

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**



**“MEJORA EN GESTIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA  
EFICIENCIA EN LA ENTREGA Y DISTRIBUCIÓN DEL  
AGUA EN EL SISTEMA HIDRÁULICO CACHI”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGRÍCOLA**

**JESÚS ALBERTO CCENTA ALMINAGORTA**

**LIMA – PERÚ**

**2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“MEJORA EN GESTIÓN DE INFORMACIÓN PARA LA EFICIENCIA  
EN LA ENTREGA Y DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN EL SISTEMA  
HIDRÁULICO CACHI”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OPTAR EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÍCOLA**

Presentado por:

**JESÚS ALBERTO CCENTA ALMINAGORTA**

Sustentado y aprobado por el siguiente jurado:

Arq. VÍCTOR EDUARDO LINARES ZAFERZON  
Presidente

Ing. CARLOS ALBERTO BRAVO AGUILAR  
Asesor

Mg. Sc. LIZ MARGOT PALOMINO ZEGARRA  
Miembro

Dra. LIA RAMOS FERNANDEZ  
Miembro

LIMA – PERÚ

2020

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. PRESENTACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>III. OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
3.1. Objetivo general.....	3
3.2. Objetivos específicos .....	3
<b>IV. DESARROLLO DEL TRABAJO .....</b>	<b>4</b>
4.1. Antecedentes .....	4
4.1.1. Proyecto Especial Río Cachi (características del proyecto).....	4
4.1.2. Transferencia del proyecto al gobierno.....	6
4.1.3. Operación y mantenimiento del sistema hidráulico Cachi (OPEMAN) .....	8
4.1.4. Ubicación del proyecto.....	8
4.1.5. Problemáticas .....	9
4.2. Estado situacional el 2017 .....	10
4.3. Solución de las problemáticas.....	11
4.4. Gestión de información.....	11
4.4.1. Recopilación de datos de la campaña 2016.....	11
4.4.2. Reorganización de tramos de riego y personal encargado .....	28
4.4.3. Organización de la distribución.....	29
4.4.4. Digitalización de datos de volumen de agua captado y entregado.....	31
4.4.5. Renovación de instrumentos de toma de datos .....	46
4.4.6. Calibración de curvas de aforo de canales y ríos. ....	48
4.4.7. Trámite para la obtención del título habilitante .....	51
4.4.8. Reuniones de capacitación técnica, concientización y cultura del agua a personal responsable de la distribución.....	54
4.4.9. Difusión de la importancia del sistema hidráulico cachi y coordinación.....	55
4.5. Impacto de las medidas .....	56
4.5.1. Almacenamiento del agua .....	56
4.5.2. Sector agropecuario.....	57
4.5.3. Uso poblacional.....	59
4.5.4. Energético.....	59
4.5.5. Aumento de la eficiencia de captación y distribución.....	59

4.5.6.	Formalización y fortalecimiento del sistema hidráulico .....	60
4.5.7.	Conservación y preservación del medio ambiente.....	61
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES RECOMENDACIONES.....</b>	<b>62</b>
5.1.	Conclusiones .....	62
5.2.	Recomendaciones .....	64
<b>VI.</b>	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y CONSULTAS A PROFESIONALES.....</b>	<b>66</b>
<b>VII.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>68</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Listado de canales principales del sistema hidráulico.....	5
Tabla 2: Listado de estructura de captación del sistema hidráulico .....	5
Tabla 3: Listado de sifones y túneles del sistema hidráulico .....	6
Tabla 4: Disponibilidad hídrica mensual 2016 (hm <sup>3</sup> ).....	13
Tabla 5: Tabla diaria tipo de toma de datos de la toma de Munaypata I.....	15
Tabla 6: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2016).....	16
Tabla 7: Volumen entregado por tramo para riego (2016).....	17
Tabla 8: Volumen entregado mensual para riego (2016) .....	17
Tabla 9: Volumen entregado a SEDA (2016) .....	18
Tabla 10: Volumen de agua entregado (2016) .....	20
Tabla 11: Volumen mensual turbinado por Electrocentro (hm <sup>3</sup> ) .....	21
Tabla 12: Pérdidas de volumen de agua (2016) .....	23
Tabla 13: Distribución del volumen de agua (2016).....	23
Tabla 14: Balance hídrico 2016 (hm <sup>3</sup> ).....	25
Tabla 15: Parámetros de eficiencia.....	27
Tabla 16: Horario de cierre y apertura de tomas, tramo 1 y 2.....	30
Tabla 17: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Piñacocha .....	32
Tabla 18: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Q. Quewancucho....	32
Tabla 19: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Q. Milagritos.....	33
Tabla 20: Disponibilidad hídrica mensual (2017).....	33
Tabla 21: Población total urbana de la provincia de Huamanga .....	34
Tabla 22: Demanda de agua poblacional de la provincia de Huamanga.....	35
Tabla 23: Promedio mensual del caudal entregado a SEDA (2017).....	35
Tabla 24: Volumen entregado total mensual a SEDA (2017).....	36
Tabla 25: Volumen entregado por tramo para riego (2017).....	37
Tabla 26: Volumen entregado mensual para riego (2017) .....	38
Tabla 27: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2017).....	39
Tabla 28: Volumen mensual turbinado por Electrocentro .....	40
Tabla 29: Volumen mensual Caudal Ecológico .....	41
Tabla 30: Volumen entregado mensual entregado (2017) .....	41
Tabla 31: Pérdidas de volumen (2017).....	42

Tabla 32: Distribución del volumen de agua (2017) .....	43
Tabla 33: Balance hídrico 2017 (hm <sup>3</sup> ).....	44
Tabla 34: Parámetros de eficiencia campaña 2017 .....	45
Tabla 35: Datos del canal Machumollo .....	48
Tabla 36: Cálculos del canal Machumollo .....	48
Tabla 37: Áreas de cultivo empadronadas (ha) .....	57
Tabla 38: Eficiencias anuales .....	60
Tabla 39: Tramo 0. Tomas laterales antes de la presa. Tramo Churiacc - Apacheta Choccoro Chicllarazo - presa Cuchoquesera.....	70
Tabla 40: Tramo 1. Tomas laterales después de la presa Cuchoquesera (Cuenca alta) .....	70
Tabla 41: Tramo 2. Tomas laterales después de la presa Cuchoquesera (Cuenca alta) .....	71
Tabla 42: Tramo 3. Tomas laterales canal Chiara Hualccapucro (Cuenca baja) .....	71
Tabla 43: Tramo 4. Tomas canal lateral de Tambillo (Cuenca baja) .....	72
Tabla 44: Tramo 4. Tomas canal lateral de Bellavista (Cuenca baja).....	72
Tabla 45: Tramo 4. Tomas canal lateral de Tambillo (Cuenca baja) .....	73
Tabla 46: Tramo 7. Tomas canal lateral Socos (Cuenca baja) .....	74
Tabla 47: Tramo 6. Tomas canal lateral de Bellavista (Cuenca baja).....	75
Tabla 48: Volumen entregado total mensual tramo 0 (2017).....	76
Tabla 49: Volumen entregado total mensual tramo 1 (2017).....	77
Tabla 50: Volumen entregado total mensual tramo 2 (2017).....	78
Tabla 51: Volumen entregado total mensual tramo 3 (2017).....	79
Tabla 52: Volumen entregado total mensual tramo 4 (2017).....	80
Tabla 53: Volumen entregado total mensual tramo 5 (2017).....	81
Tabla 54: Volumen entregado total mensual tramo 6 (2017).....	82
Tabla 55: Volumen entregado total mensual Tramo 7 (2017) .....	83
Tabla 56: Descripción de miras limnimétricas .....	85

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de OPEMAN- GRA .....	7
Figura 2: Curva de disponibilidad hídrica mensual del embalse 2016.....	13
Figura 3: Distribución del volumen entregado en la cuenca .....	16
Figura 4: Volumen entregado a SEDA Ayacucho (2016).....	19
Figura 5: Volumen de agua entregado (2016).....	20
Figura 6: Distribución del volumen de agua en la campaña del 2016.....	24
Figura 7: Oferta y Demanda Hídrica 2016 .....	25
Figura 8: Principales componentes de un embalse.....	31
Figura 9: Curva de Disponibilidad hídrica mensual del embalse (2017) .....	34
Figura 10: Volumen entregado y utilizado para uso poblacional (2017) .....	37
Figura 11: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2017).....	39
Figura 12: Distribución del volumen de agua en la campaña del 2017.....	43
Figura 13: Oferta y demanda hídrica (2017) .....	44
Figura 14: Uso del Nivel de ingeniero para el plantado de miras .....	47
Figura 15: Curva de aforo H-Q toma Machumollo .....	49
Figura 16: Trabajos de aforamiento en canal secundario .....	49
Figura 17: Trabajo de aforamiento en quebrada Pampamarca .....	50
Figura 18: Volumen anual captado por el canal principal en la presa Cuchoquesera .....	57
Figura 19: Áreas de cultivo empadronadas por años.....	58
Figura 21: Ejemplo del diseño de mira limnimétrica de 60 cm de longitud .....	86

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Plano esquema hidráulico .....	69
Anexo 2: Reorganización de tramos del sistema hidráulico .....	70
Anexo 3: Volumen de agua entregado para uso agrícola .....	76
Anexo 4: Volumen anual captado por el canal principal en la presa Cuchoquesera.....	84
Anexo 5: Miras limnéticas .....	85
Anexo 6: Modo de instalación de sifones no autorizados .....	87
Anexo 7: Acta de reunión de capacitación técnica del 1 de setiembre.....	88

## **I. PRESENTACIÓN**

El presente trabajo de suficiencia profesional se desarrolló en el marco de la modalidad del mismo nombre y fue aprobado mediante “RESOLUCIÓN N° 0119-2020-CU-UNALM. - de fecha 08 de junio del 2020 que aprueba el nuevo Reglamento de Titulación por Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Nacional Agraria La Molina, adecuado por la facultad para obtener el título de Ingeniero Agrícola.

Trabajé desde que terminé mis estudios universitarios en la UNALM, en la meta 004 “Reparación y Mantenimiento del Sistema Hidráulico Cachi en la Región Ayacucho”, llamada Operación y Mantenimiento (OPEMAN) perteneciente a la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Ayacucho, que, en el año 2017, estaba encargada de dar operación y mantenimiento de la infraestructura mayor del ex proyecto Cachi. Inicé desempeñándome como encargado de instrumentación geotecnia de la presa Cuchoquesera. A fines del mes de junio, época en la cual ya no hay precipitaciones y empieza la campaña agrícola, me confiaron el puesto de encargado de la distribución del agua de todo el sistema. El trabajo, a continuación, desarrollado, describe las actividades propias dentro del ejercicio de mi profesión, enfocadas en el manejo y distribución del agua, durante el periodo de junio a diciembre del 2017. En el cual he aplicado en las competencias adquiridas en mis estudios universitarios, para resolver problemas técnicos, conflictos sociales y medio ambientales. Específicamente en las áreas de gestión y manejo de cuentas, topografía, hidráulica, ingeniería del agua y medio ambiente e hidrología.

Dentro de mis labores he aportado los conocimientos adquiridos en la carrera para la planificación de estrategias que permitan la mejora de la gestión de información que conlleva a el aumento de eficiencia de distribución y entrega del agua, junto a un equipo multidisciplinario de profesionales de ingeniería de fluidos, agronomía y técnicos. Además de haber liderado a un grupo de 8 personas encargadas de la distribución a lo largo del proyecto.

## **II. INTRODUCCIÓN**

La formación académica se complementa con la práctica, nosotros los alumnos debemos ganar experiencia en campo y complementar así los conocimientos adquiridos en las aulas. La infraestructura hidráulica del proyecto Cachi significa desde su construcción y puesta en operación, como era de esperarse, una de las causas de crecimiento de las zonas beneficiadas con el agua que transporta, especialmente en riego aumentando las campañas de siembra, en el ámbito pecuario con mejora y aumento del ganado, ecológico, energético y de consumo humano para la ciudad de huamanga y los sectores de riego. Sin embargo, la falta de gestión, la injerencia política, insuficiencias técnicas y conflictos sociales han generado que los beneficios ya mencionados se vayan disminuyendo, en contraste, originando deficiencias que se han acumulado con los años.

La siguiente monografía detallará mi experiencia en el trabajo realizado durante los meses de julio a diciembre del 2017 en el Sistema Hidráulico Mayor Cachi Tipo B ubicado en el departamento de Ayacucho, Provincia de Huamanga en los distritos de Vinchos y Chuschi. Donde se generó, junto a mi equipo un plan estratégico para disminuir las deficiencias ya mencionadas mejorando la gestión de información para la eficiencia de la distribución y entrega del agua en el sistema hidráulico.

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Explicar la mejora gestión de información y la estrategia para optimización del abastecimiento de agua para consumo humano, con fines riego y caudal ecológico en el Sistema Hidráulico Mayor Cachi.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Identificar las problemáticas de la campaña 2017 y plantear estrategias para su solución.
- Explicar el proceso de Digitalización y procesamiento de los datos de la recolección de agua en el embalse y entrega de agua.
- Exponer sobre las capacitaciones realizadas a los agricultores sobre aspectos técnicos utilizados en la distribución y concientizar sobre el uso del agua.
- Informar sobre los trámites para que el proyecto obtenga el título habilitante como operador de infraestructura hidráulica.
- Calcular las eficiencias de captación y distribución.
- Analizar los impactos de las medidas tomadas.

## **IV. DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **4.1. Antecedentes**

#### **4.1.1. Proyecto Especial Río Cachi (características del proyecto)**

De la revisión histórica se tiene que el año 1824, Simón Bolívar promulgó un Decreto disponiendo la irrigación de las zonas áridas circundantes a la ciudad de Ayacucho, con aguas provenientes del río Cachi (Consultora H y C Asociados S.R.L [CHYRA], 1994, p. 3).

Posteriormente, muchos años después mediante Decreto Supremo N° 004-87-MIPRE, fue creado el Proyecto Especial Río Cachi, como un órgano descentralizado del Instituto Nacional de Desarrollo – INADE, como una alternativa de solución a las necesidades para iniciar una propuesta de desarrollo integral de las provincias de Cangallo y Huamanga, iniciando sus actividades en el año 1987 con las obras civiles en construcción hasta el año 2002 (Huamaní, 2011, p. 1).

Según el censo de 1981, la población total de Ayacucho era de 500 732 personas cuyo 25,5 por ciento se concentra en la provincia de Huamanga y su 67 por ciento corresponde a población rural. Su tasa de crecimiento entre 1972 y 1981 fue de solo 1 por ciento; por debajo de esta tasa se ubican solo los departamentos de Apurímac y Huancavelica (CHYRA, 1994, p. 4).

Este proyecto está constituido básicamente por la obra emblemática, la presa Cuchoquesera, que embalsa 80 hm<sup>3</sup> ocupando un área de más de 450 ha y se ubica en el cauce del río Chahuamayo, toda esta agua es captada de la descarga de los ríos Apacheta, Choccoro y Chicllarazo, afluentes del río Cachi, todos ellos ubicados por encima de la cota 3700 m.s.n.m. Complementando su equipamiento hidromecánico, además de un sistema de más de 200 km de canales (ver Tabla 1), 3 bocatomas principales y 11 secundarias (ver Tabla 2), 8,6 km de túneles, 2 sifones invertidos, ver tabla 3, y una red hidrometeorológica

conformada por 23 estaciones (Anexo 1).

**Tabla 1: Listado de canales principales del sistema hidráulico**

Nombre del Canal	Caudal máximo de diseño (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Longitud del canal		
		Revestido (km)	Sin revestir (km)	Total (km)
Churiacc - Apacheta	0,64	2,54	0	2,54
Apacheta – Choccoro	3,7	37,7	0	37,7
Choccoro - Chicllarazu	6,7	3,8	0	3,8
Chicllarazu - Cuchoquesera	10,8	22,8	0	22,8
Cuchoquesera - Ichucruz	7	49	0	49
Chiara - Chontaca	5	52,9	0	52,9
Suministro Ayacucho	2	20,1	0	20,1
Obras de arte y otros		27,6	0	27,6
<b>TOTAL</b>				216,44

**Tabla 2: Listado de estructura de captación del sistema hidráulico**

Nombre de estructura de captación	Caudal (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )
Bocatoma Churiacc	0,64
Bocatoma Apacheta	3,7
Bocatoma Quichcahuasi	1
Bocatoma Suni	0,05
Bocatoma Rosario	0,1
Bocatoma Choccoro	6,7
Bocatoma Chicllarazu	9,7
Bocatoma Cemegatocc	0,1
Bocatoma Tambocha	0,12
Bocatoma Llachoccmayo	0,17
Bocatoma Allpachaca	0,22
Bocatoma Pampamarca	0,16
Bocatoma Llamacancha	0,33
Bocatoma Pillcoocasa	0,2

**Tabla 3: Listado de sifones y túneles del sistema hidráulico**

Obras de Arte	Caudal (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Longitud (km)
Sifón Satica	7,5	0,32
Sifón Llachocchuaycco	10	0,16
Túnel Roculla	9,5	1
Túnel Ichucruz - Chiara	7	7,6

De acuerdo a (Gobierno Regional de Ayacucho [GRA], 2006), el ex proyecto Especial Rio Cachi tenía las siguientes metas generales:

- Ampliar la frontera agrícola en 14 493 ha e incrementar la producción y producción agropecuaria, forestal y agroindustrial rural, en el ámbito del Proyecto.
- Dotar de agua a la Ciudad de Ayacucho con 0,95 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> para uso doméstico e industrial, cuyo beneficio proyectado alcanzará a una población total mayor de 500 000 habitantes.
- Generar energía eléctrica con una potencia instalada de 15,5 MW para uso doméstico e industrial de la Ciudad de Ayacucho, ampliando su dotación al área rural, a fin de fomentar la agroindustria rural.
- Dotar de 0,15 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, para la preservación ecológica en el cauce del río y en los alrededores de la Ciudad de Ayacucho.

#### **4.1.2. Transferencia del proyecto al gobierno**

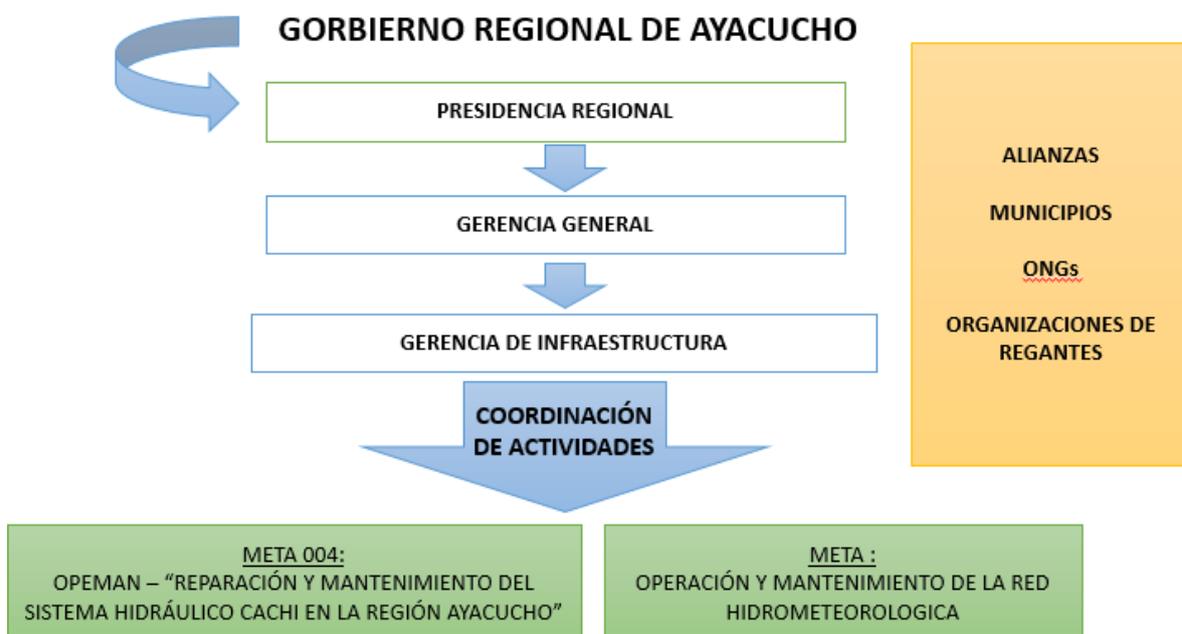
En el marco del proceso de descentralización del Estado, el Instituto Nacional de Desarrollo –INADE, transfiere el Proyecto al Gobierno Regional de Ayacucho autorizado mediante el Decreto Supremo N°. 031-2003-Vivienda.

En los primeros años de su transferencia al Gobierno Regional, el Proyecto ha funcionado como tal, es decir como Proyecto Especial; sin embargo, al asumir el cargo de Presidente del Gobierno Regional de Ayacucho, el Ing. Ernesto Molina Chávez, mediante acuerdo de Consejo Regional No. 014-07 GRA/CR, del 5 de marzo del 2007, y Ordenanza Regional N°003-07-GRA/CR dispone la desactivación y liquidación del proyecto y el artículo 2° de la Ordenanza el Consejo Regional encarga al Presidente del Gobierno Regional (ver figura 1) disponga la conformación de la Comisión Liquidadora; y en mérito a ello por Resolución

Ejecutiva Regional N° 225-07-GRA/PRES, de fecha 7 de marzo del 2007 se designa a los miembros de la Comisión Liquidadora. A partir de ello el proyecto en su organización ha sido fragmentado, (Huamaní, 2011).

Su estructura orgánica fue la siguiente, aun cuando fue transferido al Gobierno Regional:

- Gobierno Regional de Ayacucho
- Órgano de Dirección: Consejo Directivo
- Órgano Ejecutivo: Director Ejecutivo
- Órgano de Control: Oficina de Control Institucional
- Órgano de Asesoramiento: Sub Gerencia de Planificación Y Presupuesto
- Órgano de Apoyo: Oficina de Administración
- Órganos de Línea: Sub Gerencia de Infraestructura, Sub Gerencia de Operación Mantenimiento, Sub Gerencia de Desarrollo Rural



**Figura 1: Organigrama de OPEMAN- GRA**

FUENTE: Huamaní, 2006.

#### **4.1.3. Operación y mantenimiento del sistema hidráulico Cachi (OPEMAN)**

El ex Proyecto Especial Río Cachi, ahora OPEMAN, se encarga de las labores de operación y mantenimiento del sistema hidráulico que comprende la presa, las bocatomas, sifones, canales principales entre otras estructuras; haciendo realidad su funcionamiento. Llevando a cabo trabajos diarios de mantenimiento de canales, compuertas, equipo electromecánico de la presa, bocatomas, sifones, túneles entre otras estructuras, control de deslizamientos y la dotación de agua a lo largo de todos los canales para fines agropecuarios consumo humano y energético.

Desde el momento de su construcción y puesta en operación este sistema ha significado progreso para el sector agropecuario y forestal proyectado en 14 500 ha para riego teniendo en cuenta que un 70 por ciento debe ser riego tecnificado. Desde que comenzó el funcionamiento del sistema la cantidad de hectáreas se han ido incrementando llegando a tener el año 2017 más de 7000 ha bajo riego, además del aumento y mejoramiento del ganado, inclusive dotando un caudal ecológico de  $150 \text{ l s}^{-1}$ . Atendiendo también el incremento de la población, dotando con más de  $500 \text{ l s}^{-1}$  equivalente a  $16 \text{ hm}^3$  el año 2016 para el consumo humano de 280 234,00 habitantes, asegurando así, durante todo el año el agua potable para la ciudad de Ayacucho. Además de que sus aguas sirven de uso energético proyectado en la central Catalinayocc de 1,8 MW y generando 0,9 MW en la planta Quicapata de Electrocentro.

#### **4.1.4. Ubicación del proyecto**

La Presa Cuchoquesera está ubicada en el límite de los distritos de Vinchos y Chuschi en la provincia de Huamanga.

##### **Ubicación política**

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distritos : Vinchos y Chuschi.

##### **Coordenadas geográficas**

- Longitud :  $74^{\circ}20'33'' \text{ W}$

- Latitud : 13°25'50" S

#### **Coordenadas UTM**

- Norte : 8 515 150,19
- Este : 571 176,67
- Zona : 18 S
- Altitud : 3740 m.s.n.m.

#### **4.1.5. Problemáticas**

Antes del inicio de la distribución del agua y en general en el proyecto se encontraron los siguientes problemas:

- Deficiencia en la entrega del agua.
- Los datos adquiridos el 2016 no estaban completos, tampoco estaban digitalizados ni procesados.
- No se tenía certeza de la cantidad de volumen de agua entregado.
- No existía un sistema claro de la distribución.
- Insuficiente asignación presupuestal. No se cobraba la tarifa a los usuarios del agua.
- Falta de capacitación al personal que maneja la distribución y entrega del agua.
- Falta de calibración de las curvas de medición.
- Quejas y dudas de los agricultores sobre la dotación del agua.
- Cambios de Residencia y supervisión son constantes y por decisión política, dejando los avances inconclusos.
- La distribución y manejo de la misma era desordenado, encontrándose incluso elementos que no debería ser usados para la distribución del agua.
- No existía un registro de cuanto ni donde de caudal ecológico se abastecía.
- Las coordinaciones con la ALA Ayacucho no eran recurrentes, solo se reportaban el volumen de agua de entrada de salida y el embalsado de la presa.
- Como operador de infraestructura hidráulica al no contar con título habilitante, carecía de capacidad de multar a los usuarios que infringieran las normas.

#### **4.2. Estado situacional el 2017**

El sistema se encontraba a cargo de la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Ayacucho, específicamente la meta 004 “Mejoramiento del Sistema Hidráulico Cachi en la Región de Ayacucho” que es un proyecto de inversión pública, renovado cada año. El presupuesto asignado para todo el año fue de aproximadamente S/. 4 000 000,00 soles, siendo este insuficiente para el mantenimiento de todas las estructuras hidráulicas dada la envergadura del sistema. Cada año se mantenía lo que se podía porque también se tenía que considerar además los cotos de operación de todo el sistema.

El proyecto no tenía autonomía en cuanto al presupuesto, que como se dijo siempre era designado por el GRA, no contaba con el pago de tarifa al no ser considerado por la ANA como operador de infraestructura hidráulica, debido a que no tenía iniciados los tramites ni cumplía con algunos de los requerimientos, como el de reporte mensual de los caudales entregados.

El 2016 se tomaron datos de los caudales entregados en cuadernos de los sectoristas, que era personal contratado por OPEMAN, sin embargo, los datos no habían sido reportados ni digitalizados en su totalidad, tampoco el archivo estaba completo en los folios del proyecto. Cada sectorista tenía en su poder los cuadernos de anotación de volumen entregado, cabe señalar que muchos de los resultados estaban mal calculados.

En primeras reuniones las quejas de los usuarios de riego eran continuas, la gran mayoría tenía muchas dudas de cómo se calculaba la entrega y estaban disconformes por la falta de comunicación con OPEMAN en años pasados.

No se tenía registro de suministración de caudal ecológico, de acuerdo a entrevistas con los usuarios, este no se suministraba, siendo la prioridad el consumo humano y luego el riego. En la primera inspección de campo se encontraron sifones, que no estaban considerados dentro del sistema hidráulico, tampoco calibrados, sin embargo, habían sido admitidos de acuerdo a los agricultores por la necesidad domestica de asentamientos que no contaban con agua potable. Además, se encontró áreas de riego que no había sido empadronadas, las cuales aumentarían para el año 2017.

### **4.3. Solución de las problemáticas**

De acuerdo a los principios de eficiencia citados en el art. 3 de la ley de Recursos Hídricos “La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores” (ANA, 2009), que hace evidente la importancia de generar estrategias que permitan la eficiencia del uso del agua en la gestión integral de la cuenca.

La estrategia que se tomó fue mejorar la eficiencia en la entrega del agua, así resolviendo problemas técnicos disminuirían los conflictos sociales, en paralelo aumentar la comunicación con los usuarios del sistema. La mejora se centró el sector de riego que demandaba aproximadamente el 70 por ciento del total de volumen entregado, además de tener la mayor cantidad de conflictos. Para ello se generó un plan de gestión de toda la información recopilada y mejoramiento de la toma de datos. Considerando los siguientes aspectos:

- Reorganización de tramos y aumento de áreas de cultivo no registradas.
- Recopilación de datos de volúmenes de entrada y salida de la presa y entrega en tramos.
- Mejora en la toma de datos de volúmenes entregados.
- Capacitación al personal involucrado.
- Trámites para la obtención de liquidez financiera.
- Difusión de la importancia del proyecto.

Cada punto está basado en la mejora de la eficiencia de entrega de volumen de agua están referidos a los principios básicos de la LRH.

### **4.4. Gestión de información**

#### **4.4.1. Recopilación de datos de la campaña 2016**

Todo sistema requiere de una base de datos para la toma de decisiones a corto y largo plazo, en el caso de la distribución del agua en el Sistema Hidráulico Cachi, no se registraban se tomaban en cuenta los datos de manera adecuada.

Las fuentes de información que se recopilaron fueron:

- Los niveles de agua que se registran de las estaciones hidrométricas de los canales derivadores de Apacheta, Choccoro y Chicllarazo.
- Lecturas de miras limnimétricas en el canal de entrada y canal de suministro de la presa Cuchoquesera, de las cuales cuentan con sus respectivas curvas de aforo y personal observador.
- Mira limnimétricas en el embalse de Cuchoquesera, para el registro de los volúmenes almacenados, de acuerdo a la cota de nivel del mar.
- Aforos de las quebradas (Quewancucho y Milagritos), de las cuales ambas tienen sus miras milimétricas para el registro de niveles para el 2016.
- Los datos de volúmenes de agua entregados recopilados por los sectoristas y tomeros.
- Datos meteorológicos de la estación Sunilla – Cuchoquesera.

Todos los niveles de agua registrados cuentan con los aforos respectivos y sus curvas H – Q para las equivalencias de nivel a caudales.

Cabe señalar que la lectura de la cota del embalse solo se registraba a las 06:00 a.m. por día y la de las tomas 2 veces al día.

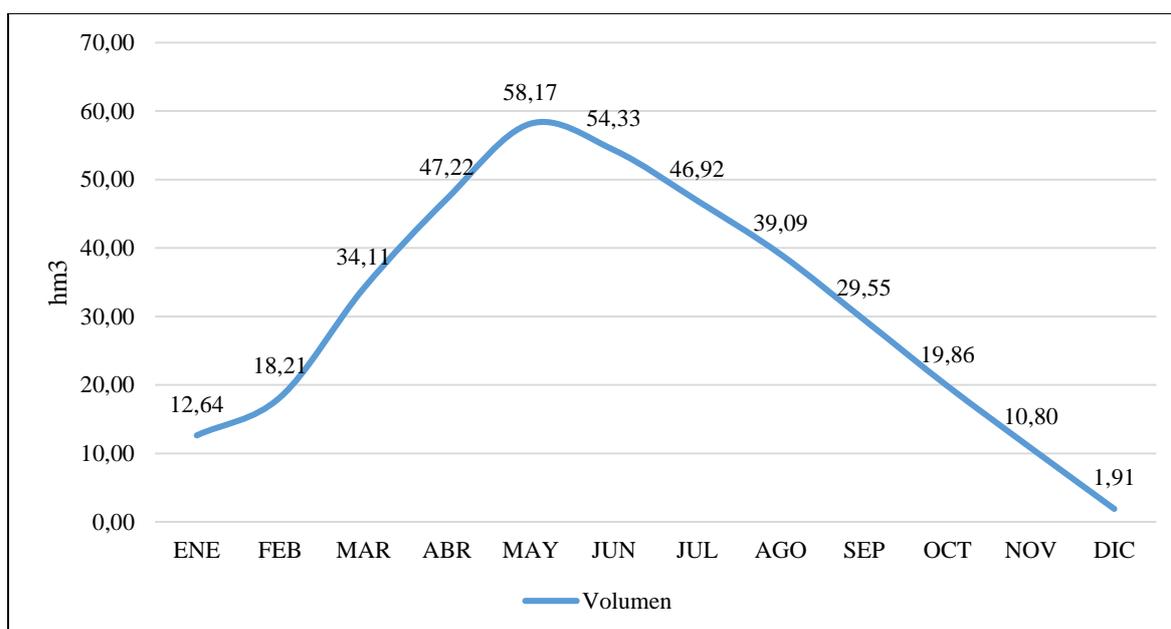
#### **4.4.1.1. Disponibilidad hídrica**

La Presa Cuchoquesera tiene un sistema regulado que le proporciona un caudal de  $10.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de los trasvases de las bocatomas de cuenca alta (Apacheta, Choccoro y Chicllarazo), con los cuales el 2016 se almacenó en el embalse a la capacidad de  $58,17 \text{ hm}^3$ , en un periodo hidrológico normal, siendo  $21,87 \text{ hm}^3$  de déficit con respecto su capacidad máxima.

Ese año se debió suministrar para consumo humano y riego toda el agua restante sin considerar los  $20 \text{ hm}^3$  de reserva, el segundo fin fue cambiar las compuertas de salida de la presa debido al deterioro, este cambio era fundamental por recomendación de la empresa constructora que sugería renovar este sistema de válvulas cada 10 años de operación, además debido al peligro de rotura de la compuerta y disminuir las pérdidas por fuga.

**Tabla 4: Disponibilidad hídrica mensual 2016 (hm<sup>3</sup>)**

Mes	Volumen en el reservorio al inicio del mes	Ingreso a la presa (canal principal)	Manantial Piñacocha	Qda. Quewancucho	Qda. Milagritos	Total de agua disponible (hm <sup>3</sup> )
Ene.	12,64	7,00	0,80	0,16	0,14	20,74
Feb.	18,21	17,07	0,73	0,17	0,18	36,35
Mar.	34,11	14,78	0,80	0,10	0,18	49,97
Abr.	47,22	12,82	0,78	0,08	0,09	60,97
May.	58,17	3,48	0,80	0,00	0,00	62,45
Jun.	54,33	1,71	0,78	0,00	0,00	56,82
Jul.	46,92	0,90	0,80	0,00	0,00	48,63
Ago.	39,09	0,31	0,80	0,00	0,00	40,20
Sep.	29,55	0,18	0,78	0,00	0,00	30,51
Oct.	19,86	0,10	0,80	0,00	0,00	20,76
Nov.	10,80	0,19	0,78	0,00	0,00	11,77
Dic.	1,91	1,72	0,80	0,00	0,00	4,43



**Figura 2: Curva de disponibilidad hídrica mensual del embalse 2016**

No se logró embalsar la máxima capacidad de la presa 58,17 hm<sup>3</sup>, teniendo en toda la campaña el volumen captado disponible de 70,80 hm<sup>3</sup>. En diciembre se distribuyó el agua hasta quedar 1,91 hm<sup>3</sup> debido a la necesidad de la demanda hídrica (ver Tabla 4 y Figura 2).

#### 4.4.1.2. Demanda hídrica

Los datos de volúmenes de agua entregados fueron recopilados de informes entregados y de los cuadernos de los sectoristas. Estos registros fueron firmados para mayor veracidad por los tomeros delegado por cada comité cuando se les dio la dotación de agua. La campaña de riego era considerada de junio a noviembre.

Los caudales regularmente eran dados de día de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. y de noche de 6:00 p.m. a 6:00 a.m., en caso de la variación de horarios se tiene en cuenta que la dotación siempre es de 12 horas y se cierra o reduce a la mitad la toma medio día después. Los días domingos se repartía solo  $10 \text{ l s}^{-1}$  en la mayoría de tomas. Como ejemplo se tiene la tabla 5 que indica los datos recopilados durante 1 mes.

Las principales dificultades para obtener los datos fueron:

- Los datos no estaban recopilados en su totalidad.
- Existían pocos informes.
- Había cálculos que estaban errados.
- Se pidieron informes desde el mes de setiembre del 2016.

Los datos de entrega anotados en 2 turnos, se hizo la conversión de  $\text{l s}^{-1}$  a  $\text{m}^3 \text{ d}^{-1}$

$$A \text{ l/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \times \frac{12 \text{ h}}{\frac{1}{2} \text{ d}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = A \frac{\text{m}^3}{\frac{1}{2} \text{ d}}$$

Como ejemplo se tiene la entrega en la toma Munaypata I el mes de setiembre.

$$Q_{\text{día}} \rightarrow 70 \text{ l/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{12 \text{ hr}}{\frac{1}{2} \text{ d}} = 3024 \frac{\text{m}^3}{\frac{1}{2} \text{ d}}$$

$$Q_{\text{noche}} \rightarrow 10 \text{ l/s} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hr}} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} \times \frac{12 \text{ hr}}{\frac{1}{2} \text{ d}} = 432 \frac{\text{m}^3}{\frac{1}{2} \text{ d}}$$

$$Q_{\text{día+noche}} \Rightarrow 3024 + 432 = 3456 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$$

**Tabla 5: Tabla diaria tipo de toma de datos de la toma de Munaypata I**

<b>Munaypata I</b>			
<b>Dotación de agua en l s<sup>-1</sup></b>			<b>m<sup>3</sup> d<sup>-1</sup></b>
<b>Día</b>	<b>6 a.m. – 6 p.m.</b>	<b>6 a.m. – 6 p.m.</b>	
1	70	10	3 456
2	70	10	3 456
3	70	10	3 456
4	10	10	864
5	70	10	3 456
6	70	10	3 456
7	70	10	3 456
8	70	10	3 456
9	70	10	3 456
10	70	10	3 456
11	10	10	864
12	70	10	3 456
13	70	10	3 456
14	70	10	3 456
15	70	10	3 456
16	70	10	3 456
17	70	10	3 456
18	10	10	864
19	70	10	3 456
20	70	10	3 456
21	70	10	3 456
22	70	10	3 456
23	70	10	3 456
24	70	10	3 456
25	10	10	864
26	60	10	3 024
27	60	10	3 024
28	60	10	3 024
29	60	10	3 024
30	60	10	3 024
<b>TOTAL</b>			<b>91 152</b>

Se logró conseguir poca cantidad de datos y deducir los demás a partir de caudales que fueron asignados por JUDRA en cada tramo, de los cuales se recabaron de forma:

Diaria los meses de:

- Tramo 1: Setiembre, octubre y noviembre.
- Tramo 2: Julio, agosto, setiembre y octubre.
- Tramo 3: Agosto, setiembre, octubre y noviembre.
- Tramo 4: Agosto, setiembre, octubre y noviembre.

- Tramo 5: Agosto, setiembre, octubre y noviembre.
- Tramo 6: Agosto, setiembre, octubre y noviembre.
- Tramo 7: Noviembre.

Totales de los meses de:

- Tramo 1: Agosto.
- Tramo 2: Noviembre.
- Tramo 4: Octubre.

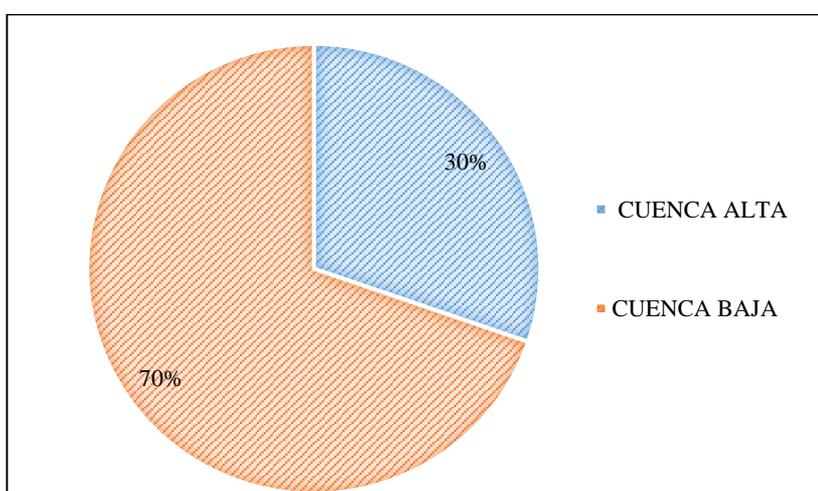
Con las limitaciones ya descritas se hizo el análisis de volumen entregado de junio a noviembre del año 2016 teniendo los siguientes resultados:

**a. Uso agrícola**

El uso exclusivamente agrícola fue calculado a partir de los datos recopilados por los sectorista. Para diferenciar cuánta agua se da por zona de la cuenca se tiene la Tabla 6 y la Figura 3.

**Tabla 6: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2016)**

Distribución en la cuenca	Volumen de agua entregado riego (hm <sup>3</sup> )						
	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Total
Cuenca alta	1,38	1,79	1,62	1,74	1,71	1,71	9,94
Cuenca baja	1,05	1,41	1,31	1,35	1,27	1,14	7,53
	2,01	2,73	2,76	2,67	2,77	2,43	15,38
	4,43	5,93	5,69	5,76	5,75	5,28	32,85



**Figura 3: Distribución del volumen entregado en la cuenca**

Fue necesario calcular el volumen de agua total que se entrega por tramo para conocer la necesidad hídrica (ver Tabla 7).

**Tabla 7: Volumen entregado por tramo para riego (2016)**

<b>Tramo</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. (hm<sup>3</sup>)</b>
Tramo 1	5 523 037,92	5,52
Tramo 2	4 421 355,84	4,42
Tramo 3	3 935 787,84	3,94
Tramo 4	3 595 510,08	3,60
Tramo 5	3 299 860,92	3,30
Tramo 6	3 833 507,52	3,83
Tramo 7	8 243 506,08	8,24
<b>TOTAL</b>	<b>32 852 566,20</b>	<b>32,85</b>

Además, se calculó el volumen mensual para conocer en qué mes se abastece más agua (ver Tabla 8).

**Tabla 8: Volumen entregado mensual para riego (2016)**

<b>Mes</b>	<b>Vol. (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Vol. (hm<sup>3</sup>)</b>
Junio	4 433 577,12	4,43
Julio	5 929 549,92	5,93
Agosto	5 692 899,00	5,69
Setiembre	5 760 806,40	5,76
Octubre	5 754 490,56	5,75
Noviembre	5 281 243,20	5,28
Diciembre	133 272,00	0,13
<b>TOTAL</b>	<b>32 852 566,20</b>	<b>32,85</b>

Según los datos de volumen entregado para riego se puede decir que:

- En el mes de Julio se dio mayor cantidad de agua (5 929 549,92 m<sup>3</sup>)
- En el mes de junio la menor cantidad (4 433 577,12 m<sup>3</sup>)
- En un mes no se da menos 4 hm<sup>3</sup>
- En el tramo 7 se dio mayor cantidad de agua (8 243 506,08m<sup>3</sup>)
- En el tramo 5 la menor cantidad de agua (3 299 860,92m<sup>3</sup>)
- Casi todos los tramos siguen la misma tendencia de aumentar en julio disminuir

para setiembre, aumentar otra vez para octubre para finalmente disminuir en noviembre.

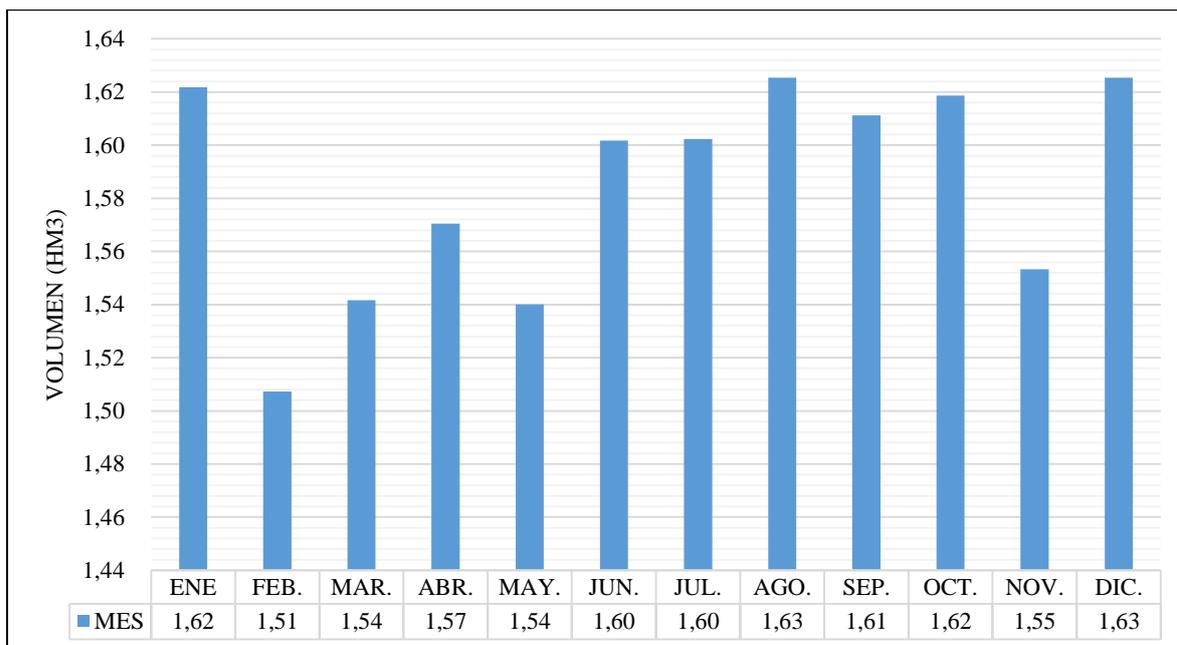
- El 70 por ciento del agua para riego se da en la cuenca baja.
- En total se dieron 32,85 hm<sup>3</sup> para riego y otros fines en toda la cuenca.

#### **b. Uso poblacional**

El volumen entregado para su potabilización era tomado en la entrada del canal de SEDA Ayacucho, durante todo el año (ver Tabla 9 y Figura 4).

**Tabla 9: Volumen entregado a SEDA (2016)**

<b>Total mensual para uso poblacional</b>	
<b>Mes</b>	<b>Vol. (hm<sup>3</sup>)</b>
Enero	1,62
Febrero	1,51
Marzo	1,54
Abril	1,57
Mayo	1,54
Junio	1,60
Julio	1,60
Agosto	1,63
Setiembre	1,61
Octubre	1,62
Noviembre	1,55
Diciembre	1,63
<b>TOTAL</b>	<b>19,02</b>



**Figura 4: Volumen entregado a SEDA Ayacucho (2016)**

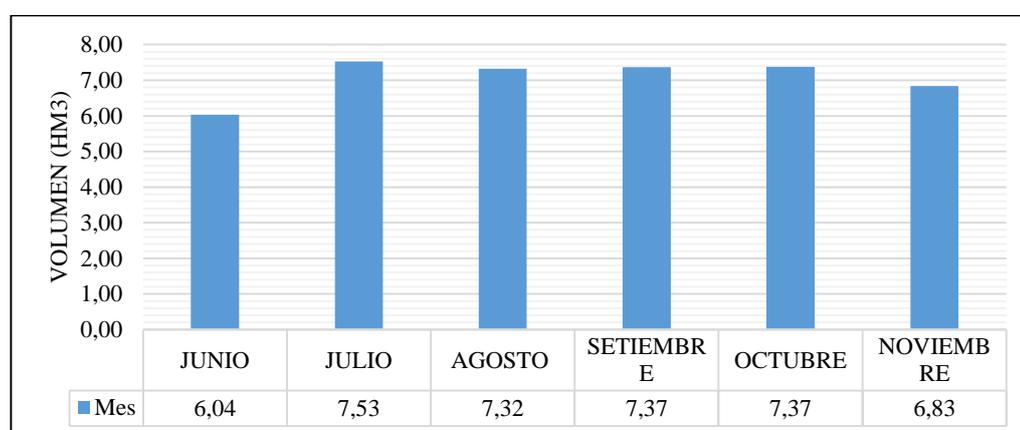
Según los datos de volumen entregado para consumo humano se puede decir que:

- En el mes de agosto se dio mayor cantidad de agua (1 625 443,20 m<sup>3</sup>).
- En el mes de noviembre la menor cantidad (1 553 342,40 m<sup>3</sup>).
- En un mes no se da menos 1,5 hm<sup>3</sup>.
- Los caudales entregados a SEDA todos los meses varían poco y están alrededor de 600 l s<sup>-1</sup>.
- Ya que los caudales no varían tanto, se espera que los volúmenes tampoco lo hagan. Como sucede, teniendo un promedio mensual de entrega de 1,6 hm<sup>3</sup>.
- En total se dieron 9,6 hm<sup>3</sup> para consumo humano de la ciudad de Huamanga.

Para hallar el volumen entregado total en la campaña del 2016 se suma el consumo humano con el consumo con fines de riego y se obtienen los datos de la Tabla 10 con su respectiva Figura 5.

**Tabla 10: Volumen de agua entregado (2016)**

Mes	Volumen de Agua Entregado (hm <sup>3</sup> )		
	Riego	Uso Poblacional	Total
Junio	4,43	1,60	6,04
Julio	5,93	1,60	7,53
Agosto	5,69	1,63	7,32
Setiembre	5,76	1,61	7,37
Octubre	5,75	1,62	7,37
Noviembre	5,28	1,55	6,83
TOTAL	32,85	9,61	42,47



**Figura 5: Volumen de agua entregado (2016)**

Según los datos de volumen entregado se puede decir que:

- En el mes de julio se dio mayor cantidad de agua (7 531 881,12 m<sup>3</sup>)
- En el mes de junio la menor cantidad (6 035 303,52 m<sup>3</sup>)
- En un mes no se da menos 6 hm<sup>3</sup>.
- Se sigue una tendencia de entrega con un promedio de aproximadamente 7 hm<sup>3</sup>.
- En total se entregaron 42,47 hm<sup>3</sup> para fines de riego y consumo humano entre junio a noviembre.

### c. Uso energético

El año 2016 la central hidroeléctrica que se encuentra en operación era la Central Hidroeléctrica de Quicapata, donde la empresa Electrocentro, genera energía eléctrica.

El agua para uso hidroenergético es considerado de tipo no-consuntivo, ya que las

aguas turbinadas de las centrales hidroeléctricas son recuperadas en casi en su totalidad inmediatamente aguas abajo de la casa de máquinas y conducidas a los embalses de Quicapata para su posterior potabilización encargada de la EPS SEDA Ayacucho, indicado en la Tabla 11.

**Tabla 11: Volumen mensual turbinado por Electrocentro ( $hm^3$ )**

Mes	Electrocentro
Enero	1,62
Febrero	1,51
Marzo	1,54
Abril	1,57
Mayo	1,54
Junio	1,60
Julio	1,60
Agosto	1,63
Setiembre	1,61
Octubre	1,62
Noviembre	1,55
Diciembre	1,63
<b>TOTAL</b>	<b>19,02</b>

#### **d. Pérdidas**

Las pérdidas se calculan con la diferencia de volumen captado y entregado. Nos da una idea de la eficiencia que se tuvo. Las principales pérdidas se deducen que son por infiltración en los canales debido a su mal estado, sifoneo en los canales principales, evaporación e infiltración.

El volumen por evaporación en el embalse es un ámbito poco profundizado y difícilmente cuantificable. Sin embargo, de importancia para determinar las pérdidas que se pueden disminuir, como la del sifoneo. Al no poder evitar la evaporación y ser cuantificada se calcular un aproximado de pérdidas que pueden ser disminuidas, dando reparación a los canales dañados o un cambio de paños completo, otras medidas fueron aumentar la supervisión de los canales e inspecciones nocturnas.

Para determinar el cálculo de la evaporación en primer lugar se calculó la evaporación por unidad de superficie (mm) mediante la ecuación de Penman para láminas de agua (Penman, 1948).

$$E_o = \frac{R_n / \left( \lambda \frac{\Delta}{\gamma} + E_a \right)}{\frac{\Delta}{\gamma} + 1}$$

Donde:

- $E_o$  = Evaporación por unidad de superficie
- $\Delta$  = Pendiente de la curva; presión de vapor (kPa C<sup>-1</sup>)
- $\gamma$  = Constante psicométrica (kPa C<sup>-1</sup>)
- $\lambda$  = Calor latente de vaporización, (MJ kg<sup>-1</sup>)
- $R_n$  = Radiación neta, (MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>)
- $E_a$  = componente aerodinámica

La ecuación requiere los datos básicos de T. máx., T. mín., altitud, latitud y velocidad del viento.

La velocidad del viento se asumió en 2 m s<sup>-1</sup>. Este valor fue seleccionado por: i) ser el recomendado como valor global en caso de ausencia de este tipo de información (obtenido a partir de mediciones en 2 000 localidades) por (Allen *et al.*, 1988, p. 56) y ii) las velocidades medias del viento registrada en las estaciones registradas de viento más cercana fueron de 1,9 m s<sup>-1</sup>.

La evaporación se calcula multiplicando  $E_o$  por la superficie inundada en un día o periodo determinado (Mugabe *et al.*, 2003. p). Para calcular las pérdidas por evaporación de un embalse se calcularon los valores diarios de  $E_o$  y superficie inundada, permitiendo conocer la pérdida por evaporación del embalse (López, 2008).

La evaporación en canales es más complicada de calcular debido a su longitud y diferente ancho a lo largo del mismo que incluso abarcaría diferentes condiciones climáticas, este valor no es considerable. A causa de estas condiciones se tuvo que calcular valores aproximados en canales de acuerdo al espejo de agua promedio de cada tramo:

$$Esp_{prom-T1} = A_{prom-T1} \times L_{T1}$$

$$E_{canal-T1} = Esp_{prom-T1} \times (E_{o-jun} + E_{o-jul} + \dots + E_{o-dic})$$

Donde:

$Esp_{prom-T1}$  = Espejo Promedio del tramo 1

$A_{prom-T1}$  =Ancho Promedio del tramo 1

$L_{T1}$  = Longitud del tramo 1

$E_{canal-T1}$  =Evaporación del canal tramo 1

$E_{o-jun}$  = Evaporación por unidad de superficie del mes junio

Tener en cuenta que este valor es solo es solo referencial y promedio. No siendo significativo. Estos cálculos se resumen en la Tabla 12.

**Tabla 12: Pérdidas de volumen de agua (2016)**

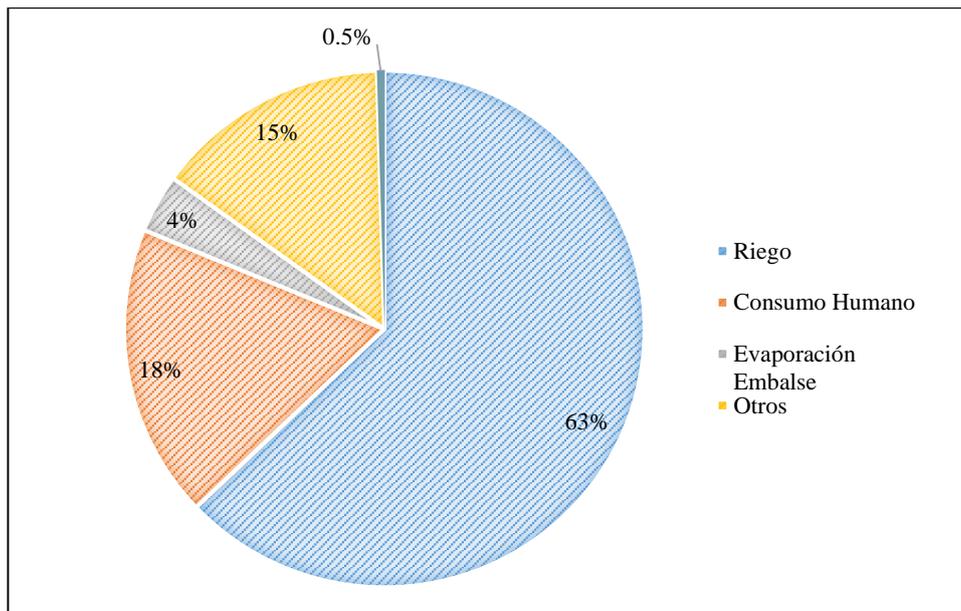
Pérdidas de agua	
Causas	Volumen (hm <sup>3</sup> )
Evaporación Embalse	1,92
Evaporación Canales	0,24
Infiltración en canal, embalses, sifonamiento y Otros	7,64
Total	9,79

**e. Distribución del agua**

El volumen se entregó para diferentes fines, en la siguiente distribución (ver Tabla 13 y Figura 6) se indica los usos consuntivos, pérdidas en volúmenes y porcentajes.

**Tabla 13: Distribución del volumen de agua (2016)**

Distribución	%	Volumen (hm <sup>3</sup> )
Vol. Embalse	100,00	5,26
Riego	62,87	32,85
Consumo Humano	18,40	9,61
Evaporación Embalse	3,66	1,92
Evaporación Canales	0,46	0,24
Otros	14,62	7,64



**Figura 6: Distribución del volumen de agua en la campaña del 2016**

El riego abarcó la mayor cantidad de volumen entregado, aproximadamente el 63 por ciento, incluso sin contar con las pérdidas que se tiene para su distribución. Esta cantidad de agua benefició a los agricultores tanto de la cuenca alta y baja. No sólo para la agricultura, aquí también está incluido el consumo humano, silvicultura, ganadería entre otros usos.

Este volumen se entregó a SEDA Ayacucho para su posterior tratamiento. Se entregó un caudal promedio de  $600 \text{ l s}^{-1}$  con lo cual se logró dar una cantidad de volumen promedio de  $1,6 \text{ hm}^3$ . Estos fueron tomados en la entrada del canal de SEDA sin tener en consideración las pérdidas por distribución.

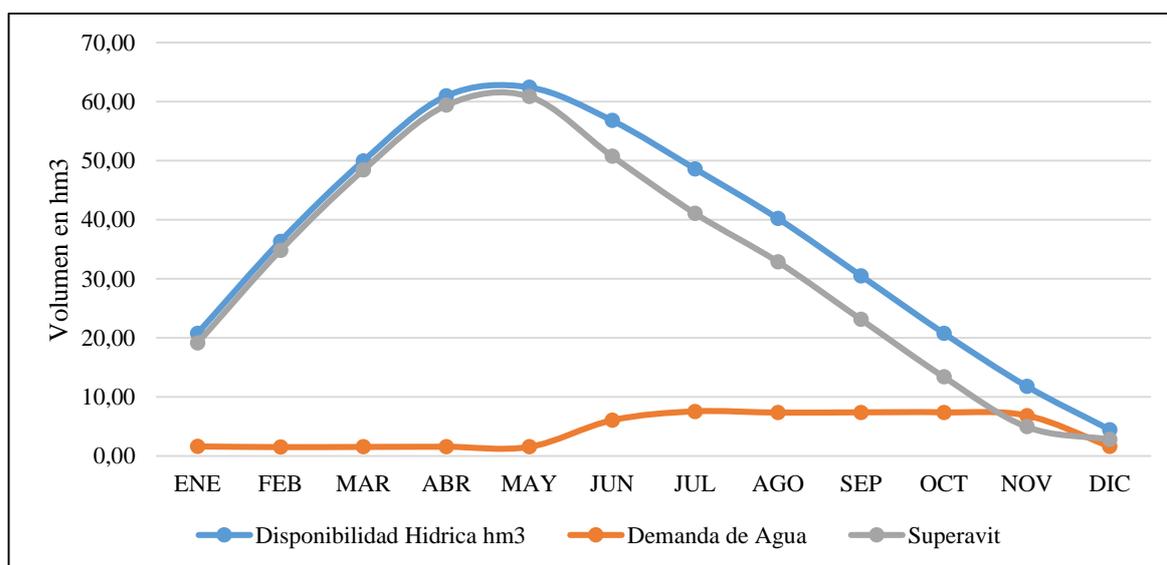
De los datos obtenidos sirvieron como referencia para la campaña del 2017, teniendo en cuenta los porcentajes para distribuir por sector y tiempo. El volumen entregado es menor que el que sale de la presa, pues hay deficiencia en la distribución ya que se tenía diferentes pérdidas. También se consideró que la demanda de agua para agricultores como para consumo humano aumentaría, teniendo en cuenta que los porcentajes son sólo aproximados.

#### 4.4.1.3. Balance hídrico

El balance considera la disponibilidad hídrica mensual comparado con la demanda de uso poblacional, agrario y energético en el mismo periodo, calculando el superávit o déficit (ver Tabla 14 y Figura 7).

**Tabla 14: Balance hídrico 2016 (hm<sup>3</sup>)**

Mes	Disponibilidad hídrica	Demanda bruta del agua	Uso poblacional	Uso agrario	Uso energético	Déficit/ superávit
ENE	20,74	1,62	1,62	-	1,62	19,12
FEB	36,35	1,51	1,51	-	1,51	34,84
MAR	49,97	1,54	1,54	-	1,54	48,43
ABR	60,97	1,57	1,57	-	1,57	59,40
MAY	62,45	1,54	1,54	-	1,54	60,91
JUN	56,82	6,03	1,60	4,43	1,60	50,79
JUL	48,63	7,53	1,60	5,93	1,60	41,10
AGO	40,20	7,32	1,63	5,69	1,63	32,88
SET	30,51	7,37	1,61	5,76	1,61	23,14
OCT	20,76	7,37	1,62	5,75	1,62	13,39
NOV	11,77	6,83	1,55	5,28	1,55	4,94
DIC	4,43	1,63	1,63	-	1,63	2,80



**Figura 7: Oferta y Demanda Hídrica 2016**

Se obtiene superávit todos los meses, con excedentes altos de enero a mayo, periodo en el cual se abastece solo para uso poblacional y el embalse se recarga. La campaña agrícola el 2016 comenzó en el mes de junio hasta noviembre, en diciembre comenzaron las lluvias y se continúa suministrando a la demanda poblacional.

El abastecimiento a la demanda redujo al almacenaje de un poco menos de 2 hm<sup>3</sup> a finales de diciembre, debido a que la demanda fue de 51,85 hm<sup>3</sup> y la disponibilidad de 65,4 hm<sup>3</sup>. No es recomendable disminuir el volumen almacenado en menos de 15 hm<sup>3</sup>. Para aprovechar la oportunidad se hizo el cambio de compuerta de fondo del embalse, que desde su creación no había sido mantenido y presentaba fugas.

#### 4.4.1.4. Parámetros de eficiencia

##### a. Eficiencia de captación

La eficiencia de captación de agua comprende la relación entre los volúmenes de agua captados en la fuente natural o infraestructura hidráulica mayor y volumen de agua programado y de forma mensual (ANA, 2016, p. 9-10), se calcula con la siguiente expresión:

$$Pec = \frac{V_c}{V_p}$$

Donde

$Pec$  = Parámetro de eficiencia de captación de agua

$V_c$  = Volumen de agua captado por mes (m<sup>3</sup>)

$V_p$  = Volumen de agua programado para el mes (m<sup>3</sup>)

Indica la adecuada planificación de los suministros de agua para atender a los usuarios.

##### b. Eficiencia de distribución

Es la relación de la sumatoria de volúmenes de agua recibido por los usuarios en la cabecera de su unidad productiva (bloque) y la sumatoria de los volúmenes de agua recibidos a través de los canales de distribución (ANA, 2016, p. 11-12), se calcula con la siguiente expresión:

$$Ped = \frac{V_b}{V_c}$$

Donde

$Ped$  = Parámetro de eficiencia de distribución de agua

$V_c$  = Volumen de agua captado por mes ( $m^3$ )

$V_b$  = Volumen de agua distribuido por el mes ( $m^3$ )

El valor del indicador representa la adecuada entrega de los suministros de agua para atender a los usuarios.

Como se muestra en la Tabla 15, las eficiencias de captación mensual con mayores de enero a mayo porque es época de avenidas periodo en el cual se almacena la mayor cantidad de agua en la presa. De junio a noviembre, en época de estiaje, aumenta debido a que ya no hay recarga del embalse, volviendo a aumentar en diciembre cuando comienzan las precipitaciones disminuyendo en el abastecimiento para el uso agrícola.

La eficiencia de captación anual es de 1,26, lo cual indica que se captó 26 por ciento más de lo que se tenía programado utilizar, estos cambios evaluar en la Tabla 15.

**Tabla 15: Parámetros de eficiencia**

Mes	Volumen captado	Volumen programado			Volumen distribuido	Eficiencia de captación	Eficiencia de distribución
		Uso agrícola	Consumo humano	Total			
Ene.	8,10		1,59	1,59	1,62	5,09	0,20
Feb.	18,14		1,59	1,59	1,51	11,41	0,08
Mar.	15,86		1,59	1,59	1,54	9,97	0,10
Abr.	13,76		1,59	1,59	1,57	8,65	0,11
May.	4,28		1,59	1,59	1,54	2,69	0,36
Jun.	2,49	2,99	1,59	4,58	6,03	0,54	2,43
Jul.	1,71	6,35	1,59	7,94	7,53	0,21	4,41
Ago.	1,12	7,44	1,59	9,03	7,32	0,12	6,56
Set.	0,96	7,20	1,59	8,79	7,37	0,11	7,66
Oct.	0,91	7,12	1,59	8,71	7,37	0,10	8,14
Nov.	0,97	6,00	1,59	7,59	6,83	0,13	7,04
Dic.	2,52		1,59	1,59	1,63	1,59	0,65
<b>Total</b>	<b>70,80</b>	<b>37,10</b>	<b>19,08</b>	<b>56,18</b>	<b>51,86</b>	<b>1,26</b>	<b>0,73</b>

Las eficiencias de distribución mensual son menores de enero a mayo porque almacenamiento de agua aumenta y sólo se abastece el uso poblacional. De junio a noviembre, disminuye por el comienzo de la campaña agrícola volviendo a aumentar en diciembre cuando comienzan las precipitaciones disminuyendo en el abastecimiento para el uso agrícola.

La eficiencia de distribución anual es de 0,73, que determina pérdida de agua en la distribución. El 2016 el volumen almacenado fue de 1,93 hm<sup>3</sup>, lo cual indica que existió de pérdidas considerables.

$$Ped_{anual} = \frac{V_b + V_{almacenado}}{V_c} = \frac{51.86 + 1.93}{89.32}$$
$$Ped_{anual} = 0.76$$

La eficiencia de distribución anual considerando el volumen almacenado es de 0.76, estuvo cerca el umbral de 0,8 que es considerado una distribución aceptable, (ANA, 2016, p. 12).

#### **4.4.2. Reorganización de tramos de riego y personal encargado**

Los datos del volumen entregados en el canal principal a los secundarios eran recopilados diariamente por personal contratado por OPEMAN, los sectoristas, que eran distribuidos en cada tramo.

La infraestructura menor era manejada por la Junta de Usuarios de Riego de Ayacucho (JUDRA), encargados del mantenimiento de los canales secundarios. Ellos daban en encargo a cada uno de los sectores de riego, que a su vez daban responsabilidad a los tomeros, personal encargado de coordinar con los sectoristas la entrega del volumen de agua.

Al inicio de la campaña de riego del 2017 se reorganizó los tramos de riego en coordinación con la JUDRA, teniendo en cuenta el balance del 2016. Se consideró 7000 ha para riego, 1 744 ha en comparación con el año 2016 debido a que se logró embalsar la capacidad máxima de la presa (80 hm<sup>3</sup>) esto tan solo teniendo en cuenta las áreas de riego de agricultores inscritos en la junta.

La reorganización de los sectores para mejorar la distribución del agua, se hizo como se indica en las tablas de la 39 a la 47 (Anexo 2).

En total se consideraron 8 tramos con sus respectivas tomas y comités de riego, organizándose de la siguiente forma:

Tramo antes de la presa

- Tramo 0 Toma Churiacc, Apacheta, Choccoro, Chicllarazo y presa Cuchoquesera

Cuenca Alta

- Tramo 1 Toma Condorpaccha a la entrada del Sifón Satica
- Tramo 2 Salida del sifón Satica a Toma Manzanayocc

Cuenca Baja

- Tramo 3 Toma Cochabamba a San Miguel de Motoy
- Tramo 4 Canal Lateral Tambillo y Canal Lateral Bellavista
- Tramo 5 Canal Lateral Tambillo: de toma Pucuhuilca a Quesera - Quicato

Canal Suministro de Agua Potable de Ayacucho

- Tramo 6 Toma Ahuapuquio Baja a Campanayocc
- Tramo 7 Canal Lateral Socos

#### **4.4.3. Organización de la distribución**

Los sectoristas tenían a cargo un tramo determinado y eran responsables de cada una de las tomas. Entre sus funciones estaba:

- Dar el caudal indicado para cada toma de acuerdo al plan de distribución de agua para la campaña agrícola 2017.
- Regular y distribuir el agua en cada una de las tomas.
- Mantener en buen estado las infraestructuras y material a su cargo.
- Resolver en primera instancia los problemas que puedan surgir.
- Informar todas las incidencias, malas prácticas y problemas a su inmediato superior.
- Vigilar periódicamente en transcurso del agua a lo largo de su tramo.
- Ayudar y participar en todas las actividades con los tomeros de su tramo.

Cada sectorista tenía un cuaderno donde anotaba el caudal entregado. El mismo que era firmado por cada tomero en su compuerta correspondiente para su conformidad. Además de un horario de apertura y cierre de compuertas en la cuenca alta previamente coordinado. A continuación, vemos los ejemplos de los tramos 1 y 2 en la Tabla 16.

**Tabla 16: Horario de cierre y apertura de tomas, tramo 1 y 2**

<b>Tramo 1</b>	<b>Sectorista 1</b>	<b>Tramo 2</b>	<b>Sectorista 2</b>		
	Hora	Toma	Hora	Toma	
	05:00	Condorpaccha	05:20	Satica 1A	
	05:20	Jatunpampa	05:30	Satica 01	
	05:30	Toropa Upianan	05:45	Cusibamba	
Apertura y Cierre	05:45	Machumollo	Apertura y Cierre	05:55	Tambocha
	06:05	Molinuyocc		06:10	Llachoccmayo
	06:15	Munaypata T2		06:30	Chichucancha
	06:30	Munaypata T3		07:00	Manzanayocc
	06:40	Munaypata T4		08:00	Allpachaca

En la cuenca baja, que comprende el canal de suministro de Ayacucho y el canal Chiara Chontaca, la distribución era diferente, por la fluctuación de llegada del agua; los sectoristas de acuerdo al caudal de llegada a la salida del túnel Ichucruz Chiara tenían que distribuir el agua a sus sectores, prevaleciendo la distribución de la campaña agrícola 2017. A su cargo estaba la infraestructura que debería mantener en óptimas condiciones, como las compuertas debidamente engrasadas y pintadas. También las cadenas, candados y llaves que estaban a su entera responsabilidad. Los Sectoristas eran los únicos que podían manejar las llaves de las tomas que están en el canal principal.

Se les encargó con total responsabilidad de los sectorista, las nuevas llaves de las tomas, para evitar que los agricultores y tomeros, que tenían las llaves antiguas, modifiquen el caudal determinado durante el transcurso del día. Pauta que fue acordada en reuniones con los agricultores. Para su movilización a través de las tomas se les dio motocicletas, ya que recorrían en promedio 85 km al día. Cada semana se hacían operativos en las noches que consistirán en recorrer las tomas de un tramo determinado para buscar irregularidades, como la mala práctica del sifoneo, que consistía en utilizar mangueras y tubos a modo de sifón, sustrayendo agua del canal principal a las áreas que querían regar.

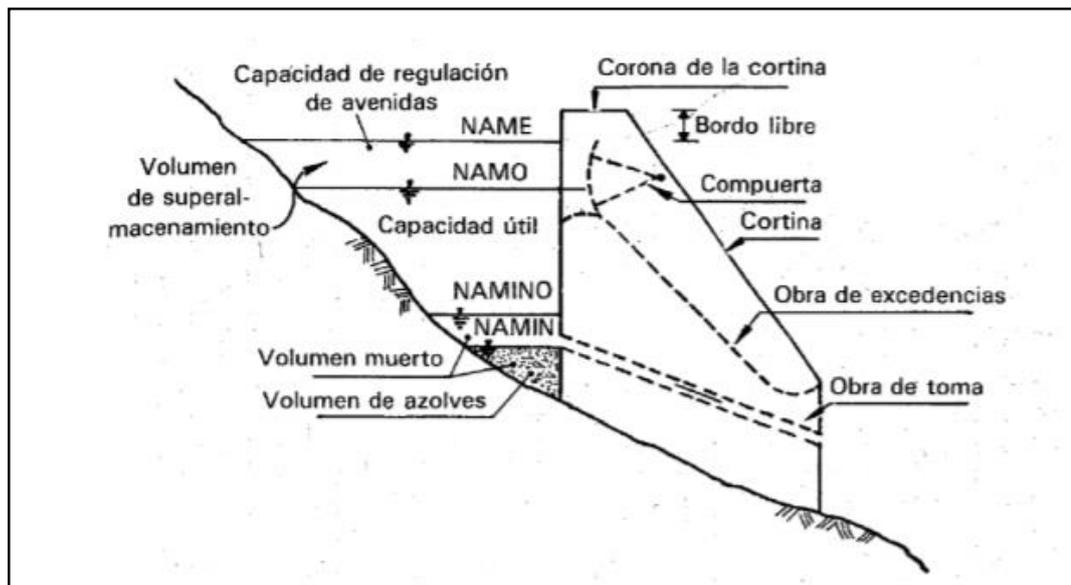
#### 4.4.4. Digitalización de datos de volumen de agua captado y entregado

##### 4.4.4.1. Disponibilidad hídrica

La Presa Cuchoquesera tiene un sistema regulado que le proporciona un caudal de  $10.8 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  de los trasvases de las bocatomas de cuenca alta (Apacheta, Choccoro y Chicllarazo), con los cuales se logró llenar el embalse a la capacidad máxima de  $80 \text{ hm}^3$  desde el nivel mínimo, en un periodo hidrológico normal, llegando a la máxima capacidad el 05 de abril del 2017.

La disponibilidad de un embalse no es la totalidad embalsada del mismo (ver Figura 8), se debe considerar el volumen muerto y dentro de este el de azolves o sedimentos finos depositados en el fondo el embalse (Téllez, 2010, p. 17). En este caso se determinó con levantamiento topográfico y calicatas a inicios del 2017 el volumen de azolves era de  $1,63 \text{ hm}^3$ .

La recomendación era mantener en el embalse  $20 \text{ hm}^3$  para reserva y posterior abastecimiento del consumo humano en caso de desperfectos técnicos o año hidrológico bajo, además de temas técnicos para que la presa mantenga su estabilidad con el empuje del agua.



**Figura 8: Principales componentes de un embalse**

FUENTE: Téllez, 2010.

Se debe tener en cuenta también el aporte de otras fuentes extras al canal principal. Directamente desembocan en el embalse 1 manantial y 2 quebradas.

La disponibilidad hídrica, al 75 por ciento de persistencia de la propia cuenca (Manantial Piñacocha y las quebradas Quewancucho y Milagritos) es de 5,39 Hm<sup>3</sup>. Este es un volumen favorable que se tomó en cuenta en el llenado del embalse.

#### a. Manantial Piñacocha

Este manantial se sitúa en el centro poblado de Cuchoquesera, distrito de Chuschi y provincia de Cangallo.

Es un manantial de régimen permanente con un caudal de 0,5 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> desde las etapas iniciales de la construcción de la presa Cuchoquesera, cuyas aguas desembocaban en el río Chahuamayo que hoy se encuentra represado por la estructura de almacenaje (ver Tabla 17).

**Tabla 17: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Piñacocha**

Disponibilidad hídrica Manantial Piñacocha												
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P (75%)	0,3	0,27	0,24	0,2	0,1	0,1	0,09	0,08	0,07	0,07	0,07	0,1
hm <sup>3</sup>	0,80	0,65	0,64	0,52	0,27	0,26	0,24	0,21	0,18	0,19	0,18	0,27

#### b. Quebrada Quewancucho

Está situada en el centro poblado de Cuchoquesera y aporta caudal a la presa en los periodos de precipitación (normalmente los meses enero a abril).

El caudal estimado de esta quebrada varía desde 0,028 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> hasta los 0,43 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup> según las precipitaciones en la cuenca (ver Tabla 18).

**Tabla 18: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Q. Quewancucho**

Disponibilidad hídrica Qda. Quewancucho												
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P (75%)	0,05	0,06	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hm <sup>3</sup>	0,13	0,15	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### c. Quebrada Milagritos

Es un afluente ubicada en el distrito de Chuschi, provincia de Cangallo y aporta caudal a la presa en los periodos de precipitación (normalmente los meses enero a abril) (ver Tabla 19).

**Tabla 19: Disponibilidad de agua al 75 por ciento de persistencia en Q. Milagritos**

Disponibilidad hídrica Qda. Milagritos												
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
P (75%)	0,05	0,07	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
hm <sup>3</sup>	0,13	0,17	0,16	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### d. Disponibilidad hídrica total

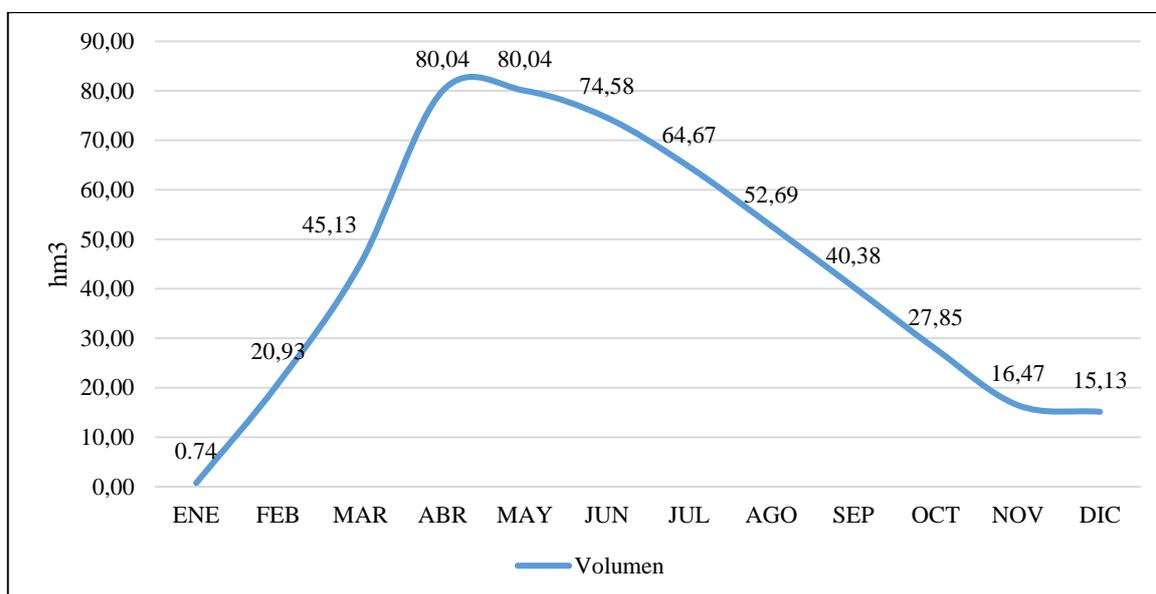
Se calculó el ingreso de agua en su totalidad, tomando en cuenta al manantial y las quebradas para hallar la disponibilidad hídrica mensual, la cual se muestra en la Tabla 20.

**Tabla 20: Disponibilidad hídrica mensual (2017)**

Mes	Volumen en el reservorio al inicio del mes	Ingreso a la presa (canal principal)	Manantial Piñacocha	Qda. Qewancucho	Qda. Milagritos	Total de agua disponible (hm <sup>3</sup> )
Ene.	0,74	18,08	0,80	0,13	0,13	19,89
Feb.	20,93	19,88	0,65	0,15	0,17	41,78
Mar.	45,13	26,04	0,64	0,08	0,16	72,05
Abr.	76,06	7,38	0,52	0,08	0,08	84,12
May.	80,04	4,57	0,27	0,00	0,00	84,88
Jun.	80,00	2,58	0,26	0,00	0,00	82,84
Jul.	76,40	1,74	0,24	0,00	0,00	78,38
Ago.	67,71	0,21	0,21	0,00	0,00	68,13
Sep.	55,76	0,33	0,18	0,00	0,00	56,27
Oct.	45,06	1,02	0,19	0,00	0,00	46,27
Nov.	36,68	0,37	0,18	0,00	0,00	37,23
Dic.	26,07	1,72	0,27	0,00	0,00	28,06

Se llegó a embalsar la máxima capacidad de la presa que es 80,04 hm<sup>3</sup>, teniendo en toda la campaña el volumen captado disponible de 89,32 hm<sup>3</sup>. Teniendo en cuenta

que después de 8 años se embalsó la máxima capacidad de la presa. Se generó la curva de disponibilidad hídrica graficada en la Figura 9.



**Figura 9: Curva de Disponibilidad hídrica mensual del embalse (2017)**

#### 4.4.4.2. Demanda hídrica

##### a. Uso poblacional

La población del ámbito de influencia del sistema hidráulico mayor Cachi, abarca la región Ayacucho; específicamente en la provincia de Huamanga. Respecto a la población total urbana que comprende la dotación de agua, el distrito de Ayacucho es la de mayor concentración poblacional mientras en contraposición la de menor concentración es el distrito de Jesús Nazareno (ver Tabla 21).

**Tabla 21: Población total urbana de la provincia de Huamanga**

Población total urbana	2011	2012	2013	2014	2015	2016*
Ayacucho	110 265	113 271	116 358	119 530	122 788	123 617
Jesús Nazareno	16 828	17 523	18 246	18 999	19 783	19 984
Carmen Alto	17 808	18 543	19 309	20 105	20 934	21 147
San Juan Bautista	41 184	42 109	43 054	44 020	45 009	45 260
Total	186 085	191 446	196 967	202 654	208 514	210 008

FUENTE: EPS SEDA Ayacucho, 2015.

Tasa de crecimiento según PMO: Ayacucho 2,24 y Huanta 2,29

\* Hasta el primer trimestre del 2016

Tomando en consideración la dotación promedio de 190 l hab<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> para las poblaciones urbanas de los distritos de Huamanga debido al mal uso del agua en ciertas áreas ya sean comerciales y municipales (lavaderos de carros informales y riego de áreas verdes), en base a este dato se calculó la demanda promedio. De manera general la demanda de agua poblacional se estimó de 14,56 hm<sup>3</sup> A<sup>-1</sup> basados en los datos de la Oficina de Planificación y Presupuesto SEDA Ayacucho. A modo de resumen se presenta la Tabla 22.

**Tabla 22: Demanda de agua poblacional de la provincia de Huamanga**

<b>Población total urbana</b>	<b>2016*</b>	<b>hm<sup>3</sup> A<sup>-1</sup></b>	<b>% Demanda</b>
Ayacucho	123,617	8,57	58,86
Jesús Nazareno	19,984	1,39	9,52
Carmen Alto	21,147	1,47	10,07
San Juan Bautista	45,260	3,14	21,55
Total	210,008	14,56	100,00

Si contrastamos estas cifras con el uso registrado en Ayacucho, en base a lo que se entrega a SEDA Ayacucho que es un caudal de 533 l s<sup>-1</sup> de agua proveniente del sistema hidráulico Mayor Cachi (ver Tabla 23), esto reportó un volumen de aproximadamente de 15,77 hm<sup>3</sup> A<sup>-1</sup>. En este caso la demanda total de Huamanga de 14,56 hm<sup>3</sup> es abastecida con la oferta hídrica.

**Tabla 23: Promedio mensual del caudal entregado a SEDA (2017)**

<b>Mes</b>	<b>Caudal (l s<sup>-1</sup>)</b>
Enero	576,27
Febrero	565,34
Marzo	573,34
Abril	569,00
Mayo	551,50
Junio	589,67
Julio	531,11
Agosto	519,16
Septiembre	453,60
Octubre	468,60
Noviembre	479,52
Diciembre	527,06

«continuación»

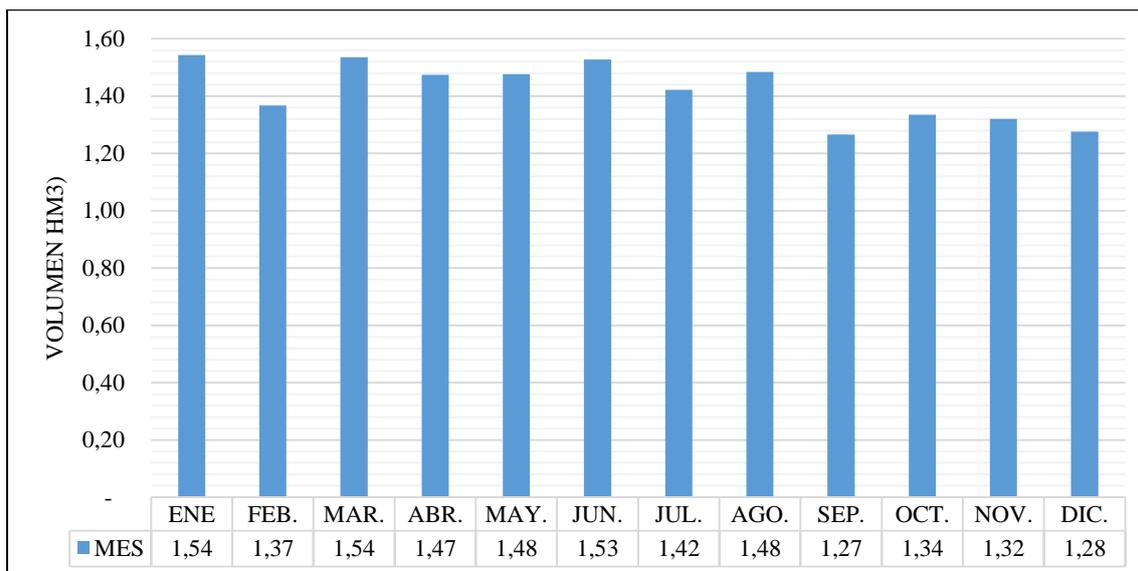
Promedio	533,68
Promedio Junio-Noviembre	506,94

En los meses de enero a abril el caudal derivado para el abastecimiento a SEDA Ayacucho, son captadas de bocatomas aguas abajo de la presa en las localidades de Allpachaca, Tambocha y Llachoccmayo con un volumen de 7,40 hm<sup>3</sup> y el resto del año se consideró la dotación de 506 l s<sup>-1</sup> en promedio. El volumen entregado mensualmente el 2017 para uso poblacional se muestra en la Tabla 24 y Figura 10. Según los datos de volumen de agua entregado en el mes de agosto para consumo humano se puede decir que:

- El caudal entregado a SEDA de junio a noviembre es en promedio 506,94 l s<sup>-1</sup>.
- El caudal entregado a SEDA de enero a diciembre es en promedio 533,68 l s<sup>-1</sup>.
- El volumen de agua entregado para el embalse de Quicapata es de 16 643,491 m<sup>3</sup>.
- El volumen de agua enviado para consumo humano en el Lateral Socos es de 389 232,00 m<sup>3</sup>.
- El agua para consumo humano es constante durante todo el día.
- En total se dieron 17 032 723,20 m<sup>3</sup> para consumo humano de la ciudad de Huamanga durante el año 2017.

**Tabla 24: Volumen entregado total mensual a SEDA (2017)**

Volumen total mensual uso poblacional (hm <sup>3</sup> )			
Mes	Lateral Socos SEDA	SEDA	Total
Enero	0,00	1,54	1,54
Febrero	0,00	1,37	1,37
Marzo	0,00	1,54	1,54
Abril	0,00	1,47	1,47
Mayo	0,00	1,48	1,48
Junio	0,00	1,53	1,53
Julio	0,00	1,42	1,42
Agosto	0,09	1,39	1,48
Setiembre	0,09	1,18	1,27
Octubre	0,08	1,26	1,34
Noviembre	0,08	1,24	1,32
Diciembre	0,05	1,23	1,28
<b>TOTAL</b>	<b>0,39</b>	<b>16,64</b>	<b>17,03</b>



**Figura 10: Volumen entregado y utilizado para uso poblacional (2017)**

**b. Uso agrícola**

Los datos eran suministrados por los sectoristas en informes mensuales, los cálculos se generaron con las obteniendo por mes y por tramo en volumen de agua.

Se suma el volumen entregado a las tomas diariamente en cada mes para obtener el volumen por tramos (ver Tabla 25), y meses (ver Tabla 26). El volumen dotado por válvulas y sifones se separa por ser significativo.

**Tabla 25: Volumen entregado por tramo para riego (2017)**

<b>Volumen total mensual riego por tramo (hm<sup>3</sup>)</b>			
<b>Tramo</b>	<b>Tomas</b>	<b>Sifones y válvulas</b>	<b>Total</b>
Tramo 0	1,22	0,12	1,34
Tramo 1	6,31	0,40	6,71
Tramo 2	5,05	0,53	5,58
Tramo 3	3,63	0,71	4,34
Tramo 4	11,52	0,36	11,88
Tramo 5	7,69	0,22	7,92
Tramo 6	4,51	1,12	5,63
Tramo 7	6,19	0,00	6,19
<b>TOTAL</b>	<b>46,12</b>	<b>3,46</b>	<b>49,58</b>

El tramo 0 pertenece a las tomas antes de llegar a la presa (ver Tabla 48, Anexo 3), por este motivo se considera el volumen como entregado, pero no se consideran para los cálculos posteriores de pérdidas. En los meses de junio, julio, agosto y setiembre, no hubo precipitaciones en cuenca alta ni baja, se dotó de agua progresivamente de acuerdo distribución agrícola 2017.

En el mes de octubre ocurrieron precipitaciones en toda la cuenta, en consecuencia, los usuarios de riego no utilizaron el caudal programado en la distribución agrícola 2017. Las medidas que se tomaron para estos eventos fueron la disminución del caudal de salida de la presa Cuchoquesera y la disminución en la entrega de los comités que no requirieron de agua.

En el mes de noviembre no ocurrieron precipitaciones significativas en cuenca baja, en consecuencia, los usuarios de riego requirieron el caudal programado en la distribución agrícola 2017. Teniendo en cuenta el volumen de agua ahorrado el mes de octubre y el ingreso de agua a la presa por las precipitaciones en cuenca alta; las medidas que se tomaron para estos eventos fueron el aumento del caudal de salida de la presa Cuchoquesera y el incremento de volumen agua entregado en la gran mayoría de los comités (ver tablas de 48 a 55, Anexo 3).

**Tabla 26: Volumen entregado mensual para riego (2017)**

<b>Volumen total mensual riego (hm<sup>3</sup>)</b>			
<b>Mes</b>	<b>Tomas</b>	<b>Sifones y Válvulas</b>	<b>Total</b>
Junio	1,77	0,00	1,77
Julio	6,23	0,69	6,92
Agosto	8,93	1,23	10,16
Setiembre	8,61	0,65	9,26
Octubre	6,39	0,61	7,00
Noviembre	8,59	0,29	8,87
Diciembre	5,59	0,00	5,59
<b>TOTAL</b>	<b>46,12</b>	<b>3,46</b>	<b>49,58</b>

Según los datos de volumen entregado para riego se puede decir que:

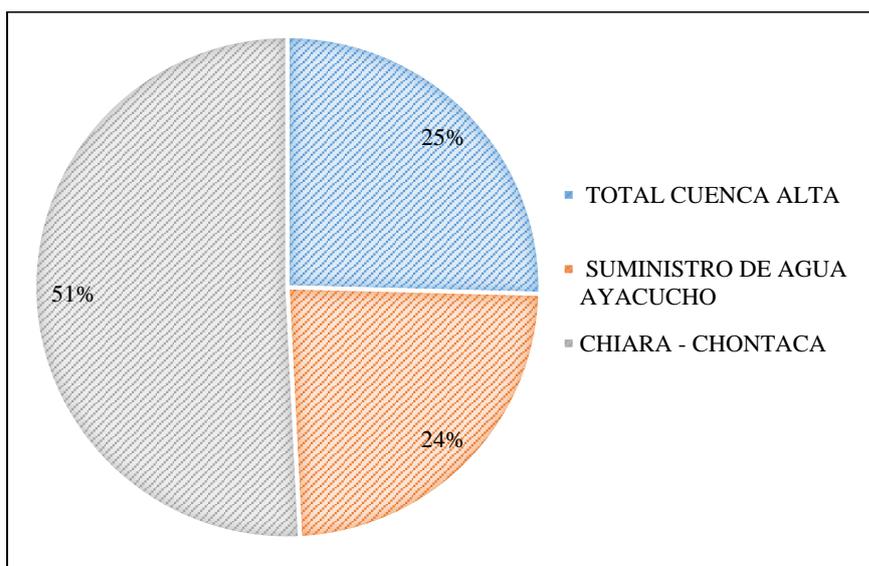
- En el mes de agosto se abasteció la mayor cantidad de agua, 10,16 hm<sup>3</sup>.
- En un mes no se dio menos de 1,6 hm<sup>3</sup>.

- Se da el 51 por ciento del agua para riego en el tramo Chiara – Chontaca, el 25 por ciento en Cuenca Alta y el 24 por ciento en el canal de suministro Ayacucho.
- En el tramo 4 se dio mayor cantidad de agua (11 521 915,20 m<sup>3</sup>)
- En el tramo 0 la menor cantidad de agua (1 219 539,89 m<sup>3</sup>)
- En total se abasteció de 46 122 340,03 m<sup>3</sup> para riego y otros fines en toda la cuenca a través de las tomas.

Para diferenciar cuánta agua se da por zona de la cuenca se tiene la Tabla 27 y graficado en la Figura 11.

**Tabla 27: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2017)**

Distribución en la cuenca		Volumen de agua entregado riego (hm <sup>3</sup> )							Total
		Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Cuenca alta	Antes de la presa	0,07	0,16	0,31	0,30	0,31	0,08	0,00	1,22
	Después de la presa	1,22	2,01	2,37	2,11	1,15	1,61	0,95	11,43
Cuenca baja	Suministro de agua Ayacucho	0,48	1,19	2,08	1,95	1,85	1,88	1,27	10,70
	Cuenca baja	0,00	2,87	4,18	4,24	3,08	5,10	3,38	22,85
TOTAL		1,77	6,23	8,93	8,61	6,39	8,67	5,59	46,20



**Figura 11: Distribución del volumen entregado en la cuenca (2017)**

Como se determinó capítulos anteriores, se encontraron sifones permanentes (ver Figura 22, Anexo 6), que no estaban considerados en el sistema. Debido a la necesidad de abastecimiento de las zonas de riego empadronadas que no podían acceder al riego por sus respectivas compuertas a causa de tema técnicos se permitió este el uso de los sifones previamente aforados, con la condición de que en la siguiente campaña no utilizaran ese método.

### c. Uso energético

El año 2017 la central hidroeléctrica que se encuentra en operación es la Central Hidroeléctrica de Quicapata, la cual ha sido re-potenciada por la administración de Electrocentro.

El agua para uso hidroenergético es considerado de tipo no-consuntivo, ya que las aguas turbinadas de las centrales hidroeléctricas son recuperadas en casi en su totalidad inmediatamente aguas abajo de la casa de máquinas y conducidas a los embalses de Quicapata para su posterior potabilización encargada de la EPS SEDA Ayacucho. En la siguiente tabla se distingue el aporte del canal lateral Socos y el del canal principal que llega a SEDA, además se resume el volumen de agua mensual entregado en la Tabla 28.

**Tabla 28: Volumen mensual turbinado por Electrocentro**

<b>Volumen total mensual uso energético (hm<sup>3</sup>)</b>			
<b>Mes</b>	<b>Lateral Socos</b>	<b>Electrocentro</b>	<b>Total</b>
Enero	0,00	1,54	1,54
Febrero	0,00	1,37	1,37
Marzo	0,00	1,54	1,54
Abril	0,00	1,47	1,47
Mayo	0,00	1,48	1,48
Junio	0,00	1,53	1,53
Julio	0,00	1,42	1,42
Agosto	0,09	1,39	1,48
Setiembre	0,09	1,18	1,27
Octubre	0,08	1,26	1,34
Noviembre	0,08	1,24	1,32
Diciembre	0,05	1,23	1,28
<b>TOTAL</b>	<b>0,39</b>	<b>16,64</b>	<b>17,03</b>

#### d. Caudal ecológico

Se dispuso un caudal contante de  $200 \text{ l s}^{-1}$  quebrada Campanayoc que alimenta hacia el cauce del río Alameda, el mismo que pasa por la ciudad de Huamanga en la época de estiaje resumida mensualmente en la Tabla 29.

**Tabla 29: Volumen mensual Caudal Ecológico**

Volumen total mensual caudal ecológico ( $\text{hm}^3$ )	
Mes	Total
Enero	0,00
Febrero	0,00
Marzo	0,00
Abril	0,00
Mayo	0,00
Junio	0,19
Julio	0,20
Agosto	0,20
Setiembre	0,19
Octubre	0,20
Noviembre	0,19
Diciembre	0,00
Total	1,19

#### e. Cálculos totales de volumen entregado

Para hallar el volumen entregado total se suma el consumo humano con el consumo para riego y se obtiene la Tabla 30.

**Tabla 30: Volumen entregado mensual entregado (2017)**

Mes	Volumen de Agua Entregado ( $\text{hm}^3$ )			
	Riego	Consumo humano	Uso energético	Total
Junio	1,77	1,53	1,53	3,30
Julio	6,92	1,42	1,42	8,34
Agosto	10,16	1,48	1,48	11,64
Setiembre	9,26	1,27	1,27	10,52
Octubre	7,00	1,34	1,34	8,34
Noviembre	8,87	1,32	1,32	10,20
Diciembre	5,59	1,28	1,28	6,87
Total	49,58	9,63	9,63	59,22

Según los datos de volumen entregado se puede decir que:

- En total se entregó 59 215 352,83 de m<sup>3</sup> para riego, consumo humano y energético.

#### f. Pérdidas

Se realizó el mismo procedimiento utilizados para determinar los valores del 2016, calculando diferentes pérdidas. Se generó los resultados de la Tabla 31.

**Tabla 31: Pérdidas de volumen (2017)**

Pérdidas de agua	
Causas	Volumen (hm <sup>3</sup> )
Evaporación Embalse	1,95
Evaporación Canales	0,21
Válvulas y Sifones	3,46
Pérdidas	0,85
Total	3,00

Existen pérdidas de diversos tipos. Su cálculo fue el siguiente:

- Se halló el volumen del embalse a inicios de junio y la última fecha de medición, el día 27 de diciembre.
- Se restó el resultado obteniendo el volumen descargado del embalse durante el año 2017.
- Teniendo el dato de volumen entregado se le resta al volumen descargado para obtener finalmente las pérdidas.
  - Se consideran las principales pérdidas a: a) Evaporación en el embalse, b) Evaporación en el canal, c) Pérdidas con conducción en canal, d) Infiltración, e) Sifones Clandestinos (no considerados).
  - La evaporación en el embalse si es significativa y no se puede evitar.
  - No se pudo calcular con certeza la evaporación en canales, ya que su espejo de agua es muy variable y está en un largo de 180 km donde por zonas varía la columna de evaporación. Sin embargo, es un aproximado que significa el 0.33 por ciento del total entregado, lo cual no es significativo.
  - Las infiltraciones en el canal son comunes, por el tipo de juntas dañadas y grietas

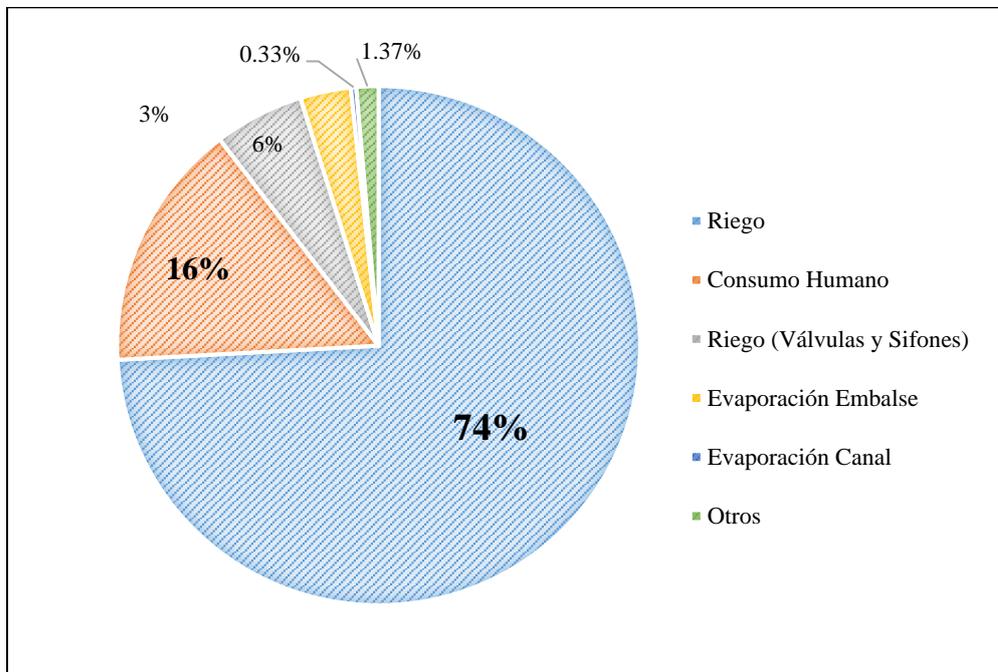
en los mismos, hay infiltraciones “ocultas” producidas por agujeros, estas se trataron así que se espera que no sea la principal causa de pérdidas.

**g. Distribución del agua**

La distribución del agua el año 2017 como se muestra en la Tabla 32, la misma que está graficada en la Figura 12.

**Tabla 32: Distribución del volumen de agua (2017)**

Distribución	%	Volumen (m <sup>3</sup> )
Vol. distribuido total	100,00	62,22
Riego	74,13	46,12
Consumo humano	15,48	9,63
Riego (válvulas y sifones)	5,56	3,46
Evaporación embalse	3,13	1,95
Evaporación canales	0,33	0,21
Pérdidas	1,37	0,85



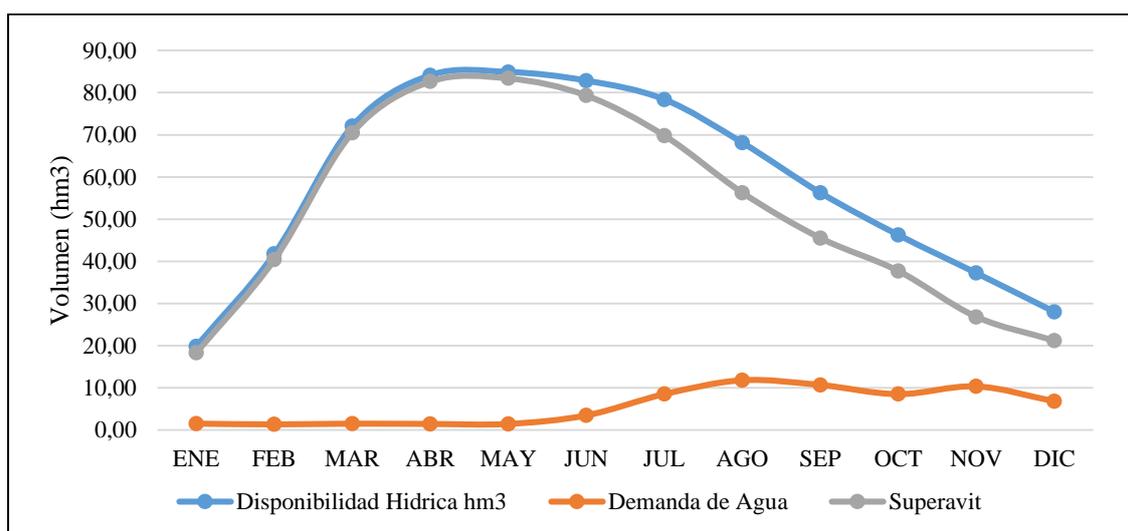
**Figura 12: Distribución del volumen de agua en la campaña del 2017**

#### 4.4.4.3. Balance hídrico

El balance considera la disponibilidad hídrica mensual comparado con la demanda de uso poblacional, agrario energético y caudal ecológico en el mismo periodo, calculando el superávit o déficit en la siguiente Tabla 33.

**Tabla 33: Balance hídrico 2017 (hm<sup>3</sup>)**

Mes	Disponibilidad hídrica	Demanda bruta del agua	Uso poblacional	Uso agrario	Caudal ecológico	Uso energético	Déficit/ Superávit
Ene.	19,89	1,54	1,54	-	-	1,54	18,35
Feb.	41,78	1,37	1,37	-	-	1,37	40,41
Mar.	72,05	1,54	1,54	-	-	1,54	70,51
Abr.	84,12	1,47	1,47	-	-	1,47	82,65
May.	84,88	1,48	1,48	-	-	1,48	83,40
Jun.	82,84	3,30	1,53	1,77	0,194	1,53	79,34
Jul.	78,38	8,34	1,42	6,92	0,201	1,42	69,84
Ago.	68,13	11,64	1,48	10,16	0,201	1,48	56,29
Set.	56,27	10,53	1,27	9,26	0,194	1,27	45,54
Oct.	46,27	8,34	1,34	7,00	0,201	1,34	37,73
Nov.	37,23	10,19	1,32	8,87	0,194	1,32	26,85
Dic.	28,06	6,87	1,28	5,59	-	1,28	21,19



**Figura 13: Oferta y demanda hídrica (2017)**

Se obtiene superávit todos los meses, con excedentes altos entre enero a mayo, periodo en el cual se abastece solo para uso poblacional y el embalse se recarga. La campaña agrícola el 2017 comenzó en el mes de junio hasta noviembre, se amplió a diciembre por la demanda agrícola, la falta de lluvias y porque la disponibilidad hídrica lo permitía.

El abastecimiento a la demanda redujo al almacenaje a finales de diciembre de un poco más de 20 hm<sup>3</sup>, debido a que la demanda fue de 67,81 hm<sup>3</sup> y la disponibilidad de 89,32 hm<sup>3</sup>.

Gráficamente (ver Figura 13), se observa que la disponibilidad hídrica sigue la tendencia del superávit, dando cuenta del abastecimiento de la demanda.

#### 4.4.4.4. Parámetros de eficiencia

Se calcula los valores eficiencia de captación y eficiencia de distribución determinados por la RJ No 2017-2016-ANA.

Los valores de los indicadores representan las adecuadas entregas y distribución del suministro de agua para atendido a los usuarios, dando los siguientes resultados especificados en la Tabla 34.

**Tabla 34: Parámetros de eficiencia campaña 2017**

Mes	Volumen captado	Volumen programado			Volumen distribuido	Eficiencia de captación	Eficiencia de distribución
		Uso agrícola	Consumo humano	Total			
Ene.	19,15		1,59	1,59	1,54	12,05	0,08
Feb.	20,85		1,59	1,59	1,37	13,11	0,07
Mar.	26,92		1,59	1,59	1,54	16,93	0,06
Abr.	8,06		1,59	1,59	1,47	5,07	0,18
May.	4,84		1,59	1,59	1,48	3,04	0,31
Jun.	2,84	4,04	1,59	5,63	3,49	0,50	1,16
Jul.	1,98	8,57	1,59	10,16	8,54	0,20	4,21
Ago.	0,42	10,04	1,59	11,63	11,84	0,04	27,42
Set.	0,51	9,72	1,59	11,31	10,72	0,05	20,68
Oct.	1,21	9,61	1,59	11,20	8,54	0,11	6,91
Nov.	0,55	8,10	1,59	9,69	10,38	0,06	18,46
Dic.	1,99		1,59	1,59	6,87	1,25	3,46
Total	89,32	50,08	19,08	69,16	67,80	1,29	0,76

Las eficiencias de captación mensual con mayores de enero a mayo porque es época de avenidas periodo en el cual se almacena la mayor cantidad de agua en la presa. De junio a

noviembre, en época de estiaje, aumenta debido a que ya no hay recarga del embalse, volviendo a aumentar en diciembre cuando comienzan las precipitaciones disminuyendo en el abastecimiento para el uso agrícola.

La eficiencia de captación anual es de 1,29, lo cual indica que se captó 29 por ciento más de lo que se tenía programado utilizar. Siendo ese excedente el volumen de reserva para el abastecimiento de uso poblacional en caso de sequía y temas técnicos de estabilidad del dique.

Las eficiencias de distribución mensual son menores de enero a mayo porque almacenamiento de agua aumenta y sólo se abastece el uso poblacional. De junio a noviembre, disminuye por el comienzo de la campaña agrícola volviendo a aumentar en diciembre cuando comienzan las precipitaciones, disminuyendo en el abastecimiento para el uso agrícola.

La eficiencia de distribución anual es de 0,76, que determina pérdida de agua en la distribución. A finales del 2017 el volumen almacenado fue de un poco más de 19 hm<sup>3</sup>, para calcular la real eficiencia de distribución se restó ese volumen almacenado:

$$Ped_{anual} = \frac{V_b + V_{almacenado}}{V_c} = \frac{67,80 + 19}{89,32}$$
$$Ped_{anual} = 0,97$$

La eficiencia de distribución anual considerando el volumen almacenado es de 0,97, que significa alta eficiencia de distribución. Debido a una efectiva planificación de distribución.

#### **4.4.5. Renovación de instrumentos de toma de datos**

La presa cuenta con un sistema de control instalado, llamado Elipse Scada, en el cual se podía monitorear y manejar la compuerta de salida y almacenar datos como los volúmenes desde un ordenador, entre otras labores. Lamentablemente el sistema Elipse se desconfiguró años atrás; en el 2016 las medidas del nivel de la presa se tomaban cámara de la compuerta de la toma de fondo del dique y se tenía que corroborar divisando las columnas de la torre de toma de fondo con binoculares, en la mayoría de casos el oleaje debido a los vientos y la lejanía

solo daban un valor aproximado de la medida, cada año se debía pintar debido a que el agua quitaba la pintura poniendo en peligro a los trabajadores, en consecuencia, la fiabilidad de las medidas era baja.

Aprovechando que el volumen de la presa estaba aproximadamente en  $1,9 \text{ hm}^3$  debido al mantenimiento de la compuerta de salida, a inicios del 2017 se instaló 3 miras consecutivas desde la base. Para ellos se requirieron de tubos metálicos que fueron pintados con pintura epóxica con sus respectivas medidas, el empotramiento se hizo con cemento en la base. Se calibró desde la cota 0 de dejada en la compuerta de salida de la toma base utilizando el nivel de ingeniero. En la Figura 14 se muestra el trazo horizontal con el nivel de ingeniero.



**Figura 14:** Uso del Nivel de ingeniero para el plantado de miras

El 17 de agosto del 2017 con informe N° 03-2017 JACA-GRA/GG-GRI se hizo el requerimiento de 81 miras limnimétricas (ver Tabla 57, Anexo 5), de diferentes longitudes de acero inoxidable o aluminio pintadas de color rojo, negro y blanco con pintura epóxica marina para todas las tomas del sistema (ver Figura 21, Anexo 5), las miras antiguas estaban en su mayoría dañadas y despintadas, su empotramiento no era el adecuado ya que sobresalían con bordes considerables de las paredes del canal generando turbulencia en la zona de medida.

#### 4.4.6. Calibración de curvas de aforo de canales y ríos

La calibración es importante para minimizar los errores en la toma de datos. En primera instancia se envió el correntómetro a calibrar en el mes de junio a la Universidad Nacional de Ingeniería. Una vez en de regreso, se calibraron las curvas de aforo con el uso de correntómetro. El recorrido se programó en la primera reunión con los agricultores donde nos responsabilizamos recorrer todos los tramos, debido a que no contaban con equipo técnico.

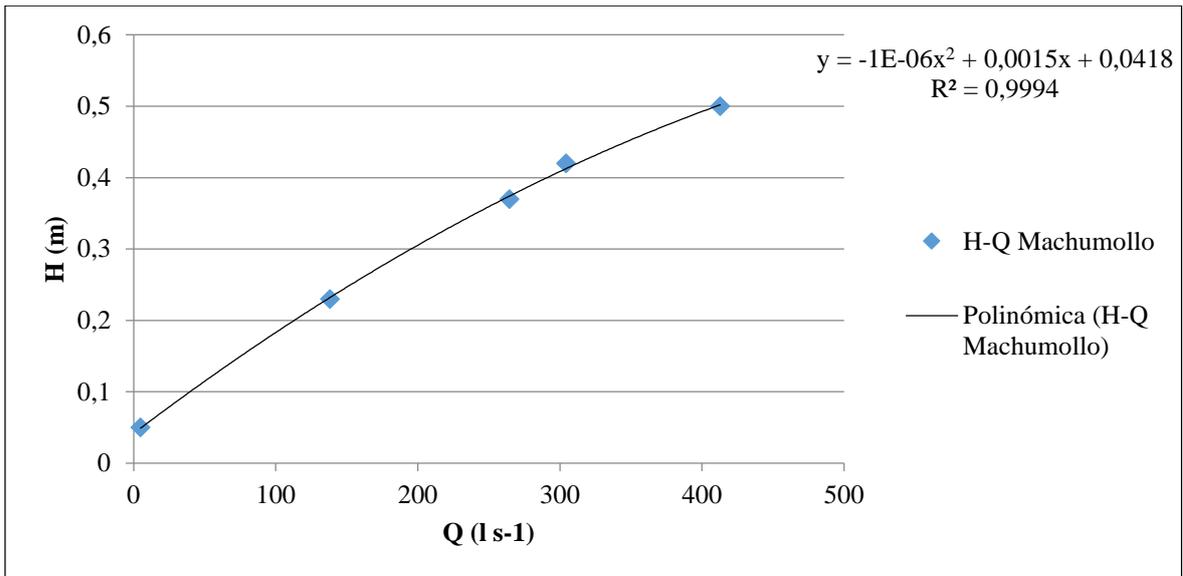
Se inició desde cuenca alta, tomando en cuenta las bocatomas, ríos afluentes, hasta la parte baja de la cuenca. La mayoría de secciones de canales era trapezoidal, se midió a diferentes alturas el caudal y se halló la curva H-Q con  $R^2$  mayor a 0,95 (ver Figura 15). Por ejemplo, en la toma Machumollo en cuenca alta se tuvo los siguientes resultados, descritos en las tablas 35 y 36.

**Tabla 35: Datos del canal Machumollo**

Toma Machumollo	
Sección:	Trapezoidal
Ancho (B)=	1,46
Base (b)=	0,5
Altura (h)=	0,6

**Tabla 36: Cálculos del canal Machumollo**

N°	Altura de la Mira (m)	Velocidad (m s <sup>-1</sup> )						Espejo agua (E)	Tirante (T)	Área	Caudal	
		V1	V2	V3	V4	V5	V <sub>prom</sub>				m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>
1	0,05	0,20	0,20	0,30	-	-	0,23	0,53	0,04	0,02	0,00	4,81
2	0,23	1,10	1,00	1,20	0,90	0,90	1,02	0,79	0,21	0,14	0,14	138,16
3	0,37	1,30	1,20	1,10	1,10	1,00	1,14	0,95	0,32	0,23	0,26	264,48
4	0,42	1,10	1,10	1,20	1,10	1,10	1,12	1,01	0,36	0,27	0,30	304,42
5	0,5	1,30	1,20	1,30	1,10	1,10	1,20	1,1	0,43	0,34	0,41	412,80



**Figura 15: Curva de aforo H-Q toma Machumollo**

Muchas de las calibraciones se llevaron a cabo en frente de los regantes de cada zona, ver Figura 16, obteniendo gran aceptación y confianza en el caudal que se les entrega, que no adquieren al no ser partícipes.



**Figura 16: Trabajos de aforamiento en canal secundario**

El 11 de diciembre se realizaron los últimos aforos a quebradas aportantes directas al embalse y cercanas a este (ver Figura 17).

- Quebrada Milagritos.
- Quebrada Quewancucho
- Quebrada Pampamarca
- Quebrada Chahuamayo
- Quebrada ubicada en Sunilla

Se presentó con informe N° 15-2017–JACA-GRA/GG-GRI, entre las principales conclusiones se determinó que:

- Los aforos al exterior de la presa Cuchoquesera deben realizarse por lo menos 1 vez al mes todos los años.
- La quebrada Chahuamayo que cruza la presa y se ubica después del pozo de alivio 03 se encuentra seca, es normal por el volumen actual de la presa, evidencia que no hay o es mínima la infiltración.
- La quebrada de Sunilla presenta agua todo el año y según referencias aumenta su caudal cuando aumenta el volumen de la presa y el caudal del canal principal del Sistema Hidráulico Mayor Cachi.
- La presencia de agua en la quebrada de Sunilla podría evidenciar infiltración en el canal mayor o en la presa, se tiene que hacer un análisis de la quebrada y del recorrido del agua, además del seguimiento mensual del caudal.



**Figura 17: Trabajo de aforamiento en quebrada Pampamarca**

Evidenciándose que la infiltración de  $30 \text{ l s}^{-1}$  de la quebrada Chahuamayo se da desde el volumen máximo de  $80 \text{ hm}^3$  hasta aproximadamente cuando el embalse disminuye a  $20 \text{ hm}^3$ . Además, que el aumento del caudal de la quebrada Sunilla posiblemente se deba a infiltraciones no detectadas en los canales principales.

#### **4.4.7. Trámite para la obtención del título habilitante**

El sistema se encontraba a cargo de la Gerencia Regional de Infraestructura del Gobierno Regional de Ayacucho, específicamente el año 2017 en la meta 004 “Mejoramiento del Sistema Hidráulico Cachi en la Región de Ayacucho” que es un proyecto de inversión pública, renovado cada año. El presupuesto asignado para todo el año fue de 4 millones de soles, siendo este insuficiente para el mantenimiento de las infraestructuras, generando que las estructuras dañadas que no fueron reparadas se acumulen para el año siguiente.

De acuerdo a la ANA, para cobrar la tarifa a los usuarios, el proyecto debe tener un “Título Habilitante de Operador Hidráulico” que acredita que mantiene y opera toda la infraestructura y que la mantiene en óptimas condiciones. En el caso del OPEMAN se encarga de infraestructura hidráulica de trasvase, regulación, captación, derivación y drenaje principal que son estructuras de mayor magnitud y complejidad, siendo la presa la principal que embalsa  $80 \text{ hm}^3$ . Las características ya mencionadas lo ubican como Sector Hidráulico Mayor Clase B.

Para poder tener todas las acreditaciones trabajamos con un equipo multidisciplinario de profesionales, de las áreas de: Ing. Agrónoma, Ing. de fluidos e Ing. Agrícola.

La ANA publicó la RJ No 230 – 2017 –ANA, “Reglamento de Operadores de Infraestructura Hidráulica y de Instrumentos para la prestación de los servicios de suministro de agua” el 18 de setiembre, donde aclara los documentos necesarios para obtener el título habilitante, que son los siguientes:

- El Plan Multianual de Inversiones (PMI): “Instrumento de planificación que detalla las inversiones que va a desarrollar el operador a fin de lograr una eficiente prestación del servicio de suministro”. Donde se presupuestó las actividades de 5 años indicando año por año la programación física y financiera.

- Plan de Operación, Mantenimiento y Desarrollo de Infraestructura Hidráulica, (POMDIH): “Instrumento que comprende las actividades que va ejecutar durante un año el Operador de Infraestructura Hidráulica para prestar el Servicio y sirve de sustento para determinar el valor de las tarifas”.
- Inventario de Infraestructura Hidráulica: Lista de las infraestructuras del sistema hidráulico. Se delimito el ámbito del sistema y calculo las coordenadas de todas las estructuras con el uso del GPS Garmin Montana 680 y corroborando con hitos topográficos.
- Plan de Aprovechamiento de las Disponibilidades Hídricas (PADH): instrumento técnico de planificación anual del uso multisectorial de los recursos hídricos para atender las demandas de los usuarios y caudal ecológico, teniendo en cuenta el comportamiento hidrológico, climatológico y las características de la infraestructura hidráulica. Donde se nos basamos el informe técnico “Volumen De Agua Entregado.
- Del Sistema Hidráulico Rio Cachi Para Uso Agrario Y Consumo Humano Del Año 2016” los informes mensuales que hasta la fecha de inicio de los trámites había presentado proyectando los datos del 2017, toda esta información se plasma en esta monografía.
- Plan de Descarga de Embalse: instrumento técnico que permite a la ANA supervisar que las descargas de los embalses se realicen conforme a los derechos otorgados, al PADH aprobado y que garanticen la seguridad de la presa de acuerdo a sus reglas de operación y restricciones, a fin de evitar el riesgo a las poblaciones, actividades económicas e infraestructura pública y privada. Donde se presentó la información técnica y la programación de la descarga del embalse.

Se presentaron los documentos los documento ya mencionados con el oficio N° 595- 2017- GRA-PRES/GG, iniciando con el trámite de para obtener el Título Habilitante de Operador de la Infraestructura Hidráulica del Sector Hidráulico Mayor Cachi – Clase B.

En la segunda instancia la AAA – MANTARO, observó la falta de los siguientes documentos, los cuales fueron enviados con el informe N° 012 -2017–GRA-GRI-SGO/C.A.- LEMS:

- Plan Anual De Operaciones (PAO): es una herramienta de apoyo donde se sustenta el avance de las partidas a ejecutar del presupuesto general aprobado en el Plan de

Operación, Mantenimiento y Desarrollo de la Infraestructura Hidráulica (POMDIH).

- Informe de seguimiento de PAO: Se presentó el presupuesto ejecutado en operación, mantenimiento y desarrollo del sistema hidráulico hasta la fecha de entrega, que fue hasta noviembre del 2017.
- Cálculo de la Tarifa de Agua: Se desarrolló del cálculo de tarifa del uso de las infraestructuras para la conducción del agua. Se basó en 2 Métodos la cual se sustenta en el programa SICTA y el método Racional; el primero es un programa que ayuda a desarrollar el cálculo del agua, considerando en el área de cultivos representativos, los cuales son evaluados por diversos parámetros para luego después de desarrollar y analizar cada cultivo se insertara los valores requeridos en el programa; el segundo método se basa en función al uso hídrico declarado por los beneficiarios en proporción al presupuesto requerido por el operador según su necesidad de forma anual.
- Informe de Atención de Solicitudes y Reclamos por la Prestación de Servicio de Suministro de Agua: Donde adjuntamos los casos de reclamos atendidos en la oficina.
- Organigrama como Operador de Infraestructura Hidráulica: Determinado para un adecuado manejo de las áreas del Sistema Hidráulico Mayor Tipo B, donde se definía la naturaleza, finalidad, funciones específicas, relaciones funcionales, estructura orgánica y órganos que conforman el Sistema Hidráulico.
- Informe Volumen de Agua Captado Entregado y Utilizado del 2016: Se adjuntó el informe que se plasmó en la presente monografía.
- Reglamento de Operación y Mantenimiento: Se realizó las normar para la prestación de los servicios públicos de Suministro de Agua y de Monitoreo y Gestión de Aguas Superficiales, regulando la actuación del Operador de Infraestructura Hidráulica y del Usuario que lo recibe.
- Documentos que acrediten la personería jurídica y poderes de sus representantes debidamente registrados: Documentos de la creación del proyecto y la liquidación por parte del GRA
- Documentos que acrediten la estructura técnica administrativa: Se presentó ROF Y MOF del Gobierno Regional.
- Informe de Seguros Contra Riesgos de la Infraestructura Hidráulica: Los trabajadores no contaban con seguro los SCTR – Salud y pensión.

- El 08 de febrero del 2019 se aprobó la Resolución Jefatural No 031-2019-ANA donde se otorga el Título Habilitante de Operador de la Infraestructura Hidráulica del Sector Hidráulico Mayor Cachi – Clase B, logrando su obtención en un poco más de 1 año.

#### **4.4.8. Reuniones de capacitación técnica, concientización y cultura del agua a personal responsable de la distribución**

La primera reunión oficial con los usuarios del sistema, cabe señalar que son los regantes, SEDA Ayacucho y Electrocentro se llevó a cabo el 05 de julio del 2017, con la participación de la oficina de OPEMAN y JUDRA como operadores de las infraestructuras de mayor y menor del sistema hidráulico respectivamente (ver Figura 23, Anexo 7).

De aquella reunión se sacaron conclusiones, las cuales fueron:

- Lo agricultores no estaban conformes con la distribución del agua, debido a que tenían diversas dudas de la veracidad de los datos tomados. A pesar de tener a los tomeros, encargados de corroborar los datos en el canal secundario.
- En campañas pasadas se forzaron compuertas de regulación, para aumentar de dotación de agua de diferentes sectores, al no estar de acuerdo con el volumen o por querer aumentarse la dotación acordada. Hubo daños a patrimonio de OPEMAN.
- El personal encargado de la recabación de datos del volumen entregado, tomeros y sectoristas, requerían de asesoramiento técnico, ya que las medidas que tomaban, para ellos, no eran claras y lo hacían de forma mecánica.
- Se requería un espacio de diálogo constante con los diferentes sectores.
- Las políticas de cambios de residente cada cierto tiempo hacían más confusas y tardadas las decisiones y estrategias tomadas.
- Ocurrieron incidentes negativos de rotura de cadenas y candados pertenecientes a las compuertas de regulación del sistema por parte de regantes.
- Había interés en cambiar el tipo de riego que en su gran mayoría era por gravedad, por uno tecnificado.

Se acordó hacer reuniones abiertas mensuales con los tomeros, sectoristas y cualquier usuario que esté interesado, la idea era resolver los problemas ya mencionados, los siguientes

temas estaban en agenda permanente:

- Asesorar técnicamente y de manera simple sobre temas relacionados el agua:
  - Tomas de datos en canales y cálculos realizados
  - Cultura del agua.
  - Medio ambiente.
  - Cuenca Hidrográfica.
  - Tipo de riego.
- Informar sobre las labores realizadas en cuanto a la distribución y entrega de agua.
- Tocar temas problemáticos que ocurrieron durante el mes.

#### **4.4.9. Difusión de la importancia del sistema hidráulico cachi y coordinación**

El proyecto necesitaba difusión a diferentes niveles, este nos permitió afianzar la imagen que tenía el sistema y mejorar en la cuanto a nuestras capacidades de gestión.

Gran cantidad de la población de Ayacucho ignora desde donde se trae el agua para el consumo humano, solo saben que la empresa SEDA Ayacucho es la que los suministra de agua potable, pensando erróneamente en su mayoría que están encargados del sistema, la poca importancia que se le da al proyecto parecería no ser sustancial, pero si lo es, la cultura del agua juega un papel importante en la concientización. La difusión se dio en diferentes ámbitos:

##### **a. Congreso Peruano Agua-Andes “Diálogos Ciencia-Política para el Desarrollo Sostenible”**

Se llevó a cabo del 19 al 21 de setiembre del 2017 en la ciudad de Huamanga. (Centro de Competencias del agua, [CCA], 2017). En el cual presentamos la ponencia: “Impacto Socioeconómico del Proyecto Especial Rio Cachi” de autoría de Luis Enrique Morales, Jesús Alberto Ccenta y Anderson Adrián Laura.

##### **b. La Mesa de concertación para la lucha contra la pobreza de Ayacucho**

Realicé ponencias sobre: “El ámbito de influencia e importancia del Sistema Hidráulico” y el “Plan de Contingencia en Caso de Desabastecimiento de Agua”, este último debido a la probable sequía ocurrida en el mes de diciembre. Las reuniones

con diferentes instituciones involucradas con la lucha contra la pobreza, entre estos los relacionados con el servicio de abastecimiento, supervisión y tecnología del agua como lo son: MINAGRI, ALA Ayacucho, SEDA Ayacucho, PSI, ONG, Municipalidad de Huamanga, entre otros.

**c. Junta de usuario de riego de Ayacucho**

Realicé ponencias de capacitación para personal de JUDRA que laboraba en la distribución del agua de importancia del Sistema Hidráulico Cachi, además de participar en reuniones organizadas por JUDRA para los agricultores, tocando temas de técnicos y de cultura del agua (ver Figura 23, Anexo 8).

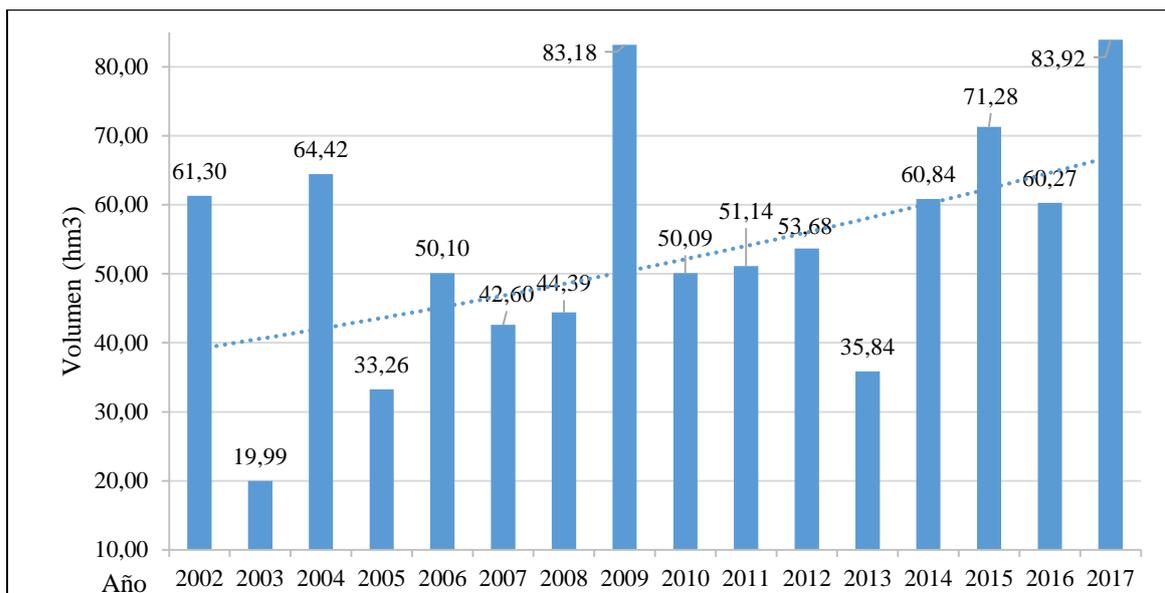
**d. Exposición a estudiantes universitarios, técnicos y agricultores de otros sistemas de riego en la presa Cuchoquesera**

Expuse a estudiantes de diferentes universidades del país, institutos técnicos, y agricultores visitaban de pasantía al proyecto OPEMAN, sobre temas relacionados con la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura, almacenamiento y distribución del agua, temas técnicos de la construcción de presas, estructuras hidráulicas con los cuales contábamos en el Sistema hidráulico y sobre la instrumentación geotécnica con la cual contaba la Presa.

**4.5. Impacto de las medidas**

**4.5.1. Almacenamiento del agua**

El año 2017 se logró captar 83,92 hm<sup>3</sup> por el canal principal, el máximo volumen para su disponibilidad desde su puesta en operación, más del doble del año 2016 como se muestra en la Figura 18. Además, también se almacenó el máximo volumen del embalse luego de 8 años, desde el nivel mínimo de 1,6 hm<sup>3</sup> hasta 80,04 hm<sup>3</sup> (ver Tabla 56, (Anexo 4).



**Figura 18: Volumen anual captado por el canal principal en la presa Cuchoquesera**

El embalse se quedó con 19 hm<sup>3</sup> de volumen muerto para fin de año, cuando todavía no iniciaban las precipitaciones.

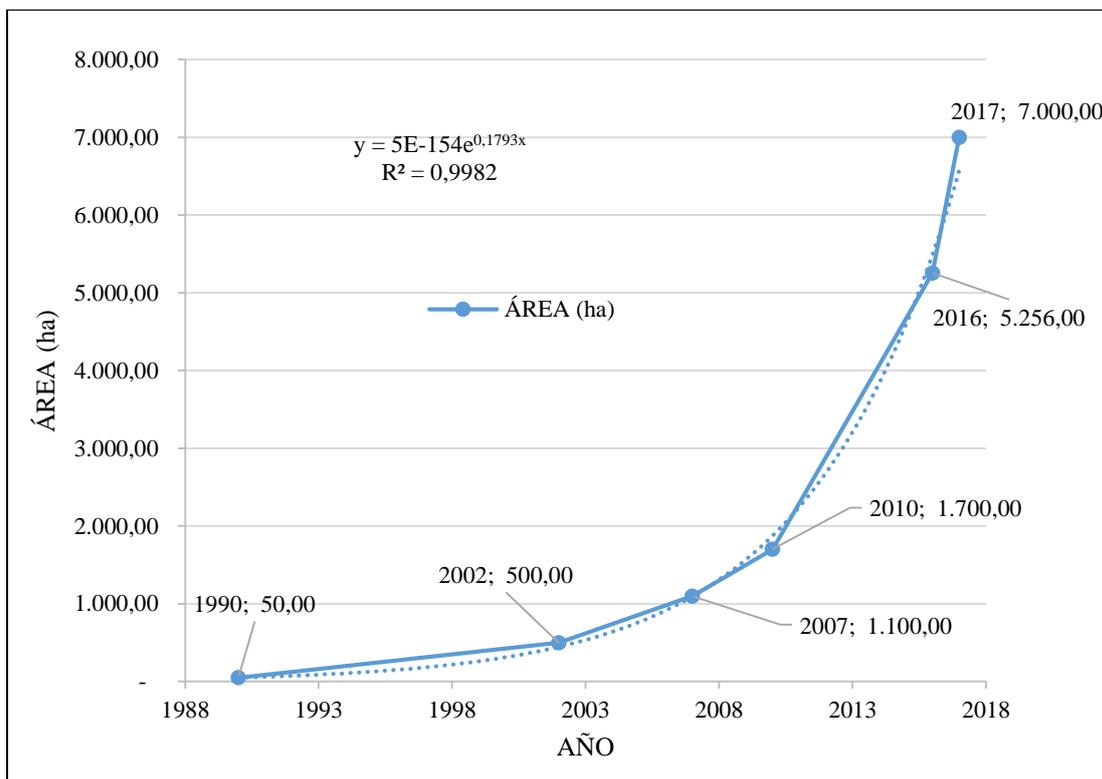
#### 4.5.2. Sector agropecuario

Aumentaron las áreas bajo riego empadronadas debido a la disponibilidad hídrica mayor, a la proyección de la distribución del estudio del volumen de agua entregado en cada sector el 2016 y a la concientización constante a los agricultores. En general cada año aumenta, pero el 2017 fue el de mayor crecimiento, siendo un aumento de 1 744 ha (ver Tabla 37 y Figura 19).

**Tabla 37: Áreas de cultivo empadronadas (ha)**

Zona	Proyectado	Año					
		1990	2002	2007	2010	2016	2017
Cuenca Alta	3 986,00	50,00	500,00			1 766,00	1 900,00
Cuenca Baja	9 077,00	-	-			2 900,00	4 400,00
Lateral Socos	1 430,00	-	-			590,00	700,00
<b>TOTAL</b>	<b>14 500,00</b>	<b>50,00</b>	<b>500,00</b>	<b>1 100,00</b>	<b>1 700,00</b>	<b>5 256,00</b>	<b>7,000.00</b>

Nota: Adecuado de memorias descriptivas de 1990, 202 y 2017



**Figura 19: Áreas de cultivo empadronadas por años**

Aumentaron los interesados y solicitudes del “Programa de Riego Tecnificado” del PSI – Ayacucho, que subvencionaba hasta el 80 por ciento de la compra e instalación de riego presurizado. Los regantes comprendieron la importancia y beneficios del riego tecnificado a causa de las charlas técnicas dadas.

No se registraron conflictos en cuanto al daño del patrimonio del Sistema Hidráulico, hechos que eran frecuentes en años pasados debido a la disconformidad de los usuarios regantes. Lo cual que se confirma con el “Informe de Atención de Solicitudes y Reclamos por la Prestación de Servicio de Suministro de Agua” presentado a la ANA en el procedimiento de la obtención del Título Habilitante.

Con respecto a las solicitudes de reclamo por parte de los usuarios, estas disminuyeron considerablemente, en general no se atendieron reclamos, eran solicitudes de atención en la dotación de mayores caudales, debido probablemente a la comunicación constante para solucionar problemas entre OPEMAN, JUDRA y los regantes. Para ellos influenciaron las reuniones conjuntas en cada Comisión o comité de Usuarios y las intervenciones in situ

inmediatas, estas solicitudes se pueden corroborar en la oficina de OPEMAN.

El área proyectada para riego que el sistema puede abarcar es de 14 9500 Ha, pero 70 por ciento de estas tienen que ser con riego tecnificado, durante años la dejadez de sus autoridades, conflictos sociales, intervención política, pobreza, entre otros factores han frenado este crecimiento. Después de 15 años el 2017 se logró abarcar 7000 ha, que a su vez benefició alrededor de 9000 familias, esta fue el mayor crecimiento desde su inicio, sin contar con las áreas que no estaban empadronadas, puede deducirse que es aproximadamente un 30 por ciento más.

#### **4.5.3. Uso poblacional**

En Huamanga se atendió a 280 234,00 habitantes el 2016 (INEI, 2016). Teniendo en cuenta el aumento de población anual, para la siguiente campaña se tendría que haber requerido mayor volumen de agua suministrada en comparación con el año 2016 (19,09 hm<sup>3</sup>). Sin embargo, el 2017 se abasteció de 17 hm<sup>3</sup>. En consecuencia, se deduce que la eficiencia en la distribución de agua potable aumentó, calculado anteriormente.

El agua que se suministra para riego también fue utilizada para consumo humano de los agricultores que no cuentan con el servicio de agua potable.

Debido a la mejora en la distribución del agua, no se dejó de atender la dotación de consumo humano durante todo el año de forma continua. A pesar de que SEDA Ayacucho estaba expandiendo uno de sus reservorios y sólo trabajó son uno de ellos.

#### **4.5.4. Energético**

El sistema de generación de energía eléctrica también se vio beneficiado por el constante suministro de agua. Lo cual se evidenció al no recibir quejas de parte de la empresa Electrocentro.

#### **4.5.5. Aumento de la eficiencia de captación y distribución**

De la comparación de las eficiencias calculadas de los 2 años se tiene los siguientes resultados descritos de la Tabla 38.

**Tabla 38: Eficiencias anuales**

<b>Año</b>	<b>Eficiencia de captación</b>	<b>Eficiencia de distribución</b>
2016	1,26	0,76
2017	1,29	0,97
Diferencia	0,03	0,21

La eficiencia de captación aumentó, pero valores más altos indican que volumen captado fue mayor que el volumen que se distribuyó.

La eficiencia de distribución aumento drásticamente en un 21 por ciento, indicando que la planificación tomada a inicios de la campaña fue la correcta. Logrando distribuir el 97 por ciento del volumen captado incluyendo el almacenado recomendado en la presa.

Se logró cumplir las expectativas de la campaña 2017, mejorando la eficiencia en la distribución con la gestión de la información recolectada.

Se concluye que se logró el objetivo de mejorar la eficiencia con las estrategias tomadas.

#### **4.5.6. Formalización y fortalecimiento del sistema hidráulico**

La Resolución Jefatural No 031-2019-ANA que se aprobó con fecha del 08 de febrero del 2019, otorga OPEMAN del GRA el “Título Habilitante de Operador de la Infraestructura Hidráulica del Sector Hidráulico Mayor Cachi – Clase B”, logrando su obtención en un poco más de 1 año de que iniciamos el trámite y el cumplimiento de los requisitos. Con este título el Sistema tiene mayor cantidad de recursos financieros para la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura hidráulica.

OPEMAN ahora tiene todas las facultades y responsabilidades como operador de sistema hidráulico mayor, entre las competencias que adquirió están:

- Cobro de tarifa por el uso de la infraestructura mayor: Accede a mayor financiamiento para la operación, mantenimiento y desarrollo de la infraestructura. Mejora el servicio.
- Estructura consolidada y mejor organizada jerarquizada, con diferentes áreas: Les permite enfrentar de mejor manera los problemas.
- Imposición de sanciones: faculta a que OPEMAN pueda imponer sanciones a los usuarios que violenten su patrimonio y cobro por mora.

- Obligación de mantener una dotación contante y el mantenimiento de las estructuras:  
Los usuarios tienen la facultad de exigir un mejor servicio.

Las charlas en diferentes entidades ayudaron a la difusión de la importancia del proyecto, implantaron también la institucionalidad.

#### **4.5.7. Conservación y preservación del medio ambiente**

Se dispuso un caudal de  $100 \text{ l s}^{-1}$  en la quebrada Campanayoc que alimenta el cauce del río Alameda, el mismo que pasa por la ciudad de Huamanga. Este río disminuye su caudal en época de estiaje perjudicando belleza paisajística zonas recreacionales de Huamanga, especialmente del parque Alameda. El cuerpo de agua aumentó su caudal beneficiando la flora, fauna y ornato de la ciudad de Huamanga.

Al aumentar la eficiencia en la distribución al 0,96 (alta), permitió que la mayor cantidad de agua sea beneficiada como se dispuso en la distribución durante todo el año. Se minimizó las pérdidas de agua en el proceso de dotación de agua, impactando menos en su calidad.

## **V. CONCLUSIONES RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

El sistema Hidráulico Cachi es un proyecto inconcluso que ha tenido diferentes cambios importantes, ocasionando que el proyecto avance lento, llegando a acumularse los problemas técnicos y sociales en ámbitos importantes como el mantenimiento, operación y desarrollo de la infraestructura. Esta situación motivó a buscar soluciones concretas en mejorar la gestión de los sistemas de información que permitiría a corto y mediano plazo determinar el impacto en la eficiencia de entrega y distribución de agua.

1. Identificar los puntos débiles del sistema sirvió como base para poder elaborar la estrategia. Se obtuvo datos del año 2016 que no estaban recopilados de manera adecuada, existían fallas en los cálculos y no estaban procesados. Con los resultados se reorganizaron los tramos facilitó la distribución del agua, ya que no estaban en una secuencia fija, y había tomas no consideradas. El trabajo fue consecuente durante toda la campaña.
2. Los datos de entrega y distribución del agua no estaban digitalizados, procesados ni analizados. Los resultados evidencian el impacto que se puede dar con la implementación de un sistema de gestión de información en los diferentes sectores que son abastecidos por el agua, específicamente el sector agrícola, poblacional, energético y ecológico.
3. El año 2020 la intención de siembra abarcó 7200 ha, en gran parte porque el 80 por ciento del riego es por gravedad y porque los agricultores no lograron encontrar apoyo. La mejor de eficiencia en la entrega para ser efectiva a largo plazo debe ir de la mano con políticas que protejan y ayuden a que los regantes puedan acceder a sistemas de riego más eficientes.

4. Se consiguió en poco tiempo en comparación con otros sistemas hidráulicos, el reconocimiento como Operador Hidráulico Mayor. El proceso no fue fácil y la intervención de los que nos sucedieron fue importante. Se logró iniciar el cometido con el equipo multidisciplinario con el que contábamos. Ahora OPEMAN tiene que implementar de forma adecuada los requisitos que exige la ANA.
5. La eficiencia de distribución aumento drásticamente, en un 21 por ciento, indicando que la planificación tomada a inicios de la campaña fue la correcta. Se logró distribuir el 97 por ciento del volumen captado incluyendo el almacenado recomendado en la presa.
6. En cuanto al impacto medioambiental, este disminuyó al aumentar la eficiencia en la distribución al 0.96 (alta), permitió que la mayor cantidad de agua sea entregada a los usuarios como se había planificado, logrando minimizar las pérdidas en el proceso de dotación de agua. El agua almacenada al fin de campaña (19 hm<sup>3</sup>) en la presa conservó el ecosistema que se establece en ella. Además, se dispuso el caudal ecológico de 100 l s<sup>-1</sup> en la quebrada Campanayocc que alimenta el cauce del río Alameda, el mismo que pasa por la ciudad de Huamanga. Logrando incrementar su caudal beneficiando la flora, fauna y ornato de la ciudad de Huamanga.

Se Concluye que se logró cumplir las expectativas de la campaña 2017, mejorando la eficiencia en la distribución con las estrategias de gestión de la información implementada. No cabe duda el impacto que tuvo la intervención en la gestión de información y la estrategia para optimización del abastecimiento de agua para consumo humano, con fines riego y caudal ecológico en el Sistema Hidráulico Mayor Cachi del agua. El aseguramiento hídrico estuvo garantizado, tanto en la agricultura con mayores extensiones de tierras cultivables, como en la ganadería con ganado mejorado, la dotación de agua sin pausa para el consumo humano en crecimiento y el uso ecológico y para energía hidroeléctrica.

## 5.2. Recomendaciones

1. Se recomienda utilizar y mejorar el sistema de información que permite medir el impacto de la eficiencia en el entrega y distribución del agua. Para la adecuada mejora de eficiencias es imprescindible que se mejoren los sistemas de toma de medidas, como lo son: reparar el sistema Elipse Scada, recalibrar 2 veces al año las curvas H-Q de los canales, ríos y bocatomas, resanar los canales o construir nuevos, constante toma de medidas, entre otros.
2. El Proyecto debe constar de un plan estratégico para los años posteriores, que abarque no solo la parte técnica, sino, que considere la activa participación conjunta con los regantes. Con la ayuda de la tarifa la recaudación económica aumentará, paralelo a esto se debe mejorar el servicio, aumentar el mantenimiento y desarrollar la infraestructura hidráulica.
3. Se debe promover desde diferentes sectores mediante alianzas la difusión del uso del riego presurizado, cabe señalar que era condición para abarcar la mayor cantidad de áreas agrícolas bajo riego.
4. La obtención del título habilitante permite el cobro de la tarifa de agua debe ser de manera paulatina, aumentando cada año, para que no afecte drásticamente en la economía de los agricultores y estos se acostumbren a esta nueva condición.
5. Se recomienda generar el cálculo de las eficiencias con el fin de determinar cuantitativamente el impacto de las medidas que se tomaron en el año, además, determinar qué acciones mejorar para la siguiente campaña.
6. La ciudad de Huamanga cuenta con las aguas embalsadas en la presa Cuchoquesera como única fuente de suministro de agua dulce para uso poblacional y agrícola en época de estiaje. Se debe obtener otra fuente o construir una nueva presa debido a que no se vea interrumpido el abastecimiento en caso de una inevitable paralización del funcionamiento a causa de que ya se cumplió la vida útil del proyecto o una falla en el embalse.

Se debe evitar disminuir el embalse al mínimo como sucedió en el 2016, el rango óptimo para su adecuado cuidado es mantener por lo menos el volumen muerto de 15 a 20 hm<sup>3</sup>. A fin de que en caso de rotura o sequia se pueda abastecer el uso poblacional. Además, que la empresa constructora recomienda estos volúmenes para que se genere el empuje del agua contra el dique manteniendo la estabilidad de la presa.

## VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA Y CONSULTAS A PROFESIONALES

Allen, R.; Pereira, L.; Raes, D. & Smith, M. (1988). *Crop evapotranspiration. Guidelines for Computing crop water requirements*. Rome: Irrigation and Drainage Paper No 56 FAO. Recuperado de [https://www.scsdcourt.org/complexcivil/105CV049053/volume3/172618e\\_5xAGWA\\_x8.pdf](https://www.scsdcourt.org/complexcivil/105CV049053/volume3/172618e_5xAGWA_x8.pdf)

Centro de Competencias del Agua. (22 de Setiembre de 2017). *www.agua-andes.com*. Obtenido de <http://www.agua-andes.com/articulos/conclusiones-i-congreso-peruano-agua-andes-dialogos-ciencia-politica-desarrollo-sostenible>

Consultora H y C Asociados S.R.L. (1994). *Actualización y Complementación del Proyecto Integral Río Cachi*. Lima.

EPS Seda Ayacucho. (1015). Perú: Plan Estratégico Institucional EPS SEDA Ayacucho 2016 – 2021. Recuperado de <https://www.sedaayacucho.pe/archivos/258-plan-estrategico-institucional-pei-2016-2021-.pdf>

Gobierno Regional de Ayacucho. (2006). *Memoria Descriptiva. Memoria Descriptiva del Proyecto Especial "Rio Cachi" 2006 Ayacucho Perú*.

Huamaní Flores, J. (2011). Informe N° 001-2011-CTM Estado Situacional del Ex Proyecto Especial “Rio Cachi”. Ayacucho.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2016). Perú: Síntesis Estadística 2016. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitaless/Est/Lib1391/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1391/libro.pdf)

Ley No 29338 de 2009. Ley de Recursos Hídricos. 30 de Marzo de 2009. Diario Oficial el Peruano No 393473.

López Moreno, J. (2008). Estimación de Pérdidas de Agua por Evaporación en Embalses del Pirineo. Cuadernos de Investigación Geográfica. Zaragoza, España: Universidad de la Rioja. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2762772>

Morales, L. (2017) *Levantamiento de Observaciones para obtener el Título habilitante* (N° 012 -2017–GRA-GRI-SGO/C.A.-LEMS).

Mugabe, F.; Hodnett, M. & Sensaje, A. (2003). Opportunities for increasing productive water use from dam water: a case of study semi-arid Zimbabwe. Agricultural Water Management. [https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(03\)00077-5](https://doi.org/10.1016/S0378-3774(03)00077-5)

Penman, H. (1948). *Natural Evaporation from Open Water, bare soli and grass.* . London: Proc. Royal Soc. <https://doi.org/10.1098/rspa.1948.0037>

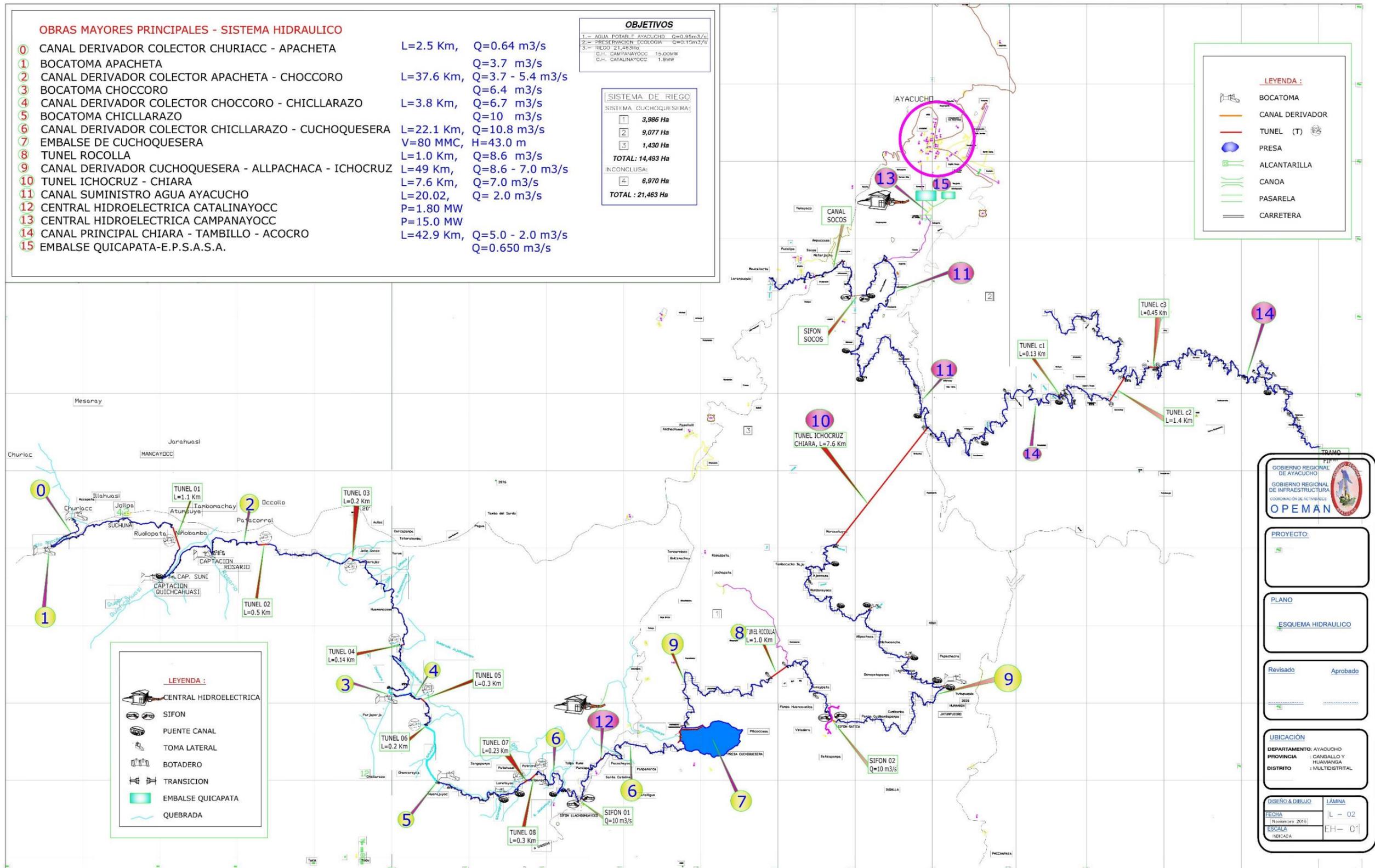
Penman, H. (1963). *Vegetation and Hydrology.* Englan: Tech.Com. <https://doi.org/10.1002/qj.49708938220>

RJ N° 107-2016-ANA [Autoridad Nacional del Agua]. Por la cual se establece los *Lineamientos para Determinar Y Establecer los Parámetros de Eficiencia para el Aprovechamiento de los Recursos Hídricos.* 02 de mayo de 2016.

RJ N° 230-2017-ANA. [Autoridad Nacional del Agua]. Por la cual se establece el *“Reglamento de Operadores de Infraestructura Hidráulica y de Instrumentos para la prestación de los servicios de suministro de agua”.* 18 de Setiembre de 2017.

Téllez Quintanar, C. (2010). *“Nociones de Estabilidad de Cortinas”* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería – UNAM.

## **VII. ANEXOS**



Anexo 1: Plano esquema hidráulico

## Anexo 2: Reorganización de tramos del sistema hidráulico

### Tomas antes de la presa

Tomas desde la toma Puncupata hasta la toma Pampamarca

**Tabla 39: Tramo 0. Tomas laterales antes de la presa. Tramo Churiacc - Apacheta Choccoro Chicllarazo - presa Cuchoquesera**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (Ha)
Unid. Riego No 1 Puncupata	T-1	Cruz Ccasa	7+780	Chicllarazu Baja	11,74
	T-2		9+303		11,74
	T-3	Lirio Pata	11+368.3		23,13
Unid. Riego No 2 Catalinayocc	T-4	Santa	0+432		10
	T-5	Catalina	2+079		19,5
Unid. Riego No 3 Pampamarca	T-6	Añas Ranra	4+000	Ñahuinpuquio	14,01
	T-7		5+698		8
				TOTAL	98,12

### Cuenca alta

Tomas desde la presa Cuchoquesera hasta el sifón Satica

**Tabla 40: Tramo 1. Tomas laterales después de la presa Cuchoquesera (Cuenca alta)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)	
Toma Condorpaccha	T-8	Condorpaccha	0+52	Putacca	96,5	
		Sunilla			57,24	
Toma Jatunpampa	T-9	Putacca	5+280	Ñahuinpuquio	46,5	
		Pucrohuasi			27,64	
Toma Toropa Upianan	T-10	Toropa Upianan	8+540		24,21	
Toma Machomollo	T-11	Cactus Urccu	10+563		Ccochapampa Machomollo	400,44
		Yarccapampa-Rosas Pata				
		Ccochapampa				
		Mollepata				
Toma Unión Paccha	T-12	Tambocha	11+564	Unión Amaruyocc	200,25	
		Molinuyocc				
		Llihapata				
Munaypata I	T-13	Munaypata	13+200	CUSAMU	85	
	Munaypata II		T-14		15+453	78,65
Munaypata III	T-15	Satica	17+497		9,5	
				TOTAL	1025,93	

**Tabla 41: Tramo 2. Tomas laterales después de la presa Cuchoquesera (Cuenca alta)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)	
Toma Satica 1A	T-16	Satica	17+830	CUSAMU	22	
Toma satica			19+530		86,5	
Toma Cusibamba	T-17	Cusibamba	21+833		160,5	
Toma Tambocha	T-18		24+800		109,5	
Toma Pariahuanca	T-19	Pariahuanca	27+4450		10	
Toma Llachoccmayo	T-20	Llachoccmayo	29+900		19,29	
Toma Chichucancha	T-21	Chichucancha Pantipampa	33+400		95,39	
Toma Allpachaca o Carcasunto		Carcasunto	35+542		Allpachaca	0
Toma Allpachaca I	T-22	Huaycco Coral	38+500			68
Toma Allpachaca II	T-23	Huaycco Coral UNSCH	39+462			60,51
Toma Manzanayocc	T-24	Manzanayocc	42+462	Manzanayocc	176,9	
				TOTAL	808,59	

**Cuenca Baja**

Tomas desde el sifón Satica hasta el canal Chiara y todo el canal principal lateral Tambillo

**Tabla 42: Tramo 3. Tomas laterales canal Chiara Hualccapucro (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)
Tomas laterales canal Chiara-Hualccapucro(Cuenca baja)	T-32	Cochabamba	00+336.4 0	Chiara	107,5
	t-33	Bellavista	3+421.00		21,05
	T-34	Chiara Intihuasi	6+045.50		72,07
	T-35	Quishuar	8+680.00		20,75
	T-36	Marayvilca	11+460.2 5		64,5
	T-37	Hualccapucro	13+307.1 0	Hualccapucro	40
	T-38	Motoy Alto San Miguel de Motoy	16+940.0 0		146,5
					TOTAL

**Tabla 43: Tramo 4. Tomas canal lateral de Tambillo (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)
T-39 UR 7 Tambillo	T-L2-01	Alto Andino	27+540	Tambillo	713,18
	T-L2-02	Musucc Allpa			
	T-L2-03	Pinao			
	T-L2-04	Ccechcca			
	T-L2-05	Yanama			
	T-L2-06	Yanamilla			
	T-L2-07	Alanya			
	T-L2-08	Tambillo			
	T-L2-09	Pacuaro			
	T-L2-10	Tambobamba			
	T-L2-11	Violeta Velásquez			
		Ccacca Ñan			
				TOTAL	713,18

**Tabla 44: Tramo 4. Tomas canal lateral de Bellavista (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)
Toma canal lateral Bellavista	T-L2-I	Antolinayocc	4+174	Lirio Bellavista	294,83
		Tinte			
	Toma-L2-2	Condoray	5+947		25,38
		Chihuanpampa			
	Toma-L2-3	Tinte	8+252	Cayramayo	455,27
		Raymina			
		Llutacancha			
		Ccacca Wasi			
	Toma DE-I2-4	Chilcabamba	11+850		118,76
		Santa Bárbara			
Toma IZ-L2-4	Guayacondo	11+850		80,06	
	Niño Jesús de Ñeque				
Toma- L2-4	Uchuy Pampa	11+850	Molinuyocc	55,6	
	Huatatas Margen Derecha				
	Pucara				
	Urccuhuasi				
	Tancayllo				
	Santa Rosa de Huatatas				
			TOTAL	1029,9	

**Tabla 45: Tramo 4. Tomas canal lateral de Tambillo (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)
UR 8 Pucuhuillca,T-01	Sifones	Chicchicancha	SD		29
UR 8 Pucuhuillca, T-01	T 40	Pucuhuillca	33+700		
UR-8,Pucuhuillca,T-02	T-41	Acco Uchuy Acco Pallccayaku	34+580	Seccelambras Pucuhuillca	343,89
	Sifones	Lecheccocha	SD		
UR 8Trigoloma,T-01	T-42	Trigo loma	38+660		50,95
Toma Trigoloma,Lecheccocha	T-43	Seccelambras Pantipampa Ccarhuaschoce	39+837		365,76
Toma Ccewecruz	T-44	Ccewecruz	42+640		56,5
Toma Acocro-Pampa puquío	T-45	Pumapuquio Pampamarca Ccochani Acocro	43+678	Acocro	306,2
Toma Pampamarca II	T-46	Pampamarca	46+767		30
Toma Virgen de Carmen Chonta	T-47	Virgen del Carmen de Chontaca	48+980		63
Toma Jesús Nazareno de Chonta	T-48	Jesús de Nazareno de Chontaca	52+300	Chontaca	81,26
Toma Qesera-Quicato	T-49	Quicato Qesera	52+900 (Fin del Canal)		54
				TOTAL	1380,56

## Canal Suministro de agua potable de Ayacucho

Tomas canal lateral Socos y toma Ahuapuquio Baja a Campanayocc

**Tabla 46: Tramo 7. Tomas canal lateral Socos (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)	
Toma Canal suministro de agua potable	Toma-L3-2	Quisuarpampa		Socos		
	Toma-L3-3	Pacuri				
	Toma-L3-4	Ampuccasa Aturqui				
	Toma-L3-6	Ccelloccacca Orccopuquio				
	Toma-L3-7	Wirpis				
	Toma-L3-8	San Melchor				
	Toma-L3-9	Cruz Ccasa				
	Toma-L3-10	Orccota				
			Huayllapata			
			Accoylla			
			Acraybamba			
			Santa Lucia			
			Sacsamarca			
			Centro Rancho			
		T-L3-5	Uraypampa		Ccelloccacca Huachualla	
			Chimpapuquio			
			Huayrapata	20+090		708,53
			Sunchupucro			
			Huayaupuquio			
			Ccorihuilca			
		Ccorihuilca Grande				
		Maucallaccta				
		Pucaloma				
		Tahuantinsuyo Marccari				
	T-L3-11	Yanayacu		Llacctas		
		San Rafael				
		San Lorenzo				
		Parte Baja Cochabamba				
		Urpituyucc				
		Ccollcabamba				
		Patahuasi				
	T-L3-12	Paccpapata		Maucallaccta Cedro		
		Sapsi				
		Ccaccahuaco				
		Laranpuquio				
				TOTAL	708,53	

**Tabla 47: Tramo 6. Tomas canal lateral de Bellavista (Cuenca baja)**

Tomas	Código	Comités de riego	Prog.	Comisión de riego	Área de riego (ha)
		Huahua puquio Baja			
	Toma-L2-1	Basilio Auqui de Chupas	3+348	Juan Velasco Alvarado de Chupas	131,3
	Toma-L2-2	Quichcapata	5+395		71,25
	Toma-L2-3	Lapapata	6+800		37,25
Toma Canal suministro de agua potable	Toma-L2-4	Casaorcco Yanama	18+797		268,25
	Toma-L2-5	Yanama	20+000		
		Warpa Ñahuinpuquio		Alameda Carmen Alto	24,25
	Toma-L2-6	Quicapata Accoera	20+090		40
		Campanayocc			95,5
	Toma-L3-1	Tambo puquio	SD		62,63
				TOTAL	730,43

### Anexo 3: Volumen de agua entregado para uso agrícola

**Tabla 48: Volumen entregado total mensual tramo 0 (2017)**

Tramo 0	Volumen de agua entregado (m <sup>3</sup> )				
	Toma	Tramo	Junio	Julio	Total
Puncupata - Cruz Ccasa		T1			53 919,65
			19 440,00	34 479,65	
		T2			-
Puncupata - lirio pata		T3	19 440,00	39 720,67	59 160,67
		T4			79 595,14
Catalinayocc - santa catalina			25 920,00	53 675,14	
		T5			-
Pampamarca - años ranra		T6			55 296,43
			23 544,00	31 752,43	
		T7			-
		TOTAL	68 904,00	159 627,89	228 531,89

**Tabla 49: Volumen entregado total mensual tramo 1 (2017)**

Tramo 1		Volumen de agua entregado (m <sup>3</sup> )						
Toma	Tramo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Total
Condorpaccha	T 8	119 448,00	195 264,00	196 128,00	194 400,00	102 384,00	73 440,00	881 064,00
Jatunpampa-Putacca-Pucrohuasi	T 9	71 280,00	105 408,00	108 432,00	38 880,00	54 864,00	53 568,00	432 432,00
Toropa Upianan	T 10	24 192,00	44 064,00	42 120,00	453 600,00	40 176,00	38 880,00	643 032,00
Machomollo	T 11	168 696,00	387 979,20	520 560,00	207 360,00	187 056,00	366 768,00	1 838 419,20
Molinuyocc Unión Amaruyocc	T 12	133 920,00	214 272,00	191 808,00	103 680,00	99 360,00	115 776,00	858 816,00
Munaypata i	T 13	78 624,00	100 224,00	96 768,00	119 880,00	60 480,00	70 848,00	526 824,00
Munaypata ii	T 14	58 320,00	105 408,00	94 435,20	101 088,00	57 024,00	82 080,00	498 355,20
Munaypata iii	T 15	17 971,20	27 302,40	28 382,40	20 476,80	57 024,00	7 128,00	158 284,80
	TOTAL	672,451.20	672 451,20	1 179 921,60	1 278 633,60	1 239 364,80	658 368,00	808 488,00

**Tabla 50: Volumen entregado total mensual tramo 2 (2017)**

<b>Tramo 2</b>		<b>Volumen de agua entregado (m<sup>3</sup>)</b>						
	<b>Tramo</b>	<b>Junio</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Total</b>
Toma a1 satica	T16	18 360,00	22 464,00	30 024,00	22 464,00	10 368,00	13 824,00	117 504,00
Toma 01 satica		71 712,00	104 544,00	109 296,00	103 680,00	52 272,00	55 080,00	496 584,00
Cusibamba	T17	110 592,00	122 256,00	166 752,00	160 704,00	88 992,00	160 704,00	810 000,00
Tambocha	T18	78 192,00	108 216,00	123 552,00	108 432,00	57 456,00	93 744,00	569 592,00
Pariahuanca	T19	1 296,00	3 888,00	103 680,00	1 728,00	-	-	110 592,00
Llachoccmayo	T20	19 008,00	17 496,00	33 264,00	20 520,00	10 368,00	9 504,00	110 160,00
Chichucancha	T21	47 952,00	122 688,00	140 616,00	123 120,00	79 056,00	97 200,00	610 632,00
Allpachaca Carcasunto		-	-	-	-	-	-	-
Allpachaca Huaycco corral	T22	63 936,00	103 680,00	126 360,00	110 160,00	65 664,00	106 920,00	576 720,00
Allpachaca UNSCH	T23	75 384,00	104 112,00	120 528,00	104 544,00	63 072,00	101 520,00	569 160,00
Manzanayocc	T24	65 880,00	120 096,00	140 616,00	119 664,00	62 640,00	86 832,00	595 728,00
	<b>TOTAL</b>	<b>552 312,00</b>	<b>829 440,00</b>	<b>1 094 688,00</b>	<b>875 016,00</b>	<b>489 888,00</b>	<b>725 328,00</b>	<b>4 566 672,00</b>

**Tabla 51: Volumen entregado total mensual tramo 3 (2017)**

<b>Salida del túnel Chiara-Cochabamba tramo 3</b>		<b>Volumen de agua entregado (m<sup>3</sup>)</b>					
	<b>Tramo</b>	<b>Julio</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Total</b>
Cochabamba	T 32	140 616,00	160 704,00	155 520,00	114 264,00	96 768,00	667 872,00
Bellavista	T 33	21 427,20	33 480,00	32 400,00	15 897,60	24 209,28	127 414,08
Chiara/Intihuasi	T 34	88 387,20	174 096,00	104 976,00	153 014,40	90 720,00	611 193,60
Toma Quishuar	T 35	24 105,60	50 889,60	28 512,00	20 865,60	19 440,00	143 812,80
Marayvilca	T 36	74 995,20	100 440,00	97 200,00	65 577,60	73 872,00	412 084,80
Hualccapucro	T 37	48 211,20	73 656,00	64 800,00	41 731,20	46 656,00	275 054,40
Motoy bajo	T 38	178 113,60	215 611,20	236 736,00	155 995,20	174 960,00	961 416,00
	<b>TOTAL</b>	<b>575 856,00</b>	<b>808 876,80</b>	<b>720 144,00</b>	<b>567 345,60</b>	<b>526 625,28</b>	<b>3 198 847,68</b>

**Tabla 52: Volumen entregado total mensual tramo 4 (2017)**

<b>Toma canal lateral Bellavista y Tambillo tramo 4</b>		<b>Volumen de agua entregado (m<sup>3</sup>)</b>						
	Tramo	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Tambillo	T-12-1 al 11	622 944,00	803 520,00	665 280,00	470 880,00	1 080 000,00		3 642 624,00
Bellavista t1 Lirio	T-12-1	376 704,00	553 176,00	596 160,00	20 088,00	1 602 288,00	1 063 584,00	4 212 000,00
Bellavista t2 Tinte	T-12-2		40 176,00	38 880,00	20 952,00	-	-	100 008,00
Uchuypampa t1	T-12-3	419 904,00	428 544,00	336 960,00	787 536,00	-	-	1 972 944,00
Uchuypampa t2 Huatatas	T-de-12-4		187 488,00	194 400,00	-	-	-	381 888,00
Pucará t1	T-iz-12-4	183 859,20	107 136,00	110 160,00	-	-	-	401 155,20
Pucará t2 Tancayllo Sr. de Huatatas	T-12-4		80 352,00	77 760,00	-	-	-	158 112,00
<b>TOTAL</b>		1 603 411,20	2 200 392,00	2 019 600,00	1 299 456,00	2 682 288,00	1 063 584,00	10 868 731,20

**Tabla 53: Volumen entregado total mensual tramo 5 (2017)**

<b>Toma canal lateral Tambillo tramo 5</b>		<b>Volumen de agua entregado (m<sup>3</sup>)</b>					
	Tramo	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Total
Sifón 1 Pucuhuillca (Chichucancha)	Sifones	19 958,40	31 104,00	25 920,00	21 816,00	43 200,00	141 998,40
T 01 Pucuhuillca	T 40			349 920,00	283 392,00	523 152,00	1 672 003,73
T 02 Pucuhuillca	T41	161 731,73	353 808,00	-	-	-	-
Sifón Lecheccocha				-	-	-	-
01 Trigoloma	T42	37 584,00	40 176,00	50 112,00	34 128,00	72 576,00	234 576,00
02 Seccelambras	T43	217 641,60	353 808,00	428 544,00	311 990,40	560 304,00	1 872 288,00
Ccewecruz	T44	35 282,74	58 752,00	75 254,40	49 464,00	78 364,80	297 117,94
Acocro - Pumapuquio	T45	155 973,60	203 904,00	354 240,00	340 632,00	404 352,00	1 459 101,60
Pampamarca	T46	26 373,60	30 628,80	28 123,20	24 364,80	27 216,00	136 706,40
Virgen del Carmen	T47	40 441,68	52 358,40	57 240,00	46 224,00	57 888,00	254 152,08
Chontaca	T48	-	-	79 488,00	60 696,00	65 404,80	205 588,80
Quesera-Quicato	T49	-	42 552,00	52 488,00	42 552,00	57 456,00	195 048,00
	<b>TOTAL</b>	<b>694 987,34</b>	<b>1 167 091,20</b>	<b>1 501 329,60</b>	<b>1 215 259,20</b>	<b>1 889 913,60</b>	<b>6 468 580,94</b>

**Tabla 54: Volumen entregado total mensual tramo 6 (2017)**

Tramo 6		Volumen de agua entregado (m <sup>3</sup> )					
	Tramo	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Total
Ahuapuquio baja	T-L2-1	100 440,00	100 440,00	25 920,00	26 784,00	25 920,00	341 712,00
Chupas			187 488,00	168 480,00	160 704,00	129 600,00	736 992,00
Quichcapata	T-L2-2	100 440,00	120 528,00	123 120,00	85 536,00	103 680,00	644,760,00
Casaorcco Yanama	T-L2-4			285 120,00	294 624,00	285 120,00	1 687 608,00
Yanama		197 640,00	348 192,00				
Warpa Ñahuinpuquio	T-L2-5			-	-	-	-
Quicapata Accoera		40 176,00	40 176,00	51 840,00	17 280,00		167 166,72
Campanayocc	T-L2-6	39 096,00	40 176,00	51 840,00	19 008,00	38 880,00	232 243,20
Tambopuquio	T-L3-1	40 176,00	40 176,00	51 840,00	24 624,00	38 880,00	243 691,20
		-	46 872,00	45 360,00	16 416,00	25 920,00	147 528,00
	TOTAL	544 752,00	984 312,00	861 840,00	662 256,00	673 920,00	4 423 101,12

**Tabla 55: Volumen entregado total mensual Tramo 7 (2017)**

Tramo 7		Volumen de agua entregado (m <sup>3</sup> )					
	Tramo	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Total
Quisuarpampa	T-L3-2						
Pacuri	T-L3-3						
Ampuccasa Aturqui	T-L3-4						
Ccelloccacca Orccopuquio	T-L3-6						
Wirpis	T-L3-7						
San Melchor	T-L3-8	642,816.00	1,092,960.00	1,092,960.00	1,192,320.00	1,153,440.00	6,185,376.00
Cruz Ccasa	T-L3-9						
Orccota	T-L3-10						
Huayllapata - Ccorihuillca	T-L3-5						
Maucallaccta - Cochabamba	T-L3-11						
Urpituyucc - Laranpuquio	T-L3-12						
	TOTAL	642,816.00	1,092,960.00	1,092,960.00	1,192,320.00	1,153,440.00	6,185,376.00

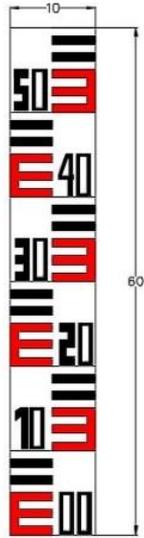
#### Anexo 4: Volumen anual captado por el canal principal en la presa Cuchoquesera

<b>Volumen anual captado por el canal principal en la presa Cuchoquesera (hm<sup>3</sup>)</b>													
<b>Año</b>	<b>Ene.</b>	<b>Feb.</b>	<b>Mar.</b>	<b>Abr.</b>	<b>May.</b>	<b>Jun.</b>	<b>Jul.</b>	<b>Ago.</b>	<b>Set.</b>	<b>Oct.</b>	<b>Nov.</b>	<b>Dic.</b>	<b>Total</b>
2002	7,31	15,89	19,84	1,08	3,08	1,58	1,02	2,18	2,16	1,33	1,91	3,93	61,30
2003	2,00	0,83	1,20	1,86	1,90	1,64	1,77	1,86	1,61	2,32	0,39	2,61	19,99
2004	6,17	14,89	14,05	9,51	3,50	1,50	1,66	1,40	1,62	2,24	1,82	6,07	64,42
2005	6,28	7,31	4,06	1,99	1,79	1,52	1,20	0,69	1,35	1,78	0,90	4,39	33,26
2006	10,01	8,39	11,35	7,24	2,52	1,62	1,19	1,43	1,44	1,37	1,58	1,96	50,10
2007	5,46	9,59	9,55	7,35	3,96	0,62	0,31	0,24	0,87	0,06	0,00	4,59	42,60
2008	16,38	12,10	1,37	3,00	1,81	1,78	1,43	1,24	0,89	1,03	0,78	2,61	44,39
2009	14,41	15,57	18,30	11,53	4,50	1,04	1,25	1,03	0,78	1,32	3,88	9,58	83,18
2010	16,75	10,24	4,39	1,87	3,84	1,81	0,85	0,81	1,05	1,25	0,87	6,36	50,09
2011	14,25	14,27	11,16	0,39	2,26	0,53	0,59	0,90	0,47	1,26	0,82	4,25	51,14
2012	10,09	10,61	14,18	1,35	1,77	1,34	1,06	0,69	1,08	1,05	2,45	8,02	53,68
2013	12,03	14,44	0,66	0,88	3,05	2,28	1,45	0,33	0,28	0,13	0,21	0,11	35,84
2014	3,18	15,30	21,03	9,63	4,03	1,72	1,60	0,93	0,25	1,02	0,15	2,02	60,84
2015	5,62	14,15	19,91	13,36	5,42	1,40	0,47	0,16	0,00	0,62	2,17	8,00	71,28
2016	7,00	17,07	14,78	12,82	3,48	1,71	0,90	0,31	0,18	0,10	0,19	1,72	60,27
2017	18,08	19,88	26,04	7,38	4,57	2,58	1,74	0,21	0,33	1,02	0,37	1,72	83,92
<b>PROM (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>9,69</b>	<b>12,53</b>	<b>11,99</b>	<b>5,70</b>	<b>3,22</b>	<b>1,54</b>	<b>1,16</b>	<b>0,90</b>	<b>0,90</b>	<b>1,12</b>	<b>1,15</b>	<b>4,25</b>	<b>54,14</b>

## Anexo 5: Miras limnétricas

**Tabla 56: Descripción de miras limnimétricas**

Ítem	Und.	Cantidad	Long. De mira (cm)	Descripción
1	und.	12	25	
2	und.	6	30	
3	und.	3	40	
4	und.	5	50	
5	und.	5	60	
6	und.	5	70	
7	und.	3	80	
8	und.	3	90	Miras Limnimétricas de acero inoxidable pintadas de color rojo, negro y blanco con pintura epóxica marina
9	und.	6	100	
10	und.	1	130	
11	und.	2	120	
12	und.	19	150	
13	und.	1	170	
14	und.	2	160	
15	und.	4	180	
16	und.	1	200	
17	und.	1	240	
18	und.	2	300	
TOTAL		81		



**Figura 20:** Ejemplo del diseño de mira limnimétrica de 60 cm de longitud

**Anexo 6: Modo de instalación de sifones no autorizados**



Anexo 7: Acta de reunión de capacitación técnica del 1 de setiembre



REUNION CON TOMEROS Y SECTORISTAS DE COMISIONES Y COMITES

AGENDAS:

- 1
- 2
- 3

LUGAR: AUDITORIO DE FEDERACION AGRARIA DE AYACUCHO  
 FECHA: 01 DE SETIEMBRE DEL 2017

HORA: 9:00 A.M.

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CARGO	COMISION	COMITÉ	CEL./RPM	FIRMA
14	Rubén Colao De la Cruz		Secretario		Cusibamba		
15	Feliceana Yupanqui Gomez		Tomero		Uchuypanpa		
16	Mosés Espino Yupanqui		Tomero	SOCO	Pococi		
17	Nestor Ventura Barrios		Tomero		Condorpaccha		
18	Amalio Ortiz Quispe		Presidente	Maucallaceta cedra			
19	Primeriana Candores de Ventura		Tomera		Uchuypanpa Mataccodca		
20	David Vilcatoma Barrientos		Tomero	Cuynamayo			
21	José Palomino Bautista		Tomero		Santa Lucía		
22	Patrocinio Vilchez Blanya		Presidente		Quicupata- Pccoera		
23	Arulio Conislla Taca		Tomero		Luyanta		
24	Felix Pisco Gomez		Presidente		Campayocce		
25	FROILAN CONDORI CANDIDO		SUPERVISOR OPEMAX				
26	CENTA ALMENAODITA, JESÚS		Responsable Riego OPEMAX				
27	Johny Arias Gutierrez		G.R.A.				
28	Abel Quispe GALINDO		Tomero	Malampunio	Pucruhuasi		