

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización en
Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental**



**“PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN
INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA UNIDAD
HIDROGRÁFICA SANTA EULALIA”**

Trabajo de Titulación para optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÍCOLA

Manco Gómez Rosa Beatriz

Paucar Baldeón Javier Omar

**Lima - Perú
2015**

DEDICATORIA

A mis padres Manuel y Beatriz, porque creyeron en mí en todo momento, por sus palabras de ánimo y motivación en lo largo de la carrera, gracias a ustedes hoy puedo ver concretada mi meta. Siento un gran orgullo que sean mis padres, los amo.

A mis hermanos Martín, Jorge, Francisco y Josué, por sus consejos y apoyo incondicional; en especial quiero agradecer a mi abuela Emperatriz, que a pesar de no encontrarse a mi lado, está en cielo siempre guiando mi camino y cuidando a toda la familia.

También agradezco a Javier, por ser un gran compañero, por haber compartido la realización de esta ardua investigación y por las diversas experiencias, alegres y tristes, que nos han ocurrido durante estos 4 años; gracias por estar conmigo siempre brindándome tu apoyo y comprensión.

Rosa Beatriz Manco Gómez

A mis padres Carmelita y Florencio, trabajadores del campo que con su admirable labor contribuyen a la subsistencia y desarrollo de la sociedad peruana, gracias a los dos por el amor y apoyo incondicional brindado en todo momento, por los valores inculcados, por enseñarme que con trabajo, esfuerzo y convicción se puede lograr el éxito, por su constante confianza en mí y haberse esforzado siempre en darme todo lo mejor; los amo mucho y nunca dejaré de estar agradecido con ellos.

A mis hermanos Jorge, Jean, Orlando y Diana por sus palabras de aliento y consejos; los quiero mucho.

A mi compañera de la vida Rosa, por el apoyo, paciencia y comprensión; juntos compartimos la realización de este trabajo de investigación.

Javier Omar Paucar Baldeón

AGRADECIMIENTOS

A las comunidades campesinas de la Cuenca Santa Eulalia por su colaboración en la realización de este trabajo de investigación.

A las instituciones involucradas en la gestión del agua por abrirnos las puertas, brindarnos su apoyo facilitándonos el acceso a la información requerida para alcanzar los objetivos trazados en el presente trabajo.

Principalmente a nuestro asesor Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo por la confianza otorgada, sus aportes, enseñanzas y sus consejos compartidos para la realización de la investigación.

A nuestros profesores miembros del jurado por compartir sus conocimientos, aportes y recomendaciones brindadas para el trabajo de investigación.

Finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad, la cual nos ha formado para ser grandes profesionales de éxito y habernos preparado para un futuro competitivo.

ÍNDICE

| | |
|---|----------|
| I. RESUMEN..... | 1 |
| II. INTRODUCCIÓN | 3 |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 5 |
| 3.1. CONCEPTOS GENERALES | 5 |
| 3.1.1. Definición de unidad hidrográfica..... | 5 |
| 3.1.2. Tipos de unidades hidrográficas..... | 5 |
| 3.1.3. Definición de cuenca hidrográfica | 6 |
| 3.1.4. Importancia de las cuencas hidrográficas..... | 6 |
| 3.1.5. Desarrollo sostenible | 6 |
| 3.1.6. Uso sostenible en cuencas hidrográficas..... | 7 |
| 3.2. GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS..... | 7 |
| 3.2.1. Definición..... | 7 |
| 3.2.2. La cuenca hidrográfica y la gestión integrada de los recursos hídricos | 8 |
| 3.2.3. Los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca y su importancia | 9 |
| 3.2.4. Consecuencias de una gestión deficiente | 9 |
| 3.3. OFERTA HÍDRICA | 9 |
| 3.3.1. Análisis de la precipitación | 9 |
| 3.3.2. Análisis de descargas | 15 |
| 3.4. DEMANDA HÍDRICA | 16 |
| 3.4.1. Demanda para uso agrícola | 16 |
| 3.4.2. Demanda para uso poblacional | 19 |
| 3.4.3. Demanda para consumo pecuario | 20 |
| 3.4.4. Demanda de agua para el sector minero..... | 20 |
| 3.4.5. Uso no consuntivo del agua | 20 |
| 3.5. BALANCE HÍDRICO EN UNA CUENCA | 21 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.6. | CONCEPTOS LEGALES | 22 |
| 3.6.1. | Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338..... | 22 |
| 3.7. | CALIDAD DEL AGUA | 23 |
| 3.7.1. | Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)..... | 23 |
| IV. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 24 |
| 4.1. | MATERIALES | 24 |
| 4.1.1. | Descripción general de la unidad hidrográfica..... | 24 |
| 4.1.2. | Accesibilidad en la zona de estudio | 26 |
| 4.1.3. | Información básica | 26 |
| 4.1.4. | Información general | 27 |
| 4.1.5. | <i>Softwares</i> utilizados..... | 28 |
| 4.1.6. | Equipo | 28 |
| 4.1.7. | Útiles | 28 |
| 4.2. | MÉTODOS | 28 |
| 4.2.1. | Etapa de pre campo | 30 |
| 4.2.2. | Etapa de campo | 31 |
| 4.2.3. | Etapa de gabinete | 32 |
| V. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 44 |
| 5.1. | ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN | 44 |
| 5.1.1. | ANÁLISIS DE CONSISTENCIA | 44 |
| 5.1.2. | Corrección de la información de los registros históricos | 62 |
| 5.1.3. | Completación y extensión de la información | 62 |
| 5.1.4. | Análisis de la variación temporal y espacial | 63 |
| 5.2. | ANÁLISIS DE DESCARGAS | 65 |
| 5.2.1. | Análisis de consistencia | 65 |
| 5.2.2. | Completación y extensión de la información | 71 |
| 5.2.3. | Análisis de persistencia | 71 |

| | |
|--|-----|
| 5.2.4. Determinación de la oferta hídrica por subcuencas | 74 |
| 5.3. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS | 79 |
| 5.3.1. Ríos y quebradas | 80 |
| 5.3.2. Manantiales | 80 |
| 5.3.3. Almacenamientos naturales – lagunas | 80 |
| 5.3.4. Almacenamientos artificiales – represas | 82 |
| 5.3.5. Humedales (bofedales)..... | 82 |
| 5.3.6. Otras fuentes de agua | 83 |
| 5.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA | 83 |
| 5.5. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO CONSUNTIVO..... | 84 |
| 5.5.1. Demanda de uso agrícola | 84 |
| 5.5.2. Demanda de agua para uso poblacional | 94 |
| 5.5.3. Demanda de agua para uso pecuario | 96 |
| 5.5.4. Demanda de agua para el sector minero..... | 98 |
| 5.6. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO NO CONSUNTIVO..... | 98 |
| 5.6.1. Uso hidroeléctrico | 98 |
| 5.6.2. Uso piscícola | 101 |
| 5.7. BALANCE HÍDRICO..... | 101 |
| 5.8. EVALUACIÓN DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL EN LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO | 108 |
| 5.8.1. Deficiencias sobre el marco normativo | 108 |
| 5.8.2. Desempeño institucional | 110 |
| 5.8.3. Problemas relacionados con la organización de usuarios | 112 |
| 5.8.4. Problemas y conflictos relevantes relacionados con la institucionalidad | 114 |
| 5.8.5. Expectativas de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338..... | 115 |

| | |
|--|------------|
| 5.9. EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN LOCAL DE LOS INFORMANTES CLAVES EN LA GESTIÓN DEL AGUA | 115 |
| 5.9.1. Subcuenca Baja | 115 |
| 5.9.2. Subcuenca Media | 117 |
| 5.9.3. Subcuenca Alta..... | 119 |
| 5.10. ANÁLISIS DE LAS POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA | 120 |
| 5.11. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS..... | 124 |
| 5.11.1. Aprovechamiento de los Recursos Hídricos..... | 124 |
| 5.11.2. Institucional | 126 |
| 5.11.3. Cultura del agua..... | 127 |
| 5.11.4. Conservación ambiental | 128 |
| 5.11.5. Calidad del agua | 128 |
| 5.11.6. Gestión de riesgos..... | 129 |
| 5.11.7. Fuentes de Financiamiento | 129 |
| VI. CONCLUSIONES..... | 133 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 136 |
| VIII. BIBLIOGRAFÍA..... | 138 |
| IX. ÁLBUM FOTOGRÁFICO..... | 142 |
| X. ANEXOS..... | 166 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Estaciones utilizadas | 33 |
| Tabla 2: Características de la estación Seque | 36 |
| Tabla 3: Población de ganados según tamaño de las unidades agropecuarias | 40 |
| Tabla 4: Consumo de agua diario por clase de animal | 40 |
| Tabla 5: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 1 | 52 |
| Tabla 6: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 2 | 54 |
| Tabla 7: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 3 | 56 |
| Tabla 8: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 1 | 59 |
| Tabla 9: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 2 | 60 |
| Tabla 10: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 3 | 61 |
| Tabla 11: Precipitación total mensual (mm) – Promedio multimensual (1990-2010) | 62 |
| Tabla 12: Análisis de doble masa de las descargas medias anuales (m ³ /s) | 67 |
| Tabla 13: Análisis de saltos de las descargas medias mensuales - serie histórica..... | 70 |
| Tabla 14: Análisis de Persistencia | 72 |
| Tabla 15: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm ³) – Estación Sheque | 73 |
| Tabla 16: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm ³) – Cuenca Baja | 78 |
| Tabla 17: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm ³) – Cuenca Media | 78 |
| Tabla 18: Consolidado del inventario de fuentes de agua superficial | 79 |
| Tabla 19: Distribución de conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$ | 80 |
| Tabla 20: Clasificación por su capacidad de almacenamiento | 81 |
| Tabla 21: Clasificación por su capacidad de almacenamiento | 81 |
| Tabla 22: Clasificación por rendimiento hídrico | 81 |
| Tabla 23: Distribución de pH en las lagunas | 82 |
| Tabla 24: Distribución de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)..... | 82 |
| Tabla 25: Características del punto de monitoreo | 83 |
| Tabla 26: Resultados de la evaluación de calidad del agua en el río Santa Eulalia | 84 |
| Tabla 27: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca baja | 85 |
| Tabla 28: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca media | 85 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 29: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca alta | 86 |
| Tabla 30: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca baja | 86 |
| Tabla 31: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca media | 87 |
| Tabla 32: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca alta | 87 |
| Tabla 33: Cédula de cultivo subcuenca baja | 87 |
| Tabla 34: Cédula de cultivo subcuenca media | 88 |
| Tabla 35: Cédula de cultivo subcuenca alta | 88 |
| Tabla 36: Coeficientes de cultivo de la subcuenca baja | 89 |
| Tabla 37: Coeficientes de cultivo de la subcuenca media | 89 |
| Tabla 38: Coeficientes de cultivo de la subcuenca alta | 90 |
| Tabla 39: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subcuenca Baja | 91 |
| Tabla 40: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subcuenca Media | 92 |
| Tabla 41: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subcuenca Alta..... | 93 |
| Tabla 42: Población estimada para el año 2014 según distritos | 94 |
| Tabla 43: Consumo poblacional por habitante en zonas rurales | 94 |
| Tabla 44: Demanda de agua para uso poblacional (Hm ³ /mes) – Subcuenca Baja | 95 |
| Tabla 45: Demanda de agua para uso poblacional (Hm ³ /mes) – Subcuenca Media | 95 |
| Tabla 46: Demanda de agua para uso poblacional (Hm ³ /mes) – Subcuenca Alta..... | 95 |
| Tabla 47: Cálculo de la demanda de agua para uso pecuario | 96 |
| Tabla 48: Demanda de agua para uso pecuario (Hm ³ /mes) – Subcuenca Baja..... | 97 |
| Tabla 49: Demanda de agua para uso pecuario (Hm ³ /mes) – Subcuenca Media | 97 |
| Tabla 50: Demanda de agua para uso pecuario (Hm ³ /mes) – Subcuenca Alta..... | 97 |
| Tabla 51: Demanda de agua de uso minero..... | 98 |
| Tabla 52: Datos técnicos de las centrales hidroeléctricas..... | 99 |
| Tabla 53: Balance hídrico – Subcuenca Baja | 104 |
| Tabla 54: Balance hídrico – Subcuenca Media | 104 |
| Tabla 55: Balance hídrico – Subcuenca Alta..... | 105 |
| Tabla 56: Balance hídrico de la unidad hidrográfica Santa Eulalia | 105 |
| Tabla 57: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca baja | 121 |
| Tabla 58: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca media | 122 |
| Tabla 59: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca alta | 123 |
| Tabla 60: Fuentes de financiamiento de las estrategias..... | 132 |
| Tabla 61: Resultados del rol que desempeña el Comité de Regantes | 198 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 62: Resultados entrevistados que cuentan con licencia de uso de agua | 199 |
| Tabla 63: Resultados de los entrevistados dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua..... | 200 |
| Tabla 64: Calificación de la organización de regantes | 202 |
| Tabla 65: Opinión sobre quién debe administrar el agua en la cuenca | 203 |
| Tabla 66: Calificación del rol que desempeña la ALA CHRL..... | 204 |
| Tabla 67: Existe vinculación de los usuarios agrarios con la Administración Local del Agua | 205 |
| Tabla 68: Opinión de los usuarios agrarios sobre el programa FODUA..... | 206 |
| Tabla 69: Cambios en el uso del agua con fines agrícolas en la cuenca | 207 |
| Tabla 70: Resultados sobre la existencia de contaminación en la cuenca..... | 209 |
| Tabla 71: Conocimiento sobre la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento | 210 |
| Tabla 72: Resultados sobre la opinión de conformación y rol del Consejo de Recursos Hídricos | 211 |
| Tabla 73: Capacitación en gestión del agua por la Autoridad Nacional del Agua..... | 212 |
| Tabla 74: Participación de reuniones o talleres sobre el agua..... | 213 |
| Tabla 75: Presentación de propuestas para la gestión y uso del agua | 213 |
| Tabla 76: Técnicas de riego empleadas | 214 |
| Tabla 77: Problemas identificados respecto a la disponibilidad del agua | 216 |
| Tabla 78: Resultado de usuarios no agrarios que han recibido capacitación en gestión del agua..... | 222 |
| Tabla 79: Resultado de usuarios no agrarios que han presentado propuestas para la gestión del agua..... | 223 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Principios de la Gestión de Recursos Integral de Recursos Hídricos | 8 |
| Figura 2. Mapa de ubicación del ámbito del proyecto | 25 |
| Figura 3: Ideograma del proceso metodológico | 29 |
| Figura 4: Red de estaciones utilizadas en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia | 34 |
| Figura 5: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Casapalca | 46 |
| Figura 6: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Matucana | 46 |
| Figura 7: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Milloc | 47 |
| Figura 8: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Pariacancha | 47 |
| Figura 9: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Río Blanco | 48 |
| Figura 10: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Arahuay | 48 |
| Figura 11: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Canchacalla | 49 |
| Figura 12: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Carampoma | 49 |
| Figura 13: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Lachaqui | 50 |
| Figura 14: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Santiago de Tuna | 50 |
| Figura 15: Grupo N° 3. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Santa Eulalia | 51 |
| Figura 16: Grupo N° 3. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Chosica | 51 |
| Figura 17: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 1 | 53 |
| Figura 18: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 1 | 54 |

| | |
|--|-----|
| Figura 19: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 2..... | 55 |
| Figura 20: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 2..... | 56 |
| Figura 21: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 3..... | 57 |
| Figura 22: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 3..... | 58 |
| Figura 23: Precipitación Total Media Anual | 63 |
| Figura 24. Mapa de Isoyetas..... | 64 |
| Figura 25: Hidrograma de descargas medias anuales – Estación Sheque | 65 |
| Figura 26: Hidrograma de descargas medias mensuales – Estación Sheque | 66 |
| Figura 27: Diagramas de doble masa de las descargas medias anuales | 68 |
| Figura 28: Diagramas de doble masa de las descargas medias anuales | 69 |
| Figura 29: Variación mensual de los volúmenes de descargas medias (hm ³) – Estación Sheque (Subcuenca Alta)..... | 74 |
| Figura 30: Mapa de división por zonas | 75 |
| Figura 31: Número total de fuentes de agua superficial de la unidad hidrográfica..... | 79 |
| Figura 32: Funcionamiento escalonado de las Centrales Hidroeléctricas | 100 |
| Figura 33: Balance hídrico – Subcuenca Baja..... | 106 |
| Figura 34: Balance hídrico – Subcuenca Media..... | 106 |
| Figura 35: Balance hídrico – Subcuenca Alta | 107 |
| Figura 36: Balance Hídrico de la unidad hidrográfica | 107 |
| Figura 37: Rol desempeñado por el Comité de Regantes..... | 199 |
| Figura 38: Proporción usuarios dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua.... | 201 |
| Figura 39: Porcentaje de calificación a la organización de regantes | 202 |
| Figura 40: Porcentaje de quien debe administrar el agua..... | 203 |
| Figura 41: Proporción del rol que desempeña la Administración Local del Agua | 204 |
| Figura 42: Porcentaje de vinculación de los usuarios agrarios con la | 205 |
| Figura 43: Opinión de los usuarios agrarios sobre el Programa FODUA | 206 |
| Figura 44: Cambios en el uso del agua con fines agrícolas en la cuenca | 207 |
| Figura 45: Porcentaje de existencia de contaminación en la cuenca | 209 |
| Figura 46: Porcentaje de conocimiento de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento | 210 |
| Figura 47: Grado de conocimiento de la conformación y rol del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca..... | 211 |
| Figura 48: Proporción de capacitación en gestión del agua por la Autoridad Nacional del Agua | 212 |

| | |
|--|-----|
| Figura 49: Porcentaje de participación en reuniones o talleres sobre el agua | 213 |
| Figura 50: Porcentaje de presentación de propuestas para la gestión y uso del agua..... | 214 |
| Figura 51: Porcentaje de técnicas de riego empleadas | 215 |
| Figura 52: Porcentaje de dotación de agua para uso poblacional que cubre sus necesidades | 217 |
| Figura 53: Porcentaje de usuarios no agrarios que han recibido capacitación en gestión del agua..... | 222 |
| Figura 54: Porcentaje de usuarios no agrarios que han presentado propuestas para la gestión y uso del agua..... | 223 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|-----|
| Fotografía 1: Vista del río Santa Eulalia | 142 |
| Fotografía 2 y 3: Vista del río Acobamba | 142 |
| Fotografía 4: Vista del Río Pallca..... | 143 |
| Fotografía 5: Vista del río Shuncha..... | 143 |
| Fotografía 6: Vista del río Pillihua | 144 |
| Fotografía 7: Vista de una de las lagunas nacientes del río Santa Eulalia | 144 |
| Fotografía 8: Vista de laderas (Distrito de Laraos) | 145 |
| Fotografía 9: Contaminación de residuos sólidos en la quebrada Alcula (Distrito de Callahuanca) | 145 |
| Fotografía 10: Inadecuada disposición de residuos sólidos..... | 146 |
| Fotografía 11: Contaminación de residuos sólidos | 146 |
| Fotografía 12 y 13: Relaveras erosionadas en la parte alta de la unidad hidrográfica | 147 |
| Fotografía 14: Relavera erosionada en la laguna Leoncocha | 147 |
| Fotografía 15: Viviendas de Santa Eulalia expuestas a peligros de deslizamiento por riesgo geológico | 148 |
| Fotografía 16: Vivienda expuesta a riesgo de desborde, inundación y huaycos de las quebradas de Huayaringa y Cashahuacra (Santa Eulalia) | 148 |
| Fotografía 17: Deslizamiento de lodos (huayco) en la zona de San José de Palle, (Anexo del Distrito de Santa Eulalia)..... | 149 |
| Fotografía 18: Estación Piscícola Santa Eulalia de la Universidad Nacional Federico Villarreal | 149 |
| Fotografía 19: Vertimiento de efluentes de la Estación Piscícola al río Santa Eulalia | 150 |
| Fotografía 20: Piscigranja Piedra Huaca | 150 |
| Fotografía 21: Piscigranja de Antacucho (Distrito de Carampoma) | 151 |
| Fotografía 22: Riego por goteo de cultivos, distrito San Pedro de Casta..... | 151 |
| Fotografía 23: Riego por aspersión de cultivos, distrito San Pedro de Casta..... | 152 |
| Fotografía 24: Mejoramiento genético en vacunos en el distrito de Laraos..... | 152 |
| Fotografía 25: Crianza de ganado vacuno, distrito de Huanza..... | 153 |
| Fotografía 26: Reservorio Pomacocha, distrito de Laraos | 153 |

| | |
|--|-----|
| Fotografía 27: Reservorio Anchacocha, distrito de Laraos | 154 |
| Fotografía 28: Reservorio para abastecimiento de agua potable..... | 154 |
| Fotografía 29: Tramo inicial del canal revestido de Acobamba..... | 155 |
| Fotografía 30: Tramo del canal sin revestir de Acobamba..... | 155 |
| Fotografía 31: Captación en el río Quiula del canal de Acobamba..... | 156 |
| Fotografía 32: Central Hidroeléctrica Callahuanca | 156 |
| Fotografía 33: Central Hidroeléctrica Huinco | 157 |
| Fotografía 34: Celebración de la “Champeria” (Fiesta en honor al agua) en el distrito de Laraos | 157 |
| Fotografía 35: Entrevista con el Sr. Ricardo Lázaro Castrillón | 158 |
| Fotografía 36: Entrevista con la Sra. Teófila Huayre..... | 158 |
| Fotografía 37: Entrevista con el Sr. Daniel Urbano Gutiérrez | 159 |
| Fotografía 38: Reunión de comuneros en la Unidad Hidrográfica Santa Eulalia | 159 |
| Fotografía 39: Entrevista con el Ing. Alfredo Gutiérrez Tuesta | 160 |
| Fotografía 40: Reunión con los Dirigentes de las comunidades campesinas, con participación de funcionarios del ANA..... | 160 |
| Fotografía 41: Productores Ecológicos del Centro Poblado de Purunhuasi, Anexo de Barbablanca, distrito Callahuanca | 161 |
| Fotografía 42: Entrevista con el Sr. Eufronio Obispo Rojas | 161 |
| Fotografía 43: Entrevista con la Sra. María Lázaro Castillo | 162 |
| Fotografía 44: Capacitación del ALA Rímac Chillón Lurín en temas de “Reconocimiento de Organizaciones de Usuarios de Agua y Formalización de Derechos de Usos de Agua” | 162 |
| Fotografía 45: Entrevista a los comuneros | 163 |
| Fotografía 46: Entrevista con el Sr. Raymundo Espíritu..... | 163 |
| Fotografía 47: Entrevistas con los Sres. Nelson Espinoza y Guillermo Cajavilla | 164 |
| Fotografía 48: Entrevista con el Sr. José Zárate..... | 164 |
| Fotografía 49 y 50: Entrevista con el Sr. Pedro Córdova..... | 165 |
| Fotografía 51: Representantes de la GWP (Asociación Mundial del Agua) y representantes de las comunidades campesinas | 165 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|-----|
| ANEXO 1: Formato de entrevistas..... | 166 |
| ANEXO 2: Carta informativa para entrevistas..... | 172 |
| ANEXO 3: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Casapalca | 173 |
| ANEXO 4: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Matucana | 174 |
| ANEXO 5: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Milloc. | 175 |
| ANEXO 6: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Pariacancha..... | 176 |
| ANEXO 7: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Río Blanco | 177 |
| ANEXO 8: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Arahuary | 178 |
| ANEXO 9: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Canchacalla..... | 179 |
| ANEXO 10: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Carampoma..... | 180 |
| ANEXO 11: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Lachaqui | 181 |
| ANEXO 12: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Santiago de Tuna..... | 182 |
| ANEXO 13: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Santa Eulalia..... | 183 |
| ANEXO 14: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Chosica | 184 |
| ANEXO 15: Caudal Medio Mensual Naturalizado (m3/s) – Estación Sheque..... | 185 |
| ANEXO 16: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Feb99- Mar01) – Estación Milloc..... | 187 |
| ANEXO 17: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Feb99- Mar01) – Estación Pariacancha..... | 188 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO 18: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Dic90- Mar93) – Estación Santiago de Tuna | 189 |
| ANEXO 19: Factor de evaporación de evapotranspiración de referencia - MF (mm/mes) | 190 |
| ANEXO 20: Caudales generados para la subcuenca baja (m ³ /s) | 191 |
| ANEXO 21: Caudales generados para la subcuenca media (m ³ /s)..... | 193 |
| ANEXO 22: Listado de usuarios de agua con fines agrarios | 195 |
| ANEXO 23: Listado de usuarios de agua con fines no agrarios | 196 |
| ANEXO 24: Listado de funcionarios municipales | 197 |
| ANEXO 25: Relación de canales del distrito de Santa Eulalia | 197 |
| ANEXO 26: Resultado de entrevista para los usuarios agrarios del agua..... | 198 |
| ANEXO 27: Resultado de entrevista para los usuarios no agrarios del agua..... | 216 |
| ANEXO 28: Resultado de entrevista para funcionarios municipales | 224 |

I. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado con la finalidad de conocer el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en la unidad hidrográfica Santa Eulalia, ámbito que provee de una considerable cantidad de oferta de agua a la población limeña; sin embargo, son las comunidades campesinas de esta cuenca las que menos cuentan con este recurso. En ese sentido, se ha desarrollado el siguiente trabajo el cual consistió en tres etapas (pre campo, campo y gabinete). Durante la primera etapa se realizó la recopilación de información y la visita a instituciones relacionadas en la gestión integrada del recurso hídrico; la segunda se efectuó la caracterización del ámbito de estudio y la realización de entrevistas, con el fin de conocer la problemática que se presentan en su administración, cantidad, calidad del recurso hídrico y la existencia de vinculación con la entidades correspondientes (ANA, ALA CHRL y MINAGRI). Para la tercera etapa, se realizó el procesamiento de la información recolectada en las etapas anteriores y la sistematización de las entrevistas, obteniéndose como resultados un déficit hídrico en los meses de junio a noviembre, la deficiente gestión del recurso, incumplimiento del marco normativo vigente; siendo más críticos en la subcuenca media y alta de la unidad hidrográfica. Por último, se realizó el análisis de potencialidades y limitaciones para formular estrategias de acuerdo a seis ejes temáticos identificados (Aprovechamiento de los Recursos Hídricos, Institucional, Cultura del Agua, Conservación Ambiental, Calidad del agua y Gestión de Riesgos) con la finalidad de administrar y desarrollar las mismas en forma sostenible y equilibrada.

Palabras claves: aprovechamiento de los recursos hídricos, unidad hidrográfica, oferta de agua, déficit hídrico, gestión integrada de recursos hídricos, sostenible.

SUMMARY

The present research work has been developed with the finality of know the use and utilization of hydric resources in the hydrographic unit Santa Eulalia, ambit which provides of a considerable amount of water offer to the population of Lima; however, they're the rural communities of this basin which less account with this resource. In this sense, we have developed the following work, which consisted in three stages (pre field, field and cabinet). During the first stage was performed the information gathering and the visit to institutions related in the integrated management of the hydric resource. The second stage was conducted the characterization of the study ambit and the realization of interviews, in order to know the problematic that they present in their administration, quantity, quality of hydric resource and the existence of entailment with the corresponding entities (ANA, ALA CHRL y MINAGRI). For the third stage was conducted the processing of collected information in the previous stages and the systematization of the interviews, obtaining as results a hydric deficit in the months of June to November, the deficient resource management, breach of the existing normative framework, being more critical in middle and high sub-basin of the hydrographic unit. Finally, was conducted the analysis of potentials and limitations to formulate strategies according to six themes identified (Utilization of Hydric Resources, Institutional, Water Culture, Environmental Conservation, Water Quality and Risk Management) with the finality of administer and develop the same in form sustainable and balanced.

Keywords: Utilization of hydric resources, hydrographic unit, water offer, hydric deficit, integrated hydric resource management, sustainable.

II. INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico y poblacional que experimenta la sociedad peruana en los últimos años requiere de mayor disponibilidad de agua, debido a que este recurso tiende a ser cada vez más escaso con respecto a las zonas geográficas o territorios donde se expanden las actividades productivas y se incrementa la población. A esto se le suma que por acción de la naturaleza, la distribución de los recursos hídricos es desigual en el Perú. Una razón del problema se debe a la inadecuada distribución de la disponibilidad de agua, ya que el 97.7 por ciento del recurso hídrico fluye por la vertiente oriental amazónica, donde reside el 26 por ciento de la población; por otra parte, el 1.8 por ciento del agua fluye por la vertiente del Pacífico, donde habita el 70 por ciento de la población lo que impiden satisfacer las demandas de agua para uso agrícola, poblacional e industrial (Muñoz, 2011).

En los últimos 25 años, el Estado Peruano ha realizado inversiones superiores a los 4,500 millones de dólares en obras de mejoramiento de la oferta de agua para contrarrestar los problemas de déficit de este recurso, siendo realizados la mayor parte en la región de la costa, sin embargo por una serie de deficiencias y problemas en la gestión de los recursos (legales, administrativos, institucionales y económicos) no se han logrado los beneficios previstos, disminuyendo tanto la sostenibilidad de estos proyectos como la gestión del recurso hídrico (MINAGRI, 2014).

Los problemas de cantidad, calidad y oportunidad del recurso hídrico en una cuenca hidrográfica, significan una creciente amenaza al desarrollo sustentable y una preocupación en aumento acerca de la conexión entre el agua y el ambiente, es por ello que la gestión integrada de recursos hídricos es importante, debido a que es un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinado del agua, la tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (GWP Technical Advisory Committee, 2000).

El presente trabajo de investigación tiene como ámbito de estudio a la unidad hidrográfica Santa Eulalia, siendo actualmente considerada como uno de los ejes principales de drenaje de la cuenca del Rímac, la cual es considerada como fuente de abastecimiento principal de agua para la ciudad de Lima, debido a que produce un 53 por ciento del agua (incluyéndose el trasvase de la cuenca del río Mantaro) utilizado para el consumo humano y las actividades agrícolas e industriales y el 70 por ciento para el consumo energético, contrarrestando con la realidad que sufren las comunidades campesinas asentadas en esta subcuenca que son las que más sufren de inseguridad hídrica debido a un inadecuado manejo y gestión de este recurso (ANA, 2014).

El objetivo principal de este trabajo, es determinar el uso y aprovechamiento de los recursos hídricos en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia y posteriormente proponer estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos, para ello se han desarrollado los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la oferta hídrica de la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.
- Determinar la demanda multisectorial del recurso hídrico en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.
- Evaluar el conocimiento de los usuarios, mediante entrevistas, sobre el marco legal e institucional en la gestión de los recursos hídricos.
- Determinar la percepción de los usuarios (agricultores, gobierno local y población) sobre la problemática en la gestión del agua.
- Propuesta de estrategias para la gestión integrada de recursos hídricos en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. CONCEPTOS GENERALES

3.1.1. Definición de unidad hidrográfica

Según Otto Pfafstetter (1989), citado por Torres (2011), se define como espacios geográficos limitados por líneas divisorias de aguas, relacionados espacialmente por sus códigos, donde el tamaño de sus áreas de drenaje es el único criterio de organización jerárquica (ANA, 2011).

3.1.2. Tipos de unidades hidrográficas

De acuerdo al criterio de Queiroz *et al.* (2008), citado por Choto (2013) describe tres clases de unidades de drenaje: cuencas, intercuencas y cuencas internas.

- **Cuenca:** es un área que no recibe drenaje de ninguna otra área, pero si contribuye con flujo a otra unidad de drenaje a través del curso del río, considerado como principal, al cual confluye.
- **Intercuenca:** es un área que recibe drenaje de otra unidad aguas arriba, exclusivamente, del curso del río considerado como el principal, y permite el paso de este hacia la unidad de drenaje contigua hacia aguas abajo. En otras palabras, una intercuenca, es una unidad de drenaje de tránsito del río principal.
- **Cuenca Interna:** es un área de drenaje que no recibe flujo de agua de otra unidad ni contribuye con flujo de agua a otra unidad de drenaje o cuerpo de agua.

3.1.3. Definición de cuenca hidrográfica

Es el área natural o unidad de territorio, delimitada por una divisoria topográfica (divortium aquarum), que capta la precipitación y drena el agua de escorrentía hasta un colector común, denominado río principal. La cuenca hidrográfica es un sistema complejo, abierto, cuyos elementos biológicos, sociales y económicos se encuentran en estrecha interrelación, un sistema abierto a flujos, influencias y líneas de acción que atraviesan sus fronteras (Vásquez, 2000).

3.1.4. Importancia de las cuencas hidrográficas

Las cuencas hidrográficas son cruciales para el ciclo del agua, ya que es un espacio territorial donde se junta toda el agua de la superficie y está disponible para su uso. Por lo tanto, tiene sentido que las decisiones estratégicas sobre la gestión del agua se deben tomar a nivel de cuencas (WWF, 2006).

La participación pública en la planificación y el manejo de los recursos hídricos es un objetivo importante para determinar las necesidades y preocupaciones de todos los usuarios del agua en donde una colaboración efectiva entre los organismos y la población local aumenta las posibilidades de instituir planes eficaces de manejo de las cuencas hidrográficas (Ramsar, 2004).

3.1.5. Desarrollo sostenible

El desarrollo sostenible se define como la capacidad que tengan las generaciones presentes de usar los recursos naturales de manera tal que no pongan en peligro la habilidad de las generaciones futuras de hacer lo mismo. El desarrollo sostenible consiste en usar eficientemente nuestros recursos naturales para alcanzar metas sociales y económicas, al tiempo que se mantiene la base de recursos y la capacidad de carga ambiental para las generaciones venideras. En su sentido amplio, esta base de recursos naturales comprende también conocimiento, infraestructura, tecnología, bienes durables y los individuos. En el

proceso de desarrollo, es posible que los recursos naturales se conviertan en otros bienes durables y en ese sentido continúan siendo parte de la base general de recursos.

Un desarrollo de recursos hídricos que no sea sostenible adolece de una planificación deficiente. En muchas partes del mundo, los recursos de agua dulce son escasos. Es por ello que hay muchas maneras de poner en peligro el uso futuro del agua, bien mediante su explotación excesiva o arriesgando el uso futuro del recurso (Hofwegen; Jaspers, 2000).

3.1.6. Uso sostenible en cuencas hidrográficas

Manejo de cuencas hidrográficas, es la administración integral de la misma mediante políticas, planes y programas y acciones de desarrollo. El criterio de sostenibilidad, radica en aprovechar el espacio y los recursos naturales existentes en dicho espacio social, explotando racionalmente, lo estrictamente necesarios para satisfacer la necesidad de la población presente en función de la demanda, preservando y garantizando para las futuras generaciones (Chancos, 2002).

3.2. GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

3.2.1. Definición

De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, define la gestión como un proceso que promueve, en el ámbito de la cuenca hidrográfica, el manejo y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua con los recursos naturales vinculados a esta, orientado a lograr el desarrollo sostenible del país sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas. En ese mismo enfoque, los principios que consagra y desarrolla esta Ley para lograr la Gestión Integral de Recursos Hídricos se muestran en la Figura 1.



Figura 1: Principios de la Gestión de Recursos Integral de Recursos Hídricos

FUENTE: ANA, 2013

3.2.2. La cuenca hidrográfica y la gestión integrada de los recursos hídricos

La Cuenca Hidrográfica es el territorio pertinente para la gestión integrada y participativa del agua, independientemente de las fronteras nacionales o límites político administrativos, es allí donde se plantean los problemas y donde pueden ser resueltos, mediante consenso entre los actores del agua y del ordenamiento territorial en aplicación del principio de subsidiariedad de gestión, al nivel más cercano del terreno.

Los desafíos relacionados con la gestión del agua y con la implementación de planes de uso eficiente del agua, requieren de un enfoque global y concertado en la gestión de los recursos, organizado a escala natural de las cuencas hidrográficas locales, nacionales o transfronterizas. (REMURPE, 2013).

3.2.3. Los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca y su importancia

Los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca son creados en un ámbito territorial donde se agrupan cuencas hidrográficas contiguas, en el ámbito que determina la ANA. Este ámbito será igual a una ALA o más, y en ningún caso excederá el ámbito de una AAA. Dependiendo del ámbito de la cuenca, los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca pueden ser de carácter regional o interregional, según se encuentren dentro de los límites territoriales de uno o más Gobiernos Regionales. Además son órganos de la ANA, constituidos con la finalidad de lograr la participación activa y permanente de los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales, sociedad civil, organizaciones de usuarios, comunidades campesinas, comunidades nativas y demás integrantes del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos que intervienen en la cuenca, y elabora el Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca. (REMURPE, 2013).

3.2.4. Consecuencias de una gestión deficiente

La ausencia de una buena gestión por lo general trae como consecuencia la toma de decisiones dominadas por determinados sectores económicos; asimismo la incapacidad para resolver las necesidades y expectativas entre los interesados del recurso, es hoy en día una de las principales causas de la crisis mundial del agua. Además, su mala gestión ha originado la alteración de las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, siendo la contaminación una de las causas más importantes que contribuyen a la degradación del agua (WWF, 2006).

3.3. OFERTA HÍDRICA

3.3.1. Análisis de la precipitación

a. Análisis gráfico

Consiste en analizar, en forma visual, la distribución temporal de toda la información hidrometeorológica disponible a fin de detectar la regularidad o irregularidad de los mismos. En el caso de datos de precipitación, se efectúa con histogramas respectivos,

elaborados a nivel anual y mensual con la finalidad de analizar los posibles saltos o tendencias durante el período de registro de la información existente, así como para detectar y eliminar valores extremadamente altos o bajos que no reflejen el comportamiento de la variable analizada (MINAG, 2011).

b. Análisis de doble masa

Denominado también de doble acumulación, se emplea en la determinación de la inconsistencia de los datos hidrometeorológicos, mediante la comparación de los datos de una estación particular con los de una estación probablemente consistente o con una ficticia, resultado del promedio de todas las estaciones en estudio, dentro de un área determinada.

El diagrama de doble masa se obtiene graficando en el eje de las abscisas los acumulados de las precipitaciones de todas las estaciones, y en el eje de las ordenadas, los acumulados de cada estación. Este análisis se realizará detectando “quiebres o cambios de pendiente” en la recta, considerándose una estación con menos errores como consistente, en la medida que presente un menor número de puntos de quiebre. Caso contrario, la presencia de quiebres en la recta de doble masa, permitirá establecer los periodos de probable información dudosa. En ese sentido, antes de proceder a corregirlos, será necesario determinar sus causas, que pudieron ser fenómenos naturales o haber sido originadas por errores sistemáticos. (MINEM, 2012).

c. Análisis estadístico

Observada la variación del comportamiento de los histogramas de las series mensuales de precipitación, en lo referente a saltos y tendencias que podrían presentarse en forma significativa y en base al análisis de doble masa, se detectan los puntos de cambio, los que deben ser analizados estadísticamente, para determinar si los mismos son evidentes o significativos, estadísticamente.

Las características estadísticas de las series hidrológicas, como la media y desviación estándar se afectan cuando la serie presenta tendencia en la media o en la variancia; siendo

causadas por la pérdida de homogeneidad y la inconsistencia. Según Villón (2002), para probar la homogeneidad de la serie de datos que presentan una *hipótesis nula* se utilizará la prueba estadística T de Student y la Prueba Estadística F de Fisher, los procedimientos para cada uno de ellos se muestran a continuación:

- **Prueba T de Student**

Esta prueba consiste en:

Si se considera una serie Q_i^j para $i = 1, 2, 3, \dots, n_j$, del sitio j , la cual se divide en dos bloques de tamaño $n_1 = n_2 = \frac{n_j}{2}$, entonces el estadístico de prueba se define de la siguiente manera:

$$t_d = \frac{\overline{Q}_1 - \overline{Q}_2}{\left[\frac{n_1 \cdot s_1^2 + n_2 \cdot s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \cdot \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right) \right]^{\frac{1}{2}}} \quad (01)$$

Dónde:

\overline{Q}_1, s_1^2 media y la varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1

\overline{Q}_2, s_2^2 media y la varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2

El valor absoluto de t_d se compara con el valor de la distribución t de Student de dos colas y con $v = n_1 + n_2 - 2$ grados de libertad y para un nivel de significancia $\alpha = 0.05$.

Si y sólo si el valor absoluto de t_d es mayor que aquel de la distribución t de Student, se concluye que la diferencia entre las medias es evidencia de inconsistencia, y por lo tanto la serie se considera no homogénea.

- **Prueba F de Fisher**

La prueba de Fisher es de las más recurrentes para verificar la homogeneidad de una población. La distribución F se utiliza para probar la hipótesis de que la varianza de una muestra es igual a la de otra muestra y con esto no existirían elementos para rechazar la

hipótesis de homogeneidad. Así, la prueba es útil para notar la variación de las muestras incluidas en una población y verificar si las muestras transformadas pertenecen a la misma población. Si se toman dos muestras aleatorias independientes de una población con distribución normal, entonces la distribución de la estadística s_1^2/s_2^2 tiene una distribución normal. En términos prácticos, el estadístico F se puede calcular como el cociente de las varianzas de cada muestra y se expresa de la siguiente forma:

$$F = s_1^2/s_2^2 \quad (02)$$

Dónde:

s_1^2 = varianza de la primera parte del registro de tamaño n_1

s_2^2 = varianza de la segunda parte del registro de tamaño n_2

La distribución F depende de dos parámetros que son sus grados de libertad gl_1 y gl_2 . A su vez, estos están definidos por:

$$gl_1 = n_1 - 1$$

$$gl_2 = n_2 - 1$$

Dónde:

n_1 , n_2 son el tamaño de la muestra 1 y 2, respectivamente.

Al comparar las varianzas de ambas muestras, se tiene que el estadístico s_1^2/s_2^2 tiene una distribución F con $gl_1 = n_1 - 1$ y $gl_2 = n_2 - 1$, entonces el recíproco de F tiene una distribución $1/F$ con $gl_1 = n_1 - 1$ y $gl_2 = n_2 - 1$. Como ambos estadísticos tienen distribuciones F , es práctica común colocar la varianza mayor en el numerador del cociente s_1^2/s_2^2 .

Cuando el cociente se acerca al valor 1, entonces se puede decir que las varianzas son iguales; por otro lado, si el cociente de las varianzas es considerablemente distinto de 1, se considera que las muestras no pertenecen a la misma población.

d. Corrección de la información

Este análisis estadístico se realiza para verificar la consistencia u homogeneidad de los registros históricos de precipitación, para ello se analizará la consistencia en la media, así como la consistencia en la desviación estándar.

La ecuación que permite mantener los parámetros del periodo más confiable en la serie final se expresa como (Villón, 2002):

$$X_t^I = \left[\frac{(X_t - \bar{X}_1)}{S_1} \right] * S_2 + \bar{X}_2 \quad (03)$$

$$X_t^I = \left[\frac{(X_t - \bar{X}_2)}{S_2} \right] * S_1 + \bar{X}_1 \quad (04)$$

Según que el periodo corregido sea el primero o el segundo, y donde:

X_t^I = valor corregido de la información.

X_t = valor a ser corregido.

\bar{X}_1 y \bar{X}_2 = medias de los periodos respectivos.

S_1 y S_2 = desviación estándar de los periodos respectivos.

e. Completación y extensión de la información

La completación y extensión de la información se realiza con la finalidad de aumentar el contenido de la información de los registros cortos y tener en lo posible series completas más confiables y de un periodo uniforme. Este procedimiento se realizará mediante el método racional deductivo, para esto se usará la siguiente ecuación (Villón, 2002):

$$X_t^I = \left[\frac{\sum P_i}{1200 - \sum S_p} \right] * S_p \quad (05)$$

Dónde:

I = cada uno de los meses conocidos, máximo 11.

Pi = precipitación mensual desconocida en cada año incompleto.

- $\sum S_p$ = suma de los porcentajes promedios de los meses cuya precipitación se desconoce (%).
- $\sum P_i$ = suma de las precipitaciones mensuales conocidas en los años incompletos (mm).
- S_p = porcentaje promedio correspondiente a cada uno de los meses desconocidos (promedio mensual de los años completos).

La extensión de los datos se realizará a través de una correlación, para esto se utilizará la siguiente expresión:

$$r = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_x S_y} \quad (06)$$

Dónde:

- r = coeficiente de correlación.
- N = número de pares de datos conocidos.
- \bar{X} = media aritmética de los Y_i .
- S_x = desviación estándar de los X_i .
- S_y = desviación estándar de los Y_i .

Los valores de r pueden variar desde -1 hasta +1, siendo:

- r = 0 sin correlación o correlación nula.
- r = +1 correlación directa óptima.
- r = -1 correlación inversa óptima.

f. Análisis de la variación temporal y espacial

- **Relación Precipitación – Altura**

Salinas *et al.* (1984) indica que el comportamiento pluviométrico de la unidad hidrográfica, presenta una relación con la altitud, produciéndose una gradiente de precipitación, a mayor

altura mayor precipitación. Para describirla se relacionarán las estaciones que están ubicadas dentro y fuera de la unidad hidrográfica, correlacionando la altitud (m.s.n.m.), con su correspondiente precipitación total media anual (mm).

- **Precipitación media**

El método de las isoyetas consiste en generar curvas de precipitación interpolando las profundidades obtenidas en la red de pluviómetros. Una vez graficada las isoyetas se obtiene las áreas correspondientes a cada profundidad (Villón, 2002).

3.3.2. Análisis de descargas

El régimen de caudales de una corriente de agua durante un período determinado, es el único término del balance hidrológico de una cuenca que puede ser medido directamente con una buena precisión. Los otros elementos de ese balance, como las precipitaciones, la evaporación, etc.; no pueden ser sino estimados a partir de mediciones observadas en distintos puntos de la cuenca o deducidos de fórmulas hidrológicas, los cuales son siempre estimativos muy aproximados. El régimen de caudales es un dato básico e indispensable, para los estudios hidrológicos, diseños hidráulicos y para muchas obras civiles en los que ellos son parte importante como las carreteras, puentes, acueductos, presas, etc. (CESEL, 2013).

a. Frecuencia de caudales

Las curvas de duración se elaboran en base a las descargas medias mensuales, en donde se ordenan en forma descendente los datos, para luego determinar la frecuencia correspondiente mediante la fórmula de Weibull, expresada de la siguiente manera (Monsalve, 1999):

$$F = \left(\frac{m}{n+1} \right) \times 100\% \quad (07)$$

Dónde:

F = frecuencia de ocurrencia de las descargas.

m = número de orden.

n = número de datos.

b. Persistencia

La persistencia de un caudal se refiere a las probabilidades de un determinado caudal de ser igualado o superado. El caudal empleado tradicionalmente en la Costa, para efectos de estimar la asignación a los usuarios, es la que corresponde al 75 por ciento de persistencia (ANA, 2010).

3.4. DEMANDA HÍDRICA

3.4.1. Demanda para uso agrícola

- **Evapotranspiración Potencial (ETP)**

Vásquez *et al.* (1984) indica que la evapotranspiración se produce en un cultivo que cubre toda la superficie del suelo, en estado activo de crecimiento y con un suministro adecuado y continuo de agua.

Para hallar la evapotranspiración potencial se utilizó la fórmula de Hargreaves, en base a la temperatura y humedad relativa, siendo la siguiente expresión:

$$ETP = MF * TMF * CH * CE \quad (08)$$

Dónde:

MF = Factor mínimo de latitud, según tablas.

TMF = Temperatura media mensual en °F.

- CH = Coeficiente de corrección por humedad relativa definido por:
 $CH=0.166*(100-HR)^{0.5}$ para valores mayores a 64%, para valores menores el coeficiente es la unidad.
- CE = Factor de corrección por altitud definida por: $CE = 1 + 0.04*(E/2000)$
- E = Altitud en m.s.n.m.

- **Evapotranspiración real (ETc)**

Vásquez *et al.* (1984) indica que la evapotranspiración real o actual es la que produce cualesquiera sean las condiciones de las plantas y del suelo. Se le define también como la tasa real de consumo de agua de un cultivo.

$$ETc = ETP * Kc \quad (09)$$

Dónde:

- ETc = Evapotranspiración real o del cultivo (mm/día).
- ETP = Evapotranspiración potencial o de referencia (mm/día).
- Kc = Coeficiente de cultivo (adimensional).

- **Eficiencia de riego**

Según Palacios (2004), la eficiencia en el uso del agua en el riego se integra por varios componentes, considerando las pérdidas de éste recurso desde su almacenamiento, conducción y aplicación a las parcelas de los regantes. Además, es importante conocer cómo se definen estos componentes, así como la forma en que pueden mejorarse para lograr la optimización de este importante y escaso recurso.

En forma general, se define como eficiencia en el uso del agua, a la relación entre el volumen de agua utilizado con un fin determinado y el volumen extraído o derivado de una fuente de abastecimiento con ese mismo fin.

Expresado en forma funcional se tiene:

$$Ef = \frac{Vu}{Ve} \quad (10)$$

Dónde:

Ef = Eficiencia (adimensional).

Vu = Volumen utilizado (m³).

Ve = Volumen extraído de la fuente de abastecimiento (m³).

- **Precipitación efectiva**

Alcobendas *et al.* (s.f) indica que la precipitación efectiva es aquella parte de lluvia que se almacena en el volumen de suelo a profundidad radicular y es consumida por la planta en proceso de evapotranspiración. Se puede calcular utilizando el Método del USDA Soil Conservation Service. Para esto se utilizará la siguiente expresión:

$$Pe = \frac{Pto(125 - 0.2Pto)}{125} \quad \text{Para } Pto < 250 \text{ mm} \quad (10)$$

$$Pe = 125 + 0.1Pto \quad \text{Para } Pto > 250 \text{ mm} \quad (11)$$

Dónde:

Pe = Precipitación efectiva (mm).

Pto = Precipitación media mensual (mm).

- **Demanda de agua de los cultivos o necesidad de riego (DA)**

Vásquez *et al.* (1984) indica que la evapotranspiración actual o real (ETc) es la cantidad de agua que requiere la planta para satisfacer sus necesidades fisiológicas. Sin embargo, dentro de su ambiente, la planta no se encuentra aislada sino que forma parte de un microsistema, sujeto a “entradas” y salidas”; y por lo tanto, susceptible de efectuar un

balance hídrico, en el que las entradas están dadas por todos los aportes hídricos al suelo y la “salida” por el proceso de agotamiento de la humedad del suelo, ocasionado por la evapotranspiración actual (ETc). Si se considera para efectos de planificación de proyectos se debe usar la siguiente expresión, dado que en estos, el objetivo es conocer la demanda de agua total del proyecto.

$$DA = ETc - Pe \quad (12)$$

Dónde:

ETc = Evapotranspiración real o del cultivo (mm/día).

Pe = Precipitación efectiva (mm).

3.4.2. Demanda para uso poblacional

Es la cantidad de agua que requiere cada persona de una población, expresada en litros/habitante/día.

Las estimaciones y proyecciones de población para un período dado, se halla utilizando la función logística, que tiene como fórmula (INEI, 2009):

$$P(t) = K_1 + \frac{K_2}{1 + ae^{-tr}} \quad (13)$$

$$r = \frac{\ln\left(\frac{\frac{K_2 - P(t_2)}{P(t_2) - K_1}}{\frac{K_2 - P(t_1)}{P(t_1) - K_1}}\right)}{t_1 - t_2} \quad (14)$$

Dónde:

P(t) = proporción de población en el momento “t”.

a = constante de la función.

| | | |
|----------|---|--|
| $P(t_2)$ | = | proporción de población en el censo 2007. |
| $P(t_1)$ | = | proporción de población en el censo de 1993. |
| K_1 | = | asíntota inferior. |
| K_2 | = | asíntota superior |
| r | = | tasa de crecimiento. |

3.4.3. Demanda para consumo pecuario

La demanda de agua para consumo pecuario se estima multiplicando la cantidad de ganado por el consumo promedio de agua consumido por cada animal en donde se han registrado que existen vacunos, porcinos, ovinos, caprinos, alpacas y llamas (INEI, 2012).

3.4.4. Demanda de agua para el sector minero

El consumo de agua para el sector minero, se especifica según el volumen en m^3 por tonelada diaria de material tratado.

3.4.5. Uso no consuntivo del agua

Uso no consuntivo es aquel en el que no existe pérdida de agua, ya que la cantidad que entra es la misma o aproximadamente la misma que termina con el proceso; además no pueden ser medidos cuantitativamente, porque el agua es usada, pero no es removida de su ambiente natural (Castelán, 2003).

a. Uso hidroeléctrico

Es el uso que se le da para generar energía a partir del movimiento del agua, que una máquina primaria la transforma inicialmente en energía mecánica y luego una máquina secundaria la transforma en energía eléctrica, también se la conoce como hidroenergía. También es una forma de energía renovable, es decir no se agota (al menos mientras

subsista el ciclo hidrológico). En pocos lugares todavía la hidroenergía se la transforma en energía mecánica (usando una máquina primaria) pero casi toda la hidroenergía aprovechada en el mundo se la transforma en energía eléctrica, para ello hacemos uso de las denominadas plantas o centrales hidroeléctricas (Torres, 2011).

b. Uso piscícola

La actividad piscícola tiene por objeto el cultivo racional de los peces utilizando agua de los ríos o quebradas, comprende particularmente el control de su crecimiento y su reproducción. Se práctica en estanques naturales o artificiales, vigila y regula la multiplicación, alimentación y el crecimiento de los peces, así como la puesta en funcionamiento y mantenimiento de estos recintos acuosos (Fernández, s.f.).

3.5. BALANCE HÍDRICO EN UNA CUENCA

El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, también conocido como ecuación de la continuidad. Este establece que, para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier periodo de tiempo, la diferencia entre las entradas y salidas estará condicionada por la variación del volumen de agua almacenada.

En general el balance hídrico implica mediciones de ambos aspectos, almacenamientos y flujos del agua; sin embargo, algunas mediciones se eliminan en función del volumen y periodo de tiempo utilizados para el cálculo del balance.

La ecuación del balance hídrico, para una zona o cuenca natural o masa de agua, indica los valores relativos de entrada y salida de flujo y la variación del volumen de agua almacenada en la zona o masa de agua. En su expresión más sencilla, es la diferencia entre la oferta y la demanda de agua durante el mismo período de tiempo, en su fórmula más general estará representado por la siguiente ecuación (MINAM, 2010):

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \quad (15)$$

Dónde:

| | | |
|-----------------|---|---|
| CM _i | = | Caudal mensual (mm/mes). |
| P _i | = | Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes). |
| D _i | = | Déficit de escurrimiento (mm/mes). |
| G _i | = | Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes). |
| A _i | = | Abastecimiento de la retención (mm/mes). |

3.6. CONCEPTOS LEGALES

3.6.1. Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338

La gestión de los recursos hídricos en el Perú está normada por la Ley de Recursos Hídricos N° 29338, que regula el uso y gestión del agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta, también se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulta aplicable; asimismo tiene como finalidad regular el uso y gestión de las aguas de manera integrada. Por otro lado, señala los principios que rigen el uso y gestión integrada del agua, el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, la estructura de la Autoridad Nacional de Agua y del Consejo Directivo (como máxima autoridad de la anterior), la Jefatura de la Autoridad Nacional, el Tribunal Nacional de Resolución de Controversias Hídricas (que resuelve como última instancia administrativa las reclamaciones y recursos administrativos contra las resoluciones emitidas por la Autoridad Administrativa del Agua y la Autoridad Nacional, según el caso), los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, las funciones de los Gobiernos Regionales y Locales acerca del manejo de los Recursos Hídricos, las Organizaciones de Usuarios, usos de los recursos hídricos (sus clases y sus prioridades), derecho de uso de agua (entre los cuales figura la licencia de uso de agua), acerca de la extinción de los derechos de uso de agua, la protección del agua, el régimen económico por el uso de agua, la planificación de la gestión del agua, la infraestructura hidráulica, las aguas subterráneas, las aguas amazónicas y la infracciones y sanciones.

De acuerdo la Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos mediante la Resolución Jefatural N° 0250-2009-ANA, tiene como objeto precisar el marco de referencia dentro del

cual deben interactuar el sector público y privado en la gestión de los recursos hídricos del Perú; que permitan pasar de un manejo sectorial y desarticulado, hacia una gestión integrada con intervenciones debidamente institucionalizadas, mecanismos de gestión coherentes y coordinados en el marco del proceso de regionalización y descentralización.

3.7. CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos (SENAMHI, 2008):

- a. **Físicos:** sabor y olor, color, turbidez, conductividad, temperatura.
- b. **Químicos:** pH, O₂, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoníaco, sulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, etc., DBO₅, DQO.
- c. **Biológicos:**
 - Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal, y otras como las salmonellas, etc.); presencia de virus.

Si el agua reúne los requisitos fijados para cada uno de los parámetros mencionados en función de su uso es de buena calidad para ese proceso o consumo en concreto.

3.7.1. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Son medidas que establecen el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que nos representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Agua, categoriza para el uso del recurso hídrico de los cursos de agua sobre la base de características fisicoquímicas que debían reunir las aguas para ser consideradas aptas para el uso correspondiente. (OEFA, 2014)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

De manera detallada se indican los materiales y métodos que se utilizaron para lograr los objetivos del presente trabajo de investigación.

4.1. MATERIALES

4.1.1. Descripción general de la unidad hidrográfica

Políticamente la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia se encuentra ubicada en el departamento de Lima; enmarcándose en la provincia de Huarochirí. Ocupa una superficie de 1077.38 km.², representa el 30.75 por ciento de área total de la cuenca del río Rímac, cuya longitud de cauce principal es de 62.36 km. Ésta es de forma rectangular alargada (Noreste a Noroeste), en ella se encuentran lagunas, manantiales, ríos y quebradas que disminuyen su caudal en los meses de junio, julio, agosto, setiembre y octubre.

En la Figura 2, se presenta la ubicación general de la unidad hidrográfica Santa Eulalia:

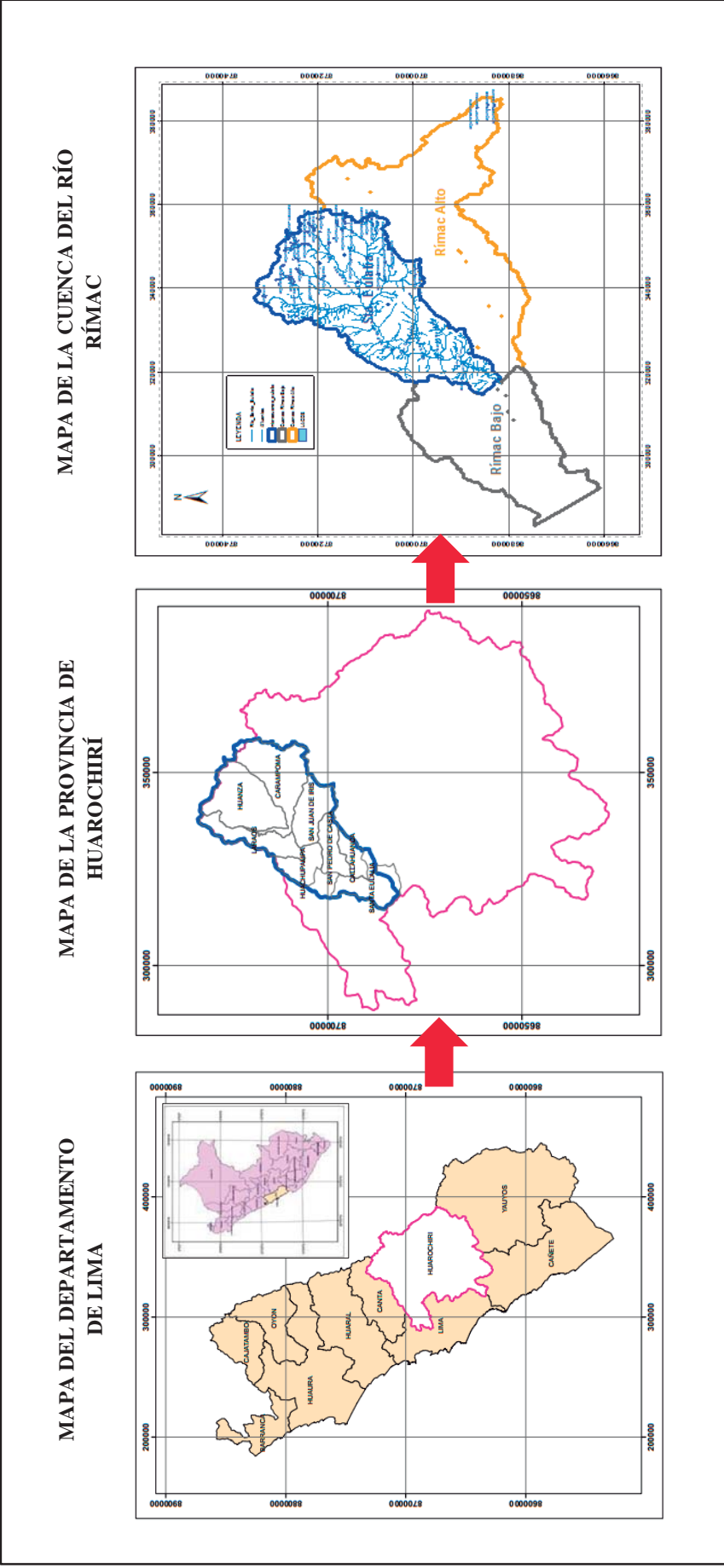


Figura 2. Mapa de ubicación del ámbito del proyecto

FUENTE: Elaboración Propia

4.1.2. Accesibilidad en la zona de estudio

Para llegar al ámbito de estudio, se recorre la carretera Central hasta llegar a Chosica. A la altura del km 37.5 se encuentra un desvío que se dirige hasta Santa Eulalia; si se considera este desvío como el kilómetro cero, Santa Eulalia se encuentra entonces en el kilómetro 4, el desvío a Callahuanca en el km 10.

Siguiendo la margen derecha del río Santa Eulalia por un camino sin asfaltar, sin cruzar el puente Austisha (km 29.1), el siguiente desvío es el de Vicas (Km. 33.5). Para llegar a Huachupampa, se debe cruzar la margen izquierda del río por el puente Autisha, siguiendo por el camino que sube hasta San Pedro de Casta y en el kilómetro 14.5 tomar el desvío para Huachupampa. Para llegar hasta San Pedro de Casta se continúa por el camino principal por unos 42 km. Hasta Laraos, Carampoma y Huanza se sigue sobre la margen derecha del río Santa Eulalia, cabe mencionar que el camino hacia estos distritos es trocha.

4.1.3. Información básica

a. Información hidrometeorológica

Correspondiente a registros a nivel mensual, de las siguientes variables: precipitación, caudal, temperatura media mensual, humedad relativa media mensual. Información obtenida del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y de trabajos realizados en la zona, como el Inventario de Recursos Hídricos Superficiales que realizó la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2010).

b. Información cartográfica

- Se utilizaron cartas nacionales a escala 1/100000, con equidistancias mínimas de curvas de nivel de 50 m. que cubren el ámbito de estudio (unidad hidrográfica del río Santa Eulalia), las cuales son: 24-j (Chosica) y 24-k (Matucana).
- Cartas Nacionales a escala 1/100000 adquiridas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) digitalizadas en Sistema de Información Geográfica (SIG). Cobertura: red hidrográfica, curvas de nivel y nombres de la red hidrográfica.

4.1.4. Información general

a. Datos de otros estudios

- Datos de los últimos censos:
 - Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.
 - IV Censo Nacional Agropecuario 2012.
- Datos en general de estudios realizados anteriormente como el Inventario de Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2010).

b. Normas legales

- La Ley de Recursos Hídricos N° 29338, promulgada y publicada el 31 de marzo del 2009.
- El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 01-2010-AG, del 24 de marzo de 2010.
- El Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG, publicado el 8 de julio del 2010.
- Lineamientos generales para la creación de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca, aprobado mediante Resolución Jefatural No. 575-2010-ANA, publicado el 11 de setiembre del 2010.
- “Metodología de Formalización de Usos de Agua Poblacional y Agrario”, aprobado por Resolución Jefatural N° 484-2012-ANA.
- Reglamento de Organizaciones de Usuarios de Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 021-2012-AG, publicado el 30 de diciembre del 2012.
- Modificación del Reglamento de Organizaciones de Usuarios de Agua mediante Decreto Supremo N° 003-2013-AG, publicado el 2 de febrero del 2013.
- Disposiciones para la formalización de Juntas de Usuarios como operadores de infraestructura hidráulica pública, aprobado por Decreto Supremo N° 011-2013-MINAGRI, publicado el 18 de octubre del 2013.
- Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA (Clasificación de los cuerpos de agua)
- Ley General de Comunidades Campesinas, Ley N° 24656.
- Reglamento de la Ley General de Comunidades Campesinas, aprobado por Decreto Supremo N° 008-91-TR.

4.1.5. Softwares utilizados

- Microsoft Word 2013.
- Microsoft Excel 2013.
- AutoCAD Civil 3D 2015.
- ArcGIS versión 10.1.

4.1.6. Equipo

- Computadora portátil Marca Toshiba Intel Core i5.
- Impresora Multifuncional Canon Pixma MX391.
- Cámara fotográfica Nikon D3100.
- GPS eTrex Vista® HCx.
- Memoria USB 16gb Hp V225w.

4.1.7. Útiles

- Libreta de campo.
- Lápiz y plumón.
- Escalímetro.

4.2. MÉTODOS

Se ejecutó una metodología que consistió en tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

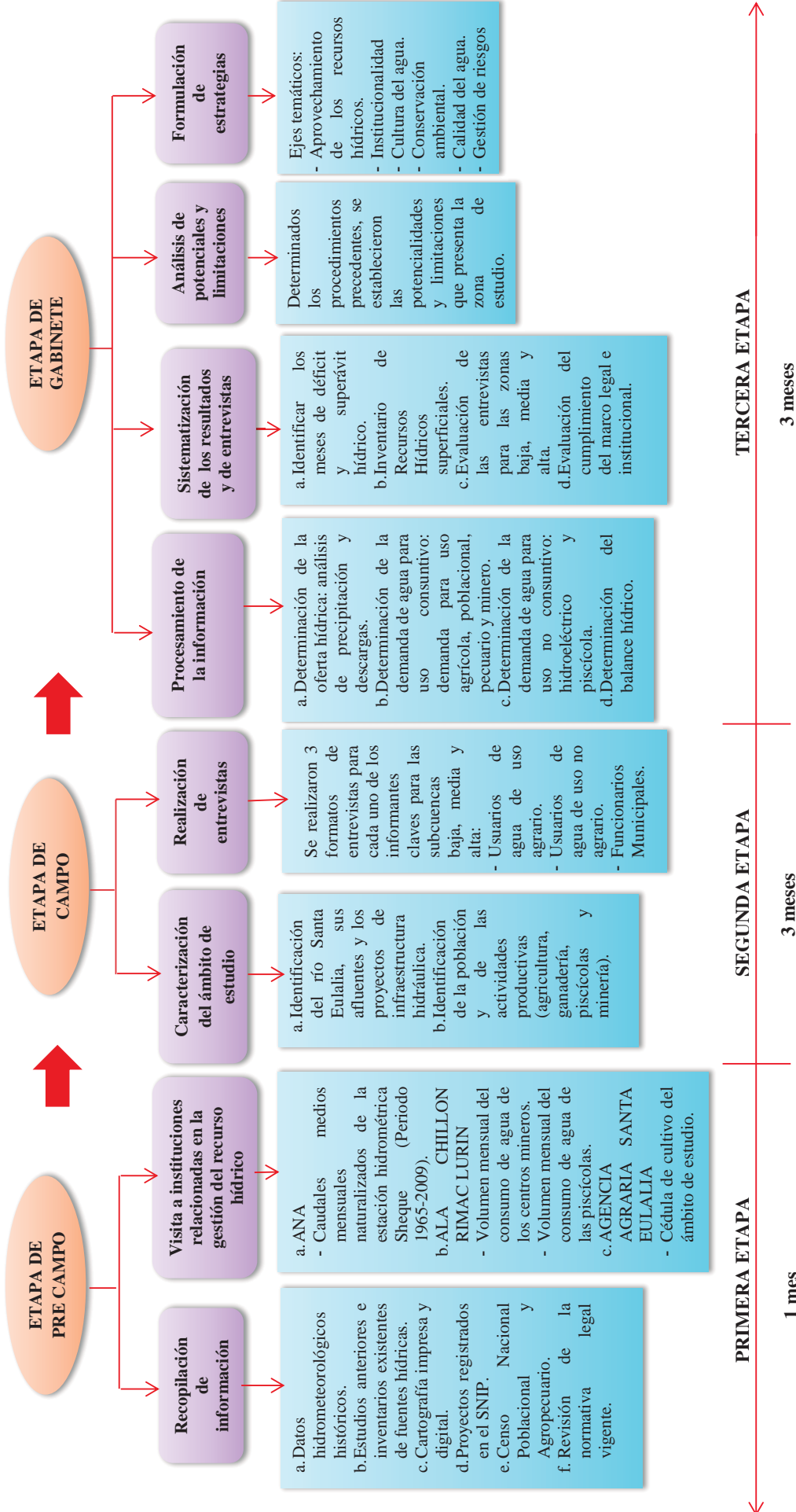


Figura 3: Ideograma del proceso metodológico
 FUENTE: Elaboración Propia

4.2.1. Etapa de pre campo

En esta primera etapa se efectuaron una serie de actividades preliminares previas a los trabajos de campo, siendo las siguientes:

a. Recopilación de la información

Se revisó toda la información concerniente a la zona de estudio referida a:

- Datos hidrometeorológicos históricos del ámbito de la unidad hidrográfica Santa Eulalia y de cuencas vecinas, obtenidos a través del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos.
- Estudios anteriores e inventarios existentes de fuentes hídricas.
- Cartografía general y detallada (impresa y digital), obtenidos del IGN.
- Proyectos desarrollados en ámbito de estudio registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).
- Censos Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda y el Poblacional, obtenido del INEI.
- IV Censo Nacional Agropecuario 2012, obtenido del INEI.

Además, se revisó todas las normativas legales vigentes detalladas en la página 27.

b. Visita a instituciones relacionadas en la gestión del recurso hídrico

Se realizaron visitas a las instituciones involucradas en la gestión del recurso hídrico, con la finalidad de obtener información útil para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

A continuación, se mencionan a cada una de ellas y con la información recolectada.

- **Autoridad Nacional del Agua (ANA)**

- Caudales medios mensuales naturalizados de la estación hidrométrica Sheque (Periodo 1965-2009).

- **Administración Local del Agua Chillón Rímac Lurín (ALA CHRL)**
 - Volumen mensual del consumo de agua de los centros mineros: Collqui, Venturosa, Lichicocha y Nuestra Señora del Carmen.
 - Volumen mensual del consumo de agua de las piscícolas: Antacucho, Allpamarca, Ampe Grande y Piedra Huaca.

- **Agencia Agraria Santa Eulalia**
 - Cédula de cultivo del ámbito de estudio.

4.2.2. Etapa de campo

Los trabajos de campo utilizados en la investigación fueron los siguientes:

a. Caracterización del ámbito de estudio

Se realizó el recorrido por toda el área de estudio, identificando el río Santa Eulalia, los afluentes que abarcan esta unidad hidrográfica y los proyectos de infraestructura hidráulica existentes como canales, represas, acueductos rurales; además de la identificación de la población, las actividades productivas fácilmente reconocibles como la agricultura, ganadería, piscícolas y minería.

b. Realización de entrevistas

Se remitieron cartas informativas (ver ANEXO 2) a cada municipalidad distrital que se ubican en la zona de estudio, con el fin de que la población conozca sobre la investigación a desarrollarse, además de solicitarles su colaboración y disposición al momento de realizarse las entrevistas.

De acuerdo a la metodología utilizada en el proyecto “Diagnóstico Participativo sobre la Gestión del Agua en la Cuenca del río Lurín”, se realizaron tres formatos de entrevistas a los informantes claves identificados en la gestión del agua para la cuenca baja, media y alta, siendo los siguientes:

- Usuarios de agua con fines agrarios.
- Usuarios de agua con fines no agrarios.
- Para funcionarios municipales.

En el ANEXO 1 se adjuntan los formatos de dichas entrevistas.

4.2.3. Etapa de gabinete

Las actividades para esta etapa se desarrollaron de la siguiente manera:

a. Procesamiento de la información

Recopilada la información y los datos obtenidos en la visita de campo, estos se procesaron utilizando los *softwares* correspondientes, con la finalidad de interpretar y tabular dicha información mediante cuadros, planos y gráficas.

Las actividades desarrolladas se describen a continuación:

i. Determinación de la oferta hídrica de la unidad hidrográfica Santa Eulalia

Se realizaron los análisis de precipitación y descargas con el fin de determinar la oferta hídrica de la unidad hidrográfica, para ello se utilizó la información proporcionada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

• Análisis de la precipitación

En el ámbito de la unidad hidrográfica Santa Eulalia y unidades vecinas, existen alrededor de 17 estaciones con información pluviométrica como se puede apreciar en la Figura 4; sin embargo no todas poseen la misma cantidad de datos, ya que algunas han dejado de funcionar, es por ello que se tomará en cuenta para el estudio hidrológico un total de 12 estaciones, de las cuales tres se encuentran dentro de la unidad hidrográfica, dichas estaciones se pueden apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1: Estaciones utilizadas

| ESTACIÓN | UNIDAD HIDROGRÁFICA | ALTITUD (m.s.n.m.) | COORDENADAS WGS84 | |
|------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| | | | ESTE | NORTE |
| Arahuay | Chillón | 2,800 | 314626.9119 | 8715249.347 |
| Canchacalla | Santa Eulalia-Parac | 2,554 | 333154.2605 | 8690118.819 |
| Carampoma | Santa Eulalia | 3,489 | 334793.5394 | 8711120.051 |
| Casapalca | Alto río Rímac | 4,214 | 365519.9003 | 8712055.507 |
| Chosica (PLU) | Jicamarca-Santa Eulalia | 850 | 314827.8073 | 8682062.994 |
| Lachaqui | Chillón | 3,668 | 323672.833 | 8722676.708 |
| Matucana | Santa Eulalia-Parac | 2,479 | 349860.3451 | 8690835.776 |
| Milloc | Santa Eulalia | 4,398 | 352769.3257 | 8720474.153 |
| Pariacancha | Chillón | 3,800 | 336302.099 | 8741180.884 |
| Río Blanco | Río Blanco | 3,550 | 362785.5328 | 8702464.091 |
| Santa Eulalia | Santa Eulalia | 982 | 318447.7954 | 8681934.394 |
| Santiago de Tuna | Lurín | 2,921 | 334839.0878 | 8674804.582 |

FUENTE: Elaboración Propia

- **Análisis gráfico**

A partir de los registros históricos de cada estación se elaboraron histogramas de precipitación total mensual y anual, para el periodo comprendido desde 1990 al 2010, con la finalidad de detectar visualmente las posibles inconsistencias (saltos o tendencias) en el periodo analizado. De identificarse visualmente algunas inconsistencias en los histogramas de precipitación, estos fueron analizados mediante el análisis de doble masa.

- **Análisis de doble masa**

El análisis se realizó detectando “quebres o cambios de pendiente” en la curva de doble masa. Para poder corregirlos fue necesario determinar sus causas, las cuales pudieron deberse a fenómenos naturales o haber sido originadas por errores sistemáticos.

- **Análisis estadístico**

En base a los resultados del análisis de doble masa, se procedió a realizar el tratamiento estadístico mediante las pruebas T de Student y F de Fisher de cada uno de los registros para probar la homogeneidad de la media y desviación estándar respectivamente, luego de ello se efectuaron las correcciones de los periodos dudosos.

- **Completación y extensión de la información**

Posterior a la corrección de los registros históricos de precipitación, se realizó la completación de datos en los meses faltantes. Para ello, se consideró un periodo común de 21 años desde 1990 al 2010.

- **Análisis de la variación temporal y espacial**

- **Relación Precipitación – Altura**

Se relacionaron las estaciones que están ubicadas dentro y fuera de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, correlacionando la altitud (m.s.n.m.), con su correspondiente precipitación

total media anual (mm); produciéndose una gradiente de precipitación, a mayor altura mayor precipitación.

- **Análisis de la precipitación media**

Para determinar la precipitación media de la cuenca, se aplicó el método de las isoyetas considerando la precipitación media mensual de cada estación.

- **Análisis de descargas**

Para desarrollar el análisis de la disponibilidad hídrica, se ha dividido la unidad hidrográfica en tres subcuencas: baja, media y alta; las cuales han sido delimitadas usando herramientas de procesamiento de información geográfica. De acuerdo a la recopilación de datos no se cuenta con información hidrométrica para las subcuencas baja y media, siendo la subcuenca alta, la única que posee dicha información.

En el caso de la subcuenca alta, se tomó en cuenta los datos de los caudales medios mensuales naturalizados de la estación hidrométrica Sheque para un periodo de 45 años comprendido desde 1965 al 2009 (Ver ANEXO 15). Posteriormente, se realizó el análisis gráfico de las descargas, donde se apreció la variación estacional, los picos y saltos hidrológicos que presentan las descargas del río Santa Eulalia.

A continuación, se muestran las características hidrométricas de la estación Sheque las cuales se aprecian en la Tabla 2.

Tabla 2: Características de la estación Seque

| ESTACIÓN | ALTITUD (m.s.n.m.) | CAUDAL MEDIO (m ³ /s) | COORDENADAS WGS84 | |
|----------|-----------------------|--|----------------------|-------------|
| | | | ESTE | NORTE |
| Sheque | 3100 | 11.05 | 336633.6008 | 8710810.282 |

FUENTE: Elaboración Propia

- **Frecuencia de caudales**

Se calculó la frecuencia de las descargas de la estación hidrométrica Sheque para un periodo de 45 años comprendido desde 1965 al 2009 para una persistencia de ocurrencia de 75 por ciento. La finalidad de este procedimiento es la obtención de la frecuencia de ocurrencia de las descargas que más adelante permitirán hallar la oferta de agua mensual y con ello se determinará el balance hídrico de la unidad hidrográfica Santa Eulalia.

- **Generación de caudales para subcuencas sin información**

Para hallar disponibilidad hídrica en las subcuencas media y baja, ámbitos que no cuentan con información hidrométrica, se utilizó el método de transferencia hidrológica, con el cual se generó los caudales mensuales para cada una de las subcuencas, mediante ecuaciones que se calcularon en función de su área y precipitaciones mensuales. Posteriormente, se determinó los caudales mensuales al 75 % de persistencia para las subcuencas sin información.

ii. Evaluación de Calidad del Agua

De acuerdo a los resultados obtenidos de la “Evaluación de la calidad del agua en el ámbito de la cuenca del río Rímac” realizado por la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, se compararon los valores hallados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de Agua del río Santa Eulalia, el cual ha sido clasificado de acuerdo a la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA en la Categoría 1-A2: “Poblacional y Recreacional” (Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).

iii. Determinación de la demanda de agua para uso consuntivo en la unidad hidrográfica Santa Eulalia

Se calcularon las demandas de agua para consumo agrícola, poblacional y pecuario. Para el caso de la demanda del sector minero, se utilizó la información proporcionada por la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín.

- **Demanda para uso agrícola**

- **Evapotranspiración Potencial (ETP)**

Para determinar la evapotranspiración potencial, se utilizó la fórmula de Hargreaves, debido a que se tenía la información de los datos de temperatura y humedad relativa; siendo utilizados los de la estación Santa Eulalia para la subcuenca baja, la estación Carampoma para la subcuenca media y finalmente la estación Mina Collqui para la subcuenca alta.

Para el cálculo del factor mínimo de latitud (MF), se usaron los valores que se muestran en el ANEXO 19, por cada mes y según su latitud sur para las subcuencas baja, media y alta.

- **Evapotranspiración real (ETc)**

Determinada la evapotranspiración potencial, se requirió conocer el valor de la evapotranspiración real del cultivo, el cual fue desarrollado por el método de la FAO, en donde intervino el factor del cultivo (Kc) estimado por cada mes. Asimismo, fue necesario conocer la cantidad de hectáreas que se siembran de cada cultivo mes a mes, información que fue proporcionada por la Agencia Agraria Santa Eulalia y por la base de datos de los proyectos desarrollados en el ámbito de estudio registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

- **Eficiencia de riego**

La eficiencia de riego que se utilizó fue igual a 32 por ciento, de acuerdo a las características y condiciones de los suelos, método de riego, infraestructura de riego, etc. La eficiencia de aplicación de 55 por ciento corresponde a suelos de textura media, que predominan en Santa Eulalia, riego por gravedad (surcos) y nivelación regular. Finalmente la eficiencia de conducción y distribución fue de 90 y 65 por ciento, respectivamente las cuales corresponde a los distritos de riego de tamaño mediano, con predominio de canales de conducción no revestidos.

- **Precipitación efectiva**

La precipitación efectiva se calculó utilizando el Método del USDA Soil Conservation Service y teniendo en cuenta la precipitación media mensual.

- **Demanda de agua de los cultivos o necesidad de riego (DA)**

Esta demanda se obtuvo mediante la diferencia de la evapotranspiración real (ETc) y la precipitación efectiva (Pe), siendo determinadas en la subcuenca baja, media y alta.

- **Demanda para uso poblacional**

Se realizaron estimaciones y proyecciones de la población para el año 2014 por cada distrito que abarcan en el ámbito de estudio, siendo necesario los resultados de los Censos Nacionales: XI de Población y VI de Vivienda realizados por el INEI en los años 1993 y 2007.

Los resultados antes mencionados, se hallaron determinando la proporción de la población y multiplicando por la población proyectada del departamento, con ellos se obtuvo la población de cada uno de los distritos.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el consumo de agua para poblaciones en las zonas rurales es igual a 120 litros/persona/día que multiplicado por la cantidad total de habitantes proyectados para el año 2014 de cada distrito, se obtiene la demanda para uso poblacional.

- **Demanda para consumo pecuario**

Los pobladores del valle de Santa Eulalia tienen como sustento económico la crianza de vacunos, ovinos, porcinos, caprinos, alpacas y llamas; donde son pastoreados dentro del área que comprende la unidad hidrográfica.

De acuerdo al IV Censo Nacional Agropecuario 2012, las unidades agropecuarias que cuentan con cabezas de ganado se muestra en la siguiente Tabla (3):

Tabla 3: Población de ganados según tamaño de las unidades agropecuarias

| DISTRITOS | VACUNOS | | PORCINOS | | OVINOS | | CAPRINOS | | ALPACAS | | LLAMAS | |
|--------------------|------------------------------|--------------|------------------------------|------------|------------------------------|---------------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|------------------------------|--------------|
| | N° de unidades agropecuarias | Cabezas | N° de unidades agropecuarias | Cabezas | N° de unidades agropecuarias | Cabezas | N° de unidades agropecuarias | Cabezas | N° de unidades agropecuarias | Cabezas | N° de unidades agropecuarias | Cabezas |
| Santa Eulalia | 10 | 66 | 9 | 172 | 26 | 329 | 9 | 249 | 5 | 14 | 2 | 10 |
| Callahuanca | 39 | 443 | 2 | 5 | 8 | 122 | 15 | 768 | | | | |
| Huanza | 76 | 1,581 | 8 | 35 | 61 | 3,635 | 8 | 35 | 12 | 278 | 38 | 1,143 |
| Carampoma | 80 | 2,109 | 2 | 15 | 61 | 3,082 | 7 | 24 | | | 10 | 284 |
| Laraos | 75 | 1,158 | 3 | 6 | 43 | 1,927 | 4 | 24 | 5 | 1,134 | 21 | 237 |
| San Pedro de Casta | 118 | 1,347 | | | 7 | 54 | 39 | 1,141 | | | 1 | 1 |
| Huachupampa | 61 | 831 | | | 14 | 1,893 | 8 | 436 | | | | |
| San Juan de Iris | 81 | 1,250 | 1 | 4 | 13 | 670 | 2 | 7 | | | 9 | 22 |
| TOTAL | 540 | 8,785 | 25 | 237 | 233 | 11,712 | 92 | 2,684 | 22 | 1,426 | 81 | 1,697 |

FUENTE: INEI – IV Censo Nacional Agropecuario 2012.

Según estudios realizados por Sager (1996) citado por Carillo (2013), se indica que podría hacerse una buena aproximación si se considera que un animal adulto puede consumir aproximadamente el 8 al 10 por ciento de su peso en agua: un novillo de 400 kg podrá ingerir 40 l/día.

De acuerdo al Departamento de Agricultura de la FAO (2000), el consumo de agua de ovinos y caprinos es entre tres a ocho litros de agua por animal por día, en el caso de los porcinos se estima según la clase de animal, siendo las necesidades diarias de agua aproximadamente las siguientes:

Tabla 4: Consumo de agua diario por clase de animal

| Clase de animal | Consumo diario de agua |
|-------------------------|------------------------|
| Verraco | 10-15 litros |
| Marrana en gestación | 10-17 litros |
| Marrana en lactancia | 20-30 litros |
| Lechones destetados | 2-4 litros |
| Lechones en crecimiento | 6-8 litros |

FUENTE: Departamento de Agricultura de la FAO 2000.

Entre los camélidos sudamericanos, las alpacas estabuladas consumen, en promedio 2.9 litros de agua por día (Raggi, 1992).

Finalmente, se estimó la demanda de agua para consumo pecuario multiplicando la cantidad de ganado por el consumo promedio de agua consumido por cada animal.

- **Demanda de agua para el sector minero**

En el ámbito de estudio se han identificado cuatro empresas mineras: Colqui, Venturosa, Lichicocha y Nuestra Señora del Carmen, cuyo volumen de consumo mensual del recurso hídrico fue proporcionado por la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín.

iv. Determinación de la demanda de agua para uso no consuntivo en la unidad hidrográfica Santa Eulalia

- **Uso hidroeléctrico**

A lo largo del río Santa Eulalia se escalonan tres centrales hidroeléctricas (Huinco, Callahuanca y Huanza), aprovechando los desniveles existentes. La potencia y el caudal nominal de estas centrales hidroeléctricas serán proporcionados por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minas (OSINERGMIN) y EDEGEL.

- **Uso piscícola**

La actividad piscícola se desarrolla en las partes alta y baja del río Santa Eulalia, la cual consiste principalmente en la crianza de truchas en pozas construidas para este fin, las aguas una vez utilizadas vuelven al cauce de donde fueron captadas. El volumen de agua utilizado para esta actividad fue proporcionado por la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín.

v. Determinación del balance hídrico

Determinado la disponibilidad hídrica de la unidad hidrográfica al 75 por ciento de persistencia de las descargas medias mensuales y los cálculos de las demandas de consumo poblacional, agrícola y pecuario; se procedió a realizar la comparación entre la oferta y demanda hídrica por subcuencas (baja, media y alta), con esto se determinó si la unidad hidrográfica cuenta con la suficiente oferta de agua para satisfacer las demandas.

b. Sistematización de los resultados y de entrevistas

Concluidos los resultados y las entrevistas a los informantes claves, se realizó la sistematización de los mismos mediante cuadros y gráficos, con la finalidad de identificar la problemática en la gestión del agua en las subcuencas baja, media y alta de la unidad hidrográfica.

Las actividades desarrolladas se describen a continuación:

i. Identificación de los meses de déficit y superávit hídrico

De acuerdo al balance hídrico, se identificaron los meses de déficit y superávit de disponibilidad hídrica de la unidad hidrográfica Santa Eulalia.

ii. Inventario de Recursos Hídricos Superficiales

Se revisó la información contenida en el Inventario de Recursos Hídricos Superficiales realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el cual se recopiló la información de los seis tipos de fuentes de agua superficial entre ellas se encuentran: quebradas, manantiales, lagunas represadas, lagunas naturales, ríos y presas de la unidad hidrográfica Santa Eulalia.

iii. Evaluación de las entrevistas para las subcuencas baja, media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia

Recopilada la información de las entrevistas realizadas a los informantes claves, se procesaron los resultados agrupándose mediante gráficos y tablas.

iv. Evaluación del cumplimiento del marco legal e institucional

Realizada las entrevistas en cada zona de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, se verificó la percepción de los informantes claves sobre el cumplimiento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29938 y del desempeño realizado por las instituciones competentes relacionadas en la gestión de los recursos hídricos.

c. Análisis de potenciales y limitaciones de la unidad hidrográfica Santa Eulalia

De acuerdo a los resultados obtenidos de los procedimientos precedentes, se determinaron las potencialidades y limitaciones que presenta la unidad hidrográfica Santa Eulalia y teniendo en cuenta este desarrollo, se elaboraron estrategias para su gestión integrada de recursos hídricos.

d. Formulación de estrategias para la Gestión Integral de Recursos Hídricos

Identificado las potencialidades y limitaciones de la unidad hidrográfica que enfrentan los usuarios en la gestión del recurso hídrico, se realizaron las propuestas de estrategias con la finalidad de administrar y desarrollar las mismas en forma sostenible y equilibrada en la unidad hidrográfica Santa Eulalia, en donde se abordaron de acuerdo a los siguientes ejes temáticos:

- Aprovechamiento de los recursos hídricos.
- Institucionalidad.
- Cultura del agua.
- Conservación ambiental.
- Calidad del agua.
- Gestión de riesgos

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. ANÁLISIS DE PRECIPITACIÓN

5.1.1. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

El análisis de consistencia de la información pluviométrica es una técnica que permite detectar, identificar, cuantificar, corregir y eliminar los errores sistemáticos de la no homogeneidad e inconsistencia de una serie hidrometeorológica. Por lo tanto, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo a fin de obtener una serie homogénea, consistente y confiable; debido a que la inconsistencia de datos puede producir un sobre y subdiseño de estructuras hidráulicas. En ese sentido, se realizó el análisis de consistencia por tres métodos, cuyos resultados se presentan a continuación:

a. Análisis visual de histogramas

Este análisis se utilizó para detectar e identificar la inconsistencia de la información pluviométrica en forma visual e indicar el periodo o los periodos donde los datos son dudosos, los cuales se pueden reflejar como “picos” muy alto o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, debiendo comprobarse si son causados por fenómenos naturales o si son producidos por errores sistemáticos.

Se han utilizado tres grupos de estaciones pluviométricas, siendo agrupadas de acuerdo a su altitud y de las cuales han sido establecidas para las zonas baja, media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia. De las estaciones consideradas (Ver ANEXO 3 al 14) se puede decir, que no existe un periodo dudoso significativo en las series mensuales y anuales de precipitaciones totales, excepto en la estación Milloc, de la cual se observó una ligera diferencia en el comportamiento hidrológico y debido a esto, se ha procedido a realizar el análisis de doble masa.

En las siguientes figuras, se muestran los histogramas para las series mensuales y anuales de cada grupo de estaciones por cada zona.

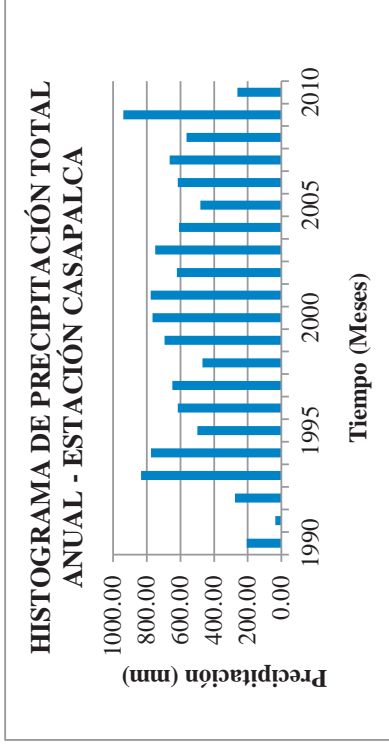
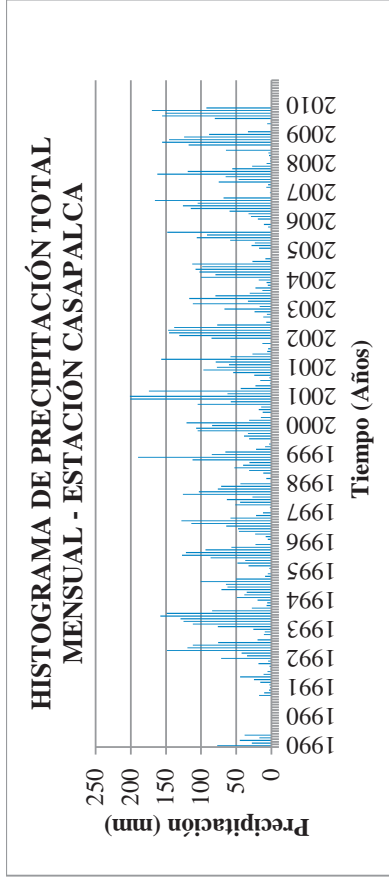


Figura 5: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Casapalca

FUENTE: Elaboración Propia

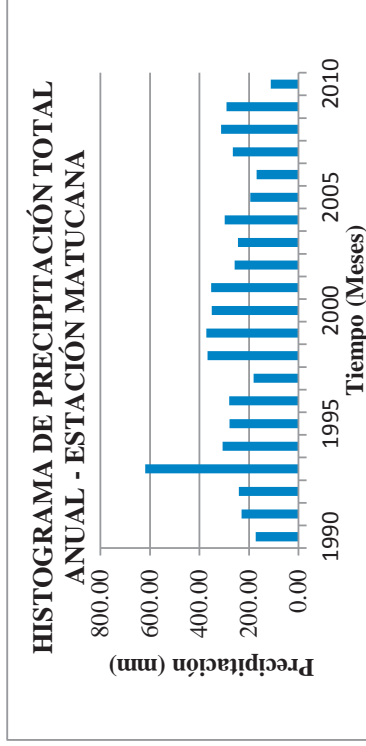
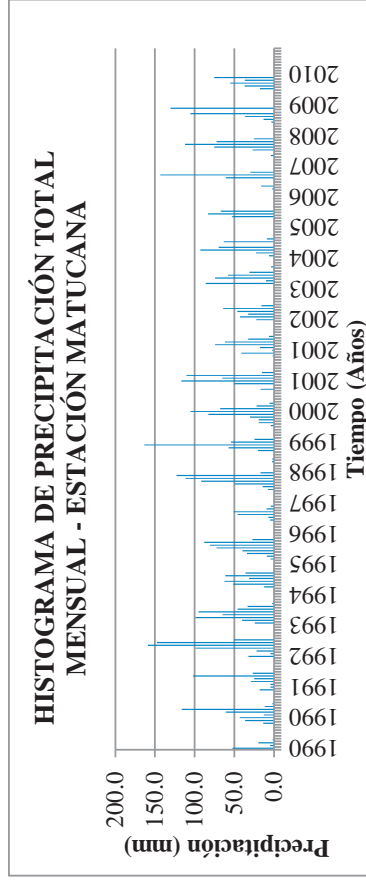


Figura 6: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Matucana

FUENTE: Elaboración Propia

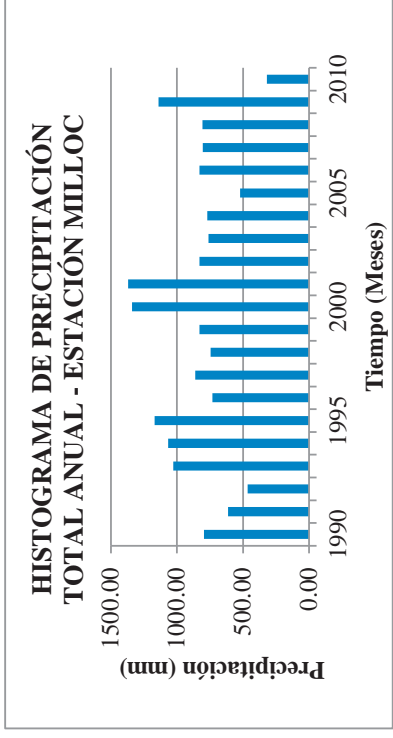
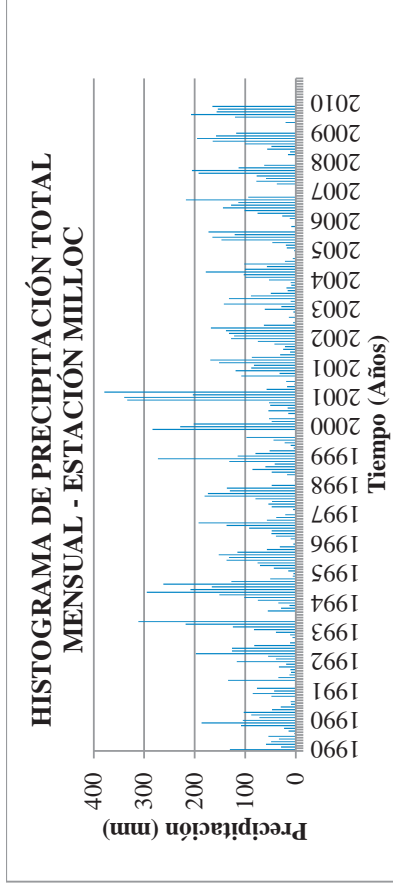


Figura 7: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Milloc

FUENTE: Elaboración Propia

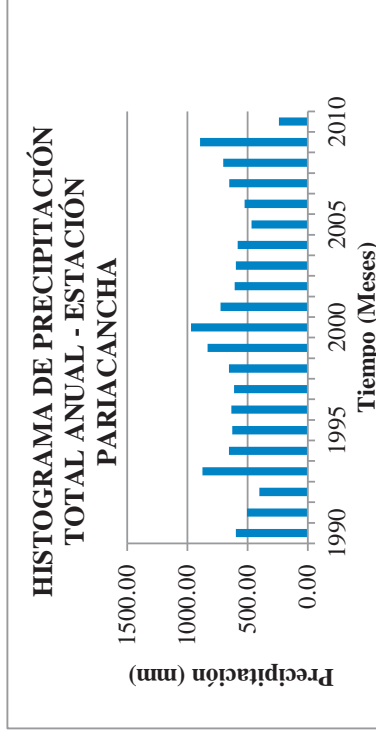
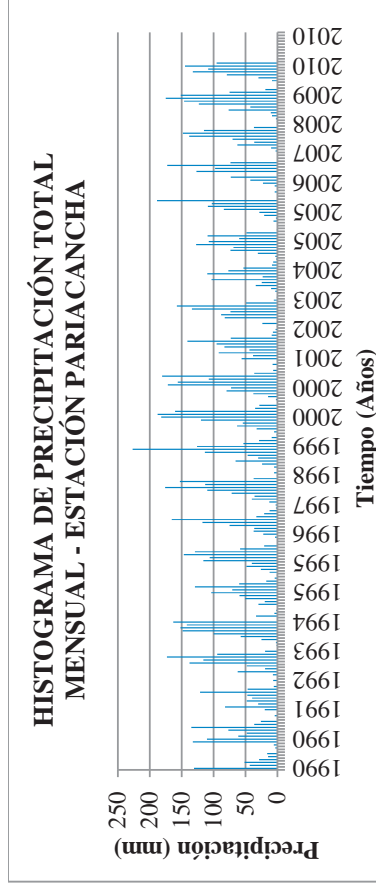


Figura 8: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Pariacancha

FUENTE: Elaboración Propia

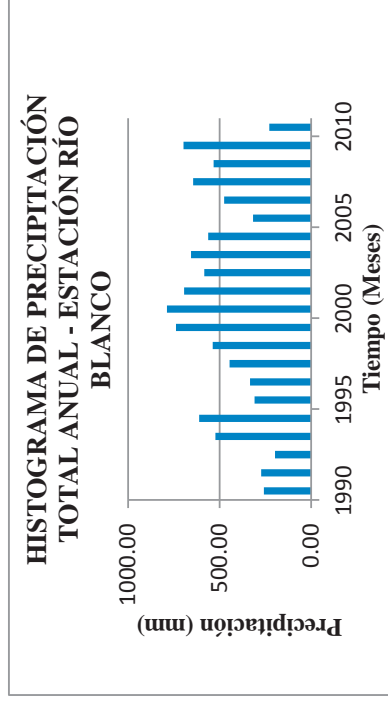
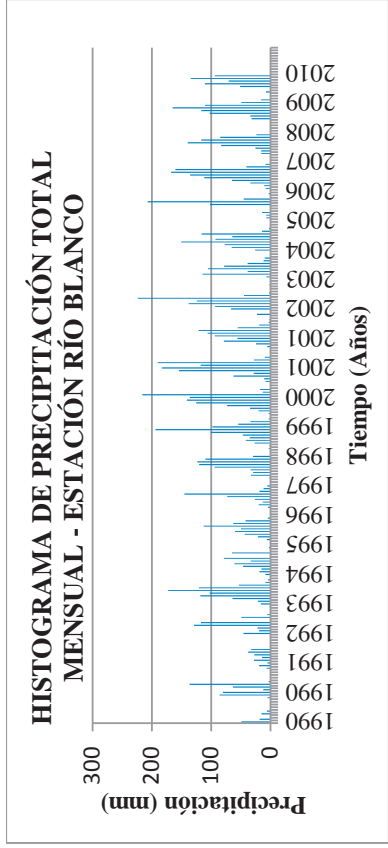


Figura 9: Grupo N° 1. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Río Blanco

FUENTE: Elaboración Propia

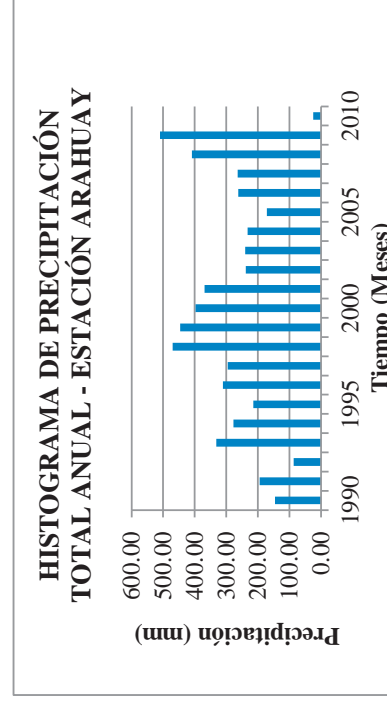
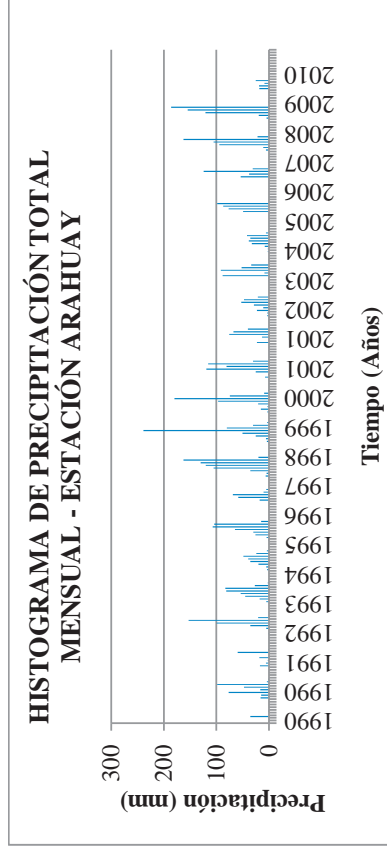


Figura 10: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Arahua

FUENTE: Elaboración Propia

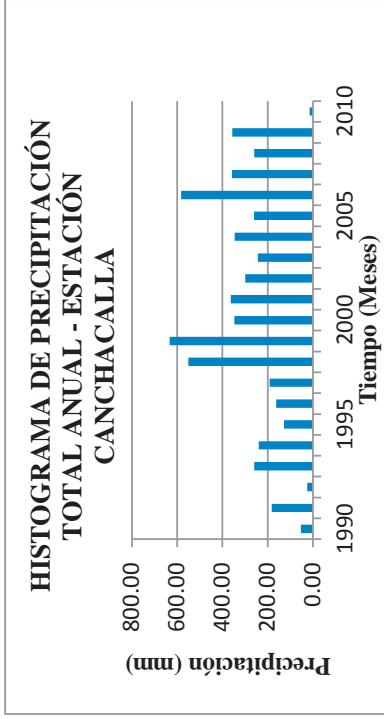
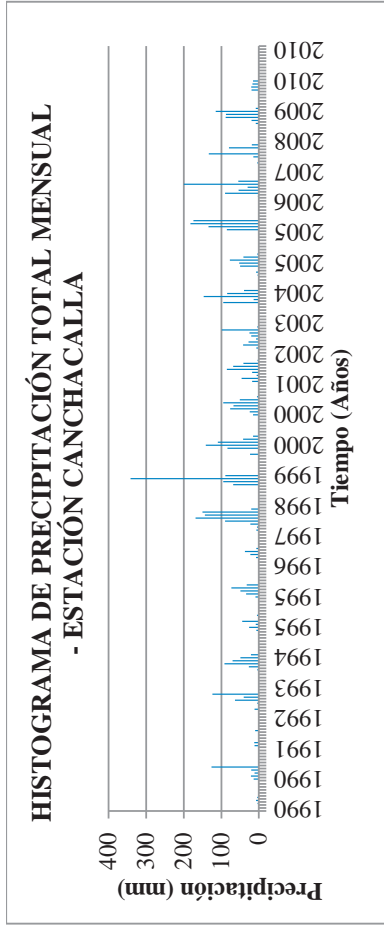


Figura 11: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Canchacalla

FUENTE: Elaboración Propia

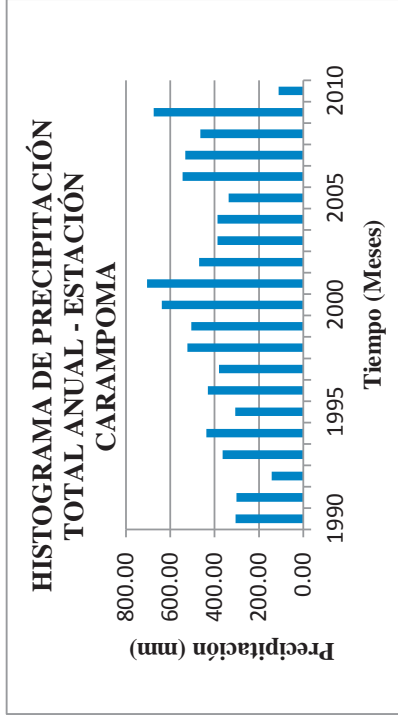
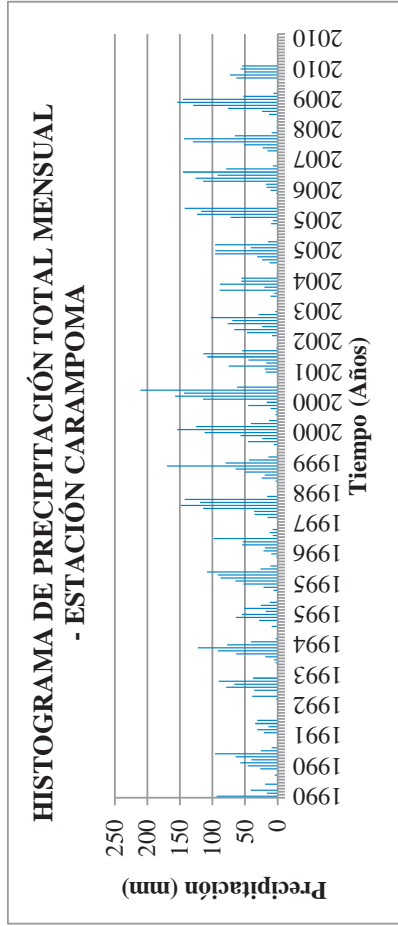


Figura 12: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Carampoma

FUENTE: Elaboración Propia

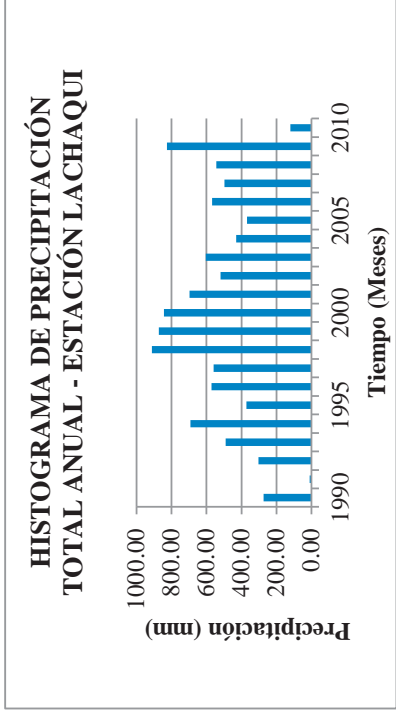
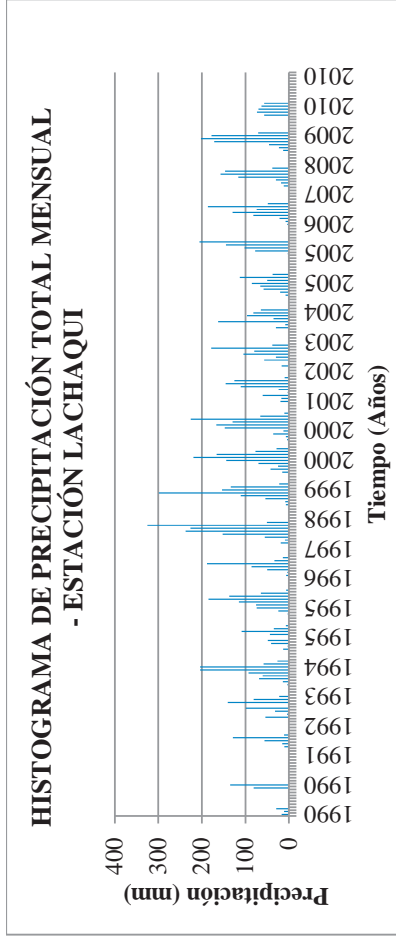


Figura 13: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Lachaqui

FUENTE: Elaboración Propia

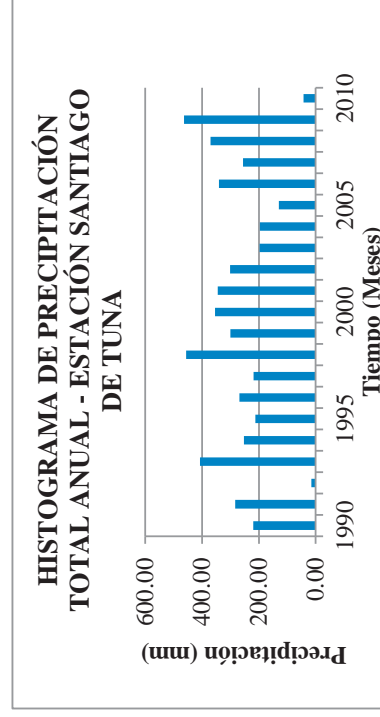
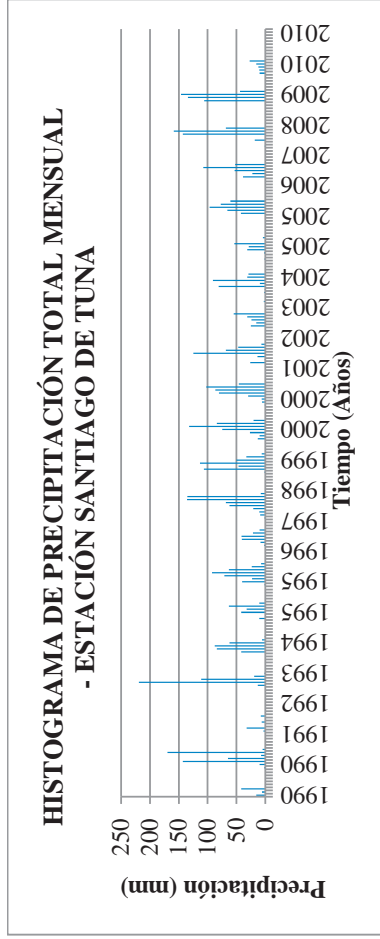


Figura 14: Grupo N° 2. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Santiago de Tuna

FUENTE: Elaboración Propia

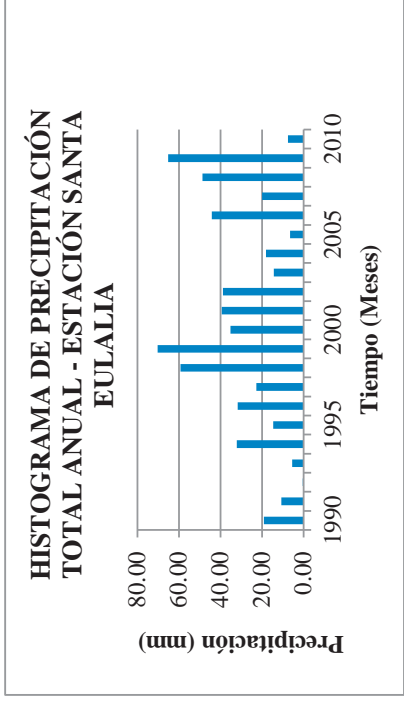
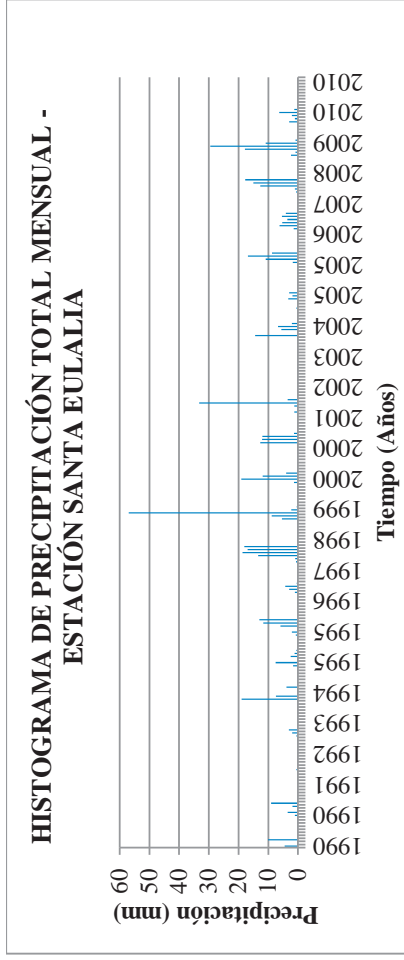


Figura 15: Grupo N° 3. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Santa Eulalia

FUENTE: Elaboración Propia

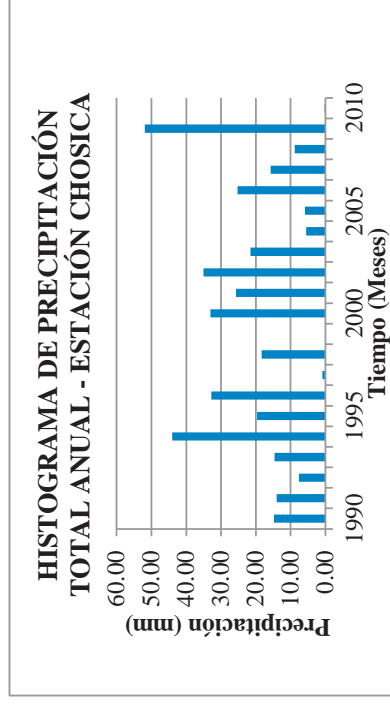
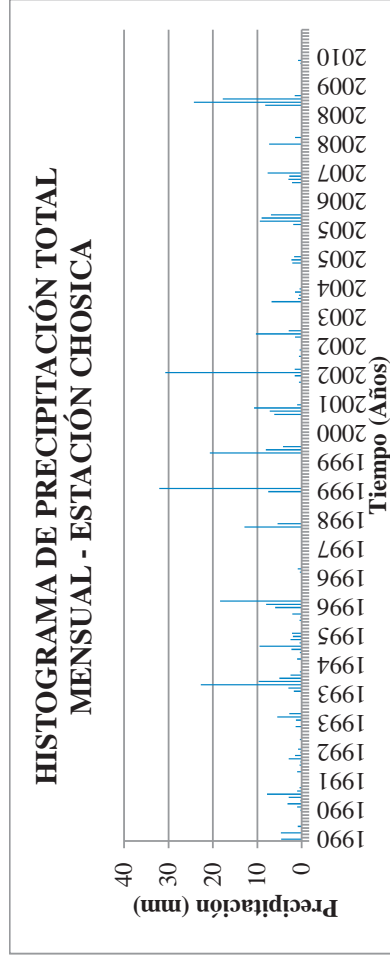


Figura 16: Grupo N° 3. Histograma de precipitación total mensual y anual – Estación Chosica

FUENTE: Elaboración Propia

b. Análisis de doble masa

Al igual que el análisis precedente, se han utilizado tres grupos de estaciones pluviométricas siendo agrupadas de acuerdo a su altitud y de las cuales han sido establecidas para las zonas baja, media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia. El propósito de este análisis, ha sido obtener una comparación adecuada de las series de precipitaciones anuales y en donde se ha seleccionado la estación más confiable y la que ha presentado un menor número de quiebres. Para este efecto, la estación índice que se tomó para cada grupo de estaciones analizadas fue su respectiva estación promedio. De este análisis, los errores producidos por los fenómenos naturales y sistemáticos son detectados mediante los “quiebres” que se presentan en los diagramas y permitiendo determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio; posteriormente para realizar sus correcciones se utilizaron ciertos criterios estadísticos.

Se pueden observar en las figuras (17, 19 y 21) que las curvas graficadas presentan ligeros quiebres, por lo tanto la información disponible tuvo que ser analizada estadísticamente.

Las tablas y gráficos de análisis se muestran a continuación:

Tabla 5: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 1

| m | Año | Estación Casapalca | | Estación Matucana | | Estación Milloc | | Estación Pariacancha | | Estación Río Blanco | | Promedio | |
|----|------|--------------------|-----------|-------------------|----------|-----------------|-----------|----------------------|----------|---------------------|----------|----------|----------|
| | | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum |
| 1 | 1990 | 795.90 | 795.9 | 172.93 | 172.93 | 795.90 | 795.90 | 596.5 | 596.5 | 259 | 259 | 524.05 | 524.05 |
| 2 | 1991 | 613.10 | 1,409 | 230.2 | 403.13 | 613.10 | 1,409.00 | 505.6 | 1,102.1 | 273.6 | 532.6 | 447.12 | 971.17 |
| 3 | 1992 | 464.30 | 1,873.3 | 240.9 | 644.03 | 701.44 | 2,110.44 | 402.6 | 1,504.7 | 198.2 | 730.8 | 401.49 | 1,372.65 |
| 4 | 1993 | 1,026.50 | 2,899.8 | 618.4 | 1,262.43 | 1,026.50 | 3,136.94 | 874.4 | 2,379.1 | 650.1 | 1,380.86 | 839.17 | 2,211.83 |
| 5 | 1994 | 1,066.10 | 3,965.9 | 306.4 | 1,568.83 | 1,742.52 | 4,879.46 | 709.47 | 3,088.57 | 611.6 | 1,992.46 | 887.22 | 3,099.04 |
| 6 | 1995 | 1,169.10 | 5135 | 278.7 | 1,847.53 | 1,169.10 | 6,048.56 | 627.9 | 3,716.47 | 385.3 | 2,377.77 | 726.02 | 3,825.07 |
| 7 | 1996 | 731.70 | 5,866.7 | 280.1 | 2,127.63 | 731.70 | 6,780.26 | 635.2 | 4,351.67 | 334.7 | 2,712.47 | 542.68 | 4,367.75 |
| 8 | 1997 | 862.10 | 6,728.8 | 180.9 | 2,308.53 | 862.10 | 7,642.36 | 623.28 | 4,974.95 | 446 | 3,158.47 | 594.88 | 4,962.62 |
| 9 | 1998 | 744.30 | 7,473.1 | 367.5 | 2,676.03 | 744.30 | 8,386.66 | 655.7 | 5,630.65 | 538.5 | 3,696.97 | 610.06 | 5,572.68 |
| 10 | 1999 | 829.30 | 8,302.4 | 371.7 | 3,047.73 | 1,110.88 | 9,497.54 | 832.9 | 6,463.55 | 738.8 | 4,435.77 | 776.72 | 6,349.40 |
| 11 | 2000 | 1,339.50 | 9,641.9 | 350.2 | 3,397.93 | 1,339.50 | 10,837.04 | 971.1 | 7,434.65 | 787.4 | 5,223.17 | 957.54 | 7,306.94 |
| 12 | 2001 | 1,369.60 | 11,011.5 | 352.5 | 3,750.43 | 1,369.60 | 12,206.64 | 724 | 8,158.65 | 693.7 | 5,916.87 | 901.88 | 8,208.82 |
| 13 | 2002 | 947.63 | 11,959.13 | 269.01 | 4,019.44 | 947.63 | 13,154.27 | 672.86 | 8,831.51 | 635.9 | 6,552.75 | 694.60 | 8,903.42 |

...continuación

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|----------|-----------|--------|----------|----------|-----------|--------|-----------|-------|-----------|--------|-----------|
| 14 | 2003 | 760.50 | 12,719.63 | 244.9 | 4,264.34 | 760.50 | 13,914.77 | 596.3 | 9,427.81 | 705.4 | 7,258.11 | 613.51 | 9,516.93 |
| 15 | 2004 | 769.30 | 13,488.93 | 298.68 | 4,563.02 | 769.30 | 14,684.07 | 583.2 | 10,011.01 | 601.1 | 7,859.22 | 604.32 | 10,121.25 |
| 16 | 2005 | 522.20 | 14,011.13 | 276.71 | 4,839.73 | 522.20 | 15,206.27 | 467.2 | 10,478.21 | 373 | 8,232.23 | 432.26 | 10,553.51 |
| 17 | 2006 | 828.40 | 14,839.53 | 302.98 | 5,142.71 | 886.94 | 16,093.21 | 698.62 | 11,176.83 | 704.4 | 8,936.62 | 684.27 | 11,237.78 |
| 18 | 2007 | 805.50 | 15,645.03 | 334.28 | 5,476.99 | 824.86 | 16,918.07 | 664.38 | 11,841.21 | 653 | 9,589.6 | 656.40 | 11,894.18 |
| 19 | 2008 | 805.60 | 16,450.63 | 340.45 | 5,817.44 | 805.60 | 17,723.67 | 702 | 12,543.21 | 533.8 | 10,123.4 | 637.49 | 12,531.67 |
| 20 | 2009 | 1,140.30 | 17,590.93 | 521.06 | 6,338.5 | 1,202.57 | 18,926.24 | 927.59 | 13,470.8 | 713.7 | 10,837.07 | 901.04 | 13,432.71 |
| 21 | 2010 | 319.40 | 17,910.33 | 241.18 | 6,579.68 | 944.75 | 19,870.99 | 721.21 | 14,192.01 | 585.6 | 11,422.63 | 562.42 | 13,995.13 |

FUENTE: Elaboración Propia

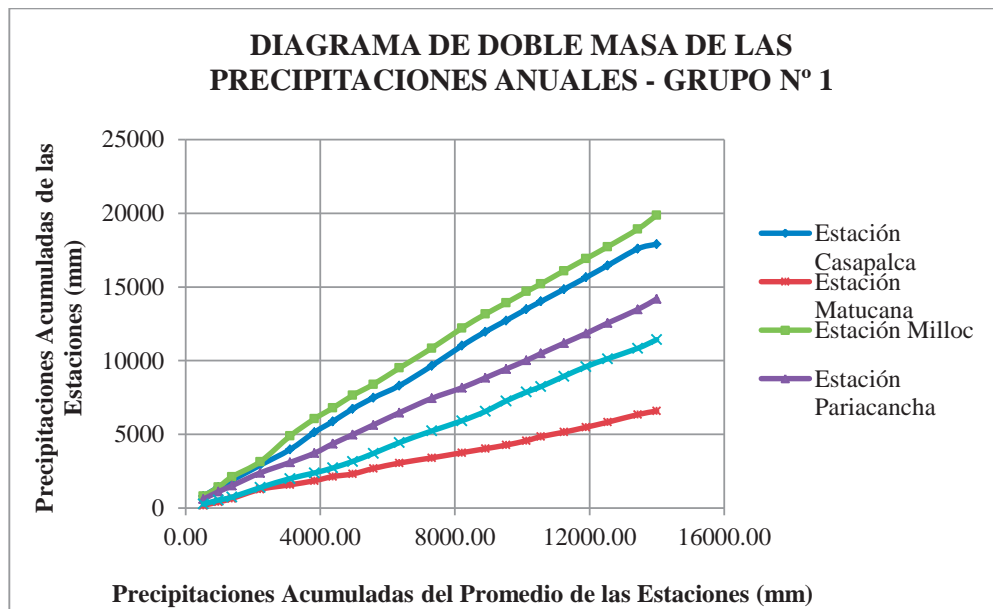


Figura 17: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 1

FUENTE: Elaboración Propia

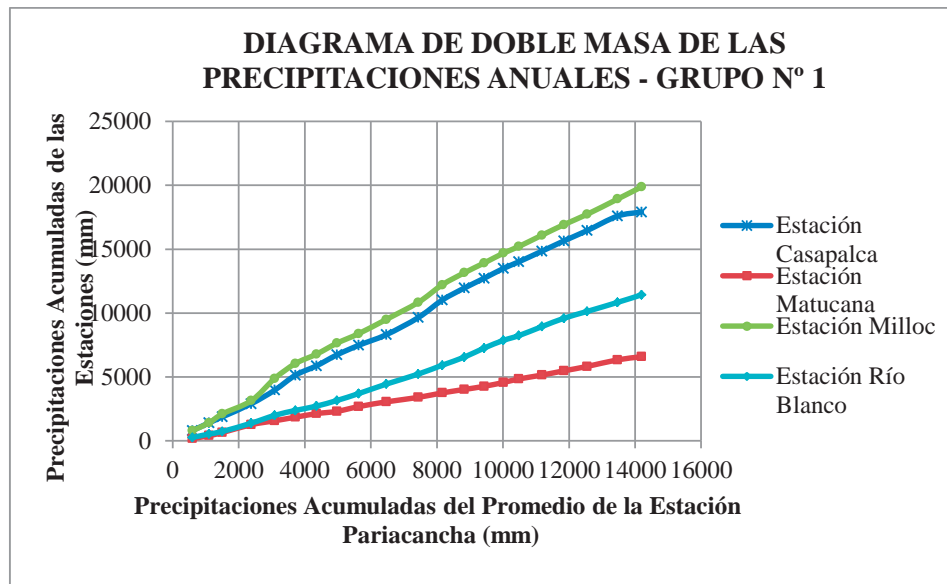


Figura 18: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 1

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 6: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 2

| m | Año | Estación Arahuay | | Estación Canchacalla | | Estación Carampoma | | Estación Lachaqui | | Estación Santiago de Tuna | | Promedio | |
|----|------|------------------|----------|----------------------|---------|--------------------|----------|-------------------|---------|---------------------------|---------|----------|----------|
| | | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum |
| 1 | 1990 | 146.30 | 146.3 | 53.90 | 53.9 | 305.30 | 305.30 | 273.60 | 273.6 | 219.30 | 219.3 | 199.68 | 199.68 |
| 2 | 1991 | 194.80 | 341.1 | 182.60 | 236.5 | 306.22 | 611.52 | 10.50 | 284.1 | 283.10 | 502.4 | 195.44 | 395.12 |
| 3 | 1992 | 86.70 | 427.8 | 26.00 | 262.5 | 142.70 | 754.22 | 303.40 | 587.5 | 15.00 | 517.4 | 114.76 | 509.88 |
| 4 | 1993 | 377.76 | 805.56 | 259.70 | 522.2 | 363.50 | 1,117.72 | 489.80 | 1,077.3 | 407.20 | 924.6 | 379.59 | 889.48 |
| 5 | 1994 | 277.70 | 1,083.26 | 240.20 | 762.4 | 437.30 | 1,555.02 | 691.40 | 1,768.7 | 252.40 | 1,177 | 379.80 | 1,269.28 |
| 6 | 1995 | 214.60 | 1,297.86 | 127.90 | 890.3 | 307.20 | 1,862.22 | 372.30 | 2,141 | 212.70 | 1,389.7 | 246.94 | 1,516.22 |
| 7 | 1996 | 310.70 | 1,608.56 | 162.90 | 1,053.2 | 430.80 | 2,293.02 | 570.90 | 2,711.9 | 268.50 | 1,658.2 | 348.76 | 1,864.98 |
| 8 | 1997 | 295.50 | 1,904.06 | 191.70 | 1,244.9 | 379.50 | 2,672.52 | 560.00 | 3,271.9 | 218.20 | 1,876.4 | 328.98 | 2,193.96 |
| 9 | 1998 | 469.70 | 2,373.76 | 550.30 | 1,795.2 | 523.30 | 3,195.82 | 911.50 | 4,183.4 | 456.30 | 2,332.7 | 582.22 | 2,776.18 |
| 10 | 1999 | 446.50 | 2,820.26 | 633.00 | 2,428.2 | 505.20 | 3,701.02 | 871.90 | 5,055.3 | 300.30 | 2,633 | 551.38 | 3,327.56 |
| 11 | 2000 | 397.60 | 3,217.86 | 347.60 | 2,775.8 | 638.80 | 4,339.82 | 843.30 | 5,898.6 | 354.00 | 2,987 | 516.26 | 3,843.82 |
| 12 | 2001 | 369.30 | 3,587.16 | 363.70 | 3,139.5 | 705.00 | 5,044.82 | 697.70 | 6,596.3 | 344.10 | 3,331.1 | 495.96 | 4,339.78 |
| 13 | 2002 | 238.60 | 3,825.76 | 299.50 | 3,439 | 470.40 | 5,515.22 | 519.00 | 7,115.3 | 301.40 | 3,632.5 | 365.78 | 4,705.56 |
| 14 | 2003 | 240.40 | 4,066.16 | 243.90 | 3,682.9 | 386.40 | 5,901.62 | 604.50 | 7,719.8 | 197.40 | 3,829.9 | 334.52 | 5,040.08 |
| 15 | 2004 | 232.60 | 4,298.76 | 346.50 | 4,029.4 | 386.90 | 6,288.52 | 430.80 | 8,150.6 | 196.80 | 4,026.7 | 318.72 | 5,358.80 |

...continuación

| | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|--------|----------|--------|---------|--------|----------|--------|----------|--------|---------|--------|----------|
| 16 | 2005 | 171.40 | 4,470.16 | 260.80 | 4,290.2 | 336.80 | 6,625.32 | 368.60 | 8,519.2 | 129.60 | 4,156.3 | 253.44 | 5,612.24 |
| 17 | 2006 | 262.20 | 4,732.36 | 582.30 | 4,872.5 | 583.18 | 7,208.50 | 567.30 | 9,086.5 | 340.20 | 4,496.5 | 467.04 | 6,079.27 |
| 18 | 2007 | 265.00 | 4,997.36 | 357.70 | 5,230.2 | 539.30 | 7,747.80 | 497.60 | 9,584.1 | 255.30 | 4,751.8 | 382.98 | 6,462.25 |
| 19 | 2008 | 409.30 | 5,406.66 | 258.90 | 5,489.1 | 464.60 | 8,212.40 | 543.30 | 10,127.4 | 370.20 | 5,122 | 409.26 | 6,871.51 |
| 20 | 2009 | 509.60 | 5,916.26 | 356.00 | 5,845.1 | 685.09 | 8,897.49 | 826.00 | 10,953.4 | 463.20 | 5,585.2 | 567.98 | 7,439.49 |
| 21 | 2010 | 25.30 | 5,941.56 | 15.30 | 5,860.4 | 270.19 | 9,167.68 | 120.40 | 11,073.8 | 42.90 | 5,628.1 | 94.82 | 7,534.31 |

FUENTE: Elaboración Propia

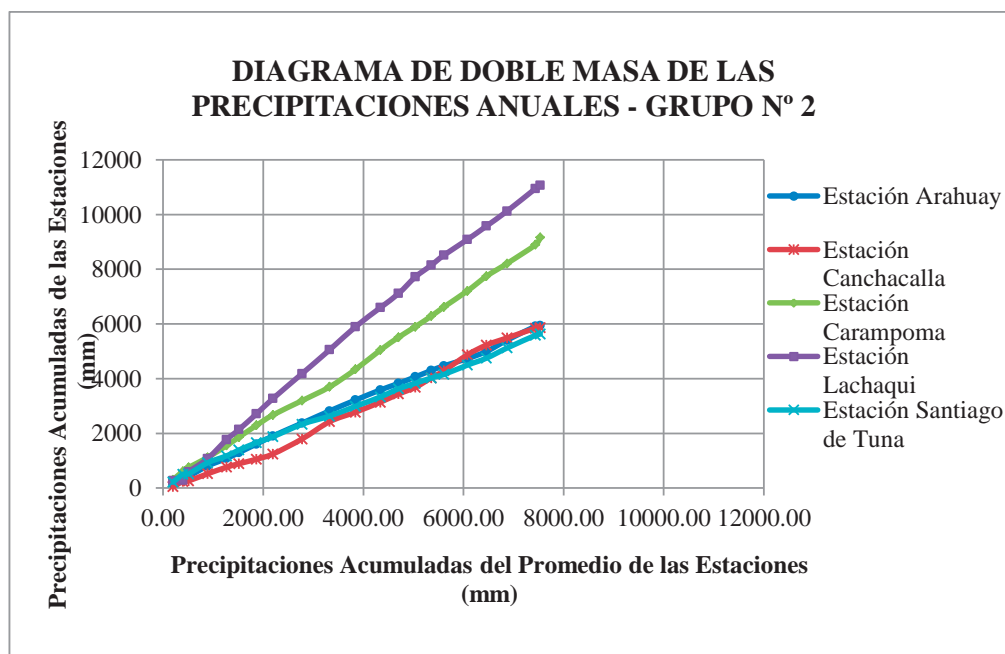


Figura 19: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 2

FUENTE: Elaboración Propia

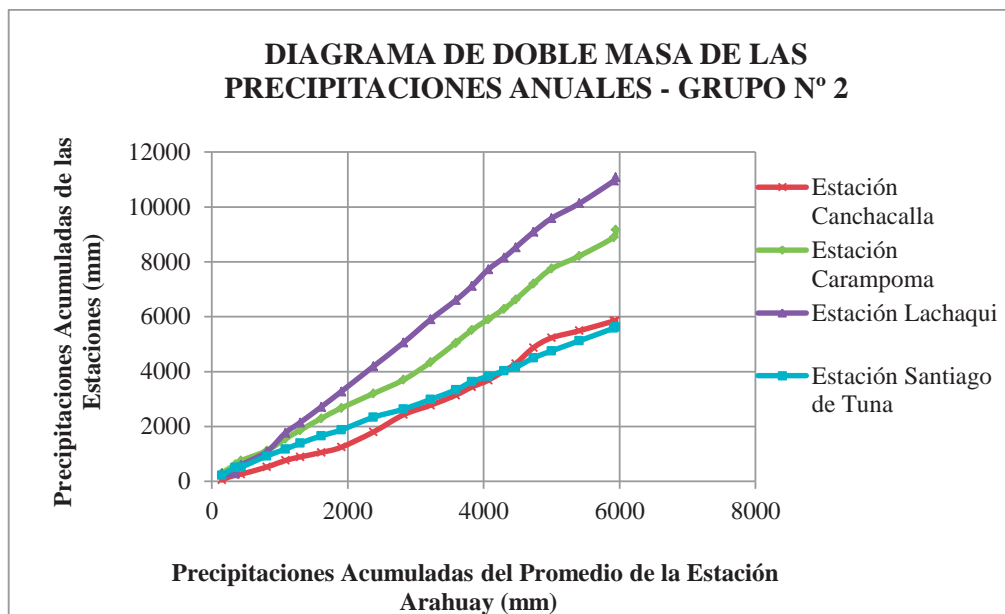


Figura 20: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 2

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 7: Análisis de doble masa de las precipitaciones anuales (mm) - Grupo N° 3

| m | AÑO | ESTACIÓN SANTA EULALIA | | ESTACIÓN CHOSICA | | PROMEDIO | |
|----|------|------------------------|---------|------------------|---------|----------|---------|
| | | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum | Pp | Pp Acum |
| 1 | 1990 | 19.10 | 19.10 | 14.80 | 14.80 | 16.95 | 16.95 |
| 2 | 1991 | 10.80 | 29.90 | 14.00 | 28.80 | 12.40 | 29.35 |
| 3 | 1992 | 0.50 | 30.4 | 7.60 | 36.40 | 4.05 | 33.40 |
| 4 | 1993 | 5.60 | 36 | 14.60 | 51.00 | 10.10 | 43.50 |
| 5 | 1994 | 32.20 | 68.2 | 44.00 | 95.00 | 38.10 | 81.60 |
| 6 | 1995 | 14.60 | 82.8 | 19.60 | 114.60 | 17.10 | 98.70 |
| 7 | 1996 | 31.80 | 114.6 | 32.80 | 147.40 | 32.30 | 131.00 |
| 8 | 1997 | 22.80 | 137.4 | 0.90 | 148.30 | 11.85 | 142.85 |
| 9 | 1998 | 59.30 | 196.7 | 18.30 | 166.60 | 38.80 | 181.65 |
| 10 | 1999 | 70.20 | 266.9 | 39.60 | 206.20 | 54.90 | 236.55 |
| 11 | 2000 | 35.30 | 302.2 | 33.00 | 239.20 | 34.15 | 270.70 |
| 12 | 2001 | 39.40 | 341.6 | 25.70 | 264.90 | 32.55 | 303.25 |
| 13 | 2002 | 38.80 | 380.4 | 35.00 | 299.90 | 36.90 | 340.15 |
| 14 | 2003 | 14.40 | 394.8 | 21.50 | 321.40 | 17.95 | 358.10 |
| 15 | 2004 | 18.20 | 413 | 5.50 | 326.90 | 11.85 | 369.95 |
| 16 | 2005 | 6.50 | 419.5 | 5.90 | 332.80 | 6.20 | 376.15 |
| 17 | 2006 | 44.20 | 463.7 | 25.30 | 358.10 | 34.75 | 410.90 |

...continuación

| | | | | | | | |
|----|------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| 18 | 2007 | 20.00 | 483.7 | 15.70 | 373.80 | 17.85 | 428.75 |
| 19 | 2008 | 48.70 | 532.4 | 8.80 | 382.60 | 28.75 | 457.50 |
| 20 | 2009 | 65.20 | 597.6 | 51.90 | 434.50 | 58.55 | 516.05 |
| 21 | 2010 | 7.50 | 605.1 | 1.10 | 435.60 | 4.30 | 520.35 |

FUENTE: Elaboración Propia

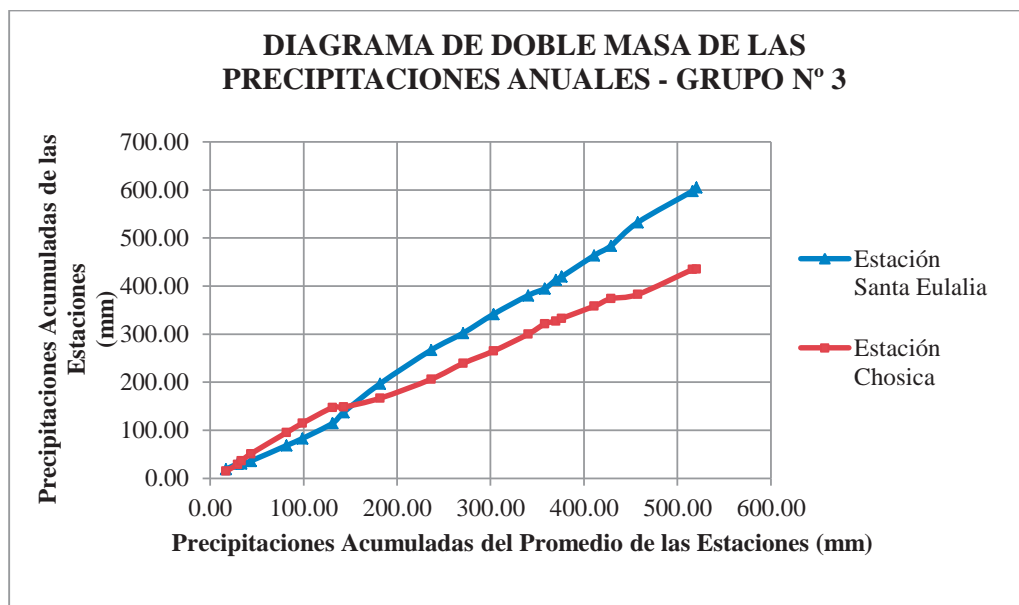


Figura 21: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 3

FUENTE: Elaboración Propia

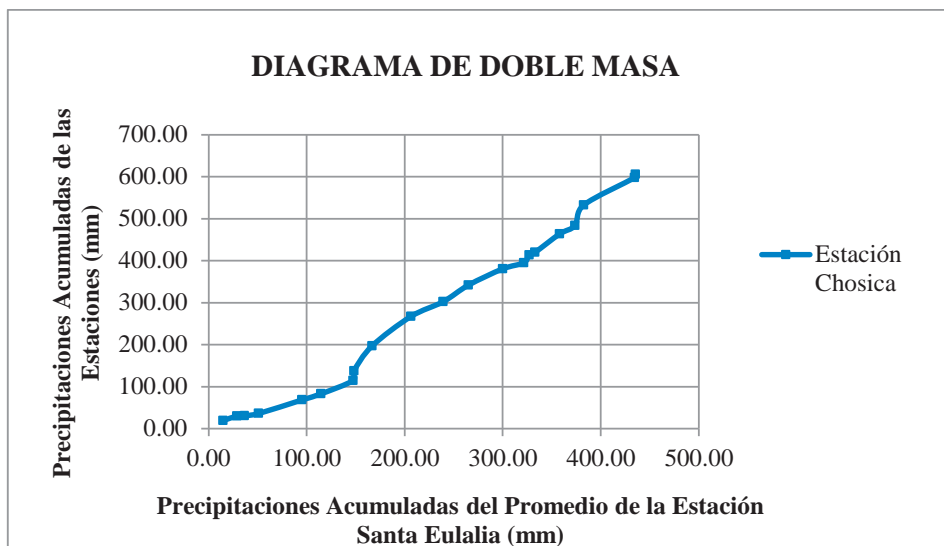


Figura 22: Diagrama de doble masa de las precipitaciones anuales - Grupo N° 3

FUENTE: Elaboración Propia

c. Análisis Estadístico

- **Análisis de Saltos**

Este análisis, se realizó a través de las pruebas estadísticas paramétricas (T de Student y F de Fisher) para cada grupo de estaciones; en donde se obtuvo como resultado para la zona alta correspondiente al Grupo N° 1 el análisis estadístico mensual de las estaciones Milloc (periodo dudoso Ene90-Dic91 y Feb99-Mar01) y Pariacancha (periodo dudoso Feb99-Mar01 y Dic03-Mar05), resultando inconsistentes en las pruebas T de Student y en la prueba F de Fisher, respectivamente.

En el caso de zona media perteneciente al Grupo N° 2, se encontró inconsistente en la prueba F de Fisher para la estación Santiago de Tuna (periodos dudosos Dic90-Mar93 y Dic93-Mar95).

En las siguientes Tablas (8, 9 y 10), se muestran los resultados de los análisis respectivos de los tres grupos de estaciones.

Tabla 8: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 1

| ESTACIÓN | PERIODO DE ANÁLISIS | N° DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | CONSISTENCIA EN LA MEDIA | | | | CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | |
|--------------------|---------------------|--|--------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------|---------------|--|--------------------|-------------|---------------|
| | | N° Datos | Prom | DESV. EST | T calculado (Tc) | T tabla (95%) (Tt) | Comparación | Resultado | F calculado (Fc) | F tabla (95%) (Ft) | Comparación | Resultado |
| Casapalca | Dic94-Feb97 | 27 | 52.9 | 41.4 | 1.17 | 2.01 | Tc < Tt | Consistente | 0.48 | 1.99 | Fc < Ft | Consistente |
| | Dic99-Mar02 | 28 | 69.49 | 59.67 | | | | | | | | |
| Matucana | Dic93-Mar95 | 16 | 35.06 | 34.75 | 0.52 | 2.04 | Tc < Tt | Consistente | 0.53 | 2.35 | Fc < Ft | Consistente |
| | Mar98-Jul99 | 17 | 27.28 | 47.85 | | | | | | | | |
| Milloc | Ene90-Dic91 | 24 | 58.71 | 45.51 | 2.44 | 2.01 | Tc < Tt | Inconsistente | 0.14 | 1.99 | Fc < Ft | Consistente |
| | Feb99-Mar01 | 25 | 123.63 | 119.58 | | | | | | | | |
| Pariacancha | Feb99-Mar01 | 27 | 83.26 | 69.62 | | | | | | | | |
| | Nov03-Mayo05 | 18 | 54.58 | 43.35 | 1.52 | 2.02 | Tc < Tt | Consistente | 2.58 | 2.17 | Fc < Ft | Inconsistente |
| Río Blanco | Feb99-Oct00 | 21 | 59.21 | 67 | 0.33 | 2.03 | Tc < Tt | Consistente | 2.22 | 2.39 | Fc < Ft | Consistente |
| | Dic03-Mar05 | 15 | 65.93 | 44.94 | | | | | | | | |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 9: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 2

| ESTACIÓN | PERIODO DE ANÁLISIS | N° DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | CONSISTENCIA EN LA MEDIA | | | | | CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | | |
|------------------|---------------------|--|-------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|------------------|--|-------------|---------------|--|--|
| | | N° Datos | Prom | DESV .EST | T calculado (Tc) | T tabla (95%) (Tt) | Comparación | Resultado | F calculado (Fc) | F tabla (95%) (Ft) | Comparación | Resultado | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Arahuay | Dic94-Mar97 | 28 | 24.39 | 31.38 | 1.75 | 2.00 | Tc < Tt | Consistente | 0.23 | 1.90 | Fc < Ft | Consistente | | |
| | Dic97-Mar00 | 28 | 49.03 | 66.05 | | | | | | | | | | |
| Canchacalla | Dic94-Feb97 | 27 | 13.24 | 19.68 | 2.53 | 2.01 | Tc < Tt | Consistente | 0.06 | 1.90 | Fc < Ft | Consistente | | |
| | Ene98-Mar00 | 27 | 54.65 | 80.96 | | | | | | | | | | |
| Carampoma | Dic92-Abril96 | 41 | 35.55 | 36.36 | 1.916 | 1.99 | Tc < Tt | Consistente | 0.35 | 1.70 | Fc < Ft | Consistente | | |
| | Dic97-Mar01 | 40 | 57.34 | 61.77 | | | | | | | | | | |
| Lachaqui | Feb95-Mar97 | 26 | 48.12 | 57.89 | 1.47 | 2.01 | Tc < Tt | Consistente | 0.32 | 1.96 | Fc < Ft | Consistente | | |
| | Ener98-Feb00 | 26 | 82.57 | 102.24 | | | | | | | | | | |
| Santiago de Tuna | Dic90-Mar93 | 25 | 31.39 | 61.47 | 0.15 | 2.02 | Tc < Tt | Consistente | 3.53 | 2.35 | Fc < Ft | Inconsistente | | |
| | Dic93-Mar95 | 15 | 28.77 | 32.69 | | | | | | | | | | |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 10: Análisis de saltos de las precipitaciones mensuales - Grupo N° 3

| ESTACIÓN | PERIODO DE ANÁLISIS | N° DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | CONSISTENCIA EN LA MEDIA | | | | CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | |
|---------------|---------------------|--|------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|--|--------------------|-------------|-------------|
| | | N° Datos | Prom | DESV. EST | T calculado (Tc) | T tabla (95%) (Tt) | Comparación | Resultado | F calculado (Fc) | F tabla (95%) (Ft) | Comparación | Resultado |
| Santa Eulalia | Ene90-Ene98 | 96 | 1.63 | 3.81 | 1.64 | 1.97 | $ Tc < Tt$ | Consistente | 0.26 | 1.39 | $Fc < Ft$ | Consistente |
| | Feb99-Dic08 | 108 | 3.03 | 7.49 | | | | | | | | |
| Chosica | Ene90-Mar93 | 38 | 1.14 | 1.83 | 1.63 | 1.99 | $ Tc < Tt$ | Consistente | 0.05 | 1.74 | $Fc < Ft$ | Consistente |
| | Feb99-Feb02 | 37 | 3.33 | 7.96 | | | | | | | | |

FUENTE: Elaboración Propia

5.1.2. Corrección de la información de los registros históricos

Teniendo los resultados de inconsistencia, se procedió a realizar la corrección de la información de los registros históricos con un periodo común de 21 años que abarca desde 1990 al 2010. Las estaciones corregidas se encuentran en los ANEXOS 16, 17 y 18.

5.1.3. Completación y extensión de la información

La completación y extensión de los registros de la información, se ha desarrollado utilizando la información consistente y confiable. Los registros de precipitaciones mensuales de las estaciones consideradas, se han completado y extendido del periodo 1990-2010.

En la siguiente Tabla 11, se muestra la información del promedio multimensual de las precipitaciones mensuales completadas y extendidas por cada estación.

Tabla 11: Precipitación total mensual (mm) – Promedio multimensual (1990-2010)

| Estación | Meses | | | | | | | | | | | | Anual |
|------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sep | Oct | Nov | Dic | |
| Casapalca | 108.50 | 98.38 | 103.62 | 47.47 | 15.70 | 4.00 | 4.79 | 11.73 | 23.46 | 59.34 | 54.06 | 92.98 | 624.04 |
| Matucana | 61.23 | 79.46 | 80.04 | 23.39 | 0.97 | 0.19 | 0 | 0.17 | 0.71 | 9.81 | 15.96 | 41.38 | 313.31 |
| Milloc | 152.4 | 140.94 | 148.54 | 64.56 | 20.91 | 8.78 | 8.27 | 16.24 | 40.61 | 72.83 | 87.64 | 131.82 | 893.54 |
| Pariacancha | 109.07 | 108.16 | 125.87 | 50.13 | 12.74 | 3.17 | 2.22 | 4.71 | 22.38 | 57.24 | 57.77 | 88.06 | 641.52 |
| Río Blanco | 95.92 | 111.96 | 114.77 | 35.4 | 7.56 | 1.27 | 0.43 | 2.21 | 12.32 | 32.7 | 46.58 | 82.82 | 543.94 |
| Arahuay | 56.17 | 88.15 | 86.79 | 19.7 | 0.94 | 0 | 0 | 0 | 0.96 | 5.1 | 10.4 | 30.61 | 298.82 |
| Canchacalla | 60.8 | 77.81 | 78.26 | 15.39 | 1.04 | 0 | 0 | 0 | 0.91 | 7.36 | 8.87 | 36.13 | 286.57 |
| Carampoma | 86.71 | 93.54 | 92.81 | 32.45 | 5.41 | 0.32 | 0.2 | 0.57 | 6.36 | 24.95 | 30.11 | 63.13 | 436.56 |
| Lachaqui | 95.54 | 129.25 | 142.06 | 52.4 | 7.05 | 0.03 | 0 | 0.42 | 6.13 | 22.54 | 36.59 | 64.14 | 556.15 |
| Santiago de Tuna | 47.20 | 80.22 | 72.66 | 24.64 | 2.51 | 1.17 | 1.55 | 1.45 | 2.44 | 4.06 | 12.34 | 41.09 | 291.33 |
| Santa Eulalia | 8.77 | 12.63 | 7.75 | 0.72 | 0.29 | 0.01 | 0 | 0 | 0.09 | 0.24 | 0.54 | 2.93 | 33.97 |
| Chosica | 5.62 | 8.12 | 4.87 | 1.00 | 0.31 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.13 | 0.11 | 0.34 | 1.24 | 21.80 |

FUENTE: Elaboración Propia

5.1.4. Análisis de la variación temporal y espacial

a. Relación Precipitación – Altura

Para este análisis de la variación temporal y espacial, se determinó la relación que existe entre la precipitación media anual (mm) respecto a la altitud (m.s.n.m) de la unidad hidrográfica Santa Eulalia; mediante el cual se evaluaron las tendencias y el comportamiento de los datos, siendo la que más se ajusta el de tipo exponencial tal como se aprecia en la Figura (23); asimismo indica que la precipitación va aumentando paulatinamente a medida que se incrementa la altitud.

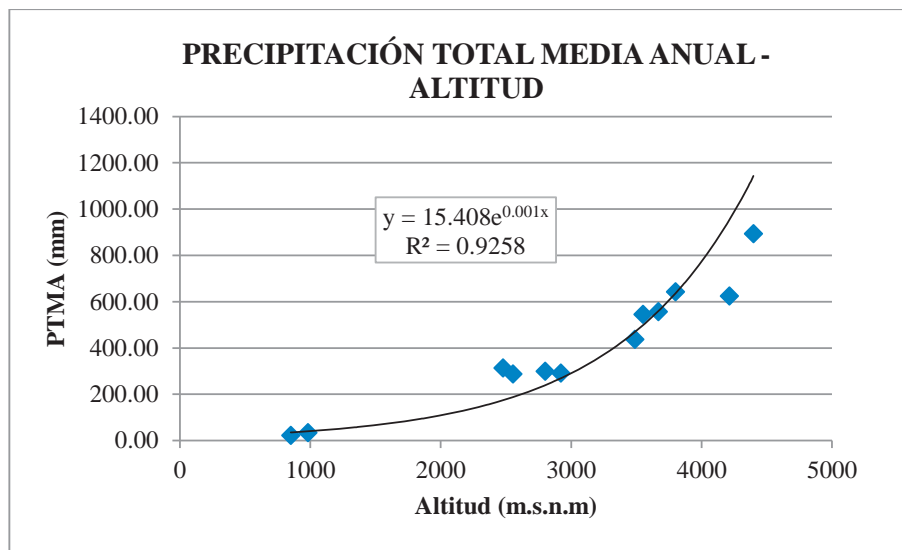


Figura 23: Precipitación Total Media Anual

FUENTE: Elaboración Propia

b. Precipitación media de la unidad hidrográfica Santa Eulalia

Se calculó la precipitación media mediante el método de las Isoyetas, uno de los más usados en hidrología y en el cual se presenta de manera gráfica la distribución de la precipitación sobre la zona para el período considerado.

A continuación, se muestra los resultados en la Figura 24, en donde los valores de la precipitación varían de 21.80 mm a 893.54 mm, los valores más altos se registran en la parte alta de la unidad hidrográfica y los menores se registran en la parte más baja.

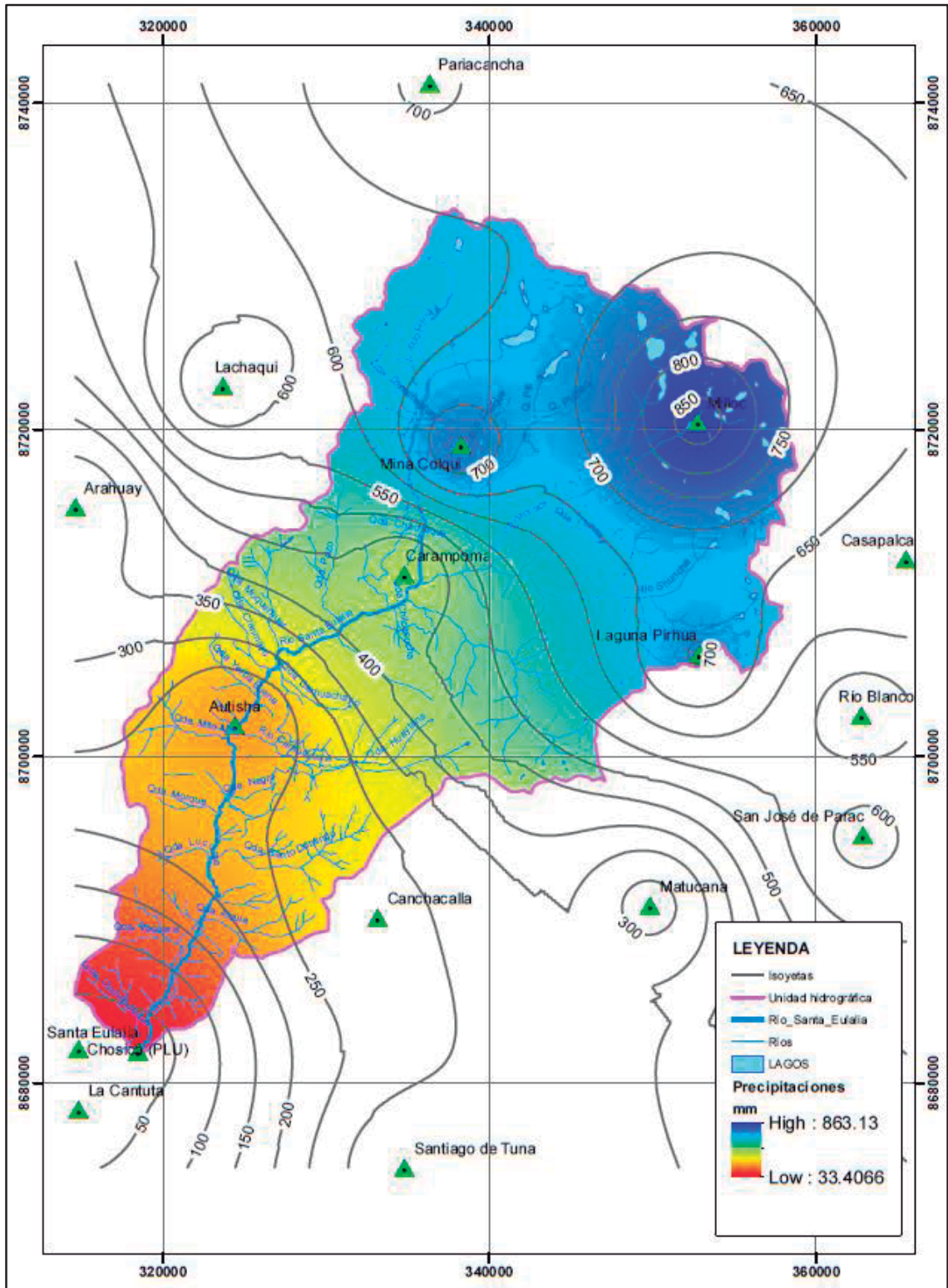


Figura 24. Mapa de Isoyetas

FUENTE: Elaboración Propia

5.2. ANÁLISIS DE DESCARGAS

5.2.1. Análisis de consistencia

a. Análisis visual de hidrogramas

Este análisis se realizó para detectar e identificar la inconsistencia de la información hidrométrica en forma visual, e indicar el período o los períodos en los cuales los datos son dudosos, además se puede reflejar “picos” muy altos o valores muy bajos, “saltos” y/o “tendencias”, los cuales deben comprobarse si son fenómenos naturales que efectivamente han ocurrido o son producidos por errores sistemáticos, mediante un gráfico o hidrograma de las series de análisis, en coordenadas cartesianas ploteando la información histórica de la variable hidrométrica a nivel anual y mensual.

Para este análisis, se ha utilizado la Estación Sheque, en donde no se ha identificado la existencia de un periodo dudoso significativo en las series anuales y mensuales, los cuales se presentan en las Figuras 25 y 26, respectivamente.

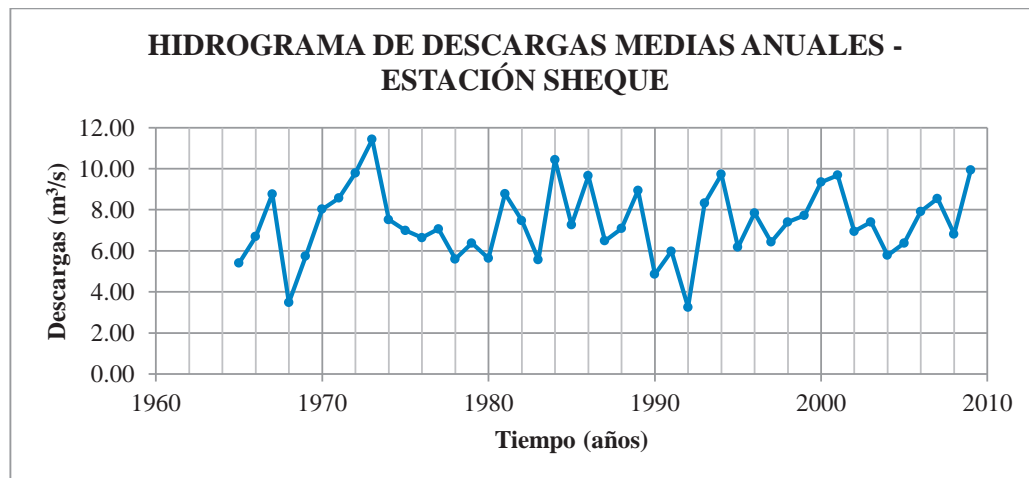


Figura 25: Hidrograma de descargas medias anuales – Estación Sheque

FUENTE: Elaboración Propia

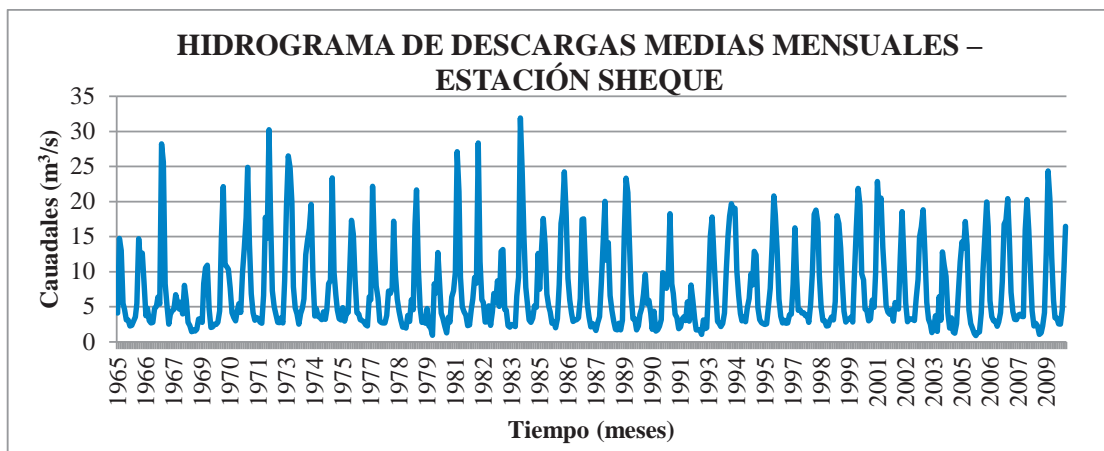


Figura 26: Hidrograma de descargas medias mensuales – Estación Sheque

FUENTE: Elaboración Propia

b. Análisis de doble masa

Después de haber analizado los hidrogramas de las series respectivas, se realizó el análisis de doble masa. El diagrama de doble masa se obtiene ploteando en el eje de las abscisas el volumen anual promedio acumulado de la variable hidrométrica de los ríos en unidades respectivas y en el eje de las ordenadas los volúmenes anuales acumulados de la variable hidrométrica en unidades correspondientes de cada una de los ríos considerados en el estudio.

De los gráficos de doble masa, se selecciona una estación más confiable y que presente el menor número de quiebres, la cual se usará como estación base para el análisis de otras estaciones. En este análisis, los errores producidos por los fenómenos naturales y sistemáticos son detectados mediante los “quiebres” que se presentan en los diagramas y que permiten determinar el rango de los períodos dudosos y confiables para cada estación en estudio, para ello debe corregirse utilizando ciertos criterios estadísticos.

Para este caso se analizó un grupo de tres estaciones: Estación Sheque, Tamboraque y Chosica; donde no se encontraron quiebres. Los respectivos análisis se presentan en la Tabla 12 y las Figuras 27 y 28.

Tabla 12: Análisis de doble masa de las descargas medias anuales (m³/s)

| m | AÑO | ESTACIÓN CHOSICA | | ESTACIÓN SHEQUE | | ESTACIÓN TAMBORAQUE | | PROMEDIO | |
|----|------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|----------|--------|
| | | Descargas medias anuales(Q) | Q acum | Descargas medias anuales(Q) | Q acum | Descargas medias anuales(Q) | Q acum | Q | Q acum |
| 1 | 1965 | 17.06 | 17.06 | 5.4 | 5.4 | 9.52 | 9.52 | 10.66 | 10.66 |
| 2 | 1966 | 17.55 | 34.61 | 6.69 | 12.1 | 8.92 | 18.44 | 11.05 | 21.72 |
| 3 | 1967 | 24.43 | 59.04 | 8.77 | 20.86 | 12.26 | 30.7 | 15.15 | 36.87 |
| 4 | 1968 | 15.26 | 74.3 | 3.48 | 24.34 | 6.9 | 37.6 | 8.55 | 45.41 |
| 5 | 1969 | 19.83 | 94.13 | 5.74 | 30.08 | 7.74 | 45.34 | 11.1 | 56.52 |
| 6 | 1970 | 25.55 | 119.68 | 8.03 | 38.1 | 12.09 | 57.43 | 15.22 | 71.74 |
| 7 | 1971 | 25.54 | 145.22 | 8.57 | 46.67 | 11.96 | 69.39 | 15.36 | 87.09 |
| 8 | 1972 | 33.79 | 179.01 | 9.79 | 56.46 | 14.1 | 83.49 | 19.23 | 106.32 |
| 9 | 1973 | 23.75 | 202.76 | 11.43 | 67.89 | 16.3 | 99.79 | 17.16 | 123.48 |
| 10 | 1974 | 18.02 | 220.78 | 7.52 | 75.41 | 14.34 | 114.13 | 13.29 | 136.77 |
| 11 | 1975 | 24.25 | 245.03 | 6.99 | 82.4 | 11.11 | 125.24 | 14.12 | 150.89 |
| 12 | 1976 | 25.18 | 270.21 | 6.64 | 89.04 | 13 | 138.24 | 14.94 | 165.83 |
| 13 | 1977 | 25.24 | 295.45 | 7.06 | 96.1 | 11.2 | 149.44 | 14.5 | 180.33 |
| 14 | 1978 | 23.48 | 318.93 | 5.6 | 101.69 | 10.44 | 159.88 | 13.17 | 193.5 |
| 15 | 1979 | 26.51 | 345.44 | 6.38 | 108.07 | 10.26 | 170.14 | 14.38 | 207.88 |
| 16 | 1980 | 18.43 | 363.87 | 5.64 | 113.7 | 9.2 | 179.34 | 11.09 | 218.97 |
| 17 | 1981 | 28.78 | 392.65 | 8.78 | 122.49 | 13.64 | 192.98 | 17.07 | 236.04 |
| 18 | 1982 | 30.44 | 423.09 | 7.47 | 129.96 | 13.1 | 206.08 | 17 | 253.04 |
| 19 | 1983 | 29.04 | 452.13 | 5.57 | 135.53 | 10.14 | 216.22 | 14.92 | 267.96 |
| 20 | 1984 | 31.16 | 483.29 | 10.43 | 145.96 | 15.36 | 231.58 | 18.98 | 286.94 |
| 21 | 1985 | 32.05 | 515.34 | 7.27 | 153.23 | 11.38 | 242.96 | 16.9 | 303.84 |
| 22 | 1986 | 43.05 | 558.39 | 9.65 | 162.88 | 15.79 | 258.75 | 22.83 | 326.67 |
| 23 | 1987 | 31.69 | 590.08 | 6.48 | 169.36 | 12.6 | 271.35 | 16.92 | 343.6 |
| 24 | 1988 | 24.6 | 614.68 | 7.08 | 176.44 | 12.51 | 283.86 | 14.73 | 358.33 |
| 25 | 1989 | 20.68 | 635.36 | 8.94 | 185.38 | 14.01 | 297.87 | 14.54 | 372.87 |
| 26 | 1990 | 12.76 | 648.12 | 4.85 | 190.24 | 8.66 | 306.53 | 8.76 | 381.63 |
| 27 | 1991 | 16.95 | 665.07 | 5.98 | 196.21 | 10.33 | 316.86 | 11.09 | 392.71 |
| 28 | 1992 | 12.04 | 677.11 | 3.25 | 199.47 | 7.63 | 324.49 | 7.64 | 400.36 |
| 29 | 1993 | 27.53 | 704.64 | 8.32 | 207.79 | 13.66 | 338.15 | 16.5 | 416.86 |
| 30 | 1994 | 35.42 | 740.06 | 9.72 | 217.51 | 16.04 | 354.19 | 20.39 | 437.25 |
| 31 | 1995 | 21.11 | 761.17 | 6.18 | 223.69 | 9.47 | 363.66 | 12.25 | 449.51 |
| 32 | 1996 | 29.05 | 790.22 | 7.84 | 231.53 | 12.54 | 376.2 | 16.48 | 465.98 |
| 33 | 1997 | 18.43 | 808.65 | 6.43 | 237.96 | 10.54 | 386.74 | 11.8 | 477.78 |
| 34 | 1998 | 32.75 | 841.4 | 7.4 | 245.36 | 13.46 | 400.2 | 17.87 | 495.65 |
| 35 | 1999 | 35.94 | 877.34 | 7.72 | 253.09 | 14.05 | 414.25 | 19.24 | 514.89 |
| 36 | 2000 | 34.45 | 911.79 | 9.34 | 262.43 | 15.79 | 430.04 | 19.86 | 534.75 |

...continuación

| | | | | | | | | | |
|----|------|-------|---------|------|--------|-------|--------|-------|--------|
| 37 | 2001 | 37.91 | 949.7 | 9.68 | 272.11 | 15.99 | 446.03 | 21.19 | 555.95 |
| 38 | 2002 | 27.76 | 977.46 | 6.95 | 279.06 | 12.71 | 458.74 | 15.81 | 571.75 |
| 39 | 2003 | 36.94 | 1014.4 | 7.4 | 286.46 | 12.3 | 471.04 | 18.88 | 590.63 |
| 40 | 2004 | 23.77 | 1038.17 | 5.78 | 292.24 | 9.95 | 480.99 | 13.17 | 603.8 |
| 41 | 2005 | 26.79 | 1064.96 | 6.38 | 298.61 | 11.08 | 492.07 | 14.75 | 618.55 |
| 42 | 2006 | 27.98 | 1092.94 | 7.92 | 306.53 | 13.45 | 505.52 | 16.45 | 635 |
| 43 | 2007 | 27.65 | 1120.59 | 8.54 | 315.07 | 13.82 | 519.34 | 16.67 | 651.67 |
| 44 | 2008 | 22.12 | 1142.71 | 6.82 | 321.89 | 10.71 | 530.05 | 13.22 | 664.88 |
| 45 | 2009 | 30.13 | 1172.84 | 9.93 | 331.82 | 15.62 | 545.67 | 18.56 | 683.44 |

FUENTE: Elaboración Propia

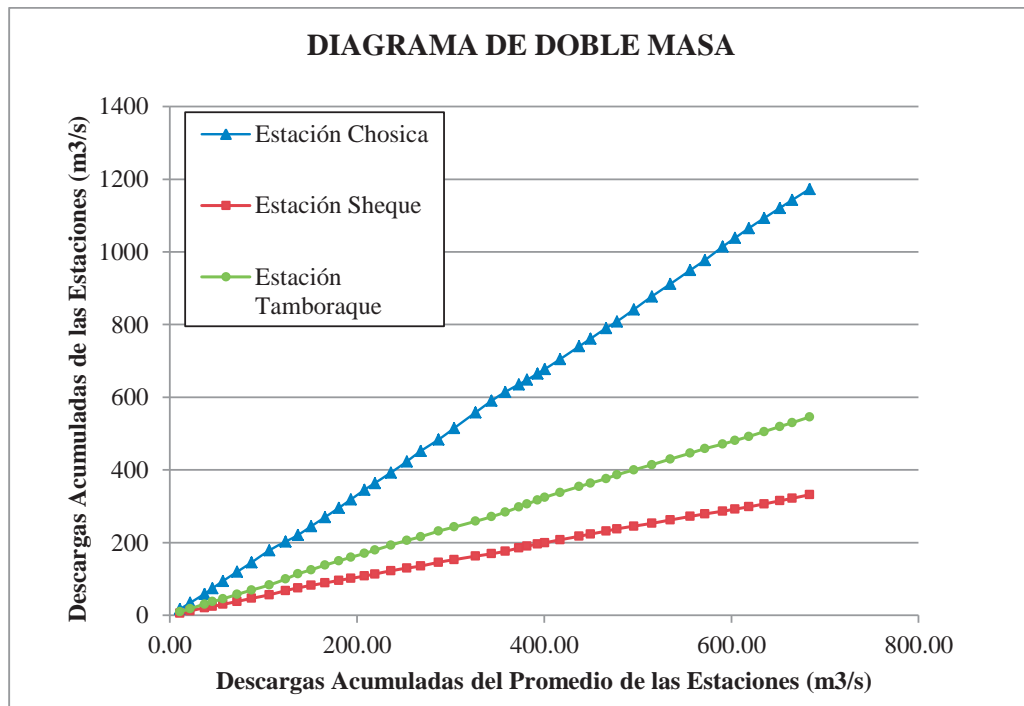


Figura 27: Diagramas de doble masa de las descargas medias anuales

FUENTE: Elaboración Propia

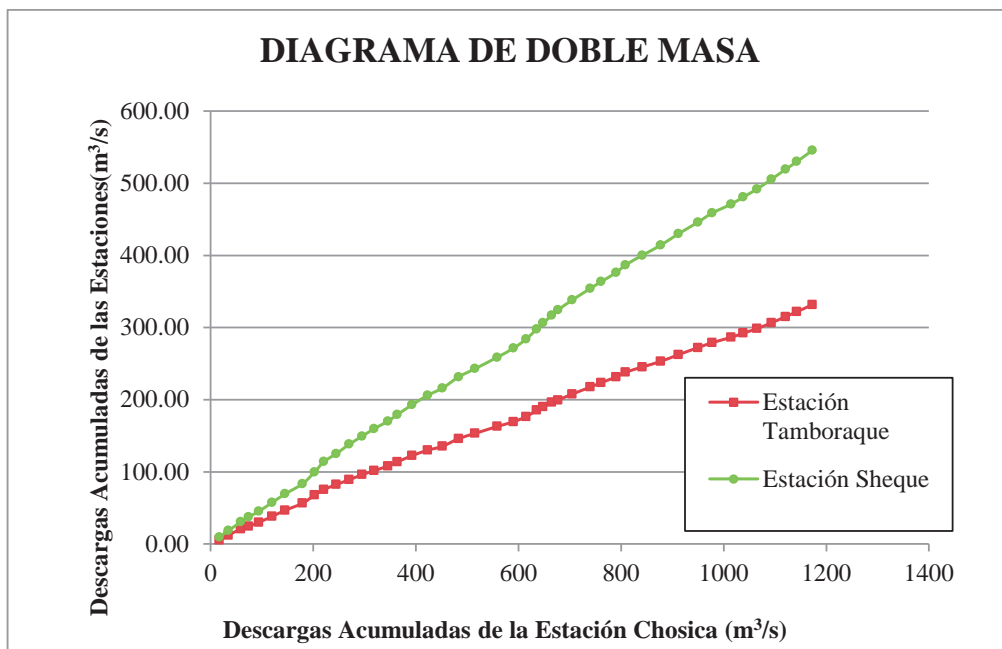


Figura 28: Diagramas de doble masa de las descargas medias anuales

FUENTE: Elaboración Propia

c. Análisis estadístico

Realizado los análisis anteriores, se obtuvieron los períodos de posible corrección y los períodos de datos que se mantendrán con sus valores originales. Para ello, se procedió a realizar el análisis estadístico de saltos mediante las pruebas estadísticas T de Student y F de Fisher comprobando la consistencia en la media y en la desviación estándar, respectivamente.

Para la Estación Sheque, según el análisis realizado en forma anual se obtuvo que la serie mensual de las descargas medias de los ríos considerados en el presente trabajo de investigación no muestran “saltos” significativos en los parámetros analizados (media y desviación estándar). En la Tabla 13 se presentan los resultados de este análisis.

Tabla 13: Análisis de saltos de las descargas medias mensuales - serie histórica

| ESTACIÓN | PERIODO DE ANÁLISIS | N° DATOS, PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | CONSISTENCIA EN LA MEDIA | | | | CONSISTENCIA EN LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR | | | |
|----------|---------------------|--|------|-----------|--------------------------|--------------------|-------------|-------------|--|--------------------|-------------|-------------|
| | | N° Datos | Prom | DESV. EST | T calculado (Tc) | T tabla (95%) (Tt) | Comparación | Resultado | F calculado (Fc) | F tabla (95%) (Ft) | Comparación | Resultado |
| Sheque | Ene65-Dic84 | 240 | 7.30 | 6.28 | 0.26 | 1.96 | Tc < Tt | Consistente | 1.12 | 1.22 | Fc < Ft | Consistente |
| | Feb85-Dic09 | 300 | 7.43 | 5.94 | | | | | | | | |

FUENTE: Elaboración Propia

El análisis de tendencia de los caudales medios anuales, no se ha realizado debido a que la tendencia en la desviación se presenta en los datos semanales o mensuales pero no en datos anuales.

Después de haber realizado el análisis por los tres métodos, se obtuvo que la información hidrométrica de caudales medios mensuales, considerados en el presente trabajo de investigación es libre de saltos y tendencias, serie homogénea, consistente y confiable al 95 por ciento de probabilidad.

5.2.2. Completación y extensión de la información

Para este caso, la información hidrométrica de descargas medias mensuales de la Estación Sheque fue de un periodo considerable, por lo tanto no se necesitó completar ni extender dicha información.

5.2.3. Análisis de persistencia

Para el análisis de persistencia de las descargas medias mensuales de la Estación Sheque (1965-2009) se ha empleado información consistente y confiable. Con esta información de las descargas medias se han aplicado las fórmulas correspondientes, realizándose el análisis de persistencia al 50, 60, 75, 90 y 95 por ciento de probabilidad, tal y como se muestran los resultados en la Tabla 15.

Tabla 14: Análisis de Persistencia

| Orden | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Media Anual | Frecuencia |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------------|------------|
| 1 | 22.89 | 31.91 | 30.27 | 19.87 | 10.14 | 6.65 | 4.48 | 5.12 | 4.88 | 6.72 | 10.69 | 16.46 | 14.17 | 2.17 |
| 2 | 22.14 | 28.38 | 25.6 | 19.04 | 9.09 | 5.96 | 4.27 | 4.43 | 4.75 | 5.96 | 10.21 | 15.28 | 12.93 | 4.35 |
| 3 | 19.39 | 28.24 | 24.87 | 18.38 | 9.05 | 5.16 | 4.24 | 3.93 | 4.62 | 5.45 | 9.86 | 15.2 | 12.37 | 6.52 |
| 4 | 18.19 | 27.12 | 24.82 | 18.07 | 8.82 | 5.15 | 4.14 | 3.7 | 4.58 | 5.15 | 7.25 | 12.62 | 11.63 | 8.7 |
| 5 | 17.92 | 26.5 | 24.33 | 16.43 | 8.82 | 5.09 | 4.07 | 3.45 | 4.33 | 4.85 | 7.03 | 12.43 | 11.27 | 10.87 |
| 6 | 17.75 | 24.38 | 24.25 | 15.26 | 7.82 | 5.07 | 4 | 3.44 | 4.02 | 4.78 | 6.88 | 11.41 | 10.76 | 13.04 |
| 7 | 17.44 | 23.33 | 23.38 | 14.81 | 7.75 | 4.82 | 3.97 | 3.31 | 3.82 | 4.67 | 6.37 | 9.92 | 10.3 | 15.22 |
| 8 | 16.9 | 22.19 | 21.66 | 14.53 | 7.66 | 4.79 | 3.89 | 3.18 | 3.79 | 4.64 | 6.23 | 9.91 | 9.95 | 17.39 |
| 9 | 16.76 | 21.87 | 21.39 | 14.14 | 7.29 | 4.74 | 3.87 | 3.17 | 3.58 | 4.29 | 6.12 | 9.87 | 9.76 | 19.57 |
| 10 | 16.28 | 20.82 | 21.29 | 13.92 | 7.07 | 4.67 | 3.81 | 3.11 | 3.49 | 4.26 | 6.11 | 9.75 | 9.55 | 21.74 |
| 11 | 15.91 | 20.29 | 20.52 | 13.9 | 7.06 | 4.55 | 3.62 | 3.07 | 3.39 | 4.12 | 5.67 | 9.18 | 9.27 | 23.91 |
| 12 | 15.16 | 20.04 | 20.44 | 13.75 | 6.9 | 4.54 | 3.48 | 3.03 | 3.28 | 3.93 | 5.61 | 8.87 | 9.09 | 26.09 |
| 13 | 14.91 | 19.7 | 20.33 | 13.48 | 6.87 | 4.49 | 3.46 | 3 | 3.26 | 3.89 | 5.27 | 8.78 | 8.95 | 28.26 |
| 14 | 14.71 | 18.92 | 19.94 | 13.32 | 6.86 | 4.37 | 3.4 | 3 | 3.26 | 3.78 | 5.07 | 8.63 | 8.77 | 30.43 |
| 15 | 14.49 | 18.81 | 19.59 | 13.18 | 6.83 | 4.36 | 3.36 | 2.97 | 3.19 | 3.77 | 5.04 | 8.53 | 8.68 | 32.61 |
| 16 | 14.22 | 18.46 | 19.46 | 13.05 | 6.66 | 4.31 | 3.3 | 2.95 | 3.15 | 3.71 | 4.94 | 8.38 | 8.55 | 34.78 |
| 17 | 14.2 | 17.98 | 18.83 | 12.52 | 6.61 | 4.29 | 3.27 | 2.91 | 3.08 | 3.56 | 4.9 | 8.15 | 8.36 | 36.96 |
| 18 | 13.64 | 17.7 | 18.79 | 12.4 | 6.26 | 4.14 | 3.2 | 2.79 | 2.92 | 3.42 | 4.86 | 7.64 | 8.15 | 39.13 |
| 19 | 13.45 | 17.54 | 18.56 | 12.19 | 6.1 | 4.13 | 3.18 | 2.78 | 2.85 | 3.3 | 4.81 | 7.28 | 8.01 | 41.3 |
| 20 | 12.79 | 17.35 | 18.27 | 12.07 | 5.98 | 4.12 | 3.15 | 2.7 | 2.77 | 3.17 | 4.41 | 6.91 | 7.81 | 43.48 |
| 21 | 10.34 | 17.31 | 18.04 | 11.83 | 5.85 | 3.99 | 3.13 | 2.68 | 2.71 | 3.16 | 4.17 | 6.82 | 7.5 | 45.65 |
| 22 | 10.03 | 17.22 | 17.82 | 10.92 | 5.62 | 3.95 | 3.12 | 2.63 | 2.68 | 3.11 | 4.13 | 6.62 | 7.32 | 47.83 |
| 23 | 9.88 | 16.72 | 17.58 | 10.57 | 5.61 | 3.62 | 3.08 | 2.63 | 2.65 | 3.05 | 4.01 | 6.49 | 7.16 | 50 |
| 24 | 9.67 | 16.4 | 17.14 | 10.31 | 5.5 | 3.6 | 3.02 | 2.6 | 2.6 | 3.03 | 3.84 | 6.42 | 7.01 | 52.17 |
| 25 | 9.64 | 16.25 | 16.99 | 9.91 | 5.2 | 3.43 | 3 | 2.55 | 2.52 | 2.96 | 3.63 | 6.41 | 6.87 | 54.35 |
| 26 | 9.23 | 16.19 | 16.85 | 9.68 | 4.99 | 3.31 | 2.99 | 2.52 | 2.48 | 2.95 | 3.57 | 6.38 | 6.76 | 56.52 |
| 27 | 8.72 | 15.07 | 15.86 | 9.6 | 4.98 | 3.3 | 2.94 | 2.5 | 2.46 | 2.94 | 3.57 | 6.19 | 6.51 | 58.7 |
| 28 | 8.35 | 15.04 | 15.34 | 9.46 | 4.87 | 3.19 | 2.86 | 2.38 | 2.46 | 2.86 | 3.55 | 6.15 | 6.38 | 60.87 |
| 29 | 8.3 | 14.8 | 13.34 | 9.34 | 4.86 | 3.17 | 2.83 | 2.3 | 2.42 | 2.83 | 3.54 | 5.98 | 6.14 | 63.04 |
| 30 | 8.28 | 14.74 | 13.02 | 9.29 | 4.72 | 3.13 | 2.8 | 2.27 | 2.34 | 2.82 | 3.4 | 5.62 | 6.04 | 65.22 |
| 31 | 8.22 | 13.4 | 12.89 | 9.23 | 4.64 | 3.09 | 2.75 | 2.27 | 2.33 | 2.82 | 3.3 | 5.46 | 5.87 | 67.39 |
| 32 | 7.78 | 12.98 | 12.89 | 8.83 | 4.62 | 3.01 | 2.71 | 2.25 | 2.3 | 2.79 | 3.25 | 4.81 | 5.69 | 69.57 |
| 33 | 7.68 | 12.83 | 12.73 | 8.78 | 4.57 | 2.95 | 2.69 | 2.19 | 2.26 | 2.76 | 3.19 | 4.67 | 5.61 | 71.74 |
| 34 | 7.61 | 12.1 | 12.65 | 8.32 | 4.57 | 2.91 | 2.66 | 2.07 | 2.23 | 2.72 | 2.92 | 4.57 | 5.44 | 73.91 |
| 35 | 7.51 | 11.39 | 11.64 | 8.27 | 4.4 | 2.88 | 2.64 | 2.06 | 2.22 | 2.67 | 2.83 | 4.18 | 5.22 | 76.09 |
| 36 | 5.99 | 10.99 | 11.46 | 8.27 | 4.37 | 2.82 | 2.61 | 1.88 | 2.15 | 2.66 | 2.67 | 4.15 | 5 | 78.26 |

...continuación

| | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 37 | 5.74 | 9.33 | 10.89 | 7.98 | 4.15 | 2.77 | 2.53 | 1.79 | 1.97 | 2.59 | 2.66 | 4.12 | 4.71 | 80.43 |
| 38 | 5.68 | 8.69 | 10.76 | 6.08 | 4.14 | 2.59 | 2.28 | 1.72 | 1.91 | 2.55 | 2.27 | 3.94 | 4.38 | 82.61 |
| 39 | 5.64 | 8.32 | 10.68 | 5.99 | 4.09 | 2.52 | 2.2 | 1.71 | 1.71 | 2.41 | 2.24 | 3.6 | 4.26 | 84.78 |
| 40 | 5.4 | 8.09 | 10.56 | 5.99 | 3.72 | 2.28 | 2.11 | 1.71 | 1.6 | 2.34 | 2.16 | 3.29 | 4.1 | 86.96 |
| 41 | 4.67 | 6.96 | 9.94 | 5.87 | 3.68 | 2.24 | 2.09 | 1.68 | 1.53 | 2.25 | 2.01 | 3.13 | 3.84 | 89.13 |
| 42 | 4.56 | 5.43 | 9.6 | 5.5 | 3.55 | 2.12 | 1.93 | 1.41 | 1.24 | 2 | 1.87 | 3.08 | 3.52 | 91.3 |
| 43 | 4.12 | 5.04 | 8.1 | 5.49 | 3.27 | 2.04 | 1.72 | 1.33 | 1.07 | 1.78 | 1.7 | 3.03 | 3.22 | 93.48 |
| 44 | 3.08 | 3.98 | 8.05 | 4.5 | 2.78 | 1.97 | 1.54 | 1.26 | 1.04 | 1.31 | 1.48 | 1.98 | 2.75 | 95.65 |
| 45 | 2.79 | 2.94 | 5.91 | 4.11 | 1.78 | 1.71 | 1.46 | 1.17 | 0.89 | 1.25 | 1.41 | 0.92 | 2.2 | 97.83 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 15: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm3) – Estación Sheque

| Persistencia | Agos | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Media Anual |
|---------------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------------|
| Promedio | 7.00 | 7.19 | 9.05 | 11.56 | 19.24 | 30.24 | 39.45 | 45.08 | 28.71 | 15.49 | 9.68 | 8.20 | 230.87 |
| Q50 | 7.04 | 6.87 | 8.17 | 10.39 | 17.38 | 26.46 | 40.45 | 47.09 | 27.40 | 15.03 | 9.38 | 8.25 | 223.91 |
| Q60 | 6.50 | 6.38 | 7.75 | 9.22 | 16.52 | 22.76 | 36.41 | 41.64 | 24.67 | 13.16 | 8.38 | 7.75 | 201.14 |
| Q75 | 5.53 | 5.77 | 7.22 | 7.45 | 11.72 | 20.25 | 28.41 | 32.53 | 21.50 | 12.01 | 7.50 | 7.10 | 166.99 |
| Q90 | 4.21 | 3.67 | 5.76 | 5.06 | 8.33 | 12.39 | 15.36 | 26.26 | 14.83 | 9.72 | 5.68 | 5.43 | 116.69 |
| Q95 | 3.43 | 2.72 | 3.89 | 4.01 | 6.15 | 9.09 | 10.40 | 21.60 | 12.43 | 7.84 | 5.16 | 4.27 | 90.98 |

FUENTE: Elaboración Propia

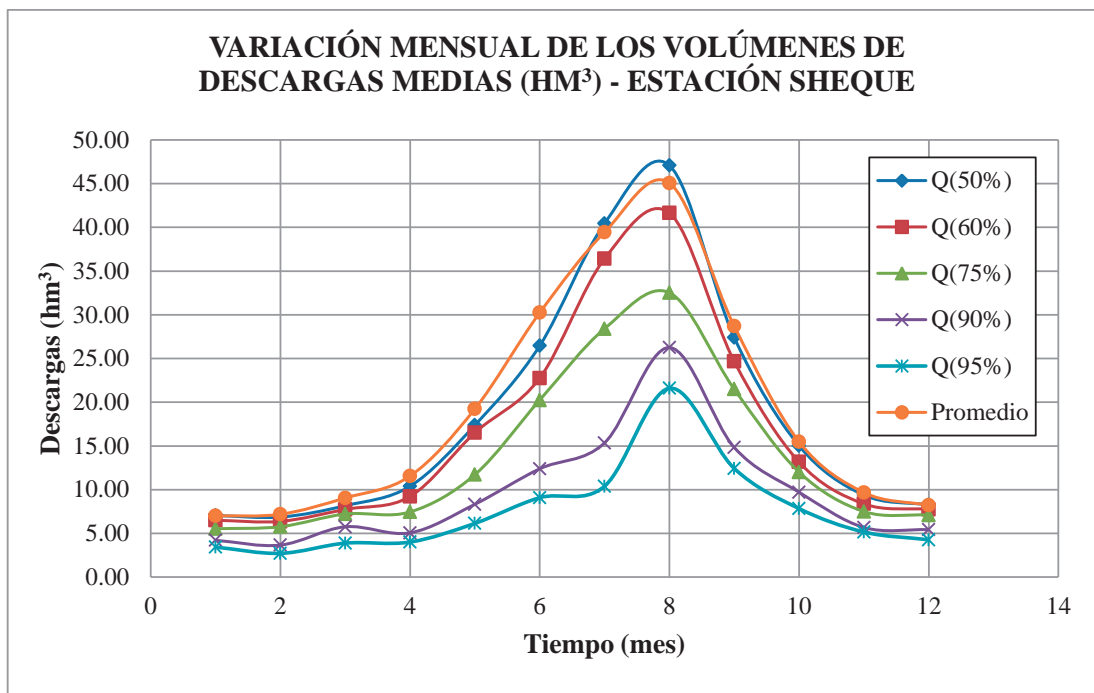


Figura 29: Variación mensual de los volúmenes de descargas medias (hm³) – Estación Sheque (Subcuenca Alta)

FUENTE: Elaboración Propia

5.2.4. Determinación de la oferta hídrica por subcuencas

Para el presente trabajo, se ha dividido la cuenca en tres zonas: subcuenca baja, media y alta, tal y como se muestra en la Figura 30, sin embargo sólo se tiene la información hidrométrica para la subcuenca alta; no obstante, se cuenta con el área de drenaje y la precipitación media areal en la unidad hidrográfica. Por lo tanto, los caudales medios mensuales de la subcuenca baja y media se generaron a partir de la información hidrométrica naturalizada de la subcuenca alta (Estación Sheque) empleando el método de la transferencia hidrológica, el cual tiene como fórmula la siguiente expresión:

$$\frac{Q_c}{A_c \times P_c} = \frac{Q_s}{A_s \times P_s} \quad (16)$$

Dónde:

- Q_s = Caudal de la cuenca sin información (m^3/s)
 Q_c = Caudal de la cuenca con información (m^3/s)
 A_s = Área de la cuenca sin información (km^2)
 A_c = Área de la cuenca con información (km^2)
 P_s = Precipitación media anual de la subcuenca sin información (mm)
 P_c = Precipitación media anual de la subcuenca con información (mm)

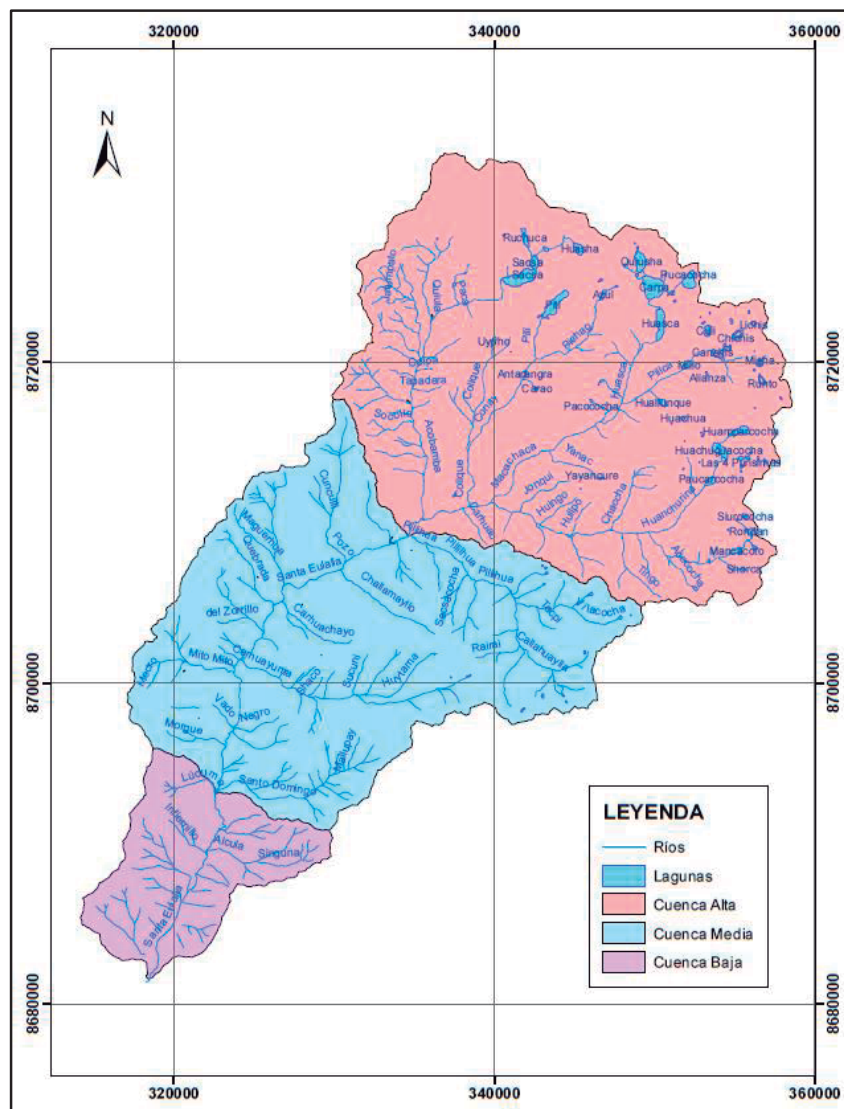


Figura 30: Mapa de división por zonas

FUENTE: Elaboración Propia

Las áreas de las subcuencas y precipitaciones medias anuales (halladas por el método de isoyetas) correspondientes se muestran a continuación:

| | | | |
|---|----|---|-------------------------|
| Subcuenca Alta (Estación Mina Collqui): | Ac | = | 543.327 km ² |
| | Pc | = | 726.5 mm |
| Subcuenca Baja: | Ac | = | 107.597 km ² |
| | Pc | = | 145.026 mm |
| Subcuenca Media: | Ac | = | 426.456 km ² |
| | Pc | = | 436.556 mm |

Para obtener el modelo de generación de caudales medios mensuales por subcuencas, se reemplazaron los valores del área y precipitación media anual de la subcuenca alta y de las subcuencas sin información a la fórmula descrita anteriormente, con el que se determinan las ecuaciones de generación de caudales para cada una de las zonas de la cuenca.

A continuación, se muestran las ecuaciones de generación de caudales medios mensuales en las subcuencas baja, media y alta de Santa Eulalia.

$$Q_{\text{cuenca baja}} = 0.039532 \times Q_{\text{subcuenca alta}}$$

Dónde:

$$Q_{\text{subcuenca baja}} = \text{Caudal generado en la cuenca baja de Santa Eulalia (m}^3\text{/s)}$$

$$Q_{\text{subcuenca alta}} = \text{Caudal registrado del río en la estación Sheque (m}^3\text{/s)}$$

$$Q_{\text{cuenca media}} = 0.47165 \times Q_{\text{subcuenca alta}}$$

Dónde:

$$Q_{\text{subcuenca media}} = \text{Caudal generado en la cuenca media de Santa Eulalia (m}^3\text{/s)}$$

$$Q_{\text{subcuenca alta}} = \text{Caudal registrado del río en la estación Sheque (m}^3\text{/s)}$$

Utilizando estas ecuaciones se generaron los caudales medios mensuales de las subcuencas sin información en este caso de la baja y media (ver ANEXOS 20 y 21) respectivamente. Posteriormente, se hallaron la persistencia al 75% de probabilidad para cada una de ellas, como se muestran en las Tablas 16 y 17.

Tabla 16: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm³) – Cuenca Baja

| PERSISTENCIA | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | TOTAL ANUAL |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|
| Promedio | 0.277 | 0.284 | 0.358 | 0.457 | 0.760 | 1.195 | 1.559 | 1.782 | 1.135 | 0.612 | 0.383 | 0.324 | 9.127 |
| Q50 | 0.278 | 0.272 | 0.323 | 0.411 | 0.687 | 1.046 | 1.599 | 1.861 | 1.083 | 0.594 | 0.371 | 0.326 | 8.852 |
| Q60 | 0.257 | 0.252 | 0.306 | 0.365 | 0.653 | 0.900 | 1.440 | 1.646 | 0.975 | 0.520 | 0.331 | 0.306 | 7.951 |
| Q75 | 0.219 | 0.228 | 0.285 | 0.295 | 0.463 | 0.800 | 1.123 | 1.286 | 0.850 | 0.475 | 0.297 | 0.281 | 6.602 |
| Q90 | 0.166 | 0.145 | 0.228 | 0.200 | 0.329 | 0.490 | 0.607 | 1.038 | 0.586 | 0.384 | 0.225 | 0.215 | 4.613 |
| Q95 | 0.136 | 0.107 | 0.154 | 0.158 | 0.243 | 0.359 | 0.411 | 0.854 | 0.492 | 0.310 | 0.204 | 0.169 | 3.597 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 17: Volúmenes de descargas medias mensuales (Hm³) – Cuenca Media

| PERSISTENCIA | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | TOTAL ANUAL |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------------|
| Promedio | 3.301 | 3.390 | 4.268 | 5.452 | 9.073 | 14.262 | 18.605 | 21.260 | 13.541 | 7.304 | 4.564 | 3.870 | 108.889 |
| Q50 | 3.322 | 3.240 | 3.853 | 4.902 | 8.199 | 12.481 | 19.078 | 22.208 | 12.922 | 7.087 | 4.425 | 3.891 | 105.608 |
| Q60 | 3.067 | 3.007 | 3.653 | 4.350 | 7.789 | 10.735 | 17.174 | 19.641 | 11.633 | 6.208 | 3.954 | 3.653 | 94.866 |
| Q75 | 2.609 | 2.720 | 3.404 | 3.515 | 5.527 | 9.550 | 13.401 | 15.342 | 10.141 | 5.666 | 3.539 | 3.348 | 78.762 |
| Q90 | 1.986 | 1.729 | 2.716 | 2.389 | 3.929 | 5.844 | 7.243 | 12.385 | 6.995 | 4.583 | 2.680 | 2.559 | 55.037 |
| Q95 | 1.618 | 1.282 | 1.833 | 1.890 | 2.899 | 4.285 | 4.904 | 10.188 | 5.864 | 3.698 | 2.434 | 2.014 | 42.910 |

FUENTE: Elaboración Propia

5.3. INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS

Según el Inventario de Fuentes de Agua Superficial de la cuenca media y alta del río Rímac, en la unidad hidrográfica se distinguen básicamente seis tipos de fuentes de agua superficial entre ellas se encuentran: quebradas, manantiales, lagunas represadas, lagunas naturales, ríos y presas. En lo que respecta a la distribución espacial, existen en total 630 fuentes de recurso hídrico superficial distribuidos en: ríos, quebradas, manantiales, lagunas (naturales, represadas) y presas. En la unidad hidrográfica Santa Eulalia, se tiene 336 fuentes de agua que representan 53.3 por ciento del total de la cuenca del río Rímac.

En la Tabla 18 se presenta el consolidado del inventario de fuentes de agua superficial de la unidad hidrográfica Santa Eulalia:

Tabla 18: Consolidado del inventario de fuentes de agua superficial

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL | | | | | | TOTAL | PORCENTAJE DE LA CUENCA DEL RÍO RÍMAC (%) |
|---------------------|---------|---------------------------------------|-----|----------------|------------------|-------|-----------|-------|---|
| | | Quebradas | Río | Laguna natural | Laguna represada | Presa | Manantial | | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 141 | 7 | 77 | 26 | 2 | 83 | 336 | 53.3 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

En la figura 31 se presenta la distribución de fuentes de agua superficial por tipo de fuente.

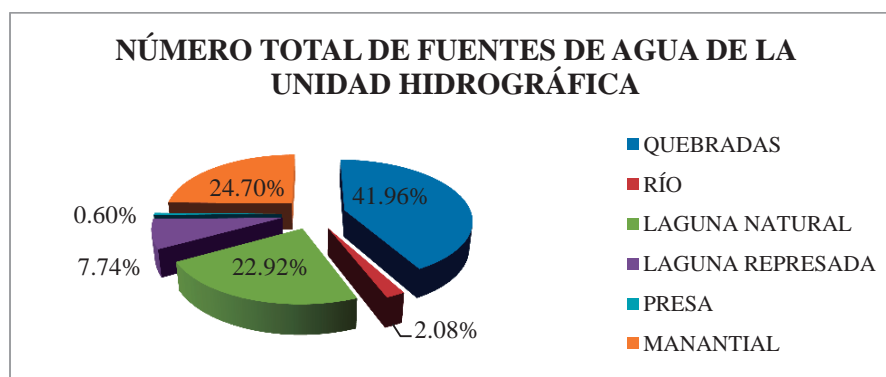


Figura 31: Número total de fuentes de agua superficial de la unidad hidrográfica

FUENTE: Elaboración propia

5.3.1. Ríos y quebradas

En la unidad hidrográfica Santa Eulalia, se tiene 148 fuentes de agua superficial entre ríos y quebradas de los cuales 7 son ríos y 141 quebradas, que representa el 44.04 por ciento del total. Respecto a la calidad del agua, los resultados muestran que las mismas en su mayoría son de (6-8 de pH), alrededor del pH neutro con baja conductividad eléctrica.

5.3.2. Manantiales

Existe la mayor cantidad de manantiales siendo utilizados con fines agrícolas y poblacionales, los cuales cuentan con caudales menores a 1.0 l/s y la mayoría de ellos no tienen toma de captación. Estas fuentes de agua son una de las más utilizadas en la unidad hidrográfica, registrándose 83 manantiales, que en su conjunto representan el 24.7 por ciento del total inventariado en toda la cuenca del Rímac (336). Los resultados indican que en su mayoría son aguas de buena calidad.

Tabla 19: Distribución de conductividad eléctrica $\mu\text{S}/\text{cm}$

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | | | TOTAL |
|------------------------|---------|---|---------|----------|-------|
| | | 50-350 | 350-700 | 750-1240 | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 68 | 12 | 3 | 83 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

5.3.3. Almacenamientos naturales – lagunas

Existen 77 lagunas naturales, según su capacidad de almacenamiento y no tienen caudal de salida.

- **Uso de las aguas de lagunas**

En la Tabla 20, se muestra la distribución de las lagunas según su uso, en la que 77 (73.33 por ciento) no son utilizadas, 19 (18.10 por ciento) en energía, 1 (0.95 por ciento) en población y 8 (7.62 por ciento) en agrícola.

Tabla 20: Clasificación por su capacidad de almacenamiento

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / USOS | | | | | TOTAL |
|------------------------|---------|----------------------------------|----|-----|----|----|-------|
| | | AGR | PO | S/U | MI | EN | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 8 | 1 | 77 | 0 | 19 | 105 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

- **Clasificación por capacidad de almacenamiento actual**

En la Tabla 21, se indica el número de lagunas y su almacenamiento (por rangos) en hectómetros cúbicos (Hm³).

Tabla 21: Clasificación por su capacidad de almacenamiento

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / VOLÚMEN | | | | | TOTAL |
|------------------------|---------|-------------------------------------|-----------|--------|------|-----|-------|
| | | <0.25 | 0.25-0.50 | 0.50-5 | 5-10 | >10 | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 70 | 10 | 18 | 5 | 2 | 105 |

Incluye: Lagunas naturales y represas

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

- **Clasificación por caudal de salida**

En el periodo donde se llevó a cabo el inventario, se verificó que de las 105 lagunas registradas sólo 25 tienen salida de agua y 80 no la tienen. Los caudales de salida natural que más se registraron fueron los menores a 5 l/s y los mayores a 50 l/s. En la Tabla 22, se muestra su clasificación por rendimiento hídrico.

Tabla 22: Clasificación por rendimiento hídrico

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / CAUDAL (l/s) | | | | | | TOTAL |
|------------------------|---------|---|-----|------|-------|-------|-----|-------|
| | | SECA | 0-5 | 5-10 | 10-20 | 20-50 | >50 | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 80 | 8 | 6 | 2 | 1 | 8 | 105 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

- **Calidad de agua en lagunas**

En las Tablas 23 y 24, se muestran la calidad de agua en los parámetros de pH y conductividad eléctrica, respectivamente. Los resultados indican que las aguas en su mayoría son neutras con baja conductividad eléctrica.

Tabla 23: Distribución de pH en las lagunas

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / pH | | | TOTAL |
|------------------------|---------|--------------------------------|-------|--------|-------|
| | | 3.7 - 6 | 6 - 8 | 8 - 10 | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 26 | 67 | 12 | 105 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

Tabla 24: Distribución de conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

| UNIDAD HIDROGRÁFICA | CÓDIGO | NÚMERO DE FUENTES DE AGUA / pH | | | TOTAL |
|------------------------|---------|--------------------------------|---------|---------|-------|
| | | 20-250 | 250-500 | 500-750 | |
| Río Santa Eulalia | 1375544 | 89 | 16 | 0 | 105 |

FUENTE: “Inventario de fuentes de agua superficial”. ANA, 2010

5.3.4. Almacenamientos artificiales – represas

En toda la cuenca del Rímac existen 27 lagunas represadas y 3 presas. Según EDEGEL, se han represado 15 lagunas de la parte alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, con un volumen regulado de 77 Hm^3 ; cuyo fin es de afianzar el caudal del río Rímac para el uso hidroeléctrico y poblacional para la ciudad de Lima.

5.3.5. Humedales (bofedales)

Un bofedal es un humedal de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. En el Inventario de Fuentes de Agua Superficial no registra información sobre los humedales (bofedales).

5.3.6. Otras fuentes de agua

- **Aguas de recuperación**

Son aguas producto de filtraciones procedente de las irrigaciones. Para este caso no se han registrado este tipo de recurso.

- **Aguas de trasvase**

Se ha identificado un trasvase llamado el del sistema de Marcapomacocha (Mantaro), el cual contiene un aporte de 157.05 Hm³ y un sistema de regulación proveniente de la represa Yuracmayo con 48.30 Hm³, los cuales están dirigidos para la generación de energía y abastecimiento de agua potable para la población limeña.

- **Deshielo de glaciares y otros**

A pesar que parte del volumen de las lagunas existentes en la parte alta de la cuenca del río Rímac se deben al deshielo de los glaciares, no es posible contar con esta información del volumen producido.

5.4. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

La Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos realizó en el mes de abril del 2012 la “Evaluación de los resultados de la calidad del agua en el ámbito de la cuenca del río Rímac”, en la cual se llevó a cabo el monitoreo de la calidad del agua en el río Santa Eulalia en el punto de monitoreo denominado “RSant-1”, los resultados se muestran en la Tabla 26.

Tabla 25: Características del punto de monitoreo

| | |
|--------------------------------|---|
| Punto de Monitoreo | RSant-1 |
| Descripción | A 30 metros aguas arriba del puente antes de la confluencia con el río Rímac. |
| Coordenadas Este WGS84 | 318477 |
| Coordenadas Norte WGS84 | 8681816 |

FUENTE: Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, 2012

Tabla 26: Resultados de la evaluación de calidad del agua en el río Santa Eulalia

| PARÁMETRO | CANTIDAD | UNIDADES | ECA 1 A-2 | COMPARACIÓN |
|----------------------------|----------|-----------|-----------|-------------------------|
| Oxígeno disuelto | 8.9 | mg/L | 5 | No hay problema |
| Conductividad Eléctrica | 287 | uS/cm | 1600 | No es significativa |
| Coliformes termotolerantes | 1700 | NMP/100mL | 2000 | No es significativa |
| DBO5 | 0 | mg/L | 5 | No tiene contaminación |
| DQO | 0 | mg/L | 5 | No tiene contaminación |
| Fósforo total | 0.066 | mg/L | 0.15 | No es significativa |
| Aluminio total | 1.92 | mg/L | 0.2 | Agua contaminada |
| Arsénico total | 0.019 | mg/L | 0.01 | Agua contaminada |
| Boro total | 0.14 | mg/L | 0.5 | No es significativa |
| Cadmio total | 0.0031 | mg/L | 0.003 | Agua contaminada |
| Cromo total | 0 | mg/L | 0.05 | No es significativa |
| Hierro total | 1.934 | mg/L | 1 | Agua contaminada |
| Manganeso total | 0.1405 | mg/L | 0.4 | No es significativa |
| Plomo total | 0.0219 | mg/L | 0.05 | No es significativa |

FUENTE: Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, 2012

Las aguas del río Santa Eulalia en el punto de monitoreo evaluado contiene Aluminio, Hierro y Arsénico en cantidades mayores al ECA Cat. 1-A2, asimismo se encontró la presencia de coliformes termotolerantes; esto se debe a que existen fuentes de contaminación como depósitos de relaves mineros, depósito de escombros mineros (pasivos ambientales mineros), descargas de aguas residuales domésticas y municipalidades procedentes de los diversas comunidades.

5.5. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO CONSUNTIVO

5.5.1. Demanda de uso agrícola

a. Evapotranspiración Potencial (ETP)

Los valores de la evapotranspiración potencial fueron calculados por el método de Hargreaves en base a la temperatura, utilizando los datos de las estaciones meteorológicas Santa Eulalia, Carampoma y Mina Collqui para las subcuencas baja, media y alta,

respectivamente. Los datos utilizados fueron los de temperatura media mensual y humedad relativa media mensual de las estaciones respectivas.

En las siguientes Tablas (27, 28 y 29) se muestran los resultados de la evapotranspiración potencial por cada subcuenca de la unidad hidrográfica.

Tabla 27: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca baja

Estación Santa Eulalia - Altitud (m.s.n.m) = 982

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HR% | 64.43 | 65.15 | 67.25 | 70.61 | 69.95 | 64.43 | 64.43 | 63.71 | 65.15 | 65.15 | 67.25 | 67.93 |
| Temperatura media °C | 23 | 24 | 23.5 | 21.72 | 20.22 | 20.17 | 20.17 | 20.28 | 20.33 | 20.89 | 21.28 | 22.44 |
| Temperatura media °F | 73.4 | 75.2 | 74.3 | 71.1 | 68.4 | 68.3 | 68.3 | 68.5 | 68.6 | 69.6 | 70.3 | 72.4 |
| MF | 2.596 | 2.279 | 2.354 | 2.023 | 1.832 | 1.644 | 1.754 | 1.976 | 2.18 | 2.47 | 2.497 | 2.61 |
| Corrección de Humedad CH | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.9 | 0.91 | 0.99 | 0.99 | 1 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.94 |
| Factor de corrección por altitud CE | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 |
| ETP (mm/mes) | 192.35 | 171.25 | 169.42 | 131.99 | 116.27 | 113.35 | 120.93 | 138.01 | 149.44 | 171.78 | 170.04 | 181.11 |
| ETP (mm/día) | 6.2 | 6.12 | 5.47 | 4.4 | 3.75 | 3.78 | 3.9 | 4.45 | 4.98 | 5.54 | 5.67 | 5.84 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 28: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca media

Estación Carampoma - Altitud (m.s.n.m) = 3426

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HR% | 69.95 | 73.16 | 67.25 | 69.28 | 67.93 | 65.85 | 63.71 | 67.25 | 65.85 | 65.85 | 65.15 | 63.71 |
| Temperatura media °C | 15.44 | 18.67 | 18.61 | 19 | 18.72 | 18.5 | 17.89 | 18.61 | 19.22 | 19.39 | 19.94 | 19.28 |
| Temperatura media °F | 59.8 | 65.6 | 65.5 | 66.2 | 65.7 | 65.3 | 64.2 | 65.5 | 66.6 | 66.9 | 67.9 | 66.7 |
| MF | 2.596 | 2.279 | 2.354 | 2.023 | 1.832 | 1.644 | 1.754 | 1.976 | 2.18 | 2.47 | 2.497 | 2.61 |
| Corrección de Humedad CH | 0.91 | 0.86 | 0.95 | 0.92 | 0.94 | 0.97 | 1 | 0.95 | 0.97 | 0.97 | 0.98 | 1 |
| Factor de corrección por altitud CE | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 | 1.07 |
| ETP (mm/mes) | 150.95 | 137.38 | 156.51 | 131.65 | 120.89 | 111.27 | 120.32 | 131.38 | 150.48 | 171.27 | 177.54 | 186.02 |
| ETP (mm/día) | 4.87 | 4.91 | 5.05 | 4.39 | 3.9 | 3.71 | 3.88 | 4.24 | 5.02 | 5.52 | 5.92 | 6 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 29: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial (ETP) determinada en la subcuenca alta

Estación Mina Collqui - Altitud (m.s.n.m) = 4600

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| HR% | 66.56 | 65.15 | 64.43 | 64.43 | 70.61 | 65.15 | 63.71 | 63.71 | 64.43 | 65.15 | 65.15 | 65.15 |
| Temperatura media °C | 5.5 | 5.47 | 5.53 | 5.6 | 4.96 | 3.88 | 3.85 | 4.54 | 4.5 | 4.7 | 4.7 | 5.8 |
| Temperatura media °F | 41.9 | 41.85 | 41.95 | 42.08 | 40.93 | 38.98 | 38.93 | 40.17 | 40.1 | 40.46 | 40.46 | 42.44 |
| MF | 2.596 | 2.279 | 2.354 | 2.023 | 1.832 | 1.644 | 1.754 | 1.976 | 2.18 | 2.47 | 2.497 | 2.61 |
| Corrección de Humedad CH | 0.96 | 0.98 | 0.99 | 0.99 | 0.9 | 0.98 | 1 | 1 | 0.99 | 0.98 | 0.98 | 0.98 |
| Factor de corrección por altitud CE | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 | 1.09 |
| ETP (mm/mes) | 114.03 | 102.07 | 106.76 | 92.03 | 73.69 | 68.58 | 74.57 | 86.68 | 94.51 | 106.95 | 108.12 | 118.54 |
| ETP (mm/día) | 3.68 | 3.65 | 3.44 | 3.07 | 2.38 | 2.29 | 2.41 | 2.8 | 3.15 | 3.45 | 3.6 | 3.82 |

FUENTE: Elaboración Propia

b. Precipitación efectiva

En las Tablas (30, 31 y 32) se muestran los resultados de las precipitaciones efectivas calculadas por el Método de USDA, en donde se observa que el mayor resultado corresponde a la subcuenca alta y el de menor valor para la subcuenca baja.

Tabla 30: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca baja

Estación Santa Eulalia - Altitud (m.s.n.m) = 982

| PARÁMETRO | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Prom |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Precipitación media mensual | 10.68 | 16.07 | 17.67 | 0.46 | 0.19 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.34 | 0.74 | 0.44 | 3.38 | 4.17 |
| Precipitación efectiva mensual | 10.50 | 15.66 | 17.17 | 0.46 | 0.19 | 0.01 | 0.00 | 0.05 | 0.34 | 0.73 | 0.44 | 3.36 | 4.07 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 31: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca media

Estación Carampoma - Altitud (m.s.n.m) = 3426

| PARÁMETRO | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Prom |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Precipitación media mensual | 87.54 | 95.29 | 90.26 | 27.26 | 3.14 | 0.18 | 0.99 | 1.36 | 7.39 | 21.1 | 25.7 | 54.8 | 34.58 |
| Precipitación efectiva mensual | 75.28 | 80.76 | 77.23 | 26.08 | 3.12 | 0.18 | 0.99 | 1.36 | 7.31 | 20.4 | 24.6 | 50 | 30.61 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 32: Cálculo de la Precipitación Efectiva en la subcuenca alta

Estación Mina Collqui - Altitud (m.s.n.m) = 4600

| PARÁMETRO | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic | Prom |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Precipitación media mensual | 121.80 | 148.40 | 157.00 | 59.9 | 12.5 | 4.00 | 2.80 | 11.40 | 25.60 | 48.20 | 50.5 | 84.40 | 60.54 |
| Precipitación efectiva mensual | 98.06 | 113.16 | 117.56 | 54.16 | 12.25 | 3.97 | 2.79 | 11.19 | 24.55 | 44.48 | 46.42 | 73.00 | 50.13 |

FUENTE: Elaboración Propia

c. Cédula de cultivo

De acuerdo a la información recolectada en campo de la Agencia Agraria de Santa Eulalia y de los proyectos registrados en el Banco de Proyectos del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), se obtuvieron las cantidades de terrenos de cultivos por cada zona del ámbito de estudio.

En las siguientes Tablas (33, 34 y 35) se muestran las cédulas de cultivos por subcuenca.

Tabla 33: Cédula de cultivo subcuenca baja

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag |
| <i>Maíz choclo</i> | 9 | | | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | | | | |
| <i>Hortalizas</i> | 6 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | | |
| <i>Arveja</i> | 3 | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| <i>Haba</i> | 3 | | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | |
| <i>Frutales</i> | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 |
| TOTAL (has) | 179 | 158 | 164 | 179 | 179 | 179 | 179 | 173 | 173 | 158 | 158 | 158 | 158 |

FUENTE: Agencia Agraria Zonal de Santa Eulalia

Tabla 34: Cédula de cultivo subsecuencia media

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag | |
| <i>Maíz choclo</i> | 120.00 | 120 | | | | | | | | | | 120 | 120 | 120 |
| <i>Papa</i> | 253.00 | 253 | | | | | | | | | | 253 | 253 | 253 |
| <i>Haba</i> | 29.50 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | 29.5 | | | | | | | | 29.5 | 29.5 |
| <i>Cereales</i> | 61.50 | 61.5 | 61.5 | | | | | | | | | 61.5 | 61.5 | 61.5 |
| <i>Hortalizas</i> | 6.00 | 6 | 6 | 6 | | | | | | | | | 6 | 6 |
| <i>Frutales</i> | 578.00 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 | 578 |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 1171.60 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 | 1171.6 |
| TOTAL (has) | 2219.6 | 2219.6 | 1846.6 | 1785.1 | 1779.1 | 1749.6 | 1749.6 | 1749.6 | 1749.6 | 1749.6 | 2064.1 | 2184.1 | 2219.6 | 2219.6 |

FUENTE: Consolidado de Proyectos del Banco de Sistema Nacional de Inversión Pública.

Tabla 35: Cédula de cultivo subsecuencia alta

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | | 2da Campaña | | |
|-------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag | ha | Cultivos | |
| <i>Maíz choclo</i> | 1121 | 900 | 1121 | 1121 | 1121 | 1121 | 1121 | 1121 | 1121 | 1121 | 900 | 900 | 900 | 900 | 900 | Papa |
| <i>Papa</i> | 1500 | 560 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 | 560 | 560 | 560 | 560 | 560 | Maíz Choclo |
| <i>Haba</i> | 687.5 | | 687.5 | 687.5 | 687.5 | 687.5 | 687.5 | 687.5 | 687.5 | 687.5 | | | | | | |
| <i>Kiwicha</i> | 518 | 200 | 518 | 518 | 518 | 518 | 518 | 518 | 518 | 518 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | Haba |
| <i>Olluco</i> | 143 | | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | 143 | | | | | | |
| <i>Arveja</i> | 149 | | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | 149 | | | | | | |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | |
| TOTAL (has) | 6118.5 | 3660 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 6118.5 | 3660 | 3660 | 3660 | 3660 | 3660 | |

FUENTE: Consolidado de Proyectos del Banco de Sistema Nacional de Inversión Pública.

d. Coeficientes de cultivo

Los coeficientes de cultivo (Kc) han sido obtenidos de acuerdo a la información de los proyectos realizados en los diferentes distritos que abarcan la unidad hidrográfica Santa Eulalia.

En las siguientes Tablas (36, 37 y 38) se muestran los coeficientes de cultivo por subcuenca.

Tabla 36: Coeficientes de cultivo de la subcuenca baja

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag |
| <i>Maíz choclo</i> | 9 | | | 0.4 | 0.76 | 1.05 | 1.21 | 0.85 | 0.6 | | | | |
| <i>Hortalizas</i> | 6 | | 0.43 | 0.6 | 0.95 | 1 | 0.35 | | | | | | |
| <i>Arveja</i> | 3 | | | 0.29 | 0.49 | 0.68 | 0.84 | 0.8 | 0.35 | | | | |
| <i>Haba</i> | 3 | | | 0.68 | 1.03 | 1.15 | 1.15 | 0.51 | 0.3 | | | | |
| <i>Frutales</i> | 149 | 0.95 | 1 | 1 | 0.85 | 0.95 | 1.2 | 1 | 0.85 | 0.95 | 1 | 1 | 0.8 |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 9 | 0.9 | 0.75 | 0.65 | 0.7 | 0.73 | 0.75 | 0.73 | 0.7 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.65 |
| <i>Kc ponderado</i> | 179 | 0.95 | 0.97 | 0.92 | 0.84 | 0.94 | 1.14 | 0.97 | 0.81 | 0.935 | 0.98 | 0.98 | 0.79 |

FUENTE: Consolidado de Proyectos del Banco de Sistema Nacional de Inversión Pública.

Tabla 37: Coeficientes de cultivo de la subcuenca media

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag |
| <i>Maíz choclo</i> | 120.00 | 0.6 | | | | | | | | 0.4 | 0.76 | 1.21 | 0.85 |
| <i>Papa</i> | 253.00 | 0.74 | | | | | | | | 0.47 | 0.75 | 1.15 | 0.95 |
| <i>Haba</i> | 29.50 | 1.15 | 1.15 | 0.51 | 0.3 | | | | | | | 0.68 | 1.03 |
| <i>Cereales</i> | 61.50 | 0.8 | 0.32 | | | | | | | 0.27 | 0.72 | 0.95 | 0.97 |
| <i>Hortalizas</i> | 6.00 | 0.95 | 1 | 0.35 | | | | | | | | 0.43 | 0.6 |
| <i>Frutales</i> | 578.00 | 0.95 | 1 | 1 | 0.85 | 0.95 | 1.2 | 1 | 0.85 | 0.95 | 1 | 1 | 0.8 |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 1,171.60 | 0.9 | 0.75 | 0.65 | 0.7 | 0.73 | 0.75 | 0.73 | 0.7 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.65 |
| <i>Kc ponderado</i> | 2219.6 | 0.88 | 0.82 | 0.76 | 0.74 | 0.80 | 0.90 | 0.82 | 0.75 | 0.72 | 0.78 | 0.85 | 0.75 |

FUENTE: Consolidado de Proyectos del Banco de Sistema Nacional de Inversión Pública.

Tabla 38: Coeficientes de cultivo de la subcuenca alta

| CULTIVOS | AREA (Has) | MESES | | | | | | | | | | | | 2da Campaña | |
|-------------------------|------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------------|-------------|
| | | Set | Oct | Nov | Dic | En | Feb | Mar | Ab | Mayo | Jun | Jul | Ag | ha | Cultivos |
| <i>Maíz choclo</i> | 1,121 | 0.65 | 0.4 | 0.76 | 1.05 | 1.21 | 0.85 | 0.6 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.70 | 0.95 | 900 | Papa |
| <i>Papa</i> | 1,500 | 0.6 | 0.35 | 0.50 | 0.65 | 0.70 | 0.95 | 0.65 | 0.4 | 0.76 | 1.05 | 1.21 | 0.85 | 560 | Maíz Choclo |
| <i>Haba</i> | 687.5 | | 0.45 | 0.50 | 0.78 | 0.86 | 1.14 | 1.05 | | | | | | | |
| <i>Kiwicha</i> | 518.0 | 1.05 | 0.35 | 0.45 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.75 | 0.45 | 0.50 | 0.78 | 0.86 | 1.14 | 200 | Haba |
| <i>Olluco</i> | 143.0 | | 0.25 | 0.36 | 0.49 | 0.60 | 0.85 | 0.80 | | | | | | | |
| <i>Arveja</i> | 149.0 | | 0.29 | 0.49 | 0.68 | 0.84 | 0.80 | 0.35 | | | | | | | |
| <i>Alfalfa y Pastos</i> | 2,000 | 0.9 | 0.75 | 0.65 | 0.7 | 0.73 | 0.75 | 0.73 | 0.7 | 0.68 | 0.68 | 0.68 | 0.65 | | |
| <i>Kc ponderado</i> | 6118.5 | 0.80 | 0.50 | 0.59 | 0.75 | 0.82 | 0.87 | 0.72 | 0.55 | 0.64 | 0.73 | 0.78 | 0.78 | | |

FUENTE: Consolidado de Proyectos del Banco de Sistema Nacional de Inversión Pública.

e. Evapotranspiración real (ETc)

La evapotranspiración real fue calculada por el método de la FAO, en donde intervino el coeficiente de cultivo (Kc) ponderado por cada zona de la unidad hidrográfica.

Los resultados se resumen en las Tablas (39, 40 y 41) para las subcuencas baja, media y alta, respectivamente.

f. Demanda de agua de los cultivos o necesidad de riego (DA)

La demanda de agua de los cultivos se obtuvo mediante la diferencia de la evapotranspiración real (ETc) y la precipitación efectiva (Pe), siendo calculadas para las zonas baja, media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia.

Finalmente con todos los parámetros precedentes mencionados, se procedió a calcular la demanda de uso agrícola por cada zona de la unidad hidrográfica, siendo la subcuenca media, la que requiere de mayor recurso hídrico; la siguiente es la subcuenca baja y por último se tiene a la subcuenca alta, esto se debe a que en las mismas se presenta una mayor precipitación. Los resultados se muestran en las siguientes Tablas (39, 40 y 41).

Tabla 39: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subcuenca Baja

| Datos | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic |
|---------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Área (Has) | 179 | 179 | 173 | 173 | 158 | 158 | 158 | 158 | 158 | 164 | 179 | 179 |
| ETP (mm/mes) | 192.346 | 171.252 | 169.420 | 131.994 | 116.271 | 113.346 | 120.930 | 138.014 | 149.435 | 171.783 | 170.037 | 181.115 |
| Kc ponderado | 0.944 | 1.143 | 0.966 | 0.811 | 0.935 | 0.982 | 0.982 | 0.791 | 0.947 | 0.965 | 0.922 | 0.838 |
| ETc (mm/mes) | 181.665 | 195.658 | 163.699 | 107.045 | 108.669 | 111.280 | 118.725 | 109.232 | 141.538 | 165.844 | 156.693 | 151.823 |
| Pe (mm/mes) | 10.500 | 15.655 | 17.169 | 0.460 | 0.188 | 0.005 | 0.000 | 0.047 | 0.335 | 0.734 | 0.438 | 3.357 |
| Déficit Humedad (mm/mes) | 171.16 | 180.00 | 146.53 | 106.58 | 108.48 | 111.27 | 118.73 | 109.19 | 141.20 | 165.11 | 156.25 | 148.47 |
| Requerimiento Neto (m3/ha/mes) | 1,711.64 | 1,800.02 | 1,465.30 | 1,065.85 | 1,084.81 | 1,112.75 | 1,187.25 | 1,091.86 | 1,412.03 | 1,651.09 | 1,562.55 | 1,484.65 |
| Eficiencia de conducción | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Eficiencia de distribución | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| Eficiencia de aplicación | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| Efic de riego (%) | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/mes) | 5,319.80 | 5,594.48 | 4,554.16 | 3,312.66 | 3,371.59 | 3,458.42 | 3,689.98 | 3,393.50 | 4,388.60 | 5,131.61 | 4,856.40 | 4,614.31 |
| Días del mes | 31.00 | 28.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/día) | 171.61 | 199.80 | 146.91 | 110.42 | 108.76 | 115.28 | 119.03 | 109.47 | 146.29 | 165.54 | 161.88 | 148.85 |
| Tiempo (hrs) | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Mr (lt/seg/ha) | 1.99 | 2.31 | 1.70 | 1.28 | 1.26 | 1.33 | 1.38 | 1.27 | 1.69 | 1.92 | 1.87 | 1.72 |
| Q requerido (lt/seg) | 355.53 | 413.94 | 294.16 | 221.10 | 198.89 | 210.81 | 217.67 | 200.18 | 267.52 | 314.21 | 335.38 | 308.38 |
| Q requerido (m3/seg) | 0.356 | 0.414 | 0.294 | 0.221 | 0.199 | 0.211 | 0.218 | 0.200 | 0.268 | 0.314 | 0.335 | 0.308 |
| Vol. (MMC/mes o Hm3/mes) | 0.952 | 1.001 | 0.788 | 0.573 | 0.533 | 0.546 | 0.583 | 0.536 | 0.693 | 0.842 | 0.869 | 0.826 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 40: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subsecuencia Media

| Datos | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Área (Has) | 1749.6 | 1749.6 | 1749.6 | 1749.6 | 2064.1 | 2184.1 | 2219.6 | 2219.6 | 2219.6 | 1846.6 | 1785.1 | 1779.1 |
| ETP (mm/mes) | 150.949 | 137.382 | 156.514 | 131.651 | 120.893 | 111.268 | 120.323 | 131.382 | 150.482 | 171.268 | 177.540 | 186.015 |
| Kc ponderado | 0.803 | 0.899 | 0.819 | 0.750 | 0.718 | 0.778 | 0.852 | 0.748 | 0.879 | 0.821 | 0.760 | 0.742 |
| ETc (mm/mes) | 121.164 | 123.460 | 128.216 | 98.680 | 86.759 | 86.601 | 102.554 | 98.254 | 132.312 | 140.634 | 134.939 | 138.042 |
| Pe (mm/mes) | 75.280 | 80.764 | 77.226 | 26.075 | 3.120 | 0.183 | 0.986 | 1.358 | 7.307 | 20.388 | 24.616 | 49.997 |
| Déficit Humedad (mm/mes) | 45.88 | 42.70 | 50.99 | 72.60 | 83.64 | 86.42 | 101.57 | 96.90 | 125.00 | 120.25 | 110.32 | 88.04 |
| Requerimiento Neto (m3/ha/mes) | 458.83 | 426.96 | 509.90 | 726.05 | 836.39 | 864.19 | 1,015.69 | 968.96 | 1,250.04 | 1,202.47 | 1,103.23 | 880.45 |
| Eficiencia de conducción | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Eficiencia de distribución | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| Eficiencia de aplicación | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| Efic de riego (%) | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/mes) | 1,426.05 | 1,327.00 | 1,584.77 | 2,256.56 | 2,599.50 | 2,685.89 | 3,156.76 | 3,011.54 | 3,885.13 | 3,737.27 | 3,428.83 | 2,736.44 |
| Días del mes | 31.00 | 28.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/día) | 46.00 | 47.39 | 51.12 | 75.22 | 83.85 | 89.53 | 101.83 | 97.15 | 129.50 | 120.56 | 114.29 | 88.27 |
| Tiempo (hrs) | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Mr (lt/seg/ha) | 0.53 | 0.55 | 0.59 | 0.87 | 0.97 | 1.04 | 1.18 | 1.12 | 1.50 | 1.40 | 1.32 | 1.02 |
| Q requerido (lt/seg) | 931.53 | 959.70 | 1,035.21 | 1,523.17 | 2,003.30 | 2,263.21 | 2,616.02 | 2,495.68 | 3,326.95 | 2,576.63 | 2,361.42 | 1,817.65 |
| Q requerido (m3/seg) | 0.932 | 0.960 | 1.035 | 1.523 | 2.003 | 2.263 | 2.616 | 2.496 | 3.327 | 2.577 | 2.361 | 1.818 |
| Vol. (MMC/mes o Hm3/mes) | 2.495 | 2.322 | 2.773 | 3.948 | 5.366 | 5.866 | 7.007 | 6.684 | 8.623 | 6.901 | 6.121 | 4.868 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 41: Cálculo de la demanda de uso agrícola - Subcuenca Alta

| Datos | Ene | Feb | Mar | Abril | Mayo | Jun | Jul | Agos | Sept | Oct | Nov | Dic |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|-----------------|
| Área (Has) | 6118.50 | 6118.50 | 6118.50 | 3660.00 | 3660.00 | 3660.00 | 3660.00 | 3660.00 | 3660.00 | 6118.50 | 6118.50 | 6118.50 |
| ETP (mm/mes) | 114.028 | 102.068 | 106.757 | 92.030 | 73.694 | 68.579 | 74.565 | 86.679 | 94.506 | 106.948 | 108.117 | 118.540 |
| Kc ponderado | 0.822 | 0.869 | 0.717 | 0.554 | 0.638 | 0.735 | 0.776 | 0.781 | 0.801 | 0.497 | 0.589 | 0.747 |
| ETc (mm/mes) | 93.765 | 88.693 | 76.502 | 51.019 | 47.027 | 50.385 | 57.851 | 67.709 | 75.682 | 53.190 | 63.672 | 88.549 |
| Pe (mm/mes) | 98.064 | 113.164 | 117.562 | 54.159 | 12.250 | 3.974 | 2.787 | 11.192 | 24.551 | 44.483 | 46.420 | 73.003 |
| Déficit Humedad (mm/mes) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 34.78 | 46.41 | 55.06 | 56.52 | 51.13 | 8.71 | 17.25 | 15.55 |
| Requerimiento Neto (m3/ha/mes) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 347.77 | 464.11 | 550.64 | 565.17 | 511.31 | 87.08 | 172.52 | 155.46 |
| Eficiencia de conducción | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| Eficiencia de distribución | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 | 0.65 |
| Eficiencia de aplicación | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 | 0.55 |
| Efic de riego (%) | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/mes) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1,080.88 | 1,442.45 | 1,711.38 | 1,756.54 | 1,589.14 | 270.63 | 536.21 | 483.17 |
| Días del mes | 31.00 | 28.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 |
| Requerimiento Bruto (m3/ha/día) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 34.87 | 48.08 | 55.21 | 56.66 | 52.97 | 8.73 | 17.87 | 15.59 |
| Tiempo (hrs) | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 | 24.00 |
| Mr (lt/seg/ha) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 0.56 | 0.64 | 0.66 | 0.61 | 0.10 | 0.21 | 0.18 |
| Q requerido (lt/seg) | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1,477.01 | 2,036.79 | 2,338.59 | 2,400.29 | 2,243.93 | 618.23 | 1,265.73 | 1,103.76 |
| Q requerido (m3/seg) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.477 | 2.037 | 2.339 | 2.400 | 2.244 | 0.618 | 1.266 | 1.104 |
| Vol. (MMC/mes o Hm3/mes) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 3.956 | 5.279 | 6.264 | 6.429 | 5.816 | 1.656 | 3.281 | 2.956 |

FUENTE: Elaboración Propia

5.5.2. Demanda de agua para uso poblacional

En cuanto a la demanda de agua para uso poblacional, se ha empleado la información proporcionada por el “Boletín: Estimaciones y Proyecciones de población por sexo, según departamento, provincia y distrito, 2000-2015”, en la cual se determinó la estimación de la población para el año 2014 por cada distrito.

Tabla 42: Población estimada para el año 2014 según distritos

| DISTRITOS | 2014 |
|--------------------|---------------|
| Santa Eulalia | 12,353 |
| San Pedro de Casta | 1,137 |
| San Juan de Iris | 1,661 |
| Laraos | 2,137 |
| Huanza | 2,570 |
| Huachupampa | 2,630 |
| Carampoma | 1,704 |
| Callahuanca | 3,841 |
| TOTAL | 28,033 |

FUENTE: INEI, 2009

Para el consumo poblacional de agua por habitante, se utilizó la información proporcionada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el “Manual de Proyectos de Agua Potable en Poblaciones Rurales”.

Tabla 43: Consumo poblacional por habitante en zonas rurales

| | |
|--|-----|
| Consumo de agua para poblaciones en zonas rurales (l/día/hab) | 120 |
|--|-----|

FUENTE: OMS, 2009

Tabla 44: Demanda de agua para uso poblacional (Hm³/mes) – Subcuenca Baja

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Total (l/hr) | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 | 80,970 |
| Total (m ³ /hr) | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 | 80.97 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Volumen total (Hm ³ /mes) | 0.060 | 0.054 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.058 | 0.060 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 45: Demanda de agua para uso poblacional (Hm³/mes) – Subcuenca Media

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Total (l/hr) | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 | 27,140 |
| Total (m ³ /hr) | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 | 27.14 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Volumen total (Hm ³ /mes) | 0.020 | 0.018 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 46: Demanda de agua para uso poblacional (Hm³/mes) – Subcuenca Alta

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Total (l/hr) | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 | 32,055 |
| Total (m ³ /hr) | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 | 32.06 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Volumen total (hm ³ /mes) | 0.024 | 0.022 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.023 | 0.024 |

FUENTE: Elaboración Propia

5.5.3. Demanda de agua para uso pecuario

Para calcular la demanda de agua para uso pecuario, se realizó teniendo como base los datos del IV Censo Nacional Agropecuario 2012, en el cual tiene un registro total de animales por distrito y multiplicado por el consumo diario de agua por animal (Tabla 47) se obtiene la demanda de agua por subcuenca, tal como se muestran en las Tablas (48, 49 y 50).

Tabla 47: Cálculo de la demanda de agua para uso pecuario

| ANIMALES | CONSUMO DIARIO DE AGUA (L/día/animal) |
|-----------------|--|
| Vacunos | 40 |
| Porcinos | 15 |
| Ovinos | 8 |
| Caprinos | 8 |
| Alpacas | 2.9 |
| Llamas | 2.9 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 48: Demanda de agua para uso pecuario (Hm³/mes) – Subcuenca Baja

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Total (l/hr) | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 | 24.19 |
| Total (m ³ /hr) | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Volumen total (Hm ³ /mes) | 0.000018 | 0.000016 | 0.000018 | 0.000017 | 0.000018 | 0.000017 | 0.000018 | 0.000018 | 0.000017 | 0.000018 | 0.000017 | 0.000018 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 49: Demanda de agua para uso pecuario (Hm³/mes) – Subcuenca Media

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Total (l/hr) | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 | 118.65 |
| Total (m ³ /hr) | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Volumen total (hm ³ /mes) | 0.000088 | 0.000080 | 0.000088 | 0.000085 | 0.000088 | 0.000085 | 0.000088 | 0.000088 | 0.000085 | 0.000088 | 0.000085 | 0.000088 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 50: Demanda de agua para uso pecuario (Hm³/mes) – Subcuenca Alta

| DATOS | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Total (l/hr) | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 | 189.93 |
| Total (m ³ /hr) | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 | 0.19 |
| Días del mes | 31.00 | 28.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 | 30.00 | 31.00 |
| Volumen total (hm ³ /mes) | 0.000141 | 0.000128 | 0.000141 | 0.000137 | 0.000141 | 0.000137 | 0.000141 | 0.000141 | 0.000137 | 0.000141 | 0.000137 | 0.000141 |

FUENTE: Elaboración Propia

5.5.4. Demanda de agua para el sector minero

En el ámbito de estudio se han identificado cuatro centros mineros: Collqui, Venturosa, Lichicocha y Nuestra Señora del Carmen. La participación de este sector es considerable ya que consume 27.46 hm³/año, tal como se muestra en la Tabla 51.

Cabe mencionar que la gran mayoría de estas minas vierten directamente al río los residuos provenientes de sus plantas concentradoras. Asimismo, ubican sus canchas de relaves de minerales al borde del río o de la quebrada más cercana, con taludes empinados e inestables. Durante la época de crecidas, los taludes son erosionados y arrastrados por el río, las lluvias también lavan parte de los relaves, que escurren hacia el río.

Tabla 51: Demanda de agua de uso minero

| DESCRIPCIÓN | VOLUMEN DE AGUA MENSUAL (Hm ³) | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|------------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Abr | Mayo | Jun | Jul | |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 365 |
| Volumen de agua (Hm ³) | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.33 | 2.11 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 27.46 |

FUENTE: Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín, 2010

5.6. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA USO NO CONSUNTIVO

5.6.1. Uso hidroeléctrico

Se ha identificado que existen tres centrales hidroeléctricas en el ámbito de estudio, siendo las siguientes Callahuanca, Huinco y recientemente Huanza puesta en operación comercial en el 2014, según el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN).

De acuerdo al Boletín Técnico Nacional de Recursos Hídricos (2010), realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), del Comité de Operación Económico del Sistema Interconectado Nacional (COES SINAC) y del documento sobre supervisión de contratos

de proyectos de generación y transmisión de energía eléctrica (2014); se describen los datos técnicos de las centrales hidroeléctricas que se muestran en la siguiente Tabla (52):

Tabla 52: Datos técnicos de las centrales hidroeléctricas

| CARACTERÍSTICAS | CENTRALES HIDROELÉCTRICAS | | |
|--------------------------------------|---------------------------|--------------------|--------|
| | Callahuanca | Huinco | Huanza |
| Distrito | Callahuanca | San Pedro de Casta | Huanza |
| Localidad | Barba Blanca | Huinco | Huanza |
| Altitud (m.s.n.m) | 1,395 | 1,877 | 3,352 |
| Energía (GW.h) | 595.87 | 1,041.29 | 367 |
| Potencia Instalada (MW) | 85.06 | 258.4 | 90.6 |
| Potencia Efectiva (MW) | 80.43 | 247.34 | 96.76 |
| Producción Eléctrica (GW.h) | 595.87 | 1,041.29 | 338 |
| Caudal Nominal (m ³ /s) | 12.5 | 25 | 15.8 |
| Volumen Turbinado (Hm ³) | 546.73 | 378.89 | - |

FUENTE: ANA, 2010; OSINERGMIN, 2014

En la siguiente Figura 32, se puede apreciar un sistema de canales y túneles a lo largo de estos ríos que canalizan el agua de central en central; siendo de importancia para la ciudad de Lima ya que depende en gran medida de la generación de energía eléctrica la cual es producida por la presión y la velocidad del agua en los ríos. Estas centrales hidroeléctricas, proporcionan una potencia efectiva de 424.53 MW, con un caudal nominal de 53.3 m³/s.

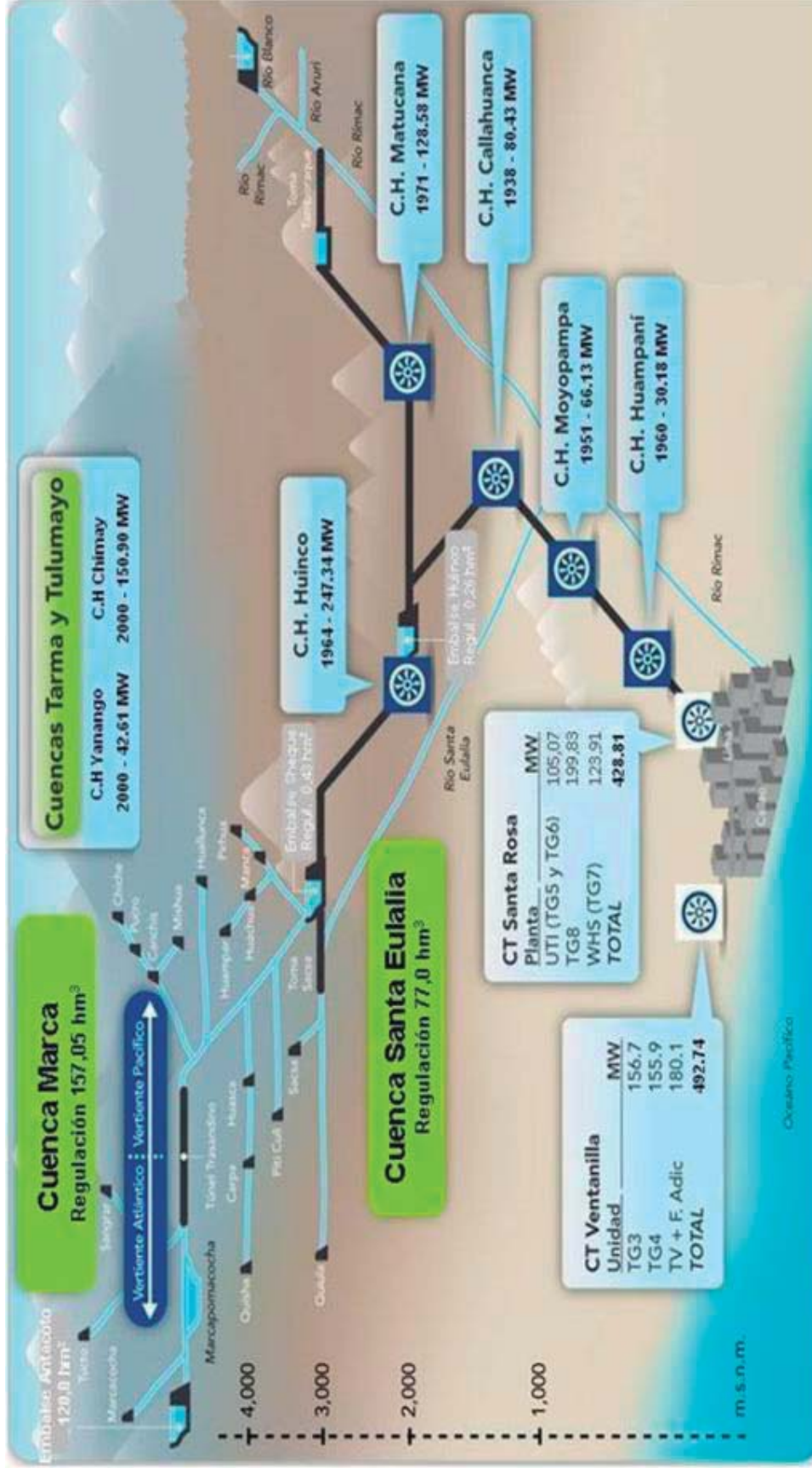


Figura 32: Funcionamiento escalonado de las Centrales Hidroeléctricas

FUENTE: EDEGEL, 2014

5.6.2. Uso piscícola

La actividad piscícola se desarrolla en el río Santa Eulalia, quebrada Tapcin, algunos manantiales como Ocunal Chico, Cashahuacra y río Yaraguan.

De acuerdo a la información recolectada en campo, se han identificado cinco piscigranjas a lo largo de la unidad hidrográfica Santa Eulalia siendo las siguientes: Antacucho y Allpamarca ubicadas en el distrito de Carampoma, Ampe Grande en Laraos, Piedra Huaca en Callahuanca y por último la Estación Piscícola Santa Eulalia de la Universidad Federico Villareal.

Según la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL), el volumen de agua utilizado por esta actividad asciende a $10'881,990.00 \text{ m}^3$, el cual consiste principalmente; en el caso de las cuatro primeras a la crianza de truchas en pozas construidas para este fin y a la última como centro de investigación de peces ornamentales y otras variedades. Estas aguas una vez utilizadas vuelven al cauce de donde fueron captadas.

5.7. BALANCE HÍDRICO

En el presente trabajo, se ha realizado el balance hídrico para la unidad hidrográfica Santa Eulalia, utilizando la estación hidrométrica Sheque como punto de control; asimismo, se ha determinado la disponibilidad hídrica y los usos actuales de agua.

En base a ello, la disponibilidad hídrica para la subcuenca alta, se obtuvo a partir de los datos históricos de los caudales medios mensuales naturalizados de la estación Sheque (periodo 1965-2009) con una persistencia al 75% de probabilidad; para este caso, como no se contaba con la información de caudales medios mensuales naturalizados para las subcuencas baja y media; se realizó un análisis utilizando la transferencia de caudales, para determinar la oferta hídrica para cada caso. Posteriormente, se determinó la demanda hídrica por subcuencas, la cual se considera los usos consuntivos (agrícola, poblacional, minero y pecuario), en el caso del sector industrial no fue calculado, debido a que no se realiza esta actividad productiva en la zona.

En el caso de la subcuenca baja, existe una demanda de agua del orden de los 13.83 Hm³, para los usos agrícola, poblacional y pecuario, siendo la demanda agrícola la que requiere de mayor cantidad de volumen de agua; además, se observa que el balance hídrico (Figura 33), existe un déficit igual a 3.21 Hm³ comprendido entre los meses de mayo a enero, siendo los meses de octubre y noviembre los más críticos en donde se ve afectado principalmente el desarrollo de la actividad agrícola; sin embargo, se aprecia que en los meses de febrero a abril existe superávit hídrico de 0.66 Hm³, con un valor máximo igual a 0.44 Hm³ de exceso de agua, para el mes de marzo; asimismo el menor superávit se presenta en el mes de febrero con un valor de 0.067 Hm³.

Por otro lado en la subcuenca media, existe una demanda de agua del orden de los 49.31 Hm³, para los usos agrícola, poblacional y pecuario, siendo la demanda agrícola la que requiere de mayor cantidad de volumen de agua; además, se observa que en el balance hídrico (Figura 34), existe un déficit igual a 22.19 Hm³ comprendido entre los meses de junio a noviembre, siendo el mes de setiembre el más crítico en donde resultan afectados principalmente la actividad agrícola y la demanda para consumo poblacional; sin embargo, se aprecia que en los meses de diciembre a mayo existe superávit hídrico de 37.74 Hm³, con un valor máximo de 12.55 Hm³ de exceso de agua, para el mes de marzo. El menor superávit se presenta en el mes de mayo con un valor de 0.28 Hm³.

Finalmente, en la subcuenca alta existe una mayor demanda de agua siendo del orden de los 63.38 Hm³, destinados para los usos agrícola, poblacional, minero y pecuario. Asimismo, se observa que en el balance hídrico (Figura 35), existe déficit igual a 7.16 Hm³ comprendido entre los meses de junio a setiembre, siendo el mes de agosto el más crítico en donde resultan afectados principalmente las actividades agrícola y pecuaria, asimismo la demanda para consumo poblacional. En los resultados (Tabla 53) se observa que la actividad minera requiere un considerable volumen de agua con un valor igual a 27.46 Hm³, lo cual se ven afectados en épocas de estiaje principalmente estas actividades y el consumo de agua que requieren las comunidades campesinas. Por otro lado, se aprecia que en los meses de octubre a mayo existe un superávit de 110.78 Hm³, con un valor máximo de 30.18 Hm³ de exceso de agua, para el mes de marzo y un mínimo valor de 1.89 Hm³ en noviembre.

A continuación, se presentan los resultados del balance hídrico (Tablas 53, 54 y 55) de cada una de las subcuencas baja, media y alta respectivamente; asimismo el balance hídrico total de la subcuenca (Tabla 56).

Tabla 53: Balance hídrico – Subcuenca Baja

| DESCRIPCIÓN | VOLUMEN DE AGUA MENSUALIZADA EN HM ³ | | | | | | | | | | | | TOTAL | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--|
| | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | | | | | | | | |
| Oferta Hídrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal al 75% persistencia | 0.219 | 0.228 | 0.285 | 0.295 | 0.463 | 0.800 | 1.123 | 1.286 | 0.850 | 0.475 | 0.297 | 0.281 | 0.281 | 0.850 | 0.475 | 0.297 | 0.281 | 0.281 | 6.602 | |
| Total | 0.219 | 0.228 | 0.285 | 0.295 | 0.463 | 0.800 | 1.123 | 1.286 | 0.850 | 0.475 | 0.297 | 0.281 | 0.281 | 0.850 | 0.475 | 0.297 | 0.281 | 0.281 | 6.602 | |
| Demanda Hídrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uso agrícola | 0.54 | 0.69 | 0.84 | 0.87 | 0.83 | 0.95 | 1.00 | 0.79 | 0.57 | 0.53 | 0.55 | 0.58 | 0.58 | 0.57 | 0.53 | 0.55 | 0.58 | 0.58 | 8.74 | |
| Uso poblacional | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.060 | 0.054 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.058 | 0.060 | 0.060 | 0.71 | |
| Uso Pecuuario | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.00002 | 0.0002 | |
| Total | 0.60 | 0.75 | 0.90 | 0.93 | 0.89 | 1.01 | 1.06 | 0.85 | 0.63 | 0.59 | 0.60 | 0.64 | 0.64 | 0.63 | 0.59 | 0.60 | 0.64 | 0.64 | 9.45 | |
| Superávit (+) | - | - | - | - | - | - | 0.067 | 0.44 | 0.22 | - | - | - | - | 0.22 | - | - | - | - | 0.66 | |
| Déficit (-) | -0.378 | -0.524 | -0.62 | -0.63 | -0.42 | -0.21 | - | - | - | -0.12 | -0.31 | -0.36 | -0.36 | - | -0.12 | -0.31 | -0.36 | -0.36 | -3.57 | |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 54: Balance hídrico – Subcuenca Media

| DESCRIPCIÓN | VOLUMEN DE AGUA MENSUALIZADA EN HM ³ | | | | | | | | | | | | TOTAL | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--|
| | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | | | | | | | | |
| Oferta Hídrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal al 75% persistencia | 2.609 | 2.720 | 3.404 | 3.515 | 5.527 | 9.550 | 13.401 | 15.342 | 10.141 | 5.666 | 3.539 | 3.348 | 3.348 | 10.141 | 5.666 | 3.539 | 3.348 | 3.348 | 78.762 | |
| Total | 2.609 | 2.720 | 3.404 | 3.515 | 5.527 | 9.550 | 13.401 | 15.342 | 10.141 | 5.666 | 3.539 | 3.348 | 3.348 | 10.141 | 5.666 | 3.539 | 3.348 | 3.348 | 78.762 | |
| Demanda Hídrica | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Uso agrícola | 6.68 | 8.62 | 6.90 | 6.12 | 4.87 | 2.50 | 2.32 | 2.77 | 3.95 | 5.37 | 5.87 | 7.01 | 7.01 | 3.95 | 5.37 | 5.87 | 7.01 | 7.01 | 62.97 | |
| Uso poblacional | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.018 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.020 | 0.24 | |
| Uso Pecuuario | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00008 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.00009 | 0.0010 | |
| Total | 6.70 | 8.64 | 6.92 | 6.14 | 4.89 | 2.52 | 2.34 | 2.79 | 3.97 | 5.39 | 5.89 | 7.03 | 7.03 | 3.97 | 5.39 | 5.89 | 7.03 | 7.03 | 63.21 | |
| Superávit (+) | - | - | - | - | 0.64 | 7.03 | 11.06 | 12.55 | 6.17 | 0.28 | - | - | - | 6.17 | 0.28 | - | - | - | 37.74 | |
| Déficit (-) | -4.10 | -5.92 | -3.52 | -2.63 | - | - | - | - | - | - | -2.35 | -3.68 | -3.68 | - | - | -2.35 | -3.68 | -3.68 | -22.19 | |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 55: Balance hídrico – Subcuenca Alta

| DESCRIPCIÓN | VOLUMEN DE AGUA MENSUALIZADA EN HM ³ | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|----------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | |
| Oferta Hídrica | 5.531 | 5.767 | 7.218 | 7.452 | 11.718 | 20.249 | 28.414 | 32.529 | 21.501 | 12.013 | 7.504 | 7.098 | 166.993 |
| Caudal al 75% persistencia | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 5.531 | 5.767 | 7.218 | 7.452 | 11.718 | 20.249 | 28.414 | 32.529 | 21.501 | 12.013 | 7.504 | 7.098 | 166.993 |
| Demanda Hídrica | 6.43 | 5.82 | 1.66 | 3.28 | 2.96 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.96 | 5.28 | 6.26 | 35.64 |
| Uso agrícola | | | | | | | | | | | | | |
| Uso poblacional | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.024 | 0.022 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.023 | 0.024 | 0.28 |
| Uso minero | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.33 | 2.11 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 27.46 |
| Uso Pecuario | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00013 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.00014 | 0.0017 |
| Total | 8.78 | 8.10 | 4.01 | 5.56 | 5.31 | 2.35 | 2.13 | 2.35 | 2.28 | 6.31 | 7.56 | 8.62 | 63.38 |
| Superávit (+) | - | - | 3.21 | 1.89 | 6.41 | 17.89 | 26.28 | 30.18 | 19.22 | 5.70 | - | - | 110.78 |
| Déficit (-) | -3.25 | -2.33 | - | - | - | - | - | - | - | - | -0.06 | -1.52 | -7.16 |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 56: Balance hídrico de la unidad hidrográfica Santa Eulalia

| DESCRIPCIÓN | VOLUMEN DE AGUA MENSUALIZADA EN HM ³ | | | | | | | | | | | | TOTAL |
|----------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | |
| Oferta Hídrica | 8.358 | 8.715 | 10.908 | 11.261 | 17.708 | 30.599 | 42.938 | 49.157 | 32.491 | 18.153 | 11.340 | 10.726 | 252.356 |
| Caudal al 75% persistencia | | | | | | | | | | | | | |
| Total | 8.358 | 8.715 | 10.908 | 11.261 | 17.708 | 30.599 | 42.938 | 49.157 | 32.491 | 18.153 | 11.340 | 10.726 | 252.356 |
| Demanda Hídrica | 13.65 | 15.13 | 9.40 | 10.27 | 8.65 | 3.45 | 3.32 | 3.56 | 4.52 | 9.85 | 11.69 | 13.85 | 107.35 |
| Uso agrícola | | | | | | | | | | | | | |
| Uso poblacional | 0.104 | 0.101 | 0.104 | 0.101 | 0.104 | 0.104 | 0.094 | 0.104 | 0.101 | 0.104 | 0.101 | 0.104 | 1.23 |
| Uso minero | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.33 | 2.11 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 2.26 | 2.33 | 27.46 |
| Uso Pecuario | 0.00025 | 0.00024 | 0.00025 | 0.00024 | 0.00025 | 0.00025 | 0.00022 | 0.00025 | 0.00024 | 0.00025 | 0.00024 | 0.00025 | 0.0029 |
| Total | 16.08 | 17.49 | 11.83 | 12.63 | 11.09 | 5.88 | 5.53 | 6.00 | 6.88 | 12.29 | 14.05 | 16.29 | 136.05 |
| Superávit (+) | - | - | - | - | 6.62 | 24.72 | 37.41 | 43.16 | 25.61 | 5.86 | - | - | 143.39 |
| Déficit (-) | -7.73 | -8.78 | -0.93 | -1.37 | - | - | - | - | - | - | 0.35 | -5.56 | -24.01 |

FUENTE: Elaboración Propia

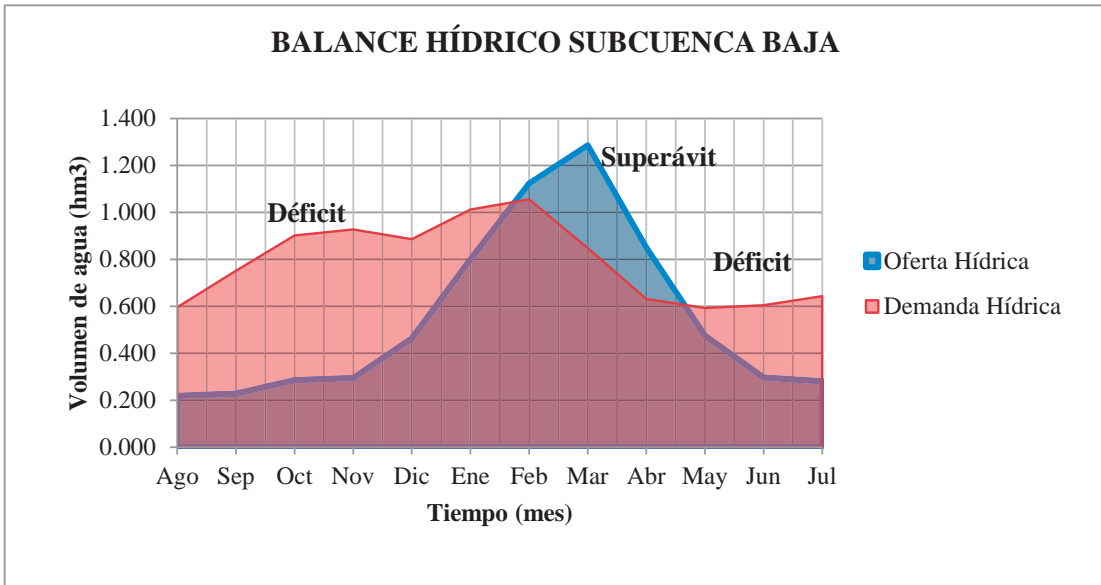


Figura 33: Balance hídrico – Subcuenca Baja

FUENTE: Elaboración Propia

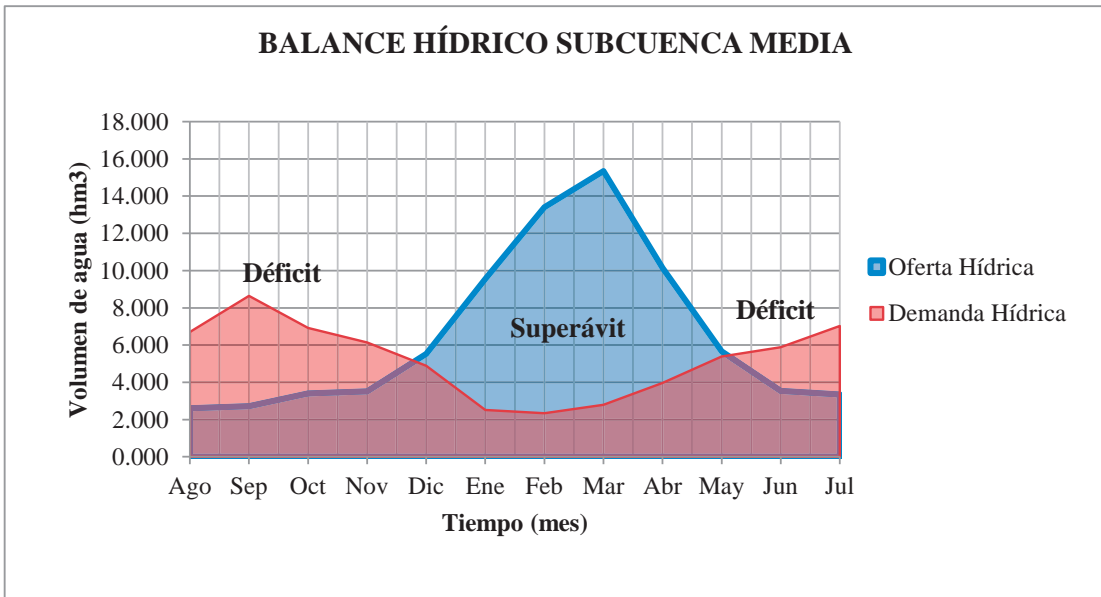


Figura 34: Balance hídrico – Subcuenca Media

FUENTE: Elaboración Propia

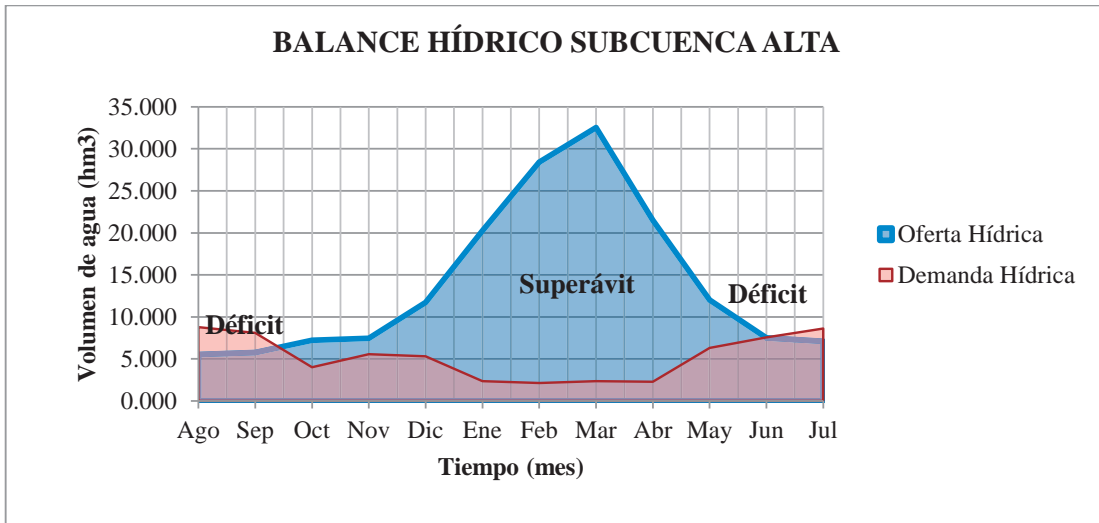


Figura 35: Balance hídrico – Subcuenca Alta

FUENTE: Elaboración Propia

Sobre la base de los resultados precedentes respecto a la disponibilidad hídrica y la demanda para uso consuntivo, se determinó el balance hídrico en la unidad hidrográfica Santa Eulalia (Tabla 56), en donde se observa (Figura 36) que existe un déficit hídrico en los meses de junio a noviembre (24.01 Hm³) y un superávit hídrico en los meses de diciembre a mayo (143.39 Hm³) de exceso de agua.

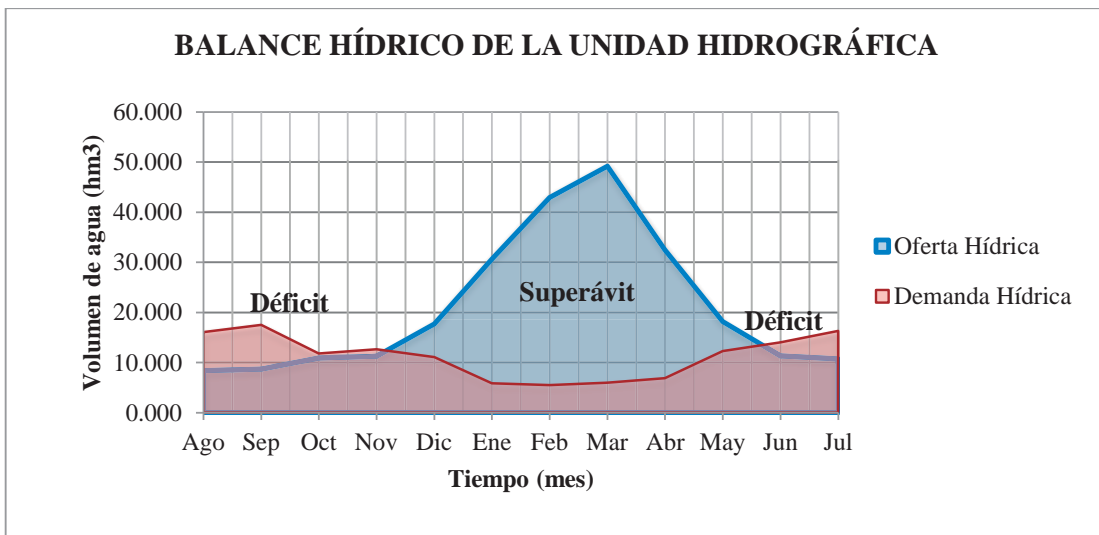


Figura 36: Balance Hídrico de la unidad hidrográfica

FUENTE: Elaboración Propia

5.8. EVALUACIÓN DEL MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL EN LA GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO

En base a la normativa legal vigente concerniente a la gestión de los recursos hídricos del Perú y por medio de las entrevistas realizadas a los usuarios y funcionarios municipales se verificó su cumplimiento. Asimismo, se dio a conocer las deficiencias y escenarios que presenta la unidad hidrográfica, entre ellos se encuentran principalmente el desconocimiento de la Ley de Recursos Hídricos, su Reglamento y de la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, además del incumplimiento sobre la formalización de los derechos de uso de agua y del pago de tarifas de agua.

5.8.1. Deficiencias sobre el marco normativo

a. Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338

- En el ámbito de estudio, se ha identificado que un campesino promedio no tiene acceso a las tecnologías necesarias para el uso eficiente del agua, a diferencia de las grandes empresas que si poseen los recursos económicos para implementar dicha tecnología; no obstante este problema se puede agudizar cuando se les da prioridad a estas empresas para obtener mayores derechos de uso de agua, atentando contra la seguridad hídrica de las comunidades campesinas. En ese sentido, de acuerdo al artículo 84 “Régimen de Incentivos”, se otorga una serie de incentivos y beneficios para aquellos que den un uso eficiente del recurso hídrico, lo que resulta una buena medida para mejorar el cumplimiento de las normas; sin embargo es discriminatoria, debido a que actualmente en la sociedad existen muchas diferencias económicas, sociales y culturales entre estos sectores.
- Según las entrevistas realizadas en el ámbito de estudio, reflejan que las comunidades campesinas se oponen sobre la participación del sector privado en la gestión del agua. De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos, en su cuarto principio eleva a un nivel jurídico la promoción de la inversión privada, por tanto esto provocaría conflictos sociales con las comunidades campesinas que rechazan totalmente a este sector.

- Uno de los problemas en la gestión del agua, es que no se cuenta con la información necesaria, sobre todo en el ámbito de estudio en donde sólo posee información de las organizaciones de usuarios del distrito de Santa Eulalia; a pesar de que con la Ley de Recursos Hídricos el Estado crea el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos para contar con mayor información como por ejemplo sobre la disponibilidad de agua, flujo de agua, número de usuario, etc.; no obstante la información oficial que presenta no se encuentra actualizada. En ese sentido, para evaluar el otorgamiento de derechos de agua a los usuarios agrarios y no agrarios, la autoridad competente necesitará realizar cálculos y proyecciones sobre la disponibilidad de agua de las cuencas y/o subcuencas.
- Según las entrevistas realizadas en el ámbito de estudio, las tarifas de agua que contribuyen los usuarios agrarios es mínima (zona baja), otros no realizan pagos (zona media y alta) y como consecuencia de ello, han originado un grave deterioro de la infraestructura hidráulica, además de una deficiente distribución y control de las dotaciones asignadas. De acuerdo a las tarifas del agua descritas en el Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos aprobado con DS N° 01-2010-AG, según el artículo 175 indica lo siguiente:

“(…) todos los usuarios del agua están obligados a contribuir económicamente para lograr el uso sostenible y eficiente del recurso hídrico, mediante el pago de retribuciones económicas y las tarifas que les correspondan por ley”.

Por otro lado, la Ley señala en su artículo 95 los criterios de autosostenibilidad, donde se fijan valores en la tarifa que deberán cubrir los costos de operación, mantenimiento, rehabilitación y reposición; por ende a los usuarios que se emplazan en la unidad hidrográfica Santa Eulalia, les implicarían realizar mayores pagos y retribuciones por el agua, ya que normalmente estas tarifas no cubren estos costos.

- En la Ley de Recursos Hídricos se indica sobre las capacidades del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, en la cual según el artículo 24 de la Ley señala que participan en la planificación, coordinación y concertación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, sin embargo no tienen una capacidad decisoria, ya

que manifiestan su opinión a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) sobre el otorgamiento de los derechos de uso de agua y la ejecución de proyectos de infraestructura hidráulica menor pública o privada que se proyecten en los cauces y cuerpos de agua; por consiguiente se convierte en un órgano consultivo.

b. Ley General de Comunidades Campesinas, Ley N° 24656

La falta de registro de tierras, impide el pleno ejercicio de los derechos individuales y colectivos sobre la tierra, debido a la falta de capacitación de los dirigentes comunales y del asesoramiento legal y técnico por parte de las autoridades competentes, lo cual dificulta la formalidad de los predios provocando la ausencia de terrenos saneados. En ese sentido, según el artículo 4 ítem c indica que las comunidades son competentes para levantar el catastro comunal y delimitar las áreas de los centros poblados y los destinados a uso agrícola, forestal de producción y otros, por lo tanto sería necesario realizar estas actividades, pues permitirán a las comunidades reafirmar y legitimar la delimitación de sus polígonos comunales.

5.8.2. Desempeño institucional

a. Autoridad Nacional del Agua

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) ejerce sus funciones en la cuenca mediante la Autoridad Administrativa del Agua Cañete-Fortaleza (AAA) y la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL). Estas son dependencias desconcentradas que se encargan de velar por la implementación del Sistema de Gestión de Recursos Hídricos en la Cuencas y del cumplimiento de lo dispuesto en la Ley de Recursos Hídricos.

Por otro lado, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de su órgano desconcentrado la Administración Local de Agua Chillón-Rímac-Lurín, viene implementando en la parte baja del ámbito de estudio, los trabajos de formalización de los derechos de uso de agua con fines agrarios y poblacionales mediante el otorgamiento de licencia en bloque, a través del programa (FODUA); en donde se vienen capacitando a diversas localidades pertenecientes a su jurisdicción. Un factor importante para este logro

lo constituyen las acciones de difusión y sensibilización, que a través de reuniones informativas, campañas radiales educativas y la distribución de materiales informativos permiten concientizar a los usuarios de agua sobre la importancia de la formalización en el cuidado y conservación de los recursos hídricos; cuya finalidad es de promover el uso eficiente y sostenible del agua en el marco modelo de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos contemplada en la Ley.

De esta manera, a través de formalización se otorgará seguridad jurídica a los usuarios y permitirá ordenar el uso de agua en forma sostenida y como consecuencia facilitará la gobernabilidad en la gestión del agua.

b. Las Autoridades Regionales, Locales y de Cuenca

En el ámbito de estudio, se han establecido un conjunto de autoridades que tienen intervención en la gestión de los recursos hídricos en la unidad hidrográfica. La relación de estas autoridades regionales y locales, agrupadas de acuerdo a sus funciones predominantes es la siguiente:

- **Autoridades de desarrollo**

- Gobierno Regional de Lima.
- Municipalidades Distritales: Santa Eulalia, Callahuanca, Carampoma, Huachupampa, San Juan de Iris, Laraos, San Pedro de Casta y Huanza.
- Agencia Agraria Santa Eulalia.

- **Autoridades normativas**

- Dirección Regional de Agricultura de Lima.
- Autoridad Administrativa del Agua Cañete-Fortaleza.
- Administración Local del Agua Chillón- Rímac-Lurín.

- **Usuarios no agrarios del agua**

- Gerencia de Servicios Públicos y Medio Ambiente de Santa Eulalia.
- Juntas Administradoras de Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (JASS) en las zonas rurales y urbanas marginales en la provincia de Huarochirí.
- Empresas privadas del sector hidroeléctrico: EDEGEL y Buenaventura.
- Centros mineros: Colqui, Venturosa, Lichicocha y Nuestra Señora del Carmen.
- Piscícolas: Antacucho, Allpamarca, Ampe Grande, Piedra Huaca y por último la Estación Piscícola - Santa Eulalia de la Universidad Federico Villareal.

- **Usuarios agrarios del agua**

- Juntas de Usuarios del Rímac y Comités de Riego de todos los sectores.

5.8.3. Problemas relacionados con la organización de usuarios

La problemática de la gestión del agua, relacionadas con las organizaciones de usuarios puede resumirse en lo siguiente:

- Los usuarios asumen el problema sobre la congestión del agua, sin haber recibido una adecuada capacitación previa, sobre todo después de haberse realizado cambios en la institucionalidad y la normatividad en la gestión de recursos hídricos. La consecuencia de todo ello, ha sido la percepción del usuario de estar viviendo una situación de informalidad, caos y no pocas veces sensación de arbitrariedad en la administración de los recursos, respondiendo con situaciones conflictivas incluyendo el irrespeto a la autoridad y a la ley de Recursos Hídricos.
- La atomización de las organizaciones de usuarios a nivel de comisiones, que en su gran mayoría no están reconocidas por la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín, hace menos efectiva y eficiente la gestión, en primer lugar porque el monto recaudado por conceptos de tarifa es muy limitado para realizar las acciones básicas,

como segundo lugar; la difícil planificación de acciones conjuntas en la unidad hidrográfica.

- El predominio del sector privado en la toma de decisiones respecto al manejo de los recursos hídricos, aleja a los usuarios agrarios y no agrarios a integrarse al Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, el cual ha sido creado con la finalidad de planificar y coordinar el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos dentro de sus ámbitos.
- La distribución de agua a nivel de comité de regantes está en manos de personal con escasa preparación técnica, lo cual ha generado conflictos entre usuarios, debido a que la mayoría no cumple con la planificación de riego. Un ejemplo de este caso, se presenta en los distritos de Huanza y Carampoma, que debido a la falta la coordinación en los turnos de riego entre los comités de regantes, está generando conflictos en la administración del río Acobamba.
- Los proyectos impulsados por dos sectores (minero en el caso de Carampoma e hidroenergético en el caso de Callahuanca y Huanza), afectan a otros usuarios en cuanto a la calidad, cantidad y oportunidad del recurso hídrico que reciben, generándose conflictos entre usuarios y perjuicio al recurso; a pesar de ello la entidad competente no cuenta con la potestad para resolverlos cuando los usuarios pertenecen a distintos sectores.
- Las organizaciones de usuarios buscan entenderse con las instituciones relacionadas en la gestión del recurso hídrico, las cuales arrojan un resultado sin mucho éxito, apoderándose en ellos la sensación de informalidad, caos y en ocasiones, sensaciones de arbitrariedad. Como consecuencia de esta situación, hay una creciente resistencia a respetar la institucionalidad y la ley generándose múltiples conflictos, especialmente cuando se ejerce la autoridad para aprobar los usos, la distribución y controlar la calidad del recurso.

5.8.4. Problemas y conflictos relevantes relacionados con la institucionalidad

La problemática de la gestión del agua, relacionada con la institucionalidad, puede resumirse de la siguiente manera:

- De acuerdo a la visita de campo al ámbito de estudio, las entrevistas realizadas y de la revisión del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, en el cual se detalla en su artículo 4.1 lo siguiente: “La Autoridad Nacional del Agua (ANA) tiene competencia a nivel nacional para asegurar la gestión integrada, participativa y multisectorial del agua y de sus bienes asociados articulando el accionar de las entidades del sector público y privado que intervienen en dicha gestión”. Sin embargo, esta Entidad no tiene injerencia sobre los otros sectores vinculados con la gestión del agua, como es el caso del sector hidroeléctrico, donde se ha observado que maneja el recurso hídrico en varias zonas de la unidad hidrográfica (Huanza, Laraos y Callahuanca), sin darse la adecuada coordinación con su órgano desconcentrado Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín y las comunidades campesinas.
- Las Municipalidades Distritales, tal es el caso de Huanza, Laraos y San Pedro de Casta han presentado propuestas para el uso sostenible del recurso hídrico; no obstante el Gobierno Regional debería ser el encargado de conducir y coordinar las acciones de desarrollo de alcance regional del recurso.
- La capacidad de gestión de la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín en lo que concierne a la gestión de recursos hídricos del ámbito del estudio es muy limitada y en ocasiones se circunscribe al trámite administrativo de solicitudes de diverso tipo.
- De acuerdo a las visitas de campo y entrevistas realizadas, se revela que las condiciones y calidad de los servicios de saneamiento y alcantarillado, sobre todo en la parte media y alta de la cuenca, muestran deficiencias en su calidad y cobertura.

5.8.5. Expectativas de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338

De acuerdo al principio de participación de la población y cultura del agua para sus usuarios, entre otras cosas, indica que el Estado debe fomentar el fortalecimiento institucional y el desarrollo técnico de las organizaciones de usuarios de agua. Este principio va de la mano con el de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica que indica que, el uso del agua, debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada. En este sentido, la creación de capacidades a nivel local es fundamental. El fortalecimiento de capacidades pasa por el ejercicio de la toma de decisiones, por ejemplo, a través de la participación en los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca que tengan capacidad decisoria. La gestión participativa no debe ser nominal: debe ser real y efectiva.

5.9. EVALUACIÓN DE LA PERCEPCIÓN LOCAL DE LOS INFORMANTES CLAVES EN LA GESTIÓN DEL AGUA

En base a la sistematización y desarrollo de las entrevistas (ver ANEXOS 26, 27 y 28) llevadas a cabo con los informantes claves vinculados a la gestión del agua en las subcuencas baja, media y alta del río Santa Eulalia se han logrado obtener los siguientes resultados:

5.9.1. Subcuenca Baja

- Sólo el distrito de Santa Eulalia, cuenta con diez comités de regantes que se encuentran formalizados. Además, los entrevistados manifestaron que si aceptarían incrementos en la tarifas de agua, toda vez que reciban un mayor apoyo de sus organizaciones para la realización de trabajos de limpieza, mantenimiento y operación de los canales de riego.

- Respecto a la disponibilidad del agua, se presentan problemas de escasez de agua en Callahuanca, a diferencia de Santa Eulalia que no presenta.
- Entre los principales problemas en relación a la gestión del agua señalaron los siguientes:
 - Técnicas de riego ineficientes.
 - Mala distribución del agua a nivel parcelario, debido a las infiltraciones y percolaciones a lo largo de los canales de riego, pues en muchos casos no se encuentran revestidos.
 - Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego.
 - Conflicto de uso de agua entre agricultores y las centrales hidroeléctricas.
- Los entrevistados declararon que no existen problemas de contaminación del agua, sin embargo durante la visita de campo se han identificado que existen estos problemas generados por residuos sólidos, además de esto manifestaron la ocurrencia de un evento ocurrido años pasados en la central hidroeléctrica Callahuanca (Anexo Barbablanca), relacionado a los mantenimientos realizados al sistema de red de tuberías, en donde se vertieron efluentes al río.
- Los entrevistados manifestaron que se están ejecutando obras de mejoramiento y construcción de canales de irrigación en Santa Eulalia; en el caso de Callahuanca, se está proyectando la construcción de la represa “Alikichica” para el abastecimiento de agua poblacional y agrícola, siendo estos proyectos cofinanciados por el Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL).
- El 50 por ciento desconoce la existencia de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, el resto afirma que si la ha escuchado, pero no la han leído. En ese sentido, no tienen una opinión al respecto. Además, desconocen el rol que desempeña el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

- La técnica de riego empleada en sus cultivos es por gravedad; sin embargo en la hacienda Casa Grande ubicada en la localidad San José de Palle están implementando otras alternativas de riego como es el caso de aspersión y goteo en sus cultivos.
- Respecto al programa de Formalización para el Derecho de Uso del Agua (FODUA) y la obtención de la licencia de uso de agua en bloques, los entrevistados consideran que existe burocracia por parte de la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL) en cuanto a los trámites y requisitos. En referencia al asesoramiento sobre los procedimientos de formalización a las comunidades campesinas y a los comités de regantes, se está realizando de manera parcial; ocasionando que se prolonguen dichos requisitos, en algunos casos no se concluyen los mismos o se encuentren en continuas observaciones.
- Los entrevistados manifestaron que el rol desempeñado por la ALA CHRL es regular, a pesar de existir vinculación mediante charlas y capacitaciones los usuarios no sienten compromisos por parte de estas autoridades, únicamente exigen a la población se comprometa apoyar a su organización con el pago de las tarifas de agua y no perciben los problemas que afrontan sus localidades como son las deficiencias de las infraestructuras de riego. Además, no existe una buena vinculación con el Gobierno Regional para incentivar la ejecución de obras de infraestructura hidráulica que contribuyan a mejorar la gestión del recurso hídrico.

5.9.2. Subcuenca Media

- No existen comités de regantes formalizados, por lo tanto no cuentan con licencia de uso de agua. Respecto, al cobro de las tarifas de agua no están dispuestos a realizar algún pago por este recurso.
- Las necesidades de agua para riego y consumo poblacional no están satisfechas en su totalidad, sobretodo en épocas de estiaje en donde satisface en un 20.6 por ciento de la demanda hídrica; siendo San Pedro de Casta uno de los distritos más afectados.

- La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado abarca menos del 60 por ciento, por lo tanto no cubren las necesidades de la población.
- Los entrevistados mencionaron sobre los problemas que se presentan en relación a la disponibilidad del agua son los siguientes:
 - Déficit de agua para riego.
 - Infraestructura de riego deficiente o inadecuado.
- Los principales problemas de contaminación del agua se dan por las siguientes fuentes:
 - Residuos sólidos.
 - Residuos por pesticidas.
 - Vertimiento de aguas servidas en los canales y quebradas.
 - Vertimientos de agua residuales de pasivos mineros.
- Los entrevistados mencionaron que se están proyectando obras de mejoramiento de canales como por ejemplo los canales de riego Quircacocha – Tucun (Huachupampa), Huishin – Huancachico (San Pedro de Casta) los cuales mejorarán la eficiencia de conducción del agua para riego. Por otro lado, se han realizado estudios a nivel de Perfil de Inversión Pública sobre el mejoramiento del sistema de agua potable en el distrito de San Juan de Iris.
- El 67 por ciento desconoce la existencia de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, el resto afirma que si la ha escuchado, pero no la han leído. En ese sentido, no tienen una opinión al respecto. Además, desconocen el rol que desempeña el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.
- La técnica de riego que practican a sus cultivos es por gravedad. En el caso de San Pedro de Casta (Anexo Mayhuay), están realizando otras técnicas de riego como aspersión y goteo.
- En cuanto a las capacitaciones en gestión del agua, los entrevistados (usuarios y funcionarios municipales) afirman haber asistido a reuniones realizadas en Santa

Eulalia, siendo convocadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y por la Asociación Mundial del Agua (GWP).

- Los entrevistados manifestaron que su organización de usuarios no tiene vinculación con la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL).

5.9.3. Subcuenca Alta

- No existen comités de regantes formalizados y no cuentan con licencia de uso de agua; además no existe algún cobro a los usuarios por las tarifas de agua. Asimismo, manifiestan que no están dispuestos a realizar algún pago por este recurso.
- Existe una menor disponibilidad del agua, debido a los cambios que vienen percibiéndose en la parte media y alta de la cuenca. Uno de estos cambios se ve reflejado en el reemplazo de la agricultura por la ganadería, cuya actividad según los campesinos resulta más rentable. Este caso se ve reflejado en el distrito de Laraos, donde se realiza la inseminación artificial en sus ganados gracias al apoyo de la Municipalidad Distrital, con el objetivo de obtener mejoras genéticas en los animales.
- La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado abarca menos del 60 por ciento, por lo tanto no cubren las necesidades de la población.
- Entre los principales problemas en relación a la gestión del agua señalaron los siguientes:
 - Técnicas de riego ineficientes.
 - Mala distribución del agua a nivel parcelario, debido a las infiltraciones y percolaciones a lo largo de los canales de riego, pues en muchos casos no se encuentran revestidos.
 - Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego.
 - Deficiencias en el tratamiento del agua potable.
 - Conflicto de uso de agua entre agricultores y las centrales hidroeléctricas.

- Existe contaminación del agua en la cuenca debido a los vertimientos de agua residuales de pasivos mineros, domésticos y por residuos sólidos.
- En relación a los proyectos que se están ejecutando, se presentan el mejoramiento de los canales de irrigación (Huanza, Vista Alegre – Pachacutec y Cacique) en el distrito de Huanza y obras de almacenamiento de agua en el distrito de Laraos como la construcción del reservorio Nazani y la ejecución de estudios a nivel de expediente técnico de la represa Pucrococha. Por otro lado, se está ejecutando el mejoramiento del servicio de agua potable en el distrito de Huanza. En Carampoma, se están realizando estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de Inversión Pública.
- El 71 por ciento desconoce la existencia de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, el resto afirma que si la ha escuchado, pero no la han leído. En ese sentido, no tienen una opinión al respecto. Además, desconocen el rol que desempeña el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.
- La técnica de riego que practican a sus cultivos es por gravedad, asimismo los agricultores mostraron interés por otras técnicas de riego como son aspersión y goteo.
- En los distritos de Carampoma y Laraos, los entrevistados manifestaron haber tenido alguna vinculación con la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL) y la Asociación Mundial del Agua (GWP) recibiendo capacitaciones en los aspectos administrativos del agua; en el caso del distrito de Huanza manifiestan que no lo han tenido.

5.10. ANÁLISIS DE LAS POTENCIALIDADES Y LIMITACIONES DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA

De acuerdo a los resultados obtenidos de la determinación de la oferta y demanda hídrica, inventario de fuentes de agua, marco legal e institucional y las entrevistas realizadas a los informantes claves en la subcuenca baja, media y alta de la unidad hidrográfica, se pueden resumir en las siguientes Tablas 57, 58 y 59:

Tabla 57: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca baja

| POTENCIALIDADES | |
|---|--|
| Recursos Hídricos | Según el “Inventario de fuentes de agua superficial” existen quebradas y manantiales que no son aprovechados. |
| Superávit Hídrico | Superávit hídrico en los meses de Febrero a Abril, siendo un total de 0.66 Hm ³ de exceso de agua., según el cálculo del balance hídrico. |
| Institucional | La ALA CHRL se encuentra realizando a través del programa FODUA la formalización de derechos de uso de agua con fines agrarios y poblacionales, en donde se está desarrollando trabajos de campo, además de las coordinaciones con las organizaciones de usuarios y las comunidades campesinas. |
| LIMITACIONES | |
| Déficit Hídrico | De acuerdo a los resultados del balance hídrico, se presenta déficit hídrico con un valor igual a 3.212 Hm ³ en los meses de Mayo a Febrero. |
| Legal | Cumplimiento parcial del marco legal de la gestión de recursos hídricos (sólo 10 comités de regantes se encuentran formalizados), aplicación del régimen tarifario sólo en 10 sectores, débil coordinación y aseguramiento de la gestión participativa y multisectorial en los recursos hídricos. |
| | Asesoramiento parcial sobre los procedimientos de formalización de las comunidades campesinas y comités de usuarios, para la obtención de las licencias de uso de agua. |
| | Dificultades en los trámites administrativos para la obtención de licencias de uso de agua en la localidad de San José de Palle. |
| | De acuerdo a las entrevistas a los informantes claves, muestran un conocimiento parcial sobre la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca. |
| Institucional | Débil involucramiento y coordinación participativa entre la autoridad competente, las empresas (sector hidroeléctrico) y las comunidades del distrito de Callahuanca, por lo que generan conflictos de uso de agua. |
| Financiero | El cobro de las tarifas de agua es mínimo (S/.1.00/hora en Santa Eulalia y S/. 0.30/hora en Callahuanca) no cubriendo los costos de mantenimiento y operación de la infraestructura existente. |
| Infraestructura hidráulica y riego | Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego. |
| | Mala distribución del agua a nivel parcelario. |
| | Técnicas de riego ineficientes. |
| Calidad del agua | Contaminación de Aluminio, Hierro y Arsénico de acuerdo a los resultados de Calidad de Agua, asimismo se identificó contaminación por residuos sólidos. |
| Infraestructura para el manejo de residuos sólidos | Deficiencias de los rellenos sanitarios manuales en distrito de Santa Eulalia, en el caso de Callahuanca no existen. |
| Gestión de Riesgos | Inundaciones recurrentes en períodos de avenidas con afectación de infraestructura (viviendas, colegios, puentes, canales, caminos, etc.) Deslizamientos y derrumbes (Huaycos) en la quebrada del Infierniello y Bella Vista, afectando lo sistemas de riego y agua potable de los anexos de San José de Palle y Santa Eulalia. |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 58: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca media

| POTENCIALIDADES | |
|---|--|
| Recursos Hídricos | Según el “Inventario de fuentes de agua superficial” existen lagunas, quebradas y manantiales que no son aprovechados. |
| Superávit Hídrico | Superávit hídrico en los meses de Diciembre a Mayo siendo un total de 37.74 Hm3 de exceso de agua., según el cálculo del balance hídrico. |
| LIMITACIONES | |
| Déficit Hídrico | De acuerdo a los resultados del balance hídrico, se presenta déficit hídrico en los meses de Junio a Noviembre con un total de 22.19 Hm3, siendo más crítico en el mes de Setiembre (5.92 Hm3) |
| Legal | Incumplimiento del marco legal de la gestión de recursos hídricos: comités de regantes no formalizados, inexistencia de supervisión de calidad de servicio y aplicación del régimen tarifario, débil coordinación y aseguramiento de la gestión participativa y multisectorial en los recursos hídricos. |
| | No existe capacitación y asesoramiento sobre los procedimientos de formalización de las comunidades campesinas y comités de usuarios, para la obtención de las licencias de uso de agua. |
| | Trámites administrativos engorrosos para la obtención de licencias de uso de agua. |
| | Según lo señalado en las entrevistas a los informantes claves, muestran desconocimiento sobre la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca. |
| | Los funcionarios municipales, dirigentes comunales desconocen la Ley de Recursos Hídricos, además de no estar capacitados en materia de Gestión de Recursos Hídricos. |
| Financiero | No existe un pago de tarifa de agua por parte de los usuarios, en consecuencia no se realiza un adecuado mantenimiento de las infraestructuras existentes. |
| Infraestructura hidráulica y de riego | Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego. |
| | Mala distribución del agua a nivel parcelario. |
| | Técnicas de riego ineficientes. |
| Saneamiento | Los servicios de agua potable y alcantarillado abarcan menos del 60 por ciento de cobertura. |
| | Inadecuado sistema de tratamiento de aguas residuales. |
| Contaminación del agua | Se ha identificado problemas de contaminación del agua por residuos sólidos y residuos fecales por parte de los pobladores. |
| | Vertimiento de aguas grises y negras en las quebradas y ríos. Contaminación de Aluminio, Hierro y Arsénico de acuerdo a los resultados de Calidad de Agua. |
| Infraestructura para el manejo de residuos sólidos | No existen rellenos sanitarios manuales en la zona media |
| Gestión de Riesgos | Inundaciones recurrentes en períodos de avenidas con afectación de infraestructura (viviendas, colegios, puentes, canales, caminos, etc.) Deslizamientos y derrumbes (huaycos) en la carretera hacia Santa Eulalia, afectando a las vías de acceso a Marcahuasi (San Pedro de Casta). |

FUENTE: Elaboración Propia

Tabla 59: Potencialidades y limitaciones en la subcuenca alta

| POTENCIALIDADES | |
|---|--|
| Recursos Hídricos | Según el “Inventario de fuentes de agua superficial” existen lagunas, quebradas y manantiales que no son aprovechados. |
| Superávit Hídrico | Superávit hídrico en los meses de Octubre a Mayo con un valor igual a 110.78 Hm ³ de exceso de agua, según el balance hídrico calculado. |
| Aprovechamiento de áreas naturales | Presentan áreas naturales con terrazas y laderas aptas para proyectos de siembra y cosechas de agua. |
| LIMITACIONES | |
| Déficit Hídrico | De acuerdo a los resultados del balance hídrico, se presenta déficit hídrico en los meses de Junio a Octubre con un valor igual a 7.16 Hm ³ . |
| Legal | Incumplimiento del marco legal de la gestión de recursos hídricos: comités de regantes no formalizados, inexistencia de supervisión de calidad de servicio y aplicación del régimen tarifario, débil coordinación y aseguramiento de la gestión participativa y multisectorial en los recursos hídricos. |
| | No existe capacitación y asesoramiento sobre los procedimientos de formalización de las comunidades campesinas y comités de usuarios, para la obtención de las licencias de uso de agua. |
| | Trámites administrativos engorrosos para la obtención de licencias de uso de agua. |
| | Los informantes claves, muestran desconocimiento sobre la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca. |
| | Los funcionarios municipales, dirigentes comunales desconocen la Ley de Recursos Hídricos, además de no estar capacitados en materia de Gestión de Recursos Hídricos. |
| Institucional | Débil involucramiento y coordinación participativa entre la autoridad competente, las empresas (mineras y del sector hidroeléctrico) con las comunidades, por lo que generan conflictos de uso de agua. |
| Financiero | No existe un adecuado pago de tarifa de agua por parte de los usuarios, el costo de la tarifa de agua de parte de los usuarios es de S/.0.50/hora, no cubriendo los costos de mantenimiento y operación de la infraestructura existente. |
| Infraestructura hidráulica y de riego | Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego. |
| | Mala distribución del agua a nivel parcelario. |
| | Técnicas de riego ineficientes. |
| Saneamiento | Los servicios de agua potable y alcantarillado abarcan menos del 60 por ciento de cobertura. |
| | Inadecuado sistema de tratamiento de aguas residuales. |
| Contaminación del agua | Contaminación del agua por residuos sólidos y relaves mineros. |
| | Vertimiento de aguas grises y negras en las quebradas y ríos. Contaminación de Aluminio, Hierro y Arsénico de acuerdo a los resultados de Calidad de Agua. |
| Infraestructura para el manejo de residuos sólidos | No existen rellenos sanitarios manuales en la zona alta. |
| Gestión de Riesgos | Deslizamientos y derrumbes (huaycos) en períodos de avenidas con afectación de infraestructura (viviendas, colegios, puentes, canales, caminos, etc.) |

FUENTE: Elaboración Propia

5.11. PROPUESTA DE ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Sobre la base del análisis de los resultados de la oferta y demanda hídrica, marco legal e institucional y de la percepción de los usuarios, se identificaron las potencialidades y limitaciones de la unidad hidrográfica que enfrentan los usuarios en la gestión del recurso hídrico y a partir de ellas, se elaboraron estrategias para la gestión integrada de los recursos hídricos cuya finalidad es de obtener su aprovechamiento sostenible y la satisfacción de las necesidades de la población.

A continuación, se presentan las siguientes estrategias basadas en los seis ejes temáticos propuestos:

5.11.1. Aprovechamiento de los Recursos Hídricos

- a. Realizar trabajos de afianzamiento de las lagunas de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, mediante Proyectos de Inversión realizados por los municipios distritales y provinciales, y esto serán financiados por el Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL) y/o el Fondo Mi Riego a través del Ministerio de Agricultura.

Según el Inventario de Aguas Superficiales de la cuenca del Rímac, en la unidad hidrográfica Santa Eulalia existen 105 lagunas de las cuales 77 no son utilizadas por lo tanto existe un 73% de potencial del recurso hídrico por parte de las lagunas para hacer utilizadas como fuente de abastecimiento agrícola y potable.

- b. Aumentar la capacidad de almacenamiento y regulación de los excedentes mediante la construcción de reservorios, a través de Proyectos de Inversión ejecutados por el Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural (AGRORURAL) y las Municipalidades Distritales.

Según el Inventario de Aguas Superficiales de la cuenca del Rímac, la unidad hidrográfica Santa Eulalia posee la mayor cantidad de quebradas (141) y manantiales

(83) que pueden ser usados para captación del recurso hídrico y luego ser almacenados en reservorios para incrementar las áreas de cultivo en el ámbito de estudio.

- c. Impulsar programas de siembra y cosecha del agua de lluvia en laderas para hacer frente a la escasez del recurso hídrico, que pueden ser ejecutadas por AGRORURAL con financiación del Fondo Mi Riego, a través del Ministerio de Agricultura.

Construcciones de terrazas de absorción o andenes y zanjas de infiltración; a fin de captar el agua de escurrimiento superficial proveniente de las lluvias y facilitar su infiltración, además de controlar la erosión de los suelos.

- d. Mejorar la eficiencia: tecnificación de riego, construcción y/o mejoramiento de las estructuras de captación para riego, a través de órganos desconcentrados como la Agencia Agraria de Santa Eulalia, que depende del Gobierno Regional de Lima.

- Realizar prácticas e implementar tecnologías promovidas, para el uso eficiente y el ahorro del agua.
- Implementación de parcelas demostrativas y capacitación en sistemas de riego de alta eficiencia.

- e. Sinceramiento de las tarifas de agua, a cargo de la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL), mediante la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- Realizar acciones de sensibilización y capacitación para el sinceramiento de las tarifas de agua en la población.
- Se deberán proponer tarifas correspondientes al servicio y emitir opinión, en coordinación con las autoridades competentes, sobre la determinación de tarifas para el cobro de uso de agua para riego, potable, residual tratada y de las descargas de aguas residuales. Además, se deberán instalar y mantener dispositivos necesarios para llevar a cabo la medición y registro de los consumos realizados por los usuarios del servicio de agua potable.

5.11.2. Institucional

- a. Implementación del marco normativo para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos, a través de la Autoridad Nacional del Agua.
 - Difusión, sensibilización y capacitación sobre el marco normativo vigente y los beneficios que las GIRH propone, en la parte media y alta de la unidad hidrográfica.
 - Control y monitoreo de las normas y de la legalidad de la gestión del recurso hídrico, mediante auditorías permanentes a fin de detectar y corregir de manera proactiva las deficiencias e irregularidades que pudieran presentarse y con ello garantizar el cumplimiento de la ley.
 - Realizar mecanismos participativos para lograr el perfeccionamiento del marco normativo a través de mesas de concertación entre las entidades públicas y privadas vinculadas con la gestión de los recursos hídricos, las organizaciones de usuarios agrarios y no agrarios y las comunidades campesinas.

- b. Fortalecimiento de la gestión institucional, que debe ser impulsada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
 - Incrementar la cobertura del programa de Formalización de Derechos de Uso del Agua (FODUA) para impulsar la formalización de comités de regantes en un marco descentralizado.
 - Realizar el mejoramiento de las capacidades de gestión, recursos humanos y logísticos para la simplificación de trámites administrativos en la formalización de comité de regantes, además de impartir menores plazos para los procedimientos de obtención de las licencias de uso de agua.
 - Implementación de mecanismos, espacios de comunicación y participación en la gestión institucional.

- c. Fortalecimiento de la coordinación y concertación interinstitucional, a través de la Autoridad Nacional del Agua.
 - Implementación de espacios de vigilancia, concertación y manejo de controversia por recursos hídricos en el ámbito local a través del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, en donde intervengan los usuarios y la sociedad civil de manera conjunta con los órganos del Estado.
- d. Fortalecer los compromisos sobre responsabilidad social por parte de las empresas (mineras y del sector hidroenergético) ante las comunidades campesinas, a través del Ministerio de Ambiente y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.

5.11.3. Cultura del agua

- a. Fortalecimiento de capacidades y generación de conocimientos para GIRH, mediante del trabajo coordinado entre la Autoridad Nacional del Agua y las Municipalidades Distritales.
 - Difusión y sensibilización para la implementación del marco normativo de la GIRH para los funcionarios municipales.
 - Realizar capacitaciones para la gestión para tomadores de decisión y funcionarios de instituciones vinculadas a la GIRH.
 - Incorporación de la GIRH en la educación básica regular y la formación técnica profesional.
- b. Desarrollar programas para lograr el uso eficiente del agua y la protección del recurso hídrico, a través de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).
 - Recuperación, innovación, desarrollo de prácticas de uso y conservación de recursos hídricos.

- Sensibilización, promoción de prácticas de uso y conservación de recursos hídricos en la población, en donde se asegure el suministro del agua para las futuras generaciones.
- Impulsar hábitos para el control y prevención de la contaminación del agua.
- Implementar planes de protección en las fuentes superficiales.
- Promoción de prácticas de conservación de suelos y cobertura vegetal en la unidad hidrográfica.

5.11.4. Conservación ambiental

- a. Establecer programas de manejo y gestión de residuos sólidos, a cargo de las Municipalidades Distritales y con el apoyo de la Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (RED), a través del Ministerio del Ambiente.
 - Identificar y clasificar los residuos.
 - Minimizar la producción de residuos que deberían ser tratados y/o eliminados.
 - Definir las alternativas apropiadas para su tratamiento y/o eliminación.
 - Lograr la adecuada disposición final de los flujos residuales.
- b. Establecer puntos de control de monitoreo ambiental en zonas críticas, propuestos por la Dirección General de Calidad Ambiental del Ministerio del Ambiente.
- c. Impulsar programas de reforestación para mitigar problemas de contaminación ambiental, a través del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) y el Ministerio del Ambiente.

5.11.5. Calidad del agua

- a. Realizar estudios sobre lagunas de oxidación en las poblaciones rurales ubicadas en las zonas altas de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, a cargo de las Municipalidades Distritales y Provinciales en convenio con el Fondo Perú-Alemania.

- b. Desarrollar un programa de recuperación de la calidad de los recursos hídricos, en la cual se implementará medidas y mecanismos en cooperación entre la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y JICA.
- c. Realizar los mejoramientos del sistema de agua potable y ampliar el sistema de alcantarillado en las zonas media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, a través de Proyectos de Inversión realizados por la Municipalidad Distrital, Provincial o Regional con financiamiento de fondos concursables como el Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL).
- d. Implementación de rellenos sanitarios manuales para los centros poblados ubicados en la parte baja (Callahuanca), media y alta de la unidad hidrográfica Santa Eulalia; con el apoyo de la Red de Instituciones Especializadas en Capacitación para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos (RED) y la Cooperación Suiza, a través del Ministerio del Ambiente.

5.11.6. Gestión de riesgos

- a. Realizar estudios para la caracterización y diagnóstico de inundaciones, huaycos, riesgos geológicos-climáticos y cambio climático a cargo del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI).
- b. Promover la instalación de gaviones de protección y muros de contención de concreto ciclópeo o armado, así como también programas de reforestación en los taludes en las zonas de laderas, para contrarrestar las inundaciones, deslizamientos y derrumbes (huaycos); a cargo de las Municipalidades Distritales y Regionales.

5.11.7. Fuentes de Financiamiento

Las estrategias serán implementadas en proyectos individuales o conglomerados de proyectos, los cuales deberán estar relacionados con la gestión sostenible, la conservación

y el incremento de los recursos hídricos; asimismo su financiamiento se proporcionará a través de los siguientes fondos:

- **Fondo Mi Riego**

Fondo creado por el Ministerio de Agricultura, orientado a reducir las brechas en la provisión de los servicios e infraestructura del uso de los recursos hídricos con fines agrícolas que tengan el mayor impacto en la reducción de la pobreza y la pobreza extrema del país. A través de este fondo, se podrá financiar la construcción y el mejoramiento de canales, represas, reservorios, instalación de riego tecnificado (aspersión y goteo), estos proyectos deber haber sido declarados viables en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

- **El Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL)**

Fondo concursable, cuyo objetivo principal es cofinanciar Proyectos de Inversión Pública (PIP) y estudios de preinversión orientados a reducir las brechas en la provisión de los servicios e infraestructura básica, que tengan el mayor impacto posible en la reducción de la pobreza y la pobreza extrema en el país. A través de este fondo, se financiarán los proyectos de Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, represamientos, etc.

- **Asociaciones Público - Privadas (APP), Concesiones e Inversión Privada.**

Las Asociaciones Público – Privadas (APP) son modalidades de participación de la inversión privada, se distribuyen riesgos y recursos, preferentemente privados, con el objeto de crear, desarrollar, mejorar, operar o mantener infraestructura pública o proveer servicios públicos. En las APP participará el Estado, a través de alguna de las entidades públicas (ANA, MINAGRI, MINAM, Municipalidades Distritales y Provinciales) y uno o más inversionistas privados (EDEGEL, Buenaventura y Centros Mineros).

- **Tesoro Público**

Comprende la administración centralizada de los recursos financieros por toda fuente de financiamiento generados por el Estado y considerados en el presupuesto del Sector Público, por parte del nivel central y de las oficinas de tesorerías institucionales, de manera racional, óptima, minimizando costos y sobre la base de una adecuada programación.

- **Préstamos o donaciones**

Fondo Perú-Alemania, la Cooperación Suiza en el Perú, Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), etc.

A continuación, se presenta en la Tabla 60 las fuentes de financiamiento para las estrategias propuestas para la gestión integrada de los recursos hídricos:

Tabla 60: Fuentes de financiamiento de las estrategias

| EJES TEMÁTICOS | ESTRATEGIAS | FINANCIAMIENTO |
|---|---|---|
| APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS | Afianzamiento de las lagunas. | Fondo Mi Riego FONIPREL |
| | Construcción de reservorios. | |
| | Programas de siembra y cosecha del agua de lluvia en laderas. | Tesoro Público |
| | Implementación de parcelas demostrativas y capacitación en sistemas de riego de alta eficiencia. | |
| Sinceramiento de las tarifas de agua. | | |
| INSTITUCIONAL | Implementación del marco normativo para la GIRH. | Tesoro Público |
| | Fortalecimiento de la gestión institucional. | |
| | Fortalecimiento de la coordinación y concertación interinstitucional. | |
| CULTURA DEL AGUA | Fortalecimiento de capacidades y generación de conocimientos para GIRH. | Tesoro Público |
| | Programas para lograr el uso eficiente del agua y la protección del recurso hídrico. | |
| CONSERVACIÓN AMBIENTAL | Programas de manejo y gestión de residuos sólidos. | Cooperación Suiza BID |
| | Control de monitoreo ambiental en zonas críticas. | Tesoro Público |
| | Programas de reforestación para mitigar problemas de contaminación ambiental. | |
| CALIDAD DEL AGUA | Estudios sobre lagunas de oxidación | Fondo Perú-Alemania |
| | Programa de recuperación de la calidad de los recursos hídricos. | JICA |
| | Mejoramientos del sistema de agua potable y ampliar el sistema de alcantarillado. | FONIPREL Cooperación Suiza BID |
| | Implementación de rellenos sanitarios manuales. | |
| GESTIÓN DE RIESGOS | Estudios para la caracterización y diagnóstico de inundaciones, huaycos, riesgos geológicos-climáticos. | Tesoro Público |
| | Programas de reforestación en los taludes en las zonas de laderas. | APP's (Obras por impuestos) FONIPREL |
| | Instalación de gaviones de protección y muros de contención de concreto ciclópeo o armado. | |

FUENTE: Elaboración Propia

VI. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos del presente trabajo de titulación realizado en la unidad hidrográfica Santa Eulalia, cumplieron con el objetivo principal y los objetivos específicos propuestos, siendo demostrados a lo largo del desarrollo de la investigación y los cuales se detallan a continuación:

- La oferta hídrica superficial total anual de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, es igual a 252.36 Hm^3 , correspondiendo este volumen al 75 por ciento de persistencia, siendo la subcuenca alta la que cuenta con mayor disponibilidad hídrica (166.99 Hm^3) de acuerdo a la persistencia del 75 por ciento de los caudales naturalizados de la estación Sheque (periodo 1965-2009), seguido de la subcuenca media con 78.762 Hm^3 y finalmente el menor valor de la oferta se encuentra en la subcuenca baja con 6.6 Hm^3 .
- La demanda hídrica total actual en la unidad hidrográfica es de 136.05 Hm^3 , siendo distribuidas para uso agrícola (107.35 Hm^3), uso poblacional (1.23 Hm^3), uso minero (27.46 Hm^3) y pecuario (0.0029 Hm^3); el uso industrial no fue considerado debido a que en el ámbito de estudio no existen empresas que desarrollen alguna actividad productiva. En relación al uso no consuntivo, las demandas de agua tienen un valor igual a uso hidroeléctrico (77 Hm^3) y uso piscícola (10.88 Hm^3).
- El balance hídrico se ha desarrollado con el propósito de conocer el déficit y exceso del recurso hídrico existente en la unidad hidrográfica. Según el resultado del balance, se presenta un déficit hídrico en los meses de Junio a Noviembre y un superávit en los meses de Diciembre a Mayo, de la comparación entre la oferta y la demanda hídrica resulta un exceso anual de $143.39 \text{ hm}^3/\text{año}$.

- Las instituciones involucradas (Gobiernos Regionales, Municipalidades Distritales, Autoridad Nacional del Agua, etc.) en la unidad hidrográfica, no poseen la coordinación necesaria para el manejo integral del recurso hídrico, además tienen como resultado la toma de decisiones dominada por un sector preponderante (privado), lo que impide la participación de los demás involucrados en la integración de nuevas propuestas destinadas a mejorar las condiciones de uso y manejo de los recursos hídricos.
- El marco normativo para la Gestión de Recursos Hídricos, no se cumple en la subcuenca media y alta, siendo parcial en la subcuenca baja de la unidad hidrográfica Santa Eulalia. Además, no existe la coordinación necesaria entre las instituciones involucradas en el manejo integral del recurso hídrico.
- Los principales problemas identificados en el desarrollo de las entrevistas a los informantes claves, se deben a la falta de fortalecimiento y capacitación de los usuarios (agrarios y no agrarios), insuficiente implementación y control del marco normativo de la Gestión Integral de Recursos hídricos, lo cual se refleja en el desconocimiento de la Ley de Recursos Hídricos y la Conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca por parte de la mayoría de estos usuarios. También se observó que existen deficiencias legales, jurídicas y administrativas como son la falta de licencias de uso de agua, debido a la ausencia de asesoramiento a los usuarios y a los tediosos trámites burocráticos para su obtención, sobre todo en la parte media y alta de la unidad hidrográfica; lo cual provoca un régimen de informalidad de los usuarios ocasionando la baja calidad en el servicio y desordenada dotación del agua, pues se desconoce la cantidad que se necesita de este recurso para uso agrario y poblacional.
- Concluido el análisis de las potencialidades y limitaciones en la unidad hidrográfica Santa Eulalia, se formularon estrategias de acuerdo a seis ejes temáticos: Aprovechamiento de los Recursos Hídricos, Institucional, Cultura del Agua, Conservación Ambiental, Calidad del Agua y Gestión de Riesgos; las cuales asegurarán la cantidad, calidad y disponibilidad del agua; la implementación y cumplimiento del marco normativo, el fortalecimiento de la gestión institucional y concertación interinstitucional para la participación participativa en la gestión del agua;

el desarrollo de las capacidades de gestión del agua de los actores claves; la protección de la población ante riesgos de desastres naturales (deslizamientos, inundaciones y huaycos) y la conservación ambiental de los ecosistemas vitales de la unidad hidrográfica. Estas estrategias al ser desarrolladas en conjunto, contribuirán con la administración y desarrollo coordinado del uso y aprovechamiento multisectorial del agua en una manera sostenible y equilibrada. De esta manera, la gestión integrada de recursos hídricos en la unidad hidrográfica involucra una integración equitativa de los aspectos socioculturales, ambientales y económicos, así como la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

VII. RECOMENDACIONES

Obtenidos los resultados a lo largo del presente trabajo de investigación, se recomienda cumplir con lo siguiente:

- Las entidades públicas y privadas deben interactuar con las comunidades campesinas sobre los proyectos de aprovechamiento de recursos hídricos, con la finalidad de establecer espacios de coordinación y concertación, de igual manera, mediante este tipo de actividades se podrán conocer los problemas que las comunidades presentan en sus localidades y en consecuencia dar alternativas de solución e involucrar a la población activamente en el manejo y gestión de este recurso.
- Complementar los inventarios de fuentes de recurso hídrico en toda la unidad hidrográfica para su sistematización, para ello se deberá promover la ampliación del sistema de información integrado oportuno y confiable que permita consolidar la información y facilite la toma de decisiones, a su vez deberá ser de libre acceso al usuario público.
- Es importante generar mayor investigación en el área de estudio, ya que se necesita avanzar a una mayor profundidad en el estudio de la unidad hidrográfica Santa Eulalia, como por ejemplo en aspectos como zonificación, análisis de riesgos, caudales ecológicos, etc.; los cuales permitan conocer detalladamente el estado de los recursos y las interacciones que estos poseen con las comunidades presentes en el área.
- Un factor relevante para el desarrollo de la gestión integral de recursos hídricos es que se brinde un apoyo a las comunidades para la obtención de recursos financieros, por lo cual es necesario el soporte y respaldo institucional para lograr el cumplimiento de las estrategias planteadas en este presente trabajo de investigación ante las entidades competentes.

- Finalmente, se recomienda considerar las estrategias planteadas en un Plan de Gestión de Recursos Hídricos, extrapolarlo (en la medida de las posibilidades) la información generada en este trabajo de investigación. Dicho plan deberá realizarse con la participación activa del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, con la finalidad de alcanzar el uso sostenible de los recursos hídricos; en armonía con el desarrollo local, regional y nacional, articulando y compatibilizando su gestión con las políticas, económicas, sociales y ambientales, tal como lo establecen la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alcobendas, P., Moreno, M. 2004. Necesidades de Riego de los Cultivos. Consultado 24 de julio de 2014. Disponible en http://www.uclm.es/area/ing_rural/Hidraulica/PresentacionesPDF_STR/NecesidadesRiego.pdf
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, PE). 2008. Diagnóstico de los Problemas y Conflictos en La Gestión del Agua en la Cuenca Chira-Piura. Consultado 24 de julio de 2014. Disponible en <http://www.ana.gob.pe/media/406310/caratula%20diagnostico%20chira%20piura.pdf>
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, PE). 2013. Guía de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos para Gobiernos Locales”. Consultado 27 de junio de 2014. Disponible en <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=1381>
- ANA (Autoridad Nacional del Agua, PE). 2014. Cuenca sostenible para una ciudad sostenible: La sub-cuenca de Santa Eulalia y Lima Metropolitana.
- Carrillo B, Carlos. 2013. Evaluación de los recursos hídricos superficiales de la microcuenca Chuiruco. Tesis de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PE. 58 p.
- CESEL Ingenieros. 2013. Estudio de Impacto Ambiental de la Línea de Transmisión en 220 kV S.E. Oroya Nueva–S.E. Pachachaca. Consultado 03 de julio de 2014. Disponible en <http://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGGAE/ARCHIVOS/EIA%20CESEL%20L.T.%20NUEVA%20OROYA%20PACHACHACA/EIA%20REV%2000%20PDF/4.4.2%20Hidrolog%20C3%20ADa%20Rev%2000.pdf>

- Chancos P, Jorge. 2002. Manejo sostenible de las cuencas hidrográficas en el Tahuantisuyo. Consultado 04 de julio de 2014. Disponible en <http://peru.inka.free.fr/peru/pdf/jch2.pdf>
- Choto C, Irma. 2013. Zonificación forestal de la Unidad Hidrográfica del río Pachanlica en cinco parroquias pertenecientes a la mancomunidad del frente sur occidental en la provincia de Tungurahua. Tesis de Ingeniero Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. EC. 84 p.
- Dourojeanni, A; Jouravlev, A. 2002. Recursos Naturales e Infraestructura: Evolución de Políticas Hídricas en América Latina y el Caribe. Naciones Unidas, CEPAL ECLAC. Ed. Serie 51. Santiago de Chile. CL. 74 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2000. Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. 60 p. (Manual de Capacitación para trabajadores de campo en América Latina y El Caribe)
- Fernández F, Mariluz. s.f. Informes finales de investigación sobre acuicultura. Universidad Nacional del Callao. Lima. PE. 8 p.
- García T, Eduardo. 2009. Manual de proyectos de agua potable en poblaciones rurales. Fondo Perú – Alemania. Lima. PE. 59 p.
- GWP Technical Advisory Committee, s.f. Programa Agua, Clima y Desarrollo. Consultado 30 de junio de 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Programas/Folleto%20PACyD%20Sudamerica%20-%20Diptico.pdf
- GWP (Asociación mundial para el agua), TAC (Comité de Consejo Técnico). 2000. Manejo Integrado del Recurso Hídrico. Global Water Partnership. Estocolmo. SE. 76 p.
- GWP Technical Advisory Committee, 2000. Principios de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos: Bases para el desarrollo de planes nacionales. Consultado 27 de junio de 2014. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Bases%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Planes%20Nacionales.pdf
- Hofwegen, P; Jaspers F. 2010. Marco Analítico para el manejo integrado de recursos hídricos. Lineamiento para la evaluación de marcos institucionales. División de Medio Ambiente del banco Interamericano de Desarrollo. Washington D.C. US. 92p.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2009 Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo, según Departamento, Provincia y Distrito, 2000-2015. Consultado 10 de agosto de 2014. Disponible en <http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0842/libro.pdf>.

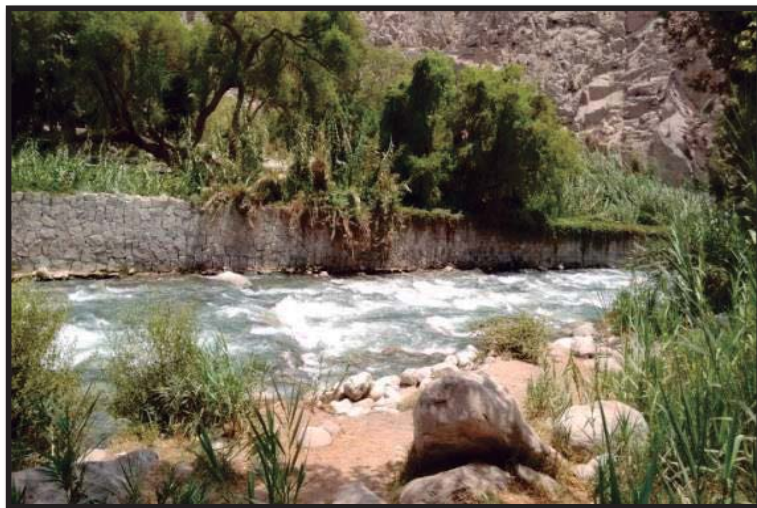
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2007. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2012. IV Censo Nacional Agropecuario 2012.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática, PE). 2014. Estimaciones y Proyecciones de Población 2000 al 2015 Departamento, Provincia y Distrito.
- Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 1982. Control de Torrentes en la Cuenca Hidrográfica del río Rímac. Dirección de Suelos y Manejo de Cuencas.
- MINAG (Ministerio de Agricultura, PE). 2011. Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del río Chancay – Huaral. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Área de Aguas Superficiales.
- MINAM (Ministerio del Ambiente, PE). 2010. Caracterización de la Oferta Superficial, cuencas Pampas, Apurímac y Urubamba. 8 p.
- Monsalve S., Germán. 1999. Hidrología en la Ingeniería. 2 ed. Escuela Colombiana de Ingeniería – Alfaomega. Bogotá CO. 384 p.
- Morales B, Carmen. 2010. Diagnóstico Participativo sobre la Gestión del Agua en la Cuenca del río Lurín. Lima. PE. 35 p.
- Muñoz P., Ismael. 2011. Desigualdades en la distribución del agua de riego. Ed. Fondo Editorial PUCP. Lima. PE. 290 p.
- OEFA (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, PE). 2014. Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales.
- Palacios, E. s.f. La eficiencia en el uso del agua en los distritos de riego. Consultado 27 de julio de 2014. Disponible en http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FEnrique_Palacios-Velez%2Fpublication%2F239278077_LA_EFICIENCIA_EN_EL_USO_DEL_AGUA_EN_LOS_DISTritos_DE_RIEGO%2Flinks%2F0deec52f831cbb83d400000.pdf&ei=mu3VJqQIYSdgwSmxIHADg&usq=AFQjCNFb0veLbRd6QD53KY6qcsQe8NTug&sig2=imxTHn5YzfXkF87fK8Ic1w&bvm=bv.87519884,d.eXY
- RAMSAR 2004. Manejo de cuencas hidrográficas convención sobre los humedales. 2 ed. Ed. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland. Suiza. 36 p.

- REMURPE (Red de Municipalidades Urbanas y Rurales del Perú, PE). 2013. Guía de la Gestión Integrada de Recursos Hídricos para Gobiernos Locales. 1 ed. Lima. PE. 88 p.
- Salinas, P.; Galindo, G.; Pinto, R.; Valderrama, J. 2002. Evaluación preliminar del recurso hídrico superficial y propuestas para un adecuado manejo del agua con fines de riego en la cuenca del río Lurín. Tesis de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. PE. 165 p.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, PE). 2008. Monitoreo de la calidad de agua de los ríos en el Perú.
- Siles, J; Soares, D. 2003. La fuerza de la Corriente: Gestión de Cuencas Hidrográficas con Equidad de Género. Ed. Imprenta Nacional. CR. 266 p.
- Torres, H. 2011. Unidades Hidrográficas en la Gestión de los Recursos Hídricos del Perú. Lima. PE. 24 p. Consultado 23 de agosto de 2014. Disponible en: http://www.ign.gob.pe/public/descargas_varios/PONENCIA_11_ANA.pdf
- Torres, J. 2011. Plantas hidroeléctricas. Consultado 27 de agosto de 2014. Disponible en: http://www.hidroenergia.net/index.php?option=com_content&view=article&id=268%3Aaque-es-la-energia-hidroelectrica&catid=39%3Aabc-de-las-hidroelectricas&Itemid=67
- Vásquez, A., Vásquez, I. y Vílchez, G. 1984. Principios básicos del Riego. Lima. PE. 45 p.
- Vásquez, A. 2000. Manejo de Cuencas Altoandinas. Tomo I. Ed. Escuela Superior de Administración de Aguas: Charles Sutton. Lima. PE. 24 p.
- Villón B., Máximo. 2002. Hidrología Estadística. Escuela de Ingeniería Agrícola. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 2 ed. Ed. Villón. Lima. PE. 430 p.
- WWF (World Wildlife Fund). 2006. Aprovechamiento racional del agua: Promoción del desarrollo sostenible a través de la gestión integrada de las cuencas hidrográficas. Gland. Suiza. 7 p.

IX. ÁLBUM FOTOGRÁFICO

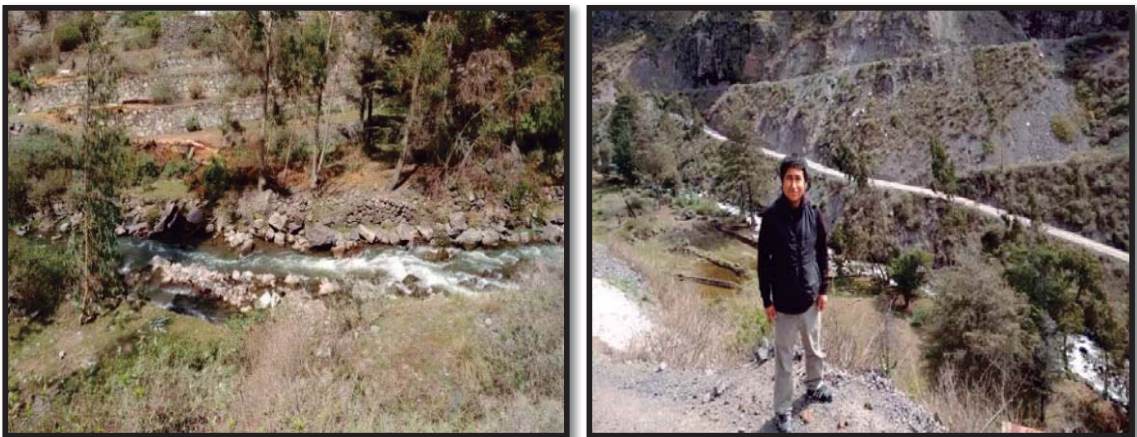
A. ÁMBITO DE ESTUDIO

- RÍO SANTA EULALIA



Fotografía 1: Vista del río Santa Eulalia

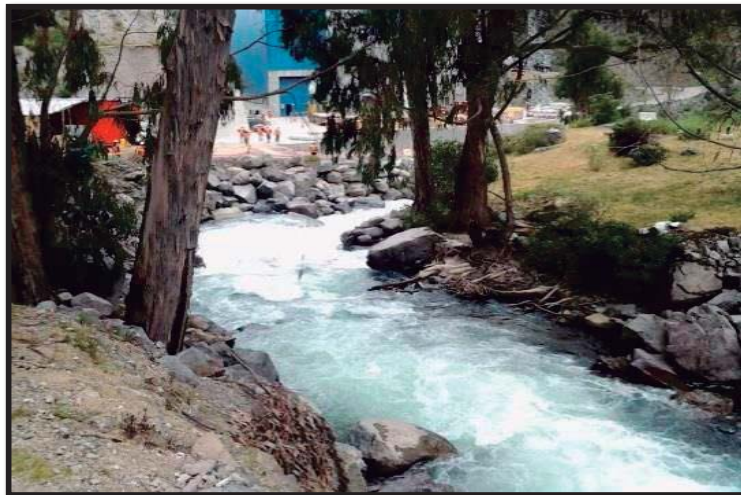
- TRIBUTARIOS DEL RÍO SANTA EULALIA



Fotografía 2 y 3: Vista del río Acobamba



Fotografía 4: Vista del Río Pallca



Fotografía 5: Vista del río Shuncha



Fotografía 6: Vista del río Pillihua

- **LAGUNAS**



Fotografía 7: Vista de una de las lagunas nacientes del río Santa Eulalia

- **LADERAS**

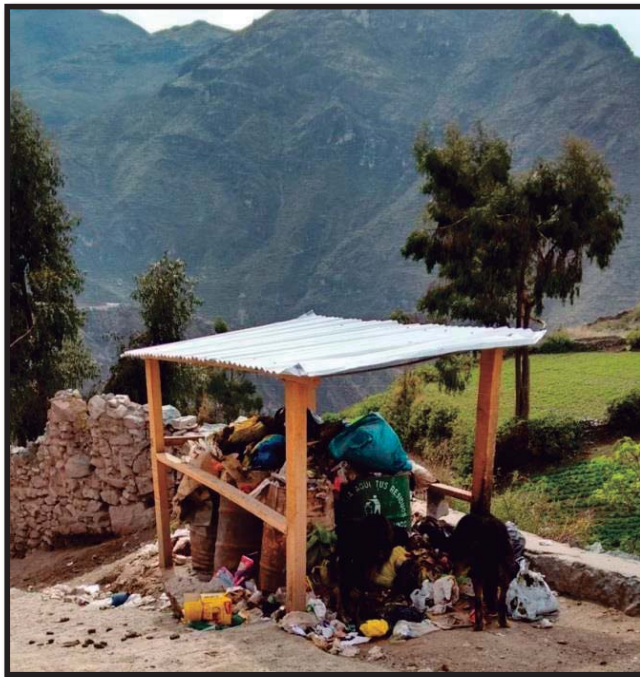


Fotografía 8: Vista de laderas (Distrito de Laraos)

- **CONTAMINACIÓN POR RESIDUOS SÓLIDOS**



Fotografía 9: Contaminación de residuos sólidos en la quebrada Alculla (Distrito de Callahuanca)

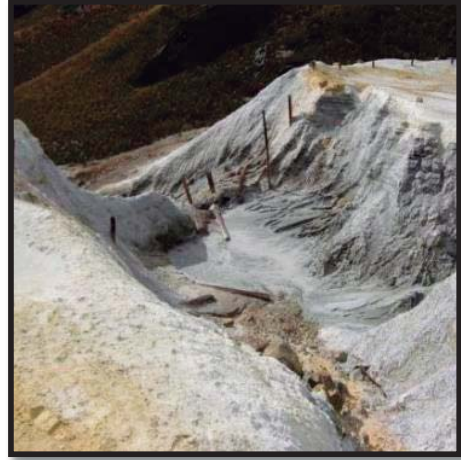


**Fotografía 10: Inadecuada disposición de residuos sólidos
(Distrito de Carampoma)**



**Fotografía 11: Contaminación de residuos sólidos
(Distrito de Callahuanca)**

- **RELAVES MINEROS**



Fotografía 12 y 13: Relaveras erosionadas en la parte alta de la unidad hidrográfica



Fotografía 14: Relavera erosionada en la laguna Leoncocha

- **RIESGO A DESLIZAMIENTOS**



Fotografía 15: Viviendas de Santa Eulalia expuestas a peligros de deslizamiento por riesgo geológico



Fotografía 16: Vivienda expuesta a riesgo de desborde, inundación y huaycos de las quebradas de Huayaringa y Cashahuacra (Santa Eulalia)

- **HUAYCOS**



**Fotografía 17: Deslizamiento de lodos (huayco) en la zona de San José de Palle,
(Anexo del Distrito de Santa Eulalia)**

- **PISCIGRANJAS**



**Fotografía 18: Estación Piscícola Santa Eulalia de la Universidad Nacional Federico
Villarreal**



Fotografía 19: Vertimiento de efluentes de la Estación Piscícola al río Santa Eulalia



**Fotografía 20: Piscigranja Piedra Huaca
(Distrito de Callahuanca)**



Fotografía 21: Piscigranja de Antacucho (Distrito de Carampoma)

- **RIEGO POR GOTEO Y ASPERSIÓN**



Fotografía 22: Riego por goteo de cultivos, distrito San Pedro de Casta



Fotografía 23: Riego por aspersión de cultivos, distrito San Pedro de Casta

- **GANADERÍA**



Fotografía 24: Mejoramiento genético en vacunos en el distrito de Laraos



Fotografía 25: Crianza de ganado vacuno, distrito de Huanza

- **RESERVORIOS**



Fotografía 26: Reservorio Pomacocha, distrito de Laraos



Fotografía 27: Reservorio Anchacocha, distrito de Laraos



**Fotografía 28: Reservorio para abastecimiento de agua potable
(Distrito de Santa Eulalia)**

- CANALES



**Fotografía 29: Tramo inicial del canal revestido de Acobamba
(Distrito de Laraos)**

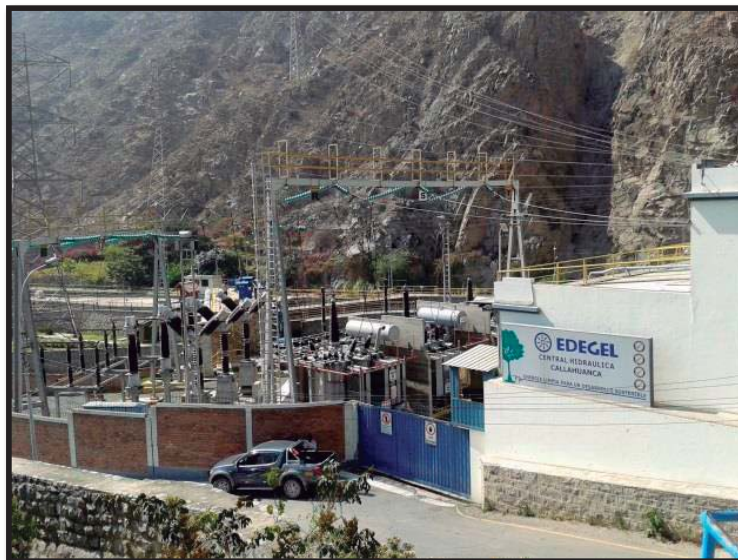


**Fotografía 30: Tramo del canal sin revestir de Acobamba
(Distrito de Laraos)**



**Fotografía 31: Captación en el río Quiula del canal de Acobamba
(Distrito de Laraos)**

- **CENTRALES HIDROELÈCTRICAS**



Fotografía 32: Central Hidroelèctrica Callahuanca



Fotografía 33: Central Hidroeléctrica Huinco

- **FESTIVIDADES**



Fotografía 34: Celebración de la “Champeria” (Fiesta en honor al agua) en el distrito de Laraos

B. ENTREVISTAS A LOS INFORMANTES CLAVES

- SUBCUENCA BAJA



**Fotografía 35: Entrevista con el Sr. Ricardo Lázaro Castrillón
(Vicepresidente de la Junta de Administración Local Anexo Barbablanca)**



**Fotografía 36: Entrevista con la Sra. Teófila Huayre
(Encargada de la Dirección Hidráulica de la Municipalidad Distrital de Santa Eulalia)**



**Fotografía 37: Entrevista con el Sr. Daniel Urbano Gutiérrez
(Teniente Alcalde de la localidad de Callahuanca)**



Fotografía 38: Reunión de comuneros en la Unidad Hidrográfica Santa Eulalia



**Fotografía 39: Entrevista con el Ing. Alfredo Gutiérrez Tuesta
(Responsable Área de Promoción de la Agencia Agraria Santa Eulalia)**



**Fotografía 40: Reunión con los Dirigentes de las comunidades campesinas, con
participación de funcionarios del ANA**



Fotografía 41: Productores Ecológicos del Centro Poblado de Purunhuasi, Anexo de Barbablanca, distrito Callahuanca

- **SUBCUENCA MEDIA**



**Fotografía 42: Entrevista con el Sr. Eufronio Obispo Rojas
(Presidente de la Comunidad de San Pedro de Casta)**



**Fotografía 43: Entrevista con la Sra. María Lázaro Castillo
(Encargada de la administración de agua potable, distrito San Juan de Iris)**



**Fotografía 44: Capacitación del ALA Rímac Chillón Lurín en temas de
“Reconocimiento de Organizaciones de Usuarios de Agua y Formalización de
Derechos de Usos de Agua”**



**Fotografía 45: Entrevista a los comuneros
(Distrito de Huachupampa y San Juan de Iris)**

- **SUBCUENCA ALTA**



**Fotografía 46: Entrevista con el Sr. Raymundo Espíritu
(Presidente de la Comisión de Regantes)**



**Fotografía 47: Entrevistas con los Sres. Nelson Espinoza y Guillermo Cajavilla
(Presidente de la Comunidad de Huanza y presidente del Comité de Regantes)**



**Fotografía 48: Entrevista con el Sr. José Zárate
(Secretario de la Municipalidad de Laraos)**



**Fotografía 49 y 50: Entrevista con el Sr. Pedro Córdova
(Gobernador de la Localidad de Huanza)**



**Fotografía 51: Representantes de la GWP (Asociación Mundial del Agua) y
representantes de las comunidades campesinas**

X. ANEXOS

ANEXO 1: Formato de entrevistas

GUIA DE ENTREVISTA

Formato I

(Para agricultores)

Objetivo: Conocer las expectativas, intereses y capacidades de actores locales (municipios, juntas de regantes, comunidades campesinas y organizaciones de productores) respecto a la organización para la gestión del agua en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.

Datos Generales

Nombre y apellidos del entrevistado:

Nombre de la institución/organización:

Cargo:

Fecha:

CUESTIONARIO

1. Información sobre la administración de uso de agua agrícola

- a. ¿Qué rol desempeña la Junta de Usuarios y/o Comité de regantes?
- b. ¿Tiene usted licencia de uso de agua, que tramite siguió y qué dificultades tuvo que enfrentar para obtenerla?
- c. ¿Cuál es la cuota de agua que recibe actualmente en función al tamaño de su predio?
- d. ¿Estaría dispuesto a pagar un incremento en la tarifa de agua? (Si) – (No) ¿Por qué?
- e. ¿Cuáles son los principales problemas de los usuarios/regantes respecto al agua?

- f. En su opinión: ¿Cuán sólida es la organización de regantes a la que pertenece?
- g. En su opinión: ¿Quién debería administrar el agua? ¿Qué le recomendaría?

2. Institucionalidad del agua

- a. En su opinión ¿Qué rol desempeña la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL)?
- b. ¿Su organización ha tenido alguna vinculación con la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL)? (Si) – (No) Explique.
- c. ¿Qué opina sobre el Programa de Formalización para el Derecho de Uso del Agua (FODUA)?

3. Percepción sobre el agua

- a. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto al uso del agua en la cuenca?
- b. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto a la disponibilidad del agua en la cuenca?
- c. ¿Qué consecuencias ante el cambio climático identifica Ud. en la cuenca? ¿Existe alguna relación entre éstos y la disponibilidad del agua? ¿Cuál?
- d. Sabe Ud. ¿qué proyectos se están ejecutando en la cuenca relacionada con la gestión del agua?
- e. ¿Qué problemas de contaminación del agua ha observado usted en la cuenca?

4. Sobre la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca

- a. ¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?
- b. ¿Qué opina sobre la función que realizan los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?
- c. ¿Cómo garantizar la participación de los usuarios agrícolas en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?

5. Capacidades

- a. ¿Ha recibido capacitación en gestión del agua?
- b. ¿Ha participado en reuniones o talleres sobre el agua?
- c. ¿Su organización ha presentado propuestas para la gestión y uso del agua?
- d. ¿Qué técnicas de riego emplea en su predio?
- e. ¿Qué temas de capacitación en agua son prioritarios para usted?

GUIA DE ENTREVISTA

Formato II

(Para usos no agrarios)

Objetivo: Conocer las expectativas, intereses y capacidades de actores locales (municipios, juntas de regantes, comunidades campesinas y organizaciones de productores) respecto a la organización para la gestión del agua en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.

Datos generales

| |
|---|
| <p>Nombre y apellidos del entrevistado:</p> <p>Nombre de la institución/organización:</p> <p>Cargo:</p> <p>Fecha:</p> |
|---|

CUESTIONARIO

1. Información sobre la administración de otros usos del agua en la cuenca

- a. ¿Cuáles son los principales problemas en relación la disponibilidad del agua en su zona?
- b. ¿La dotación de agua que recibe cubre sus necesidades?
- c. ¿Cuánto es el cobro de la tarifa de agua?

- d. ¿Estaría dispuesto a pagar un incremento en la tarifa de agua? Si – No ¿por qué?
- e. ¿Su organización ha tenido alguna vinculación con la Administración Local Agua? (Si) – (No) Explique.
- f. ¿En su opinión, cuán sólida es la organización de usuarios de agua a la que pertenece?

2. Percepción sobre el agua

- a. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto al uso del agua?
- b. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto a la disponibilidad del agua?
- c. ¿Qué cambios climáticos identifica Ud. en la cuenca? ¿Existe alguna relación entre éstos y la disponibilidad del agua? ¿Cuál?
- d. ¿Qué proyectos se están ejecutando en la cuenca en relación a la dotación de agua y saneamiento?
- e. ¿Qué problemas de contaminación del agua ha observado usted en la cuenca?

3. Sobre la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y conformación de Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca

- a. ¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?
- b. ¿Qué opina sobre la función de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?
- c. ¿Cómo garantizar la participación de los usuarios del agua en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?

4. Capacidades

- a. ¿Ha recibido capacitación en gestión del agua?
- b. ¿Ha participado en reuniones, talleres sobre el agua?
- c. ¿Su organización ha presentado propuestas para la gestión y uso del agua?

GUIA DE ENTREVISTA
Formato III
(Para Funcionarios Municipales)

Objetivo: Conocer las expectativas, intereses y capacidades de actores locales (municipios, juntas de regantes, comunidades campesinas y organizaciones de productores) respecto a la organización para la gestión del agua en la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia.

DATOS GENERALES

| |
|--|
| <p>Nombre y apellidos del entrevistado:</p> <p>Municipio:</p> <p>Cargo:</p> <p>Fecha</p> |
|--|

CUESTIONARIO

1. Administración del agua

- a. ¿Qué coordinaciones tiene la Municipalidad con las administraciones de agua (ATDR/ALA, Junta de Usuarios, SEDAPAL...otros)? ¿Y con la Municipalidad Provincial de Huarochirí y el Gobierno Regional de Lima para proyectos relacionados al agua?
- b. ¿Las necesidades de agua de su ámbito municipal están satisfechas?
- c. ¿Qué obras está realizando su Municipalidad en relación al agua para uso agrario, urbano y saneamiento?
- d. ¿Qué porcentaje del presupuesto municipal se destina a estas obras?
- e. ¿Cuáles son los temas prioritarios sobre el agua en su Presupuesto Participativo?
- f. ¿Tiene su municipio políticas o proyectos para la gestión del agua? ¿Cuáles?
- g. ¿Cuáles considera los conflictos prioritarios en relación con el agua en su ámbito?
- h. ¿Qué acciones se están tomando para resolverlos?

2. Sobre la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y la Conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca

- a. ¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?
- b. ¿Qué opina sobre la función que realizan los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?
- c. ¿Cómo garantizar la participación de su Municipio en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?

3. Capacidades

- a. ¿Qué dependencia de la Municipalidad tiene funciones respecto al agua?
- b. ¿El personal de la Municipalidad ha recibido alguna Capacitación sobre gestión del agua? ¿De qué organizaciones? ¿Sobre qué temas?
- c. ¿Estaría dispuesto a capacitar al personal en temas de gestión del agua?

4. Cambio Climático

- a. ¿Cómo afecta el cambio climático a la disponibilidad del agua en su distrito? ¿Qué piensa hacer el municipio para aliviar este problema?

ANEXO 2: Carta informativa para entrevistas

Lima, 20 de octubre del 2014

Sr.....

Alcalde del distrito de.....

De mi consideración:

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a los siguientes alumnos: **Srta. Rosa Beatriz Manco Gómez**, con código de matrícula N° 20080612. **Sr. Javier Omar Paucar Baldeón**, con código de matrícula N° 20070304, egresados de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Los señores se encuentran realizando un Trabajo de Investigación titulado **Uso y aprovechamiento de los recursos hídricos y propuesta de estrategias para su Gestión Integral - Unidad hidrográfica “Santa Eulalia”**. En razón de ello, hemos considerado importante recoger la opinión de personas representativas de las diversas organizaciones de la unidad hidrográfica del río Santa Eulalia, sobre el uso y gestión del agua.

En tal sentido, me dirijo a usted para solicitar su colaboración, concediéndonos una entrevista que nos permita recoger su valiosa opinión, con el compromiso de una vez procesadas dichas entrevistas, dar a conocer los resultados de la misma.

Le agradeceré confirmar su aceptación a la presente, indicando la fecha y hora de la entrevista.

Atentamente,

Dr. Néstor Montalvo Arquíñigo
Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola

ANEXO 3: Registro de precipitaciones anuales (período 1990-2010) – Estación Casapalca

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1990 | 77.20 | 27.90 | 45.10 | 17.20 | 38.20 | | | | | | | | 205.60 |
| 1991 | | | | | | | | 17.40 | 10.10 | 3.30 | 2.00 | 2.80 | 35.60 |
| 1992 | 15.70 | 24.80 | 44.50 | 11.10 | 5.50 | 1.40 | 2.50 | 18.20 | 4.60 | 71.30 | 34.60 | 42.20 | 276.40 |
| 1993 | 148.30 | 119.20 | 111.90 | 75.90 | 19.80 | 0.00 | 10.50 | 9.50 | 25.60 | 76.30 | 111.70 | 124.90 | 833.60 |
| 1994 | 129.20 | 157.90 | 149.00 | 84.30 | 27.90 | 7.00 | 5.80 | 19.80 | 49.20 | 38.70 | 35.20 | 71.00 | 775.00 |
| 1995 | 62.50 | 64.50 | 100.50 | 50.20 | 9.00 | 5.00 | 0.30 | 2.80 | 32.40 | 48.20 | 37.30 | 86.30 | 499.00 |
| 1996 | 127.30 | 121.70 | 93.70 | 57.00 | 22.80 | 0.00 | 5.00 | 8.00 | 23.00 | 46.20 | 47.50 | 64.10 | 616.30 |
| 1997 | 114.00 | 128.00 | 58.00 | 22.00 | 12.10 | 0.00 | 2.00 | 51.50 | 44.70 | 63.50 | 27.00 | 126.00 | 648.80 |
| 1998 | 103.00 | 76.30 | 71.40 | 44.20 | 0.00 | 7.20 | 0.00 | 11.60 | 31.50 | 52.60 | 40.20 | 31.10 | 469.10 |
| 1999 | 112.20 | 189.80 | 84.70 | 65.50 | 21.80 | 9.00 | 3.30 | 0.00 | 31.50 | 39.00 | 33.20 | 104.80 | 694.80 |
| 2000 | 107.10 | 84.20 | 120.90 | 31.70 | 14.90 | 0.00 | 12.50 | 18.00 | 14.60 | 104.80 | 57.90 | 200.60 | 767.20 |
| 2001 | 201.10 | 62.50 | 174.20 | 43.50 | 22.50 | 2.00 | 15.70 | 3.20 | 24.40 | 54.30 | 96.90 | 77.40 | 777.70 |
| 2002 | 60.50 | 79.00 | 156.50 | 58.00 | 27.10 | 6.00 | 4.70 | 0.00 | 12.90 | | 85.10 | 131.10 | 620.90 |
| 2003 | 145.40 | 146.70 | 138.40 | 76.90 | 7.10 | 0.00 | 11.50 | 6.30 | 24.00 | 66.80 | 16.50 | 111.50 | 751.10 |
| 2004 | 33.50 | 117.00 | 79.60 | 30.60 | 12.80 | 22.60 | 5.20 | 7.00 | 17.90 | 100.20 | 79.50 | 102.10 | 608.00 |
| 2005 | 107.90 | 98.50 | 112.60 | 27.00 | 8.50 | 0.00 | 0.00 | | 17.70 | 28.30 | 23.40 | 58.60 | 482.50 |
| 2006 | 106.10 | 91.70 | 147.90 | | 4.90 | 10.50 | 0.00 | 19.20 | 29.30 | 32.40 | 59.50 | 114.80 | 616.30 |
| 2007 | 125.70 | 104.90 | 165.80 | 68.10 | | 2.30 | 0.00 | 7.10 | 4.50 | 74.80 | 46.80 | 65.00 | 665.00 |
| 2008 | 162.40 | 118.90 | 55.80 | 27.50 | 6.90 | 1.50 | 1.80 | 3.40 | 4.20 | 64.60 | | 117.80 | 564.80 |
| 2009 | 155.20 | 145.50 | 124.10 | 88.40 | 33.40 | 0.00 | | 5.80 | | 80.50 | 155.50 | 150.70 | 939.10 |
| 2010 | 169.80 | 92.40 | | | | | | | | | | | 262.20 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 4: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Matucana

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1990 | 52.20 | 4.90 | 19.70 | 1.90 | | 0.30 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 13.40 | 36.40 | 43.00 | 172.40 |
| 1991 | 12.70 | 60.60 | 116.40 | 11.70 | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.90 | 4.40 | 4.40 | 230.20 |
| 1992 | 29.20 | 25.00 | 101.80 | 26.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 32.00 | 4.40 | 21.90 | 240.90 |
| 1993 | 98.80 | 158.90 | 147.40 | 50.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 24.00 | 40.00 | 98.90 | 618.40 |
| 1994 | 64.90 | 95.30 | 45.60 | 33.20 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.30 | 12.40 | 51.60 | 306.40 |
| 1995 | 62.60 | 31.50 | 61.50 | 35.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.50 | 8.90 | 34.00 | 39.80 | 278.70 |
| 1996 | 72.50 | 80.60 | 87.90 | 27.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.70 | 7.20 | 280.10 |
| 1997 | 45.90 | 50.70 | 9.40 | 3.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.30 | 14.30 | 49.40 | 180.90 |
| 1998 | 91.60 | 111.40 | 122.90 | 17.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.50 | 2.20 | 0.00 | 0.00 | 19.90 | 367.50 |
| 1999 | 57.20 | 163.30 | 54.30 | 24.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.00 | 19.10 | 19.30 | 30.10 | 371.70 |
| 2000 | 82.50 | 105.30 | 67.80 | 21.90 | 5.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.10 | 0.00 | 50.00 | 350.20 |
| 2001 | 116.80 | 65.10 | 110.20 | 14.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 41.40 | 2.20 | 352.50 |
| 2002 | 17.80 | 74.30 | 61.90 | 32.40 | 6.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | 22.20 | 42.90 | 257.70 |
| 2003 | 32.30 | 46.00 | 64.10 | 15.70 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.70 | 86.10 | 244.90 |
| 2004 | 10.10 | 74.40 | 57.80 | 31.10 | 0.00 | 3.60 | | | 0.00 | 6.30 | 22.50 | 92.70 | 298.50 |
| 2005 | 69.70 | | 63.10 | 8.90 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 52.70 | 194.40 |
| 2006 | 83.10 | 67.20 | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.30 | 16.30 | | 168.90 |
| 2007 | | 60.40 | 143.40 | 30.00 | 0.00 | | | 0.00 | | 4.00 | 0.00 | 26.90 | 264.70 |
| 2008 | 75.50 | 112.20 | 72.20 | 25.23 | 1.04 | 0.00 | 0.00 | 0.21 | 1.07 | 3.20 | 13.30 | 36.50 | 340.45 |
| 2009 | 105.50 | | 130.60 | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.70 | 37.20 | 55.14 | 346.14 |
| 2010 | 36.50 | 75.30 | | | | | | | | | | | 111.80 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 5: Registro de precipitaciones anuales (período 1990-2010) – Estación Milloc

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1990 | 130.60 | 29.20 | 58.90 | 48.70 | 33.50 | 54.10 | 3.20 | 14.60 | 23.40 | 108.20 | 186.80 | 104.70 | 795.90 |
| 1991 | 71.90 | 88.00 | 103.30 | 46.90 | 30.00 | 9.40 | 10.20 | 0.00 | 48.60 | 85.10 | 42.70 | 77.00 | 613.10 |
| 1992 | | | 133.90 | 34.70 | 12.40 | 9.60 | 10.60 | 33.30 | 19.00 | 116.60 | 39.60 | 54.60 | 464.30 |
| 1993 | 197.60 | 126.50 | 126.40 | 82.00 | 11.30 | 0.00 | 6.60 | 11.30 | 39.40 | 83.10 | 124.40 | 217.90 | 1,026.50 |
| 1994 | 311.60 | | | | 55.30 | 29.00 | 12.90 | 34.60 | 74.90 | 101.70 | 151.20 | 294.90 | 1,066.10 |
| 1995 | 208.60 | 166.30 | 262.10 | 127.70 | 50.80 | 6.20 | 4.70 | 15.00 | 43.60 | 70.90 | 75.90 | 137.30 | 1,169.10 |
| 1996 | 132.10 | 152.40 | 115.80 | 57.20 | 31.50 | 4.80 | 0.00 | 10.20 | 39.60 | 48.10 | 47.50 | 92.50 | 731.70 |
| 1997 | 137.10 | 192.50 | 57.20 | 38.70 | 21.20 | 0.00 | 5.60 | 47.80 | 54.20 | 47.40 | 79.70 | 180.70 | 862.10 |
| 1998 | 174.00 | 130.80 | 136.30 | 47.50 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 17.50 | 47.60 | 86.00 | 60.30 | 42.00 | 744.30 |
| 1999 | 131.50 | 273.10 | 114.90 | 79.70 | 51.70 | 4.40 | 10.30 | 22.20 | 44.00 | 97.50 | | | 829.30 |
| 2000 | 283.40 | 229.00 | 202.10 | 47.90 | 53.40 | 0.00 | 15.20 | 54.50 | 16.30 | 50.60 | 53.40 | 333.70 | 1,339.50 |
| 2001 | 339.30 | 203.90 | 378.70 | 57.90 | 17.10 | 3.20 | 19.40 | 2.00 | 107.80 | 32.50 | 119.50 | 88.30 | 1,369.60 |
| 2002 | 82.60 | 151.80 | 169.20 | 86.80 | 31.30 | 11.50 | 24.90 | 21.80 | 42.30 | 75.33 | 127.90 | 122.20 | 947.63 |
| 2003 | 132.20 | 138.20 | 168.00 | 63.30 | 5.40 | 0.00 | 13.80 | 2.00 | 4.60 | 61.70 | 28.90 | 142.40 | 760.50 |
| 2004 | 10.40 | 132.50 | 89.00 | 49.40 | 16.10 | 18.50 | 8.90 | 10.10 | 53.20 | 100.30 | 103.00 | 177.90 | 769.30 |
| 2005 | 100.60 | 57.10 | 102.10 | 21.60 | 6.10 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 18.10 | 19.60 | 46.60 | 147.40 | 522.20 |
| 2006 | 165.30 | 120.80 | 173.00 | | 8.90 | 0.00 | 0.00 | 12.30 | 26.90 | 75.60 | 101.50 | 144.10 | 828.40 |
| 2007 | 128.00 | 114.10 | 217.20 | 94.10 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 37.60 | 78.10 | 59.10 | 77.30 | 805.50 |
| 2008 | 192.60 | 205.30 | 113.10 | 62.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.50 | 11.50 | 56.60 | 48.10 | 100.50 | 805.60 |
| 2009 | 164.20 | 195.60 | 157.70 | 118.00 | 0.00 | 0.00 | | 20.40 | | 120.50 | 207.20 | 156.70 | 1,140.30 |
| 2010 | 154.40 | 165.00 | | | | | | | | | | | 319.40 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 6: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Pariacancha

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1990 | 130.60 | 43.50 | 51.30 | 28.60 | 14.50 | 15.90 | 0.00 | 3.00 | 5.60 | 132.30 | 110.20 | 61.00 | 596.50 |
| 1991 | 47.90 | 76.90 | 134.90 | 36.40 | 25.80 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 19.50 | 82.00 | 30.30 | 47.90 | 505.60 |
| 1992 | 39.40 | 47.00 | 121.10 | 46.40 | 5.50 | 0.00 | 6.50 | 0.00 | 7.00 | 62.40 | 19.40 | 47.90 | 402.60 |
| 1993 | 137.60 | 115.70 | 173.20 | 94.30 | 19.30 | 0.00 | 1.40 | 2.50 | 24.90 | 57.40 | 99.80 | 148.30 | 874.40 |
| 1994 | 151.60 | 141.80 | 163.00 | | 33.30 | 4.50 | 2.00 | 0.00 | 29.40 | 19.90 | 50.40 | 59.50 | 655.40 |
| 1995 | 103.60 | 70.60 | 129.30 | 59.80 | 17.30 | 4.20 | 1.00 | 12.20 | 26.00 | 48.30 | 39.80 | 115.80 | 627.90 |
| 1996 | 105.90 | 146.70 | 129.30 | 58.30 | 20.90 | 0.00 | 0.00 | 3.60 | 21.90 | 37.30 | 36.30 | 75.00 | 635.20 |
| 1997 | 117.20 | 165.60 | 32.80 | 20.90 | 12.08 | 2.20 | 2.70 | 12.60 | 39.80 | 35.90 | 71.50 | 110.00 | 623.28 |
| 1998 | 175.70 | 113.10 | 152.70 | 37.30 | 0.70 | 5.00 | 0.00 | 4.90 | 24.10 | 65.70 | 30.10 | 46.40 | 655.70 |
| 1999 | 113.40 | 226.50 | 125.70 | 53.00 | 28.60 | 9.10 | 1.40 | 5.30 | 32.70 | 63.20 | 54.20 | 119.80 | 832.90 |
| 2000 | 181.70 | 187.80 | 160.30 | 35.00 | 28.30 | 0.00 | 2.30 | 14.40 | 37.70 | 79.60 | 72.40 | 171.60 | 971.10 |
| 2001 | 156.00 | 107.50 | 180.50 | 36.40 | 6.40 | 0.00 | 7.40 | 0.00 | 56.10 | 38.00 | 92.10 | 43.60 | 724.00 |
| 2002 | 82.90 | 95.20 | 140.90 | 73.10 | 8.80 | 7.10 | 2.90 | 1.10 | 23.50 | | 82.50 | 88.20 | 606.20 |
| 2003 | 73.70 | 134.00 | 157.50 | 49.20 | 5.80 | 1.00 | 0.00 | 3.30 | 9.80 | 34.10 | 24.60 | 103.30 | 596.30 |
| 2004 | 22.90 | 110.00 | 76.70 | 53.30 | 8.60 | 6.50 | 1.70 | 3.20 | 30.70 | 73.50 | 68.80 | 127.30 | 583.20 |
| 2005 | 107.60 | 59.80 | 109.40 | 48.50 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 6.20 | 2.10 | 20.60 | 28.40 | 83.90 | 467.20 |
| 2006 | 108.90 | 102.70 | 188.60 | | 0.00 | 4.10 | 0.00 | 4.00 | 22.47 | 42.30 | 73.20 | | 546.27 |
| 2007 | 126.60 | 97.70 | 172.30 | 73.30 | | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 10.00 | 62.50 | 36.30 | 70.00 | 651.50 |
| 2008 | 138.10 | 148.00 | 115.10 | 36.80 | 0.30 | 0.90 | 2.30 | 8.20 | 10.30 | 76.40 | 42.60 | 123.00 | 702.00 |
| 2009 | 146.30 | 174.90 | 151.20 | 74.70 | 18.90 | 0.30 | | 8.20 | 29.83 | 79.20 | 132.50 | 108.40 | 924.43 |
| 2010 | 144.70 | 95.00 | | | | | | | | | | | 239.70 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 7: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Río Blanco

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1990 | 49.10 | 18.30 | 0.00 | 15.10 | 6.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.90 | 85.60 | 79.90 | 259.00 |
| 1991 | 12.30 | 63.40 | 136.50 | 3.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.50 | 19.00 | 5.10 | 27.60 | 273.60 |
| 1992 | 14.10 | 27.30 | 37.70 | 32.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 45.80 | 19.00 | 22.00 | 198.20 |
| 1993 | 128.80 | 117.00 | | 49.10 | 5.50 | 0.00 | 0.70 | 1.50 | 16.10 | 21.40 | 64.00 | 118.40 | 522.50 |
| 1994 | 102.40 | 172.70 | 120.60 | 53.00 | 8.70 | 3.90 | 0.50 | 8.70 | 18.70 | 15.30 | 46.30 | 60.80 | 611.60 |
| 1995 | 33.30 | 78.70 | | 65.00 | 0.00 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 5.80 | 21.10 | 43.60 | 59.80 | 309.70 |
| 1996 | 49.70 | 112.70 | 62.80 | 42.00 | 4.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.20 | 19.60 | 13.20 | 26.10 | 334.70 |
| 1997 | 73.20 | 145.30 | 18.50 | 11.50 | 5.30 | 0.00 | 0.00 | 1.80 | 33.10 | 29.50 | 33.50 | 94.30 | 446.00 |
| 1998 | 120.00 | 123.00 | 109.50 | 29.20 | 0.00 | 1.20 | 3.10 | 2.20 | 26.90 | 41.70 | 34.90 | 46.80 | 538.50 |
| 1999 | 100.20 | 194.00 | 97.90 | 54.40 | 33.70 | 2.90 | 0.00 | 3.20 | 20.00 | 34.20 | 73.20 | 125.10 | 738.80 |
| 2000 | 140.90 | 135.90 | 215.90 | 13.10 | 17.60 | 0.00 | 0.00 | 8.40 | 10.60 | 62.50 | 28.20 | 154.30 | 787.40 |
| 2001 | 183.10 | 117.60 | 190.20 | 27.80 | 9.50 | 0.00 | 0.90 | 0.00 | 5.60 | 24.30 | 78.80 | 55.90 | 693.70 |
| 2002 | 93.60 | 106.10 | 121.30 | 55.20 | 19.30 | 3.20 | 1.90 | 0.70 | 22.90 | | 66.30 | 93.10 | 583.60 |
| 2003 | 138.00 | 124.20 | 223.90 | 44.40 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 0.00 | | 7.10 | 114.60 | 656.20 |
| 2004 | 38.60 | 105.70 | 78.30 | 38.28 | 11.40 | 9.50 | | 0.00 | 25.70 | 65.50 | 77.30 | 150.40 | 600.68 |
| 2005 | 92.90 | 64.40 | 116.30 | 13.90 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.90 | 6.90 | 13.90 | | 317.60 |
| 2006 | | 101.80 | 207.00 | 44.85 | 0.00 | 2.80 | 0.50 | 8.30 | 10.50 | 33.80 | 64.80 | 111.70 | 586.05 |
| 2007 | 135.50 | 167.40 | 160.40 | 40.40 | 8.58 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 15.90 | 15.90 | 25.10 | 82.90 | 652.98 |
| 2008 | 139.30 | 116.80 | 84.80 | 24.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 31.70 | 33.80 | 102.50 | 533.80 |
| 2009 | 116.60 | 165.00 | 110.60 | 49.30 | 16.00 | 0.00 | | 7.40 | | 51.30 | 110.60 | 70.70 | 697.50 |
| 2010 | 134.30 | 93.80 | | | | | | | | | | | 228.10 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 8: Registro de precipitaciones anuales (período 1990-2010) – Estación Arahauay

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|
| 1990 | | | 35.90 | 0.00 | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16.00 | 15.20 | 77.10 | 146.30 |
| 1991 | 16.90 | 47.60 | 98.80 | 4.00 | 2.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 17.10 | 6.00 | 2.40 | 194.80 |
| 1992 | 18.70 | | 59.60 | 1.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | 0.00 | 5.30 | 86.70 |
| 1993 | 35.60 | 99.60 | 152.70 | 21.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.10 | 18.20 | 45.56 | 377.76 |
| 1994 | 53.80 | 81.50 | 83.20 | 27.30 | 2.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.90 | 5.60 | 20.10 | 277.70 |
| 1995 | 35.80 | 39.90 | 48.80 | 24.10 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 4.80 | 26.00 | 29.80 | 214.60 |
| 1996 | 64.90 | 107.00 | 104.50 | 15.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.50 | 17.70 | 310.70 |
| 1997 | 58.60 | 68.80 | 10.20 | 5.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.50 | 4.50 | 35.60 | 105.70 | 295.50 |
| 1998 | 120.30 | 130.30 | 162.90 | 20.40 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 4.30 | 5.80 | 25.20 | 469.70 |
| 1999 | 50.50 | 238.80 | 80.10 | 30.70 | 3.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 15.70 | 3.20 | 20.90 | 446.50 |
| 2000 | 96.70 | 179.60 | 74.60 | 9.60 | 1.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 7.60 | 2.00 | 25.20 | 397.60 |
| 2001 | 119.00 | 80.90 | 115.90 | 30.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.00 | 0.00 | 369.30 |
| 2002 | 13.40 | 75.90 | 67.50 | 40.20 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.60 | 3.70 | 23.00 | 10.80 | 238.60 |
| 2003 | 28.80 | 53.00 | 47.40 | 21.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 1.40 | 88.00 | 240.40 |
| 2004 | 8.50 | 91.50 | 52.50 | 33.90 | 0.00 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 2.70 | 8.30 | 32.70 | 232.60 |
| 2005 | 38.40 | 35.80 | 42.00 | 6.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 49.10 | 171.40 |
| 2006 | 76.60 | 86.90 | 98.70 | | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | 262.20 |
| 2007 | 53.80 | 37.90 | 124.10 | 31.10 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.80 | 11.30 | 265.00 |
| 2008 | 94.40 | 105.40 | 162.80 | 22.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.90 | 19.60 | 409.30 |
| 2009 | 120.70 | 154.80 | 186.00 | | 1.80 | 0.00 | | 0.00 | | 18.40 | 19.00 | 8.90 | 509.60 |
| 2010 | 25.30 | | | | | | | | | | | | 25.30 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 9: Registro de precipitaciones anuales (período 1990-2010) – Estación Canchacalla

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|
| 1990 | 1.70 | 0.70 | 3.20 | 7.60 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 14.30 | 21.40 | 53.90 |
| 1991 | 11.90 | 20.70 | 126.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.70 | 12.20 | 0.00 | 182.60 |
| 1992 | 0.00 | | 9.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 11.80 | 0.00 | 4.60 | 26.00 |
| 1993 | 63.70 | 40.40 | 123.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 4.20 | 26.60 | 259.70 |
| 1994 | 91.30 | 70.30 | 49.40 | 21.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.90 | 7.10 | 240.20 |
| 1995 | 26.00 | 8.70 | 44.40 | 0.00 | 5.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 9.40 | 33.90 | 127.90 |
| 1996 | 49.00 | 73.40 | 32.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.30 | 0.00 | 7.80 | 162.90 |
| 1997 | 22.70 | 36.90 | 7.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.40 | 5.30 | 23.00 | 90.30 | 191.70 |
| 1998 | 168.50 | 143.40 | 149.80 | 20.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 68.50 | 550.30 |
| 1999 | 94.90 | 341.20 | 89.50 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 23.60 | 0.00 | 83.80 | 633.00 |
| 2000 | 141.10 | 108.90 | 42.30 | 15.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.20 | 24.60 | 347.60 |
| 2001 | 76.20 | 67.30 | 94.80 | 50.80 | 4.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.20 | 45.80 | 5.80 | 363.70 |
| 2002 | 18.10 | 85.30 | 68.10 | 41.10 | 3.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 | 41.80 | 27.40 | 7.30 | 299.50 |
| 2003 | 20.40 | 25.10 | 98.80 | 4.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 95.20 | 243.90 |
| 2004 | 14.30 | 147.00 | 84.70 | 40.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.40 | 7.40 | 0.00 | 49.70 | 346.50 |
| 2005 | 52.40 | 77.20 | 41.60 | 4.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 85.10 | 260.80 |
| 2006 | 133.70 | 181.80 | 174.50 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 89.70 | 582.30 |
| 2007 | 54.00 | 29.60 | 199.90 | 54.90 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.20 | 0.00 | 15.10 | 357.70 |
| 2008 | 133.30 | | 79.30 | 18.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.30 | 19.30 | 258.90 |
| 2009 | 88.20 | 87.60 | 114.60 | 8.20 | 0.00 | 0.00 | | | | 19.80 | 20.60 | 17.00 | 356.00 |
| 2010 | 15.30 | | | | | | | | | | | | 15.30 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 10: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Carampoma

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1990 | 93.70 | 16.50 | 41.40 | 0.00 | 19.00 | 1.00 | 0.00 | 4.20 | 0.00 | 26.60 | 45.90 | 57.00 | 305.30 |
| 1991 | 40.60 | 64.40 | 95.90 | 25.60 | 9.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 21.00 | 31.00 | 14.00 | 306.22 |
| 1992 | 34.50 | 31.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 39.30 | 0.00 | 35.80 | 142.70 |
| 1993 | 78.70 | 66.30 | 90.30 | 37.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 5.50 | 18.90 | 63.40 | 363.50 |
| 1994 | 91.90 | 122.20 | 77.40 | 41.10 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 9.20 | 0.00 | 28.60 | 64.10 | 437.30 |
| 1995 | 54.90 | 18.20 | 51.60 | 25.50 | 11.80 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 6.40 | 21.40 | 52.30 | 65.00 | 307.20 |
| 1996 | 87.40 | 91.90 | 108.40 | 26.10 | 10.80 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | 9.50 | 21.30 | 19.10 | 54.20 | 430.80 |
| 1997 | 53.30 | 98.40 | 7.30 | 12.10 | 7.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.30 | 35.40 | 35.70 | 114.30 | 379.50 |
| 1998 | 148.70 | 119.00 | 142.80 | 15.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 24.50 | 19.50 | 50.10 | 523.30 |
| 1999 | 64.70 | 170.00 | 79.80 | 43.90 | 13.90 | 1.40 | 0.00 | 0.00 | 5.60 | 45.70 | 23.20 | 57.00 | 505.20 |
| 2000 | 112.30 | 154.20 | 125.30 | 41.00 | 13.30 | 0.00 | 3.70 | 2.10 | 10.70 | 45.30 | 16.50 | 114.40 | 638.80 |
| 2001 | 157.60 | 143.70 | 210.60 | 62.30 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.10 | 19.70 | 75.30 | 17.50 | 705.00 |
| 2002 | 44.40 | 107.90 | 113.90 | 54.50 | 2.10 | 1.30 | 0.20 | 0.00 | 8.80 | 47.00 | 66.50 | 23.80 | 470.40 |
| 2003 | 76.50 | 69.40 | 103.00 | 29.20 | 3.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.70 | 4.80 | 89.10 | 386.40 |
| 2004 | 20.20 | 88.40 | 55.90 | 55.80 | 1.70 | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 12.30 | 23.80 | 31.40 | 96.10 | 386.90 |
| 2005 | 95.70 | 40.80 | 96.00 | 14.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.00 | 7.10 | 72.40 | 336.80 |
| 2006 | 123.50 | 117.40 | 142.40 | | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 10.70 | 16.70 | 18.00 | 114.20 | 583.18 |
| 2007 | 125.90 | 92.30 | 145.30 | 78.90 | 7.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.70 | 22.90 | 50.90 | 539.30 |
| 2008 | 130.30 | 143.70 | 65.40 | 9.20 | 0.00 | 1.30 | 0.00 | 1.00 | 0.70 | 13.20 | 23.60 | 76.20 | 464.60 |
| 2009 | 129.50 | 154.30 | 145.60 | 52.40 | 6.10 | 0.00 | | 0.00 | | 63.00 | 73.50 | 50.30 | 685.09 |
| 2010 | 56.60 | 54.20 | | | | | | | | | | | 270.19 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 11: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Lachaqui

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1990 | 16.80 | 11.20 | 29.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 81.40 | 135.10 | | 273.60 |
| 1991 | | | | | | | | | | | | 10.50 | 10.50 |
| 1992 | 15.70 | 56.20 | 129.10 | 11.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 54.00 | 4.70 | 32.20 | 303.40 |
| 1993 | 99.00 | | 140.50 | 81.10 | 22.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.80 | 14.10 | 68.70 | 60.40 | 489.80 |
| 1994 | 92.80 | 204.00 | 204.40 | 58.00 | 26.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 13.10 | 3.10 | 41.10 | 48.50 | 691.40 |
| 1995 | | 43.60 | 108.90 | 34.60 | 7.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.30 | 24.50 | 74.20 | 75.70 | 372.30 |
| 1996 | 115.10 | 184.90 | 137.10 | 64.80 | 6.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 6.60 | 3.50 | 50.10 | 570.90 |
| 1997 | 86.30 | 188.50 | 33.20 | 14.40 | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.20 | 9.00 | 55.50 | 152.40 | 560.00 |
| 1998 | 237.30 | 226.40 | 325.00 | 50.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.00 | 7.20 | 8.80 | 54.00 | 911.50 |
| 1999 | 110.90 | 298.60 | 153.60 | 133.50 | 22.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.60 | 42.60 | 24.80 | 70.00 | 871.90 |
| 2000 | 144.10 | 219.20 | 166.10 | 77.00 | 28.40 | 0.00 | 0.00 | 4.30 | 7.10 | 36.50 | 13.00 | 147.60 | 843.30 |
| 2001 | 167.00 | 129.40 | 225.50 | 65.60 | 10.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 19.30 | 17.20 | 60.10 | 2.90 | 697.70 |
| 2002 | 23.80 | 110.90 | 145.10 | 125.50 | 9.70 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | 16.70 | | 56.70 | 30.00 | 519.00 |
| 2003 | 104.40 | 79.70 | 178.80 | 38.50 | 2.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 29.70 | 8.60 | 162.40 | 604.50 |
| 2004 | 35.20 | 96.60 | 81.90 | 64.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 8.10 | 20.20 | 58.30 | 65.90 | 430.80 |
| 2005 | 85.50 | 50.20 | 112.60 | 37.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.60 | 2.80 | 77.60 | 368.60 |
| 2006 | 101.90 | 144.40 | 205.50 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 4.20 | 8.00 | 21.40 | 81.90 | 567.30 |
| 2007 | 129.40 | 73.90 | 186.10 | 48.50 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 12.00 | 18.00 | 29.70 | 497.60 |
| 2008 | 116.30 | 157.20 | 146.50 | 38.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 0.50 | 13.10 | 23.30 | 45.90 | 543.30 |
| 2009 | 171.60 | 202.30 | 177.90 | 70.60 | 1.00 | 0.00 | | 2.10 | | 56.60 | 73.80 | 70.10 | 826.00 |
| 2010 | 63.40 | 57.00 | | | | | | | | | | | 120.40 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 12: Registro de precipitaciones anuales (período 1990-2010) – Estación Santiago de Tuna

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|
| 1990 | 15.80 | 5.90 | 42.10 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | 10.00 | 142.90 | 219.30 |
| 1991 | 64.90 | 7.20 | 169.70 | 4.80 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 3.10 | 32.30 | 0.60 | 283.10 |
| 1992 | 6.40 | | 7.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.80 | 0.00 | | 0.00 | | 15.00 |
| 1993 | 13.10 | 219.30 | 111.30 | 19.60 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 41.90 | 407.20 |
| 1994 | 84.00 | 88.00 | 62.40 | 6.10 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.70 | | 252.40 |
| 1995 | 41.60 | 32.50 | 63.20 | 10.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 40.10 | 23.00 | 212.70 |
| 1996 | 70.90 | 92.50 | 63.10 | 23.50 | 7.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 8.50 | 268.50 |
| 1997 | 40.80 | 41.40 | 21.30 | 10.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 9.20 | 10.60 | 21.20 | 62.10 | 218.20 |
| 1998 | 68.40 | 135.70 | 135.40 | 8.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 106.30 | 456.30 |
| 1999 | 46.80 | 113.50 | 50.00 | 33.00 | 6.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 13.20 | 10.00 | 27.00 | 300.30 |
| 2000 | 74.50 | 132.00 | 83.90 | 20.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 5.70 | 6.20 | 29.70 | 354.00 |
| 2001 | 80.70 | 86.60 | 102.50 | 46.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 26.20 | 1.30 | 344.10 |
| 2002 | 13.50 | 124.80 | 68.30 | 47.00 | 6.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 25.30 | 15.70 | 301.40 |
| 2003 | 24.30 | 31.30 | 54.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 80.80 | 197.40 |
| 2004 | 9.50 | 91.10 | 31.30 | 29.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 0.40 | 2.00 | 31.40 | 196.80 |
| 2005 | 29.00 | 54.00 | | 4.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | 0.00 | 42.30 | 129.60 |
| 2006 | 65.70 | 96.60 | 77.30 | 60.60 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | | | 0.80 | 0.00 | 38.60 | 340.20 |
| 2007 | 22.40 | 53.30 | 107.80 | 52.20 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | | 18.40 | 255.30 |
| 2008 | | 142.90 | 158.70 | 68.60 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | 370.20 |
| 2009 | 106.20 | 134.40 | 145.90 | 44.10 | 0.40 | 0.00 | | 0.00 | | 9.90 | 10.40 | 11.90 | 463.20 |
| 2010 | 15.80 | 27.10 | | | | | | | | | | | 42.90 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 13: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación Santa Eulalia

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| 1990 | 4.50 | 0.00 | 10.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 3.50 | 19.10 |
| 1991 | 0.00 | 1.80 | 9.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.80 |
| 1992 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 |
| 1993 | 0.50 | 2.00 | 3.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 5.60 |
| 1994 | 19.00 | 7.40 | 0.00 | 0.00 | 3.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 1.60 | 32.20 |
| 1995 | 7.50 | 0.00 | 2.50 | 1.10 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.70 | 2.10 | 0.00 | 14.60 |
| 1996 | 5.90 | 11.70 | 13.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 31.80 |
| 1997 | 3.00 | 4.30 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.90 | 13.40 | 22.80 |
| 1998 | 18.70 | 16.90 | 18.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 5.40 | 59.30 |
| 1999 | 8.80 | 57.00 | 2.30 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 1.30 | 70.20 |
| 2000 | 19.10 | 11.90 | 4.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 35.30 |
| 2001 | 12.70 | 12.10 | 12.00 | 1.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.10 | 1.20 | 0.00 | 39.40 |
| 2002 | 1.20 | 33.30 | 3.50 | 0.10 | 0.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | | 0.20 | | 38.80 |
| 2003 | | | | | | | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 14.40 | 14.40 |
| 2004 | 0.00 | 5.60 | 6.70 | 2.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 3.30 | 18.20 |
| 2005 | 1.80 | 3.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.70 | 6.50 |
| 2006 | 10.90 | 16.80 | 8.70 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.20 | 1.40 | 6.20 | 44.20 |
| 2007 | 5.30 | 3.60 | 5.40 | 4.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 1.00 | 20.00 |
| 2008 | 12.70 | 15.00 | 17.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 0.80 | 48.70 |
| 2009 | 17.90 | 29.50 | 10.90 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | | 3.00 | 1.00 | 2.10 | 65.20 |
| 2010 | 6.30 | 1.20 | | | | | | | | | | | 7.50 |

FUENTE: ANA, 2014

**ANEXO 14: Registro de precipitaciones anuales (periodo1990-2010) – Estación
Chosica**

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|--------------|
| 1990 | 4.60 | 0.00 | 4.70 | 0.00 | 0.90 | 0.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 1.00 | 3.20 | 14.80 |
| 1991 | 0.30 | 2.90 | 7.80 | 1.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.50 | 14.00 |
| 1992 | 0.30 | 2.90 | 1.50 | 0.30 | 0.80 | | 0.00 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 7.60 |
| 1993 | 0.00 | 1.30 | 5.50 | 2.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.00 | 1.80 | 3.00 | 14.60 |
| 1994 | 22.70 | 9.70 | 5.00 | 2.50 | 0.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.00 | 0.00 | 0.40 | 2.30 | 44.00 |
| 1995 | 9.50 | 0.50 | 2.50 | 2.00 | 2.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.50 | 0.30 | 2.10 | 0.00 | 19.60 |
| 1996 | 6.00 | 8.00 | 18.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.40 | 32.80 |
| 1997 | 0.90 | | | | | | | | | | | | 0.90 |
| 1998 | | 12.90 | 5.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 18.30 |
| 1999 | 7.50 | 32.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 39.60 |
| 2000 | 20.70 | 8.10 | 4.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 33.00 |
| 2001 | 6.20 | 7.20 | 10.70 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 25.70 |
| 2002 | 1.60 | 30.70 | 1.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 0.00 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 35.00 |
| 2003 | 1.50 | 10.30 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6.80 | 21.50 |
| 2004 | 0.80 | 0.60 | 1.50 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | 5.50 |
| 2005 | 2.30 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 5.90 |
| 2006 | 9.40 | 9.00 | 6.90 | | | | | | | | | | 25.30 |
| 2007 | 2.20 | 3.00 | 2.80 | 7.70 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.70 |
| 2008 | 7.30 | | 1.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 0.00 | 8.80 |
| 2009 | 8.20 | 24.30 | 17.80 | 1.60 | | | | 0.00 | | | 0.00 | 0.00 | 51.90 |
| 2010 | 0.00 | 0.30 | 0.80 | | | | | | | | | | 1.10 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 15: Caudal Medio Mensual Naturalizado (m3/s) – Estación Sheque

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 1965 | 4.12 | 14.74 | 13.02 | 5.49 | 4.64 | 3.13 | 3.13 | 2.27 | 2.34 | 2.96 | 3.54 | 5.46 |
| 1966 | 14.71 | 11.39 | 12.65 | 8.32 | 3.72 | 4.79 | 3.02 | 2.7 | 2.77 | 4.78 | 5.07 | 6.38 |
| 1967 | 5.4 | 28.24 | 25.6 | 8.27 | 5.2 | 2.52 | 3.87 | 4.43 | 4.62 | 6.72 | 5.67 | 4.67 |
| 1968 | 5.64 | 3.98 | 8.05 | 5.99 | 2.78 | 2.28 | 1.46 | 1.68 | 1.53 | 1.78 | 3.25 | 3.29 |
| 1969 | 2.79 | 8.32 | 10.56 | 10.92 | 4.72 | 2.04 | 2.11 | 2.52 | 2.46 | 2.79 | 4.41 | 15.2 |
| 1970 | 22.14 | 10.99 | 10.76 | 10.31 | 7.66 | 4.13 | 3.48 | 2.97 | 4.33 | 5.45 | 4.17 | 9.92 |
| 1971 | 13.45 | 17.7 | 24.87 | 13.9 | 6.86 | 4.14 | 3.08 | 3.44 | 3.28 | 2.82 | 2.66 | 6.62 |
| 1972 | 17.75 | 14.8 | 30.27 | 18.07 | 7.29 | 5.07 | 3.89 | 2.78 | 2.71 | 3.42 | 2.67 | 8.78 |
| 1973 | 19.39 | 26.5 | 24.82 | 19.87 | 7.82 | 4.82 | 3.97 | 2.5 | 4.02 | 4.85 | 6.12 | 12.43 |
| 1974 | 14.49 | 16.19 | 19.59 | 9.29 | 3.68 | 4.74 | 3.62 | 3.45 | 3.15 | 4.29 | 3.19 | 4.57 |
| 1975 | 8.3 | 8.69 | 23.38 | 9.91 | 6.66 | 4.54 | 3.27 | 3.11 | 4.88 | 2.94 | 4.01 | 4.18 |
| 1976 | 10.03 | 17.31 | 15.34 | 8.78 | 4.14 | 3.99 | 3.15 | 3.03 | 2.85 | 2.41 | 2.24 | 6.42 |
| 1977 | 5.99 | 22.19 | 13.34 | 7.98 | 6.26 | 2.95 | 2.71 | 2.68 | 2.68 | 3.78 | 7.25 | 6.91 |
| 1978 | 7.68 | 17.22 | 9.6 | 6.08 | 4.37 | 3.09 | 2.09 | 2.38 | 1.97 | 3.77 | 2.92 | 5.98 |
| 1979 | 4.56 | 16.72 | 21.66 | 10.57 | 4.86 | 2.77 | 2.8 | 2.63 | 4.75 | 2.25 | 2.01 | 0.92 |
| 1980 | 8.28 | 6.96 | 12.73 | 8.83 | 4.09 | 3.3 | 2.2 | 1.26 | 3.49 | 2.83 | 6.37 | 7.28 |
| 1981 | 9.88 | 27.12 | 21.39 | 9.23 | 4.99 | 4.29 | 3.81 | 2.3 | 2.42 | 4.67 | 6.11 | 9.18 |
| 1982 | 8.35 | 28.38 | 11.46 | 5.99 | 5.62 | 2.82 | 2.86 | 5.12 | 2.33 | 4.26 | 6.88 | 5.62 |
| 1983 | 8.72 | 5.04 | 12.89 | 13.18 | 4.62 | 4.55 | 2.28 | 2.07 | 2.48 | 2.34 | 2.16 | 6.49 |
| 1984 | 9.23 | 31.91 | 24.33 | 14.81 | 7.75 | 5.16 | 3.12 | 2.79 | 3.39 | 5.15 | 4.94 | 12.62 |
| 1985 | 7.51 | 12.98 | 17.58 | 13.92 | 6.83 | 5.09 | 4.27 | 2.63 | 2.92 | 2 | 3.3 | 8.15 |
| 1986 | 16.9 | 18.46 | 24.25 | 18.38 | 9.05 | 5.96 | 4.07 | 2.91 | 3.08 | 3.17 | 3.4 | 6.19 |
| 1987 | 17.44 | 17.54 | 10.68 | 5.5 | 3.55 | 2.12 | 2.61 | 2.06 | 1.6 | 2.72 | 3.57 | 8.38 |
| 1988 | 14.2 | 20.04 | 11.64 | 14.14 | 6.61 | 4.49 | 2.94 | 1.79 | 1.71 | 2.66 | 1.7 | 3.08 |
| 1989 | 15.16 | 23.33 | 21.29 | 14.53 | 6.87 | 3.31 | 3.3 | 1.71 | 2.26 | 3.89 | 4.81 | 6.82 |
| 1990 | 9.64 | 5.43 | 5.91 | 4.11 | 1.78 | 4.36 | 1.54 | 1.71 | 2.22 | 3.16 | 9.86 | 8.53 |
| 1991 | 7.61 | 9.33 | 18.27 | 8.27 | 6.9 | 3.95 | 3.46 | 1.88 | 2.15 | 3.3 | 3.57 | 3.03 |
| 1992 | 5.68 | 2.94 | 8.1 | 5.87 | 3.27 | 1.71 | 1.72 | 1.72 | 1.07 | 3.11 | 1.87 | 1.98 |
| 1993 | 7.78 | 15.04 | 17.82 | 12.19 | 7.07 | 2.91 | 2.64 | 2.19 | 2.6 | 4.12 | 10.21 | 15.28 |
| 1994 | 17.92 | 19.7 | 18.79 | 19.04 | 10.14 | 6.65 | 4 | 3 | 3.58 | 2.86 | 4.86 | 6.15 |
| 1995 | 9.67 | 8.09 | 12.89 | 12.4 | 4.87 | 3.17 | 2.75 | 2.6 | 2.46 | 2.55 | 5.04 | 7.64 |
| 1996 | 13.64 | 20.82 | 18.04 | 13.05 | 6.1 | 3.62 | 2.69 | 3.07 | 2.65 | 2.67 | 3.84 | 3.94 |
| 1997 | 8.22 | 16.25 | 9.94 | 4.5 | 4.57 | 4.12 | 4.14 | 3.7 | 3.79 | 2.76 | 5.27 | 9.87 |
| 1998 | 18.19 | 18.81 | 16.99 | 9.6 | 4.98 | 3.01 | 3 | 2.25 | 2.3 | 3.03 | 3.55 | 3.13 |
| 1999 | 5.74 | 17.98 | 16.85 | 13.32 | 8.82 | 4.37 | 2.83 | 3.18 | 3.26 | 3.56 | 2.83 | 9.91 |
| 2000 | 16.28 | 21.87 | 19.46 | 9.68 | 8.82 | 4.67 | 4.48 | 3 | 3.26 | 5.96 | 4.9 | 9.75 |
| 2001 | 22.89 | 18.92 | 20.52 | 13.48 | 9.09 | 5.15 | 4.24 | 3.93 | 4.58 | 2.95 | 5.61 | 4.81 |
| 2002 | 4.67 | 12.1 | 18.56 | 11.83 | 5.5 | 2.88 | 3.18 | 3.31 | 3.19 | 3.05 | 6.23 | 8.87 |
| 2003 | 14.91 | 16.4 | 18.83 | 12.52 | 5.61 | 3.19 | 2.53 | 1.33 | 1.91 | 3.71 | 1.48 | 6.41 |
| 2004 | 3.08 | 12.83 | 10.89 | 9.34 | 4.15 | 1.97 | 3.4 | 1.41 | 1.24 | 2.59 | 7.03 | 11.41 |

...continuación

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 2005 | 14.22 | 13.4 | 17.14 | 13.75 | 4.57 | 2.59 | 1.93 | 1.17 | 0.89 | 1.31 | 1.41 | 4.12 |
| 2006 | 10.34 | 15.07 | 19.94 | 16.43 | 5.85 | 3.6 | 2.99 | 2.95 | 2.23 | 2.82 | 4.13 | 8.63 |
| 2007 | 16.76 | 17.35 | 20.44 | 15.26 | 7.06 | 4.31 | 3.2 | 3.17 | 3.82 | 3.93 | 3.63 | 3.6 |
| 2008 | 15.91 | 20.29 | 15.86 | 9.46 | 4.4 | 2.24 | 2.66 | 2.27 | 1.04 | 1.25 | 2.27 | 4.15 |
| 2009 | 12.79 | 24.38 | 20.33 | 12.07 | 5.98 | 3.43 | 3.36 | 2.55 | 2.52 | 4.64 | 10.69 | 16.46 |

FUENTE: ANA, 2014

ANEXO 16: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Feb99-Mar01) – Estación Milloc

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|
| 1990 | 130.60 | 29.20 | 58.90 | 48.70 | 33.50 | 54.10 | 3.20 | 14.60 | 23.40 | 108.20 | 186.80 | 104.70 | 795.90 |
| 1991 | 71.90 | 88.00 | 103.30 | 46.90 | 30.00 | 9.40 | 10.20 | 0.00 | 48.60 | 85.10 | 42.70 | 77.00 | 613.10 |
| 1992 | | | 133.90 | 34.70 | 12.40 | 9.60 | 10.60 | 33.30 | 19.00 | 116.60 | 39.60 | 54.60 | 464.30 |
| 1993 | 197.60 | 126.50 | 126.40 | 82.00 | 11.30 | 0.00 | 6.60 | 11.30 | 39.40 | 83.10 | 124.40 | 217.90 | 1,026.50 |
| 1994 | 311.60 | | | | 55.30 | 29.00 | 12.90 | 34.60 | 74.90 | 101.70 | 151.20 | 294.90 | 1066.10 |
| 1995 | 208.60 | 166.30 | 262.10 | 127.70 | 50.80 | 6.20 | 4.70 | 15.00 | 43.60 | 70.90 | 75.90 | 137.30 | 1,169.10 |
| 1996 | 132.10 | 152.40 | 115.80 | 57.20 | 31.50 | 4.80 | 0.00 | 10.20 | 39.60 | 48.10 | 47.50 | 92.50 | 731.70 |
| 1997 | 137.10 | 192.50 | 57.20 | 38.70 | 21.20 | 0.00 | 5.60 | 47.80 | 54.20 | 47.40 | 79.70 | 180.70 | 862.10 |
| 1998 | 174.00 | 130.80 | 136.30 | 47.50 | 0.00 | 2.30 | 0.00 | 17.50 | 47.60 | 86.00 | 60.30 | 42.00 | 744.30 |
| 1999 | 131.50 | 115.60 | 55.39 | 41.99 | 31.33 | 13.33 | 15.57 | 20.10 | 28.40 | 48.76 | | | 501.97 |
| 2000 | 119.52 | 98.82 | 88.58 | 29.88 | 31.98 | 11.65 | 17.44 | 32.40 | 17.86 | 30.91 | 31.98 | 138.67 | 649.68 |
| 2001 | 140.80 | 89.26 | 155.80 | 57.90 | 17.10 | 3.20 | 19.40 | 2.00 | 107.80 | 32.50 | 119.50 | 88.30 | 833.56 |
| 2002 | 82.60 | 151.80 | 169.20 | 86.80 | 31.30 | 11.50 | 24.90 | 21.80 | | | 127.90 | 122.20 | 830.00 |
| 2003 | 132.20 | 138.20 | 168.00 | 63.30 | 5.40 | 0.00 | 13.80 | 2.00 | 4.60 | 61.70 | 28.90 | 142.40 | 760.50 |
| 2004 | 10.40 | 132.50 | 89.00 | 49.40 | 16.10 | 18.50 | 8.90 | 10.10 | 53.20 | 100.30 | 103.00 | 177.90 | 769.30 |
| 2005 | 100.60 | 57.10 | 102.10 | 21.60 | 6.10 | 0.00 | 0.00 | 3.00 | 18.10 | 19.60 | 46.60 | 147.40 | 522.20 |
| 2006 | 165.30 | 120.80 | 173.00 | | 8.90 | 0.00 | 0.00 | 12.30 | 26.90 | 75.60 | 101.50 | 144.10 | 828.40 |
| 2007 | 128.00 | 114.10 | 217.20 | 94.10 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 37.60 | 78.10 | 59.10 | 77.30 | 805.50 |
| 2008 | 192.60 | 205.30 | 113.10 | 62.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 15.50 | 11.50 | 56.60 | 48.10 | 100.50 | 805.60 |
| 2009 | 164.20 | 195.60 | 157.70 | 118.00 | 0.00 | 0.00 | | 20.40 | | 120.50 | 207.20 | 156.70 | 1,140.30 |
| 2010 | 154.40 | 165.00 | | | | | | | | | | | 319.40 |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 17: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Feb99-Mar01) – Estación Pariacancha

| AÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 1990 | 130.60 | 43.50 | 51.30 | 28.60 | 14.50 | 15.90 | 0.00 | 3.00 | 5.60 | 132.30 | 110.20 | 61.00 | 596.50 |
| 1991 | 47.90 | 76.90 | 134.90 | 36.40 | 25.80 | 0.00 | 4.00 | 0.00 | 19.50 | 82.00 | 30.30 | 47.90 | 505.60 |
| 1992 | 39.40 | 47.00 | 121.10 | 46.40 | 5.50 | 0.00 | 6.50 | 0.00 | 7.00 | 62.40 | 19.40 | 47.90 | 402.60 |
| 1993 | 137.60 | 115.70 | 173.20 | 94.30 | 19.30 | 0.00 | 1.40 | 2.50 | 24.90 | 57.40 | 99.80 | 148.30 | 874.40 |
| 1994 | 151.60 | 141.80 | 163.00 | | 33.30 | 4.50 | 2.00 | 0.00 | 29.40 | 19.90 | 50.40 | 59.50 | 655.40 |
| 1995 | 103.60 | 70.60 | 129.30 | 59.80 | 17.30 | 4.20 | 1.00 | 12.20 | 26.00 | 48.30 | 39.80 | 115.80 | 627.90 |
| 1996 | 105.90 | 146.70 | 129.30 | 58.30 | 20.90 | 0.00 | 0.00 | 3.60 | 21.90 | 37.30 | 36.30 | 75.00 | 635.20 |
| 1997 | 117.20 | 165.60 | 32.80 | 20.90 | | 2.20 | 2.70 | 12.60 | 39.80 | 35.90 | 71.50 | 110.00 | 611.20 |
| 1998 | 175.70 | 113.10 | 152.70 | 37.30 | 0.70 | 5.00 | 0.00 | 4.90 | 24.10 | 65.70 | 30.10 | 46.40 | 655.70 |
| 1999 | 113.40 | 143.78 | 81.01 | 35.74 | 20.55 | 8.40 | 3.61 | 6.04 | 23.10 | 42.09 | 36.49 | 77.34 | 591.55 |
| 2000 | 115.89 | 119.68 | 102.56 | 24.53 | 20.36 | 2.74 | 4.17 | 11.70 | 26.21 | 52.31 | 47.82 | 109.60 | 637.57 |
| 2001 | 99.88 | 69.68 | 115.14 | 36.40 | 6.40 | 0.00 | 7.40 | 0.00 | 56.10 | 38.00 | 92.10 | 43.60 | 564.70 |
| 2002 | 82.90 | 95.20 | 140.90 | 73.10 | 8.80 | 7.10 | 2.90 | 1.10 | 23.50 | | 82.50 | 88.20 | 606.20 |
| 2003 | 73.70 | 134.00 | 157.50 | 49.20 | 5.80 | 1.00 | 0.00 | 3.30 | 9.80 | 34.10 | 24.60 | 103.30 | 596.30 |
| 2004 | 22.90 | 110.00 | 76.70 | 53.30 | 8.60 | 6.50 | 1.70 | 3.20 | 30.70 | 73.50 | 68.80 | 127.30 | 583.20 |
| 2005 | 107.60 | 59.80 | 109.40 | 48.50 | 0.70 | 0.00 | 0.00 | 6.20 | 2.10 | 20.60 | 28.40 | 83.90 | 467.20 |
| 2006 | 108.90 | 102.70 | 188.60 | | 0.00 | 4.10 | 0.00 | 4.00 | | 42.30 | 73.20 | | 523.80 |
| 2007 | 126.60 | 97.70 | 172.30 | 73.30 | | 0.00 | 0.00 | 2.80 | 10.00 | 62.50 | 36.30 | 70.00 | 651.50 |
| 2008 | 138.10 | 148.00 | 115.10 | 36.80 | 0.30 | 0.90 | 2.30 | 8.20 | 10.30 | 76.40 | 42.60 | 123.00 | 702.00 |
| 2009 | 146.30 | 174.90 | 151.20 | 74.70 | 18.90 | 0.30 | | 8.20 | | 79.20 | 132.50 | 108.40 | 894.60 |
| 2010 | 144.70 | 95.00 | | | | | | | | | | | 239.70 |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 18: Corrección de precipitaciones anuales de los periodos dudosos (Dic90-Mar93) – Estación Santiago de Tuna

| ÑO | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGOS | SEPT | OCT | NOV | DIC | TOTAL |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| 1990 | 15.80 | 5.90 | 42.10 | 0.50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.10 | 10.00 | 88.08 | 164.48 |
| 1991 | 46.60 | 15.91 | 102.34 | 14.63 | 12.34 | 12.08 | 12.08 | 12.08 | 12.08 | 13.73 | 29.26 | 12.40 | 295.52 |
| 1992 | 15.48 | | 16.23 | 12.08 | 12.08 | 12.08 | 12.08 | 12.50 | 12.08 | | 12.08 | | 116.69 |
| 1993 | 19.05 | 128.72 | 71.28 | 19.60 | 1.70 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.30 | 41.90 | 282.54 |
| 1994 | 84.00 | 88.00 | 62.40 | 6.10 | 1.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 10.70 | | 252.40 |
| 1995 | 41.60 | 32.50 | 63.20 | 10.40 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 40.10 | 23.00 | 212.70 |
| 1996 | 70.90 | 92.50 | 63.10 | 23.50 | 7.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.40 | 8.50 | 268.50 |
| 1997 | 40.80 | 41.40 | 21.30 | 10.10 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 9.20 | 10.60 | 21.20 | 62.10 | 218.20 |
| 1998 | 68.40 | 135.70 | 135.40 | 8.20 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.50 | 106.30 | 456.30 |
| 1999 | 46.80 | 113.50 | 50.00 | 33.00 | 6.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 13.20 | 10.00 | 27.00 | 300.30 |
| 2000 | 74.50 | 132.00 | 83.90 | 20.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 | 5.70 | 6.20 | 29.70 | 354.00 |
| 2001 | 80.70 | 86.60 | 102.50 | 46.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.60 | 26.20 | 1.30 | 344.10 |
| 2002 | 13.50 | 124.80 | 68.30 | 47.00 | 6.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | 25.30 | 15.70 | 301.40 |
| 2003 | 24.30 | 31.30 | 54.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2.90 | 0.00 | 0.00 | 2.20 | 1.00 | 80.80 | 197.40 |
| 2004 | 9.50 | 91.10 | 31.30 | 29.20 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.90 | 0.40 | 2.00 | 31.40 | 196.80 |
| 2005 | 29.00 | 54.00 | | 4.30 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | | | 0.00 | 42.30 | 129.60 |
| 2006 | 65.70 | 96.60 | 77.30 | 60.60 | 0.60 | 0.00 | 0.00 | | | 0.80 | 0.00 | 38.60 | 340.20 |
| 2007 | 22.40 | 53.30 | 107.80 | 52.20 | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.20 | | 18.40 | 255.30 |
| 2008 | | 142.90 | 158.70 | 68.60 | 0.00 | 0.00 | | | | | | | 370.20 |
| 2009 | 106.20 | 134.40 | 145.90 | 44.10 | 0.40 | 0.00 | | 0.00 | | 9.90 | 10.40 | 11.90 | 463.20 |
| 2010 | 15.80 | 27.10 | | | | | | | | | | | 42.90 |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 19: Factor de evaporación de evapotranspiración de referencia - MF (mm/mes)

| LATITUD SUR | ENE | FEB | MAR | ABRIL | MAYO | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2.778 | 2.177 | 2.354 | 2.197 | 2.137 | 1.99 | 2.091 | 2.216 | 2.256 | 2.358 | 2.254 | 2.265 |
| 2 | 2.317 | 2.136 | 2.357 | 2.182 | 2.108 | 1.956 | 2.05 | 2.194 | 2.251 | 2.372 | 2.263 | 2.301 |
| 3 | 2.353 | 2.154 | 2.36 | 2.167 | 2.079 | 1.922 | 2.026 | 2.172 | 2.246 | 2.386 | 2.29 | 2.337 |
| 4 | 2.385 | 2.172 | 2.362 | 2.151 | 2.05 | 1.888 | 1.993 | 2.13 | 2.24 | 2.398 | 2.318 | 2.372 |
| 5 | 2.416 | 2.189 | 2.363 | 2.134 | 2.02 | 1.854 | 1.969 | 2.126 | 2.234 | 2.411 | 2.345 | 2.407 |
| 6 | 2.447 | 2.205 | 2.363 | 2.117 | 1.98 | 1.82 | 1.976 | 2.103 | 2.226 | 2.422 | 2.317 | 2.442 |
| 7 | 2.478 | 2.221 | 2.363 | 2.099 | 1.959 | 1.785 | 1.893 | 2.078 | 2.218 | 2.433 | 2.397 | 2.476 |
| 8 | 2.508 | 2.237 | 2.362 | 2.081 | 1.927 | 1.75 | 1.858 | 2.054 | 2.21 | 2.433 | 2.423 | 2.51 |
| 9 | 2.358 | 2.251 | 2.36 | 2.062 | 1.896 | 1.715 | 1.824 | 2.028 | 2.201 | 2.433 | 2.448 | 2.544 |
| 10 | 2.567 | 2.266 | 2.357 | 2.043 | 1.864 | 1.679 | 1.789 | 2.003 | 2.191 | 2.462 | 2.473 | 2.577 |
| 11 | 2.596 | 2.279 | 2.354 | 2.023 | 1.832 | 1.644 | 1.754 | 1.976 | 2.18 | 2.47 | 2.497 | 2.61 |
| 12 | 2.625 | 2.292 | 2.35 | 2.002 | 1.799 | 1.608 | 1.719 | 1.95 | 2.169 | 2.477 | 2.52 | 2.643 |
| 13 | 2.652 | 2.305 | 2.345 | 1.981 | 1.767 | 1.572 | 1.684 | 1.922 | 2.157 | 2.484 | 2.543 | 2.675 |
| 14 | 2.68 | 2.317 | 2.34 | 1.959 | 1.733 | 1.536 | 1.648 | 1.895 | 2.144 | 2.49 | 2.566 | 2.706 |
| 15 | 2.707 | 2.328 | 2.334 | 1.937 | 1.7 | 1.5 | 1.612 | 1.867 | 2.131 | 2.496 | 2.588 | 2.738 |
| 16 | 2.734 | 2.339 | 2.317 | 1.914 | 1.666 | 1.464 | 1.579 | 1.838 | 2.117 | 2.5 | 2.61 | 2.769 |
| 17 | 2.76 | 2.348 | 2.319 | 1.891 | 1.632 | 1.427 | 1.54 | 1.809 | 2.103 | 2.504 | 2.631 | 2.799 |
| 18 | 2.785 | 2.359 | 2.311 | 1.867 | 1.598 | 1.391 | 1.504 | 1.78 | 2.088 | 2.508 | 2.651 | 2.83 |
| 19 | 2.811 | 2.368 | 2.302 | 1.843 | 1.564 | 1.354 | 1.467 | 1.75 | 2.072 | 2.51 | 2.671 | 2.859 |

ANEXO 20: Caudales generados para la subcuenca baja (m³/s)

| AÑO | ENE | FEB | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOST | SEPT | OCT | NOV | DIC |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1965 | 0.163 | 0.583 | 0.515 | 0.217 | 0.183 | 0.124 | 0.124 | 0.090 | 0.093 | 0.117 | 0.140 | 0.216 |
| 1966 | 0.582 | 0.450 | 0.500 | 0.329 | 0.147 | 0.189 | 0.119 | 0.107 | 0.110 | 0.189 | 0.200 | 0.252 |
| 1967 | 0.213 | 1.116 | 1.012 | 0.327 | 0.206 | 0.100 | 0.153 | 0.175 | 0.183 | 0.266 | 0.224 | 0.185 |
| 1968 | 0.223 | 0.157 | 0.318 | 0.237 | 0.110 | 0.090 | 0.058 | 0.066 | 0.060 | 0.070 | 0.128 | 0.130 |
| 1969 | 0.110 | 0.329 | 0.417 | 0.432 | 0.187 | 0.081 | 0.083 | 0.100 | 0.097 | 0.110 | 0.174 | 0.601 |
| 1970 | 0.875 | 0.434 | 0.425 | 0.408 | 0.303 | 0.163 | 0.138 | 0.117 | 0.171 | 0.215 | 0.165 | 0.392 |
| 1971 | 0.532 | 0.700 | 0.983 | 0.549 | 0.271 | 0.164 | 0.122 | 0.136 | 0.130 | 0.111 | 0.105 | 0.262 |
| 1972 | 0.702 | 0.585 | 1.197 | 0.714 | 0.288 | 0.200 | 0.154 | 0.110 | 0.107 | 0.135 | 0.106 | 0.347 |
| 1973 | 0.767 | 1.048 | 0.981 | 0.786 | 0.309 | 0.191 | 0.157 | 0.099 | 0.159 | 0.192 | 0.242 | 0.491 |
| 1974 | 0.573 | 0.640 | 0.774 | 0.367 | 0.145 | 0.187 | 0.143 | 0.136 | 0.125 | 0.170 | 0.126 | 0.181 |
| 1975 | 0.328 | 0.344 | 0.924 | 0.392 | 0.263 | 0.179 | 0.129 | 0.123 | 0.193 | 0.116 | 0.159 | 0.165 |
| 1976 | 0.397 | 0.684 | 0.606 | 0.347 | 0.164 | 0.158 | 0.125 | 0.120 | 0.113 | 0.095 | 0.089 | 0.254 |
| 1977 | 0.237 | 0.877 | 0.527 | 0.315 | 0.247 | 0.117 | 0.107 | 0.106 | 0.106 | 0.149 | 0.287 | 0.273 |
| 1978 | 0.304 | 0.681 | 0.380 | 0.240 | 0.173 | 0.122 | 0.083 | 0.094 | 0.078 | 0.149 | 0.115 | 0.236 |
| 1979 | 0.180 | 0.661 | 0.856 | 0.418 | 0.192 | 0.110 | 0.111 | 0.104 | 0.188 | 0.089 | 0.079 | 0.036 |
| 1980 | 0.327 | 0.275 | 0.503 | 0.349 | 0.162 | 0.130 | 0.087 | 0.050 | 0.138 | 0.112 | 0.252 | 0.288 |
| 1981 | 0.391 | 1.072 | 0.846 | 0.365 | 0.197 | 0.170 | 0.151 | 0.091 | 0.096 | 0.185 | 0.242 | 0.363 |
| 1982 | 0.330 | 1.122 | 0.453 | 0.237 | 0.222 | 0.111 | 0.113 | 0.202 | 0.092 | 0.168 | 0.272 | 0.222 |
| 1983 | 0.345 | 0.199 | 0.510 | 0.521 | 0.183 | 0.180 | 0.090 | 0.082 | 0.098 | 0.093 | 0.085 | 0.257 |
| 1984 | 0.365 | 1.261 | 0.962 | 0.585 | 0.306 | 0.204 | 0.123 | 0.110 | 0.134 | 0.204 | 0.195 | 0.499 |
| 1985 | 0.297 | 0.513 | 0.695 | 0.550 | 0.270 | 0.201 | 0.169 | 0.104 | 0.115 | 0.079 | 0.130 | 0.322 |
| 1986 | 0.668 | 0.730 | 0.959 | 0.727 | 0.358 | 0.236 | 0.161 | 0.115 | 0.122 | 0.125 | 0.134 | 0.245 |
| 1987 | 0.689 | 0.693 | 0.422 | 0.217 | 0.140 | 0.084 | 0.103 | 0.081 | 0.063 | 0.108 | 0.141 | 0.331 |
| 1988 | 0.561 | 0.792 | 0.460 | 0.559 | 0.261 | 0.177 | 0.116 | 0.071 | 0.068 | 0.105 | 0.067 | 0.122 |
| 1989 | 0.599 | 0.922 | 0.842 | 0.574 | 0.272 | 0.131 | 0.130 | 0.068 | 0.089 | 0.154 | 0.190 | 0.270 |
| 1990 | 0.381 | 0.215 | 0.234 | 0.162 | 0.070 | 0.172 | 0.061 | 0.068 | 0.088 | 0.125 | 0.390 | 0.337 |
| 1991 | 0.301 | 0.369 | 0.722 | 0.327 | 0.273 | 0.156 | 0.137 | 0.074 | 0.085 | 0.130 | 0.141 | 0.120 |
| 1992 | 0.225 | 0.116 | 0.320 | 0.232 | 0.129 | 0.068 | 0.068 | 0.068 | 0.042 | 0.123 | 0.074 | 0.078 |

...continuación

| AÑO | ENE | FEB | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------------|------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| 1993 | 0.308 | 0.595 | 0.704 | 0.482 | 0.279 | 0.115 | 0.104 | 0.087 | 0.103 | 0.163 | 0.404 | 0.604 |
| 1994 | 0.708 | 0.779 | 0.743 | 0.753 | 0.401 | 0.263 | 0.158 | 0.119 | 0.142 | 0.113 | 0.192 | 0.243 |
| 1995 | 0.382 | 0.320 | 0.510 | 0.490 | 0.193 | 0.125 | 0.109 | 0.103 | 0.097 | 0.101 | 0.199 | 0.302 |
| 1996 | 0.539 | 0.823 | 0.713 | 0.516 | 0.241 | 0.143 | 0.106 | 0.121 | 0.105 | 0.106 | 0.152 | 0.156 |
| 1997 | 0.325 | 0.642 | 0.393 | 0.178 | 0.181 | 0.163 | 0.164 | 0.146 | 0.150 | 0.109 | 0.208 | 0.390 |
| 1998 | 0.719 | 0.744 | 0.672 | 0.380 | 0.197 | 0.119 | 0.119 | 0.089 | 0.091 | 0.120 | 0.140 | 0.124 |
| 1999 | 0.227 | 0.711 | 0.666 | 0.527 | 0.349 | 0.173 | 0.112 | 0.126 | 0.129 | 0.141 | 0.112 | 0.392 |
| 2000 | 0.644 | 0.865 | 0.769 | 0.383 | 0.349 | 0.185 | 0.177 | 0.119 | 0.129 | 0.236 | 0.194 | 0.385 |
| 2001 | 0.905 | 0.748 | 0.811 | 0.533 | 0.359 | 0.204 | 0.168 | 0.155 | 0.181 | 0.117 | 0.222 | 0.190 |
| 2002 | 0.185 | 0.478 | 0.734 | 0.468 | 0.217 | 0.114 | 0.126 | 0.131 | 0.126 | 0.121 | 0.246 | 0.351 |
| 2003 | 0.589 | 0.648 | 0.744 | 0.495 | 0.222 | 0.126 | 0.100 | 0.053 | 0.076 | 0.147 | 0.059 | 0.253 |
| 2004 | 0.122 | 0.507 | 0.431 | 0.369 | 0.164 | 0.078 | 0.134 | 0.056 | 0.049 | 0.102 | 0.278 | 0.451 |
| 2005 | 0.562 | 0.530 | 0.678 | 0.544 | 0.181 | 0.102 | 0.076 | 0.046 | 0.035 | 0.052 | 0.056 | 0.163 |
| 2006 | 0.409 | 0.596 | 0.788 | 0.650 | 0.231 | 0.142 | 0.118 | 0.117 | 0.088 | 0.111 | 0.163 | 0.341 |
| 2007 | 0.663 | 0.686 | 0.808 | 0.603 | 0.279 | 0.170 | 0.127 | 0.125 | 0.151 | 0.155 | 0.144 | 0.142 |
| 2008 | 0.629 | 0.802 | 0.627 | 0.374 | 0.174 | 0.089 | 0.105 | 0.090 | 0.041 | 0.049 | 0.090 | 0.164 |
| 2009 | 0.506 | 0.964 | 0.804 | 0.477 | 0.236 | 0.136 | 0.133 | 0.101 | 0.100 | 0.183 | 0.423 | 0.651 |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 21: Caudales generados para la subcuencia media (m³/s)

| AÑO | ENE | FEB | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1965 | 1.943 | 6.952 | 6.141 | 2.589 | 2.188 | 1.476 | 1.476 | 1.071 | 1.104 | 1.396 | 1.670 | 2.575 |
| 1966 | 6.938 | 5.372 | 5.966 | 3.924 | 1.755 | 2.259 | 1.424 | 1.273 | 1.306 | 2.254 | 2.391 | 3.009 |
| 1967 | 2.547 | 13.319 | 12.074 | 3.901 | 2.453 | 1.189 | 1.825 | 2.089 | 2.179 | 3.169 | 2.674 | 2.203 |
| 1968 | 2.660 | 1.877 | 3.797 | 2.825 | 1.311 | 1.075 | 0.689 | 0.792 | 0.722 | 0.840 | 1.533 | 1.552 |
| 1969 | 1.316 | 3.924 | 4.981 | 5.150 | 2.226 | 0.962 | 0.995 | 1.189 | 1.160 | 1.316 | 2.080 | 7.169 |
| 1970 | 10.442 | 5.183 | 5.075 | 4.863 | 3.613 | 1.948 | 1.641 | 1.401 | 2.042 | 2.570 | 1.967 | 4.679 |
| 1971 | 6.344 | 8.348 | 11.730 | 6.556 | 3.235 | 1.953 | 1.453 | 1.622 | 1.547 | 1.330 | 1.255 | 3.122 |
| 1972 | 8.372 | 6.980 | 14.277 | 8.523 | 3.438 | 2.391 | 1.835 | 1.311 | 1.278 | 1.613 | 1.259 | 4.141 |
| 1973 | 9.145 | 12.499 | 11.706 | 9.372 | 3.688 | 2.273 | 1.872 | 1.179 | 1.896 | 2.287 | 2.886 | 5.863 |
| 1974 | 6.834 | 7.636 | 9.240 | 4.382 | 1.736 | 2.236 | 1.707 | 1.627 | 1.486 | 2.023 | 1.505 | 2.155 |
| 1975 | 3.915 | 4.099 | 11.027 | 4.674 | 3.141 | 2.141 | 1.542 | 1.467 | 2.302 | 1.387 | 1.891 | 1.971 |
| 1976 | 4.731 | 8.164 | 7.235 | 4.141 | 1.953 | 1.882 | 1.486 | 1.429 | 1.344 | 1.137 | 1.056 | 3.028 |
| 1977 | 2.825 | 10.466 | 6.292 | 3.764 | 2.953 | 1.391 | 1.278 | 1.264 | 1.264 | 1.783 | 3.419 | 3.259 |
| 1978 | 3.622 | 8.122 | 4.528 | 2.868 | 2.061 | 1.457 | 0.986 | 1.123 | 0.929 | 1.778 | 1.377 | 2.820 |
| 1979 | 2.151 | 7.886 | 10.216 | 4.985 | 2.292 | 1.306 | 1.321 | 1.240 | 2.240 | 1.061 | 0.948 | 0.434 |
| 1980 | 3.905 | 3.283 | 6.004 | 4.165 | 1.929 | 1.556 | 1.038 | 0.594 | 1.646 | 1.335 | 3.004 | 3.434 |
| 1981 | 4.660 | 12.791 | 10.089 | 4.353 | 2.354 | 2.023 | 1.797 | 1.085 | 1.141 | 2.203 | 2.882 | 4.330 |
| 1982 | 3.938 | 13.385 | 5.405 | 2.825 | 2.651 | 1.330 | 1.349 | 2.415 | 1.099 | 2.009 | 3.245 | 2.651 |
| 1983 | 4.113 | 2.377 | 6.080 | 6.216 | 2.179 | 2.146 | 1.075 | 0.976 | 1.170 | 1.104 | 1.019 | 3.061 |
| 1984 | 4.353 | 15.050 | 11.475 | 6.985 | 3.655 | 2.434 | 1.472 | 1.316 | 1.599 | 2.429 | 2.330 | 5.952 |
| 1985 | 3.542 | 6.122 | 8.292 | 6.565 | 3.221 | 2.401 | 2.014 | 1.240 | 1.377 | 0.943 | 1.556 | 3.844 |
| 1986 | 7.971 | 8.707 | 11.437 | 8.669 | 4.268 | 2.811 | 1.920 | 1.372 | 1.453 | 1.495 | 1.604 | 2.919 |
| 1987 | 8.226 | 8.273 | 5.037 | 2.594 | 1.674 | 1.000 | 1.231 | 0.972 | 0.755 | 1.283 | 1.684 | 3.952 |
| 1988 | 6.697 | 9.452 | 5.490 | 6.669 | 3.118 | 2.118 | 1.387 | 0.844 | 0.807 | 1.255 | 0.802 | 1.453 |

...continuación

| AÑO | ENE | FEB | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOS | SEP | OCT | NOV | DIC |
|------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1989 | 7.150 | 11.004 | 10.041 | 6.853 | 3.240 | 1.561 | 1.556 | 0.807 | 1.066 | 1.835 | 2.269 | 3.217 |
| 1990 | 4.547 | 2.561 | 2.787 | 1.938 | 0.840 | 2.056 | 0.726 | 0.807 | 1.047 | 1.490 | 4.650 | 4.023 |
| 1991 | 3.589 | 4.400 | 8.617 | 3.901 | 3.254 | 1.863 | 1.632 | 0.887 | 1.014 | 1.556 | 1.684 | 1.429 |
| 1992 | 2.679 | 1.387 | 3.820 | 2.769 | 1.542 | 0.807 | 0.811 | 0.811 | 0.505 | 1.467 | 0.882 | 0.934 |
| 1993 | 3.669 | 7.094 | 8.405 | 5.749 | 3.335 | 1.372 | 1.245 | 1.033 | 1.226 | 1.943 | 4.816 | 7.207 |
| 1994 | 8.452 | 9.291 | 8.862 | 8.980 | 4.783 | 3.136 | 1.887 | 1.415 | 1.688 | 1.349 | 2.292 | 2.901 |
| 1995 | 4.561 | 3.816 | 6.080 | 5.848 | 2.297 | 1.495 | 1.297 | 1.226 | 1.160 | 1.203 | 2.377 | 3.603 |
| 1996 | 6.433 | 9.820 | 8.509 | 6.155 | 2.877 | 1.707 | 1.269 | 1.448 | 1.250 | 1.259 | 1.811 | 1.858 |
| 1997 | 3.877 | 7.664 | 4.688 | 2.122 | 2.155 | 1.943 | 1.953 | 1.745 | 1.788 | 1.302 | 2.486 | 4.655 |
| 1998 | 8.579 | 8.872 | 8.013 | 4.528 | 2.349 | 1.420 | 1.415 | 1.061 | 1.085 | 1.429 | 1.674 | 1.476 |
| 1999 | 2.707 | 8.480 | 7.947 | 6.282 | 4.160 | 2.061 | 1.335 | 1.500 | 1.538 | 1.679 | 1.335 | 4.674 |
| 2000 | 7.678 | 10.315 | 9.178 | 4.566 | 4.160 | 2.203 | 2.113 | 1.415 | 1.538 | 2.811 | 2.311 | 4.599 |
| 2001 | 10.796 | 8.924 | 9.678 | 6.358 | 4.287 | 2.429 | 2.000 | 1.854 | 2.160 | 1.391 | 2.646 | 2.269 |
| 2002 | 2.203 | 5.707 | 8.754 | 5.580 | 2.594 | 1.358 | 1.500 | 1.561 | 1.505 | 1.439 | 2.938 | 4.184 |
| 2003 | 7.032 | 7.735 | 8.881 | 5.905 | 2.646 | 1.505 | 1.193 | 0.627 | 0.901 | 1.750 | 0.698 | 3.023 |
| 2004 | 1.453 | 6.051 | 5.136 | 4.405 | 1.957 | 0.929 | 1.604 | 0.665 | 0.585 | 1.222 | 3.316 | 5.381 |
| 2005 | 6.707 | 6.320 | 8.084 | 6.485 | 2.155 | 1.222 | 0.910 | 0.552 | 0.420 | 0.618 | 0.665 | 1.943 |
| 2006 | 4.877 | 7.108 | 9.405 | 7.749 | 2.759 | 1.698 | 1.410 | 1.391 | 1.052 | 1.330 | 1.948 | 4.070 |
| 2007 | 7.905 | 8.183 | 9.640 | 7.197 | 3.330 | 2.033 | 1.509 | 1.495 | 1.802 | 1.854 | 1.712 | 1.698 |
| 2008 | 7.504 | 9.570 | 7.480 | 4.462 | 2.075 | 1.056 | 1.255 | 1.071 | 0.491 | 0.590 | 1.071 | 1.957 |
| 2009 | 6.032 | 11.499 | 9.589 | 5.693 | 2.820 | 1.618 | 1.585 | 1.203 | 1.189 | 2.188 | 5.042 | 7.763 |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 22: Listado de usuarios de agua con fines agrarios

| N° | NOMBRE | CARGO | DISTRITO |
|-----------|-----------------------------|--|--------------------|
| 1 | Saúl Vicharra Rojas | Presidente del Comité de Regantes | Callahuanca |
| 2 | Ricardo Lázaro Castrillón | Vicepresidente de la Junta de Administración Local Anexo Barbablanca | Callahuanca |
| 3 | Lola Escalante | Presidenta del Comité de Regantes de Barbablanca | Callahuanca |
| 4 | Fredy Gutiérrez Loyola | Presidente de la comunidad | Callahuanca |
| 5 | Icanor Paulete Castillo | Agricultor | Callahuanca |
| 6 | Susana Urbano | Agricultora | Callahuanca |
| 7 | Alvino Encarnación Quiñones | Presidente de la comunidad | Santa Eulalia |
| 8 | Estela León Requena | Tesorera del Comité de Regantes de Cashahuacra | Santa Eulalia |
| 9 | Eulalia Bonifacio Chávez | Agricultora | Santa Eulalia |
| 10 | Aldo Huacache | Agricultor del Anexo San José de Palle | Santa Eulalia |
| 11 | Eufronio Obispo Rojas | Presidente de la comunidad | San Pedro de Casta |
| 12 | Winston Obispo Olivares | Sub-administrador del agua de la comunidad campesina | San Pedro de Casta |
| 13 | Orencio Bautista López | Agricultor | San Pedro de Casta |
| 14 | Tomás Loayza Torres | Agricultor | Huachupampa |
| 15 | Evelyn Olivares Pérez | Agricultora | Huachupampa |
| 16 | Zelinda Huarugal | Presidenta del Comité de Riego | San Juan de Iris |
| 17 | Raymundo Espíritu | Presidente de la Comisión de Regantes | Laraos |
| 18 | Nelson Espinoza | Presidente de la Comunidad | Huanza |
| 19 | Guillermo Cajavilla | Agricultor | Huanza |
| 20 | Edgar Villaroel | Presidente de la Administración de Agua | Carampoma |
| 21 | Tomas Herrera | Presidente de la Comunidad | Carampoma |
| 22 | Carmen Vicharra Ludeña | Tesorera de Comité de Regantes | Carampoma |
| 23 | Luis Rosario Nolasco | Vocal de la Comunidad de Carampoma-Anexo Mitma | Carampoma |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 23: Listado de usuarios de agua con fines no agrarios

| N° | NOMBRE | CARGO | DISTRITO |
|-----------|----------------------------|---|--------------------|
| 1 | Dora Cuba Rojas | Productora de helados ecológicos | Callahuanca |
| 2 | Graciela Julia Ambrosio | Productora de helados ecológicos | Callahuanca |
| 3 | Teófila Huayre | Encargada de la dirección hidráulica de la Municipalidad de Santa Eulalia | Santa Eulalia |
| 4 | Eugenio Salazar Villanueva | Teniente Gobernador | Santa Eulalia |
| 5 | María Guzmán Flores | Secretaria de la Asociación de Productores Agropecuarios | Santa Eulalia |
| 6 | Víctor Anaya Garita | Encargado de la administración de agua potable | San Pedro de Casta |
| 7 | Mao Berrospi Guillen | Gobernador | Huachupampa |
| 8 | María Lázaro Castillo | Encargada de la administración de agua potable | San Juan de Iris |
| 9 | William Lozano Laura | Gobernador | San Juan de Iris |
| 10 | Tomás Villarroel | Encargado de la administración de agua potable | Laraos |
| 11 | Pedro Córdova Alva | Gobernador | Huanza |
| 12 | Ruperto Villarroel | Gobernador | Carampoma |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 24: Listado de funcionarios municipales

| N° | NOMBRE | CARGO | DISTRITO |
|----|------------------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | Daniel Urbano Gutiérrez | Teniente Alcalde | Callahuanca |
| 2 | Luis Enrique Castillo Yunca | Regidor | Santa Eulalia |
| 3 | Nicanor Homero Crisóstomo | Teniente Alcalde | San Pedro de Casta |
| 4 | Marco Antonio Orozco Alarcón | Regidor | Huachupampa |
| 5 | Alfredo Jiménez Retamozo | Teniente Alcalde | San Juan de Iris |
| 6 | José Zárate | Secretario Municipal | Laraos |
| 7 | Edilberto Ticse Bartolo | Regidor | Huanza |
| 8 | Hugo Camayo Lazo | Gerente Municipal | Carampoma |

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 25: Relación de canales del distrito de Santa Eulalia

| N° | DISTRITO | ANEXO | NOMBRE DE LOS CANAL | REGANTES |
|----|---------------|-----------------------|------------------------|------------|
| 1 | Santa Eulalia | San Jerónimo de Punan | San Jerónimo de Punan | 20 |
| 2 | Santa Eulalia | San José de Palle | Canal San Antonio N° 1 | 22 |
| 3 | Santa Eulalia | San José de Palle | Huaynani N° 2 | 20 |
| 4 | Santa Eulalia | San José de Palle | Lucuma Seca N° 3 | 84 |
| 5 | Santa Eulalia | San José de Palle | Rinco Chacra N° 4 | 22 |
| 6 | Santa Eulalia | Chune | Canal Chune | 42 |
| 7 | Santa Eulalia | Praca | Canal Parca | 120 |
| 8 | Santa Eulalia | Huaringa Alta | Canal Huayaringa | 35 |
| 9 | Santa Eulalia | Santa Eulalia | Canal el Pueblo | 44 |
| 10 | Santa Eulalia | Santa Eulalia | Canal Cashahuacra | 73 |
| | TOTAL | | | 482 |

FUENTE: Dirección Regional de Agricultura Lima. Agencia Agraria Santa Eulalia., 2014

ANEXO 26: Resultado de entrevista para los usuarios agrarios del agua

Para los usuarios de uso agrario del agua, se realizó el cuestionario de preguntas del Formato I (Ver ANEXO 1), siendo 23 personas el número de entrevistadas, las cuales han sido realizadas a agricultores y a miembros del Consejo Directivo del Comité de Regantes (Ver ANEXO 20).

A continuación se muestran los resultados de las entrevistas:

- **Administración de uso de agua agrícola**

- a. ¿Qué rol desempeña el comité de regantes?**

El 96 por ciento de los entrevistados conoce rol que desempeña el comité de regantes de su localidad y lo califican como regular y la diferencia (4 por ciento) lo califica como bueno. Este último caso, es reflejado por el Comité de Regantes del Canal Cashahuacra, ubicado en el distrito de Santa Eulalia.

Tabla 61: Resultados del rol que desempeña el Comité de Regantes

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Bueno | 1 | - | - | 1 |
| Regular | 9 | 6 | 7 | 22 |
| Malo | - | - | - | 0 |

FUENTE: Elaboración Propia

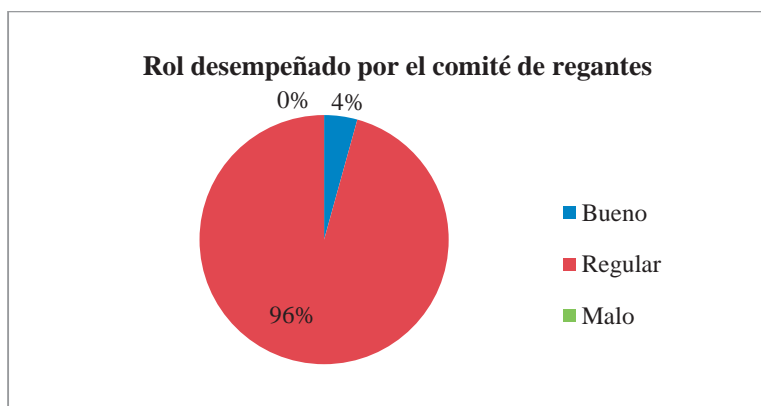


Figura 37: Rol desempeñado por el Comité de Regantes

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Cuenta usted licencia de uso de agua?

En Santa Eulalia existen 10 comités de regantes que cuentan con licencia de uso agua en forma colectiva o comunal y se encuentran formalizados (Ver ANEXO 25). En el caso de la localidad de San José de Palle, se encuentran realizando los trámites para su formalización. Caso contrario se presenta en Callahuanca y los distritos ubicados en la cuenca media y alta, en donde existen varios comités de usuarios que no se encuentran reconocidos, además no se encuentran formalizados los derechos de usos del agua con fines agrarios.

Tabla 62: Resultados entrevistados que cuentan con licencia de uso de agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA |
|--|------|-------|------|
| Cuenta con licencia de uso de agua | Sí* | - | - |
| Se encuentra en trámites | Sí | - | - |
| No cuentan con licencia de uso de agua | - | No | No |

*Sólo en el distrito de Santa Eulalia

FUENTE: Elaboración Propia

c. ¿Cuál es la cuota de agua que recibe actualmente en función al tamaño de su predio?

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

La cuota de agua (mita) que reciben es de 4 horas por hectárea cada 7 días, pero esta puede variar en algunos sectores según el tipo de cultivo.

- **Cuenca Media**

La cuota de agua que reciben es de 3 horas por hectárea cada 15 días, pero esta puede variar en algunos sectores según el tipo de cultivo.

- **Cuenca Alta**

La cuota de agua que reciben es de 3 horas por hectárea cada 25 días, llegando hacer en los sectores más críticos hasta 45 días.

d. ¿Estaría dispuesto a pagar un incremento en la tarifa de agua? (Si) – (No) ¿Por qué?

El 96 por ciento de los entrevistados, no están dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua, pues manifiestan que su producción de cultivos no es rentable y no tienen los medios económicos para solventarlo. A diferencia del 4 por ciento, que si estaría dispuesto a pagar un incremento de la tarifa de agua, pues consideran que podría darse un mejor abastecimiento de agua a los usuarios, una mejora en la operación y mantenimiento de la infraestructura de riego.

Tabla 63: Resultados de los entrevistados dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| Sí | 1 | - | - | 1 |
| No | 9 | 6 | 7 | 22 |

FUENTE: Elaboración Propia

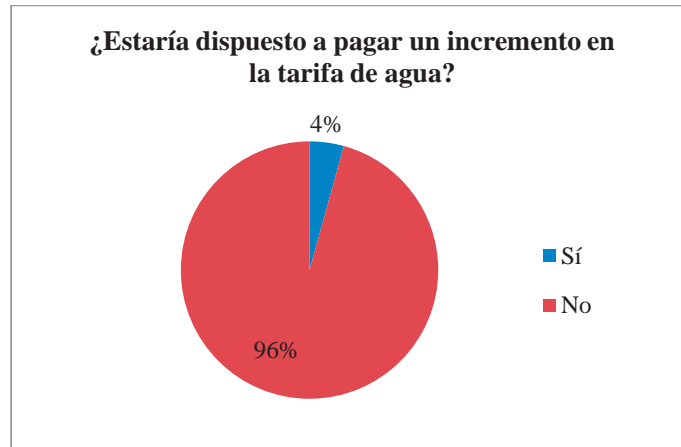


Figura 38: Proporción usuarios dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua

FUENTE: Elaboración Propia

e. ¿Cuáles son los principales problemas de los usuarios/regantes respecto al agua?

Entre los principales problemas en relación a la gestión del agua, señalaron principalmente los siguientes:

- Técnicas de riego ineficientes.
- Mala distribución del agua a nivel parcelario, debido a las infiltraciones y percolaciones a lo largo de los canales de riego, pues en muchos casos no se encuentran revestidos.
- Deficiente infraestructura hidráulica para el sistema de riego.
- Conflicto de uso de agua entre agricultores y las centrales hidroeléctricas.

Para este último problema señalado, el vicepresidente de la Junta de Administración Local Anexo Barbablanca manifestó que la Central Hidroeléctrica Callahuanca no les ha dado algún beneficio a los anexos del distrito, pues en muchas oportunidades han cerrado las compuertas radiales N° 1 (ubicada aguas abajo) y la N° 3 (ubicada aguas arriba) impidiendo el paso del agua hacia los canales de riego.

En el caso de los proyectos de ampliaciones de las Centrales Hidroeléctricas de Callahuanca y Huanza; los entrevistados se encuentran en total desacuerdo, pues

manifiestan que existirá una menor disponibilidad de este recurso para su producción agrícola y ganadera en sus localidades; asimismo exigen que las empresas operadoras EDEGEL y BUENAVENTURA respectivamente, realicen proyectos de canalización para poder mejorar la producción de la cuenca y de prevenir la contaminación de las aguas del río, como parte de su compromiso social y ambiental.

f. En su opinión: ¿Cuán sólida es la organización de regantes a la que pertenece?

El 82 por ciento de los entrevistados, considera que la organización de regantes a la que pertenece es regular, mientras que el resto la califica como sólida.

Tabla 64: Calificación de la organización de regantes

| CARACTERÍSTICA | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|----------------|------|-------|------|-------|
| Sólida | 1 | 1 | 2 | 4 |
| Regular | 9 | 5 | 5 | 19 |
| Débil | - | - | - | 0 |

FUENTE: Elaboración Propia

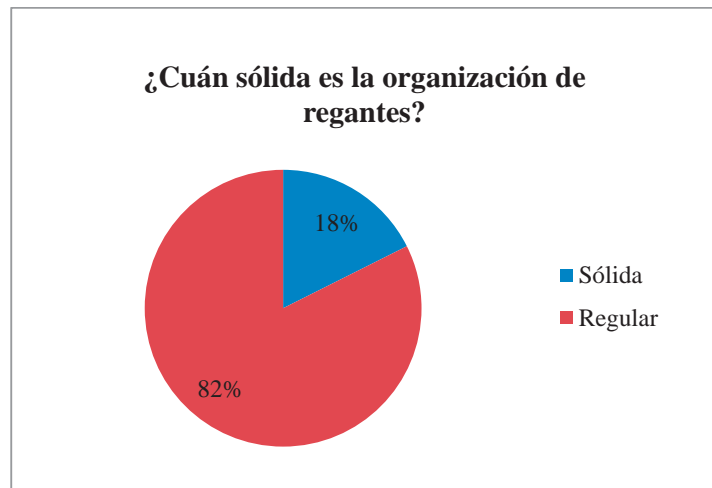


Figura 39: Porcentaje de calificación a la organización de regantes

FUENTE: Elaboración Propia

g. En su opinión: ¿Quién debería administrar el agua? ¿Qué le recomendaría?

El 74 por ciento de los entrevistados, opina que la distribución de agua debe continuar con las comisiones de regantes pero ofreciéndoles una mayor capacitación. El 4 por ciento propone que se debe “sectorizar” el territorio para una mejor distribución del agua. En cuanto al porcentaje restante, no sabe/no opina respecto al tema.

Tabla 65: Opinión sobre quién debe administrar el agua en la cuenca

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|--------------------------|------|-------|------|-------|
| Comisión de regantes | 9 | 6 | 2 | 17 |
| Sectorizar el territorio | 1 | - | - | 1 |
| No se sabe / no opina | - | - | 5 | 5 |

FUENTE: Elaboración Propia

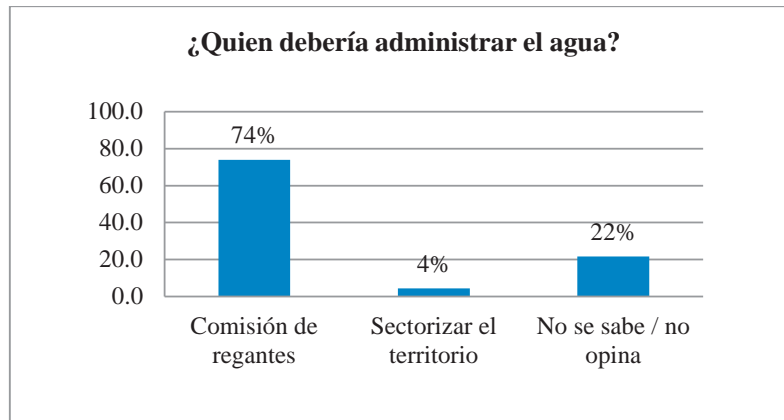


Figura 40: Porcentaje de quien debe administrar el agua

FUENTE: Elaboración Propia

- **Institucionalidad del Agua**

- En su opinión ¿Qué rol desempeña la Administración Local del Agua Chillón-Rímac- Lurín (ALA CHRL)?**

El 52 por ciento de los entrevistados conoce las funciones que cumple la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín y califican al rol que desempeña como malo y el 48 por ciento lo calificó como regular, pues manifiestan que buscan a través de la formalización de las licencias de uso de agua en bloques, el pago de la retribución económica por el derecho de uso de agua. Además, exigen demasiados requisitos y trámites para su obtención.

Tabla 66: Calificación del rol que desempeña la ALA CHRL

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Bueno | - | - | - | 0 |
| Regular | 6 | 1 | 4 | 11 |
| Malo | 4 | 5 | 3 | 12 |

FUENTE: Elaboración Propia

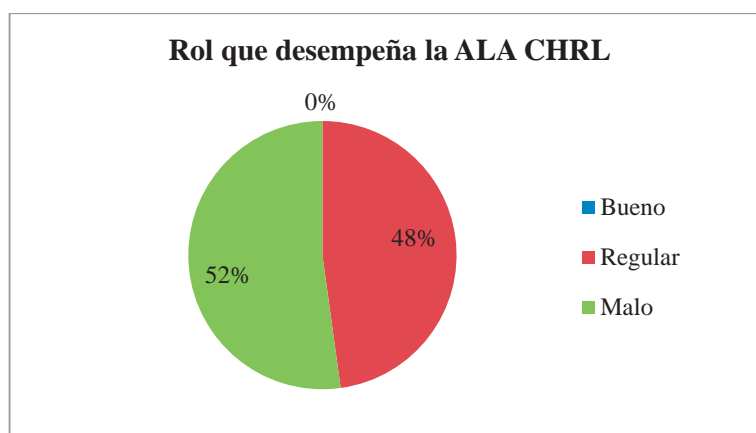


Figura 41: Proporción del rol que desempeña la Administración Local del Agua

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Su organización ha tenido alguna vinculación con la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín? (Si) – (No) Explique.

El 61 por ciento de los entrevistados manifestaron haber tenido alguna vinculación con la Administración Local del Agua Chillón-Rímac-Lurín (ALA CHRL), a diferencia del 17 por ciento, los cuales dicen no haber tenido ninguna vinculación con esta entidad.

Tabla 67: Existe vinculación de los usuarios agrarios con la Administración Local del Agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-------------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 10 | 1 | 3 | 14 |
| No | - | - | 4 | 4 |
| Desconocen | - | 5 | - | 5 |

FUENTE: Elaboración Propia

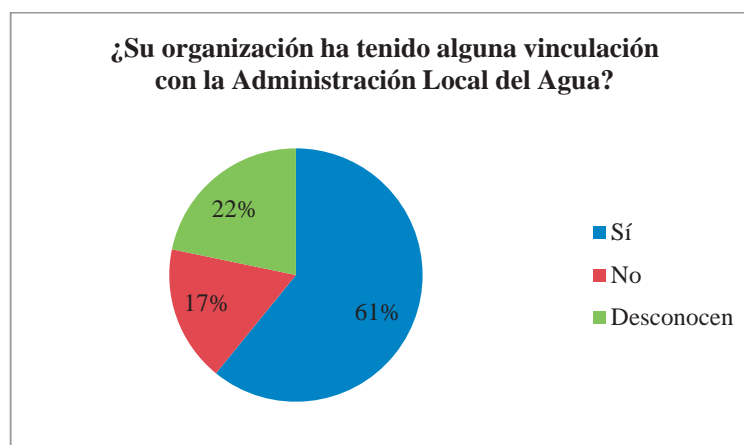


Figura 42: Porcentaje de vinculación de los usuarios agrarios con la Administración Local del Agua

FUENTE: Elaboración Propia

c. ¿Qué opina sobre el Programa de Formalización para el Derecho de Uso del Agua (FODUA)?

El 82 por ciento de los entrevistados, considera que es importante la formalización para el derecho de uso del agua y obtención de la licencia de uso de agua, pero consideran que existe mucha burocracia por parte de la Administración Local del Agua en cuanto a los trámites y requisitos.

Tabla 68: Opinión de los usuarios agrarios sobre el programa FODUA

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Importante | 9 | 5 | 5 | 19 |
| Desconocen | 1 | 1 | 2 | 4 |

FUENTE: Elaboración Propia

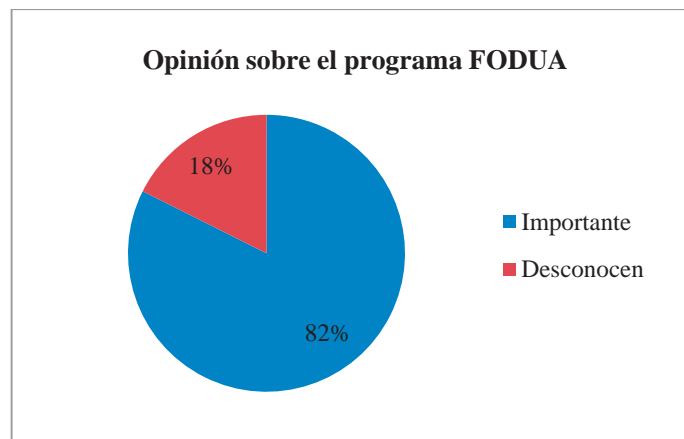


Figura 43: Opinión de los usuarios agrarios sobre el Programa FODUA

FUENTE: Elaboración Propia

- **Percepción sobre el agua**

a. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto al uso del agua en la cuenca?

El 44 por ciento de los entrevistados, manifiesta que se ha incrementado el uso de agua con fines agrícolas, lo cual viene sucediendo en la cuenca baja, debido al incremento de las

áreas de cultivo de chirimoya y palto. Caso contrario ocurre en la cuenca media y alta, donde existe poca disponibilidad de agua para riego y como consecuencia a esto, los agricultores optan por migrar hacia la ciudad en búsqueda de mejores oportunidades.

Tabla 69: Cambios en el uso del agua con fines agrícolas en la cuenca

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|--------------------|------|-------|------|-------|
| Se ha incrementado | 10 | - | - | 10 |
| Ha disminuido | - | 6 | 7 | 13 |

FUENTE: Elaboración Propia

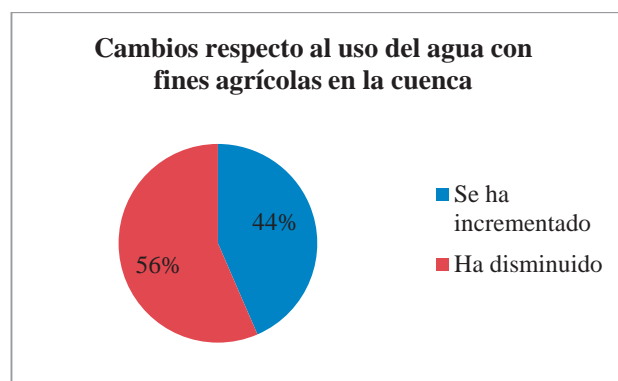


Figura 44: Cambios en el uso del agua con fines agrícolas en la cuenca

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto a la disponibilidad del agua en la cuenca?

El 100 por ciento de los entrevistados, manifestaron que hay una menor disponibilidad del agua en la cuenca, esto se debe a los cambios que vienen percibiéndose en la parte media y alta de la cuenca, los cuales presentan disminuciones en la disponibilidad del agua para sus cultivos, ocasionando una baja producción y con ello una menor rentabilidad. Por consiguiente, se está reemplazando esta actividad por la ganadería, resultando más rentable para los agricultores; ejemplo de ello, se presenta en el distrito de Laraos, el cual recibe

apoyo de la Municipalidad Distrital, debido a que la misma dispone de un equipo técnico que realiza inseminación artificial; con el objetivo de obtener como beneficio las mejoras genéticas en los animales. Caso contrario ocurre en la parte baja de la cuenca, donde no presenta problemas de escasez de agua durante el año.

c. ¿Qué consecuencias ante el cambio climático identifica Ud. en la cuenca? ¿Existe alguna relación entre éstos y la disponibilidad del agua? ¿Cuál?

El 100 por ciento de los entrevistados, manifestaron que se está produciendo un cambio climático significativo y como consecuencia a ello se está produciendo una disminución de lluvias, generándose una menor disponibilidad del agua en los ríos. Por otro lado, se presentan variaciones climáticas, es decir olas de calor y frío que están afectando a diversos cultivos de las zonas; además han ocurrido deshielos de nevados como son los casos del “Monte Carampoma” y del nevado Antamantay ubicados en el distrito de Carampoma y de Laraos, respectivamente.

d. Sabe Ud. ¿qué proyectos se están ejecutando en la cuenca relacionada con la gestión del agua?

El 43.5 por ciento de los entrevistados, manifestaron que se están realizando las construcciones de canales de irrigación. En el caso de Laraos, se están realizando obras de represamiento, los cuales permitirán obtener mayor reserva del recurso hídrico en épocas de estiaje.

e. ¿Qué problemas de contaminación del agua ha observado usted en la cuenca?

El 57 por ciento de los entrevistados de la cuenca media y baja, manifestaron que existe contaminación del agua en la cuenca, debido a los vertimientos de agua residuales de pasivos mineros, domésticos y por residuos sólidos. Caso contrario sucede en la cuenca baja, en donde no se presentan problemas de contaminación, salvo un evento ocurrido años pasados en Callahuanca (Anexo Barbablanca), donde la central hidroeléctrica debido a los

mantenimientos realizados al sistema de red de tuberías eliminaron óxidos siendo arrojados al río, los cuales ocasionaron su contaminación.

Tabla 70: Resultados sobre la existencia de contaminación en la cuenca

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|----------------------|------|-------|------|-------|
| Existe contaminación | - | 6 | 7 | 13 |
| No hay contaminación | 10 | - | - | 10 |

FUENTE: Elaboración Propia

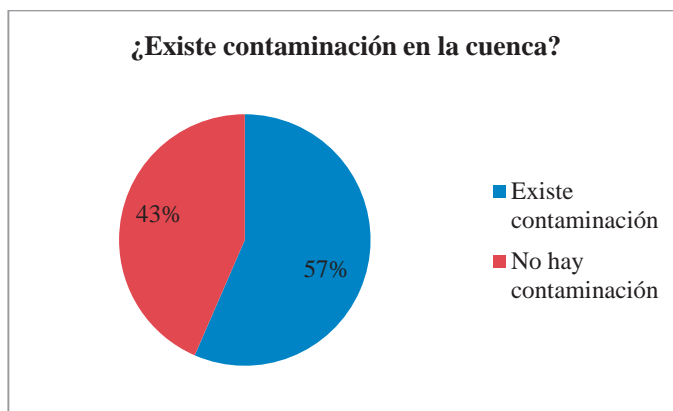


Figura 45: Porcentaje de existencia de contaminación en la cuenca

FUENTE: Elaboración Propia

- **Sobre la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y la conformación del Consejo de Recursos Hídricos de la Cuenca**

- a. **¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?**

El 48 por ciento de los entrevistados saben que existe la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, pero no la han leído; asimismo manifiestan que no han recibido información, por lo tanto muestran desconocimiento de la misma.

Tabla 71: Conocimiento sobre la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento

| DESCRIPCIÓN | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 5 | 2 | 2 | 9 |
| No | 5 | 4 | 5 | 14 |

FUENTE: Elaboración Propia

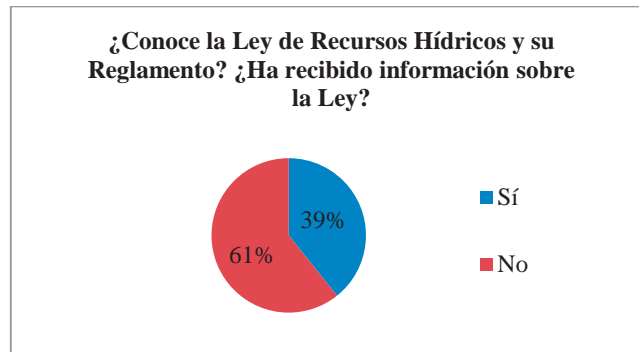


Figura 46: Porcentaje de conocimiento de la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Qué opina sobre la función que realizan los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?

El 87 por ciento de los entrevistados, desconoce el rol que desempeña el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca. Por otro lado el 9 por ciento, considera importante su conformación, pues manifiestan que podrán intervenir los usuarios y las comunidades de manera conjunta con los órganos del Estado y con ello se generarían las condiciones necesarias para que los diversos actores que operan en el ámbito de la cuenca, puedan desarrollar una adecuada gestión del recurso hídrico.

El resto siendo un total de 4 por ciento, considera que este consejo debería ser independiente y no anexado a las cuencas de las ríos Chillón y Lurín, ya que tienen diferentes condiciones cada cuenca.

Tabla 72: Resultados sobre la opinión de conformación y rol del Consejo de Recursos Hídricos

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|---|------|-------|------|-------|
| Conoce su rol y lo considera importante | 1 | 1 | - | 2 |
| Desconoce su conformación y rol | 8 | 5 | 7 | 20 |
| Independiente | 1 | - | - | 1 |

FUENTE: Elaboración Propia

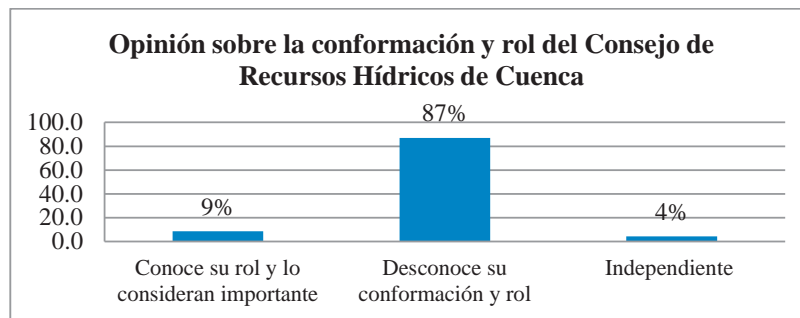


Figura 47: Grado de conocimiento de la conformación y rol del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca

FUENTE: Elaboración Propia

c. ¿Cómo garantizar la participación de los usuarios agrícolas en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?

Sobre la participación de los usuarios en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, la mayoría (83 por ciento) usuarios/regantes sí participaría si se les convoca previa capacitación sobre este tema.

- **Capacidades**

a. ¿Ha recibido capacitación en gestión del agua?

Los entrevistados dicen haber recibido capacitación en gestión del agua por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mientras que el resto (65 por ciento)

correspondiendo a los distritos de Callahuanca, San Juan de Iris y Huanza; manifestaron no haber recibido ninguna capacitación por parte de esta entidad.

Tabla 73: Capacitación en gestión del agua por la Autoridad Nacional del Agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 4 | 2 | 2 | 8 |
| No | 6 | 4 | 5 | 15 |

FUENTE: Elaboración Propia

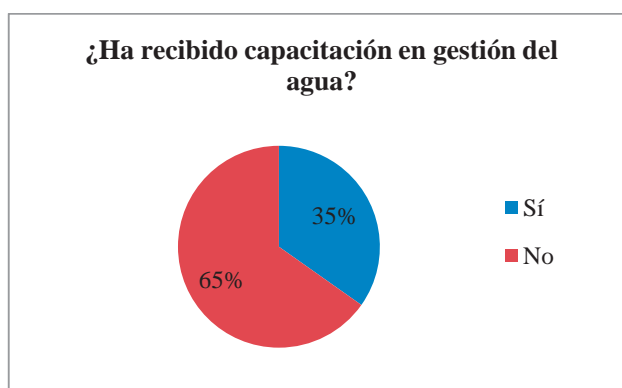


Figura 48: Proporción de capacitación en gestión del agua por la Autoridad Nacional del Agua

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Ha participado en reuniones o talleres sobre el agua?

En el caso de la cuenca baja, los entrevistados manifestaron haber participado en reuniones y talleres sobre el agua, realizados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y la Agencia Agraria – Santa Eulalia.

En la cuenca media y alta dicen haber asistido a reuniones convocadas por la Autoridad Nacional del Agua y por la Asociación Mundial del Agua (GWP).

Asimismo, cabe resaltar que los distritos de Callahuanca, San Juan de Iris y Huanza no han participado de reuniones o talleres sobre el agua desarrollados por estas entidades.

Tabla 74: Participación de reuniones o talleres sobre el agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 6 | 3 | 5 | 14 |
| No | 4 | 3 | 2 | 9 |

FUENTE: Elaboración Propia



Figura 49: Porcentaje de participación en reuniones o talleres sobre el agua

FUENTE: Elaboración Propia

c. ¿Su organización ha presentado propuestas para la gestión y uso del agua?

El 83 por ciento de los entrevistados, manifestaron que sus respectivas organizaciones de usuarios no han presentado propuestas para la gestión y uso del agua; sin embargo el 17 por ciento, indica que sus respectivas organizaciones de usuarios si han presentado propuestas para la gestión y uso del agua; un ejemplo de ello, es la labor que está realizando el Presidente de la Comunidad de San Pedro de Casta con la ayuda de la comunidad, mediante el cual están trabajando en proyectos cosecha de agua con AGRORURAL.

Tabla 75: Presentación de propuestas para la gestión y uso del agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 1 | 3 | - | 4 |
| No | 9 | 3 | 7 | 19 |

FUENTE: Elaboración Propia

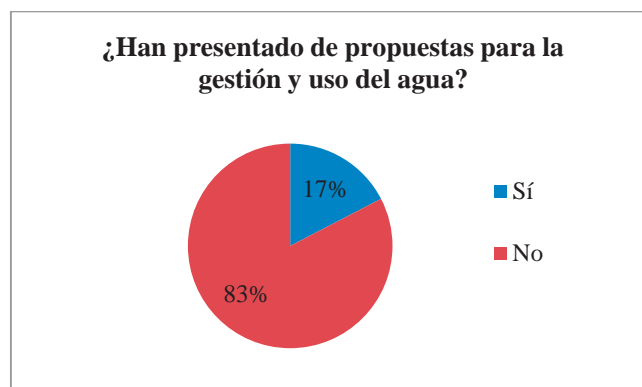


Figura 50: Porcentaje de presentación de propuestas para la gestión y uso del agua

FUENTE: Elaboración Propia

d. ¿Qué técnicas de riego emplea en su predio?

El 91 por ciento de los entrevistados, manifestaron que practican el riego por gravedad en sus cultivos y el 9 por ciento indican realizar el riego por goteo y aspersión. Estas técnicas riego presurizado, han sido implementadas en los distritos de Santa Eulalia, en la hacienda Casa Grande ubicada en la localidad San José de Palle, en donde se siembran hortalizas, flores, frutos y en el distrito de San Pedro de Casta (Anexo Mayhuay) donde están sembrando hortalizas y legumbres.

Además, el Vicepresidente de la Junta de Administración Local del Anexo de Barbablanca, manifiesta que existe interés por parte de los agricultores en utilizar los sistemas de riego por goteo y aspersión; pero debido a la falta de presupuesto y capacitación técnica no se practican, asimismo recomiendan que se realicen capacitaciones de manera práctica en el campo y no en forma teórica.

Tabla 76: Técnicas de riego empleadas

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|--------------------------|------|-------|------|-------|
| Gravedad | 9 | 5 | 7 | 21 |
| Goteo y aspersión | 1 | 1 | - | 2 |

FUENTE: Elaboración Propia

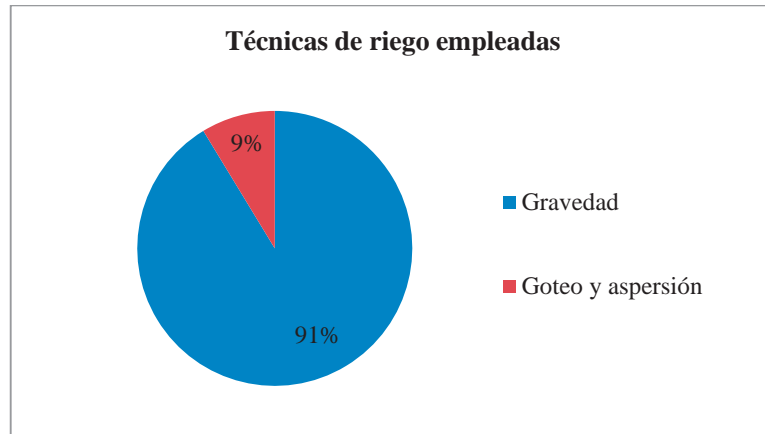


Figura 51: Porcentaje de técnicas de riego empleadas

FUENTE: Elaboración Propia

e. ¿Qué temas de capacitación en agua son prioritarios para usted?

Los entrevistados señalaron como prioritarios los siguientes temas de capacitación del agua:

- Técnicas eficientes de riego.
- Mejorar la distribución del agua (es decir fortalecer la organización y planificación).
- Asesoría técnica y legal para la formalización del Comité de Regantes y obtención de la licencia de uso del agua.

ANEXO 27: Resultado de entrevista para los usuarios no agrarios del agua

Para los usuarios de uso no agrario del agua, se realizó el cuestionario de preguntas del Formato II (Ver ANEXO 1), siendo 11 personas el número de entrevistadas, las cuales han sido realizadas a encargados de la administración del agua potable, productores y a gobernadores distritales (Ver ANEXO 23).

A continuación se muestran los resultados de las entrevistas:

- **Administración del agua para uso poblacional**

- a. **¿Cuáles son los principales problemas en relación la disponibilidad del agua en su zona?**

Los principales problemas en relación a la disponibilidad del agua a lo largo de la subcuenca se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 77: Problemas identificados respecto a la disponibilidad del agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA |
|--|-------------|--------------|-------------|
| 1. Déficit de agua para riego | | x | x |
| 2. Infraestructura de riego deficiente o inadecuado | | x | x |
| 3. Deficiencias en el tratamiento del agua potable | | | x |
| 4.No existe mayor problema con respecto a la disponibilidad del agua | x | | |

FUENTE: Elaboración Propia

- b. **¿La dotación de agua que recibe cubre sus necesidades?**

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

Respecto a la dotación de agua para uso poblacional en Santa Eulalia y Callahuanca cubren las necesidades de la población.

- **Cuenca Media**

Se indicó que la dotación de agua para uso poblacional cubre el 80 por ciento de las necesidades de la población.

- **Cuenca Alta**

Se indicó que la dotación de agua para uso poblacional cubre el 90 por ciento en los distritos de Carampoma y Laraos, mientras que en el distrito de Huanza la cobertura es del 70 por ciento.

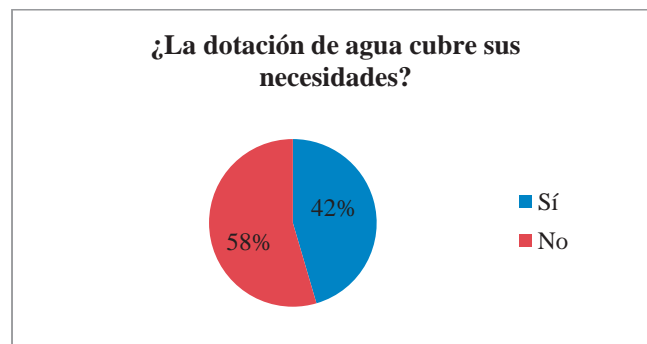


Figura 52: Porcentaje de dotación de agua para uso poblacional que cubre sus necesidades

FUENTE: Elaboración Propia

c. ¿Cuánto es el cobro de la tarifa de agua?

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

Los entrevistados indicaron que la tarifa de agua de los usuarios en el distrito de Santa Eulalia es de S/. 5 mensuales para uso doméstico; en el caso de Callahuanca no tiene ningún cobro.

- **Cuenca Media y Alta**

Los entrevistados manifestaron que la tarifa de agua no se cobra a los usuarios.

d. ¿Estaría dispuesto a pagar un incremento en la tarifa de agua? Si – No ¿por qué?

El 100 por ciento de los entrevistados indicó que no están dispuestos a pagar un incremento en la tarifa de agua, pues es un recurso que no se les cobra o en algunos de los casos el pago es el mínimo como se presenta en el distrito de Santa Eulalia.

e. ¿Su organización ha tenido alguna vinculación con la Administración Local Agua? (Si) – (No) Explique.

El 100 por ciento de los entrevistados manifestaron que su organización no tiene vinculación con la Administración Local del Agua (ALA).

f. ¿En su opinión, cuán sólida es la organización de usuarios de agua a la que pertenece?

El 100 por ciento de los entrevistados indicaron que su organización de usuarios es sólida y tiene autoridad.

- **Percepción sobre el agua**

- a. **¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto al uso del agua?**

El 100 por ciento de los entrevistados considera que existe un incremento de la demanda de agua para uso potable debido al crecimiento poblacional.

- b. **¿Qué cambios viene percibiendo usted respecto a la disponibilidad del agua?**

El 100 por ciento de los entrevistados considera que la disminución de la disponibilidad del agua se debe al cambio climático que está afectando la variación global del clima.

- c. **¿Qué consecuencias ante el cambio climático identifica Ud. en la cuenca? ¿Existe alguna relación entre éstos y la disponibilidad del agua? ¿Cuál?**

El 100 por ciento de los entrevistados manifestaron que debido al cambio climático, se están produciendo alteraciones en el ciclo de lluvias y variaciones en el clima, afectando la disponibilidad del agua y en consecuencia se producirá una disminución del agua para el riego de cultivos, siendo más crítico en los periodos de estiaje.

- d. **Sabe Ud. ¿Qué proyectos se están ejecutando en la cuenca en relación a la dotación de agua y saneamiento?**

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

En el caso de Santa Eulalia, no se han realizado obras de saneamiento, sólo se están ejecutando obras de pavimentación, ensanchamiento de vías y construcción de veredas.

En Callahuanca, se han realizado obras de saneamiento durante el periodo del 2012-2014, un ejemplo de ello es en Purunhuasi donde se han instalado pozas de captación

para almacenar agua y desarenadores para la purificación y posterior tratamiento del agua.

- **Cuenca Media**

Sobre los proyectos hídricos que se están realizando, mencionaron que actualmente no se están ejecutando ninguna obra de saneamiento, la mayoría se encuentran en fase de pre inversión.

- **Cuenca Alta**

Sólo se han ejecutado obras de mejoramiento del servicio de agua potable en el distrito de Huanza, en los demás distritos existen proyectos pero se encuentran en fase de pre inversión.

e. ¿Qué problemas de contaminación del agua ha observado usted en la cuenca?

El 100 por ciento de los entrevistados manifestaron que entre los principales problemas de contaminación del agua se dan por las siguientes fuentes:

- Residuos sólidos
- Residuos por pesticidas
- Vertimiento de agua servidas en los canales y quebradas
- Vertimientos de agua residuales de pasivos mineros

- **Sobre la Ley de Recursos Hídricos y conformación del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca**

- a. ¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?**

El 42 por ciento de los entrevistados saben que existe la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, pero no la han leído; asimismo manifiestan que no han recibido información, por lo tanto muestran desconocimiento de la misma.

- b. ¿Qué opina sobre la función de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?**

El 100 por ciento de los entrevistados desconoce la función del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

- c. ¿Cómo garantizar la participación de los usuarios del agua en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?**

El 100 por ciento de los entrevistados opinan que garantizarían su participación en el caso se les convoque y explique sobre su importancia.

- **Capacidades**

- a. ¿Ha recibido capacitación en gestión del agua?**

El 42 por ciento de los entrevistados manifestaron haber recibido capacitación en aspectos administrativos en relación con el agua realizada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y por la Asociación Mundial del Agua (GWP) y el 58 por ciento indicó no haber recibido capacitación alguna por parte de estas entidades.

Tabla 78: Resultado de usuarios no agrarios que han recibido capacitación en gestión del agua

| CARACTERÍSTICAS | BAJA | MEDIA | ALTA | TOTAL |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Sí | 2 | 2 | 1 | 5 |
| No | 3 | 2 | 2 | 7 |

FUENTE: Elaboración Propia

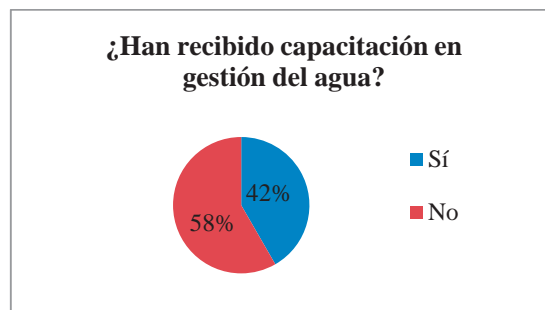


Figura 53: Porcentaje de usuarios no agrarios que han recibido capacitación en gestión del agua

FUENTE: Elaboración Propia

b. ¿Ha participado en reuniones, talleres sobre el agua?

La proporción de los entrevistados que han participado en reuniones y talleres sobre el agua es igual a la pregunta precedente así como los que afirman no haber participado.

c. ¿Su organización ha presentado propuestas para la gestión y uso del agua?

El 83 por ciento de los entrevistados indicaron que no han presentado propuestas para la gestión y uso del agua en sus comunidades, sin embargo el 17 por ciento correspondiente al distrito de Huanza, señalaron que están realizando coordinaciones con su comunidad para la ejecución de proyectos para la gestión del agua.

Tabla 79: Resultado de usuarios no agrarios que han presentado propuestas para la gestión del agua

| CARACTERÍSTICAS | Baja | Media | Alta | Total |
|-----------------|------|-------|------|-------|
| Sí | - | - | 1 | 1 |
| No | 5 | 4 | 2 | 11 |

FUENTE: Elaboración Propia

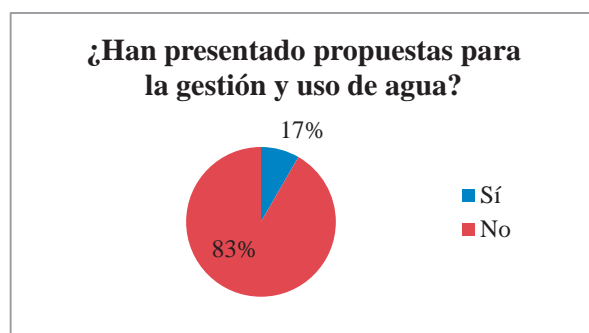


Figura 54: Porcentaje de usuarios no agrarios que han presentado propuestas para la gestión y uso del agua

FUENTE: Elaboración Propia

ANEXO 28: Resultado de entrevista para funcionarios municipales

Para los funcionarios municipales, se realizó el cuestionario de preguntas del Formato III (Ver ANEXO 1), siendo ocho personas el número de entrevistadas entre ellas se encontraron tenientes alcaldes, gerente municipal, secretarios y regidores (Ver ANEXO 24).

A continuación, se muestran los resultados de las entrevistas:

- **Administración del Agua**

- a. **¿Qué coordinaciones tiene la Municipalidad con las administraciones de agua (ATDR/ALA, Junta de Usuarios, SEDAPAL, otros)? ¿Y con la Municipalidad Provincial de Huarochirí y el Gobierno Regional de Lima para proyectos relacionados al agua?**

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

Los funcionarios entrevistados manifestaron que no existe un buen nivel de coordinación con el Gobierno Regional, es por ello que la mayoría de proyectos que se realizan en estas zonas son cofinanciados por el Fondo de Promoción a la Inversión Pública Regional y Local (FONIPREL) adscrito al Ministerio de Economía y Finanzas, ya que consideran que existe un alejamiento entre el Gobierno Local y Regional.

- **Cuenca Media**

Los entrevistados manifestaron que no existe coordinación con el Gobierno Regional, la mayoría de proyectos realizados se han elaborado a través del MINAGRI y las municipalidades provinciales.

- **Cuenca Alta**

Los entrevistados manifestaron que existe un escaso nivel de coordinación con la Junta de Usuarios y con la Administración Local del Agua, pues son centros poblados que se encuentran muy alejados de la provincia.

b. ¿Las necesidades de agua de su ámbito municipal están satisfechas?

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

En el caso de Santa Eulalia, si están satisfechas sus necesidades de agua, caso contrario sucede en Callahuanca, donde no se encuentran satisfechas en su totalidad, por lo que se está proyectando la construcción de represas para el abastecimiento de agua de uso poblacional y agrícola.

- **Cuenca Media**

Tanto en Huachupampa, San Juan de Iris y San Pedro de Casta las necesidades de agua para consumo poblacional no están satisfechas, siendo el último distrito el más afectado en épocas de estiaje.

- **Cuenca Alta**

La cobertura del servicio de agua potable y alcantarillado abarca menos del 60 por ciento, por lo tanto no cubren las necesidades de la población.

c. ¿Qué obras está realizando su Municipalidad en relación al agua para uso agrario? ¿Y para uso urbano y saneamiento?

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

El regidor de Santa Eulalia, menciona que en San José de Palle existe un proyecto de construcción de una captación y revestimiento de concreto de 2431.5 ML del canal de riego de Lucma Seca-Palle, el cual mejorará la eficiencia de riego de esta localidad. Actualmente, este proyecto se encuentra a nivel de Perfil de Inversión Pública y la Unidad Ejecutora será la Municipalidad Distrital de Santa Eulalia.

En el caso de Callahuanca, el Teniente Alcalde afirma que se está proyectando la construcción de la represa Alikichica que abastecerá de agua para uso agrícola y potable, el cual se encuentra a nivel de expediente técnico y será cofinanciado por el FONIPREL.

- **Cuenca Media**

En el distrito de Huachupampa, el regidor menciona que se han realizado estudios a nivel de Perfil de Inversión Pública del canal de riego Quircacocha – Tucun, el cual contempla realizarse el revestimiento de concreto de 1500 ML del canal y la construcción de sus respectivas obras de arte, lo cual mejorará la eficiencia de conducción de agua para riego.

Por otro lado, en San Pedro de Casta el Teniente Alcalde indicó que se encuentra en proyecto el revestimiento de concreto de 4539 ML del canal de riego Huishin-Huancachico, el cual mejorará la eficiencia de conducción del agua para riego de esta localidad. Además, mencionó que se encuentra a nivel de Perfil de Inversión Pública.

Finalmente, el Teniente Alcalde del distrito de San Juan de Iris señaló que se han realizado los estudios a nivel de Perfil de Inversión Pública sobre el mejoramiento del sistema de agua potable en todo el distrito, el cual consta de la rehabilitación de la red de distribución de 300 ML de tubería y la habilitación de nuevas conexiones domiciliarias.

- **Cuenca Alta**

En el distrito de Laraos, se ha realizado el mejoramiento del sistema de riego a través de la construcción del reservorio Nazani, el cual almacenará agua para poder regar más áreas de cultivos y con ello lograr ampliar la frontera agrícola de la zona. Asimismo, se está llevando a cabo los estudios a nivel de Expediente Técnico de la represa de Pucrococha que almacenará agua en las épocas de lluvias para abastecer de agua para riego en épocas de estiaje a los predios agrícolas.

Por otro lado, en el distrito de Huanza, se han ejecutado dos obras, la primera es el mejoramiento de los canales de Vista Alegre - Pachacutec, Cacique y Huanza, que mejorará la eficiencia de conducción y distribución del agua para riego. Otro proyecto es el Mejoramiento del Servicio de Agua Potable, el cual tiene como objetivo lograr una eficiente captación, conducción y cobertura.

En el caso de Carampoma, no se han ejecutado obras de agua y saneamiento, sólo se han realizado estudios de pre inversión a nivel de perfil de proyectos de Inversión Pública.

d. ¿Qué porcentaje del presupuesto municipal se destina a estas obras?

Los entrevistados manifestaron lo siguiente:

- **Cuenca Baja**

El Teniente Alcalde de Callahuanca, señaló que el 80 por ciento del presupuesto participativo se destina para obras de saneamiento y agricultura, mientras que el resto sirve para los gastos administrativos.

- **Cuenca Media**

El 80 por ciento del presupuesto participativo se destina para obras de saneamiento y agricultura, mientras que el resto sirve para los gastos administrativos.

- **Cuenca Alta**

En los tres distritos (Huanza Carampoma y Laraos), manifestaron que el presupuesto se destina para las obras de saneamiento y riego en un 70 por ciento y que reciben ayuda por parte del Gobierno Regional o de AGRORURAL.

e. ¿Cuáles son los temas prioritarios sobre el agua en su Presupuesto Participativo?

El 100 por ciento de los entrevistados indicaron entre los temas prioritarios e importantes se encuentran las construcciones de presas, las cuales servirán para almacenar agua destinada para uso poblacional y de riego, además de la construcción de canales de riego y obras de abastecimiento de agua y saneamiento; ya que constituye un aspecto fundamental en la supervivencia de las personas y en la mejora de las condiciones de vida y salud de los hogares.

f. ¿Tiene su municipio políticas o proyectos para la gestión del agua? ¿Cuáles?

Los municipios no cuentan con políticas o proyectos para la gestión del agua.

g. ¿Cuáles considera los conflictos prioritarios en relación con el agua en su ámbito?

La mayoría señalaron como principales conflictos los siguientes:

- Falta de obras de almacenamiento de agua para las épocas de estiaje.
- Falta de redes de agua y desagüe.
- La contaminación del agua de las quebradas y canales de riego.
- Posibles conflictos en el futuro entre los distritos de Huanza y Carampoma por la disponibilidad del agua del río Acobamba.
- Contaminación del agua en los canales y quebradas por causa de los relaves de las minas abandonadas, específicamente en las quebradas de Huampa y Collqui, las cuales han ocasionado muerte de animales.
- Falta de coordinación del agua entre EDEGEL con el distrito de Laraos, para este caso la empresa privada generadora de energía tiene represada la laguna Quiulacocha

ubicada a 4,450 m.s.n.m. La importancia radica que a partir de esta, se drena por una acequia que atraviesa 31 km de quebradas hasta llegar al distrito de Laraos y en el caso de realizarse el cerrado de las compuertas radiales no existiría agua en el distrito.

h. ¿Qué acciones se están tomando para resolverlos?

Las acciones que se están tomando para resolver estos conflictos son las siguientes:

- Se está planificando la construcción de la represa Alikichica, en el distrito de Callahuanca para almacenar el agua de lluvia a fin de hacer frente a la escasez futura del agua.
- Para resolver los conflictos del servicio de abastecimiento de agua en los distritos, se están realizando proyectos de inversión pública en el mejoramiento de los servicio de agua potable de los distritos Laraos, Huanza y Carampoma con el cofinanciamiento del Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MINTRA).

• Sobre la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338 y la Conformación de los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca

a. ¿Conoce Ud. la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento? ¿Ha recibido información sobre la Ley?

El 50 por ciento de los entrevistados saben que existe la Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, pero no la han leído; asimismo manifiestan que no han recibido información, por lo tanto muestran desconocimiento de la misma.

b. ¿Qué opina sobre la función que realizan los Consejos de Recursos Hídricos de Cuenca?

El 100 por ciento de los entrevistados desconocen sobre la conformación y función del Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca.

c. ¿Cómo garantizar la participación de su Municipio en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca?

Sobre la participación de las municipalidades en el Consejo de Recursos Hídricos de Cuenca, al desconocer sobre su conformación, los funcionarios municipales solicitan que las entidades correspondientes les informen y capaciten sobre este tema.

- **Capacidades**

a. ¿Qué dependencia de la Municipalidad tiene funciones respecto al agua?

En ninguna de las municipalidades distritales, existe una dependencia exclusiva que aborde el tema del agua; sin embargo algún regidor o a una comisión se encarga en este tema.

b. ¿El personal de la Municipalidad ha recibido alguna capacitación sobre gestión del agua? ¿De qué organizaciones? ¿Sobre qué temas?

- **Cuenca Baja**

En Santa Eulalia, el personal de la Municipalidad si ha recibido capacitación por parte de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Por otro lado el Teniente Alcalde de Callahuanca, manifiesta no haber recibido capacitación en temas relacionados a la gestión del agua, de igual manera, el personal de la municipalidad.

- **Cuenca Media**

Los entrevistados manifestaron no haber recibido capacitación en temas relacionados a la gestión del agua, al igual que el personal de la municipalidad.

- **Cuenca Alta**

En Carampoma, el Gerente Municipal manifiesta que no se ha realizado ninguna capacitación al personal de la Municipalidad en temas sobre gestión del agua; a diferencia de Laraos, donde el Secretario Municipal afirma que si han participado en talleres sobre el manejo del agua, desarrollados por la Organización Mundial del Agua (GWP), habiéndose elaborado en el mes de noviembre. Asimismo, recalcó que el gobierno del actual alcalde se enmarca en los temas de educación y desarrollo de capacidades de los pobladores. Para el caso de Huanza, el regidor manifiesta que han recibido capacitación en el tema relacionado al manejo ambiental del agua; a través de talleres realizados por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI).

Por otro lado, en el distrito de Carampoma a través de la Dirección Regional de Energía y Minas, la empresa minera Los Queñuales S.A. ha realizado talleres participativos a la población realizados en el mes de octubre del 2014; debido a la realización del proyecto de exploración Arabella ubicado en la comunidad campesina Santiago de Carampoma, previo a la declaración de impacto ambiental del mismo.

c. ¿Estaría dispuesto a capacitar al personal en temas de gestión del Agua?

El 100 por ciento de los entrevistados señalaron interés en capacitar al personal en temas de gestión del agua donde los temas principales de capacitación propuestos serían:

- Técnicas de riego.
- Conocimiento de la Ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338.
- Aspectos organizativos para un mejor uso y distribución del agua.

- **Cambio climático**

- a. **¿Cómo afecta el cambio climático a la disponibilidad del agua en su distrito?
¿Qué piensa hacer el municipio para aliviar este problema?**

Los entrevistados consideran que se está produciendo un cambio climático y que este es una de las causas principales que provoca la escasez de agua. En el caso de la cuenca alta, se ha producido deshielos de los nevados Monte de Carampoma, Antamantay, ubicados en el distrito de Carampoma y Laraos respectivamente. Por estos motivos, los municipios de estos distritos, están proyectando obras de represamiento del agua, con el fin de abastecer de este recurso a los centros poblados.