



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Estudio para la construcción del sistema de agua potable para la
comunidad de Chagrashca - Piruncay de la parroquia Sigsig,
cantón Sigsig.**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de
Ingeniera Civil con énfasis en Gerencia de Construcciones**

AUTORAS:

María Abigail Luzuriaga Sacoto
Marcela Fernanda Vanegas Calle

DIRECTOR:

Josué Larriva Vasquez

Cuenca, Ecuador

2014

DEDICATORIA

Este trabajo de grado va dedicado a Dios y a la Virgen Auxiliadora, por darme salud, fortaleza y ganas para poder culminar mi carrera universitaria; a mi esposo Paúl y mi hijo Santi por darme su amor incondicional y apoyarme en todo momento de mi vida; a mis padres Víctor y Celia, que gracias a su apoyo, insistencia y su voluntad estuvieron en cada momento de mi lucha diaria y me brindaron su apoyo; a mis hermanas Katty y Erika por los ánimos y la motivación que me dieron; a mis abuelitos, suegros, cuñados, demás familiares y amigos que estuvieron siempre dispuestos a apoyarme en cada uno de mis pasos.

María Abigail Luzuriaga Sacoto

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis con todo mi amor, cariño y respeto a Dios por guiar mi vida y a todas las personas que estuvieron presentes en este camino universitario y que confiaron en mí, en mis capacidades, virtudes, habilidades y en que si podía lograrlo.

A mis padres Patricio y Dora por haberme dado la oportunidad de estudiar en esta prestigiosa universidad y por el apoyo incondicional durante estos años de estudio para poder lograr este sueño de realizarme como profesional, a mis hermanos Andrés, Dora y a mi sobrina Valentina por los ánimos y la fuerza que me dieron para culminar mi carrera, les quiero mucho.

Además quiero dedicarle a mi esposo Álvaro pues llegaste en el momento preciso, sin tu amor, ayuda y motivación no estuviera donde me encuentro, gracias por todo, por tus palabras de aliento cuando sentía que ya no podía, gracias por creer en mí y por valorar mi esfuerzo te amo mucho eres muy importante en mi vida, quiero dedicarle a la Lucí que me ha acompañado durante este tiempo ella ha sido mi motor para salir adelante con toda la fuerza, ganas y valentía, pues en un futuro quiero ser un ejemplo para ti pequeña.

Finalmente quiero dedicarle a mi tía Fanny, sé que tú estarías muy orgullosa de mí en este momento y compartirías conmigo esta felicidad tan grande que siento porque siempre fuiste un gran apoyo y sé que a pesar de que no estás aquí físicamente desde el cielo festejaras conmigo este logro tan especial para mí.

Marcela Fernanda Vanegas Calle

AGRADECIMIENTO

Queremos agradecer a Dios por darnos la fuerza y la sabiduría para culminar nuestros estudios universitarios, pues nos ha sabido guiar a lo largo de este camino.

A la Universidad del Azuay por haber puesto durante todo este tiempo profesionales muy capacitados que nos ayudaron a crecer tanto en lo técnico como en lo personal.

Además queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que han hecho posible el desarrollo de este trabajo de grado, a nuestros familiares por el apoyo brindado y el amor incondicional hacia nuestra persona.

De manera especial queremos agradecer al Ingeniero Josué Larriva, nuestro director de trabajo de grado de quien tuvimos un apoyo constante a lo largo del desarrollo del trabajo, gracias por todos los conocimientos adquiridos, experiencias vividas y por su sincera amistad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN.....	¡Error! Marcador no definido.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	3
1.1 Alcance	3
1.2 Antecedentes	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II: LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN	6
2.1. Recopilación de información cartográfica	6
2.1.1. Ubicación	6
2.1.2. Situación geográfica	7
2.1.3. Clima.....	7
2.1.4. Geología.....	8
2.1.5. Geomorfología	9
2.1.6. Aspectos demográficos	10
2.1.6.1. Usos de suelo	10
2.2. Abastecimiento actual del agua y análisis de la calidad de la fuente	10
2.2.1. Abastecimiento actual.....	10

2.2.2.	Análisis de la fuente.....	11
2.2.2.1.	Calidad del agua	11
2.2.2.2.	Análisis del agua de la fuente, toma de muestras para el análisis de agua.....	12
2.2.2.3.	Parámetros físicos, químicos y microbiológicos.....	13
2.2.2.3.1.	Parámetros físico-químicos	13
2.2.2.3.2.	Parámetros microbiológicos	21
2.2.2.4.	Resultado de análisis	22
2.3.	Distribución de la población, características socio-económicas	23
2.3.1.	Ubicación geográfica de los sectores de la comunidad de Piruncay	24
2.3.2.	Características socio-económicas	24
2.3.3.	Análisis de las encuestas.....	26
2.3.3.1.	Vivienda	27
2.3.3.1.1.	Tipo de edificación	27
2.3.3.1.2.	Uso de la edificación	30
2.3.3.2.	Referencia geográfica.....	33
2.3.3.3.	Infraestructura y servicios	33
2.3.3.3.1.	Abastecimiento de agua.....	33
2.3.3.3.2.	Estado de la conexión.....	35
2.3.3.3.3.	Ubicación medidor	39
2.3.3.3.4.	Tipo de agua que utiliza	42
2.3.3.3.5.	Evacuación de aguas servidas	46
2.3.3.3.6.	Aguas lluvia.....	49
2.3.3.3.7.	Tipo de vía.....	49
2.3.3.3.8.	Energía eléctrica	51
2.3.3.3.9.	Recolección de basura	53
2.3.3.4.	Datos socio-económicos por familia	56
2.3.3.4.1.	Número de miembros de la familia	56
2.3.3.4.2.	Tenencia de vivienda.....	60
2.3.3.4.3.	Tipo de trabajo.....	63
2.3.3.4.4.	Ingresos económicos	64
2.3.3.4.5.	Instrucción del jefe de hogar	68

2.3.3.5.	Encuesta-adquisición del servicio	71
2.4.	Revisión de la normativa a utilizar	76

CAPÍTULO III: ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1.	Parámetros de diseño	77
3.1.1.	Definiciones generales	77
3.1.2.	Período de diseño	78
3.1.3.	Población de diseño	78
3.1.4.	Nivel de servicio	80
3.1.5.	Dotación.....	81
3.1.6.	Variaciones de consumo	83
3.1.7.	Parámetros de la captación	87
3.1.8.	Parámetros de la línea de conducción.....	88
3.1.9.	Parámetros de la planta de tratamiento	89
3.1.9.1.	Estructura de la planta de tratamiento de agua.....	90
3.1.9.2.	Tratamiento a emplear.....	92
3.1.9.2.1.	Nivel de riesgo.....	92
3.1.9.2.2.	Selección del proceso de tratamiento	93
3.1.9.2.3.	Filtro grueso ascendente (FGA)	93
3.1.9.2.4.	Filtro lento de arena (FLA)	96
3.1.9.2.5.	Diseño de los filtros.....	99
3.1.9.3.	Cloración (Desinfección)	104
3.1.9.4.	Tanque de reserva	105
3.1.10.	Parámetros de la red de distribución	106
3.1.10.1.	Conexiones domiciliarias	106
3.2.	Análisis de alternativas del tratamiento.....	107
3.2.1.	Tecnología convencional	107
3.2.2.	Tecnología FIME.....	108
3.2.3.	Normativa nacional empleada	109
3.3.	Sectorización de la red de distribución.....	110

3.4.	Análisis de alternativas de materiales y accesorios a utilizar.....	112
3.4.1.	Criterios de selección.....	112
3.4.2.	Ventajas y desventajas de usar uno u otro material.....	114
3.4.3.	Selección del material de tuberías y accesorios.....	116
3.5.	Diferentes alternativas de diseño para discusión.....	118
3.5.1.	Captación.....	118
3.5.2.	Línea de conducción.....	119
3.5.3.	Planta de tratamiento.....	119
3.5.3.1.	Alternativa a emplear.....	120
3.5.4.	Red de distribución.....	121
CAPÍTULO IV: DISEÑO DEFINITIVO.....		122
4.1.	Diseño de la captación.....	122
4.2.	Diseño de la conducción de agua.....	123
4.2.1.	Válvulas de aire.....	125
4.2.2.	Válvulas de purga.....	126
4.3.	Planta de tratamiento.....	127
4.3.1.	Filtros ascendentes en capas.....	127
4.3.2.	Filtros lentos de arena.....	128
4.3.3.	Tanque de reserva.....	128
4.4.	Red de distribución.....	129
	Resultados.....	132
CAPÍTULO V: ESTUDIO ECONÓMICO.....		134
5.1.	Presupuesto.....	134
5.2.	Análisis de precios unitarios.....	134
5.3.	Especificaciones técnicas.....	135
CAPÍTULO VI: ELABORACIÓN DE LA MEMORIA TÉCNICA.....		136
	Nombre del proyecto.....	137
	Localización geográfica.....	137

Análisis de la situación actual (Diagnóstico)	137
Antecedentes	138
Justificación.....	138
Objetivos	139
Objetivo general del proyecto	139
Objetivos específicos del proyecto.....	139
Metas del proyecto	140
Duración del proyecto y vida útil	140
Beneficiarios.....	140
Indicadores de resultados alcanzados: cualitativos y cuantitativos.....	141
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	142
7.1. CONCLUSIONES.....	142
7.2. RECOMENDACIONES	143
7.3. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS	144
7.4. ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Distribución de la Población	24
Tabla 2: Ubicación geográfica de los sectores de la comunidad de Piruncay	24
Tabla 3: Número de familias por sector y promedio de habitantes.....	59
Tabla 4: Tasas de crecimiento poblacional	79
Tabla 5: Población futura	80
Tabla 6: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos sólidos	81
Tabla 7: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	82
Tabla 8: Dotaciones recomendadas.....	83
Tabla 9: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.....	84
Tabla 10: Caudal medio	85
Tabla 11: Caudal máximo diario.....	85
Tabla 12: Caudal máximo horario.....	86
Tabla 13: Tabla resumen-parámetros de diseño.....	86
Tabla 14: Coeficientes de rugosidad de Hazen Williams	89
Tabla 15: Método convencional de tratamiento FIME	92
Tabla 16: Nivel de riesgo-resultados.....	93
Tabla 17: Eficiencias de tratamiento por FGA	96
Tabla 18: Diseño para el filtro grueso ascendente y el filtro lento de arena.....	99
Tabla 19: Mínimas concentraciones residuales de cloro requeridas para una desinfección eficaz del agua.....	105
Tabla 20: Parámetros de calidad de agua	109
Tabla 21: Áreas de aporte de la red de distribución.....	111
Tabla 22: Ventajas y desventajas de los materiales	114
Tabla 23: Selección del material de tuberías y accesorios-criterios de selección....	117
Tabla 24: Longitud de los tramos de la línea de conducción.....	124
Tabla 25: Ubicación de los tanques rompe presiones	125
Tabla 26: Ubicación de las válvulas de aire.....	126
Tabla 27: Ubicación de las válvulas de purga.....	127

Tabla 28: Ubicación de los tanques rompe presiones	130
Tabla 29: Dimensiones del cajón recolector de la captación	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación.....	7
Figura 2: Clima	8
Figura 3: Geología.....	9
Figura 4: Geomorfología.....	10
Figura 5: Fuente de abastecimiento de agua Allaczela	12
Figura 6: Muestras de agua a ser analizadas	13
Figura 7: Encuestas	26
Figura 8: Tipo de Edificación-Vivienda de una planta	27
Figura 9: Tipo de Edificación -Vivienda de dos plantas.....	28
Figura 10: Tipo de Edificación-Multifamiliar	29
Figura 11: Uso de la edificación-Vivienda	30
Figura 12: Uso de la edificación-Comercial	31
Figura 13: Uso de la edificación-Otro.....	32
Figura 14: Abastecimiento de agua.....	34
Figura 15: Abastecimiento de agua-Tiene	34
Figura 16: Abastecimiento de agua-No tiene.....	35
Figura 17: Estado de la conexión	36
Figura 18: Estado de la conexión-Bueno	37
Figura 19: Estado de la conexión-Regular	38
Figura 20: Estado de la conexión-Malo	38
Figura 21: Ubicación del medidor.....	40
Figura 22: Ubicación del medidor-Externo.....	40
Figura 23: Ubicación del medidor-Interno.....	41
Figura 24: Tipo de agua que utiliza.....	42
Figura 25: Tipo de agua que utiliza-Embotellada	43
Figura 26: Tipo de agua que utiliza-Pozo	44
Figura 27: Tipo de agua que utiliza-Otros-De la llave.....	44
Figura 28: Tipo de agua que utiliza-Otros-Hervida	45
Figura 29: Evacuación de aguas servidas.....	46
Figura 30: Evacuación de aguas servidas-Fosa séptica.....	47

Figura 31: Evacuación de aguas servidas-No tiene.....	48
Figura 32: Tipo de vía-Tierra.....	49
Figura 33: Tipo de vía-Asfalto.....	50
Figura 34: Energía eléctrica.....	51
Figura 35: Energía eléctrica-Público.....	52
Figura 36: Energía eléctrica-No tiene.....	53
Figura 37: Recolección de basura.....	54
Figura 38: Recolección de basura-Si.....	54
Figura 39: Recolección de basura-No.....	55
Figura 40: Número de miembros-Adultos.....	57
Figura 41: Número de miembros-Niños.....	58
Figura 42: Porcentaje de número de habitantes por sector.....	59
Figura 43: Tenencia de vivienda.....	60
Figura 44: Tenencia de vivienda-Propia.....	61
Figura 45: Tenencia de vivienda-Posesionario.....	61
Figura 46: Viviendas abandonadas y habitadas-Porcentaje.....	62
Figura 47: Tipo de Trabajo-Permanente.....	63
Figura 48: Tipo de Trabajo-Ocasional.....	64
Figura 49: Ingresos Económicos-Semanal.....	65
Figura 50: Ingresos Económicos-Quincenal.....	66
Figura 51: Ingresos Económicos-Familiar.....	66
Figura 52: Ingresos Económicos-Otros.....	67
Figura 53: Instrucción del jefe de hogar.....	68
Figura 54: Instrucción del jefe de hogar-No tiene.....	69
Figura 55: Instrucción del jefe de hogar-Primaria.....	69
Figura 56: Instrucción del jefe de hogar-Secundaria.....	70
Figura 57: Mejoramiento del servicio de agua.....	72
Figura 58: Mejoramiento del servicio de agua-Si está de acuerdo.....	72
Figura 59: Mejoramiento del servicio de agua-No está de acuerdo.....	73
Figura 60: Está dispuesto a pagar.....	74
Figura 61: Está dispuesto a pagar-Si está dispuesto.....	74
Figura 62: Está dispuesto a pagar-No está dispuesto.....	75

Figura 63: Lecho filtrante recomendado para filtros gruesos ascendentes	95
Figura 64: Guías de diseño para filtros gruesos ascendentes.....	95
Figura 65: Criterios de diseño recomendados por autores y países para filtros lentos de arena	98

**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
PARA LA COMUNIDAD DE CHAGRACASHCA - PIRUNCAY DE LA
PARROQUIA SIGSIG, CANTÓN SIGSIG.**

RESUMEN

La comunidad de Piruncay no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que es necesario realizar un estudio y diseño para la construcción de un sistema que satisfaga las necesidades de los habitantes de la comunidad, para realizar el trabajo se obtuvo información cartográfica, se realizaron encuestas socio-económicas y se realizaron visitas en la comunidad para analizar las posibles soluciones y encontrar el diseño definitivo del sistema que constará de las siguientes estructuras: captación, línea de conducción, planta de tratamiento y red de distribución. Estos diseños se basaron en normativas correspondientes; los documentos obtenidos se entregarán al GAD del Sigsig, con el fin de que se pueda financiar la construcción de esta infraestructura.

Palabras clave: agua potable, diseño, estudio, captación, conducción, tratamiento, red.



Ing. Josué Larriva Vásquez
Director del trabajo de grado



Ing. Paúl Cordero
**Director de la escuela de Ingeniería Civil
y Gerencia de construcciones.**



María Abigail Luzuriaga Sacoto



Marcela Fernanda Vanegas Calle

ABSTRACT

WATER SYSTEM CONSTRUCTION STUDY FOR THE COMMUNITY OF CHAGRACASHCA - PIRUNCAY AT SIGSIG PARISH, SIGSIG CANTON

The community of *Piruncay* does not have a water supply system; therefore it is necessary to conduct a study and design for the construction of a system that meets the needs of the community residents. In order to do this project, we obtained mapping information, conducted socio-economic surveys and visited the community to discuss possible solutions so as to find the final design of the system consisting of the following structures: capture, pipeline, treatment plant, and distribution network. These designs were based on corresponding regulations; the documents obtained will be delivered to the *Sigsig* GAD (Decentralized Autonomous Government) in order to provide funding for the construction of this infrastructure.

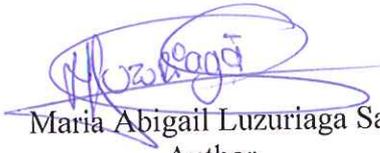
Keywords: Drinking Water, Design, Study, Collection, Handling, Treatment, Network.



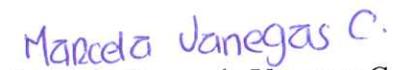
Ing. Josué Larriva Vásquez
Thesis Director



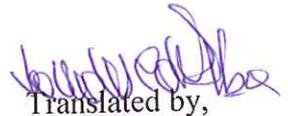
Ing. Paúl Cordero
School Director



María Abigail Luzuriaga Sacoto
Author



Marcela Fernanda Vanegas Calle
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

Luzuriaga Sacoto María Abigail
Vanegas Calle Marcela Fernanda
Trabajo de Grado
Ing. Josué Larriva Vásquez
Junio 2014

**ESTUDIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE CHAGRACASHCA -
PIRUNCAY DE LA PARROQUIA SIGSIG, CANTÓN SIGSIG.**

INTRODUCCIÓN

El agua potable es un elemento vital e indispensable para los seres vivos, y es un derecho que debe ser entregado a todos ellos, por esto debe ser tratada de manera correcta.

La purificación del agua es uno de los problemas de la ingeniería civil, que debe solucionarse de manera urgente. El fin es proveer a toda la sociedad de agua potable, de esta manera se satisface a las comunidades de un requerimiento fundamental para su bienestar y comodidad.¹

El agua en la naturaleza no es totalmente pura, pues dependiendo de dónde provenga, puede contener varios tipos de sustancias que la alteran de manera directa haciéndola no apta para el consumo, que pueden ser perjudiciales para la salud de las personas que se abastecen de este tipo de agua, debido a que se le considera fuente de vida, hoy en día organizaciones mundiales dan mucha importancia al tratamiento de la misma pues es uno de los principales puntos tratados para la salud pública a nivel mundial.²

¹ Purificación del agua, capítulo 1, numeral 1.1 Tipos de plantas de purificación, pág. 15, Junio 2006.

² Tratado general del agua y su distribución, capítulo 1 Naturaleza del agua, pág. 11.

El municipio del Sigsig ha generado planes para proveer de agua a las comunidades necesitadas de este cantón, debido a que muchas de ellas no se abastecen de este servicio por varias razones entre las que podemos mencionar como la más importante: la falta de atención a las peticiones de los habitantes para obtener el servicio y el aumento de la población, que hace que las plantas existentes no satisfagan a las comunidades dónde si tienen suministro de agua por lo que se requieren nuevas fuentes de abastecimiento de agua potable.

En este trabajo se presentará todo el estudio y diseño del sistema que estará respaldado por la normativa correspondiente y que cumpla con los parámetros establecidos en la misma, para que este proyecto sea factible desde el punto de vista técnico. Además se realizará un análisis económico con el cual se obtendrá el presupuesto del proyecto.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1 Alcance

En el presente trabajo de grado lo que se pretende es realizar el estudio y diseño para la construcción del sistema de agua potable para la comunidad de Piruncay, perteneciente a la parroquia Sigsig, Cantón Sigsig, la misma que está formada por cuatro sectores los cuales son Chagrashca, Garau, Jurga y El Calvario.

Dentro del estudio se pretende captar las aguas provenientes de la fuente cuyo nombre es Allaczela 4, para que después del debido tratamiento previo, pueda ser conducida y distribuida a través de las redes de abastecimiento a toda la población de la comunidad de Piruncay, que tiene aproximadamente 270 familias distribuidas en una extensión de 13 Ha.

1.2 Antecedentes

Hace varios años la comunidad de Piruncay se abastecía de agua a través de la fuente Ramos Zapana, pero debido a que esta ya no les era suficiente para el consumo humano, riego y requerimientos múltiples por el crecimiento poblacional, llegaron a un acuerdo con las otras Juntas de Agua para utilizar la fuente, de la cual hoy se abastecen, llamada Allaczela 4.

La secretaria nacional del agua permitió el cambio de la comunidad a esta fuente debido a que tienen la capacidad suficiente para abastecer a Piruncay tanto en el caudal para uso doméstico, riego y abrevadero para sus animales. El caudal total que se concedió fue de 6.34 lt/sg el cual se divide en 3,69 lt/sg para uso doméstico, 2.1 lt/sg para riego y 0.55 lt/sg para abrevadero.

El agua que consumen los habitantes de esta comunidad es conducida a través de un canal abierto, la misma que llega a cuatro tanques de almacenamiento que no tiene el tratamiento adecuado, por lo que no está en las mejores condiciones para el consumo

humano. La fuente de Allaczela se encuentra ubicada a 3194 msnm y a 8km de los tanques de almacenamiento de agua.

El asegurar la calidad del agua de consumo conlleva un mejoramiento en el nivel de vida en las comunidades de nuestro país, y es por esto que es importante que los gobiernos municipales junto con las comunidades beneficiarias, busquen una solución a este problema que todavía es de magnitud en las zonas alejadas de las ciudades. Nuestro país cuenta con varias fuentes de agua superficial, que pueden abastecer a la mayoría de estas comunidades.

Se debe tener en consideración que todas las personas tienen derecho a contar con un servicio de agua potable, por ello el costo de éste, debe procurarse que esté al alcance de todos, por tal razón es importante utilizar tecnologías adecuadas a nuestras comunidades que vuelvan viable económicamente el acceso a este servicio, lo cual proveerá de mejores condiciones de salud a dichas comunidades.

En los últimos años el Cantón Sigsig ha tenido un déficit de abastecimiento de agua potable para los habitantes de algunas de sus parroquias de este cantón, por ello el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Sigsig, ha promovido la ejecución de este proyecto que consta de un estudio y diseño de la captación, conducción, planta de tratamiento y red de distribución.

1.3 Justificación

Debido a que la comunidad de Piruncay de la parroquia Sigsig, del cantón Sigsig no cuenta con un sistema de agua potable adecuado, se ha visto la necesidad de implementar dicho sistema que abastecerá en una extensión de 13 Ha. a 270 familias, aproximadamente.

Esta comunidad ha sufrido varios problemas con respecto al abastecimiento de agua, debido a que en un comienzo el caudal de la fuente de donde se abastecían no era suficiente, ahora tienen una fuente que si les da el agua que necesitan, pero no tiene un tratamiento adecuado, por ello la comunidad se ve en la necesidad de obtener una

planta de tratamiento que mejore la calidad de vida de los habitantes de esta comunidad.

El Municipio de Sigsig, a través de un convenio específico con la Universidad del Azuay, para la realización de estudios para el mejoramiento y ampliación de sistemas de agua potable y alcantarillado en comunidades rurales del cantón Sigsig y con la ayuda de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, han decidido colaborar con el proceso de estudio y diseño de una planta de abastecimiento de agua potable y las redes de distribución para la comunidad Piruncay, tomando en cuenta los requerimientos que esta comunidad ha venido solicitando a lo largo del tiempo.

Para la implementación del estudio y diseño del sistema de agua potable se considerara la fuente que ha sido adjudicada por el SENAGUA, denominada Allaczela 4.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Realizar el estudio para la construcción del sistema de agua potable para la comunidad de Chagrashca - Piruncay de la Parroquia Sigsig, cantón Sigsig.

1.4.2 Objetivos específicos

- Analizar las diferentes alternativas de diseño para determinar la más factible para la comunidad.
- Realizar el diseño de cada uno de los componentes del proyecto de acuerdo a la normativa correspondiente, buscando la alternativa más económica.
- Elaborar un documento de diseño que brinde al Municipio del Sigsig la información necesaria para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

2.1. Recopilación de información cartográfica

2.1.1. Ubicación

La comunidad de Piruncay pertenece a la Parroquia Sigsig, Cantón Sigsig, Provincia del Azuay, está ubicada al Nor-Oeste de la Ciudad de Sigsig, además se interconecta por la vía Sigsig Piruncay, la misma que tiene una distancia de 10km de la ciudad.

Dentro de la comunidad existen alrededor de 450 casas de las cuales 180 están totalmente abandonadas debido a que las personas han migrado en gran número a otros lugares del país u otros países.

Piruncay está formado por cuatro sectores, que son: Chagracashca, Garau, Jurga y El Calvario, esta comunidad está limitada al Norte con el cantón Gualaceo, al Este con la Parroquia Guel, al Oeste con la parroquia San Bartolomé y al Sur con la comunidad de Vicsol.

Figura 1: Ubicación



Fuente: GAD del Sigsig

2.1.2. Situación geográfica

Piruncay está ubicada entre las siguientes coordenadas geográficas:

Latitud: 9668315.891 N

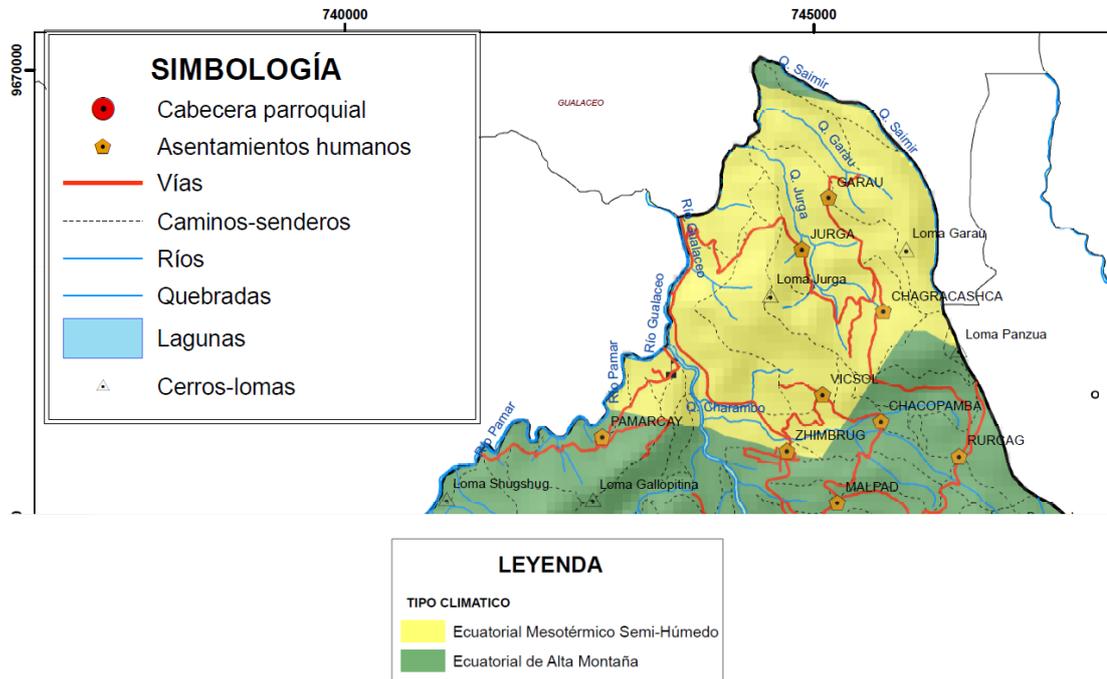
Longitud: 745030.180 E

Altura: 2620.112 msnm

2.1.3. Clima

La comunidad de Piruncay está rodeada de montañas muy elevadas, lo que hace que el clima sea frío además se encuentra dentro del piso climático Ecuatorial Mesotérmico semi-humedo, según se puede apreciar en el gráfico 2.

Figura 2: Clima



Fuente: GAD del Sigsig

2.1.4. Geología

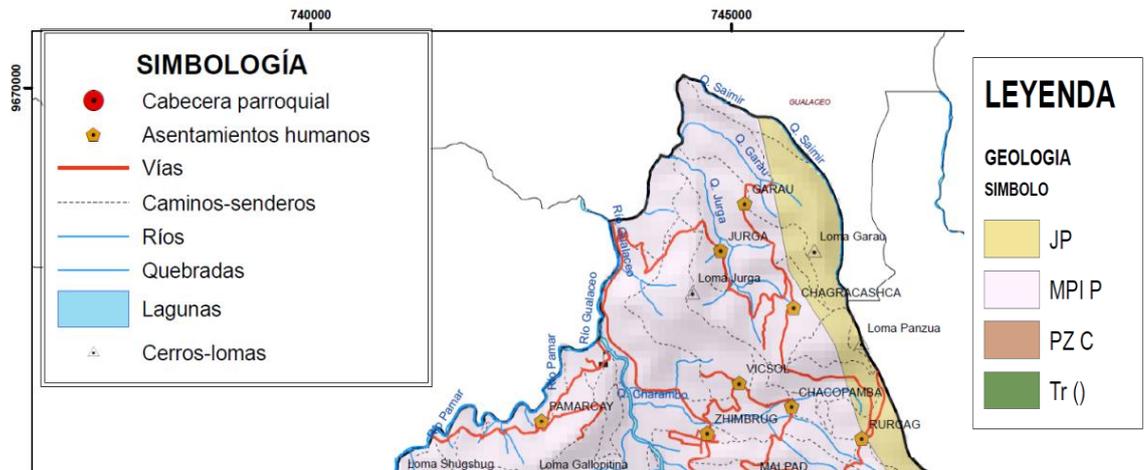
En el gráfico 3 se puede observar que la comunidad de Piruncay tiene dos tipos de geología. El tipo de suelo MPI P atraviesa los 4 sectores de esta comunidad que pertenece a la formación Volcánico Pisayambo; esta formación cuenta con rocas de tipo andesitas a riolitas y piroclastos, todas estas tres rocas de tipo ígneas volcánicas.

Además el sector Este de Chagrashca y Garau tiene el tipo de suelo JP que pertenece a la formación Unidad Alao-Paute con rocas tipo metalavas basálticas, andesíticas y esquistos. Esta formación es bastante vulnerable a derrumbes y deslizamientos.³

³TRANSELECTRIC S.A

Fuente:http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/capítulo%203%20línea%20base.pdf, pág. 17, <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3291/1/TESIS.pdf>, pág. 15.

Figura 3: Geología



Fuente: GAD del Sigsig

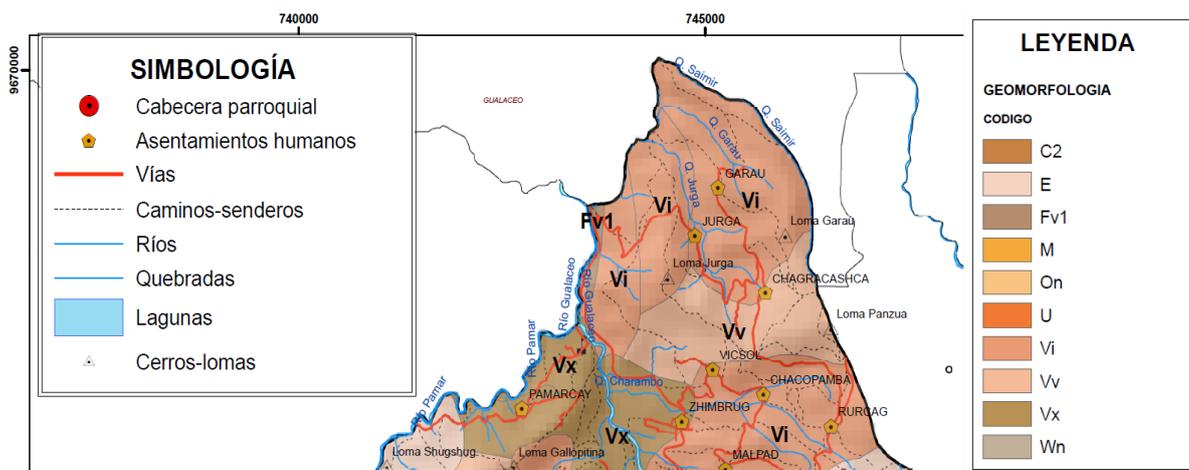
2.1.5. Geomorfología

En el gráfico 4 se puede ver que esta comunidad tiene vertientes irregulares y vertientes cóncavas. Las vertientes irregulares tienen pendientes variables, superando el 70% en la mayoría de los casos, también limitan las superficies planas a semi-planas; por otro lado las vertientes cóncavas tienen una pendiente máxima del 50% y por lo general son más anchas que largas.⁴

⁴ TRANSELECTRIC, EIAD Línea de transmisión a 230 kV Santa Rosa-Pomasqui II y ampliación de subestación Pomasqui, capítulo 4 Línea base.

Fuente: http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/4.%20linea%20base.pdf, pág. 27.

Figura 4: Geomorfología



Fuente: GAD del Sigsig

2.1.6. Aspectos demográficos

2.1.6.1. Usos de suelo

El uso de suelo de la comunidad de Piruncay es variado, se distribuye de la siguiente forma: el 15% pasto que es aprovechado para la ganadería, el 10% es chaparro, el 70% está destinado para cultivos de maíz entre otros, mientras que el restante 5% está distribuido entre páramo, bosque artificial y bosque nativo.

2.2. Abastecimiento actual del agua y análisis de la calidad de la fuente

2.2.1. Abastecimiento actual

Piruncay cuenta con una planta de tratamiento de agua potable construida por el I.E.O.S (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias) en el año de 1987, la misma que actualmente se encuentra fuera de servicio.

Los cuatro sectores de la comunidad de Piruncay que son: Chagrashca, Garau, Jurga y El Calvario, actualmente se abastecen de agua a través de un canal de riego a cielo abierto, el mismo que conduce el agua hacia la planta de tratamiento, de la cual

todas sus unidades, incluidos los tanques que poseen, están siendo utilizados únicamente como reserva.

Desde estos tanques se realiza la distribución hacia las viviendas que poseen este servicio, por el mismo canal abierto. Cabe recalcar que a pesar de que el agua no es tratada, las personas de la comunidad consumen la misma ya que no tienen otra opción.

2.2.2. Análisis de la fuente

2.2.2.1. Calidad del agua ⁵

El uso más importante que se debe dar al agua es el del consumo humano. En la naturaleza el agua en estado líquido no se encuentra pura debido a que al pasar por su ciclo hidrológico van sumándose a su composición numerosas partículas, que hacen que esta varíe tanto físicamente como químicamente.

Otros factores que intervienen para la composición del agua son los ambientales como por ejemplo: el clima, posición de estratos de rocas, etc., que también afectan su composición.

El agua debe estar siempre libre de organismos causantes de enfermedades, sustancias venenosas y cantidades grandes de materias orgánicas y minerales, por eso se debe llevar un control de calidad del agua.

Esta última dependerá siempre del uso que se le pretenda dar, la meta de los ingenieros y consumidores es tener este servicio en una cantidad suficiente y una calidad adecuada.

⁵ETAPA EP. (2012-1014). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para cuenca, capítulo 7, numeral 7.1 Calidad de agua para consumo humano, pág. 26.

Se debe conocer las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del agua natural de la fuente de donde se abastecen los habitantes para saber con qué criterios de calidad se cuenta y proveer el tratamiento más adecuado.

2.2.2.2. Análisis del agua de la fuente, toma de muestras para el análisis de agua

El día 24 de Septiembre del 2013 se realizó la inspección de la fuente de Allaczela que está a un altura de 3194 msnm, y está ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Norte: 9662309.696, Este: 751080.750, punto de donde será tomada la captación de agua para la comunidad de Piruncay.

Figura 5: Fuente de abastecimiento de agua Allaczela



Fuente: Autoría

La visita fue guiada por el Sr. Abelardo Vásquez vocal de la Junta de agua potable de la comunidad, el objetivo de la visita a la captación fue obtener las muestras necesarias para realizar los análisis físico-químico y microbiológico de dichas aguas.

Se tomaron cuatro muestras de un litro en botellas de plástico para los análisis físico-químico del agua, para el caso de los análisis microbiológicos el procedimiento se debió realizar de una manera más cuidadosa, es decir el almacenamiento del agua no se puede realizar en cualquier tipo de botella o frasco, por ello recolectamos el agua en frascos esterilizados, inclusive se debe tener un mayor cuidado en el traslado de las muestras, toda las muestras se colocaron en una hielera, con el fin de mantener

sus características, hasta que sean llevadas a los Laboratorios de la Universidad del Azuay, lugar donde se realizaron los respectivos análisis.

Figura 6: Muestras de agua a ser analizadas



Fuente: Autoría

2.2.2.3. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

Se realizó una lista de todos los parámetros físicos-químicos y microbiológicos que deben ser controlados en estos análisis, pero los más importantes a ser considerados son: turbiedad, color, PH y coliformes totales y fecales.

2.2.2.3.1. Parámetros físico-químicos ⁶

Se considera en este grupo todos aquellos elementos que son considerados tóxicos y afectan la calidad del agua, por lo que la presencia de estos evita que la misma pueda ser consumida.

Es importante considerar que los contaminantes tóxicos no actúan de igual manera que los contaminantes microbiológicos, ya que en la primera ingestión de agua estos no generan problemas en la salud sino después de un tiempo prolongado de ingestión

⁶ ETAPA EP. (2012-1014). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para cuenca, capítulo 7, numeral 7.4 Elementos físico-químicos, pág. 30.

del agua, en el caso de que la presencia de un elemento tóxico provoque una intoxicación masiva.

Los elementos tóxicos pueden provenir de origen inorgánico u orgánico, las sustancias que afectan la aceptabilidad del agua son todas las que generan cambios en el color, olor y sabor, es importante tomar en cuenta que éstas, muchas de las veces no afectan a la salud pero causan rechazo de las fuentes debido a que se consideran inseguras.

Los parámetros físicos a medir fueron los siguientes:

Turbiedad⁷

Es ocasionada por una numerosa variedad de materiales en suspensión que varían en tamaño dependiendo de la fuente. Determinar este parámetro es importante cuando el agua en cuestión se utiliza para el consumo humano. Los valores que se obtienen de la turbiedad son los indicadores para establecer el nivel de tratamiento que se le debe dar a dicha fuente de agua cruda, su filtrabilidad, tasa de filtración más apropiada, efectividad en procesos de coagulación, sedimentación y filtración y por último la potabilidad del agua.

Color⁸

Generalmente el color del agua se da por presencia de hierro y manganeso, desechos orgánicos en distintos estados de descomposición y uno que otro residuo industrial. Existen dos tipos de colores en el agua: el color verdadero que es cuando se remueve la turbiedad de la muestra y el color aparente que es color que tiene la muestra original sin haber sido analizada aún.

Para determinar el color del agua es importante primero remover la turbiedad, la remoción del color es una función del tratamiento de agua y se realiza para tener un agua buena ya sea para uso general o industrial.

⁷ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 2 Análisis físico del agua, numeral 2.1 Turbidez, pág. 107.

⁸ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 2 Análisis físico del agua, numeral 2.2 Color, pág. 109.

Al determinar el color, se puede analizar las características del agua, la fuente del color, y eficiencia del proceso, este parámetro es el objetivo esencial del tratamiento de aguas.

Sólidos Totales⁹

Es toda la materia, menos el agua contenida como materia sólida en la naturaleza, es importante medir este parámetro ya que incluye materiales disueltos y no disueltos, al realizar el análisis se obtiene el peso de sólidos contenidos en el agua.

Conductividad¹⁰

Es la capacidad que tiene el agua de conducir corriente eléctrica, esta depende de la cantidad de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se determine, si una de estas dos características varía se altera la conductividad. La importancia de este parámetro es encontrar un valor estimativo del contenido de sólidos disueltos.

La conductividad es además un parámetro primordial de evaluación de aguas para ver si es apta para riego.

Los parámetros químicos a medir fueron los siguientes:

Alcalinidad¹¹

La obtención de los valores de alcalinidad es importante para los procesos de coagulación química, ablandamiento, control de corrosión y evaluación de la capacidad de tampón que posee.

La alcalinidad es una solución reguladora, es la mezcla en concentraciones relativamente elevadas de un ácido débil y su base conjugada.

⁹ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 2 Análisis físico del agua, numeral 2.5 Sólidos, pág. 111.

¹⁰ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 2 Análisis físico del agua, numeral 2.6 Conductividad, pág. 114.

¹¹ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.1 Alcalinidad, pág. 119.

En aguas naturales la alcalinidad se encuentra por la presencia de tres tipos de compuestos: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

Acidez¹²

Es considerado un parámetro importante en la ingeniería sanitaria por las características corrosivas que llegan a tener las aguas ácidas, además genera un costo elevado el proceso de remoción y control de sustancias que generan corrosión.

En aguas naturales esta puede producirse por el CO₂ (dióxido de carbono) y por presencia de otras sustancias químicas como ácidos y otras sustancias.

Es importante conocer que si el agua es extremadamente ácida puede atacar a los dientes.

pH¹³

Es importante conocer el valor del parámetro pH ya que es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución.

La escala de pH va de 0 a 14 en disolución acuosa, en esta escala se indica que las disoluciones que tienen pH menores a 7 son ácidas y las que tienen pH mayor a 7 son alcalinas, aquellas cuyo pH es igual a 7 tienen neutralidad en la solución.

El pH deberá estar entre 6.5 y 8.5, es decir cercano a la neutralidad, el valor máximo que se acepta generalmente es de 9, cuando el pH es menos que 6.5 el agua es corrosiva por la cantidad de anhídrido carbónico, ácidos o sales ácidas que tiene en disolución.

Para poder decidir sobre la potabilidad del agua se requiere el control de un número elevado de parámetros químicos y determinados parámetros bacteriológicos. Dentro de los primeros cobra especial importancia el amonio, los nitratos y nitritos, indicadores de contaminación por excelencia.

¹² JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.2 Acidez, pág. 123.

¹³ Wikipedia, Enciclopedia libre, pH, Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/PH>

Aluminio¹⁴

El aluminio tiene una extensa aplicación en la industria alimenticia, farmacéutica, del papel, de la construcción y los procesos de tratamiento de agua potable y agua residual.

Es uno de los elementos metálicos que más abundan en la naturaleza, por lo general se lo ingiere a través de la alimentación y del agua que se consume. La importancia de obtener el porcentaje de aluminio en el agua es fundamental ya que una gran cantidad de éste puede generar problemas en la salud de los humanos, y al conocer el valor del aluminio se pueden tomar medidas preventivas para evitar graves enfermedades.

Amonio-Nitrógeno¹⁵

El amonio tiene poca toxicidad, pero aún con un bajo contenido de éste, puede aumentar el contenido de bacterias fecales, patógenos y otros organismos en el agua. La formación del amonio se debe a la descomposición bacteriana de urea y proteínas.

El Nitrógeno se encuentra especialmente en el aire, en agua y en suelos se lo puede hallar en forma de nitratos y nitritos. Todas estas sustancias son parte del ciclo del Nitrógeno, y existe una conexión entre todos ellos.

Es importante conocer este parámetro ya que interviene mucho en los procesos vitales de plantas y animales.

Si el nitrógeno se encuentra en el agua en grandes cantidades, al momento de ser consumida y al ingerir una cantidad significativa de éste puede causar daños graves en la salud.

¹⁴ Riesgos a la salud por presencia del aluminio en el agua potable, Conciencia Tecnológica, Instituto tecnológico de Aguas calientes, México, 2004, pág. 25.

¹⁵ Water Treatment Solutions. Lenntech. Fuente: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/n.htm>

DQO¹⁶

Este es un parámetro analítico importante que mide el material orgánico contenido en una muestra líquida a través de oxidación química, el DQO es el valor de la cantidad de oxígeno que ha consumido una porción de materia orgánica que esté presente en la muestra y que es oxidable por un agente químico oxidante.

Dureza total¹⁷

En la ingeniería civil desde el punto de vista sanitario, la dureza se considera un parámetro importante, pues las aguas duras son satisfactorias para el consumo humano así como las aguas blandas.

El valor de la dureza determina que tan conveniente es ese tipo de agua para el uso doméstico o industrial y además determina si es que este tipo de agua requiere un proceso de ablandamiento del agua.

La dureza es igual a la suma de la dureza producida por el ion calcio más el ion magnesio.

Fósforo¹⁸

El fósforo está presente en el agua de distintas maneras. Este elemento es esencial para el crecimiento de plantas y animales, si el valor del fósforo es elevado se produce el crecimiento exorbitado de plantas que hace que las condiciones del agua para ciertos usos sean inadecuadas.

¹⁶ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.14 DQO, pág. 186.

¹⁷ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.4 Dureza, pág. 130.

¹⁸ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.11 Fósforo, pág. 169.

Hierro¹⁹

La presencia de este material genera grandes problemas en abastecimientos de agua, afecta principalmente a las aguas subterráneas y en menor cantidad a aguas superficiales provenientes de ríos y embalses, una concentración alta de este elemento produce sabores metálicos al agua.

Las aguas que contienen hierro y se exponen de manera directa al aire, se hacen turbias e inaceptables.

Es importante conocer este valor para saber qué tipo de tratamiento se debe realizar al agua, además para controlar el proceso de purificación y dar solución a problemas con bacterias fijadoras de hierro en los sistemas de distribución.

Magnesio²⁰

El magnesio es uno de los componentes que determinan la dureza del agua, por lo que esta puede llegar a ser un agua dura o agua blanda. Este componente reacciona con oxígeno o con el vapor de agua. Un ser humano contiene magnesio en su cuerpo, este es un mineral alimenticio y no se han dado casos de envenenamiento por magnesio, pero el consumo en altas cantidades causa problemas en la salud y cambios de personalidad.

El magnesio y sus derivados son generalmente eliminados del agua por la contribución del Mg a la dureza y también mediante técnicas de ablandamiento del agua.

¹⁹JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.9 Hierro y Manganeso, pág. 162.

²⁰JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.9 Hierro y Manganeso, pág. 163.

Nitratos²¹

El nitrato en las aguas subterráneas de áreas rurales se encuentra frecuentemente como contaminante y este debe controlarse al momento de brindar agua potable a una población, porque el exceso del mismo causa enfermedades graves en bebés.

Los niveles de este componente indican la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias, abonos de la agricultura, o de estiércol de animales tales como bacterias o pesticidas. Para este componente existen niveles máximos concentrados en el agua, caso contrario el agua no puede ser consumida por el ser humano.

Plomo

Encontrar la cantidad de plomo es muy importante debido a que la presencia de plomo en el agua puede afectar la fisiología humana, determinar la cantidad de plomo en aguas superficiales es interesante y también es importante considerar el consumo de plomo mediante los alimentos, encontrar cantidades de plomo en aguas es difícil y costosa debido a que las concentraciones de plomo son mínimas.

Sodio²²

Todos los tipos de sodio son solubles en el agua, cuando se requiere conocer el valor del sodio en aguas para el consumo humano, se sabe que no existen valores específicos que limiten este parámetro.

Es importante considerar este valor para aguas de riego ya que se utiliza para cuantificar la relación existente entre la absorción de sodio y el porcentaje de sodio, esto se realiza para la evaluación del agua que se va a utilizar para riego.

²¹ Water Treatment Solutions. Lenntech.

Fuente: <http://www.lenntech.es/nitratos.htm#ixzz2i5nWTF18>

²² JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.15 Sodio, pág. 190.

Sulfatos²³

Es un elemento muy común en aguas naturales, varía en concentraciones que van desde bajas a hasta muy altas, los sulfatos actúan como purgantes, los cuales afectan directamente a los niños por ello los valores que se obtengan de sulfatos deben estar dentro de un rango preestablecido para agua potable. Aguas con contenidos altos de sulfatos pueden generar daños en calderas, intercambiadores de calor, etc.

Zinc²⁴

El Zinc es una substancia muy común y el agua potable contiene cierta cantidad de Zinc, y esta puede ser mayor si se almacena el agua en tanques de metal, pudiendo llegar a causar problemas. El Zinc es un elemento esencial en la vida de los seres humanos, pero este debe estar en cantidades adecuadas, ya que si exagera o no se toma lo suficiente causa enfermedades y problemas en el cuerpo humano, como pérdida de apetito si no se toma la cantidad suficiente y anemia si se consume en exceso.

El tratamiento más adecuado para el zinc en el agua son coagulación, intercambio iónico, carbón activo o la filtración por arena.

2.2.2.3.2. Parámetros microbiológicos²⁵

Dentro de este grupo se incluye a todos los microorganismos que producen enfermedades, internamente están considerados los virus y bacterias, generalmente lo que se requiere es que el agua esté libre de este tipo de elementos con el fin de evitar que las enfermedades que estos producen se transmitan a las personas que consumen el agua.

²³ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 3 Análisis químico del agua, numeral 3.6.1 Sulfatos, pág. 149.

²⁴ Water Treatment Solutions. Lenntech. Fuente: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm>

²⁵ ETAPA EP. (2012-1014). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para cuenca, capítulo 7, numeral 7.2 Elementos microbiológicos, pág. 29.

Por lo general las bacterias y coliformes termo-resistentes que producen las enfermedades están presentes en las heces fecales humanas y de especies animales, por lo que el agua debe ser analizada con el fin de evitar que estos organismos estén presentes, es esencial considerar que el porcentaje de estos elementos en el agua debe ser nulo.

Coliformes totales y fecales²⁶

El contenido de organismos patógenos en el agua ha generado varias fuentes de enfermedades epidemiológicas. La mayoría de bacterias que el agua contiene se forman a través del contacto con el aire, animales, suelo y plantas ya sea que estén vivas o en proceso de descomposición, otra forma de que las bacterias se encuentren en el agua es por fuentes minerales y por contacto con material fecal.

Es importante realizar un examen microbiológico para evitar enfermedades como fiebre tifoidea, salmonelosis, gastroenteritis, cólera y muchas más, debidas a la contaminación del agua por medio de los organismos antes mencionados.

Se debe conocer que estos análisis no buscan de manera directa organismos patógenos, más bien se supone que dichas aguas a ser analizadas son potencialmente peligrosas por lo que su control sanitario se hace para determinar si existe contaminación fecal, este examen involucra dos ensayos: estimación del número de bacterias y determinación de la presencia o ausencia de bacterias del grupo coliformes que son: aeróbicas y facultativas anaeróbicas.

2.2.2.4. Resultado de análisis

Análisis de las muestras, Normativa

Las muestras a ser analizadas se llevaron a los laboratorios de la Universidad del Azuay (UDA Laboratorios), quienes nos ayudaron con el procedimiento de análisis

²⁶ JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad de agua, capítulo 4 Análisis químico del agua, numeral 4.7 El grupo coliforme, pág. 217.

de las mismas, los resultados fueron entregados el día 30 de Septiembre, todo el procedimiento duró aproximadamente seis días.

La normativa en la que se basan para obtener los requisitos necesarios para la realización de dichos análisis están basados en el texto unificado de Legislación ambiental secundaria del Ecuador, libro VI, Norma de Calidad Ambiental y de descargas efluentes. Recurso Agua.

El análisis realizado nos dio como resultado que el agua si es apta para el consumo humano, por lo que el tratamiento que la misma necesitaría es un tratamiento convencional.

Ver anexo 1. Tabla de resultados y con su respectivo análisis físico, químico y bacteriológico

2.3. Distribución de la población, características socio-económicas

La población de Piruncay está distribuida en cuatro sectores, Chagracashca, Garau, Jurga y El Calvario, cada uno de ellos no tiene una distribución uniforme de las viviendas, las distancias entre las mismas son muy significativas, y por lo general existe mayor concentración de viviendas cerca de las iglesias y escuelas de Chagracashca, Jurga y Garau, en el caso del sector de El Calvario el número de viviendas cercanas a la iglesia del sector es escasa y ellos no cuenta con una escuela propia.

Se pudo observar que el sector más poblado es Chagracashca, le sigue Garau, Jurga y El Calvario que es el sector con menos viviendas.

Además de las viviendas existentes y habitadas de Piruncay, en cada uno de los sectores existen varias casas abandonadas, las mismas que están en esa situación por casos de fuerza mayor.

Tabla 1: Distribución de la Población

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN		
Sector de Piruncay	Adultos	Niños
Chagrashca	180	175
Garau	140	143
Jurga	131	90
El Calvario	57	44
Total	508	452

Fuente: Autoría

2.3.1. Ubicación geográfica de los sectores de la comunidad de Piruncay

En la presente tabla se muestra la ubicación de cada uno de los sectores de la comunidad de Piruncay, en donde está distribuida su población y que son los lugares en donde se realizará un análisis socio-económico para conocer la realidad de los mismos.

Tabla 2: Ubicación geográfica de los sectores de la comunidad de Piruncay

Sector	Norte (m)	Este (m)	Altura (msnm)
Chagrashca	9667423,923	745641,2	2710,127
Garau	9668747835	745243484	2664122
Jurga	9668298921	744542643	2521894
El calvario	9668882334	743954981	2453191

Fuente: Autoría

2.3.2. Características socio-económicas

Dentro de este proceso se realizaron encuestas socio-económicas debido a que es necesario conocer la situación en que los habitantes de la comunidad de Piruncay viven, se realizaron las encuestas en orden comenzando desde Chagrashca,

continuando por Garau, para después realizarlas en Jurga y por último en el sector El Calvario.

Este estudio socio-económico ayudará en gran magnitud para la elaboración este trabajo, pues el objetivo de estas encuestas fue reunir datos estadísticos suficientes que sirvan para el desarrollo del mismo, es decir información sobre toda la población existente, ubicación del sector donde se localiza la vivienda, características de las viviendas, referencias geográficas, infraestructura y servicios con los que cuentan, datos socio económicos por familias dentro de este punto se pretendió recopilar datos como: el número de habitantes por casa, tenencia de vivienda, tipo de trabajo, ingresos económicos, instrucción del jefe de hogar, y si están de acuerdo o no con el mejoramiento del servicio de agua.

Ver anexo 2. Encuesta socio-económica

Ver anexo 3. Encuestas socio-económicas realizadas en la comunidad de Piruncay

Las encuestas se realizaron, comenzando por el sector de Chagracashca y continuando con una parte del sector de Garau los días martes 3, miércoles 4 y jueves 5 de septiembre del presente año. Para la realización de estas encuestas se contó con el apoyo de los habitantes de la comunidad, quienes mediante un arduo trabajo fueron los guías, ya que conocían estos sectores.

Se continuó con la realización de las encuestas los días martes 10 y miércoles 11 de Septiembre por los sectores de Garau y una parte del sector de Jurga, para ello se contó con el acompañamiento de la Srta. Rosario Vásquez, quien fue la guía en estos días.

Finalmente se concluyó con las encuestas los días jueves 26 y viernes 27 de septiembre por los sectores de Jurga y El Calvario, de igual manera estos días, la Srta. Rosario Vásquez, fue la guía.

Figura 7: Encuestas



Fuente: Autoría

La ayuda de estas personas durante el recorrido para la realización de las encuestas fue muy importante, ya que se pudo visitar las viviendas con el objetivo propuesto de obtener información segura sobre el área de estudio.

Una vez que se concluyeron las encuestas se procedió a realizar la tabulación de datos para realizar el análisis respectivo, en cada uno de los sectores de la comunidad de Piruncay.

Ver anexo 4. Datos tabulados de las encuestas

2.3.3. Análisis de las encuestas

El total de encuestas realizadas fueron de 269, para realizar el análisis de las mismas se separaron los datos por cada una de las preguntas y por cada sector, de esta manera se sacaron datos estadísticos en porcentaje, que se muestran mediante gráficos, con sus respectivos resultados y análisis.

2.3.3.1. Vivienda

En este punto se obtuvo información que permitió conocer la situación actual de las viviendas, se obtuvo el nombre del jefe del hogar y también información del tipo de edificación y del uso que se le da a la misma.

2.3.3.1.1. Tipo de edificación

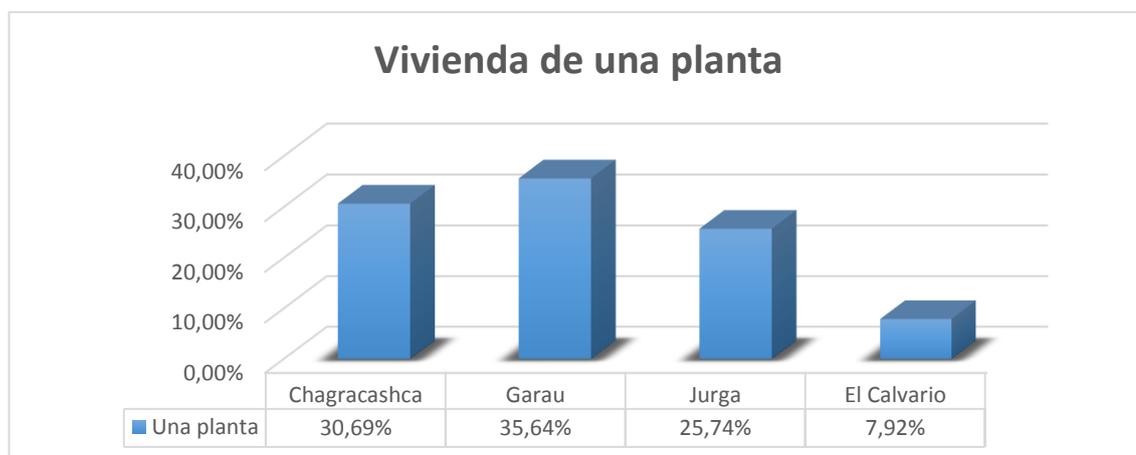
Estos datos nos ayudan a tener información sobre el tipo de viviendas que existen en la comunidad de Piruncay, de esta manera vamos a tener conocimiento de que tipo de edificación es la que sobresale en cada sector de la comunidad.

El total de encuestas realizadas fue de 269, en este punto de la encuesta se respondieron 264 y no se respondieron 5, por lo tanto el análisis fue realizado con el total de encuestas respondidas, el análisis realizado se muestra a continuación.

Con respecto al tipo de edificación se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Vivienda de una Planta

Figura 8: Tipo de Edificación-Vivienda de una planta



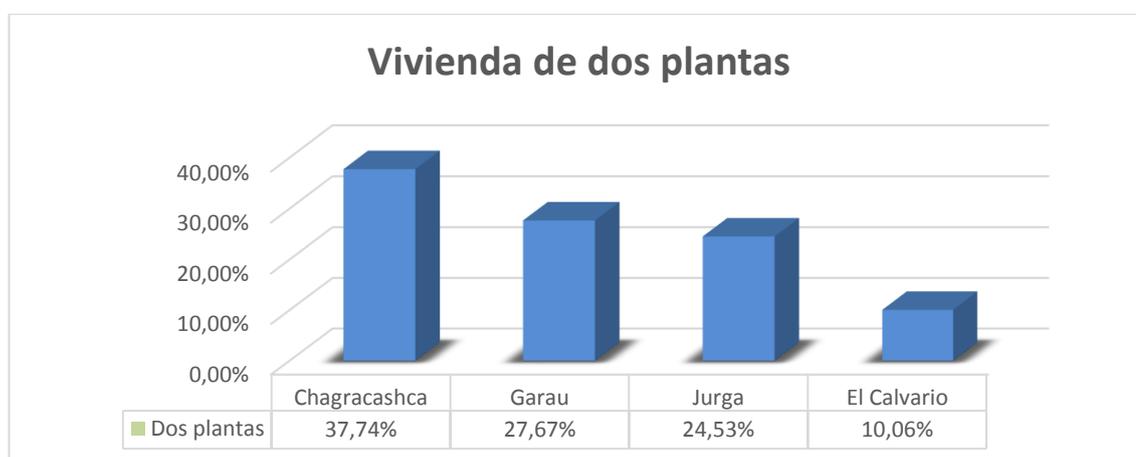
Fuente: Autoría

El análisis de las encuestas en este punto da como resultado que del 100% de viviendas de una planta que son 101 en toda la comunidad de Piruncay, en Chagrashca está el 30.69% que son 31, en Garau el 35.64% que son 36, en Jurga el 25.74% que son 26, y en El Calvario el 7.92% que son 8.

Por lo tanto con la obtención de estos resultados se concluye que el Garau es el sector con mayor número de viviendas de una planta, seguido por Chagrashca, Jurga y el Calvario.

Vivienda de Dos Plantas

Figura 9: Tipo de Edificación -Vivienda de dos plantas



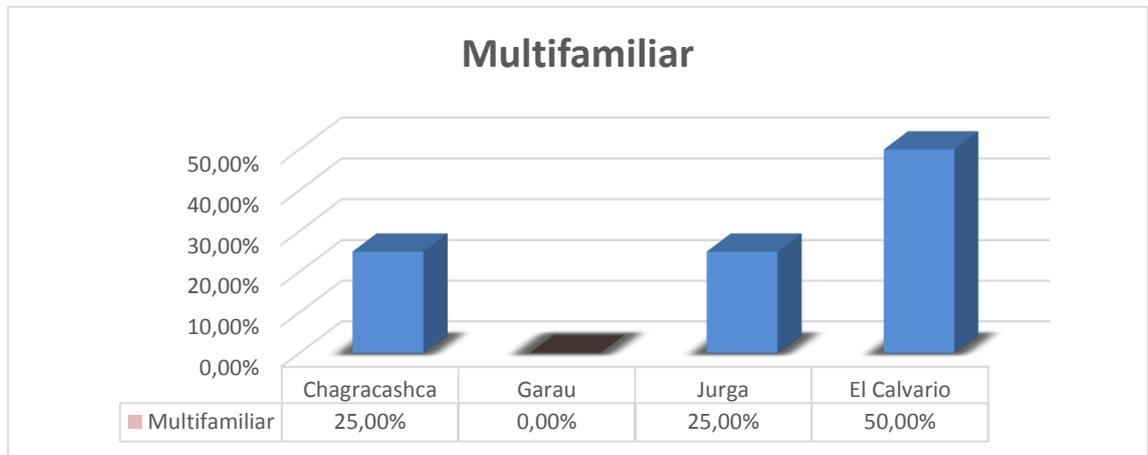
Fuente: Autoría

Para el caso de viviendas de dos plantas de un total del 100% que son 159, en Chagrashca está el 37,74% que son 60, en Garau el 27,67% que son 44, en Jurga el 24,53% que son 39 y en el Calvario el 10,06% que son 16.

Por lo tanto se concluye que Chagrashca es el sector con mayor número de viviendas de dos plantas, seguido por Garau, Jurga y El Calvario.

Multifamiliar

Figura 10: Tipo de Edificación-Multifamiliar



Fuente: Autoría

Finalmente de un total del 100% de viviendas multifamiliares que son un total de 4, está en Chagrashca el 25% que es 1, en Garau el 0% es decir no existen viviendas de este tipo en este sector, en Jurga el 25% que es 1 y en el Calvario el 50% que son 2, estas son viviendas a las que se les da un uso multifamiliar ya que en una misma vivienda existen varios departamentos compartidos por una sola familia.

Aunque este tipo de viviendas en esta comunidad es mínimo se concluye que El Calvario es el sector con mayor número de viviendas de este tipo, seguido por Chagrashca, Jurga y Garau donde no existen este tipo de viviendas.

Finca

En todos los sectores de la comunidad de Piruncay existe un porcentaje de 0% de fincas, lo que indica que en la comunidad de Piruncay no existen viviendas de este tipo.

La mayor parte de las viviendas son construidas de bloque y tierra, pero también existen viviendas construidas con otros materiales modernos y más resistentes por lo tanto tendrán una mejor vida útil.

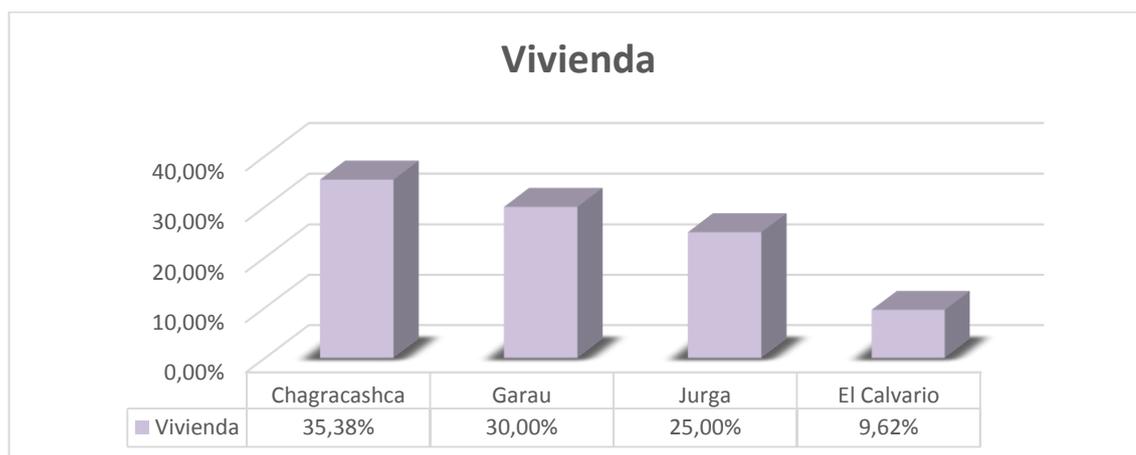
2.3.3.1.2. Uso de la edificación

El total de encuestas realizadas fue de 269, en este punto de la encuesta, sobre el uso de la edificación se respondieron 269 es decir esta pregunta fue respondida en todas las encuestas, por lo tanto el análisis fue realizado con el total de encuestas respondidas, el mismo que se muestra a continuación.

Con respecto al tipo de edificación se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Vivienda

Figura 11: Uso de la edificación-Vivienda

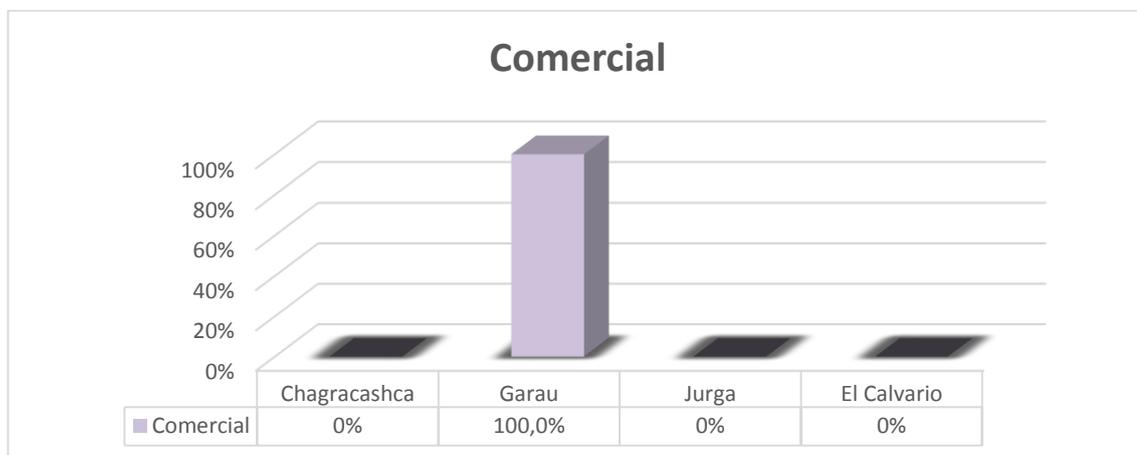


Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total del 100% de edificaciones las cuales son utilizadas para vivienda y que son 269, en Chagrashca está el 35.38% que son 92 edificaciones, en Garau el 30.00% que son 78 edificaciones, en Jurga el 25.00% que son 65 y en El Calvario el 9.62% que son 25 edificaciones.

Comercial

Figura 12: Uso de la edificación-Comercial

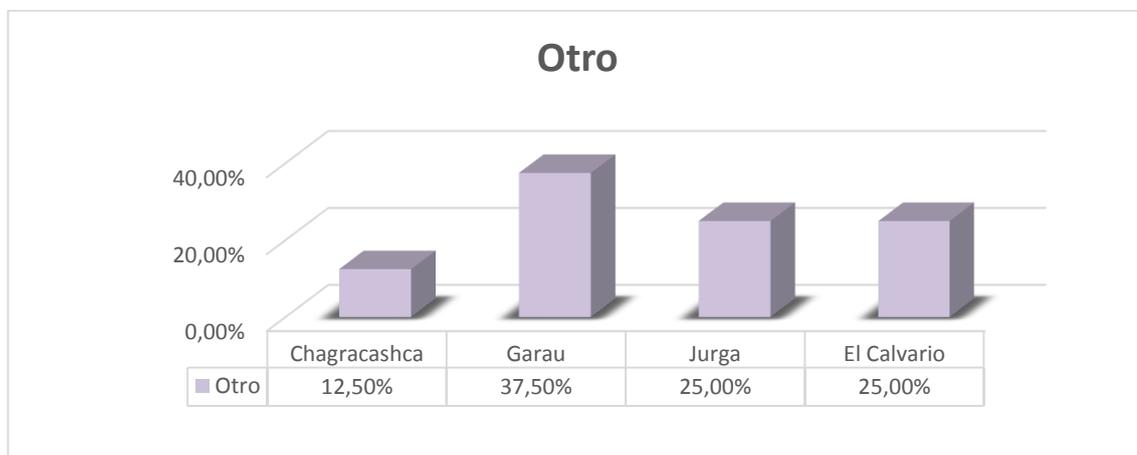


Fuente: Autoría

Con respecto a las edificaciones a las que se les da uso comercial, Chagrashca, Jurga y el Calvario no cuentan con edificaciones de este tipo por lo tanto el porcentaje de estos sectores en este punto es cero, como solo en el sector de Garau existen este tipo de edificaciones en este sector está el 100% de estas, al decir que las edificaciones son de uso comercial nos referimos a que hay tiendas o abastecimientos de víveres.

Otros

Figura 13: Uso de la edificación-Otro



Fuente: Autoría

En este punto se consideraron además todas las edificaciones que no están dentro de los usos antes mencionados, donde se pueden citar a las escuelas, iglesias, casas comunales, cementerios, fábricas. De un total del 100% de este tipo de edificaciones en Chagracashca está el 12.50% que es 1 edificación, en Garau el 37.50% que son 3 edificaciones, en Jurga y El Calvario el 25% que son 2 edificaciones.

Se puede concluir con estos datos que Chagracashca es el sector con mayor porcentaje de edificaciones a los que se les da el uso de viviendas, Garau el sector que tiene mayor porcentaje de edificaciones comerciales y mayor porcentaje de edificaciones a las que se les da usos diferentes a los enumerados en la encuesta.

Comercial, recreacional, restaurante, hotel, bodega, combinado.

En todos los sectores de la comunidad no existen edificaciones que sean usadas como centros recreacionales, restaurantes, hoteles, bodegas y que tengan uso mixto o combinado por lo que su porcentaje de igual manera es cero.

2.3.3.2. Referencia geográfica

En este punto se obtuvieron las coordenadas geográficas de cada una de las casas de los sectores, gracias a estos datos se definió la ubicación exacta de las edificaciones que sirvió de gran ayuda para la realización del proyecto.

2.3.3.3. Infraestructura y servicios

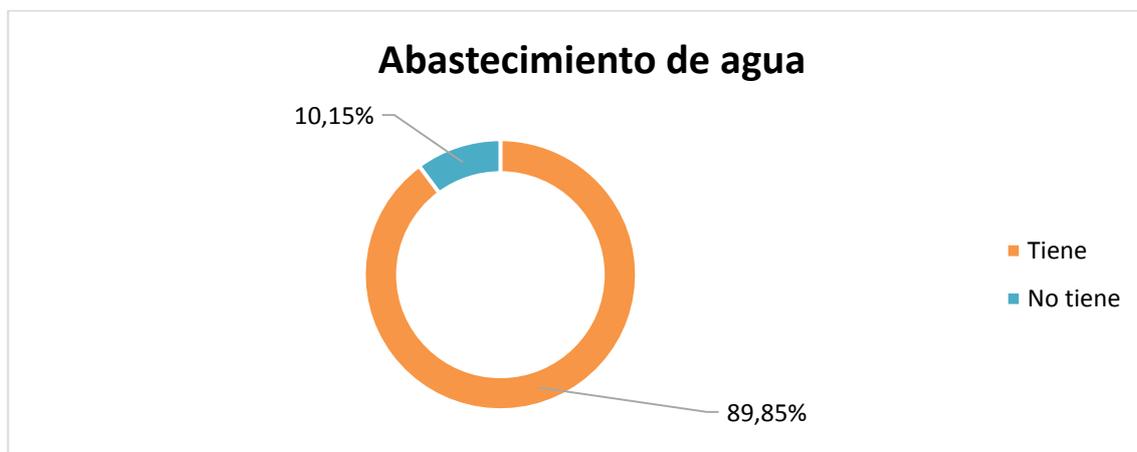
En esta parte de la encuesta se recopiló información sobre el abastecimiento de agua y los servicios que las personas en general deben tener, como luz, sistema de distribución de aguas servidas, recolección de basura, vías, etc. A continuación se muestran los gráficos de los parámetros de la encuesta que tienen que ver con la parte de infraestructura y servicios, con su respectivo análisis.

2.3.3.3.1. Abastecimiento de agua

Se realizaron, como ya se mencionó anteriormente, 269 encuestas, y se tuvo respuesta en 266 encuestas, es decir únicamente 3 familias no pudieron ayudar con esta información. Por lo tanto los gráficos que se muestran posteriormente están en base a 266 encuestas respondidas.

De las 266 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 89,85% que son 239 familias, tienen abastecimiento de agua y que el 10,15% de la población de Piruncay que son 27 familias no cuentan con el sistema de abastecimiento de agua.

Figura 14: Abastecimiento de agua

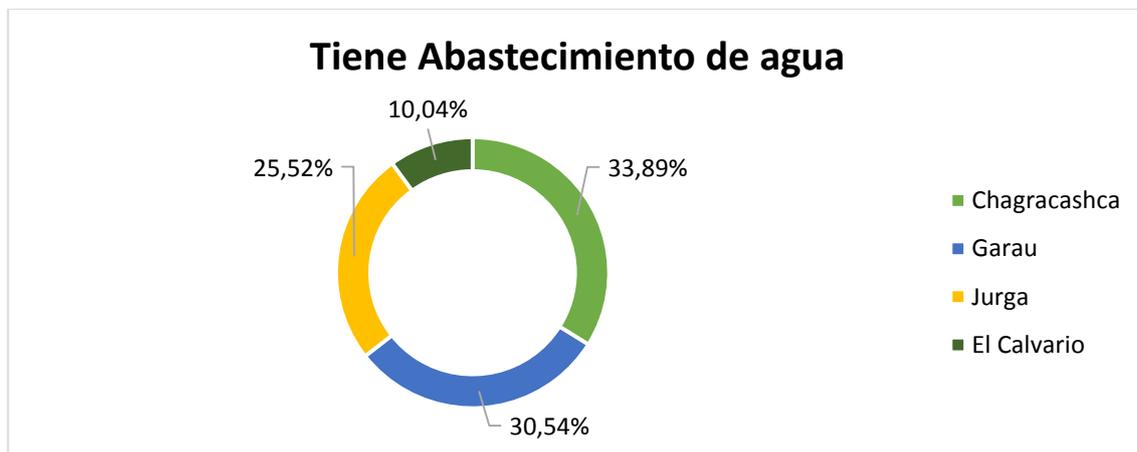


Fuente: Autoría

Con respecto al abastecimiento se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Tiene agua

Figura 15: Abastecimiento de agua-Tiene



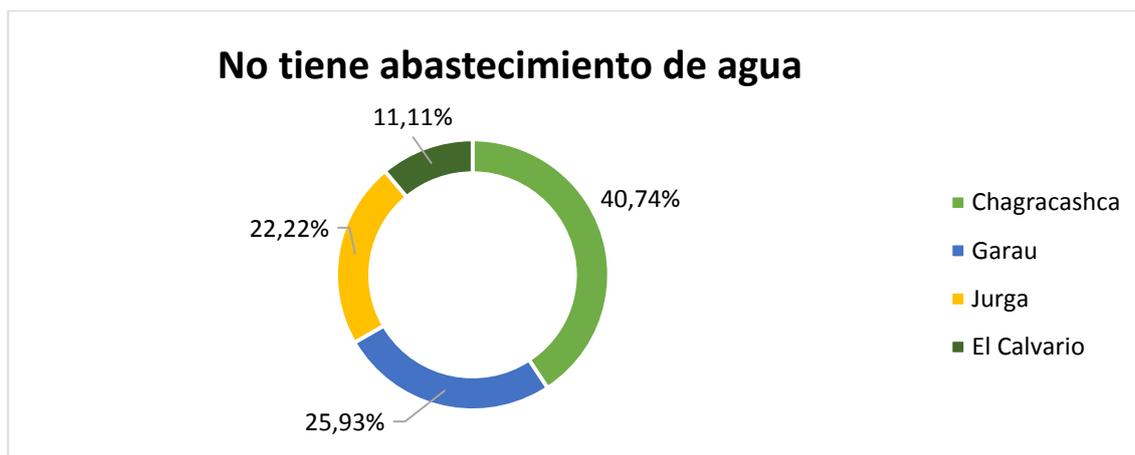
Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total del 100% de viviendas que poseen el servicio de agua en Chagrashca el 33.89% que son 81, en Garau el 30.54% que son 73, en Jurga el 25.52% que son 61 y en El Calvario el 10.04% que son 24,

poseen el servicio de agua, nos informaron además que una parte de la comunidad cuenta con un sistema de agua potable, y la otra parte se abastece de agua a través de canales a cielo abierto y sistemas de agua entubada.

No tiene agua

Figura 16: Abastecimiento de agua-No tiene



Fuente: Autoría

Mientras que de un total del 100% de viviendas en Chagrashca el 40.74% que son 11, Garau el 25.93% que son 7 viviendas, Jurga el 22.22% que son 6 viviendas y el Calvario 11.11% que son 3 viviendas, carecen de este servicio básico, los motivos de ello son porque muchas de las veces las personas no tiene el dinero para pagar este servicio, ni tampoco personas que trabajen para ellos ayudándolos en la construcción del sistema de agua con el que actualmente cuentan.

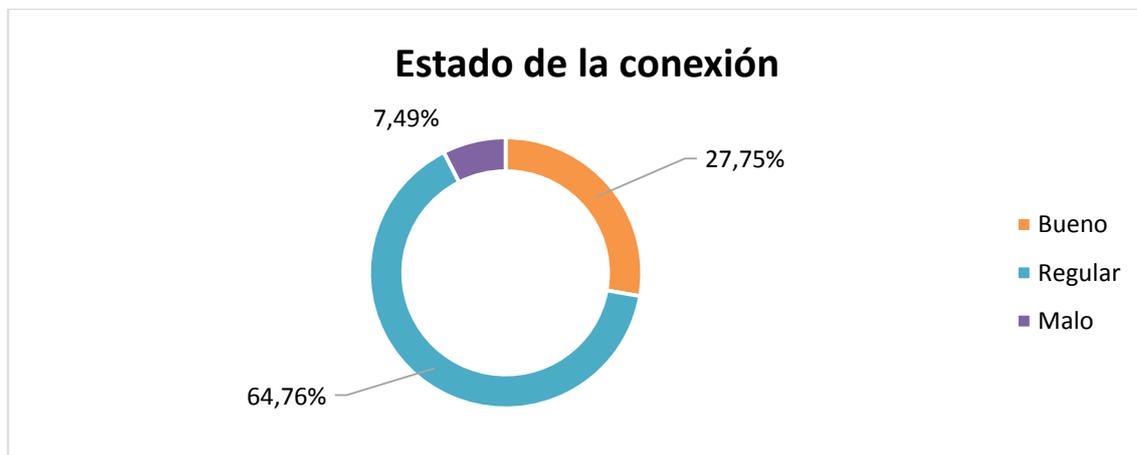
2.3.3.3.2. Estado de la conexión

Del total de las encuestas que se realizó, en esta pregunta se tuvo respuesta de 227, es decir 42 no fueron respondidas. Los resultados que se muestran están en base a los 227 que tuvieron acogida.

De las 227 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 64.76% que son 147 familias

considera que la conexión que poseen es regular, el 27.75% que son 63 familias la considera buena, mientras que el 7.49% que son 17 familias consideran que la conexión con la que cuentan es mala.

Figura 17: Estado de la conexión



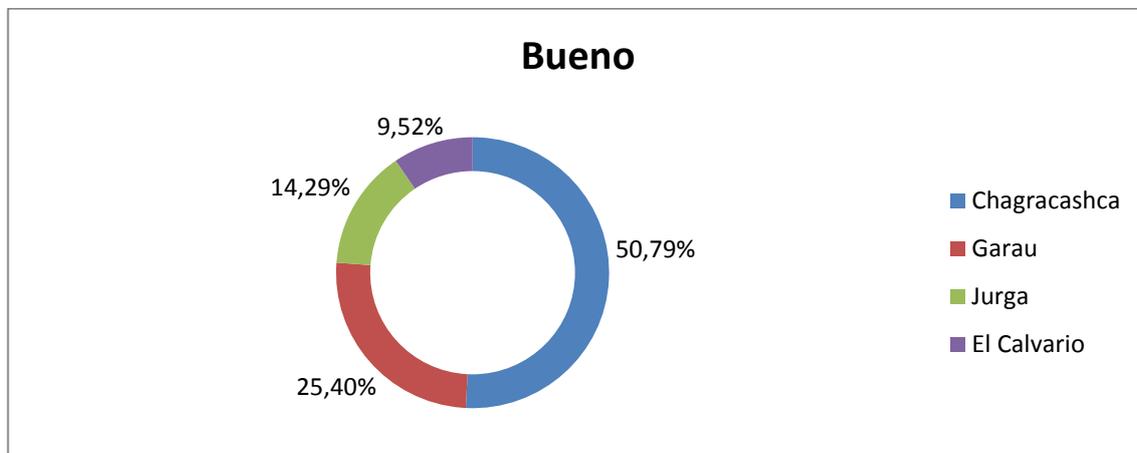
Fuente: Autoría

Dentro de este punto se analizó el estado de la conexión del agua que llega a las viviendas del sector, de esta manera se obtuvo información en donde se puede ver qué tan beneficioso es el servicio con el que cuentan.

Con respecto al estado de la conexión se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Bueno

Figura 18: Estado de la conexión-Bueno

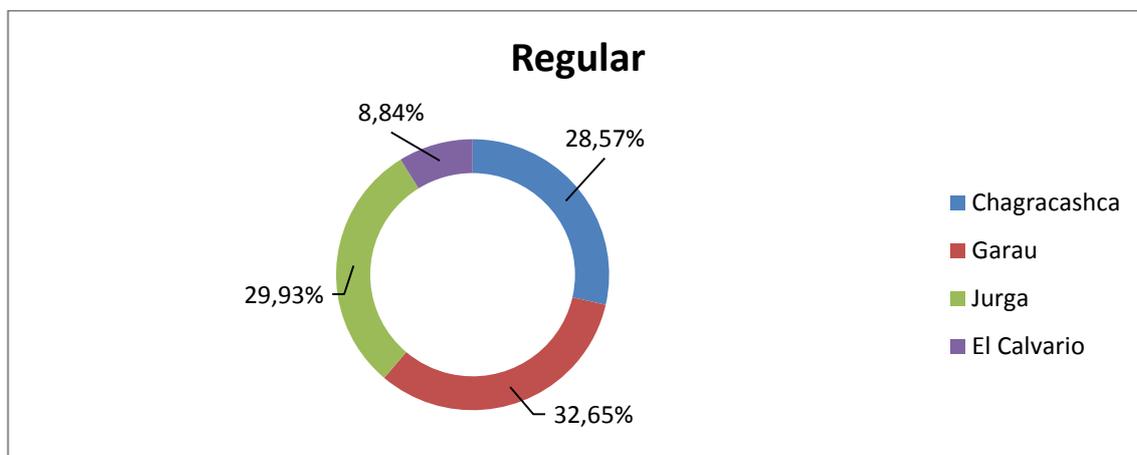


Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total de 100% de familias que consideran que la conexión del agua es buena en Chagrashca está el 50.79% que son 32 familias, en Garau el 25.24% que son 16 familias, en Jurga el 14.29% que son 9 y en El Calvario el 9.52% que son 6 familias, todas las personas que habitan en estos sectores consideran que la conexión del agua es buena, ya que están satisfechos con la cantidad de agua que llega a sus hogares.

Regular

Figura 19: Estado de la conexión-Regular

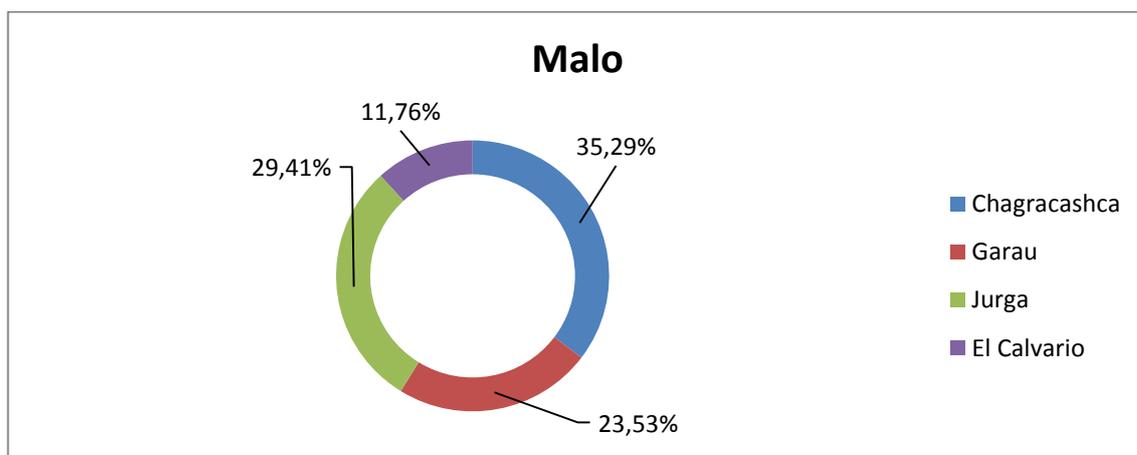


Fuente: Autoría

Mientras que un total del 100% de familias que consideran que la conexión de agua es regular, en Chagracashca está el 28.57% que son 42 familias, en Garau el 32.65% que son 48 familias, en Jurga el 29.93% que corresponde a 44 familias y en El Calvario el 8.84% que son 13 familias; se considera que la conexión es regular debido a que hay veces que el agua llega constantemente y otras veces no llega.

Malo

Figura 20: Estado de la conexión-Malo



Fuente: Autoría

Finalmente se obtuvo que de un total de 100% de familias que son 17, que consideran que la conexión del agua es mala, en Chagracashca está el 35.29% que son 6, en Garau el 25.53% que son 4 familias, en Jurga el 29.41% que corresponde a 5 familias y en El Calvario el 11.76% que son 2 familias, consideran que la conexión es mala ya que la cantidad de agua que llega a los hogares es escasa e incluyó la mayoría de veces no llega el servicio a sus hogares.

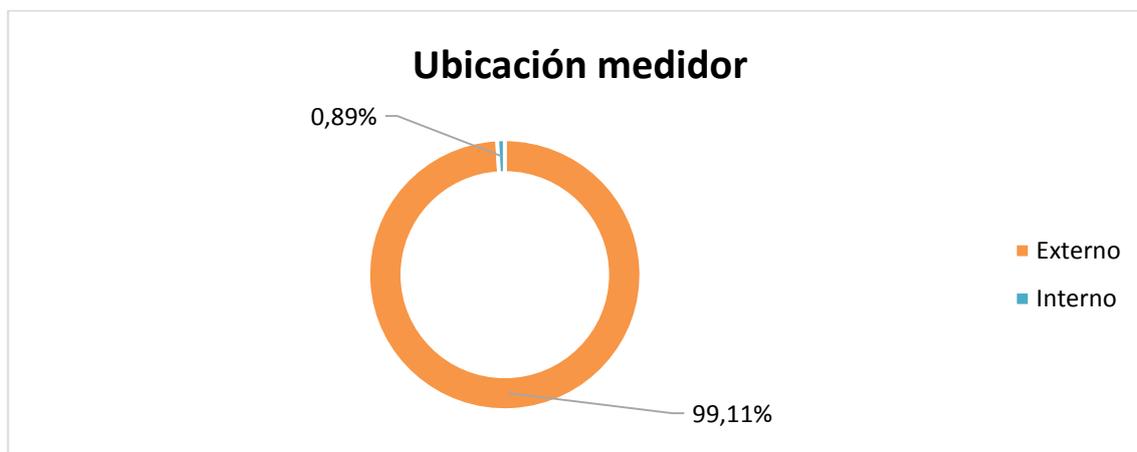
Con los datos obtenidos se puede concluir que de las cuatro sectores Chagracashca es el sector con mayor porcentaje en donde se tiene una buena conexión, Garau es el sector con mayor porcentaje en donde se tiene una conexión regular y en comparación con los otros sectores de igual manera Chagracashca es el sector con mayor porcentaje en donde se tiene una mala conexión.

2.3.3.3.3. Ubicación medidor

Para esta pregunta se obtuvo respuesta de 224, y 45 no pudieron ser respondidas debido a que no sabían en donde estaba localizado o no se pudo observar si estaba dentro o fuera de la vivienda.

De las 224 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 99.11% es decir, 222 familias tienen ubicado el medidor en el exterior de la vivienda, mientras que el 0.89% que son 2 familias tienen ubicado el medidor en el interior de la misma.

Figura 21: Ubicación del medidor



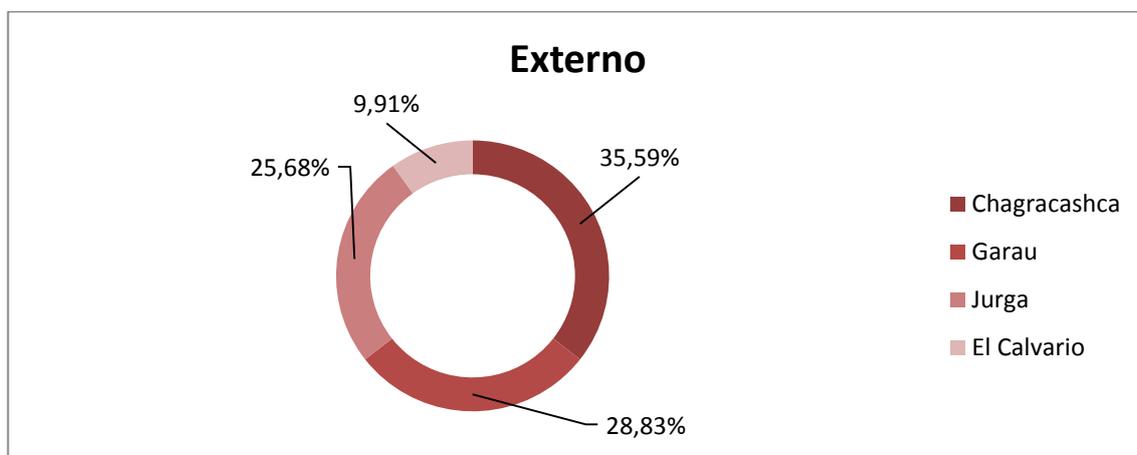
Fuente: Autoría

También se incluyó una pregunta en donde se obtenga información sobre la ubicación de la conexión, donde lo importante de los datos obtenidos fue ver si el medidor se encontraba dentro o fuera de la casa.

Con respecto al estado de ubicación de la conexión se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Externo

Figura 22: Ubicación del medidor-Externo

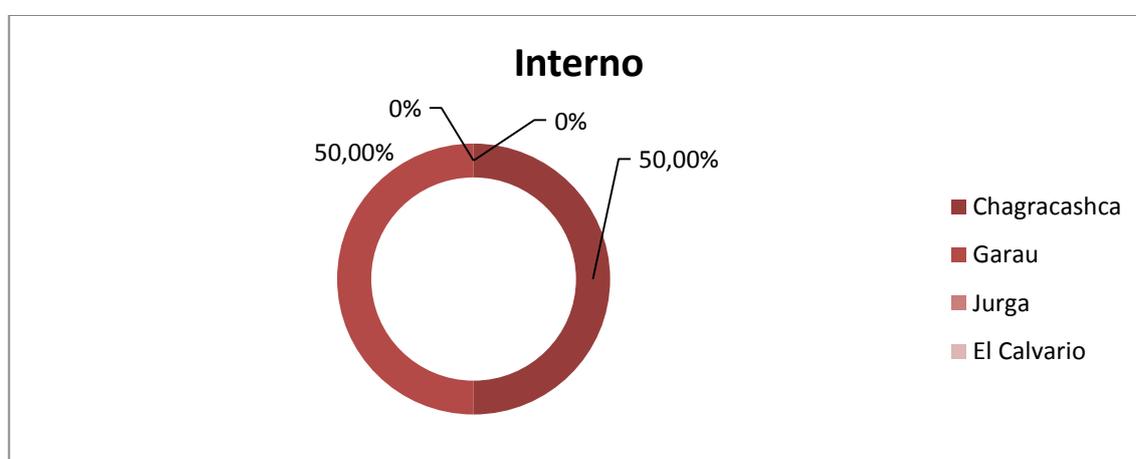


Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total del 100% de viviendas que tienen el medidor en la parte externa de la casa se obtuvo como resultado que en Chagrashca está el 35.59% que corresponden a 79 viviendas, en Garau el 28.63% que son 64, en Jurga el 25.68% que son 57 viviendas y en El Calvario el 9.91% que son 22 viviendas, en donde el sector de Chagrashca es en donde existe mayor número de medidores en la parte de afuera de las viviendas.

Interno

Figura 23: Ubicación del medidor-Interno



Fuente: Autoría

De un total de 100% de viviendas que tienen los medidores en la parte interna de la casa en Chagrashca y en Garau está el 50% en cada uno, es decir existe 1 medidor interno en cada sector, por lo tanto en los otros dos sectores restantes Jurga y el Calvario las viviendas no tienen medidores en la parte interna por lo que su porcentaje es cero.

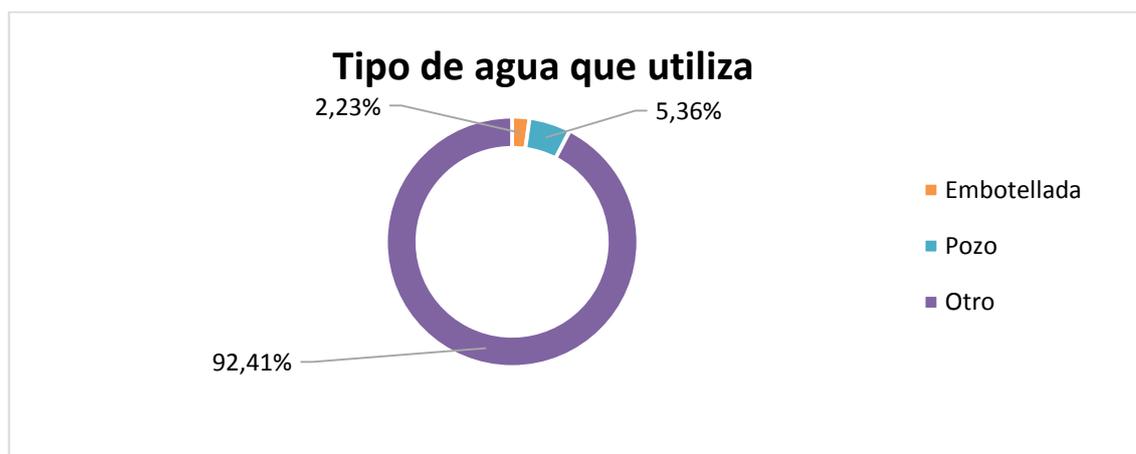
Contar con un buen abastecimiento de agua es el requerimiento que los habitantes en los últimos años han pedido, debido a las condiciones del servicio con la que cuentan y debido a la calidad de agua que utilizan para consumo humano y otras necesidades, todas las personas de la comunidad quieren tener este servicio pero lo que piden es que todos los aportes económicos que deban hacerse esté al alcance de sus ingresos económicos.

2.3.3.3.4. Tipo de agua que utiliza

Con respecto al tipo de agua que utilizan los habitantes se obtuvieron los siguientes datos en función a las 224 de las 269 encuestas, las mismas que se representan en porcentaje de cada sector; por lo que 47 no fueron respondidas porque no se encontró a los dueños de casa.

De las 223 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 92.41% que son 207 familias consumen agua directamente de la llave o hervida, el 5.36% que son 12 familias consume agua directamente de pozos y el 2.23% que son 4 familias consume agua embotellada.

Figura 24: Tipo de agua que utiliza

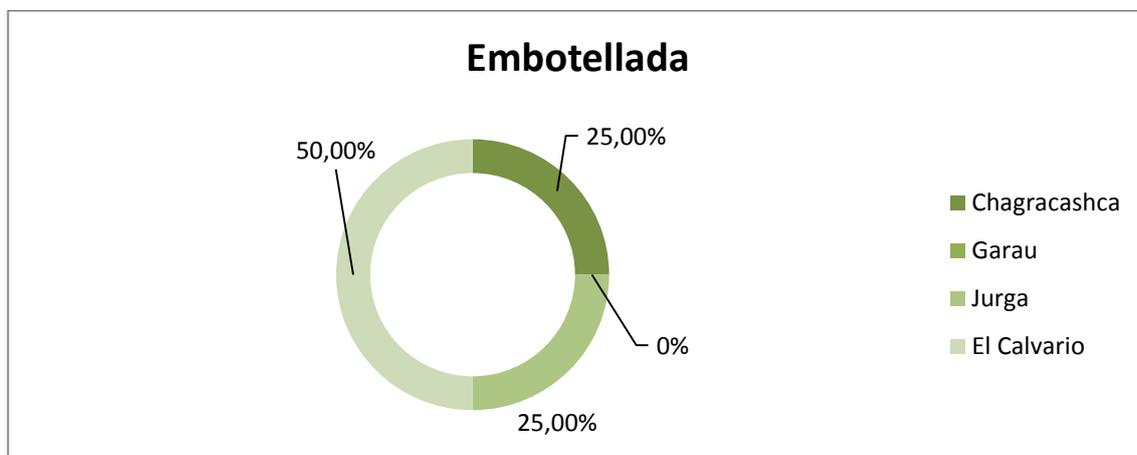


Fuente: Autoría

Los porcentajes de cada uno de los tipos de consumo por sectores se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Embotellada

Figura 25: Tipo de agua que utiliza-Embotellada

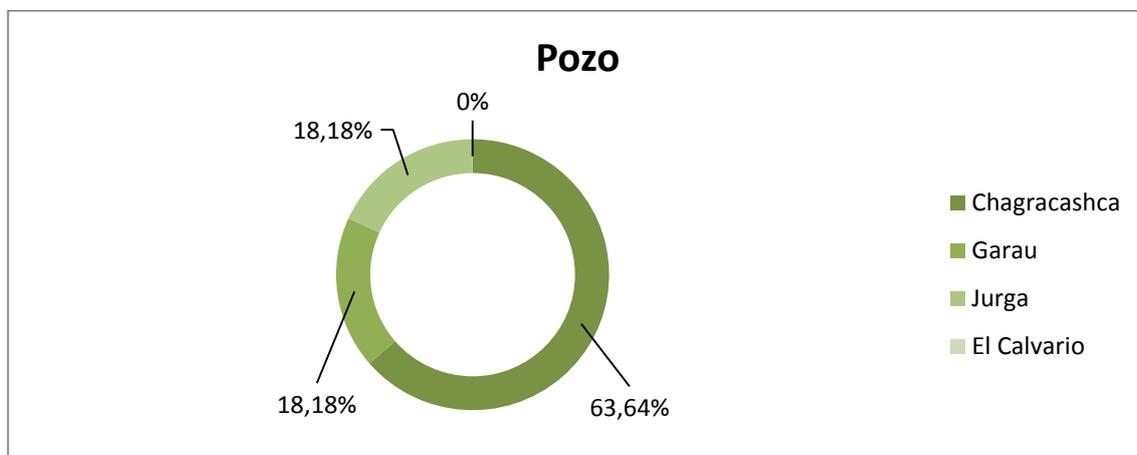


Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total de 100% que corresponde a 4 familias utilizan agua embotellada para el consumo, este porcentaje se divide en los cuatro sectores de la siguiente manera, en Chagrashca está el 25% que es 1 familia, en Garau el 0% lo que quiere decir que no ocupan agua de este tipo, en Jurga el 25% de igual manera 1 familia y en el Calvario el 50% que son 2 familias, mientras se realizaban las encuestas las personas objetaron que para ellos era difícil consumir agua embotellada, pues sus ingresos no les permitían.

Pozo

Figura 26: Tipo de agua que utiliza-Pozo

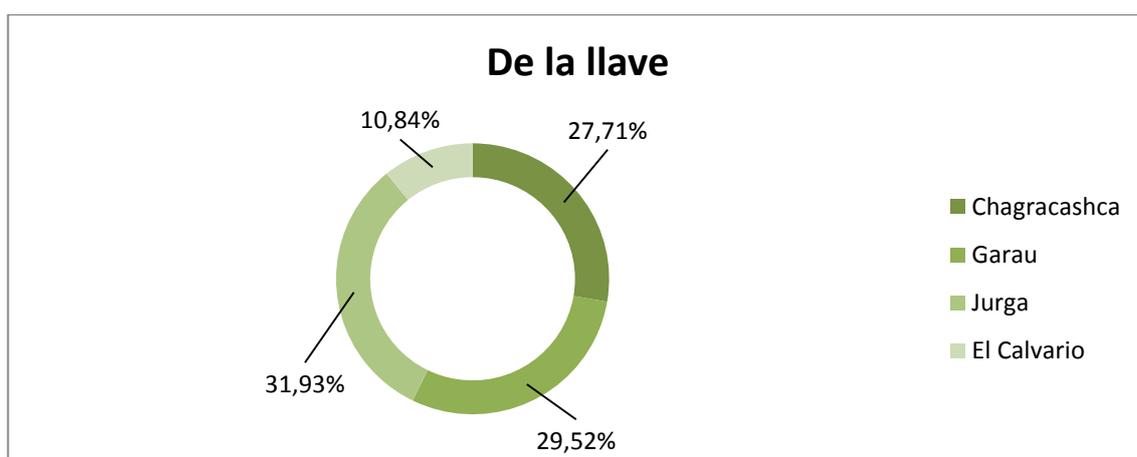


Fuente: Autoría

De un total de 100% las familias utilizan agua de un pozo, esto da como resultado que en Chagracashca el 63.64% que son 7 familias, en Garau el 18.18% que son 2 familias, en Jurga de igual manera el 18.18 % y en El Calvario el 0%, utilizan este tipo de agua para todas sus necesidades.

Otros (hervida y de la llave)

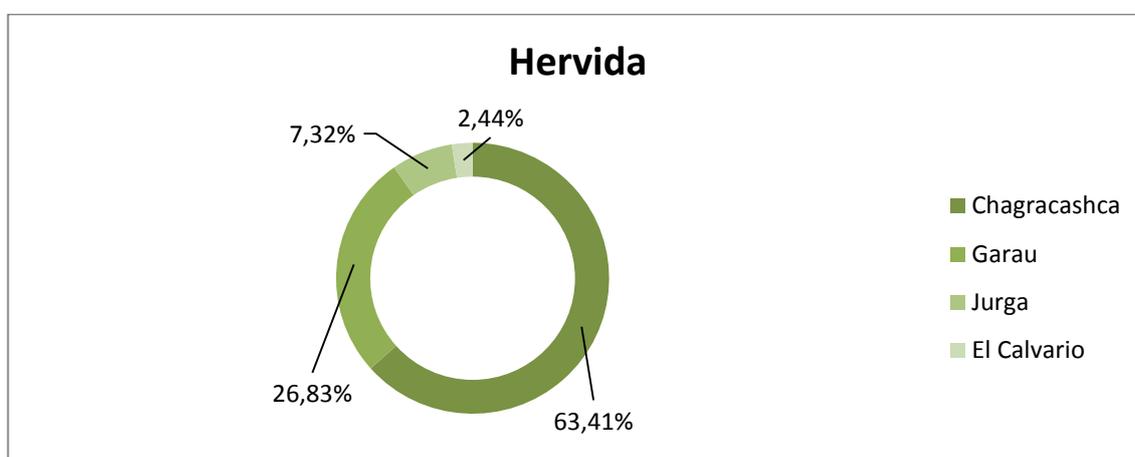
Figura 27: Tipo de agua que utiliza-Otros-De la llave



Fuente: Autoría

Las personas utilizan el agua que sale directamente de la llave y solo una pequeña parte de la población hierve el agua cuando se utiliza para consumo humano, en este análisis se obtuvieron los siguientes resultados, de un total de 100% de familias que toman el agua de la llave en Chagracashca está el 27,71% que corresponden a 46 familias, en Garau el 29.52% que son 49, en Jurga el 31.93% que corresponde a 53 familias y en El Calvario el 10.84% que son 18 familias, esta es la forma en la que la población se abastece constantemente, pero no se sienten seguros pues saben que el agua que tienen ellos no está pura, incluso informaron que llega con basura, pero no les queda más que consumirla, pues no cuentan con otro servicio.

Figura 28: Tipo de agua que utiliza-Otros-Hervida



Fuente: Autoría

De un total del 100% de familias que utilizan agua de la llave pero hierven para esterilizarla y consumirla, en Chagracashca está el 63.41%, en Garau el 26.83%, en Jurga el 7.32, % y en El Calvario el 2,44%, este procedimiento no es realizado de forma constante. Por lo tanto de las 41 familias que consumen el agua hervida 26 están en Chagracashca, 11 en Garau, 3 en Jurga y 1 en el Calvario.

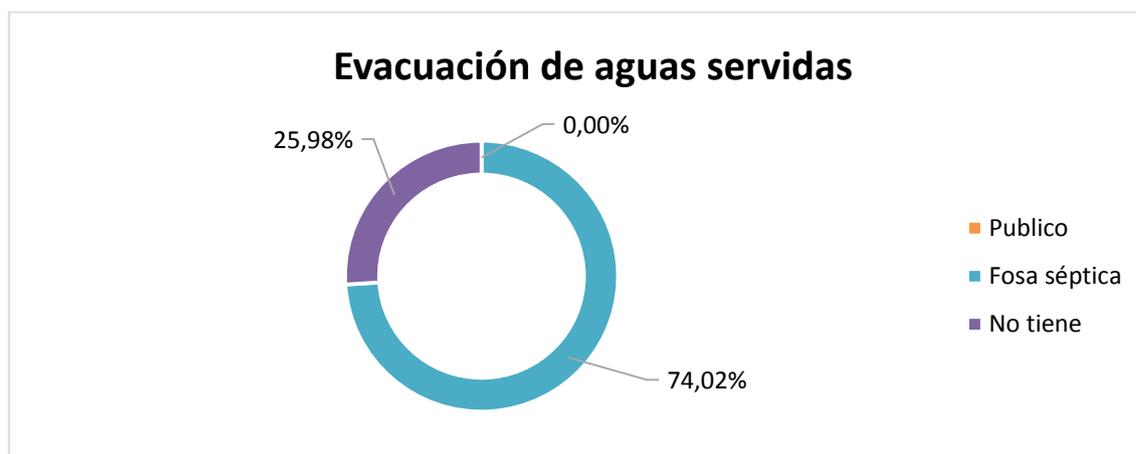
Por lo tanto la forma en la que la mayor parte de la comunidad utiliza el agua es de la llave, ya sea para consumo humano u otros usos en los cuales se necesite este servicio, Jurga es el sector con mayor porcentaje que consume el agua de la llave y Chagracashca es el sector que tiene mayor porcentaje en consumo de agua hervida.

2.3.3.3.5. Evacuación de aguas servidas

Con respecto a la evacuación de aguas servidas se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación, en esta pregunta se tuvo respuesta de 254, es decir 15 no están respondidas.

De las 254 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 74.02% que son 188 familias cuentan con fosa séptica, el 25.98% que son 66 familias no tienen fosa séptica y el 0% es decir ninguna familia cuenta con un servicio público para evacuación de aguas servidas.

Figura 29: Evacuación de aguas servidas

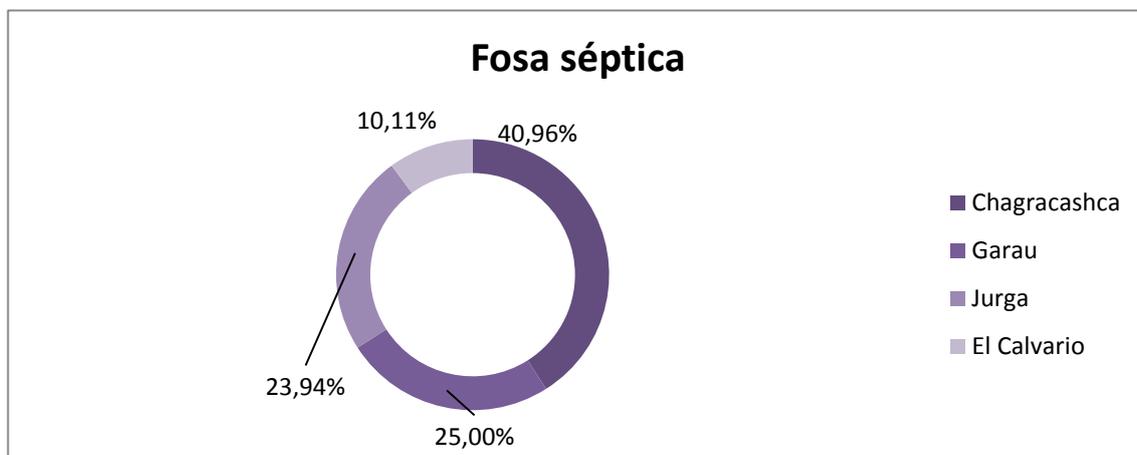


Fuente: Autoría

Los porcentajes de cada tipo con respecto a cada uno de los sectores se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Fosa Séptica

Figura 30: Evacuación de aguas servidas-Fosa séptica



Fuente: Autoría

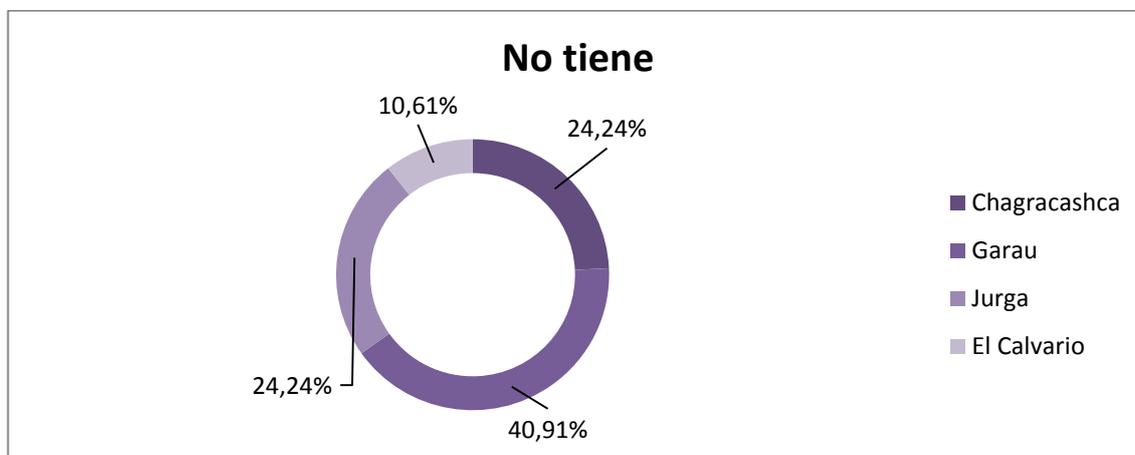
El análisis realizado da como resultado que toda la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado público por lo que ocupan fosa séptica u otra alternativa para este tipo de aguas.

Del 100% de viviendas que tienen fosa séptica, en Chagrashca está el 40.96% que son 77 viviendas, en Garau el 25% que son 47, en Jurga el 23.94% que son 45 y en El Calvario el 10.11% que son 19 viviendas, lo que indica que el sector que cuenta con más instalaciones de fosas sépticas es Chagrashca, seguido por Garau y Jurga que tienen porcentajes parecidos y finalmente El Calvario, en este sector hay menos viviendas por lo que existen menos instalaciones de fosas sépticas.

De las fosas sépticas existentes pudimos ver que en su mayoría no tienen el mantenimiento adecuado, por lo que en caso de que estos colapsen las consecuencias serían graves.

No tiene

Figura 31: Evacuación de aguas servidas-No tiene



Fuente: Autoría

Además de un total del 100% de viviendas que no poseen este servicio en Chagrashca está el 24.24% que son 16, en Garau el 40.91% que corresponden a 27, en Jurga el 24.24% que son 16 y en El Calvario el 10.61% que son 7 viviendas, en estas viviendas no tienen fosa séptica debido a que no cuentan con la economía necesaria para instalar este sistema de evacuación de aguas servidas, de estos datos obtenidos se concluye que Garau es el sector con mayor porcentaje de viviendas que no poseen este servicio, seguido de Chagrashca y Jurga que tienen igual porcentaje, y por ultimo está El Calvario.

Todas las personas deberían contar con un sistema de evacuación de aguas servidas, ya que de esta manera se tendría un control de este tipo de aguas, evitando la contaminación de los alrededores de las viviendas, lo que muchas veces provoca enfermedades a los habitantes de la comunidad y afectaría de manera directa a ancianos y niños.

2.3.3.3.6. Aguas lluvia

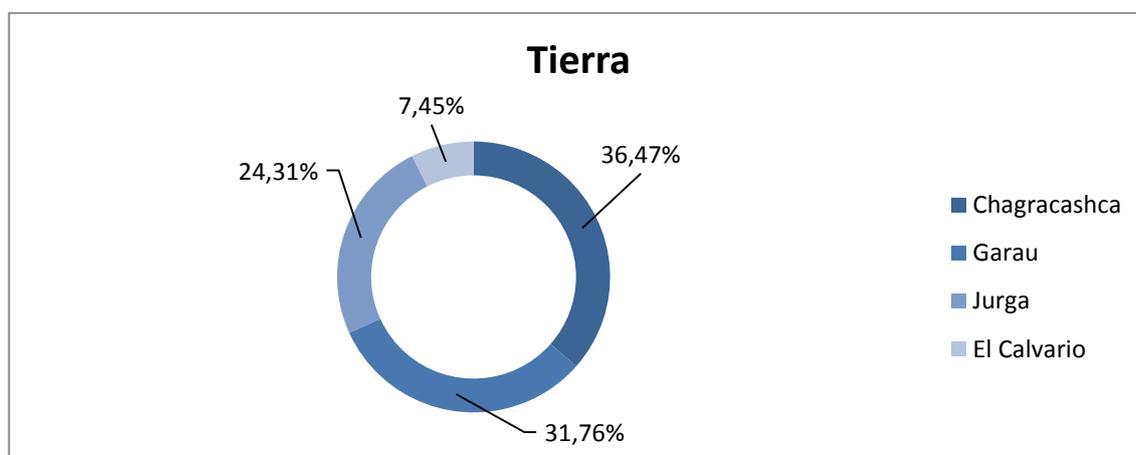
Los cuatro sectores de la comunidad de Piruncay no cuentan con ningún sistema de evacuación de aguas lluvia, por lo que el porcentaje en toda la comunidad es cero.

2.3.3.3.7. Tipo de vía

Con respecto al tipo de vía se obtuvieron los siguientes datos en función a las 268 encuestas que están respondidas, estos datos se encuentran en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación. Se indica que únicamente 1 encuesta no fue respondida.

Tierra

Figura 32: Tipo de vía-Tierra

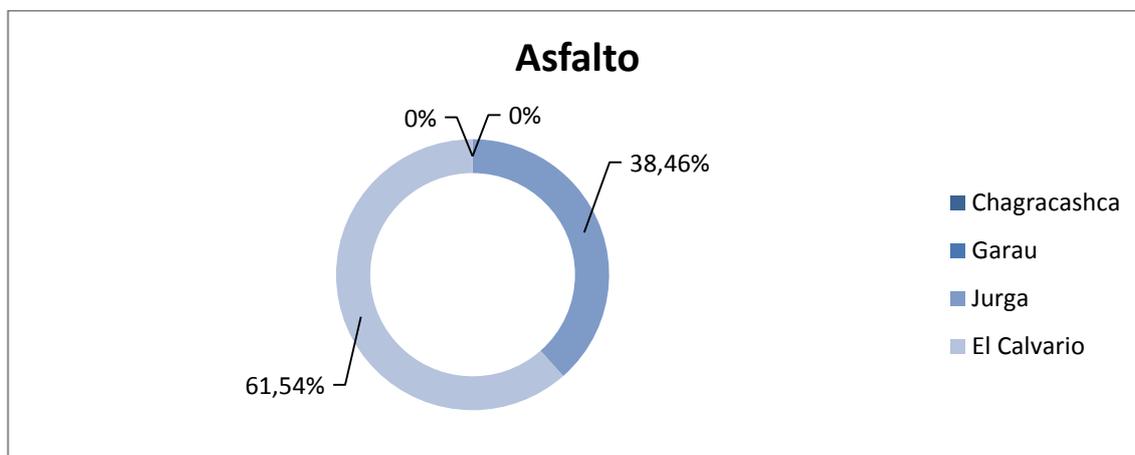


Fuente: Autoría

El análisis realizado da como resultado que de un total del 100% de vías de tierra en Chagrashca está el 36.47%, en Garau el 31.76%, en Jurga el 24.31 % y en El Calvario el 7.45%, en ninguno de los cuatro sectores hubo calles lastradas.

Asfalto

Figura 33: Tipo de vía-Asfalto



Fuente: Autoría

Lo que sí existe son vías asfaltadas, donde en Chagrashca y Garau tienen un porcentaje de cero debido a que estos sectores no cuentan con este tipo de vías, sin embargo, en Jurga está el 38,46% y El Calvario el 61,54% de las mismas.

Mediante el recorrido realizado para las encuestas se evidenció que la comunidad de Piruncay, casi en la totalidad de todos los sectores cuenta con calles de tierra, donde el sector con mayor porcentaje con este tipo de vías es Chagrashca, las vías asfaltadas están en los otros dos sectores debido a que existen casas que dan a la vía principal que va al cantón Sigsig, lo que les favorece de manera significativa, el sector con mayor porcentaje con este tipo de vías es El Calvario.

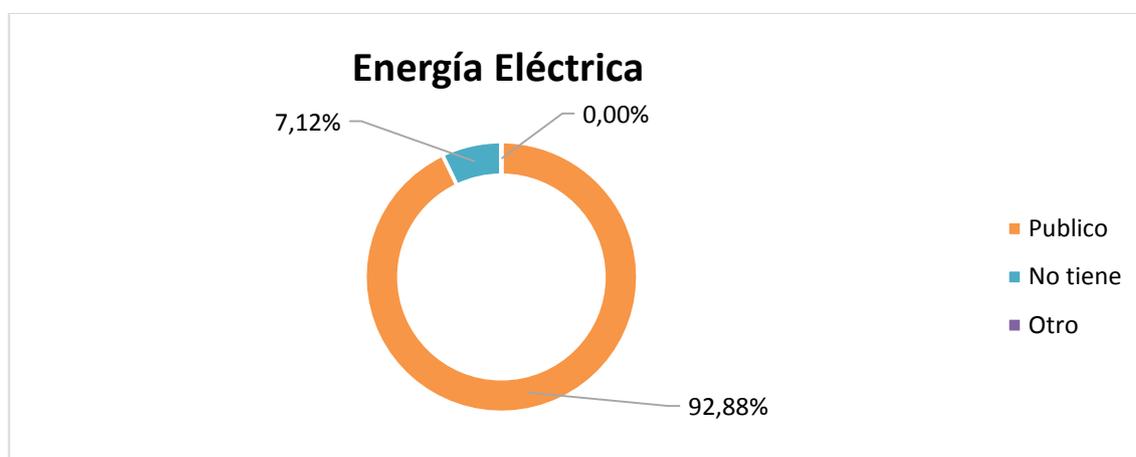
No se ha llegado a un acuerdo para mejorar las vías por lo que la mayor parte son de tierra, según información de los habitantes de la comunidad, ellos quisieran de sobremanera contar con vías asfaltadas que facilite la circulación de los vehículos dentro de la comunidad, porque muchas veces cuando llueve las vías al no ser de un buen material se vuelven intransitables y peligrosas.

2.3.3.3.8. Energía eléctrica

De las 269 encuestas que se realizaron, 267 tuvieron acogida, y únicamente 2 no se respondieron porque no se pudo observar si tenían o no este servicio.

De las 267 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 92,88% que son 248 familias cuentan con servicio público de energía eléctrica, mientras que el 7,12% que son 19 familias no cuentan con este servicio.

Figura 34: Energía eléctrica

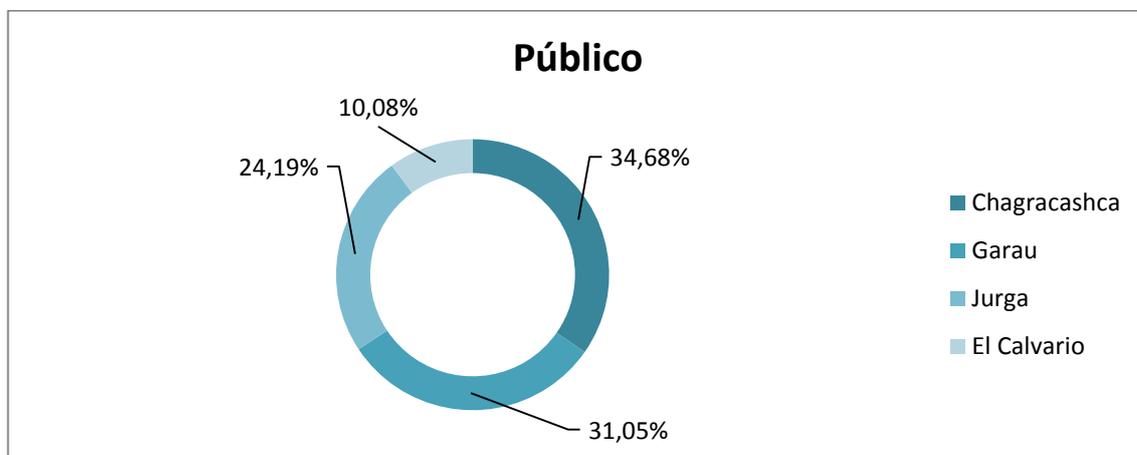


Fuente: Autoría

Con respecto a la energía eléctrica se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Público

Figura 35: Energía eléctrica-Público

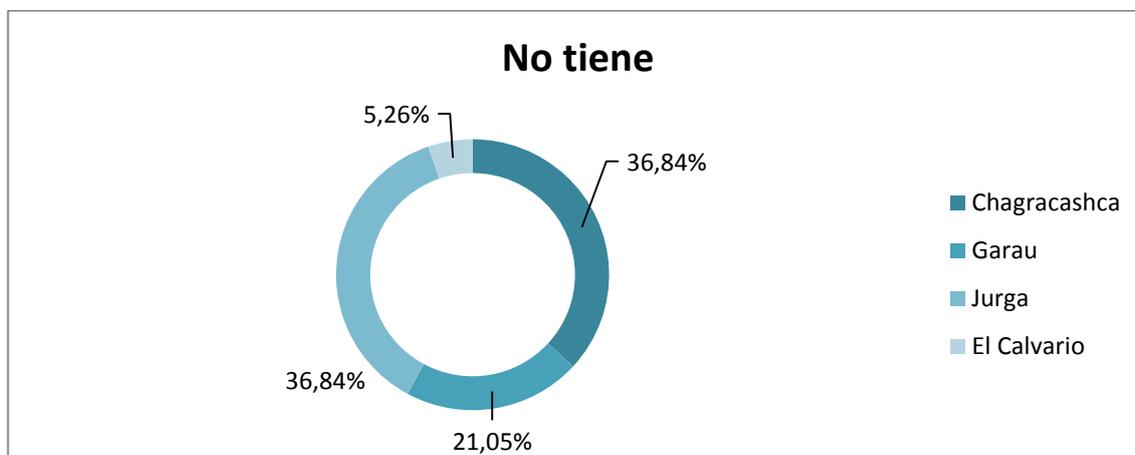


Fuente: Autoría

Este análisis da como resultado que de un total de 100% de viviendas que si poseen el servicio de energía eléctrica en Chagrashca está el 34.68% que son 86 viviendas, en Garau el 31.05% que son 77 viviendas, en Jurga el 24.19% que son 60 viviendas y en El Calvario el 10.08% que corresponden 25, todas las personas que cuentan con este servicio se sienten satisfechos, pues no hay fallas en el servicio, dicen que el servicio es bueno y que no se han dado fallas en el mismo, cuentan con su respectivo medidor y pagan un valor mínimo por el servicio, el mismo que está dentro de los ingresos económicos de las personas.

No tiene

Figura 36: Energía eléctrica-No tiene



Fuente: Autoría

Las encuestas mostraron que la mayoría la comunidad de Piruncay cuenta con energía eléctrica, pocas son las viviendas que no poseen este servicio, de un total de 100% de viviendas que no poseen este servicio en Chagrashca está el 36.84% que son 7 viviendas, en Garau el 21.05% que corresponde a 4 viviendas, en Jurga el 36.84% que son 7 viviendas, y en El Calvario el 5.26% que es 1 vivienda, según nos comentaron estas personas debido a que no tiene los ingresos económicos necesarios no pueden instalar este servicio.

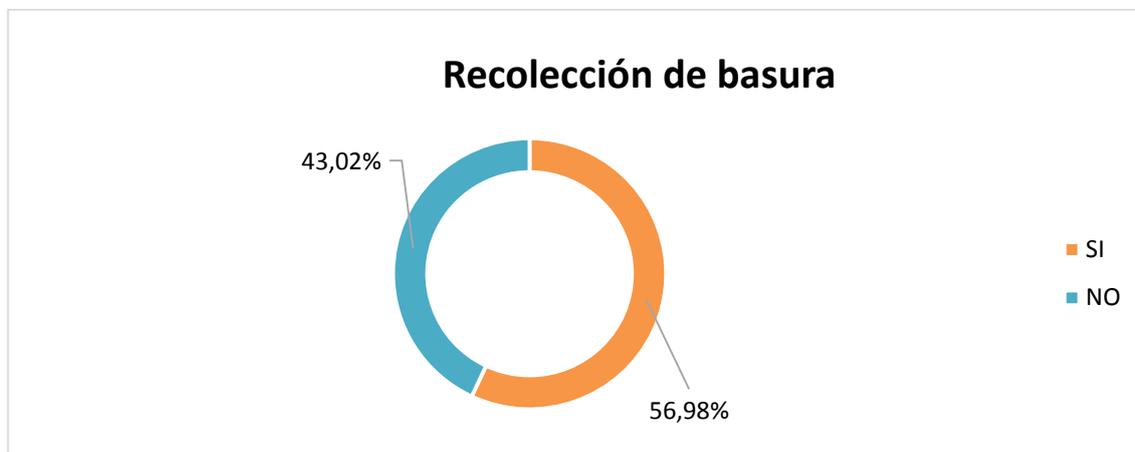
2.3.3.3.9. Recolección de basura

Para esta pregunta que se refiere al servicio de recolección de la basura se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, las encuestas que fueron respondidas corresponden a un total de 258, con 11 datos que no están dentro de los gráficos por no haber sido respondida esta pregunta, los porcentajes se observan en los gráficos que se muestran posteriormente.

De las 258 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 56.98% que son 147 familias

cuentan con el servicio de recolección de basura, mientras que el 43.02% que son 111 familias no cuenta con el servicio antes mencionado.

Figura 37: Recolección de basura

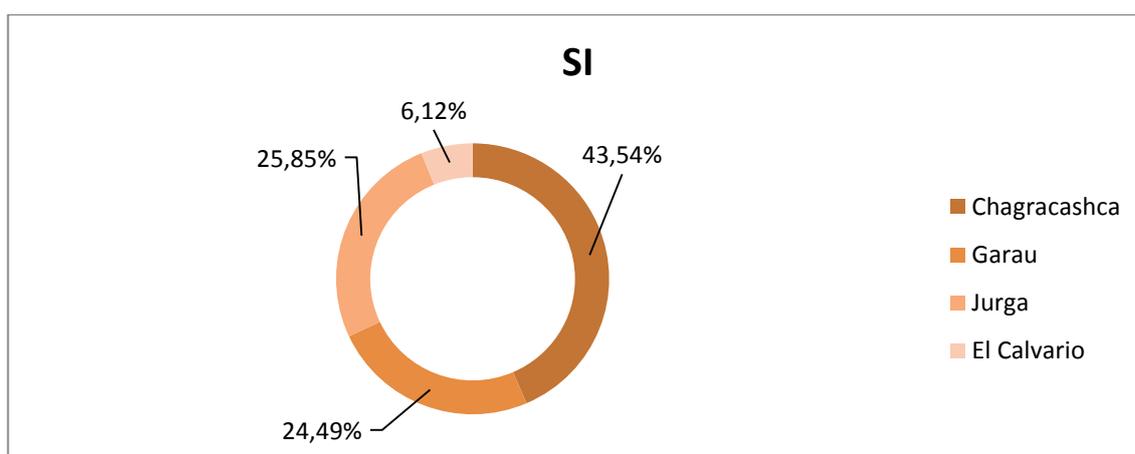


Fuente: Autoría

Con respecto al servicio de recolección de basura se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se pueden observar en los gráficos que se muestran a continuación:

Si

Figura 38: Recolección de basura-Si

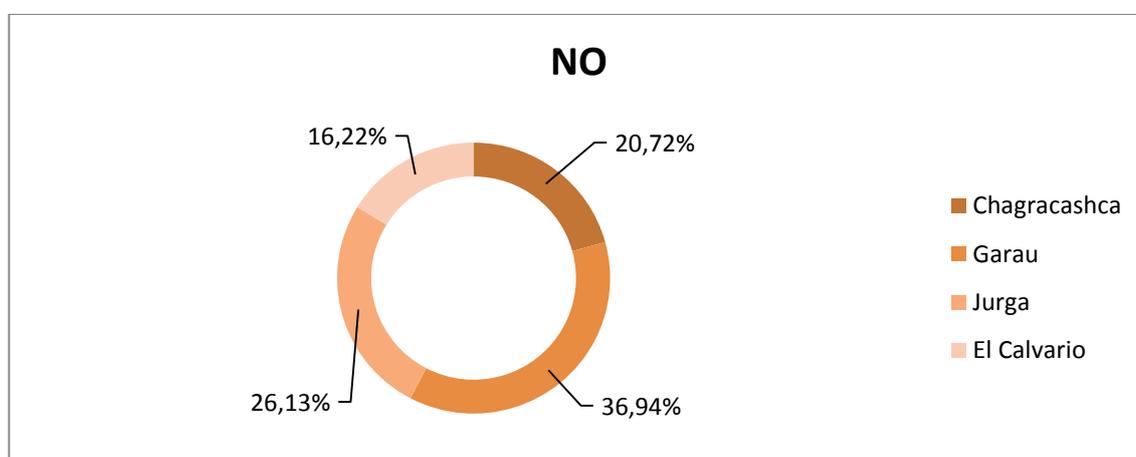


Fuente: Autoría

Este análisis da como resultado que de un total de 147 viviendas a las que si se les brinda el servicio de recolección de basura, en Chagrashca está el 43.54% que son 64, en Garau el 24.49% que son 36 viviendas, en Jurga el 25.85% que son 38 viviendas y en El Calvario el 6.12% que corresponden 9 viviendas, por lo general el carro recolector de basura llega hasta la iglesia o escuela por lo que la gente debe dirigirse hasta este punto para poder depositar ahí la basura, esto se da en los sectores en los que el carro no puede ingresar debido al mal estado de las vías.

No

Figura 39: Recolección de basura-No



Fuente: Autoría

De un total de 100% de viviendas a las que no se les brinda el servicio de recolección de basura, en Chagrashca está el 20.72% que son 23 viviendas, en Garau el 36.94% que son 41 casas, en Jurga el 26.13% que son 29 viviendas y en El Calvario el 16.22% que son 18, en estos sectores no se realiza la recolección de basura por lo que el carro no llega a todos los puntos, sino a los que tienen fácil accesibilidad, debido a que estas personas no cuentan con el servicio generalmente queman la basura, lo que no es bueno pues se contamina el ambiente y es peligroso para ellos porque si no se controla el fuego por un pequeño descuido, se pueden dar incendios forestales y dentro de ellos pérdidas humanas.

El sector de Chagracashca es el que tiene mayor porcentaje en utilización de este servicio, mientras que Garau es el sector con mayor porcentaje en donde no circula el carro de la basura.

2.3.3.4. Datos socio-económicos por familia

Dentro de este punto de la encuesta se pudo obtener información sobre el número de habitantes por vivienda entre adultos y niños, tenencia de vivienda, tipo de trabajo, ingresos económicos e instrucción del jefe de hogar, esto nos ayudó a determinar el nivel socioeconómico de cada uno los sectores de la comunidad de Piruncay.

2.3.3.4.1. Número de miembros de la familia

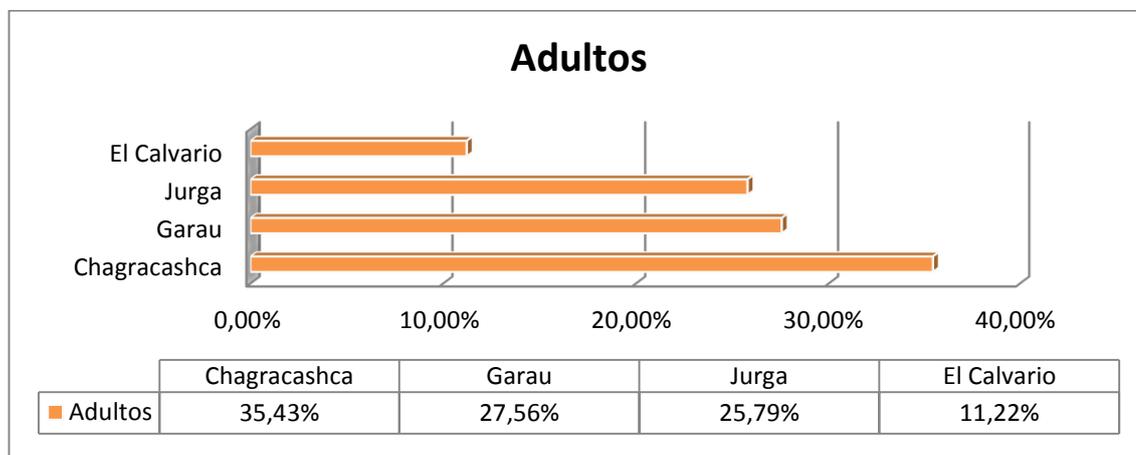
Cuando realizó este punto primero se preguntó el número de familias que vivían en la casa, ya que si era más de una se debían llenar los datos por separado en la encuesta, en todas las casas hubo solo una familia, los resultados obtenidos en esta parte de la encuesta se muestran a continuación.

En esta pregunta los valores están de acuerdo al total de adultos y niños que viven en cada sector, mas no en función de las 269 encuestas que fueron realizadas, pero se tuvo en total respuesta de 228 encuestas, por lo que 41 es el número de encuestas que no fueron respondidas.

Con respecto al número de miembros por vivienda se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Adultos

Figura 40: Número de miembros-Adultos

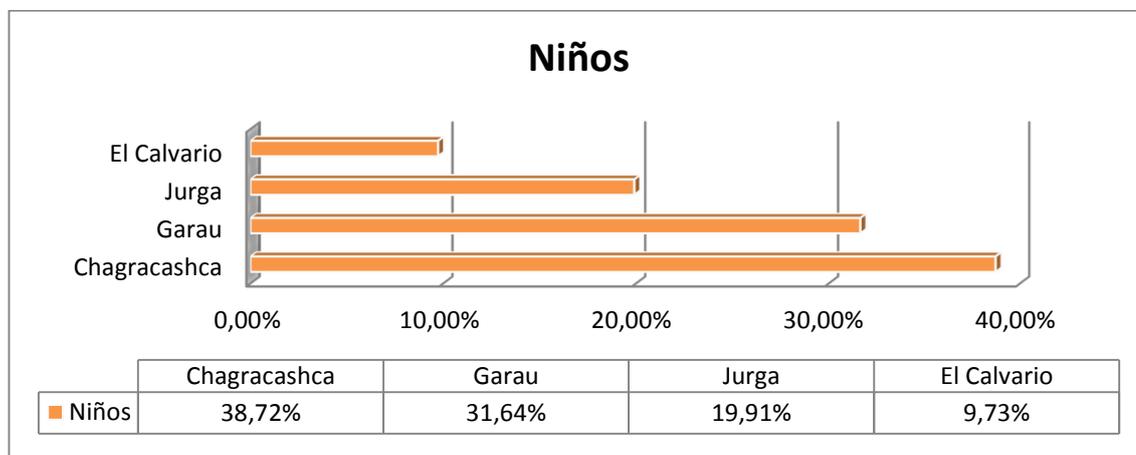


Fuente: Autoría

Para este análisis se consideró de manera separada la cantidad de adultos y de niños que habitan en las viviendas de la comunidad, de un total del 100% de adultos en Chagracashca está el 35.43% que son 180 adultos, en Garau el 27.56% que son 140, en Jurga el 25.79% que son 131 personas y en El Calvario el 11.22% que corresponden a 57 adultos, dentro de este grupo de adultos están considerados hombres y mujeres mayores de 18 años.

Niños

Figura 41: Número de miembros-Niños



Fuente: Autoría

Mientras que de un 100% de niños que habitan en la comunidad, en Chagracashca está el 38.72% que corresponde 175 niños, en Garau el 31.64% que son 143 niños, en Jurga el 19.91% que son 90 y en El Calvario el 9.73% que son 44 niños, dentro de este grupo se consideraron niñas y niños menores de 18 años.

El total de personas encuestadas fue de 960, no se pudo encuestar a todas las personas pues no estuvieron en sus hogares, en algunos casos ayudaron los vecinos con datos y en otros casos no, lo que quiere decir que el número de personas que habitan la comunidad es más alta.

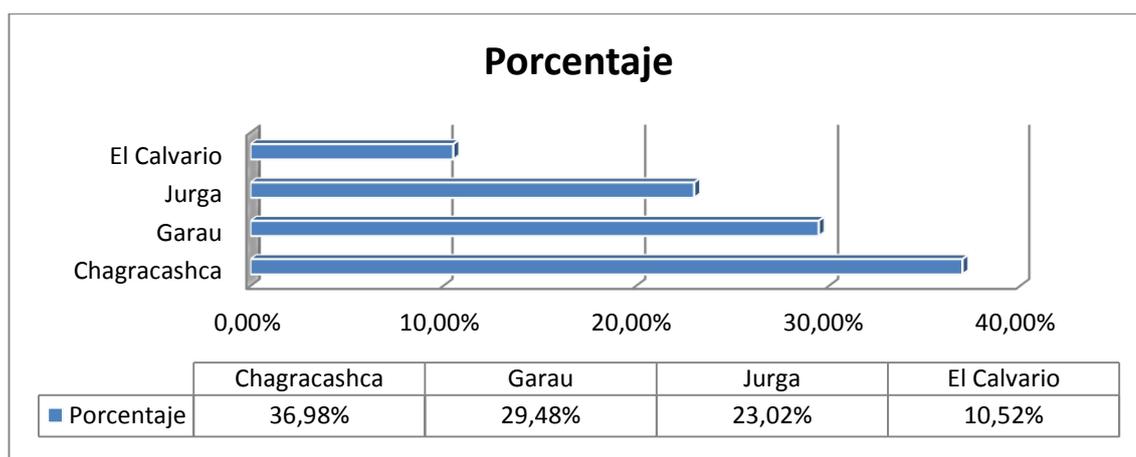
Con todos los datos recolectados se construyó la siguiente tabla donde se indican el número de familias, habitantes, porcentaje de habitantes, promedio de habitantes por vivienda de cada uno de los sectores.

Tabla 3: Número de familias por sector y promedio de habitantes

NÚMERO DE FAMILIAS POR SECTOR Y PROMEDIO DE HABITANTES POR VIVIENDA					
Sector	Familias	Habitantes	Porcentaje	Promedio de habitantes	Promedio aproximado
Chagrashca	93	355	36.98%	2.48	3
Garau	81	283	29.48%	2.32	3
Jurga	66	221	23.02%	2.54	3
El Calvario	26	101	10.52%	2.97	3

Fuente: Autoría

Figura 42: Porcentaje de número de habitantes por sector



Fuente: Autoría

El sector que tiene mayor número de habitantes es Chagrashca con una población de 355 habitantes.

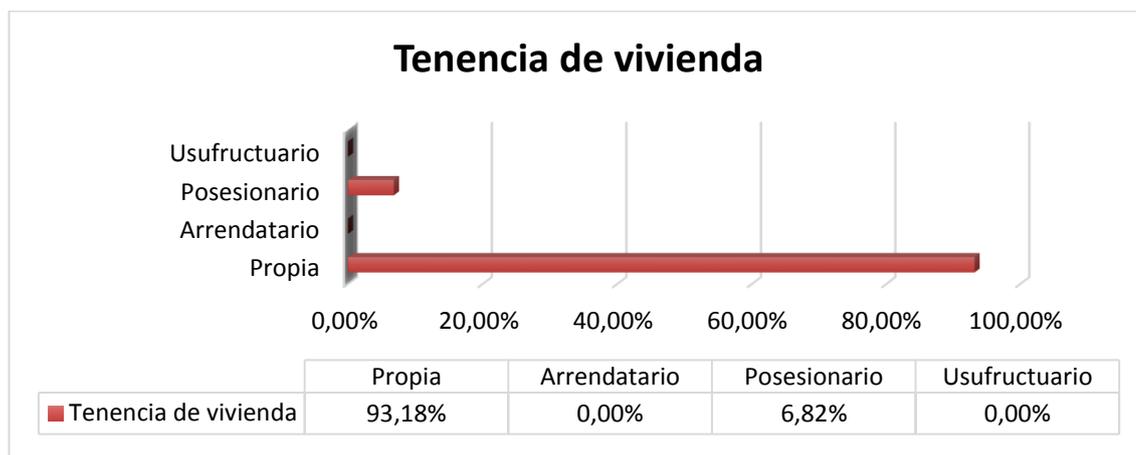
Con los datos obtenidos se calculó un promedio de habitantes por vivienda, lo que da la densidad poblacional de cada sector: en Chagrashca 3 habitantes, en Garau 3 habitantes, en Jurga 3 habitantes y en El Calvario 3 habitantes.

2.3.3.4.2. Tenencia de vivienda

En esta pregunta, 220 personas contestaron a la misma y 49 no fueron respondidas por ser contestada por otras personas desconocidas, vecinos, familiares o porque no se encontraban en la vivienda.

De las 220 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 93,18% que son 205 familias tienen vivienda propia, el 6,82% que son 15 familias son poseionarias de las viviendas en las que habitan y el 0% de familias arrienda o ha usufructuado alguna vivienda.

Figura 43: Tenencia de vivienda

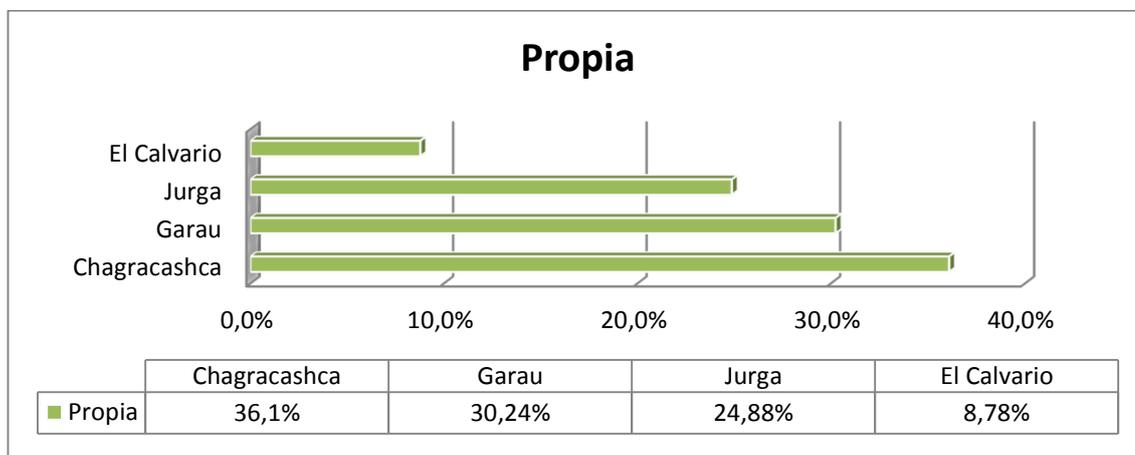


Fuente: Autoría

Para esta pregunta respecto a la tenencia de vivienda se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Propia

Figura 44: Tenencia de vivienda-Propia

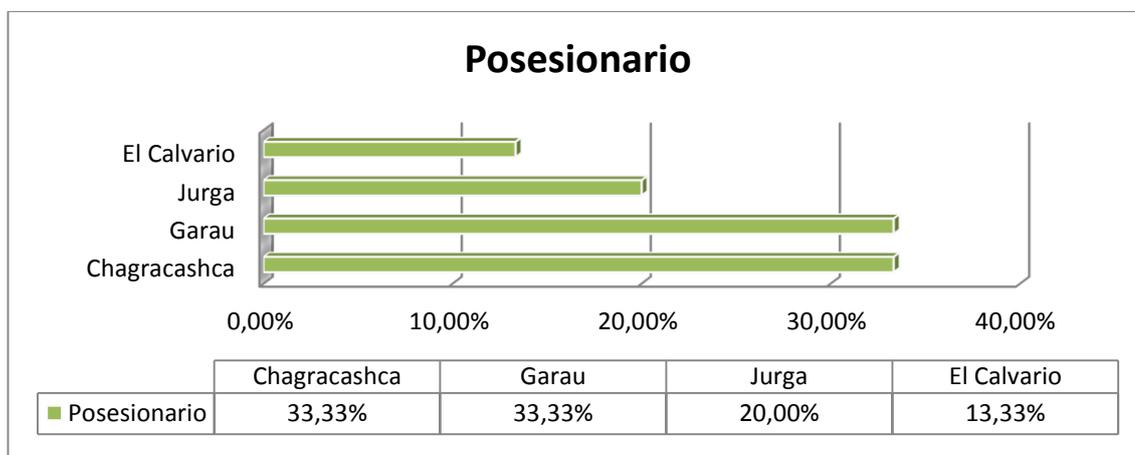


Fuente: Autoría

Este análisis da como resultado que del 100% de la población cuya vivienda es propia en Chagrashca está el 36.10% que son 74 familias, en Garau el 30.24% es decir 62 familias, en Jurga el 24.88% con 51 familias y en El Calvario el 8.78% con 18 familias, estas viviendas han sido construidas por ellos mismos, o regalada por familiares pero están a su nombre.

Posesionario

Figura 45: Tenencia de vivienda-Posesionario



Fuente: Autoría

Una gran parte de la población informó que la vivienda en donde habitan ha sido cedida o prestada por algún familiar o conocido para que puedan habitar en ella, es decir son poseionarios, de un total de 15 viviendas en donde las familias son poseionarias, en Chagracashca está el 33.33% correspondiente a 5 familias, en Garau el 33.33% que de igual manera son 5 familias, en Jurga el 20.00% que corresponde a 3 familias y en El Calvario el 13.33% que son únicamente 2 familias.

Dentro de estos sectores no se encontraron personas que vivan arrendando o que hayan usufructuado una vivienda, por lo que nos dio como resultado en estos puntos un porcentaje de cero.

Viviendas abandonadas y habitadas

En esta comunidad existen un gran porcentaje de casas abandonadas por varias razones, algunas de ellas son porque sus dueños ya han fallecido, han migrado hacia otros países o ciudades o porque se cambiaron de domicilio a otro sector de la misma comunidad. En el siguiente grafico se observa que el 59.91% de viviendas están habitadas y el 40.09% están abandonadas, es decir 180 viviendas de un total de 449 que fueron encuestadas.

Figura 46: Viviendas abandonadas y habitadas- Porcentaje



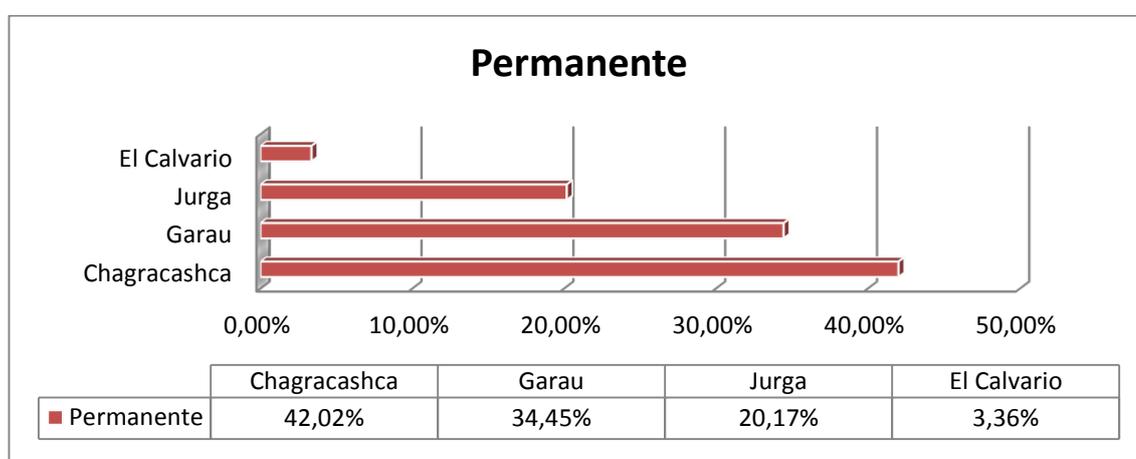
Fuente: Autoría

2.3.3.4.3. Tipo de trabajo

En esta pregunta 207 fueron respondidas y en 62 viviendas no se tuvo información sobre esta pregunta. Con respecto al tipo de trabajo del jefe de hogar se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Permanente

Figura 47: Tipo de Trabajo-Permanente



Fuente: Autoría

Las personas que se hacen cargo de sus hogares deben salir a buscar trabajo para mantener los mismos, pero muchas veces no encuentran un buen trabajo y que sea constante, lo que hace que el tipo de trabajo sea de forma ocasional es decir, no permanente.

Pocas personas son las que trabajan de manera permanente para sacar adelante su familia, pero para ello han tenido que emigrar a otras ciudades o países, ya que en la comunidad no hay la cantidad de trabajo necesario que abastezca de manera positiva la economía de las familias.

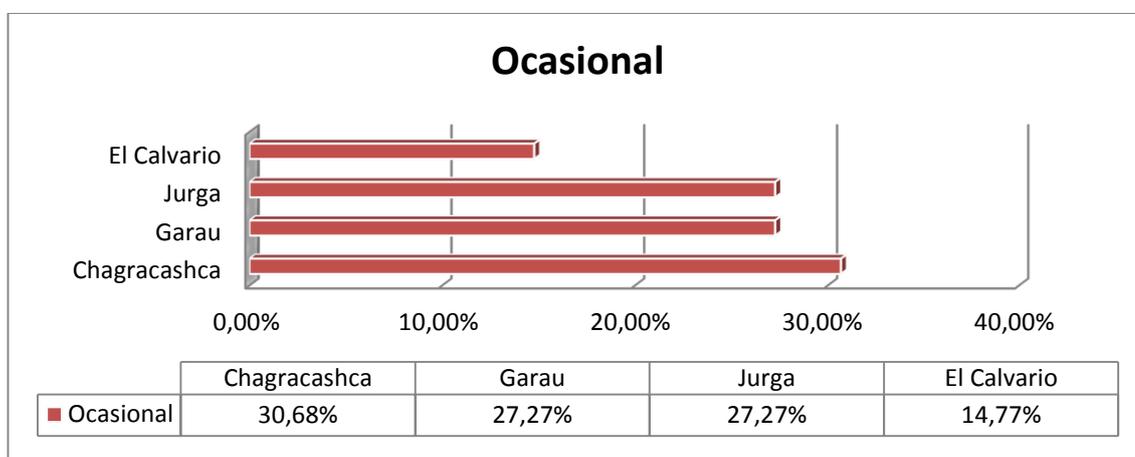
En su gran mayoría las personas trabajan ocasionalmente pues deben hacerlo para sobrevivir, no tienen trabajos fijos pero se ven obligados a realizar los trabajos

ofrecidos ya sea por un corto tipo. Debido al medio en el que viven y por la escases del mismo, cuando se presenta una oportunidad de trabajo no la desperdician.

El análisis realizado nos dio como resultado que de un total del 119% de personas cuyos trabajos son permanentes en Chagrashca está el 42.02% que son 50 personas, en Garau el 33.45% correspondiente a 41 personas, en Jurga el 20.17% que son 24 y en El Calvario el 3.36% que son 4 personas.

Ocasional

Figura 48: Tipo de Trabajo-Ocasional



Fuente: Autoría

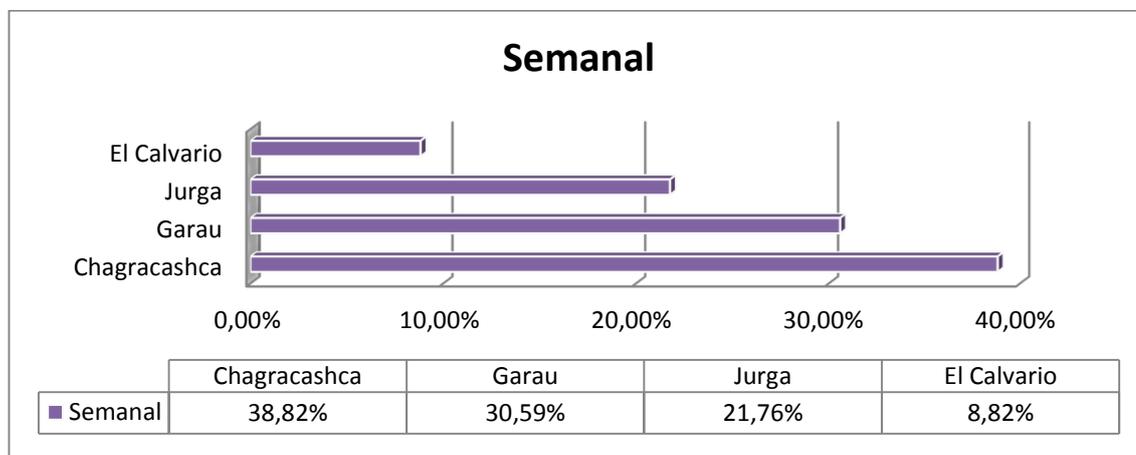
De un total del 100% de personas que tienen trabajo de manera ocasional en Chagrashca está el 30.68% que son 27 personas, en Garau el 27.27% que son 24, en Jurga el 27.27% con 24 personas también, y en El Calvario el 14.77% con 13 personas.

2.3.3.4.4. Ingresos económicos

Para los ingresos económicos se obtuvieron los siguientes datos en función a las 216 encuestas que fueron respondidas, con un total de 56 sin respuesta, estos datos están en porcentaje de cada sector, se observan a continuación:

Semanal

Figura 49: Ingresos Económicos-Semanal



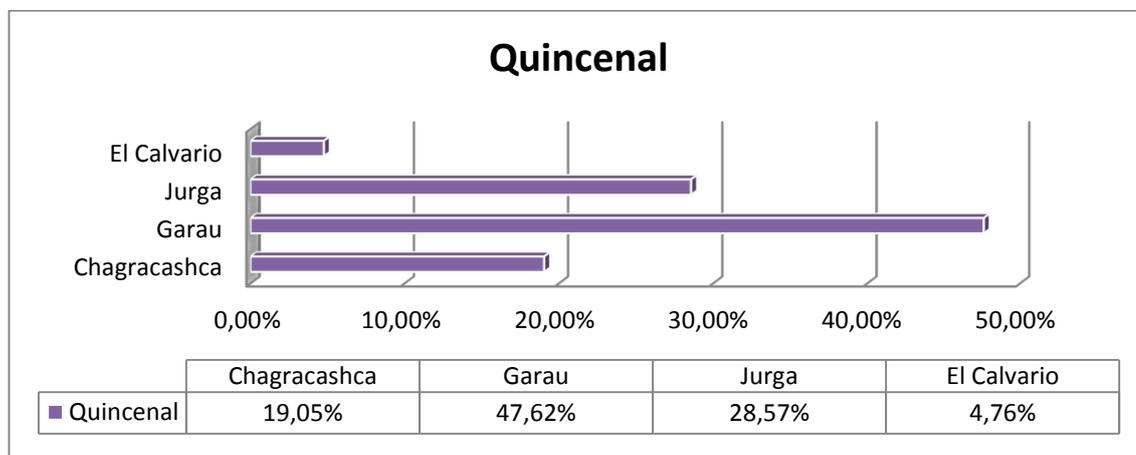
Fuente: Autoría

Las principales fuentes de ingresos económicos hacia la comunidad se dan por la confección de sombreros de paja toquilla, por trabajos de construcción y trabajos agrícolas; algunos habitantes cultivan y venden productos, además crían animales y los venden, de esta manera obtienen ingresos semanales o quincenales.

Después del análisis realizado se obtuvieron los siguientes resultados de un total de 100% de viviendas que obtienen ingresos semanales en Chagrashca está el 38.82% que son 66 familias, en Garau el 30.59% que son 52, en Jurga el 21.76% con 37 familias y en El Calvario el 8.82% con 15 familias.

Quincenal

Figura 50: Ingresos Económicos-Quincenal

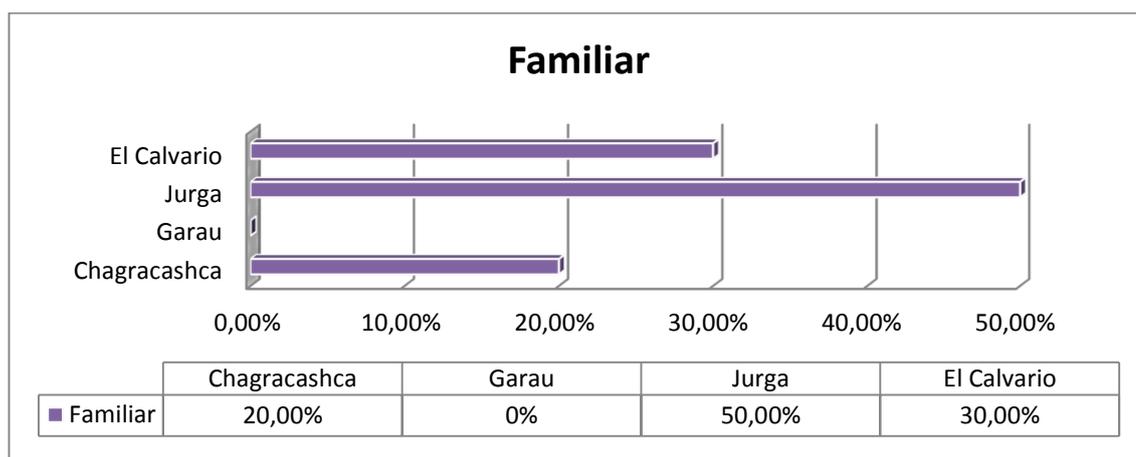


Fuente: Autoría

Posteriormente de un total de 21 familias que tienen ingresos quincenales en Chagrashca está el 19.05% correspondiente a 4 familias, en Garau el 47.62% con 10 familias, en Jurga el 28.57% con 6, y en El Calvario el 4,76% con 1 familia.

Familiar

Figura 51: Ingresos Económicos-Familiar

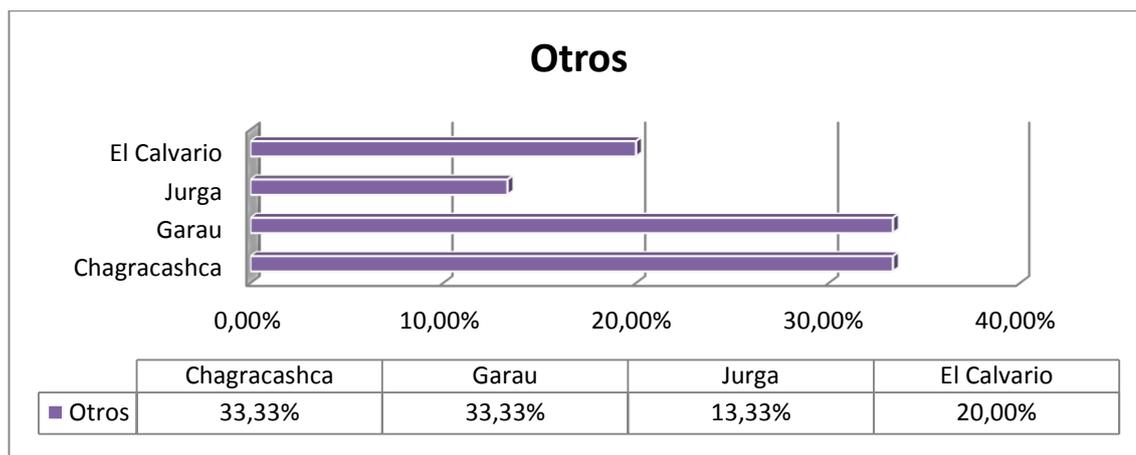


Fuente: Autoría

Ahora un total del 100% de personas que tienen ingresos familiares en Chagracashca está el 20% con 2 familias, en Garau el 0% es decir no cuentan con tipos de ingresos familiares, en Jurga el 50% con 5 familias, y en El Calvario el 30% con 3 familias.

Otros

Figura 52: Ingresos Económicos-Otros



Fuente: Autoría

Otra de las fuentes principales de ingreso hacia las familias es debido a la migración de personas hacia otras ciudades o países que según pudimos constatar son Estados Unidos y España, estas personas ayudan a su familia económicamente y mandan dinero ya sea quincenalmente o mensualmente.

A pocas personas les pagan el bono solidario y esa es su fuente de ingreso económico para satisfacer sus necesidades.

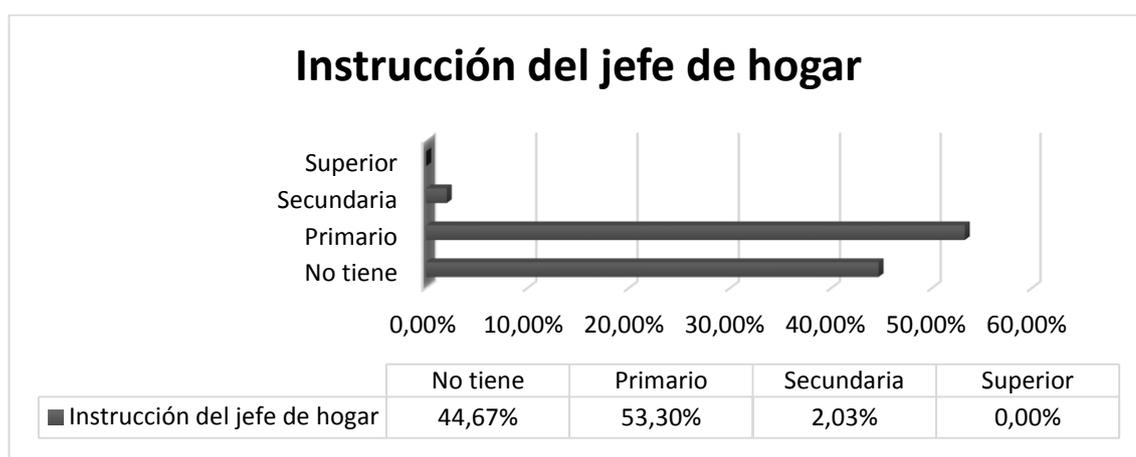
De un total de 15 personas que son el 100% cuyos ingresos no son semanales, quincenales ni familiares en Chagracashca está el 33.33% con 5 familias, en Garau el 33.33% correspondiente de igual manera a 5 familias, en Jurga el 13.33% con 2 familias y en El Calvario el 20% con 3 familias.

2.3.3.4.5. Instrucción del jefe de hogar

Del total de 269 encuestas realizadas, 72 no fueron respondidas y 197 tuvieron acogida, por lo que los valores de respuesta de la instrucción del jefe de hogar están en porcentaje de cada sector.

De las 197 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 44,67% que son 88 familias tienen jefes de hogar que no tienen instrucción alguna, el 53,30% que son 105 familias tienen jefes de hogar con instrucción primaria, el 2,03% que son 4 familias tiene jefes de hogar con instrucción secundaria y el 0% de familias tiene jefes de hogar con instrucción superior.

Figura 53: Instrucción del jefe de hogar

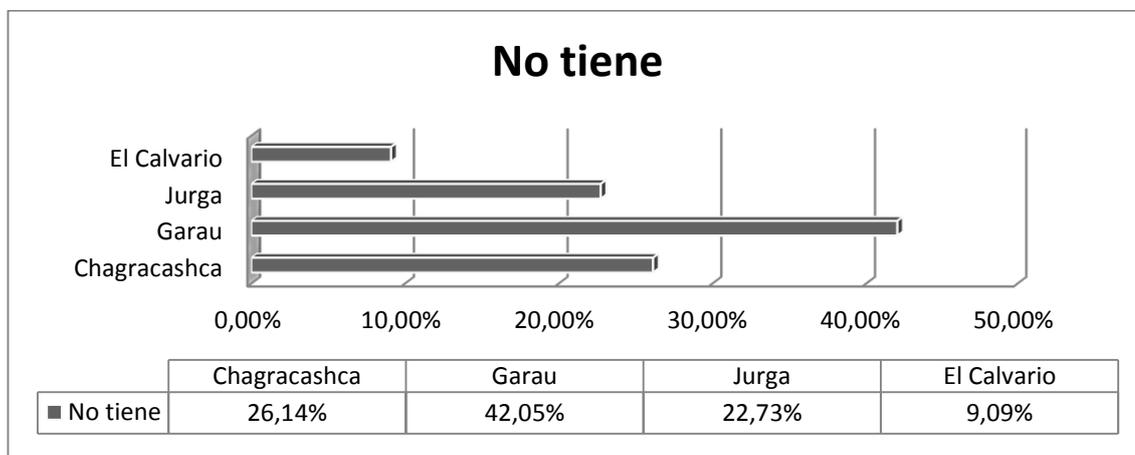


Fuente: Autoría

Para esta pregunta respecto a la instrucción del jefe de hogar se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

No tiene

Figura 54: Instrucción del jefe de hogar-No tiene

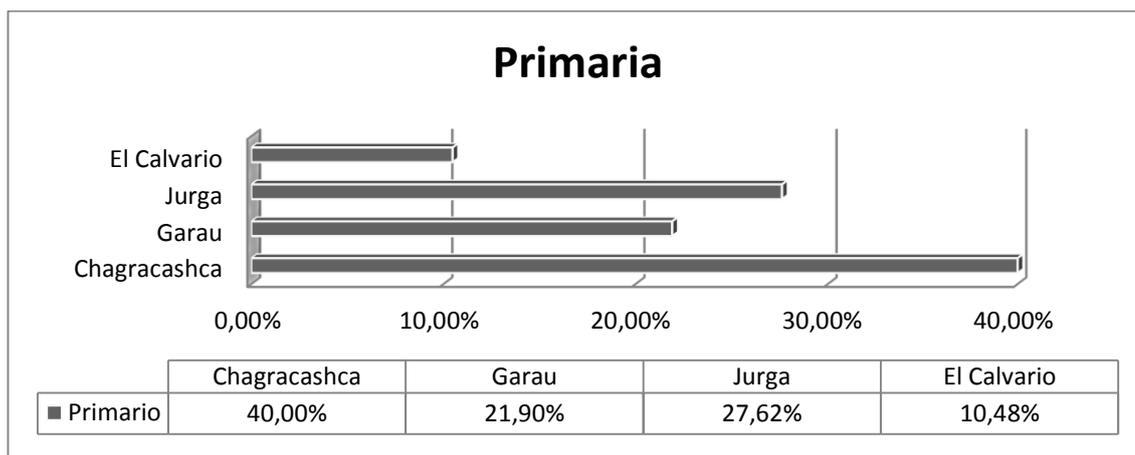


Fuente: Autoría

De un total de 100% que son 88 de personas que no tienen estudios, en Chagracashca está el 26.14% con 23 personas, en Garau el 42.05% con 37, en Jurga el 22.73% con 20 personas y en El Calvario el 9.09% con 8 personas.

Primaria

Figura 55: Instrucción del jefe de hogar-Primaria



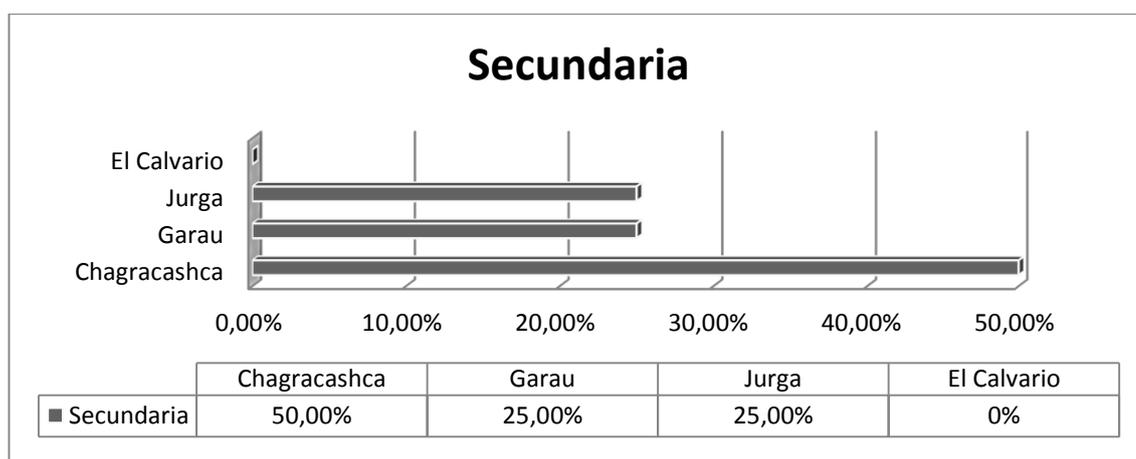
Fuente: Autoría

De un total de 100% de personas que han estudiado la primaria, en Chagracashca está el 40% es decir 42 personas, en Garau el 21.90% con 23, en Jurga el 27.62% que

corresponden 29 personas, y en El Calvario el 10.48% correspondiente a 11 personas.

Secundaria

Figura 56: Instrucción del jefe de hogar-Secundaria



Fuente: Autoría

De un total de 100% que son 4 personas que han estudiado la secundaria en Chagrashca está el 50% que son 2 personas, en Garau y en Jurga el 25% con 1 persona en cada comunidad, y en El Calvario no existen personas que hayan estudiado la secundaria.

En tiempos anteriores los padres de familia no podían educar a sus hijos por lo que muchas personas de la comunidad no saben leer ni escribir, la población de personas estudiadas la primaria es menor, algunos terminaron la primaria pero otros llegaron a la mitad o a los dos primeros años, los habitantes estudiados en colegio soy muy pocos pues no todos tienen la posibilidad de estudiar la secundaria ya en la comunidad no se cuenta con colegios por lo que tendrían que salir a otros lados, esto indica que se necesitaría mayor cantidad de dinero y sus ingresos económicos no les da el dinero necesario.

2.3.3.5. Encuesta-adquisición del servicio

Es importante contar con estos datos porque de esta manera se tendrá un estimado de las personas que quieren que el proyecto de mejoramiento de servicio de agua se dé acabo, y además se contará con datos donde las personas informen si estarían dispuestos a pagar por esta mejora, este punto es muy importante pues como sabemos ningún servicio es gratuito, pero en el proyecto se pretenderá que los costos estén en base a los ingresos económicos, por ello se realizó esta encuesta socio-económica.

Los datos obtenidos estarán sentados en estas encuestas, lo que será un respaldo para la realización de este proyecto.

Para las dos siguientes y últimas preguntas se tuvo respuesta de 254, es decir 15 personas no respondieron, que representa un 5.58%, este valor es bajo y poco representativo.

¿Está de acuerdo con el proyecto de mejoramiento del servicio de agua?

De las 257 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 96.67% que son 251 familias están de acuerdo con que se mejore el servicio de agua potable y el 2.33% que son 6 familias no desean que este mejore.

Figura 57: Mejoramiento del servicio de agua

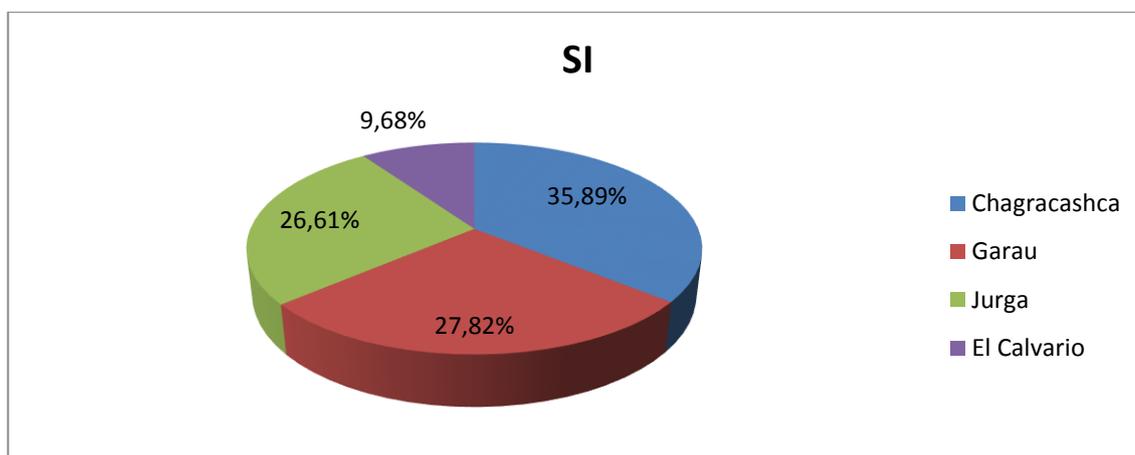


Fuente: Autoría

Con respecto a la mejora del servicio de agua se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Si

Figura 58: Mejoramiento del servicio de agua-Si está de acuerdo



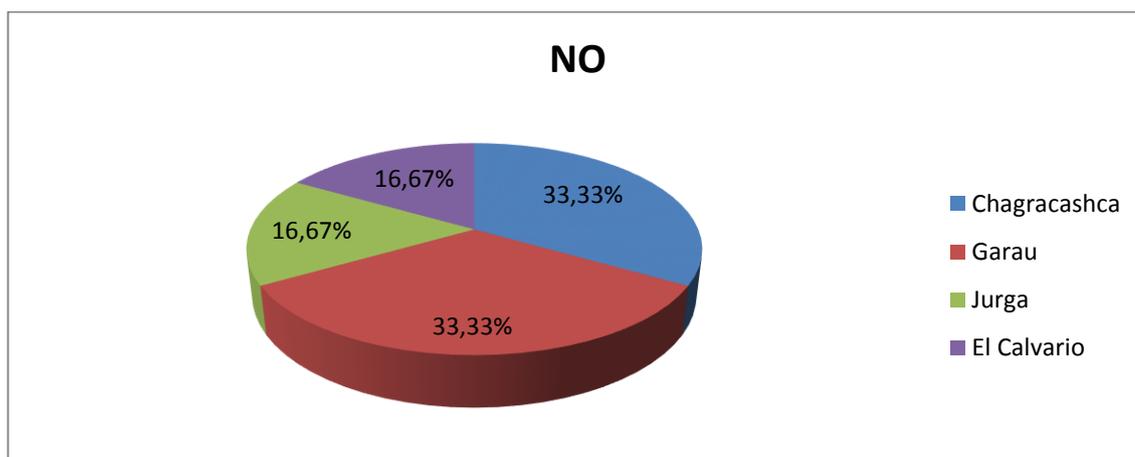
Fuente: Autoría

La mayor parte de las personas está de acuerdo con que se mejore el servicio de agua debido a que las condiciones actuales de abastecimiento no son las mejores, de esta manera cambiara la calidad de vida de las personas.

Según los análisis realizados de un total del 100% de personas que si están de acuerdo con la mejora del servicio, en Chagrashca está el 35.89% que son 89 familias de 248, en Garau el 27.82% con 69 familias, en Jurga el 26.61% con 66 familias, y en El Calvario el 9.68% que corresponde a 24 familias.

No

Figura 59: Mejoramiento del servicio de agua-No está de acuerdo



Fuente: Autoría

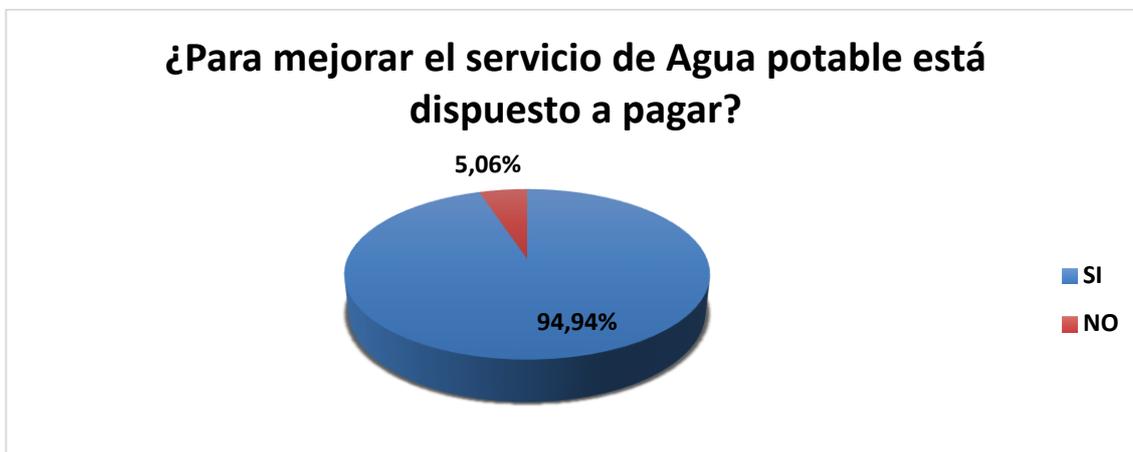
De un total de 100% de personas que no están de acuerdo con la mejora del servicio en Chagrashca está el 33.33%, en Garau el 33.33%, en Jurga el 16.67% y en El Calvario el 16.67%, que es una cantidad mínima comparada con las personas que si quieren, el motivo por lo que las personas no quieren es debido a que piensan que el agua que tiene en buena y satisface sus necesidades y por miedo a que los costos sean elevados. Por lo que en los dos primeros sectores, Chagrashca y Garau, con 2 personas; y en Jurga y El Calvario es 1 persona por cada sector.

¿Para mejorar el servicio de agua potable está dispuesto a pagar?

De las 257 encuestas respondidas que representa el 100% de las familias de la comunidad de Piruncay encuestadas, se obtuvo que el 94.94% que son 244 familias

están dispuestas a pagar por el mejoramiento del servicio de agua potable y el 5.06% que son 13 familias no están dispuestas a pagar por el mejoramiento del mismo.

Figura 60: Está dispuesto a pagar

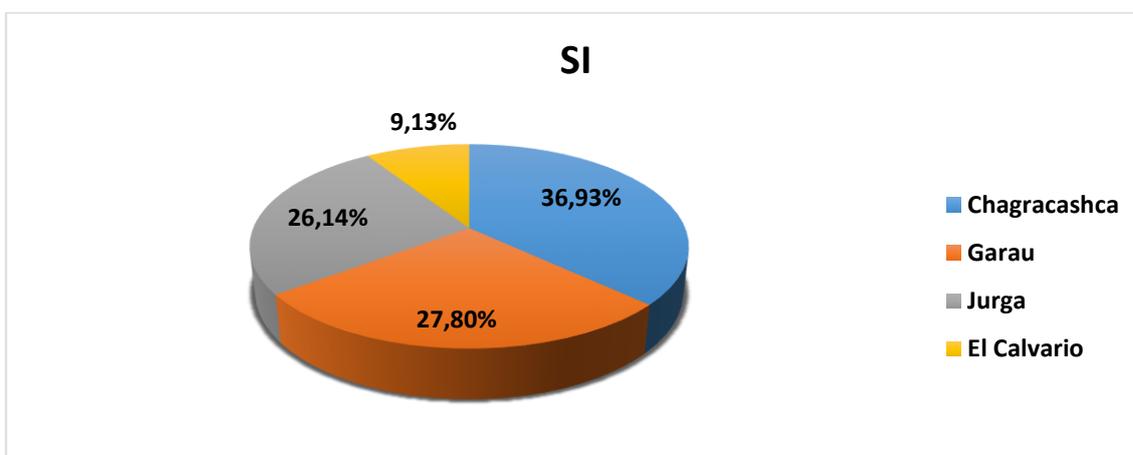


Fuente: Autoría

Con respecto a si están de acuerdo con pagar para mejorar el servicio se obtuvieron los siguientes datos en porcentaje de cada sector, los cuales se observan en los gráficos que se muestran a continuación:

Si

Figura 61: Está dispuesto a pagar-Si está dispuesto



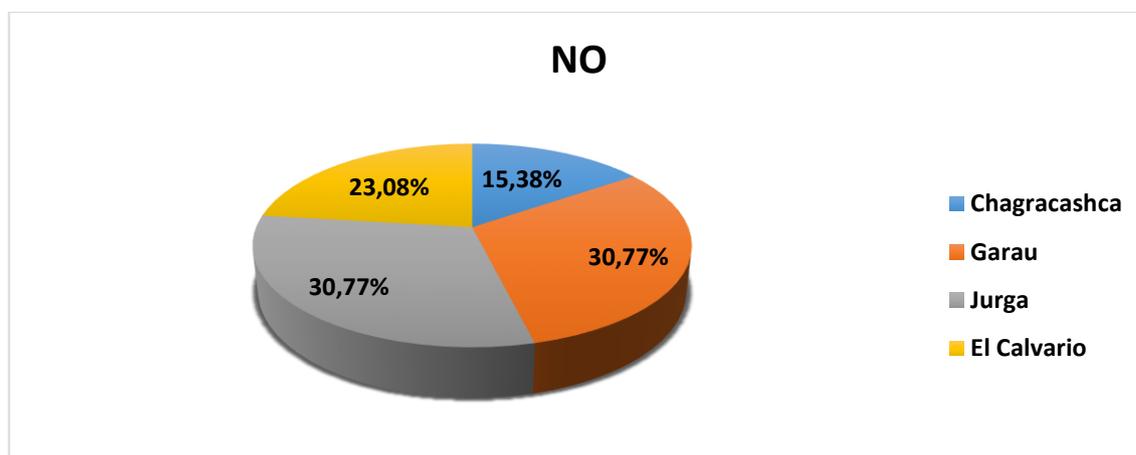
Fuente: Autoría

Las personas de la comunidad que se abastecen del servicio de agua pagan mensualmente un valor por el mismo, por ello al momento de realizar las encuestas la mayor parte estuvo de acuerdo con el pago para la mejora del servicio siempre y cuando el servicio sea bueno y llegue agua limpia a sus hogares.

De un total de 100% de personas que si quieren pagar para mejorar el servicio en Chagrashca está el 36.93% con 89 familias, en Garau el 27.80% con 67 familias, en Jurga el 26.14% con 63 familias, y en El Calvario el 9.02% con 22 familias.

No

Figura 62: Está dispuesto a pagar-No está dispuesto



Fuente: Autoría

El porcentaje de personas que no quieren pagar el servicio es mínimo, pero objetaron que su respuesta es negativa debido a que no cuentan con los ingresos necesarios para pagarlo.

De un total de 100% que son 13 personas que no quieren pagar para mejorar el servicio en Chagrashca está el 15.38% que son 2 personas, en Garau el 30.77%, en Jurga el 30.77%, en los dos últimos sectores son 4 personas, y en El Calvario el 23.08% con 3 personas.

2.4. Revisión de la normativa a utilizar

Para realizar el diseño del sistema se utilizará la norma CO 10.7-602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural del CODIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCION DE OBRAS SANITARIAS por ser la legislación aplicable en este caso.

Otra razón por la que será utilizada es porque esta normativa es la que exige el MIDUVI, Ministerio de desarrollo urbano y vivienda cuya misión es: “asegurar un hábitat adecuado y sustentable para las poblaciones urbanas y rurales; y cuya visión es: lograr el desarrollo sustentable, equilibrado y solidario del hábitat de las poblaciones, contribuyendo a una mejor calidad de vida.

CAPÍTULO III

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1. Parámetros de diseño

Como ya se mencionó anteriormente se utilizará la norma CO 10.7-602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, de esta norma se obtendrán los parámetros de diseño a ser aplicados en nuestro proyecto.

3.1.1. Definiciones generales

“Período de diseño: tiempo durante el cual la obra cumple su función satisfactoriamente sin necesidad de ampliaciones.

Población futura: número de habitantes que se espera tener al final del período de diseño.

Dotación media actual: cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al inicio del período de diseño.

Dotación media futura: cantidad de agua potable, consumida diariamente, en promedio, por cada habitante, al final del período de diseño.

Caudal medio anual: caudal de agua, incluyendo pérdidas por fugas, consumido en promedio, por la comunidad.

Caudal máximo diario: caudal medio consumido por la comunidad en el día máximo de consumo.

Caudal máximo horario: caudal de agua consumido por la comunidad durante la hora de máximo consumo en un día.

Nivel de servicio: grado de facilidad y comodidad con el que los usuarios acceden al servicio que les brindan los sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas o residuos líquidos.

Fugas: cantidad no registrada de agua, perdida por escape del sistema.

Factor de mayoración máximo diario (KMD): es la relación entre el caudal máximo diario y el caudal medio.

Factor de mayoración máximo horario (KMD): es la relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio.”²⁷

3.1.2. Período de diseño

De acuerdo a la Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, capítulo 5, numeral 4.1 el proyecto se diseñara para un período de 20 años.

3.1.3. Población de diseño

De acuerdo a la Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural, capítulo 5, numeral 4.2, la población de diseño se calculará en base a la población actual, siguiendo el método geométrico.

Cálculo de la población futura

$$Pf = Pa. (1 + r)^n$$

Dónde:

Pf = población futura (habitantes)

Pa = población actual (habitantes)

r = tasa de crecimiento geométrico de la población expresado como fracción decimal

n = período de diseño (años)

Para la población actual el número de habitantes que se obtuvo a través de las encuestas socio-económicas son 960, lo que nos da un promedio de 3 habitantes por

²⁷ Norma CO 10.7-602 que se utiliza para Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. Quinta parte. Bases de diseño, numeral 3 Definiciones.

vivienda, para tener un valor más exacto de habitantes se sumaron las casas donde por diferentes razones no se pueden obtener el número de personas que habitan en dichas viviendas y multiplicamos por el promedio de habitantes por vivienda.

Viviendas	Hab/Vivienda	Pa (hab)
32	3	96

Población actual (Pa)

La población actual sería igual a $960+96=1056$ habitantes.

La tabla utilizada para el valor del índice de crecimiento es la 5.1 (TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL) de la norma, que se muestra a continuación:

Tabla 4: Tasas de crecimiento poblacional

TASAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	
REGIÓN GEOGRÁFICA	r (%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural

Escogimos el valor de 1% debido a que la comunidad de Piruncay en el cantón Sigsig que se encuentra en la región sierra.

n= 20 años

Cálculo:

Tabla 5: Población futura

Pa	1056	hab
r (%)	1	0,01
n	20	anos
Pf=	1289	hab

Fuente: Autoría

3.1.4. Nivel de servicio

Para ver el nivel de servicio se utilizó la tabla 5.2 (NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICION DE EXCRETAS Y RESIDUOS LIQUIDOS) de la norma, que se muestra a continuación:

Tabla 6: Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos sólidos

NIVELES DE SERVICIO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS SÓLIDOS		
Nivel	Sistema	Descripción
0	AP EE	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario.
Ia	AP EE	Grifos públicos. Letrinas sin arrastre de agua.
Ib	AP EE	Grifos públicos con más unidades de agua para lavado de ropa y baño. Letrinas sin arrastre de agua.
IIa	AP EE	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa. Letrinas con o sin arrastre de agua.
IIb	AP ERL	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa. Sistema de alcantarillado sanitario.

Fuente: Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural

De la tabla anterior se concluye que el nivel de servicio es el IIb-AP, debido a que el proyecto es un sistema de agua potable, y se consideran conexiones domiciliarias con más de un grifo por casa.

3.1.5. Dotación

La norma nos presenta la tabla 5.3 (DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO), donde se obtiene una dotación dependiendo de los niveles de servicio, la tabla se muestra a continuación:

Tabla 7: Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

DOTACIONES DE AGUA PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO		
Nivel de servicio	Clima Frío	Clima Cálido
	(lt/hab*día)	(lt/hab*día)
Ia	25	30
Ib	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural

Debido a que el nivel de servicio que nos corresponde es el IIb y el clima de la comunidad de Piruncay es frío, la dotación correspondiente es de 75 lt/hab*día.

Sin embargo como el caudal adjudicado es de 3,69l/sg, la dotación se puede considerar mayor según las recomendaciones de la norma CO 10.7-601, que se utiliza para Sistemas de abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana.

La norma nos presenta la tabla V.3 (DOTACIONES RECOMENDADAS), que nos da la dotación dependiendo de los habitantes y el clima.

Tabla 8: Dotaciones recomendadas

DOTACIONES RECOMENDADAS		
Población	Clima	Dotación Media Futura
Habitantes		(lt/hab*día)
Hasta 5000	Frío	120-150
	Templado	130-160
	Cálido	170-200
5000 a 50000	Frío	180-200
	Templado	190-220
	Cálido	200-230
Más de 50000	Frío	>200
	Templado	>220
	Cálido	>230

Fuente: Norma CO 10.7-601. Sistemas de abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana

En nuestro caso contamos con un clima frío y con 1289 habitantes por lo que la dotación con la que se realizarán los cálculos es de 150 lt/hab*día, en los cálculos se podrá observar la variación de los caudales con la dotación antes mencionada y con la actual.

3.1.6. Variaciones de consumo

Dentro de este punto se calculan los diferentes caudales necesarios para el diseño:

Caudal medio

$$Qm = f * \left(\frac{P * D}{86400} \right)$$

Dónde:

$Qm =$ caudal medio (l/sg)

$f =$ factor de fugas

$P =$ población al final del período de diseño

$D =$ dotación futura (l/hab * día)

Datos:

f=20%

Para obtener este factor de fugas se utilizó la tabla 5.4 de la norma, que se muestra a continuación:

Tabla 9: Porcentaje de fugas a considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable

PORCENTAJE DE FUGAS A CONSIDERARSE EN EL DISEÑO DE SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	
Niveles de servicio	Porcentaje de Fugas
Ia y Ib	10%
IIa y IIb	20%

Fuente: Norma CO 10.7-602. Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural

En donde por tener un nivel de servicio IIb, el porcentaje de fugas para el cálculo de los diferentes caudales de diseño es el 20%.

P=1289 hab.

Cálculo:

Tabla 10: Caudal medio

f	20	20	%
P	1289	1289	hab
D	75	150	Lt/hab*día
Qm	0,22	0,45	lt/sg

Fuente: Autoría

Caudal máximo diario

$$QMD = KMD \cdot Qm$$

Dónde:

*QMD = caudal máximo diario (l/sg)**KMD = factor de mayoración máximo diario**Qm = caudal medio (l/sg)***Datos:****KMD**= 1.25 para todos los niveles de servicio**Cálculo:**

Tabla 11: Caudal máximo diario

KMD	1,25	1,25	factor
Qm	0,22	0,45	lt/sg
QMD	0,28	0,56	lt/sg

Fuente: Autoría

Caudal máximo horario

$$QMH = KMH \cdot Qm$$

Dónde:

QMH = caudal máximo horario (l/sg)

KMH = factor de mayoración máximo horario

Qm = caudal medio (l/sg)

Datos:

$KMH= 3$ para todos los niveles de servicio

Cálculo:

Tabla 12: Caudal máximo horario

KMH	3	3	factor
Qm	0,22	0,45	lt/sg
QMH	0,67	1,34	lt/sg

Fuente: Autoría

Tabla resumen de resultados

Tabla 13: Tabla resumen-parámetros de diseño

PARÁMETROS DE DISEÑO		
Período de diseño	20	Años
Población actual (Pa)	1056	Hab
Población futura (Pf)	1289	Hab
Tasa de crecimiento (r%)	1	%
Dotación (D)	150	lt/hab*día
Caudal Medio (Qm)	0,45	lt/sg
Caudal Máximo Diario (QMD)	0,56	lt/sg
Caudal Máximo Horario (QMH)	1,34	lt/sg

Fuente: Autoría

Considerando que el caudal adjudicado para la comunidad de Piruncay es de 3,69 lt/sg y este es mayor al encontrado en los cálculos, se ha decidió diseñar la obra de captación y conducción para el caudal máximo adjudicado, pero la red de distribución y la planta de tratamiento únicamente para el caudal necesario de acuerdo al cálculo realizado.

3.1.7. Parámetros de la captación

Debido a que la contaminación del agua no es elevada se optó por el diseño de una captación sencilla, la misma que estará formada por una tubería perforada que permita el ingreso del agua de la fuente, una caja de recolección de agua donde se considerara un tiempo de retención para que la misma sirva como desarenador.

Cálculo del volumen de la caja de recolección

$$v = Q \cdot t$$

Dónde:

$v = \text{volumen de la caja (m}^3\text{)}$

$Q = \text{caudal (m}^3\text{/sg)}$

$t = \text{tiempo de retencion (sg)}$

Cálculo de las dimensiones de la caja de recolección

$$v = L \cdot b \cdot h$$

Dónde:

$L = \text{longitud(m)}$

$b = \text{base(m)}$

$h = \text{altura(m)}$

Para calcular la longitud (L) de la caja nos imponemos, b y h.

3.1.8. Parámetros de la línea de conducción

La conducción se diseñará tomando en cuenta el concepto de conducción forzada, los parámetros a considerar para el diseño de la conducción se tomarán de la Norma Co 10.7 602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos en el área rural que indica lo siguiente:

- Este tipo de conducción podrá ser por gravedad o por bombeo. En este caso se utilizará por gravedad.
- La presión dinámica mínima será de 5m en la línea de conducción.
- Deberá considerarse de manera importante que la presión de trabajo en todos los puntos de la tubería, no podrá superar la impuesta por el fabricante de la tubería a emplear.
- Para el diseño deberán tomarse en cuenta las presiones estáticas, dinámicas y las sobrepresiones que provoca el golpe de ariete.
- El diámetro mínimo de las tuberías en línea de conducción deberán ser de 25mm que es 1”.

Pérdidas de carga

Se debe considerar las pérdidas de carga, para las cuales utilizaremos la fórmula experimental de Hazen-Williams.

$$j = 10,643 \cdot Q^{1,85} \cdot C^{-1,85} \cdot D^{-4,87}$$

Dónde:

j = pérdida de carga unitaria (m/m)

C = coeficiente de Hazen – Williams

Q = caudal (m³/sg)

D = diámetro (m)

Valores del coeficiente C de Hazen Williams

En función de las pérdidas de carga, se presenta a continuación una tabla en la cual dependiendo de los diámetros y el material a utilizar, se obtiene el valor del coeficiente de Hazen-Williams.

Tabla 14: Coeficientes de rugosidad de Hazen Williams

Material	Diámetro	C
Hierro dúctil	100 - 400	130
PVC	315	140
	250	140
	200	120
	160	120
	110	120
	63	100

Fuente: ETAPA EP (Marzo 2007). Estudios de actualización hidráulica sanitaria del diseño de las redes de distribución de agua potable

En este caso el material a utilizar en la conducción es PVC cuyo coeficiente es 140 que fue el valor que se utilizó para simular la conducción en el programa EPANET.

3.1.9. Parámetros de la planta de tratamiento

Según nos indica la Norma Co 10.7 602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos en el área rural, la capacidad de la planta de potabilización será 1,10 veces el caudal máximo diario al final del período de diseño, además indica que en cualquier tipo de agua se tomará la desinfección como tratamiento mínimo.

Caudal

Debido a los parámetros que establece la norma para el diseño de la planta se tomará un caudal de 0,62 lt/sg, donde el caudal restante de 3,69 lt/sg podrá ser utilizado de diferente manera según se requiera.

3.1.9.1. Estructura de la planta de tratamiento de agua

Cajón de recolección

$$V = Q * t$$

Dónde:

V = volumen del tanque (m³)

Q = caudal de entrada (m³/sg)

t = tiempo de retención (min)

Cálculo de las dimensiones del cajón

$$L = \frac{V}{b \cdot h}$$

Las dimensiones ancho de la cámara (b) y la altura del agua (h) nos imponemos.

Cálculo del vertedero triangular

Altura del agua del vertedero (H)

$$H = \left(\frac{Qf}{1.40} \right)^{2/5}$$

Dónde:

Qf = caudal de filtración (lt/sg)

Altura del vertedero (h)

$$h = 2 * H$$

Dónde:

$H =$ altura del agua en el vertedero (m)

Longitud del vertedero (Lv)

$$Lv = 2 * h * \tan \frac{\alpha}{2}$$

Dónde:

$h =$ altura del vertedero (m)

$\alpha =$ ángulo del vertedero (90°)

Ancho del agua del vertedero (a)

$$a = 2 * H$$

Dónde:

$H =$ altura del agua en el vertedero (m)

Área del vertedero (A)

$$A = H * a$$

Dónde:

$H =$ altura del agua en el vertedero (m)

$a =$ ancho del agua en el vertedero (m)

Velocidad del agua en el vertedero (V)

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

Dónde:

$Qf =$ caudal de filtración (lt/sg)

$A =$ área del vertedero (m^2)

Longitud de la cámara

$$y = \frac{1}{2} * g * t^2$$

Dónde:

$g = \text{gravedad (m}^2/\text{sg)}$

$t = \text{tiempo de retención (sg)}$

3.1.9.2. Tratamiento a emplear

Debido a que se optó por la tecnología de filtración en múltiples etapas (FIME), el método convencional de tratamiento estará en función de las siguientes tablas.

3.1.9.2.1. Nivel de riesgo

Tabla 15: Método convencional de tratamiento FIME

NIVEL DE RIESGO			
Análisis	Baja	Intermedia	Alta
Turbiedad	<= 10 UNT	< 20 UNT	< 50 UNT
Color	<= 20 UPC	< 30 UPC	< 40 UPC
Coliformes Fecales	< 500 NMP/100ml	< 10000 NMP/100ml	< 20000 NMP/100ml
No. de Niveles	F.G.D + F.L.A	F.G.D + F.L.A + F.G.C.	F.G.D+ 2 F.G.S + F.L.A
	2 Niveles	3 Niveles	4 Niveles

Fuente: Sánchez, Luis Darío; Sánchez Alex, Galvis Gerardo, Jorge, Larrote

Los resultados obtenidos de los análisis de agua se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 16: Nivel de riesgo-resultados

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS		
Parámetro	Cantidad	Límite
Turbiedad	8.99 UNT	<= 10 UNT
Color		<= 20 UPC
Coliformes Fecales	155	< 500 NMP/100ml
		F.G.D + F.L.A

Fuente: Autoría

3.1.9.2.2. Selección del proceso de tratamiento

Con los resultados obtenidos se concluye que el nivel de riesgo es bajo por lo que el sistema estará formado de acuerdo al nivel de riesgo que posee la fuente, en el caso de la quebrada de Allaczela se seleccionó un tratamiento mediante filtro grueso dinámico, filtro lento de arena y finalmente una desinfección mediante cloración.

3.1.9.2.3. Filtro grueso ascendente (FGA)

Es importante considerar que el filtro grueso ascendente (FGA) es igual al filtro grueso dinámico (FGD). Este tratamiento es usado con el fin de disminuir el color que presenta el agua de la fuente.

Partes del filtro ascendente:

- **Cámara de filtración**

Es importante considerar que la altura del filtro está en función del lecho de grava, nivel de agua, altura de agua adicional que se utiliza para el lavado hidráulico y el borde libre.

Las dimensiones de la cámara están en función del caudal para lavado superficial y en función de la velocidad superficial de flujo, esta debe estar diseñada de tal manera que pueda contener el sistema de drenaje, lecho filtrante y la altura de agua sobre el lecho.

- **Lecho filtrante**

El lecho está formado por granos de arena dura y redonda, los cuales deben estar libres de cualquier impureza, para asegurar que el agua filtrante sea de buena calidad.

- **Estructuras de entrada y salida**

La estructura de entrada está constituida por un canal que traslada el agua hasta la cámara de entrada a los filtros, en la que se reúnen tres tuberías: la de entrada de agua, de rebose y de distribución hacia el lecho filtrante.

Por el contrario la salida está formada por una tubería perforada ubicada en el fondo del lecho filtrante, que tiene la función de trabajar como dren y además la función de recolectar agua filtrada.

- **Sistema de drenaje y cámara de lavado**

La descarga de la tubería de drenaje, debe ubicarse entre 1.5 y 2.0 m por debajo de la losa de fondo del filtro grueso. La carga estática de agua para lavado en contraflujo, que es la diferencia entre el nivel de agua máximo en el filtro grueso ascendente durante el lavado y el nivel de descarga de la tubería de drenaje en la cámara de lavado debe estar entre los 2.5 y 3.0 m.

- **Accesorios de regulación y control**

Dentro de los accesorios utilizados dentro de estos filtros se pueden mencionar a las válvulas que se encargaran de la regulación del caudal, vertederos, y además dispositivos de entrada a cada etapa de tratamiento, necesarias para controlar los procesos.

Granulometría del lecho filtrante

Figura 63: Lecho filtrante recomendado para filtros gruesos ascendentes

Lecho filtrante recomendado para Filtros Gruesos Ascendentes

Tamaño de grava (mm)	Altura (m)					
	FGAC	FGAS2		FGAS3		
		1	2	1	2	3
19 - 25	0,30*	0,30*		0,30*	0,20*	
13 - 19	0,20–0,30	0,30– 0,45	0,20*	0,15	0,15*	0,15*
6 - 13	0,15–0,20	0,30– 0,45	0,15*	0,45–0,75	0,15*	0,15*
3 - 6	0,15–0,20		0,30–0,45		0,40-0,70	0,15*
1,6 - 3	0,10–0,20		0,25–0,40			0,45-0,75
Total (m)						
Soporte	0,30	0,30	0,35	0,30	0,50	0,45
Lecho Filtrante	0,60–0,90	0,60– 0,90	0,55-0,85	0,60–0,90	0,40-0,70	0,45-0,75

* Lecho soporte

FGAS2: Filtración Gruesa Ascendente en Serie de 2 etapas

FGAS3: Filtración Gruesa Ascendente en Serie de 3 etapas

Fuente: ETAPA EP (2012-214). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para Cuenca

Criterios de diseño

En esta tabla se muestran los criterios de diseño para los filtros gruesos ascendentes que deberán ser tomados en cuenta para un correcto diseño de los mismos:

Figura 64: Guías de diseño para filtros gruesos ascendentes

Guías de diseño para Filtros Gruesos Ascendentes

Criterio	Valores recomendados
Período de diseño (años)	8 – 12
Período de operación (h/d) (*)	24
Velocidad de filtración (m/h)	0,3 – 0,6
Número mínimo de unidades en serie:	
- FGAC	1
- FGAS	2 – 3
Área de filtración por unidad (m ²)	< 20
Lecho filtrante:	
Longitud total (m)	
- FGAC	0,6 – 0,90
- FGAS	1,15 – 2,35
Tamaño (mm)	
Lecho de soporte total	
- Longitud (m)	0,30 – 1,25
- Tamaño (mm)	
Altura del sobrenadante de agua (m)	0,10 – 0,20
Carga estática mínima de agua para lavado en contra flujo (m)	3,0

Fuente: CINARA 1999

Fuente: ETAPA EP (2012-214). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para Cuenca

Eficiencias del tratamiento por filtros grueso ascendentes

En la siguiente tabla se indica los aspectos positivos del uso de este elemento dentro de la planta de tratamiento.

Tabla 17: Eficiencias de tratamiento por FGA

EFICIENCIAS DE TRATAMIENTO POR FGA	
Parámetro	Reducción típica
Sólidos suspendidos	Se logra reducir hasta el 95%, el 90% por lo general se reporta en fuentes con altos contenidos de sólidos suspendidos, en fuentes donde estos tienen un rango de 5 a 50 mg/l se remueve del 50 al 90%.
Turbiedad	Se reduce del 50 al 80% en fuentes superficiales localizadas en valles, siendo mayor en fuentes superficiales de ladera es decir con una remoción del 50 al 90%.
Color real	Se reduce entre el 20 y 50%.
Hierro, manganeso	Se reduce aproximadamente el 50%
Coliformes termorresistentes	Se reduce entre 0,65 y 2.5 unidades logarítmicas siendo mayor para este filtro, tratando con contaminación bacteriológica de 20000 a 100000 UFC/100 ml y contenidos de sólidos suspendidos entre 20 y 200 mg/l. Es menos eficiente en fuentes con calidad bacteriológica entre 500 y 20000 UFC/100 ml.

Fuente: ETAPA EP (2012-214). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para Cuenca

3.1.9.2.4. Filtro lento de arena (FLA)

Esta parte del tratamiento se utiliza con el fin de demostrar la presencia de coliformes fecales en el agua de la fuente, por lo que nos indicaría si se necesita un tratamiento biológico utilizando este tipo de tratamiento.

Partes del filtro lento

- **Caja de filtración y su estructura de entrada**

La caja del filtro posee un área limitada por el caudal con el que se va a trabajar, la tasa de filtración y el número de filtros que permitan operar en paralelo.

Por el contrario la estructura de entrada está formada por un vertedero de excesos, canales para distribución, dispositivos para medición y control de flujo, cámara de entrada y ventana de acceso al filtro.

- **Lecho filtrante**

Es importante considerar que el lecho debe estar constituido por arena dura y que tenga forma redondeada libre de cualquier tipo de impurezas.

- **Capa de agua sobrenadante**

El agua sobrenadante debe estar entre 1.0 a 1.5 m. y de tener un borde libre entre los 0.2 y 0.3 m, según se indica en los criterios de cálculo.

- **Sistema de drenaje, que incluye lecho de soporte y cámara de salida**

El nivel mínimo del filtro se controla mediante el vertedero de salida, el cual se debe ubicar en el mismo nivel o 0.10 m. por encima de la superficie del lecho filtrante.

- **Conjunto de dispositivos para regulación, control y rebose de flujo**

Dentro de este punto están incluidas válvulas para controlar entrada de agua pre-tratada y regular velocidad de filtración, así como dispositivos de drenaje, conexión para llenado del lecho con agua limpia, válvula para drenar el lecho, para desechar agua tratada, para suministrar agua tratada al depósito de agua limpia, vertedero de entrada, salida y de excesos.

Criterios de diseño

Figura 65: Criterios de diseño recomendados por autores y países para filtros lentos de arena

Criterios de diseño recomendados por autores y países

Criterio de diseño	Recomendación			
	Huisman and Wood (1974)	Ten States Standards (1987)	Visscher et al. USA (1987)	Cinara, IRC (1997) Colombia
Período de diseño (años)	n.e.	n.e.	10 - 15	8 – 12
Período de operación (h/d)	24	n.e.	24	24
Velocidad de filtración (m/h)	0,1-0,4	0,08-0,24	0,1-0,2	0,1-0,3
Altura de arena (m)				
Inicial	1,2	0,8	0,9	0,8
Mínima	0,7	n.e.	0,5	0,5
Diámetro efectivo (mm)	0.15-0.30	0.15-0.35	0.30-0.45	0.15-0.30
Coefficiente de uniformidad				
Aceptable	<3	≤2.5	<5	<4
Deseable	<2	n.e.	<3	<2
Altura del lecho de soporte incluye drenaje (m)	n.e.	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25
Altura de agua sobrenadante (m)	1-1,5	0,9	1	0,75 (*)
Borde libre (m)	0,2-0,3	n.e.	0,1	0,1
Área superficial máxima por módulo (m ²)	n.e.	n.e.	<200	<100

(*) Con desarrollo exponencial en la pérdida de carga en estudios a nivel piloto
n.e.: no especificado.

Fuente: ETAPA EP (2012-214). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para Cuenca

3.1.9.2.5. Diseño de los filtros

Tabla 18: Diseño para el filtro grueso ascendente y el filtro lento de arena

Sistema	Tasa de Filtración	Altura(m)	Granulometría	Material soportante	Material Sobrenadante
F.G.D	24 - 36 m/d	0.6 m	0.2 m	3 - 6 mm	
			0.2 m	6 - 13 mm	
			0.2 m	13 - 25 mm	
F.G.C y F.G.S.	7 - 15 m/d	0.6 - 0.9 m	0.1 m	1.5 - 3 mm	0.3 m
			0.15 m	3 - 6 mm	
			0.15 m	6 - 13 mm	
			0.2 m	13 - 19 mm	
F.L.A	2 - 12 m/d	0.8 m	0.15 - 0.3 m	0.2 m	0.8 m

Fuente: Autoría

Obtención del área de los filtros

Para la obtención de las áreas de los filtros debo escoger una tasa de filtración.

- Para el filtro grueso dinámico (FGD) está entre 24-36 m/d.
- Para el filtro lento de arena (FLA) está entre 2-12 m/d.

$$A = \frac{Q/2}{Tasa\ de\ filtracion}$$

Dónde:

$Q = caudal\ (m^3/sg)$

Múltiples

- **Filtro grueso dinámico**

Ecuaciones para el cálculo de los caudales

Caudal de lavado (QL)

$$QL = Aneta * VL$$

Dónde:

VL = velocidad de lavado (m/h)

Caudal del orificio (Qo)

$$Qo = \left(\frac{\pi \cdot \emptyset^2}{4} \right) * Vo$$

Dónde:

\emptyset = diámetro del orificio (mm)

Vo = velocidad del orificio (m/sg)

Cálculo del sistema de drenaje; laterales y orificios

El número de laterales depende de la longitud del filtro

$$No = \frac{\left(\frac{QL}{Laterales} \right)}{Qo}$$

Dónde:

No = número de orificios (u)

QL = caudal de lavado (m³/sg)

Qo = caudal del orificio (m³/sg)

Laterales = el número de laterales depende de la longitud del filtro (u)

Comprobación

Debe cumplir entro 0,15-0,5%

$$\frac{A_o}{A_f} = \frac{N_o * Laterales * A_o}{A_f}$$

Dónde:

N_o = número de orificios (u)

A_o = área de orificios (número de orificios (m^2))

A_f = área del filtro (m^2)

Obtención del diámetro del colector lateral y principal**Alateral**

$$A_{lateral} = \frac{N_o * A_o}{(0,3 - 0,5)}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{A_{lateral} * 4}{\pi}}$$

Aprincipal

$$A_{principal} = \frac{\text{Area } \phi \text{ comercial del lateral}}{(0,3 - 0,5)}$$

$$\phi = \sqrt{\frac{A_{principal} * 4}{\pi}}$$

Otras comprobaciones

$$\frac{A_o}{A_{lateral}} = \frac{N_o * \left(\frac{\pi * \phi^2}{4}\right)}{A_{lateral}} = 0,3 - 0,5$$

$$\frac{A_{lateral}}{A_{principal}} = 0,3 - 0,5$$

- **Filtro lento de arena**

Para el filtro lento de arena se sigue el mismo procedimiento del filtro grueso dinámico.

- **Pérdidas**

Para obtener las pérdidas utilizamos las siguientes ecuaciones de cálculo:

Pérdidas por fricción en las tuberías

$$hf = \frac{10,667 * L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}$$

Dónde:

L = longitud (m)

D = diámetro de la tubería(m)

Q = caudal (m³/sg)

C = constante (140)

Pérdidas en los Accesorios

$$hf = \sum k * \frac{v^2}{2g}$$

Dónde:

k = sumatoria de accesorios

v = velocidad (m/d)

g = gravedad (m²/sg)

Pérdidas en el lecho

$$hf = 1,067 * Cd * \frac{L * v^2}{e^4 * d * g}$$

Dónde:

Cd = constante

L = longitud (m)

v = tasa de filtración(m/d)

e = porosidad

d = diámetro(m)

g = gravedad (m²/sg)

$$Cd = \frac{24}{Re} + \frac{3}{\sqrt{Re}} + 0,34$$

Re = número de Reynold

$$Re = \frac{v * d}{\mu}$$

Dónde:

v = tasa de filtración(m/d)

d = diámetro(m)

μ = viscosidad

Pérdida en los orificios

$$hfo = \frac{1}{2g} * \left(\frac{vb}{\alpha * \beta} \right)^2$$

Dónde:

g = gravedad (m²/sg)

vb = velocidad de circulación en el filtro (m/d)

α = constante (0,61)

β = Aorificio/Alateral

Pérdida por Lavado

$$hfL = 20 * vb * L$$

Dónde:

vb = velocidad de circulación en el filtro (m/d)

L = lecho(m)

$$hfo = \frac{1}{2g} * \left(\frac{vb}{\alpha * \beta} \right)^2$$

3.1.9.3. Cloración (Desinfección)

El proceso de desinfección se realiza al agua que proviene del filtro lento, la misma que pasará directamente a la caseta de cloración la misma que tendrá las dimensiones adecuadas para almacenar el agua que va a recibir el tratamiento correspondiente y facilitar las operaciones de cloración en el mismo.

Para la desinfección del agua se aplicarán compuestos de cloro como el hipoclorito de sodio, el mismo que será aplicado a través de un dosificador automático, para la dosificación del cloro por goteo.

La dosificación será de tal manera que permita un cloro residual en los puntos más alejados de la red entre 0.40 y 0.20 mg/l.

Donde según el pH obtenido del agua podemos utilizar la siguiente tabla para ver la cantidad de cloro que se debería emplear para la desinfección. En los resultados contamos con un promedio pH de 5,6 por lo que según la normativa el cloro residual libre, en cualquier punto de la red de distribución de agua deberá tomarse y estar dentro de los estos parámetros.

Tabla 19: Mínimas concentraciones residuales de cloro requeridas para una desinfección eficaz del agua

MÍNIMAS CONCENTRACIONES RESIDUALES DE CLORO REQUERIDAS PARA UNA DESINFECCIÓN EFICAZ DEL AGUA		
pH del agua	Cloro libre residual, mg/lit, tiempo mínimo de contacto, 10 minutos	Cloro residual combinado, mg/lit, tiempo mínimo de contacto, 60 minutos
6_7	0,2	1
7_8	0,2	1,5
8_9	0,4	1,8
9_10	0,8	No se recomienda
más de 10	0,8(con mayor período de contacto)	No se recomienda

Fuente: Norma CO 10.7-601. Sistemas de abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana

Demanda de cloro

Debido a que el agua no viene de un área muy contaminada y en los resultados contamos con un pH promedio de 5,6 se utilizará una dosificación de 2 mg/lit, mientras que en la parte alta de la red no superará los 0,5mg/lit por lo que la dosis que se necesita es de 2,5 mg/lit.

3.1.9.4. Tanque de reserva

De acuerdo a la Norma CO 10.7-602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos en el área rural, capítulo 6, numeral 5.5, la capacidad de almacenamiento del tanque de reserva será el 50% del volumen medio diario futuro y no debe ser inferior a 10m³.

Para obtener el volumen que contendrá el tanque de reserva se consideró:

$$V = \frac{(Qm * \frac{86400}{1000})}{2}$$

Dónde:

$$Qm = \text{caudal medio diario } \left(\frac{m^3}{sg}\right)$$

3.1.10. Parámetros de la red de distribución

Los parámetros de diseño a tomar en cuenta para la red de distribución se tomaron en cuenta de la Norma Co 10.7 602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos en el área rural que indica lo siguiente:

- La red de distribución deberá diseñarse para el caudal máximo horario.
- Deberá estar formada por ramales abiertos, mallas o en el caso de que sea necesario una combinación de ambos sistemas.
- Las presiones que deberá cumplir son:
 - Presión estática máxima: 4kg/cm².
 - Presión dinámica máxima: 3kg/cm².
 - Presión dinámica mínima: 0,7kg/cm².
- El diámetro nominal mínimo de los conductos que conforman la red deberá ser de 19mm es decir de ¾”.
- La red debe contar con válvulas que permitan independizar sectores para su operación o mantenimiento, sin que se dé la suspensión del servicio en toda su localidad.

3.1.10.1. Conexiones domiciliarias

En el caso de las conexiones domiciliarias se deberá tomar en cuenta los siguientes parámetros que la norma indica para un correcto diseño y funcionamiento de las mismas:

- Las conexiones deberán ser una por vivienda.
- La conexión deberá estar formada por todos los elementos necesarios para que se conecten perfectamente a la tubería principal y debe además ser económicamente accesible al medio rural.
- Los medidores deberán estar en lugares seguros y de fácil acceso.
- Se excluirá el uso del medidor con razones justificadas y con la aprobación del IEOS.

3.2. Análisis de alternativas del tratamiento

Luego de la obtención de los resultados de los análisis de agua, para saber si el agua de la quebrada Allaczela es apta para el consumo, se realizó un análisis detallado de cuáles podrían ser las alternativas de tratamiento que se le puede dar a la misma, las cuales son dos: la tecnología convencional y la tecnología FIME, las mismas que están descritas a continuación.

3.2.1. Tecnología convencional

Debido a que el caudal que se pretende utilizar para la planta de potabilización de agua está alrededor de 1,66 l/s, basándose en la teoría de la potabilización de agua, no es recomendable escoger este tipo de tratamiento debido a dos razones fundamentales que se explican a continuación:

- Económica: debido a que los implementos y accesorios que se requieren para la utilización de este tipo de tecnología son de un costo elevado, pero solo esto no incrementa la economía sino también los costos de operación y mantenimiento de la misma, por lo que no sería recomendable.
- Operacionabilidad: se tiene dificultad en la operación de esta tecnología ya que esta está formada por procesos no solamente físicos, sino además se complejiza la operación y el manteniendo de los filtros rápidos por su constante necesidad de lavado y limpieza.

3.2.2. Tecnología FIME

Es importante considerar que la elección de la tecnología de potabilización de agua incluye un sin número de factores tanto socio-económicos como factores culturales de la comunidad, disponibilidad de recursos, materiales de construcción, insumos químicos, soporte industrial y finalmente características de la calidad del agua.

El fin de esto es ayudar a la sostenibilidad de los sistemas mediante la implementación de un sistema que tenga una cobertura adecuada que suministre agua apta para que los habitantes puedan consumir con criterios de continuidad, cantidad y calidad a un costo accesible por los usuarios.

Esta tecnología de filtración en múltiples etapas (FIME) guarda conformidad con la capacidad de gestión, operación y mantenimiento de la comunidad debido a que muchas veces no se puede garantizar la disponibilidad de los recursos que se necesitan para el funcionamiento correcto del sistema.

Otro punto a favor de esta tecnología es que en las comunidades su aceptación es buena y en lo referente a administración, operación y mantenimiento del sistema no existen complicaciones ya que se maneja de manera simple a comparación de otros sistemas de tratamiento de agua para consumo humano.

En esta tecnología se da el uso de la filtración lenta en arena para realizar la potabilización del agua, en donde se utiliza como base dos conceptos fundamentales: multibarrera o múltiples etapas de tratamiento y el concepto de tratamiento integrado.

El concepto de múltiples etapas tiene como objetivo remover paulatinamente todos los componentes que estén contaminando el agua, para generar la misma con una calidad más elevada, el agua debe tener un bajo riesgo sanitario antes de la etapa final de tratamiento, generando así una barrera de seguridad.

Es importante tomar en cuenta que en este tipo de tratamiento en múltiples etapas, cada una de ellas trabajará de manera diferente en lo que se refiere a la remoción de contaminantes debido a que cada una tiene un mecanismo de acción diferente.

En lo referente al concepto de tratamiento integrado se debe analizar fortalezas y debilidades de cada una de las etapas de tratamiento con el fin de que el proceso de eliminación de contaminantes sea el adecuado y que sea económicamente accesible.

Generalmente lo que se pretende realizar es separar el material de mayor tamaño en primera instancia y sucesivamente remover el material más pequeño, en el que están incluidos los microorganismos.

Se debe realizar siempre una inspección sanitaria con el objetivo de analizar el nivel de riesgo que tenga la fuente de donde se recogerá el agua, para ello se realizarán análisis de agua tomando en cuenta principalmente los parámetros de turbiedad, color, PH y coliformes fecales.

3.2.3. Normativa nacional empleada

En la siguiente tabla se puede observar los parámetros de calidad del agua a tratarse, los mismos que deben ser analizados directamente por personas especializadas:

Tabla 20: Parámetros de calidad de agua

PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA			
Requisitos	Unidad	Límite deseable	Límite máx. permisible
Turbiedad	FTU	5	20
Olor	---	Ausencia	Ausencia
Sabor	---	Inobjetable 7	Inobjetable
pH	---	- 8. 5	6,5 – 9,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	500	1000
Manganeso(Mn)	mg/l	0,05	0,3
Hierro (Fe)	mg/l	0,2	0,8
Calcio (Ca)	mg/l	30	70
Magnesio(Mg)	mg/l	12	30

Sulfatos (SO ₄)	mg/l	50	200
Cloruros(Cl)	mg/l	50	250
Nitratos (NO ₃)	mg/l	10	40
Nitritos(NO ₂)	mg/l	cero	cero
Dureza CO ₃ Ca	mg/l	120	300
Arsénico (As)	mg/l	cero	0,05
Cadmio (Cd)	mg/l	Cero	0,01
Cromo (Cr)	mg/l	Cero	0,05
Cobre (Cu)	mg/l	0,05	1,5
Cianuros (Cn)	mg/l	cero	cero
Plomo (Pb)	mg/l	cero	0,05
Mercurio (Hg)	mg/l	Cero	cero
Selenio (Se)	mg/l	Cero	0,01
Fenoles	mg/l	Cero	0,01
Cloro libre	mg/l	0,5	0,2 – 1 residual
Coliformes NMP/100cm ³	NMP/100cm ³	Ausencia	Ausencia
Bacterias aerobias total.	Colonias/cm ³	Ausencia	30
Estroncio 90	Pc/l	Ausencia	8
Radio 226	Pc/l	Ausencia	3
Radiación total	Pc/l	Ausencia	1 000

Fuente: Norma 1108 Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 2010)

3.3. Sectorización de la red de distribución

El objetivo de la sectorización de la red de distribución es saber cuáles son las áreas de aporte a las que se abastece cada sector de la red que están divididos por los tanques rompe presiones, a continuación se presenta una tabla de con las áreas de aporte de cada uno de los sectores:

Tabla 21: Áreas de aporte de la red de distribución

ÁREAS DE APOORTE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN	
Sector	Área
No.	m2
1	254904,74
2	53909,95
3	188892,46
4	11659,86
5	465305,39
6	52450,39
7	13704,67
8	342003,04
9	24904,10
10	409379,77
11	262192,55
12	79515,35
13	146907,92
14	128484,13
15	362381,56
16	30771,07
17	320027,67
18	43539,61
19	512328,22
20	21802,59
21	53087,95
22	31304,23
23	65877,55
24	110609,74
25	17118,72
26	150916,32

27	20040,44
28	278954,30
29	119768,52
30	179036,55
31	91004,44
32	84116,90
33	129008,71
34	66396,56
35	107584,86
36	140051,83

Fuente: Autoría

Además en los anexos de planos se muestra el plano con las áreas de aporte.

Ver anexo 5. Plano con las áreas de aporte por sector

3.4. Análisis de alternativas de materiales y accesorios a utilizar

Para la selección de los materiales de tuberías y accesorios es necesario contar con buenos criterios de selección con el fin de buscar los mejores materiales que satisfagan al diseño que se plantea, siempre tratando de buscar aquellos cuya calidad sea alta y garantice el buen funcionamiento del proyecto durante la vida útil del mismo.

3.4.1. Criterios de selección

La selección del tipo de tubería adecuada estará sometida a un sin número de consideraciones técnico-económicas, las mismas que servirán de mucha ayuda para definir el tipo de tuberías que dependiendo del proyecto serán instaladas, las consideraciones a tomar en cuenta se clasifican en varios campos, donde se muestran

los aspectos a ser tomados en cuenta en cada uno, los mismos que se detallan a continuación:

Condiciones de Servicio

- Se deberán tomar en cuenta las presiones estáticas, presiones dinámicas y sobrepresiones que se generan por efectos transitorios y que además se generan por la presencia de los golpes de ariete.
- Además se deberá considerar las condiciones de carga de suelos, posibles asentamientos y la presencia de cargas cíclicas.
- Y finalmente se deberá verificar el potencial de corrosión de las tuberías debido a suelos agresivos o problemas de calidad de agua.

Aplicabilidad

- Se deberá contar con la capacitación adecuada al personal encargado, tanto en la instalación como en la reparación de tuberías.
- Se deberá buscar que las tuberías sean compatibles con la infraestructura.
- Se deberá conseguir los tamaños y espesores adecuados a diseños que se propongan.

Propiedades de la tubería

Tener conocimiento de las propiedades de las tuberías es importante debido a que no se puede utilizar cualquiera, ya que éstas irán cambiando dependiendo del diseño que se haya realizado, por lo que las características variarán, las principales propiedades a tomar en cuenta se detallan a continuación:

- Presiones de trabajo, presiones máximas admisibles.
- Flexibilidad.
- Coeficientes de rugosidad y capacidad de transporte.

Costos

En lo que se refiere a costos se debe buscar siempre la que esté al alcance del proyecto y que sea garantizada, por lo que en un proyecto se debe tomar en cuenta:

- Costos de la tubería y accesorios.
- Costos de mantenimiento y reparación
- Período de vida útil de las tuberías.

3.4.2. Ventajas y desventajas de usar uno u otro material

En la tabla se muestran los diferentes tipos de tuberías que pueden encontrarse en el mercado nacional como son tuberías de hierro dúctil, acero, PVC y polietileno, en la tabla encontramos los beneficios de cada tubería y las decadencias del uso de las mismas, en donde basándonos en los criterios antes mencionados nos podremos guiar para escoger la que mejor nos convenga.

Tabla 22: Ventajas y desventajas de los materiales

TIPO DE TUBERÍA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Hierro dúctil	Tensión de fluencia igual a 42.000 PSI.	El costo es alto.
	Módulo de elasticidad E = 166*106 PSI.	No se puede soldar fácilmente.
	Elongación hasta un 10%.	Pueden requerir protección catódica.
	Se tiene variedad de diámetros y accesorios.	Se requiere de envolturas en suelos corrosivos.
	Se tiene variedad de espesores.	
	Tiene buena resistencia a Golpe de Ariete.	

	Tiene gran resistencia a Cargas externas.	
Acero	Tensión de fluencia entre 30.000 y 60.000 PSI.	Tiene poca resistencia a la corrosión.
	Módulo de elasticidad E = 207*10 ⁶ PSI.	Los costos son elevados en diámetros pequeños.
	Elongación entre el 17 y 35 %.	Requiere protección catódica o envolturas en suelos corrosivos.
	Presión de trabajo hasta 2500 PSI.	
	Se tiene variedad de diámetros y accesorios.	
	Se tiene variedad de espesores.	
	Tiene excelente resistencia a Golpe de Ariete.	
	Tiene gran resistencia a Cargas externas.	
	Los accesorios se fabrican fácilmente.	
	PVC	Esfuerzos de Tensión acordes al diseño.
Módulo de elasticidad E = 4*10 ⁵ PSI.		Pueden existir sobrepresiones.
Bajo peso, durable, rugosidades bajas.		Tiene una limitada resistencia a cargar cíclicas.
No existen problemas de corrosión.		Problemas con exposición a la atmósfera.
Pueden acoplarse accesorios de HF.		Son de fácil acceso para conexiones clandestinas.

	Diámetros en el mercado nacional hasta 600 mm.	
	Costo relativamente bajo.	
Polietileno de alta densidad HDPE	Esfuerzos de Tensión acordes al diseño.	Presiones máximas de 250 PSI.
	Módulo de elasticidad $E = 8.96 \cdot 10^5$ PSI.	Producto relativamente nuevo.
	Bajo peso, durable, rugosidades bajas.	Pueden existir sobrepresiones.
	No existen problemas de corrosión.	Tiene una limitada resistencia a cargas cíclicas.
	Pueden acoplarse accesorios de HF.	Problemas con exposición a la atmósfera.
	Diámetros en el mercado nacional hasta 225 mm.	Las juntas por termofusión requieren personal calificado.
	Costo relativamente bajo pero más alto que PVC.	
Concreto reforzado	Se adaptan a diferentes condiciones.	Puede sufrir ataques químicos.
	Gran resistencia a cargas por rellenos.	Sobrepresiones, pueden causar serios daños a la tubería.
	Gran variedad de diámetros.	Presiones máximas de 200 PSI.

Fuente: ETAPA EP. [Wáter Distribution Systems Hand Book (AWWA)]

3.4.3. Selección del material de tuberías y accesorios

Al tomar en cuenta los criterios técnico-económico y las ventajas y desventajas que se muestran en el cuadro anterior se concluye que finalmente para redes de distribución se recomienda tubería de PVC de 1MPa hasta 250mm y de 300mm en adelante de hierro dúctil, para conducciones de agua tratada se recomienda hierro

dúctil, aunque en la actualidad no se utiliza mucho pues el PVC ha ganado mucho campo de aplicación para este tipo de proyectos.

A continuación se muestra una tabla en donde están cada uno de los criterios de selección, generalmente son medidos en un rango de 1 a 5 puntos, para saber cuál es la mejor opción:

Tabla 23: Selección del material de tuberías y accesorios-criterios de selección

CRITERIOS DE SELECCIÓN		
Criterio	Características	Calificación
Presión	Respuesta de la tubería a presiones estáticas, dinámicas y sobrepresiones.	1 a 5
Condiciones de Carga	Respuesta de la tubería cargas externas como rellenos y asentamientos.	1 a 5
Corrosión	Respuesta de la tubería a suelos corrosivos y aguas agresivas	1 a 5
Capacitación	Destreza del personal para instalar, reparar y operar.	1 a 5
Compatibilidad	Compatibilidad con la infraestructura y sistemas existentes.	1 a 5
Tamaño y espesores	Disponibilidad de diámetros y espesores acordes a las necesidades del proyecto.	1 a 5
Presiones de servicio	Respuesta de la tubería a condiciones normales de trabajo.	1 a 5
Flexibilidad	Capacidad de la tubería de adaptarse a las condiciones del terreno.	1 a 5
Coeficientes de transporte	Capacidad de la tubería para transportar agua.	1 a 5
Costos de tubería y accesorios	Costo de la tubería y accesorios.	1 a 5

Costos de operación y Mantenimiento	Costo de operación y mantenimiento.	1 a 5
Periodo útil	Vida útil de tubería y accesorios.	1 a 5

Fuente: ETAPA EP

Finalmente se concluye que la tubería que tiene las mejores características según estos criterios es la de hierro dúctil, seguida por el acero, PVC y finalmente el polietileno, pero el uso de las mismas dependerá del proyecto a realizar.

3.5. Diferentes alternativas de diseño para discusión

El diseño del sistema de agua potable para la comunidad de Piruncay, es una petición que durante mucho tiempo los moradores de la comunidad han venido solicitando al municipio del Sigsig debido a que no cuentan con este servicio, por ello el municipio se ha visto obligado a tomar en cuenta dichos pedidos.

El fin es diseñar un sistema que abastezca a la población actual, considerando las mejores características que faciliten la llegada de este servicio básico a cada una de las viviendas, ya que el sistema actual con el que cuentan no es una alternativa que les dé una buena calidad de vida.

3.5.1. Captación

La captación es la parte inicial del sistema y tiene como objetivo captar el agua necesaria para abastecer a la población que la requiera, por lo que su diseño debe contar con todos los parámetros necesarios para cumplir con la demanda.

En un principio los habitantes se abastecían de la quebrada de Ramo-Zapana, pero el caudal de la misma no abastecía a toda la comunidad debido a su crecimiento, actualmente la quebrada de donde se captará el agua es Allaczela, la cual es una opción más factible debido al caudal con el que se cuenta.

Captar el agua de esta fuente superficial es bueno, debido a que ésta podrá ser tratada fácilmente en el caso de que se requiera y los costos que generará son aceptables.

La construcción de la captación estará basada en distintos parámetros de diseño mencionados en el capítulo anterior, donde lo principal será construir una captación que permita que pase el caudal requerido, sin interrupción de ningún tipo y además las dimensiones de la misma deberán ser las adecuadas de manera en que si se presenta algún fenómeno atmosférico mayor esta no se vea afectada, es decir que se mantenga en funcionando correctamente en el caso de que se dé una crecida o por cualquier otro motivo como por ejemplo época de estiaje.

3.5.2. Línea de conducción

La conducción que se pretende diseñar tiene como objetivo transportar el agua que se encuentra en la captación hasta el punto donde se localiza la planta que va a tratar el agua.

Es importante considerar que ésta se diseñará de la mejor manera y tomando en cuenta todos los posibles problemas que puedan presentarse ya que la distancia entre la captación y la zona a donde va a llegar el agua es muy grande, además otro problema que puede darse es debido a la muy variada topografía del terreno, lo que podría producir dificultades al momento del paso del agua.

Dentro de la línea de conducción se colocarán además válvulas de aire y de purga, en los puntos más altos y bajos de la conducción, que facilitarán el paso del agua y el mantenimiento de la misma.

3.5.3. Planta de tratamiento

En la zona a donde se conoce que va a llegar el agua de la conducción, existe la estructura de una planta que no está en funcionamiento, en primera instancia se analizó la reutilización de la misma, realizando cambios en sus dimensiones pero

debido al aumento de los habitantes en la comunidad de Piruncay en los últimos años realizar este procedimiento no sería el adecuado.

Otra razón importante por lo que no se reutilizará es debido a que el caudal no es el mismo que tenían hace unos años, sino varía en una cantidad razonable por lo que la planta no abastecería.

La nueva planta debe satisfacer todas las necesidades de la comunidad, el fin de contar una buena planta de tratamiento es garantizar que luego del tratamiento adecuado, el agua este apta para el consumo de la comunidad, se vea estéticamente aceptable y finalmente que el costo de accesibilidad sea el adecuado.

La planta deberá ser diseñada en base a parámetros específicos, las dimensiones de la planta deben ser las necesarias para que la misma funcione correctamente, si las dimensiones son menores esta planta estará sobrecargada y no funcionaría de manera correcta.

La planta estará formada por: filtro lento de arena, filtro grueso dinámico, accesorios de regulación y control, sistema de drenaje, caseta de cloración y finalmente por un tanque de reserva.

3.5.3.1. Alternativa a emplear

Finalmente debido a los resultados obtenidos de las muestras de agua realizadas en UDA laboratorios, se llegó a la conclusión de que la tecnología a ser empleada será la tecnología FIME debido a las buenas características que presenta, además será utilizada debido a que el tratamiento garantiza que el agua tratada será de buena calidad y mejorará la forma de vida de los habitantes de la comunidad.

Otro aspecto positivo por el que se dará uso de la misma es que presenta facilidad en la administración, operación y mantenimiento de esta tecnología, y presenta costos accesibles.

3.5.4. Red de distribución

La red de distribución tiene como objetivo hacer que el agua llegue a cada una de las viviendas de los usuarios de la comunidad, para la localización de esta red es muy importante estudiar la topografía del terreno, de manera que la localización de la misma garantice que este servicio básico llegue a todos los domicilios en cualquier momento del día en la cantidad adecuada y con la mayor calidad posible, la red estará formada por las tuberías principales, secundarias y tomas domiciliarias; además contará con válvulas reductoras de presión en los puntos en los que los mismos lo requieran, debido a que por la topografía la presión con la que el agua llegará a los domicilios sería elevada, ya que el agua se distribuye a gravedad.

CAPÍTULO IV

DISEÑO DEFINITIVO

Luego de realizar todos los estudios correspondientes al sistema de tratamiento de agua potable, se optó por la solución que se presenta a continuación, la misma garantiza que el agua, que es un derecho, llegue a cada uno de los usuarios con la mejor calidad y todas las características necesarias que la comunidad ha venido pidiendo.

4.1. Diseño de la captación

La captación es la estructura que va a encargarse de receptor el agua desde la fuente natural superficial con la que cuenta la comunidad de Piruncay, que es la quebrada de Allaczela, el agua que ingrese a la captación será la suficiente para abastecer a toda la comunidad, se debe tomar en cuenta que el agua que ingrese será transportada a través de la conducción hasta la planta de tratamiento para su debido proceso de desinfección y a pesar de que la contaminación es baja, esta debe ser tratada para que los habitantes puedan consumirla, para calcular la captación se aplicaron los parámetros antes mencionados.

Se consideró una captación sencilla la cual constará de una tubería de PVC que tiene una longitud de 6m, que permitirá el ingreso del agua a una cajón de hormigón cuyas dimensiones están especificadas en los diseños y planos, este cajón servirá como desarenador debido a que se consideró un tiempo de retención de 10min, lo que produce que los sólidos que ingresen al cajón se asienten.

Ver anexo 6. Cálculo del diseño de la captación de agua

4.2. Diseño de la conducción de agua

La modelación de la conducción se realizó en el programa EPANET, con el cual, a partir de todos los estudios realizados, obtuvimos el diseño definitivo.

Debido a que las pendientes que presenta la topografía del terreno de la comunidad de Piruncay son elevadas, en algunos casos incluso el desnivel supera los 50m, se instalaron tanques rompe presiones que ayudan a que la presión se regule y llegue con una menor velocidad a los puntos con las presiones establecidas por la norma que en nuestro caso es máxima de 70mca, el fin de la colocación de estos tanques es evitar que se den problemas en las tuberías y accesorios con los que cuenta la conducción.

A continuación se presenta una tabla con los tramos que forman la línea de conducción:

Tabla 24: Longitud de los tramos de la línea de conducción

LONGITUD DE LOS TRAMOS DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN			
Abscisa inicio	Abscisa Final	Diámetro	Longitud (m)
0+000	0+052.34	90 mm 1MPa	57,39
0+052.34	0+388.85	90mm 1Mpa	765,03
0+388.85	0+753.66	90mm 1Mpa	758,77
0+753.66	0+978.13	90mm 1.6Mpa	257,59
0+978.13	1+951.70	90mm 1.6Mpa	1192,09
1+951.70	2+084.93	90mm 1.6Mpa	366,70
2+084.93	3+217.81	90mm 1.6Mpa	1388,54
3+217.81	3+226.80	90mm 1Mpa	9,00
3+226.80	3+354.87	90mm 1Mpa	491,93
3+354.87	4+021.34	90mm 1Mpa	731,79
4+021.34	4+529.87	90mm 1Mpa	535,32
4+529.87	4+714.44	90mm 1Mpa	309,29
4+714.44	4+962.81	90mm 1Mpa	425,95
4+962.81	4+966.98	90mm 1Mpa	6,6
4+966.98	6+771.09	90mm 1Mpa	2035,13
6+771.09	7+246.64	90mm 1Mpa	724,74
7+246.64	7+558.49	90mm 1Mpa	548,88
7+558.49	7+867.73	90mm 1Mpa	600,62

Fuente: Autoría

Los puntos donde se colocaron los tanques rompe presiones son:

Tabla 25: Ubicación de los tanques rompe presiones

UBICACIÓN DE LOS TANQUES ROMPE PRESIONES	
Abscisa	Cota
m	m
0+388,85	3123,82
3+354,87	3054,87
4+714,44	2989,76
4+962,81	2955,47
7+558,49	2887,3

Fuente: Autoría

4.2.1. Válvulas de aire

Estas válvulas fueron colocadas debido a que por la longitud de la misma al momento que pase el agua, se puede quedar aire acumulado, para la colocación de todas estas válvulas, en el perfil de la conducción se realizó un análisis de los puntos más altos según la topografía y fue en esos puntos de la línea de conducción donde se colocaron las válvulas, pues estas solo funcionan en los puntos elevados.

Los puntos donde se colocaron las válvulas de aire son:

Tabla 26: Ubicación de las válvulas de aire

UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE AIRE		
Abscisa	Cota	Diámetro ϕ
m	m	mm
0+052,04	3191,26	90
0+978,13	3054,37	90
2+084,93	3027,27	90
3+226,80	3085	90
4+529,87	3013,85	90
4+966,98	2954,96	90
7+246,64	2928,67	90

Fuente: Autoría

4.2.2. Válvulas de purga

Estas válvulas fueron colocadas en los puntos más bajos del terreno según el análisis realizado en el perfil de la conducción, lo que se quiere conseguir con la colocación de estas válvulas es evitar que exista sedimentación en las tuberías lo que generara que se le dé un mantenimiento continuo a las tuberías de la línea de conducción.

Los puntos donde se colocaron las válvulas de purga son:

Tabla 27: Ubicación de las válvulas de purga

UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE PURGA		
Abscisa	Cota	Diámetro
m	m	mm
1+951,70	2995	18
4+021,34	3000	18
6+771,09	2880	18

Fuente: Autoría

Ver anexo 7. Cálculos del diseño de la línea de conducción EPANET

Ver anexo 8. Tabla de datos de la línea de conducción EPANET

4.3. Planta de tratamiento

La planta de tratamiento estará formada por un cajón recolector al inicio de la misma, la cual a través de un vertedero triangular dará el paso del agua a los filtros, seguido se contará con un vertedero de los filtros al cajón de cloración y finalmente con un cajón, que con su respectivo vertedero dará paso del agua al tanque de reserva.

Los cálculos se presentan en los anexos.

4.3.1. Filtros ascendentes en capas

La planta cuenta con un filtro ascendente en capas o filtro grueso dinámico debido a que con él se reduce la turbiedad que es uno de los parámetros que debe ser analizado principalmente en el agua, de esta manera se conseguirá que la planta este protegida ante cargas elevadas de sólidos que puedan ser transportadas por la fuente hacia la planta en poco tiempo.

El diseño consiste en un compartimiento donde se ubica un lecho filtrante; que se reduce de tamaño según la dirección del flujo, un sistema de drenaje localizado en la parte inferior de la estructura que distribuye el flujo durante la carrera de filtración o drena los lechos de grava durante las actividades de limpieza hidráulica, con base a descargas frecuentes de lodo.

Los filtros serán de forma circular cuyo diámetro es de 1,55 m, con un área de 1.9 m².

4.3.2. Filtros lentos de arena

Se consideró dentro del diseño además un filtro lento de arena, ya que el fin del mismo es mejorar la calidad microbiológica del agua, si es posible en un 100%, ya que el agua no puede contener este tipo de elementos que afectarían de manera directa a los habitantes que consuman agua que contenga estos organismos.

El diseño consiste en un tanque con un lecho de arena fina colocada sobre una camada de grava, que constituye el medio de soporte y de transición. En el fondo del filtro se encuentra el sistema de drenaje constituido por ladrillos o bloques de concreto poroso.

Los filtros lentos de arena serán de forma circular cuyo diámetro es de 3.33m, con un área de 9 m².

Cloración: se optó por diseñar un cajón de cloración, el mismo que servirá como vertedero que cumpla con todos los parámetros necesarios para realizar el proceso de desinfección.

4.3.3. Tanque de reserva

El tanque que se diseño fue para un caudal de 0,62 lt/sg que es el caudal máximo diario + 10%, en donde mediante los cálculos correspondientes se obtuvo que el

tanque deberá ser de 20m³, cuyas dimensiones se muestran en los cálculos y planos correspondientes.

Ver anexo 9. Cálculos del diseño de la planta de tratamiento

4.4. Red de distribución

Para diseñar la red de distribución se utilizaron como herramientas el programa WATER GEMS V8i, el cual se utilizó para pasar los datos desde AUTOCAD al programa EPANET, el mismo que nos ayudó en la modelación de la red, dentro del diseño se consideraron tuberías principales son 32, 40, 50 y 63mm, las mismas que para colocarlas se tomó en cuenta la población en la zona y el caudal requerido.

Mientras que para las domiciliarias se consideraron tuberías de 12, 18 y 25 mm.

Se consideró una red adecuada con tuberías principales que ayuden a la distribución del agua hacia cada uno de los usuarios, generalmente se optó por seguir las vías de acceso y también en llegar a las viviendas realizando el análisis necesario para que la topografía del terreno no afecte la distribución, se consideró además cada una de las presiones por nudo de acuerdo al número de usuarios donde se consideró como presión mínima 10mca, y como presión máxima 70mca.

En algunos sectores de la red debido a que las presiones obtenidas superaban el límite establecido se colocaron tanques rompe presiones los cuales ayudaron a reducir las mismas en cada uno de los sectores en donde fueron colocadas, los puntos en donde se colocaron los tanques se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 28: Ubicación de los tanques rompe presiones

UBICACIÓN DE LOS TANQUE ROMPE PRESIONES			
No.	Coordenada X	Coordenada Y	Cota
	m	m	m
1	746018,10	9667737,68	2765,00
2	745708,02	9669980,65	2720,00
3	745557,22	9667136,13	2669,80
4	746063,79	9667915,25	2753,00
5	745983,39	9667910,62	2714,50
6	745701,74	9667621,14	2654,50
7	745829,25	9667772,17	2657,50
8	745853,40	9667878,64	2657,00
9	745603,17	9667894,47	2608,00
10	745475,24	9667919,46	2585,00
11	744857,70	9668835,31	2535,00
12	744708,60	9668850,35	2490,00
13	744503,09	9668565,30	2478,70
14	744327,35	9668599,14	2425,00
15	744069,89	9668648,84	2370,00
16	744787,21	9669076,29	2480,50
17	744661,44	9669244,83	2425,30
18	744800,74	9669092,64	2481,00
19	744769,19	9669243,84	2428,50
20	743824,58	9669340,80	2428,00
21	745614,94	9668287,89	2654,00
22	745428,95	9668689,76	2654,00
23	745334,20	9668603,52	2600,00
24	746069,06	9668001,14	2753,00
25	745540,41	9668759,91	2702,00
26	745400,07	9668876,81	2655,00
27	745618,95	9668774,78	2710,00

28	745732,18	9669014,56	2660,00
29	745390,72	9669177,80	2614,00
30	745220,89	9669384,27	2575,00
31	745554,58	9669757,62	2605,00
32	745787,04	9669898,54	2553,60
33	745043,79	9670057,37	2515,00
34	744884,68	9670230,13	2472,50
35	745651,51	9668803,80	2702,00
36	745766,42	9669501,6	2675

Fuente: Autoría

En algunos casos en los que las viviendas se encontraban en lugares muy lejanos, las presiones obtenidas superaron la presión máxima, por lo que se recomienda como opción colocar en las domiciliarias una válvula reductora de presión domiciliaria, que ayudará a reducir las mismas en ese punto, este es un problema que se da en un porcentaje mínimo de viviendas.

Para el control de abastecimiento hacia cada sector, se consideraron válvulas de compuerta las mismas que se muestran en los planos de detalle.

Ver anexo 10. Cálculos del diseño de la red de distribución EPANET

Ver anexo 11. Tabla de datos de la red de distribución de EPANET

RESULTADOS

El diseño propuesto en este documento se basó en las normas citadas anteriormente el mismo que consiste en:

Captación

Esta fue diseñada para un caudal de 3,69 lt/sg, el cual ingresará al cajón recolector a través de una tubería perforada de PVC de 200mm de 6m de longitud. Las dimensiones del cajón recolector son:

Tabla 29: Dimensiones del cajón recolector de la captación

L	3,00	m
Base (b)	0,90	m
Altura (h)	0,85	m

Fuente: Autoría

Línea de conducción: se diseñaron 8 km de tubería para la conducción, para ello se utilizó tubería de PVC de 90 mm de 1MPa y de 1.6MPa, esta última se utilizó en tramos donde las presiones son elevadas, además se colocaron 5 tanques rompe presiones, 7 válvulas de aire en los puntos más altos y 3 válvulas de purga en los puntos más bajos.

Planta de tratamiento: esta estará formada por un vertedero de entrada desde la conducción de 0,6m x 0,6m, que llevaran el agua hacia los filtros gruesos ascendentes que tendrán un diámetro de 1,55m estos tendrán 2 laterales que son de tuberías de PVC de 63mm y la tubería principal será de 90mm, a continuación de los filtros estará el cajón de lavado.

Además tendrá dos filtros lentos de área de 3,33m de diámetro, estos tendrán 4 laterales que son de tuberías de PVC perforadas de 90mm y la tubería principal será de 160mm, el vertedero de los filtros a la cloración será de 40m x 0,40m, y el vertedero de la cloración al tanque será 0,5m x 0,50m, el tanque de reserva será de 20m³ con un radio de 2,15m y una altura de 1,5m.

Red de distribución: se diseñaron 32 km de red donde se utilizaron tuberías de 63mm, 50mm, 40mm ,32mm ,25mm para tuberías principales y para las redes domiciliarias se ocuparon tuberías de 18mm y 12mm.

Además se colocaron 36 tanques rompe presiones y además se colocaron válvulas de compuerta.

Ver anexo 12. Planos del Sistema de abastecimiento de agua

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Presupuesto

Luego de obtener el diseño definitivo del sistema de tratamiento de agua potable, se procedió a realizar el presupuesto general del proyecto en donde se realizó un análisis de todos los rubros que incluyen cada una de las partes del sistema: captación, conducción, planta de tratamiento y red de distribución, una vez que se obtuvieron los mismos se procedieron a sacar las cantidades de obra de cada uno con el fin de, mediante la utilización del programa INTERPRO, obtener el presupuesto y el detalle de los precios unitarios.

La base de datos que se utilizó en el programa fue de ETAPA EP.

El presupuesto realizado es muy exacto y nos dará un valor real del proyecto, con el cual se procederá a financiar la construcción del sistema.

Ver anexo 13. Presupuesto general del proyecto

5.2. Análisis de precios unitarios

Dentro de los rubros se analizaron los costos directos que son varios parámetros que se observan en cada uno como: equipo, materiales, mano de obra, y en el caso de que se requiera se incluye el transporte, además se consideró como costos indirectos y utilidades el 20% de los costos directos antes mencionados, de esta manera se obtiene el costo total del rubro.

Ver anexo 13. Análisis de precios unitarios

5.3. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas se basan en los rubros analizados en el presupuesto, estas deberán ser aplicadas para la correcta construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, el seguimiento de las especificaciones garantizarán el correcto funcionamiento del mismo, pues le servirá al constructor como guía para realizar su trabajo y al fiscalizador le ayudará a realizar los análisis y verificaciones del proyecto a construir.

Ver anexo 14. Especificaciones técnicas

CAPÍTULO VI

ELABORACIÓN DE LA MEMORIA TÉCNICA

Se desarrollará en el presente capítulo todos los conceptos expuestos en el trabajo de grado en el formato SENPLADES para que el mismo pueda ser utilizado por el GAD del Sigsig en la presentación del proyecto hacia los organismos competentes.

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE PIRUNCAY

INTRODUCCIÓN

Debido a que varias comunidades del cantón Sigsig no cuentan con los servicios básicos de agua potable y alcantarillado, a través de la UNIVERSIDAD DEL AZUAY y el GAD DEL SIGSIG se realizó un convenio con el fin de que los estudiantes de la ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, CON MENCIÓN EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES, realicen proyectos de agua potable y alcantarillado que sirvan a las comunidades para mejorar su calidad de vida, dotándoles de este servicio en las mejores condiciones, esto ha sido posible con el compromiso tanto de las entidades antes señaladas, así como de los estudiantes que están a cargo de dichos proyectos, siempre buscando los mejores medios económicos y con el cumplimiento de las normativas locales que facilitan el acceso a estos servicios.

A cargo de los proyectos entregados estará el GAD del Sigsig quien se encargará de poner en ejecución los proyectos, de esta manera se incrementará la cobertura a todas las comunidades que no posean agua potable, generando mejoras en la salud y en la forma de vida de los habitantes.

En este documento, que está constituido de manera que se sigue la metodología de SENPLADES, se realizará una descripción de los servicios que existe en la comunidad de Piruncay, los lineamientos seguidos por las estudiantes en la elaboración de los estudios y diseños realizados, estudios complementarios que serán necesarios incluir a estos documentos, el presupuesto de la obra, el proceso de seguimiento y control, y finalmente la participación de la comunidad.

Nombre del proyecto

Sistema de agua potable para la comunidad de Chagracashca-Piruncay.

Localización geográfica



Análisis de la situación actual (Diagnóstico)

Actualmente la comunidad de Piruncay no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable para esta comunidad, esta se abastece de agua a través de un canal abierto, el mismo que llega a una planta que no está en funcionamiento y con la cual

han tenido varios problemas, pues el agua que llega a la misma no ha sido tratada. Desde la planta se distribuye hacia todas las viviendas.

Antecedentes

La comunidad se proveía de agua a través de la fuente Ramos Zapana hace algún tiempo, pero el caudal no abastecía las necesidades de la comunidad: consumo humano, riego, etc., considerando como razón principal el aumento de la población.

Luego de un tiempo la junta de agua optó por pedir el cambio a la fuente de Allaczela, a este pedido la Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA) no hizo caso omiso, por lo que le dio la oportunidad de cambiarse a esta fuente pues les daría un mayor caudal, el mismo que sería suficiente para abastecer a toda la comunidad de Piruncay.

El caudal total que se concedió fue de 6.34 lt/sg el cual se divide en 3,69 lt/sg para uso doméstico, 2.1 lt/sg para riego y 0.55 lt/sg para abrevadero.

Una vez que se consiguió el cambio los habitantes de la comunidad representados por la junta de agua, hicieron el pedido al Ilustre Municipio del Sigsig de que se les brinde este servicio, a lo cual ellos accedieron, brindándoles una solución a este problema que les venía inquietando a lo largo de varios años, siempre con el fin de buscar ofrecer el agua en la cantidad adecuada, con una buena calidad y que sea accesible a ellos, tomando en consideración que el costo para contar con este servicio esté al alcance de los usuarios.

Finalmente se accedió al estudio y diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad.

Justificación

Como la comunidad de Piruncay no cuenta con un sistema de agua potable, se optó por realizar un estudio y diseño del mismo para cubrir esta necesidad, este sistema

está formado por una estructura de captación, línea de conducción, planta de tratamiento y red de distribución, este sistema abastecerá a un área de aproximadamente 13Ha, donde habitan alrededor de 270 familias.

A través del convenio antes mencionado se realizará este proyecto, buscando colaborar con las entidades mencionadas y con la comunidad de Piruncay, obteniendo resultados valederos y positivos que satisfagan a todas las instituciones y estudiantes involucrados.

Objetivos

Objetivo general del proyecto

Realizar un estudio y diseño de una planta de tratamiento de agua potable para la comunidad de Chagrashca-Piruncay, con el fin de brindar el servicio de agua potable a toda la comunidad, mejorando de manera sustancial las condiciones de salud y calidad de vida de sus habitantes, promoviendo el desarrollo económico y social de la población más vulnerable.

Objetivos específicos del proyecto

- Construir un sistema de abastecimiento de agua potable para toda la comunidad de Piruncay.
- Efectuar un proyecto que sea sostenible a lo largo de su vida útil para el cual fue proyectado.
- Brindar de este servicio básico a toda la comunidad, llegando a todas las zonas, desde las más cercanas a las más alejadas, cubriéndolas en su totalidad.
- Dotar de agua pura a la comunidad, garantizando su calidad, para que sea consumida de forma segura.
- Minimizar enfermedades endémicas causadas por el agua mal tratada.
- Facilitar el volumen (caudal) de agua necesario que requieran los usuarios en sus viviendas.

Metas del proyecto

Se tiene como meta principal implementar un nuevo sistema de tratamiento de agua para la comunidad de Piruncay, con el fin de mejorar la calidad de vida de todos los habitantes de la misma, de manera que esta comunidad también cuente con este servicio como cuentan las comunidades aledañas y poblaciones cercanas.

Además se pretende reducir las brechas entre el área rural y urbana, en lo que se refiere a índices de cobertura de agua potable, mejorando en las áreas rurales los indicadores de salud, integrando a los habitantes en la gestión integral del agua.

Duración del proyecto y vida útil

El período de diseño utilizado para el estudio y diseño de los componentes de nuestro sistema de agua potable es de 20 años, lo cual indica que el período de vida útil de la estructura será también de 20 años.

Beneficiarios

Los beneficiarios de este proyecto son todos los habitantes de la comunidad de Piruncay, dividida en los cuatro sectores que son: Chagracashca, Garau, Jurga y el Calvario, entre los cuatro sectores se tiene una población de 1056 habitantes aproximadamente.

Indicadores de resultados alcanzados: cualitativos y cuantitativos

Cualitativos

- Otorgar el agua potable a los cuatro sectores de la comunidad Piruncay.
- Brindar este servicio básico a toda la comunidad, llegando a todas las zonas de la comunidad desde las más cercanas a las más alejadas, cubriéndolas en su totalidad, durante el período de ejecución del proyecto.
- Forjar en la comunidad el desarrollo económico y social en el área de los proyectos.
- Conseguir la disminución de enfermedades endémicas o de origen hídrico.

Cuantitativos

- Generar motivación para establecer la participación de los habitantes de la comunidad.
- Involucrar la participación inter-institucional.
- Conseguir que los usuarios sean más responsables en lo que se refiere a la sostenibilidad del sistema de agua potable.
- Utilizar como base un modelo de gestión y comprometer al usuario para el control y seguimiento del servicio aplicado, en coordinación con las instituciones involucradas.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES

Debido a que la comunidad de Piruncay no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable y el Municipio del Sigsig puso a disposición la elaboración de este proyecto, se presenta en este documento el diseño definitivo del mismo, el cual podrá aplicarse de manera inmediata, pues se garantiza su correcto estudio y diseño, para obtener este diseño definitivo se analizaron varias opciones de las cuales se fueron descartando aquellas que no tenían mayor aporte para la comunidad, hasta llegar a la mejor.

Con este diseño, que es completamente nuevo, se deja de lado todos los problemas que la comunidad ha venido teniendo a lo largo del tiempo, logrando de esta manera que la calidad de vida de los habitantes mejore significativamente.

Desde el punto de vista económico y social, se considera una buena alternativa, pues el costo será accesible para la comunidad, ya que al hacer el análisis económico de todos los componentes del sistema se consideraron las mejores opciones de costo en donde la alternativa más económica se tomó en cuenta, sin dejar de lado que para los diseños se tomaron en cuenta aquellas normas que se consideran de mucha importancia para el diseño de estas estructuras, que también fueron una ayuda para buscar la mejor opción económica.

El proyecto abarca toda la comunidad de Piruncay, como se sabe el agua es un derecho para los habitantes, por lo que se optó por un tratamiento que brinde un líquido en excelente calidad, de esta manera se evitarán aquellas enfermedades que han sido un problema en estos últimos años. También se garantizará que llegue en la cantidad necesaria a cada una de las viviendas de manera que se abastezcan con el agua que ellos requieren para el consumo, de esta forma se consigue que dentro de la

comunidad se genere un impacto positivo en la vida de los habitantes, pues su forma de vida mejorara notablemente.

Este documento será de gran utilidad para el Municipio del Sigsig, pues dentro de este se exponen todos los estudios realizados, parámetros de diseño aplicados, normativa ecuatoriana aplicada, cálculos del diseño y planos estructurales, todos estos podrán ser utilizados por el municipio para cumplir con la ejecución del proyecto y buscar el financiamiento del mismo.

El documento que será entregado puede utilizarse como base para cualquier modificación que se desee realizar en el futuro, siempre con el fin de que la mejora sea para bien de la comunidad beneficiada.

7.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda al Municipio del Sigsig que toda la información que se ha entregado, sea tomada en cuenta para la ejecución del proyecto planteado, este documento les servirá como guía para la ejecución del proyecto.

En caso de que se proceda con la ejecución del proyecto se recomienda realizar en la planta de tratamiento los estudios de suelos necesarios para garantizar que esta estructura no sufrirá daños en el futuro por no haberse realizado estos análisis, estos deberán estar a cargo de la persona a la cual se le asigne el proyecto.

Una vez que se concluyan todos los trabajos de construcción y se ponga en marcha la planta de tratamiento, ésta deberá estar controlada y se le deberá hacer un seguimiento durante toda su vida útil por parte de la entidad que este encargada de la obra, el fin de realizar este procedimiento es que se mantengan las estructuras en buen estado y no se deterioren antes de cumplir con el objetivo propuesto de servicio, es decir su vida útil.

Se recomienda que cuando el sistema entre en funcionamiento se realicen análisis de agua a lo largo de su vida útil, pues pueden haber agentes extraños que alteren las mallas a lo largo del tiempo, lo que será incómodo para las personas que hagan uso

de este servicio básico, además se recomienda que se realicen pruebas mensualmente que determinen las cantidades de químicos utilizados en el tratamiento, de manera que se controle que las cantidades aplicadas sean exactas y la calidad de agua que se esté brindado sea la planteada por el diseño.

7.3. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- ALBA LUCIA TRUJILLO LÓPEZ. (Febrero 2007). Saneamiento ambiental, principios básicos de calidad y tratamiento de agua potable. Editorial de caldas Ingenierías. Primera edición. Manizales-Colombia.
- JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Junio 2006). Purificación del agua. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Segunda edición.
- JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS. (Julio 2005). Calidad del agua. Editorial escuela colombiana de ingeniería. Segunda edición.
- PURSCHEL [200-]. Tratado general del agua y su distribución, la calidad de las aguas y su tratamiento. Urmo S.A de ediciones. Tomo3. Espartero ,10 Bilbao (España).
- VIRGINIA HERNÁNDEZ MONTOYA. RODOLFO TREJO VÁZQUEZ. (2004). Riesgos a la salud por presencia del aluminio en el agua potable. Conciencia tecnológica. Edición: Instituto Tecnológico de Aguascalientes. México.
- SIMÓN AROCHA. (1985). Abastecimiento de agua, Caracas.

- CÓDIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS. Norma Co 10.7 602 Sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos en el área rural. Revisión.
- CÓDIGO ECUATORIANO PARA EL DISEÑO DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS SANITARIAS. Norma CO 10.7-602, que se utiliza para Sistemas de abastecimiento de agua potable y eliminación de aguas residuales en el área urbana. Revisión.
- S.S.A. (1992). Normas para estudio y diseño de sistemas de agua potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes. Ecuador: Registro Oficial No. 6 del 18 de agosto de 1992.
- ETAPA EP. (2012-1014). Memoria de cálculo. Plan de Saneamiento para cuenca. Cantón Cuenca.
- ING. JOSÉ MANUEL JIMÉNEZ TERÁN. [s.a]. Manual de diseño para proyectos de hidráulica. Facultad de ingeniería civil. Campus Xalapa. Universidad veracruzana.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (2005). Guía para diseño de sistemas de tratamiento de Filtración en múltiples etapas. Lima.
- IEOS-USAID. (1994). “Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable”, Ecuador.
- SÁNCHEZ, LUIS DARÍO; SÁNCHEZ ALEX, GALVIS GERARDO, JORGE, LARROTE (2007). Filtración en múltiples etapas, Colombia: Cinara.
- INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN [s.a]. Diseño de instalaciones sanitarias: Código de práctica para el diseño de sistemas de

abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural. Primera Edición. Quito-Ecuador.

- ETAPA EP. (2013). Planes maestros de agua potable y saneamiento. Reserva Miraflores. Componente agua potable. Cuenca-Ecuador.
- TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN AMBIENTAL SECUNDARIA (TULAS). [s.a]. Norma de Calidad Ambiental y de descargas efluentes. Recurso Agua. Libro VI.

Fuentes Electrónicas

- Transelectric [s.a]. Caracterización ambiental. Geología. Disponible en la web. <http://www.transelectric.com.ec/transelectric_portal/files/cap%204%20caracterizacion%20ambiental.pdf> [ref. 25 de Septiembre del 2013].
- Anónimo [s.a]. Sistema Ecológico ambiental. Disponible en la web. <http://www.parroquiabanos.gob.ec/banos/Organismos_Seccionales/Parte%204.2%20-%20PDOT%20-%20Sistema%20Ecol%C3%B3gico%20Ambiental.pdf> [25 de Septiembre del 2013].
- Ing. Santiago Cevallos Andrade. (Agosto 2010). Tesis: Análisis de la Estabilidad y Diagnóstico del Talud de la Zona No 2 en Guarumales. Cuenca-Ecuador. Disponible en la web. <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3291/1/TESIS.pdf>> [ref. 04 de Octubre del 2013].
- Water Treatment Solutions. Lenntech. Disponible en la web. <<http://www.lenntech.es/nitratos.htm#ixzz2i5nWTf18>>, <<http://www.lenntech.es/cinc-y-agua.htm#ixzz2i5hNlzir>>, <<http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm>>. [ref. 14 de Octubre del 2013].

- Water Treatment Solutions. Lenntech. Disponible en la web.
< <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/n.htm> > [ref. 31 de Octubre del 2013].
- Wikipedia. Enciclopedia Libre. Disponible en la web.
<<http://es.wikipedia.org/wiki/PH>> [ref. 31 de Octubre del 2013].
- Análisis físico - químico y bacteriológico de aguas. Disponible en la web.
<<http://www.microinmuno.qb.fcen.uba.ar/SeminarioAguas.htm>> [ref. de 12 de Marzo del 2014].
- Anónimo [s.a]. Manual de abastecimiento de agua potable por gravedad por tratamiento. Disponible en la web.
<<http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%202%20Gravedad/Manual%20Abastecimiento%20Agua%20Potable%20por%20gravedad%20con%20tratamiento.pdf>> [ref. de 24 de Marzo del 2014].

7.4. ANEXOS

Anexo 1: Resultados de los análisis del agua con su respectivo análisis físico, químico y bacteriológico.

Anexo 2: Encuesta socio-económica.

Anexo 3: Encuestas socio-económica realizadas en la comunidad de Piruncay.

Anexo 4: Datos tabulados de las encuestas.

Anexo 5: Plano con las áreas de aporte por sector.

Anexo 6: Calculo del diseño de la captación de agua.

Anexo 7: Cálculos del diseño la línea de conducción EPANET.

Anexo 8: Tabla de datos de la línea de conducción de EPANET.

Anexo 9: Cálculos del diseño de la planta de tratamiento.

Anexo 10: Cálculos del diseño la red de distribución EPANET.

Anexo 11: Tabla de datos de la red de distribución de EPANET.

Anexo 12: Planos del sistema de abastecimiento de agua.

Anexo 13: Presupuesto general del proyecto y precios unitarios.

Anexo 14: Especificaciones técnicas.