

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1. CONCEPTOS IMPORTANTES

El cuerpo humano de una persona adulta está compuesto en un 50% o 65% por agua. El cuerpo de un niño contiene aproximadamente 75% de agua. El cerebro humano contiene un 75% de agua. El cuerpo humano puede vivir varias semanas sin alimentos, pero puede sobrevivir sólo unos pocos días sin agua.

Unos 220 millones de personas que viven en ciudades de países en desarrollo carecen de una fuente de agua potable cerca de sus hogares.

La agricultura consume entre el 60% y el 80% de los recursos de agua dulce en la mayoría de los países, y hasta el 90% en otros

¿Qué es el agua potable y por qué es importante?

El agua potable es el agua de superficie tratada y el agua no tratada pero sin contaminación que proviene de manantiales naturales, pozos sanitarios y otras fuentes. En promedio, una persona necesita unos 2 litros de agua potable todos los días para satisfacer sus necesidades metabólicas, higiénicas y domésticas. Sin agua potable, la gente no puede llevar una vida sana y productiva

¿Cómo se trata el agua potable?

Cuando un proveedor de agua obtiene el agua no tratada de un río o embalse, regularmente el agua contiene suciedad y pequeños pedazos de hojas y otras materias orgánicas además de pequeñas cantidades de ciertos contaminantes. Cuando el agua llega a la planta de tratamiento, los proveedores de agua añaden a menudo químicos al agua denominado coagulante. Estos reaccionan con el agua a medida que fluye lentamente a través de tanques para que las partículas y otros contaminantes formen coágulos que se depositan en el fondo. Entonces, esta agua usualmente fluye a través de un filtro que extrae los contaminantes más pequeños como virus y Giardia.

Casi toda el agua subterránea se filtra a medida que pasa a través de capas de tierra hacia dentro de embalses subterráneos conocidos como acuíferos. Generalmente, el agua que los proveedores bombean de los pozos contiene menos materiales orgánicos que las aguas superficiales y es posible que no necesite alguno o ningún tratamiento como el descrito en el párrafo anterior. La calidad del agua dependerá en las condiciones locales.

El tratamiento más común del agua potable, el cual se considera por muchas personas como el avance científico más importante del siglo 20, es la desinfección. La mayoría de los proveedores de agua añaden cloro u otros desinfectantes para eliminar bacterias y otros gérmenes.

De acuerdo a la calidad de la fuente de agua, los proveedores de agua usan otros tratamientos como se requieran. Por ejemplo, los sistemas cuyas aguas están contaminadas con químicos orgánicos pueden tratar su agua con carbón activado, el cual absorbe o atrae los químicos disueltos en el agua.

¿Cuáles son los contaminantes que se pudiesen encontrar en el agua potable?

No existe tal cosa como agua pura natural. En la naturaleza, toda agua contiene algunas impurezas. A medida que el agua fluye en los arroyos, se estanca en los lagos, y se filtra a través de capas de suelo y roca en la tierra, disuelve o absorbe las sustancias con las cuales hace contacto. Algunas de estas sustancias son inocuas. De hecho, algunas personas prefieren agua mineral precisamente porque los minerales le dan un sabor agradable. Sin embargo, los minerales a ciertos niveles, igual que los químicos elaborados por el hombre, se consideran contaminantes que pueden causar mal sabor en el agua y hasta peligrosos.

Algunos contaminantes provienen de la erosión de formaciones de rocas naturales. Otros contaminantes son sustancias descargadas de las fábricas, se aplican a terrenos agrícolas, o se usan por parte de los consumidores en sus casas y jardines. Es posible que las fuentes de contaminantes estén en su vecindario o es posible que se encuentren a muchas millas de distancia. Su informe de calidad de agua local le

explica cuales contaminantes se encuentran en su agua potable, el nivel de los mismos y la fuente actual o posible de cada contaminante.

Algunos sistemas de agua subterránea (que obtienen el agua a través de pozos) han establecido programas de protección de áreas inmediatas de pozos de agua potable para evitar que las sustancias contaminen sus pozos. Asimismo, algunos sistemas de agua que utilizan fuentes superficiales tales como los ríos, protegen la cuenca de agua alrededor de su embalse para evitar la contaminación. En estos momentos, los estados y proveedores de agua están trabajando sistemáticamente para evaluar cada fuente de agua potable e identificar fuentes potenciales de contaminantes. Este proceso ayudará a las comunidades a proteger sus abastecimientos de agua potable contra la contaminación, y un resumen de los resultados estará incluido en informes futuros de calidad del agua.

1.2. ANTECEDENTES.

Actualmente se siente el impacto de la escasez de agua, que constituye un problema fundamental, que viene aquejando sobre todo a la población rural.

En la zona de la Segunda Sección de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija la problemática del agua es uno de los temas de gran importancia como en todo el departamento y problemática nacional; como esta población atraviesa un reciente crecimiento poblacional desde los tiempos en que esta zona percibe recursos de los hidrocarburos, sabiendo sobre el gran problema actual que está pasando en territorio nacional con respecto al agua se desea cubrir las necesidades elementales de vida que son, cubrir la demanda de agua para el consumo humano.

En la zona de estudio no existe un sistema de captación de agua para consumo humano, existiendo precarios sistemas de captación, sin plantas de tratamiento y potabilización del agua.

1.2.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Puesto Viejo de la comunidad de Santa Rosa Pertenece a la Segunda Sección de la provincia Gran Chaco del departamento de Tarija, según la lectura de las cartas

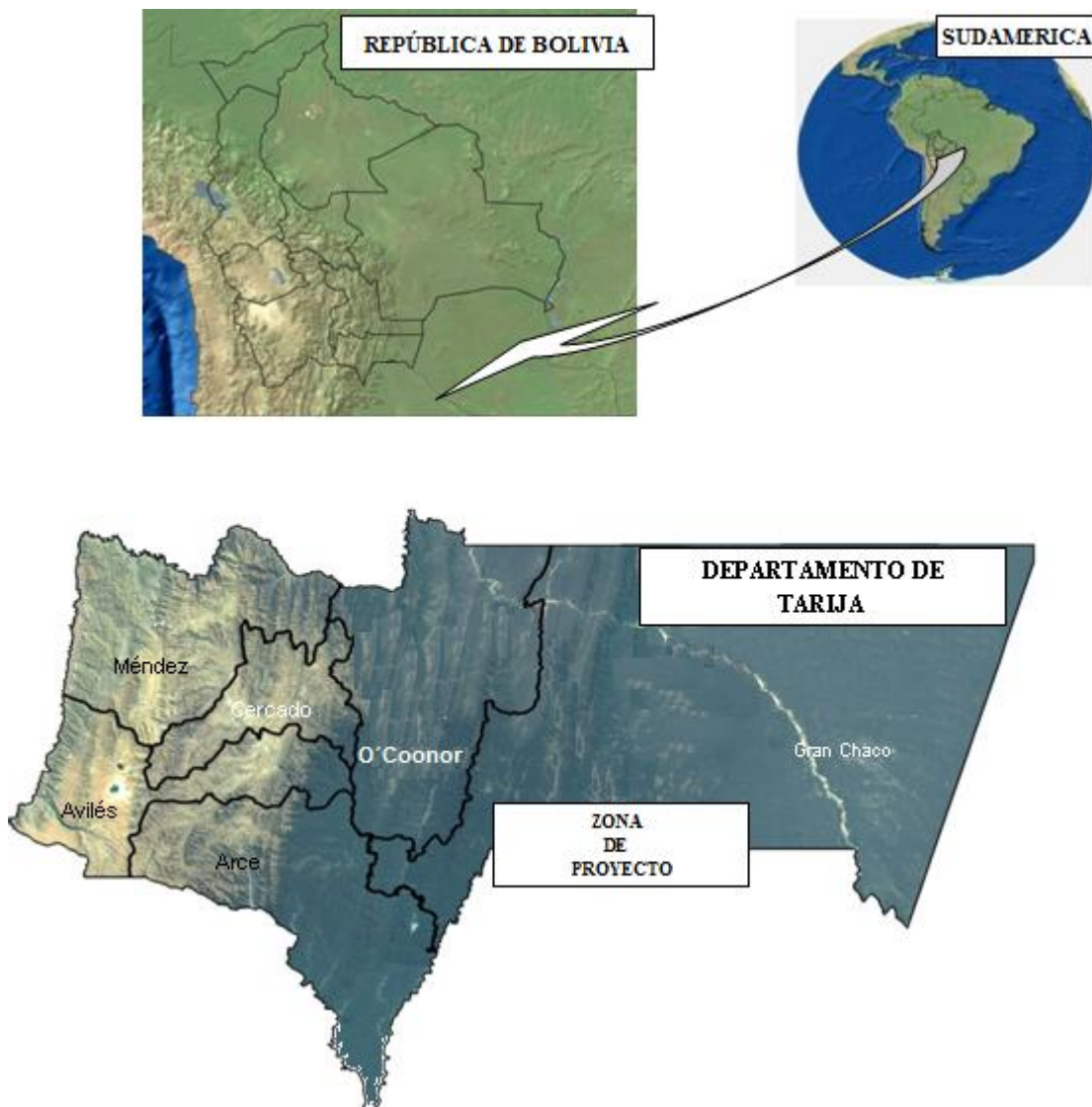
geográficas del I.G.M. la comunidad se ubica entre las coordenadas 21° 8' 25" de latitud Sur, y 65° 3' 12" de longitud Oeste, respecto del meridiano de Greenwich y la ubicación en coordenadas U.T.M. (Universal Transverse Mercator): WGS 84

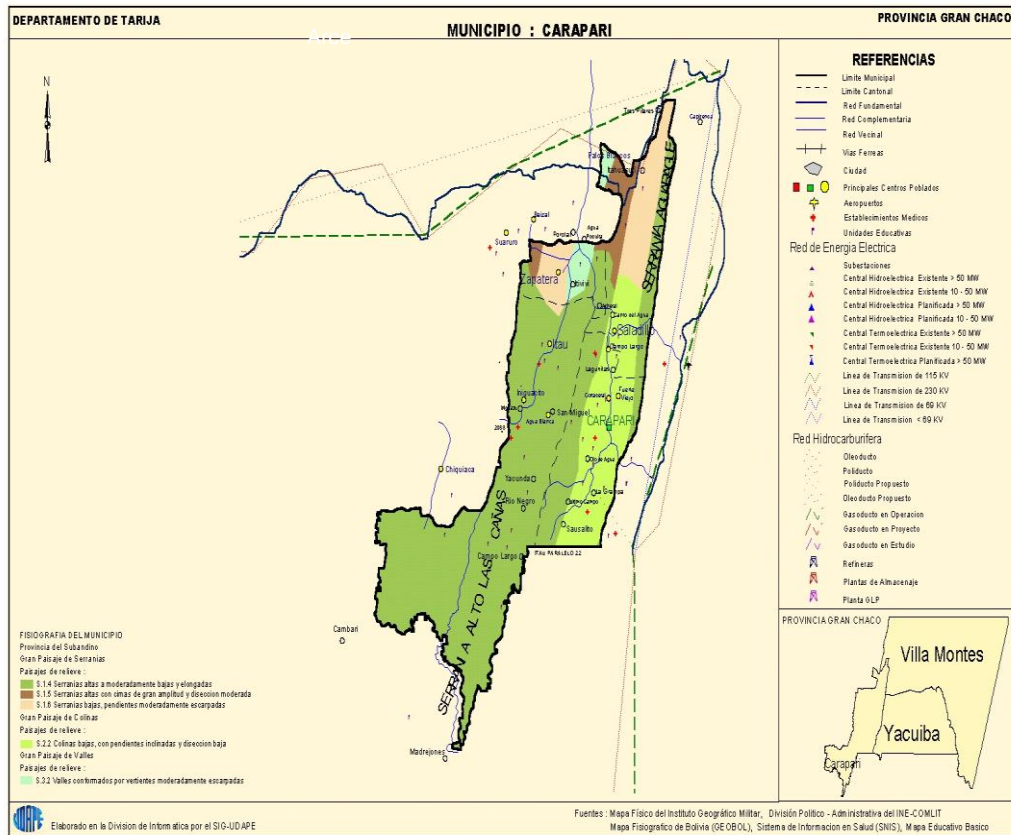
Cuadro 1.1. COORDENADAS DE LA COMUNIDAD DE PUESTO VIEJO

| | |
|-------------|------------|
| UTM Este X | 286766,00 |
| UTM Norte Y | 7660949,00 |
| Huso | 20 |

Fuente: I.G.M.

Figura 1.1. MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DEL PROYECTO





1.3. JUSTIFICACIÓN.

El problema que atraviesa la población es en cuanto a cubrir la necesidad de tener agua para consumo en los hogares ya que es fundamental para la vida saludable de los habitantes, de esta manera se trabajará en la zona de Puesto Viejo de la comunidad de Santa Rosa.

Los sistemas antiguos y pocos que existen han funcionado de manera deficiente y con este proyecto se propone resolver de manera óptima y económica con un diseño que pueda adaptarse en la zona en estudio y verificar el funcionamiento del mismo.

De esta manera se propone elaborar y diseñar los sistemas de captación que se adecuen a las condiciones del terreno de la zona.

Dado que el contar con agua es de vital importancia para las personas, el proyecto viene a constituirse en solución para disminuir los altos índices de enfermedades producidas como consecuencia del uso de agua no potabilizada o tratada.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL.

Se plantea como objetivo de este trabajo elaborar un diseño de sistema de agua potable que pueda adaptarse en la zona de estudio, verificando su funcionamiento óptimo y económico de acuerdo a las condiciones que presenta la zona en estudio, el mismo que será permanente y estable durante todo el año, principalmente en la época de estiaje para que de esa manera disminuir los altos porcentajes de enfermedades que se producen por falta de estos servicios y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Dotar de agua potable a los pobladores de la zona de Puesto Viejo de la comunidad de Santa Rosa para mejorar el nivel de vida de la población.
- Realizar una inspección del lugar favorable para la captación de agua para consumo humano.
- Determinar los elementos y parámetros que intervienen en el diseño de un sistema de agua potable.
- Diseñar la obra captación y el tanque de almacenamiento.
- Diseñar la línea de aducción y la red de distribución para los comunitarios de la zona

1.5. ALCANCE DEL TRABAJO.

Con un levantamiento topográfico se obtendrá la sección y topografía del lugar de emplazamiento de la obra de toma y el sistema de distribución.

A partir de los datos de población se calcularán la población futura para el periodo de diseño determinado y posteriormente los caudales medios y máximos que corresponde para la dotación de agua a los beneficiarios.

Se diseñara un sistema de captación adecuada para la zona que cumpla con las condiciones mínimas y óptimas para la provisión de agua para toda la población beneficiaria.

Se calculara el volumen del tanque de almacenamiento para el sistema de agua.

Se diseñara la línea de aducción con todos sus componentes.

Se diseñara el sistema de distribución para los beneficiarios mediante una red abierta que es la que acomoda para la situación actual de los comunarios.

CAPITULO II

DIAGNOSTICO DE LA POBLACION

2.1. PROBLEMA Y SOLUCIONES

Los principales problemas que se pretenden solucionar con el proyecto son:

En primera instancia es dotar de agua potable a todas las familias de la comunidad de Puesto Viejo de Santa Rosa, de esta manera disminuir los altos porcentajes de enfermedades que se producen por la mala calidad del agua y por la contaminación que afectan a las personas sin distinción alguna.

Dado que el contar con agua es de vital importancia para las personas, el proyecto viene a constituirse en solución para disminuir los altos índices de enfermedades producidas como consecuencia del uso del agua no tratada.

Con la implementación del proyecto, plantea solucionar el actual problema la falta de agua potable y letrinas en los domicilios para de esa manera mejorar la calidad de vida de sus habitantes como también una disminución de las infecciones producto del agua sin tratamiento alguno.

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA AFECTADA

La zona del proyecto se caracteriza por la falta de saneamiento básico lo que provoca una serie de problemas para los habitantes, por lo que es necesario conocer más a profundidad la misma.

2.3. DIAGNOSTICO SOCIO - ECONÓMICO

2.3.1. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

2.3.1.1. POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto Sistema de Agua Potable de Puesto Viejo de Santa Rosa, beneficiará directamente a 47 familias (21 familias en la zona de Puesto Viejo y 26 en Santa Rosa).

Sin embargo, para fines del presente acápite, a continuación se analizan todas las características tanto demográficas, socio-culturales, productivas y de servicios básicos de toda la población del área de intervención del proyecto, es decir, tanto las familias beneficiarias directas como indirectas.

La población diferenciada por sexo en esta comunidad asciende aproximadamente a 235 habitantes, de los cuales el 60% son hombres y el 40% mujeres. Tal como se observa en el cuadro N°1.

Cuadro 2.1. POBLACIÓN SEGÚN SEXO

| COMUNIDAD | SEXO | | TOTAL | N° DE FAMILIAS |
|-------------------|------------|------------|-------------|----------------|
| | HOMBRES | MUJERES | | |
| SANTA ROSA | 80 | 50 | 130 | 26 |
| PUESTO VIEJO | 60 | 45 | 105 | 21 |
| TOTAL | 140 | 95 | 235 | 47 |
| PORCENTAJE | 60% | 40% | 100% | |

Fuente: CENSO INE 2001, DATOS DEL PDM 2006

Elaboración: Propia.

Por otra parte, el número aproximado de familias beneficiarias de la Comunidad de Santa Rosa y zona de Puesto Viejo correspondientes al Municipio de Caraparí son 80, con un promedio de 5 personas por familia.

2.3.1.2. ESTABILIDAD POBLACIONAL

La migración junto con las tasas de natalidad y mortalidad son las variables que determinan el crecimiento y la estructura de la población.

Según los datos del censo de Población y Vivienda, indican que el municipio de Caraparí (lugar donde se encuentra ubicada la Comunidad de Santa Rosa y zona de Puesto Viejo que son las beneficiadas) tiene una tasa de crecimiento intercensal de 1,57%, baja en comparación con otros Municipios, como Cercado, Bermejo, Yacuiba y Villamontes.

A continuación se realizará un análisis del tipo de migración que se da en el área de influencia del proyecto:

▪ Emigración Temporal

La emigración temporal, se da tanto en personas menores de los 20 años de edad, como en personas mayores a esa edad. En el cuadro siguiente se puede evidenciar que la migración temporal por sexo es diferenciada, ya que se observa que los hombres tienen una mayor tendencia a migrar en comparación con las mujeres, en el cuadro se observa que en el año 2007 migraron 2 hombres y solamente 1 mujeres.

Por otra parte, se puede indicar que la migración se da mayormente en los hombres menores a los 20 años (2 personas). Con relación a las mujeres, se puede indicar que la migración solo se da en las mujeres entre 15 y 20 años de edad pro es mínima.

Cuadro 2.2. EMIGRACIÓN TEMPORAL SEGÚN EDAD, ÉPOCA Y OCUPACIÓN

| COMUNIDAD | N° FA M. | HOMBRES | | MUJERES | | LUGAR | MOTIVO | OCUP. | MES/ÉPOCA | ING. (BS) |
|--|-----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------------------|---------------------------------|-----------|----------------------------|
| | | 15-20 | 20 A MÁS | 15-20 | 20 A MÁS | | | | | |
| SANTA ROSA | 26 | 2 | 0 | 1 | 0 | Argentina, Yacuiba | Trabajo, Estudio | Vendedor Empleado/a Estudiante, | 1 año | 35-40 Bs/Jornal Ninguno |
| PUESTO VIEJO | 21 | 0 | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - | - |
| TOTAL | 47 | 2 | 0 | 1 | 0 | | | | | |
| Total Población Emigrante de manera Temporal | | 2 | | 1 | | | | | | |

Fuente: Datos del PDM 2006

Elaboración: Propia.

La causa central para la emigración es la ausencia de mejores servicios educativos, saneamiento básico y falta de condiciones para la producción agrícola.

El lugar más preferido por los emigrantes temporales es la vecina República Argentina, la Ciudad de Yacuiba. El periodo de tiempo que emigran oscila entre 10 a 11 meses del año y en algunos casos a más de 1 año.

La ocupación que tienen los temporeros consiste en la mayoría de los casos jornalero, empleado(a) y estudiantes.

▪ Emigración Definitiva

Los riesgos climáticos en la producción agropecuaria, los ingresos monetarios bajos, la inexistencia de los servicios básicos (Agua potable, salud, educación, vivienda)

entre otros, motivan que los habitantes sientan la atracción por los bienes y servicios que ofrecen los centros urbanos, otros lugares geográficos con mejores recursos naturales que en definitiva ocasionan que las familias abandonen sus comunidades y los pequeños centros poblados; aumentando de esta forma la migración campo – ciudad. En los últimos 5 años, de la comunidad de Santa Rosa no ha tenido personas que se hayan ido del todo de su zona, esto según información producto de encuestas, entrevistas con dirigentes entre otras.

- **Inmigración**

El flujo migratorio hacia el Municipio de Caraparí, no registra movimientos significativos, las pocas personas que llegan a este municipio son campesinos que proceden fundamentalmente del Norte del País, que durante la temporada agrícola se trasladan para realizar diferentes actividades agropecuarias, fundamentalmente en aquellas Comunidades que cuentan con mejores condiciones para la producción.

2.3.1.3. COMPOSICIÓN ÉTNICA DE LA POBLACIÓN

En los hechos históricos, se señaló que las poblaciones originarias habitantes del actual municipio de Caraparí pertenecían al territorio de los Chiriguano, Chanés, Tobas y Maticos que vivían asociados a los naturales de Chururuti, Chimeo e Itaú.

El origen de los principales pobladores - los Chiriguano- es probablemente la etnia “Tupi-Guaraní”, quienes para llegar a estos lugares recorrieron el Paraná por Medio del Río Pilcomayo hasta las tierras de Tarija.

Los Chiriguano o Avas, provienen del Paraguay, éstos emigraron en busca de mejores tierras para el cultivo de maíz (obati), calabaza (gindaca), poroto (kumanda). Como consecuencia, del crecimiento poblacional optaron por migrar a tierras sin malezas (imaraa) rica en cacería, campos de cultivos, abundancia de agua y metales preciosos. De ahí, al llegar a la cordillera creyeron que estaban en la tierra soñada, que desde entonces fue celosamente defendida y conservada.

Con el correr del tiempo, por razones de defensa, mejor uso de las tierras de cultivo y mayor comodidad en la convivencia, se fue pasando de la gran comunidad a las

pequeñas comunidades (tentamí) conformado por la unión de familias y parientes. El tentaguasú o comunidad mayor, era el conjunto de las diversas tentamí. Fueron orgullosos de su organización y se consideraban superiores a otras naciones, tenían un apego a su territorio y familia; por eso lo defendían con valentía y con profundo compromiso religioso a su identidad cultural.

El jefe o el mburuvicha, era el responsable de salvar a las comunidades de las situaciones extremas como la guerra, el karuai o la sequía, la inundación. En algunos lugares por ejemplo: en Charagua, los españoles llegaron a nombrar a los mburuvichas como “El capitán”

Productivamente, los Chanés fueron buenos agricultores lo que permitió a la sociedad Chiriguana tener cosechas abundantes con poder de convocatoria y movilización. Las propiedades eran comunales, o sea, las tentas eran de todos y se adquiría el derecho de trabajar y usufructuar su cultivo, por procedimiento de consenso entre las familias de la tenta, bajo rituales y reciprocidad consuetudinaria realizaban trabajos comunes o faenas, de tal forma que el trabajo adquiriera un ambiente festivo. En la actualidad, existen “Chacos” comunales donde siembran diversos cultivos; su producto es repartido equitativamente entre las familias nucleares después de haber destinado una parte para gastos comunes.

Los Guaraníes son una sociedad del maíz, para ello buscaron tierras por ser la base principal de subsistencia alimentaria, alrededor de ello gira sus vidas, su prestigio y poder político. Cuando las trojes están llenas de maíz, el nativo es orgulloso y arrogante. Siembra once clases de maíz (avati), once clases de porotos (kumanda). Estas variedades se mantienen otras han disminuido. Los lugareños elaboran una diversidad de platos típicos para su alimentación: Maíz hervido (atituru); maíz asado (avatipiri); maíz molido (atikui), en panes (mbyjaape), la humita (simbikuaai); en forma de harina (achi), el maíz es convertido a chicha (kaguity y kangui); la chica es el café, su caldo, su vino, su comida su todo - así dijo el Fray Nino en 1912.

Mediante entrevistas realizadas a los ancianos de las comunidades del Municipio, se identificó que el 85% de las comunidades (34 comunidades) sostienen que son

originarios Guaraníes y solamente el 15% manifiestan (6 comunidades) que son de origen español, estos últimos son comunidades recientes (a nivel del Municipio de Caraparí).

En cuanto al área de influencia del proyecto, se puede decir que actualmente la mayoría de la población beneficiada es de origen Mestizo/Criollo, existiendo una mínima proporción de familias de origen guaraní.

2.3.1.4. LENGUAJES QUE HABLA LA POBLACIÓN

Mediante la encuesta Comunal, se constata que toda la población actual es de habla española, aunque se observa una pequeña proporción de familias de habla Guaraní, es decir, que estas familias hablan tanto el idioma español como el guaraní.

Cuadro 2.3. IDIOMAS QUE HABLAN LAS COMUNIDADES BENEFICIARIAS CON EL PROYECTO

| COMUNIDAD | IDIOMAS QUE HABLAN | | | |
|--------------|--------------------|---------|--------|---------|
| | ESPAÑOL | QUECHUA | AYMARÁ | GUARANÍ |
| SANTA ROSA | 1 | 4 | 4 | 4 |
| PUESTO VIEJO | 1 | 4 | 4 | 4 |

Ref: 1= Toda la Población, 2= La mayoría de la población, 3= La mitad de la población y 4= La Minoría de la población.

Fuente: *Encuesta Comunal*

Elaboración: *Propia*

El censo de población y vivienda, resalta una mínima presencia que pobladores de habla aymará en el municipio. Comparando con el relato de los ancianos y los resultados del censo (Cuadro siguiente), se concluye que la mayoría habla español y existe una buena proporción de pobladores que a la vez saben hablar guaraní, quechua y aymará, lo que nos explica que estamos frente a una sociedad plurilingüe, más diversificado que los municipios del occidente boliviano donde llegan a hablar sólo hasta dos idiomas (Castellano y una nativa). Esta situación, dificulta la implementación de la reforma educativa que obliga enseñar a los escolares en su nivel básico la lengua materna que en este caso son cuatro idiomas.

A continuación se presenta información a nivel del Municipio de Caraparí, según los datos recolectados por el Instituto Nacional de Estadística con respecto a los idiomas que habla la población.

Cuadro 2.4. IDIOMAS HABITUALMENTE HABLADOS SEGÚN INE

| TOTAL | POBLACIÓN DE 6 A MÁS AÑOS | | | | | | | | | | | |
|-------|---------------------------|---------|--------|---------|-------------|--------------|--------|---------|--------------|------------------|------------|-----------------|
| | SOLO | | | | | CASTELLANO Y | | | | OTRAS COMBINADAS | EXTRANJERO | SIN ESPECIFICAR |
| | CASTELLANO | QUECHUA | AYMARÁ | GUARANÍ | OTRO NATIVO | QUECHUA | AYMARÁ | GUARANÍ | OTRAS NATIVO | | | |
| 6.165 | 5.585 | 3 | 0 | 6 | 4 | 93 | 7 | 417 | 22 | 10 | 0 | 18 |

Fuente: INE; CNPV.

2.3.2. ASPECTOS ECONÓMICOS

2.3.2.1. TENENCIA DE LA TIERRA

La tenencia del suelo en el área rural del Municipio de Caraparí, depende fundamentalmente del tipo de actividad que se desarrolle, un 32,60% está en manos de pequeños productores, encontrándose el 55,08% en manos de los grandes productores y/o ganaderos y el 12,32% no tiene tierras.

Los tipos de propiedad guardan relación con el acceso a la tierra, condiciones del suelo, la forma de organización productiva y otros aspectos socio – culturales.

Se distinguen dos tipos característicos:

- a) Unidades familiares individuales de propiedad privada, que tienen demarcadas y delimitadas tanto sus parcelas de cultivo como sus áreas de pastoreo.
- b) Unidades familiares individuales que tienen demarcadas y delimitadas sus parcelas de cultivo, pero comparten áreas de pastoreo en común con otros pobladores de la comunidad, encontrándose también unidades familiares que no cuentan con ningún tipo de propiedad.

En el área de influencia del Proyecto, el origen y tenencia de la tierra de manera general, es por la Reforma Agraria en un 30%, el 50% lo obtuvo por herencia, y finalmente el 20% compró sus tierras.

2.3.2.2. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y PECUARIA

Entre los principales productos que se cultivan en la zona, están el maíz y la soya. Por otra parte, entre los principales tipos de ganado que se crían en el área de influencia del proyecto, se tiene, bovino, caprino, porcino y aves.

La producción agrícola en el área de influencia del proyecto como se observa en el siguiente cuadro es destinada para muchos usos, empezando desde el consumo humano, para la venta y otros destinos dependiendo del tipo de producto.

Cuadro 2.5. SUPERFICIE CULTIVADA, RENDIMIENTO Y PRODUCCIÓN CULTIVOS MÁS IMPORTANTES

| PRODUCTO | SUPERFICIE (Has) | RENDIMIENTO (Tn/Ha) | PRODUCCION (Tn) |
|--------------|------------------|---------------------|-----------------|
| Maíz Grano | 100 | 3,18 | 318 |
| Maní | 20 | 1.36 | 27.2 |
| TOTAL | 120 | | |

Fuente: ENCUESTA COMUNAL.
Elaboración: PROPIA

En cuanto a las principales especies ganaderas que tienen las familias de Santa Rosa son producción de chanchos en mayor cantidad y le sigue en importancia la cría del ganado bovino como así también el caprino. Ver cuadro siguiente.

Cuadro 2.6. CANTIDAD Y PRECIO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES GANADERAS PRODUCIDAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

| GANADO | CANTIDAD/CABEZAS | PRECIO VIVO EN FINCA (\$us) |
|---------|------------------|-----------------------------|
| Vacuno | 150 | 200 |
| Caprino | 150 | 20 |
| Porcino | 180 | 25 |
| Aves | 80 | 3,5 |

Fuente: ENCUESTA COMUNAL.
Elaboración: PROPIA

2.3.3. ASPECTOS SOCIALES

2.3.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SOCIALES

- **Costumbres**

En cada región y en cada lugar se tienen sus propias costumbres y tradiciones que lo identifican culturalmente a la población y por ende a la persona. Entre las costumbres más sobresalientes de las comunidades beneficiadas con el proyecto se detallan en el siguiente cuadro:

Cuadro 2.7. COSTUMBRES Y CALENDARIO FESTIVO

| COMUNIDAD | CALENDARIO FESTIVO | TIPO DE FIESTA |
|------------|--|--------------------------------|
| SANTA ROSA | 25 de Julio, 2 de Noviembre, 25 de Diciembre | Santiago, Todo Santos, Navidad |

Fuente: *Encuesta Comunal*
Elaboración: *Propia*.

- **Rol de los varones y mujeres dentro de la comunidad**

El rol de los hombres y mujeres dentro las comunidades rurales son compartidas, puesto que la mujer asume un papel importante en la cooperación de llevar adelante las actividades tanto agrícolas como ganaderas ayudando mutuamente al hombre.

El rol de los varones, como en todas las comunidades rurales, es de atender y cultivar las tierras, realizar las labores culturales de las tierras desde el inicio en que se siembra hasta la cosecha del último producto, cuidado de animales, etc. Los roles de las mujeres, son más que todo domesticas, pero no se debe dejar de lado que en todo momento está ayudando al hombre en todo el proceso de producción, sin descuidar sus actividades en la casa.

Cuadro 2.8. PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN DEL HOMBRE Y LA MUJER EN LAS ACTIVIDADES

| ACTIVIDADES | % DE PARTICIPACION | |
|---|--------------------|-------|
| | Hombre | Mujer |
| Siembras | 71 | 29 |
| Contratación | 60 | 40 |
| Cosecha | 64 | 36 |
| Toma de decisión del destino de la producción agrícola | 60 | 40 |
| Relación con instituciones u organizaciones de base | 55 | 45 |
| Ser Autoridad/Dirigente | 55 | 45 |
| Cuidado y mandado de los hijos a la escuela | 17 | 83 |
| Asistencia y llevado de los hijos al centro de salud o medico | 30 | 70 |

Fuente: *Encuesta Comunal.*

Elaboración: *Propia.*

Así mismo, en este apartado se analiza la organización en las cuales el hombre y la mujer participan. Tanto el hombre como la mujer son protagonistas del desarrollo e impulso de su comunidad.

Cuadro 2.9. PRINCIPALES ORGANIZACIONES EN LA COMUNIDAD Y PORCENTAJE DE PARTICIPACIÓN SEGÚN SEXO

| COMUNIDAD | ORGANIZACIONES | PORCENTAJE DE PARTICIPACION | |
|------------|---------------------------|-----------------------------|-------|
| | | HOMBRE | MUJER |
| SANTA ROSA | Centro de Madres | 0% | 100% |
| | Clubes Deportivos | 70% | 30% |
| | OTBs | 60% | 40% |
| | Junta Escolar | 70% | 30% |
| | Corregimiento o Sindicato | 58% | 42% |
| | Comité de Agua | 70% | 30% |

Fuente: *Encuesta Comunal.*

Elaboración: *Propia.*

En el cuadro anterior, se observa que el hombre es el que participa en mayor proporción en las organizaciones comunales, tales como clubes deportivos, Junta Escolar, OTBs y Corregimiento o Sindicato. En tanto que en la única organización donde participa la mujer en un 100%, es en el Centro de Madres.

▪ **Horarios y actividades**

Los horarios para realizar las actividades, no están definidos, puesto que para desarrollar la ganadería y la agricultura se requiere una gran cantidad de tiempo de dedicación y esto lleva a que el hombre tiene que estar en cualquier horario y

cualquier día sea feriado o no en las labores diarias de atención en todo el proceso de producción.

En este sentido, en la Comunidad beneficiada con el proyecto, las labores de la casa comienzan a las 6:00 de la mañana, para iniciar el trabajo agrícola a las 7:00 de la mañana y terminar entre las 18:00 y 19:00 horas. La actividad ganadera requiere un poco menos de dedicación, ya que solo se da de comer entre 2 a 4 veces al día, en el caso del ganado menor y cuidado del ganado mayor entre 2 a 3 veces por semana.

2.3.4. SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES

Contar con los servicios básicos en cualquier comunidad, es de vital importancia. Los servicios con que debe contar la población son el agua potable, energía eléctrica, salud, educación y otros. Sin embargo, no todas las comunidades son atendidas por el gobierno central o municipal, debido a muchos factores tales como ser la falta de recursos financieros, descuido de las autoridades centrales, entre otros factores. En este apartado se analiza si las comunidades del área de influencia del proyecto cuentan con los servicios anteriormente citados.

2.3.4.1. SERVICIOS DE AGUA POTABLE

Las familias que viven en Santa Rosa Central cuentan con agua pero las familias del área de influencia del proyecto que son las de Santa Rosa Sur y Santa Rosa Puesto Viejo no cuentan con este servicio por lo tanto estas familias que no cuentan con agua potable por cañería se ven la obligación de consumir agua de quebradas u otra fuente que se encuentra más cerca de su vivienda, lo cual es un peligro para la salud de las mismas.

2.3.4.2. SERVICIO DE ALCANTARILLADO

El servicio de alcantarillado sanitario por red de drenaje, no existe en ninguna de las Comunidades rurales del Municipio de Caraparí, sin embargo, la comunidad de Santa Rosa Zona Central si cuenta con letrinas pero las familias de Santa Rosa Zona Sur y Santa Rosa Puesto Viejo no cuentan con este servicio.

2.3.4.3. SERVICIOS DE ELECTRICIDAD

El servicio de energía eléctrica en las comunidades del área de influencia se lo describe en el cuadro siguiente. Donde se puede observar que ninguna las mismas para tener alumbrado en su casa y hacer funcionar algunos artefactos utilizan los siguientes insumos: Kerosén, velas, pilas, gas, baterías y otros insumos que al final de cuentas le resulta antieconómicos.

Cuadro 2.10. SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

| COMUNIDAD | NUMERO DE FAMILIAS | TIPO DE ELECTRICIDAD | | | |
|-------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------|-----------|
| | | CON ACOMETIDA | ALUMBRADO PUBLICO | PANEL SOLAR | NINGUNO |
| SANTA ROSA ZONA SUR | 26 | 0 | 5 | 0 | 26 |
| SANTA ROSA PUESTO VIEJO | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| TOTAL | 47 | 50 | 5 | 0 | 30 |

Fuente: *Encuesta Comunal.*
Elaboración: *Propia.*

2.3.4.4. SERVICIOS DE SALUD

Las comunidades beneficiarias con el proyecto no cuentan con servicios de salud por lo que tienen que trasladarse cuando tienen alguna enfermedad a Caraparí que está a 5 kilómetros.

Por otra parte, entre las enfermedades más prevalentes presentadas en las Comunidad beneficiaria se tiene las siguientes: Resfrío, Dolor de Cabeza, Fiebre, Paludismo, entre otros.

2.3.4.5. MODALIDADES DE RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Los sistemas de recolección y tratamiento de basuras y residuos sólidos, no existen en ninguna de las Comunidades de área Rural, por lo que en la mayoría de los casos la basura es quemada, enterrada en los terrenos, sirve de alimentación a los animales o lo tiran al aire libre.

2.4. DIAGNOSTICO LEGAL E INSTITUCIONAL

El estudio legal se base en la responsabilidad del Estado de invertir en proyectos que vayan a mejorar las condiciones productivas y de seguridad de su población en el Marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública.

En este marco, al verificar la verdadera necesidad de la falta de un sistema de agua potable para las familias del área de influencia del proyecto, el Gobierno Municipal tiene la potestad a través de la ley 3038 de invertir en proyectos de saneamiento básico que vayan a subsanar los problemas de salud de los habitantes.

En tal sentido, al existir plena voluntad para la ejecución del proyecto, por parte de la Honorable Alcaldía Municipal de Caraparí y de instituciones comunales, no se presenta problema legal alguno para la ejecución del presente proyecto.

CAPITULO III

DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1.1. MARCO LÓGICO

A manera de estructurar los resultados y permitiendo presentar de forma sistemática los objetivos del presente proyecto y su relación de causalidad, se presenta a continuación el siguiente marco lógico que se resume en una matriz, que se constituye en un instrumento que permite ver claramente cómo evolucionará la intervención, qué estrategia se va a seguir y qué medida se va a utilizar.

| Descripción | Indicadores Medibles | Medios de Verificación | Supuestos |
|---|--|---|--|
| Objetivos Dotar un sistema de un agua potable a la comunidad de Santa Rosa y Puesto Viejo, el mismo que será permanente y estable durante todo el año, principalmente en la época de estiaje para de esa manera disminuir los altos porcentajes de enfermedades que se producen por falta de este servicio. | 26 Núcleos familiares contarán con agua potable, 21 familias de la comunidad de Puesto Viejo. | Registro de Clientes del Comité de Agua Potable | Las conexiones son administradas por el Comité de Agua Potable |
| Propósito: (1) Incremento del beneficio económico y social del país. (2) Disminución de los casos por enfermedades gastrointestinales originadas por el consumo de agua (3) Familias cuentan con educación sobre uso y manejo del agua. | 1.- Costo Anual Equivalente Social y Valor Actualizado de los Costos. 2.- Sectores de salud reportan menos casos de enfermedades gastrointestinales | - Evaluación ex post del proyecto. - Reportes de los sectores de salud sobre enfermedades gastrointestinales - Talleres de capacitación | El precio relativo del agua potable se mantiene constante |

| | | | |
|--|---|---|---|
| Componentes/resultados: (4) Construcción de un sistema de agua potable nuevo para la comunidad, con todos los componentes necesarios para su buen funcionamiento. | 1.- Un sistema de agua potable construido de acuerdo a normas vigentes en el país | Informe de Supervisión Comprobante de pago al contratista Inspección de campo | Sistema construido según Diseño técnico Participación activa de la comunidad |
| DETALLE | | | |
| INVERSIÓN (Infraestructura) | PRECIO PARCIAL (Bs) | Planillas de avance de obras. Informes periódicos del supervisor. | Desembolsos oportunos de fondos Condiciones climáticas apropiadas. |
| Constr. Sist. de Agua Potable Santa Rosa Puesto Viejo | 771.969,32 | | |
| COSTO TOTAL DEL PROYECTO | 771.969,32 | | |

3.1.2. POBLACIÓN AFECTADA Y POBLACIÓN OBJETIVO

La población afectada son todos los habitantes de la zona del proyecto ya que los mismos se ven afligidos por la falta de estos servicios y la población objetivos son todas las familias tanto de Santa Rosa Zona Sur como de Santa Rosa Puesto Viejo que no cuentan con este servicio.

3.1.2.1. CALCULO DE POBLACIÓN Y CAUDALES

▪ Población del proyecto

Es el número de habitantes que ha de ser servido por el proyecto para el periodo de diseño, el cual debe ser establecido con base en la población inicial.

Para la estimación de la población se deben considerar los siguientes aspectos:

- Población inicial, referida al número de habitantes dentro el área de proyecto que debe ser determinado mediante un censo poblacional y/o estudio socio-económico.

Se aplicaran los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE) para determinar la población de referencia o actual y los índices de crecimiento demográfico respectivos.

Para poblaciones menores, en caso de no contar con índice de crecimiento poblacional, se debe adoptar el índice de crecimiento de la población capital o del municipio. Si el índice de crecimiento fuera negativo se debe adoptar como mínimo un índice de crecimiento de 1%.

- b) Población futura, referida al número de habitantes dentro el área del proyecto que debe ser estimada en base a la población inicial, el índice de crecimiento poblacional y el periodo de diseño.

▪ **Métodos de Calculo**

Para la determinación de la población futura se pueden utilizar uno de los siguientes métodos de crecimiento, según el tipo de población, dependiendo de sus características socio-económicas:

MÉTODO ARITMÉTICO.-

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{i * t}{100}\right)$$

MÉTODO GEOMÉTRICO.-

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{i}{100}\right)^t$$

MÉTODO WAPPAUS.-

$$P_f = P_a * \left(\frac{200 + i * t}{200 - i * t}\right)$$

Donde:

- Pf = Población futura (habitantes).
- Pa = Población actual (habitantes).
- i = Índice de crecimiento poblacional (%).
- t = Periodo de diseño (años).

Los métodos y modelos matemáticos adoptados para determinar la población futura son los métodos recomendados de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro 3.1. MÉTODO PARA DETERMINAR LA POBLACIÓN FUTURA

| Método | POBLACION (Habitantes) | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Hasta 5.000 hab. | de 5.001 a 20.000 hab. | de 20.001 a 100.000 hab. | Mayores de 1000.000 hab. |
| Crecimiento Aritmético | X | X | | |
| Crecimiento Geométrico | X | X | X | X |
| Método de Wappaus | X | X | X | X |
| Comparación Gráfica | X(4) | X | X | |
| Métodos Exponenciales | X(4) | X(4) | X(3) | X |
| Detallar Zonas (5.1.6) | | X | X | X |
| Detallar Densidades | | X | X | X |

X(3) Optativo, recomendable.

X(4) Sujeto a justificación.

Fuente: *Norma Boliviana NB 689*

▪ **Periodo de diseño**

El periodo de diseño es el número de años durante los cuales una obra determinada prestara con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada.

Los factores que intervienen en la selección del periodo de diseño son:

- Vida útil de las estructuras y equipos tomando en cuenta la obsolescencia, desgaste y daños.
- Ampliaciones futuras y planeación de las etapas de construcción del proyecto.
- Cambios en el desarrollo social y económico de la población.
- Comportamiento hidráulico de las obras cuando estas no estén funcionando a su plena capacidad.

El periodo de diseño debe ser adoptado en función del componente del sistema y la característica de la población, según lo indicado en la tabla.

Cuadro 3.2. PERIODO DE DISEÑO (años)

| Componente del sistema | Población Menor a 20 000 Habitantes | Población Mayor a 20 000 Habitantes |
|-------------------------------|--|--|
| Obra de captación | 10 - 20 | 30 |
| Aducción | 20 | 30 |
| Pozos profundos | 10 | 15 - 20 |
| Estaciones de bombeo | 20 | 30 |
| Plantas de tratamiento | 15 - 20 | 20 - 30 |
| Tanques de almacenamiento | 20 | 20 - 30 |
| Redes de distribución | 20 | 30 |

Fuente: Norma Boliviana NB 689

▪ **Dotación media diaria:**

La dotación mínima a adoptarse debe ser suficiente para satisfacer los requerimientos de consumo domestico, comercial, industrial y publico, considerando las perdidas en la red de distribución.

La dotación de agua depende de los siguientes factores:

- Oferta de agua (capacidad de la fuente)
- Clima
- Aspectos económicos y socio-culturales
- Opción técnica y nivel de servicio (piletas públicas, conexiones domiciliarias y uso de bombas manuales).
- Tipo de consumo (medido, irrestricto y uso de limitadores de caudal).
- Servicio de alcantarillado.
- Condición de operación y mantenimiento.
- Perdidas en los sistemas.

La dotación media diaria se refiere al consumo anual total previsto en un centro poblado dividido por la población abastecida y el número de días del año. Es el volumen equivalente de agua utilizado por una persona en un día.

La dotación media diaria según la Norma Boliviana, recomendada para el diseño de sistemas de agua potable con conexiones domiciliarias y para poblaciones menores es como se indica en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.3. DOTACIÓN MEDIA DIARIA [lit/hab/día]

| ZONA | Población (habitantes) | | | | | |
|-----------|-------------------------|---------------|----------------|-----------------|-------------------|--------------|
| | Hasta 500 | De 501 a 2000 | De 2001 a 5000 | De 5001 a 20000 | De 20001 a 100000 | Mas a 100000 |
| ALTIPLANO | 30 - 50 | 30 - 70 | 50 - 80 | 80 - 100 | 100 - 150 | 150 - 250 |
| VALLES | 50 - 70 | 50 - 90 | 70 - 100 | 100 - 140 | 150 - 200 | 200 - 300 |
| LLANOS | 70 - 90 | 70 - 110 | 90 - 120 | 120 - 180 | 200 - 250 | 250 - 350 |

Fuente: Norma Boliviana NB 689 DINASBA

▪ Dotación futura

La dotación media diaria puede incrementarse de acuerdo a los factores que afectan el consumo y se justifica por el mayor hábito en el uso de agua y por la disponibilidad de la misma. Por lo que, se debe considerar en el proyecto una dotación futura para el periodo de diseño, la misma que debe ser utilizada para la estimación de los caudales de diseño

La variación anual de la dotación según la norma NB 689 está comprendida entre el 0,5% y el 2% de la dotación media diaria, aplicando la fórmula del método geométrico:

$$D_f = D_i * \left(1 + \frac{d}{100} \right)^n$$

Donde:

- D_f = Dotación futura (lit/hab/día).
- D_i = Dotación media diaria adoptada de la tabla. (lit/hab/día).
- d = Variación anual de la dotación (0.5% a 2%).
- n = Periodo de diseño (años).

▪ Caudales de diseño

Los caudales de diseño deben ser estimados para el dimensionamiento de los diferentes componentes del sistema de agua potable.

Se deben considerar los siguientes caudales:

▪ **Caudal medio diario:**

Es el consumo durante las 24 horas de un día, obteniendo un promedio de los consumos diarios en el período de un año, éste consumo se lo obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{p_f * D_f}{86400}$$

Donde:

- Q_m = Caudal medio diario (l/s)
- P_f = Población (hab)
- D_f = Dotación (lit/hab/día)

▪ **Caudal máximo diario:**

Es el consumo que se produce en el día de mayor demanda, durante un año y se determina multiplicando el consumo medio diario por el coeficiente de variación diaria, cuyo valor recomendado según norma es variable entre 1,2 a 1,5 según las características de la población, el valor utilizado en el presente proyecto es de **1,5**.

$$Q_{maxd} = Q_m * K_1$$

Donde:

- Q_{maxd} = Caudal máximo diario (l/s)
- Q_m = Caudal medio diario (l/s)
- K_1 = Coeficiente de variación diaria (1,2 - 1,5)

K_1 = Coeficiente de variación diaria y este valor oscila entre 1,2 y 1,5.

$$K_1 = \frac{\text{Consumo máximo diario observado en 1 año}}{\text{Consumo medio diario observado en 1 año}} \geq 1$$

$$1.2 \leq K_1 \leq 1.5$$

a) Consumo máximo horario:

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completa. Se determina multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente K2 que varia, según el número de habitantes, entre 1,5 a 2,2.

$$Q_{\max h} = Q_{\max d} * K2$$

Donde:

- Q_{máxh} = Caudal máximo horario (l/s)
- Q_{maxd} = Caudal maximodiaro (l/s)
- K₂= Coeficiente de variación diaria

$$K2 = \frac{\text{Consumo máximo horario observado en 1 día}}{\text{Consumo medio horario observado en 1 día}}$$

La NORMA BOLIVIANA nos relaciona el tamaño de la población y los valores de K2. De acuerdo a la siguiente tabla.

Cuadro 3.4. VALORES DEL COEFICIENTE K2

| Población (habitantes) | Coeficiente K2 |
|------------------------|----------------|
| Hasta 2000 | 2,20 – 2,00 |
| De 2001- 10000 | 2,00 – 1,80 |
| De 10001 - 100000 | 1,20 – 1,50 |
| Más de 100000 | 1,50 |

Fuente: Norma Boliviana NB 689 DINASBA

3.1.3. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y CAPTACIÓN

3.1.3.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Se consideran fuentes de abastecimiento de agua, todas las formaciones naturales que permiten la captación del agua, en condiciones suficientes para el consumo, las mismas que deberán cumplir con las normas técnicas bolivianas de calidad físico químico y bacteriológico.

La capacidad de la fuente y de la captación será igual al consumo máximo diario cuando se utilicen tanques y al caudal máximo horario cuando no se cuente con este.

a) Fuentes Superficiales

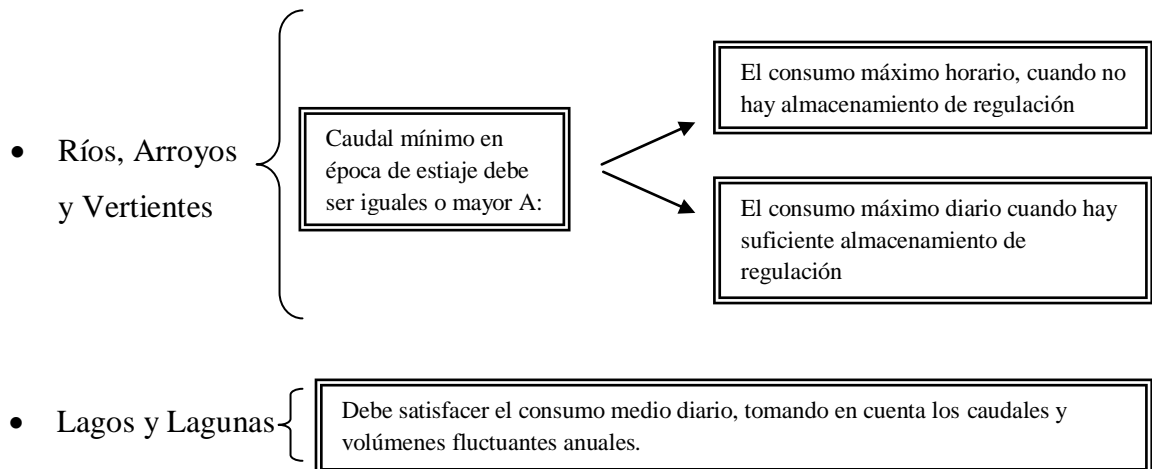
Como ser ríos, arroyos, lagos y lagunas.

Información Necesaria

- Estudio Hidrogeológico
- Características Físicas, Químicas y Bacteriológicas del agua
- Posibles Sitios de la Obra de Toma

- Caudales Minimos y máximos(estiaje y venidas)
- Características hidrográficas de la cuenca
- Precipitación, infiltración, transpiración, etc.

Caudales Requeridos.



b) Fuentes Subterráneas

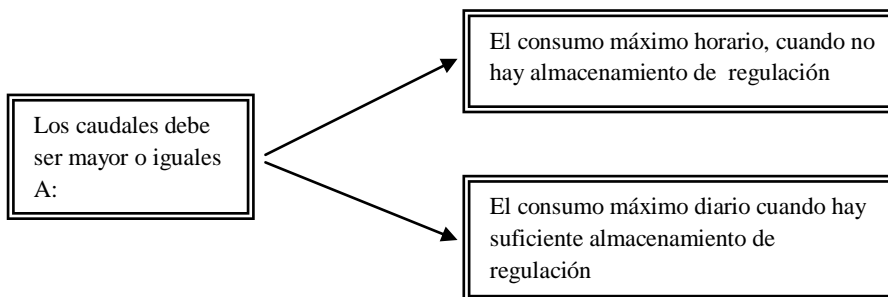
Pueden ser subsuperficial o subálveas, aguas subterráneas profundas y acuíferos confinados. El tipo de obra de toma puede ser pozos, manantiales o galerías filtrantes.

Información Necesaria.

- Características Geológicas.
- Estimación de recarga por la cuenca.

- Nivel Freático.
- Precipitación, infiltración, transpiración, etc.
- Características Físicas, Químicas y Bacteriológicas del agua.
- Posibles Fuentes de contaminación.
- Inventario
 - Rendimiento
 - Variaciones de nivel
 - Abatimiento durante el bombeo
 - Análisis de pozos existentes en la zona

Caudales Requeridos.



3.1.3.2. CAPTACIÓN

a) Capacidad.

La capacidad será igual al consumo máximo diario cuando el sistema este dado con tanques de regulación en el caso contrario, la capacidad debe ser igual al consumo máximo horario, debe ser consideradas las perdidas en ambas,

b) Captaciones Superficiales.

- **Ríos**

La obra debe ser segura se debe considera la corriente del río.

La noca toma de la obra debe estar salva de erosión, azolves y de aguas residuales.

La clave de la Tubería debe estar situada por debajo de las aguas mínimas del río.

Velocidad a través de la rejilla entre 0.1 m/s a 0.15 m/s.

La estructura debe tener una velocidad mínima de 0.6 m/s para evítalos azolves, y el máximo depende características del agua y el material.

- **En Presas de almacenamiento.**

La capacidad del vaso de almacenamiento deberá ser fijada en base al estudio de los aportes y demandas, durante las distintas épocas del año.

La obra de toma se proyectara de manera de tener varias entradas situadas a diferentes niveles a fin de tomar el agua más próxima ala superficie.

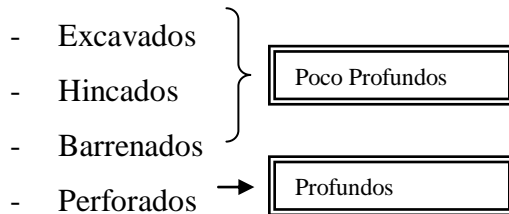
Las rejillas de 3 a5 cm. Con válvula de seccionamiento para la operación de la toma más adecuada.

La velocidad del agua en la entrada de la toma no deberá ser superior a 0.6m/s.

c) Captación de agua subterránea.

- **Pozos.**

La explotación en los siguientes tipos de pozos:



Los pozos profundos requieren de equipo especial en su construcción, ya sea de rotación o de percusión.

La selección de un pozo dependerá de los siguientes factores:

- Calidad y cantidad de agua requerida.
- Profundidad de aguas subterráneas.
- Condiciones hidrogeológicas.
- Disponibilidad de equipo para la construcción de pozo.
- Factores Económicos.

Los pozos Someros o poco profundos debe contar con las características mínimas de infraestructura indicadas en a Norma.

Los pozos Profundos depende de los siguientes factores:

- Características propias del pozo y el terreno.
- Profundidad directamente influye en su factibilidad.
- Capacidad específica directamente proporcional al rendimiento.
- Localización con respecto a otros pozos.
- Prueba de Bombeo para verificar la Calidad y cantidad de agua requerida.
- Prevención de contaminación, los pozos antiguos obsoletos deben ser sellados o tapados.

d) Captación por medio de Galerías Filtrantes.

Obra de toma para la intercesión y recolección de aguas subterráneas que fluyen por gravedad, requiere de un coeficiente de permeabilidad elevado, debe ser alimentado por una fuente cercana y adecuada, con características físicas, químicas y bacteriológicas que hagan, al agua potable.

Necesita de un corte Geológico del terreno elegido para la construcción de la galería filtrante.

De acuerdo con las características de las corrientes superficiales y subterráneas se puede construir transversal o paralela a las mismas.

En ningún caso el diámetro del conducto será menor a 30 cm, el diámetro de los orificios será de 2,5 a 5cm, las perforaciones se harán al tresbolillo con una separación de 15 a 25 cm como máximo.

La velocidad de escurrimiento en la tubería de colección no deberá ser menor a 0,5 m/s. Para lograr su auto limpieza, pero no mayor a 1m/s. Para limitar las pérdidas de carga.

La capa de filtración estará constituida por material pétreo lavado, la última capa estará formada por un material proveniente de la excavación de la última capa.

Es necesario prever accesos para el mantenimiento de la galería.

e) Captación de manantiales.

Un manantiales el aforamiento del agua subterránea, la misma a parece en la superficie en forma de corriente por algún tipo de singularidades.

El rendimiento de los manantiales es generalmente variado.

Los manantiales son sujetos a contaminación y tienen una calidad inferior a la de otras fuentes.

Los manantiales termales, generalmente no pueden utilizarse por presentar un alto contenido mineral.

Se deben proveer los siguientes accesorios:

- Cedazo o rejilla en la entrada de la tubería de toma.
- Vertedero de demasía al nivel de los afloramientos.
- Desagüe.
- Registro y válvula de cierre al principio de la conducción.
- Zanja perimetral para interceptar el escurrimiento de las aguas pluviales.
- Cerco de protección para evitar el acceso de personas y animales.

3.1.4. ADUCCIÓN DE AGUA

Se denomina aducción, al conjunto de tuberías, canales, túneles, dispositivos y obras civiles que permiten el transporte del agua, desde la obra de captación hasta la planta de tratamiento, tanque de almacenamiento o directamente a la red de distribución.

a) Aducción por gravedad

Aducción por conductos y canales a superficie libre, en la que el agua se conduce a una presión igual a la atmosférica, pueden ser túneles, tuberías y canales en general.

Aducción por conductos cerrados a presión, en la que el agua se conduce a presión superiores a la presión atmosférica, son generalmente tuberías de agua a sección llena.

b) Aducción por bombeo

Bombeo en serie, en la que se impulsa el agua con dos o más bombas instaladas en la misma línea de impulsión.

Bombeo en paralelo, en la que se impulsa el agua con dos o más bombas instaladas en sus respectivas líneas de impulsión.

Bombeo por etapas, en la que se impulsa el agua de un nivel inferior a otro superior en más de una etapa.

3.1.4.1. DISEÑO DE LA ADUCCIÓN.

En las tuberías de aducción la velocidad mínima en lo posible es de 0,3 m/s, pudiendo ser menor en función a la calidad del agua. Las velocidades máximas en las conducciones son función del tipo de material.

- Túneles revestidos con concreto simple 3,0 m/s.
- Tubería de concreto centrifugador 3,5 m/s.
- Tubería de PVC 5,0 m/s.
- Fierro Fundido 5,0 m/s.
- Fierro Galvanizado 5,0 m/s.

La profundidad mínima será de 0,60 m y de 1,0 m en áreas de cultivo y cruce de caminos.

En el curso del trazado de la línea de aducción, se ubican válvulas de purga lodos, y en los puntos altos válvulas purgadoras de aire.

El uso de la tubería de fierro galvanizado se lo realiza en los lugares donde la tubería está sujeta a esfuerzos mecánicos, tales como pasos de quebrada.

La presión estática máxima admisible, en lo posible no debe ser mayor a 60 m.c.a., lo que se considero en el diseño de los diferentes sectores.

El cálculo hidráulico de la línea de aducción, se lo realizó aplicando la fórmula de Hazen – Williams.

$$J = \frac{1.21957 \cdot 10^{10} * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

- J= Pérdida de carga (m)
- Q= Caudal (l/s)
- L= Longitud de tramos de la tubería (m)
- C= Coeficiente de rugosidad de la tubería
- D= Diámetro de la tubería (mm.)

3.1.5. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA

Los tanques de almacenamiento son estructuras civiles destinadas al almacenamiento de agua. Tienen como función mantener un volumen adicional como reserva y garantizar las presiones de servicio en la red de distribución para satisfacer la demanda de agua.

3.1.5.1. TANQUE DE REGULACIÓN

Se utiliza tanque de regulación construido de hormigón ciclópeo, para determinar la capacidad de volumen se toma en cuenta lo siguiente:

- **Volumen de regulación.**

Regulación de las variaciones entre el gasto con que las fuentes alimentan al servicio y el gasto que se requerirá en cada instante. Se considera como volumen de regulación del 15 al 30 % del caudal máximo diario si el sistema es por gravedad.

- **Recomendaciones:**

- El paso directo (by-pass) se utilizara, en casos especiales, justificados analizando los caudales y presiones.
 - Las tuberías de rebose, se interconectarán con la tubería de rebose, para conducir las aguas a una descarga final alejada del tanque y para no comprometer la estructura, en una longitud mínima de 6 metros.
 - Se instalarán válvulas en:
 - La tubería de entrada al tanque
 - Las tuberías de salida del tanque
 - El tanque deberá contar con una entrada de inspección con su respectiva tapa sanitaria.
 - La abertura de acceso, estará ubicada próxima a la tubería de entrada, para permitir su aforo.
- **Dimensionamiento del tanque de regulación**

$$V = Q_{\max d} * Cr * 86400$$

Donde:

- V= Volumen (m³)
 - Qmaxd= Caudal máximo diario (l/s)
 - Cr= Coeficiente que varía entre 15 al 30 % del caudal máximo diario.
- **Tiempo de Vaciado de los Tanques**

Como no es conveniente que el tanque quede fuera de funcionamiento un largo período de tiempo, se recomienda que el tiempo requerido para vaciar el tanque no exceda de 4 horas.

$$t = \frac{2 * S * (h)^{0,5}}{m * w(2g)^{0,5}}$$

Donde:

- t = Tiempo de vaciado (s)
- S = Superficie del tanque (m)
- h = Carga sobre el desagüe (m)
- m = Coeficiente de contracción (0,6 0–0,65)
- w = Superficie del dispositivo de desagüe (m²)
- g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

$$w = \frac{\pi * D^2}{4}$$

- **Diámetro de la tubería de rebose y limpieza**

El diámetro de rebose y de limpieza del tanque deberá ser un diámetro comercial mayor al diámetro de la tubería de entrada al mismo.

- **Ventilación**

La distancia entre el espejo de agua y la los de tapa se toma 0.20 m. como mínimo.

3.1.6. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución es el conjunto de tuberías destinadas al suministro de agua potable al consumidor de forma constante, con presión apropiada, en cantidad suficiente y calidad adecuada para satisfacer sus necesidades domesticas.

- **Caudal de Diseño.**

La red distribución está calculada para un caudal máximo horario. La determinación de los caudales de consumo por cada tramo, se lo realizó de acuerdo al número de viviendas en los diferentes tramos.

El diseño de la red de tuberías principales debe considerar las distintas etapas del proyecto así como los caudales calculados para cada una de las mismas.

Para el cálculo de la red de distribución se debe considerar la zona actual y futura con sus densidades actuales y aquellas consideradas en los planes reguladores urbanos o establecidas por el proyectista sobre la base de información local.

▪ **Análisis Hidráulico.**

Para el análisis hidráulico de la red de distribución puede usarse el método redes abiertas.

La red está constituida por tuberías que forman ramificaciones a partir de una línea principal.

La red abierta puede aplicarse en poblaciones semidispersas y dispersas o cuando por razones topográficas o de conformación de la población no es posible un sistema cerrado.

▪ **Diámetros mínimos**

El diámetro mínimo en redes abiertas a utilizarse es 1” para la tubería principal, para redes abiertas y cerradas, en poblaciones menores a 2000 se utiliza diámetros de ¾” para ramales.

▪ **Velocidades**

La velocidad mínima en la red principal de distribución en ningún caso debe ser menor a 0,30 m/s para garantizar su auto limpieza.

Para poblaciones pequeñas, se aceptaran velocidades menores, solamente en ramales secundarios.

La velocidad máxima en la red de distribución no debe ser mayor a 2,00 m/s.

▪ **Presiones.**

Durante el periodo de la demanda máxima horaria, la presión dinámica mínima en cualquier punto de la red no debe ser menor a:

- Poblaciones iguales o menores a 2000 habitantes 5,00 m.c.a.
- Poblaciones entre 2001 y 10000 habitantes 10,00 m.c.a.

- Poblaciones mayores a 10000 habitantes 13,00 m.c.a.

3.1.7. TRATAMIENTO DE LAS AGUAS

Aquí se presenta los pasos a seguir para definir primero la necesidad de un tratamiento en función de los resultados de los análisis físico - químico y bacteriológico del agua, como resultado de la evaluación de los resultados de los análisis de agua y las normas de calidad de agua.

▪ Aspectos técnicos de la desinfección.

La desinfección es un proceso que permite la destrucción de los microorganismos patógenos que producen contaminación que se traducen en enfermedades y riesgos de salud. Por lo general las aguas que se suministran a los consumidores, en especial en el área rural está contaminada por el mismo hecho que no existe la protección sanitaria adecuada desde la fuente hasta la distribución. Por lo anterior se recomienda que todo sistema de abastecimiento de agua, incluya un clorador con el objeto de:

- Evitar la contaminación de la red por fallas o fugas.
- Proteger a la red del crecimiento de microorganismos debido a la presencia de nutrientes o materia orgánica en el agua.
- Tener una protección contra la contaminación causada por conexiones cruzadas.
- Neutralizar la contaminación generada por los cambios de presión o servicio discontinuo del sistema.
- Neutralizar la transmisión de enfermedades de origen hídrico en situaciones de emergencia sanitaria.

Los desinfectantes químicos comúnmente usados en la desinfección son los siguientes:

- El cloro gas (Cl_2) solo usado para grandes ciudades.
- Hipoclorito de sodio en solución (Na Cl) con 10% - 75%
- Hipoclorito de calcio en solución H.T.H. con 65% - 70%

Los dos últimos son aconsejables tanto para el área rural como para ciudades medianas.

La cantidad de cloro que se adiciona al agua debe calcularse y regularse de manera que el agua no llegue al usuario con excesivo gusto a cloro y produzca el rechazo a su consumo y por consiguiente a la cloración misma. La dosis de cloro a usarse debe regularse o graduar de tal modo que se detenga una cantidad de cloro residual equivalente a 0,2 o 0,5 gramos de cloro por metro cúbico de agua.

Según el reglamento de operación y mantenimiento para el tratamiento de sistemas de agua, se deben preparar soluciones con una concentración de 2 al 5%, y se las considera estables durante un tiempo de 10 días.

▪ **Diseño del Tratamiento**

Cálculo de la cantidad de cloro a utilizarse.

$$P = Q_{\max d} * D * N$$

Donde:

- P = Cantidad de cloro al 100% de concentración (mg.)
- Q_{maxd}= Caudal máximo diario(l/s)
- D = Dosificación utilizada (mg/l)
- N = Número de horas de funcionamiento del sistema (s)

Cálculo de la capacidad del hipoclorador.

$$V = P / C2$$

Donde:

- V = volumen del hipoclorador (l)
- P = Cantidad de cloro por día (g)
- C2= Dosificación del compuesto clorado (g/l)

CAPITULO IV

INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. CÁLCULO DE POBLACIÓN Y DOTACION DE AGUA

4.1.1. PERIODO DE DISEÑO

El presente sistema de agua, se proyectó a modo de atender las necesidades de las comunidades durante un determinado período. Tomando como referencia la norma NB 689 en la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, adoptando un tiempo de **20 años**, que es el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 % ya sea por la capacidad en la conducción del gasto deseado, o por la resistencia física de las instalaciones.

Los métodos y modelos matemáticos adoptados para determinar la población futura son los métodos recomendados de acuerdo a las formulas de la norma.

4.1.2. CÁLCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA

La población afectada son todos los habitantes de la zona del proyecto ya que los mismos se ven afligidos por la falta de estos servicios y la población objetivos son todas las familias tanto de Santa Rosa Zona Sur como de Santa Rosa Puesto Viejo que no cuentan con este servicio.

Según el censo realizado por la postulante, la comunidad de Puesto Viejo cuenta con 21 familias que necesitan el servicio de agua potable, teniendo cada familia como promedio 5 miembros. Así mismo la comunidad de Santa Rosa cuenta con 26 familias que necesitan la ampliación del sistema de agua potable y letrinas húmedas.

El índice de crecimiento anual adoptado para el presente proyecto es de 4.62% obtenido del Plan de Desarrollo Municipal de Caraparí.

▪ Datos

- $P_a = 105$ habitantes.
- $t = 20$ años
- $i = 4.62$ %

- **Método Aritmético.**

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{i * t}{100} \right)$$

$$P_f = 105 * \left(1 + \frac{4.62 * 20}{100} \right)$$

$$P_f = 202.02 \text{ habitantes}$$

- **Método Geométrico.**

$$P_f = P_a * \left(1 + \frac{i}{100} \right)^t$$

$$P_f = 105 * \left(1 + \frac{4.62}{100} \right)^{20}$$

$$P_f = 259.11 \text{ habitantes}$$

- **Método Wappaus.**

$$P_f = P_a * \left(\frac{200 + i * t}{200 - i * t} \right)$$

$$P_f = 105 * \left(\frac{200 + 4.62 * 20}{200 - 4.62 * 20} \right)$$

$$P_f = 285.33 \text{ habitantes}$$

Como los valores de los tres métodos son parecidos se saca el promedio, con los tres métodos utilizados se tiene que la población futura es:

$$P_f = \frac{202.02 + 259.11 + 285.33}{3} = 248.82 \text{ habitantes}$$

$$P_f = 249 \text{ habitantes}$$

4.1.3. DOTACIÓN MEDIA DIARIA

La dotación media diaria por habitante es la media de los consumos registrados durante un año. Para determinar las dotaciones se deben considerar los siguientes factores fundamentales:

- Nivel socioeconómico de la población.
- Clima del lugar.
- Pérdidas en el sistema
- Sistema medido o Irrestringido

El primer factor es importante, puesto que las necesidades de las familias están condicionadas por su capacidad económica. Por lo que los consumos en los sectores de nivel económico elevado son mayores.

Respecto al factor clima, su influencia se refleja en los grandes consumos registrados en las poblaciones con clima cálido y seco, en relación con los templados y fríos.

La dotación media diaria según la Norma Boliviana, recomendada para el diseño de sistemas de agua potable con conexiones domiciliarias y para poblaciones menores a 5000 habitantes es como se indica en el cuadro 2.13 del capítulo II del presente proyecto.

Por la poca disponibilidad de agua, en las fuentes de los sectores a ser beneficiados, se adoptara una dotación media diaria de manera de aprovechar todo el potencial de la fuente de agua.

La dotación media para nuestro proyecto será de **90 l/hab/día**.

4.1.4. DOTACIÓN FUTURA

Como se dijo anteriormente debido a la poca disponibilidad de agua en las diferentes fuentes de agua, la dotación futura dependerá de la capacidad de la fuente de agua, para ello se aprovechara todo el potencial de las fuentes de agua.

La dotación futura se puede estimar aplicando la siguiente fórmula de crecimiento geométrico.

$$D_f = D_i * \left(1 + \frac{d}{100}\right)^n$$

▪ **Datos:**

- $D_i = 90$ l/hab/d
- $d =$ Variación anual de la dotación 2 %
- $n =$ Número de años de estudio 20

La variación anual de la dotación según la norma NB 689 está comprendida entre el 0,5% y el 2%, en el presente proyecto adoptamos un incremento anual del 2%. El período de diseño del sistema de agua es de 20 años, además se establece una dotación inicial de 90 l/hab/día, con estos datos conocidos determinamos dotación futura:

$$D_f = 90 * \left(1 + \frac{2}{100}\right)^{20}$$

$$D_f = 133.74 \text{ litros/hab/día}$$

4.2. CAUDALES DE DISEÑO

4.2.1. CONSUMO MEDIO DIARIO

Es el consumo durante las 24 horas de un día, obteniendo un promedio de los consumos diarios en el período de un año, éste consumo se lo obtiene por medio de la siguiente fórmula:

$$Q_m = \frac{P_f * D_f}{86400}$$

▪ **Datos.**

- $P_f = 249$ habitantes
- $D_f = 133.74$ l/hab./d

$$Q_m = \frac{249 * 133.74}{86\ 400}$$

$$Q_m = 0.39 \text{ l/s}$$

4.2.2. CONSUMO MÁXIMO DIARIO

Es el consumo que se produce en el día de mayor demanda, durante un año y se determina multiplicando el consumo medio diario por el coeficiente de variación diaria, cuyo valor recomendado según norma es variable entre 1,2 a 1,5 según las características de la población, el valor utilizado en el presente proyecto es de **1,5**.

$$Q_{maxd} = Q_m * K1$$

a) Datos.

$$Q_m = 0.39 \text{ l/s}$$

K_1 = Coeficiente de variación diaria 1,5

K_1 = Coeficiente de variación diaria y este valor oscila entre 1.2 y 1.5 nosotros daremos un valor de 1.5 para darle seguridad a nuestra captación.

$$K1 = \frac{\text{Consumo máximo diario observado en 1 año}}{\text{Consumo medio diario observado en 1 año}} \geq 1$$

$$1.2 \leq K1 \leq 1.5 \quad \Rightarrow \quad K1 = 1.5$$

$$Q_{máx d} = 1.5 * 0.39$$

$$Q_{máx d} = 0.578 \text{ l/s}$$

4.2.3. CONSUMO MÁXIMO HORARIO

El consumo máximo horario se determinó multiplicando el consumo máximo diario por el coeficiente que puede variar entre 2.0 a 2.2 de variación de horaria cuyos valores recomendados por norma están en función al número de habitantes. El valor utilizado en el presente proyecto es de 2.2.

$$Q_{max\ hor} = Q_{max\ d} * K2$$

b) Datos.

$$Q_m = 0.578 \text{ l/s}$$

K_1 = Coeficiente de variación diaria 2

$$K2 = \frac{\text{Consumo máximo horario observado en 1 día}}{\text{Consumo medio horario observado en 1 día}}$$

La norma boliviana nos relaciona el tamaño de la población y los valores de K_2 . De acuerdo al cuadro 2.14.

Como se tiene una población menor a 2000 entonces adoptaremos para mayor seguridad un valor de $K_2 = 2.20$.

$$Q_{máxh} = 2.2 * 0.578 = 678.754$$

$$Q_{máxh} = 1.27 \text{ l/s}$$

4.3. DISEÑO DE LA OBRA DE TOMA

4.3.1. ALTERNATIVA ESTUDIADA

La alternativa contempla una obra de captación con galería filtrante, debido a que en época de estiaje el tirante de agua baja considerablemente, el objetivo de esta obra de toma es interceptar el flujo natural del agua sub-superficial para que ingrese por gravedad al interior de la estructura y sea conducida hacia una cámara recolectora en una de las márgenes de la quebrada. Por estos motivos esta es la alternativa elegida.

Para optimizar el caudal proveniente del lecho del río se construirá un azud por encima de la galería, de este modo el agua se estancara y se podrá aprovechar el caudal proveniente del río.

El caudal necesario para el buen funcionamiento hidráulico del sistema con la caracterización de auto limpieza del mismo está garantizado con este tipo de

planteamiento de las estructuras las cuales funcionarán correctamente hasta en épocas de caudales mínimos que se presentan naturalmente en la fuente de agua superficial.

4.3.2. AFORO DE CAUDALES

Después de realizar aforos en el cauce que será la fuente de abastecimiento, en los Anexos se encuentra una tabla con los aforos registrados.

El caudal mínimo que debe captar la obra de toma debe ser igual al caudal máximo diario, por lo que el caudal aforado en época de estiaje donde se emplazara la galería filtrante debe ser mayor al caudal máximo diario.

Cuadro 4.1 RESUMEN DE CAUDALES

| Caudal medido Q aforado (l/s) | Caudal de diseño Q máxd (l/s) |
|--|--|
| 0.642 | 0.578 |

Fuente: *ELABORACION PROPIA*

4.3.3. DISEÑO DE LA OBRA DE CAPTACIÓN MEDIANTE GALERÍA FILTRANTE

La galería filtrante está diseñado de tal modo que permita captar al menos el doble del caudal de diseño, debiendo tener la fuente características químicas aceptables.

El material filtrante debe estar dispuesto de tal manera que las líneas de flujo sean perpendiculares al mismo y dispuestas en capas, con granulometría tal que aseguren una adecuada permeabilidad y estabilidad.

Se utilizara una galería filtrante tipo túnel, en las paredes y cúpula de la bóveda, se deben disponer orificios o barbacanas de 2.00 cm a 5.00 cm construidos cada 15 cm a 25 cm de separación entre ellas.

Todos los drenes o barbacanas, deben estar por debajo del nivel freático mínimo, siendo este el correspondiente a un período de estiaje.

- **Cálculo de longitud necesaria de la galería**

Datos.

Caudal de diseño Q_d (lt/s) = 0.578 l/s

Coefficiente de permeabilidad k (m/seg) = 0.008680 m/seg

Gradiente Hidráulica i (m/m) = 0.02 m/m

Espesor promedio del acuífero = 0.8 m

Caudal Unitario

El máximo caudal unitario que se puede extraer del acuífero, es el caudal que escurre por el acuífero y viene dada por la siguiente expresión:

$$Q_u = K * i * A$$

$$Q_u = 0.008680 * 0.02 * 0.8$$

$$Q_u = 0.00013888 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$$

Longitud de la Galería

$$L = \frac{Q_d}{Q_u}$$

$$L = \frac{0.578}{0.00013888}$$

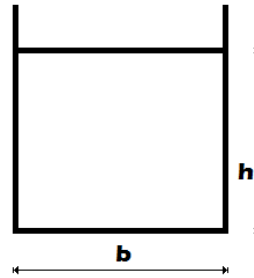
$$L = 4.248 \text{ m}$$

Asumimos L=10 m.

- **Cálculo de la sección de la galería**

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{2/3} * \sqrt{S}$$

- $Q = 0.578$
- $n = 0.03$
- $S = 0.02$
- $b = 2h$
- $P = 4h$
- $A = 2h^2$
- $R = 0.5h$



Iterando:

$$h = 0.04 \text{ m.}$$

$$b = 0.08 \text{ m.}$$

Con fines de operación y mantenimiento se asume una sección de:

$$h = 1.00 \text{ m.}$$

$$b = 0.80 \text{ m.}$$

▪ **Cálculo del área abierta por unidad de longitud (A)**

$$C_c = \text{coeficiente de contracción} = 0.55$$

$$V_e = \text{Velocidad de entrada a las barbacanas (m/s)} = 0.075$$

$$A = \frac{Q_u}{V_e * C_c}$$

$$A = \frac{0.00013888}{0.075 * 0.55}$$

$$A = 0.00336679 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$A = 33.6679 \text{ cm}^2/\text{m}$$

▪ **Cálculo del Tamaño y número de perforaciones**

Las dimensiones de las perforaciones dependen de las características del forro que sirve de filtro.

$$\frac{D85 \text{ (GRAVA)}}{\emptyset \text{ de perforaciones}} \geq 2$$

Donde:

$$\text{➤ } D85 = 2'' = 5.08 \text{ cm.}$$

$$\text{➤ } \emptyset \text{ de perforaciones} = 1'' = 2.54 \text{ cm.}$$

$$\frac{D85 \text{ (GRAVA)}}{\emptyset \text{ de perforaciones}} = \frac{5.08}{2.54} = 2 \text{ ok}$$

$$\text{Area } \emptyset \text{ de perforaciones} = \frac{\pi * \emptyset^2}{4}$$

$$\text{Area } \emptyset \text{ de perforaciones} = 5.067 \text{ cm}^2$$

- **Nro. de perforaciones**

$$\frac{\text{Area abierta}}{\text{Area } \emptyset \text{ de perforaciones}} = 6.644 \text{ perf./ metro lineal}$$

$$\text{Asumimos} = 12 \text{ perf./metro lineal}$$

- **Diseño del filtro**

Por recomendaciones realizadas por el Manual de Diseño y Construcción de Galerías de Infiltración se asume los siguientes espesores de capas de forro filtrante.

$$\text{Piedra manzana (Pm)} = 30.00 \text{ cm}$$

$$\text{Grava (Gr)} = 20.00 \text{ cm}$$

4.3.3.1. DISEÑO DEL AZUD

- **Caculo de la profundidad de socavación**

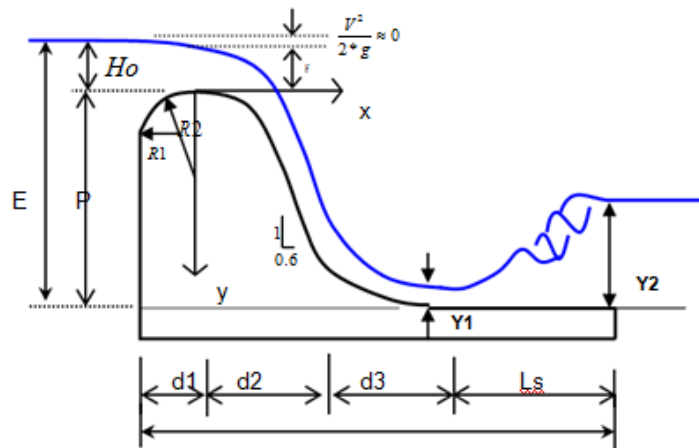
Para su cálculo se utiliza la formula de Lacey:

$$D_s = 1.35 * \left(\frac{q^2}{f} \right)^{1/3}$$

Teniendo los siguientes datos:

- $Q = 15.00 \text{ [m}^3/\text{s]}$ Caudal máximo
- $B = 6.00 \text{ [m]}$ Ancho del río para el cálculo del vertedero
- $f = \text{roca [adim]}$ factor de Lacey
- $P = 2.00 \text{ [m]}$ Parante del vertedero
- $q = 2.50 \text{ [m}^3/\text{s} \cdot \text{ml]}$ Caudal unitario del río

▪ **Características del vertedero:**



▪ **Cálculo de H_o (carga sobre la cresta del azud)**

Si:

$$H_o = 1.33 * Y_c$$

Donde:

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

$$Y_c = 0.860472516 \text{ m.}$$

Por tanto:

$$H_o = 1.144428446 \text{ m.}$$

Coeficiente de Descarga para crestas de cimacio (C).

Se determinara con las siguientes expresiones:

$$\frac{P}{H_o} = 1.7476$$

| Formula | Expresión | Condición: |
|---------|--|----------------------------------|
| 1 | $C = -2.025 * \left(\frac{P}{H_o}\right)^2 + 1.8 * \left(\frac{P}{H_o}\right) + 1.704$ | $0 \leq \frac{P}{H_o} < 0.50$ |
| 2 | $C = -0.034 * \left(\frac{P}{H_o}\right)^2 + 0.145 * \left(\frac{P}{H_o}\right) + 2.031$ | $0.60 \leq \frac{P}{H_o} < 2.50$ |
| 3 | $C = 2.18$ | $\frac{P}{H_o} \geq 2.50$ |

Aplicamos la formula N°2:

$$C = 2.18056.$$

Verificación del caudal:

$$Q = C * B * H_o^{3/2}$$

Entonces:

$$Q = 16.017 \text{ m}^3/\text{s}$$

Es mayor que 15 m³/s

▪ **Calculo de las dimensiones del vertedero**

$$H_o = 1.1444 \text{ (m)} \quad \left\{ \begin{array}{l} R1 = 0.20 * H_o \text{ (m)} \\ R2 = 0.50 * H_o \text{ (m)} \\ d1 = 0.282 * H_o \text{ (m)} \end{array} \right. \Rightarrow \begin{array}{l} R1 = 0,2289 \text{ (m)} \\ R2 = 0,5722 \text{ (m)} \\ d1 = 0,3227 \text{ (m)} \end{array}$$

El diseño de la estabilidad del azud se encuentra en los anexos del presente proyecto.

4.4. CALCULO DEL TANQUE DE REGULACIÓN

Según la norma boliviana, debe ser el volumen mayor que resulte de las consideraciones siguientes:

- Volumen de regulación
- Volumen contra incendios
- Volumen de reserva

Se utiliza tanque de regulación construido de hormigón ciclópeo, para determinar la capacidad de volumen se toma en cuenta lo siguiente.

- **Volumen de regulación**

Puede ser realizado de dos maneras:

- Curvas de consumo (No es el caso)
- Coeficientes empíricos, el volumen del tanque de regulación debe estar entre 15% a 30% del consumo máximo diario.

Se utiliza la siguiente expresión:

$$V_r = C * Q_{\max} * t_r$$

Datos

- C_r = Coeficiente de regulación 30%
- Q_{\max} = Es el caudal máximo diario 0.58 l/s
- t_r = 1 día igual a 86400 segundos

$$V_r = 0.30 * 0.0058 * 864000 = 14.97 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del tanque} = 15 \text{ m}^3$$

El volumen del tanque de almacenamiento que se determino para el sistema de agua potable Puesto Viejo es de 15.00 m³.

▪ Tiempo de vaciado del tanque

Como no es conveniente que el tanque quede fuera de funcionamiento un largo período de tiempo, se recomienda que el tiempo requerido para vaciar el tanque no exceda de 4 horas.

$$t = \frac{2 * S * (h)^{0,5}}{m * w(2g)^{0,5}}$$

Datos

- S= Superficie del tanque 7.84 m²
- h = Carga sobre el desagüe 1.7 m.
- m = Coeficiente de contracción 0,60
- D_{tub} = Diametro de la tubería 2.5 pulg.
- g = Aceleración de la gravedad 9,81 m/s²

$$w = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$w = \frac{\pi * 0.0635^2}{4}$$

$$w = 0.00316692 \text{ m}^2$$

$$t = \frac{2 * 7.84 * 1.7^{0.5}}{0.60 * 0.00316692 * (2 * 9.81)^2}$$

$$t = 2429.03 \text{ segundos}$$

$$t = 0.67 \text{ horas} < 4 \text{ horas} \rightarrow OK$$

4.5. DISEÑO DEL TRATAMIENTO DE AGUA

De acuerdo lo mencionado anteriormente, el producto que se utilizará para la desinfección del agua es el hipoclorito de calcio al 65 % de concentración, para el proyecto la cantidad de cloro residual será de 0,5 miligramos por metro cúbico de

agua, así mismo la solución clorada tendrá una concentración del 5 % y se la considera estable durante un tiempo de 10 días.

Los datos son los siguientes:

- Caudal máximo diario para el año 2.028 será:
- $Q_{\max d} = 0.578 \text{ l/s}$
- Dosificación utilizada = $D = 0,5 \text{ mg/l}$
- Concentración del compuesto clorado = $C1 = 65\%$
- Concentración de la solución a preparar = $C2 = 5\% = 5 \text{ mg/l}$
- Número de horas de funcionamiento del sistema = $N = 24 \text{ h} = 86.400 \text{ s}$

▪ **Cálculo de la cantidad de cloro a utilizarse**

$$P = Q_{\max d} * D * N$$

Datos.

P = Cantidad de cloro al 100% de concentración mg

$Q_{\max.d}$ = Caudal máximo diario = 0.578 l/s

D = Dosificación utilizada = $0,5 \text{ mg/l}$

N = Número de horas de funcionamiento del sistema = 86.400 s

Remplazando datos:

$$P = 0.578 * 0.5 * 86400$$

$$P = 24969.60 \text{ mg}$$

Cantidad de cloro por día al 65%

$$P = 0.578 * 0.5 * 86400$$

$$P = 24969.60 \text{ mg}$$

$$P/C1 = \frac{24969.60}{65}$$

$$P = 384.14 \text{ mg}$$

- **Cálculo de la capacidad del hipoclorador.**

$$V = P/C2$$

Datos.

P = Cantidad de cloro por día = 384.14 mg

C2= Dosificación del compuesto clorado = 5 mg/l

$$V = \frac{384.14}{5}$$

$$V = 76 \text{ litros}$$

4.6. DISEÑO DE LA LINEA DE ADUCCION

La capacidad de la aducción en el punto de entrega, es igual a la requerida para satisfacer el consumo máximo diario, pero como este es mínimo se utilizara para el diseño un caudal mínimo de acuerdo a los reglamentos de 0.15 l/s. En los demás sectores no se utiliza almacenamiento solo la caja colectora por tanto el caudal de diseño sería el máximo horario, pero como este es menor que 0.15 l/s, se ha considerado este para el diseño.

En las tuberías de aducción la velocidad mínima en lo posible es de 0,6 m/s, pudiendo ser menor en función a la calidad del agua. Las velocidades máximas en las conducciones son función del tipo de material.

- Túneles revestidos con concreto simple 3,0 m/s.
- Tubería de concreto centrifugador 3,5 m/s.
- Tubería de PVC 5,0 m/s.
- Fierro Fundido 5,0 m/s.
- Fierro Galvanizado 5,0 m/s.

La profundidad mínima será de 0,60 m y de 0,8 m en áreas de cultivo y cruce de caminos.

En el curso del trazado de la línea de aducción, se ubican válvulas de purga lodos, y en los puntos altos válvulas purgadoras de aire.

El uso de la tubería de fierro galvanizado se lo realiza en los lugares donde la tubería está sujeta a esfuerzos mecánicos, tales como pasos de quebrada.

La presión estática máxima admisible, en lo posible no debe ser mayor a 60 m.c.a., lo que se consideró en el diseño de los diferentes sectores.

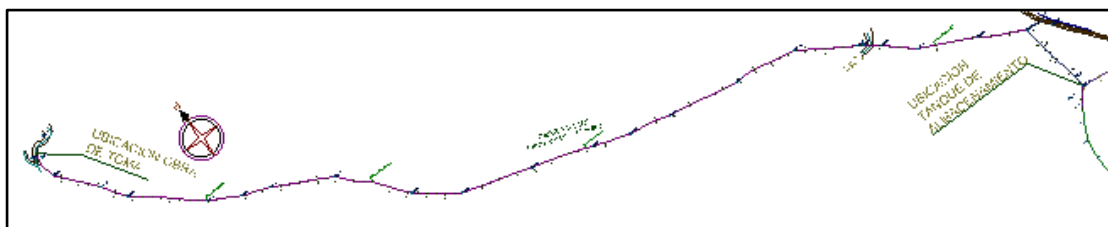
El cálculo hidráulico de la línea de aducción, se lo realizó aplicando la fórmula de Hazen – Williams.

$$J = \frac{1.21957 \cdot 10^{10} * Q^{1.85} * L}{C^{1.85} * D^{4.87}}$$

Donde:

- J= Pérdida de carga (m)
- Q= Caudal (l/s)
- L= Longitud de tramos de la tubería (m)
- C= Coeficiente de rugosidad de la tubería
- D= Diámetro de la tubería (mm.)

Figura 3.1 ESQUEMA DE LA LINEA DE ADUCCION



Fuente: *ELABORACION PROPIA*

Nota: el plano a detalle se encuentra en la parte de anexos sección planos.

4.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDRÁULICA

Viscosidad del fluido: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Nº de Reynolds de transición: 2500.00

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

4.6.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

Tubería metálica - Rugosidad: 0.00250 mm

| Descripción | Diámetros mm |
|-------------|-----------------|
| D1 1/2" | 38.1 |

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

4.6.3. FORMULACIÓN

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f * \frac{8 * L * Q^2}{\pi^2 * 2 * g * D^5}$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu}$$

$$fl = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 * \log \left(\frac{k}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * (ft)^{1/2}} \right)$$

Donde:

- h es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f es el factor de fricción
- L es la longitud resistente en m
- Q es el caudal en m³/s

- g es la aceleración de la gravedad
- D es el diámetro de la conducción en m
- Re es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v es la velocidad del fluido en m/s
- ν_s es la viscosidad cinemática del fluido en m^2/s
- f_l es el factor de fricción en régimen laminar ($Re < 2500.0$)
- f_t es el factor de fricción en régimen turbulento ($Re \geq 2500.0$)
- k es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando f_l o f_t según sea necesario para calcular la caída de presión.

Se utiliza como umbral de turbulencia un N° de Reynolds igual a 2500.

4.6.4. RESULTADOS

Listado de tramos

A continuación presentamos un resumen del diseño de la Aducción.

Cuadro 4.2. RESUMEN DEL DISEÑO DE LA ADUCCION

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL l/s | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|---------|--------------|-----------|------------|-----------------|-----------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| TO-Pi | 20.003 | 20.003 | 0.59 | 11/2 | 0.51575 |
| P1-P2 | 20.017 | 40.020 | 0.59 | 11/2 | 0.51575 |
| P2-P3 | 20.012 | 60.032 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P3-P4 | 20.000 | 80.032 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P4-PS | 20.000 | 100.032 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P5-P6 | 20.005 | 120.038 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P6-P7 | 20.000 | 140.038 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P7-P8 | 20.027 | 160.065 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P8-P9 | 20.011 | 180.077 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P9-PIO | 20.008 | 200.084 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P1o-Ph | 20.395 | 220.479 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P11-P12 | 20.001 | 240.479 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P12-P13 | 11.960 | 252.440 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P13-P14 | 8.216 | 260.656 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P14-P15 | 20.007 | 280.663 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P15-P16 | 20.033 | 300.696 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P16-P17 | 20.020 | 320.717 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P17-P18 | 20.023 | 340.740 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P18-P19 | 20.022 | 360.762 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |

| | | | | | |
|---------|--------|----------|------|-------|---------|
| P19-P20 | 20.052 | 380813 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P20-P21 | 14.613 | 395426 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P21-P22 | 5.428 | 400 855 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P22-P23 | 20.089 | 420 944 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P23-P24 | 20.012 | 440 956 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P24-P25 | 20.116 | 461 072 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P25-P26 | 20.015 | 481 087 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P26-P27 | 20.019 | 501.106 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P27-P28 | 20.050 | 521.156 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P28-P29 | 20.105 | 541.261 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P29-P30 | 20.000 | 561.261 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P30-P31 | 20.004 | 581.265 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P31-P32 | 20.029 | 601.295 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P32-P33 | 20.001 | 621.296 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P33-P34 | 20.024 | 641.320 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P34-P35 | 20.046 | 661.366 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P35-P36 | 20.317 | 681.683 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P36-P37 | 20.554 | 702.237 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P37-P38 | 20.017 | 722.254 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P38-P39 | 20.010 | 742.264 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P39-P40 | 20.032 | 762.296 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P40-P41 | 20.004 | 782.300 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P41-P42 | 20.011 | 802.311 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P42-P43 | 20.016 | 822.328 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P43-P44 | 20.007 | 842.334 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P44-P45 | 20.014 | 862.348 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P45-P46 | 20.010 | 882.358 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P46-P47 | 20.008 | 902.366 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P47-P48 | 20.035 | 922.401 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P48-P49 | 22.092 | 944.492 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P49-P50 | 20.036 | 964.528 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P50-Psi | 17.979 | 982.508 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P51-P52 | 9.294 | 991.802 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P52-P53 | 10.798 | 1002.599 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P53-P54 | 20.010 | 1022.609 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P54-P55 | 20.039 | 1042.648 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P55-P56 | 20.002 | 1062.650 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P56-P57 | 20.005 | 1082.655 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P57-P58 | 20.001 | 1102.656 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P58-P59 | 20.004 | 1122.660 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P59-P60 | 20.493 | 1143.153 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P60-P61 | 20.807 | 1163.960 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P61-P62 | 20.598 | 1184.558 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P62-P63 | 20.654 | 1205.212 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |
| P63-P64 | 5.047 | 1210.259 | 0.59 | 1 1/2 | 0.51575 |

4.6.5. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

Agua potable

| Descripción | Longitud m |
|-------------|---------------|
| D1 1/2" | 1210.259 |

Se emplea un coeficiente de mayoración en las longitudes del 20.0 % para simular en el cálculo las pérdidas en elementos especiales no tenidos en cuenta en el diseño.

4.7. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución es el conjunto de tuberías destinadas al suministro de agua potable al consumidor.

Caudal de Diseño. La red distribución está calculada para un caudal máximo horario. La determinación de los caudales de consumo por cada tramo, se lo realizó de acuerdo al número de viviendas en los diferentes tramos.

Análisis Hidráulico. Para el análisis hidráulico de la red de distribución puede usarse el método redes abiertas.

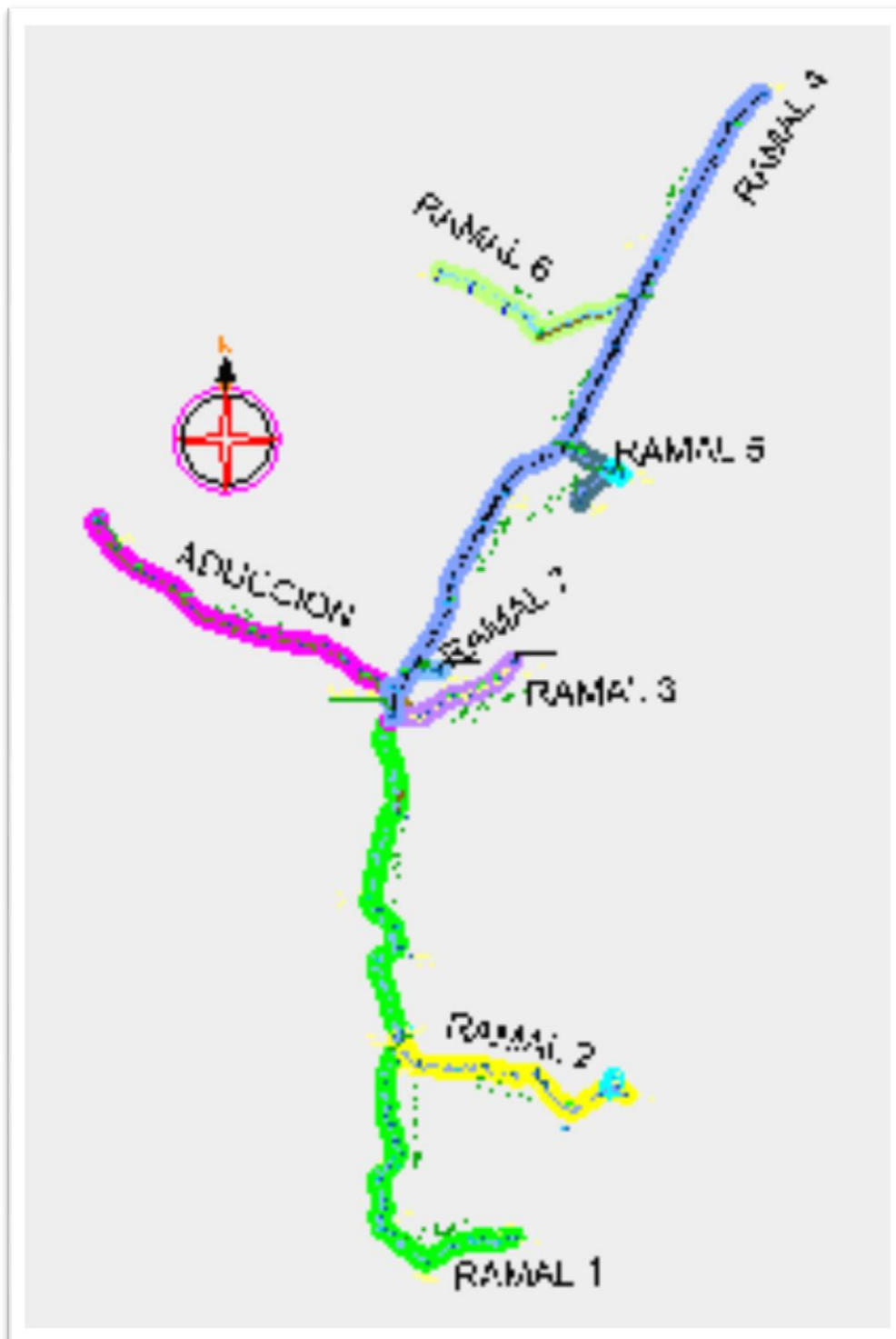
Se utiliza un caudal mínimo de 0,15 l/s para el análisis de los ramales dado el hecho de que la red es un sistema dinámico.

Diámetros mínimos. El diámetro mínimo a utilizarse es 1" para redes abiertas y cerradas, en casos especiales se utiliza diámetros de ¾". (Terminales).

Velocidades. La velocidad máxima está, en función del material de la tubería. No existen puntos muertos en la red, terminando necesariamente en válvulas de limpieza o piletas.

Presiones. Durante el período de la demanda máxima horaria, la presión dinámica menor es de 5 m.c.a. en cualquier parte de la red. El proyectista justifica la solución adoptada.

Figura 3.2 ESQUEMA DE LA RED DE DISTRIBUCION



Fuente: ELABORACION PROPIA

Nota: el plano a detalle de cada ramal se encuentra en la parte de anexos sección planos.

4.7.1. DESCRIPCIÓN DE LA RED HIDRÁULICA

Viscosidad del fluido: $1.15000000 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Nº de Reynolds de transición: 2500.00

La velocidad de la instalación deberá quedar por encima del mínimo establecido, para evitar sedimentación, incrustaciones y estancamiento, y por debajo del máximo, para que no se produzca erosión.

4.7.2. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Los materiales utilizados para esta instalación son:

Tubería Metálica - Rugosidad: 0.00250 mm

| Descripción | Diámetros mm |
|-------------|-----------------|
| D1 1/2" | 38.10 |
| D1" | 25.40 |
| D3/4" | 19.05 |

El diámetro a utilizar se calculará de forma que la velocidad en la conducción no exceda la velocidad máxima y supere la velocidad mínima establecidas para el cálculo.

4.7.3. FORMULACIÓN

La formulación utilizada se basa en la fórmula de Darcy y el factor de fricción según Colebrook-White:

$$h = f * \frac{8 * L * Q^2}{\pi^2 * 2 * g * D^5}$$

$$Re = \frac{v * D}{\nu}$$

$$fl = \frac{64}{Re}$$

$$\frac{1}{(ft)^{1/2}} = -2 * \log \left(\frac{k}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * (ft)^{1/2}} \right)$$

Donde:

- h ; es la pérdida de altura de presión en m.c.a.
- f ; es el factor de fricción
- L ; es la longitud resistente en m
- Q ; es el caudal en m^3/s
- g ; es la aceleración de la gravedad
- D ; es el diámetro de la conducción en m
- Re ; es el número de Reynolds, que determina el grado de turbulencia en el flujo
- v ; es la velocidad del fluido en m/s
- ν_s ; es la viscosidad cinemática del fluido en m^2/s
- f_l ; es el factor de fricción en régimen laminar ($Re < 2500.0$)
- f_t ; es el factor de fricción en régimen turbulento ($Re \geq 2500.0$)
- k ; es la rugosidad absoluta de la conducción en m

En cada conducción se determina el factor de fricción en función del régimen del fluido en dicha conducción, adoptando f_l o f_t según sea necesario para calcular la caída de presión.

Se utiliza como umbral de turbulencia un N° de Reynolds igual a 2500.

4.7.4. RESULTADOS

Listado de tramos

A continuación presentamos tablas resumen del diseño de la red de distribución, que presenta 7 ramales:

Cuadro4.3. RESUMEN RAMAL 1

| TRAMO | LONGITUD(m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|----------------|-------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| T-P65 | 20.080 | 20.080 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P65-P66 | 20.271 | 40.351 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P66-P67 | 20.014 | 60.365 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P67-P68 | 20.008 | 80.373 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P68-P69 | 20.004 | 100.377 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P69-P70 | 20.007 | 120.384 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |

| | | | | | |
|------------------|--------|----------|------|------|---------|
| P70-P71 | 20.012 | 140.396 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P71-P72 | 20.018 | 160.414 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P72-P73 | 8.077 | 168.492 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P73-P74 | 12.047 | 180.539 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P74-P75 | 20.007 | 200.545 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P75-P76 | 20.009 | 220.554 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P76-P77 | 20.006 | 240.560 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P77-P78 | 20.002 | 260.562 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P78-P79 | 20.037 | 280.599 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P79-P80 | 16.947 | 297.545 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P80-P81 | 3.105 | 300.650 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P81-P82 | 20.108 | 320.759 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P82-P83 | 20.012 | 340.771 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P83-P84 | 20.122 | 360.893 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P84-P85 | 8.329 | 369.222 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P85-P86 | 12.039 | 381.262 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P86-P87 | 20.088 | 401.350 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P87-P88 | 20.057 | 421.407 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P88-P89 | 20.045 | 441.451 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P89-P90 | 20.027 | 461.479 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P90-P91 | 20.043 | 481.521 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P91-P92 | 24.844 | 506.365 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P92-P93 | 15.266 | 521.631 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P93-P94 | 20.000 | 541.631 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P94-P95 | 20.000 | 561.631 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P95-P96 | 20.001 | 581.632 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P96-P97 | 20.001 | 601.633 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P97-P98 | 15.146 | 616.778 | 0.73 | 11/2 | 0.64205 |
| P98-P99 | 4.856 | 621.634 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P99-P100 | 20.004 | 641.638 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P100-P101 | 20.014 | 661.652 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P101-P102 | 20.017 | 681.669 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P102-P103 | 12.543 | 694.212 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P103-P104 | 7.474 | 701.686 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P104-P105 | 20.031 | 721.717 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P105-P106 | 20.061 | 741.778 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P106-P107 | 20.060 | 761.839 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P107-P108 | 20.050 | 781.889 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P108-P109 | 20.174 | 802.063 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P109-P110 | 4.558 | 806.622 | 0.67 | 11/2 | 0.58855 |
| P110-P111 | 15.517 | 822.139 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P111-P112 | 20.295 | 842.434 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P112-P113 | 10.887 | 853.321 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P113-P114 | 9.472 | 862.794 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P114-P115 | 20.004 | 882.798 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P115-P116 | 20.281 | 903.078 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P116-P117 | 20.012 | 923.090 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P117-P118 | 20.013 | 943.103 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P118-P119 | 20.038 | 963.141 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P119-P120 | 20.025 | 983.165 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P120-P121 | 20.034 | 1003.199 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P121-P122 | 20.018 | 1023.217 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P122-P123 | 20.010 | 1043.227 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P123-P124 | 20.006 | 1063.233 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|------|---------|
| P124-P125 | 20.001 | 1083.234 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P125-P126 | 20.000 | 1103.234 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P126-P127 | 20.026 | 1123.259 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P127-P128 | 16.969 | 1140.228 | 0.61 | 11/2 | 0.53504 |
| P128-P129 | 3.032 | 1143.260 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P129-P130 | 20.044 | 1163.304 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P130-P131 | 20.002 | 1183.307 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P131-P132 | 20.001 | 1203.308 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P132-P133 | 5.916 | 1209.224 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P133-P134 | 14.084 | 1223.308 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P134-P135 | 20.002 | 1243.310 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P135-P136 | 20.003 | 1263.313 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P136-P137 | 20.005 | 1283.318 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P137-P138 | 20.005 | 1303.324 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P138-P139 | 20.001 | 1323.324 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P139-P140 | 20.000 | 1343.324 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P140-P141 | 16.587 | 1359.912 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P141-P142 | 40.001 | 1399.912 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P142-P143 | 3.415 | 1403.327 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P143-P144 | 20.000 | 1423.327 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P144-P145 | 20.010 | 1443.337 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P145-P146 | 20.208 | 1463.545 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P146-P147 | 20.129 | 1483.674 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P147-P148 | 20.027 | 1503.702 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P148-P149 | 20.077 | 1523.779 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P149-P150 | 19.618 | 1543.397 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P150-P151 | 30.007 | 1573.404 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P151-P152 | 10.449 | 1583.852 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P152-P153 | 19.010 | 1602.862 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P153-P154 | 22.032 | 1624.894 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P154-P155 | 20.364 | 1645.258 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P155-P156 | 20.573 | 1665.831 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P156-P157 | 17.674 | 1683.506 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P157-P158 | 3.619 | 1687.124 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P158-P159 | 7.684 | 1694.808 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P159-P160 | 20.000 | 1714.808 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P160-P161 | 3.256 | 1718.064 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P161-P162 | 9.890 | 1727.954 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P162-P163 | 7.532 | 1735.486 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P163-P164 | 12.593 | 1748.080 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P164-P165 | 8.877 | 1756.957 | 0.24 | 1 | 0.48154 |
| P165-P166 | 11.165 | 1768.122 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P166-P167 | 7.039 | 1775.162 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P167-P168 | 13.025 | 1788.187 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P168-P169 | 7.875 | 1796.062 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P169-P170 | 12.195 | 1808.258 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P170-P171 | 20.011 | 1828.269 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P171-P172 | 20.185 | 1848.454 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P172-P173 | 20.058 | 1868.512 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P173-P174 | 20.027 | 1888.540 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P174-P175 | 20.033 | 1908.572 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P175-P176 | 20.048 | 1928.621 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P176-P177 | 20.067 | 1948.687 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P177-P178 | 10.775 | 1959.463 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |

| | | | | | |
|------------------|--------|----------|------|-----|---------|
| P178-P179 | 8.035 | 1967.498 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P179-P180 | 1.270 | 1968.768 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P180-P181 | 20.017 | 1988.785 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P181-P182 | 20.004 | 2008.789 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P182-P183 | 20.000 | 2028.789 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P183-P184 | 20.003 | 2048.792 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P184-P185 | 20.087 | 2068.879 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P185-P186 | 20.238 | 2089.117 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P186-P187 | 20.177 | 2109.294 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P187-P188 | 20.059 | 2129.353 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P188-P189 | 2.803 | 2132.156 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P189-P190 | 30.005 | 2162.161 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P190-P191 | 7.227 | 2169.388 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P191-P192 | 15.225 | 2184.613 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P192-P193 | 30.126 | 2214.738 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P193-P194 | 5.378 | 2220.117 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P194-P195 | 9.553 | 2229.670 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P195-P196 | 18.615 | 2248.285 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P196-P197 | 20.274 | 2268.559 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro 4.4. RESUMEN RAMAL 2

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|------------------|--------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| P128-P198 | 20.120 | 1160.348 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P198-P199 | 20.056 | 1180.403 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P199-P200 | 20.015 | 1200.418 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P200-P201 | 20.017 | 1220.435 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P201-P202 | 20.012 | 1240.447 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P202-P203 | 20.024 | 1260.471 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P203-P204 | 20.017 | 1280.487 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P204-P205 | 20.013 | 1300.501 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P205-P206 | 20.022 | 1320.523 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P206-P207 | 20.019 | 1340.542 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P207-P208 | 20.012 | 1360.554 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P208-P209 | 20.005 | 1380.559 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P209-P210 | 20.009 | 1400.567 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P210-P211 | 20.022 | 1420.590 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P211-P212 | 20.016 | 1440.605 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P212-P213 | 20.022 | 1460.627 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P213-P214 | 20.006 | 1480.633 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P214-P215 | 20.019 | 1500.653 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P215-P216 | 20.049 | 1520.702 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P216-P217 | 20.102 | 1540.804 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P217-P218 | 20.159 | 1560.963 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P218-P219 | 20.190 | 1581.152 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P219-P220 | 20.332 | 1601.484 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P220-P221 | 14.513 | 1615.998 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P221-P222 | 20.003 | 1636.000 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P222-P223 | 6.514 | 1642.515 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P223-P224 | 20.587 | 1663.101 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P224-P225 | 12.084 | 1675.185 | 0.18 | 3/4 | 0.64205 |
| P225-P226 | 7.926 | 1683.111 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|-----|---------|
| P226-P227 | 20.002 | 1703.113 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P227-P228 | 20.005 | 1723.118 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P228-P229 | 20.010 | 1743.128 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P229-P230 | 20.001 | 1763.129 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P230-P231 | 20.017 | 1783.146 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P231-P232 | 20.027 | 1803.173 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P232-P233 | 20.053 | 1823.226 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P233-P234 | 20.037 | 1843.263 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P234-P235 | 20.020 | 1863.284 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P235-P236 | 20.070 | 1883.354 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P236-P237 | 9.088 | 1892.442 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P237-P238 | 30.536 | 1922.978 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P238-P240 | 1.396 | 1924.374 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P240-P241 | 11.136 | 1935.510 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P241-P242 | 9.592 | 1945.102 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P242-P243 | 11.467 | 1956.569 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P243-P244 | 30.023 | 1986.592 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P244-P245 | 3.565 | 1990.157 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro 4.5. RESUMEN RAMAL 3

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| T-P246 | 20.379 | 20.379 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P246-P247 | 20.348 | 40.728 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P247-P248 | 16.496 | 57.223 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P248-P249 | 3.801 | 61.024 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P249-P250 | 9.221 | 70.245 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P250-P251 | 7.997 | 78.242 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P251-P252 | 2.891 | 81.133 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P252-P253 | 20.003 | 101.136 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P253-P254 | 20.002 | 121.138 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P254-P255 | 20.007 | 141.145 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P255-P256 | 20.027 | 161.171 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P256-P257 | 20.021 | 181.193 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P257-P258 | 20.001 | 201.194 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P258-P259 | 20.114 | 221.307 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P259-P260 | 20.051 | 241.358 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P260-P261 | 20.113 | 261.471 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P261-P262 | 24.292 | 285.763 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P262-P263 | 16.069 | 301.832 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P263-P264 | 12.726 | 314.557 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P264-P265 | 7.387 | 321.945 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P265-P266 | 20.209 | 342.154 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P266-P267 | 20.146 | 362.299 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P267-P268 | 20.047 | 382.347 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P268-P269 | 20.176 | 402.523 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P269-P270 | 20.085 | 422.608 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P270-P271 | 15.381 | 437.990 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro 4.6. RESUMEN RAMAL 4

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|-----------|--------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| T-P272 | 20.483 | 20.483 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P272-P273 | 8.272 | 28.755 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P273-P274 | 12.426 | 41.181 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P274-P275 | 20.733 | 61.913 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P275-P276 | 11.893 | 73.807 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P276-P277 | 8.748 | 82.555 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P277-P278 | 5.928 | 88.483 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P278-P279 | 14.867 | 103.350 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P279-P280 | 4.698 | 108.048 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P280-P281 | 4.525 | 112.573 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P281-P282 | 10.252 | 122.825 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P282-P283 | 20.134 | 142.959 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P283-P284 | 11.909 | 154.868 | 0.49 | 1 1/2 | 0.42804 |
| P284-P285 | 8.250 | 163.118 | 0.43 | 1 1/2 | 0.37453 |
| P285-P286 | 6.278 | 169.396 | 0.43 | 1 1/2 | 0.37453 |
| P286-P287 | 13.786 | 183.182 | 0.43 | 1 1/2 | 0.37453 |
| P287-P288 | 20.015 | 203.197 | 0.43 | 1 1/2 | 0.37453 |
| P288-P289 | 6.659 | 209.856 | 0.43 | 1 1/2 | 0.37453 |
| P289-P290 | 30.045 | 239.900 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P290-P291 | 3.370 | 243.271 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P291-P292 | 20.003 | 263.273 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P292-P293 | 20.019 | 283.292 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P293-P294 | 20.011 | 303.303 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P294-P295 | 20.002 | 323.304 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P295-P296 | 20.005 | 343.310 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P296-P297 | 20.000 | 363.310 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P297-P298 | 20.080 | 383.390 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P298-P299 | 20.090 | 403.481 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P299-P300 | 20.034 | 423.515 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P300-P301 | 20.001 | 443.515 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P301-P302 | 20.002 | 463.517 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P302-P303 | 20.010 | 483.527 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P303-P304 | 20.062 | 503.589 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P304-P305 | 20.108 | 523.698 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P305-P306 | 20.034 | 543.732 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P306-P307 | 20.021 | 563.753 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P307-P308 | 20.076 | 583.828 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P308-P309 | 20.101 | 603.929 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P309-P310 | 20.135 | 624.064 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P310-P311 | 20.056 | 644.120 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P311-P312 | 20.052 | 664.171 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P312-P313 | 20.069 | 684.240 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P313-P314 | 16.504 | 700.744 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P314-P315 | 3.571 | 704.316 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P315-P316 | 20.031 | 724.346 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P316-P317 | 20.011 | 744.358 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P317-P318 | 20.005 | 764.362 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P318-P319 | 20.007 | 784.370 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P319-P320 | 20.011 | 804.380 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |
| P320-P321 | 20.007 | 824.387 | 0.37 | 1 1/2 | 0.32103 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|-----|---------|
| P321-P322 | 20.003 | 844.390 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P322-P323 | 20.001 | 864.391 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P323-P324 | 20.002 | 884.393 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P324-P325 | 20.009 | 904.402 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P325-P326 | 20.014 | 924.416 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P326-P327 | 20.022 | 944.438 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P327-P328 | 20.010 | 964.448 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P328-P329 | 20.000 | 984.448 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P329-P330 | 20.001 | 1004.449 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P330-P331 | 20.012 | 1024.461 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P331-P332 | 20.037 | 1044.497 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P332-P333 | 19.280 | 1063.777 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P333-P334 | 18.146 | 1081.924 | 0.31 | 1 | 0.60193 |
| P334-P335 | 2.583 | 1084.507 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P335-P336 | 20.005 | 1104.511 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P336-P337 | 20.002 | 1124.513 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P337-P338 | 20.003 | 1144.516 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P338-P339 | 20.027 | 1164.543 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P339-P340 | 20.097 | 1184.640 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P340-P341 | 20.057 | 1204.698 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P341-P342 | 20.011 | 1224.709 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P342-P343 | 20.001 | 1244.710 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P343-P344 | 20.009 | 1264.719 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P344-P345 | 20.000 | 1284.719 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P345-P346 | 20.009 | 1304.728 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P346-P347 | 20.067 | 1324.795 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P347-P348 | 20.254 | 1345.049 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P348-P349 | 20.256 | 1365.306 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P349-P350 | 20.222 | 1385.528 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P350-P351 | 20.241 | 1405.769 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P351-P352 | 3.523 | 1409.292 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P352-P353 | 20.000 | 1429.292 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P353-P354 | 16.505 | 1445.797 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P354-P355 | 10.611 | 1456.408 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P355-P356 | 9.498 | 1465.906 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P356-P357 | 20.012 | 1485.918 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P357-P358 | 20.048 | 1505.966 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P358-P359 | 20.017 | 1525.983 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P359-P360 | 10.148 | 1536.131 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P360-P361 | 9.923 | 1546.053 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P361-P362 | 20.038 | 1566.092 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P362-P363 | 20.001 | 1586.093 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P363-P364 | 16.249 | 1602.342 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P364-P365 | 4.773 | 1607.115 | 0.18 | 1 | 0.36116 |
| P365-P366 | 3.981 | 1611.096 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P366-P367 | 15.064 | 1626.160 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P367-P368 | 20.042 | 1646.202 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P368-P369 | 20.324 | 1666.526 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P369-P370 | 20.344 | 1686.870 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P370-P371 | 13.643 | 1700.513 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P371-P372 | 6.554 | 1707.067 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P372-P373 | 20.019 | 1727.086 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P373-P374 | 13.670 | 1740.756 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P374-P375 | 20.021 | 1760.777 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|-----|---------|
| P375-P376 | 6.356 | 1767.133 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P376-P377 | 20.004 | 1787.136 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P377-P378 | 6.637 | 1793.773 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P378-P379 | 13.363 | 1807.137 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P379-P380 | 20.006 | 1827.143 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P380-P381 | 20.004 | 1847.147 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P381-P382 | 20.001 | 1867.149 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P382-P383 | 20.001 | 1887.149 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P383-P384 | 20.012 | 1907.161 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P384-P385 | 20.024 | 1927.185 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P385-P386 | 20.011 | 1947.196 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P386-P387 | 20.002 | 1967.198 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P387-P388 | 20.001 | 1987.200 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P388-P389 | 20.104 | 2007.303 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P389-P390 | 20.504 | 2027.807 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P390-P391 | 3.268 | 2031.075 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P391-P392 | 16.834 | 2047.909 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P392-P393 | 20.008 | 2067.917 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P393-P394 | 20.020 | 2087.937 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P394-P395 | 9.146 | 2097.082 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P395-P396 | 10.932 | 2108.014 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P396-P397 | 6.981 | 2114.995 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P397-P398 | 13.553 | 2128.548 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P398-P399 | 12.613 | 2141.161 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P399-P400 | 30.007 | 2171.168 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P400-P401 | 17.434 | 2188.602 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P401-P402 | 6.070 | 2194.672 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P402-P403 | 13.976 | 2208.648 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P403-P404 | 20.000 | 2228.649 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P404-P405 | 20.044 | 2248.692 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P405-P406 | 20.058 | 2268.750 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P406-P407 | 20.063 | 2288.813 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P407-P408 | 20.127 | 2308.940 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P408-P409 | 12.311 | 2321.252 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P409-P410 | 7.813 | 2329.065 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P410-P411 | 20.000 | 2349.065 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P411-P412 | 19.397 | 2368.462 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro4.7. RESUMEN RAMAL 5

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Plg) | VELOCIDAD (m/s) |
|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------|-----------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| P334-P418 | 20.009 | 1101.932 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P418-P419 | 20.061 | 1121.993 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P419-P420 | 20.304 | 1142.297 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P420-P421 | 20.074 | 1162.371 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P421-P422 | 20.049 | 1182.420 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P422-P423 | 20.182 | 1202.602 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P423-P424 | 6.898 | 1209.501 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P424-P425 | 30.003 | 1239.504 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P425-P426 | 3.245 | 1242.749 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P426-P427 | 7.876 | 1250.625 | 0.12 | 3/4 | 0.42804 |
| P427-P428 | 12.134 | 1262.760 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

| | | | | | |
|-----------|--------|----------|------|-----|---------|
| P428-P429 | 20.032 | 1282.792 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P429-P430 | 20.002 | 1302.794 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P430P431 | 20.004 | 1322.798 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P431P432 | 20.017 | 1342.815 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P432P433 | 20.010 | 1362.826 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P433P434 | 11.795 | 1374.621 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P434P435 | 9.526 | 1384.147 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P435P436 | 10.662 | 1394.809 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro4.8. RESUMEN RAMAL 6

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Plg) | VELOCIDAD (m/s) |
|-----------|--------------|-----------|--------------|----------------|-----------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| P365-P437 | 20.115 | 1627.229 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P437-P438 | 5.247 | 1632.476 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P438-P439 | 14.801 | 1647.277 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P439-P440 | 20.036 | 1667.313 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P440-P441 | 7.598 | 1674.912 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P441-P442 | 12.565 | 1687.477 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P442-P443 | 20.090 | 1707.567 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P443-P444 | 20.055 | 1727.622 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P444-P445 | 20.010 | 1747.632 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P445-P446 | 20.007 | 1767.639 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P446-P447 | 20.017 | 1787.656 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P447-P448 | 20.041 | 1807.697 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P448-P449 | 20.008 | 1827.705 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P449-P450 | 20.007 | 1847.712 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P450-P451 | 20.005 | 1867.716 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P451-P452 | 20.000 | 1887.717 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P452-P453 | 20.009 | 1907.725 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P453-P454 | 20.029 | 1927.754 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P454-P455 | 20.039 | 1947.793 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P455-P456 | 20.032 | 1967.825 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P456-P457 | 20.001 | 1987.826 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P457-P458 | 8.073 | 1995.898 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P458-P459 | 11.930 | 2007.828 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P459-P460 | 20.014 | 2027.842 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P460-P461 | 20.000 | 2047.842 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P461-P462 | 20.005 | 2067.847 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P462-P463 | 20.002 | 2087.849 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P463-P464 | 20.003 | 2107.852 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P464-P465 | 20.002 | 2127.854 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P465-P466 | 20.008 | 2147.863 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P466-P467 | 20.003 | 2167.865 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P467-P468 | 20.000 | 2187.865 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P468-P469 | 20.003 | 2207.868 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P469-P470 | 20.003 | 2227.871 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P470-P471 | 20.020 | 2247.891 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P471-P472 | 20.021 | 2267.912 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P472-P473 | 20.018 | 2287.930 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P473-P474 | 20.028 | 2307.957 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P474-P475 | 20.023 | 2327.980 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

Cuadro 4.9. RESUMEN RAMAL 7

| TRAMO | LONGITUD (m) | | CAUDAL (l/s) | DIAMETRO (Pulg) | VELOCIDAD (m/s) |
|------------------|--------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|
| | Parcial | Acumulada | | | |
| P289-P413 | 20.005 | 229.861 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P413-P414 | 20.009 | 249.870 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P414-P415 | 22.003 | 271.873 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P415-P416 | 18.615 | 290.488 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |
| P416-P417 | 9.758 | 300.245 | 0.10 | 3/4 | 0.35085 |

4.7.5. MEDICIÓN

A continuación se detallan las longitudes totales de los materiales utilizados en la instalación.

Agua potable

| Descripción | Longitud (m) |
|----------------|----------------|
| D1 1/2" | 1964.615 |
| D1" | 1469.461 |
| D3/4" | 3665.004 |
| TOTAL | 7099.08 |

OBSERVACION: Las tablas del diseño de la aducción y la red de distribución se encuentran en los Anexos del presente proyecto sección diseño hidráulico.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Concluido el presente proyecto, en el que además de desarrollar un análisis de adaptación de un diseño adecuado para la zona de estudio se presenta las siguientes conclusiones:

5.1.1. EN REFERENCIA AL DISEÑO

La zona de proyecto se encuentra localizada en el departamento de Tarija en la Provincia Gran Chaco Segunda Sección a una altitud de 810 m.s.n.m., según la lectura de las cartas geográficas del I.G.M. la comunidad se ubica entre las coordenadas 21° 8' 25" de latitud Sur, y 65° 3' 12" de longitud Oeste, respecto del meridiano de Greenwich.

El proyecto contempla los siguientes componentes:

- Obra de toma tipo galería filtrante de 10 m de longitud y una sección de 1.00 m x 0.80 m.
- Aducción, con tubería de 1 ½" y longitud de 1210.259 m, se incluye un paso de quebrada de 20 m, purgadores lodos, purgadores de aire y demás accesorios.
- Tanque de almacenamiento de hormigón ciclópeo con capacidad de 15 m³.
- Red de distribución con tuberías de 1 ½", 1" y ¾", con una longitud de 7099.08 m, incluye 4 pasos de quebradas de 20 m de longitud, 7 pasos de quebradas de 30 m de longitud, 1 paso de quebrada de 40 m de longitud, cámaras de válvulas, purgadores de aire y lodos.
- La red de distribución consta con siete ramales.
- Conexiones domiciliarias para 47 familias beneficiarios.

En cuanto al diseño partimos de los datos de población de ser beneficiada, la zona en estudio cuenta con una población total de 235 habitantes entre varones y mujeres y un total de 47 familias.

La obra de captación según la alternativa contempla una obra de captación con galería filtrante, debido a que en época de estiaje el tirante de agua baja considerablemente, el objetivo de esta obra de toma es interceptar el flujo natural del agua sub-superficial para que ingrese por gravedad al interior de la estructura y sea conducida hacia una cámara recolectora en una de las márgenes de la quebrada. Por estos motivos esta es la alternativa elegida.

La galería consta con un azud encima de la misma para retener el agua y realizar una mayor captación.

El caudal necesario para el buen funcionamiento hidráulico del sistema con la caracterización de auto limpieza del mismo está garantizado con este tipo de planteamiento de las estructuras las cuales funcionarán correctamente hasta en épocas de caudales mínimos que se presentan naturalmente en la fuente de agua superficial.

El presente sistema de agua, se proyectó con la finalidad de atender las necesidades de las comunidades durante un determinado período. En la fijación del tiempo para el cual se considera funcional el sistema, adoptando un tiempo de 20 años, que es el tiempo para el cual el sistema es eficiente 100 % por la capacidad en la conducción del gasto deseado y por la resistencia física de las instalaciones.

De acuerdo a los métodos para determinar la población futura se utilizaron tres: Crecimiento Aritmético, Crecimiento Geométrico, Método de Wappaus, del cual adoptamos una población futura de 249 habitantes.

La dotación futura se puede estimar aplicando la fórmula de crecimiento geométrico, teniendo como valor calculado 133.74 l/hab-día.

5.1.2. EN REFERENCIA A LO SOCIAL

Realizamos las siguientes consideraciones:

- Se proporcionará agua para consumo humano a los domicilios de las familias del proyecto mediante la construcción una obra de captación y la red de agua potable.
- Al contar las familias con agua en sus casas se disminuye el nivel de enfermedades gastrointestinales.
- Los pobladores podrán hacer uso del agua según sus necesidades y de este modo acceder a un mejor nivel de vida.

En conclusión, la implementación del proyecto es necesaria para beneficio y resolverá la problemática del agua en la zona estudiada.

5.2. RECOMENDACIONES

Concluido el presente proyecto, en el que además de desarrollar un análisis de adaptación de un diseño adecuado para la zona de estudio se presenta las siguientes recomendaciones:

- En cuanto al análisis para inicio del proyecto se ha tropezado con un factor muy importante para la aplicación de las formulas y datos con que se deben contar para realizar el diseño de un sistema de agua potable o cualquier evaluación de diseño de cuencas pues en la zona de la Segunda Sección de la Provincia Gran Chaco no se cuenta con lugares establecidos de Estaciones Pluviométricas, para mediciones de precipitaciones pluviales, siendo esto un inconveniente muy importante para realizar un estudio hidrológico u obtener datos con mayor certeza.
- En el presente proyecto por falta de los datos en cuanto a mediciones pluviométricas se ha optado por realizar mediciones en sitio y personalizado para la zona del proyecto, con aforos de volúmenes y tiempos durante el año de forma periódica semanalmente y dependiendo del tiempo.

- Se verifica que el diseño es adecuado para la zona mediante una galería filtrante con el fin de garantizar la dotación de agua en época de estiaje.
- De acuerdo a las pendientes y topografía de la zona se ha realizado la red de distribución y aducción con tuberías que de acuerdo a la verificación de presiones cumplen con los diámetros necesarios; siendo estos de 2", 1 1/2" hasta 3/4" en las de distribución a los beneficiarios.
- En cuanto a la calidad del agua la fuente donde se capta está protegida mediante un cierre perimetral y no existe población humana que pueda colaborar en la contaminación del mismo, empero a esto la manera de controlar la calidad de agua es mediante lecturas de PH, porque no se cuenta con una planta de tratamiento de agua potable para la distribución del mismo.
- Se recomienda implementar estaciones pluviométricas autorizadas por SENAMHI para validar los datos pluviométricos y de esta manera obtener datos con de mayor veracidad para la aplicación de las formulas adecuadas a nuestro medio.
- Se instalarán válvulas en:
 - La tubería de entrada al tanque
 - Las tuberías de salida del tanque
- El tanque deberá contar con una entrada de inspección con su respectiva tapa sanitaria.
- La abertura de acceso, estará ubicada próxima a la tubería de entrada, para permitir su aforo.

La desinfección es un proceso que permite la destrucción de los microorganismos patógenos que producen contaminación que se traducen en enfermedades y riesgos de salud. Por lo general las aguas que se suministran a los consumidores, en especial en el área rural están contaminadas por el mismo hecho que no existe la protección sanitaria adecuada desde la fuente hasta la distribución. Por lo anterior se recomienda que todo sistema de abastecimiento de agua, incluya un clorador con el objeto de:

- Evitar la contaminación de la red por fallas o fugas.
- Proteger a la red del crecimiento de microorganismos debido a la presencia de nutrientes o materia orgánica en el agua.
- Tener una protección contra la contaminación causada por conexiones cruzadas.
- Neutralizar la contaminación generada por los cambios de presión o servicio discontinuo del sistema.
- Neutralizar la transmisión de enfermedades de origen hídrico en situaciones de emergencia sanitaria.