

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“ANÁLISIS DE LAS PRESIONES DE SERVICIO DE REDES
DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE DOS SECTORES DE LA
LOCALIDAD DE INGABUASI, DISTRITO DE PILLPICHACA,
REGION HUANCAMELICA”**

TESIS

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**LINEA DE INVESTIGACIÓN
HIDRÁULICA**

PRESENTADO POR: Br. MELVIN HANS SURICHAQUI QUISPE

ASESOR: Ms. Ing. RICARDO NARVAEZ ARANDA

Trujillo, diciembre del 2015

TESIS: “ANÁLISIS DE LAS PRESIONES DE SERVICIO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE DOS SECTORES DE LA LOCALIDAD DE INGAHUASI DISTRITO DE PILLPICHACA, REGION HUANCVELICA”

POR: Br. MELVIN HANS SURICHAQUI QUISPE

JURADO EVALUADOR

Presidente:

Ing. Carlos Manuel Vargas Cárdenas

Secretario:

Ing. Felix Gilberto Pérrigo Sarmiento

Vocal:

Ing. Tito Alfredo Burgos Sarmiento

Asesor:

Ms. Ing. Ricardo Narváez Aranda

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, para el título Profesional de Ingeniero Civil, es grato poner a vuestra consideración, la presente tesis titulada: “ANÁLISIS DE LAS PRESIONES DE SERVICIO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA DE DOS SECTORES DE LA LOCALIDAD DE INGAHUASI DISTRITO DE PILLPICHACA, REGION HUANCAMELICA”

Atentamente, Br. Melvin Hans Surichaqui Quispe

Trujillo, diciembre del 2015

*A mis padres Hernán y Epiolina,
por su apoyo constante e
incondicional, durante mi
formación profesional.*

Melvin Hans

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Hernán Alejo Surichaqui Limaymanta y Epiosina Quispe Mendoza, por el apoyo económico para la realización de la tesis.

A mi asesor de tesis Ms. Ricardo Andrés Narváez Aranda, por sus enseñanzas y paciencia durante la elaboración de esta tesis.

Al equipo topográfico que me acompañó a la localidad de Pillpichaca, para realizar los estudios necesarios.

A todos ellos ¡Muchas Gracias!

INDICE

Presentación	
Dedicatoria	
Agradecimientos	
Índice	
Resumen	
Abstract	
Introducción	11

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. OBJETIVOS	13
1.3. JUSTIFICACIÓN	14
1.4. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	14
1.4.1. UBICACIÓN POLÍTICA	14
1.4.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	14
1.4.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS	15
1.4.4. EDUCACIÓN	19
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO	19

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA	20
2.1.1. DEFINICIÓN	20
2.1.2. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS	22
2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	26
2.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA	30
2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO	33
2.2.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO	33
2.2.2. RED DE APOYO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO	33
2.2.3. ALTIMETRÍA O CIRCUITO DE NIVELACIÓN	35
2.2.4. MÉTODOS DE NIVELACIÓN	35
2.2.5. LEVANTAMIENTO DE CURVAS A NIVEL	37
2.2.6. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO	40
2.2.7. TRABAJO DE CAMPO	41
2.2.8. TRABAJO DE GABINETE	41
2.3. DATOS BASICOS DE DISEÑO	42
2.3.1. PERIODO DE DISEÑO	42
2.3.2. POBLACIÓN	44

2.3.3. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO	45
2.3.4. DOTACIONES DE AGUA	47
2.3.5. TIPO DE CONSUMO DE AGUA	49
2.3.6. VARIACIONES DE CONSUMO	50
2.3.7. DIÁMETRO MÍNIMO	51
2.3.8. PRESIONES	51
2.3.9. PRESIONES HIDRÁULICAS RELATIVAS A LA RED	52
2.4. REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED	54
2.5. ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN	56
2.6. RESERVORIO	62
2.6.1. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO	62
2.6.2. UBICACIÓN DEL RESERVORIO	64
2.6.3. TIPO DEL RESERVORIO	64
2.7. DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN	65
2.8. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA	67
2.8.1. TIPOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN	67
2.8.2. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	68
2.8.3. ACCESORIOS	69
2.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	71
2.9.1. DEFINICIÓN	71
2.9.2. IMPORTANCIA DE ESTUDIAR EL IMPACTO AMBIENTAL	72
2.9.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	73
2.9.4. TIPO DE IMPACTO AMBIENTAL	73
2.9.5. CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN	74
2.9.6. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	76
2.9.7. MÉTODOS DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	76

CAPÍTULO III RESULTADOS

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO	81
3.2. CLIMA Y METEOROLOGÍA	85
3.3. RESULTADOS TOPOGRÁFICOS	86
3.4. PARAMETROS DE DISEÑO	86
3.5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE	87
3.6. CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA, AFORO Y CAUDALES DE DISEÑO	89
3.6.1. CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA	89
3.6.2. AFORO HIDRÁULICO – SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE	90
3.6.3. CAUDALES DE DISEÑO	92

3.7. DISEÑO DE LA CAPTACIÓN	95
3.8. VOLUMEN DE RESERVORIO 1-2	101
3.8.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE RESERVORIO	101
3.8.2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO RESERVORIO 01 (EXISTENTE)	102
3.9. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRAÚLICA	105
3.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	141
3.10.1. GESTIÓN AMBIENTAL	141
3.10.2. ALCANCE DEL ESTUDIO	141
3.10.3. CONCEPTOS GENERALES DE GESTIÓN AMBIENTAL	142
3.10.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN	144
3.10.5. PROTECCIÓN Y CUIDADO DE LOS SITIOS DE TRABAJO	145
3.10.6. NORMAS DE CONTROL AMBIENTAL	146
3.10.7. ACCESOS	150

CAPITULO IV ANÁLISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS DEL DISEÑO PROPUESTO	152
CONCLUSIONES	154
RECOMENDACIONES	155
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156

RESUMEN

La tesis se centra en el cálculo de presiones de una red de distribución, del poblado de Pillpichaca, que se encuentra en la provincia de Tayacaja, Departamento de Huancavelica, que se tiene una población futura de 1697 pobladores al año 2035, con un tiempo de vida de 20 años para el proyecto. Para lo cual se toman dos puntos de abastecimiento para el sector 01 se tomara desde Waswacucho con un caudal del 0.40 ltr/seg. Y para el sector un caudal de 0.984 ltr/seg. Los cuáles serán conducidos por redes de tuberías de PVC de 2", 1 ½" y 1". El poblado de Pillpichaca está dividido en dos zonas por una línea de presiones por tal motivo, el poblado será dividido en dos sectores, calculándose con el programa EPANET se logra calcular las presiones en los diferentes puntos de la red de distribución, dando la presión en el sector 1 más alta en el nudo J16 de 39.03 mca. Por los cual se usaran tuberías de 1 ½" C-7.5. En el sector 2 la presión máxima se encuentra en el nudo J22 y es de 22.98 mca. Que se usaran tuberías de 1 ½" tipo C-10.

ABSTRACT

The thesis focuses on the calculation of pressure distribution network, the town of Pillpichaca, located in the province of Tayacaja, Department of Huancavelica, which has a future population of 1697 people by 2035, with a time of life of 20 years for the project. For which two points of supply for the sector taking 01 Waswacucho it were taken from a rate of 0.40 ltr / sec. And for the sector a rate of 0.984 ltr / sec. Which will be conducted by networks of PVC pipes 2", 1 ½" and 1". The town of Pillpichaca is divided into two areas by a line pressure for that reason, the village will be divided into two sectors, calculated with EPANET program is achieved calculate the pressures at different points of the distribution network, giving pressure sector 1 higher at 39.03 mca J16 knot. By which pipes of 1 ½" C-7.5 were used. In the sector 2 is the maximum pressure in the knot and J22 is mca 22.98. That pipe 1 ½" type C-10 were used

INTRODUCCIÓN

El poblado de Pillpichaca, cuenta con una red de distribución en completo deterioro, ya que por el pasar del tiempo, las tuberías se fueron dañando ocasionando que no haya un suficiente abastecimiento de agua para el poblado por la pérdida de presiones ocasionando malestar en la población.

Se procederá al cálculo de una nueva red de distribución, donde se tendrá en cuenta la variación de las presiones, el caudal de diseño, el caudal máximo diario, y el caudal máximo horario.

Apoyándonos en el programa EPANET, para cálculo de las redes de distribución nos dispondremos a analizar las presiones que dan en cada nudo, utilizando los caudales naturales que hay en la zona, y el diseño de reservorio para tales fuentes de agua.

El cálculo de las presiones nos dará como resultado el elegir el tipo de tubería a usar, también el diámetro de las mismas.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La población hace uso parcial del sistema de agua potable existente, el cual se encuentra operando con ciertas deficiencias y por espacios de tiempo cortos, debido a que en tramos continuos de la línea de conducción las tuberías se encuentran deterioradas con presiones por debajo a las de servicio, debido principalmente a los derrumbes existentes en esta zona y por la deficiente instalaciones existentes. Además de ello la infraestructura existente fue diseñada para una población inferior al actual, puesto que la Comunidad de Ingahuasi en estos últimos años ha crecido poblacionalmente, este hecho ha generado la ampliación del casco urbano considerando la mejora del servicio a futuro.

En las épocas o temporadas en la que el sistema de agua potable se encuentra en operación, el abastecimiento de agua se realiza a través de las piletas públicas operativas y las conexiones domiciliarias construidas por los Propios Pobladores con apoyo del Municipio Distrital de Pilpichaca, cuya cobertura conjunta alcanza solo al 40% de la población, dejando a la mayor población con un servicio casi nulo de agua potable causando gran malestar a los pobladores que son obligados a abandonar sus viviendas por falta de agua.

1.7. OBJETIVOS

Se planteó los siguientes objetivos:

a. General

Realizar el análisis de las presiones de servicio de redes de distribución de agua de dos sectores de la localidad de Ingahuasi distrito de Pillpichaca, Región Huancavelica.

b. Específicos

- Realizar los estudios básicos: reconocimiento de la zona y toma de datos de población, levantamiento topográfico, estudio de mecánica de suelos.

- Realizar estudios específicos:
 - Calculo de la población futura que se beneficiará con el proyecto.
 - Diseño hidráulico de la captación y aforo.
 - Diseño hidráulico de la línea de conducción.
 - Diseño hidráulico del reservorio de almacenamiento
 - Diseño hidráulico de la red de distribución
 - Análisis de las presiones de servicio en la red de distribución.

1.8. JUSTIFICACIÓN

a. Justificación académica

El proyecto de tesis se justifica académicamente porque permitirá aplicar procedimientos y metodologías para analizar las presiones de servicio de la red de agua potable.

b. Justificación social

El proyecto se justifica socialmente porque evaluara una alternativa de diseño para mejorar las presiones de servicio en la localidad de estudio.

1.9. SITUACIÓN ACTUAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

1.9.1. UBICACIÓN POLÍTICA

El Distrito de Pilpichaca está ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Huaytará, distrito de pillpichaca, localidad de Ingahuasi.

1.9.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto integral se desarrolla en el área urbana de Pilpichaca por ello se establece el punto referencial la plaza principal de Pilpichaca y que tiene las coordenadas en el sistema UTM siguientes:

Este : 531407.05
Norte : 8535983.08
COTA : 4435.45 msnm

1.9.3. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS

a. *Organización:* En la localidad de Pilpichaca funcionan las entidades del estado a nivel distrital como: Municipalidad Distrital, Centro de Salud, Comisaría de la Policía Nacional, JASS; adicionalmente funcionan otras instituciones no gubernamentales.

b. Actividades Principales

La población económicamente activa (PEA) de 14 y más años de edad según el censo INEI 2007 es 947 habitantes.

La actividad económica principal es la ganadería de tipo intensiva y que ocupa el mayor porcentaje de la población distrital.

La PEA distrital está compuesta por personas que se dedican, mayormente, a la agricultura y ganadería, y a otras actividades en menor porcentaje. Así tenemos:

- ✓ %PEA Ocupada en agricultura, ganadería, caza y silvicultura: 64.9%
- ✓ %PEA Ocupada en construcción: 9.8%
- ✓ %PEA Ocupada en administración pública y defensa para seguridad social afiliada: 9.1%
- ✓ El 16.2% restante tiene actividades como explotación de minas, comercio, enseñanza, hoteles, etc.

Ganadería

La ganadería es la principal actividad del distrito de Pilpichaca, generadora de ingresos económicos. Se caracteriza por realizarse de manera tradicional y familiar, se desarrolla de manera extensiva y la mayoría del ganado son de raza criolla (cruzados), los mismos que tienen una escasa precocidad y bajo rendimiento.

La especie más rentable y que se adapta mejor a este medio son los camélidos sudamericanos. Por lo mismo, Pilpichaca es uno de los distritos más importantes en la producción de alpacas y llamas a nivel de la Región Huancavelica. También debemos señalar la presencia de vicuñas en esta localidad, a pesar de ser un animal silvestre algunos están siendo domesticados y forman parte de los rebaños mixtos juntamente con alpacas, llamas, ovinos, etc.

Tanto las alpacas como los ovinos están destinados para la producción de fibra y carne, mientras que las llamas y equinos son criados para el servicio de transporte rural.

Las familias del distrito, también acostumbran criar animales menores como cuyes, conejos y gallinas, aunque en menores cantidades y principalmente destinados al consumo familiar.

La actividad ganadera en Pilpichaca es bastante significativa e importante que por estar ligada a la economía de mercado local (Huancavelica) y regional (Huancayo, lima, Ica).

Los rebaños se manejan mediante pastoreo a campo abierto durante el día y en dormidero durante la noche para evitar que los depredadores naturales causen daños. Las prácticas de selección, empadre, control de parición, sanidad y otras se realizan con limitaciones económicas, técnicas y de acuerdo a las propias costumbres de la zona.

En cuanto al manejo de pastos este es inadecuado, provocada por una deficiente administración de recursos forrajeros, el desconocimiento de la soportabilidad de los pastos, escases de agua en época de estiaje (mayo-noviembre), carencia de infraestructura de riego y la no planificación para la rotación y descanso de las canchas, constituyendo los principales aspectos que han originado un sobre pastoreo en un grado muy elevado y que a su vez determinan una ganadería con bajos rendimientos tanto en carne, fibra y lana, recibiendo a cambio precios que muchas veces no justifica el costo de inversión, porque no satisfacen la calidad del producto en el mercado.

Situación que incluso afecta aspectos esenciales del desarrollo de las familias como los niveles de nutrición y salud. Un buen porcentaje de la población afirma que los ingresos obtenidos de su labor no son suficientes y para contrarrestar la difícil situación complementan sus ingresos con labores artesanales, elaboración de sub productos pecuarios y otros. Los ingresos de la actividad pecuaria proceden de la venta de alpaca, ovinos, llama, lana y fibra.

Agricultura

Las tierras aptas para el cultivo abarcan una superficie de 987.72 has., de las cuales el 47% de hectáreas están en producción.

Pilpichaca es un distrito de baja producción agrícola, por las condiciones climáticas y geográficas. Mayormente las cosechas son para autoconsumo y para el trueque en pequeña escala. Aun es de carácter tradicional y temporal.

Pesquería

Por su importante riqueza hídrica, el distrito de Pilpichaca tiene potencial para la piscicultura, sin embargo, esta actividad es poco promovida por falta de inversión en este sector. Actualmente, la mayor producción se realiza en Santa Inés y es de carácter artesanal.

Las especies de truchas que se adaptan a estas lagunas y ríos de Pilpichaca, son los “Salmónidos” y el “Arco Iris”, las que ostentan aptitudes para el desarrollo piscícola, fuente de seguridad alimentaria e inserción a los mercados Huancavelica, Ica, Ayacucho, Lima.

El precio de venta de la trucha es a S/. 8.00 el kilo.

Respecto al consumo, es muy esporádico, la mayoría de estos productos son trasladados inmediatamente a los mercados de la ciudad de Huancavelica para su comercialización.

Minería

La explotación minera en el distrito de Pilpichaca es muy poco, aunque es sabido que cuentan con variedad de recursos minerales metálicos y no metálicos como; cobre, zinc, plata, azufre, arcilla, cal. En materia de contaminación ambiental producido por la producción minera, algunas de sus comunidades se han visto afectadas especialmente; Santa Inés, pues se han generado agua acida y relave desembocado en la laguna Orcocochas, hoy en día muerta. Igual riesgo ocurre con la laguna de Choclococha. También están afectando extensiones de praderas, perjudicando enormemente a la población.

1.9.4. EDUCACIÓN

El distrito cuenta con centros educativos a nivel: inicial, primaria y secundaria.

La población por el nivel de educación alcanzado está compuesto por: población que no tienen ningún nivel 819 habitantes que significa el 23.94%, población con nivel inicial o pre-escolar 134 habitantes que significa el 3.92%, población con nivel primaria 1605 habitantes que significa el 46.92%, población con nivel secundaria 745 habitantes que significa el 21.78%, población con nivel superior no universitario incompleta 29 habitantes que significa el 0.85%, población con nivel superior no universitaria completa 44 habitantes que

significa el 1.29%, población con nivel superior universitario incompleta 13 habitantes que significa el 0.38%, población con nivel universitaria completa 32 habitantes que significa el 0.94%.

- *Tasa de analfabetismo:* El analfabetismo en el distrito de Pilpichaca es de 932 habitantes, lo que representa el 27.24%, es decir que de cada 100 hab., 27 mayores de 15 años no saben leer ni escribir, tasa mayor a la registrada en el país que es 13.00%. También se puede observar que hay mayor incidencia en las mujeres que representan el 68.28% y menor en los hombres que representan el 31.72%.

1.10. ALCANCE DEL PROYECTO

El alcance del proyecto de investigación es a nivel de la zona de estudio considerando los dos sectores de la localidad Ingahuasi determinando las presiones de servicio para un adecuado servicio de agua en la red de distribución.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA

2.1.1. DEFINICIÓN

El agua pura es un líquido inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A la presión atmosférica el punto de congelación del agua es de 0° C y su punto de ebullición de 100° C. El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse.

Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a unos -25° C sin que se congele

El agua es fuente de vida, toda la vida depende del agua. El agua constituye un 70% de nuestro peso corporal. El agua por sí misma es incolora y no tiene olor ni gusto definido. Sin embargo, tiene unas cualidades especiales que la hacen muy importante, entre las que destacan el hecho de que sea un regulador de temperatura en los seres vivos y en toda la biosfera, por su alta capacidad calórica (su temperatura no cambia tan rápido como la de otros líquidos).

El agua, durante su trayecto natural desde las nubes hacia el mar, sobre y a través de la tierra, va recogiendo toda clase

de impurezas, lo cual determina que su uso en forma directa para el consumo humano sea peligroso.

La relación entre la calidad de agua y los efectos en la salud ha sido estudiada para cada una de las muchas características de la calidad de agua. Un examen de la calidad de agua es básicamente una determinación de los organismos y de los compuestos minerales y orgánicos contenidos en el agua.

- Libre de organismos patógenos (causante de enfermedades).
 - No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
 - Aceptablemente clara (por ejemplo baja turbiedad; poco color)
 - No salina (salobre).
 - Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, ni que manche la ropa lavada con ella.
-
- Para su rápida aplicación en la práctica de ingeniería, los resultados de los estudios e investigaciones sobre la calidad de agua de bebida deben ser presentadas bajo la forma de guías práctica. Por lo general esto toma la forma de un cuadro que da para un número seleccionada de parámetros de calidad del agua, el nivel deseable elevado y el nivel máximo permisible. Estos valores se consideran solo como indicativos y no como estándares absolutos.

2.1.2. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS

El parámetro más importante de la calidad de agua (agua potable) es la calidad bacteriológica, por ejemplo; el contenido de bacterias y virus. No es factible examinar el agua para todos

los organismos que posiblemente pudiera contener. En lugar de esto, se examina el agua para descubrir la presencia de un tipo específico de bacterias que se originan en grandes números de la excreta animal, humana y cuya presencia en el agua indicativa de contaminación fecal.

Tales bacterias indicativas deben ser específicamente fecales y no de vida libre fuera de las heces. Las bacterias fecales pertenece a un grupo mucho mayor de bacterias, las coliformes. Muchos tipos de bacterias coliformes están presentes en el suelo. Aquellos coliformes conocidas como Escherichia-coli (E-coli) y Streptococo fecal son bacterias indicadoras adecuadas de contaminación fecal.

Tiene la capacidad de una fácil multiplicación. Cuando se encuentran estas bacterias en el agua, ello indica una contaminación fecal bastante fresca y sobre esta base, que existe entonces la posibilidad de la presencia de bacterias patógenas y virus. Una de estas, las bacterias poliformes y la estreptocócicas, o ambas pueden ser usadas como organismos indicadores.

Es probable que se encuentren bacterias fecales en casi todo el sistema de abastecimiento de agua. No tendría sentido condenar todos los sistemas que contengan cierta contaminación fecal, especialmente cuando la fuente alternativa de agua está mucho más contaminada. En lugar de esto, un examen de la calidad bacteriológica del agua deberá determinar el nivel de contaminación fecal y el grado de contaminación de cualquier fuente alternativa.

- Se deberá recolectar muestras de agua en botellas estériles de acuerdo a un procedimiento estándar.

- Se deberá poner estas muestras a la sombra y mantenerla lo más fresca posibles.

Es necesario realizar el análisis bacteriológico de las muestras dentro de pocas horas después de su recolección; de lo contrario, los resultados serán pocos confiables. Hay dos métodos para llevar a cabo análisis sobre los niveles de coli fecal y estreptococo fecal en el agua:

- El método de tubo múltiple para establecer el número más probable (N.M.P), y
- El método de filtración por membrana (o de membrana filtrante).

En el método de tubo múltiple, se incuban pequeñas cantidades medidas de la muestra de agua en 5 ó 10 frascos pequeños que contengan un caldo nutriente selectivo. Se puede estimar el número más probable (N.M.P.) de bacterias sobre la muestra de la base de números de frascos que manifiestan signos de crecimiento bacteriano.

En el método de filtración por membrana se filtra el agua a través de una membrana de papel especial que retiene las bacterias. Luego, se coloca la membrana en medio nutriente selectiva y se le encuba. Las bacterias se multiplican formando colonias visibles que pueden ser contadas. El resultado se expresa como número de bacterias por 100 ml de agua. Se puede hacer recuentos directos de coli fecal y de estreptococo fecal en 24 y 48 horas respectivamente. No hay necesidades de pruebas confirmativas para verificar las especies de bacterias como el método de tubo múltiple.

El equipo y materiales necesarios para el método de tubo múltiple para el coli fecal son más baratos y generalmente se dispone de ellos con mayor facilidad en países en desarrollo que el caso del método de filtración por membrana.

El problema de usar el método de tubo múltiple para estreptococo fecal es que el tiempo de incubación requerida de 5 días no es tan práctico. El método de filtración por membrana es aplicable tanto para el coli fecal como para el estreptococo fecal. Ofrece resultados rápidos que son fáciles de interpretar y bastantes precisos. Las pruebas de la membrana de tubo múltiples frágil y requiere de provisiones especiales durante el transporte. Tomando en consideración todos los factores, el método de filtración por membrana es el más recomendable.

En cualquiera de los métodos, las instalaciones para la incubación constituyen la restricción principal, la dificultad radica en el control exacto de la temperatura. Para el coli fecal, la incubación debería estar a una temperatura exacta controlada de $44.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este grado de control de la temperatura no es fácil de lograr en incubadora bajo condiciones de campo, pero comercialmente se dispone de incubadoras portátiles especiales que puedan mantener la temperatura dentro del estrecho margen requerido.

Si no es posible la incubación con un control exacto de temperatura, la práctica recomendable es que solo se debería hacer el recuento de estreptococo fecal. Para este recuento se requiere una incubación de $35 - 37\text{ }^{\circ}\text{C}$ que se puede obtener con mayor facilidad.

Donde estos sean posibles se deberá hacer un examen tanto para el coli fecal, como para el estreptococo fecal. Esto

proporcionara una verificación importante sobre al valides de los resultados. También da una base para calcular la proporción en la que están presentes las dos especies de bacteria, de lo cual se puede obtener una conclusión tentativa de si la contaminación fecal es de origen animal o humano.

En las tablas siguientes se muestran las concentraciones máximas permisibles de los parámetros que indican la calidad del agua.

CUADRO 01
PARAMETROS BACTERIOLOGICOS

ORIGEN	Parámetros(b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAX. ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A.- todo tipo de Agua de bebida	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	
B. Agua que entra al Sistema de Distribución	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	En muestras no consecutivas
	Coliforme Total	Negativo	□ 4	

C. Agua en el Sistema de Distribución	Coliforme Total	Negativo	□□4	En muestras puntuales no debe ser detectado En el 95% de las muestras anuales (c)
	Coliforme Fecal	Negativo	Negativo	

Fuente: Ministerio de Salud, reglamento de agua segura

2.1.3. CARACTERISTICAS FÍSICAS DEL AGUA

Entre las propiedades físicas del agua de mayor importancia en el aspecto de control hidráulico y de la calidad están:

- **Estructura Molecular**

La moléculas del agua líquida ocupa un volumen de $2.97 \times 10^{-11} \mu^3$ (2.97 unidades ángstrom cúbicas). Se presentan, ya sea en forma de unidades o en grupos de moléculas de H₂O, o como iones hidrógeno e hidroxilos. El espacio medio de los poros entre las moléculas es, aproximadamente, de 36.7% en el hielo, las moléculas ocupan, únicamente un volumen ligeramente mayor, que es de $3.23 \times 10^{-11} \mu^3$.

De acuerdo con esto, el volumen por molécula gramo es $6.02 \times 10^{23} \times 3.23 \times 10^{-11} / 10 \exp 9 = 19.44$ cc., y las densidad de hielo se convierte en $18.016 / 19.44 = 0.93$. en esta caso 6.20×10^{23} es el número de Avogadro, es decir, el número de moléculas por gramo mol. En el estado de vapor, las moléculas se encuentran ampliamente separadas. Su tamaño equivalente es próximo a $3.3 \times 10^{-4} \mu$, y se mueven a alta velocidad ejerciendo una presión:

$$P = 1/3 Nmv^2,$$

De acuerdo con la teoría cinética de los gases (1.738);

N ; es el número de moléculas por unidad de volumen de gas

m ; es la masa de la masa molecular

v^2 : el cuadro medio de la velocidad de las moléculas.

- **Densidad:** La densidad se expresa en tres formas distintas:
 - Como masa densidad o masa por unidad de volumen (ml^{-3}).
 - Como peso específico δ o peso (fuerza) por unidad de volumen ml^{-2} , t^{-2} .
 - Como peso específico relativo $s = \rho / \rho = \delta / \delta$ (adimensional).

El subíndice cero denota aquí la densidad a una temperatura estándar o de referencia; tal como la temperatura que corresponde a la máxima densidad del agua, 4 °C (39.2 °F), cuando el agua pesa 1 gr. Por ml. Y 62.427 lb. Por pie cúbico. La densidad del agua líquida a diferentes temperaturas es la siguiente:

CUADRO 02

DENSIDAD DEL AGUA A DIFERENTES TEMPERATURAS

Temperatura C	0	4	10	20	30	100
Densidad (ρ , δ , s)	0.9999	1.0000	0.9997	0.9982	0.9957	0.9584

Fuente: Ministerio de salud

La presión tiene un efecto pequeño sobre la densidad del agua. El módulo de elasticidad aparenta a 3×10^5 psi (3×10^5 atmósfera), y por consiguiente, su disminución relativa en volumen, es solo de $14.7 / (3 \times 10^5) = 3 \times 10^{-5}$, por cada atmósfera de presión adicional o un incremento en la profundidad de 33.9 pies (10.33 m). Las impurezas disueltas cambian, la densidad del agua en proporción directa a su concentración y a su propia densidad, pero no alteran el volumen del agua.

La densidad del agua del mar es una función de su salinidad, la cual varía según los océanos, mares y lagos salados. El peso específico relativo normal del agua de mar es 1.025.

- **Viscosidad:** Es una resistencia a la deformación y por ello, es análoga a la fricción interna; se expresa en una de las formas:

Como viscosidad absoluta o dinámica μ o masa por unidad de longitud y tiempo ($\text{ml}^{-1}, \text{t}^{-1}$).

Como viscosidad cinemática $V = \mu / \rho$, o longitud elevada al cuadrado de tiempo ($\text{l}^2, \text{t}^{-1}$). La fluidez es el recíproco de la viscosidad absoluta (m^{-1}, lt).

La medida estándar de viscosidad cinemática, en el sistema cgs, es el centistoke; y 1 centistoke = 10^{-2} stokes o 10^{-2} cm/seg.

CUADRO 03

LAS TEMPERATURAS COMUNES DEL AGUA

Temperatura C	0	4	10	20	30	100
----------------------	----------	----------	-----------	-----------	-----------	------------

Fuente: Ministerio de salud

Viscosidad dinámica u centip.	1.79	1.57	1.31	1.01	0.800	0.284
Visc. Cinemática y Centistoke	1.79	1.57	1.31	1.01	0.804	0.297

Se observa que la viscosidad varía con la temperatura, más que la densidad.

Las propiedades físicas del agua se atribuyen principalmente a los enlaces por puente de hidrógeno, los cuales se presentan en mayor número en el agua sólida, en la red cristalina cada átomo de la molécula de agua está rodeado tetraédricamente por cuatro átomos de hidrógeno de otras tantas moléculas de agua y así sucesivamente es como se conforma su estructura. Cuando el agua sólida (hielo) se funde la estructura tetraédrica se destruye y la densidad del agua líquida es mayor que la del agua sólida debido a que sus moléculas quedan más cerca entre sí, pero sigue habiendo enlaces por puente de hidrógeno entre las moléculas del agua líquida.

Cuando se calienta agua sólida, que se encuentra por debajo de la temperatura de fusión, a medida que se incrementa la temperatura por encima de la temperatura de fusión se debilita el enlace por puente de hidrógeno y la densidad aumenta más hasta llegar a un valor máximo a la temperatura de 3.98°C y una presión de una atmósfera. A temperaturas mayores de 3.98°C la densidad del agua líquida disminuye con el aumento de la temperatura de la misma manera que ocurre con los otros líquidos.

2.1.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA

- *Reacción con los óxidos ácidos:* Los anhídridos u óxidos ácidos reaccionan con el agua y forman ácidos oxácidos.
- *Reacciona con los óxidos básicos:* Los óxidos de los metales u óxidos básicos reaccionan con el agua para formar hidróxidos. Muchos óxidos no se disuelven en el agua, pero los óxidos de los metales activos se combinan con gran facilidad.
- *Reacciona con los metales:* Algunos metales descomponen el agua en frío y otros lo hacen a temperatura elevada.
- *Reacciona con los no metales:* El agua reacciona con los no metales, sobre todo con los halógenos, por ejemplo: Haciendo pasar carbón al rojo sobre el agua se descompone y se forma una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno (gas de agua).
- *Se une en las sales formando hidratos:* El agua forma combinaciones complejas con algunas sales, denominándose hidratos. En algunos casos los hidratos pierden agua de cristalización cambiando de aspecto, y se dice que son eflorescentes, como le sucede al sulfato cúprico, que cuando está hidratado es de color azul, pero por pérdida de agua se transforma en sulfato cúprico anhidro de color blanco.

CUADRO 04

LAS TEMPERATURAS COMUNES DEL AGUA

Nº	Parámetro	Unidad de Medida	Concentración o
----	-----------	------------------	-----------------

			valor
1	Alcalinidad (iii)	mg/lit como CaCO ₃	150
2	Aluminio (i)	mg/lit como Al	0.2
3	Calcio (iii)	mg/lit como Ca	30 - 150
4	Cloruro	mg/lit como Cl-	400
5	Cobre (i)	mg/lit como Cu	1
6	Color	mg/lit Pt/Co escala	15
7	Conductividad	S/cm	1.5
8	Dureza total	mg/lit como CaCO ₃	100 - 500
9	Hierro (i)	mg/lit como Fe	0.3
10	Ión hidronio (i)	Valor de pH	6.5 a 8.5
11	Magnesio	mg/lit como Mg	30 - 100
12	Manganeso (i)	mg/lit como Mn	0.1
13	Olor		inofensivo
14	Oxidabilidad	mg/lit como O ₂	5
15	Sólidos Totales	Mg/lit	1000(103-105°C)
16	Sabor		inofensivo
17	Sodio	mg/lit como Na	200
18	Sulfato (ii)	mg/lit como SO ₄ ⁼	400
19	Turbiedad	U.N.T.	
20	Agua superficial		5
21	Agua subterránea		10
22	Zinc(i)	mg/lit como Zn	5

Fuente: Ministerio de Salud, reglamento de agua segura

2.1.5. REQUISITOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Será considerada agua segura para consumo humano aquella:

- Que no contenga ninguna sustancia, elemento u organismo en una concentración o valor, que individualmente o en conjunto puedan resultar peligrosos para la salud.
- En la que en el 80% de los resultados de los análisis realizados en el curso de un año, contado desde que se inician los muestreos, no excedan los valores establecidos.
- En la que ningún resultado de los análisis efectuados exceda las concentraciones o valores establecidos para los

compuestos y elementos que son peligrosos para la salud considerada.

- Que el 95% de los resultados de los análisis efectuados durante un año contado desde el inicio de los muestreos, no presente coliformes totales para los casos en que se hayan tomado 50 o más muestras de agua para ser analizado.
- Que en las 48 últimas muestras tomadas durante el año o años anteriores no contengan coliformes totales, para el caso que se tomen menos de 50 muestras al año.
- Que ninguna muestra de agua contenga coliformes termoresistentes en 100 mililitros de muestra de agua.
- Que además, de cumplir con los requisitos bacteriológicos a que se refiere el presente artículo, satisfaga los requerimientos de alcalinidad y dureza mínimos establecidos en el presente Reglamento, cuando se trate de agua blanda o que haya sido sometida a procesos de ablandamiento o desalinización.

2.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

2.2.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Para realizar un levantamiento topográfico es necesario efectuar un estudio integral del terreno en el que se va a trabajar, el cual es indispensable ante todo reconocer el terreno a fin de que esto nos pueda dar una idea de la topografía del lugar donde se ha desarrollar el proyecto.

El reconocimiento del terreno se basó en tomar una ubicación visual total de la localidad, conociendo todas las calles de la zona, para así darnos una idea clara del terreno y de la forma que tendría esta, este reconocimiento nos permitió también observar la superficie y desniveles desde donde se encuentra hasta llegar a la zona donde se ubicarán las plantas de tratamiento mostrando generalmente una topografía ondulada.

2.2.2. RED DE APOYO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO

La planimetría o topografía plana, considera a la superficie de la tierra como un plano, la curvatura es ignorada y los cálculos se efectúan usando las fórmulas de trigonometría plana. Los principios de la planimetría se aplican a levantamientos de limitada extensión, o en aquellos casos en que la precisión requerida es tan baja que las correcciones por curvaturas resultarían despreciables al compararlas con los errores de las mediciones. Por lo que un levantamiento planimétrico establece un sistema de coordenadas rectangulares planas.

- *Poligonación topográfica:* El Control horizontal establecido mediante una poligonación consiste básicamente en una serie de líneas, cuyas longitudes y direcciones se miden, que conectan puntos cuyas posiciones van a determinarse. El procedimiento de campo consta de dos partes básicas, medición de ángulos horizontales en las estaciones de la poligonal y la medición de las distancias entre dichas estaciones. Se emplean en trabajos de limitada extensión en los que la topografía del terreno no entorpece la medición de los lados que forman.

- *Configuración o Clase de Poligonal:*

La forma geométrica o configuración de una poligonal es uno de los criterios más comunes de clasificarlas. Sin embargo, por lo regular, una poligonal se clasifica como abierta, ligada en sus dos extremos o cerrada.

Poligonal abierta: Una poligonal abierta comienza en un punto de posición conocida o supuesta y termina en una estación cuya posición horizontal relativa se desconoce, es decir, el vértice inicial y final no coinciden físicamente por lo que no logran formar una figura cerrada de tal manera que no es posible calcular el cierre en posición y, en consecuencia, no puede valorarse la verdadera calidad de la poligonación. Generalmente se emplea este tipo de poligonal para el estudio preliminar de una carretera. La precisión que se logra con este tipo de poligonación es baja.

Poligonal ligada en sus dos extremos: Es la poligonal que comienza y termina en puntos muy separados pero cuyas posiciones horizontales se conoce o se han determinado mediante un levantamiento previo de igual o mayor exactitud.

Poligonal cerrada: Es la que comienza y termina en el mismo punto como un circuito continuo; un ejemplo típico de esta clase de poligonal es el perímetro de un terreno.

Teniendo en cuenta el grado de precisión que se desee alcanzar durante el cálculo de una poligonal, existen cuatro clases de poligonal cerradas.

CUADRO 05

CLASES DE POLIGONAL

TIPO	ERROR ANGULAR	ERROR RELATIVO	AREA MAXIMA	USO
1º Orden	15"n ^{1/2}	1/5000- 1/10000	500 Ha.	Mapas continentales y levantamientos geodésicos.
2º Orden	30"n ^{1/2}	1/2500- 1/5000	100- 500 Ha.	Planos de población, comprobación de planos de gran extensión.
3º Orden	1'n ^{1/2}	1/1000- 1/2500	100 Ha.	Levantamientos de carreteras, de ferrocarriles y obras civiles.
4º Orden	1'30"n ^{1/2}	1/500- 1/1000	100 Ha.	Levantamientos de terrenos de poca extensión.

Fuente: Conde, 1989

2.2.3. ALTIMETRÍA O CIRCUITO DE NIVELACIÓN

Los levantamientos altimétricos o de control vertical determinan mediciones de altura o elevaciones, es decir, mediciones lineales a lo largo de una línea vertical, con respecto a una superficie de referencia dada. El circuito de nivelación es la operación de determinar desniveles ya sea directa o indirectamente.

2.2.4. MÉTODOS DE NIVELACIÓN

Por lo general los métodos de nivelación se clasifican en directos e indirectos:

- *Nivelación directa*: Llamada también diferencial. Es la operación de determinar desniveles midiendo distancias verticales sobre un estadal graduado (mira), mediante un

instrumento de medición. La nivelación diferencial determina elevaciones de puntos separados por distancias considerables.

Este procedimiento que establece un plano horizontal de visión por medio del llamado nivel óptico fijo, el cual permite leer distancias verticales; es el método altimétrico más común y se basa en la siguiente teoría:

$$A_i = \text{Elev 1} + L_a$$

$$\text{Elev 2} = A_i - L_s$$

Donde:

Elev 1 : Cota de un punto conocido

L_a : Lectura aditiva o lectura hacia atrás.

A_i : Altura del instrumento.

L_s : Lectura sustantiva o lectura hacia el frente.

Elev 2 : Cota de punto a determinar.

- *Nivelación indirecta*: Este método requiere de otros instrumentos así como de cálculos adicionales a los del método directo. Son tipo del método indirecto la nivelación barométrica y la nivelación trigonométrica.
- *Nivelación Barométrica*: Esta nivelación se basa en el principio de que las diferencias de elevación son proporcionales a las diferencias en la presión atmosférica. Ello significa que las lecturas de un barómetro en varios puntos de la superficie terrestre proporciona una medida de las elevaciones relativas a tales puntos.

- *Nivelación Trigonométrica*: Determina los desniveles entre dos puntos a través de los ángulos verticales observados y de la distancia horizontal o inclinada de estos.

2.2.5. LEVANTAMIENTO DE CURVAS A NIVEL

Las curvas a nivel son las líneas que se obtienen al unir todos los puntos de igual cota. Van separadas a una equidistancia vertical, entre dos curvas de nivel consecutivas.

La selección de la equidistancia depende principalmente de:

- Escala del plano.
- Topografía del terreno.
- Objeto por el que se ejecuta el plano.

Todo esto representa la taquimetría, que es la técnica topográfica que hace posible realizar un levantamiento de terreno tanto de control horizontal como de control vertical, de manera rápida, siendo el teodolito el instrumento ideal para la obtención de datos de campo; como los siguientes:

Medición de La Distancia Horizontal (Dh): Para esto utilizamos la ecuación general de la estadía.

$$D_h = C (\cos \Phi) + K(L)(\cos^2 \Phi)$$

Donde:

Dh : Distancia horizontal (m)

Φ : Angulo vertical

C : Constante estadimétrica (m)

K : Consante estadimétrica, adimensional

L : Diferencia: lectura superior- Lectura inferior (m)

Medición de la Distancia Vertical (Dv): Para el cálculo de la distancia vertical se emplea la siguiente ecuación:

$$h = C (\cos \Phi + KL \text{ sen } 2 \Phi)/2$$

Una vez calculado el valor h, se puede determinar las cotas de los puntos visados:

$$\text{Cota 1} = \text{Cota 2} + (A_i - A_m) + h$$

Donde:

Cota 1 : Altura del punto que se desea conocer (m)

Cota 2 : Altura del punto conocido (m)

A_i : Altura del instrumento (m)

A_m : Altura registrada en la mira (m)

h : Distancia vertical (m)

CUADRO 06

SELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA

ESCALA DEL PLANO	TOPOGRAFÍA	EQUIDISTANCIA
Grande (1/1000 o menor)	Llana	0.10 , 0.25
	Ondulada	0.25, 0.50
	Accidentada	0.50, 1.00

Mediana (1/1000 a 1/10000)	Llana	0.25, 0.50, 1.00
	Ondulada	0.50, 1.00, 2.00
	Accidentada	2.00, 5.00
Pequeña (1/10000 a mayor)	Llana	0.50, 1.00, 2.00
	Ondulada	2.00, 5.00
	Accidentada	0.50, 1.00, 2.00
	Montañosa	10.00, 20.00, 50.00

Fuente: Conde, 1989

CUADRO 07

TIPOS DE TOPOGRAFIA SEGÚN SU INCLINACION

ANGULO DEL TERRENO RESPECTO DE LA HORIZONTAL	TIPO DE TOPOGRAFIA
0 a 10	Llana
10 a 20	Ondulada
20 a 30	Accidentada

Mayor a 30	Montañosa
------------	-----------

Fuente: Conde, 1989

2.2.6. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO Y ALTIMÉTRICO

El levantamiento topográfico consiste esencialmente en dos etapas, siendo estas el trabajo de campo y el de gabinete; para lo cual necesitaremos lo siguiente:

Brigada de trabajo:

- Un operador de equipo
- Dos porta miras

Para el levantamiento topográfico se ha empleado:

- 01 nivel topográfico marca KERN
- 01 teodolito KERN
- 01 GPS Garmin
- 02 miras y jalones, entre otros

2.2.7. TRABAJO DE CAMPO

Antes de iniciar el trabajo de campo se hizo el reconocimiento del terreno, identificando algunos linderos, ubicación de BMs referencial como se indica en el plano.

Luego de este reconocimiento se han llevado a cabo los trabajos topográficos necesarios, siendo el principal la de nivelación de calles a ser atendidas con el sistema de alcantarillado, a fin de obtener como resultado los perfiles de las mismas, lo mismo que el trazo y perfil del emisor y el

levantamiento topográfico del área de la planta de tratamiento, para establecer en la misma, la ubicación de dichas estructuras.

2.2.8. TRABAJO DE GABINETE

Una vez recolectado los datos se procedió al trabajo de gabinete; este consistió en dos partes, uno para el levantamiento planimétrico y la otra para el altimétrico, que comprendieron las siguientes actividades:

- Descarga de los datos almacenados.
- Procesamiento de los datos con el programa autocad Land.
- Obtención de los perfiles de las calles a ser atendidas con el servicio de alcantarillado.
- Perfil del emisor.
- Plano topográfico del área de las plantas de tratamiento.

2.3. DATOS BASICOS DE DISEÑO

2.3.1. PERIODO DE DISEÑO

Se entiende por período de diseño al tiempo que tiene que transcurrir entre la puesta en servicio de un sistema y el momento en que ya no satisface al 100% el abastecimiento de la población.

El periodo de diseño se encuentra ligado tanto a las proyecciones de crecimiento de la población como a las

características de los componentes del sistema adoptado, los cuales abastecerán en forma eficiente y continua a la totalidad de la población futura.

En la actualidad el periodo de diseño está determinado principalmente por la calidad de los materiales, los cuales son de mucha duración, asimismo por la factibilidad económica para el desarrollo del proyecto.

Factores que Determinan el Periodo de Diseño

Entre los factores que afectan al periodo de diseño comprenden:

- a. *Factores económicos:* La magnitud de cualquier proyecto está dada por el factor económico, siendo necesario escoger un periodo de diseño promedio a prever una segunda etapa del proyecto cuando las condiciones reales así lo exijan y dentro de un tiempo determinado. Es así que este periodo de diseño no puede ser de tiempo corto, sino a largo plazo, para facilitar así el aporte necesario de los futuros beneficiarios del proyecto, quienes suelen ser de pocos recursos económicos.
- b. *Factores de crecimiento poblacional:* Al calcular la magnitud de un proyecto, se estudia la cantidad de personas que va a beneficiar o a servir en el límite de tiempo de vida, esto quiere decir que se calcula para el último año proyectado y la mayor cantidad de pobladores para ese año.
- c. *Factor material y técnico:* Las consideraciones de este factor para el periodo de diseño implican la vida probable que

pueden tener las estructuras, equipo y componentes a usarse en la ejecución del proyecto o sistema a realizarse.

Además de todos estos factores, en áreas de Centros poblados menores, como en este caso, el periodo u horizonte de diseño está definido por el tiempo en que se alcanzará su ocupación plena, de acuerdo a una lotización establecida, y a las condiciones de uso.

CUADRO 08
PERIODOS DE DISEÑO

Población (habitantes)	Tiempo (años)
De 2,000 hasta 20,000	15 años
De 20,000 a más	10 años

FUENTE: ININVI, 1991

CUADRO 09
VIDA ÚTIL DE LA ESTRUCTURA

Tipo de Estructura	Vida Útil
Redes de alcantarillado	20 - 30 años
Plantas de tratamiento de Agua Residual	10 - 20 años
Plantas de tratamiento de Agua Residual	15 - 25 años

FUENTE: ININVI, 1991

2.3.2. POBLACIÓN

a. *Población actual*: El centro poblado en estudio, actualmente su población ha ido aumentando con el transcurrir de los años, construyendo sus viviendas, de tapial, adobe y algunas viviendas de material noble.

b. *Población de Diseño*: Corresponde al número de habitantes que tendrán acceso al servicio directo de alcantarillado, constituyendo el parámetro básico para el diseño del sistema.

Para calcular la población futura existen métodos de estimación tanto analíticos, comparativos o gráficos y racionales. El método a aplicar dependerá del tipo de información con que se cuente.

c. *Población futura*: El periodo de vida útil del proyecto en mención es de 20 años, la predicción del crecimiento de la población será al año 2035.

2.3.3. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN DE DISEÑO

Una vez determinado el periodo de diseño para un proyecto de abastecimiento de agua potable, se procede a determinar el número de habitantes (población futura), que se podrían beneficiar con el servicio. Para determinar la población futura existen métodos de estimación tanto analíticos, comparativos o gráficos y racionales:

a. *Métodos Analíticos*: Este método considera que el crecimiento de la población es ajustable a una curva matemática. Este ajuste dependerá de las características de

los valores de la población censal, así como los intervalos del tiempo, en que estos se han medido. Entre estos métodos tenemos:

- Método aritmético.
- Método geométrico.
- Método de la curva normal logística.
- Método de la ecuación de segundo grado.
- Método exponencial.
- Método de los incrementos variables.
- Método de los mínimos cuadrados.

b. *Métodos Comparativos*: Consiste en calcular la población de una ciudad con respecto a otras que tengan características similares y crecimientos superiores. Es un procedimiento que mediante gráficos estiman valores de población, ya sean en función de datos censales anteriores de la región estudiada o considerando los datos de población con características similares de crecimiento a estos.

c. *Método Racional*: Este método depende del criterio del que desarrolla el proyecto, para este método es necesario realizar:

- Un estudio socioeconómico para verificar la población flotante o temporal (PT).
- Determinar el crecimiento vegetativo: Que viene hacer el coeficiente promedio del número de nacimientos (N), menos el número de defunciones (D), de una población en una cantidad de 6 años.
- Determinar el movimiento migratorio: Emigraciones (E) e inmigraciones (I).

- Para finalmente aplicar la siguiente formula.

$$\text{Crecimiento poblacional} = (N + I) - (D + E) - PT$$

Para el cálculo de la razón de crecimiento, nos auxiliaremos del método económico, el que considera que la población anualmente aumenta en un determinado porcentaje, en cada año se tiene la población del año anterior más el porcentaje, es decir:

$$Pa + Pa \times (r\%) \quad \text{ó} \quad Pa \times (1 + r\%)$$

Así la población del próximo año será:

$$Pa (1 + r\%) (1 + r\%), \text{ que puede escribirse } Pa (1 + r\%)^2$$

Y generalizando para varios periodos “t” de años: $Pa (1 + r\%)^t$

Como se observa es la fórmula de interés compuesto, utilizado para el ahorro, de allí el nombre de económico.

La población futura quedara definida por la siguiente ecuación:

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

Donde:

Pf = Población futura o de diseño.

Pa = Población actual

r = Razón de crecimiento de la población respecto al tiempo.

t = intervalo de tiempo para el cálculo de la población.

Q = 1 + r = Coeficiente de crecimiento

2.3.4. DOTACIONES DE AGUA

Una población demanda una cantidad de agua para satisfacer sus necesidades, llamado consumo per-cápita, que viene a ser la cantidad de agua asignada por habitante por día. Se expresa en litros por habitante (l/hab/día). El agua potable que se suministra a una población se clasifica de acuerdo a su empleo en:

- Consumo doméstico.
- Consumo público
- Consumo comercial e industrial
- Pérdidas y desperdicios.

Para el presente estudio de la demanda se toma como punto de partida la dotación correspondiente a la región donde se ubica el centro poblado rural. La dotación es variable de acuerdo a usos y costumbres de cada localidad según:

a. Reglamento Nacional de Edificaciones: La Dotación Diaria por habitante, según el R.N.E. varía generalmente de acuerdo al número de habitantes de una localidad, al tipo de uso destinado y a las características de su clima, en este caso es para uso Doméstico el cual indica una dotación diaria de 120 lit/hab/día - 160 lit/hab/día.

b. DIGESA: Para el medio rural recomienda:

- Sierra : 50 lit/hab/día
- Selva : 70 lit/hab/día.
- Costa : 60 lit/hab/día.

c. OMS: Recomienda los parámetros siguientes:

CUADRO 10

SUGERENCIA DE LITROS DE DÍA/PERSONA SEGÚN CANTIDAD DE HABITANTES

Población	Clima	
	Frío	Cálido
Rural	100 lit/hab/día	100 lit/hab/día
2,000 – 10,000	120 lit/hab/día	150 lit/hab/día
10,000 – 50,000	150 lit/hab/día	200 lit/hab/día
50,000	200 lit/hab/día	250 lit/hab/día

Fuente: Organización Mundial de la Salud

Para el presente estudio el Consultor, por la experiencia de la zona de proyecto asume una dotación de 150 lit/hab/día.

2.3.5. TIPO DE CONSUMO DE AGUA

Para determinar el uso per-cápita se debe estudiar los diferentes usos que se le da al agua tal como lo recomienda el Reglamento de Edificaciones.

a. *Uso Doméstico:* Basándose para el presente diseño en la información presentada y la dotación que presenta el Reglamento Edificaciones (RE) en su título X, acápite S.222.2.0-1; donde se especifica las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares que están de acuerdo con el área total del lote.

b. Uso Comercial: Para el presente proyecto no se considera este tipo de consumo, por no existir este tipo de uso en el distrito de Buenos Aires.

c. Uso Público: El gasto de uso público, se ha determinado en 2 lt/m²/día tal como lo indica el acápite S.222.2.20 de la norma sanitaria de Edificaciones, presentada en el título X del R.N.E lo es considerado para el riego y mantenimiento de las áreas verdes.

d. Caudal contra Incendios: No se considera por ser una población menor de 10000 habitantes, ver cuadro siguiente.

CUADRO 11

DEMANDA CONTRA INCENDIO

Población	Extinción
< de 10,000	No considerar
De 10,000 hasta 100,000	Considerar 2 grifos de 15 l/s c/u (216 m)
> de 100,000	considerar 2 grifos zona residencial
	Considerar 3 grifos zona industrial

Fuente: Infraestructura sanitaria para Poblaciones Urbanas

2.3.6. VARIACIONES DE CONSUMO

El consumo de agua en la población varía de acuerdo a una serie de factores tales como: condiciones de trabajo, costumbres domésticas, clima, etc.

Estas variaciones de consumo de agua de una comunidad pueden ser mensuales, diarias, horarias, suelen ser expresadas como porcentajes del consumo medio.

Para eso definiremos:

- *Consumo medio diario*: definido como el promedio de los consumos medios diarios registrados durante un año. Se expresa en l/s.
- *Consumo máximo diario*: definido como el día de máximo consumo de una serie de registros observados durante un año.
- *Consumo máximo horario*: definido como la hora de máximo consumo del día de máximo consumo.

De acuerdo al R.N.E. se podrá considerar los siguientes coeficientes, tal como lo indica el Título X, acápite S.121.5. Estos coeficientes de cálculo establecidos en las normas peruanas son:

- Máximo anual de demanda diaria $K1 = 1.3$
- Máximo anual de demanda horaria $K2 = 1.8$ a 2.5

2.3.7. DIÁMETRO MÍNIMO

El diámetro mínimo de las tuberías principales será de 75 mm para uso de vivienda y de 150 mm de diámetro para uso industrial.

En casos excepcionales, debidamente fundamentados, podrá aceptarse tramos de tuberías de 50 mm de diámetro, con una longitud máxima de 100 m si son alimentados por un solo extremo ó de 200 m si son alimentados por los dos extremos, siempre que la tubería de alimentación sea de diámetro mayor y dichos tramos se localicen en los límites inferiores de las zonas de presión.

El valor mínimo del diámetro efectivo en un ramal distribuidor de agua será el determinado por el cálculo hidráulico. Cuando la fuente de abastecimiento es agua subterránea, se adoptará como diámetro nominal mínimo de 38 mm o su equivalente. En los casos de abastecimiento por piletas el diámetro mínimo será de 25 mm.

Velocidad: La velocidad máxima será de 3 m/s. En casos justificados se aceptará una velocidad máxima de 5 m/s.

2.3.8. PRESIONES

La presión estática no será mayor de 50 m en cualquier punto de la red. En condiciones de demanda máxima horaria, la presión dinámica no será menor de 10 m. En caso de abastecimiento de agua por piletas, la presión mínima será 3,50 mt a la salida de la pileta.

2.3.9. PRESIONES HIDRÁULICAS RELATIVAS A LA RED

Los términos actualmente empleados para referirse a las presiones hidráulicas que solicitan a la tubería o a la red son los siguientes:

- a. *Presión estática*: Es la presión en una sección de la tubería cuando, estando en carga, se encuentra el agua en reposo.
- b. *Presión de diseño (DP)*: Es la mayor de la presión estática o de la presión máxima de funcionamiento en régimen permanente en una sección de la tubería, excluyendo, por tanto, el golpe de ariete.
- c. A pesar de su denominación no es esta la presión para la que realmente se diseña la tubería, ya que no se considera la sobrepresión debida al golpe de ariete.
- d. *Presión máxima de diseño (MDP)*: Es la presión máxima de funcionamiento que puede alcanzarse en una sección de la tubería en servicio, considerando las fluctuaciones producidas por un posible golpe de ariete. Corresponde a este valor de la presión aquel para el que realmente se diseña la tubería.
- e. *Presión de prueba de la red (STP)*: Es la presión hidráulica interior a la que se prueba la tubería una vez instalada, para comprobar su estanqueidad.
- f. *Presión de funcionamiento (OP)*: Es la presión interna que aparece en un instante dado en un punto determinado de la red de abastecimiento de agua.
- g. *Presión de servicio (SP)*: Es la presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida.

- h. *Presiones relativas a los componentes de la red*: Respecto a los componentes de la red, los términos empleados para referirse a las presiones que cada componente es capaz de resistir individualmente son los siguientes:
 - i. *Presión de funcionamiento admisible (PFA)*: Es la presión máxima que un componente es capaz de resistir de forma permanente en servicio.
 - j. *Presión máxima admisible (PMA)*: Es la presión máxima, incluido el golpe de ariete, que un componente es capaz de soportar en servicio.
 - k. *Presión de prueba en obra admisible (PEA)*: Es la presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar, durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanqueidad de la conducción.
 - l. *Presión de prueba en fábrica*: Es la presión hidráulica interior a la que se prueban los tubos, con antelación a su suministro, para comprobar su estanqueidad.
 - m. *Presión de rotura*: Es la presión hidrostática interior que, en ausencia de cargas externas, deja fuera de servicio al material constitutivo de la tubería. Aunque en la norma UNE-EN 805:2000 no se recoge el tradicional concepto de presión nominal (PN), si se incluye, por el contrario, en numerosas normas UNE-EN específicas de producto.
 - n. *Presión nominal (PN)*: Es una designación numérica, utilizada como referencia, que se relaciona con una combinación de características mecánicas y dimensionales

de un componente de una red de tuberías. La utilización del concepto de PN es de aplicación para las válvulas y para los tubos de materiales plásticos, no empleándose en general ni en los tubos de hormigón ni en los metálicos (acero y fundición) excepto cuando estos últimos tubos se unan mediante bridas, en cuyo caso el concepto PN caracteriza a las mismas.

2.4. REQUISITOS PARA LOS COMPONENTES DE LA RED

Los materiales empleados en la fabricación de los componentes de la red no deben producir alteración alguna en las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas del agua, aun teniendo en cuenta el tiempo y los tratamientos físico-químicos a que ésta haya podido ser sometida, siendo de aplicación lo especificado por la vigente Reglamentación técnico-sanitaria para el abastecimiento y control de calidad de las aguas potables de consumo público.

- Tuberías: Las tuberías utilizadas deberán tener un acabado cuidadoso y con espesores uniformes, de manera que las paredes exteriores e interiores queden regulares, lisos, exentos de rebabas, fisuras, oquedades, incrustaciones u otros defectos que puedan afectar a sus características hidráulicas o mecánicas.
- Tuberías De Polietileno: Los tubos fabricados con polietileno deberán ser de color negro con bandas azules y habrán de cumplir las especificaciones de la norma UNE EN 12 201.

En los tubos de polietileno el diámetro nominal (DN) coincide, aproximadamente, con el diámetro exterior (OD).

Las tuberías que se utilicen en la Red Secundaria estarán fabricadas con polietileno del tipo PE 100 mientras que en las

Acometidas domiciliarias el polietileno a utilizar dependerá del diámetro de las mismas (PE 80 para DN ≤ 63 mm y PE 100 para DN > 63 mm). En ambos casos la PN (PFA) requerida es de 1Mpa.

Para la identificación de los tubos deberá especificarse el tipo de polietileno empleado en su fabricación, el diámetro nominal (DN) y la presión nominal (PN).

- Uniones: Los tipos de unión a emplear podrán ser los siguientes:

Mediante accesorios electro soldables

Mediante accesorios mecánicos: en tuberías con DN ≤ 63 mm.

Mediante soldadura a tope: en tuberías con DN > 110 mm y espesor 4 mm.

2.5. ESTRUCTURA DE CAPTACIÓN

a. Generalidades

Elegida la fuente de Agua e identificada como el primer punto del sistema de agua potable, en el lugar del afloramiento se construye una estructura de captación que permita recolectar el agua para que luego pueda ser conducida mediante las tuberías de conducción hacia el reservorio de regulación.

El diseño hidráulico y dimensionamiento de la captación dependerá de la topografía de la zona, la textura del suelo y de la clase de manantial; buscando no alterar la calidad y la temperatura del agua ni modificar la corriente o el caudal natural del manantial ya que cualquier obstrucción puede tener consecuencias fatales; el agua crea otro cauce y el manantial desaparece.

b. Fuentes de Abastecimiento

Estas constituyen el elemento primordial en el diseño de un proyecto de abastecimiento de agua potable.

De acuerdo al tipo de aprovechamiento, consideramos lo siguiente:

- **Aguas de Lluvias:** Son aquellas que proceden directamente de la atmósfera, en forma de precipitaciones y que de modo inmediato sirven para el abastecimiento de la población.
- **Aguas Superficiales:** Son aquellas que se concentran en los ríos, lagos, quebradas, etc. las que forman parte de la cuenca Hidrográfica y que corresponden al agua que discurre, descartando las evaporaciones y filtraciones.
- Para su uso se requiere información detallada y completa que permita visualizar su estado sanitario, caudales disponibles y calidad del agua.
- Debido a su gran poder disolvente, en su recorrido, estas aguas van transformando y recogiendo materiales de los suelos por donde pasan, a ello se suma los desechos de poblaciones o industrias que contaminan las aguas.
- **Manantiales:** Son aguas subterráneas que afloran por accidentes de terreno, en forma natural, este tipo de fuente generalmente se utiliza para poblaciones pequeñas. La toma estará a nivel inferior del nivel de agua en época de estiaje, debiéndose ubicar en una zona estable de caudal, considerando las variaciones en el régimen de afloramiento.

- Pozos: Son captaciones profundas de aguas subterráneas más indicadas para el abastecimiento, por que presentan mínimo rasgo de polución ya que se produce por infiltración vertical de la superficie del suelo, lo que puede evitarse dando un revestimiento hermético o en la mayoría de los casos sellos que penetren el acuífero por lo menos 3.0 metros.
- Aguas Subterráneas: Estas aguas son parte del Ciclo Hidrológico, es decir que el agua que cae sobre la tierra en forma de lluvia, una parte por percolación ingresa en el suelo por acción de la gravedad, descendiendo hasta que alcanza un estrato geológico impermeable capaz de contenerla y que al mismo tiempo permita su circulación, convirtiéndose así en Agua Subterránea.

Generalmente se usan las aguas superficiales y aguas subterráneas en los cuadros 12 Y 13, se establece un paralelo de las diferentes características de las aguas, cuyas consideraciones son de tipo general y la elección de uno u otro dependerá de factores económicos, del tratamiento requerido, operación y mantenimiento; y de la productividad de la fuente.

CUADRO 12

ASPECTOS CUANTITATIVOS Y DE EXPLOTACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES

AGUAS SUPERFICIALES	AGUAS SUBTERRÁNEAS
Generalmente aportan mayores caudales	Generalmente solo disponen caudales relativamente bajos
Caudales variables	Poca variabilidad de caudal

Generalmente la captación debe hacerse distante del sitio de consumo	Permite más cercanía al sitio de utilización
Costo de bombeo relativamente bajo	Costo de bombeo más alto

Fuente: Acevedo, 1975

CUADRO 13

ASPECTOS CUALITATIVOS DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

	AGUA SUPERFICIAL	AGUA SUBTERRANEA
Turbiedad	Variable (baja o muy alta)	Prácticamente ninguna
Color	Variable	Constante, bajo o ninguno
Temperatura	Variable	Constante
Mineralización	Variable Generalmente muy alta	Constante y dependiente del subsuelo
Dureza	Generalmente baja	Dependiente del suelo. Generalmente alta

Estabilización	Variable Generalmente algo corrosiva	Constante Generalmente algo incrustante
Contaminación Bacteriológica	Variable Generalmente contaminadas	Constante Generalmente, poca o ninguna
Contaminación radiológica	Expuestas a contaminación directa	Protegida contra contaminación directa

Fuente: Acevedo, 1975

- Captación de un manantial de ladera y concentrado

Para nuestro proyecto vamos a utilizar este tipo de captación; está formado de 3 partes:

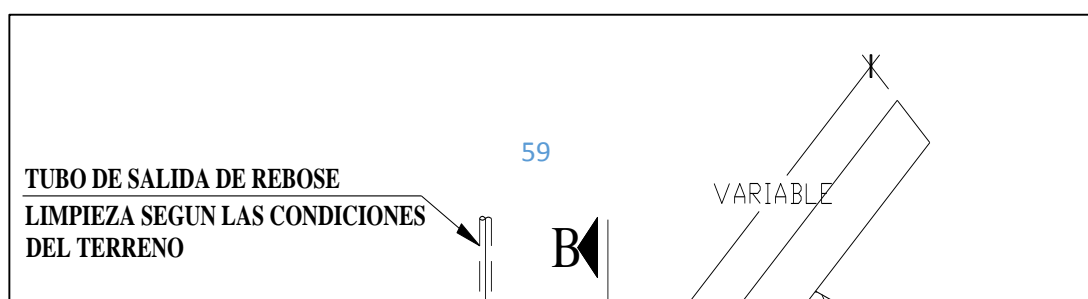
La primera: corresponde a la protección del afloramiento

La segunda, a una cámara húmeda que sirve para regular el gasto a utilizarse, y La tercera, a una cámara seca que sirve para proteger la válvula de control.

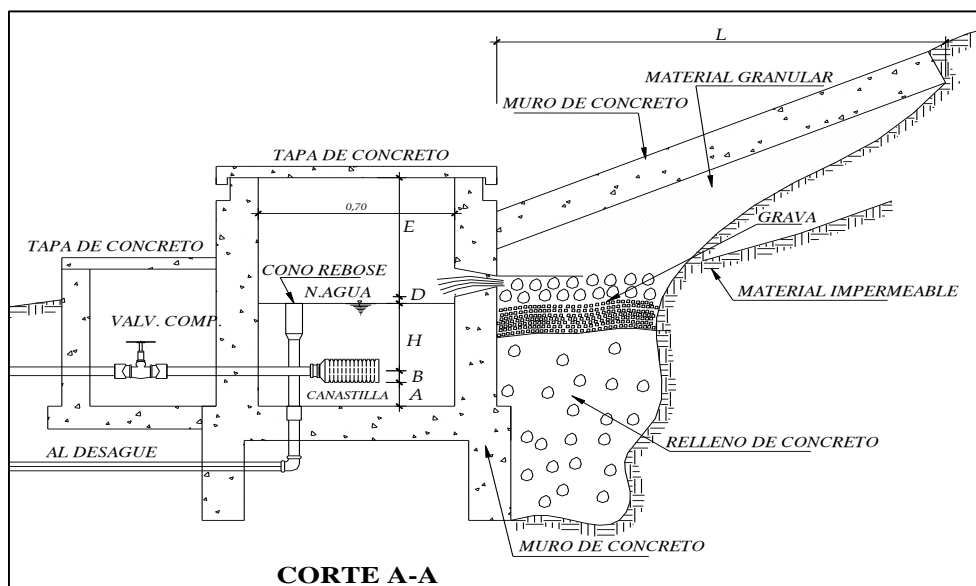
El comportamiento de protección de la fuente consta de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando así sellado para evitar la contaminación. Junto a la pared de la cámara existe una cantidad de material granular clasificado, que tiene como finalidad evitar el socavamiento del área adyacente a la cámara y de quietamiento de un material en suspensión. La cámara húmeda tiene un accesorio (canastilla) de salida y un cono de rebose que sirve para eliminar el exceso de producción de la fuente.

DIBUJO 01

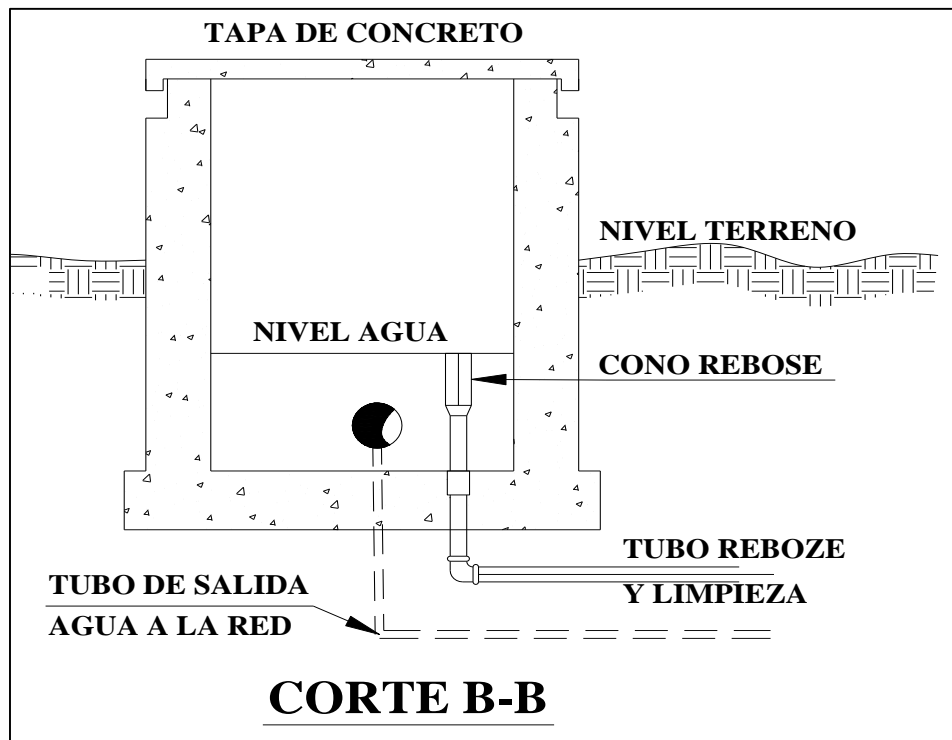
PLANTA DE CAPTACIÓN



DIBUJO 02
PERFIL DE CAPTACIÓN



DIBUJO 03
PERFIL DE CAPTACIÓN



2.6. RESERVORIO

Un reservorio de almacenamiento juega un papel importante en los sistemas de distribución de agua, tanto desde el punto de vista económico, así como por su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente.

Todo reservorio de almacenamiento debe cumplir tres propósitos fundamentales:

- Compensar las variaciones de los consumos que se producen durante el día.
- Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.

Mantener almacenada cierta cantidad de agua para atender situaciones de emergencia como son incendios e interrupciones por daños de tuberías de conducción e impulsión.

2.6.1. VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

La capacidad del reservorio está dada por la cantidad de agua que debe ser almacenada y que pueda garantizar un servicio óptimo a la población en cantidad, calidad y continuidad.

Para el diseño consideramos lo que recomienda el R.N.E. La fórmula es la siguiente:

$$VA = VR + Vi + Vr$$

Donde:

VA: Volumen de almacenamiento

VR: Volumen de regulación

Vi: Volumen de incendio

Vr: Volumen de reserva

a. Volumen de regulación

El R.N.E, recomienda que la capacidad del tanque de regulación deba fijarse de acuerdo al estudio del diagrama de masas correspondiente a las variaciones horarias de la demanda. Cuando se compruebe la no disponibilidad de esta información se deberá adoptar como mínimo el 25% del promedio anual de la demanda, siempre que el requerimiento de la fuente de abastecimiento sea calculado para 24 horas de funcionamiento.

$$VR = 25\% \text{ Cpd.}$$

$$VR = 0.25 \times D \times P / 86400$$

$$VR = 0.25 \times 1400 \times 80 / 86400 = 0.32 \text{ lps} = 27.6 \text{ m}^3/\text{día}$$

b. Volumen contra incendio

Según R.N.E para $P < 10000$ habitantes no se considera demanda contra incendios.

c. Volumen de reserva

Es el volumen que debe mantenerse para atender emergencias como accidentes, reparación en las instalaciones y mantenimiento.

Para el volumen de reserva se considera el valor mayor de:

$$Vr = 25\% V R \quad \text{y} \quad Vr = 33\% (V R + V i)$$

2.6.2. UBICACIÓN DEL RESERVORIO

La ubicación del reservorio debe reunir ciertas características en base a las siguientes reglas generales:

- El lugar debe ser estable y accesible.
- El área circundante deberá ser apropiada de manera que no presente problemas durante la construcción.
- Debe evitarse las zonas en las que existan sedimentos.
- La cota de terreno elegida deberá ser favorable, puesto que la altura y el costo del sistema serán función directa de ella.

La ubicación del reservorio está determinada fundamentalmente por la necesidad y conveniencia de mantener presiones en la red dentro de los límites de servicio

En el presente proyecto ubicaremos el reservorio en una elevación adecuada afuera del centro poblado para la presión en la red de distribución. El lugar elegido cumple con los requerimientos de ubicación expuestos.

2.6.3. TIPO DEL RESERVORIO

Se ha considerado que el reservorio a diseñar en este proyecto sea un reservorio apoyado. El material a utilizar será el concreto armado.

Los estanques de almacenamiento pueden ser construidos directamente sobre la superficie del suelo o sobre torre cuando por razones de servicio se requiera elevarlos.

Se ha optado por una configuración estructural conformada por una estructura de soporte denominada FUSTE, y por un DEPÓSITO o TANQUE que consta de 3 partes: Losa de fondo, Cuba o Cuerpo y Techo.

- *Reservorio apoyado:* Al considerar el fondo y las paredes empotradas, se originarán momentos de flexión tanto en las paredes como en el fondo, es decir en el caso de las paredes se tendrá que diseñar la armadura conveniente para evitar los posibles agrietamientos, que en el caso de reservorios es intolerable por las infiltraciones que se producirían.

Para el cálculo, si fueran semi-enterrados, se deja de lado la presión del terreno y se supone como natural el depósito lleno.

En un depósito con el fondo monolíticamente unido a las paredes hay que considerar dos estructuras resistentes a la presión del agua: los anillos horizontales, fatigados por tracción y las secciones verticales, sometidos a flexión y también a tracción en el umbral o pieza de fondo

2.7. DISEÑO DE LA LÍNEA DE ADUCCIÓN

Cuando hablamos de aducción nos referimos a la línea de tubería que une un reservorio a una red de distribución; en otras palabras esta línea es la que alimenta a dicho sistema de distribución.

La forma de conducción será por gravedad y por medio de tuberías de PVC.

a. Criterios de diseño de la línea de aducción

Para el diseño y/o comprobación se sigue el mismo criterio que para el diseño de la línea de conducción por gravedad, con las siguientes consideraciones:

- El caudal de Diseño será el Caudal máximo Horario.
- La velocidad máxima debe ser de 5.0 m/s
- La capacidad de trabajo de la tubería debe ser la suficiente para soportar el fenómeno del golpe de Ariete.

- El reservorio debe de estar ubicado de tal modo que las presiones en la red estén comprendidas 10 y 50 m.c.a. Esta presión para localidades rurales puede llegar hacer 3.5 mca (metros de columna de agua), como es nuestro caso, puede ser menor a las consideradas para las ciudades urbanas.
- El terreno por donde atraviesa la línea de aducción debe ofrecer garantías en cuanto a su estabilidad.
- El costo de la excavación tubería y su colocación, debe ser el mínimo posible.
- En lo referente al material, diámetros y el cálculo empleado para el análisis de la línea de aducción, es la misma que para la línea de conducción.

Es importante mencionar que el golpe del ariete, como sabemos es un fenómeno que se presenta por el cierre o abertura de válvulas, manifestándose como una sobre presión en la tubería. Por tal motivo debe de tenerse en cuenta el chequeo del espesor de la tubería.

2.8. REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

La red debe presentar un servicio eficiente y continuo por lo cual el diseño debe atender a la condición más desfavorable. Al estudiar las variaciones de consumo, definimos el consumo máximo horario. Esta condición debe ser satisfecha por la red de distribución a fin de no provocar deficiencias en el sistema.

La red de distribución se define como la unidad del sistema que conduce el agua a los lugares de consumo.

La importancia en la determinación de la red radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el periodo de diseño.

2.8.1. TIPOS DE CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN

Los tipos de redes de distribución dependen de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del estanque, que son a saber:

a. *Sistema de circuito abierto*

Se emplean para ciudades, centros urbanos y rurales que se desarrollan a lo largo de una carretera o de un río, comienza de una matriz de la que se desprenden varias ramificaciones.

Este sistema presenta una buena distribución de presiones y requiere de mayores diámetros.

En caso de reparación, por tener una sola línea de alimentación, dejará en algunos casos sin agua a la mayor parte de la población.

b. *Sistema de circuito cerrado*

Consiste en un sistema de conductos principales que rodean a un grupo de manzanas de las cuales parten tuberías de diámetro menor unidades en sus extremos al conducto principal.

- Mayor seguridad en el normal abastecimiento a la localidad.

- Mayor economía ya que cada tramo de tubería puede ser alimentado por ambos extremos, y se consigue menores diámetros de tuberías, menores pérdidas de carga.

En el dimensionamiento de una red de circuito cerrado se trata de encontrar los gastos de circulación de cada tramo para lo cual nos apoyamos en algunas hipótesis estimativas en los gastos en los nudos.

Para el presente proyecto utilizare el sistema de circuito abierto por la topografía accidentada y la distribución de las viviendas.

2.8.2. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Es el conjunto de tuberías cuya importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

- *Red Matriz Y Cálculos:* Es la tubería que va desde el Reservorio hasta la zona de servicio. Hidráulicamente se pueden establecer redes: abiertas, cerradas y mixtas.

Se empleará tubería de plástico PVC por lo que le corresponde un coeficiente de rugosidad (C) igual a 150.

Los métodos existentes para realizar el diseño hidráulico de la red matriz son a través de un proceso iterativo aplicando el método de Hardy Cross y programas de simulación hidráulica como el Epanet y Watercad, para nuestro proyecto aplicaremos Epanet.

2.8.3. ACCESORIOS

En lo referente a los cambios de dirección de las redes de agua potable se deberán emplear codos, sin embargo podrían proyectarse la ejecución de líneas curvas que al momento de tender la tubería gradualmente se amolden al trazo de las calles, siempre que el ángulo de deflexión entre dos tubos consecutivos no exceda a los valores permitidos por el fabricante y que podrían dificultar la prueba hidráulica correspondiente.

a. Válvulas

Existen válvulas que sirven para interrumpir el tránsito de flujo de agua, ya sea debido a un mantenimiento y/o para efectuar limpiezas por zonas sin causar interrupción total o parcial del servicio en la periferia, es decir permite aislar un determinado sector de un centro poblado para así poder cumplir y a la vez facilitar los trabajos efectuados por la empresa encargada de los servicios de Saneamiento. Para la colocación de estas válvulas hay que tener en cuenta lo siguiente:

- Al efectuar el cierre de una o más válvulas para aislar y proceder a reparación de un tramo o circuito, la longitud de este no debe exceder de más de 200 ml de tubería.
- Cada tramo debe aislarse a lo más mediante el cierre de cuatro válvulas.
- Deberán colocarse cerca de las intersecciones de las calles y en la prolongación de las líneas de propiedad.

b. Anclajes

A fin de contrarrestar el empuje que pueda presentar debido a la presión interna de la tubería deberán diseñarse anclajes de concreto en los siguientes casos:

- Cambios de dirección.
- Cambios de diámetros.
- Válvulas de compuerta.
- Terminales de líneas taponados.
- Curvas verticales.

Las dimensiones y formas de los anclajes se determinaran teniendo en cuenta la presión de la línea, el diámetro del tubo, clase de terreno y tipo de accesorio.

El área o superficie de contacto del anclaje deberá dimensionarse de modo que el esfuerzo que se transmite al terreno, no supere la carga de resistencia admisible dada para tipo de terreno.

c. Tuberías

Las tuberías de la red de distribución se colocaran teniendo en cuenta lo siguiente:

- En las calles de 20 m. de ancho o menos, se proyectará una línea de agua potable a un lado de la calzada y de ser posible en el lado de mayor altura, a menos que se justifique la instalación de dos líneas paralelas.
- En las calles y avenidas de más de 20m. de ancho se proyectará a cada lado de la calzada una línea, salvo el caso en que se justifique la instalación de una sola línea.
- La distancia mínima entre los planos verticales tangentes a la tubería de agua potable y una de alcantarillado

instaladas paralelamente no será menor de 2m. medidas horizontalmente.

- La distancia entre la línea de propiedad y el plano vertical tangente al tubo no será menor 0.80m.
- En caso de vías vehiculares, las tuberías de agua potable deben ser proyectadas con un recubrimiento mínimo de 0.80m. Sobre la clave del tubo.
- En las vías peatonales pueden reducirse estas distancias y las profundidades; siempre y cuando se diseñe una protección especial para evitar su fisuramiento o ruptura.

La mínima distancia entre tuberías de agua potable y cables eléctricos instalados paralelamente será de 1.0 m.

2.9. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

2.9.1. DEFINICIÓN

Es la acción o actividad que produce una alteración favorable o desfavorable en alguno de los componentes del medio ambiente.

El Estudio de Impacto Ambiental es el Proceso de predecir los resultados reales y potenciales de las interacciones esperadas entre un nuevo Proyecto y un medio ambiente natural y humano, así como el compromiso del proponente sobre las medidas de mitigación que reduzcan al mínimo la degradación ambiental.

2.9.2. IMPORTANCIA DE ESTUDIAR EL IMPACTO AMBIENTAL

La importancia de la realización de EIA, radica en los principios en que se basa la gestión ambiental como son:

El derecho de toda persona a vivir en un ambiente sano y saludable; así como al disfrute de los bienes naturales para su desarrollo social y económico, alcanzando una calidad de vida digna y duradera.

La conservación de los recursos naturales, los ecosistemas y el mantenimiento del equilibrio ecológico; como de la oferta ambiental, natural e inducida, para el desarrollo.

Aplicación de tecnologías limpias, eficientes e integrales, procesos de saneamiento; comprendiendo el ciclo completo y sin residuos libres.

La complementación de la Legislación ambiental vigente, con la reglamentación propia de la institución y del sector.

El saneamiento es un servicio instituido para la comunidad, con el fin de mejorar su bienestar, y por lo tanto, es muy importante su colaboración en las acciones inherentes a los usos, es decir de agua y desagüe. Además, son importantes los Estudios de Impacto Ambiental porque es público y notorio el carácter de agotable de los recursos naturales y en la actualidad más todavía, así mismo la presencia de una acelerada degradación de la calidad del ambiente humano, por lo que debemos protegerlo por todos los medios de que dispongamos.

2.9.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

Contribuir en algo, a tratar de reducir la contaminación de las zonas en estudio, planteando el proyecto de Alcantarillado

Sanitario para las áreas destinadas a viviendas, que dé solución a un servicio básico que necesita esta población así como plantear el emplazamiento donde se tendrán tanques sépticos para el tratamiento de las aguas servidas.

2.9.4. TIPO DE IMPACTO AMBIENTAL

Un impacto puede pertenecer a la vez a dos o más grupos:

- Impacto Directo: cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.
- Impacto Indirecto: efecto sobre otro factor ambiental por existir interdependencia.
- Impacto Reversible: Cuando la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a corto, mediano o largo plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- Impacto Irreversible: aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación anterior a la acción que lo produce.
- Impacto Mitigable: Efecto en que la alteración puede mitigarse de una manera ostensible, mediante el establecimiento de medidas correctoras.
- Impacto Acumulativo: Efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad al carácter el factor ambiental de mecanismos de eliminación con efectividad

temporal similar a la del incremento de la acción causante de impactos.

- Impacto Sinérgico: Se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. Se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce la aparición de otros nuevos.
- Impacto Continuo: Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia.
- Impacto Discontinuo: Cuyo efecto se manifiesta a través de alteraciones irregulares en su permanencia.

2.9.5. CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN

Los criterios de jerarquización son utilizados para determinar la relevancia de acciones y parámetros ambientales y jerarquizar los impactos ambientales más significativos:

- Carácter.- Hace alusión al carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados.
- Probabilidad de Ocurrencia.- Presente en el desarrollo de un proyecto, para varios impactos una evaluación cualitativa resulta suficiente (alta, media, baja).

- Intensidad.- Se refiere al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito específico que actúa.
- Duración.- Tiempo de duración del impacto considerado que no se apliquen medidas. Este criterio se puede evaluar determinando si es fugaz, temporal o permanente.
- Extensión.- Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto. Está directamente relacionada con la superficie afectada, se mide en unidades objetivas como hectáreas, metros cuadrados, etc.
- Magnitud.- Evaluación de la seriedad del impacto. La magnitud es una relación de la intensidad, duración y extensión del efecto al medio.
- Reversibilidad.- Valor relativo que trata el cambio de la calidad ambiental. La valoración nos da una especie de valoración del impacto. Expresa la importancia del efecto de una acción sobre el factor ambiental.

2.9.6. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL

Se debe seleccionar el método de EIA a utilizar (listas, matrices, índices, etc.). Una vez identificados los impactos ambientales se proceden al análisis de los mismos. En la medida de lo posible se deben predecir los cambios que las acciones del proyecto producen en las sentencias o variaciones temporales de la calidad ambiental.

La mayor parte de los métodos hacen referencia a impactos ambientales específicos, lo que imposibilita establecer un método general. La adecuada selección del método dependerá de los recursos técnicos y financieros, del tiempo disponible para su ejecución de la cantidad y calidad de información disponible y de los términos de referencia propuestos, razón por la cual ningún método puede ser considerado mejor.

2.9.7. MÉTODOS DE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

a. Encuestas: Las encuestas se realizan a personas relacionadas de algún modo con el proyecto; el promotor o proyectista, la población del área a afectar, especialistas en la materia, personas con experiencias previas en proyectos similares, etc. Las preguntas se basan en las consecuencias que se presentaron en los casos que observaron. Este método no suele dar buenos resultados debido a la falta de conocimiento del personal encuestado.

b. Reunión de Expertos: Consiste en talleres de trabajo donde se reúnen a personas con conocimientos sólidos de las diferentes áreas relacionadas con el proyecto, como especialistas en proyectos y en los procesos involucrados, así como especialistas ambientales.

c. Lista de verificación: Las listas de verificación son el resultado de la acumulación de experiencia en la Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental. El objetivo de este método es facilitar un análisis acerca de las posibles consecuencias sobre el ambiente.

Así este método constituye un listado de los factores ambientales potencialmente afectados por una acción, cuya función primordial es estimular al analista a pensar en las posibles consecuencias de un proyecto determinado.

Las variaciones de esta técnica son:

- **Lista Simple.-** Constituyen un listado de variables ambientales, en donde se indica la ocurrencia posible de un impacto en forma nominal (si o no), pero sin que prevea ninguna información acerca de su magnitud o de la forma como debe interpretarse.

 - **Listas de Verificación con escala simple.-** En esta técnica se añade una escala de valores para la evaluación de las variables ambientales, lo que permite obtener como apreciación subjetiva de la magnitud de los cambios que puede llegar a ocurrir en cada una de ellas.

 - **Lista de Verificación con escala ponderada.-** La ponderación de la escala mediante algún factor de importancia relativa, permite añadir una estimación de la significación de cada variable ambiental afectada en relación con los restantes. Las listas presentan el inconveniente de inducir al analista a ignorar efectos que no estén incluidos en ellas. Este es uno de los métodos más simples recomendables para estudios preliminares.
- d. *Matrices:* Las Matrices pueden considerarse como listas de control bidimensional. En una dimensión se muestran las características individuales de un proyecto (actividades, propuestas, elementos de impacto, etc.) mientras que en la

otra dimensión se identifican las categorías ambientales que pueden ser afectadas por el proyecto. De esta manera los efectos o impactos ambientales son individualizados confrontando las dos listas de control.

Las diferencias entre los diversos tipos de matrices deben considerar la variedad, número y especialidad de las listas de control, así como el sistema de evaluación de impacto individualizado. Con respecto a la evaluación, esta varía desde una simple individualización del impacto (marcada con una suerte de señal, cruz, guión, etc.) hasta una evaluación cualitativa (bueno, moderado, suficiente, razonable) o una evaluación numérica, la cual puede ser relativa o absoluta; en general una evaluación analiza el resultado del impacto (positivo o negativo).

Matriz de Leopold

La matriz fue diseñada para la evaluación de impactos asociados con casi cualquier tipo de proyecto de construcción. Su utilidad es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados del estudio.

El proceso de elaboración e identificación es el siguiente:

- Se elabora un cuadro fila donde aparecen las acciones del proyecto.
- Se elabora un cuadro de columna donde se ubican los factores ambientales.

- Construir la matriz con las acciones y condiciones ambientales.
- Para la identificación se confrontan ambos cuadros, se revisan las filas de las variables ambientales y se selecciona aquellas que pueden ser influenciadas por las acciones del proyecto.
- Evaluar la magnitud e importancia en cada celda, por lo cual se realiza lo siguiente:
 - Trazar una diagonal en las celdas donde puede producirse el impacto.
 - En la esquina superior izquierda de cada celda se coloca un número entre 1 y 10 para indicar la magnitud del posible impacto (mínimo = 1) delante de cada número se colocará el signo (-) si el impacto es perjudicial y (+) si es beneficioso.
 - En la esquina superior derecha colocar un número entre 1 y 10 para indicar la importancia del posible impacto.
- Acondicionar dos filas y dos columnas de celdas de cálculos.
- Sumar los índices de magnitud e importancia por separado los positivos y los negativos.
- Los resultados indican cuales son las actividades más perjudiciales o beneficiosas para el ambiente y cuáles son las variables ambientales más afectadas, tanto positiva como negativamente.
- Identificados los efectos se describen en términos de magnitud e importancia.

Este método se entiende por magnitud la extensión del efecto (en términos espaciales). La importancia es la evaluación anticipada de las consecuencias del efecto.

Matriz de Moore

Es un método elaborado por Moore y sus colaboradores (1973), la cual requiere una evaluación en una escala ordinaria de cuatro niveles.

- No significativo
- Bajo
- Moderado
- Alto

Matriz de Clark

En 1976 Clark desarrolla un método basado en una matriz la cual proporciona una evaluación cualitativa basada en cinco polaridades:

- Beneficioso / Adverso
- Corto plazo / Largo plazo
- Reversible / Irreversible
- Local / Estratégico.

CAPÍTULO III RESULTADOS

3.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

a. UBICACIÓN POLÍTICA

El Distrito de Pilpichaca está ubicado en el departamento de Huancavelica, provincia de Huaytará, distrito de pillpichaca, localidad de Ingahuasi.

b. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto integral se desarrolla en el área urbana de Pilpichaca por ello se establece el punto referencial la plaza principal de Pilpichaca y que tiene las coordenadas en el sistema UTM siguientes:

Este : 531407.05
Norte : 853598.
COTA : 4435.45 msnm

MAPA 01 UBICACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA DONDE SE EJECUTARÁ EL PROYECTO



MAPA 02
UBICACIÓN DE LA PROVINCIA DE HUAYTARÁ



MAPA 03
UBICACIÓN GEOGRÁFICA PILLPICHACA



c. LÍMITES

El distrito tiene los siguientes límites:

NORTE: Con el distrito de Lircay.

SUR: Con el distrito de Paras (Ayacucho)

ESTE: Con el distrito de Vinchos (Ayacucho)

OESTE: Con Pilpichaca capital del distrito

d. VÍA DE ACCESO

La infraestructura vial de conexión al distrito, se encuentra entre regular y buen estado de conservación, el servicio de transporte durante el año es normal y se cuenta con las siguientes carreteras de interconexión:

La ciudad de Huancavelica se conecta con Pilpichaca (capital del distrito) a través de la carretera afirmada, siguiendo la siguiente ruta: Huancavelica –Astombamba – Pucapampa – Choclococha - Santa Inés, Carhuancho, para llegar a Pilpichaca y finalmente mediante una trocha carrozable se llega a la Comunidad de Ingahuasi.

De la ciudad de Huaytará (Capital de Provincia) hacia Pilpichaca, el acceso se realiza mediante la carretera Pisco-Ayacucho (Vía Los Libertadores Wari) hasta Rumichaca.

3.2. CLIMA Y METEOROLOGÍA

- *Clima:* El clima del distrito es frío-seco, propio de las punas alto andinas de la Vertiente Occidental.
- *Precipitaciones:* Las lluvias con mayor intensidad se presentan en los meses de diciembre a marzo, con escasas precipitaciones en junio, julio o agosto.

•*Humedad Relativa:* La humedad relativa en promedio es de 78%, 72% durante junio a septiembre y 84% entre diciembre a marzo.

•*Temperatura:* La temperatura promedio mensual es de 3° C, siendo la máximo 11° C y la mínima -40° C, manteniéndose durante las noches un grado estable de congelación.

3.3. RESULTADOS TOPOGRÁFICOS

a. *Objetivo*

El levantamiento topográfico ha tenido como objetivo determinar las diferentes cotas del terreno donde se ubicarán las líneas de conducción aducción y redes de distribución de agua potable.

b. *Tipo de topografía*

La topografía de la zona de estudio por lo general es accidentada debido a que su ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal está entre 20 a 30 grados.

En los planos se muestra la topografía de la zona de estudio

3.4. PARAMETROS DE DISEÑO

a. *Dotación*

La dotación de agua se expresa en litros por personas al día (lppd) y DIGESA, recomienda para el medio rural los siguientes parámetros:

Sierra : 50 lppd

Costa : 60 lppd

Selva : 70 lppd

Para el presente estudio corresponde una DOTACION DE 50 lppd

b. Tasa de crecimiento

De acuerdo a la Información del INEI, la Tasa de Crecimiento para el Distrito de Pillpichaca corresponde a 1.20% anual.

- **Periodo de diseño**

Según DIGESA, el periodo de diseño que debe considerarse de acuerdo al tipo de sistema a implementarse es:

Gravedad : 20 años

Bombeo : 10 años

Tratamiento : 10 años

Debe entenderse sin embargo, que en todos los casos la red de tuberías debe diseñarse para 20 años.

- **Fuentes de abastecimiento**

Las fuentes de abastecimiento a utilizar son las siguientes:

PARA EL SECTOR 01: Captación Existente Wascacucho Q=0.40 l/s

PARA EL SECTOR 02: Captación Proyectado 01 y 02 Q=0.98 l/s

3.5. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA EXISTENTE

Actualmente la Comunidad de Ingahuasi cuenta con un Sistema de Agua Potable consistente en:

- Una captación de concreto armado en buen estado de conservación ubicada en el sector de Wascacucho al sur de la ciudad que capta en épocas de estiaje 0.40 lps.
- Línea de Conducción de 616.20 ml con tubería PVC Ø 1 ½" en buen estado.

- 01 Reservoirio de Concreto armado de 10 m³ de volumen de almacenamiento en buen estado de conservación.
- Línea de Aducción de 108.40 ml con tubería PVC Ø 1" en buen estado; en el intermedio se encuentra una cámara rompe presión de concreto armado también en estado bueno.
- Redes de Distribución con tubería PVC Ø 1", en regular estado de conservación, con un aproximado de 980 ml
- Conexiones domiciliarias ejecutados por los mismos pobladores que aproximadamente llega a 60 unidades, así también piletas públicas.
- No cuenta con Sistema de Alcantarillado.

El Sistema de agua potable viene funcionando desde el año de 1,998 aproximadamente, construido por FONCODES cuyo estado de operación es medianamente defectuoso, lo que no permite abastecer a toda la población continuamente, especialmente en épocas de secano.

3.6. CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA, AFORO Y CAUDALES DE DISEÑO

3.6.1. CÁLCULO DE POBLACIÓN FUTURA

CALCULO DE LOS POBLACION FUTURA Y PARAMETROS DE DISEÑO

POBLACION ACTUAL : 1,368 Hab. # DE VIVIENDAS : 342 Nº DE INTEGRANTES: 4 Personas	RENDIM. DE MANANTIALES EN PROYECCIÓN 0.920 Lt/seg ANTIGUO 0.460 Lt/seg REND.TOTAL: 1.380 Lt/seg
--	---

PARTE I : POBLACION FUTURA DE DISEÑO

Ingrese los siguientes datos:

Coef. de Crecim. poblac.	r =	1.20	% anual	Fuente INEI
Periodo de diseño	t =	20	años	

Población futura : Pf=Pa (1+r*t/100)	1696 Habitantes
Redondeando :	1697 Hab.

PARTE II : CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

Dotación (d) :	50	Lt/Hab/día.		
		Caudal prom. diario Qp := Pa*D/86400		0.982 Lt/seg.
K1 = 1.3		Caudal Max. diario Qmd : K1*Qp		1.277 Lt/seg.
K2 = 1.8		Caudal Max. Horario Qmh : Qmh=K2*Qp		1.768 Lt/seg.

COMPROBACION DEL RENDIMIENTO DEL MANANTIAL	Caudal de Fuente >= Caudal Max.diario (Qmd)
Caudal Max. diario Qmd :	1.277 Lt/seg.
	VERDADERO

PARTE III :

VOLUMEN DE REGULACIÓN :	$V_r = ((20\% Q_p \times 24 \text{ horas}) / 1000) \times 1.25$	21.21 M3
VOLUMEN DE RESERVA :	Volumen de Reserva	8.79 M3
	TOTAL	30.00 M3

VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO :	30.00 M3
-----------------------------------	-----------------

3.6.2. AFORO HIDRÁULICO – SISTEMA DE CAPTACIÓN DE AGUA POTABLE

- *Datos para el cálculo*

Vol. Utiliz. (Vol.)	4.000 Lt.	COORDENADAS UTM		
Tipo de Fuente	: MANANTIAL 01	533798	4667.00	m.s.n.m
		8535144		
Tipo de Fuente	: MANANTIAL 02	533672	4646.00	m.s.n.m
		8535556		

• *Datos de campo*

Captación N° 01

Item	N° de Tiempo (t)	Tiempo (Seg.)
1	t1	7.67
2	t2	7.85
3	t3	7.58
4	t4	7.63
5	t5	7.56
SUMA		38.29
Tiempo Promedio (tprom)		7.66

Captación N° 02

Item	N° de Tiempo (t)	Tiempo (Seg.)
1	t1	8.67
2	t2	8.55
3	t3	8.62
4	t4	8.73
5	t5	8.78
SUMA		43.35
Tiempo Promedio (tprom)		8.67

Resultados :

$$Q = \frac{\text{Vol.}}{t_{\text{prom}}}$$

Q = Caudal en Lt./ sg.
 Vol. = Volumen de medición
 Tiempo Promedio en seg.
 t prom. =

AFORO 1:

Reemplazando : $Q = \frac{4.000}{7.66} = 0.522$

AFORO 2:

Reemplazando : $Q = \frac{4.000}{8.67} = 0.461$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 0.984 \text{ L/S}$$

Datos para el Cálculo :

Vol. Utiliz. (Vol.)	4.000 Lt	COORDENADAS UTM		
Tipo de Fuente	: MANANTIAL EXISTENTE (WASCACUCHO)	530879	4593.00	m.s.n.m
		8535315		

--	--

Datos de Campo :

Captación Existente (Wascacucho)

Item	N° de Tiempo (t)	Tiempo (Seg.)
1	t1	10.05
2	t2	10.24
3	t3	9.90
4	t4	9.98
5	t5	9.85
SUMA		50.02
Tiempo Promedio (tprom)		10.00

Captación N° 01

Item	N° de Tiempo (tn)	Tiempo (Seg.)
1	t1	112.37
2	t2	112.46
3	t3	111.71
4	t4	113.44
5	t5	112.27
SUMA		562.25
Tiempo Promedio (tprom)		112.85

Resultados :

$$Q = \frac{\text{Vol}}{t_{\text{prom}}}$$

Q = Caudal en lt/ sg
 Vol = Volumen de medicion
 Tiempo Promedio en
 t prom. = seg.

AFORO 1:

Reemplazando : $Q = \frac{4.000}{10.00} = 0.400$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 0.400 \text{ L/S}$$

3.6.3. CAUDALES DE DISEÑO

POBLACION ACTUAL : 1,368 Hab.	RENDIM. DE MANANTIALES	
# DE VIVIENDAS : 342	EN PROYECCIÓN	0.920 Lt/seg
N° DE INTEGRANTES: 4 Personas	ANTIGUO	0.460 Lt/seg
	REND.TOTAL:	1.380 Lt/seg

PARTE I : POBLACION FUTURA DE DISEÑO

Ingrese los siguientes datos:

Coef. de Crecim. poblac.	r =	1.20	% anual	Fuente INEI
Periodo de diseño	t =	20	años	

Población futura =====> :	1696.3	Habitantes
Redondeando :	1697	Hab.

PARTE II : CALCULO DE CAUDALES DE DISEÑO

Dotación (d) :	50	Lt/Hab/día.
Caudal prom. diario Qp :	0.982	Lt/seg.
(K1 = 1.3) Caudal Max. diario Qmd :	1.277	Lt/seg.
(K2 = 1.8) Caudal Max. Horario Qmh :	1.768	Lt/seg.

COMPROBACION DEL RENDIMIENTO DEL MANANTIAL	Caudal de Fuente >= Caudal Max. Diario (Qmd.)
---	---

Caudal Max. diario Qmd. :	1.277	Lt/seg.	VERDADERO
------------------------------	-------	---------	------------------

PARTE III :		
VOLUMEN DE REGULACIÓN :	$V_r = ((20\% Q_p \times 24 \text{ horas}) / 1000) \times 1.25$	21.21 M3
VOLUMEN DE RESERVA :	Volumen de Reserva	8.79 M3
TOTAL		30.00 M3
VOLUMEN TOTAL DE ALMACENAMIENTO :	30.00 M3	

• *Cálculos*

Consumo Unitario
 $(Q_{unit}) = \frac{Q_{mh}}{P_f}$
 $(Q_{unit}) = 0.0010 \text{ l/s/Hab}$

$Q_{tramo} = (Q_{unit}) \times (\# \text{ Habitantes por tramo})$

SECTOR	NUDO				TRAMO			LONG. DE TRAMO	N° DE VIVIEND.	N° DE HABIT. (PF)	Q tramo (l/s)
	Ji	ESTE	NORTE	COTA	INICIO	FIN	DESCRIP.				
SECTOR 01	CRP	531323.94	8535761.45	4474.00	CRP	J-2	P-1	58.49	0.00	0.00	0.000
	J-1	531388.08	8535752.33	4459.00	J-1	J-2	P-2	30.80	4.00	19.85	0.021
	J-2	531378.81	8535781.70	4456.00	J-2	J-3	P-3	12.50	1.00	4.96	0.005
	J-3	531375.05	8535793.62	4455.00	J-3	J-4	P-4	52.70	6.00	29.77	0.031
	J-4	531359.19	8535843.88	4452.00	J-4	J-5	P-5	102.00	18.00	89.32	0.093
	J-5	531328.48	8535941.15	4445.00	J-5	J-6	P-6	72.00	12.00	59.54	0.062
	J-6	531306.81	8536009.81	4442.00	J-6	J-7	P-7	49.00	8.00	39.70	0.041
	J-7	531292.06	8536056.54	4442.50	J-7	J-8	P-8	49.00	8.00	39.70	0.041
	J-8	531277.31	8536103.26	4443.00	J-8	J-9	P-9	47.87	9.00	44.66	0.047
	J-9	531262.90	8536148.91	4444.50	J-9	J-10	P-10	46.13	8.00	39.70	0.041
	J-10	531249.01	8536192.90	4445.50	J-3	J-11	P-11	69.00	4.00	19.85	0.021
	J-11	531440.85	8535814.39	4442.00	J-12	J-11	P-12	43.30	9.00	44.66	0.047
	J-12	531453.88	8535773.10	4444.50	J-11	J-13	P-13	52.70	7.00	34.73	0.036
J-13	531424.98	8535864.65	4440.00	J-4	J-13	P-14	69.00	4.00	19.85	0.021	

3.7. DISEÑO DE LA CAPTACIÓN

DISEÑO DE CAPTACION EN LADERA

Proyecto: Agua Potable y Alcantarillado Ingahuasi
 Manantial: Manantial 01 (ver plano del sistema)
 Captación: Captación N° 01

Gasto Máximo de la Fuente: $Q_{max} = 0.52$ l/s
 Gasto Mínimo de la Fuente: $Q_{min} = 0.35$ l/s
 Gasto Máximo Diario: $Q_{md} = 0.52$ l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que: $Q_{max} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando: $A = \frac{Q_{max}}{v_2 \times Cd}$

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{max} = 0.52$ l/s

Coefficiente de descarga: $Cd = 0.60$ (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: $g = 9.80$ m/s²

Carga sobre el centro del orificio: $H = 0.30$ m

Velocidad de paso teórica: $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

$v_{2t} = 1.45$ m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: $v_2 = 0.80$ m/s (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

Area requerida para descarga: $A = 0.001$ m²

Ademas sabemos que: $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diametro de tubería de ingreso: $D_c = 0.037$ m

$D_c = 1.462$ pulg

Asumimos un diametro comercial: $D_a = 1\ 1/2$ pulg (se recomiendan diámetros < ó = 2")

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$N_{orif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{orif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Numero de orificios: $N_{orif} = 2$ orificios

Conocido el número de orificios y el diámetro de la tubería de entrada se calcula el ancho de la pantalla (b), mediante la siguiente ecuación:

$$b = 2(6D) + N_{orif} \times D + 3D(N_{orif} - 1)$$

Ancho de la pantalla: $b = 0.70$ m

2) Calculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que: $H_f = H - h_o$

Donde: Carga sobre el centro del orificio: $H = 0.30$ m

Además: $h_o = 1.56 \frac{v_2^2}{2g}$

Pérdida de carga en el orificio: $h_o = 0.051$ m

Hallamos: Pérdida de carga afloramiento - reservorio: $H_f = 0.25$ m

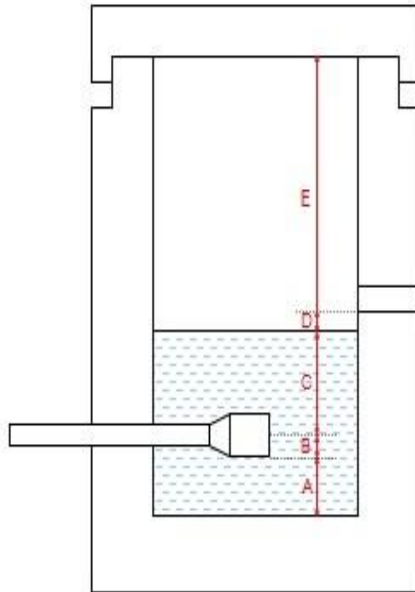
Determinamos la distancia entre el afloramiento y la captación:

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Distancia afloramiento - reservorio: $L = 0.83$ m

2) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante:



A: Se considera una altura mínima de 10cm que permite la sedimentación

$$A = 10.0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B = 1.9 \text{ cm}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 3cm).

$$D = 5.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda de 10 a 30cm).

$$E = 30.0 \text{ cm}$$

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Q_{md}^2}{2gA^2}$$

Donde: Caudal máximo diario: $Q_{md} = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$
 Diámetro de la tubería de Salida: $D_s = 3/4 \text{ pulg}$
 Área de la tubería de salida: $A = 0.000 \text{ m}^2$

Por tanto: Altura calculada: $C = 0.265 \text{ m}$

Resumen de Datos:

A= 10.0 cm
 B= 1.9 cm
 C= 30.0 cm
 D= 5.0 cm
 E= 30.0 cm

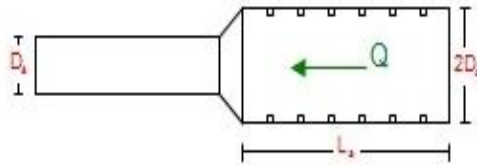
Hallamos la altura total: $H_t = A + B + H + D + E$

$$H_t = 0.77 \text{ m}$$

Altura Asumida:

$H_t = 0.80 \text{ m}$

3) Dimensionamiento de la Canastilla:



El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \times D_a$$

$$D_{\text{canastilla}} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg}$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

$$L = 3 \times \frac{3}{4} = 2.25 \text{ pulg} = 5.715 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times \frac{3}{4} = 4.5 \text{ pulg} = 11.43 \text{ cm}$$

$$L = 10.0 \text{ cm}$$

Siendo las medidas de las ranuras:

ancho de la ranura=	5 mm	(medida recomendada)
largo de la ranura=	7 mm	(medida recomendada)

Siendo el área de la ranura: $A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.0000350 \text{ m}^2$

Debemos determinar el área total de las ranuras:

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A_r$$

Siendo: Área sección tubería de salida: $A_s = 0.0011401 \text{ m}^2$

DISEÑO DE CAPTACION EN LADERA

Proyecto: Agua Potable y Alcantarillado Inghuasi

Manantial : Manantial 01 (ver plano del sistema)

Captación: Captación N° 02

Gasto Máximo de la Fuente:	Q _{max} =	0.46 l/s
Gasto Mínimo de la Fuente:	Q _{min} =	0.30 l/s
Gasto Máximo Diario:	Q _{md} =	0.46 l/s

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Sabemos que: $Q_{\max} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando: $A = \frac{Q_{\max}}{v_2 \times Cd}$

Donde: Gasto máximo de la fuente: Q_{max}= 0.46 l/s

Coefficiente de descarga: Cd= 0.60 (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad: g= 9.80 m/s²

Carga sobre el centro del orificio: H= 0.30 m

Velocidad de paso teórica: $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

v_{2t}= 1.45 m/s (en la entrada a la tubería)

Velocidad de paso asumida: v₂= 0.80 m/s (el)

Area requerida para descarga: A= 0.00095833 m²

Ademas sabemos que: $D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$

Diametro de tubería de ingreso: D_c= 0.03493119 m

D_c= 1.37524362 pulg

Asumimos un diametro comercial:

D_a= 1 1/2 pulg (se recomiendan diámetros < 0.038)

Determinamos el número de orificios en la pantalla:

$$\text{Norif} = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diámetro asumido}} + 1$$

$$\text{Norif} = \left(\frac{D_c}{D_a}\right)^2 + 1$$

Numero de orificios: N orif= 2 orificios 0.54

Cono 0.037

0.111

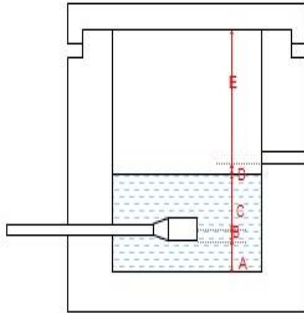
$b = 2(6D) + \text{Norif} \times D + 3D(\text{Norif} - 1)$ 0.429

0.143

Ancho de la pantalla: b= 0.70 m

2) Altura de la cámara húmeda:

Determinamos la altura de la cámara húmeda mediante:



A: Se considera una altura mínima de 10cm que permite la sedimentación

$$A= 10.0 \text{ cm}$$

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

$$B= 1.9 \text{ cm}$$

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 3cm).

$$D= 5.0 \text{ cm}$$

E: Borde Libre (se recomienda de 10 a 30cm).

$$E= 30.0 \text{ cm}$$

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Donde: Caudal máximo diario: Qmd= 0.000 m3/s
 Diámetro de la tubería de Salida: Ds = 3/4 pulg
 Área de la tubería de salida: A= 0.000 m2

Por tanto: Altura calculada: C= 0.20731203 m

Resumen de Datos:

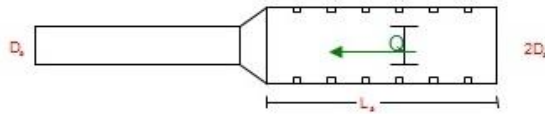
A= 10.0 cm
 B= 1.9 cm
 C= 30.0 cm
 D= 5.0 cm
 E= 30.0 cm

Hallamos la altura total: $Ht = A + B + H + D + E$

$$Ht= 0.77 \text{ m}$$

Altura Asumida: $Ht= 0.80 \text{ m}$

3) Dimensionamiento de la Canastilla:



El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la línea de conducción:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \times D_a$$

$$D_{\text{canastilla}} = 1 \frac{1}{2} \text{ pulg}$$

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a $3D_a$ y menor que $6D_a$:

$$L = 3 \times \frac{3}{4} = 2.25 \text{ pulg} = 5.715 \text{ cm}$$

$$L = 6 \times \frac{3}{4} = 4.5 \text{ pulg} = 11.43 \text{ cm}$$

$$L = 10.0 \text{ cm}$$

Siendo las medidas de las ranuras: ancho de la ranura = 5 mm (medida recomendada)
largo de la ranura = 7 mm (medida recomendada)

Siendo el área de la ranura: $A_r = 35 \text{ mm}^2 = 0.0000350 \text{ m}^2$

Debemos determinar el área total de las ranuras:

$$A_{\text{TOTAL}} = 2A_r$$

Siendo: Área sección tubería de salida: $A_s = 0.0011401 \text{ m}^2$

$$A_{\text{TOTAL}} = 0.0022802 \text{ m}^2$$

El valor de A_{total} debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada (A_g)

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

Donde: Diámetro de la granada: $D_g = 1.5 \text{ pulg} = 3.81 \text{ cm}$
 $L = 10.0 \text{ cm}$

$$A_g = 0.0059847 \text{ m}^2$$

Por consiguiente: $A_{\text{TOTAL}} < A_g$ **OK!**

Determinar el número de ranuras:

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}}$$

$$N^{\circ} \text{ranuras} = 65$$

4) Calculo de Rebose y Limpia:

La tubería de rebose y limpia se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde: Gasto máximo de la fuente: $Q_{\text{max}} = 0.46 \text{ l/s}$
Perdida de carga unitaria en m/m: $h_f = 0.015 \text{ m/m}$ (valor recomendado)

Diámetro de la tubería de rebose: $D_r = 1.2768126 \text{ pulg}$

Asumimos un diámetro comercial: $D_r = 2 \text{ pulg}$

3.8. VOLUMEN DE RESERVORIO 1-2

3.8.1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO DE RESERVORIO

a. Población a ser abastecida con el sistema de Agua

N° de Conexiones Sector 01 209 Familias

Población **836** (al 2011)

Crecimiento 1.20% INEI

Periodo de Diseño 20.00 años

TOTAL FINAL =	1037	habitantes
----------------------	-------------	-------------------

b. Dotación y Consumo de Agua

Dt= 50 (l/Hab/día) Dotación Total

DOTACION =	50.00	L/Hab/Día
-------------------	--------------	------------------

c. Variaciones de Consumo

QPD= 0.60 (l/s) Caudal promedio diario anual

K1= 1.30 Coeficiente de maximo consumo diario

QMD= 0.78 (l/s) Caudal maximo diario

K2= 1.80 Coeficiente de maximo consumo horario

QMH= 1.08 (l/s) Caudal maximo horario

K3= 2.5 Coeficiente maximo maximorum

QMM= 1.50 Caudal maximo maximorum

d. Caudales de Diseño

Caudal de Consumo

QPD= 0.600 (l/s) Caudal promedio diario anual

Caudal de Diseño para Captación, Conducción y Reservorio

QMD= 0.780 (l/s) Caudal maximo diario

Caudal de Diseño para Aducción y Distribución

QMH= 1.080 (l/s) Caudal maximo horario

Caudal de Diseño para Aducción y Distribución (Casos Críticos)

QMM= 1.500 (l/s) Caudal maximo maximorum

e. Volumen de Almacenamiento Requerido

Volumen de Regulación

$VR = 1.25 * ((20\% QMD * 24 \text{ Horas})/1000)$

VR= 16.85 m³

Vol. Caculado Reservorio= 16.85 M3

Volumen Asumido Reservorio= 20.00 M3

f. Dimensionamiento del Reservorio

A= L

Asumimos L= 3.20 m

Entonces A= 3.20 m

La altura que alcanza el agua será:

$$h = V / (L \times A)$$

$$h = 1.95 \text{ m}$$

La distancia vertical entre la superficie del agua y la parte inferior del techo del reservorio es aproximadamente 30 o 40 Centímetros

$$\text{Tomamos BL} = 0.30 \text{ m}$$

Entonces la altura interior total de la cisterna es:

$$H = h + BL$$

$$H = 2.25 \text{ m}$$

3.8.2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO RESERVORIO 01 (EXISTENTE)

a. Población a ser abastecida con el sistema de Agua

N° de Conexiones Sector 01 133 Familias

Población **532 (al 2011)**

Crecimiento 1.20% INEI

Periodo de Diseño 20.00 años

TOTAL FINAL =	660	habitantes
----------------------	------------	-------------------

b. Dotación y Consumo de Agua

Dt= 50 (l/Hab/día) Dotación Total

DOTACION =	50.00	L/Hab/Día
-------------------	--------------	------------------

c. **Variaciones de Consumo**

QPD= 0.38 (l/s) Caudal promedio diario anual

K1= 1.30 Coeficiente de maximo consumo diario

QMD= 0.50 (l/s) Caudal maximo diario

K2= 1.80 Coeficiente de maximo consumo horario

QMH= 0.69 (l/s) Caudal maximo horario

K3= 2.5 Coeficiente maximo maximorum

QMM= 0.95 Caudal maximo maximorum

d. **Caudales de Diseño**

Caudal de Consumo

QPD= 0.382 (l/s) Caudal promedio diario anual

Caudal de Diseño para Captación, Conducción y Reservorio

QMD= 0.496 (l/s) Caudal maximo diario

Caudal de Diseño para Aducción y Distribución

QMH= 0.687 (l/s) Caudal maximo horario

Caudal de Diseño para Aducción y Distribución (Casos Críticos)

QMM= 0.954 (l/s) Caudal maximo maximorum

e. **Volumen de Almacenamiento Requerido**

Volumen de Regulación

VR = 1.25* ((20% QPD *
24 Horas)/1000)

VR= 8.25 m³

Vol. Calculado Reservorio= 8.25 M3

Volumen Asumido Reservorio=	10.00	M3
------------------------------------	--------------	-----------

3.9. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN HIDRÁULICA

SECTOR1 LINEA DE CONDUCCION

```
*****
*           E P A N E T           *
*           Análisis Hidráulico y de Calidad           *
*           para Redes de Distribución de Agua           *
*           Version 2.0           *
* Traducción: Grupo REDHISP,UPV   Financ: Grupo Aguas de Valencia *
```

Fichero Input: SECTOR1-CONDUCCION.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
P1	CAP1	R1	616.20	40.60

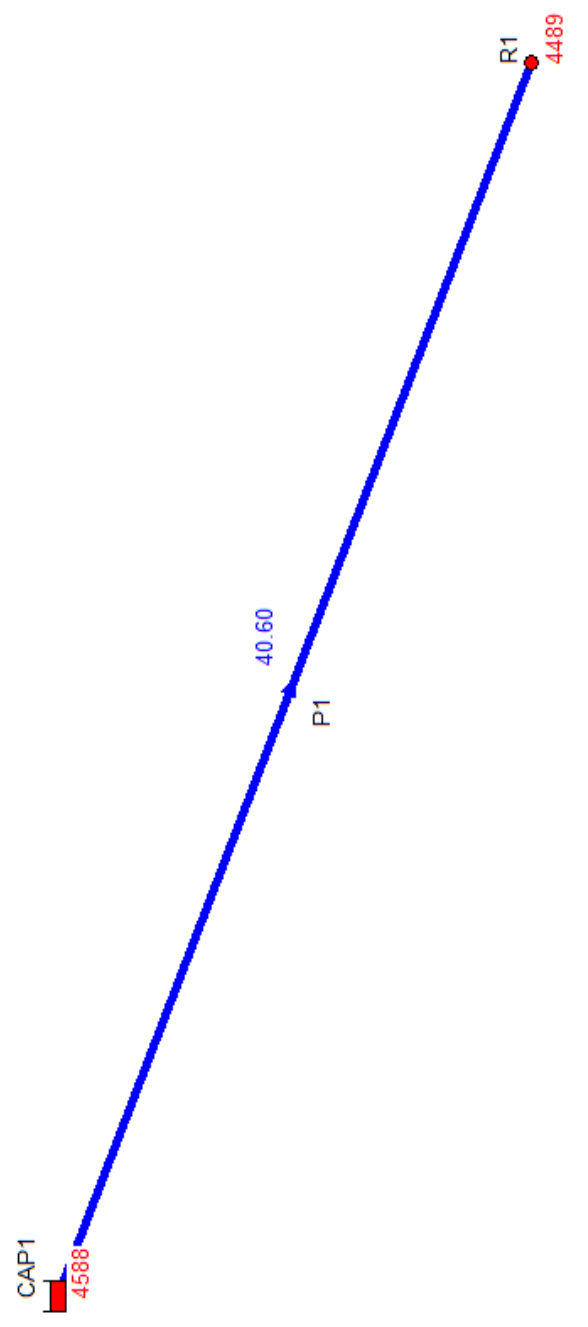
Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
R1	0.40	4586.13	97.13	0.00
CAP1	0.40	4588.00	0.00	0.00

Resultados en las Líneas:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P1	0.40	0.31	3.04	Abierta

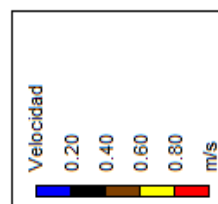
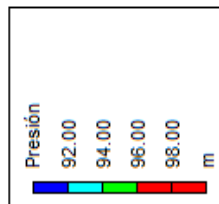
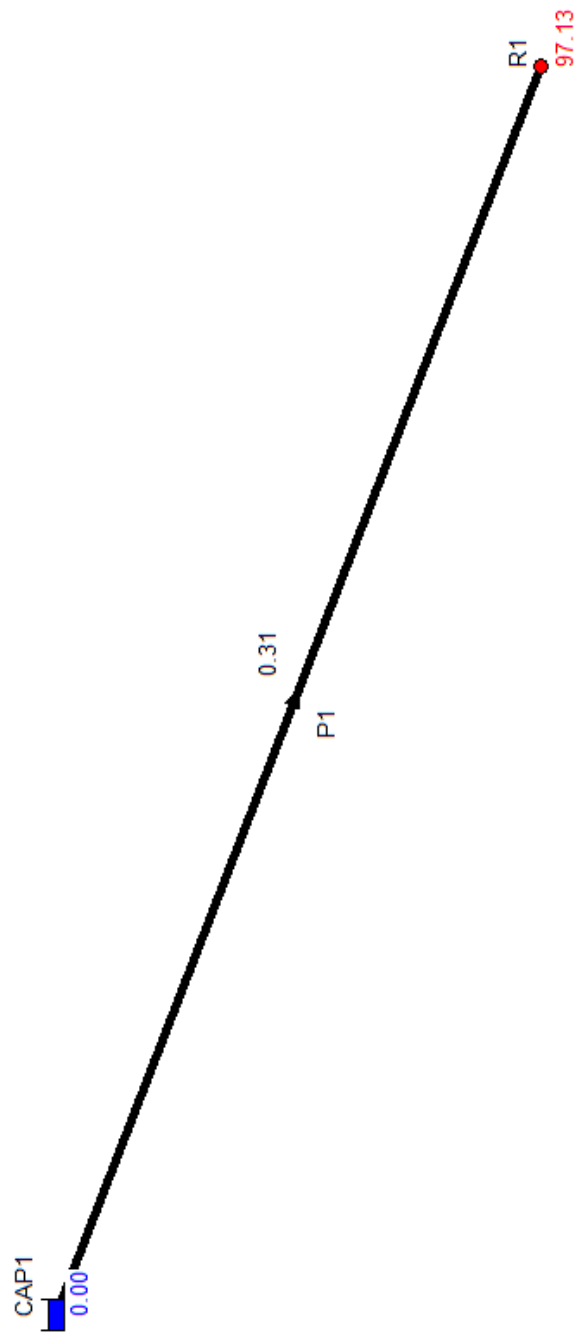
SECTOR1: LINEA DE CONDUCCION (CAPTACION 1-RESERVORIO R1)



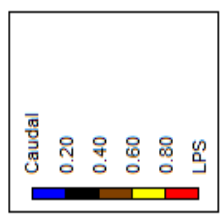
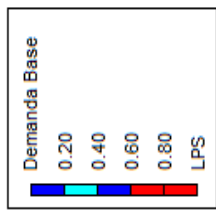
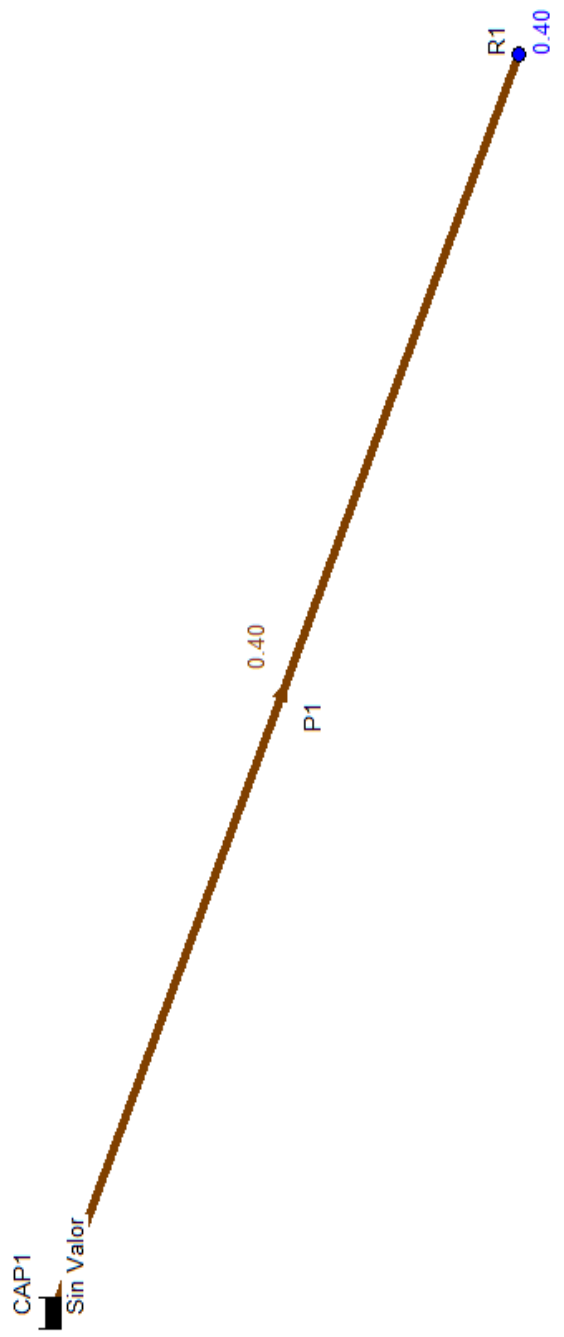
Cota
4482.00
4484.00
4486.00
4488.00
m

Diámetro
42.00
44.00
46.00
48.00
mm

SECTOR1: LINEA DE CONDUCCION (CAPTACION 1-RESERVORIO R1)



SECTOR1: LINEA DE CONDUCCION (CAPTACION 1-RESERVORIO R1)



LINEA DE ADUCCION

Fichero Input: SECTOR1-ADUCCION1.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
P1	R1	CRP1	49.90	44.60

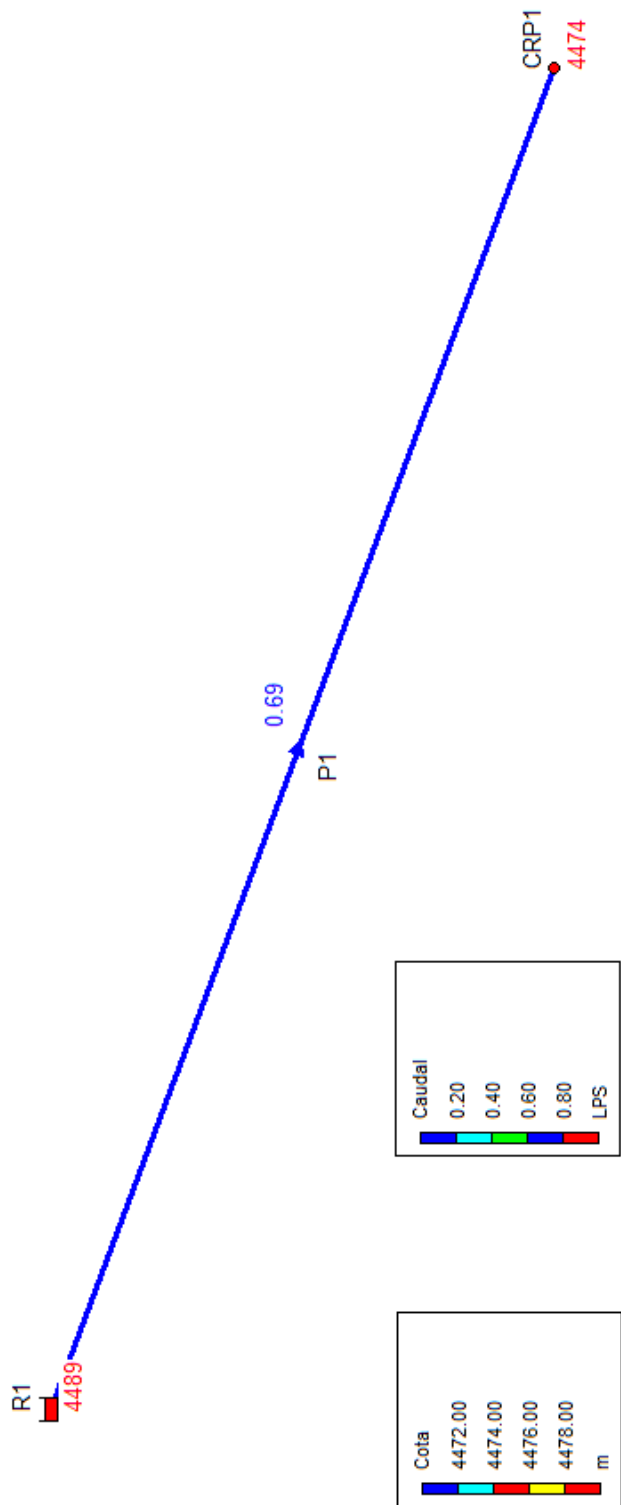
Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
CRP1	0.69	4488.74	14.74	0.00
R1	0.69	4489.00	0.00	0.00

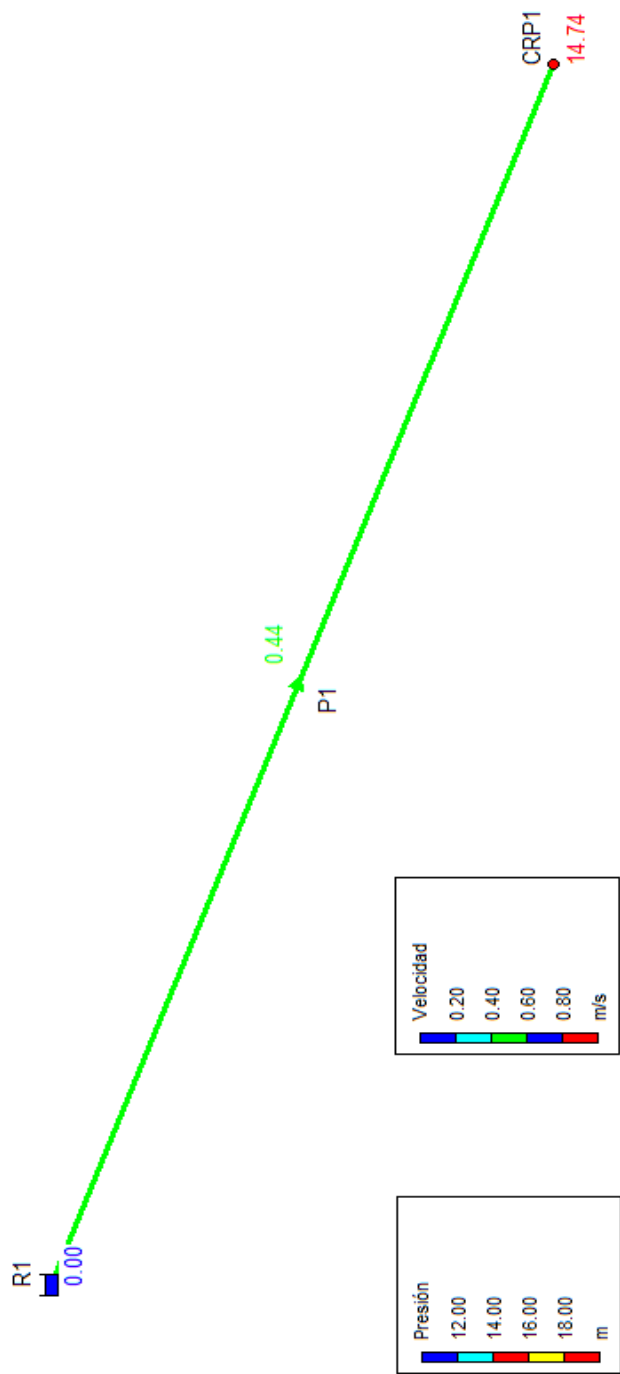
Resultados en las Líneas:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P1	0.69	0.44	5.24	Abierta

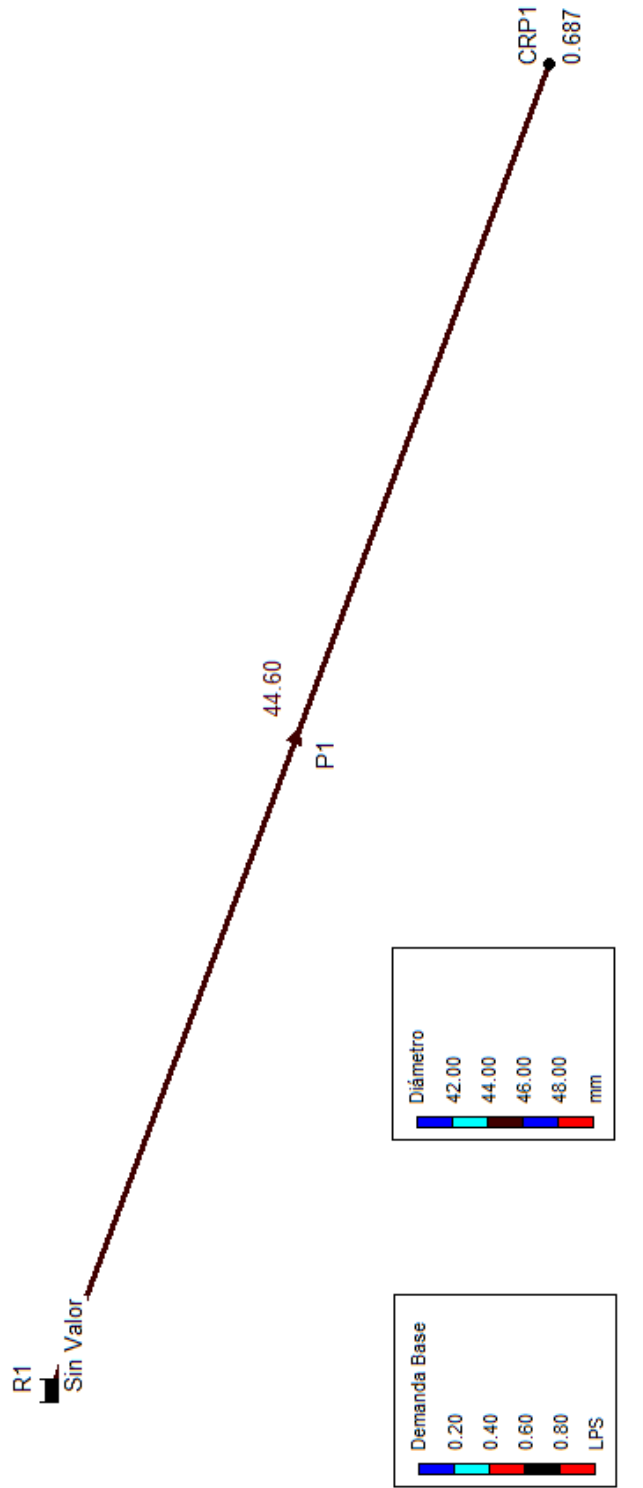
LINEA DE ADUCCION-RESERVORIO-CAMARA ROMPE PRESION



LINEA DE ADUCCION-RESERVORIO-CAMARA ROMPE PRESION



LINEA DE ADUCCION-RESERVORIO-CAMARA ROMPE PRESION



RED DE DISTRIBUCION SECTOR 1

Fichero Input: RED-SECTOR1.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID	Nudo	Nudo	Longitud	Diámetro
Línea	Inicial	Final	m	mm
P1	CRP	J2	58.50	40.60
P2	J2	J1	30.80	26.20
P3	J2	J3	12.50	40.60
P4	J3	J4	52.70	40.60
P5	J4	J5	102	40.60
P6	J5	J6	72	40.60
P7	J6	J7	49	40.60
P8	J7	J8	49	40.60
P9	J8	J9	47.90	40.60
P10	J9	J10	46.10	26.20
P12	J11	J13	52.70	26.20
P13	J4	J13	69	26.20
P14	J13	J14	46	26.20
P15	J5	J15	64.20	26.20
P16	J6	J16	64	26.20
P17	J7	J17	64.70	26.20
P18	J8	J18	62.20	26.20
P19	J9	J19	69	26.20
P20	J19	J20	43.20	26.20
P21	J19	J21	46.10	26.20
P11	J3	J11	69	26.20
P22	J11	J12	43.30	26.20

Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
J1	0.02	4473.51	14.97	0.00
J2	0.00	4473.52	17.52	0.00
J3	0.00	4473.42	18.51	0.00
J4	0.03	4473.15	21.41	0.00
J5	0.09	4472.73	28.12	0.00
J6	0.06	4472.55	30.72	0.00
J7	0.04	4472.48	30.05	0.00

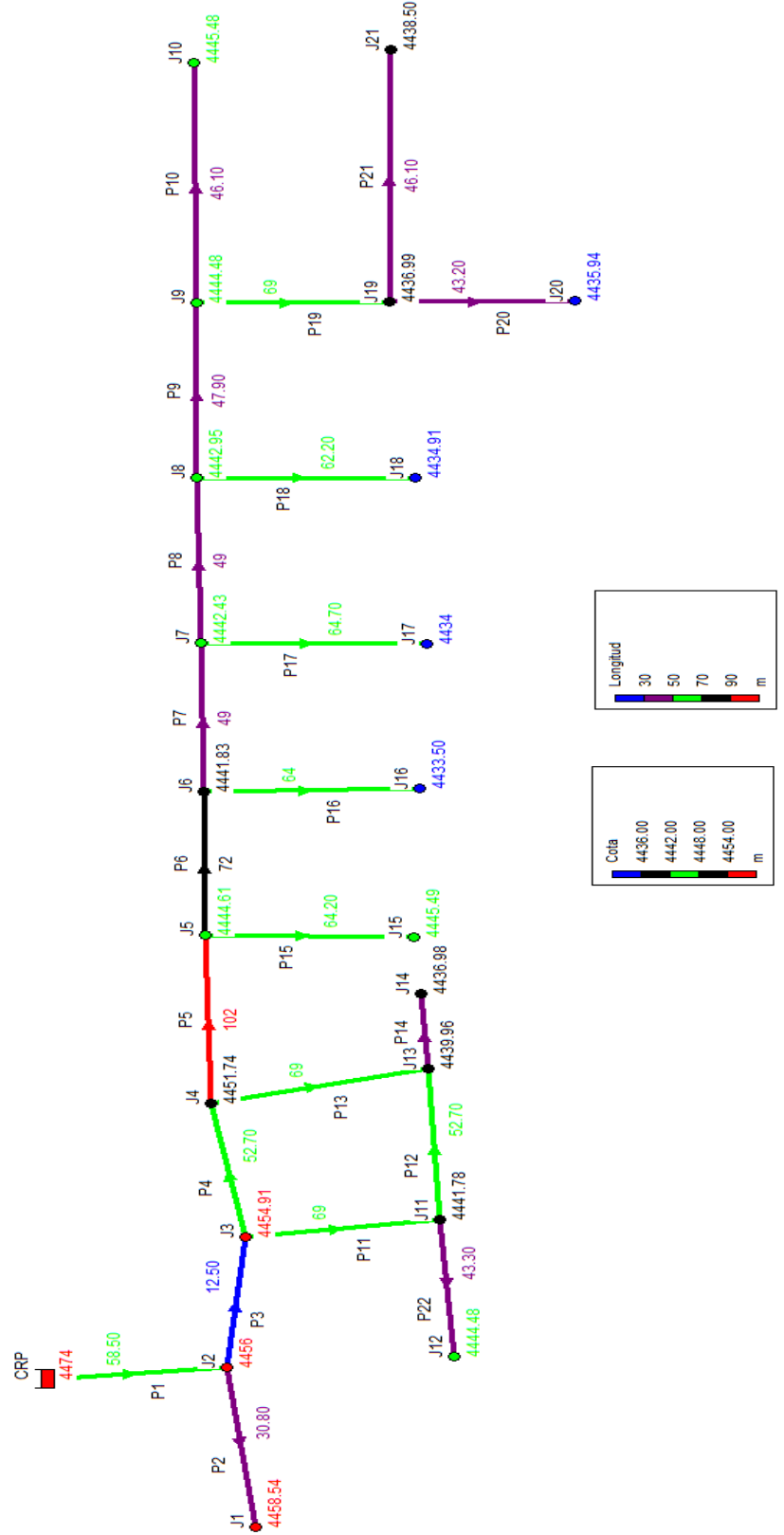
Resultados en los Nudos: (continuación)

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
J8	0.04	4472.43	29.48	0.00
J9	0.05	4472.41	27.93	0.00
J10	0.04	4472.39	26.91	0.00
J11	0.02	4473.18	31.40	0.00
J12	0.05	4473.15	28.67	0.00
J13	0.06	4473.13	33.17	0.00
J14	0.04	4473.11	36.13	0.00
J15	0.01	4472.73	27.24	0.00
J16	0.04	4472.53	39.03	0.00
J17	0.02	4472.47	38.47	0.00
J18	0.02	4472.42	37.51	0.00
J19	0.02	4472.35	35.36	0.00
J20	0.02	4472.35	36.41	0.00
J21	0.02	4472.35	33.85	0.00
CRP	-0.69	4474.00	0.00	0.00

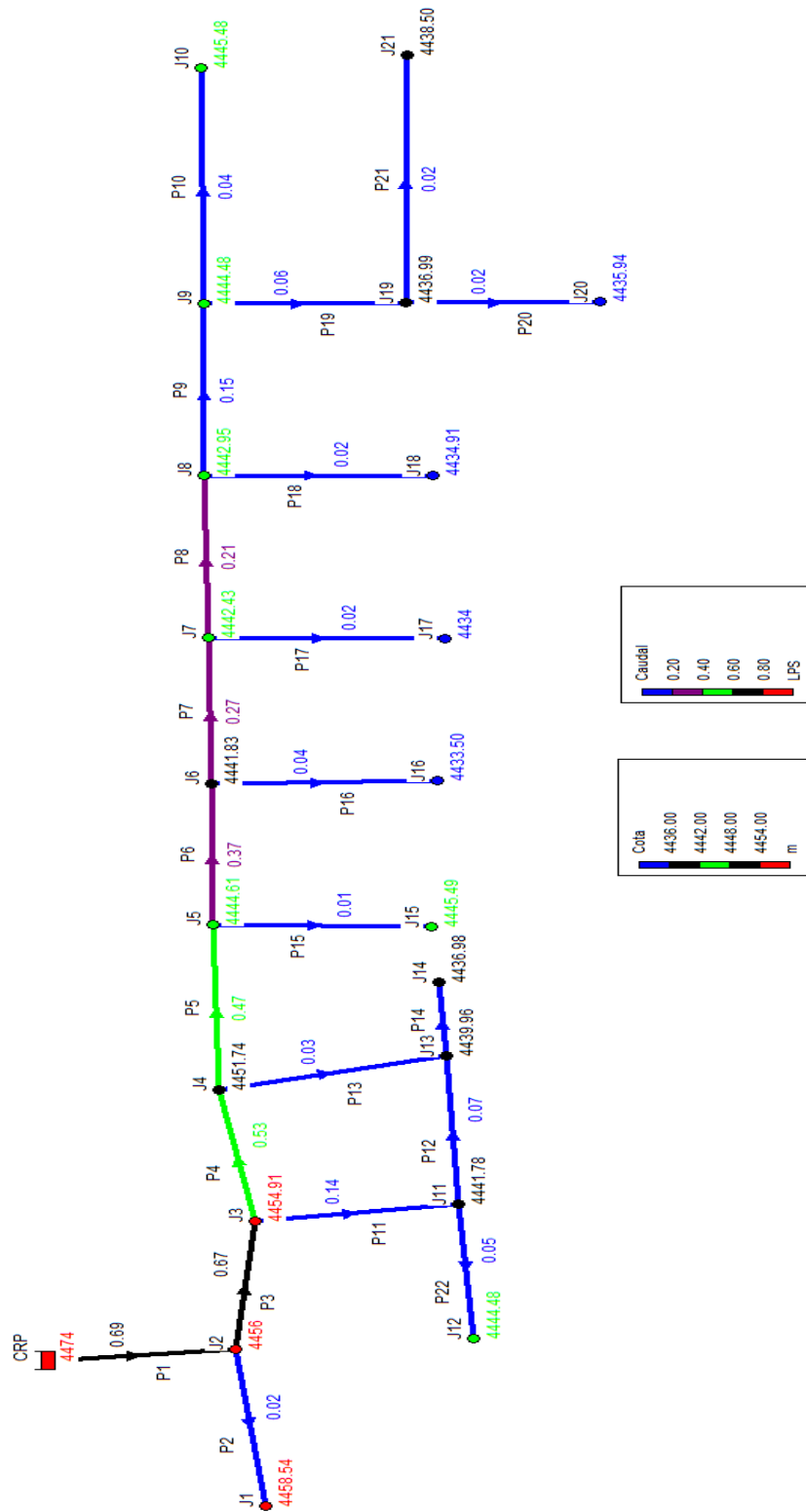
Resultados en las Líneas:

ID	Caudal	Velocidad	Pérdida	Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km		
P1	0.69	0.53	8.28		Abierta
P2	0.02	0.04	0.10		Abierta
P3	0.67	0.52	7.83		Abierta
P4	0.53	0.41	5.13		Abierta
P5	0.47	0.36	4.05		Abierta
P6	0.37	0.28	2.59		Abierta
P7	0.27	0.21	1.47		Abierta
P8	0.21	0.16	0.92		Abierta
P9	0.15	0.12	0.50		Abierta
P10	0.04	0.07	0.36		Abierta
P12	0.07	0.12	0.91		Abierta
P13	0.03	0.06	0.26		Abierta
P14	0.04	0.07	0.36		Abierta
P15	0.01	0.02	0.03		Abierta
P16	0.04	0.07	0.31		Abierta
P17	0.02	0.04	0.10		Abierta
P18	0.02	0.04	0.10		Abierta
P19	0.06	0.11	0.76		Abierta
P20	0.02	0.04	0.10		Abierta
P21	0.02	0.04	0.10		Abierta
P11	0.14	0.25	3.49		Abierta
P22	0.05	0.09	0.54		Abierta

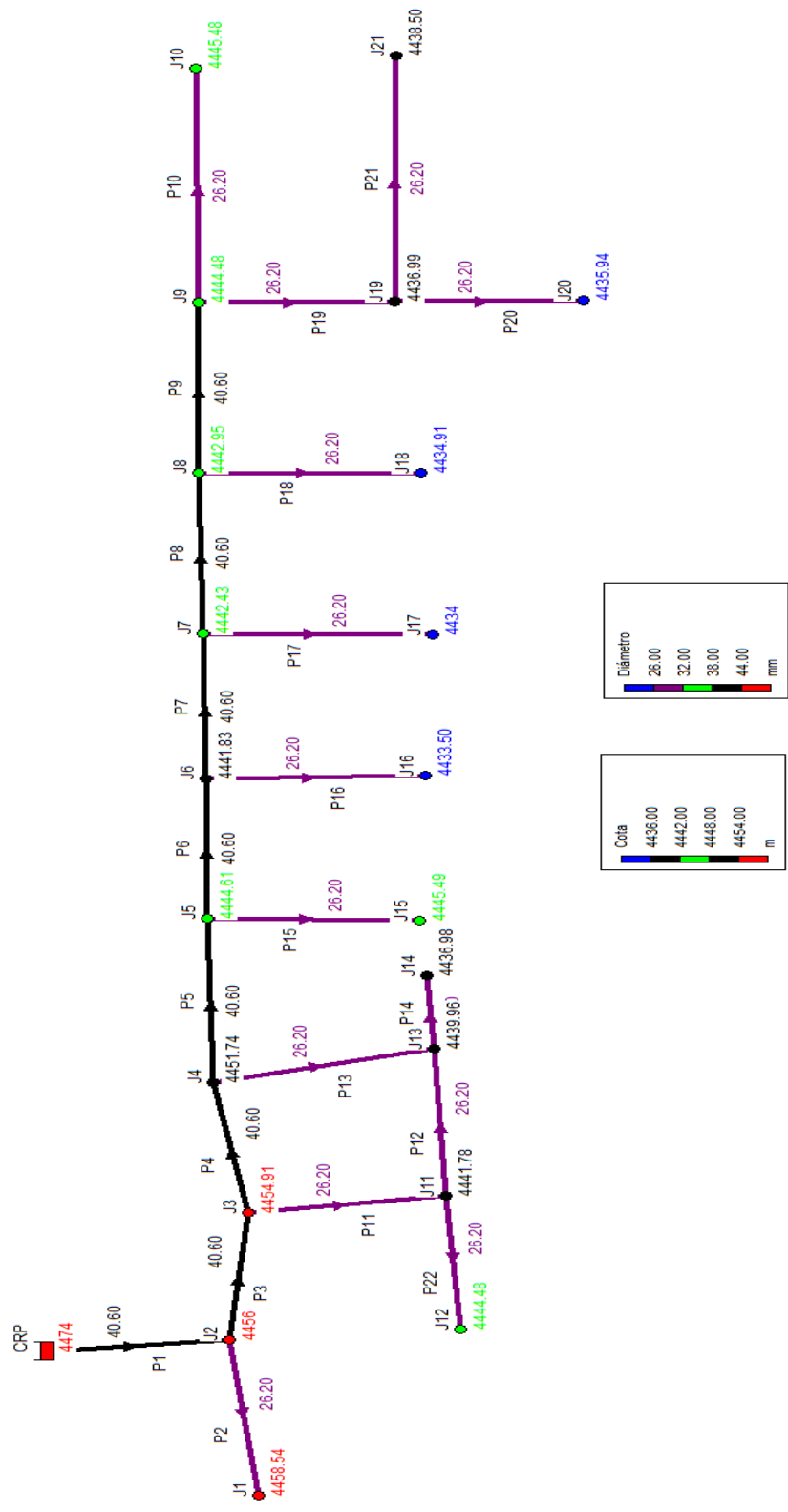
RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR 1



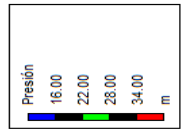
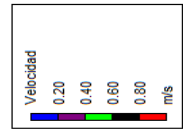
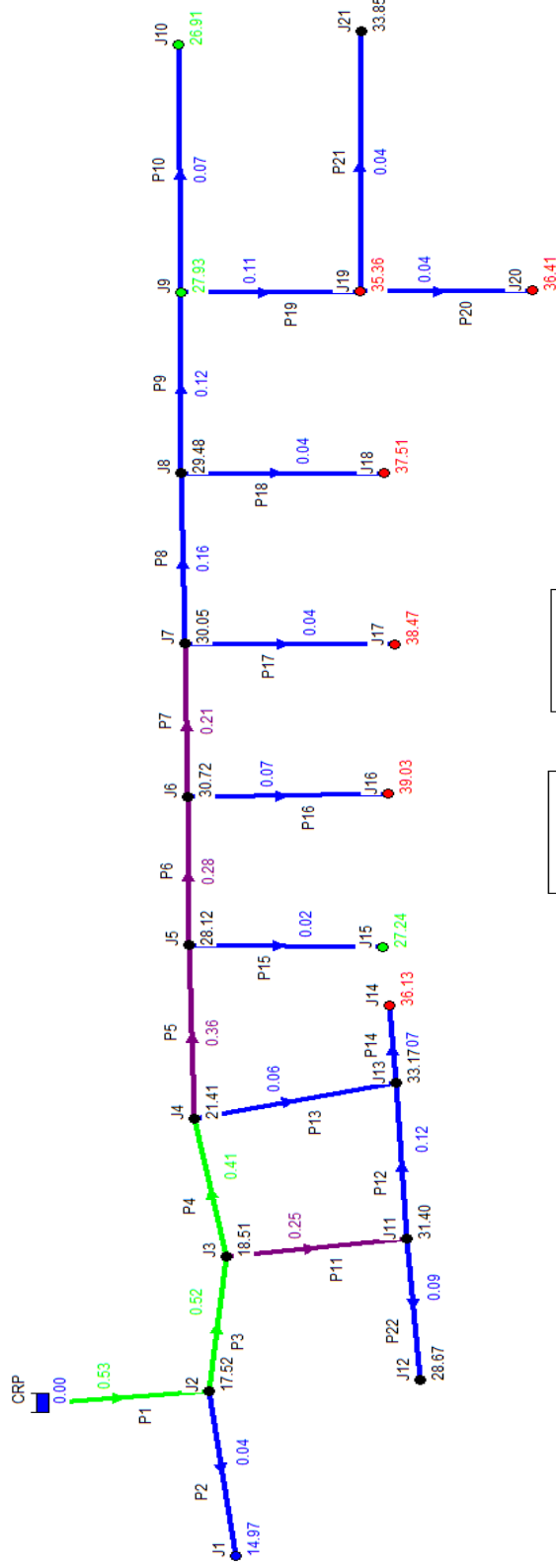
RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR 1



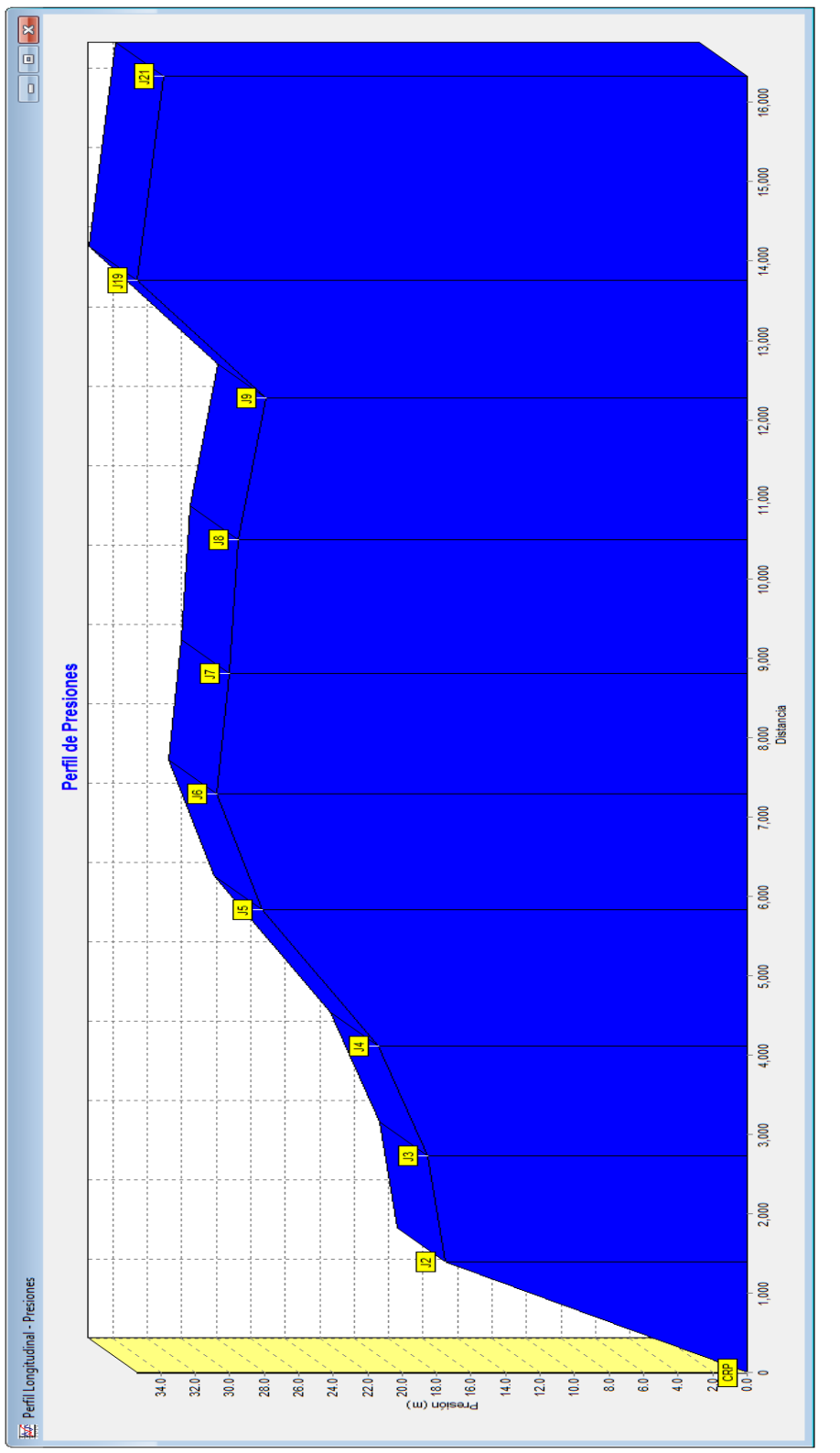
RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR 1



RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR 1



RED DE DISTRIBUCION DEL SECTOR 1



SECTOR 2

LINEA DE CONDUCCION

Fichero Input: SECTOR2-CONDUCCION2.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
P1	CAP1	CRP1	250	63

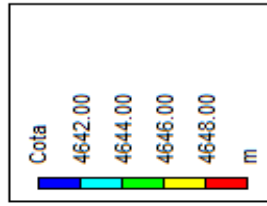
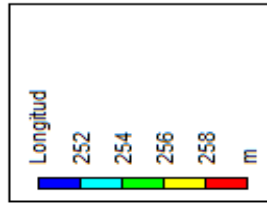
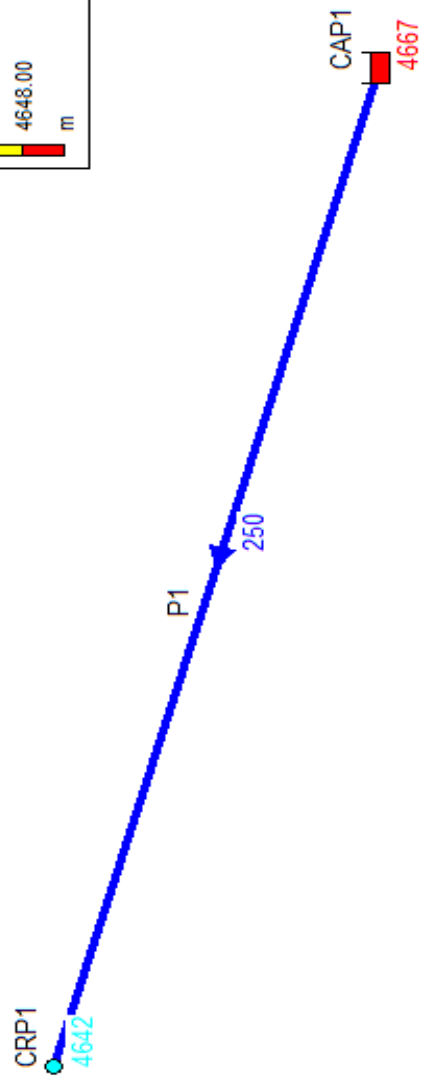
Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
CRP1	0.52	4666.85	24.85	0.00
CAP1	0.52	4667.00	0.00	0.00

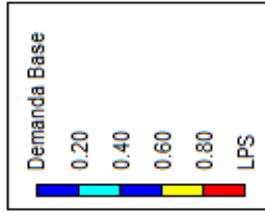
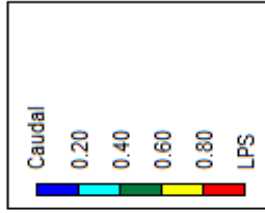
Resultados en las Líneas:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km	Unit. Estado
P1	0.52	0.17	0.58	Abierta

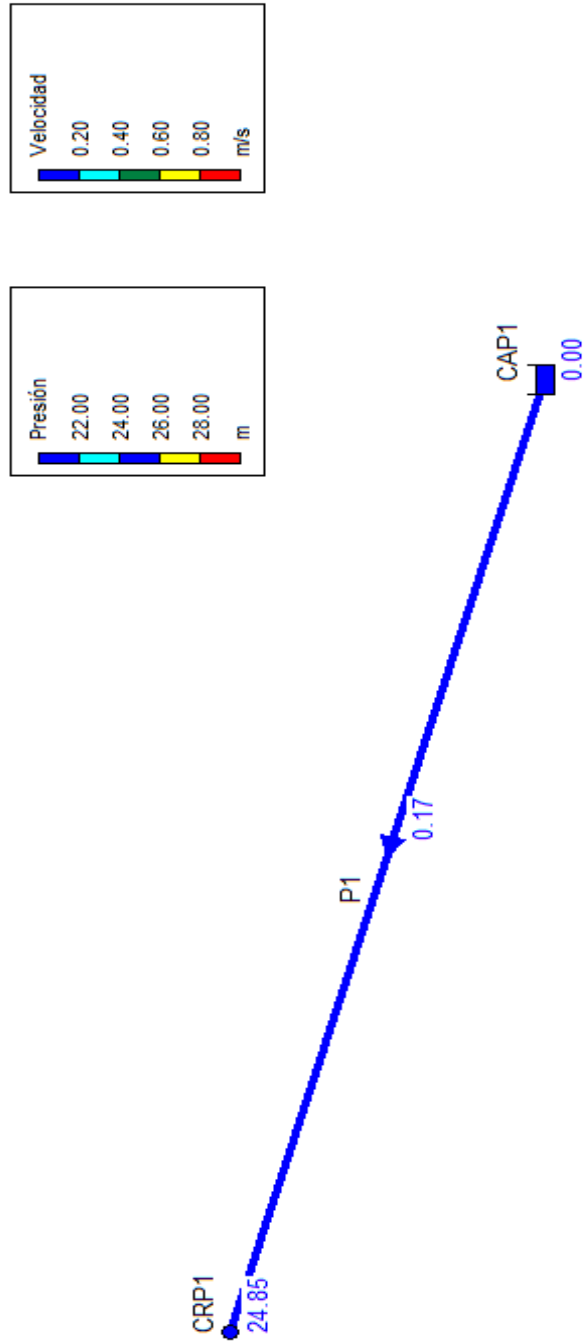
LINEA DE CONDUCCION (SECTOR 1): CAPTACION 1 - CRP1



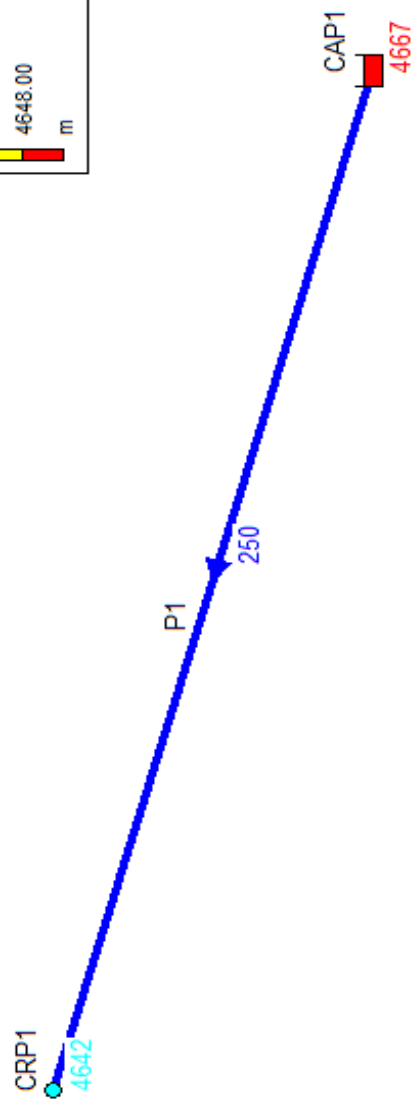
LINEA DE CONDUCCION (SECTOR 1): CAPTACION 1 - CRP1



LINEA DE CONDUCCION (SECTOR 1): CAPTACION 1 - CRP1



LINEA DE CONDUCCION (SECTOR 1): CAPTACION 1 - CRP1



Cota
4642.00
4644.00
4646.00
4648.00
m

Longitud
252
254
256
258
m

Fichero Input: CONDUCCION2-SECTOR2.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
P1	CAP2	CRP11	11	63

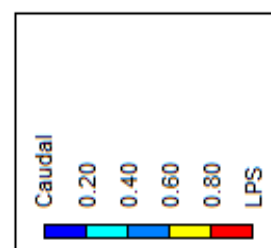
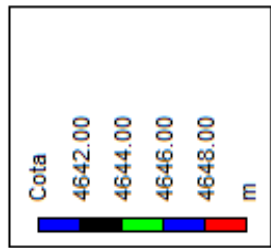
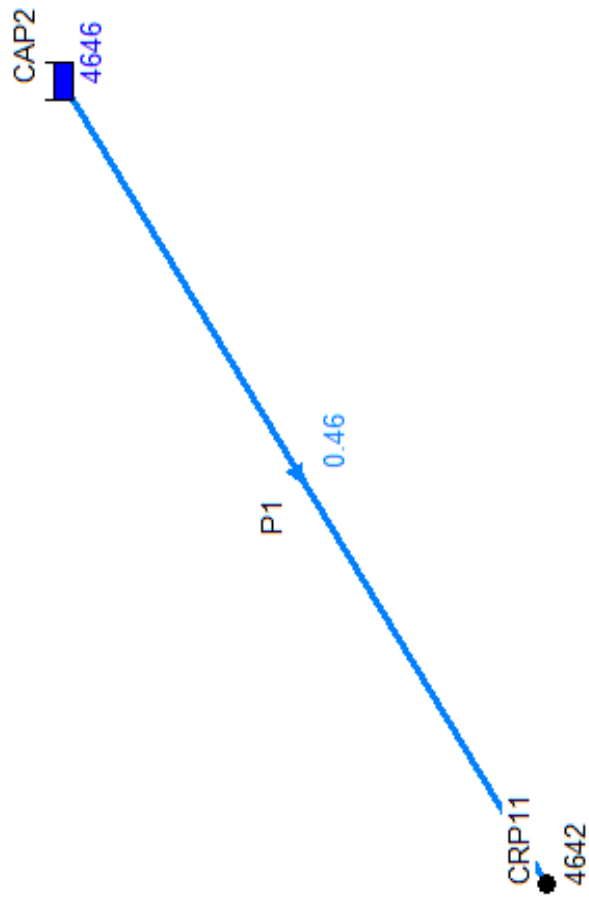
Resultados en los Nudos:

ID Nudo	Demanda LPS	Altura m	Presión m	Calidad
CRP11	0.46	4646.00	4.00	0.00
CAP2	0.46	4646.00	0.00	0.00

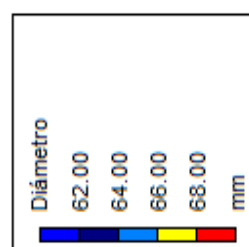
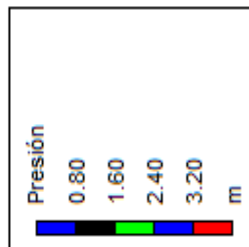
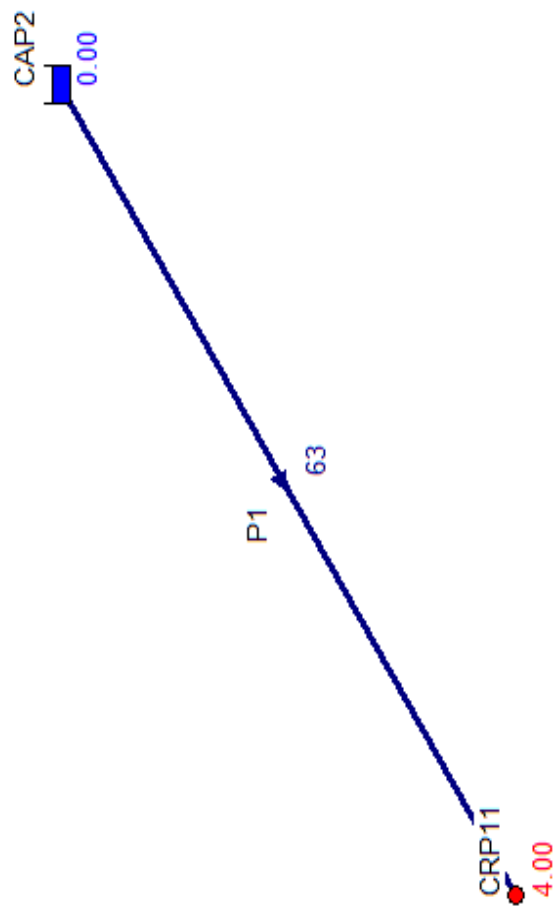
Resultados en las Líneas:

ID Línea	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida Unit. m/km	Estado
P1	0.46	0.15	0.46	Abierta

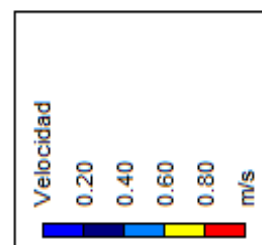
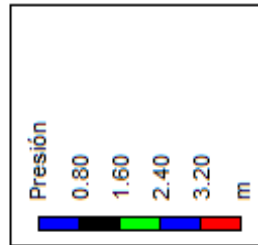
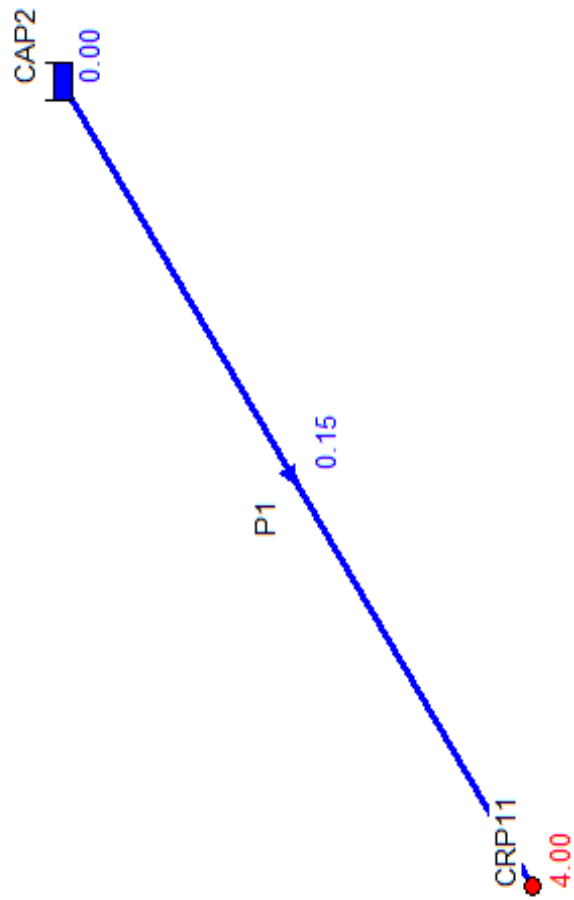
LINEA DE CONDUCCION SECTOR 2: CPA2-CRP

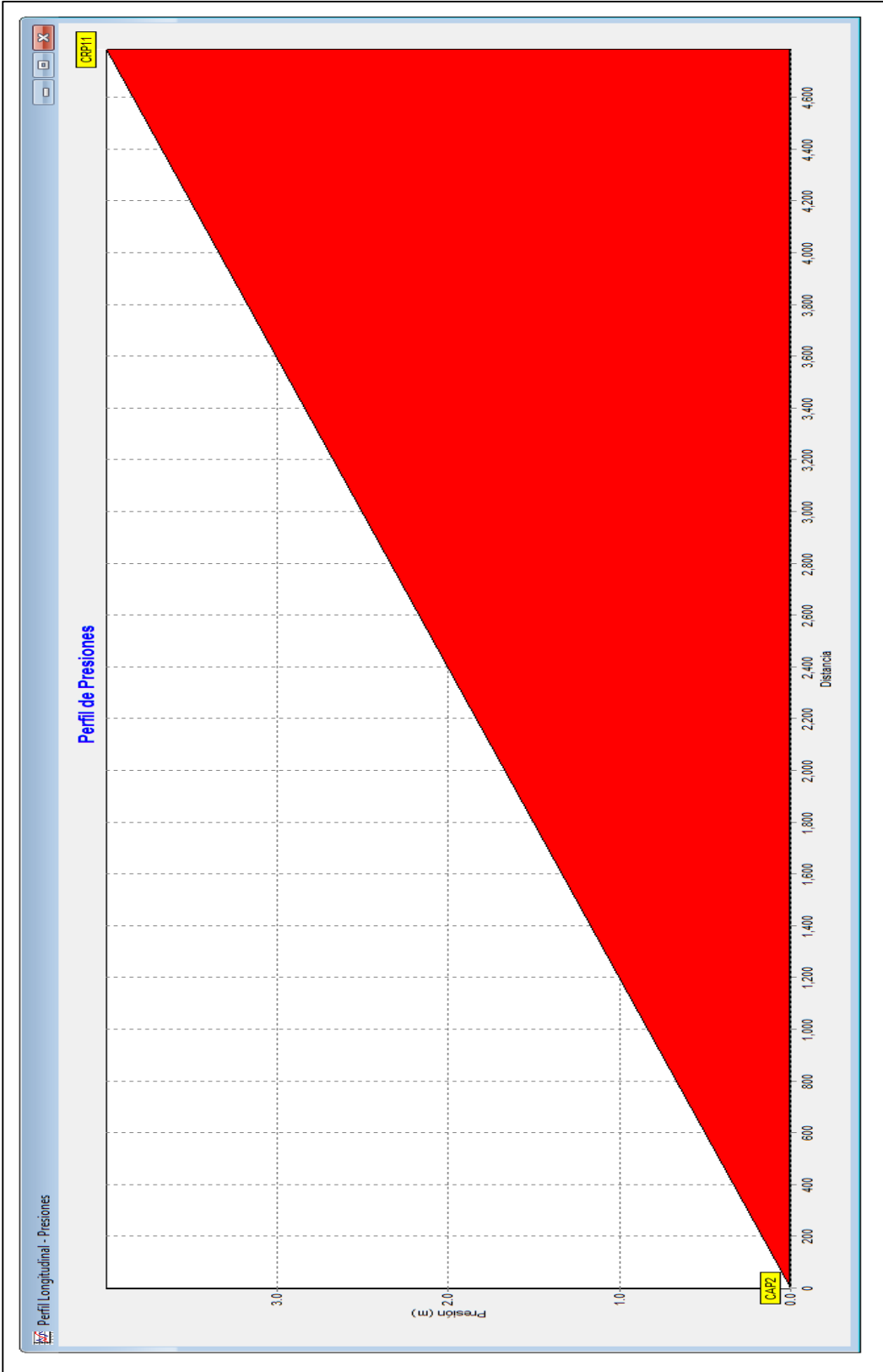


LINEA DE CONDUCCION SECTOR 2: CPA2-CRP



LINEA DE CONDUCCION SECTOR 2: CPA2-CRP





RED DE DISTRIBUCION SECTOR 2

Fichero Input: RED-SECTOR2.net

Tabla de Líneas y Nudos:

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm
P1	R2	J22	509.7	58.60
P2	J22	J28	97	26.20
P3	J22	J23	29	58.60
P4	J23	J24	20	58.60
P5	J24	J25	29	58.60
P6	J25	J26	20	40.60
P7	J26	J27	45.40	40.60
P8	J26	J30	96	26.20
P9	J24	J29	96	26.2
P10	J23	J31	102	40.60
P11	J31	J32	72	40.60
P12	J32	J33	94.60	40.60
P13	J32	J34	54	26.20
P14	J31	J35	64	26.20
P15	J25	J36	50	40.60
P16	J36	J37	52	40.60
P17	J37	J38	72	40.60
P18	J38	J39	49	40.60
P19	J39	J40	49	40.60
P20	J36	J46	72	40.60
P21	J46	J45	52	40.60
P22	J45	J44	72	40.60
P23	J44	J43	49	40.60
P24	J43	J42	49	40.60
P25	J42	J41	42.80	40.60
P26	J37	J45	72	26.20
P27	J38	J44	72	26.20
P28	J39	J43	72	26.20
P29	J40	J42	72	40.60
P30	J32	J38	49	26.20
P31	J31	J37	49	26.20

Resultados en los Nudos:

ID	Demanda	Altura	Presión	Calidad
Nudo	LPS	m	m	
J22	0.06	4449.34	22.98	0.00
J23	0.02	4449.26	20.34	0.00
J24	0.01	4449.24	19.55	0.00
J25	0.02	4449.21	18.24	0.00
J26	0.01	4449.21	16.22	0.00
J27	0.04	4449.21	10.21	0.00
J28	0.05	4449.29	14.35	0.00
J29	0.04	4449.21	13.25	0.00
J30	0.05	4449.16	12.21	0.00
J31	0.06	4449.01	22.03	0.00
J32	0.05	4448.94	21.47	0.00
J33	0.09	4448.93	18.97	0.00
J34	0.05	4448.91	24.28	0.00
J35	0.06	4448.96	25.01	0.00
J36	0.04	4449.04	18.59	0.00
J37	0.05	4448.99	19.51	0.00
J38	0.04	4448.94	18.95	0.00
J39	0.05	4448.92	18.92	0.00
J40	0.04	4448.91	15.41	0.00
J41	0.04	4448.91	12.42	0.00
J42	0.08	4448.91	13.93	0.00
J43	0.06	4448.92	15.66	0.00
J44	0.02	4448.94	15.97	0.00
J45	0.04	4448.97	14.02	0.00
J46	0.02	4449.00	12.52	0.00
R2	1.09	4451.00	0.00	0.00

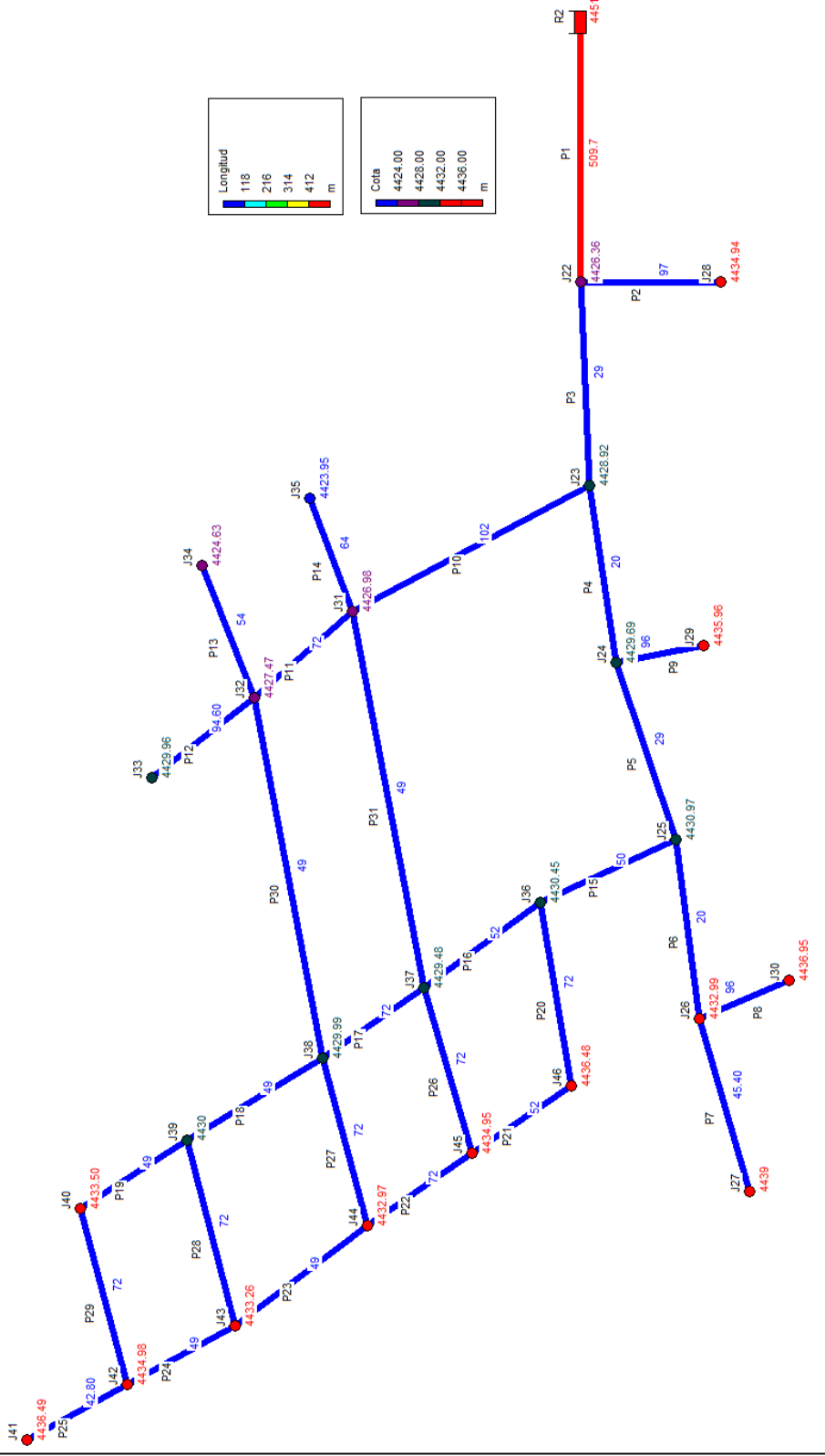
Resultados en las Líneas:

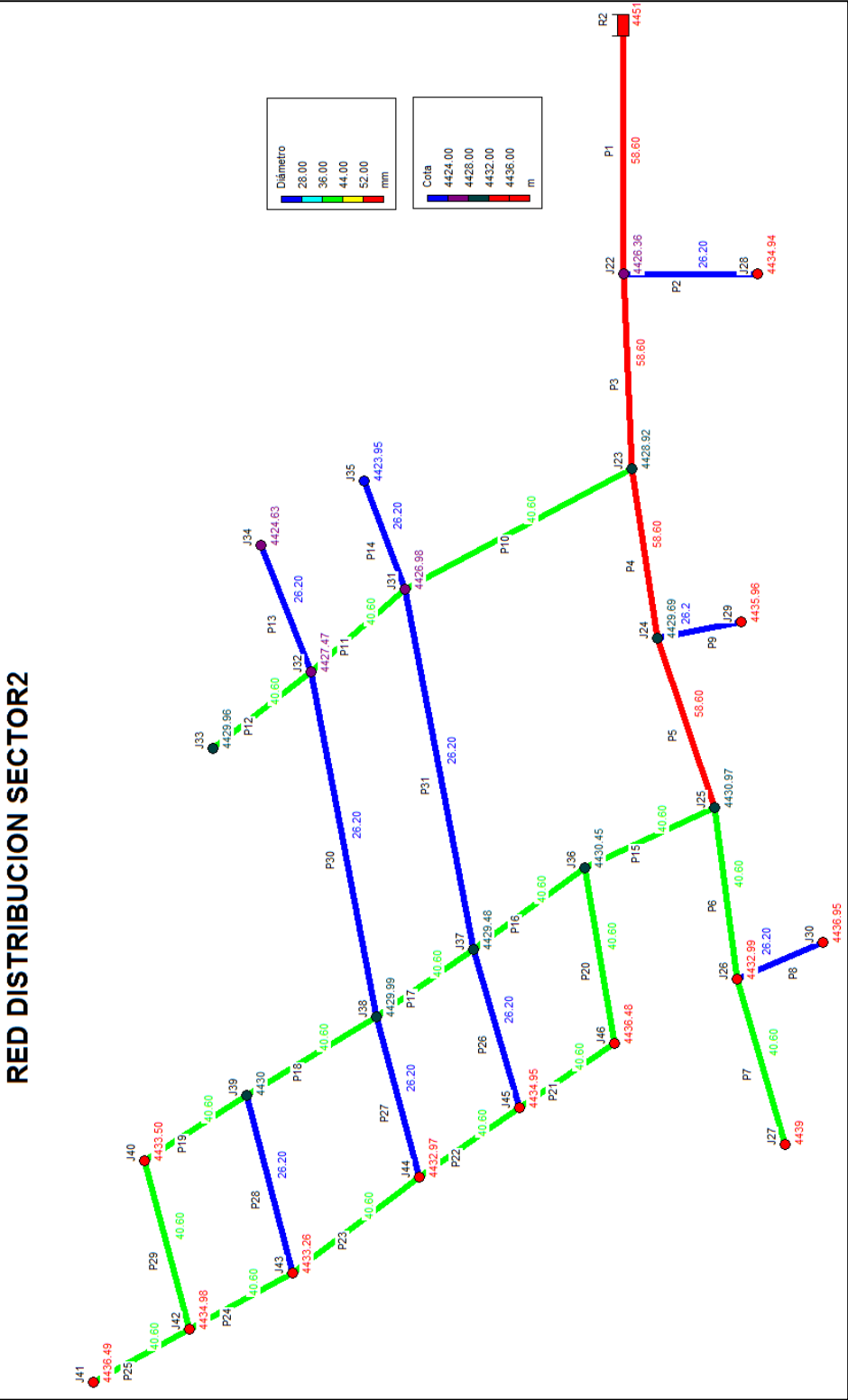
ID	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km	
P1	1.09	0.40	3.26	Abierta
P2	0.05	0.09	0.55	Abierta
P3	0.98	0.36	2.67	Abierta
P4	0.60	0.22	1.09	Abierta
P5	0.55	0.20	0.91	Abierta
P6	0.10	0.08	0.22	Abierta
P7	0.04	0.03	0.05	Abierta
P8	0.05	0.09	0.55	Abierta
P9	0.04	0.07	0.36	Abierta
P10	0.36	0.28	2.52	Abierta
P11	0.20	0.16	0.86	Abierta
P12	0.09	0.07	0.19	Abierta
P13	0.05	0.09	0.55	Abierta
P14	0.06	0.11	0.77	Abierta

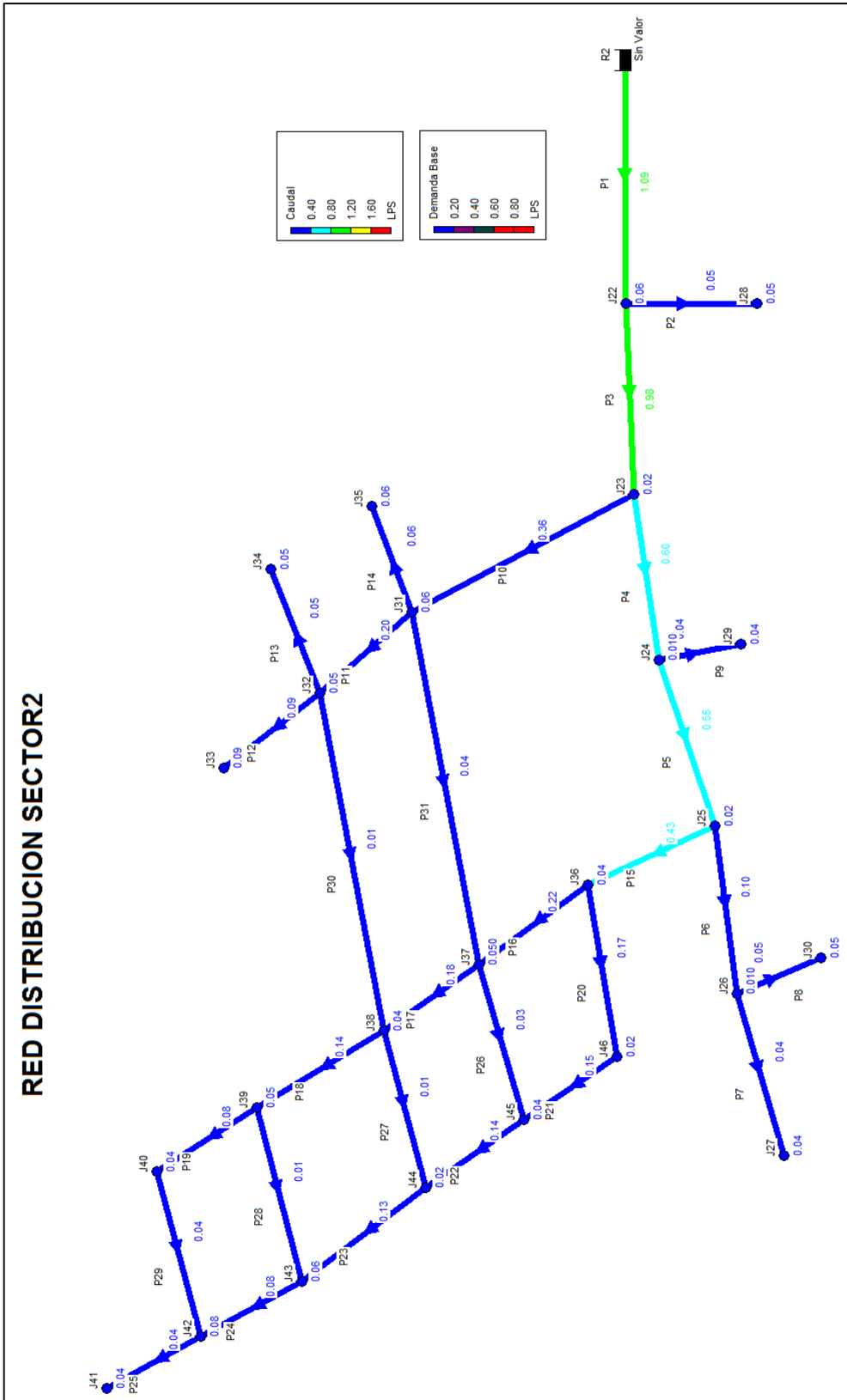
Resultados en las Líneas: (continuación)

ID	Caudal	Velocidad	Pérdida Unit.	Estado
Línea	LPS	m/s	m/km	
P15	0.43	0.33	3.46	Abierta
P16	0.22	0.17	1.00	Abierta
P17	0.18	0.14	0.66	Abierta
P18	0.14	0.11	0.42	Abierta
P19	0.08	0.06	0.15	Abierta
P20	0.17	0.13	0.62	Abierta
P21	0.15	0.12	0.49	Abierta
P22	0.14	0.11	0.45	Abierta
P23	0.13	0.10	0.40	Abierta
P24	0.08	0.06	0.16	Abierta
P25	0.04	0.03	0.04	Abierta
P26	0.03	0.06	0.25	Abierta
P27	0.01	0.02	0.04	Abierta
P28	0.01	0.02	0.02	Abierta
P29	0.04	0.03	0.04	Abierta
P30	0.01	0.02	0.04	Abierta
P31	0.04	0.07	0.34	Abierta

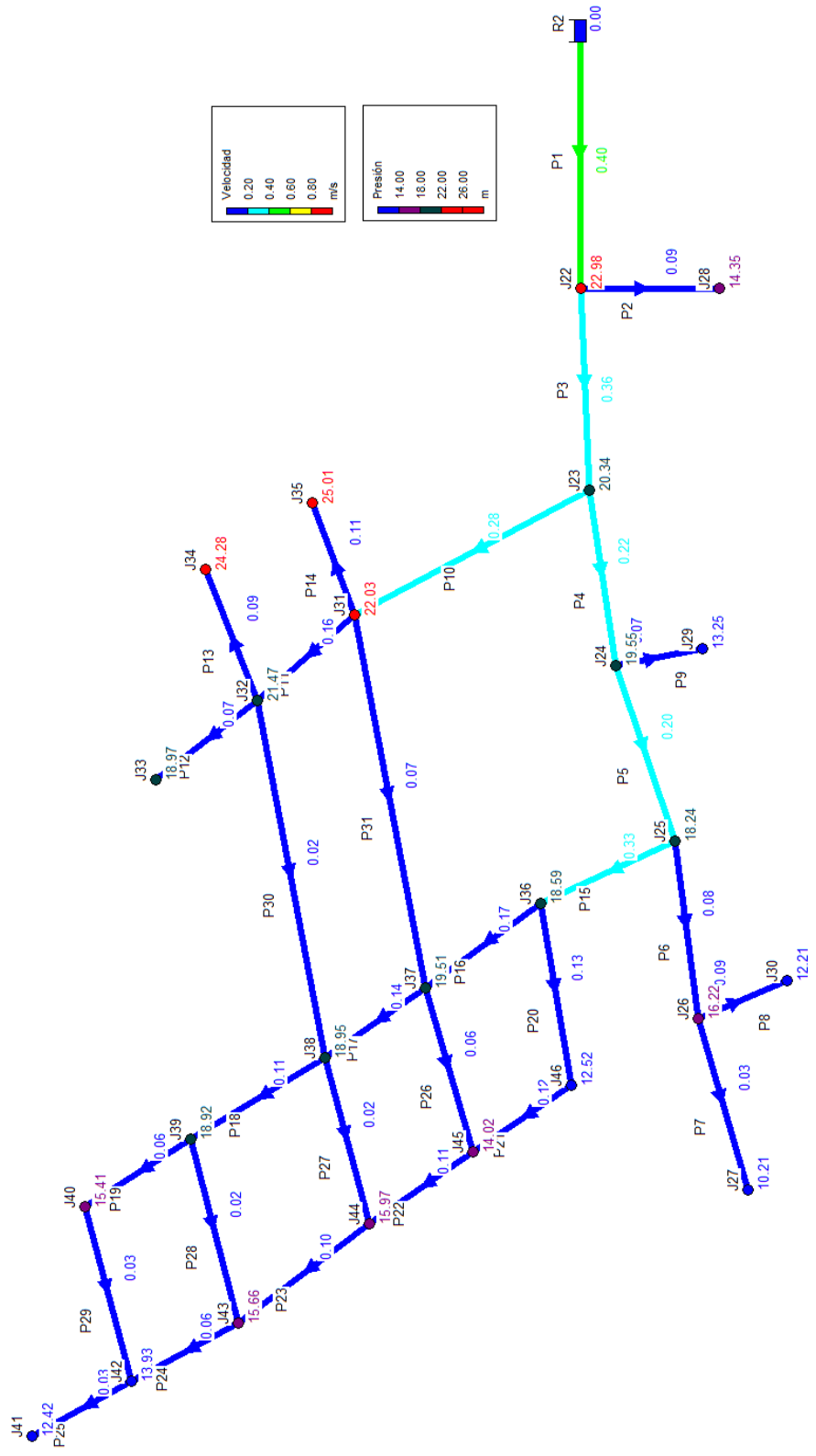
RED DISTRIBUCION SECTOR2



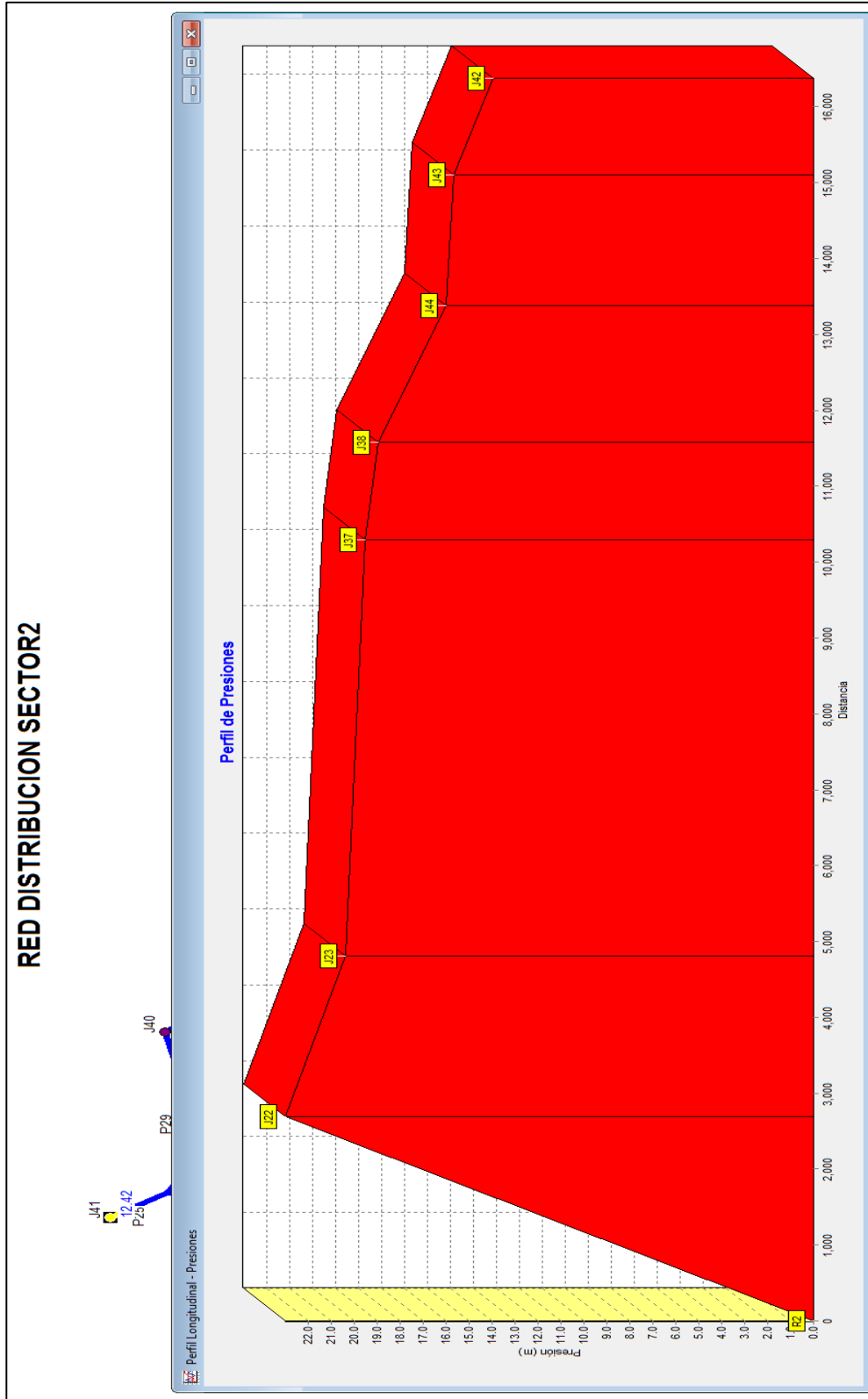




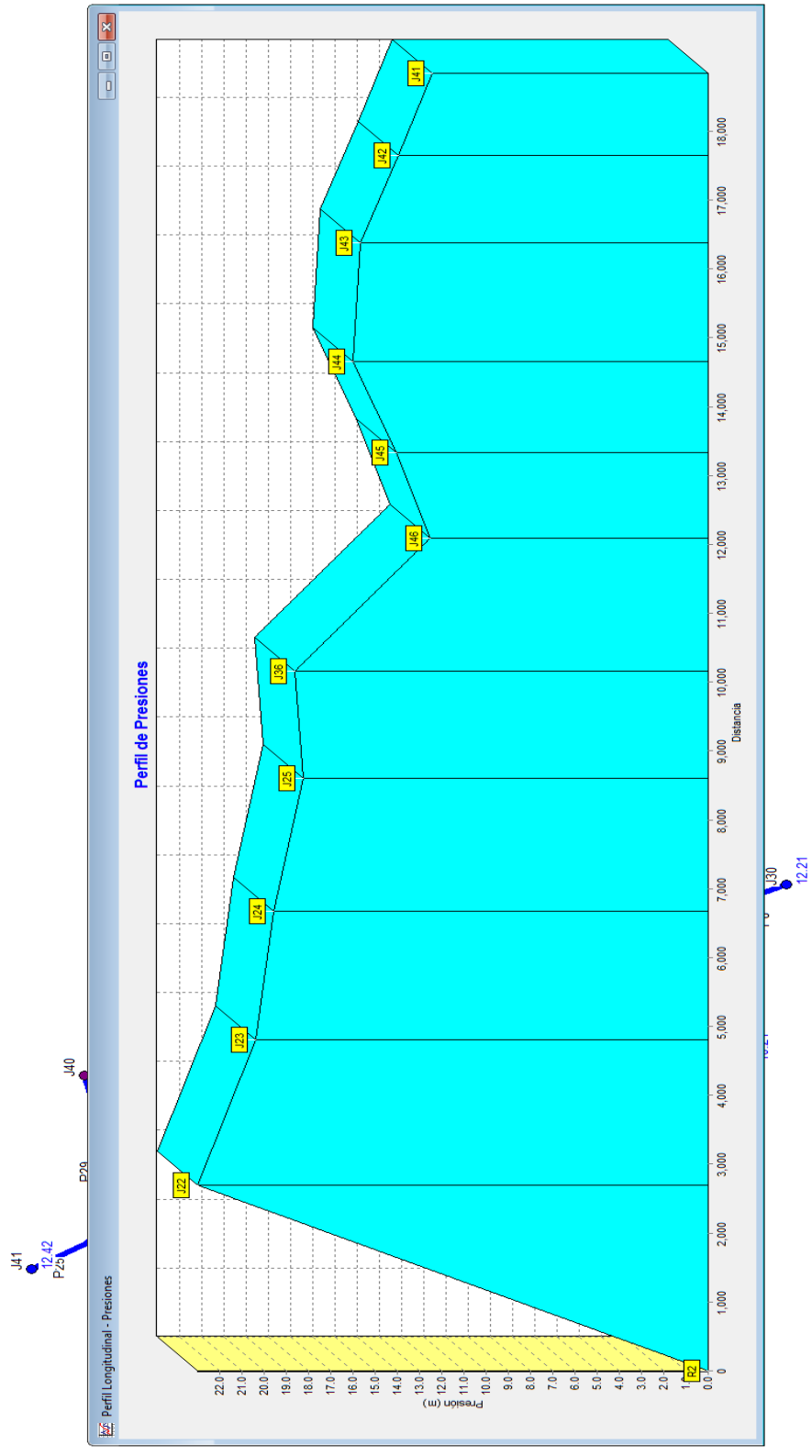
RED DISTRIBUCION SECTOR2



RED DISTRIBUCION SECTOR2



RED DISTRIBUCION SECTOR2



3.10. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

3.10.1. GESTIÓN AMBIENTAL

Se denomina Gestión Ambiental al conjunto de acciones generales tendientes a atenuar los efectos ambientales que pueden resultar de la ejecución de las obras.

Para la ejecución de los trabajos se deberán tener en cuenta todas las recomendaciones que se estipulan a continuación

3.10.2. ALCANCE DEL ESTUDIO

La legislación peruana en materia de protección ambiental cuenta con leyes, decretos y reglamentos que enmarcan las actividades que pueden afectar el medio ambiente y soportan desde el punto de vista legal y técnico, las acciones dirigidas a la protección de los recursos naturales.

Entre los instrumentos que regulan y normalizan la política ambiental están:

- Código del Medio Ambiente (D.L. 613)
- Legislación acerca de las unidades de conservación.
- Ley No 26786 “Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades” referente a la utilización de recursos naturales.
- Legislación sobre Monumentos Arqueológicos.

El ejecutor será responsable, durante la ejecución de las obras, de la protección y la conservación del entorno humano, físico y biológico de las áreas ubicadas en la zona del proyecto.

Para el logro de este objetivo, el ejecutor deberá enterarse de las condiciones de vida de la comunidad que habita en la zona de las obras, y pondrá en práctica medidas y controles para la preservación del bienestar de la misma y del medio ambiente, en aspectos originados por la construcción de la obra y relacionados con la prevención de riesgos de la población.

3.10.3. CONCEPTOS GENERALES DE GESTIÓN AMBIENTAL

Con el fin de mitigar el impacto ambiental en el sector del proyecto, especialmente en lo que se refiere a la incomodidad de los vecinos y los daños del entorno físico y ecológico, el ejecutor deberá tener en cuenta lo siguiente para la ejecución del trabajo:

- **Demarcación y aislamiento del área de los trabajos.** El Propietario del proyecto, por intermedio del Supervisor, determinará el límite de la zona de trabajo que podrá ser utilizada por el ejecutor durante la ejecución de las obras. En los sitios definidos por el supervisor, se colocarán barreras, para impedir el paso de tierra, escombros o cualquier otro material, a las zonas adyacentes a las del trabajo.
- **Manejo de los materiales de las excavaciones.** Los materiales excedentes de las excavaciones se retirarán en forma inmediata de las áreas de trabajo, protegiéndolos adecuadamente, y se colocarán en las zonas de depósito (botaderos) previamente seleccionadas o aquellas indicadas

por la Supervisión y de acuerdo con lo indicado en la sección relacionada con dichos sitios.

- **Señalización.** Además de lo estipulado en el pliego de condiciones, el ejecutor tendrá a su cargo la señalización completa de las áreas de trabajo, y la construcción y conservación de los pasos temporales, vehiculares y peatonales, que se puedan requerir.
- **Protección de las excavaciones exteriores.** El ejecutor deberá tomar medidas que garanticen la seguridad del personal de la obra, de la comunidad, de las construcciones existentes y de la obra misma. El ejecutor manejará correctamente las aguas superficiales, mediante sistemas de drenaje y bombeo que lleven el agua a los sitios autorizados, para garantizar la estabilidad de las excavaciones y la limpieza y seguridad del área de trabajo.
- **Almacenamiento de materiales dentro del área de trabajo.** El ejecutor contará con sitios de almacenamiento de materiales, bien localizados, que faciliten el transporte de los mismos a los sitios donde hayan de utilizarse.
- **Control de agentes contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos.** El ejecutor, además de acatar las normas de seguridad, tendrá especial cuidado en preservar las condiciones del medio ambiente, principalmente en lo relativo al manejo y operación del equipo mecánico para la ejecución de los trabajos, para lo cual evitará el vertimiento

al suelo y a las aguas de grasas y aceites; además, seguirá las recomendaciones de los fabricantes en cuanto al control de la emisión de partículas del material o gases.

- **Control de ruido.** El ejecutor será responsable de controlar el nivel de ruido producido por la ejecución de las obras, para lo cual seguirá las recomendaciones de los fabricantes de los equipos. Donde se pueda afectar a la comunidad, los horarios de trabajo se programarán de tal forma que se minimicen las molestias.

- **Limpieza.** El ejecutor mantendrá limpios todos los sitios de la obra y evitará la acumulación de desechos y basuras, los cuales serán trasladados a los sitios de depósito autorizados.

3.10.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Se considera de vital importancia, suministrar oportunamente a la comunidad la información necesaria sobre los efectos que la construcción de las obras puedan causar a sus condiciones de vida, para lo cual será necesario que el ejecutor utilice una serie de estrategias de comunicación a través de los diferentes medios (periódicos, radio, televisión, comunicados y otros). Con tal información orientará a la comunidad sobre la magnitud y el alcance de la obra, especialmente en los siguientes aspectos:

- **Objetivos y beneficios del proyecto y demarcación de las áreas afectadas por la ejecución del mismo.**
- **Posibles interferencias y trastornos momentáneos en las condiciones de vida de la población.**

- Información previa sobre los cortes o suspensión en los servicios públicos, por necesidades del trabajo o relocalización de los mismos.
- Información sobre dificultades o variaciones que sufra el proyecto e incomoden a la comunidad.
- Recuperación de las áreas degradadas por el proyecto.
- Prevención de daños y recuperación de la infraestructura afectada por el proyecto (acueductos, redes eléctricas, viviendas, cultivos, etc.).

Riesgos de accidentes durante la ejecución de las obras y las medidas de control que se pondrán en práctica, con el fin de prevenirlos. Así mismo, la colaboración que se requiere de la comunidad, en este sentido.

3.10.5. PROTECCIÓN Y CUIDADO DE LOS SITIOS DE TRABAJO

El ejecutor será responsable de los daños que se puedan ocasionar a las propiedades privadas o a las vías públicas. En caso de que se requiera demoler alguna obra, las estructuras se remplazarán o reconstruirán tan pronto como sea posible de acuerdo con las instrucciones del supervisor.

El ejecutor tendrá especial cuidado en restablecer las superficies o zonas afectadas por la ejecución de las obras, en forma tal que las condiciones de reposición sean iguales o mejores que las existentes antes de la iniciación de los trabajos, para lo cual se tomarán fotografías con el fin de determinar su estado inicial.

El ejecutor protegerá al máximo los árboles y arbustos existentes; en caso de ser necesaria su remoción, se solicitará el permiso de la autoridad competente.

3.10.6. NORMAS DE CONTROL AMBIENTAL

Además de la legislación ambiental, señalada anteriormente, y de todas las condiciones establecidas en los numerales anteriores, el ejecutor deberá acatar las siguientes normas:

- Toda contravención o acción de personas que residan o trabajen en la obra y que origine daño ambiental, deberá ser del conocimiento de la Supervisión en forma inmediata.
- El ejecutor será responsable de efectuar, a su costo, la acción correctiva apropiada determinada por la Supervisión por contravenciones a las presentes normas.
- El ejecutor se responsabilizará ante el dueño del proyecto por el pago de sanciones decretadas por entidades gubernamentales por violación de las leyes y disposiciones ambientales durante el período de construcción.
- Los daños a terceros causados por incumplimiento de estas normas son responsabilidad del ejecutor, quien deberá remediarlos a su costo.

a. Normas Generales

- El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deberá operarse de tal manera que cause el mínimo deterioro a los suelos, vegetación, cauce de las corrientes e infraestructura de servicios, en el sitio de la obra.

- El ejecutor debe mantener en buen estado de funcionamiento toda su maquinaria a fin de evitar escapes de lubricantes o combustibles que puedan afectar los suelos, los cursos de agua, y el aire.

- El ejecutor debe establecer controles que permitan la verificación del buen estado de funcionamiento de su maquinaria y equipos por parte de la Supervisión.

- Con el objeto de evitar accidentes el ejecutor debe restringir el acceso de vehículos y peatones a los frentes de obra, particularmente a sitios de excavaciones y plantas de trituración.

b. Normas para el componente aire

- Las quemadas de todo tipo de materiales (basuras, residuos de construcción, material vegetal, etc.) están prohibidas.

- Para el almacenamiento de materiales finos deben construirse cubiertas laterales para evitar que el viento disperse el polvo hacia los terrenos vecinos.

c. Normas para el componente agua

- No se permitirá el uso, tránsito o estacionamiento de equipo móvil en los lechos de las corrientes, ni en sitios distintos del frente de obra, a menos que sea estrictamente necesario y con autorización de la Supervisión.
- El aprovisionamiento de combustibles y lubricantes y el mantenimiento, incluyendo el lavado y purga de maquinaria, del equipo móvil y otros equipos, deberá realizarse de tal forma que se evite la contaminación de ríos, lagos y/o depósitos de agua por la infiltración de combustibles, aceites, asfalto y/u otros materiales.
- La ubicación de los patios para aprovisionamientos de combustible y mantenimiento, incluyendo el lavado y purga de maquinaria, se aislará de los cursos de agua vecinos. El manejo de combustibles se debe realizar de acuerdo con la reglamentación vigente, en particular en lo relacionado con retiros, diques y pozos de contención de derrames en los sitios de almacenamiento.
- Los drenajes deben conducirse hacia cauces naturales. En caso de no ser posible, se deben construir obras de protección para la disipación de energía.
- Las basuras y los residuos de tala y del roce y limpieza no deben ser arrojados directamente a los cursos de agua.

- Los accesos provisionales de construcción deben disponer de cunetas y canales en tierra o en concreto. Las cunetas y canales que confluyan a un curso de agua, deberán estar provistos de obras civiles que permitan la decantación de sedimentos.
- Los pisos de los patios de almacenamiento de materiales de construcción y de los frentes de obra, deberán tener un buen drenaje que lleve las aguas primero a un sistema de retención de sólidos y luego a la corriente más cercana.
- Los vehículos de transporte de concreto, mezcla asfáltica, emulsiones y aceites deben estar en buen estado para evitar derrames en lugares entre la planta y la obra.

d. Normas para el componente suelo

- Los aceites y lubricantes usados, los residuos de limpieza y mantenimiento, y de desmantelamiento de talleres, y otros residuos químicos deberán ser retenidos en recipientes herméticos y la evacuación final deberá hacerse conforme a instrucciones de la Supervisión. En ningún caso podrán ser enterrados directamente, ni tener como receptor final los cursos de agua.
- En caso de derrames accidentales de concreto, lubricantes, combustibles, etc, los residuos deben ser recolectados de inmediato por el ejecutor y su disposición

final debe hacerse de acuerdo con las instrucciones de la Supervisión.

e. Normas para el componente salud

Los campamentos y frentes de obra deberán estar provistos de recipientes apropiados para la disposición de basuras (recipientes plásticos con tapa). Todo desecho proveniente de ellos deberá ser trasladado al lugar adecuado (relleno sanitario si existe).

f. Otras normas

- El empleo de menores de edad para cualquier tipo de labor en los frentes de obras o campamentos estará estrictamente prohibido.
- El ejecutor, deberá instruir a todo su personal sobre las formas adecuadas de comportamiento y actuación con la comunidad, para lograr una actitud y disposición favorable de ésta hacia el proyecto, y evitar traumatismos, en la realización del proyecto e impactos en la misma comunidad.

3.10.7. ACCESOS

El ejecutor tendrá a su cargo la construcción de los accesos que considere necesario para la ejecución del proyecto y las demás instalaciones temporales que requiera, tales como campamentos para vivienda del personal, oficinas, almacenes, talleres, depósitos, áreas de almacenamiento,

servicios, entre otros, para atender las necesidades del personal que empleará en la ejecución de la obra.

Cuando sea necesario efectuar para la construcción de instalaciones temporales y accesos, labores de remoción de vegetación y material orgánico, estas actividades se ejecutarán en la forma que se señala en estas especificaciones. Sin embargo, no habrá pago adicional por este concepto.

Antes del inicio de la construcción de accesos, el ejecutor deberá presentar, para la aprobación de la Supervisión un Plan de Manejo para dichas vías en el cual se incluyan las medidas de prevención, control y restauración para su operación y desmantelamiento.

CAPITULO IV ANÁLISIS DE DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS DEL DISEÑO PROPUESTO

Debido a la ubicación de las captaciones y poder análisis la presiones en la zona de estudio el sistema de agua se ha dividido en dos sectores independientes, sector 01 y sector 02.

- **El sector 01** comprende la parte alta, que actualmente se abastece de la captación existente ubicada en la cabecera de Ingahuasi, el mismo que se encuentra en buen estado, se aforó un caudal de 0.40 l/s. Desde la captación hasta la Cámara Rompe Presión la tubería PVC de 1 ½" C-10, se encuentra en buen estado de conservación, no se realizará ningún trabajo adicional en esta parte. A partir de la Cámara Rompe Presión, se tiene previsto cambiar toda la tubería desde este punto hasta el inicio de la red de distribución en 58.90 ml con tubería PVC Ø 1 ½" C-10. La Captación y el Reservoirio se encuentran operativos, lo que no requiere ningún tipo de mejoramiento o refacción.

- **El sector 02** comprende la parte baja, suministrada por dos Captaciones Nuevas a construir de concreto armado del tipo ladera cuyos caudales de aforo arrojaron 0.52 l/s y 0.46 l/s respectivamente, a partir de ello se instalará una línea de conducción de 2,258.60 ml con tubería PVC ISO 4422 DN 63 C-10 hasta el reservoirio también proyectado de 20 m³ de volumen de almacenamiento de estructura de concreto armado. Seguidamente se ha proyectado construir una

línea de aducción de 509.70 ml con tubería PVC ISO 4422 DN 63 C-10 que distribuirá a la parte baja de la población.

Para controlar las presiones en la red de distribución se ha considerado la determinación de los sectores teniendo en cuenta la distribución de las viviendas de la localidad y según la topografía el cual se indica en el plano de la red de distribución. Logrando las siguientes presiones de servicio en el sector 1: Presión mínima de 27.mca en el nudo J15 y la presión máxima 38.47 mac en el nudo j17. Para el sector 2 se tiene una Presión mínima de 10.21 mca en el nudo J27 y la presión máxima 25.01 mac en el nudo J35. Con estos resultados logramos una presión menor a 50 mca considerando para estas una tubería de clase C-7.5 y Clase C-10, siendo las clases de tubería más comerciales y económicas.

CONCLUSIONES

Las conclusiones son las siguientes:

1. Se ha realizado los estudios básicos de ingeniería determinando lo siguiente:

La topografía de la zona de estudio por lo general es accidentada a ondulada debido a que su ángulo de inclinación del terreno respecto a la horizontal está entre 20 a 30 grados

2. Se ha determinado los parámetros básicos de diseño:
 - Población futura: 1697 habitantes.
 - Dotación 50 l/hab/d

- La Tasa de crecimiento según el INEI es de 1.20%.
 - Los caudales de diseño son:
 - Caudal máximo horario: 1.27 l/s
 - Caudal máximo horario. 1.77 l/s
3. Volumen del reservorio de 30 m³, considerando en dos reservorios de 20 m³ y 10 m³ para el sector 1 y sector 2 respectivamente.
 4. Para el sector 1 se ha considerado un manantial con un caudal de aforo de 0.40 l/s y para el sector 2 la captación de agua de dos manantiales con aforos de 0.52 y 0.46 l/s
 5. Se ha realizado el diseño de las estructuras de captación considerando para la captación 1 un caudal máximo diario de 0.52 l/s y para la captación 2 un caudal máximo diario de 0.417 l/s
 6. Se ha realizado el diseño de la red de distribución de agua aplicando el programa de simulación hidráulica EPANET, considerando los siguientes sectores:
 - Sector 1 un caudal de diseño con el caudal máximo horario de 0.687 l/s, distribuido del reservorio.
 - Sector 2: con un caudal de diseño de caudal máximo horario de 1.080 l/s, que sumado ambos es un caudal de 1.77 l/s que es el caudal máximo horario calculado.
 7. Para controlar las presiones en la red de distribución se ha considerado la determinación de los sectores teniendo en cuenta la distribución de las viviendas de la localidad y según la topografía el cual se indica en el plano de la red de distribución. Logrando las siguientes presiones de servicio en el sector 1: Presión mínima de 27.mca en el nudo J15 y la

presión máxima 38.47 mac en el nudo j17. Para el sector 2 se tiene una Presión mínima de 10.21 mca en el nudo J27 y la presión máxima 25.01mac en el nudo J35. Con estos resultados logramos una presión menor a 50 mca considerando para estas una tubería de clase C-7.5 y Clase C-10, siendo las clases de tubería más comerciales y económicas.

8. El diseño ha resultado tuberías de PVC SAP por las presiones de trabajo es resulta una Clase 7.5 y 10 con diámetros de 1", 1 1/2" y de 2 "
9. Finalmente se ha realizado un estudio de impacto ambiental, analizando los factores de proceso constructivo, operación y mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Se debe considerar las siguientes recomendaciones

1. La ejecución del proyecto, debe tener la asistencia técnica respectiva durante la instalación de las tuberías, accesorios y solicitar la asistencia técnica de persona de las empresas proveedoras para su graduación y puesta en servicio.
2. Para la construcción eficiente de cualquier estructura, es necesario que exista un concienzudo diseño, basado en todos los parámetros que empíricamente o analíticamente se pueden determinar.

3. Se debe recomendar lo siguiente: Estricto cumplimiento de las especificaciones técnicas.
4. Las obras del presente proyecto se diseñan con un tiempo de vida útil de servicio estimado; este tiempo puede ser alcanzado o incluso superado por las estructuras, dependiendo de una eficaz labor de mantenimiento.
5. La labor de mantenimiento debe hacerse con personal calificado, con correcto conocimiento de los materiales y funciones de los elementos estructurales y materiales que conforman las diversas obras realizadas.
6. Instruir a la población y público usuario, acerca del mantenimiento de las obras realizadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APAZA HERRERA, Pablo. Redes de Abastecimiento de Agua. 2ª edición, Lima 1990.
- BOWLES, J. 1979. Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil. Ed. McGraw Hill.
- CONDE R., Domingo. Método y Cálculo Topográfico. 3ª edición, Lima - Perú 1989, Editora Lugo.
- Ingeniería Sanitaria – alcantarillado sanitario y pluvial – capítulo 5; alcantarillas parcialmente llenas.

- Manual de proyectos de agua potable y saneamiento en poblaciones rurales - Convenio Peruano –Alemán, Lima 2008.
- Manual de supervisión de obras de SEDALIB S.A.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima 2008.