



Estado Plurinacional  
de Bolivia

 **MMAyA**  
Ministerio de Medio Ambiente y Agua

# PLAN MAESTRO INTEGRAL DE AGUA Y SANEAMIENTO DEL VALLE CENTRAL DE TARIJA BOLIVIA

**ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN N°3  
MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE  
ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA  
LOCALIDAD DE SAN LORENZO**



**TARIJA, 2015**

## ESTUDIO DE IDENTIFICACIÓN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN LORENZO

### ■ ÍNDICE

<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>1</b>
<b>1. INFORMACIÓN GENERAL .....</b>	<b>3</b>
1.1. ASPECTOS GENERALES .....	3
1.1.1. Nombre del Proyecto.....	3
1.1.2. Tipo de Proyecto .....	3
1.1.3. Planteamiento del Problema .....	3
1.1.4. Situación Sin Proyecto .....	3
1.1.5. Objetivos .....	4
1.1.6. Instituciones Involucradas .....	4
1.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	4
1.2.1. Ubicación Física y Geográfica.....	4
1.2.2. Vías de Acceso .....	5
1.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO .....	6
1.3.1. Clima .....	6
1.3.2. Altitud .....	6
1.3.3. Relieve Topográfico .....	6
<b>2. ESTUDIOS BÁSICOS .....</b>	<b>10</b>
2.1. ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS.....	10
2.1.1. Aspectos Demográficos .....	10
2.1.2. Aspectos Socioeconómicos .....	12
2.1.3. Análisis Socioeconómico de la Población .....	21
2.1.4. Aspectos Relacionados con la Fase de Operación del Proyecto.....	22
2.1.5. Disponibilidad de Materiales de Construcción y Mano de Obra Locales .....	22
2.2. ESTUDIOS TÉCNICOS.....	23
2.2.1. Evaluación de los Sistemas de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario Existentes.....	23
2.2.1.1. Sistemas de Agua Potable .....	23
2.2.1.2. Sistemas de Alcantarillado Sanitario.....	28
2.2.1.3. Tipo de EPSA y Monto de la Tarifa .....	30
2.2.2. Evaluación de las Fuentes de Agua .....	31
2.2.3. Evaluación de la Cuenca.....	32
2.2.4. Evaluación de Cuerpos Receptores.....	38
2.2.5. Calidad de las Aguas .....	38
2.2.6. Reconocimiento Geológico y Estudios de Suelos y Geotécnicos .....	38
2.2.7. Trabajos Topográficos.....	38
2.2.8. Estudios Ambientales.....	38
<b>3. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>39</b>
3.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	39
3.1.1. Descripción de las obras de las alternativas consideradas.....	47
3.1.1.1. Alternativa 1 Huacata en estiaje y en época de lluvias La Queñua, Nueva galería en Pajchani, vertiente.....	47

## ■ ÍNDICE

3.1.1.2.	Alternativa 2 En estiaje y en época de lluvias La Queñua, pozos, Nueva galería en Pajchani y vertiente .....	48
3.1.1.3.	Alternativa 3 En época de lluvias y época de estiaje de pozos.....	48
3.1.1.4.	Resumen de alternativas.....	49
3.2.	ASPECTOS LEGALES.....	49
<b>4.</b>	<b>INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>50</b>
4.1.1.	Obras.....	50
4.1.2.	Equipos .....	51
4.1.3.	Estudios.....	51
4.1.4.	Acciones.....	52
4.2.	MEMORIA DE CÁLCULO.....	52
4.2.1.	Parámetros Básicos de Diseño .....	52
4.2.2.	Cálculo Hidráulico .....	56
4.2.3.	Cálculo Estructural .....	59
4.2.3.1.	Generalidades .....	59
4.2.3.2.	Diseño y Cálculo Estructural .....	60
4.3.	CÓMPUTOS MÉTRICOS Y VOLÚMENES DE OBRA.....	63
4.4.	PRECIOS UNITARIOS .....	64
4.5.	PRESUPUESTO DE INFRAESTRUCTURA .....	65
4.6.	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS.....	66
4.7.	PLANOS .....	68
<b>5.</b>	<b>GESTIÓN DE LOS SERVICIOS.....</b>	<b>68</b>
5.1.	ENTIDAD PRESTADORA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO (EPSA) .....	68
5.2.	DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL Y RECOMENDACIONES.....	68
5.3.	COSTOS DE ADMINISTRACIÓN .....	68
5.4.	COSTOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN.....	69
5.5.	ANÁLISIS TARIFARIO .....	69
<b>6.</b>	<b>COMPONENTE SOCIAL-GESTIÓN SOCIAL PARTICIPATIVA Y COMUNICACIÓN.....</b>	<b>70</b>
6.1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO.....	70
6.2.	OBJETIVO DE LA GSP-C .....	70
6.3.	FACTIBILIDAD SOCIAL DE PROYECTO .....	70
6.3.1.	Comunidades o barrios ubicados en el área de influencia del Proyecto.....	70
6.4.	IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CONFLICTOS/RIESGOS .....	71
6.4.1.	Conflictos y riesgos identificados con relación al proyecto .....	71
6.5.	ALCANCE DE LA INTERVENCIÓN SOCIAL .....	71
6.5.1.	Promoción y Difusión .....	71
6.5.2.	Espacios para la Difusión de resultados y avance.....	71
6.5.3.	Planificación Sectorial Local.....	72
6.5.4.	Pre inversión .....	72
6.6.	PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE LA INTERVENCIÓN SOCIAL.....	74
6.6.1.	Presupuesto estimado Intervención Social .....	74

## ■ ÍNDICE

6.6.2.	Duración estimada de la Intervención Social .....	74
<b>7.</b>	<b>PRESUPUESTO GENERAL DE CORTO PLAZO .....</b>	<b>75</b>
<b>8.</b>	<b>EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA .....</b>	<b>75</b>
8.1.	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA.....	75
8.1.1.	Objetivos Evaluación Socio Económica .....	75
8.1.2.	Costos de operación y mantenimiento .....	76
8.1.3.	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO .....	76
8.1.3.1.	Evaluación del Costo Mínimo.....	76
8.1.3.2.	Modelo de Valoración Contingente .....	76
8.1.3.3.	Identificación de los beneficios del proyecto .....	76
8.1.4.	EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA .....	76
8.1.4.1.	Inversiones .....	77
8.1.4.2.	Aplicación del modelo -Resultados .....	78
8.1.5.	Conclusión.....	78
8.2.	EVALUACIÓN AMBIENTAL .....	79
8.3.	EVALUACIÓN SOCIAL .....	81
<b>9.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>.....</b>	<b>83</b>

## ■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Instituciones Involucradas .....	1
Tabla 2:	Inversiones en Obras y Financiamientos.....	2
Tabla 1.1.	Instituciones involucradas en el proyecto .....	4
Tabla 1.2	Datos de Temperatura y Precipitación: Estación Tucumillas .....	6
Tabla 2.1	Proyección de población total, cobertura y población servida.....	11
Tabla 2.2	Casos enfermedades diarreicas agudas, departamento de Tarija - 2011 .....	15
Tabla 2.3	Materiales de construcción de viviendas .....	16
Tabla 2.4	Habitantes por dormitorio.....	16
Tabla 2.5	Composición física de los residuos .....	17
Tabla 2.6	Cobertura de Energía Eléctrica por Barrios .....	17
Tabla 2.7	Consumos de energía eléctrica .....	18
Tabla 2.8	Recorrido y tarifas de trufis y minibuses .....	19
Tabla 2.9	Cobertura de gas natural .....	20
Tabla 2.10	Datos del Municipio de San Lorenzo .....	21
Tabla 2.11	Gastos Familiares del Municipio de San Lorenzo .....	21

■ ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.12 Ingresos Familiares del Municipio de San Lorenzo .....	22
Tabla 2.13 Balance oferta demanda en fuente sin proyecto – San Lorenzo .....	24
Tabla 2.14 Directiva del Comité de Agua .....	30
Tabla 2.15 Fuentes Superficiales Actuales de Agua del Valle Central de Tarija .....	32
Tabla 2.16 Mancomunidades de la Región Hídrica del Valle Central De Tarija .....	36
Tabla 3.1 Alternativa de fuentes Huacata y otras más .....	43
Tabla 3.2 Alternativa 2 Caudales de producción .....	43
Tabla 3.3 Presupuestos y costos administrativos, operativos y de mantenimiento .....	45
Tabla 3.4 Parámetros generales Alternativa 1 Huacata .....	47
Tabla 3.5 Resumen de obras por alternativa .....	49
Tabla 4.1 Obras de agua potable a ejecutar en el corto plazo .....	51
Tabla 4.2. Equipamiento requerido para las obras de agua potable por fase .....	51
Tabla 4.3 Periodos de diseño considerados .....	52
Tabla 4.4 Componentes de dinámica demográfica .....	53
Tabla 4.5 Tasa de crecimiento Poblacional (%) .....	53
Tabla 4.6 Tasa de crecimiento Intercensal (%) .....	53
Tabla 4.7 Cálculo de los parámetros de la función logística .....	54
Tabla 4.8 Proyección de la población municipal y de la población urbana .....	54
Tabla 4.9 Consumos de agua .....	55
Tabla 4.10 Población, consumos y Caudales de diseño de agua potable .....	56
Tabla 4.11 Balance oferta demanda de almacenamiento - San Lorenzo .....	58
Tabla 4.12 Ampliación de redes y acometidas por fases de ejecución de obras - San Lorenzo .....	59
Tabla 4.13 Cómputos Métricos .....	63
Tabla 4.14 Presupuesto .....	65
Tabla 4.15 Cronograma de ejecución de obras .....	67
Tabla 5.1 Gastos operativos y administrativos sistema de agua .....	69
Tabla 6.1 Comunidades en el área de influencia. ....	71
Tabla 6.2 Productos de la Gestión social. ....	72
Tabla 7.1 Presupuesto de Corto plazo. ....	75
Tabla 8.1 Razones precio de cuenta para conversión a precios económicos .....	77
Tabla 8.2 Presupuesto Proyecto Saneamiento San Lorenzo – Precios económicos .....	78

## ■ ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Jerarquización vial del área urbana.....	5
Figura 1.2 Mapa Climático de la Provincia Méndez .....	7
Figura 1.3 Precipitación en la zona urbana de San Lorenzo .....	8
Figura 1.4 Pendientes en el radio urbano de San Lorenzo .....	9
Figura 2.1. Población por edad y por sexo del Municipio de San Lorenzo, según CNPV 2001 .....	10
Figura 2.2 Población por edad y sexo años 2001 y 2007 .....	11
Figura 2.3: Auto-identificación con pueblos indígenas de la población de 15 años o más. ....	12
Figura 2.4 Porcentaje de Alumnos según Nivel Educativo, 2007 .....	13
Figura 2.5 Nivel de asistencia educativa de personas mayores a 19 años - 2001.....	13
Figura 2.6 Tasa de Analfabetismo - Censo 2001 .....	14
Figura 2.7 San Lorenzo: Usa o no Energía Eléctrica; 2001 .....	18
Figura 2.8 Modelación del sistema de agua potable .....	25
Figura 2.9. Red de agua potable existente en San Lorenzo .....	27
Figura 2.10 Sistema existente de saneamiento.....	29
Figura 2.11 Organización de la EPSA .....	30
Figura 2.12 Mapa de grandes cuencas .....	33
Figura 2.13 Polígonos de Thyssen para Precipitación Media Anual Del Valle Central de Tarija .....	34
Figura 2.14 Cuencas de aporte de las Fuentes Actuales.....	37
Figura 3.1 Alternativa 1: Fuentes Huacata, La Queñua y Pajchani y Vertiente.....	42
Figura 3.2 Alternativa 2 Agua Potable: Fuentes La Queñua, Pajchani, Vertiente y Pozos. ....	44
Figura 3.3 Alternativa 3 Agua Potable: Solamente Pozos.....	46
Figura 4.1 Alternativa Elegida (No. 3).....	57

## RESUMEN EJECUTIVO

### 1) Nombre del Proyecto

Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona urbana y periurbana de San Lorenzo en el marco del Plan Maestro Integral de Agua Potable y Saneamiento del Valle Central de Tarija.

### 2) Tipo de Proyecto

Es un sistema por bombeo.

### 3) Instituciones Involucradas

Tabla 1: Instituciones Involucradas

<b>Nombre del Proyecto</b>	Programa de Agua Potable y Alcantarillado Periurbano Fase I
<b>Entidad Solicitante/gestora</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Estado Plurinacional de Bolivia
<b>Entidad Financiadora</b>	Por definir
<b>Gobierno Autónomo Municipal</b>	Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo

Fuente: Elaboración propia

### 4) Ubicación Física del Proyecto

- Departamento: Tarija
- Provincia: Eustaquio Méndez
- Municipio: San Lorenzo
- Cantón o Distrito: ----
- Localidad o Barrio: San Lorenzo

### 5) Datos Demográficos

- Población Inicial (hab): 3.124 habitantes (2012)
- Población Inicial Beneficiada (hab): 2.812 habitantes (2012)

### 6) Datos Técnicos

- Tipo de Sistema (gravedad, bombeo, mixto): Bombeo
- Cobertura Poblacional (%): 90% al año 2012
- Número de Conexiones Domiciliarias: 701 a junio de 2012
- Número de Piletas Públicas: No existen
- Componentes del Sistema: Pozos profundos, impulsión desde pozos a cárcamo de bombeo, Estación de bombeo a tanque, Tanques almacenamiento (incluyendo uno elevado), red de distribución y conexiones domiciliarias.

## 7) Datos Financieros

### Infraestructura

Los datos financieros del sistema de agua potable, correspondientes a las inversiones en obras son los indicados en la Tabla 2.

Tabla 2: Inversiones en Obras y Financiamientos

Descripción	Corto Plazo		
	Costo (Bs)	Costo (\$us)	%
Costo Total de la Infraestructura	1.480.622	212.733	100,0
Aporte de la Localidad	0	0	0,0
Aporte del Gobierno Municipal	296.125	42.547	20,0
Aporte de la Entidad Financiera	1.184.497	170.186	80,0
Otros aportes (si corresponde)	0	0	0
Costo de la infraestructura per cápita \$us/habitante beneficiado		75,65	

Fuente: Elaboración propia

### Desarrollo comunitario

Descripción	Corto Plazo		
	Costo (Bs)	Costo (\$us)	%
Costo Total de Desarrollo Comunitario (3% de la Infraestructura)	44.419	6.382	100,0

## 8) Tiempo de Implementación del Proyecto en meses

- Gestión de Financiamiento: 3 meses
- Licitación del Estudio TESA: 3 meses
- Elaboración del Estudio TESA: 5 meses
- Licitación de obras: 3 meses
- Ejecución de obras: 18 meses
- **Tiempo Total: 32 meses**

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

### 1.1. ASPECTOS GENERALES

#### 1.1.1. Nombre del Proyecto

Mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable de la zona urbana y periurbana de San Lorenzo en el marco del Plan Maestro Integral de Agua Potable y Saneamiento del Valle Central de Tarija.

#### 1.1.2. Tipo de Proyecto

El proyecto es por bombeo.

#### 1.1.3. Planteamiento del Problema

San Lorenzo tiene un sistema de abastecimiento que es suministrado a partir de fuentes superficiales durante la época lluviosa sin recibir ningún tipo de tratamiento de potabilización; y durante la época de estiaje, ante la reducción del caudal en las fuentes superficiales, se pone en funcionamiento un pozo (Justo Ávila 1) produciendo un caudal aproximado de 1,0 l/s.

Se presentan dos tipos de problemas: en la época lluviosa, el agua llega con exceso de turbiedad, y, en la época de estiaje, hay déficit en la oferta. Éste último se agrava debido a que la fuente de agua principal (La Queñua) debe ser compartida con otros operadores de sistemas para abastecer a las comunidades Tarija Cancha Norte, Tarija Cancha Sur y Lajas.

La demanda futura se duplicará y, manteniendo las condiciones actuales de producción en las fuentes no se podrá cubrir satisfactoriamente. Por otro lado, la calidad del agua tal como es abastecida en la actualidad, no cumple con la NB-512, requiriendo procesos de potabilización adecuados.

En cuanto al control de la producción y consumo, no se tiene ni los dispositivos para medición ni registros históricos sistemáticos de mediciones puntuales. Adicionalmente, no hay medición del consumo con micromedidor en cada conexión, ya que estos tienen asignada una cuota plana de pago, lo que genera desperdicio de agua.

La cobertura actual de este servicio es del 90% y el crecimiento de la población de San Lorenzo es continuo y a la fecha, no existiendo una cobertura universal del servicio de agua potable y de acuerdo a la agenda patriótica de enero de 2013; al año 2025 se debe tener cobertura universal (es decir tener el 100% de cobertura de este servicio).

#### 1.1.4. Situación Sin Proyecto

El sistema de abastecimiento de agua presenta dificultades en el suministro, en especial, en época de estiaje, lo que incide en un servicio deficiente. En época de lluvias, el caudal de las fuentes de aguas superficiales se incrementa, pero igual no recibe ningún tipo de tratamiento de potabilización y la calidad se ve afectada por la turbiedad con la que llega a los consumidores.

El sistema existente tiene varias fuentes de abastecimiento (La Queñua compartido con otras comunidades, Pajchani, Vertiente J. Ávila, y dos pozos). Sumado a lo anterior, las actividades de operación y mantenimiento, a cargo del Comité de Agua de San Lorenzo, no llevan a cabo con los requerimientos mínimos. No existe potabilizadora, por lo que en época de lluvias, el agua no es potable debido al enturbiamiento del agua suministrada a los usuarios. En época de estiaje, existe racionamiento de agua por sectores y pocas horas al día (variando desde 4 hasta 12 horas).

Las condiciones que se mantendrían si no se interviene favorablemente en el servicio actual presentarán un panorama muy crítico en el abastecimiento, dado que se duplicará la demanda y, manteniendo las mismas condiciones con los caudales, se presentarán serias deficiencias. Adicionalmente, con la calidad, tampoco se estará cumpliendo con la normativa y sus implicaciones en la salud de los consumidores.

Al haber mayor demanda también de parte de los otros operadores, se podrían generar conflictos por la distribución del poco caudal disponible en la época de estiaje.

#### 1.1.5. Objetivos

##### Objetivo General

El objetivo general del proyecto de agua potable es la mejorar la salud y el bienestar social de los pobladores de San Lorenzo así como resolver los problemas operativos actuales.

Estas mejoras incidirán en mejorar las condiciones de salubridad, al incrementar el acceso a los servicios de agua potable, fundamentalmente, de la población que habita en las zonas periurbanas de la ciudad de San Lorenzo con cobertura universal a partir del año 2025, manteniéndose 100% eficiente hasta el año 2036 como año horizonte.

##### Objetivos Específicos

- **OE1.** Mejorar y ampliar la cantidad y continuidad en el servicio de agua potable; mediante la incorporación de nuevas fuentes de abastecimiento y las obras necesarias para su incorporación y distribución.
- **OE2.** Mejorar y ampliar el sistema de calidad cumpliendo con la NB-512.
- **OE3.** Lograr el fortalecimiento de las entidades responsables de la prestación del servicio e identificar medidas y acciones para mejorar y fortalecer la gestión administrativa, operativa y financiera, así como aquellas que promuevan la cooperación o integración interinstitucional.

##### Resultados Esperados

- Contar con un sistema de abastecimiento de agua potable; actualmente no cumple con ese requerimiento normativo.
- Servicio eficiente las 24 horas del día con la presión adecuada en todas las zonas de abastecimiento.
- Llegar a tener cobertura universal a partir del año 2025 y mantener ese nivel hasta el final del período de diseño (2036).

#### 1.1.6. Instituciones Involucradas

Tabla 1.1. Instituciones involucradas en el proyecto

Nombre del Proyecto	Programa de Agua Potable y Alcantarillado Periurbano Fase I
<b>Institución Solicitante/Gestora</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Agua – Estado Plurinacional de Bolivia
<b>Institución Financiera</b>	Por definir
<b>Institución Consultora Contratada</b>	Consorcio TYPASA, GITEC, Land&Water Bolivia y Aguilar & Asociados
<b>Institución Local EPSA</b>	Comité de Agua de San Lorenzo

Fuente: Elaboración propia

## 1.2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

### 1.2.1. Ubicación Física y Geográfica

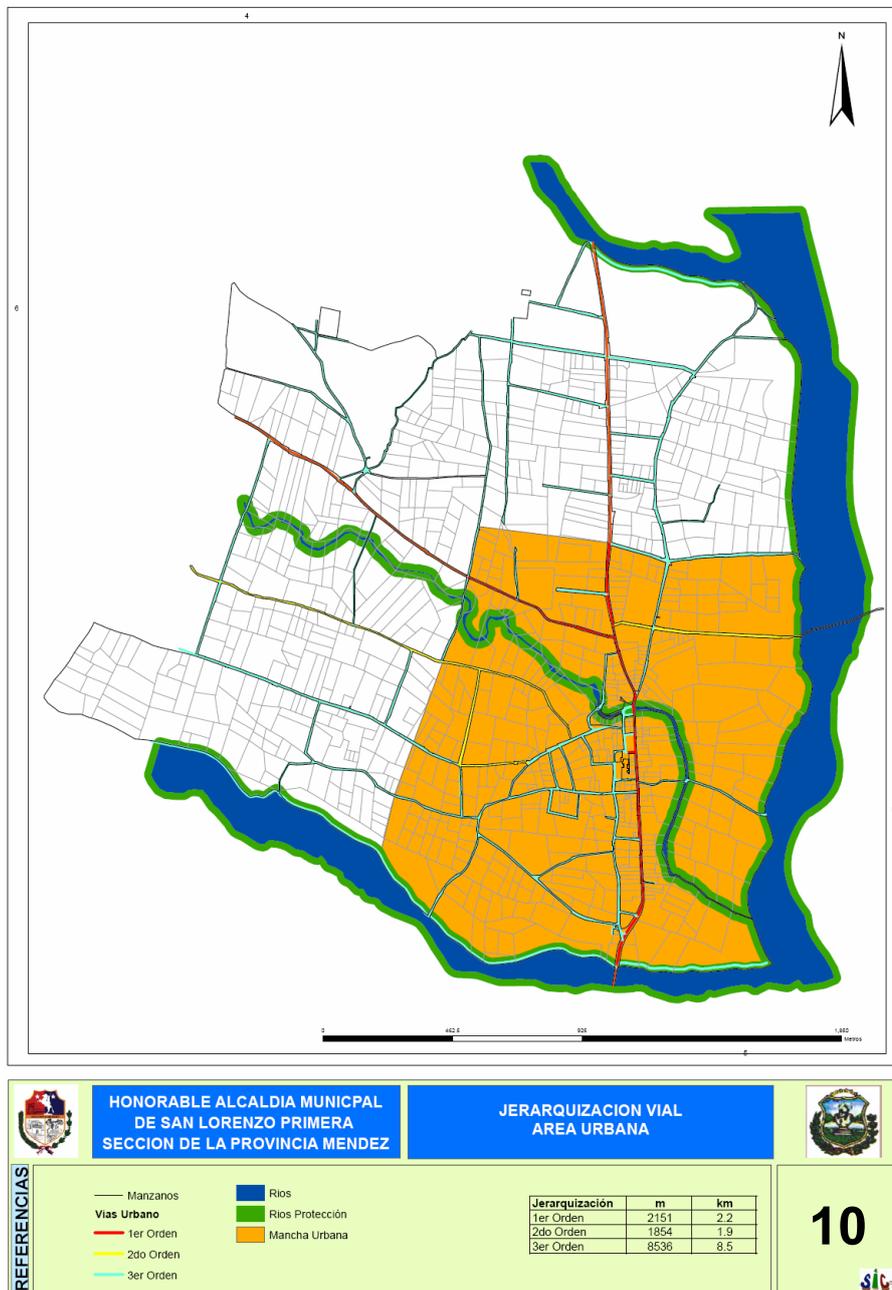
- Departamento: Tarija
- Provincia: Eustaquio Méndez
- Municipio: San Lorenzo
- Localidad: San Lorenzo
- Coordenadas Geográficas: 21° 25' Latitud Sur y 64° 45' Longitud Oeste).
- Código INE: 060501

### 1.2.2. Vías de Acceso

- Red fundamental: Está siendo consolidada, actualmente en construcción, y se encuentra a una distancia de 2,5 Km del área urbana de San Lorenzo.
- Red departamental: atraviesa San Lorenzo de norte a sur, se encuentra asfaltada hasta la comunidad de Tomatas Grande.
- Red municipal de 1<sup>er</sup> Orden: son vías asfaltadas que conectan a San Lorenzo con las vías de la red departamental.

El tiempo de recorrido de San Lorenzo a Tarija es de 25 minutos aproximadamente de parada a parada, en transporte público. La transitabilidad es permanente durante todo el año, ya que la vía es asfaltada. En el Anexo 2 se presenta el mapa de la jerarquización vial de San Lorenzo.

Figura 1.1 Jerarquización vial del área urbana



### 1.3. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL ÁREA DEL PROYECTO

#### 1.3.1. Clima

El Municipio cuenta con cinco estaciones meteorológicas, consistentes en dos estaciones climáticas, una pluviométrica y tres con las variables de temperatura y precipitación.

El análisis realizado en el Plan de Desarrollo, Ordenamiento Territorial y Competitividad sobre la clasificación climática en San Lorenzo, establece que la zona urbana se clasifica como de Clima Templado Semi-árido. Por otro lado, en el PDMOT, también han hecho el análisis de la precipitación y la temperatura media mensual, que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Datos de Temperatura y Precipitación: Estación Tucumillas

#### TUCUMILLAS

PARAMETROS	MESES												AÑO
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Temperatura (°C)	19,5	18,8	18,8	18,0	16,0	15,2	13,7	16,3	16,9	18,7	19,3	19,8	17,6
Precipitación Pluvial (mm)	187,4	148,2	136,1	28,9	5,8	1,8	0,7	3,9	12	45	102,7	146,1	<b>818,6</b>

Como se observa, la época lluviosa se desarrolla a partir del mes de noviembre hasta marzo, mientras que el estiaje se da entre los meses de abril a octubre. El mes más lluvioso es Enero y el más seco es Julio.

La temperatura promedio anual de San Lorenzo es de 17,6°C, considerando la Estación de Tucumillas., siendo julio el mes más frío y diciembre el mes más cálido.

#### 1.3.2. Altitud

La localidad de San Lorenzo presenta alturas que varían entre 2.030 a 1.990 msnm.

#### 1.3.3. Relieve Topográfico

San Lorenzo está desarrollado sobre una topografía que varía con pendientes menores del 2% hasta mayores de 6%. La zona urbana es atravesada por la Quebrada Chica; al oeste corre paralelo el río Guadalquivir y al sur el río Calama. La siguiente figura resume el relieve topográfico.

Figura 1.2 Mapa Climático de la Provincia Méndez

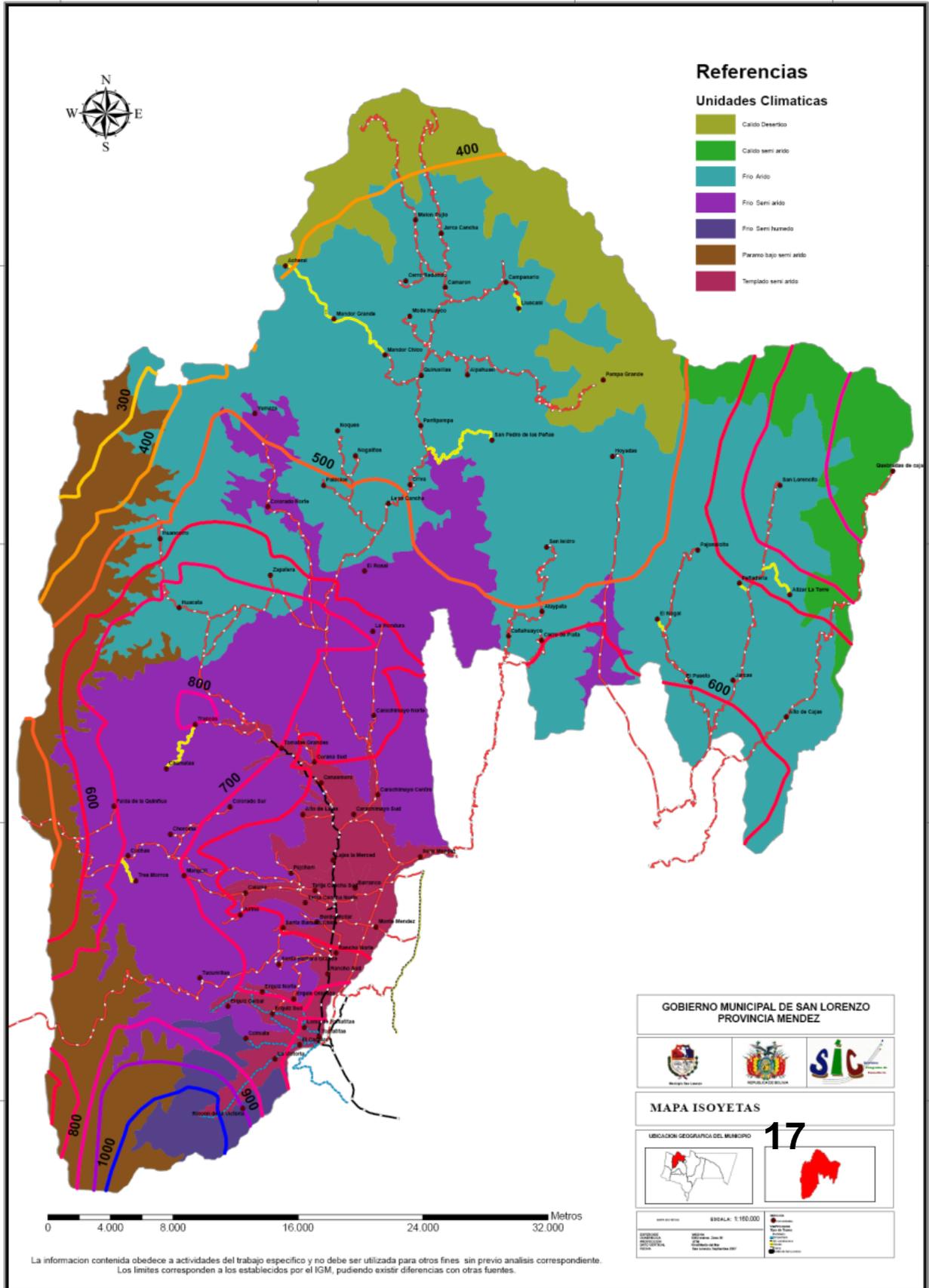
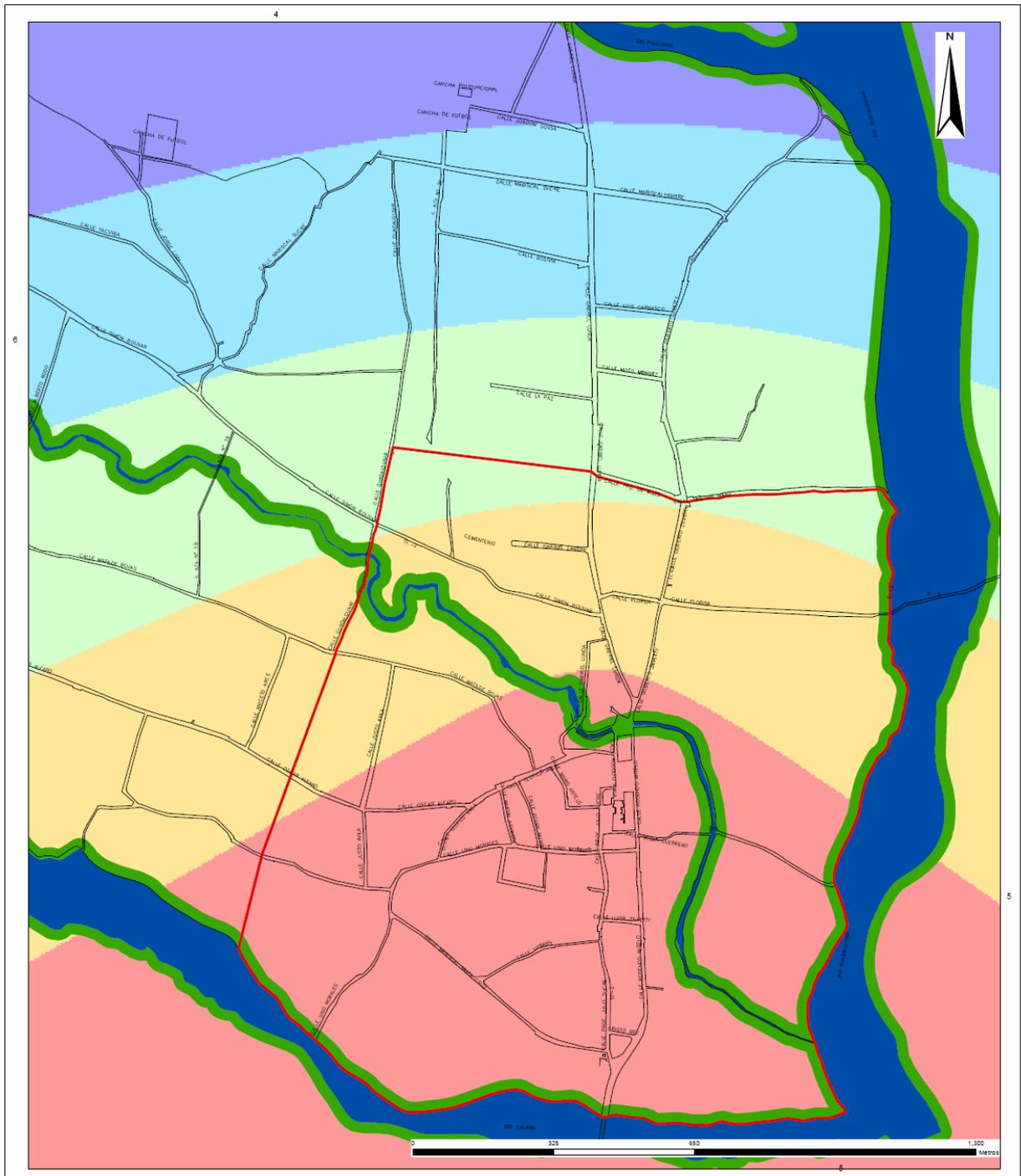
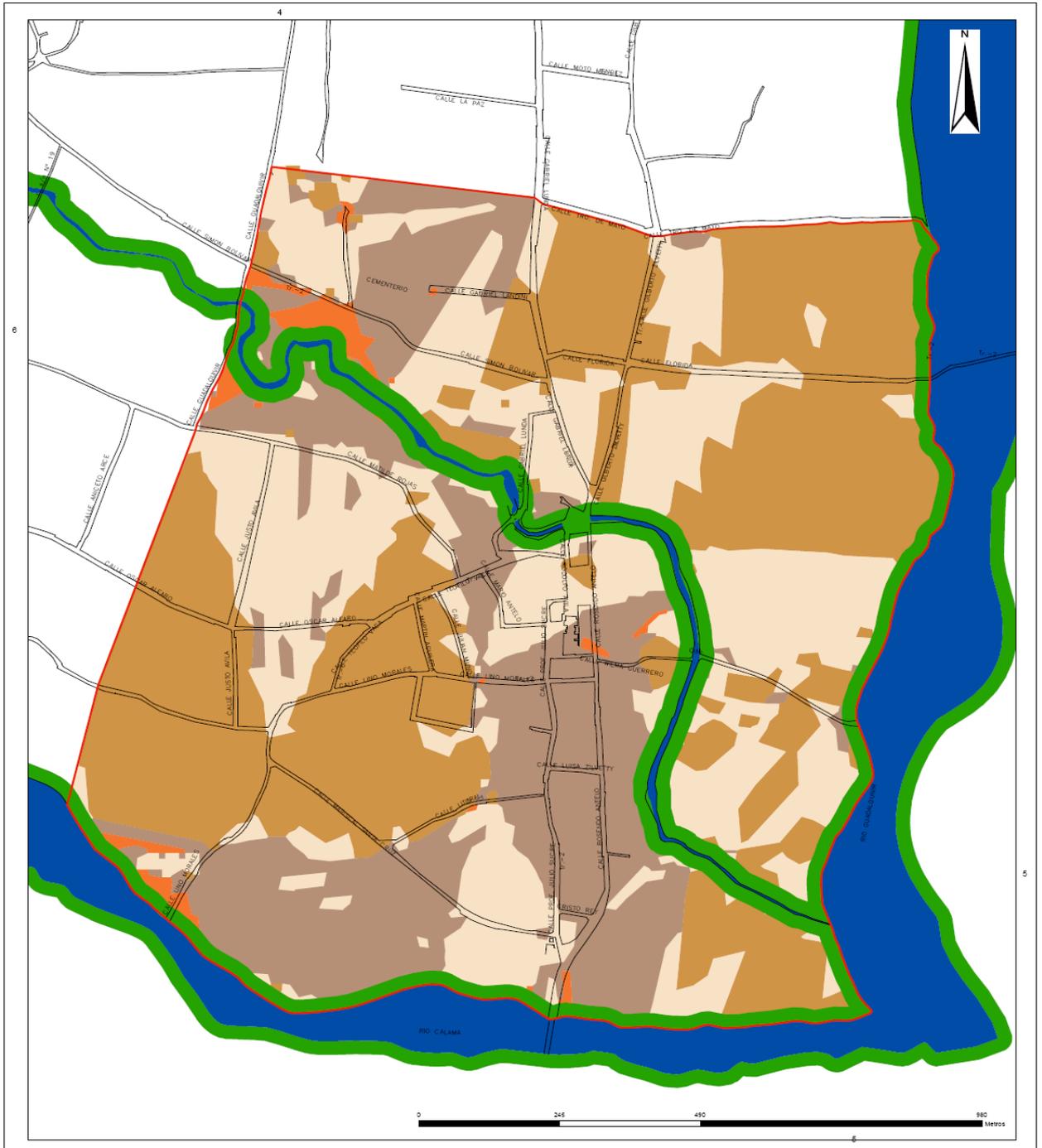


Figura 1.3 Precipitación en la zona urbana de San Lorenzo



<b>REFERENCIAS</b>	 <b>HONORABLE ALCALDIA MUNICIPAL DE SAN LORENZO PRIMERA SECCION DE LA PROVINCIA MENDEZ</b>		 <b>PRECIPITACION RADIO URBANO SAN LORENZO</b>	
	<p><b>PRECIPITACION</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #f08080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1,986 - 1,990</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ffa500; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1,991 - 1,993</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1,994 - 1,997</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #add8e6; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 1,998 - 2,000</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #8a2be2; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> 2,001 - 2,005</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Manzanos</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 2px solid red; margin-right: 5px;"></span> Mancha Urbana</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #0000ff; margin-right: 5px;"></span> Rios</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 2px solid green; margin-right: 5px;"></span> Rios Protección</li> </ul>	 <h1 style="font-size: 2em; margin: 0;">18</h1> 	

Figura 1.4 Pendientes en el radio urbano de San Lorenzo





**HONORABLE ALCALDÍA MUNICIPAL  
DE SAN LORENZO PRIMERA  
SECCION DE LA PROVINCIA MENDEZ**

**PENDIENTES RADIO  
URBANO SAN LORENZO**



**REFERENCIAS**

<b>pendientes</b>	Manzanos		
0 - 2 %	Mancha Urbana	Rios	
2 - 4 %	Rios	Rios Protección	
4 - 8 %			
> 8 %			

Pendiente	ha
0 - 2 %	76
2 - 4 %	60
4 - 8 %	47
> 8 %	4

15



## 2. ESTUDIOS BÁSICOS

### 2.1. ESTUDIOS SOCIOECONÓMICOS

#### 2.1.1. Aspectos Demográficos

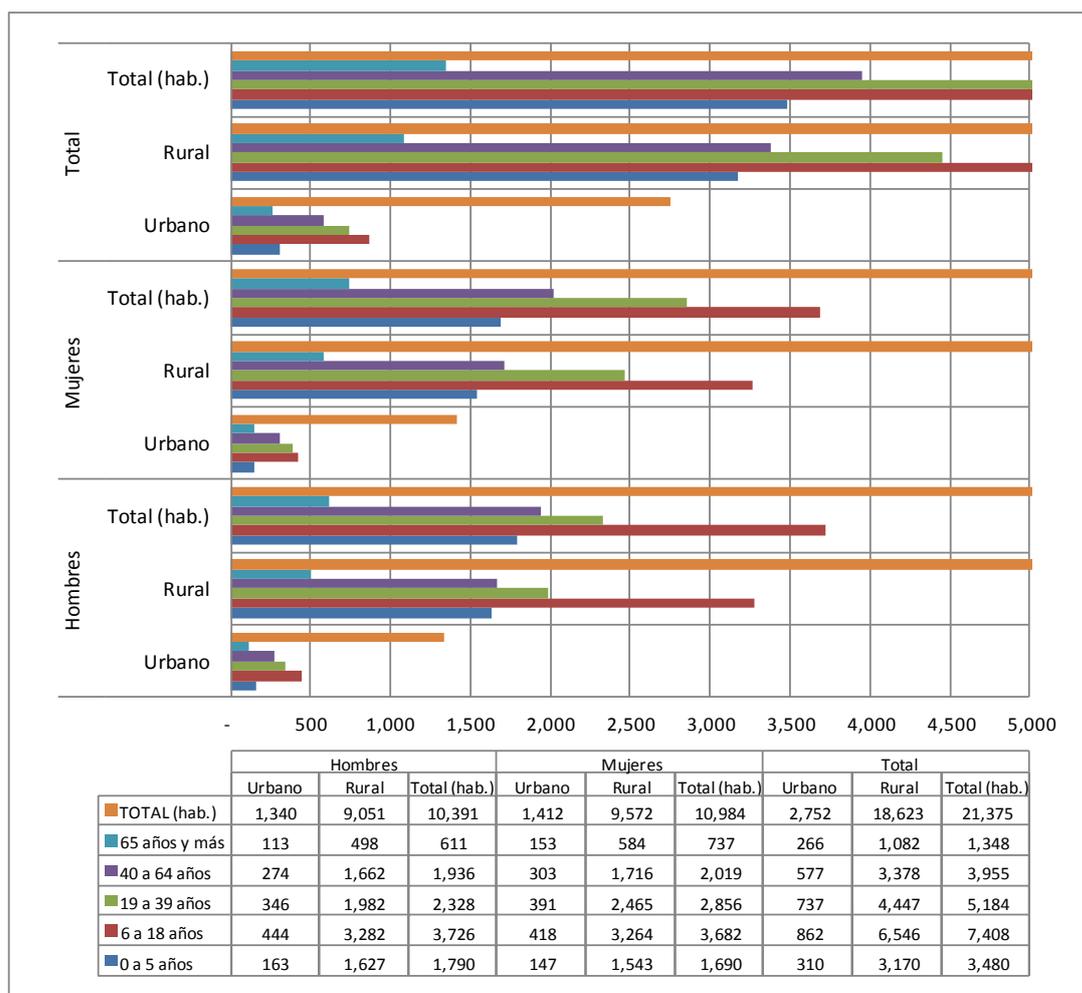
##### a) Población Actual

Tomando como base los registros históricos de los últimos 3 censos, se ha determinado la población para el año base (2012), así como también hasta el final del período de diseño.

La población beneficiaria de este proyecto es de 3.124 habitantes (población proyectada al año base del proyecto: 2012). El número total aproximado de familias que se beneficiarán es de 747, ya sea de forma directa o indirecta. 2.812 serán beneficiarios directos.

A continuación se presenta la estructura poblacional con la información censal de 2001, donde se observa la predominancia de la población con edades entre 6 y 18 años; por otro lado, la mayor población está en la zona rural.

Figura 2.1. Población por edad y por sexo del Municipio de San Lorenzo, según CNPV 2001

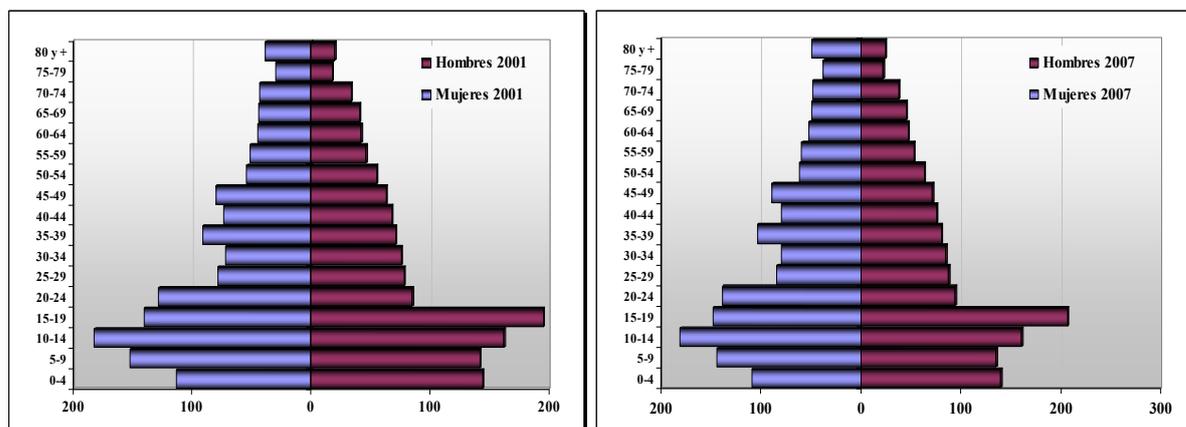


Fuente: Elaboración propia en base a datos del CNPV 2001

Según el Censo de 2001, el número de hogares en la zona urbana era 659, y con una población de 2.752 equivale a un tamaño medio del hogar de 4,18 habitantes<sup>1</sup>.

Por otro lado, en la figura 2.2 se presenta una comparación por grupos de edad y sexo desarrollado por el INE con datos de los años 2001 y 2007, encontrando que la estratificación se mantiene.

Figura 2.2 Población por edad y sexo años 2001 y 2007



Fuente: INE 2005; Censos Escolares; Boletas Comunales 2007

Elaboración: SIC. Srl.

#### b) Población beneficiaria con el Proyecto

Con el proyecto se beneficiarán al año 2036, 6.237 habitantes equivalentes a 1.492 familias, en el siguiente cuadro se muestra la proyección de la población durante el período de diseño.

Tabla 2.1 Proyección de población total, cobertura y población servida.

Año	Población Total	Cobertura %	Población Servida
2012	3.124	90	2811
2016	3.785	90	3406
2021	4.288	95	4073
2026	4.859	100	4.859
2031	5.505	100	5.505
2036	6.237	100	6.237

#### c) Población Flotante

No se ha considerado en San Lorenzo población flotante.

#### d) Estabilidad Poblacional

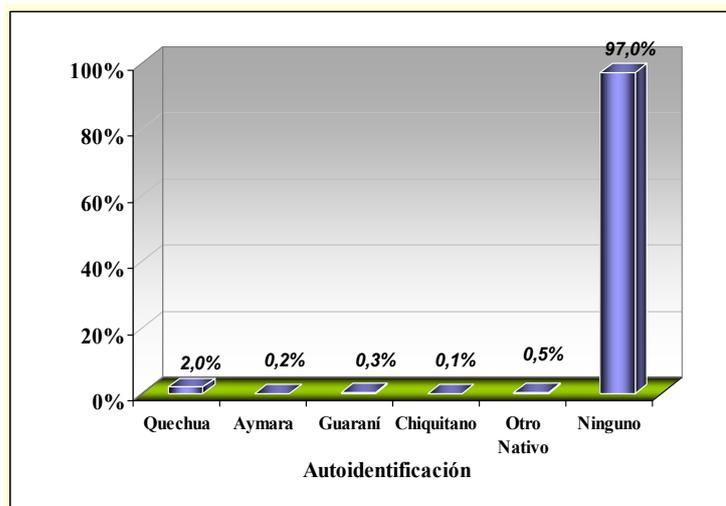
<sup>1</sup> Tamaño medio del hogar particular, según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2001.

En San Lorenzo existe estabilidad poblacional, los índices de crecimientos son relativamente bajos desde hace varios años atrás.

#### e) Índice de Crecimiento Poblacional

El índice de crecimiento de los últimos censos considerando desde el año 1976 hasta el año 2001 es de 1,20% en promedio. Sin embargo, un análisis de la evolución urbanística de los últimos años, y basándose en el método logístico considera el crecimiento entre el año 2001 y 2012 a una tasa geométrica equivalente de 3,2%.

Figura 2.3: Auto-identificación con pueblos indígenas de la población de 15 años o más.



Fuente: INE Beyond 20/20

Elaboración: SIC. Srl.

### 2.1.2. Aspectos Socioeconómicos

#### a) Características Socio Culturales

En San Lorenzo es posible distinguir dos grupos sociales diferenciados: la población mestiza y la indígena o criolla, que es minoritaria. El 97% de la población de 15 años o más no se identifica con los pueblos originarios o indígenas. Con la nacionalidad Quechua se identifican el 2%. El idioma principal es el español y un porcentaje cercano al 1% habla guaraní.

La fiesta del pueblo se celebra el 10 de Agosto.

Las épocas de siembra empiezan en septiembre y se prolongan hasta noviembre, de acuerdo a la lluvia.

Las mujeres tienen un rol activo en el Comité de Agua Potable.

#### f) Actividades Productivas

La ciudad de San Lorenzo no cuenta con instalaciones de ningún tipo de gran industria, pero es un centro acopiador de materia prima, como es el caso de la leche, que luego es trasladada a Tarija para su procesamiento.

En cuanto al comercio, se puede considerar incipiente, reducido a tiendas de barrio; pero los servicios de alimentación son fuertes, como los restaurantes instalados tanto en el centro como en áreas más alejadas de la mancha urbana, ofreciendo platos típicos de la región, convirtiéndose en un atractivo turístico.

En el caso de la agricultura, existe una conurbanación del Distrito 1 con el área de San Lorenzo, donde se cultivan principalmente tubérculos, gramíneas, leguminosas y forraje.

En resumen, se puede estimar que la principal actividad económica del municipio de San Lorenzo es la Agricultura, ganadería, caza y silvicultura; adicionalmente de la panadería.

#### g) Ingreso Promedio Familiar

En San Lorenzo mediante encuestas realizadas, se determinó el ingreso promedio familiar en Bs/mes 2.365.

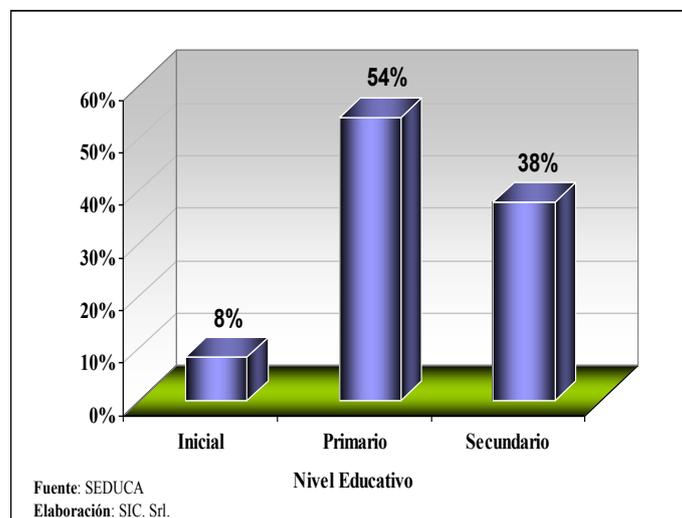
#### h) Educación

Existen 5 unidades educativas y existen 1.232 alumnos inscritos y 36 docentes, de acuerdo al censo del año 2001 el 33% de la población en edad escolar asiste a algún centro de educación.

El 8% de los alumnos matriculados pertenecen al nivel inicial, el 54% son del nivel primario y el 38 % son del secundario.

Porcentaje de Alumnos según Nivel Educativo, 2007

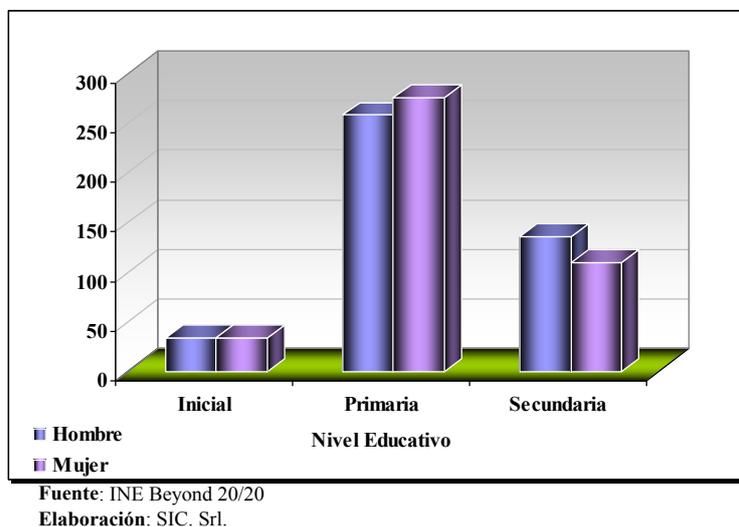
Figura 2.4 Porcentaje de Alumnos según Nivel Educativo, 2007



#### Nivel de Asistencia Educativa

El nivel de asistencia educativa, es el nivel educativo hasta donde curso la población mayor a 19 años o más. Son las mujeres mayores a 19 años que tienen en el nivel primario un mayor nivel de asistencia, contrario al nivel secundario donde los hombres asistieron más que las mujeres. Ver gráfico siguiente.

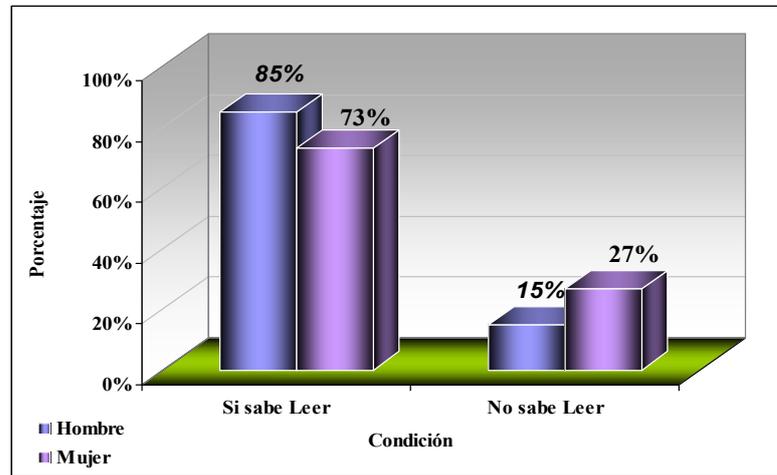
Figura 2.5 Nivel de asistencia educativa de personas mayores a 19 años - 2001



### Tasa de Analfabetismo

Esta tasa expresa el porcentaje de personas de 19 años o más que no saben leer ni escribir, describe la situación educativa de la población adulta con relación al analfabetismo. Son las mujeres las que presentan una mayor tasa de analfabetismo respecto a los hombres.

Figura 2.6 Tasa de Analfabetismo - Censo 2001



Fuente: INE Beyond 20/20  
Elaboración: SIC. Srl.

#### i) Salud

San Lorenzo, en lo que respecta al área urbana, cuenta con un hospital básico que el Ministerio de Salud lo cataloga como Centro de Salud, un nivel mayor que una posta de salud, que generalmente están ubicados en el área rural del municipio.

Respecto a las enfermedades más frecuentes, las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA's) y las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA's) mantienen los primeros lugares.

Cabe señalar, que las EDA's deben su origen tanto a la ingestión de agua contaminada como a la falta de cuidado en la higiene de la casa, el entorno y el cuidado de los niños.

Para el 2011, respecto a las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA's), por edad, se tiene que comparativamente, en todo el departamento de Tarija, las EDA's tiene mayor incidencia en la población menor de 5 años, desde 384 nuevos casos por cada 1000 niños en Yacuiba, hasta 964 en Caraparí. El caso del municipio de San Lorenzo se encuentra en niveles comparativamente bajos con 366 nuevos casos por cada 1000 niños menores de 5 años. Sin embargo, este valor es muy alto en términos sanitarios.

A nivel de toda la población, Caraparí tiene los peores indicadores con 246 nuevos casos por cada 1000 habitantes, y San Lorenzo con 93 es el segundo más bajo.

Tabla 2.2 Casos enfermedades diarreicas agudas, departamento de Tarija - 2011

MUNICIPIO	Casos Nuevos en <5 años	Población <5 años	Casos Nuevos por cada 1000 <5 años	Total Casos Nuevos En Todas las Edades	POBLACIÓN TOTAL	Casos nuevos por cada 1000 Habitantes
BERMEJO	3.215	5.078	633	6.134	40.665	151
CARAPARÍ	1.097	1.138	964	2.523	10.266	246
EL PUENTE	710	1.345	528	1.654	10.429	159
ENTRE RÍOS	1.566	2.658	589	3.604	21.889	165
PADCAYA	1.667	2.691	619	4.187	21.568	194
SAN LORENZO	1.162	3.171	366	2.291	24.578	93
TARIJA	12.730	21.682	587	24.187	216.138	112
URIONDO	936	1.672	560	2.067	13.772	150
VILLA MONTES	2.470	3.676	672	4.574	28.184	162
YACUIBA	7.090	18.479	384	12.621	141.595	89
YUNCHARA	352	680	518	792	5.601	141
Total	32.995	62.270	530	64.634	534.685	121

FUENTE: SNIS-VE SEDES Tarija. 2011

#### j) Viviendas

Los datos del censo 2001 nos muestran cuáles materiales son utilizados principalmente para la construcción de las viviendas en San Lorenzo, los cuales se mantienen como característicos de la arquitectura local. Las paredes de adobe representan el 86%; así como también el techo de teja con el 88%; con relación al piso, los materiales más comunes son el cemento, mosaico y de tierra.

En el Diagnóstico urbano realizado el año 2007 para el PDMOT se analiza el número de personas por dormitorio o habitación, comparándolo con los datos de los censos 1992 y 2001, destacándose que ha habido una reducción del hacinamiento, según se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 2.3 Materiales de construcción de viviendas

Materiales de la Vivienda		Porcentaje
Paredes	Ladrillo	14%
	Adobe	86%
	Piedra	0%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
Pisos	Tierra	22%
	Tablón Madera	0%
	Machimbre	0%
	Cemento	35%
	Mosaico	34%
	Ladrillo	7%
	Otro	2%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>
Techo	Calamina	5%
	Teja	88%
	Losa	3%
	Paja	4%
	<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: INE Beyond 20/20

Elaboración: SIC. Srl.

Tabla 2.4 Habitantes por dormitorio

Característica	1992	2001	2007
<b>Número promedio de personas por dormitorio</b>	3,8	3,2	2,7
<b>Número promedio de personas por habitación</b>	2,4	2,2	2,0
<b>Tamaño medio del hogar</b>	5	4,7	4,8

Fuente: INE; Boletas Comunes 2007

Elaboración: SIC. Srl.

#### k) Saneamiento Básico

##### ■ Agua Potable

Abastecido a partir de las fuentes superficiales: a) Falda de La Queñua, b) Galería Pajchani y c) Vertiente Justo Ávila (Oscar Alfaro); así como también de un pozo perforado. El agua de la fuente La Queñua es compartida con las comunidades Lajas, Tarija Cancha Norte y Tarija Cancha Sur. Se cuenta con varios tanques de almacenamiento y distribución: Morros Altos (100m<sup>3</sup>), Tarija Cancha Norte (160m<sup>3</sup>, 2 compartimientos de 80m<sup>3</sup> cada uno), Tanques Justo Ávila (1 de 20m<sup>3</sup> y otro de 30m<sup>3</sup>). La distribución se realiza mediante acometidas domiciliarias que cubren el 90% de la población. No hay medición en la producción ni en el consumo de los usuarios.

##### ■ Alcantarillado Sanitario

El sistema de alcantarillado está conformado por una red de recolección de 8" y 6", cuyas aguas residuales son conducidas a una planta de tratamiento que consiste en un reactor anaerobio de flujo a pistón, seguido de una laguna de oxidación. La operación está a cargo del Gobierno Municipal de San Lorenzo.

Las conexiones domiciliarias también son tuberías de hormigón de 4" de diámetro.

El barrio San Pedro descarga en una cámara séptica localizada al norte del mismo barrio; teniendo taponamientos frecuentes. La topografía es bastante plana.

##### ■ Residuos Sólidos

La recolección de residuos sólidos en la ciudad de San Lorenzo está a cargo de la Empresa Municipal de Aseo de Tarija (EMAT), siendo esta una entidad descentralizada del Gobierno Municipal, sin fines de lucro legalmente constituida mediante Ordenanza Municipal, cuyos camiones vienen a San Lorenzo para el acopio de la basura. Lamentablemente no se cuenta con información diferenciada en cuanto a la

cantidad de basura que se recolecta en San Lorenzo específicamente, el dato que se tiene es que la cantidad de basura que recolecta EMAT es un promedio de 0,467 Kilo por persona diariamente, unos 170,5 Kilos de desechos por año. Se estima que en el año 2011 la producción de basura por persona habrá aumentado hasta 0,609 Kilo por día. Los residuos que están generados, están compuesta en un 49,0% por material orgánico biodegradable, material no biodegradable 31,4% y entre material inerte y no clasificado un 19,6%.

Ante la ausencia de un sitio de disposición final de estos desechos sólidos en San Lorenzo, los mismos son trasladados hacia la ciudad de Tarija para posteriormente ser depositados en el relleno sanitario de esa ciudad, ubicado en la zona Noreste, distante a 8 Km., el mismo que cuenta con superficie de 10,8 Has, pensándose en una posible ampliación a futuro de 2,06 Has.

### Composición Física de los Residuos

Según los análisis efectuados por la propia EMAT, los residuos generados a nivel general, están compuestos en un 49%, de material orgánico biodegradable, material no degradable 31% y entre material inerte y no clasificado un 20%. El ofrece un mayor detalle de la composición de los residuos.

Tabla 2.5 Composición física de los residuos

Degradable	%	No degradable	%	Otros	%	Total
Residuos Orgánicos	27.53	Cuero y goma	4.60	Material inerte	5.75	
Hojas y hierbas	12.37	Plásticos	6.50	Material no clasificado	13.83	
Papel y Carton	6.09	Metales	11.23			
Telas y trapos	3.00	Vidrios	9.10			
<b>Total</b>	<b>48.99</b>		<b>31.43</b>		<b>19.58</b>	<b>100.00</b>

Fuente: EMAT

Elaboración: SIC. Srl.

### l) Otros Servicios

#### ▪ Energía Eléctrica

La empresa que genera y distribuye energía eléctrica en el municipio es SETAR S.A., que abarca la ciudad de Tarija, San Lorenzo y todo el Valle Central denominado Sistema Central.

La dotación de energía eléctrica para San Lorenzo se constituye en un problema por las condiciones del flujo de abastecimiento que no es constante, presentándose con bastante frecuencia, cortes de suministro, que se acentúan en época de lluvias.

Tabla 2.6 Cobertura de Energía Eléctrica por Barrios

Barrio	Cobertura (Longitud)		%
	metros	kilómetros	
<b>San Pedro</b>	6.193	6	<b>40%</b>
<b>Oscar Alfaro</b>	3.564	4	<b>23%</b>
<b>La Banda</b>	2.386	2	<b>15%</b>
<b>Central</b>	3.315	3	<b>21%</b>
<b>Total</b>	<b>15.457</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

Fuente: Boleta Barrial 2007

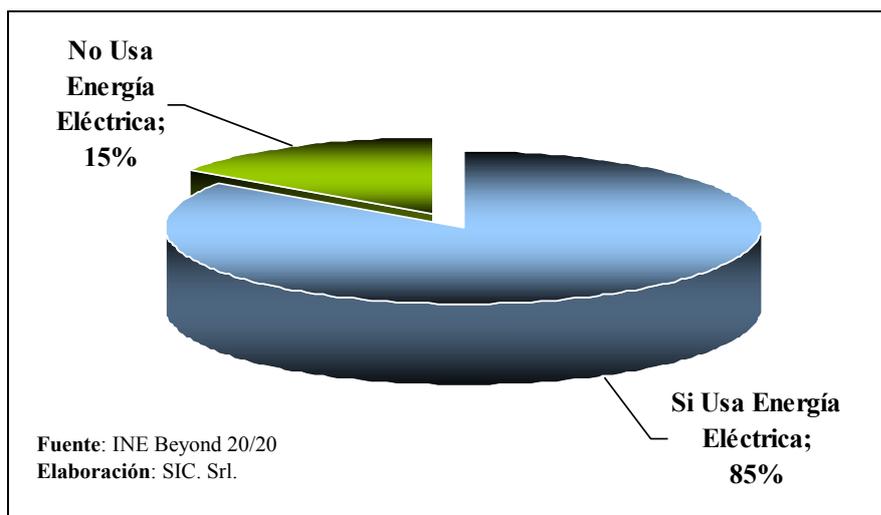
Elaboración: SIC. Srl.

Por otra parte, la cobertura del alumbrado público en la ciudad de San Lorenzo es deficitaria, teniendo como aspecto negativo el escaso número de postes y luminarias sobre todo en zonas dispersas. Esta

situación provoca en los barrios inseguridad en las calles, característica que incrementa y facilita la actividad delincinencial, así como incide y agrava las condiciones de pobreza en que se desenvuelven los habitantes de las zonas periféricas. Sin embargo la situación expectante que presenta San Lorenzo para la actividad turística, sugiere la implementación de un proyecto especial de alumbrado público, el que al margen de brindar un buen servicio, mejorará la calidad y el aspecto de toda la ciudad.

Para el 2001, el 15% de las viviendas de San Lorenzo no contaban con el servicio de energía eléctrica y el 85% restante si estaba conectado a la red de energía eléctrica. Ver gráfico siguiente.

Figura 2.7 San Lorenzo: Usa o no Energía Eléctrica; 2001



Al año 2012 según información de SETAR el porcentaje es de 91% de población conectada al servicio eléctrico, la continuidad del servicio mejoró al 95% y las 24 horas al día debido a que Tarija esta interconectado al sistema eléctrico nacional y haber incorporado más turbinas a gas para atender las necesidades de electricidad el año 2012.

Respecto a las categorías y costos de energía eléctrico se tiene el detalle siguiente en la Tabla.

Tabla 2.7 Consumos de energía eléctrica

Categoría	Unidad	Tarifa
<b>RESIDENCIAL</b>		
Cargo mínimo (hasta 20 Kwh/mes)	Bs	18,31
De 21 a 100 Kwh	Bs/Kwh	0,45
De 101 a 200 Kwh	Bs/Kwh	0,78
Excedente a 201 Kwh	Bs/Kwh	1,06
<b>GENERAL MENOR (G-1)</b>		
Cargo mínimo (hasta 20 Kwh/mes)	Bs	29,87
De 21 a 100 Kwh	Bs/Kwh	1,46
De 101 adelante	Bs/Kwh	1,55
<b>GENERAL MAYOR (G-2)</b>		
Cargo mínimo	Bs	30,47
De 0 a 40 Kwh	Bs/Kwh	2,04
De 41 adelante	Bs/Kwh	2,00
<b>CATEGORIA INDUSTRIAL MENOR</b>		
Cargo mínimo (hasta 100Kwh)	Bs	106,71
De 101 a 300 Kwh	Bs/Kwh	0,84
De 301 adelante	Bs/Kwh	1,02
<b>CATEGORIA INDUSTRIAL MAYOR</b>		
Cargo por demanda	Bs/Kwh	32,01
Cargo de energía	Bs/Kwh	0,49

Categoría	Unidad	Tarifa
<b>CATEGORIA BOMBAS ( A empresas de suministro de agua como cooperativas)</b>		
Cargo fijo	Bs	37,53
Cargo por energía	Bs/Kwh	0,61
<b>CATEGORIA ALUMBRADO PUBLICO</b>		
Cargo por energía	Bs/Kwh	0,949

Fuente: Elaboración propia en base a información SETAR

### ▪ Medios de Comunicación y Transporte

En San Lorenzo existe servicio de internet a través de la Empresa COSETT (Cooperativa de servicios de telecomunicaciones de Tarija), que presta sus servicios de telefonía, TV cable e internet a los usuarios de Tarija, San Lorenzo, Uriondo y Padcaya. No existe oficina de correos de Bolivia en esta localidad.

El transporte público tiene a su cargo el traslado de pasajeros desde San Lorenzo hacia los centros como la ciudad de Tarija, normal de Canasmoro, comunidades de Lajas, Trancas, Carachimayo y Corana Sur, este medio de transporte está constituido por motorizados denominados minibuses y autos que hacen su recorrido por rutas preestablecidas y con una periodicidad de tiempo. El transporte público tiene como parada oficial la plaza principal sobre la calle Rodolfo Ávila, el promedio de frecuencia de salida entre estos vehículos oscila entre los 15 minutos. El número de asociados por sindicato varía también entre los 60 y 141 afiliados, haciendo un total de 200 unidades que estarían prestando el servicio.

El estudio nos ha permitido detectar que el transporte público, no tiene programadas rutas desde San Lorenzo a comunidades de interés turístico como la Victoria, Coimata, etc., tampoco se tiene el servicio de circuitos turísticos. Para la visita a las comunidades anteriormente señaladas, se las debe programar desde la ciudad de Tarija.

En el siguiente cuadro se indica los recorridos y tarifas de transporte.

Tabla 2.8 Recorrido y tarifas de trufis y minibuses

Nombre Asociación/Sindicato	Nº de Asociados	Trabajan	Recorrido (de Tarija hasta:)	Precio (Bs)	Horario	Frecuencia
San Lorenzo	60	20	Calama	20	5:30 - 7:00	Todos los días
			Tarija Cancha Sud	5	5:30 - 7:00	Todos los días
			Tarija Cancha Norte	5	5:30 - 7:00	Todos los días
			Pajchani	15	5:30 - 7:00	Todos los días
			Canasmoro	15-20	5:30 - 7:00	Todos los días
			Sella	20-25	5:30 - 7:00	Todos los días
			Carachimayo	25	5:30 - 7:00	Todos los días
			Corana	25-30	5:30 - 7:00	Todos los días
			Tomatas Grande	35	5:30 - 7:00	Todos los días

Fuente: Sindicato de Transporte San Lorenzo

Elaboración: SIC. Srl.

Nombre Asociación/Sindicato	Nº de Asociados	Recorrido (de Tarija hasta:)	Precio (Bs)	Horario	Frecuencia
San Lorenzo	141	La Victoria	2,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Rincón de La Victoria	3,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Coimata	2,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Bordo El Mollar	3,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Santa Bárbara Grande	2,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Tarija Cancha Norte	3	5:00 - 19:00	Todos los días
		Tarija Cancha Sud	3	5:00 - 19:00	Todos los días
		La Calama	3,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Carachimayo	3,5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Canasmoro	3	5:00 - 19:00	Todos los días
		Tucumilla	5	5:00 - 19:00	Todos los días
		Rancho Norte	2	5:00 - 19:00	Todos los días
		Rancho Sud	2	5:00 - 19:00	Todos los días
		San Lorenzo	2,5	5:00 - 22:00	Todos los días

Fuente: Sindicato de Transporte San Lorenzo

Elaboración: SIC. Srl.

#### ▪ Otros

La empresa encargada de proporcionar este servicio es EMTAGAS, que desde su creación como entidad descentralizada con autonomía de gestión técnica administrativa y económica, para la distribución, suministro y provisión de gas natural, viene instalando las redes en todo el departamento de Tarija.

A partir del año 2003 a la fecha, la cobertura se va ampliando a consecuencia del plan de instalación de gas domiciliario gratuito, el mismo que origina algunos problemas a esta empresa, sobre todo los referidos al excesivo número de empresas instaladoras, inexistencia de planos que les permita coordinar con otras instituciones de servicio como COSAALT, con el propósito de no perfora tuberías, movimiento de suelos en las distintas calles y barrios y sobre todo la fuerte presión ejercida por grupos sociales, que buscan contar con este servicio.

Otras fuentes de energía la constituyen el gas licuado distribuido por camiones en todo San Lorenzo, esta distribución sin embargo no se tiene una estimación de la cantidad de garrafas que son utilizadas en las viviendas para la cocción de alimentos y que porcentaje de garrafas son utilizadas como combustible para el transporte.

El gas natural domiciliario tiene una cobertura de redes y gabinetes instalados del 71 % de las viviendas en toda el área de San Lorenzo, sin embargo el barrio que presenta una mayor cobertura es el San Pedro con 41 %. Dicha cobertura se encuentra graficada en la Tabla 2.9

Tabla 2.9 Cobertura de gas natural

Barrio	Cobertura (Longitud)		%
	metros	kilómetros	
San Pedro	5.729	6	41%
Oscar Alfaro	3.410	3	24%
La Banda	1.853	2	13%
Central	2.928	3	21%
<b>Total</b>	<b>13.921</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

Fuente: Boleta Barrial 2007

Elaboración: SIC. Srl.

### 2.1.3. Análisis Socioeconómico de la Población

De la aplicación de las boletas de encuesta en el municipio de San Lorenzo se obtuvieron los siguientes resultados, cuyas principales variables se muestran a continuación.

Tabla 2.10 Datos del Municipio de San Lorenzo

Estadísticos	Familia por Vivienda	Habitantes por Vivienda	Habitantes Por Familia	Ingresos por Familia	Ingresos por Persona
Media	1,2	4,6	4,0	2365,5	543,4
Mediana	1,0	4,0	4,0	1817,0	437,5
Moda	1,0	4,0	4,0	800,0	400,0
Desviación Est.	0,6	2,0	1,6	2242,7	586,7

Fuente: Recopilación de campo

En cuanto al detalle de los gastos familiares del Municipio de San Lorenzo tenemos que la distribución promedio de la canasta familiar es la siguiente:

Tabla 2.11 Gastos Familiares del Municipio de San Lorenzo

Descripción	Bs/mes
Alimentación	996,2
Alquileres	1185,0
Agua Potable	16,5
Energía Eléctrica	56,6
Teléfono	31,6
Gas	25,1
Transporte	138,6
Diversión	265,0
Vestimenta	227,2
Educación	366,6
Salud	101,4
Otros	725,0
<b>Gastos Tot. Promedio</b>	<b>1630,5</b>

Fuente: Recopilación de campo

De los datos observados, tenemos que los mayores gastos vienen dados por el alquiler de la vivienda (76,7%) y la alimentación (61%). El gasto en agua y alcantarillado es de aproximadamente el 0,9% en este caso se observa que el gasto en energía eléctrica es más alto, equivale al 3,4%.

Por otra parte, tenemos el detalle de las fuentes de ingreso familiar promedio del municipio:

Tabla 2.12 Ingresos Familiares del Municipio de San Lorenzo

Descripción	Bs./mes
Sueldos	2106.0
Ing. Temporales	1642.3
Ing. Ventas	521.6
Ing. Alquileres	197.5
Ing. Jubilación	1414.3
Renta Dignidad	218.9
Ing. Especie	633.3
Ing. Bonos	174.4
Ing. Otros	215.5
<b>Ingresos Tot. Promedio</b>	<b>2365.5</b>

Fuente: Recopilación de campo

La mayor fuente de ingreso de los hogares son los sueldos, seguido por las Jubilaciones y los Ingresos temporales.

El Comité de agua potable de San Lorenzo colaboró en el trabajo de estas encuestas.

Las boletas censales, la realización de encuestas y el documento de elaboración fueron evaluados con el especialista de la UCP Lic. Jaime Rivera.

#### 2.1.4. Aspectos Relacionados con la Fase de Operación del Proyecto

La operación del sistema de agua potable está a cargo del Comité de agua de San Lorenzo y tiene en su estructura organizativa siguiente:

1. Presidente con duración de 1 año en el cargo
2. Vicepresidente
3. Tesorero
4. Vocal 1
5. Vocal 2

Respecto a la operación y mantenimiento se contrata 1 plomero quien es el responsable de operar el sistema de todos los componentes (tomos, pozos, aducciones, impulsión, almacenamientos, redes, acometidas y además de actuar en reparaciones cuando son necesarios.

#### 2.1.5. Disponibilidad de Materiales de Construcción y Mano de Obra Locales

##### a) Materiales de Construcción Local

En San Lorenzo existe disponibilidad de los siguientes materiales locales: agregados (piedra, grana y arena), ladrillo, adobe.

El costo de agregados en San Lorenzo es de 85 Bs/m<sup>3</sup> y se encuentran a una distancia de 1 Km de la población; el ladrillo gambote tiene un costo 1000 unidades Bs 650 y el ladrillo de 6 huecos tiene un costo de 900 Bs cada 1000 unidades, se encuentra a una distancia de 10 Km de San Lorenzo, este costo incluye el transporte.

##### b) Mano de Obra Local

Existen albañiles, carpinteros, ayudantes, peones.

Los costos son los siguientes: Calificada Bs/día 130, ayudante Bs/día 100 y peón Bs/día 80.

## 2.2. ESTUDIOS TÉCNICOS

### 2.2.1. Evaluación de los Sistemas de Agua Potable y/o Alcantarillado Sanitario Existentes

#### 2.2.1.1. Sistemas de Agua Potable

##### Cobertura

La cobertura del sistema de agua potable actual es del 90%.

##### Continuidad del servicio

Con relación a la continuidad del servicio: los meses de noviembre a mayo (se da el servicio las 24 horas al día), los meses junio, julio se reduce a 18 horas al día y los meses de agosto, septiembre y octubre que es estiaje extremo se estima en un 30% de los usuarios tienen un servicio de 24 horas y en las partes altas la población sufre racionamiento de acuerdo a la disponibilidad de agua.

##### Administración, operación y mantenimiento del servicio

La administración, operación y mantenimiento del servicio de agua potable está a cargo del Comité de Agua de San Lorenzo.

##### Descripción del sistema

El sistema de agua potable existente tiene como fuentes de abastecimiento superficial a las fuentes: La Queñua ubicada a 23 Km de distancia con dos tomas, con caudales variables de 0,7 l/s a 11 l/s de acuerdo a la época del año. Las fuentes sub superficiales son: Galería de río Pajchani con caudales de 1,5 l/s a 4,5 l/s y la vertiente denominada Justo Ávila con caudales de 0,50 l/s hasta 2,5 l/s.

Se hace notar que el sistema de agua de La Queñua es compartido con las comunidades de Lajas, Tarija Cancha Norte y Sur, que restan considerablemente el caudal de producción.

Las fuentes subterráneas son los pozos Justo Ávila con producción de 1 l/s.

Existen tuberías de aducción de diámetro 4" desde las fuentes La Queñua hasta el tanque Morros Altos en San Lorenzo; otra aducción desde Pajchani a los tanques de Tarija Cancha Norte; y la aducción de la Vertiente al tanque Justo Ávila. Existe línea de impulsión desde el pozo al tanque J. Ávila.

Existen los tanques de almacenamiento siguientes:

- Morros Altos de 150 m<sup>3</sup>: recibe aguas de La Queñua y después de un tramo de distribución llega a una cámara de distribución con tuberías independientes hacia Tarija Cancha Sur, Lajas, Tarija Cancha Norte, que también distribuye hacia San Lorenzo.
- Tarija Cancha Norte V = 160 m<sup>3</sup>: distribuye al sistema operado por el comité de Tarija Cancha Norte.
- Lajas V = 15 m<sup>3</sup>: distribuye a la comunidad de Lajas, operado por comité independiente.
- Tanques Justo Ávila 1 y 2, sumando 50 m<sup>3</sup>.

No existe planta potabilizadora en San Lorenzo a pesar de que el suministro es con agua superficial.

Las conexiones domiciliarias no tienen micro medidores, lo cual influye en un uso inadecuado del agua para fines diferentes como riego de huertos familiares, etc.

Hidráulicamente, la red de distribución agua potable de San Lorenzo presenta problemas de baja presión, especialmente en el sector suroeste (sur del barrio Oscar Alfaro). En épocas de estiaje el agua no es capaz de abastecer a la población con suficiente agua, a pesar de poner en funcionamiento el equipo de bombeo del pozo Justo Ávila operado con electricidad.

Por otra parte se puede ver en el plano de la red de distribución de agua que la expansión con tuberías se ha desarrollado sin un esquema planificado; habiéndose instalado hasta incluso tres tuberías por calle con diferentes sentidos de flujo.

### Evaluación del sistema de agua

En cuanto al caudal disponible en las fuentes de abastecimiento, puede decir que en época de lluvia se cuenta con caudal suficiente para atender la demanda actual, pero al disminuir drásticamente en estiaje, y que además debe compartirse (La Queñua) con otras comunidades, provoca un déficit que se manifiesta en horarios de servicio racionados. A partir de la Galería Pajchani suministra agua a San Lorenzo, pero debido al poco desnivel entre la galería y el tanque, además de la reducción de la escorrentía en el río, el caudal en estiaje se ve reducido significativamente. Por otro lado, el pozo en operación que refuerza durante el estiaje rinde un caudal muy limitado debido al diámetro de perforación del pozo, a la antigüedad del mismo y la potencia del equipo instalado.

En condiciones sin proyecto, el balance oferta-demanda presentará déficit, especialmente en la época de estiaje, como se presenta a continuación:

Tabla 2.13 Balance oferta demanda en fuente sin proyecto – San Lorenzo

Año	Demanda Máxima Diaria (l/s)	Oferta sin Proyecto (l/s)					Exceso / Déficit	
		La Queñua	Pajchani*	Vertiente	Pozos	Total	(l/s)	(%)
<b>Estiaje</b>								
2012	3,99	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	0,0	0,3%
2016	5,02	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	-1,1	-22,1%
2021	6,35	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	-2,4	-39,1%
2026	8,13	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	-4,2	-52,9%
2031	9,82	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	-5,9	-61,4%
2036	11,8	0,7	1,5	0,5	1,0	3,7	-8,0	-68,2%
<b>Lluvia</b>								
2012	3,99	11,0	4,5	2,5	0	18,0	14,3	385,3%
2016	5,02	11,0	4,5	2,5	0	18,0	13,2	276,7%
2021	6,35	11,0	4,5	2,5	0	18,0	11,9	194,6%
2026	8,13	11,0	4,5	2,5	0	18,0	10,1	128,0%
2031	9,82	11,0	4,5	2,5	0	18,0	8,4	86,8%
2036	11,8	11,0	4,5	2,5	0	18,0	6,3	53,9%

Fuente: Elaboración propia

La fuente principal de abastecimiento de agua potable para San Lorenzo es La Falda de La Queñua. Con trabajos de mejoramiento de las obras de toma se puede evitar que se obstruya el ingreso a las captaciones y mejorar el caudal en esta fuente. Los caudales de producción promedio total de las distintas fuentes de agua llegan a 11,00 l/s en época de lluvias y 0,7 l/s en época de estiaje, con una oferta media anual de 5,85 l/s.

En conclusión se puede decir que para satisfacer la demanda actual, las fuentes de agua para la población de San Lorenzo en época de lluvia son suficientes y en época de estiaje no son suficientes y tampoco abastecen a todas las zonas de San Lorenzo. Sin embargo se tiene un uso excesivo del agua potable, usando el agua no solamente para uso doméstico, sino también para regar jardines, cultivos y para consumo de animales. Además de lo anterior, se tiene el problema de la calidad del agua que se manifiesta visualmente con incremento de la turbiedad.

**Modelación de los sistemas una vez definidos y estudiados los componentes: Plantas de tratamiento, conexiones entre plantas, estaciones elevadoras y tanques de almacenamiento, red de distribución, tuberías principales de diámetros mayores a 80 mm.**

En la Figura 2.8 se presenta el esquema de presiones según la modelación del sistema realizado en este estudio de diagnóstico, observándose que la región amarilla tiene presiones menores a 10 mca, localizada en el Barrio Oscar Alfaro. La pequeña zona roja representan presiones negativas, las cuales se dan porque la red está conectada a los tanque Justo Ávila y éstos rompen la presión en el sistema.

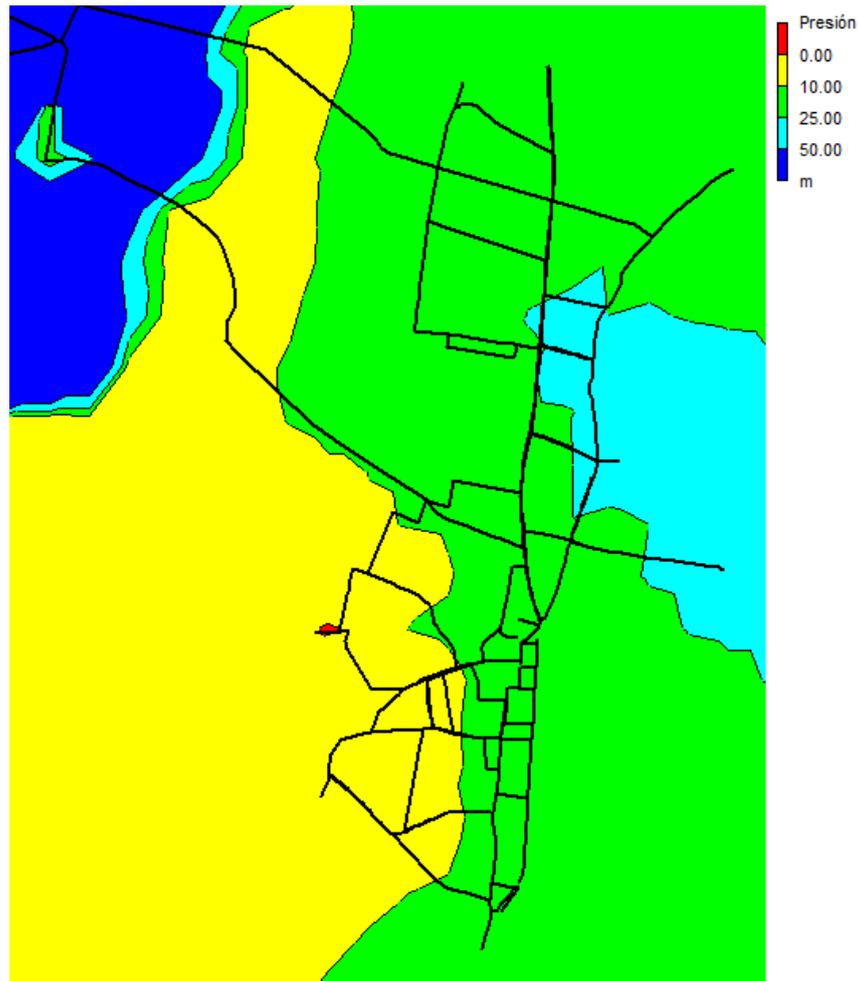


Figura 2.8 Modelación del sistema de agua potable

Fuente Elaboración propia

**Información sobre interrupciones o cortes de suministro por roturas y fugas y otros aspectos.**

Según al operador del comité de agua de San Lorenzo, existen cortes de suministro sólo en épocas de estiaje con racionamientos que se realizan en diferentes horas del día. Mientras que en época de lluvia el agua captada en las tomas es capaz de abastecer la demanda sin interrupciones.

En cuanto a las roturas, no se lleva un registro de dichas actividades; al momento de recopilar la información para la elaboración del plano se pudo obtener información por parte del plomero de que existen a veces roturas de tuberías pero con poca frecuencia pudiendo ser por la antigüedad y desgaste que estas presentan.

#### **Estadísticas de las acciones de mantenimiento preventivo y correctivo.**

El mantenimiento es limitado debido a la falta de personal y recursos para la compra de materiales de trabajo según el operador del comité de agua de San Lorenzo no se cuenta con herramientas de plomería. Utilizando sus herramientas propias para su trabajo. Con respecto al transporte no se cuenta con ningún tipo de vehículos. El mantenimiento a tuberías solo se realiza en casos de emergencia por rotura de tuberías. El mantenimiento en las obras de toma es limitado, solamente cuando se verifica una reducción en el caudal aducido por taponamiento en las captaciones es que recién va el operador a desbloquear.

#### **Información sobre Consumo de energía.**

No existen registros sobre consumos de energía en el Comité.

#### **Evaluación del estado de los motores y bombas y recomendar planes para el mejoramiento de la eficiencia energética**

No se pudo evaluar los motores y bombas porque a la fecha (junio) continúan operando las fuentes gravitacionales, razón que impide realizar esta tarea al no funcionar el bombeo.

#### **No existe macro ni micro medición**

En San Lorenzo no existe micro medición, tampoco macro medición, por lo que no es posible reportar el volumen producido ni el facturado. El índice de morosidad es de aproximadamente un 10% al 15%.

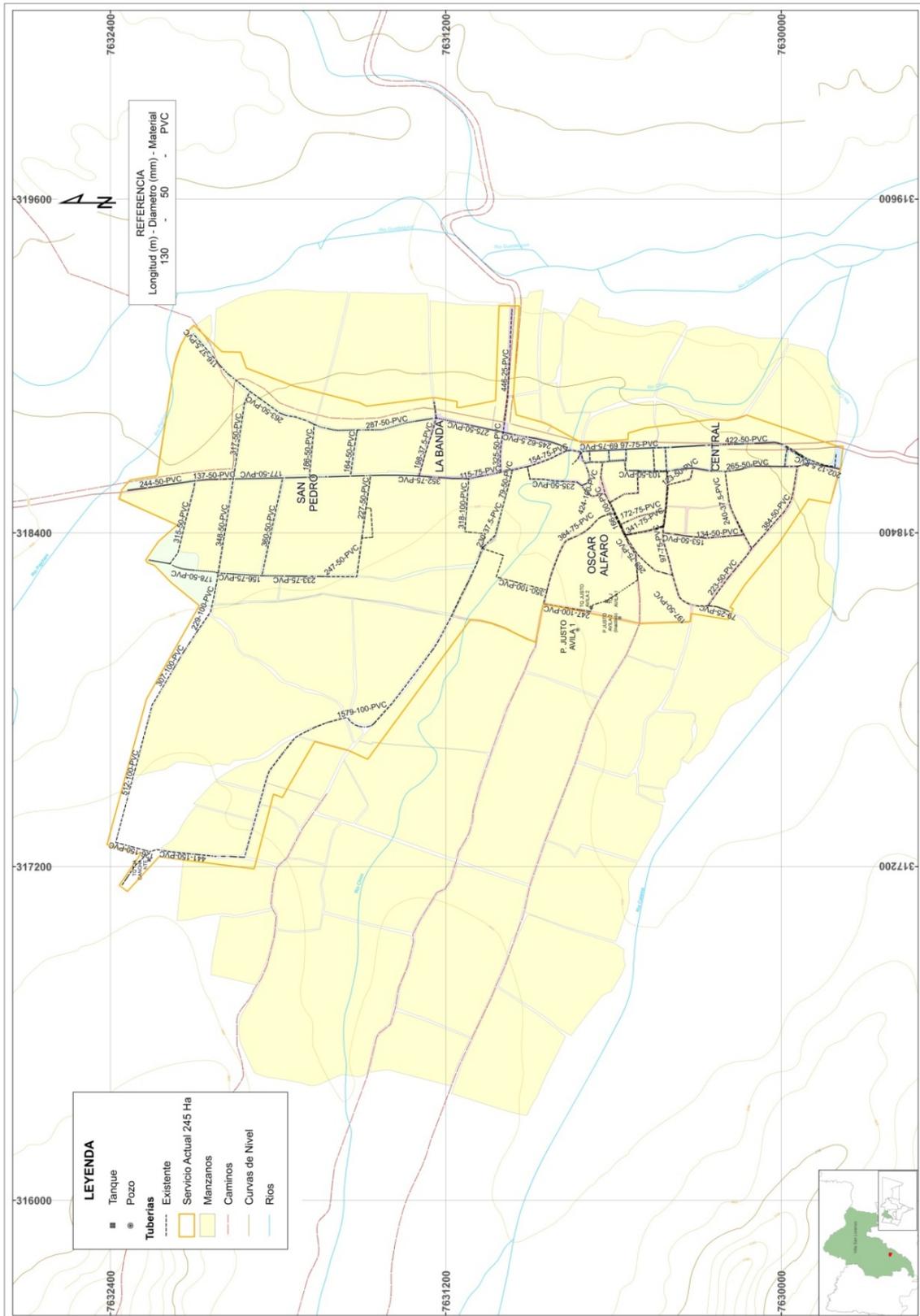
El Comité de Agua no efectúa controles de calidad de agua, que se anexan en este documento.

#### **Pérdidas**

Se estima las pérdidas de agua en un 45%, derivado del cobro como tarifa fija y sin control de ninguna clase por parte del Comité de agua.

En la época lluviosa se tendría un superávit de agua; pero igual, el agua es consumida en otros usos que no son domésticos sin generar ingresos.

Figura 2.9. Red de agua potable existente en San Lorenzo



Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.1.2. Sistemas de Alcantarillado Sanitario

El servicio de saneamiento de San Lorenzo sirve también a las comunidades de Tarija Cancha Norte y Sur. La cobertura actual del sistema de alcantarillado alcanza a un 80% de la población de San Lorenzo y a un 70% de las comunidades de Tarija Cancha Norte y Sur, que hacen uso común del sistema de saneamiento.

La población servida es de 3118 habitantes en San Lorenzo y 684 habitantes en Tarija Cancha Norte y Sud; sumando un total de 3802 habitantes equivalentes a un 80% de la población de San Lorenzo y a un 70% de Tarija Cancha Norte y Sud respectivamente al año 2012 que da un total de 4753 habitantes.

#### **Administración, operación y mantenimiento del sistema de saneamiento**

La actual administración, operación y mantenimiento del sistema está a cargo del Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo a través de la oficialía mayor técnica de este municipio que tiene a un encargado del sistema.

No se cobra tarifa alguna por este servicio.

#### **Descripción del sistema de saneamiento**

El sistema de alcantarillado sanitario funciona en forma gravitacional en dirección norte a sur y oeste a este, el sector más bajo está en la orilla del río Guadalquivir y confluye con el río Calama, donde se encuentra una planta de tratamiento.

Los colectores escurren en el sentido descrito anteriormente y en los puntos superiores de San Lorenzo reciben las aguas residuales de las comunidades de Tarija Cancha norte y sur, que atraviesan la población y van a la planta de tratamiento de aguas residuales existente, un pequeño sector de San Lorenzo ubicado al norte (San Pedro), recolecta las aguas residuales y conduce a una cámara séptica.

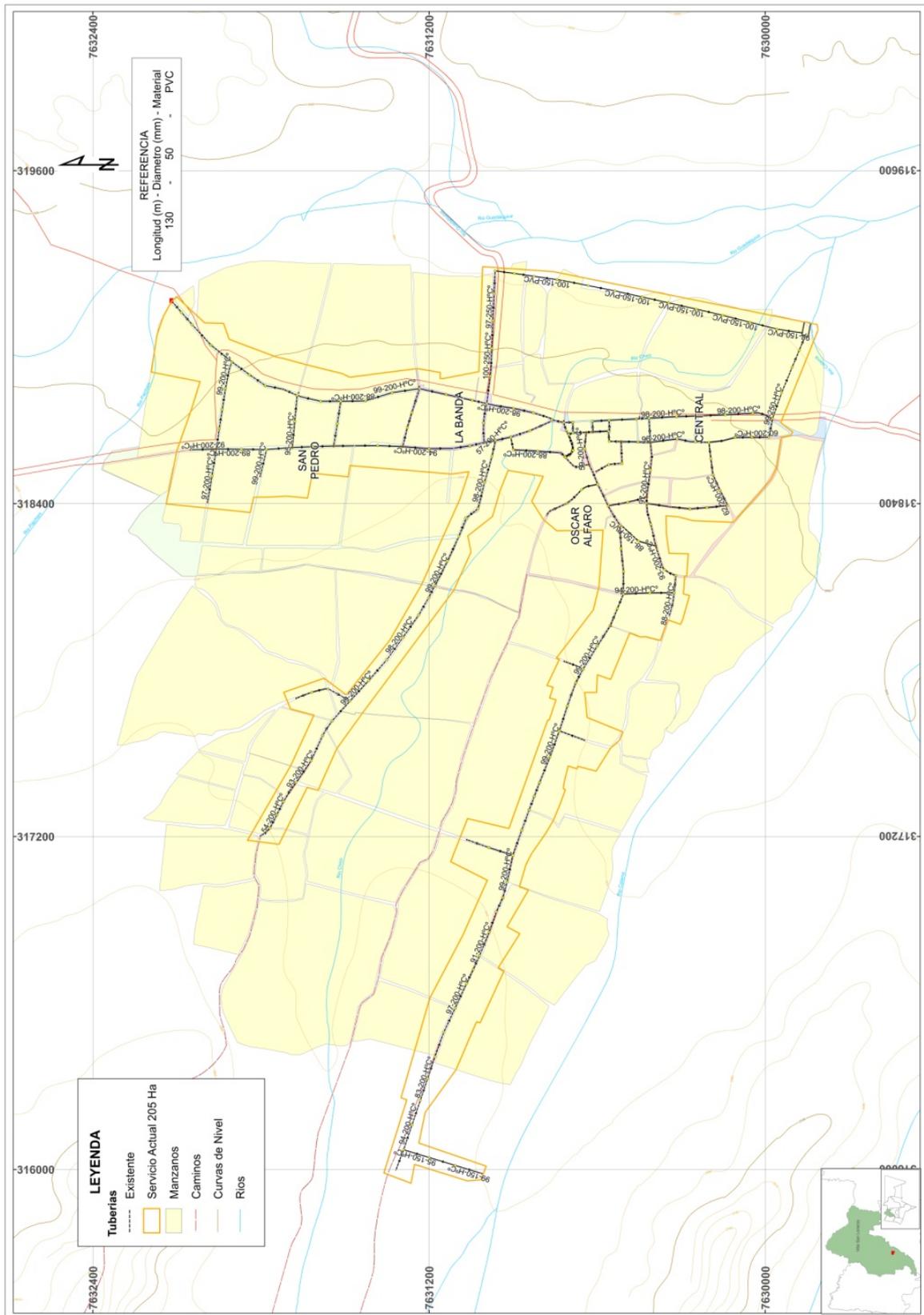
Existe un emisario que corre paralelo al río Guadalquivir, donde se producen taponamientos por baja pendiente y diámetro reducido (6").

La PTAR está dividida en dos sectores: el primero en la margen izquierda del río Calama donde se encuentra un RAP (reactor anaerobio de flujo a pistón) y en la margen derecha está una pequeña laguna atravesando la tubería mediante un sifón.

Se puede decir que la red de alcantarillado sanitario de San Lorenzo está en crecimiento de colectores organizados que se distribuyen por la mancha urbana. La planta de tratamiento de aguas residuales no tiene un operador permanente, y por tanto se encuentra descuidada en cuanto a mantenimiento así también la laguna de oxidación.

De acuerdo al reporte del Gobierno Autónomo Municipal, anualmente se demanda entre 20 a 25 nuevas conexiones entre San Lorenzo y las dos comunidades vecinas.

Figura 2.10 Sistema existente de saneamiento



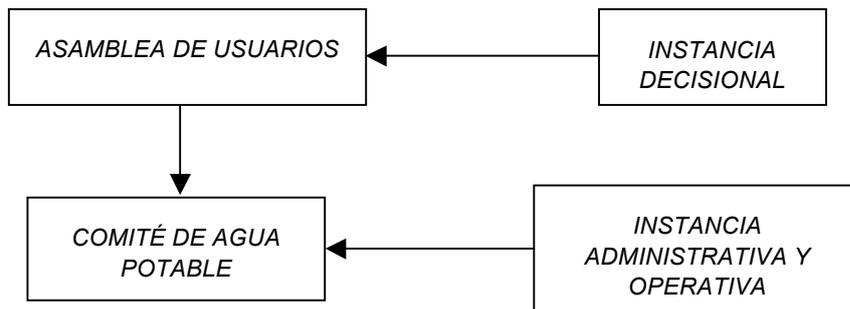
Fuente: Elaboración propia en base a información de campo

2.2.1.3. Tipo de EPSA y Monto de la Tarifa

El Comité tiene a la Asamblea de Usuarios como máxima autoridad e instancia de decisión, presidida por el Presidente del comité, cuenta con la participación de los presidentes de juntas de vecinos de las 4 zonas (Oscar Alfaro, Central, La Banda, San Pedro), así como con la participación de todos los vecinos de la localidad de San Lorenzo.

La asamblea, en su reunión anual, recibe un informe técnico/económico del Presidente del Comité, aprueba o rechaza dicho informe y asume decisiones de carácter económico, administrativo, en tarifas y cobros a realizarse y en aspectos varios relacionados con la gestión concluida o iniciada.

**Esquema Estructura Orgánica**



La directiva del Comité de Agua Potable en la gestión 2012 está conformada por un conjunto de 5 personas, cuyo detalle se expone a continuación:

Tabla 2.14 Directiva del Comité de Agua

Nombre	Cargo
Delfor Gutiérrez	Presidente
Darío Arroyo	Vicepresidente
Florindo Castro	Secretario de Actas
Ossias Valdez	Vocal

Fuente: Elaboración Propia

Luego de la instancia decisión al representada por la Asamblea General de Usuarios, se encuentra la instancia ejecutiva como instancia operadora y ejecutora que prácticamente se resume en el Presidente del Comité y dos funcionarios, que ejercitan todas las labores administrativas, operativas y técnicas básicas requeridas para la prestación del servicio, como ser cobranza, pago de servicios, atención al socio, conexiones de agua potable, reparación de roturas, etc.

Figura 2.11 Organización de la EPSA



Fuente: Elaboración propia

La actual Administración del Comité está encomendada a personas individuales que asumen dichas funciones por elección en Asamblea, ejercen por voluntad propia y con remuneración. En ese contexto, las actuales personas responsables de la administración son:

- Presidente del Comité: Sr. Delfor Gutiérrez
- Secretaria Administrativa: Sra. Ovidia Castro
- Plomero: Sr. Zenón Pérez

El Presidente realiza las tareas gerenciales, toma de decisiones y autorizaciones de pagos y otras obligaciones requeridas para la prestación del servicio, debiendo presentar anualmente su informe de actividades a la Asamblea General de Usuarios.

La encargada de administración es responsable del manejo administrativo y financiero del Comité, llevando un registro manual de pagos de los usuarios del Comité, de elaborar informes económicos, de administrar la caja chica y pago de obligaciones. El plomero es el encargado de efectuar el control y manejo de las fuentes de producción de agua, de realizar conexiones, cortes, reconexiones y otras actividades.

En el Comité no existen unidades organizacionales ni administrativas, ni financieras, como tampoco técnicas. Actualmente, no se reportan informes con planillas de orden económico y técnico y de orden comercial a la Autoridad de Agua Potable y Saneamiento (AAPS) para fines de seguimiento regulatorio.

#### 2.2.2. Evaluación de las Fuentes de Agua

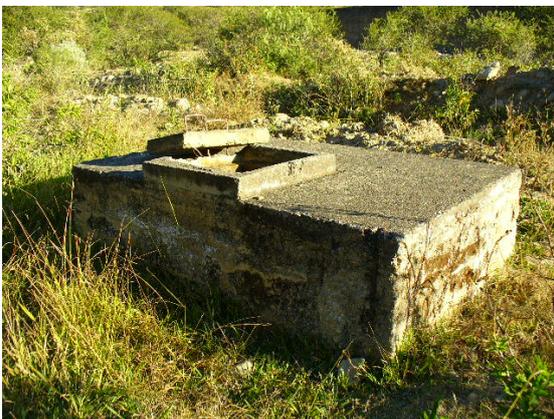
Las fuentes superficiales que se analizan en el presente capítulo, son aquellas que en la actualidad se están aprovechando para el suministro, ya sea a través de una obra de toma directa, toma lateral, embalses de regulación, sistema de bombeo, galería filtrante, o una combinación de éstas.

Las obras de toma La Queñua 1 y 2 están conformadas por tomas laterales y un azud transversal al curso de agua que en época lluviosa conduce un caudal importante, capaz de cubrir la demanda de San Lorenzo, pero en época de estiaje baja sustancialmente el caudal. Por otro lado, la toma ha sido construida frontal a la corriente, originándose taponamiento e ingreso de material indeseado; adicionalmente, debido a la lejanía no recibe el mantenimiento oportuno para limpieza sino es hasta que ya no llega agua al sistema. Ésta fuente es compartida con otras comunidades, y en esas



Foto 1: OT La Queñua 2

condiciones genera conflictos principalmente en época de bajo caudal.



La galería Pajchani, sobre el río del mismo nombre, construida para reforzar a las fuentes La Queñua, la tubería perforada está a 5 metros de profundidad, produce hasta 4 L/s que llegan a los tanque Tarija Cancha Norte, en época de estiaje tiene una reducción importante de caudal. Cálculos hidráulicos determinan que la disminución del caudal se debe a la poca carga hidráulica entre la obra de toma y los tanques.

Foto 2: Galería Pajchani

La vertiente Justo Ávila es un pequeño manantial que descarga en los Tanques Justo Ávila (Barrio Oscar Zamora) que tiene el mismo comportamiento que las aguas superficiales en cuanto a la variabilidad del caudal.

El pozo 1, perforado aproximadamente a 65 m de la vertiente Justo Ávila entra en operación ante la disminución del caudal en las fuentes superficiales, tiene revestimiento de 6" y un caudal de explotación de 1 l/s. Físicamente no se conoce el estado de este pozo; no se obtuvieron registros de haber sido sometido a mantenimiento, ni tampoco se tiene información sobre el diseño del mismo

El pozo 2 fue construido y equipado por la misión China, habiendo dejado un generador eléctrico a diesel que fue robado hace varios años. Tampoco se obtuvo información sobre las características de éste pozo ni datos de aforo.

### 2.2.3. Evaluación de la Cuenca

#### **Fuentes actuales**

Los datos sobre el área de aporte de las cuencas actualmente en uso para abastecimiento de agua de San Lorenzo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 2.15 Fuentes Superficiales Actuales de Agua del Valle Central de Tarija

Municipio	Fuente	Tipo de Toma	Área (Km <sup>2</sup> )
San Lorenzo	La Queñua 1	Superficial	0,59
	La Queñua 2	Superficial	0,59
	Pajchani	Sub superficial	21,14
	Vertiente Justo Ávila	Superficial	0,06

Fuente: Elaboración propia en base a datos del ZONISIG (2001) y relevamiento de campo del PMM-Valle Central de Tarija (2012)

Se observa una heterogénea presencia de cuencas hidrográficas, siendo su extensión variable entre 0,59 Km<sup>2</sup> y 21,14 Km<sup>2</sup> en la cuenca de aporte. Ésta marcada diferencia en extensiones de la cuenca, se traduce en una diversidad de factores que definen a las cuencas, en cuanto a suelo, vegetación, climatología en toda el área que abarca.

A continuación se presenta el mapa de grandes cuencas (Pilcomayo y Guadalquivir), observando que las fuentes La Queñua, Pajchani. Vertiente Justo Ávila están dentro de la cuenca del río Guadalquivir.

Figura 2.12 Mapa de grandes cuencas

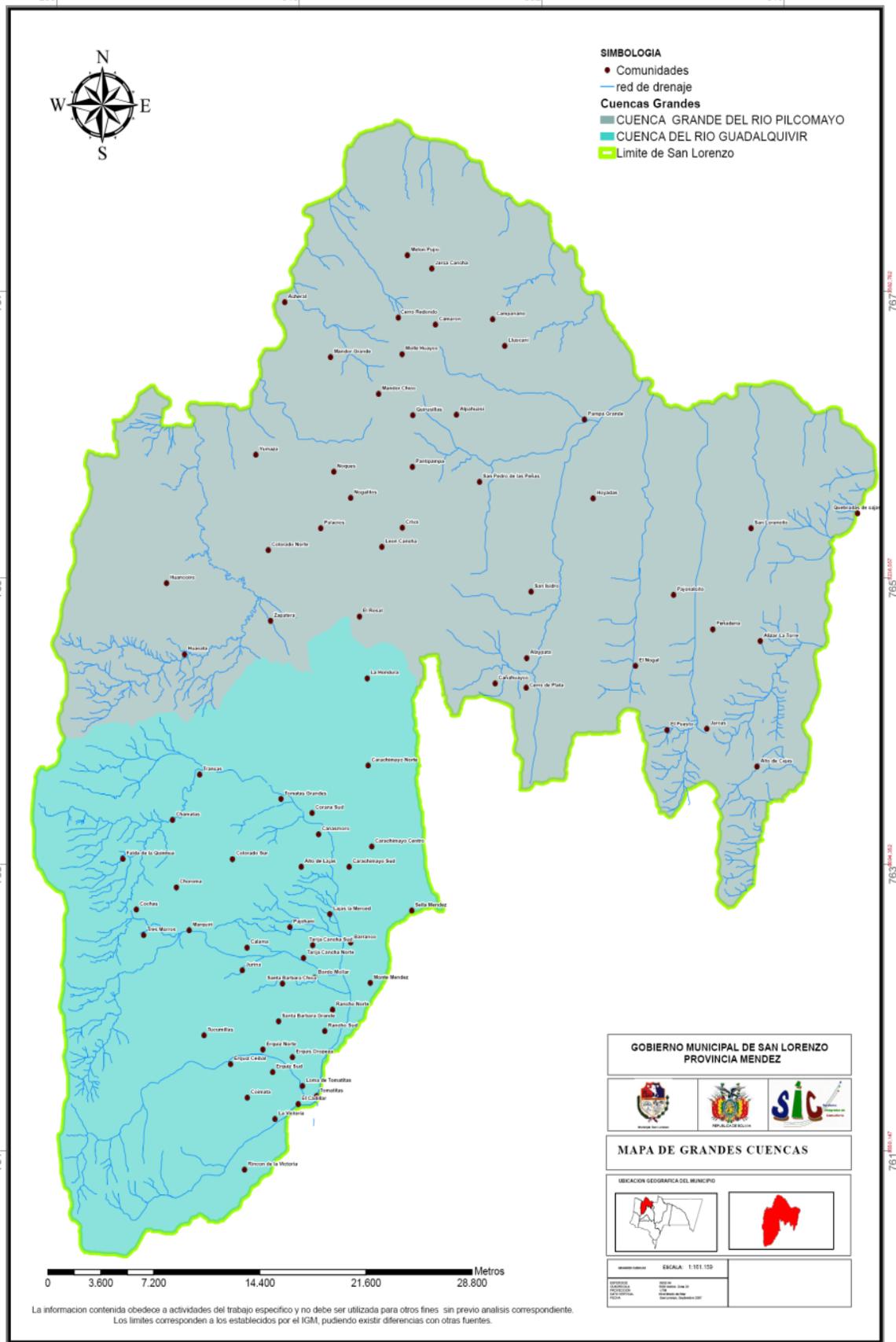
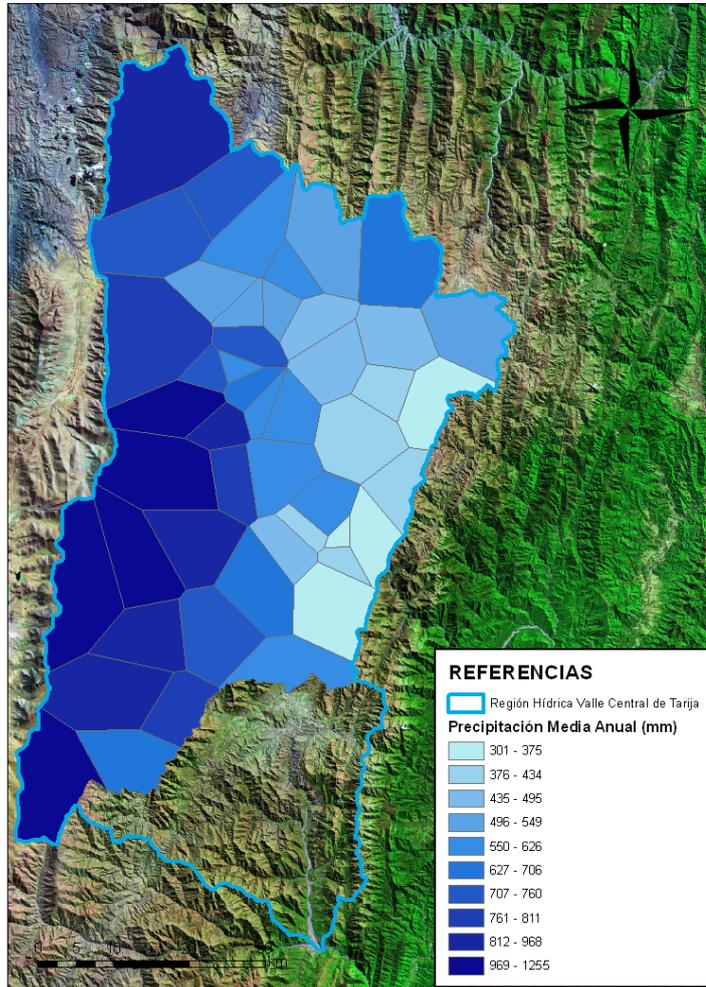


Figura 2.13 Polígonos de Thyssen para Precipitación Media Anual Del Valle Central de Tarija



Fuente: Elaboración propia en base a información del SENAMHI (Periodo de registro variable)

### Aguas subterráneas

Con relación las aguas subterráneas este municipio dispone de grandes reservorios de agua y se tiene referencias de estudios del año 1994 "Plan Maestro de Tarija" ya que circundan a San Lorenzo ríos importantes como el Guadalquivir, Pajchani y Calama; en dicho estudio se efectuaron evaluaciones de pozos en San Lorenzo, Sella y Canasmoro y se encontraron coeficientes de trasmisividad y permeabilidad, superiores al acuífero de Tarija hasta en un 100% basándose en pruebas de bombeo.

Por lo que se considera esta fuente de aguas subterráneas no explotada en intensidad a la fecha como excelente, concluyendo que con pozos perforados a 120 a 150 metros de profundidad y entubado de 10" a 12" pueden producir entre 15 l/s a 20 l/s.

### Conceptos de Cuencas

#### Introducción

El Capítulo Quinto de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia establece lineamientos generales sobre el uso, conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos, y establece como deber del Estado realizar su planificación.

El Marco Conceptual del Plan Nacional de Cuencas (PNC) formulado el año 2007 con relación a la Gestión del Agua, establece las siguientes definiciones:

Para la aplicación del Plan Nacional de Cuencas se ha asumido la definición de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos al “proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinado del agua, de la tierra y de los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social con equidad y sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales”. (Comisión Técnica, GWP, 2000).

La GIRH no es un fin en sí mismo, sino un medio para lograr un equilibrio entre tres objetivos estratégicos importantes: la Eficiencia, para lograr que los recursos hídricos cubran la mayor parte posible de las necesidades; la Equidad en la asignación de los recursos y servicios hídricos a través de los diferentes grupos económicos y sociales; y la Sostenibilidad ambiental para proteger los recursos hídricos básicos y el ecosistema asociado.

Para el PNC el concepto de Manejo Integrado de Cuencas es entendido como el conjunto de acciones conducentes al uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de la cuenca, luego de que este concepto ha sido ampliado y evolucionado partiendo desde un enfoque de uso sectorial a uno multisectorial.

El PNC considera que ambos conceptos de GIRH y MIC son necesarios y se complementan. Por lo tanto el concepto del MIC abarca principalmente las tareas técnicas del uso y manejo de los recursos naturales de una cuenca, mientras que la GIRH prioriza y da énfasis a los aspectos sociales e institucionales de gestión y administración para posibilitar un uso integrado y sostenible de los recursos hídricos, como factor que articula los diferentes actores y usuarios, los diferentes usos y el Manejo Integrado de una Cuenca, en consecuencia la articulación del GIRH y el MIC es la combinación e integración de la gestión social con el manejo técnico, logrando un enfoque socio-técnico.

Por lo anteriormente mencionado se establece que el MIC considera el desarrollo de la gestión del ciclo del proyecto (Reglamento Básico de Preinversión, 2007), para principalmente implementar acciones estructurales, mientras que la GIRH aborda cuestiones relacionadas con la evaluación y desarrollo de los recursos institucionales para poder generar escenarios de sostenibilidad a través de una cultura organizacional coordinada.

Actualmente se desarrollan diversas acciones aisladas con una coordinación incipiente y/o casi inexistente, es por ello que es necesario realizar en este sentido más acciones de fortalecimiento de las capacidades organizacionales institucionales y comunales, como así también conciencia ambiental sobre los recursos hídricos en relación a la cuenca que los provee.

### ***Formas organizacionales e institucionales afines para los objetos de GIRH y MIC***

Las formas de organización han sido propiciadas a raíz de procesos históricos, económicos y públicos, se identifican diferentes tipos de dinámicas orgánicas que tienen que ver con la participación en proyectos emergentes, acceso a servicios, donde la población no está obligada a afiliarse. A su vez, en la cuenca del Río Pilcomayo, existe un incipiente mecanismo participativo para el desarrollo de la cuenca, consistente en los denominados Comité de Coordinación Nacional y representando a su vez al Comité de Coordinación Trinacional. En el caso del Río Bermejo no existe una instancia participativa ni siquiera incipiente.

En el marco de la implementación del Servicio Nacional de Riego, y los Servicios Departamentales de Riego, se está gestando la creación e implementación de los Directorios de Cuenca, como instancias participativas de apoyo a la decisión en cuestiones hídricas. Considerando que el riego representa el mayor porcentaje de aprovechamiento de recursos hídricos, un esquema participativo considerando a los actores usuarios y promotores del riego, es destacable.

La presencia institucional obedece a los diferentes niveles gubernativos y su institucionalidad que la representa, reconocidos por la nueva Constitución Política del Estado: Gobierno Nacional, Gobierno Autónomo Departamental, Gobierno Municipal, Mancomunidades.

La Gestión Integrada de los Recursos Hídricos es posible y requiere esfuerzos de coordinación interinstitucional e instancias participativas de apoyo para la toma de decisiones, entre cada uno de los niveles intergubernativos que actúan sobre una jurisdicción correspondiente. (Contexto de la Mancomunidad en Bolivia, 2010).

Los actores institucionales de coordinación regional que están proyectándose sobre el territorio nacional, son las Mancomunidades de municipios, que en las cuencas de los Ríos Pilcomayo y Bermejo, tienen la siguiente configuración:

Tabla 2.16 Mancomunidades de la Región Hídrica del Valle Central De Tarija

Departamento	Provincia	Municipio	Sección de Provincia	Mancomunidad
Tarija	Méndez	San Lorenzo	Primera Sección	Río Pilcomayo ,Héroes de la Independencia ,Guadalquivir
	Avilés	Uriondo	Segunda Sección	Héroes de la Independencia ,Guadalquivir
	Cercado	Tarija	Sección Capital	Río Pilcomayo ,Guadalquivir
	Aniceto Arce	Padcaya	Primera Sección	Río Pilcomayo ,Mancomsur ,Guadalquivir

Fuente: Elaboración propia en base a datos del Diagnóstico de situación de las mancomunidades en Bolivia (2009) y consulta/entrevista a la Unidad de Ventanilla Única del Gobierno Autónomo del Departamento de Tarija (2012)

De las cuatro Mancomunidades existentes en la zona de estudio, únicamente se encuentra activa una (Mancomunidad Héroes de la Independencia), que contiene a los municipios de San Lorenzo y Uriondo.

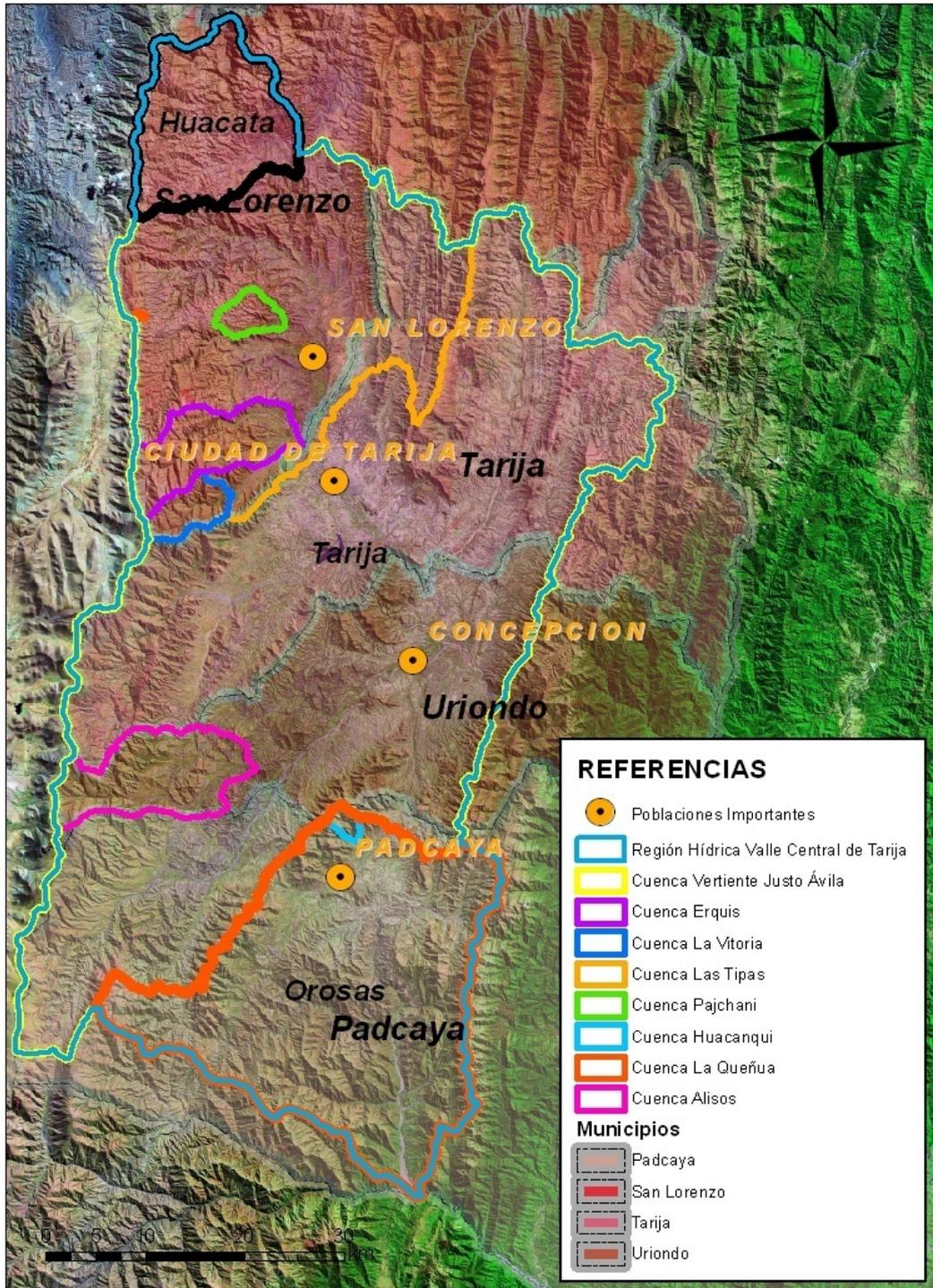
Las mancomunidades inactivas, poseen sus documentos legales de constitución, sin embargo, aún no tienen los documentos que permiten desarrollar su presencia institucional. (Consulta/Entrevista Unidad de Ventanilla Única del Gobierno Autónomo del Departamento de Tarija, 2012)

Ésta situación puede ser resuelta estratégicamente, a través de un apoyo en aspectos de fortalecimiento institucional, pues existen posibilidades muy alentadoras o prometedoras para realizar acciones que contribuyan con la promoción de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos de la Cuencas del Valle Central de Tarija, bajo un enfoque mancomunado de gestión. (Fortalecimiento de las capacidades mancomunales en el acompañamiento de sus municipios socios para la implementación de las políticas del Plan Nacional de Cuencas, 2011)

Los artículos 132 y 133 de la Ley Marco de Autonomías y Descentralización, establecen la posibilidad de desarrollar Consejos de Coordinación Sectorial, Acuerdos y Convenios Intergubernativos entre Entidades Territoriales, para promover programas y proyectos que apoyen el desarrollo de la Gestión Integrada de las Cuencas de los Ríos Pilcomayo y Bermejo.

Las cuencas que delimitan las fuentes actuales se presentan en el siguiente mapa:

Figura 2.14 Cuencas de aporte de las Fuentes Actuales



Fuente: Elaboración propia en base a datos del ZONISIG (2001) y relevamiento de campo del PMM-Valle Central de Tarija (2012)

Las cuencas involucradas para San Lorenzo son las de Huacata, Pajchani y La Queñua que es reducida en tamaño en la figura 2.14 es apenas notorio su dimensión, sin embargo el agua que fluye es debido a factores de afloramientos de aguas sub superficiales.

La Cuenca de Huacata está en etapa de ejecución desde hace 3 a 4 años atrás, Pajchani es una cuenca interesante para San Lorenzo y que además está siendo intervenida mediante la construcción de una represa aguas arriba de la galería existente. Según comentarios de miembros del comité de agua de San Lorenzo, la galería ha mejorado el caudal después de construida la represa.

En estas cuencas tanto de La Queñua y de Pajchani se recomienda el control del uso de plaguicidas en actividades agrícolas que causan contaminación a las fuentes de agua con estos productos dañinos a la salud humana, en especial con tareas de educación respecto a estos contaminantes por parte de la Gobernación de Tarija mediante campañas.

#### 2.2.4. Evaluación de Cuerpos Receptores

No se evalúa por ser sistema de agua potable.

#### 2.2.5. Calidad de las Aguas

##### a) Sistemas de Agua Potable

Se efectuó análisis de agua de las fuentes para determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, los mismos se adjuntan en el Anexo 3.

##### b) Sistemas de Alcantarillado Sanitario

No se desarrolla por ser sistema de agua potable.

#### 2.2.6. Reconocimiento Geológico y Estudios de Suelos y Geotécnicos

Se efectuó el reconocimiento geológico, estudios de suelos de las principales obras, los mismos se adjuntan en el Anexo 4.

#### 2.2.7. Trabajos Topográficos

Se efectuó el trabajo de levantamiento topográfico de las principales obras para el análisis de alternativas. Una nueva ubicación de la galería Pajchani, líneas de impulsión hasta un nuevo tanque de distribución; asimismo, se cuenta con los planos topográficos de la línea de aducción del proyecto Huacata. Se presentan en el anexo 5.

#### 2.2.8. Estudios Ambientales

No corresponde en la Fase del Estudio de Identificación la elaboración del Estudio Ambiental, para la elaboración del mismo se deberá contar con una categoría del proyecto, la misma que deberá ser emitida por la Autoridad Ambiental Competente. Para definir la categoría de manera preliminar, se ha pre categorizado el proyecto, para ello se ha acudido a la Ficha Ambiental (Anexo 6)

### 3. DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

#### 3.1. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el sistema de agua potable se planteó tres alternativas que se presentan a continuación con un esquema explicativo.

##### Alternativa 1

En el Programa Guadalquivir, la Consultora Fitchner consideró el aprovechamiento de agua de la presa Huacata con usos múltiples (generación hidroeléctrica, riego y abastecimiento de agua para consumo humano en San Lorenzo y Tarija).

El suministro desde Huacata ha sido establecido solamente durante los meses de julio a octubre; los meses restantes, el embalse recuperará su nivel. Al ser una fuente temporal, se requiere de otras fuentes para cubrir la demanda durante todo el año, por lo cual, se ha considerado la utilización de las fuentes La Queñua y Pajchani en la época de mayor producción de éstas últimas (lluviosa).

Al ser todas fuentes superficiales, se requiere la implementación de instalaciones para potabilización del agua. Para ello, se ha considerado como sitio estratégico, la misma zona donde están los tanques Tarija Cancha Norte, zona en la cual estarían llegando todas las aguas.

##### Huacata:

La descripción del componente de captación y aducción del sistema Huacata se ha tomado de la memoria descriptiva de dicho proyecto.

El sistema de abastecimiento de agua potable a Tarija, constituye parte del aprovechamiento múltiple de las aguas de los ríos Huacata y Quebrada Negra, que está constituido por el sistema de Obras de derivación del río Huacata, embalse de regulación Quebrada Negra y obras hidráulicas de los sistemas de agua potable, riego y central hidroeléctrica.

Uno de los objetivos del proyecto multipropósito Huacata es mejorar la dotación de agua potable a la ciudad de Tarija y poblaciones cercanas, durante 5 meses de estiaje

El embalse de regulación del proyecto Huacata regulará las aguas de los ríos Huacata y Quebrada Negra, para el suministro de un caudal medio de 0,86 m<sup>3</sup>/s durante 5 meses de estiaje, con una garantía de 90%.

El sistema de abastecimiento de agua potable, está constituido por una obra de toma ubicada aguas abajo de la central hidroeléctrica, una presa de regulación horaria, transporte del fluido a través del canal de riego hasta la progresiva 5+621.90, una red de conducción en tubería PRFV, salida de las aguas al tanque de regulación en San Mateo (ciudad de Tarija), pasos de quebradas y ríos, órganos de control para expulsión de aire y drenaje, derivaciones a poblaciones intermedias y cámaras rompe presión.

La concepción del proyecto es el de contar con una sola presa de derivación, tanto para el componente de riego como de agua potable y ambos componentes comparten un tramo del canal principal de conducción.

El sistema de conducción se inicia en una cámara de captación de las aguas del canal de riego, en la margen izquierda del río Corana.

Antes del ingreso del agua a la cámara de captación se prevé un desarenador de 13,20 m de longitud, para garantizar la captación de aguas libres de sólidos, y de esta manera limpiar el agua para que no se produzcan sedimentaciones en la tubería.

- Primer tramo de la tubería de conducción de agua potable

Se inicia en la cámara de válvulas de la toma sobre el canal de riego, en el nivel 2+127,82 m.s.n.m. y concluye en la progresiva 2+169,96 en el primer tramo donde cambiaría de tipo de tubería, de una de 16" de 6 BAR a una de 16" de 10 BAR, en el nivel 2.093,97 m.s.n.m.

En la progresiva 0+252,6 se encuentra la cámara de derivación a la comunidad de Canasmoro y Corana Sur.

El diámetro a lo largo de este tramo es igual a 16", en este tramo existen 3 pasos de quebrada, 6 puntos de expulsión de aire y 6 de drenaje. La máxima presión dinámica en este tramo será de 41 m.c.a. y la máxima presión estática en este tramo será de 48 m.c.a., es por esta razón que se utilizó una tubería de presión de trabajo de 6 BAR.

- Segundo tramo de la tubería de conducción de agua potable

Se inicia en el primer cambio de tipo de tubería, en el nivel 2.093,97 m.s.n.m. y concluye en la progresiva 8+614,36, en el nivel 2.036,45 m.s.n.m. En este tramo, en la progresiva 4+267,19 se encuentra la cámara de derivación a Carachimayu y en la progresiva 8+614,36 a San Lorenzo y Lajas.

El diámetro a lo largo de este tramo es igual a 16" con una tubería de 10 BAR de presión, existen 3 pasos de quebrada, 4 puntos de expulsión de aire y 6 de drenaje. La presión dinámica en este tramo será de 48 m.c.a. y la presión estática en este tramo será de 57 m.c.a., es por esta razón que se utilizó una tubería de presión de trabajo de 10 BAR.

- Tercer tramo de la tubería de conducción de agua potable

Se inicia en el segundo tramo de cambio de tubería, en el nivel 2.036,45 m.s.n.m. y concluye en la progresiva 9+510,33 en la cámara rompe-presión en el nivel 2.038,97 m.s.n.m. El diámetro en este tramo es igual a 16" con una presión de 16 BAR, existe 1 punto de drenaje y 1 paso de quebrada. La presión dinámica en este tramo alcanzara a 59 m.c.a. y la presión estática en este tramo será de 120 m.c.a., es por esta razón que se utilizó una tubería de presión de trabajo de 16 BAR.

- Cuarto tramo de la tubería de conducción de agua potable

Se inicia en la cámara rompe-presión, en el nivel 2.038,95 m.s.n.m. y concluye en la progresiva 19+343,18 en la planta de tratamiento de San Mateo en el nivel 1.985,66 m.s.n.m.

El diámetro en este tramo es igual a 18" con una presión de 10 BAR, existen 4 puntos de expulsión de aire, 5 de drenaje y no existen pasos de quebrada. La presión dinámica en este tramo alcanzara a 73 m.c.a. y la presión estática en este tramo será de 100 m.c.a., es por esta razón que se utilizó una tubería de presión de trabajo de 10 BAR. En la actualidad, el embalse ya ha sido construido, pero aún faltan las obras de derivación y conducción de agua hacia San Lorenzo y Tarija. A partir de la derivación proyectada para San Lorenzo y Lajas se ha considerado la instalación de una tubería de conducción por gravedad, 4" de diámetro en PVC y una longitud de 5 Km.

#### La Queñua:

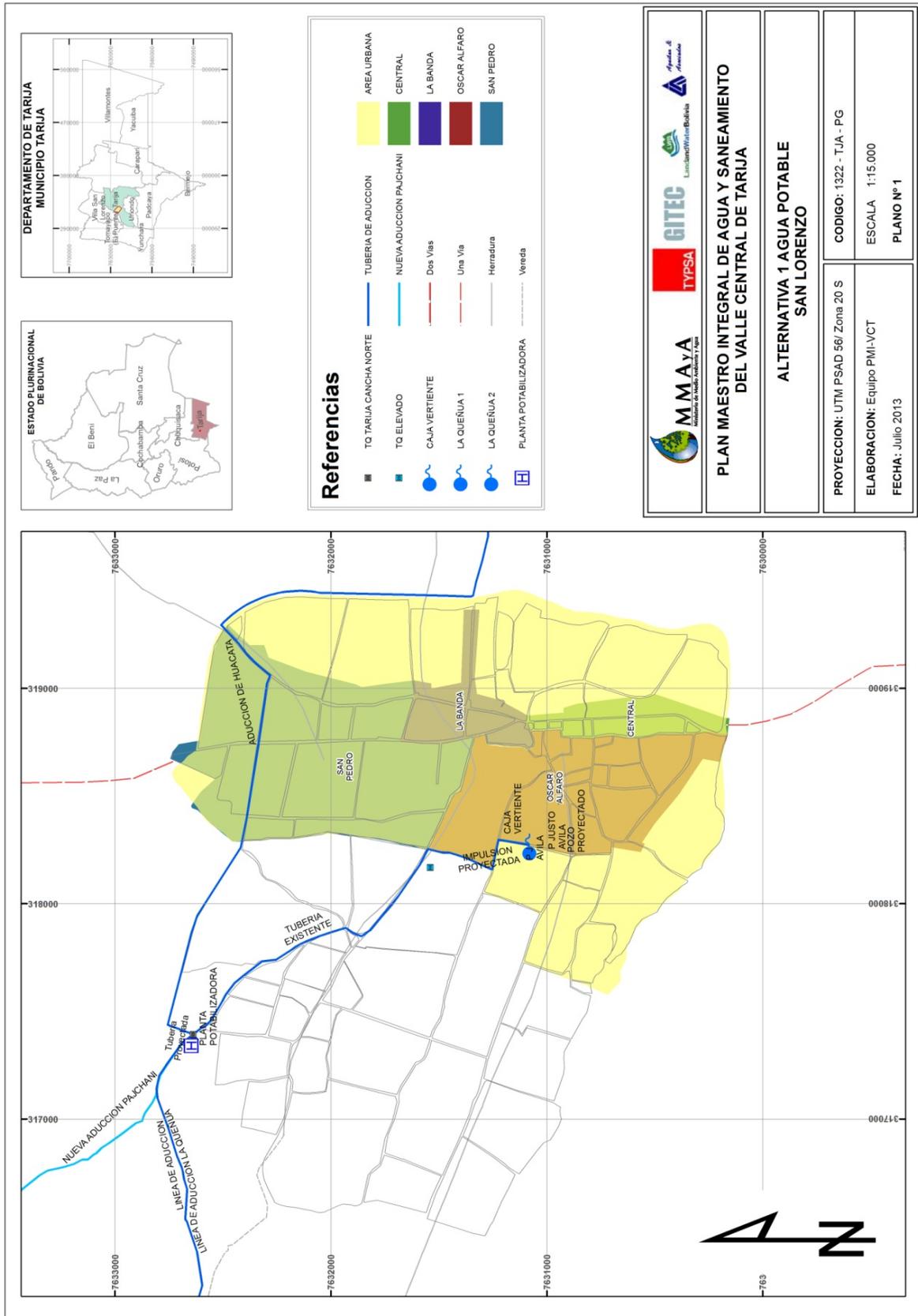
Para corregir deficiencias en las obras de captación, se requiere modificación en las entradas de agua para que sean laterales, cambiar el medio filtrante aguas arriba del azud derivador. Adicionalmente se propone la instalación de nuevas cámaras rompe-presión, de drenaje y purgas de aire en la aducción existente.

Pajchani:

Para garantizar mayor carga hidráulica, se plantea la construcción de una nueva galería, aproximadamente 750 m aguas debajo de la represa existente. A partir de allí se instalará una nueva tubería de conducción de PVC en 4" de diámetro y una longitud de 2,6 Km hasta el sitio de la potabilizadora proyectada. Para lograr el cumplimiento de la NB-512 es necesario implementar una planta potabilizadora para que las aguas captadas de todas las fuentes sean debidamente tratadas. Se plantea una planta tipo FIME (filtro lento y filtro grueso), implementado con su sistema de desinfección respectivo. Para el caso de las aguas de Huacata se propone un módulo para la remoción de plaguicidas debido a la presencia en la muestra que se analizó en la campaña realizada por el Plan Maestro.

Se debe aclarar que el problema es la calidad del agua de Huacata que está siendo monitoreo de los pasivos ambientales y los indicios de plaguicidas contaminados con elementos órgano clorados en el agua de la presa.

Figura 3.1 Alternativa 1: Fuentes Huacata, La Queñua y Pajchani y Vertiente.



Fuente: Elaboración propia

La participación de cada fuente en ésta alternativa funcionará así como se detalla en la Tabla 3.1: Alternativa Huacata y otras fuentes.

Por ello se debe considera efectuar un monitoreo de estas aguas de la presa en el estudio TESA. De confirmarse se debe considerar tratamiento para eliminar estos contaminantes, con el costo de inversión, operación y mantenimiento respectivo para potabilizar esta fuente.

Tabla 3.1 Alternativa de fuentes Huacata y otras más

Época	Fuente	Caudal (l/s)
Estiaje	Huacata	16,6
Lluvias	La Queñua	11,0
	Pajchani	5,0
	Pozos J. Ávila	0,0
	Vertiente J. Ávila	1,0

Fuente: Elaboración propia en base estudio de Huacata

### Alternativa 2

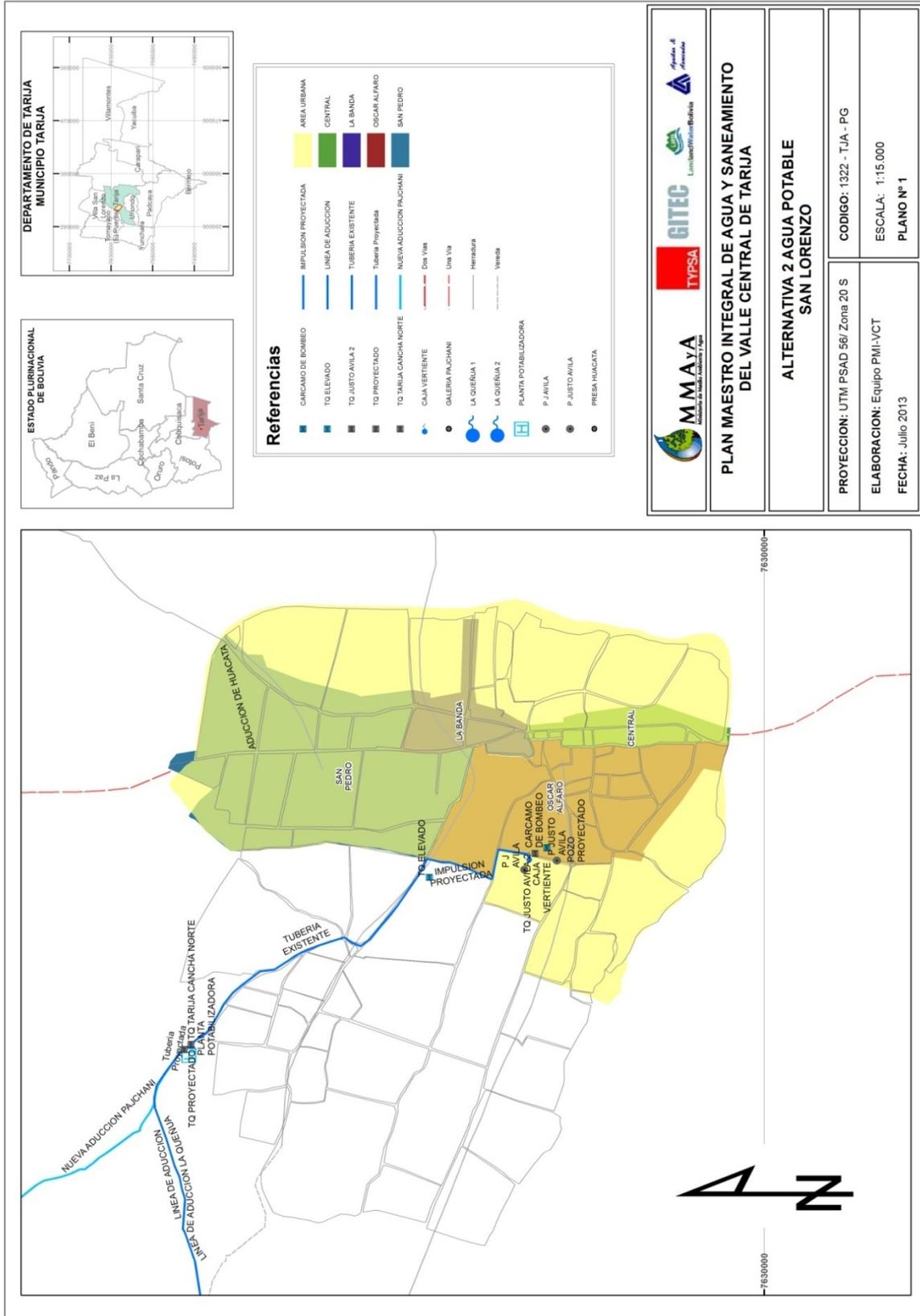
Esta alternativa requiere de una nueva obra de toma en el río Pajchani ubicada como se ha descrito en la alternativa 1. Además de continuar usando la fuente de La Queñua en época de lluvias, realizándole las mejoras correspondientes y para el estiaje se propone el aprovechamiento de las aguas subterráneas mediante la perforación y equipamiento de un nuevo pozo en el mismo predio donde está el perforado por la misión china.

Esta alternativa funcionara de la siguiente forma con los caudales.

Tabla 3.2 Alternativa 2 Caudales de producción

Época	Fuente	Caudal (l/s)
Estiaje	La Queñua	1,5
	Pajchani	5,0
	Pozo J. Ávila (Nuevo)	5,0
	Vertiente J. Ávila	0,5
Lluvias	La Queñua	6,0
	Pajchani	5,0
	Pozos J. Ávila	0,0
	Vertiente J. Ávila	1,0

Figura 3.2 Alternativa 2 Agua Potable: Fuentes La Queñua, Pajchani, Vertiente y Pozos.



Fuente: Elaboración propia

### Alternativa 3

Esta alternativa requiere pozos profundos, en todo el año; se ubicará en el predio del pozo perforado por la misión china.

Debido a que la fuente se ubicará a un nivel menor que los tanques existentes en Tarija Cancha Norte, y que se ha determinado mediante análisis hidráulico el efecto en las bajas presiones que tienen los tanques Justo Ávila, se harán los cambios siguientes:

- Se utilizará uno de los tanques Justo Ávila como cárcamo de bombeo, y desde éste se conducirá por bombeo el agua hasta un tanque elevado a ubicar sobre la calle que desde el cementerio conduce hasta Tarija Cancha Norte.
- El nuevo pozo bombeará hasta el cárcamo de bombeo
- El agua de la vertiente llegará por gravedad hasta el cárcamo de bombeo.
- El pozo existente deberá recibir mantenimiento, y en función de las características hidráulicas a determinar, se seleccionará un nuevo equipo de bombeo. Este pozo estará de reserva para cuando el nuevo pozo reciba mantenimiento.

Para cada una de las alternativas propuestas se requiere la ampliación de la red de distribución, haciéndole las modificaciones para mejorar el comportamiento hidráulico; así como también del almacenamiento necesario.

### Presupuestos y costos administrativos, operación y de mantenimiento

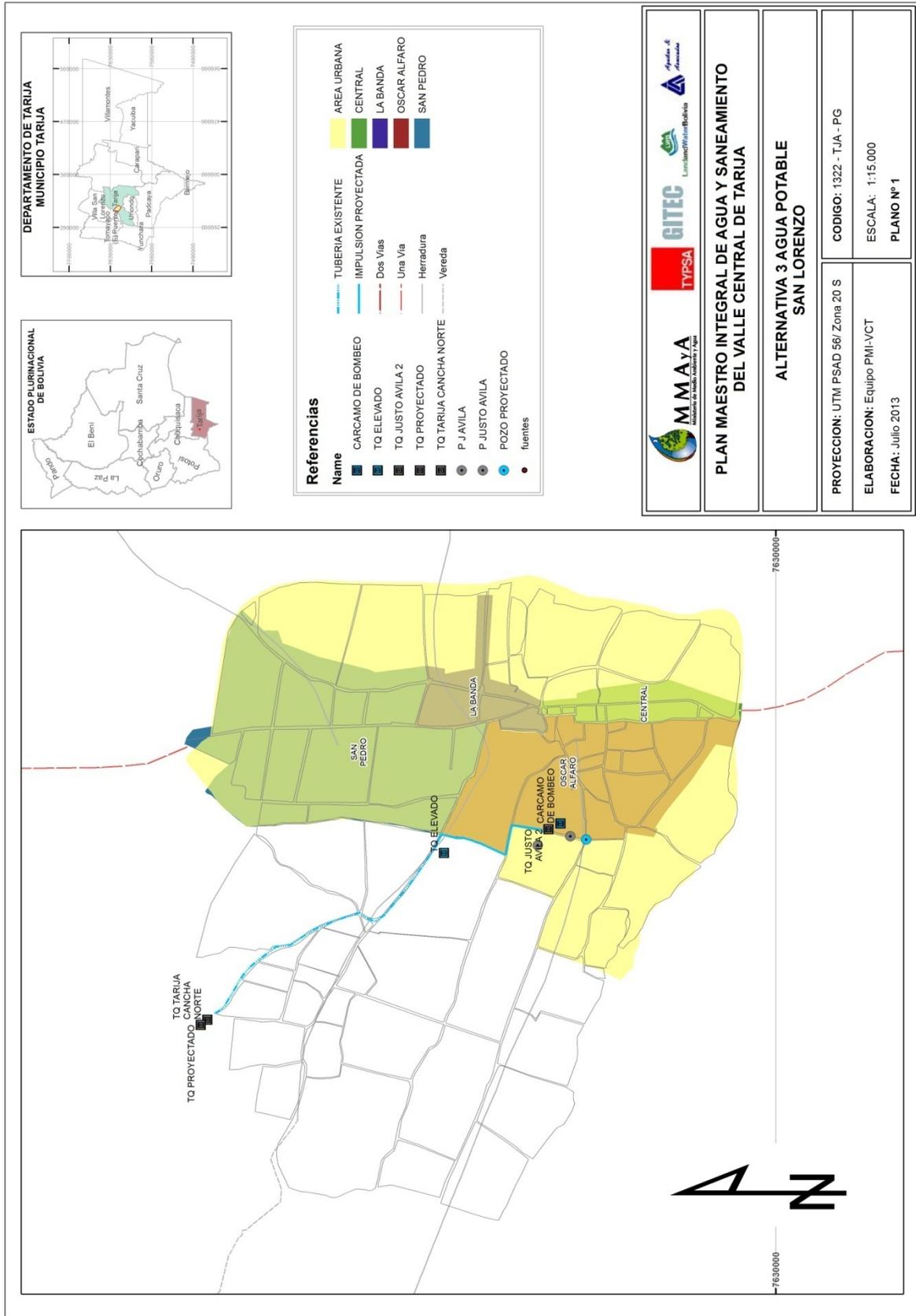
Tabla 3.3 Presupuestos y costos administrativos, operativos y de mantenimiento

Descripción	Costos (Bs)				
	Inversión Total (1)	Admin. Anual (2)	Operación Anual (3)	Manten. Anual (4)	Total Anual (2+3+4)
Alternativa 1	<b>3.517.764</b>	1.200	6.000	2.400	9.600
Alternativa 2	<b>3.054.865</b>	1.200	6.000	2.400	9.600
Alternativa 3	2.061.640	1.200	12.000	6.000	19.200

Fuente: Elaboración propia

Por tanto la Alternativa seleccionada, es la Alternativa 3.

Figura 3.3 Alternativa 3 Agua Potable: Solamente Pozos



### 3.1.1. Descripción de las obras de las alternativas consideradas

#### 3.1.1.1. Alternativa 1 Huacata en estiaje y en época de lluvias La Queñua, Nueva galería en Pajchani, vertiente.

Con ésta propuesta se garantizará durante el período de diseño la captación y conducción de agua para San Lorenzo con la capacidad suficiente para satisfacer las demandas de sus usuarios tanto en época de estiaje como en época de lluvias.

- Época de lluvia: Fuente La Queñua, Pajchani, vertiente Justo Ávila.
- Época de estiaje: Huacata.

En esta alternativa se describe las obras que se requieren:

- Nueva obra de toma mediante una galería filtrante en el río Pajchani
- Línea de aducción desde galería del río Pajchani hasta la planta de potabilización en San Lorenzo con una distancia de 2.500 ml y en diámetro de 4" caudal de 6,0 l/s, velocidad de 0,76 m/s y pérdidas de carga 0,65m/100m.
- Línea de aducción desde tubería principal que conduce agua a Tarija con una distancia de 5.000 ml y en diámetro de 6", con un caudal de 16,6 l/s, velocidad de 0,90 m/s y pérdidas de carga 0,56m/100m.
- Línea de aducción desde la planta de potabilización hasta el nuevo tanque de San Lorenzo con una distancia de 1.400 ml y en diámetro de 6", caudal de 16 l/s, velocidad de 0,76 m/s y pérdidas de carga 0,65 m/ 100 m.
- Planta de potabilización con capacidad detallada en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Parámetros generales Alternativa 1 Huacata

Descripción	Unidad	2026	2036
Caudal a tratar	l/s	7,19	11,2
Caudal máximo		7,50	13,0
Temperatura del agua	°C	16	16
Viscosidad absoluta	gr masa/cm/s	0,00984	0,00984
Viscosidad cinemática	cm <sup>2</sup> /s	0,00010	0,00010
Densidad	gr/cm <sup>3</sup>	0,998	0,998

Fuente: Elaboración propia en base a proyecto Guadalquivir

El agua ingresa desde Huacata y/o Pajchani y La Queñua a un cámara de distribución provista de sus respectivos vertederos y un rebose para limitar los caudales de la planta.

Luego ingresa el agua a un filtro horizontal de grava que consiste en disponer de tres capas de grava de espesor de 0,20 metros cada uno y granulometría de 19 - 25 mm, 13 – 19 y 6 – 13 mm respectivamente.

La longitud y ancho de cada filtro son de 3,50 y 4.1 metros respectivamente, una altura total de 1,50 metros y al año 2023 se requieren cuatro unidades y al 2036 6 unidades.

Luego del filtro de grava el agua se conduce al filtro lento de arena, que consiste en cuatro unidades para el año 2023 y seis unidades para el año 2036; con las siguientes dimensiones 6,2m de longitud, ancho de 5,8m, tirante hidráulico de 0,70 m, tasa de filtración de 4 a 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/día, y un tirante hidráulico de 0,70 m de cada uno de los filtros lentos.

Para la desinfección se usara el hipoclorito de calcio o sodio por goteo de la solución disuelta.

Considerando que existen indicios de plaguicidas, debido a que se determinó heptacloro en cantidad de 50 veces mayor a lo permitido por la EPA y el Clorpirifos en cantidad 10 veces mayor a lo permitido por la EPA. Para este tratamiento se dispone de una unidad de ozonización seguido con una filtración mediante carbón activado y finalizando con desinfección con hipoclorito de calcio/sodio.

- Nuevo tanque de 80 m<sup>3</sup> ubicado en Tarija Cancha norte. (Ya construido)
- Ampliación de redes en el sistema
- Tanque elevado de 100m<sup>3</sup> a la entrada de la distribución.

### 3.1.1.2. Alternativa 2 En estiaje y en época de lluvias La Queñua, pozos, Nueva galería en Pajchani y vertiente.

Actualmente la captación y conducción de agua para San Lorenzo desde La Queñua cuenta con la capacidad suficiente para satisfacer las demandas de sus usuarios tanto en época de lluvias, pero en estiaje hay problemas de abastecimiento, debido a la reducción del caudal en el río Pajchani y la poca carga disponible entre la obra de toma y los tanques, el aporte de esta fuente se reduce sensiblemente. El estudio hidrológico reporta que hay potencial mayor al aprovechado actualmente en época de estiaje en el río Pajchani; por lo que se considera necesario mejorar la obra de toma, eso significa el cambio de ubicación a una mayor cota para que el caudal conducido pueda incrementarse

- Época de lluvia: Fuente La Queñua, Pajchani, vertiente J. Ávila.
- Época de estiaje: Fuente La Queñua, Pajchani, pozos y vertiente J. Ávila.

El detalle de obras de esta alternativa que se requieren es:

- Nueva obra de toma mediante una galería filtrante en el río Pajchani
- Línea de aducción desde galería desde en el río Pajchani hasta la planta de potabilización en San Lorenzo con una distancia de 2500 ml, y en diámetro de 4", caudal de 6 l/s, velocidad de 0,76 m/s y pérdidas de carga 0,65 m/ 100 m.
- Línea de aducción desde la planta de potabilización hasta el nuevo tanque de San Lorenzo con una distancia de 1400 ml, diámetro de 6", caudal de 16 l/s, velocidad de 0,76 m/s y pérdidas de carga 0,65 m/ 100 m.
- Planta de potabilización con capacidad detallada en la Tabla 3.4.

El agua superficial ingresaría a la planta potabilizadora desde las fuentes: Pajchani y La Queñua a una cámara de distribución provista de sus respectivos vertederos y un rebose para limitar los caudales de la planta.

Las características de la PTAP son similares a la de la alternativa 1.

Considerando la posible presencia de indicios de plaguicidas en el río Pajchani, siempre y cuando el monitoreo de calidad confirme esta contaminación; se prevé la instalación de un módulo para la remoción de plaguicidas; el cual consiste en una unidad de ozonización seguido con una filtración mediante carbón activado y finalizando con desinfección con hipoclorito de calcio/sodio.

La longitud y topografía plana desde los tanques de Tarija Cancha Norte hasta los usuarios más alejados genera presiones que no cumplen con la normativa, que en la realidad se convierte en zonas deficientes. Para resolver esa problemática se propone la construcción de un tanque elevado de 100 m<sup>3</sup> a la entrada de la distribución que sería alimentado desde el nuevo pozo, así también desde los tanques de Tarija Cancha Norte.

### 3.1.1.3. Alternativa 3 En época de lluvias y época de estiaje de pozos

En esta alternativa se propone solo el aprovechamiento de aguas subterráneas para evitar el posible costo operativo y de mantenimiento por el posible impacto en las aguas superficiales de contaminación por plaguicidas.

- Época de lluvia: Fuente pozos.
- Época de estiaje: Fuente pozos.

El detalle de obras de esta alternativa que se requieren es:

- Nueva obra de toma mediante perforación de pozo profundo en el mismo sitio actual de pozo fuera de servicio, se estima una capacidad de producción de 12 l/s.

- Línea de impulsión desde el pozo hasta la estación de bombeo utilizando un tanque existente como cárcamo. con una longitud de 787 ml, diámetro de 6" PVC.
- Línea de impulsión desde el pozo hasta la estación de bombeo, con una longitud de 116,3 ml, diámetro de 4" PVC.

El agua desde el tanque ingresaría a la red de San Lorenzo.

#### 3.1.1.4. Resumen de alternativas

Un resumen de las obras por alternativa se presenta a continuación en la Tabla 3.5:

Tabla 3.5 Resumen de obras por alternativa

Descripción	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
<b>Fuente</b>	- Mejoras en OT y aducción La Queñua - Obra de toma Huacata. - Nueva Galería Pajchani	- Mejoras en OT y aducción La Queñua - Nueva galeri filtrante obra de toma Pajchani. -Perforación y equipamiento de pozo.	-Perforación y equipamiento de pozo. - Rehabilitación de pozo existente.
<b>Aducción</b>	-Línea de aducción desde sistema Huacata hasta la PTAP. - Nueva aducción desde galería Pajchani a PTAP	-Mejora y ampliación en aducción existente.	- Línea de impulsión hasta estación de bombeo. -Línea de impulsión EB hasta tanque elevado Línea de aducción a la red de distribución.
<b>Potabilizadora</b>	-PTAP tipo FIME con modulo para remover plaguicidas.	-PTAP tipo FIME con modulo para remover plaguicidas.	-Bomba dosificadora de solución de hipoclorito.
<b>Almacenamiento</b>	-Un tanque de 100m <sup>3</sup> .	- Un tanque de 100m <sup>3</sup> .	-Un tanque de 100m <sup>3</sup> .
<b>Red de distribución</b>	-Ampliación y mejoramiento	-Ampliación y mejoramiento.	-Ampliación y mejoramiento.

Fuente: Elaboración propia

## 3.2. ASPECTOS LEGALES

Los derechos propietarios de las obras importantes como ser: Obras de toma, tanques de almacenamiento, pozos, vertientes, etc. Tienen varios años de operación y están consolidados a favor del Comité de agua de San Lorenzo, no existiendo necesidad de considera expropiaciones, etc.

## 4. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### Descripción técnica de la solución recomendada

La alternativa que resultó más conveniente desde el punto de vista económico y operativo es la correspondiente a la explotación de las aguas subterráneas mediante la perforación y equipamiento de pozos (ALTERNATIVA 3). En la actualidad eso ya se realiza aunque solamente como solución complementaria durante la época de estiaje, cuando las fuentes superficiales reducen sustancialmente el caudal.

En tal sentido, se propone la perforación de un pozo profundo (80 m) y el equipamiento en el predio donde fue perforado el pozo por la Misión China. Como actividad primordial también se deberá realizar el mantenimiento del pozo en explotación actual para conocer sus características hidráulicas y producción potencial para hacer una selección óptima del equipo de bombeo con el cual se renovará.

En principio, el nuevo pozo tendrá la capacidad de cubrir la demanda actual y futura, mientras que el pozo a rehabilitar quedará para atender emergencias ante fallas o mantenimiento en el pozo principal. En cualquiera de los casos, estos pozos bombearán hasta el tanque de almacenamiento enterrado existente que se convertirá en cárcamo de bombeo. En éste último se instalarán equipos de bombeo para impulsar el agua hasta el tanque elevado, desde donde se distribuirá por gravedad.

En el predio del pozo existente, se construirá una caseta para albergar los controles eléctricos del equipo de bombeo, así como también del dosificador de cloro. Será necesaria la instalación de una sub-estación eléctrica para la energización del equipo. En el caso del predio del pozo perforado por la Misión China, se instalará una sub-estación eléctrica.

Desde la cisterna hasta el tanque elevado se instalará una tubería de 6" de diámetro de PVC con una longitud de 787 m.

### Resumen de aspectos técnicos.

#### 4.1.1. Obras

Con la finalidad de optimizar el sistema existente y superar las deficiencias actuales en cuanto a bajas presiones en la zona sur-este de San Lorenzo, se ha propuesto la utilización de la mayor parte de la red actual, haciendo sustituciones en tramos que no están cumpliendo con la normativa para este tamaño de poblaciones; asimismo, se ha hecho una mejor definición de los circuitos primarios. Lo anterior se propone para la fase de corto plazo; en las siguientes fases constructivas se ha considerado la ampliación de la red hacia zonas que se desarrollarán urbanísticamente.

El abastecimiento se hará exclusivamente a partir de aguas subterráneas mediante la perforación de un nuevo pozo que tendría la capacidad de abastecer toda la demanda actual y futura. También se deberá dar mantenimiento al pozo existente y evaluar su máxima capacidad para que quede como fuente alterna que entre en operación mientras el nuevo pozo reciba mantenimiento. Se ha establecido que para ganar presión en la red se requiere la construcción de un tanque elevado de 100 m<sup>3</sup>.

Uno de los tanques localizados en la calle Justo Ávila está propuesto para convertirse en cárcamo de bombeo para recibir el agua desde los pozos (existente y proyectado) y desde aquí bombear hasta el tanque elevado.

El resumen de las obras a ejecutar por fases se detalla en tabla 4.1 siguiente:

Tabla 4.1 Obras de agua potable a ejecutar en el corto plazo

Fase	Obra	Características
Corto plazo	Perforación de pozo No.2	Profundidad=80m,diámetro de perforación= min.12¼",Diám.revest=8"
	Caseta de controles en pozo No.1 y cercado con malla olímpica	Para protección de los controles eléctricos del equipo de bombeo. Incluye obras exteriores.
	Línea de impulsión desde el pozo a cárcamo de bombeo	Diám=4",L=116,3m, materialPVCC-9
	Línea de impulsión desde estación de bombeo al tanque elevado	Diám=6",L=787,0m, materialPVCC-9
	Mejoramiento y ampliación de la red de distribución	Longitud total=2.363m.TuberíadePVCC-9. Diámetros=4",3",2"y1.5"
	Tanque de distribución elevado de 100m <sup>3</sup>	Tanque elevado de hormigón armado, Volumen útil de100m <sup>3</sup>
	Conexiones domiciliarias	310 conexiones domiciliarias, diam. ½", incluye caja y micromedidor.

Fuente: Elaboración propia

Las conexiones domiciliarias serán costeadas por cada usuario, por lo que no se incluirán en el presupuesto.

#### 4.1.2. Equipos

Los equipos a instalar están más que todo referidos a bombas para los pozos, con los controles eléctricos, equipo dosificador de cloro y medidores de caudal.

Tabla 4.2. Equipamiento requerido para las obras de agua potable por fase

Fase	Equipo	Características
Corto plazo	Equipo de bombeo en pozos	2 equipos de bombeo sumergible con sus controles eléctricos y de protección, Q=9,6 l/s, H=20,6m
	Equipo de bombeo en cisterna	3 equipos de bombeo a instalar en cisterna con sus controles eléctricos y de protección, Q=4,8 l/s, H=40,8m cada uno. El tercer equipo quedará en stand-by para emergencias por fallas o mantenimiento de cualquiera de los 2 en operación.
	Sub-estación eléctrica	3 Transformadores monoblock de 15 KVA, incluyendo protecciones y red de tierra.
	Bomba dosificadora de hipoclorito	2 Bombas dosificadoras de solución de hipoclorito, electromagnética de regulación proporcional, Caudal=hasta7 l/hr, presión= 10bar. Deberá incluir turril de 200 l y kit para medición de cloro residual.
	Macromedidor en pozos	2 Macromedidor con emisión de pulso y lectura instantánea de caudal (en l/s) y registro de volumen en 0,1 m <sup>3</sup> .
	Macromedidor en salida de tanque elevado	Macromedidor diam. 4"com lectura instantánea de caudal (em l/s) y registro de volumem en 0,1m <sup>3</sup> .
	Micromedidores domiciliarias	310 micromedidores para cañerías de ½", contador de glicerina, Clase B.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Estudios

Para que en un futuro se pueda tener otras alternativas de fuentes de abastecimiento de agua es necesario hacer un monitoreo de la calidad de las que actualmente se han estado utilizando así como otras probables.

Entre ellas se deben considerar:

- Presa Huacata
- Río Pajchani
- Fuentes La Queñua

Asimismo, es conveniente ampliar la evaluación del potencial de los recursos hídricos subterráneos tanto en calidad como en cantidad, ya que ésta fuente se convierte en la más factible desde el punto de vista económico al no necesitar procesos de potabilización mediante plantas; también desde el punto de vista operativo es más sencillo al contar con los dispositivos y controles adecuados.

#### 4.1.4. Acciones

Para controlar eficientemente la producción y el consumo de agua se requiere la implementación al más breve plazo de la macro medición en las fuentes, así como también de micro medición para todos los usuarios.

## 4.2. MEMORIA DE CÁLCULO

Para desarrollar la memoria de cálculo se tomó en consideración la NB 688 y sus reglamentos. Para el uso de fórmulas y ecuaciones se consideró el texto de hidráulica del Profesor José de Azevedo y otros equivalentes.

Considera los siguientes componentes.

### 4.2.1. Parámetros Básicos de Diseño

Se desarrollo de acuerdo a lo especificado por la NB 688 y sus reglamentos considerando los incisos a), b), c), d), e), f), g) y h); descritos a continuación.

#### a) Periodo de diseño

Los factores que intervienen en la selección del período 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 éstas no estén funcionando a su plena capacidad.
- El período de diseño debe adoptarse en función de los componentes del sistema.

Los periodos de diseños adoptados están basados en la Tabla 4.4 de la NB 689 y considerando la nota se toman mayor cantidad de años, considerando que las obras entraran en operación en el corto plazo desde el año 2018 y el PM está proyectado hasta el año 2036 serían 18 años de vida, es decir un poco menor al considerado en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Periodos de diseño considerados

Componentes del sistema de saneamiento	Periodo de diseño considerado en el PM (años)
Obras de captación	20
Aducción/Impulsión	20
Pozo profundo	10
PTAP	20
Redes	20
Tanques de almacenamiento	20
Equipos eléctricos	5 – 10
Equipos de combustión interna	5
Estación de bombeo	20
Edificios, laboratorios, etc.	20

Fuente: Elaboración en base a la Tabla 2.4 de la NB 689

b) Población del Proyecto

**Método de proyección de la población**

Pese a que la NB 688 y sus reglamentos indican claramente en el capítulo 2 inciso 2.3.2, usar los métodos para poblaciones menores a 10.000 habitantes (aritmético, geométrico, exponencial y logístico ver tabla 2.2 de la NB 688).

En las etapas I y II se desarrollo de este modo respetando estas norma, sin embargo desde el mes de diciembre del año 2012, se exigió mediante notas escritas que se vuelva a revisar este trabajo y se aplico el método logístico para los 4 municipios que componen el Plan Maestro Integral de agua potable y Saneamiento del Valle Central de Tarija; que se presenta a continuación.

**Análisis del crecimiento poblacional de San Lorenzo**

Al respecto exponemos el procedimiento de análisis seguido, se analizo la dinámica demográfica, la tasa de crecimiento poblacional e intercensal de los diferentes periodos efectuados por el INE; que se muestran en las Tablas 4.4, 4.5 y 4.6.

Tabla 4.4 Componentes de dinámica demográfica

Provincia	Localidad	Nacimientos	Defunciones	Crecimiento vegetativo	Inmigración	Migración	Saldo neto Migratorio
Médez	San Lorenzo	527	221	306	196	232	-36

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE CNPV 2001

Tabla 4.5 Tasa de crecimiento Poblacional (%)

Provincia	Localidad	Vegetativo	Migratorio	Por componente	Intercensal 1992 -2001
Médez	San Lorenzo	1,40	0,20	1,30	1,50

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE CNPV 1992 y 2001

Tabla 4.6 Tasa de crecimiento Intercensal (%)

Provincia	Localidad	Año				Tasa intercensal		
		1950	1976	1992	2001	1950 1976	1976 1992	1992 2001
Médez	San Lorenzo	Sin datos	2023	2340	2752	-	1,0	1,80

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE CNPV 1950, 1976, 1992 y 2001

**Aplicación**

La proyección de la población del municipio de San Lorenzo a nivel urbano se ha realizado utilizando la función logística.

El método idóneo para la estimación y proyección de población es el de los Componentes del crecimiento poblacional (Naciones Unidas), empero, dada la falta de información no solamente actual sino con el nivel de detalle requerido por dicho método, se ha utilizado un método también convencional pero menos complejo que implica el uso de la función logística, ya que se cuenta con datos de 3 censos, lo que resulta en un sistema de tres ecuaciones con 2 incógnitas, que se indica a continuación.

$$n_{it} = \frac{m_i}{1 + e^{-a_i - b_i t}}$$

Donde  $n_{it}$  es la población del  $i$ -ésimo distrito ( $i = 1, 2, \dots, 13$ ) en el tiempo  $t$ ,  $m_i$  es el máximo de población que puede caber en el  $i$ -ésimo área,  $a_i$  y  $b_i$  son parámetros propios del  $i$ -ésimo área y  $t$  es el tiempo en años.

Aplicando la ecuación de la función logística a los datos bases municipales, se obtienen los parámetros  $a$  y  $b$  de la ecuación, con los cuales se obtiene la proyección de la población a nivel del Municipio y la población urbana Tabla 4.8.

Tabla 4.7 Cálculo de los parámetros de la función logística

Municipio	Área (Km <sup>2</sup> )	Pob. Máx. (hab)	$b_1$	$a_1$	$b_2$	$a_2$
San Lorenzo	2.116	52.900.000	0,0260	-59,7266	0,0027	-7,3632

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE CNPV 1976, 1992 y 2001

Con lo anterior se calcula los valores de proyección poblacional para la localidad de San Lorenzo, indicado en la Tabla 4.8.

Tabla 4.8 Proyección de la población municipal y de la población urbana

Año	Población municipio	Proporción población Urbana	Población Urbana
2012	29.478	0,1322	3.124
2016	32.709	0,1334	3.785
2021	37.240	0,1350	4.288
2026	42.397	0,1366	4.859
2031	48.269	0,1382	5.505
2036	54.952	0,1398	6.237

Fuente: Elaboración propia en base a datos del INE CNPV 1976, 1992 y 2001

### c) Consumo de Agua

El consumo de agua per cápita es un parámetro extremadamente variable entre diferentes poblaciones y depende de diversos factores, entre los cuales se destacan:

- Los hábitos higiénicos y culturales de la comunidad
- La cantidad de micro medición de los sistemas de abastecimiento de agua: **A la fecha no existe instalados micro medidores**
- Las instalaciones y equipamientos hidráulico - sanitario de los inmuebles
- Los controles ejercidos sobre el consumo: **No existe ningún control sobre el consumo**
- El valor de la tarifa y la existencia o no de subsidios sociales o políticos: **Existe tarifa fija a todos los usuarios**
- La abundancia o escasez de los puntos de captación de agua: **En el periodo de estiaje las fuentes disminuyen la producción.**
- La intermitencia o regularidad del abastecimiento de agua: **En el periodo de estiaje se restringe el abastecimiento por horas.**
- La temperatura media de la región: **En el invierno la temperatura disminuye hasta valores menores a 0° grados y en el verano superan los 30° grados.**
- La renta familiar: **Los ingresos familiares son menores a los de la ciudad de Tarija.**
- La disponibilidad de equipamientos domésticos que utilizan agua en cantidad apreciable.
- La intensidad de la actividad comercial: **No existe actividad comercial en San Lorenzo.**

Se considera en base a lo establecido en la NB 689, al no existir macro ni micro medición.

Tabla 4.9 Consumos de agua

Año	Pob. Total (hab)	Dotación (lppd)
2012	3.124	95
2016	3.785	101
2021	4.288	108
2026	4.859	117
2031	5.505	126
2036	6.237	135

Fuente: Elaboración propia en base a la NB 688

#### d) Caudales de diseño

A continuación se detalla la población, los consumos y los caudales hasta el año 2036.

La NB 689 señala que se debe calcular los siguientes caudales:

- Caudal medio diario
- Caudal máximo diario
- Caudal máximo horario
- Caudal Industrial
- Caudal contra incendio

A continuación desarrollamos los mismos.

#### Caudal medio diario

Es el consumo medio diario de una población, obtenido en un año de registros. Se determina con base en la población del proyecto y dotación, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Q_{md} = \frac{P_f \cdot D_f}{86400}$$

Donde:

Q<sub>md</sub> Caudal medio diario en l/s

P<sub>f</sub> Población futura en hab.

D<sub>f</sub> Dotación futura en l/hab-d

#### Caudal máximo diario

Es la demanda máxima que se presenta en un día del año, es decir representa el día de mayor consumo del año. Se determina multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente k<sub>1</sub> que varía según las características de la población.

$$Q_{m\acute{a}x} = k_1 \cdot Q_{md}$$

Donde:

Q<sub>máx.</sub> Caudal máximo diario en l/s

k<sub>1</sub> Coeficiente de caudal máximo diario k<sub>1</sub> = 1,20

Q<sub>md</sub> Caudal medio diario en l/s

#### Caudal máximo horario

Es la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. Se determina multiplicando el caudal máximo diario por el coeficiente k<sub>2</sub> que varía, según el número de habitantes, de 1,5 a 2,2, tal como se presenta en la Tabla 4.10.

$$Q_{\text{máx.h}} = k_2 * Q_{\text{máx.d}}$$

Donde:

$Q_{\text{máx.h}}$  Caudal máximo horario en l/s  
 $k_2$  Coeficiente de caudal máximo horario  
 $Q_{\text{máx.d}}$  Caudal máximo diario en l/s

#### Caudal Industrial

En San Lorenzo no existen industrias

#### Caudal contra incendio

Según la NB 689 se aplica a poblaciones mayores a 10.000 habitantes en este caso no se aplica.

Con las consideraciones anteriores se elaboró la Tabla 4.10 de los caudales.

Tabla 4.10 Población, consumos y Caudales de diseño de agua potable

Año	Población (hab)	Cobertura	Población Servida (hab)	Dotación (lppd)	Qmed diario (l/s)	Qmax diario (l/s)	Qmax horario (l/s)
2012	3.124	90,0%	2.812	95	3,1	3,7	6,7
2016	3.785	90,0%	3.407	101	4,0	4,8	8,6
2021	4.288	95,0%	4.074	108	5,1	6,1	11,0
2026	4.859	100,0%	4.859	117	6,6	7,9	14,2
2031	5.505	100,0%	5.505	126	8,0	9,6	17,3
2036	6.237	100,0%	6.237	135	9,7	11,7	21,0

Fuente: Elaboración propia

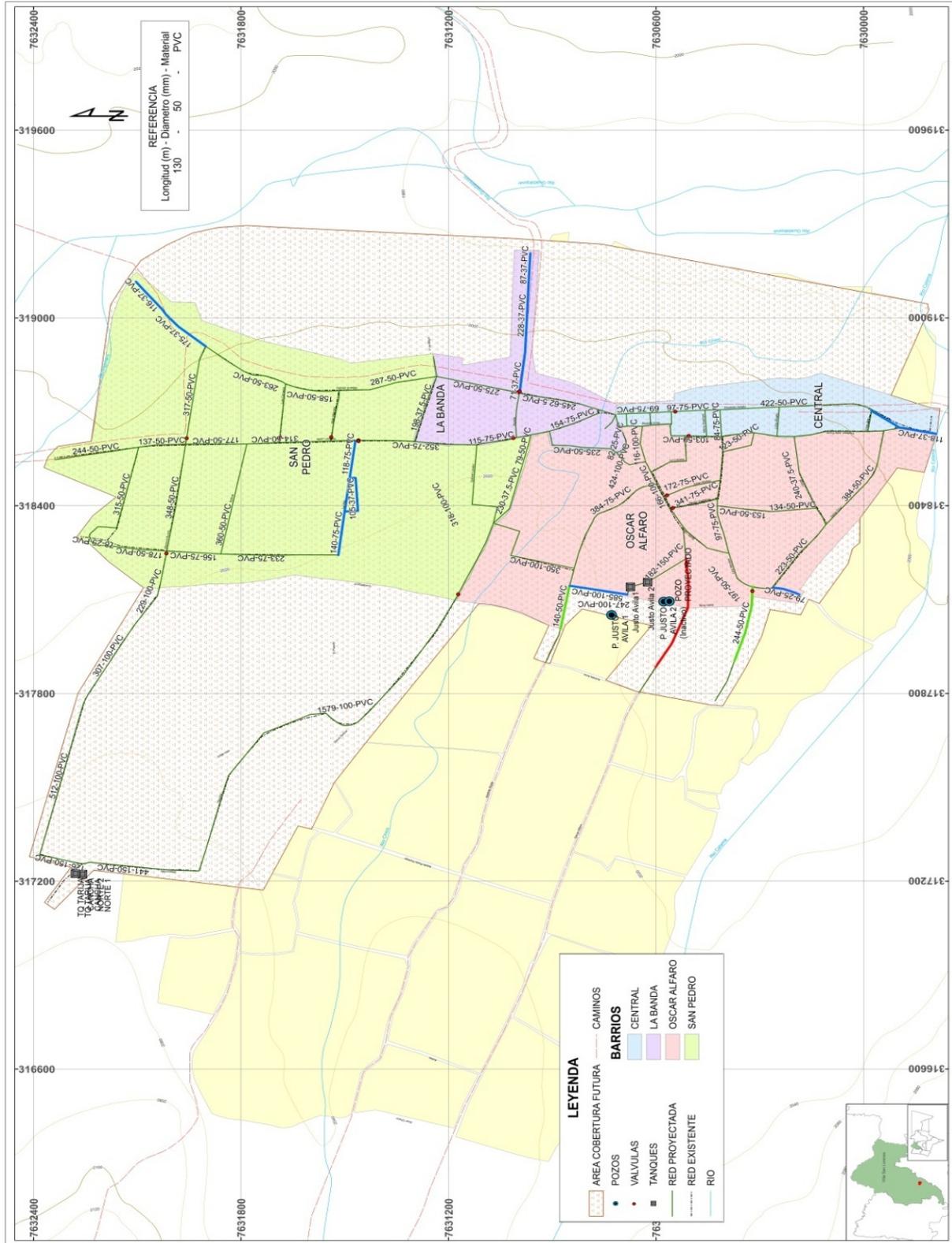
#### 4.2.2. Cálculo Hidráulico

Para el cálculo hidráulico se uso la NB 689 y sus reglamentos vigentes, a continuación se detallan estos cálculos por componentes del sistema en el anexo 7.

Considerando la alternativa elegida abastecer sólo con agua de pozos.

Para una mejor comprensión se indica la figura de esta opción elegida.

Figura 4.1 Alternativa Elegida (No. 3)



Fuente: Elaboración propia

#### a) Líneas de impulsión

Proyectada para conducir el agua en condiciones de máxima demanda diaria al final del período de diseño, durante 20 horas de bombeo al día desde el pozo a perforar hasta la Estación de Bombeo. Lo anterior significa que en la tubería fluirán 11,7 l/s. La longitud de la tubería es de 116,3 m en diámetro 4" PVC. Los resultados de los cálculos hidráulicos se presentan en el Anexo 7.

#### b) Plantas de Potabilización

Con la solución propuesta no se requiere construir una PTAP. Lo que no requerirá la implementación de plantas potabilizadoras, sino simplemente un proceso de desinfección mediante bombas dosificadoras de hipoclorito de calcio o de sodio que se implementará a la descarga de cada pozo.

#### c) Estaciones de Bombeo

En el sistema de agua potable de San Lorenzo existen dos pozos que requieren de bombeo. Adicionalmente se implementará una estación de bombeo que reúna las aguas de los pozos y de la vertiente J. Ávila. Cada equipo tendrá la capacidad de bombear la mitad del caudal de bombeo, quedando un tercer equipo para ser instalado ante fallas o mantenimiento de uno de los dos operativos. Se utilizará como cárcamo de bombeo el tanque existente, semienterrado, que será adaptado para instalarle los equipos de bombeo.

#### d) Tanques de almacenamiento

En este inciso se presenta el balance oferta demanda de San Lorenzo con relación al volumen de almacenamiento de agua total existente y requerido.

En la Tabla siguiente se presenta el balance de oferta y demanda de almacenamiento de agua potable pasivo y activo. Los criterios para la determinación del volumen de almacenamiento requerido según lo establecido por la NB689, en el cual se debe seleccionar el valor mayor entre la comparación de volumen necesario para regulación, que en este caso se ha considerado el 25% del caudal máximo diario; el caudal de incendio estimado para un caudal de 10 l/s durante 3 horas; y finalmente el volumen de reserva equivalente a 4 horas del caudal máximo diario.

Tabla 4.11 Balance oferta demanda de almacenamiento - San Lorenzo

Año	Qmax diario (l/s)	Cálculo de Almacenamiento San Lorenzo (m3)				Oferta sin Proyecto (m3)	Exceso o Déficit sin Proyecto (m3)	Oferta con Proyecto (m3)	Exceso o Déficit con Proyecto (m3)
		Regulación	Incendio	Reserva	Mayor				
2012	3,7	80,1	-	53,4	80,1	160	79,9	160	79,9
2016	4,8	103,2	-	68,8	103,2	160	56,8	160	56,8
2021	6,1	132,0	-	88,0	132,0	160	28,0	260	128,0
2026	7,9	170,6	-	113,7	170,6	160	-10,6	260	89,4
2031	9,6	208,1	-	138,7	208,1	160	-48,1	260	51,9
2036	11,7	252,6	-	168,4	252,6	160	-92,6	260	7,4

Fuente: Elaboración propia

Se observa que se requiere solamente un volumen adicional de 92,6m<sup>3</sup>, a futuro, por lo que se propone la construcción de un tanque elevado con capacidad de almacenamiento de 100 m<sup>3</sup> en el corto plazo.

#### e) Distribución

La distribución de San Lorenzo, a pesar de tener una cobertura del 90%, presenta deficiencias de presión en la zona sur oeste principalmente, y con la incorporación de las demandas futuras, eso se agravará más, por lo que se plantea una reestructuración de la red existente para mejorar su comportamiento hidráulico para nuevos servicios. Por otro lado se deberá hacer una sustitución en los tramos que no cumplen con el mínimo establecido de acuerdo al tamaño de la población. Toda tubería menor a 1 ½" deberá ser cambiada a este diámetro como mínimo.

El análisis se ha realizado para la condición de demanda máxima horaria al final del período de diseño, tomando en cuenta las ampliaciones y sustitución de tramos de tuberías con diámetros que no están cumpliendo con la normativa. Se ha aprovechado al máximo la red existente y se han completado circuitos primarios donde ha sido posible, con lo que se ha logrado un comportamiento hidráulico adecuado para tener presiones aceptables en las zonas donde actualmente tienen deficiencias. No se ha hecho el análisis solamente para el corto plazo debido a que ello llevaría a sub-dimensionar el sistema, requiriendo a mediano o largo plazo probablemente sustituir tuberías que para el corto plazo funcionen bien. Asimismo, sería una inversión poco eficiente.

El detalle de los cálculos hidráulicos se presenta en el Anexo 7.

En Tabla 4.12 se detalla la demanda con redes y acometidas necesarias por fases de ejecución de obras.

Tabla 4.12 Ampliación de redes y acometidas por fases de ejecución de obras - San Lorenzo

Fase	Acometidas	Redes requeridas (m)
C.P.	310	2.363
M.P.	401	578
L.P.	125	709
<b>TOTAL</b>	<b>836</b>	<b>3.650</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3. Cálculo Estructural

##### 4.2.3.1. Generalidades

Se aplicaran las normas del Código Boliviano del Hormigón Armado - CBH-87 y, en las partes que no se hallan descritas / prescritas específicamente, las reglas BAEL análogas en su última versión.

##### Materiales

A menos que se especifique lo contrario se utilizarán los siguientes materiales:

##### **Hormigón**

Tipo H20, con una resistencia característica a los 28 días, medida sobre probetas cilíndricas igual a:  $f_{ck}=20,0\text{MPa}$  (resistencia promedio  $\sim 300 \text{ daN/cm}^2$ ), del tipo impermeable, con un contenido mínimo de cemento (sólo como referencia) de  $350 \text{ Kg/m}^3$  de hormigón, mezclado en sitio.

##### **Acero**

Semiduro, corrugado de alta adherencia, con una fatiga de fluencia, real o aparente al 0,2 %, de 420MPa.

##### **Nivel de Control**

Para el control y supervisión de la obra se asumirá, en razón a las características e importancia de la misma, un nivel intenso.

#### 4.2.3.2. Diseño y Cálculo Estructural

##### Cargas a Considerar

##### Peso propio

Para cada una de las unidades las cargas debidas al peso propio serán determinadas en función a la geometría de los distintos elementos utilizando en general un peso específico para el hormigón armado de  $\gamma_H = 25,0 \text{ KN/m}^3$ .

##### Cargas impuestas

Cargas verticales

Áreas de oficinas y laboratorios	2,50 $\text{KN/m}^2$	
Escaleras	3,00 "	
Cubierta planas accesibles	2,50 "	*1
Carga de nieve	0,00 "	

Viento:

$$q_n = 28,57 \text{ daN/m}^2 \quad V_n = 76,97 \text{ Km/h}$$

$$q_e = 50,00 \text{ daN/m}^2 \quad V_e = 101,80 \text{ Km/h}$$

$$\text{Sitio: Normal -->} \quad k_s = 1,0$$

Empuje de tierras:	$g_t = 18,00 \text{ KN/m}^3$
	$k_a = 0,33$
	$k_e = 0,50$
Sobrecarga en terraplén	$q_v = 5,00 \text{ KN/m}^2$ (mínimo)

Adicionalmente a lo indicado anteriormente, se considerarán las sobrecargas debidas a la acción del agua, las que se fijaran en base a las dimensiones de cada una de las unidades, asumiendo en general el llenado completo de las unidades, haciendo abstracción de las alturas de revancha o alturas libres.

Para el agua se considerará un peso específico  $\gamma_A = 10,0 \text{ KN/m}^3$ .

Para lodos se considerara el peso recomendado por el diseño de la planta, pero no menor a  $11,0 \text{ KN/m}^3$

Para el caso de empuje de tierras se asumirá un peso específico de  $\gamma_T = 18 \text{ KN/m}^3$ , un coeficiente de empuje activo  $K_a = 0.33$  y un coeficiente de empuje estático  $K_e = 0.50$ , correspondiente a un ángulo de fricción interna de  $30^\circ$ , y un coeficiente de empuje estático  $K_s = 0.50$

Las cargas debidas a equipos y cargas de explotación serán fijadas por la información para el cálculo estructural preparada por la componente del diseño hidráulico de la planta. No obstante lo anterior, se asumirá como mínimo una sobrecarga de  $2,5 \text{ KN/m}^2$ .

Las cargas debidas al peso de los materiales utilizados en la impermeabilización de cubiertas o los hormigones de segunda fase, se consideran como cargas permanentes diferenciadas del peso propio de la estructura.

### Solicitaciones

El cálculo de las sollicitaciones en cada una de los elementos será efectuado mediante métodos en acuerdo con los principios de la mecánica, la resistencia de materiales y de la elasticidad, ya sea en forma manual o mediante ayudas de cálculo como tablas de diseño y/o programas para computadora, debidamente probados.

### Prediseño

El cálculo y diseño de las armaduras de los elementos de hormigón armado, será realizado en general mediante la teoría de los estados límites.

Al tratarse en la generalidad de los casos de estructuras que tienen que garantizar la estanqueidad, en el diseño se verificará el Estado Límite de Servicio (ELS) correspondiente, al ser éste determinante. El diseño y dimensionamiento de hormigón armado se utilizarán las siguientes tensiones límite:

#### **Caso normal (atmósfera normal)**

$$f_s = f_e / 1,15;$$

$$f_c = f_{ck} / 1,50 \quad \text{para H20}$$

$$\text{Así, para AH 420} \quad f_s = 365,22 \text{ MPa}$$

$$\text{para H20} \quad f_c = 13,33 \text{ "}$$

#### **Caso de atmósfera medianamente agresiva (atmósfera húmeda)**

$$f_s \leq (2/3) f_e$$

$$\leq 110 \cdot (n \cdot f_{tj})^{0,5}, \quad \text{con} \quad n = 1,6 \text{ para acero corrugado}$$

$$n = 1,0 \text{ para acero liso}$$

$$f_c = 0,60 f_{ck}$$

$$f_{tj} = 0,60 + 0,06 \cdot f_{ck}$$

*En el caso presente:*

$$\text{para H20} \quad f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$$

$$f_c = 12,0 \text{ Mpa}$$

$$f_{tj} = 1,80 \text{ MPa}$$

$$\text{para AH 420} \quad f_s = 280 \text{ MPa}$$

$$f_s = 186,7 \text{ MPa adoptado}$$

#### **Caso de atmósfera agresiva o estructuras que requieren estanqueidad (caso general de los tanques, cámaras y canales de la planta)**

$$f_s = (1/2) f_e$$

$$= 90 \cdot (n \cdot f_{tj})^{0,5}, \quad \text{con} \quad n = 1,6 \text{ para acero corrugado}$$

$$n = 1,0 \text{ para acero liso}$$

$$f_c = 0,60 f_{ck}$$

$$f_{tj} = 0,60 + 0,06 \cdot f_{ck}$$

En el caso presente:

para H20	$f_{ck} = 20,0 \text{ MPa}$
	$f_c = 12,0 \text{ Mpa}$
	$f_{tj} = 1,80 \text{ MPa}$
para AH 420	$f_s = 240,0 \text{ MPa}$
	$f_s = 152,7 \text{ MPa}$ <b>adoptado</b>

### Combinaciones de carga

Para cada una de las unidades que se halle ya sea parcialmente enterrada o enterrada, en el cálculo de las mismas se asumirán dos hipótesis de carga principales: 1) cámara llena sin empuje de tierras y 2) cámara vacía con empuje de tierras. La solución y armado satisfará ambos requerimientos. Una tercera hipótesis, unidad llena y enterrada será verificada.

Las combinaciones de carga serán las de reglamento, y serán tales que se logren, mediante la combinación adecuada y lógica, las solicitaciones más desfavorables en cada uno de los elementos.

### Tensión admisible del terreno

Como tensión admisible del terreno se asumirá el valor de  $1,20 \text{ daN/cm}^2$ .

### Otras consideraciones

#### Juntas

Si bien el diseño de la planta tiende al de una planta compacta, dicho concepto no puede ser extendido en forma total al aspecto estructural y constructivo, debido a la disposición irregular de cada una de las componentes, a las características geométricas y de funcionamiento, y a la relación de dimensiones de cada una de ellas.

Por lo anterior se independizarán por lo general todas las unidades, tales como: la unidad del Floculador, decantador, tanque de recirculación, casa de química, etc.

La independencia estructural será lograda mediante la inclusión de juntas de dilatación y construcción, para las cuales se preverán dispositivos de impermeabilización en base a bandas "water stop" y sellado de juntas mediante mástiques permanentemente plásticos.

En lo relativo a los canales, tanto de desagüe de lodos como de dosificación, se preverá también de juntas de dilatación, en correspondencia con las cámaras de inspección o de derivación, de manera de permitir una fácil ejecución.

### Espesores mínimos

En general los espesores serán tales que satisfagan los requerimientos estructurales, tanto de tensiones límite como de anchuras máximas permisibles de fisuras.

El espesor de muros y losas se adoptará de manera tal que no sea necesaria la disposición de armadura transversal (por corte).

En la estructura principal de los elementos contenedores de agua (floculador y decantador) no se utilizarán espesores menores a 20 cm.

El espesor de la losas de fondo no será en ningún caso menor al espesor de los muros o paredes correspondientes.

#### Recubrimiento de armaduras

El recubrimiento mínimo de las armaduras, dependerá del tipo de elemento estructural y del grado de exposición al que se halle sometido. Véase las Especificaciones Técnicas correspondientes, Art. 23.3.

- Ambientes interiores protegidos 1,0 cm
- Elementos expuestos a la atmósfera normal 2,0 cm
- Elementos expuestos a la atmósfera húmeda 2,5 cm
- Elementos expuestos a la atmósfera corrosiva 3,0 cm

#### Cuantía de armaduras

Por efecto de retracción y cambios de temperatura, la cuantía geométrica mínima de armaduras, será igual a 0,0035, en cada sentido (vertical y horizontal), distribuida entre ambas caras.

Se realizaron los cálculos de pre dimensionamiento estructural solo para el nuevo tanque elevado, se adjunta en el Anexo 8.

### 4.3. CÓMPUTOS MÉTRICOS Y VOLÚMENES DE OBRA

Los cómputos métricos y volúmenes de obra de las alternativas se presentan en la Tabla 4.13

Tabla 4.13 Cómputos Métricos

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.
OBRAS A CORTO PLAZO	<b>1.1. MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO POZO J.A. 1</b>		
	1 INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00
	2 MANTENIMIENTO POZO JUSTO AVILA 1	GLB	1,00
	3 PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	GLB	1,00
	4 CASETA DE BOMBEO	GLB	1,00
	5 ACCESORIOS PARA LA DESCARGA	GLB	1,00
	6 EQUIPO DOSIFICADOR DE CLORO+ TURRIL 200LT+ MEDIDOR DE CLORO	GLB	1,00
	7 SUB-ESTACION ELECTRICA	GLB	1,00
	<b>SUBTOTAL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO POZO J.A. 1</b>		
	<b>1.2. PERFORACION Y EQUIPAMIENTO POZO J.A. 2</b>		
	8 INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00
	9 ESTUDIOS DE INVESTIGACION	ML	1,00
	10 PERFORACION	ML	80,00
	11 ENCAMIZADO	ML	80,00
	12 PRUEBA Y DESARROLLO	ML	80,00
	13 PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	GLB	1,00
	14 ACCESORIOS PARA LA DESCARGA	GLB	1,00
	15 EQUIPO DOSIFICADOR DE CLORO+ TURRIL 200LT+ MEDIDOR DE CLORO	GLB	1,00
	16 SUB-ESTACION ELECTRICA	GLB	1,00
	<b>SUBTOTAL PERFORACION Y EQUIPAMIENTO POZO J.A. 2</b>		
	<b>1.3. LINEA DE IMPULSION POZO JUSTO AVILA 1</b>		
	17 INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00
	18 REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	ML	116,30
	19 EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	M3	48,80
	20 EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	M3	20,90
21 CAMA DE ARENA E=10CM	M3	5,80	
22 PROV. COLOC. TUBERIA PVC 100 MM C-9	ML	116,30	
23 PRUEBA HIDRAULICA	ML	116,30	
24 RELLENO MATERIAL COMUN	M3	63,05	
25 RETIRO DE ESCOMBROS	M3	5,82	
<b>SUBTOTAL LINEA DE IMPULSION POZO JUSTO AVILA 1</b>			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UND.	CANT.
<b>1.4.</b>	<b>LINEA DE IMPULSION EST. DE BOM.A T.E.</b>		
26	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00
27	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	ML	787,00
28	EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	M3	413,20
29	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	M3	177,10
30	CAMA DE ARENA E=10CM	M3	47,20
31	PROV. COLOC. TUBERIA PVC D=150MM SDR35	ML	787,00
32	PRUEBA HIDRAULICA	ML	787,00
33	RELLENO MATERIAL COMUN	M3	529,10
34	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	47,22
	<b>SUBTOTAL LINEA DE IMPULSION EST. DE BOM.A T.E.</b>		
<b>1.5.</b>	<b>TANQUE ELEVADO DE H.A. 100 M3</b>		
35	INSTALACION DE FAENAS	GLB	1,00
36	TRAZADO Y REPLANTEO ESTRUCTURAS T.E	M2	150,00
37	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	M3	50,00
38	HORMIGON POBRE	M3	0,61
39	HORMIGON ARMADO ESTRUCTURA TANQUE ELEVADO	M3	63,40
40	REVOQUE INTERIOR CON MORTERO + SIKA IMPERMEABILIZANTE	M2	112,77
41	REVOQUE EXTERIOR	M2	367,22
42	PROV. COLOC. TAPAS METALICAS	M2	1,75
43	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	30,00
44	ACCESORIOS TANQUE ELEVADO DE 100 M3	GLB	1,00
45	CAMARA DE VENTOSA+ACCESORIOS	GLB	1,00
46	CAMARA DE PURGA+ACCESORIOS	GLB	1,00
	<b>SUBTOTAL TANQUE ELEVADO DE H.A. 100 M3</b>		
<b>1.6.</b>	<b>RED DE DISTRIBUCION CORTO PLAZO</b>		
47	INSTALACION DE FAENAS RED DE AGUA	GLB	1,00
48	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	ML	2.363,00
49	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	M3	413,28
50	EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	M3	964,31
51	CAMA DE ARENA E=10CM	M3	118,15
52	PROV.COLOC. TUBERIA PVC 43MM C-9	ML	1.327,27
53	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 50MM C-9	ML	87,24
54	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 75MM C-9	ML	388,19
55	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 100 MM C-9	ML	560,30
56	PRUEBA HIDRAULICA	ML	2.363,00
57	RELLENO MATERIAL COMUN	M3	1.259,43
58	RETIRO DE ESCOMBROS	M3	118,15
59	ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCION FASE I	GLB	1,00
	<b>SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION CORTO PLAZO</b>		
<b>1.7.</b>	<b>ESTACION DE BOMBEO</b>		
60	PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	GLB	3,00
61	SUB-ESTACION ELECTRICA	GLB	1,00
	<b>SUBTOTAL ESTACION DE BOMBEO</b>		
	<b>SUBTOTAL OBRAS A CORTO PLAZO</b>		

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. PRECIOS UNITARIOS

Los precios unitarios se detallan en el Anexo 10.

#### 4.5. PRESUPUESTO DE INFRAESTRUCTURA

El presupuesto detallado es el indicado en la Tabla Siguiente

Tabla 4.14 Presupuesto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
<b>1.1.</b>	<b>MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO POZO J.A. 1</b>			
1	INSTALACION DE FAENAS	4.419,84	4.419,84	
2	MANTENIMIENTO POZO JUSTO AVILA 1	17.679,36	17.679,36	
3	PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	96.232,23	96.232,23	
4	CASETA DE BOMBEO	17.638,70	17.638,70	
5	ACCESORIOS PARA LA DESCARGA	35.634,49	35.634,49	
6	EQUIPO DOSIFICADOR DE CLORO+ TURRIL 200LT+ MEDIDOR DE CLORO	17.589,15	17.589,15	
7	SUB-ESTACION ELECTRICA	38.019,46	38.019,46	
	<b>SUBTOTAL MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO POZO J.A. 1</b>			<b>227.213,23</b>
<b>1.2.</b>	<b>PERFORACION Y EQUIPAMIENTO POZO J.A. 2</b>			
8	INSTALACION DE FAENAS	4.451,91	4.451,91	
9	ESTUDIOS DE INVESTIGACION	35.358,72	35.358,72	
10	PERFORACION	915,80	73.264,00	
11	ENCAMIZADO	771,71	61.736,80	
12	PRUEBA Y DESARROLLO	363,05	29.044,00	
13	PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	47.614,00	47.614,00	
14	ACCESORIOS PARA LA DESCARGA	35.634,49	35.634,49	
15	EQUIPO DOSIFICADOR DE CLORO+ TURRIL 200LT+ MEDIDOR DE CLORO	17.589,15	17.589,15	
16	SUB-ESTACION ELECTRICA	38.019,46	38.019,46	
	<b>SUBTOTAL PERFORACION Y EQUIPAMIENTO POZO J.A. 2</b>			<b>342.712,53</b>
<b>1.3.</b>	<b>LINEA DE IMPULSION POZO JUSTO AVILA 1</b>			
17	INSTALACION DE FAENAS	4.419,84	4.419,84	
18	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	4,75	552,43	
19	EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	27,96	1.364,45	
20	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	61,04	1.275,74	
21	CAMA DE ARENA E=10CM	170,64	989,71	
22	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 100 MM C-9	62,27	7.242,00	
23	PRUEBA HIDRAULICA	1,33	154,68	
24	RELLENO MATERIAL COMUN	38,66	2.437,51	
25	RETIRO DE ESCOMBROS	68,36	397,86	
	<b>SUBTOTAL LINEA DE IMPULSION POZO JUSTO AVILA 1</b>			<b>18.834,22</b>
<b>1.4.</b>	<b>LINEA DE IMPULSION EST. DE BOM.A T.E.</b>			
26	INSTALACION DE FAENAS	4.419,84	4.419,84	
27	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	4,75	3.738,25	
28	EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	27,96	11.553,07	
29	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	61,04	10.810,18	
30	CAMA DE ARENA E=10CM	170,64	8.054,21	
31	PROV. COLOC. TUBERIA PVC D=150MM SDR35	80,79	63.581,73	
32	PRUEBA HIDRAULICA	1,33	1.046,71	
33	RELLENO MATERIAL COMUN	38,66	20.455,01	
34	RETIRO DE ESCOMBROS	68,36	3.227,96	
	<b>SUBTOTAL LINEA DE IMPULSION EST. DE BOM.A T.E.</b>			<b>126.886,96</b>
<b>1.5.</b>	<b>TANQUE ELEVADO DE H.A. 100 M3</b>			
35	INSTALACION DE FAENAS	4.419,84	4.419,84	
36	TRAZADO Y REPLANTEO ESTRUCTURAS T.E	7,55	1.132,50	
37	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	61,04	3.052,00	
38	HORMIGON POBRE	610,72	372,54	
39	HORMIGON ARMADO ESTRUCTURA TANQUE ELEVADO	4.260,04	270.086,54	
40	REVOQUE INTERIOR CON MORTERO + SIKA IMPERMEABILIZANTE	100,43	11.325,49	
41	REVOQUE EXTERIOR	98,62	36.215,24	
42	PROV. COLOC. TAPAS METALICAS	757,10	1.324,93	
43	RETIRO DE ESCOMBROS	68,36	2.050,80	
44	ACCESORIOS TANQUE ELEVADO DE 100 M3	21.197,08	21.197,08	
45	CAMARA DE VENTOSA+ACCESORIOS	4.397,18	4.397,18	
46	CAMARA DE PURGA+ACCESORIOS	6.068,76	6.068,76	
	<b>SUBTOTAL TANQUE ELEVADO DE H.A. 100 M3</b>			<b>361.642,90</b>
<b>1.6.</b>	<b>RED DE DISTRIBUCION CORTO PLAZO</b>			

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
47	INSTALACION DE FAENAS RED DE AGUA	17.679,36	17.679,36	
48	REPLANTEO Y CONTROL LINEAS DE TUBERIA	1,98	4.678,74	
49	EXCAVACION COMUN SUELO MANUAL	61,04	25.226,61	
50	EXCAVACION ZANJAS SUELO SEMIDURO CON MAQUINARIA	27,96	26.962,11	
51	CAMA DE ARENA E=10CM	170,64	20.161,12	
52	PROV.COLOC. TUBERIA PVC 43MM C-9	23,74	31.509,39	
53	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 50MM C-9	84,32	7.356,08	
54	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 75MM C-9	38,08	14.782,28	
55	PROV. COLOC. TUBERIA PVC 100 MM C-9	62,27	34.889,88	
56	PRUEBA HIDRAULICA	1,33	3.142,79	
57	RELLENO MATERIAL COMUN	38,66	48.689,56	
58	RETIRO DE ESCOMBROS	68,36	8.076,73	
59	ACCESORIOS RED DE DISTRIBUCION FASE I	11.138,00	11.138,00	
	<b>SUBTOTAL RED DE DISTRIBUCION CORTO PLAZO</b>			<b>254.292,65</b>
<b>1.7.</b>	<b>ESTACION DE BOMBEO</b>			
60	PROV. COLOC. BOMBA DE AGUA + ACCESORIOS + ELECTRICA	37.006,38	111.019,14	
61	SUB-ESTACION ELECTRICA	38.019,46	38.019,46	
	<b>SUBTOTAL ESTACION DE BOMBEO</b>			<b>149.038,60</b>
	<b>SUBTOTAL OBRAS A CORTO PLAZO</b>			<b>1.480.621,09</b>

#### 4.6. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS

El tiempo de ejecución de las obras para el corto plazo será de 18 meses, pero previamente se deberán desarrollar las actividades de gestión del financiamiento; la licitación del Estudio TESA, que durará 3 meses; la Elaboración del estudio TESA se estima que demorará 5 meses, y luego la licitación para contratación de obras durará 3 meses.

Informe Final del Plan Maestro Integral del Valle Central de Tarija

Tabla 4.15 Cronograma de ejecución de obras.

Id	Nombre de tarea	Costo	Duración	Comienzo	Fin	2014		2015		2016	
						S1	S2	S1	S2	S1	S2
1	PLAN MAESTRO AP Y SAN DE SAN LORENZO	Bs. 1,880,388.77	900 días	mié 01/01/14	mié 27/04/16						
2	AGUA POTABLE	Bs. 1,880,388.77	900 días	mié 01/01/14	mié 27/04/16						
3	EJECUCIÓN DE OBRAS AP CORTO PLAZO	Bs. 1,880,388.77	900 días	mié 01/01/14	mié 27/04/16						
4	PROCESO LICITACION TESA AGUA POTABLE CF	Bs. 0.00	3 mss	mié 01/01/14	mié 26/03/14						
5	ELABORACION TESA AGUA POTABLE CP	Bs. 116,445.69	6 mss	mié 26/03/14	vie 12/09/14						
6	DESCOM EN TESA AP CP	Bs. 44,418.63	6 mss	mié 26/03/14	vie 12/09/14						
7	PROCESO LICITACION OBRAS AP CP	Bs. 0.00	3 mss	vie 12/09/14	vie 05/12/14						
8	DESCOM EN OBRAS AP CP	Bs. 74,031.05	18 mss	vie 05/12/14	mié 27/04/16						
9	FORTALECIMIENTO INSTITUCIONAL AP CP	Bs. 74,031.05	18 mss	vie 05/12/14	mié 27/04/16						
10	MITIGACION AMBIENTAL AP CP	Bs. 14,806.21	18 mss	vie 05/12/14	mié 27/04/16						
11	SUPERVISION OBRAS AP CP	Bs. 74,031.05	18 mss	vie 05/12/14	mié 27/04/16						
12	MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO POZO J.A.	Bs. 227,213.23	3 mss	vie 05/12/14	sáb 28/02/15						
13	PERFORACION Y EQUIPAMIENTO POZO J.A. 2	Bs. 342,712.53	4 mss	sáb 28/02/15	dom 21/06/15						
14	LINEA DE IMPULSION POZO JUSTO AVILA	Bs. 16,634.22	3 mss	dom 21/06/15	lun 14/09/15						
15	TANQUE ELEVADO DE H.A. 100 M	Bs. 126,886.96	4 mss	lun 14/09/15	mar 05/01/16						
16	RED DE DISTRIBUCION CORTO PLAZ	Bs. 361,642.90	6 mss	dom 19/07/15	mié 27/04/16						
17	ESTACION DE BOMBEO	Bs. 254,292.65	18 mss	vie 05/12/14	mar 05/01/16						
18		Bs. 149,038.60	6 mss	dom 19/07/15	mar 05/01/16						

■ Tarea ■ Hitro ■ Hitos externos  
■ División ■ Resumen ■ Hitos externos  
■ Progreso ■ Resumen del proyecto ■ Fecha limite

Proyecto: Programa SLZ AP CP  
 Fecha: vie 05/08/13

Página 1

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. PLANOS

Se detallan en el Anexo 12, corresponden a:

- Red de agua existente
- Red proyectada a corto, mediano y largo plazo
- Línea de impulsión desde el pozo a la estación de bombeo
- Línea de impulsión de la estación de bombeo al tanque elevado
- Planos constructivos del tanque elevado de 100 m<sup>3</sup>.

### 5. GESTIÓN DE LOS SERVICIOS

#### 5.1. ENTIDAD PRESTADORA DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO SANITARIO (EPSA)

El Comité de Agua Potable San Lorenzo, es la encargada de operar el servicio de agua potable en la localidad de San Lorenzo desde el año 1980. Dicho Comité se constituyó en el año 2007 con personería jurídica otorgada por la ex Prefectura Departamental de Tarija, con duración indefinida, con un Estatuto Orgánico y un Reglamento Interno de Funcionamiento

El Comité de Agua Potable San Lorenzo en el año 2008 mediante RAR SISAB No. 500/2008 obtiene la otorgación de la Licencia Menor para la prestación del servicio de agua potable en la localidad de San Lorenzo.

#### 5.2. DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL Y RECOMENDACIONES

El Comité de Agua Potable San Lorenzo no dispone de una estructura institucional y orgánica establecida para la prestación del servicio de agua potable.

El Comité no cuenta con personal ni recursos para ejercitar labores de planificación, control y seguimiento en el marco de normativa regulatoria, ni manuales ni procedimientos técnicos, operativos, administrativos, financieros establecidos para labores de operación y mantenimiento en la prestación del servicio de agua potable.

Considerando que el servicio de alcantarillado sanitario es atendido por el Gobierno Municipal, el componente de Fortalecimiento Institucional del Plan Maestro Metropolitano ha propuesto la conformación de una única Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario bajo una estrategia de fortalecimiento con acciones y presupuesto correspondiente

#### 5.3. COSTOS DE ADMINISTRACIÓN

El Comité de Agua Potable San Lorenzo no dispone de una unidad que se haga cargo de la administración y manejo financiero, no realizan ningún tipo de programación presupuestaria ni de operaciones, ni se elaboran registros financieros. El personal administrativo se reduce a la participación de una secretaria y el Presidente del Comité que realizan un manejo administrativo/financiero actual reflejado en una recaudación y pago del servicio por materiales, energía eléctrica, papelería y otros menores, los movimientos financieros son realizados de forma mensual por la responsable administrativa del Comité de manera personal y directa.

A la fecha no existe seguimiento físico ni monetario de materiales requeridos o utilizados en la prestación del servicio, asimismo no existe manejo ni reporte de inventarios. No se conoce el detalle de los activos existentes en el Comité ni se ha practicado una valorización de los mismos

Los costos de administración se reflejan en la remuneración a la secretaria/administradora y gastos varios en papelería, transporte, comunicación y otros.

#### 5.4. COSTOS DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y REPOSICIÓN

Los egresos del Comité se reflejan básicamente en el pago por sueldos, alquileres, papelería y otros gastos para el funcionamiento del servicio. El promedio de gastos por dicho concepto alcanza a Bs. 1,800 para un periodo mensual. De manera extraordinaria se ejecutan egresos menores por limpieza de fuente, reparación de roturas de tuberías, etc.

El detalle de gastos alcanzado en la gestión 2011 se expone en el cuadro expuesto a continuación:

Tabla 5.1 Gastos operativos y administrativos sistema de agua

<b>Detalle de Gastos (2011)</b>	
<b>Concepto</b>	<b>Monto (Bs./mes)</b>
Sueldo Secretaria	500
Sueldo Plomero	800
Alquileres	200
Otros Gastos	300
Total Gastos Mensuales	1800
Total Gastos Anual	21600

Fuente: Elaboración Propia en base a información del Comité de agua

Los resultados operativos del Comité muestran la existencia de un cierto balance de entradas y salidas de efectivo reflejado por que los ingresos operativos obtenidos permiten únicamente cubrir los egresos operativos y no permiten generar recursos para dar cobertura a los requerimientos de recursos para inversiones de reposición de activos menores y ampliación del servicio.

Por ello, el Comité, no tiene el excedente suficiente y está condicionado a recurrir a recursos externos para atender inversiones de ampliación ó reposición de activos, las que normalmente se ejecutan con transferencias y donaciones de otras instituciones, tanto locales, departamentales como nacionales.

#### 5.5. ANÁLISIS TARIFARIO

La tarifa actual es plana con un monto de 10 Bs/mes para todos los usuarios del servicio, esta tarifa está vigente desde 1998 cuando fue aprobado por la Asamblea General. Dicha tarifa no ha sufrido ajustes ni esta indexada.

La tarifa que aplica el Comité (a 2013), no tiene un cargo fijo ni un cargo variable ni presenta recargos u otros cobros por el suministro periódico del servicio. No se identifica la aplicación de subsidios cruzados en la estructura tarifaria, existe una sola categoría (doméstica), no existe micro medición y el nivel tarifario permite generar ingresos únicamente para cubrir costos operativos.

En cumplimiento a normativa regulatoria establecida por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua y Saneamiento (AAPS) en su documento guía para la elaboración de precios y tarifas aprobada mediante RAR No. 225/2011, el componente de Fortalecimiento Institucional del Plan Maestro Integral del Valle Central de Tarija ha propuesto que de manera paralela a la fase de ejecución de los proyectos de inversión, se proceda al diseño y la implementación de un estructura tarifaria bajo sistema medido, - compatible con la capacidad de pago de los usuarios-, que deberá estar destinado a brindar una sostenibilidad financiera para la EPSA prestadora de servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en San Lorenzo.

---

## 6. COMPONENTE SOCIAL-GESTIÓN SOCIAL PARTICIPATIVA Y COMUNICACIÓN

### 6.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

La Gestión Social Participativa y Comunicación, es entendida como la capacidad de la sociedad civil (en la que predominan intereses sociales), el Gobierno Autónomo Departamental, los gobiernos autónomos municipales (intereses políticos) y los operadores de servicios (intereses técnico-económicos) de desarrollar el saneamiento básico en forma integral y sostenible.<sup>2</sup>

En este marco se presenta el Componente Social de Proyecto “Mejoramiento y ampliación del sistema de Agua Potable población urbana y periurbana de San Lorenzo”

El proyecto tiene los siguientes componentes:

- Perforación de pozo No.2
- Caseta de controles en pozo No.1 y cercado con malla olímpica
- Línea de impulsión desde el pozo a cárcamo de bombeo
- Línea de impulsión desde estación de bombeo al tanque elevado
- Mejoramiento y ampliación de la red de distribución
- Tanque de distribución elevado de 100m<sup>3</sup>
- Conexiones domiciliarias

### 6.2. OBJETIVO DE LA GSP-C

Busca que los actores del saneamiento básico, promuevan la gestión integral del recurso hídrico, con base en los principios de sostenibilidad, gobernabilidad, democracia y equidad, bajo un enfoque basado en el trabajo interinstitucional y la sinergia de las capacidades sectoriales y locales, para sentar las bases de la sostenibilidad de los servicios.

### 6.3. FACTIBILIDAD SOCIAL DE PROYECTO

#### 6.3.1. Comunidades o barrios ubicados en el área de influencia del Proyecto

La infraestructura se construirá en áreas Municipales, por lo tanto no existe la posibilidad que se genere algún conflicto por afectar alguna área de producción, viviendas u otro tipo de espacio.

---

<sup>2</sup>MMAyA-VAPySB; Guía de Desarrollo Comunitario en Proyectos de Agua y Saneamiento para Poblaciones mayores a 10.000 habitantes Periurbano y Urbano; 2008.

Tabla 6.1 Comunidades en el área de influencia.

COMUNIDADES/ BARRIOS	MANIFESTACIÓN DE ACEPTACIÓN	MANIFESTACIÓN DE RECHAZO	CONCLUSIÓN <sup>3</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Barrio San Pedro</li> <li>■ Barrio Central</li> <li>■ Barrio La Banda</li> <li>■ Barrio Oscar Alfaro</li> </ul>	Solo se consideran a las poblaciones que se beneficiaran con la ampliación y mejoramiento del servicio de Agua Potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ No existe ninguna manifestación de rechazo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Si Factible.</li> </ul> <p>El equipo técnico del PMIVCT realizo la concertación con autoridades locales y con dirigentes sectoriales.</p>

## 6.4. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CONFLICTOS/RIESGOS

### 6.4.1. Conflictos y riesgos identificados con relación al proyecto

Toda la infraestructura de Agua Potable proyectada beneficiara principalmente a los Barrios de: San Pedro, Central, La Banda, Oscar Alfaro de la ciudad de San Lorenzo.

Durante el proceso de elaboración del PMIVCT se realizaron varias actividades de socialización en el marco de consulta los interesados y se realizó una última reunión de presentación de la alternativa elegida en la que participaron autoridades y técnicos del GAM de San Lorenzo, la EPSA y representantes de la Junta de Vecinos.

## 6.5. ALCANCE DE LA INTERVENCIÓN SOCIAL

### 6.5.1. Promoción y Difusión

- Generación y respuesta a la demanda

Durante la Fase II del PMIVCT se realizó la identificación de las Demandas Futuras y Estrategias de Expansión para cada uno de los Municipios que forman parte del Valle Central de Tarija.

Se beneficiara con el proyecto a 7.684 habitantes equivalentes a 1.840 familias. Este proyecto forma parte de la Estrategia de Expansión de los servicios que forma parte del PMIVCT y está incluido en el estrato de planificación a corto plazo.

### 6.5.2. Espacios para la Difusión de resultados y avance

Con el fin de informar a todos los actores involucrados en la elaboración del PMIVCT es que se desarrollaron una serie de actividades como reuniones en las que se desarrollaron los siguientes temas:

- Objetivo y alcance del PMIVCT.
- Niveles de coordinación un espacio se organizó el Comité Consultivo y de Seguimiento que estuvo conformado por representantes de los principales operadores y Gobiernos Autónomos Municipales.
- Presentación y selección de alternativas técnicas de agua y saneamiento.

<sup>3</sup> NO factible; SI factible; SI factible con condiciones; SI factible con requisitos

Con el fin de apoyar el proceso de difusión de resultados y consulta a interesados se realizaron trípticos que contenían información sobre el PMIVCT.

Además se realizó una difusión por radio con cuñas radiales, que permitió asegurar mayor cobertura y llegada con información a la población en general.

### 6.5.3. Planificación Sectorial Local

#### ■ Definición de contrapartes

El PMIVCT tiene incluido un Plan de Inversiones detallado en el Capítulo 9 del Informe principal, que corresponde a la Fase III, mismo que considera los aportes de contraparte de los diferentes actores (Estado, GAM, GAD), todas las obras definidas en el estrato de planificación a corto plazo, entre las que se incluye el proyecto mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de Agua Potable para la población urbana y periurbana de la ciudad de San Lorenzo.

#### ■ Elegibilidad social

El proyecto de Mejoramiento y ampliación del sistema de Saneamiento de la población urbana y periurbana de San Lorenzo es viable socialmente, porque cumple con los siguientes criterios:

- Todas las áreas en las cuales se prevé construir los diferentes componentes del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del sistema de Agua Potable para la ciudad de San Lorenzo son espacios de propiedad del Municipio, aspecto que garantiza la viabilidad social del citado proyecto.
- Un factor que influye en la alta Tasa de Mortalidad Infantil reportada en el ENDSA 2008 (que se actualizara en la presente gestión) es de 67 por cada mil nacidos vivos, existiendo una alta brecha comparada con la TMI nacional.
- Disminución de las frecuencias de las enfermedades de origen hídrico que a 2012 registró 2.874 casos de Infecciones respiratorias agudas y 767 casos referidos a Enfermedades diarreicas aguas.

### 6.5.4. Pre inversión

Para esta fase se considera el alcance de los siguientes productos

Tabla 6.2 Productos de la Gestión social.

Productos	Criterios de trabajo y actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Diagnostico Poblacional</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Información general de la población beneficiaria (fuentes secundarias –PDM del GAM de San Lorenzo, fuentes primarias –entrevistas a informantes clave).</li> <li>■ Datos demográficos según Censo 2012, considerando las transversales de género y generacional (por rango de edades y sexo).</li> <li>■ Línea Base de salud actualizada (aplicar muestra estadística cruzando información del SNIS –MINSA).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Plan y cronograma de ejecución del DESCOM consensuado con autoridades y beneficiarios.</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Tomar en cuenta para la elaboración del Plan de Acción para la Fase de Pre Inversión considerando los siguientes criterios:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ ¿Qué hacer?</li> <li>✚ ¿Para qué hacer?</li> <li>✚ ¿Cómo hacer?</li> <li>✚ ¿Con quienes hacerlo?</li> <li>✚ ¿Dónde hacerlo?</li> <li>✚ ¿Cuándo hacerlo?</li> </ul> </li> <li>■ Socialización del Plan de Acción ante autoridades y representantes de instituciones locales importantes.</li> </ul>

Productos	Criterios de trabajo y actividades
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Autoridades, representantes institucionales y sociales conocen, apoyan y participan activamente de la Fase de Pre Inversión del Proyecto</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Plan de comunicación consensuado con autoridades y técnicos del GAM San Lorenzo. Este plan debe contener los siguientes aspectos:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Público meta (audiencias)</li> <li>✚ Técnicas de comunicación</li> <li>✚ Para el caso de materiales de difusión y educación se debe considerar el proceso de validación de los mismos</li> </ul> </li> <li>■ Taller de arranque del proyecto con participación de los diferentes actores involucrados (Gobernación, GAM de San Lorenzo, Organismo de Participación y Control Social).</li> <li>■ Promoción y difusión del proyecto a diferentes niveles y con la aplicación de diferentes técnicas tanto interpersonales, grupales y también por medios masivos. Es importante que la población conozca los beneficios y responsabilidades que debe asumir como usuario de los servicios.</li> <li>■ Socialización sobre modelos de Gestión planteados por el PMIVCT.</li> <li>■ Identificación del No. de usuarios que se beneficiaran con el proyecto.</li> <li>■ Se debe tomar los siguientes temas para el desarrollo del proceso de capacitación de los diferentes actores.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Educación Sanitaria Ambiental, higiene y salud.</li> <li>✚ Uso eficiente del agua y de artefactos ahorradores de agua.</li> <li>✚ Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones sanitarias dentro de sus domicilios</li> <li>✚ Lecturación de micro medidor, entre otros.</li> </ul> </li> <li>■ Compromisos vecinales firmados para realizar la conexión intra-domiciliaria y para la construcción de su Modulo Sanitario.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Acuerdos interinstitucionales e intersectoriales</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mapa de Actores locales (definir relaciones positivas o negativas entre los actores involucrados, intereses, su aporte al proyecto)</li> <li>■ Convenios de trabajo conjunto con:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ Instituciones que tengan presencia importante en el área de trabajo</li> <li>✚ Dirección de educación, salud, medio ambiente y otros del Municipio, además de instancias de la Gobernación (si existiera).</li> <li>✚ Comité de Vigilancia (Organismo de Participación y control Social) del Municipio y la FEDJUVE.</li> </ul> </li> <li>■ El ejecutor del Estudio TESA debe realizar un trabajo coordinado con el GAM San Lorenzo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Planificar actividades para la Inversión</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Elaborar un Plan de Intervención Social que será aplicado en la Fase de Inversión y Post Inversión considerando los siguientes criterios:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>✚ ¿Qué hacer?</li> <li>✚ ¿Para qué?</li> <li>✚ ¿Cómo hacerlo?</li> <li>✚ ¿Dónde hacerlo?</li> <li>✚ ¿Cuándo hacerlo?</li> <li>✚ ¿Quiénes lo hacen?</li> </ul> </li> </ul>

Todas y cada una de las actividades que se desarrollaran durante la elaboración del TESA (Pre inversión) deben contar con Fuentes de Verificación que demuestren el alcance de los productos. Estas fuentes de verificación serán: actas, listas de participantes, memorias de talleres, copia de materiales de difusión masivos y otros educativos, registro de visitas domiciliarias, copia de acuerdos firmados con los diferentes actores, memorias fotográficas, entre otros.

Es importante que para la Fase de Inversión se realice un trabajo a diferentes niveles, desde las autoridades, representantes institucionales y sociales y los propios beneficiarios para lograr la gobernabilidad, condición que contribuye al logro de la sostenibilidad del servicio.

Por otra parte, es necesario que al inicio de la Fase de Inversión se cuente con un Plan de Trabajo consensuado con los diferentes actores.

También es importante que el componente de comunicación este planteada con un enfoque de comunicación para el desarrollo u otro enfoque que genere la participación activa de la población, puesto que permitirá llegar con información a los beneficiarios por diferentes medios incluidos los más sencillos.

## 6.6. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE LA INTERVENCIÓN SOCIAL

### 6.6.1. Presupuesto estimado Intervención Social

El presupuesto estimado es de Bs. 44.419 (DESCOM en TESA)

### 6.6.2. Duración estimada de la Intervención Social

El tiempo de ejecución de la Fase de Pre inversión (TESA) está estimado en 5 meses.

## ANEXO

### FICHA TÉCNICA

**Proyecto:** Mejoramiento y ampliación del sistema de Agua Potable para la población urbana y periurbana de San Lorenzo

**Ubicación:** San Lorenzo

**Departamento:** Tarija

**Municipio:** Gobierno Autónomo Municipal de San Lorenzo

**Localidad:** San Lorenzo

**Beneficiarios 2036:** 6.237 habitantes equivalentes a 1.492 familias (2036)

**Breve Descripción:**

El Proyecto contara con los siguientes componentes:

- Perforación de pozo No.2
- Caseta de controles en pozo No.1 y cercado con malla olímpica
- Línea de impulsión desde el pozo a cárcamo de bombeo
- Línea de impulsión desde estación de bombeo al tanque elevado
- Mejoramiento y ampliación de la red de distribución
- Tanque de distribución elevado de 100 m<sup>3</sup>
- Conexiones domiciliarias

Además el proyecto contará con una Intervención Social tal como establece la Norma Social Sectorial.

**Costos previstos:**

**Inversión Total en la Infraestructura:** 1.480.622 Bs. (Corto Plazo)

## 7. PRESUPUESTO GENERAL DE CORTO PLAZO

Tabla 7.1 Presupuesto de Corto plazo.

Módulo	Monto		
	(%)	(Bs)	(\$us)
Infraestructura	100	1.480.622	212.733
Estudio TESA	38	563.290	80.932
Medidas de Mitigación	1	14.806	2.127
Desarrollo Comunitario	3	44.419	6.382
Supervisión de Obras	5	74.031	10.637
<b>Costo Total del Proyecto</b>		<b>2.177.168</b>	<b>312.811</b>

Fuente: Elaboración propia

Tipo de Cambio: Bs. 6.96

## 8. EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

### 8.1. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

El objetivo principal es el determinar la viabilidad socioeconómica del proyecto Sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales de San Lorenzo. Es decir, determinar si bajo la óptica del Estado y la sociedad el proyecto es conveniente y admite que se dispongan recursos públicos para su ejecución.

En este sentido, para la evaluación del sistema de saneamiento, que es objeto del presente estudio, se aplica el método de valoración contingente.

Los datos básicos utilizados en las evaluaciones económicas provienen de:

- Información técnica a nivel de Estudio de Identificación (EI) está relacionada con la población a ser beneficiada con el servicio, las inversiones requeridas, costos de operación y mantenimiento y volúmenes de evacuación de aguas residuales.

#### 8.1.1. Objetivos Evaluación Socio Económica

Analizar la viabilidad económica de la inversión requerida para realizar las obras de Alcantarillado Sanitario y PTAR en el municipio de San Lorenzo aplicando una tasa de descuento del 12% que es la recomendada por la UCP, a fin de determinar la conveniencia de la ejecución, tomando en cuenta los aspectos siguientes:

- a) Mejorar la calidad de vida de los pobladores (condiciones higiénicas y de saneamiento de acuerdo la dotación de servicios).
- b) La situación socioeconómica actual de los pobladores.
- c) La capacidad y la disponibilidad a pagar de los beneficiarios.
- d) El crecimiento demográfico y espacial de la población.
- e) Presupuestos de obras

En este sentido se evalúa la alternativa seleccionada por el modelo de "Valoración Contingente", tomando en cuenta los indicadores de rentabilidad socioeconómicos:

Valor Actual Neto económico (VANE)

Tasa Interna de Retorno económico (TIRE)

### 8.1.2. Costos de operación y mantenimiento

Son todos los costos en que se incurre para otorgar el servicio de saneamiento. Incluye los costos en el área operativa, comercial y administrativa así como los insumos para el tratamiento y la energía eléctrica. Para su aplicación se ha transformado los costos de mercado a económicos.

### 8.1.3. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL PROYECTO

#### 8.1.3.1. Evaluación del Costo Mínimo

El método de costo mínimo se aplica para comparar alternativas de proyecto que generan idénticos beneficios. Si los beneficios son iguales, las alternativas se diferencian solo en sus costos por lo que podemos elegir la que nos permite alcanzar el objetivo deseado con el menor gasto de recursos.

Dado que los costos de las diferentes alternativas pueden ocurrir en distintos momentos del tiempo la comparación debe realizarse en valor actual, para este fin se aplica la siguiente fórmula:

$$VAC = \sum_{i=0}^{i=n} \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

VAC = Valor Actual de los Costos

C<sub>i</sub> = Costos del proyecto en el año i

r = Tasa de Descuento

#### 8.1.3.2. Modelo de Valoración Contingente

El método de Valoración Contingente es una de las técnicas que tenemos para estimar el valor de bienes (productos o servicios) para los que no existe mercado. Se trata de simular un mercado mediante encuestas a los consumidores potenciales preguntándoles por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que comprarlo expresado en un monto mensual por familia. El Método de Valoración Contingente se utilizó para la evaluación de proyectos de Alcantarillado Sanitario y PTAR.

La evaluación misma consiste en recurrir a un flujo de caja anual de los beneficios evaluados por la disposición a pagar de cada familia proyectados.

Con el objetivo de conocer las variables que determinan la aceptación o rechazo del pago por Ampliación o Mejoramiento de Sistemas de Saneamiento se realizaron varios análisis de correlación y regresiones utilizando el programa SPSS. De esta manera se obtuvieron las variables para calcular la máxima DAP.

La DAP fue determinada en la etapa II por separado para alcantarillado sanitario con un valor de Bs/mes 33.05 y para PTAR con Bs/mes 22.36 (anexo). La DAP utilizada para la evaluación del proyecto de saneamiento es de 33.05 Bs/mes.

#### 8.1.3.3. Identificación de los beneficios del proyecto

Como se había indicado anteriormente, los beneficios de impacto positivo del proyecto se identificarán simulando las situaciones sin y con proyecto, considerando la duración y ubicación temporal.

Un mayor excedente del consumidor, resultante de la diferencia entre su disposición a pagar (DAP) cuando prescinde del beneficio del proyecto y la tarifa que efectivamente pagará con el proyecto.

#### 8.1.4. EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

El objetivo principal es el determinar la viabilidad socioeconómica del proyecto de Saneamiento de San Lorenzo. Es decir, determinar si bajo la óptica del Estado y la sociedad el proyecto es conveniente y admite que se dispongan recursos para su ejecución.

Las hipótesis sobre las cuales se planificó el presupuesto del proyecto son las siguientes:

- El sistema planteado en el proyecto esté garantizado.
- Las inversiones recurrentes para la ampliación por expansión tienen que ser ejecutadas oportunamente.
- El operador realizará todos los esfuerzos para que el servicio que se presta tenga la calidad técnica requerida por la población.
- Por lo menos el 90% de la población se conectará al sistema.
- Las inversiones del proyecto permitirán que la evacuación de aguas residuales satisfaga y de solución a las necesidades de la población.

Para el proyecto de Alcantarillado Sanitario se presentó una alternativa única y en el caso de PTAR se presentaron 3 alternativas de las cuales la seleccionada fue la Alternativa 1 (mediante el método de costo mínimo).

El VAC (Detalle en Anexo Capítulo 6) de las 3 alternativas presentadas se muestra a continuación:

**VAC Alternativa 1 (seleccionada) = 1,350,331**

VAC Alternativa 2 = 1,482,708

VAC Alternativa 3 = 1,851,370

#### 8.1.4.1. Inversiones

Los factores de conversión utilizados para la conversión de costos de mercado a costos económicos o eficiencia, son los proporcionados por la UCP el detalle de la conversión se encuentra en el Anexo.

Tabla 8.1 Razones precio de cuenta para conversión a precios económicos

Componente	Factor
Material nacional	0,862
Material importado	0,769
Equipo y maquinaria nacional	0,862
Equipo y maquinaria importada	0,769
Mano de obra calificada	1
Mano de obra no calificada	0,23
Herramientas	1
Cargas sociales	0
Gastos generales e imprevistos	0,862
Utilidad	0,862
Impuestos (IVA e IT)	0
Supervisión de obras	0,862
Desarrollo comunitario	0,862

Fuente: Factores proporcionados por la UCP

Las inversiones requeridas por el proyecto a precios económicos afectados por la razón precio cuenta se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 8.2 Presupuesto Proyecto Saneamiento San Lorenzo – Precios económicos

CONCEPTO	Importe	Importe (TC 6.96)
	Bs.	\$us
EI SAN LORENZO AGUA POTABLE	1,768,626	254,113
<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,768,626</b>	<b>254,113</b>
Supervisión	76,228	10,952
<b>TOTAL</b>	<b>1,844,854</b>	<b>265,065</b>

Fuente: Elaboración propia

El valor de la inversión en términos socio económicos ha sido obtenido aplicando las razones precio cuenta, el total a invertir a corto plazo es de aproximadamente 265 mil dólares americanos (incluyendo costos de Supervisión equivalentes al 5% de la inversión).

#### 8.1.4.2. Aplicación del modelo -Resultados

Sobre la base de los criterios de identificación de beneficios y costos, se evaluó el proyecto de Saneamiento de San Lorenzo con el método de valoración Contingente, los detalles de población y costos se encuentran en el Anexo.

VA Beneficios -A Bs. 4,984,428

VA Costos -B Bs. 4,731,803

VANS (A-B) Bs. 252,625

TASA INTERNA DE RETORNO = 13,95%

#### 8.1.5. Conclusión

El proyecto mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario y planta de tratamiento de aguas residuales para la población de San Lorenzo, bajo las inversiones planteadas en el presente proyecto, **es socioeconómicamente factible para la sociedad en su conjunto.**

## 8.2. EVALUACIÓN AMBIENTAL

Con base en la Ficha Ambiental Preliminar, el análisis ambiental efectuado a las actividades a realizarse con el proyecto, tanto para la fase de construcción como de operación se puede resumir en el siguiente cuadro:

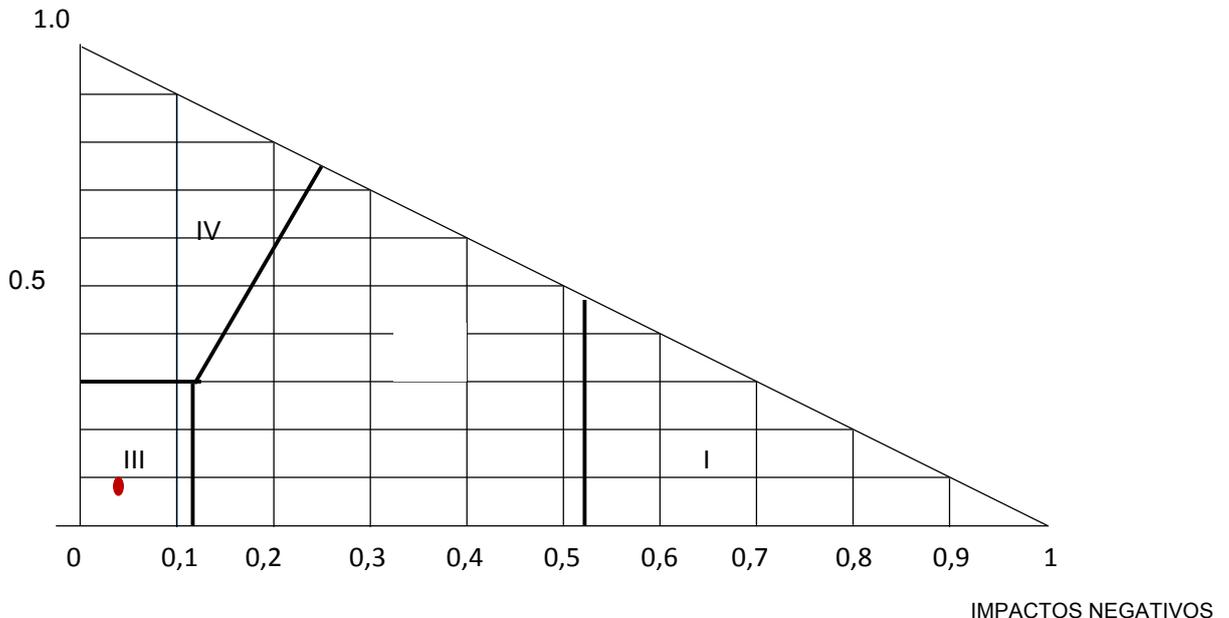
IMPACTOS AMBIENTALES	MEDIDAS DE MITIGACION
<b>FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Emisión de polvos, en las excavaciones de zanjas para el tendido de tuberías como para las fundaciones de las obras civiles del tanque	Humedecer las áreas de trabajo de forma periódica, dotar al personal equipo de protección personal
Generación de gases de combustión por el equipo a usar en obra	Mantenimiento preventivo y correctivo del equipo que va a operar en obra
Generación de aguas servidas en el campamento	Descargar al alcantarillado de la población de San Lorenzo
Erosión de suelos por las zanjas y ocupación de nuevas áreas	Trabajos a realizarse en el ancho previsto para estas actividades
Generación de residuos sólidos asimilables a domésticos en el campamento	Almacenamiento en recipientes para su entrega al servicio de recolección y posterior disposición
Afectación al personal por el ruido a generarse en las distintas actividades de construcción	Dotar al personal del correspondiente equipo de protección personal
Afectación al estilo de vida, por interrupción al tránsito normal y equipo en obra	Establecer horarios de trabajo, señalización y campañas de difusión
Generación de empleo, mano de obra calificada y no calificada	
Generación de ingresos al sector público por el uso de material local e importado	
<b>FASE DE OPERACION</b>	
Explotación de agua de las fuentes subterráneas	Los caudales deben satisfacer la demanda de agua de la población
Mejora la calidad de vida de la población beneficiada con el proyecto	
Generación de empleo, mano de obra calificada principalmente	
La propiedad privada y pública se va a ver beneficiada con el proyecto de agua potable	

La gestión ambiental del proyecto deberá sujetarse a la normativa vigente, primeramente se deberá contar con una categoría del proyecto, la misma que deberá ser emitida por la Autoridad Ambiental Competente. Para definir la categoría de manera preliminar, se ha **pre categorizado** el proyecto, para ello se ha acudido a la Ficha Ambiental (Anexo 6) y con base en la Matriz de Identificación de Impactos y tomando en cuenta la Gráfica: Clasificación de los proyectos para su evaluación Ambiental, del Reglamento para la Prevención y Control Ambiental, el proyecto presenta una Categoría de 3, para: *“Aquellos proyectos que requieran solamente del planteamiento de las de Medidas de Mitigación y la Formulación del Plan de Aplicación y Seguimiento Ambiental. – Requerirán de lo señalado los proyectos, obras o actividades, públicos o privados, que por aplicación de la metodología de Identificación de Impactos Ambientales de la FA, se determine que sus impactos no sean considerados significativos y requieran de medidas de mitigación precisas, conocidas y fáciles de implementar.*

Por lo que el Estudio Ambiental estará enmarcado al Título III *De la Evaluación de Impacto Ambiental* del Reglamento de Prevención y Control Ambiental. El alcance que deberá tener el estudio ambiental se señala en el Anexo 14- Términos de referencia para el Estudio TESA.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS PARA SU EVALUACIÓN AMBIENTAL

IMPACTOS POSITIVOS



IMPACTOS NEGATIVOS = - 0.04

IMPACTOS POSITIVOS = + 0.09

### 8.3. EVALUACIÓN SOCIAL

La infraestructura se construirá en áreas Municipales, por lo tanto no existe la posibilidad que se genere algún conflicto por afectar alguna área de producción, viviendas u otro tipo de espacio.

Toda la infraestructura de Agua Potable proyectada beneficiara principalmente a los Barrios de: San Pedro, Central, La Banda, Oscar Alfaro de la ciudad de San Lorenzo.

COMUNIDADES/ BARRIOS	MANIFESTACIÓN DE ACEPTACIÓN	MANIFESTACIÓN DE RECHAZO	CONCLUSIÓN <sup>4</sup>
<ul style="list-style-type: none"><li>■ Barrio San Pedro</li><li>■ Barrio Central</li><li>■ Barrio La Banda</li><li>■ Barrio Oscar Alfaro</li></ul>	Solo se consideran a las poblaciones que se beneficiaran con la ampliación y mejoramiento del servicio de Agua Potable	<ul style="list-style-type: none"><li>■ No existe ninguna manifestación de rechazo.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Si Factible.</li></ul> <p>El equipo técnico del PMIVCT realizo la concertación con autoridades locales y con dirigentes sectoriales.</p>

El proyecto de Mejoramiento y ampliación del sistema de Agua Potable de la población urbana y periurbana de San Lorenzo es viable socialmente, porque cumple con los siguientes criterios:

- Todas las áreas en las cuales se prevé construir los diferentes componentes del Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del sistema de Agua Potable para la localidad de San Lorenzo son espacios de propiedad del Municipio, aspecto que garantiza la viabilidad social del citado proyecto.
- Un factor que influye en la alta Tasa de Mortalidad Infantil reportada en el ENDSA 2008 (que se actualizara en la presente gestión) es de 67 por cada mil nacidos vivos, existiendo una alta brecha comparada con la TMI nacional.
- Disminución de las frecuencias de las enfermedades de origen hídrico que a 2012 registró 2.874 casos de Infecciones respiratorias agudas y 767 casos referidos a Enfermedades diarreicas agudas.

<sup>4</sup> NO factible; SI factible; SI factible con condiciones; SI factible con requisitos

## 9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El proyecto es favorable, principalmente desde el punto de vista social; además de ser una solución que mejorará las condiciones de salud de los habitantes; en tal sentido, se recomienda proceder a la siguiente fase que conlleve pronto a su implementación que es necesaria para San Lorenzo. Adicionalmente, durante la socialización de la propuesta técnica, los pobladores solicitan que en el marco del mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua también se considere la inclusión de las comunidades Tarija Cancha Norte y Tarija Cancha Sur, dado que en el alcance del presente estudio no fueron incluidas por estar fuera de la zona urbana y periurbana de San Lorenzo.

En cuanto al aspecto social, las características, condiciones administrativas y legales del proceso de contratación de empresas, ONG's, Universidades y equipos de profesionales deberán ser las señaladas en los DBC considerando la Resolución Ministerial 274 de 9 de mayo de 2013.

En su caso, si se tratara de paquetes de trabajo y los mismos sean financiados con recursos de la cooperación internacional, se deberá aplicar la norma de contratación de servicios profesionales entre el Gobierno de Bolivia y el financiador.

---

## ANEXOS

- ANEXO 1: Mapa de ubicación del Municipio
- ANEXO 2: Plano del esquema de acceso vial
- ANEXO 3: Calidad de las aguas
- ANEXO 4: Estudio de suelos (incluye reporte fotográfico)
- ANEXO 5: Libreta topográfica (incluye reporte fotográfico)
- ANEXO 6: Ficha Ambiental Preliminar
- ANEXO 7: Memorias de cálculo
- ANEXO 8: Prediseño estructural
- ANEXO 9: Cómputos métricos
- ANEXO 10: Análisis de precios unitarios
- ANEXO 11: Presupuesto desglosado de la infraestructura
- ANEXO 12: Planos
- ANEXO 13: Evaluación socioeconómica
- ANEXO 14: Términos de referencia