J.G y SALAS, D. E.
- Análisis del comportamiento hidráulico de la red de abastecimiento de la ciudad de Córdoba mediante EPANET. Autor: RAFAEL PÉREZ ARELLANO.
- Algoritmos de optimización combinatoria aplicados al diseño de redes de distribución de agua potable en la red de Hanói, Colombia. Autor: VILLALBA G., y SALDARRIAGA J.
- Diseño óptimo de una red de agua potable utilizando algoritmos genéticos multiobjetivo; caso asentamiento humano pampa alta del distrito de ITE-TACNA. Autor: PINO VARGAS EDWIN, CHURA MAMANI ALONSO.
- Análisis y Simulación de Redes de Distribución de Agua para casos de Emergencias Aplicación de Programa de Cómputo. Autor: ING. YURI MARCO SÁNCHEZ MERLO.
- Diseño de la red de distribución de agua potable para la aldea YOLWITZ del municipio de san mateo IXTATAN, HUEHUETENANGO. Autor: BILLY ROGER MARTÍNEZ MARTÍNEZ.
- Esqueletizacion en redes de distribución utilizando conceptos de residencia y potencia unitaria en los municipios del valle verde de Cauca departamento de Colombia. Autor: J.G. SALDARRIAGA, L. NIETO, S. OCHOA, R. CORDOVA y S. GARCIA.

ANEXOS

8.1 ANEXO N° 01- PANEL FOTOGRAFICO

8.1.1 RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN OPERACIONAL

IMAGEN N°01

Verificación de la información de la topología existente de las redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia con los ingenieros encargados de la EPS.

IMAGEN N°02

Verificación tuberías existentes y tuberías cambiadas de asbesto cemento por tubería HDPE y PVC.

IMAGEN N°03

IMAGEN N°04

Cambio de tubería en el barrio de challwa.

IMAGEN N°05

Hidrante fuera de servicio utilizado como punto de purga de la red de agua potable

IMAGEN N°06

Verificación tuberías existentes y tuberías cambiadas de asbesto cemento por tubería HDPE y PVC.

IMAGEN N°07

Verificación de la ubicación de válvulas de control en las redes.

IMAGEN N°08

Verificación e identificación de válvulas de control con cierre parcial (3-6vueltas) y cerrados

IMAGEN N°09

Verificación de la ubicación de hidrantes existentes.

IMAGEN N°10

Cambio de hidrante contra incendio en la esquina del mercado central.

IMAGEN N°11

Ubicación de hidrante nuevo instalado en el barrio de challwa

8.1.2 ACTUALIZACION TOPOLOGICA

IMAGEN N°12

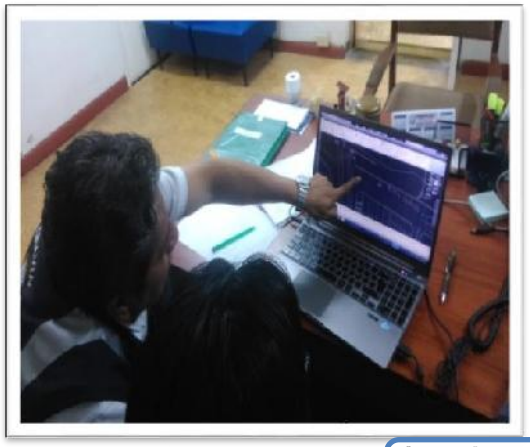


IMAGEN N°13

Actualización de la topología (redes de agua potable de las ciudades de Huaraz e Independencia.)

IMAGEN N°14

IMAGEN N°15

Identificación del área de cobertura de los reservorios y ubicación de las válvulas cerradas y abiertas con los ingenieros responsables de la EPS-CHAVIN.)

IMAGEN N°16

8.2 ANEXO N°02 - RELACIÓN DE CUADROS

8.2.1 CUADRO N° 01 RUTAS DE CONSUMO DE AGUA CIUDAD DE HUARAZ

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
01	RUTA 1-10-10	COMERCIAL	185.00
		DOMESTICO	307.00
		ESTATAL	4.00
		INDUSTRIAL	3.00
02	RUTA 1-10-20	COMERCIAL	69.00
		DOMESTICO	393.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	2.00
03	RUTA 1-10-30	COMERCIAL	38.00
		DOMESTICO	438.00
		ESTATAL	2.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	2.00
04	RUTA 1-10-40	COMERCIAL	63.00
		DOMESTICO	438.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
05	RUTA 1-10-50	COMERCIAL	60.00
		DOMESTICO	539.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	5.00
		SOCIAL	0.00
06	RUTA 1-10-60	COMERCIAL	45.00
		DOMESTICO	846.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	2.00
07	RUTA 1-20-10	COMERCIAL	68.00
		DOMESTICO	790.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
08	RUTA 1-20-20	COMERCIAL	391.00
		DOMESTICO	464.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
09	RUTA 1-20-30	COMERCIAL	176.00
		DOMESTICO	335.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	3.00
10	RUTA 1-20-40	COMERCIAL	220.00
		DOMESTICO	298.00
		ESTATAL	3.00
		INDUSTRIAL	4.00
		SOCIAL	0.00
10	RUTA 1-20-50	COMERCIAL	296.00
		DOMESTICO	256.00
		ESTATAL	5.00
		INDUSTRIAL	5.00
		SOCIAL	0.00
12	RUTA 1-30-10	COMERCIAL	43.00
		DOMESTICO	928.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
13	RUTA 1-30-20	COMERCIAL	30.00
		DOMESTICO	472.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	0.00
14	RUTA 1-30-30	COMERCIAL	30.00
		DOMESTICO	493.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	1.00
		SOCIAL	2.00
15	RUTA 1-30-40	COMERCIAL	20.00
		DOMESTICO	782.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
16	RUTA 1-30-50	COMERCIAL	50.00
		DOMESTICO	760.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	1.00
17	RUTA 1-30-60	COMERCIAL	32.00
		DOMESTICO	941.00
		ESTATAL	0.00

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	5.00
18	RUTA 1-40-10	COMERCIAL	121.00
		DOMESTICO	489.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	7.00
		SOCIAL	1.00
19	RUTA 1-40-20	COMERCIAL	208.00
		DOMESTICO	845.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
20	RUTA 1-40-30	COMERCIAL	220.00
		DOMESTICO	390.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
21	RUTA 1-60-10	COMERCIAL	6.00
		DOMESTICO	149.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	2.00
22	RUTA 1-70-10	COMERCIAL	12.00
		DOMESTICO	506.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	0.00
23	RUTA 1-70-40	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	108.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
24	RUTA 1-90-10	COMERCIAL	41.00
		DOMESTICO	41.00
		ESTATAL	76.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	3.00
25	RUTA 2-50-10	COMERCIAL	73.00
		DOMESTICO	1012.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	8.00

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
		SOCIAL	2.00
26	RUTA 2-50-20	COMERCIAL	230.00
		DOMESTICO	1266.00
		ESTATAL	2.00
		INDUSTRIAL	12.00
		SOCIAL	6.00
27	RUTA 2-50-30	COMERCIAL	191.00
		DOMESTICO	1184.00
		ESTATAL	1.00
		INDUSTRIAL	7.00
		SOCIAL	1.00
28	RUTA 2-50-40	COMERCIAL	58.00
		DOMESTICO	762.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	1.00
29	RUTA 2-50-50	COMERCIAL	39.00
		DOMESTICO	616.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	2.00
30	RUTA 2-60-10	COMERCIAL	18.00
		DOMESTICO	325.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	2.00
		SOCIAL	1.00
31	RUTA 2-60-20	COMERCIAL	22.00
		DOMESTICO	455.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	4.00
		SOCIAL	0.00
32	RUTA 2-60-30	COMERCIAL	14.00
		DOMESTICO	746.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	1.00
33	RUTA 2-60-40	COMERCIAL	25.00
		DOMESTICO	380.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	3.00
		SOCIAL	0.00
33	RUTA 2-60-50	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	151.00

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
34	RUTA 2-70-10	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	37.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	1.00
35	RUTA 2-70-20	COMERCIAL	0.00
		DOMESTICO	10.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
36	RUTA SHAURAMA	COMERCIAL	521.00
		DOMESTICO	0.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00
37	RUTA JUAN VELASCO, 7 DE MARZO	COMERCIAL	500.00
		DOMESTICO	0.00
		ESTATAL	0.00
		INDUSTRIAL	0.00
		SOCIAL	0.00

TOTAL DE CONEXIONES **23302.0 Conex.**

8.2.2 CUADRO N° 02 DOTACIÓN PER-CÁPITA

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS	DOTACION	PARCIAL
01	RUTA 1-10-10	COMERCIAL	185.00	30.00	2.14
		DOMESTICO	307.00	20.00	2.37
		ESTATAL	4.00	45.00	0.07
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
02	RUTA 1-10-20	COMERCIAL	69.00	30.00	0.80
		DOMESTICO	393.00	20.00	3.03
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
03	RUTA 1-10-30	COMERCIAL	38.00	30.00	0.44
		DOMESTICO	438.00	20.00	3.38
		ESTATAL	2.00	45.00	0.03
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
04	RUTA 1-10-40	COMERCIAL	63.00	30.00	0.73
		DOMESTICO	438.00	20.00	3.38
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
05	RUTA 1-10-50	COMERCIAL	60.00	30.00	0.69
		DOMESTICO	539.00	20.00	4.16
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	5.00	50.00	0.10
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
06	RUTA 1-10-60	COMERCIAL	45.00	30.00	0.52
		DOMESTICO	846.00	20.00	6.53
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
07	RUTA 1-20-10	COMERCIAL	68.00	30.00	0.79
		DOMESTICO	790.00	20.00	6.10
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
08	RUTA 1-20-20	COMERCIAL	391.00	30.00	4.53
		DOMESTICO	464.00	20.00	3.58
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
09	RUTA 1-20-30	COMERCIAL	176.00	30.00	2.04
		DOMESTICO	335.00	20.00	2.58

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS	DOTACION	PARCIAL
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	3.00	20.00	0.02
10	RUTA 1-20-40	COMERCIAL	220.00	30.00	2.55
		DOMESTICO	298.00	20.00	2.30
		ESTATAL	3.00	45.00	0.05
		INDUSTRIAL	4.00	50.00	0.08
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
10	RUTA 1-20-50	COMERCIAL	296.00	30.00	3.43
		DOMESTICO	256.00	20.00	1.98
		ESTATAL	5.00	45.00	0.09
		INDUSTRIAL	5.00	50.00	0.10
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
12	RUTA 1-30-10	COMERCIAL	43.00	30.00	0.50
		DOMESTICO	928.00	20.00	7.16
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
13	RUTA 1-30-20	COMERCIAL	30.00	30.00	0.35
		DOMESTICO	472.00	20.00	3.64
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
14	RUTA 1-30-30	COMERCIAL	30.00	30.00	0.35
		DOMESTICO	493.00	20.00	3.80
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	1.00	50.00	0.02
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
15	RUTA 1-30-40	COMERCIAL	20.00	30.00	0.23
		DOMESTICO	782.00	20.00	6.03
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
16	RUTA 1-30-50	COMERCIAL	50.00	30.00	0.58
		DOMESTICO	760.00	20.00	5.86
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
17	RUTA 1-30-60	COMERCIAL	32.00	30.00	0.37
		DOMESTICO	941.00	20.00	7.26
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	5.00	20.00	0.04

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS	DOTACION	PARCIAL
18	RUTA 1-40-10	COMERCIAL	121.00	30.00	1.40
		DOMESTICO	489.00	20.00	3.77
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	7.00	50.00	0.14
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
19	RUTA 1-40-20	COMERCIAL	208.00	30.00	2.41
		DOMESTICO	845.00	20.00	6.52
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
20	RUTA 1-40-30	COMERCIAL	220.00	30.00	2.55
		DOMESTICO	390.00	20.00	3.01
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
21	RUTA 1-60-10	COMERCIAL	6.00	30.00	0.07
		DOMESTICO	149.00	20.00	1.15
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
22	RUTA 1-70-10	COMERCIAL	12.00	30.00	0.14
		DOMESTICO	506.00	20.00	3.90
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
23	RUTA 1-70-40	COMERCIAL	0.00	30.00	0.00
		DOMESTICO	108.00	20.00	0.83
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
24	RUTA 1-90-10	COMERCIAL	41.00	30.00	0.47
		DOMESTICO	41.00	20.00	0.32
		ESTATAL	76.00	45.00	1.32
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	3.00	20.00	0.02
25	RUTA 2-50-10	COMERCIAL	73.00	30.00	0.84
		DOMESTICO	1012.00	20.00	7.81
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	8.00	50.00	0.15
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
26	RUTA 2-50-20	COMERCIAL	230.00	30.00	2.66
		DOMESTICO	1266.00	20.00	9.77
		ESTATAL	2.00	45.00	0.03

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS	DOTACION	PARCIAL
		INDUSTRIAL	12.00	50.00	0.23
		SOCIAL	6.00	20.00	0.05
27	RUTA 2-50-30	COMERCIAL	191.00	30.00	2.21
		DOMESTICO	1184.00	20.00	9.14
		ESTATAL	1.00	45.00	0.02
		INDUSTRIAL	7.00	50.00	0.14
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
28	RUTA 2-50-40	COMERCIAL	58.00	30.00	0.67
		DOMESTICO	762.00	20.00	5.88
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
29	RUTA 2-50-50	COMERCIAL	39.00	30.00	0.45
		DOMESTICO	616.00	20.00	4.75
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	2.00	20.00	0.02
30	RUTA 2-60-10	COMERCIAL	18.00	30.00	0.21
		DOMESTICO	325.00	20.00	2.51
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	2.00	50.00	0.04
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
31	RUTA 2-60-20	COMERCIAL	22.00	30.00	0.25
		DOMESTICO	455.00	20.00	3.51
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	4.00	50.00	0.08
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
32	RUTA 2-60-30	COMERCIAL	14.00	30.00	0.16
		DOMESTICO	746.00	20.00	5.76
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
33	RUTA 2-60-40	COMERCIAL	25.00	30.00	0.29
		DOMESTICO	380.00	20.00	2.93
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	3.00	50.00	0.06
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
33	RUTA 2-60-50	COMERCIAL	0.00	30.00	0.00
		DOMESTICO	151.00	20.00	1.17
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
34	RUTA 2-70-10	COMERCIAL	0.00	30.00	0.00

ID	DESCRIPCION	CATEGORIA	USUARIOS	DOTACION	PARCIAL
		DOMESTICO	37.00	20.00	0.29
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	1.00	20.00	0.01
35	RUTA 2-70-20	COMERCIAL	0.00	30.00	
		DOMESTICO	10.00	20.00	0.08
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
36	RUTA SHAURAMA	COMERCIAL	521.00	30.00	6.03
		DOMESTICO	0.00	20.00	0.00
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00
37	RUTA JUAN VELASCO, 7 DE MARZO	COMERCIAL	500.00	30.00	5.79
		DOMESTICO	0.00	20.00	0.00
		ESTATAL	0.00	45.00	0.00
		INDUSTRIAL	0.00	50.00	0.00
		SOCIAL	0.00	20.00	0.00

DOTACION PERCAPITA	**197.72**	**Lt/Hab*dia**
COEFICIENTE DE PERDIDAS	25.00%	
DOTACION REAL	**263.63**	**Lt/Hab*dia**

8.2.3 CUADRO N°03 VARIACIONES DE CAUDAL RESERVORIOS CIUDAD DE HUARAZ

TIEMPO (Hrs)	CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO	R PEDREGAL	R BATAN	R BARRIO EMPRENDERO I	R BARRIO EMPRENDERO II	R BARRIO EMPRENDERO III	R BARRIO EMPRENDERO IV	R YARCASH	R OLIVOS	R VISTA ALEGRE	R NUEVA FLORIDA	R SHANCAYAN	R INDEPENDENCIA	R ACOVICHAY
0	102.46	42.64	330.91	8.28	9.48	3.87	12.22	192.6	29.93	2.49	76.85	116.41	185.2	54.83
1	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
2	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
3	101.85	29.01	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
4	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
5	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
6	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
7	101.85	29.01	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
8	101.85	29	346.23	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.84
9	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
10	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.84
11	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
12	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.84
13	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
14	101.85	29.01	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.63	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
15	101.85	29	346.22	8.28	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
16	101.85	29.01	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.62	116.4	185.2	54.83
17	101.85	29	346.22	8.27	23.62	3.87	6.46	0	2.64	2.49	286.61	116.4	185.2	54.83
18	101.85	29	345.46	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.29	116.4	185.2	54.84
19	101.85	29.01	345.47	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.3	116.4	185.2	54.83
20	101.85	29.01	345.41	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.4	185.2	54.84
21	101.85	29	345.4	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.42	185.2	54.83
22	101.85	29	345.42	8.28	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.42	185.2	54.83
23	101.85	29	345.45	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.29	116.42	185.2	54.83
24	101.85	29	345.4	8.27	23.62	3.87	6.46	0	0	2.49	286.27	116.43	185.2	54.83

8.2.4 CUADRO N°04 VARIACIONES DE PRESIONES RESERVORIOS-CIUDAD DE HUARAZ

TIEMPO (Hrs)	CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO (m)	R PEDREGAL (m)	R BATAN (m)	R. BARRIO EMPRENDEDOR I (m)	R. BARRIO EMPRENDEDOR II (m)	R. BARRIO EMPRENDEDOR III (m)	R. BARRIO EMPRENDEDOR IV (m)	R YARCASH (m)	R OLIVOS (m)	R VISTA ALEGRE (m)	R NUEVA FLORIDA (m)	R SHANCAYAN (m)	R INDEPENDENCIA (m)	R ACOVICHAY (m)
0	3189.72	3175.36	3122.31	3138.39	3150	3144.93	3150	3089.29	3114.79	3126.94	3185.07	3197.18	3106.82	3166.73
1	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.7	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
2	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.61	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
3	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.52	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
4	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.43	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
5	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.34	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
6	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.24	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
7	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.15	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
8	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3114.06	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
9	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.97	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
10	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.88	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
11	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.79	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
12	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.7	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
13	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.6	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
14	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.51	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
15	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.42	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
16	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.33	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
17	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.24	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
18	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
19	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
20	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
21	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
22	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
23	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	3167.03
24	3190.02	3175.66	3122.61	3138.69	3150.3	3145.23	3150.3	3089.59	3113.18	3127.24	3185.37	3197.48	3107.12	**3167**.03

8.2.5 CUADRO N°05 VARIACIONES DE VOLÚMENES RESERVORIOS-CIUDAD DE HUARAZ

TIEMPO (Hrs)	CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO (m3)	R PEDREGAL (m3)	R BATAN (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR I (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR II (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR III (m3)	R. BARRIO EMPRENDEDOR IV (m3)	R YARCASH (m3)	R OLIVOS (m3)	R VISTA ALEGRE (m3)	R NUEVA FLORIDA (m3)	R SHANCAYAN (m3)	R INDEPENDENCIA (m3)	R ACOVICHAY (m3)
0	23.35	290.28	1881.32	12.4	12.4	12.4	12.4	344.04	167.22	16.36	1410.03	207.73	425.85	34.29
1	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	157.97	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
2	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	148.48	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
3	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	138.96	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
4	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	129.47	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
5	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	119.98	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
6	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	110.48	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
7	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	101.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
8	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	91.53	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
9	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	82.04	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
10	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	72.55	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
11	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	63.09	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
12	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	53.6	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
13	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	44.11	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
14	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	34.61	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
15	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	25.12	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
16	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	15.66	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
17	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	6.17	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
18	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
19	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
20	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
21	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
22	25.54	322.51	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48
23	25.54	322.54	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.9	457.01	36.48
24	25.54	322.48	1980.36	14.59	14.59	14.59	14.59	376.3	0.02	19.24	1500.04	238.87	456.98	36.48

8.2.6 CUADRO N°06 VARIACIONES COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA-RESERVORIO BATAN JULIO 2016

Tiempo	Consumo (lt/s)	Consumo Maximo (lt/s)	Consumo Medio (lt/s)	Consumo Minimo (lt/s)	Factor de Consumo Horario	Factores de Consumo Horario
00:00:15	77.68	132.28	102.37	64.90	2.04	1.20
00:30:15	73.89	132.28	102.37	64.90	2.04	1.14
01:00:15	78.45	132.28	102.37	64.90	2.04	1.21
01:30:15	77.42	132.28	102.37	64.90	2.04	1.19
02:00:15	75.81	132.28	102.37	64.90	2.04	1.17
02:30:15	83.76	132.28	102.37	64.90	2.04	1.29
03:00:15	79.29	132.28	102.37	64.90	2.04	1.22
03:30:15	64.90	132.28	102.37	64.90	2.04	1.00
04:00:15	78.31	132.28	102.37	64.90	2.04	1.21
04:30:15	77.16	132.28	102.37	64.90	2.04	1.19
05:00:15	79.34	132.28	102.37	64.90	2.04	1.22
05:30:15	83.86	132.28	102.37	64.90	2.04	1.29
06:00:15	79.72	132.28	102.37	64.90	2.04	1.23
06:30:15	85.58	132.28	102.37	64.90	2.04	1.32
07:00:15	100.13	132.28	102.37	64.90	2.04	1.54
07:30:15	102.59	132.28	102.37	64.90	2.04	1.58
08:00:15	110.65	132.28	102.37	64.90	2.04	1.70
08:30:15	119.67	132.28	102.37	64.90	2.04	1.84
09:00:15	121.26	132.28	102.37	64.90	2.04	1.87
09:30:15	118.78	132.28	102.37	64.90	2.04	1.83
10:00:15	122.22	132.28	102.37	64.90	2.04	1.88
10:30:15	121.30	132.28	102.37	64.90	2.04	1.87
11:00:15	119.90	132.28	102.37	64.90	2.04	1.85
11:30:15	118.78	132.28	102.37	64.90	2.04	1.83
12:00:15	119.17	132.28	102.37	64.90	2.04	1.84
12:30:15	120.42	132.28	102.37	64.90	2.04	1.86
13:00:15	122.29	132.28	102.37	64.90	2.04	1.88
13:30:15	125.99	132.28	102.37	64.90	2.04	1.94
14:00:15	124.01	132.28	102.37	64.90	2.04	1.91
14:30:15	127.76	132.28	102.37	64.90	2.04	1.97
15:00:15	132.28	132.28	102.37	64.90	2.04	2.04
15:30:15	126.49	132.28	102.37	64.90	2.04	1.95
16:00:15	120.35	132.28	102.37	64.90	2.04	1.85
16:30:15	118.75	132.28	102.37	64.90	2.04	1.83
17:00:15	117.75	132.28	102.37	64.90	2.04	1.81
17:30:15	116.89	132.28	102.37	64.90	2.04	1.80
18:00:15	114.96	132.28	102.37	64.90	2.04	1.77
18:30:15	115.02	132.28	102.37	64.90	2.04	1.77
19:00:15	114.01	132.28	102.37	64.90	2.04	1.76
19:30:15	108.91	132.28	102.37	64.90	2.04	1.68
20:00:15	109.90	132.28	102.37	64.90	2.04	1.69
20:30:15	101.05	132.28	102.37	64.90	2.04	1.56
21:00:15	98.46	132.28	102.37	64.90	2.04	1.52
21:30:15	97.56	132.28	102.37	64.90	2.04	1.50
22:00:15	93.34	132.28	102.37	64.90	2.04	1.44
22:30:15	96.22	132.28	102.37	64.90	2.04	1.48
23:00:15	84.76	132.28	102.37	64.90	2.04	1.31
23:30:15	81.88	132.28	102.37	64.90	2.04	1.26
00:00:15	77.68	132.28	102.37	64.90	2.04	1.20

8.2.7 CUADRO N°06 VARIACIONES COEFICIENTE DE VARIACIÓN HORARIA-RESERVORIO NUEVA FLORIDA MAYO 2017

Tiempo	Consumo (Lt)	Consumo Maximo Horario (lt/s)	Consumo Medio del dia de Maximo Consumo (lt/s)	Consumo Medio (lt/s)	Nivel (m)	Volumen Reservorio (m3)	Factor de Consumo Horario	Factores de Consumo Horario
00:00:15	131.36	174.72	150.38	93.72	4.47	1243.15	1.86	1.40
00:30:15	133.75	174.72	150.38	93.72	4.67	1303.43	1.86	1.43
01:00:15	135.55	174.72	150.38	93.72	4.85	1356.81	1.86	1.45
01:30:15	138.44	174.72	150.38	93.72	5.01	1407.53	1.86	1.48
02:00:15	141.54	174.72	150.38	93.72	5.16	1450.9	1.86	1.51
02:30:15	143.19	174.72	150.38	93.72	5.3	1490.05	1.86	1.53
03:00:15	146.03	174.72	150.38	93.72	5.42	1532.09	1.86	1.56
03:30:15	145.44	174.72	150.38	93.72	5.53	1567.02	1.86	1.55
04:00:15	148.28	174.72	150.38	93.72	5.64	1596.6	1.86	1.58
04:30:15	147.51	174.72	150.38	93.72	5.69	1612.17	1.86	1.57
05:00:15	140.84	174.72	150.38	93.72	5.19	1461.36	1.86	1.50
05:30:15	139.5	174.72	150.38	93.72	5.08	1426.88	1.86	1.49
06:00:15	160.23	174.72	150.38	93.72	5.13	1441.34	1.86	1.71
06:30:15	161.74	174.72	150.38	93.72	5.16	1448.9	1.86	1.73
07:00:15	160.45	174.72	150.38	93.72	5.18	1457.13	1.86	1.71
07:30:15	160.52	174.72	150.38	93.72	5.2	1460.25	1.86	1.71
08:00:15	159.57	174.72	150.38	93.72	5.22	1465.36	1.86	1.70
08:30:15	162.13	174.72	150.38	93.72	5.23	1469.37	1.86	1.73
09:00:15	161.68	174.72	150.38	93.72	5.24	1475.59	1.86	1.73
09:30:15	162.28	174.72	150.38	93.72	5.25	1477.6	1.86	1.73
10:00:15	162.75	174.72	150.38	93.72	5.26	1481.6	1.86	1.74
10:30:15	159.75	174.72	150.38	93.72	5.11	1434.89	1.86	1.70
11:00:15	153.32	174.72	150.38	93.72	4.75	1327.01	1.86	1.64
11:30:15	153.55	174.72	150.38	93.72	4.79	1344.13	1.86	1.64
12:00:15	156.3	174.72	150.38	93.72	4.84	1357.03	1.86	1.67
12:30:15	154.4	174.72	150.38	93.72	4.89	1371.05	1.86	1.65
13:00:15	155.52	174.72	150.38	93.72	4.88	1364.6	1.86	1.66
13:30:15	165.5	174.72	150.38	93.72	4.33	1194.65	1.86	1.77
14:00:15	165.55	174.72	150.38	93.72	4.25	1175.75	1.86	1.77
14:30:15	164.59	174.72	150.38	93.72	4.24	1175.52	1.86	1.76
15:00:15	163.17	174.72	150.38	93.72	4.23	1167.96	1.86	1.74
15:30:15	163.57	174.72	150.38	93.72	4.23	1166.63	1.86	1.75
16:00:15	163.56	174.72	150.38	93.72	4.22	1163.51	1.86	1.75
16:30:15	173.77	174.72	150.38	93.72	4.17	1149.5	1.86	1.85
17:00:15	171.37	174.72	150.38	93.72	4.12	1132.15	1.86	1.83
17:30:15	174.72	174.72	150.38	93.72	4.08	1122.36	1.86	1.86
18:00:15	171.68	174.72	150.38	93.72	3.94	1081.21	1.86	1.83
18:30:15	160.22	174.72	150.38	93.72	3.45	929.73	1.86	1.71
19:00:15	155.04	174.72	150.38	93.72	3.38	909.49	1.86	1.65
19:30:15	158.45	174.72	150.38	93.72	3.42	922.17	1.86	1.69
20:00:15	158.24	174.72	150.38	93.72	3.46	929.95	1.86	1.69
20:30:15	146.75	174.72	150.38	93.72	3	797.15	1.86	1.57
21:00:15	134.75	174.72	150.38	93.72	2.62	679.48	1.86	1.44
21:30:15	131.67	174.72	150.38	93.72	2.54	653.46	1.86	1.40
22:00:15	138	174.72	150.38	93.72	2.71	704.84	1.86	1.47
22:30:15	93.72	174.72	150.38	93.72	3	797.15	1.86	1.00
23:00:15	100.55	174.72	150.38	93.72	3.42	920.61	1.86	1.07
23:30:15	106.83	174.72	150.38	93.72	3.78	1031.16	1.86	1.14
00:00:15	131.36	174.72	150.38	93.72	4.11	1132.15	1.86	1.40

8.2.8 CUADRO N°07 DATOS DE PRESIONES-CALIBRACIÓN

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-2214	14.00	223293.79	8944735.15	3159.96	3173.96
Calibración redes Huaraz	J-592	19.00	223313.02	8944854.26	3153.49	3172.49
Calibración redes Huaraz	J-1195	26.00	223202.40	8944754.22	3151.43	3177.43
Calibración redes Huaraz	J-1148	29.00	223092.92	8944782.85	3138.22	3167.22
Calibración redes Huaraz	J-1983	42.00	223034.96	8944787.38	3132.36	3174.36
Calibración redes Huaraz	J-1142	47.00	222984.11	8944780.95	3126.84	3173.84
Calibración redes Huaraz	J-992	59.00	222866.12	8944840.56	3113.29	3172.29
Calibración redes Huaraz	J-582	41.00	223091.09	8944848.93	3134.95	3175.95
Calibración redes Huaraz	J-594	45.00	223032.84	8944847.02	3129.57	3174.57
Calibración redes Huaraz	J-620	48.00	222978.95	8944845.00	3124.46	3172.46
Calibración redes Huaraz	J-823	60.00	222868.80	8944920.68	3110.05	3170.05
Calibración redes Huaraz	J-935	59.00	222872.68	8944951.41	3109.78	3168.78
Calibración redes Huaraz	J-771	57.00	222975.77	8944964.27	3118.53	3175.53
Calibración redes Huaraz	J-1126	62.00	222912.65	8945057.25	3108.69	3170.69
Calibración redes Huaraz	J-1152	62.00	222968.83	8945130.85	3109.42	3171.42
Calibración redes Huaraz	J-579	59.00	222973.00	8945059.76	3113.43	3172.43
Calibración redes Huaraz	J-519	47.00	223029.58	8944957.26	3123.74	3170.74
Calibración redes Huaraz	J-594	36.00	223032.84	8944847.02	3129.57	3165.57
Calibración redes Huaraz	J-582	34.00	223091.09	8944848.93	3134.95	3168.95
Calibración redes Huaraz	J-540	48.00	223083.57	8945063.76	3122.21	3170.21

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-966	25.00	223309.15	8944965.88	3146.27	3171.27
Calibración redes Huaraz	J-474	65.00	222981.93	8945159.65	3108.84	3173.84
Calibración redes Huaraz	J-2328	28.00	223298.46	8945070.96	3141.10	3169.10
Calibración redes Huaraz	J-1216	43.00	223301.97	8945182.86	3132.99	3175.99
Calibración redes Huaraz	J-2162	48.00	223635.80	8945313.12	3137.50	3185.50
Calibración redes Huaraz	J-2006	32.00	223521.61	8945088.30	3156.78	3188.78
Calibración redes Huaraz	J-1131	35.00	223531.74	8945188.37	3148.08	3183.08
Calibración redes Huaraz	J-1633	45.00	223528.99	8945300.60	3137.15	3182.15
Calibración redes Huaraz	J-2110	43.00	223610.08	8945421.36	3127.45	3170.45
Calibración redes Huaraz	J-2160	45.00	223491.58	8945417.47	3124.44	3169.44
Calibración redes Huaraz	J-385	42.50	223411.76	8945299.93	3131.83	3174.33
Calibración redes Huaraz	J-2330	61.00	222998.04	8945178.78	3108.89	3169.89
Calibración redes Huaraz	J-1033	59.00	223071.52	8945287.75	3108.55	3167.55
Calibración redes Huaraz	J-683	62.00	223074.71	8945282.45	3109.11	3171.11
Calibración redes Huaraz	J-2329	56.00	223076.32	8945180.92	3115.23	3171.23
Calibración redes Huaraz	J-212	61.00	223136.24	8945372.20	3108.61	3169.61
Calibración redes Huaraz	J-263	63.00	223073.99	8945347.67	3105.58	3168.58
Calibración redes Huaraz	J-2022	79.00	222907.05	8945366.33	3089.92	3168.92
Calibración redes Huaraz	J-2073	81.00	222930.49	8945407.06	3090.28	3171.28
Calibración redes Huaraz	J-345	65.00	223209.02	8945421.77	3109.00	3174.00
Calibración redes Huaraz	J-203	75.00	223174.68	8945552.05	3095.89	3170.89

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-1359	83.00	223131.17	8945614.17	3088.95	3171.95
Calibración redes Huaraz	J-739	78.00	223127.23	8945619.11	3088.63	3166.63
Calibración redes Huaraz	J-2155	78.00	223187.64	8945633.54	3090.73	3168.73
Calibración redes Huaraz	J-2203	20.00	223287.47	8945584.94	3100.30	3120.30
Calibración redes Huaraz	J-1245	24.00	223241.07	8945855.58	3088.22	3112.22
Calibración redes Huaraz	J-857	20.00	223404.49	8945802.91	3095.02	3115.02
Calibración redes Huaraz	J-2239	74.50	223436.19	8945708.62	3098.29	3172.79
Calibración redes Huaraz	J-463	74.50	223447.16	8945706.24	3098.82	3173.32
Calibración redes Huaraz	J-2283	67.00	223555.40	8945696.69	3104.04	3171.04
Calibración redes Huaraz	J-1528	55.00	223637.74	8945564.84	3115.95	3170.95
Calibración redes Huaraz	J-2225	67.50	223600.14	8945691.90	3107.09	3174.59
Calibración redes Huaraz	J-2101	60.00	223755.19	8945736.49	3115.75	3175.75
Calibración redes Huaraz	J-2189	55.00	223852.95	8945749.92	3117.55	3172.55
Calibración redes Huaraz	J-1576	58.00	224034.70	8945977.42	3119.82	3177.82
Calibración redes Huaraz	J-2254	64.00	223552.11	8945805.06	3103.53	3167.53
Calibración redes Huaraz	J-1914	60.00	223939.71	8945860.33	3118.59	3178.59
Calibración redes Huaraz	J-1208	58.00	222854.83	8944819.01	3112.35	3170.35
Calibración redes Huaraz	J-1813	64.50	222817.60	8944772.56	3109.08	3173.58
Calibración redes Huaraz	J-1155	54.00	222879.12	8944734.21	3115.18	3169.18
Calibración redes Huaraz	J-1727	68.00	222748.65	8944759.33	3101.45	3169.45
Calibración redes Huaraz	J-823	58.00	222868.80	8944920.68	3110.05	3168.05

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-441	74.00	222769.85	8944937.23	3099.51	3173.51
Calibración redes Huaraz	J-706	62.00	222892.32	8945035.41	3108.03	3170.03
Calibración redes Huaraz	J-881	26.00	222607.20	8944849.72	3085.03	3111.03
Calibración redes Huaraz	J-1044	42.00	222488.52	8944867.69	3072.64	3114.64
Calibración redes Huaraz	J-977	45.00	222380.34	8944749.45	3063.59	3108.59
Calibración redes Huaraz	J-930	46.00	222401.43	8944788.86	3065.68	3111.68
Calibración redes Huaraz	J-138	42.00	222419.66	8944860.19	3065.65	3107.65
Calibración redes Huaraz	J-269	58.00	222289.92	8944717.02	3051.53	3109.53
Calibración redes Huaraz	J-321	65.00	222217.47	8944727.84	3039.50	3104.50
Calibración redes Huaraz	J-1213	72.00	222184.80	8944743.68	3037.52	3109.52
Calibración redes Huaraz	J-1565	68.00	222159.54	8944892.41	3036.03	3104.03
Calibración redes Huaraz	J-1588	74.00	222191.56	8945056.22	3040.78	3114.78
Calibración redes Huaraz	J-2190	55.00	222286.54	8944959.12	3053.95	3108.95
Calibración redes Huaraz	J-2276	60.00	222275.36	8945063.07	3050.57	3110.57
Calibración redes Huaraz	J-2331	53.00	222355.09	8945023.20	3059.37	3112.37
Calibración redes Huaraz	J-2298	53.00	222395.28	8945052.39	3062.77	3115.77
Calibración redes Huaraz	J-2299	48.00	222372.62	8945094.75	3060.04	3108.04
Calibración redes Huaraz	J-1714	67.00	222268.44	8945137.57	3049.60	3116.60
Calibración redes Huaraz	J-1728	65.00	222295.22	8945181.69	3050.10	3115.10
Calibración redes Huaraz	J-1910	50.00	222376.35	8945177.93	3060.44	3110.44
Calibración redes Huaraz	J-1643	48.00	222403.98	8945220.54	3060.16	3108.16

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-2098	45.00	222418.74	8945135.40	3063.51	3108.51
Calibración redes Huaraz	J-1122	51.00	222459.42	8945218.17	3063.91	3114.91
Calibración redes Huaraz	J-951	51.00	222452.77	8945124.80	3066.43	3117.43
Calibración redes Huaraz	J-1135	47.00	222467.05	8945092.37	3068.03	3115.03
Calibración redes Huaraz	J-2316	57.00	222422.34	8945313.05	3057.93	3114.93
Calibración redes Huaraz	J-4	52.00	222483.23	8945311.89	3062.52	3114.52
Calibración redes Huaraz	J-1878	51.00	222533.42	8945304.77	3065.78	3116.78
Calibración redes Huaraz	J-1877	48.00	222531.74	8945258.62	3067.33	3115.33
Calibración redes Huaraz	J-2338	39.00	222517.14	8945144.85	3071.58	3110.58
Calibración redes Huaraz	J-1129	36.00	222624.54	8945072.69	3082.33	3118.33
Calibración redes Huaraz	J-1132	37.00	222642.01	8945193.96	3078.98	3115.98
Calibración redes Huaraz	J-1477	83.00	222689.11	8945137.15	3085.73	3168.73
Calibración redes Huaraz	J-441	67.00	222769.85	8944937.23	3099.51	3166.51
Calibración redes Huaraz	J-271	29.00	222726.72	8945300.36	3081.69	3110.69
Calibración redes Huaraz	J-186	38.00	222679.70	8945446.43	3075.53	3113.53
Calibración redes Huaraz	J-1168	32.00	222,759.73	8945479.93	3079.99	3111.99
Calibración redes Huaraz	J-168	37.00	222684.90	8945563.62	3074.24	3111.24
Calibración redes Huaraz	J-747	36.00	222692.46	8945638.07	3072.38	3108.38
Calibración redes Huaraz	J-923	48.00	222564.43	8945627.24	3067.74	3115.74
Calibración redes Huaraz	J-2234	22.00	222516.46	8945703.23	3064.71	3086.71
Calibración redes Huaraz	J-1159	45.00	222549.13	8945791.03	3063.79	3108.79

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-368	24.00	222364.24	8945771.76	3058.92	3082.92
Calibración redes Huaraz	J-61	27.50	222272.94	8945738.08	3055.93	3083.43
Calibración redes Huaraz	J-397	24.00	222335.80	8945527.76	3055.65	3079.65
Calibración redes Huaraz	J-433	29.00	222358.10	8945435.64	3053.80	3082.80
Calibración redes Huaraz	J-729	23.00	222433.66	8945331.45	3058.74	3081.74
Calibración redes Huaraz	J-54	21.00	222424.13	8945577.46	3062.49	3083.49
Calibración redes Huaraz	J-1178	20.00	222503.48	8945567.70	3065.80	3085.80
Calibración redes Huaraz	J-923	44.00	222564.43	8945627.24	3067.74	3111.74
Calibración redes Huaraz	J-2340	32.00	222274.98	8945336.26	3045.76	3077.76
Calibración redes Huaraz	J-1649	81.00	222142.93	8945364.47	3033.44	3114.44
Calibración redes Huaraz	J-2213	30.00	222210.99	8945333.75	3040.48	3070.48
Calibración redes Huaraz	J-1732	36.00	222165.69	8945547.33	3041.31	3077.31
Calibración redes Huaraz	J-827	19.00	222180.63	8945714.60	3052.00	3071.00
Calibración redes Huaraz	J-1871	25.00	222101.22	8945861.85	3050.76	3075.76
Calibración redes Huaraz	J-1179	28.00	222100.21	8945972.30	3049.74	3077.74
Calibración redes Huaraz	J-1166	62.00	221929.08	8945991.22	3015.15	3077.15
Calibración redes Huaraz	J-1757	45.00	221834.25	8945929.78	3026.16	3071.16
Calibración redes Huaraz	J-2099	25.00	222098.70	8946074.12	3050.33	3075.33
Calibración redes Huaraz	J-2065	58.00	221875.06	8946213.29	3017.40	3075.40
Calibración redes Huaraz	J-1723	68.00	221920.05	8946328.30	3009.35	3077.35
Calibración redes Huaraz	J-1657	80.00	221911.93	8946394.50	3009.42	3089.42

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-2193	86.00	221972.48	8946455.88	3008.00	3094.00
Calibración redes Huaraz	J-942	82.00	221966.36	8946500.27	3008.00	3090.00
Calibración redes Huaraz	J-1041	25.00	222170.25	8946118.20	3050.72	3075.72
Calibración redes Huaraz	J-431	27.00	222251.28	8946021.03	3053.65	3080.65
Calibración redes Huaraz	J-457	27.50	222263.52	8946105.35	3051.82	3079.32
Calibración redes Huaraz	J-424	24.00	222325.43	8946161.63	3051.60	3075.60
Calibración redes Huaraz	J-476	43.00	222348.15	8946345.27	3046.54	3089.54
Calibración redes Huaraz	J-286	43.00	222430.42	8946339.06	3050.86	3093.86
Calibración redes Huaraz	J-1266	23.00	222413.19	8946181.67	3052.57	3075.57
Calibración redes Huaraz	J-1094	39.00	222480.37	8946074.53	3055.58	3094.58
Calibración redes Huaraz	J-880	38.00	222416.30	8945987.99	3056.63	3094.63
Calibración redes Huaraz	J-1086	36.00	222400.74	8945875.63	3058.27	3094.27
Calibración redes Huaraz	J-45	34.00	222289.95	8945836.65	3056.35	3090.35
Calibración redes Huaraz	J-853	18.00	222442.26	8945806.08	3060.23	3078.23
Calibración redes Huaraz	J-958	57.00	222150.49	8946490.13	3031.02	3088.02
Calibración redes Huaraz	J-2324	48.00	222269.20	8946595.60	3041.90	3089.90
Calibración redes Huaraz	J-2313	58.50	222193.98	8946646.61	3033.85	3092.35
Calibración redes Huaraz	J-687	32.00	222452.64	8946573.99	3053.31	3085.31
Calibración redes Huaraz	J-350	28.00	222646.15	8946580.12	3060.00	3088.00
Calibración redes Huaraz	J-101	30.00	222627.06	8946338.15	3056.11	3086.11
Calibración redes Huaraz	J-1920	20.00	222804.25	8946601.16	3066.39	3086.39

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-473	47.00	222913.73	8946579.15	3070.52	3117.52
Calibración redes Huaraz	J-445	50.00	222897.35	8946393.40	3067.54	3117.54
Calibración redes Huaraz	J-756	39.00	223180.33	8946325.15	3079.40	3118.40
Calibración redes Huaraz	J-1289	31.00	223025.27	8946319.62	3074.09	3105.09
Calibración redes Huaraz	J-1552	49.00	222786.93	8946302.45	3061.10	3110.10
Calibración redes Huaraz	J-2089	52.00	222739.65	8946312.63	3059.26	3111.26
Calibración redes Huaraz	J-2288	49.00	222773.34	8946178.86	3062.20	3111.20
Calibración redes Huaraz	J-382	48.00	222750.62	8946087.18	3063.09	3111.09
Calibración redes Huaraz	J-428	51.00	222744.68	8946041.48	3063.55	3114.55
Calibración redes Huaraz	J-981	39.00	222837.20	8945876.10	3070.10	3109.10
Calibración redes Huaraz	J-409	45.00	222716.63	8945827.17	3068.11	3113.11
Calibración redes Huaraz	J-428	49.00	222744.68	8946041.48	3063.55	3112.55
Calibración redes Huaraz	J-460	48.00	222733.81	8945949.38	3064.82	3112.82
Calibración redes Huaraz	J-467	48.00	222730.68	8945949.65	3064.71	3112.71
Calibración redes Huaraz	J-216	41.00	222556.94	8945968.33	3058.92	3099.92
Calibración redes Huaraz	J-1034	43.00	222909.86	8946056.99	3068.91	3111.91
Calibración redes Huaraz	J-1263	43.00	222846.25	8945936.03	3068.99	3111.99
Calibración redes Huaraz	J-981	43.00	222837.20	8945876.10	3070.10	3113.10
Calibración redes Huaraz	J-957	38.00	222902.04	8945868.39	3072.70	3110.70
Calibración redes Huaraz	J-1102	35.00	222890.37	8945739.07	3076.73	3111.73
Calibración redes Huaraz	J-613	29.00	223078.24	8945751.05	3082.51	3111.51

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-1098	31.00	223073.43	8945906.32	3079.08	3110.08
Calibración redes Huaraz	J-762	22.00	223327.59	8946040.86	3092.34	3114.34
Calibración redes Huaraz	J-1219	22.00	223214.11	8946013.98	3091.77	3113.77
Calibración redes Huaraz	J-1220	40.00	223097.24	8946021.94	3078.53	3118.53
Calibración redes Huaraz	J-1052	27.00	223229.12	8946176.94	3087.57	3114.57
Calibración redes Huaraz	J-1601	33.00	223186.44	8946293.01	3080.50	3113.50
Calibración redes Huaraz	J-1285	48.00	223333.61	8946304.76	3086.35	3134.35
Calibración redes Huaraz	J-2206	28.00	223347.28	8946411.47	3086.91	3114.91
Calibración redes Huaraz	J-2168	8.00	223913.77	8946118.51	3111.65	3119.65
Calibración redes Huaraz	J-1161	15.00	223625.43	8946127.94	3099.87	3114.87
Calibración redes Huaraz	J-761	25.00	223331.34	8946041.96	3092.38	3117.38
Calibración redes Huaraz	J-1271	28.00	222608.19	8946723.23	3059.15	3087.15
Calibración redes Huaraz	J-1275	30.00	222577.89	8946832.48	3057.96	3087.96
Calibración redes Huaraz	J-1066	94.00	223319.90	8946962.42	3093.91	3187.91
Calibración redes Huaraz	J-842	110.00	223108.50	8946861.10	3078.30	3188.30
Calibración redes Huaraz	J-219	125.50	222965.89	8947041.14	3067.79	3193.29
Calibración redes Huaraz	J-51	30.00	222522.81	8947046.11	3055.12	3085.12
Calibración redes Huaraz	J-56	31.00	222490.50	8947152.51	3052.76	3083.76
Calibración redes Huaraz	J-741	38.00	222405.72	8947456.05	3041.47	3079.47
Calibración redes Huaraz	J-228	51.00	222124.88	8947282.37	3029.54	3080.54
Calibración redes Huaraz	J-294	49.00	222124.37	8947495.31	3030.23	3079.23

Descripción	NODO	PRESION	ESTE	NORTE	COTA	COTA PIEZOMETRICA
Calibración redes Huaraz	J-874	24.00	222069.57	8948182.49	3001.60	3025.60
Calibración redes Huaraz	J-1761	25.00	221901.53	8948754.59	3005.10	3030.10
Calibración redes Huaraz	J-1353	35.00	221744.50	8949480.39	2995.98	3030.98

8.2.9 CUADRO N°08 DATOS DE PRESIONES-CALIBRADOS

Descripción	Nodo	Cota Piezometica - Modelo	Cota Piezometica-Calibrado	Diferencia
Calibración redes Huaraz	J-101	3,086.11	3,087.69	1.58
Calibración redes Huaraz	J-1033	3,167.55	3,172.34	4.79
Calibración redes Huaraz	J-1034	3,111.91	3,113.47	1.56
Calibración redes Huaraz	J-1041	3,075.72	3,076.69	0.97
Calibración redes Huaraz	J-1044	3,114.64	3,113.32	-1.32
Calibración redes Huaraz	J-1052	3,114.57	3,114.85	0.28
Calibración redes Huaraz	J-1066	3,187.91	3,189.80	1.89
Calibración redes Huaraz	J-1086	3,094.27	3,095.67	1.4
Calibración redes Huaraz	J-1094	3,094.58	3,097.21	2.63
Calibración redes Huaraz	J-1098	3,110.08	3,114.02	3.94
Calibración redes Huaraz	J-1102	3,111.73	3,114.49	2.76
Calibración redes Huaraz	J-1122	3,114.91	3,113.35	-1.56
Calibración redes Huaraz	J-1126	3,170.69	3,173.23	2.54
Calibración redes Huaraz	J-1129	3,118.33	3,113.44	-4.89
Calibración redes Huaraz	J-1131	3,183.08	3,181.16	-1.93
Calibración redes Huaraz	J-1132	3,115.98	3,113.68	-2.3
Calibración redes Huaraz	J-1135	3,115.03	3,113.39	-1.64
Calibración redes Huaraz	J-1142	3,173.84	3,173.18	-0.66
Calibración redes Huaraz	J-1148	3,167.22	3,173.34	6.12
Calibración redes Huaraz	J-1152	3,171.42	3,173.23	1.81
Calibración redes Huaraz	J-1155	3,169.18	3,173.11	3.93
Calibración redes Huaraz	J-1159	3,108.79	3,113.32	4.53
Calibración redes Huaraz	J-1161	3,114.87	3,115.33	0.46
Calibración redes Huaraz	J-1166	3,077.15	3,076.51	-0.64
Calibración redes Huaraz	J-1168	3,111.99	3,113.60	1.61
Calibración redes Huaraz	J-1178	3,085.80	3,083.90	-1.9
Calibración redes Huaraz	J-1179	3,077.74	3,076.62	-1.12
Calibración redes Huaraz	J-1195	3,177.43	3,173.73	-3.7
Calibración redes Huaraz	J-1208	3,170.35	3,172.87	2.52
Calibración redes Huaraz	J-1213	3,109.52	3,106.72	-2.8
Calibración redes Huaraz	J-1216	3,175.99	3,176.39	0.4
Calibración redes Huaraz	J-1219	3,113.77	3,114.88	1.11
Calibración redes Huaraz	J-1220	3,118.53	3,114.87	-3.66
Calibración redes Huaraz	J-1245	3,112.22	3,118.27	6.04
Calibración redes Huaraz	J-1263	3,111.99	3,113.48	1.49
Calibración redes Huaraz	J-1266	3,075.57	3,079.93	4.36
Calibración redes Huaraz	J-1271	3,087.15	3,081.48	-5.67

Descripción	Nodo	Cota Piezometica - Modelo	Cota Piezometica-Calibrado	Diferencia
Calibración redes Huaraz	J-1275	3,087.96	3,080.83	-7.13
Calibración redes Huaraz	J-1285	3,134.35	3,132.31	-2.04
Calibración redes Huaraz	J-1289	3,105.09	3,102.19	-2.9
Calibración redes Huaraz	J-1353	3,030.98	3,026.53	-4.45
Calibración redes Huaraz	J-1359	3,171.95	3,172.08	0.13
Calibración redes Huaraz	J-138	3,107.65	3,113.32	5.67
Calibración redes Huaraz	J-1477	3,168.73	3,172.82	4.09
Calibración redes Huaraz	J-1528	3,170.95	3,171.69	0.74
Calibración redes Huaraz	J-1552	3,110.10	3,113.13	3.03
Calibración redes Huaraz	J-1565	3,104.03	3,105.30	1.27
Calibración redes Huaraz	J-1576	3,177.82	3,178.87	1.05
Calibración redes Huaraz	J-1588	3,114.78	3,104.98	-9.8
Calibración redes Huaraz	J-1601	3,113.50	3,114.77	1.27
Calibración redes Huaraz	J-1633	3,182.15	3,183.31	1.16
Calibración redes Huaraz	J-1643	3,108.16	3,113.31	5.15
Calibración redes Huaraz	J-1649	3,114.44	3,105.20	-9.24
Calibración redes Huaraz	J-1657	3,089.42	3,089.76	0.34
Calibración redes Huaraz	J-168	3,111.24	3,113.50	2.26
Calibración redes Huaraz	J-1714	3,116.60	3,113.29	-3.31
Calibración redes Huaraz	J-1723	3,077.35	3,076.26	-1.09
Calibración redes Huaraz	J-1727	3,169.45	3,172.96	3.51
Calibración redes Huaraz	J-1728	3,115.10	3,113.29	-1.81
Calibración redes Huaraz	J-1732	3,077.31	3,076.59	-0.72
Calibración redes Huaraz	J-1757	3,071.16	3,076.34	5.18
Calibración redes Huaraz	J-1761	3,030.10	3,026.99	-3.11
Calibración redes Huaraz	J-1813	3,173.58	3,172.99	-0.59
Calibración redes Huaraz	J-186	3,113.53	3,113.72	0.19
Calibración redes Huaraz	J-1871	3,075.76	3,076.47	0.71
Calibración redes Huaraz	J-1877	3,115.33	3,113.72	-1.61
Calibración redes Huaraz	J-1878	3,116.78	3,113.72	-3.07
Calibración redes Huaraz	J-1910	3,110.44	3,113.30	2.86
Calibración redes Huaraz	J-1914	3,178.59	3,178.76	0.17
Calibración redes Huaraz	J-1920	3,086.39	3,086.64	0.25
Calibración redes Huaraz	J-1983	3,174.36	3,173.24	-1.12
Calibración redes Huaraz	J-2006	3,188.78	3,188.97	0.19
Calibración redes Huaraz	J-2022	3,168.92	3,172.16	3.24
Calibración redes Huaraz	J-203	3,170.89	3,172.01	1.12
Calibración redes Huaraz	J-2065	3,075.40	3,076.31	0.91
Calibración redes Huaraz	J-2073	3,171.28	3,172.10	0.82
Calibración redes Huaraz	J-2089	3,111.26	3,113.10	1.83

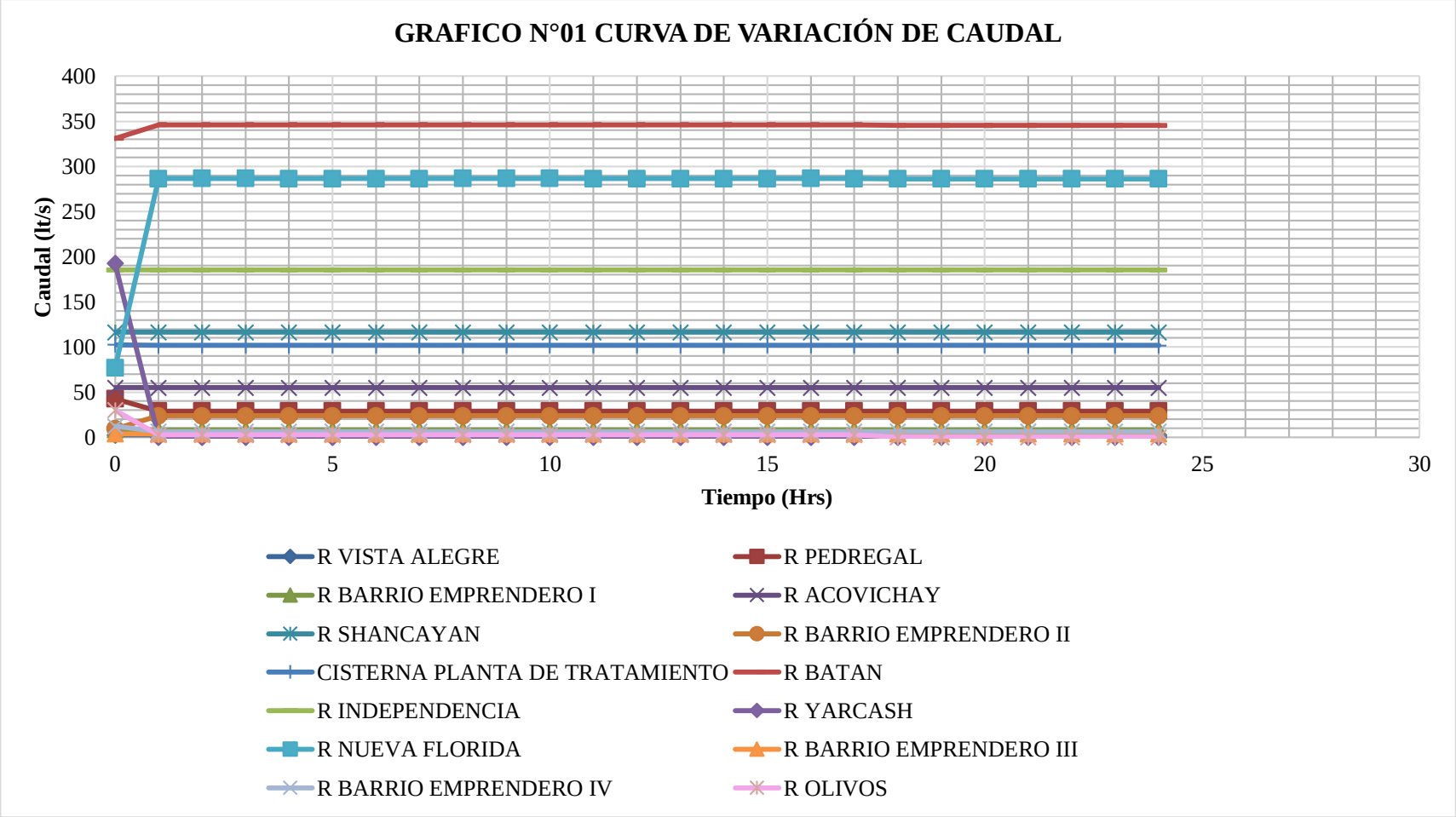
Descripción	Nodo	Cota Piezometica - Modelo	Cota Piezometica-Calibrado	Diferencia
Calibración redes Huaraz	J-2098	3,108.51	3,113.31	4.8
Calibración redes Huaraz	J-2099	3,075.33	3,076.58	1.25
Calibración redes Huaraz	J-2101	3,175.75	3,178.49	2.74
Calibración redes Huaraz	J-2110	3,170.45	3,172.17	1.72
Calibración redes Huaraz	J-212	3,169.61	3,172.03	2.43
Calibración redes Huaraz	J-2155	3,168.73	3,172.00	3.27
Calibración redes Huaraz	J-216	3,099.92	3,099.45	-0.47
Calibración redes Huaraz	J-2160	3,169.44	3,172.24	2.81
Calibración redes Huaraz	J-2162	3,185.50	3,189.34	3.84
Calibración redes Huaraz	J-2168	3,119.65	3,115.12	-4.53
Calibración redes Huaraz	J-2189	3,172.55	3,178.76	6.21
Calibración redes Huaraz	J-219	3,193.29	3,189.57	-3.72
Calibración redes Huaraz	J-2190	3,108.95	3,113.31	4.36
Calibración redes Huaraz	J-2193	3,094.00	3,090.45	-3.55
Calibración redes Huaraz	J-2203	3,120.30	3,119.61	-0.69
Calibración redes Huaraz	J-2206	3,114.91	3,114.56	-0.35
Calibración redes Huaraz	J-2213	3,070.48	3,076.57	6.09
Calibración redes Huaraz	J-2214	3,173.96	3,176.67	2.71
Calibración redes Huaraz	J-2225	3,174.59	3,171.73	-2.86
Calibración redes Huaraz	J-2234	3,086.71	3,083.15	-3.56
Calibración redes Huaraz	J-2239	3,172.79	3,171.85	-0.94
Calibración redes Huaraz	J-2254	3,167.53	3,170.49	2.96
Calibración redes Huaraz	J-2276	3,110.57	3,113.28	2.71
Calibración redes Huaraz	J-228	3,080.54	3,079.86	-0.68
Calibración redes Huaraz	J-2283	3,171.04	3,171.77	0.74
Calibración redes Huaraz	J-2288	3,111.20	3,113.33	2.13
Calibración redes Huaraz	J-2298	3,115.77	3,113.29	-2.48
Calibración redes Huaraz	J-2299	3,108.04	3,113.29	5.25
Calibración redes Huaraz	J-2313	3,092.35	3,089.45	-2.89
Calibración redes Huaraz	J-2316	3,114.93	3,113.36	-1.57
Calibración redes Huaraz	J-2324	3,089.90	3,089.08	-0.82
Calibración redes Huaraz	J-2328	3,169.10	3,175.04	5.94
Calibración redes Huaraz	J-2329	3,171.23	3,174.33	3.1
Calibración redes Huaraz	J-2330	3,169.89	3,174.33	4.44
Calibración redes Huaraz	J-2331	3,112.37	3,113.28	0.91
Calibración redes Huaraz	J-2338	3,110.58	3,113.53	2.94
Calibración redes Huaraz	J-2340	3,077.76	3,082.98	5.22
Calibración redes Huaraz	J-263	3,168.58	3,172.20	3.62
Calibración redes Huaraz	J-269	3,109.53	3,113.25	3.72
Calibración redes Huaraz	J-271	3,110.69	3,113.33	2.64

Descripción	Nodo	Cota Piezometica - Modelo	Cota Piezometica-Calibrado	Diferencia
Calibración redes Huaraz	J-286	3,093.86	3,092.44	-1.42
Calibración redes Huaraz	J-294	3,079.23	3,079.81	0.58
Calibración redes Huaraz	J-321	3,104.50	3,106.24	1.74
Calibración redes Huaraz	J-345	3,174.00	3,172.03	-1.97
Calibración redes Huaraz	J-350	3,088.00	3,081.91	-6.09
Calibración redes Huaraz	J-368	3,082.92	3,083.12	0.2
Calibración redes Huaraz	J-382	3,111.09	3,113.23	2.14
Calibración redes Huaraz	J-385	3,174.33	3,173.33	-1
Calibración redes Huaraz	J-397	3,079.65	3,082.99	3.34
Calibración redes Huaraz	J-4	3,114.52	3,113.47	-1.05
Calibración redes Huaraz	J-409	3,113.11	3,112.34	-0.77
Calibración redes Huaraz	J-424	3,075.60	3,078.58	2.98
Calibración redes Huaraz	J-428	3,114.55	3,113.26	-1.29
Calibración redes Huaraz	J-428	3,112.55	3,113.26	0.71
Calibración redes Huaraz	J-431	3,080.65	3,081.75	1.1
Calibración redes Huaraz	J-433	3,082.80	3,082.99	0.19
Calibración redes Huaraz	J-441	3,173.51	3,172.81	-0.71
Calibración redes Huaraz	J-441	3,166.51	3,172.81	6.3
Calibración redes Huaraz	J-445	3,117.54	3,106.81	-10.73
Calibración redes Huaraz	J-45	3,090.35	3,092.63	2.29
Calibración redes Huaraz	J-457	3,079.32	3,079.01	-0.31
Calibración redes Huaraz	J-460	3,112.82	3,113.25	0.44
Calibración redes Huaraz	J-463	3,173.32	3,171.85	-1.47
Calibración redes Huaraz	J-467	3,112.71	3,113.25	0.54
Calibración redes Huaraz	J-473	3,117.52	3,106.56	-10.95
Calibración redes Huaraz	J-474	3,173.84	3,172.89	-0.95
Calibración redes Huaraz	J-476	3,089.54	3,091.88	2.34
Calibración redes Huaraz	J-51	3,085.12	3,080.36	-4.76
Calibración redes Huaraz	J-519	3,170.74	3,173.25	2.51
Calibración redes Huaraz	J-54	3,083.49	3,083.90	0.41
Calibración redes Huaraz	J-540	3,170.21	3,173.33	3.12
Calibración redes Huaraz	J-56	3,083.76	3,080.22	-3.54
Calibración redes Huaraz	J-579	3,172.43	3,173.23	0.8
Calibración redes Huaraz	J-582	3,175.95	3,173.34	-2.61
Calibración redes Huaraz	J-582	3,168.95	3,173.34	4.39
Calibración redes Huaraz	J-592	3,172.49	3,174.73	2.24
Calibración redes Huaraz	J-594	3,174.57	3,173.25	-1.32
Calibración redes Huaraz	J-594	3,165.57	3,173.25	7.68
Calibración redes Huaraz	J-61	3,083.43	3,083.14	-0.29
Calibración redes Huaraz	J-613	3,111.51	3,115.39	3.88

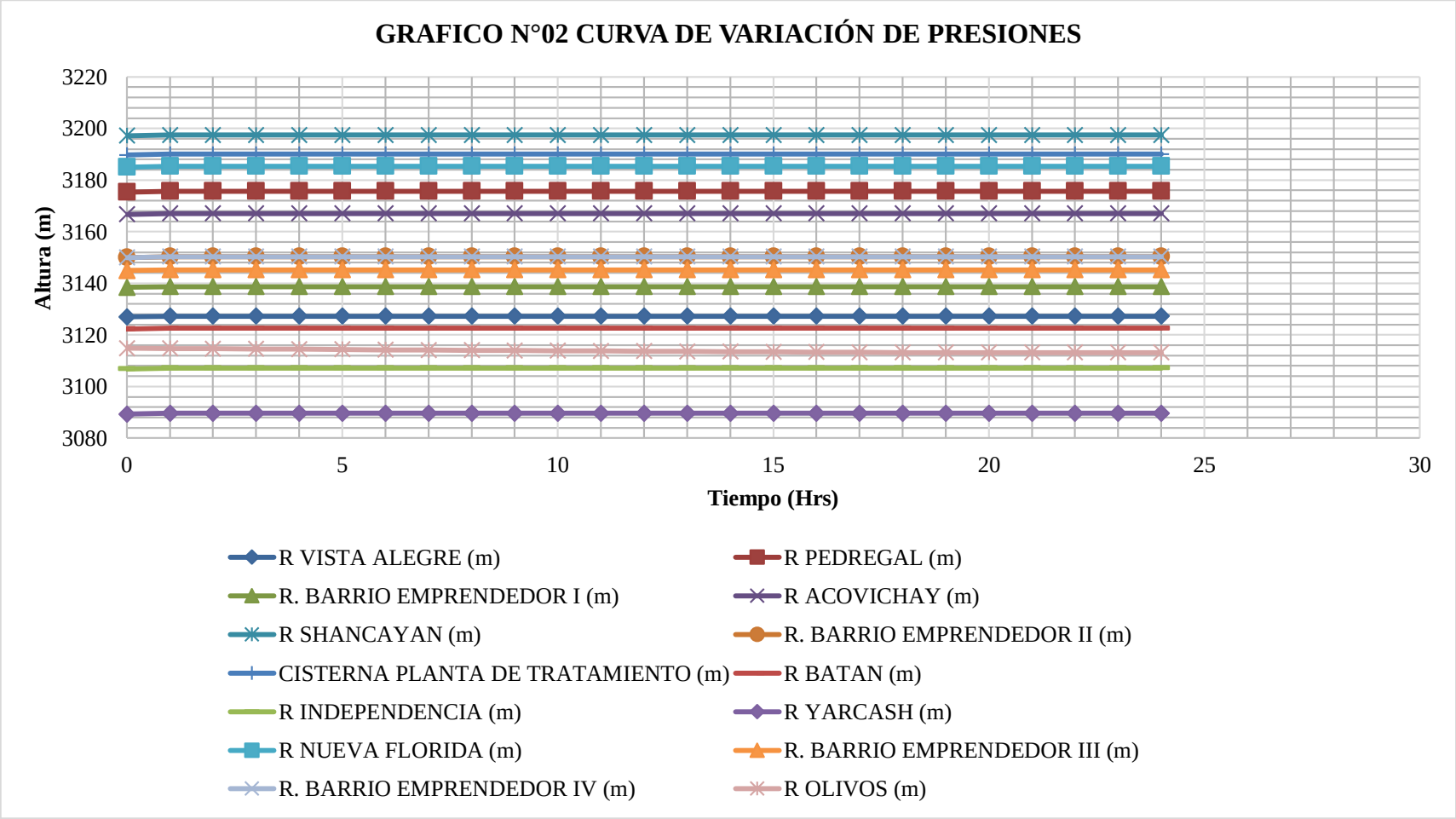
Descripción	Nodo	Cota Piezometica - Modelo	Cota Piezometica-Calibrado	Diferencia
Calibración redes Huaraz	J-620	3,172.46	3,173.18	0.72
Calibración redes Huaraz	J-683	3,171.11	3,174.21	3.1
Calibración redes Huaraz	J-687	3,085.31	3,087.56	2.25
Calibración redes Huaraz	J-706	3,170.03	3,172.88	2.85
Calibración redes Huaraz	J-729	3,081.74	3,083.08	1.34
Calibración redes Huaraz	J-739	3,166.63	3,172.08	5.45
Calibración redes Huaraz	J-741	3,079.47	3,080.00	0.53
Calibración redes Huaraz	J-747	3,108.38	3,113.40	5.02
Calibración redes Huaraz	J-756	3,118.40	3,107.23	-11.17
Calibración redes Huaraz	J-761	3,117.38	3,114.90	-2.48
Calibración redes Huaraz	J-762	3,114.34	3,114.90	0.56
Calibración redes Huaraz	J-771	3,175.53	3,173.19	-2.35
Calibración redes Huaraz	J-823	3,170.05	3,172.88	2.83
Calibración redes Huaraz	J-823	3,168.05	3,172.88	4.83
Calibración redes Huaraz	J-827	3,071.00	3,076.69	5.68
Calibración redes Huaraz	J-842	3,188.30	3,189.74	1.44
Calibración redes Huaraz	J-853	3,078.23	3,083.19	4.96
Calibración redes Huaraz	J-857	3,115.02	3,119.52	4.5
Calibración redes Huaraz	J-874	3,025.60	3,028.52	2.92
Calibración redes Huaraz	J-880	3,094.63	3,096.22	1.59
Calibración redes Huaraz	J-881	3,111.03	3,113.38	2.35
Calibración redes Huaraz	J-923	3,115.74	3,113.45	-2.29
Calibración redes Huaraz	J-923	3,111.74	3,113.45	1.71
Calibración redes Huaraz	J-930	3,111.68	3,113.10	1.42
Calibración redes Huaraz	J-935	3,168.78	3,172.90	4.12
Calibración redes Huaraz	J-942	3,090.00	3,090.45	0.45
Calibración redes Huaraz	J-951	3,117.43	3,113.32	-4.11
Calibración redes Huaraz	J-957	3,110.70	3,114.13	3.43
Calibración redes Huaraz	J-958	3,088.02	3,089.66	1.64
Calibración redes Huaraz	J-966	3,171.27	3,174.25	2.98
Calibración redes Huaraz	J-977	3,108.59	3,113.09	4.5
Calibración redes Huaraz	J-981	3,109.10	3,113.48	4.38
Calibración redes Huaraz	J-981	3,113.10	3,113.48	0.38
Calibración redes Huaraz	J-992	3,172.29	3,173.12	0.82

8.3 ANEXO N°03 - RELACIÓN DE GRÁFICOS

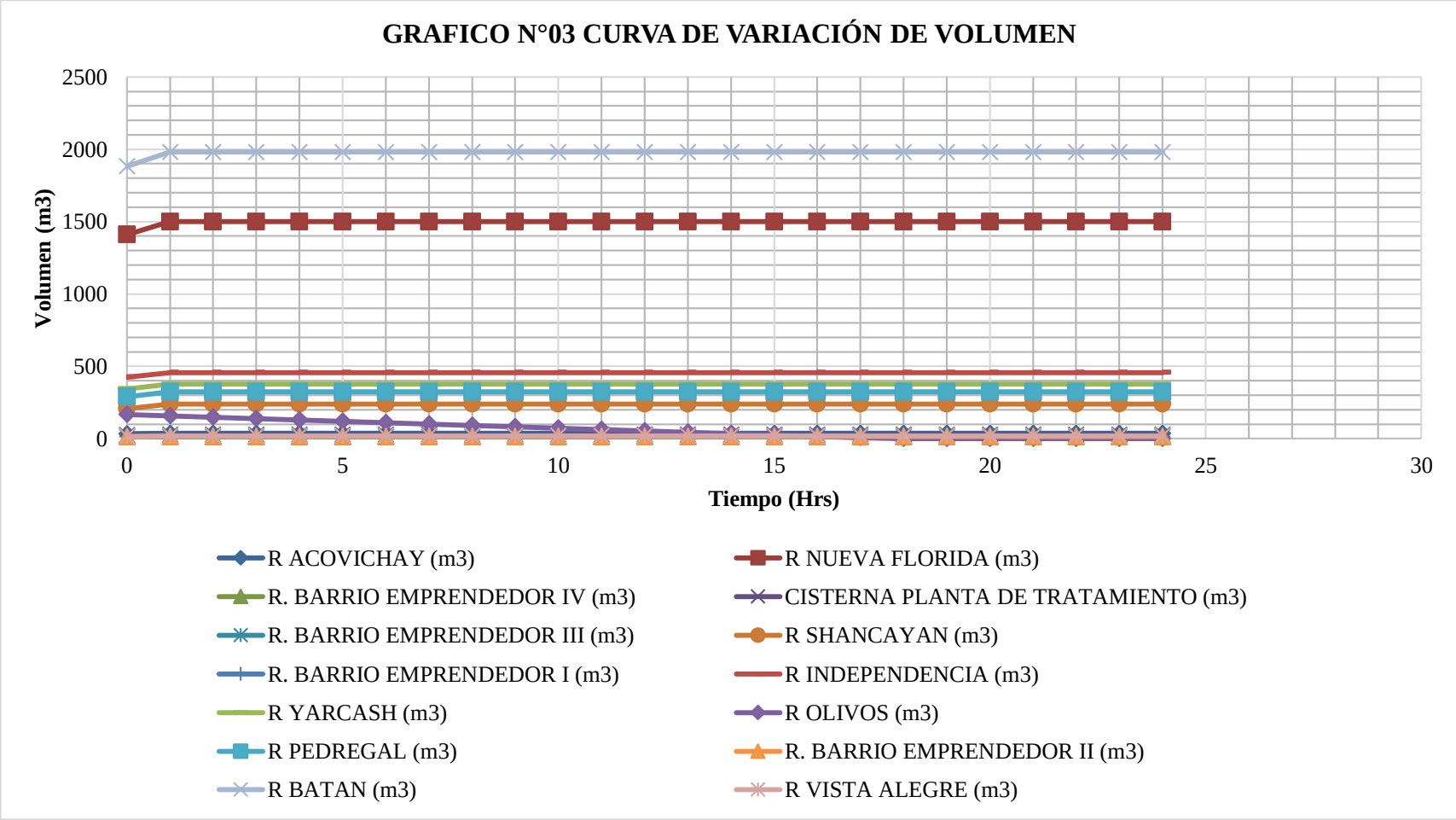
8.3.1 GRÁFICO N°01 CURVA DE VARIACIÓN DE CAUDAL



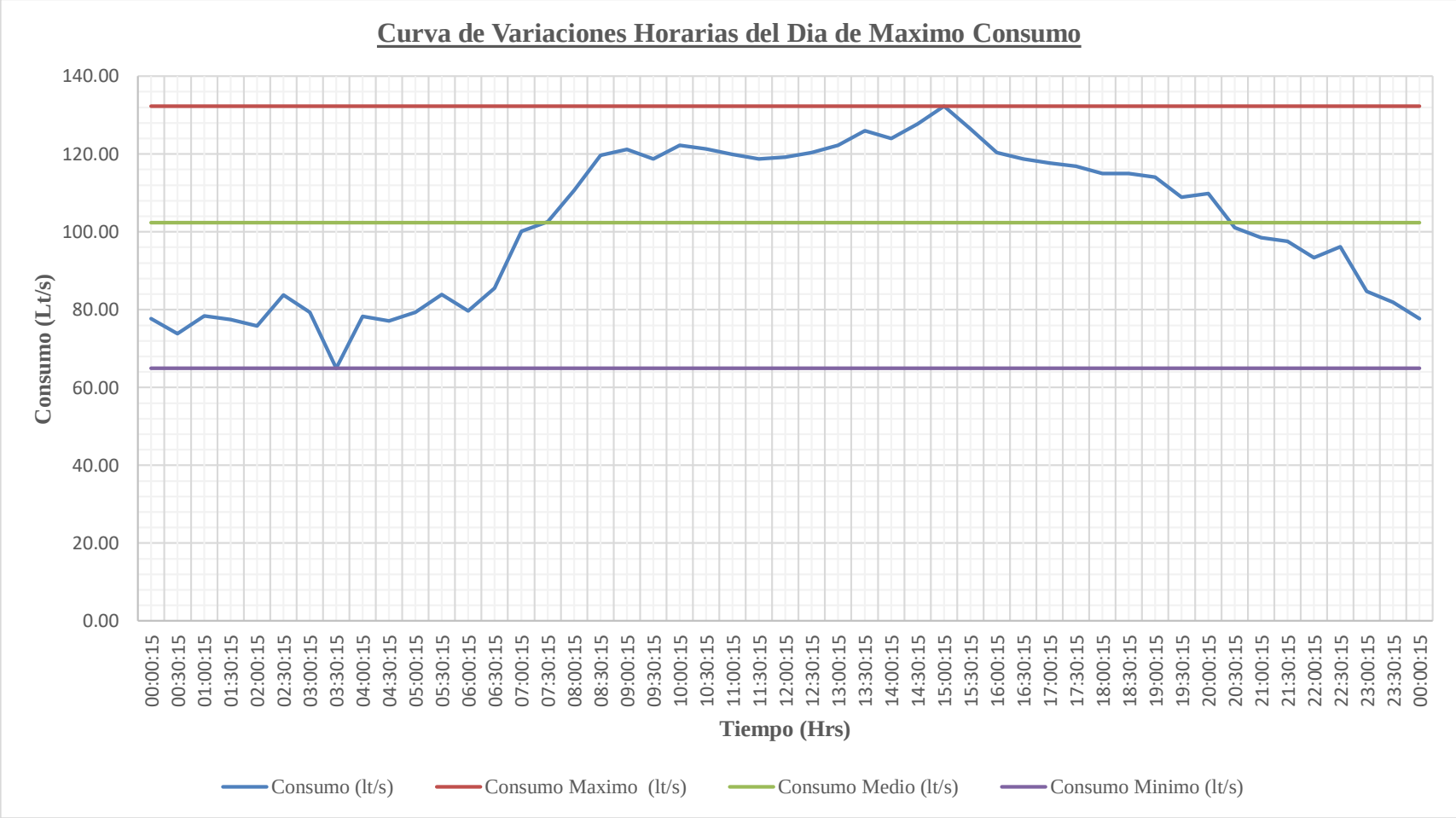
8.3.1 GRÁFICO N°02 CURVA DE VARIACIÓN DE CAUDAL



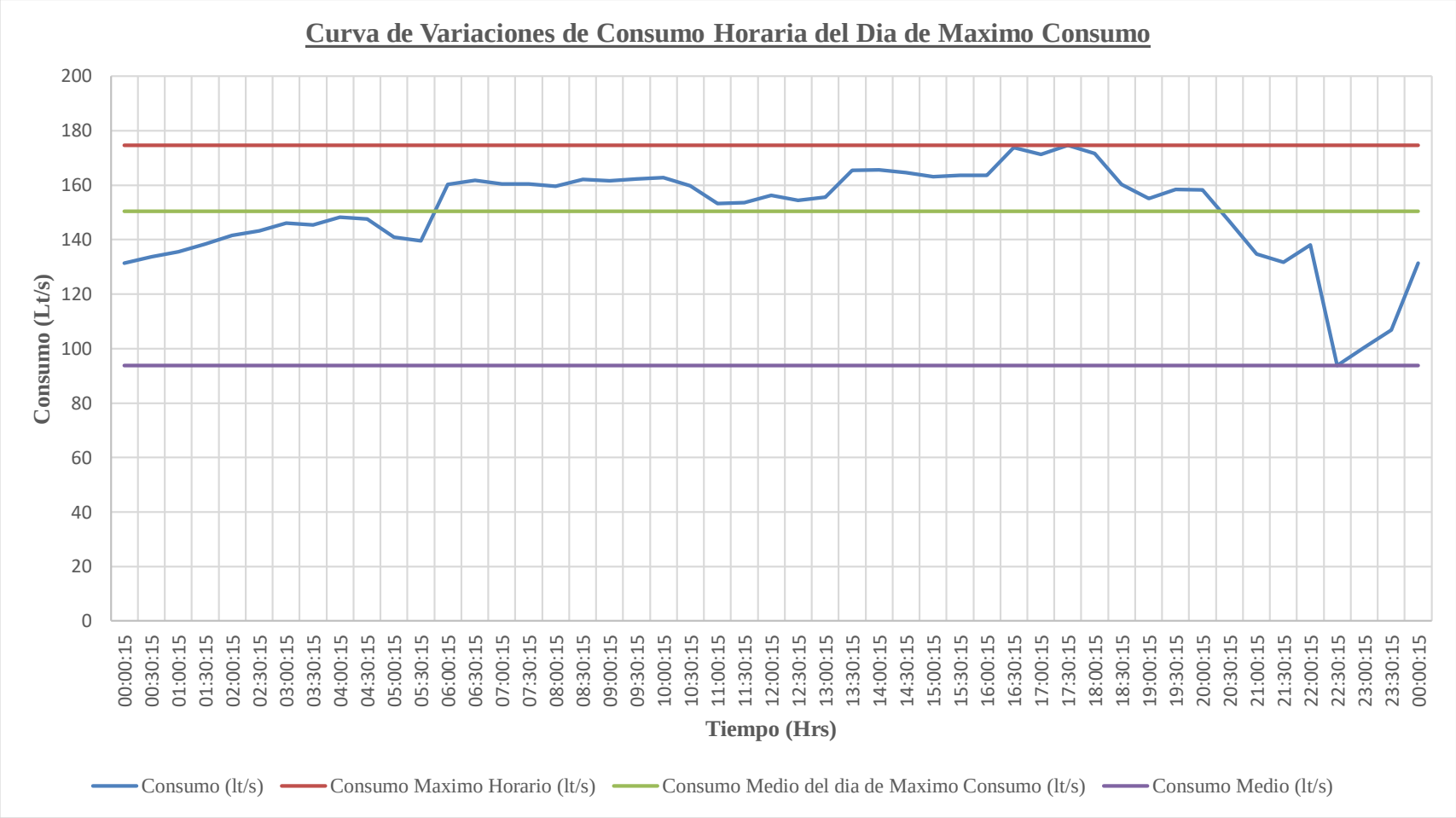
8.3.2 GRAFICO N°03: CURVA DE VARIACIÓN DE VOLUMEN



8.3.3 GRAFICO N°04: CURVA DE VARIACIONES HORARIAS DEL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO RESERVORIO BATAN



8.3.4 GRAFICO N°05: CURVA DE VARIACIONES HORARIAS DEL DÍA DE MÁXIMO CONSUMO RESERVORIO NUEVA FLORIDA



8.4 LISTA DE PLANOS

1. **PLANO GENERAL ÁREAS DE ABASTECIMIENTO REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**
2. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO.**
3. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE PEDREGAL.**
4. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE BATÁN.**
5. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIOS BARRIOS EMPRENDEDORES.**
6. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO YARCASH.**
7. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO NUEVA FLORIDA.**
8. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO SHANCAYÁN.**
9. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO INDEPENDENCIA**
10. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO ACOVICHAY.**
11. **PLANO ZONAS DE PRESION DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**
12. **PLANO GENERAL DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA AREA DE COMERCIAL-PUNTOS DE CONSUMO.**
13. **PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN PUNTOS DE DATOS DE PRESION DISTRITO DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**
14. **PLANO SEGMENTOS CRITICOS DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**

15. **PLANO ANALISIS DE CLORO RESIDUAL DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**
16. **PLANO ESQUELETIZACION DE LAS REDES DE AGUA DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA.**
17. **PLANO PROPUESTA TECNICA DE LAS REDES DE AGUA DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA**

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE NUEVA FLORIDA

ESTRUCTURAS EXISTENTES	
DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315MM	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200MM	02

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	43,997.64 m
TUBERIA HDPE	789.71 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	8,970.49 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	45.95 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	49.20 m

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	3,126.78 m
TUBERIA 250mm	619.42 m
TUBERIA 200mm	4,577.67 m
TUBERIA 160mm	4,194.22 m
TUBERIA 110mm	19,709.33 m
TUBERIA 90mm	4,836.54 m
TUBERIA 63mm	16,219.04 m
TUBERIA 42mm	———
TUBERIA 28mm	569.99 m
TUBERIA 23mm	———

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	(orange line)
TUBERIA 315mm	(red line)
TUBERIA 250mm	(magenta line)
TUBERIA 200mm	(purple line)
TUBERIA 160mm	(cyan line)
TUBERIA 110mm	(blue line)
TUBERIA 90mm	(green line)
TUBERIA MENORES A 90mm	(olive line)

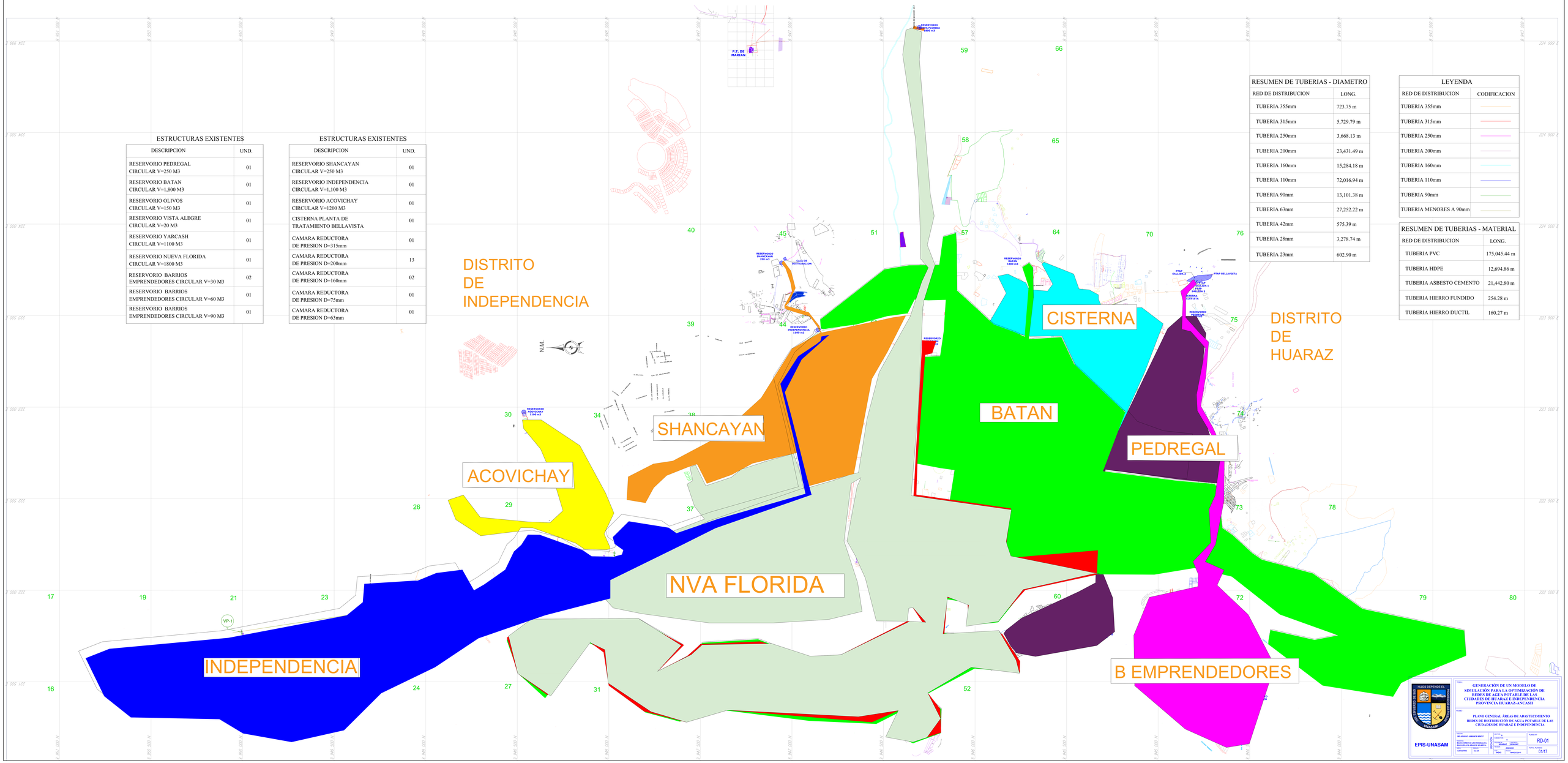
TESIS: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO NUEVA FLORIDA

EPIS-UNASAM

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.	SECTOR: INDEPENDENCIA		PLANO Nº RD-07
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.	SUBSECTOR: NUEVA-FLORIDA		
	PROVINCIA: HUARAZ	DISTRITO: INDEPENDENCIA	
AREA: CATASTRO / DIBUJO: CL-ZA	REGIÓN: ANCASH		TOTAL PLANOS: 07/17
	ESC: INDIC	FECHA: NOVIEMBRE 2017	

PLANTA ZONA DE ABASTECIMIENO DE LOS RESERVORIOS DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA



ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	723.75 m
TUBERIA 315mm	5,729.79 m
TUBERIA 250mm	3,668.13 m
TUBERIA 200mm	23,431.49 m
TUBERIA 160mm	15,284.18 m
TUBERIA 110mm	72,016.94 m
TUBERIA 90mm	13,101.38 m
TUBERIA 63mm	27,252.22 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	3,278.74 m
TUBERIA 23mm	602.90 m

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

EPIS-UNASAM

TEMA: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL ÁREAS DE ABASTECIMIENTO REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

DISEÑO: BELLAVISTA CARRANZA MARCO

TESISTA: BACHILLER EPIS-UNASAM

ASESOR: MG.ING. CIVIL

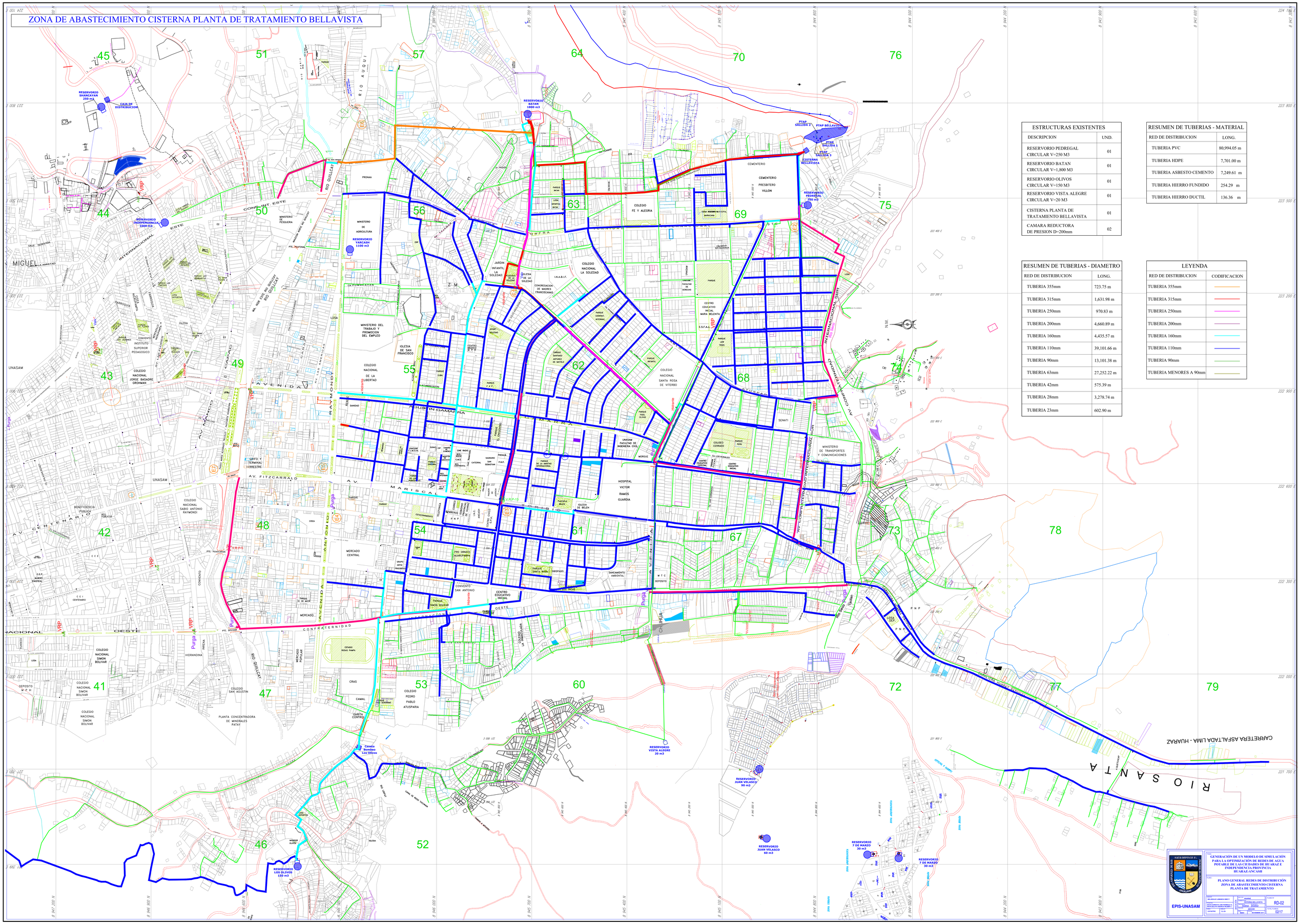
ESCALA: 1:25000

FECHA: MARZO 2017

PLANO Nº: RD-01

TOTAL PLANOS: 05/17

ZONA DE ABASTECIMIENTO CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA



ESTRUCTURAS EXISTENTES	
DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	02

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	80,994.05 m
TUBERIA HDPE	7,701.00 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	7,249.61 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.29 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	136.36 m

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	723.75 m
TUBERIA 315mm	1,631.98 m
TUBERIA 250mm	970.83 m
TUBERIA 200mm	4,660.89 m
TUBERIA 160mm	4,435.57 m
TUBERIA 110mm	39,101.66 m
TUBERIA 90mm	13,101.38 m
TUBERIA 63mm	27,252.22 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	3,278.74 m
TUBERIA 23mm	602.90 m

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

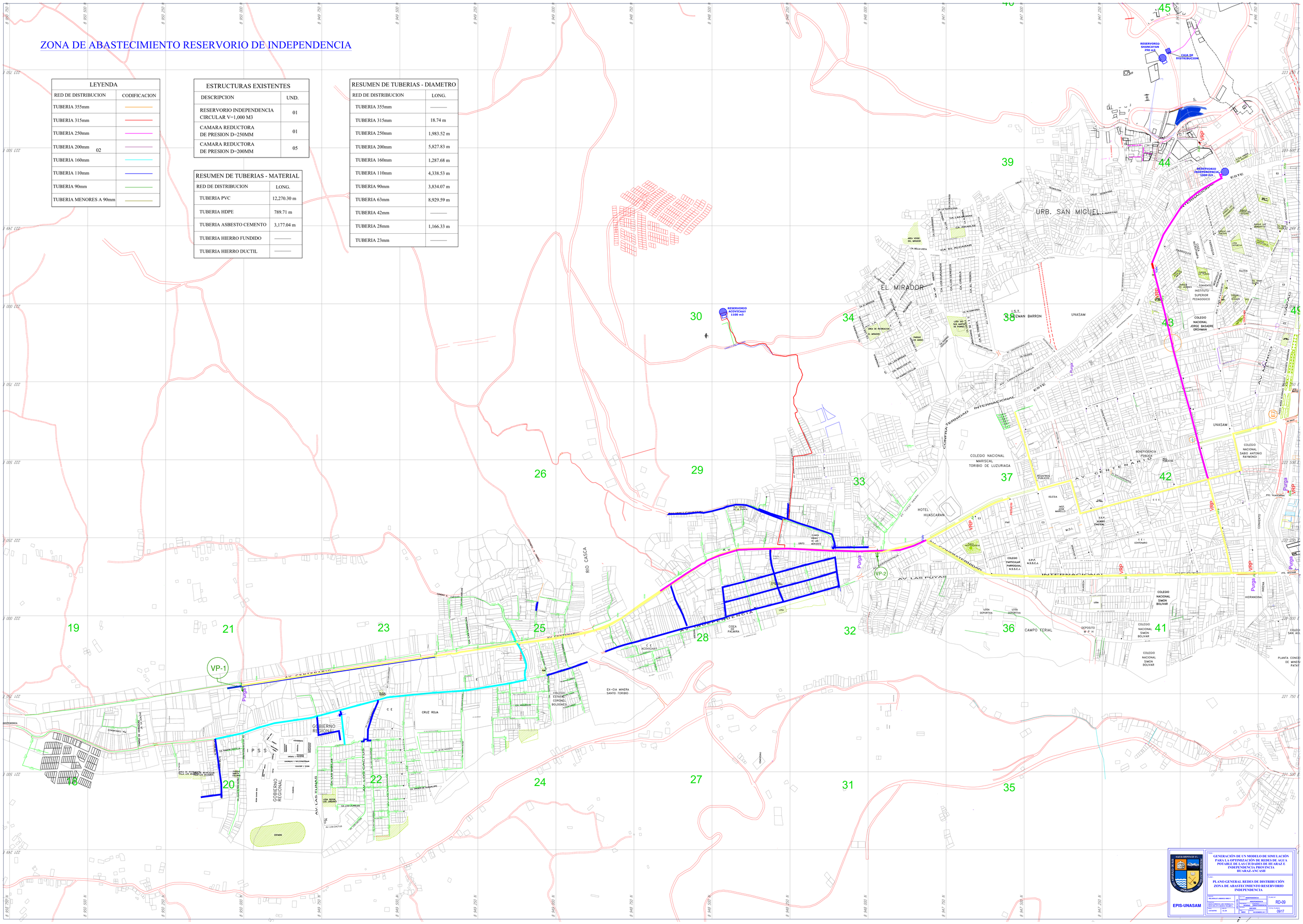
ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE INDEPENDENCIA

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm 02	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

ESTRUCTURAS EXISTENTES	
DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,000 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=250MM	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200MM	05

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	12,270.30 m
TUBERIA HDPE	789.71 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	3,177.04 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	———
TUBERIA HIERRO DUCTIL	———

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	18.74 m
TUBERIA 250mm	1,983.52 m
TUBERIA 200mm	5,827.83 m
TUBERIA 160mm	1,287.68 m
TUBERIA 110mm	4,338.53 m
TUBERIA 90mm	3,834.07 m
TUBERIA 63mm	8,929.59 m
TUBERIA 42mm	———
TUBERIA 28mm	1,166.33 m
TUBERIA 23mm	———



EPIS-UNASAM

GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO INDEPENDENCIA

DIBUJO: ING.ARAUJO JEMMICA NIKE F.	MAESTRANDO:		PLANO Nº:
ASESOR: ING.ARTICA LUIS FERNANDO A. BACHILLER: ALVARADO BALBIN J.	MAESTRANDO:		RD-09
FECHA: NOVIEMBRE 2017	ESCALA: 1:25,000	FECHA: NOVIEMBRE 2017	HOJA: 09/17

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE PEDREGAL

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	10,213.6 m
TUBERIA HDPE	450.74 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	190.24 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	———
TUBERIA HIERRO DUCTIL	———

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	———
TUBERIA 250mm	48.30 m
TUBERIA 200mm	830.68 m
TUBERIA 160mm	162.10 m
TUBERIA 110mm	4,514.06 m
TUBERIA 90mm	670.73 m
TUBERIA 63mm	4,226.92 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	401.79 m
TUBERIA 23mm	———

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	(naranja)
TUBERIA 315mm	(rojo)
TUBERIA 250mm	(magenta)
TUBERIA 200mm	(violeta)
TUBERIA 160mm	(celeste)
TUBERIA 110mm	(azul)
TUBERIA 90mm	(verde)
TUBERIA MENORES A 90mm	(marrón)

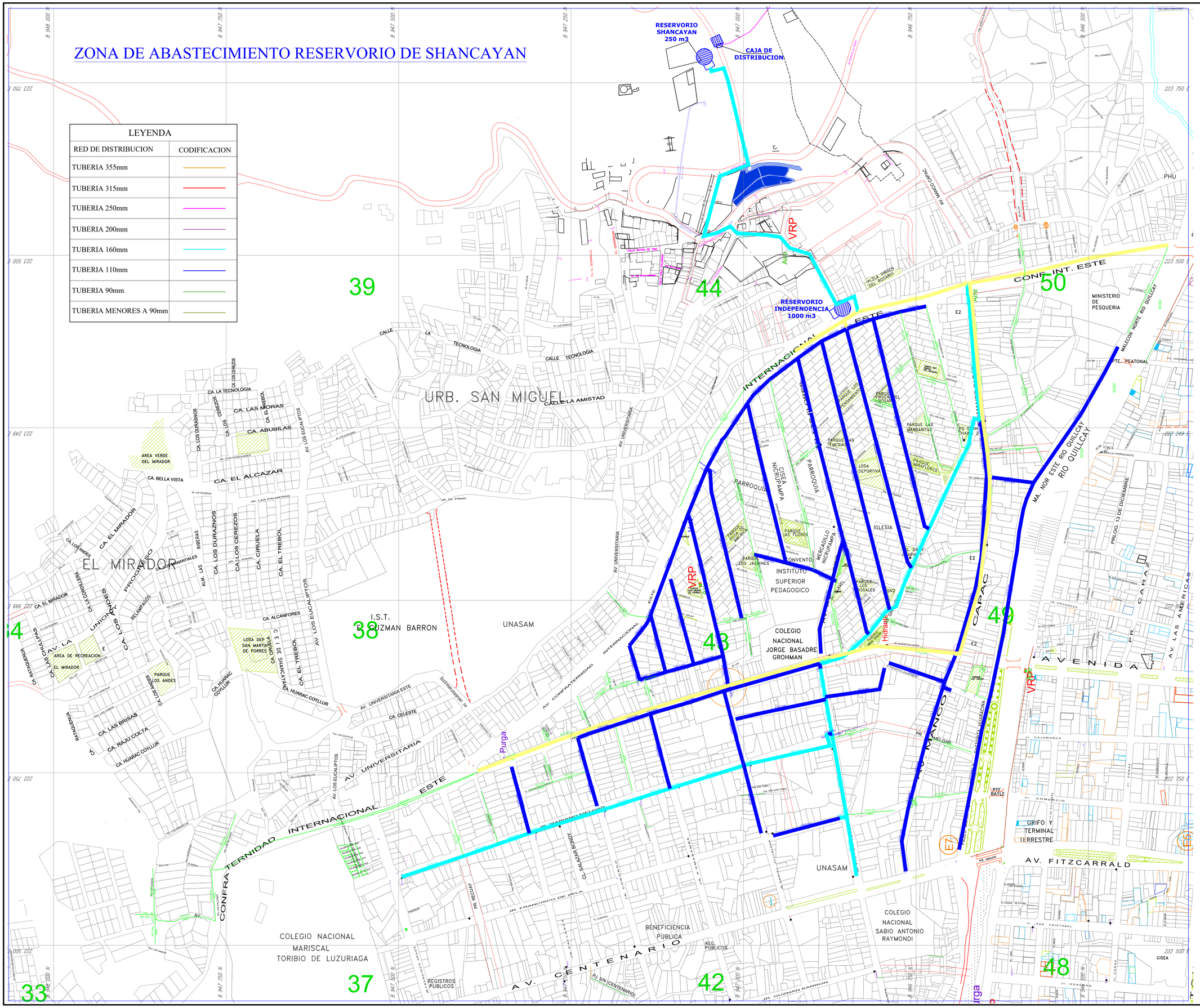
EPIS-UNASAM

TESIS: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO PEDREGAL

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.	UBICACIÓN	SECTOR: HUARAZ SUBSECTOR: PEDREGAL	PLANO Nº RD-03
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.		PROVINCIA: HUARAZ — DISTRITO: HUARAZ REGIÓN: ANCASH	
AREA: CATASTRO — DIBUJO: CL-ZA		ESC: INDIC — FECHA: NOVIEMBRE 2017	TOTAL PLANOS: 03/17

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE SHANCAYAN



LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160MM	02

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	12,270.30 m
TUBERIA HDPE	789.71 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	3,177.04 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	———
TUBERIA HIERRO DUCTIL	———

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	———
TUBERIA 250mm	———
TUBERIA 200mm	1,858.12 m
TUBERIA 160mm	2,236.22 m
TUBERIA 110mm	6,370.15 m
TUBERIA 90mm	1,905.36 m
TUBERIA 63mm	2,961.04 m
TUBERIA 42mm	———
TUBERIA 28mm	27.30 m
TUBERIA 23mm	———

EPIS-UNASAM

TESIS: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO SHANCAYAN

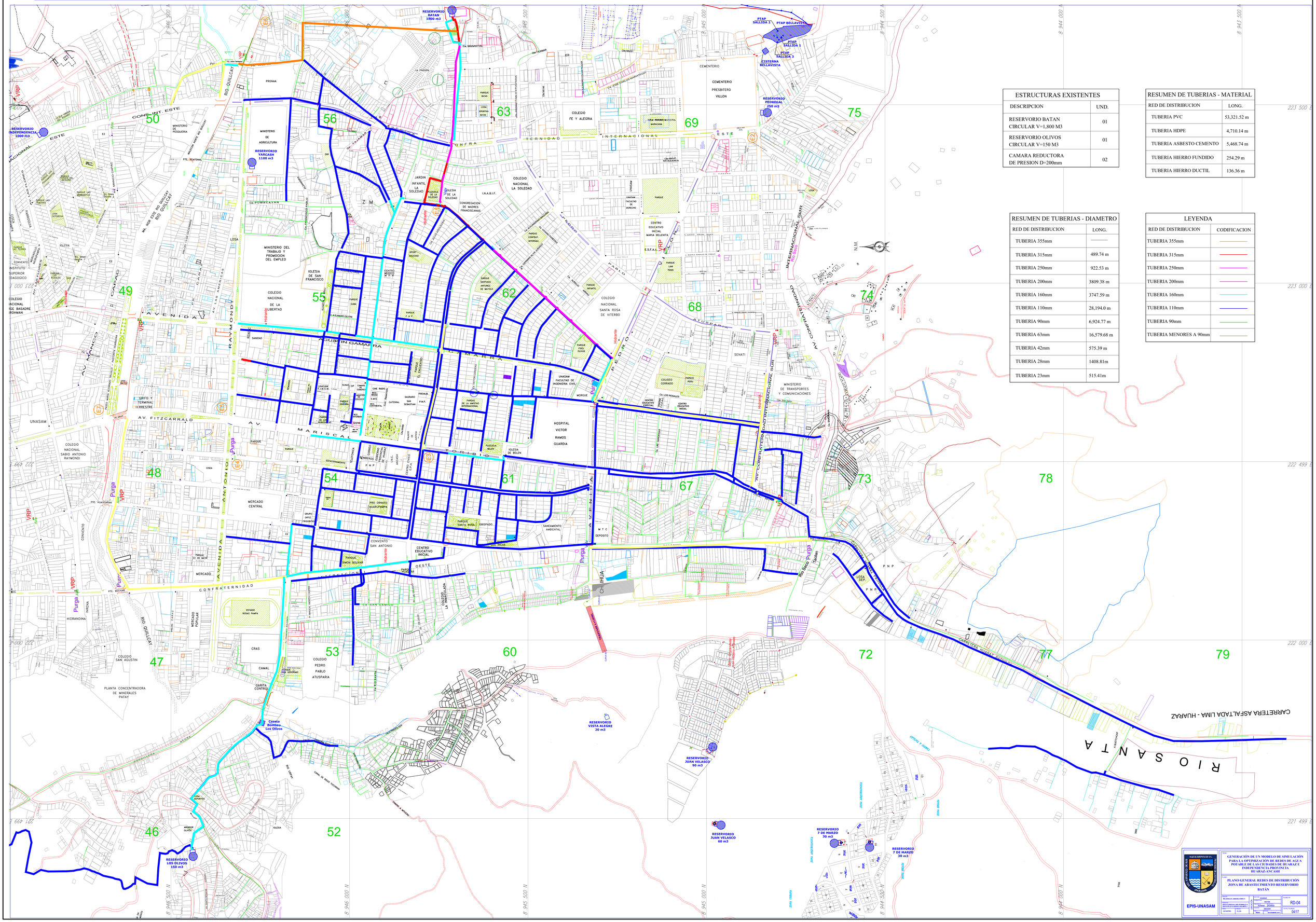
AUTOR: ING.ARAUJO JABRAMCA NINO F.
TESISTA: BACH.CORDOVA LINO ROMMILD-D., BACH.OLAYA ASARCA WILBER J.
ASESOR: ING. CATASTRO
DISEÑO: CL-ZA

UBICACIÓN: SECTOR: INDEPENDENCIA; DISTRITO: SHANCAYAN; PROVINCIA: HUARAZ; REGIÓN: INDEPENDENCIA; REGIÓN: ANCASH

FECHA: INDIC. NOVIEMBRE 2017

PLANO Nº: RD-08
TOTAL PLANOS: 08/17

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE BATÁN



ESTRUCTURAS EXISTENTES	
DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	02

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	53,321.52 m
TUBERIA HDPE	4,710.14 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	5,468.74 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.29 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	136.36 m

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	——
TUBERIA 315mm	489.74 m
TUBERIA 250mm	922.53 m
TUBERIA 200mm	3809.38 m
TUBERIA 160mm	3747.59 m
TUBERIA 110mm	28,194.0 m
TUBERIA 90mm	6,924.77 m
TUBERIA 63mm	16,579.68 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	1408.81m
TUBERIA 23mm	515.41m

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

EPIS-UNASAM

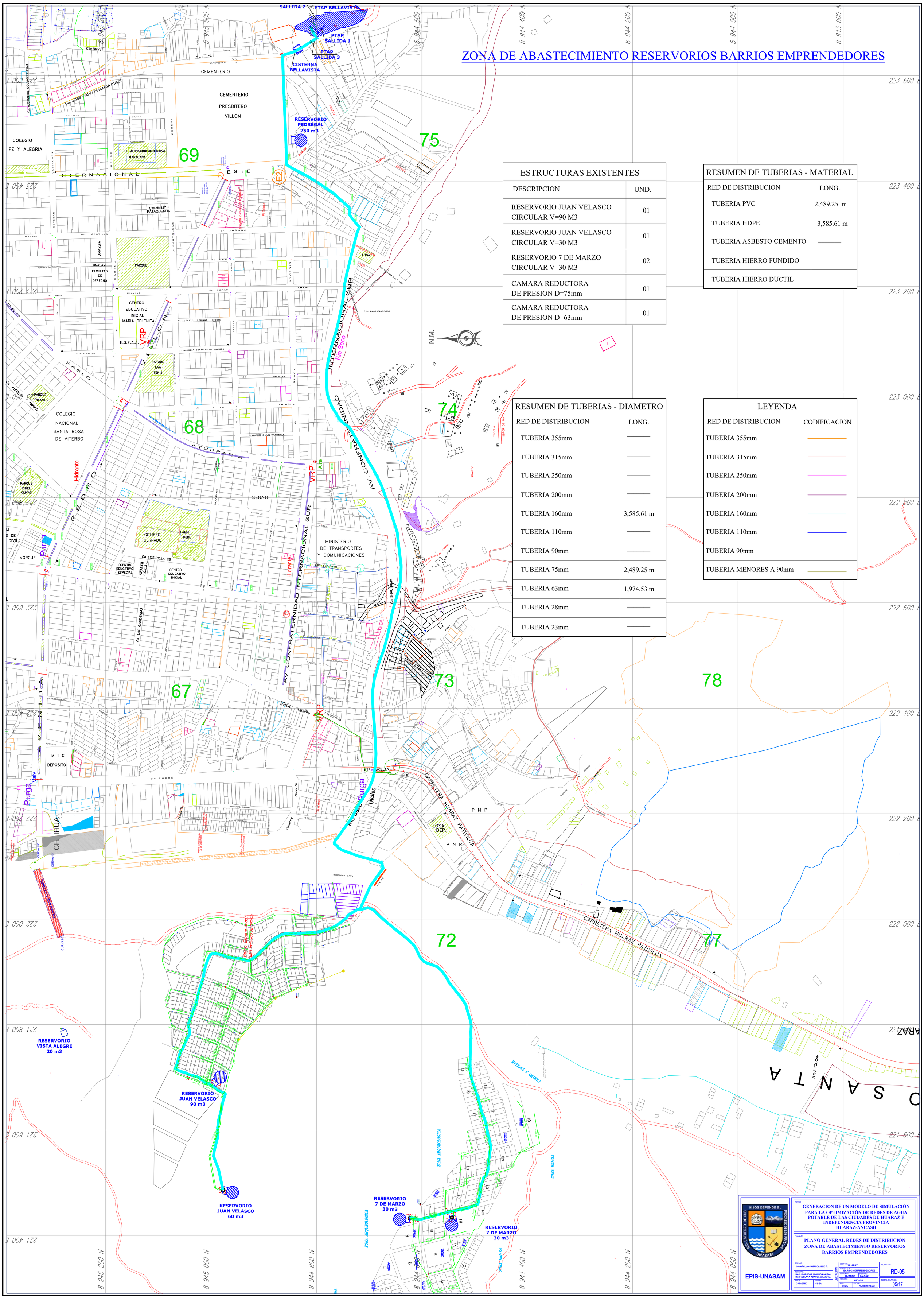
GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO BATÁN

BACH. ANGELO JAMANCA BRICEÑO	DIBUJO	GAMARRA	PLANO N°
BACH. CONSTANTINO LEÓN TRONCOSO	DISEÑO	BATAN	RD-04
BACH. ELVIS ALEXANDER CARRASCO VERA	DIBUJO	GAMARRA	CODIGO
ASESOR: ING. CESAR A. ZEVALLOS ARÉVALO	DISEÑO	ZEVALLOS	
CATASTRO:	FECHA	NOVIEMBRE 2017	HOJA 04/17

UNIVERSIDAD NACIONAL DE ANCASH "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO" — HUAZ DEFENSE EL

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIOS BARRIOS EMPRENDEDORES



ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO JUAN VELASCO CIRCULAR V=90 M3	01
RESERVORIO JUAN VELASCO CIRCULAR V=30 M3	01
RESERVORIO 7 DE MARZO CIRCULAR V=30 M3	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	2,489.25 m
TUBERIA HDPE	3,585.61 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	———
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	———
TUBERIA HIERRO DUCTIL	———

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	———
TUBERIA 250mm	———
TUBERIA 200mm	———
TUBERIA 160mm	3,585.61 m
TUBERIA 110mm	———
TUBERIA 90mm	———
TUBERIA 75mm	2,489.25 m
TUBERIA 63mm	1,974.53 m
TUBERIA 28mm	———
TUBERIA 23mm	———

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

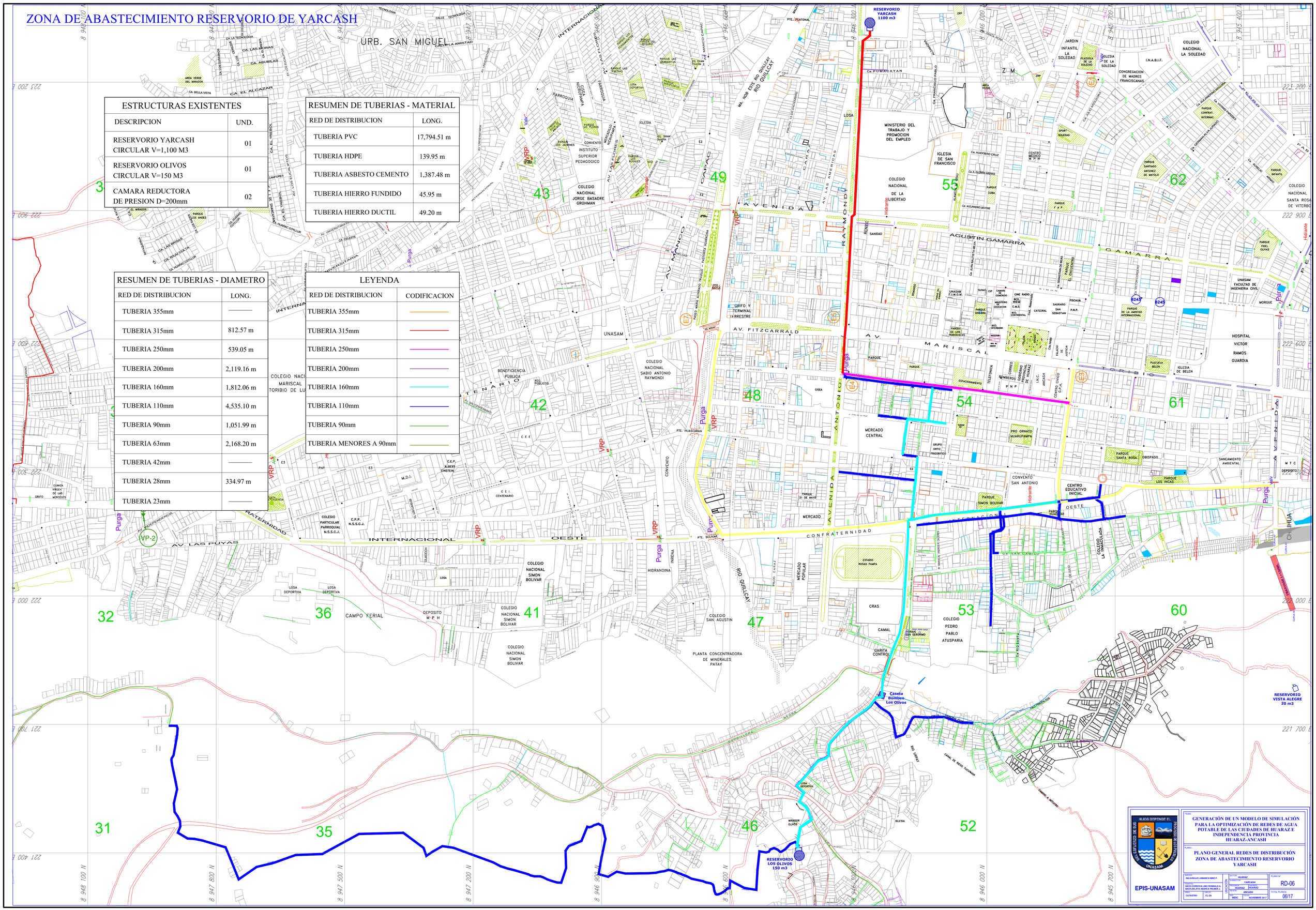
EPIS-UNASAM

TESIS:
GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO:
PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIOS BARRIOS EMPRENDEDORES

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.
ÁREA: CATASTRO
DIBUJO: CL-ZA
UBICACIÓN — SECTOR: HUARAZ; BARRIO-URB.: BARRIOS-EMPRENDEDORES; PROVINCIA: HUARAZ; DISTRITO: HUARAZ; REGIÓN: ANCASH
ESC.: INDIC
FECHA: NOVIEMBRE 2017
PLANO Nº: RD-05
TOTAL PLANOS: 05/17

ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE YARCASH



ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	02

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	17,794.51 m
TUBERIA HDPE	139.95 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	1,387.48 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	45.95 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	49.20 m

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	812.57 m
TUBERIA 250mm	539.05 m
TUBERIA 200mm	2,119.16 m
TUBERIA 160mm	1,812.06 m
TUBERIA 110mm	4,535.10 m
TUBERIA 90mm	1,051.99 m
TUBERIA 63mm	2,168.20 m
TUBERIA 42mm	———
TUBERIA 28mm	334.97 m
TUBERIA 23mm	———

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

EPIS-UNASAM

TESIS: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO YARCASH

AUTOR: ING.ARÁUJO JAMANCA NINO F.

ASESOR: BACH.CORDOVA LINO RONALD A. BACH.VILLAYA ARANCIA WILMER A.

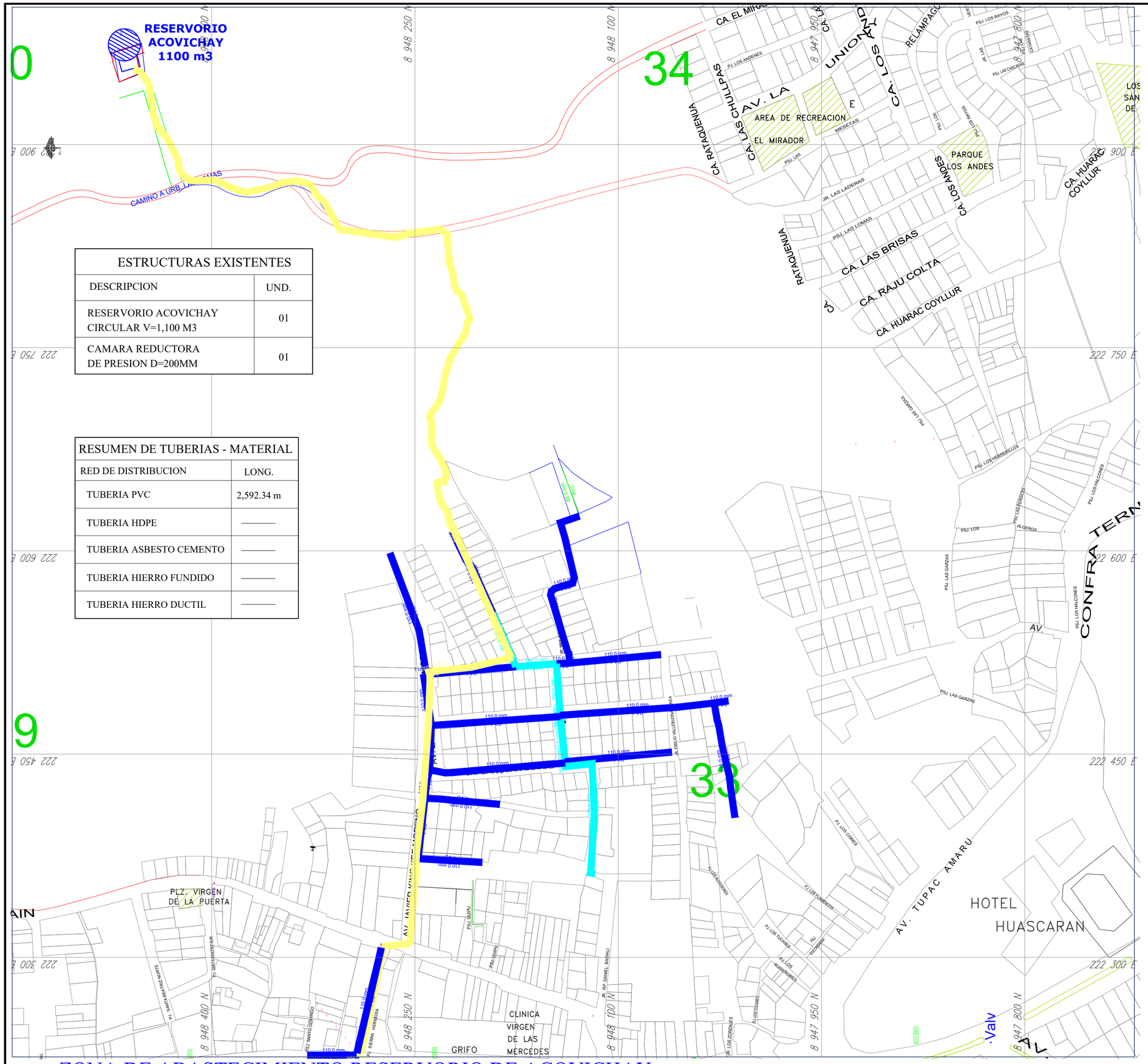
CATASTRO: CL-ZA

SECTOR: HUARAZ
PROVINCIA: YARCASH
DISTRITO: HUARAZ / HUARAZ
DISTRITO: ANCASH

PLANO Nº: RD-06

TOTAL PLANOS: 06/17

FECHA: NOVIEMBRE 2017



ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO DE ACOVICHAY

ESTRUCTURAS EXISTENTES	
DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1,100 M3	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200MM	01

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	2,592.34 m
TUBERIA HDPE	———
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	———
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	———
TUBERIA HIERRO DUCTIL	———

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO	
RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	———
TUBERIA 315mm	———
TUBERIA 250mm	———
TUBERIA 200mm	1,017.07 m
TUBERIA 160mm	253.44 m
TUBERIA 110mm	1,282.59 m
TUBERIA 90mm	———
TUBERIA 63mm	39.24 m
TUBERIA 42mm	———
TUBERIA 28mm	———
TUBERIA 23mm	———

EPIS-UNASAM

TESIS :
GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO :
PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN ZONA DE ABASTECIMIENTO RESERVORIO ACOVICHAY

ASESOR: INGLARAUJO JAMANCA NINO F.		SECTOR: INDEPENDENCIA	PLANO N° RD-10
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.		SUBSECTOR: ACOVICHAY	
		PROVINCIA: HUARAZ / DISTRITO: INDEPENDENCIA	
AREA: CATASTRO	DIBUJO: CL-ZA	REGIÓN: ANCASH	TOTAL PLANOS: 10/17
		FUENTE: INDIC / FECHA: NOVIEMBRE 2017	

PLANTA ZONAS DE PRESION DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

LEYENDA

NODO	PRESION
	<= 0.00 m.c.a
	<= 10.00 m.c.a
	<= 40.00 m.c.a
	<= 50.00 m.c.a
	<= 60.00 m.c.a
	<= 80.00 m.c.a

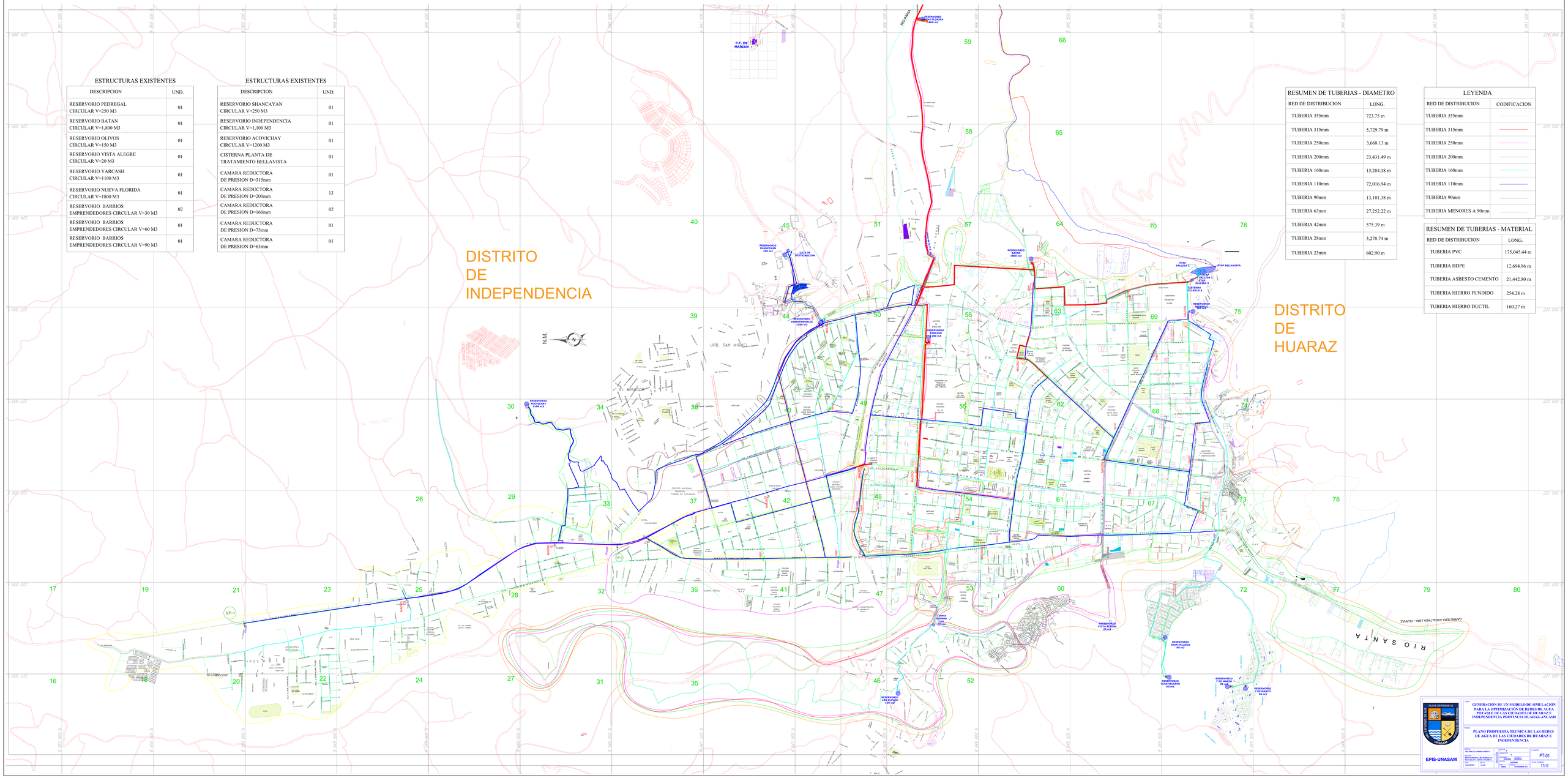
EPIS-UNASAM

TESIS : GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO : PLANO ZONAS DE PRESION DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.
AREA: CATASTRO
DIBUJO: CL-ZA
UBICACIÓN
SECTOR : 0
SUBSECTOR : 0
PROVINCIA : HUARAZ
DISTRITO : HUARAZ
REGIÓN : ANCASH
ESC: INDIC
FECHA: NOVIEMBRE 2017
PLANO Nº DP-01
TOTAL PLANOS: 11/17

PLANTA PROPUESTA TECNICA REDES DE AGUA DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA



ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	723.75 m
TUBERIA 315mm	5,729.79 m
TUBERIA 250mm	3,668.13 m
TUBERIA 200mm	23,431.49 m
TUBERIA 160mm	15,284.18 m
TUBERIA 110mm	72,016.94 m
TUBERIA 90mm	13,101.38 m
TUBERIA 63mm	27,252.22 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	3,278.74 m
TUBERIA 23mm	602.90 m

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

HUAZ DEFIENDE EL PERU

EPIS-UNASAM

TEMA: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO PROPUESTA TECNICA DE LAS REDES DE AGUA DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ALUMNO: BRIG ROJAS LORENZO BRIG C.

TESISTA: BRIG ROJAS LORENZO BRIG C. / BRIG ROJAS DE SANTA RUBIO J.

ASESOR: Dr. CHUNG ARGANDA

DIBUJO: BRIG ROJAS

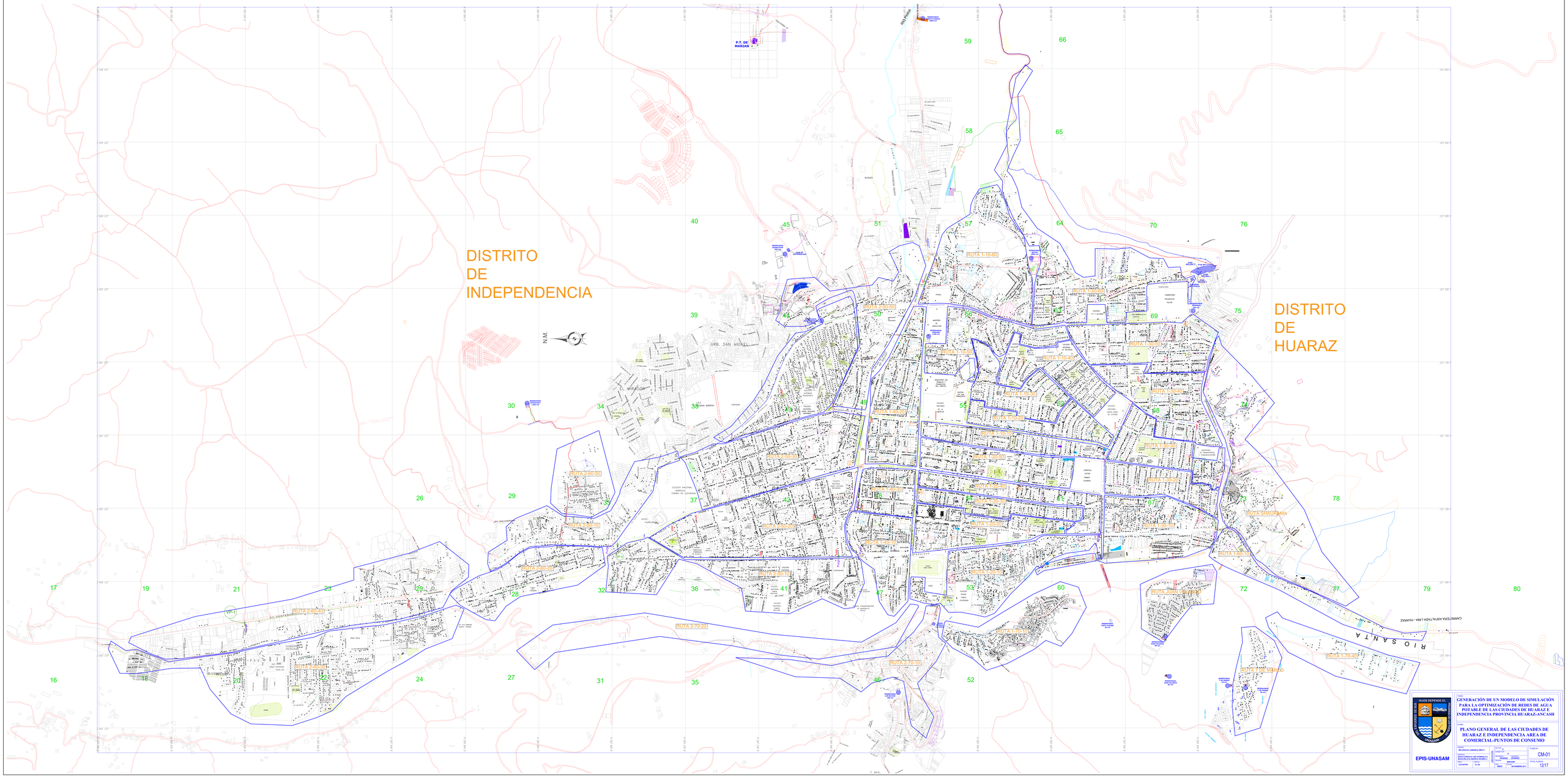
LUGAR: HUARAZ - ANCASH

FECHA: NOVIEMBRE 2017

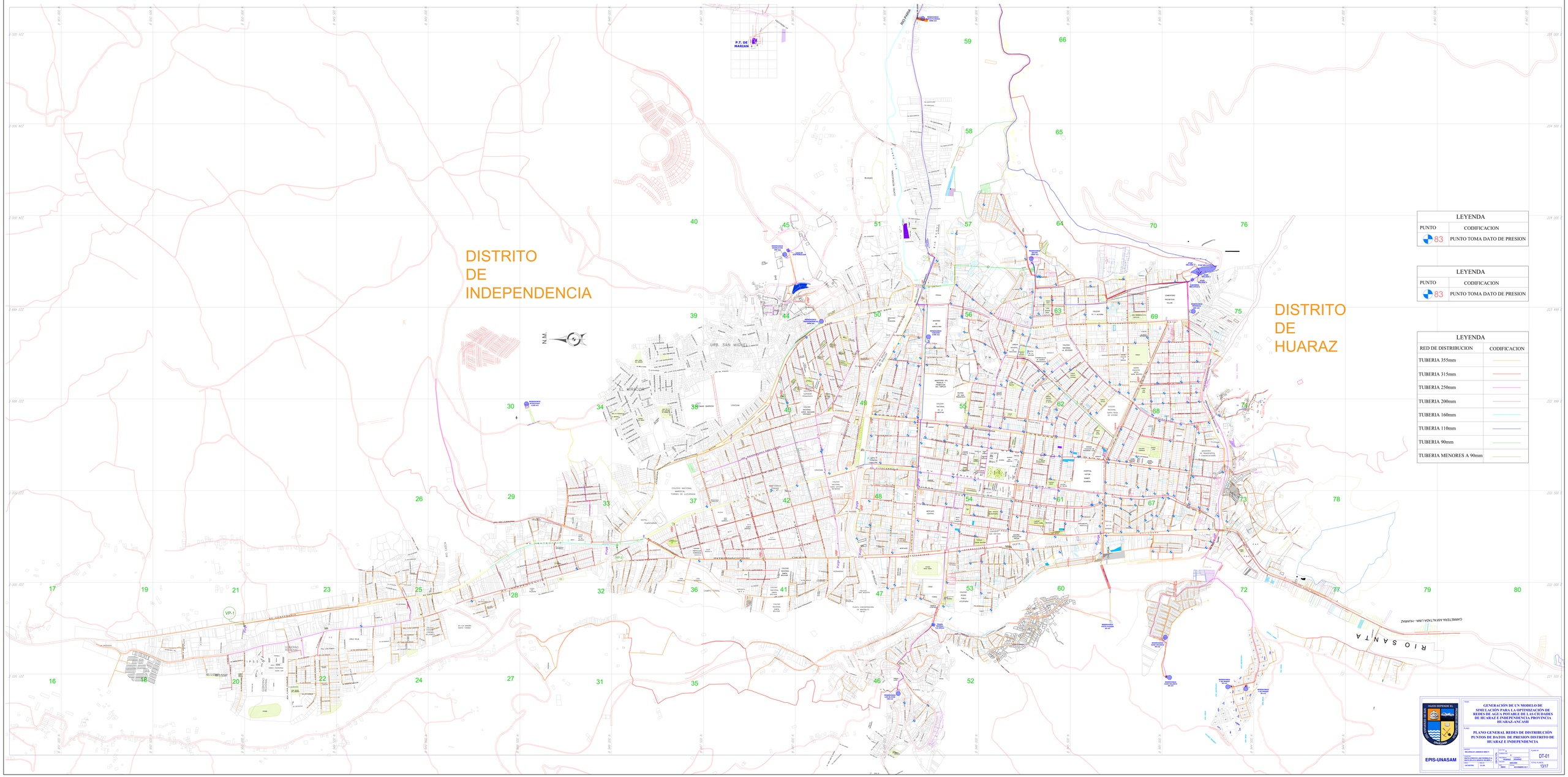
PLANO Nº: PT-01

TOTAL PLANOS: 17/17

PLANTA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA-PUNTOS DE CONSUMO



PLANTA PUNTOS TOMA DE DATOS PRESION DISTRITO DE HUARAZ E INDEPENDENCIA



LEYENDA	
PUNTO	CODIFICACION
83	PUNTO TOMA DATO DE PRESION

LEYENDA	
PUNTO	CODIFICACION
83	PUNTO TOMA DATO DE PRESION

LEYENDA	
RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

HUGO DEPENDE EL

EPIS-UNASAM

TEMA: GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO: PLANO GENERAL REDES DE DISTRIBUCIÓN PUNTOS DE DATOS DE PRESION DISTRITO DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

DIBUJO: BACHILLER: MENDOZA PEREZ E.		DATUM: WGS-84	PLANO N°: DT-01
TESISTAS: BACHILLERES: LAZO ESTRADA A. / BACHILLERES: MENDOZA PEREZ E.		ESCALA: 1/5000	TOTAL PLANOS: 13/17
ASES: CAPACITAN: ING. CELIS	DOCENTE: ING. ALVARADO	FECHA: NOVIEMBRE 2017	

PLANTA SEGMENTOS CRITICOS DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	723.75 m
TUBERIA 315mm	5,729.79 m
TUBERIA 250mm	3,668.13 m
TUBERIA 200mm	23,431.49 m
TUBERIA 160mm	15,284.18 m
TUBERIA 110mm	72,016.94 m
TUBERIA 90mm	13,101.38 m
TUBERIA 63mm	27,252.22 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	3,278.74 m
TUBERIA 23mm	602.90 m

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

EPIS-UNASAM

TESIS : GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO : PLANO SEGMENTOS CRITICOS DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.

TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.

AREA: CATASTRO | DIBUJO: CL-ZA

UBICACIÓN: SECTOR : 0 | SUBSECTOR : 0 | PROVINCIA : HUARAZ | DISTRITO : HUARAZ | REGIÓN : ANCASH | ESC: INDIC | FECHA: NOVIEMBRE 2017

PLANO Nº SC-01

TOTAL PLANOS: 14/17

PLANTA CLORO RESIDUAL DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

LEYENDA

NODO	CLORO RESIDUAL
	= 0.50 mg/lt

EPIS-UNASAM

TESIS : GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO : PLANO ANALISIS DE CLORO RESIDUAL DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ASESOR:	ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.
TESISTAS:	BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.
AREA:	CATASTRO
DIBUJO:	CL-ZA

UBICACIÓN	
SECTOR :	0
SUBSECTOR :	0
PROVINCIA :	HUARAZ
DISTRITO :	HUARAZ
REGIÓN :	ANCASH
ESC:	INDIC
FECHA:	NOVIEMBRE 2017

PLANO Nº	CL-01
TOTAL PLANOS:	15/17

PLANTA ESQUELETIZACION DE LA CIUDAD DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO PEDREGAL CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO BATAN CIRCULAR V=1,800 M3	01
RESERVORIO OLIVOS CIRCULAR V=150 M3	01
RESERVORIO VISTA ALEGRE CIRCULAR V=20 M3	01
RESERVORIO YARCASH CIRCULAR V=1100 M3	01
RESERVORIO NUEVA FLORIDA CIRCULAR V=1800 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=30 M3	02
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=60 M3	01
RESERVORIO BARRIOS EMPRENDEDORES CIRCULAR V=90 M3	01

ESTRUCTURAS EXISTENTES

DESCRIPCION	UND.
RESERVORIO SHANCAYAN CIRCULAR V=250 M3	01
RESERVORIO INDEPENDENCIA CIRCULAR V=1,100 M3	01
RESERVORIO ACOVICHAY CIRCULAR V=1200 M3	01
CISTERNA PLANTA DE TRATAMIENTO BELLAVISTA	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=315mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=200mm	13
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=160mm	02
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=75mm	01
CAMARA REDUCTORA DE PRESION D=63mm	01

RESUMEN DE TUBERIAS - DIAMETRO

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA 355mm	723.75 m
TUBERIA 315mm	5,729.79 m
TUBERIA 250mm	3,668.13 m
TUBERIA 200mm	23,431.49 m
TUBERIA 160mm	15,284.18 m
TUBERIA 110mm	72,016.94 m
TUBERIA 90mm	13,101.38 m
TUBERIA 63mm	27,252.22 m
TUBERIA 42mm	575.39 m
TUBERIA 28mm	3,278.74 m
TUBERIA 23mm	602.90 m

LEYENDA

RED DE DISTRIBUCION	CODIFICACION
TUBERIA 355mm	
TUBERIA 315mm	
TUBERIA 250mm	
TUBERIA 200mm	
TUBERIA 160mm	
TUBERIA 110mm	
TUBERIA 90mm	
TUBERIA MENORES A 90mm	

RESUMEN DE TUBERIAS - MATERIAL

RED DE DISTRIBUCION	LONG.
TUBERIA PVC	175,045.44 m
TUBERIA HDPE	12,694.86 m
TUBERIA ASBESTO CEMENTO	21,442.80 m
TUBERIA HIERRO FUNDIDO	254.28 m
TUBERIA HIERRO DUCTIL	160.27 m

EPIS-UNASAM

TESIS : GENERACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REDES DE AGUA POTABLE DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA PROVINCIA HUARAZ-ANCASH

PLANO : PLANO ESQUELETIZACION DE LAS REDES DE AGUA DE LAS CIUDADES DE HUARAZ E INDEPENDENCIA

ASESOR: ING.ARAUJO JAMANCA NINO F.
TESISTAS: BACH.CORDOVA LINO RONNALD A. BACH.ZELAYA ABARCA WILMER J.

AREA: CATASTRO
DIBUJO: CL-ZA

UBICACIÓN
SECTOR : 0
SUBSECTOR : 0
PROVINCIA : HUARAZ
DISTRITO : HUARAZ
REGIÓN : ANCASH
ESC: INDIC
FECHA: NOVIEMBRE 2017

PLANO Nº ES-01
TOTAL PLANOS: 16/17