



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y RiegoAutoridad Nacional
del AguaDirección de
Conservación y
Planeamiento de
Recursos Hídricos**RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 004 -2015-ANA-DCPRH**

Lima, 13 ENE 2015

VISTO:

El Informe Técnico N° 033-2014-ANA-DCPRH-ERH-SUP/CAC; y,

CONSIDERANDO:

Que, según el artículo 96° de la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, el Estado a través de sus entidades públicas en los diferentes niveles de gobierno, prioriza el financiamiento o cofinanciamiento de estudios y la ejecución, rehabilitación y equipamiento de obras de infraestructura hidráulica que tengan por objeto lograr la reducción de pérdidas volumétricas de agua, el aprovechamiento eficiente y la conservación de los recursos hídricos en la infraestructura hidráulica pública;

Que, conforme establece el literal I) del artículo 6° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG, es función de la Autoridad Nacional del Agua, promover y apoyar la formulación de proyectos y la ejecución de actividades que promuevan el uso eficiente, el ahorro, la conservación, la protección de la calidad e incremento de la disponibilidad de los recursos hídricos;

Que, según el numeral 5.4 y 5.5 de la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, los estudios financiados por la Autoridad Nacional del Agua, una vez concluidos, son aprobados obligatoriamente mediante Resolución Directoral del órgano encargado de la elaboración de los mismos y su difusión es realizada por dicho órgano conjuntamente con la Oficina de Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos, a través de la página web institucional y mediante su publicación en forma impresa o en versión digital;

Que, en el marco del Plan Operativo Institucional 2013 de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, dentro de la meta presupuestal N° 013 "Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos y Superficiales del año 2013" se programó el estudio "Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros";

Que, obra en autos dos ejemplares del referido estudio y un disco compacto con el archivo digital, conjuntamente con el Informe Técnico N° 033-2014-ANA-DCPRH-ERH-SUP/CAC, mediante el cual expresa su conformidad al mismo; por lo que estando a lo dispuesto en la Directiva mencionada en el tercer considerando, corresponde aprobar el estudio "Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros"; y,

Con el visto de la Oficina de Asesoría Jurídica y de conformidad con lo dispuesto por la Directiva General N° 06-2011-ANA-J-OPP, y en uso de las funciones y atribuciones establecidas en el artículo 33° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua aprobado con Decreto Supremo N° 006-2010-AG

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el estudio "Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros", que forma parte integrante de la presente resolución.

ARTÍCULO 2°.- Disponer la publicación del estudio aprobado en el artículo precedente en el portal web institucional: www.ana.gob.pe.



Regístrese y comuníquese.

Ing. WILFREDO JAZER ECHEVARRIA SUAREZ

Director

Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Autoridad Nacional del Agua



Ministerio de Agricultura y Riego
Autoridad Nacional del Agua
Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas

Proyecto:
“Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de
las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y
Chincheros”



INFORME FINAL
ESTUDIO HIDROLÓGICO



MINISTERIO DE
AGRICULTURA Y RIEGO

AUTORIDAD NACIONAL
DEL AGUA



ALA Bajo Apurímac Pampas
Andahuaylas, Apurímac
Noviembre 2013



Ministerio de Agricultura y Riego
Autoridad Nacional del Agua
Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos

PERSONAL DIRECTIVO

Ing. Jorge Montenegro Chavesta	Jefe de la Autoridad Nacional del Agua
Ing. Humberto Cruz Coronel	Director de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos
Ing. Fernando Chiock Chang	Coordinador del Área de Evaluación de Recursos Hídricos
Ing. Gastón Pantoja Tapia	Responsable de la Sub Área de Aguas Superficiales
Ing. Cesar Ancco Carita	Supervisor de Estudio
Ing. Pedro Farfán Carazas	Administrador Local de Agua Bajo Apurímac Pampas

PERSONAL PARTICIPANTE

Ing. Elmer Francisco Tancayllo Ccalla	Estudio de Hidrología
Ing. Yener Marcatoma Llanos	Inventario de Fuentes de Agua Superficial
Ing. Fidel Castro Manrique	Sistema de Información Geográfica (SIG)
Blga. Marilú Arango Palomino	Aspectos Biológicos
Blga. Marivel Sánchez Terrazas	Aspectos Biológicos
Antrop. Luz Melisa Medina Gamboa	Aspectos Socioeconómicos y Culturales
Ing. Bach. Mary Luz Atahui Tito	Asistente Estudio de Hidrología
Ing. Bach. William Vega Tineo	Topógrafo
Ing. Bach. Ricardo Román Huachohuilca	Técnico de Campo

ALA Bajo Apurímac Pampas
Andahuaylas, Apurímac, Perú
Noviembre 2013

Proyecto:

Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros

Estudio de Hidrología

Resumen

El presente estudio proporciona la información respecto a los estudios de hidrología realizado en el ámbito de Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros.

El área de estudio, políticamente se ubica las provincias de Andahuaylas, Chincheros y parte del Distrito de Sañanca, Provincia de Aymaraes, en la Región Apurímac, y la provincia de Sucre, en la Región Ayacucho. Hidrográficamente pertenece a la vertiente del Amazonas, presenta trece ejes principales de drenaje, los cuales son afluentes directos al río Pampas.

La superficie total de la cuenca del área de estudio es de 6,431.13 Km². Para el presente estudio se ha elaborado el análisis hidrológico en 15 subcuencas. Pluviométricamente es una cuenca con alto rendimiento hídrico.

El análisis pluviométrico se ha elaborado en toda la superficie del área de estudio, asimismo en esta área se ha caracterizado los otros parámetros climatológicos, aunque con algunas restricciones debido a la falta de información disponible.

Se ha determinado la oferta hídrica a nivel de subcuencas y también en todos los puntos de interés donde se localizan los puntos de demanda. La demanda hídrica básicamente está determinada por la demanda hídrica agrícola.

El balance hídrico se ha elaborado de dos formas: (1) Oferta hídrica disponible versus Demanda hídrica Actual a nivel de subcuenca (2) Oferta hídrica disponible versus Demanda hídrica actual en forma localizada a nivel de cauces de escorrentía, a la vez proponiendo una distribución de agua a nivel mensual en cada captación de agua superficial. En ambos casos de acuerdo a los resultados obtenidos del balance hídrico, en la mayor parte del área de estudio existe un superávit del recurso hídrico, con excepciones de déficit muy puntuales, y que esto se podría revertir mejorando los métodos y sistemas de riego existentes.

Proyecto desarrollado en la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas, en la Ciudad de Andahuaylas. Apurímac. Perú.

INFORME FINAL

ESTUDIO DE HIDROLOGIA

Elaborado por:
Ing. Elmer Francisco Tancayllo Ccalla
CIP N° 76096

Contenido

Capítulo 1	1-8
ASPECTOS GENERALES	1-8
1. GENERALIDADES	1-8
2. ANTECEDENTES	1-8
3. JUSTIFICACIÓN	1-9
4. OBJETIVOS	1-9
4.1. GENERAL	1-9
4.2. ESPECÍFICO	1-9
5. METODOLOGIA DE TRABAJO	1-10
5.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES	1-10
5.2. TRABAJOS DE CAMPO	1-10
5.3. TRABAJOS DE GABINETE	1-11
5.4. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	1-12
6. INFORMACIÓN BÁSICA	1-12
6.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA	1-12
6.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA	1-12
6.3. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA	1-12
Capítulo 2	2-14
DESCRIPCION GENERAL Y DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA	2-14
1. UBICACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA CUENCA	2-14
1.1. UBICACION GEOGRAFICA	2-14
1.2. DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA	2-14
1.3. DEMARCACIÓN POLÍTICA	2-14
1.4. DEMARCACIÓN ADMINISTRATIVA	2-14
1.5. ACCESIBILIDAD - VÍAS DE COMUNICACIÓN	2-17
1.6. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO	2-17
1.6.1. METODOLOGÍA	2-17
1.6.2. DELIMITACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS	2-18
1.6.3. DESCRIPCION Y ESQUEMA FLUVIAL DE LAS UNIDADES HIDROGRAFICAS	2-20
1.6.4. CARACTERÍSTICAS FISIÓGRAFICAS DE CUENCA – MEDICIONES GEOMORFOLÓGICAS	2-40
Capítulo 3	3-53
ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES	3-53
1. ASPECTOS FÍSICO AMBIENTALES	3-53
1.1. GEOMORFOLOGÍA	3-53
1.1.1. GENERALIDADES	3-53
1.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	3-53
1.2. GEOLOGIA	3-59
1.2.1. GENERALIDADES	3-59
1.3. COBERTURA VEGETAL	3-68
1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	3-68
1.4. CAPACIDAD DE USO MAYOR	3-73
1.4.1. Generalidades	3-73
1.4.2. Descripción de las Unidades	3-74
1.5. ECOLOGIA	3-80
1.5.1. GENERALIDADES	3-80
1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES	3-80
2. ASPECTOS BIOLOGICOS	3-85

2.1.	RESUMEN	3-85
3.	ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES	3-86
3.1.	GENERALIDADES	3-86
3.2.	ASPECTO DEMOGRAFICO	3-86
3.2.1.	POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN LAS SUBCUENCAS	3-87
3.3.	VIVIENDA	3-88
3.3.1.	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LAS VIVIENDAS	3-88
3.3.2.	SERVICIOS QUE DISPONE LA VIVIENDA	3-89
3.4.	ASPECTO EDUCATIVO	3-91
3.4.1.	ACCESO Y COBERTURA DE SERVICIOS POR NIVELES EDUCATIVOS	3-91
3.5.	SALUD	3-93
3.5.1.	MORBILIDAD	3-94
3.5.2.	ENFERMEDADES DE VIGILANCIA Y CONTROL	3-94
Capítulo 4		4-96
CLIMATOLOGÍA		4-96
1.	GENERALIDADES	4-96
2.	RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS	4-96
3.	VARIABLES CLIMATOLÓGICAS	4-99
3.1.	TEMPERATURA	4-99
3.1.1.	RÉGIMEN DE TEMPERATURA MEDIA	4-99
3.1.2.	RÉGIMEN DE TEMPERATURAS MÁXIMAS PROMEDIO	4-102
3.1.3.	RÉGIMEN DE TEMPERATURAS MÍNIMAS PROMEDIO	4-104
3.1.4.	RESUMEN DE TEMPERATURAS	4-106
3.2.	HUMEDAD RELATIVA	4-109
3.3.	VELOCIDAD DE VIENTO	4-110
3.4.	HORAS DE SOL	4-111
3.5.	EVAPORACIÓN	4-112
3.6.	EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	4-113
3.6.1.	METODO DE PENMAN – MONTEITH	4-114
Capítulo 5		5-116
INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL		5-116
1.	INTRODUCCIÓN	5-116
2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL	5-116
3.	CLASES DE USOS DE LAS FUENTES DE AGUA	5-117
4.	TIPOS DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL INVENTARIADAS	5-117
Capítulo 6		6-120
PLUVIOMETRÍA		6-120
1.	INTRODUCCIÓN	6-120
2.	ÁREA DE ESTUDIO	6-120
3.	RED DE OBSERVATORIOS – INFORMACIÓN DISPONIBLE	6-121
4.	LONGITUD DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA	6-125
5.	ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL	6-125
5.1.	BLOQUES DE PRECIPITACIÓN	6-125
5.2.	ANÁLISIS DE CONSISTENCIA	6-128
5.2.1.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	6-128
5.2.2.	COMPLETACION Y EXTENSION DE VALORES AUSENTES	6-138
5.3.	PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA	6-140
6.	PRECIPITACIÓN AREAL A NIVEL DE SUBCUENCAS	6-143
6.1.	MÉTODO DE POLÍGONOS DE THIESSEN MODIFICADO	6-143
Capítulo 7		7-153
ESCORRENTÍA SUPERFICIAL		7-153
1.	ESTACIONES DE AFORO DE CAUDALES	7-153
2.	SISTEMA HIDROMÉTRICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO	7-154
2.1.	ESTACION HIDROMETRICA DE PUENTE ANDAHUAYLAS	7-154
2.2.	ESTACION HIDROMETRICA DE HUASAPAMPA	7-154
3.	MODELO HIDROLÓGICO: RELACIÓN LLUVIA - ESCURRIMIENTO	7-158
3.1.	IMPORTANCIA DEL MODELAMIENTO	7-158
3.2.	MODELO DETERMINÍSTICO - ESTOCÁSTICO LUTZ SCHOLZ	7-158
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS DEL MODELO HIDROLÓGICO	7-159
3.3.	APLICACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO	7-168
3.3.1.	ESTACIÓN DE AFORO HUASAPAMPA – PUNTO DE CALIBRACIÓN	7-168
4.	DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS	7-170

4.1.	PARA BALANCE HÍDRICO A NIVEL DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS	7-171
4.2.	PARA BALANCE HÍDRICO LOCALIZADO A NIVEL DE PUNTOS DE INTERES	7-171
Capítulo 8		8-172
OFERTA HÍDRICA		8-172
1.	GENERALIDADES	8-172
2.	AGUA SUPERFICIAL	8-172
4.3.	ESCORRENTIA SUPERFICIAL	8-172
4.4.	LAGUNAS Y EMBALSES	8-174
4.5.	OTRAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL	8-174
3.	CALCULO DE DISPONIBILIDAD HIDRICA EN PUNTOS DE INTERES	8-174
Capítulo 9		9-198
USO Y DEMANDA DE AGUA		9-198
1.	GENERALIDADES	9-198
2.	ÁREAS DE RIEGO	9-198
3.	INVENTARIO DE PUNTOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL	9-199
4.	DEMANDA AGRÍCOLA	9-202
4.1.	CÉDULA DE CULTIVO	9-202
4.2.	COEFICIENTES DE CULTIVO (Kc)	9-203
4.3.	PRECIPITACIÓN EFECTIVA	9-203
4.4.	EFICIENCIA DE RIEGO	9-203
4.5.	REQUERIMIENTO DE AGUA	9-204
5.	CAUDAL ECOLOGICO	9-207
Capítulo 10		10-210
BALANCE HÍDRICO		10-210
1.	GENERALIDADES	10-210
2.	COMPONENTES DEL BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL	10-210
2.1.	OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL	10-210
2.2.	DEMANDA HÍDRICA ACTUAL	10-210
3.	BALANCE HÍDRICO A NIVEL DE CAUCES DE ESCORRENTÍA	10-211
3.1.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHUMBAO	10-212
3.1.1.	OFERTA HÍDRICA	10-212
3.1.2.	DEMANDA HIDRICA	10-212
3.1.3.	ESTADO DEL BALANCE HIDRICO	10-212
3.2.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHINCHEROS	10-222
3.2.1.	OFERTA HÍDRICA	10-222
3.2.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-222
3.2.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-222
3.3.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA PACUCHA	10-227
3.3.1.	OFERTA HÍDRICA	10-227
3.3.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-227
3.3.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-227
3.4.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA KISHUARA	10-233
3.4.1.	OFERTA HÍDRICA	10-233
3.4.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-233
3.4.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-233
3.5.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA HUANCARAY	10-244
3.5.1.	OFERTA HÍDRICA	10-244
3.5.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-244
3.5.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-244
3.6.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA SUYRORUYOCC	10-249
3.6.1.	OFERTA HÍDRICA	10-249
3.6.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-249
3.6.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-249
3.7.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA PULLCAY	10-253
3.7.1.	OFERTA HÍDRICA	10-253
3.7.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-253
3.7.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-253
3.8.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA HUACCANA	10-257
3.8.1.	OFERTA HÍDRICA	10-257
3.8.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-257
3.8.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-257
3.9.	BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHICHA	10-261

3.9.1.	OFERTA HÍDRICA.....	10-261
3.9.2.	DEMANDA HÍDRICA	10-261
3.9.3.	ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO	10-261
Capítulo 11		11-265
EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS		11-265
1.	GENERALIDADES	11-265
2.	ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS – SUBCUENCA CHUMBAO	11-265
2.1.	CARACTERÍSTICAS FISIGRÁFICAS E HIDROLÓGICAS	11-265
2.2.	INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA.....	11-265
2.3.	ANÁLISIS EXPLORATORIO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HR	11-267
2.4.	PERIODO DE RETORNO	11-268
2.4.1.	ANÁLISIS DE RIESGO.....	11-268
2.5.	ANÁLISIS DE FRECUENCIAS.....	11-269
2.5.1.	DISTRIBUCIÓN GUMBEL T1PO I.....	11-269
2.5.2.	PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HR PARA DISEÑO	11-269
2.5.3.	PRECIPITACIÓN AREAL MÁXIMA DE 24 HR	11-275
2.6.	MODELAMIENTO HIDROLÓGICO.....	11-275
2.7.	EL MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS	11-276
2.7.1.	DIVISIÓN EN SUBCUENCAS.....	11-277
2.7.2.	MODELO DE CUENCA.....	11-279
2.7.3.	PERIODO DE SIMULACIÓN	11-284
2.8.	RESULTADOS	11-284
3.	ANÁLISIS DE SEQUÍAS	11-286
3.1.	ÍNDICES DE SEQUÍA	11-286
3.2.	ÍNDICE ESTÁNDAR DE PRECIPITACIÓN	11-286
3.3.	ANÁLISIS DE LOS EPISODIOS DE SEQUÍA	11-287
Capítulo 12		12-297
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		12-297
1.	CONCLUSIONES	12-297
2.	RECOMENDACIONES	12-298
Capítulo 13		13-299
BIBLIOGRAFIA		13-299

Capítulo 1

ASPECTOS GENERALES

1. GENERALIDADES

El agua, es el recurso natural más vital de la vida, es a la vez el más escaso y variable en nuestro país. Ello es así especialmente en la costa y en la sierra, que son paradójicamente las regiones donde se asentaron con predominancia las culturas humanas y se desarrolló la agricultura de riego. Esta escasez y variabilidad se deben a nuestras particulares condiciones geográficas, extremadamente diversas y accidentadas, y a nuestras fluctuantes condiciones climáticas, uno de cuyos resultados son los ciclos periódicos de inundaciones y sequías.

Bajo estas condiciones el manejo y la gestión del agua han sido en extremo difíciles, y se explica que tradicionalmente se hayan constituido en un desafío para el desarrollo agrícola. Correlativamente el estudio del agua, y en particular del riego, presenta una gran complejidad debido a que alude tanto a las dimensiones técnicas y sociales, así como a los aspectos culturales y políticos, reclamando para su análisis una comprensión interdisciplinaria.

Las subcuencas de los Ríos Chumbao, Chincheros, Huancaray, Kishuará, Pacucha y Chicha no escapa a ello, frente a la oferta hídrica y las diversas demandas de agua existentes en la zona, surge la necesidad de efectuar una Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros, específicamente en la jurisdicción del ámbito de la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas, para ello se ha seleccionado las subcuencas Chumbao, Chincheros, Huancaray, Kishuará, Pacucha y Chicha, el cual permitirá evaluar, cuantificar, su uso y aprovechamiento racional en cantidad y oportunidad del recurso hídrico y servirá como base para la planificación hidrológica, es decir, como un medio necesario para formular, ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso agua y que se enmarque dentro la Ley N°29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento.

2. ANTECEDENTES

La Autoridad Nacional del Agua – ANA, es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Agricultura, creado por Decreto Ley N° 997 el 13 de marzo del 2008, encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos. Como autoridad nacional, debe realizar su trabajo en estrecha relación con gobiernos regionales y locales, Sociedad Civil organizada e Instituciones Públicas y Privadas.

La Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos - DCPRH, es una Dirección de línea del ANA y es la más alta autoridad técnico normativa con relación al uso sostenible del recurso hídrico y las funciones que desarrolla se orientan a: promover el perfeccionamiento del marco técnico, jurídico y normativo para la gestión sostenible de los recursos hídricos, supervisar y evaluar las acciones de las autoridades locales de agua, conservar y promover el aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos, así como el ordenamiento territorial y la formulación de planes maestros de gestión, además de realizar estudios y proyectos con la cooperación técnica económica nacional e internacional.

3. JUSTIFICACIÓN

La Autoridad Nacional del Agua tiene, entre otras, las funciones de formular y dirigir la política y estrategia nacional de recursos hídricos, así como, dictar normas y establecer los procedimientos para asegurar la gestión integrada, multisectorial y sostenible de los recursos hídricos, su conservación, y evaluación eficiente; asimismo, tiene la función de promover y apoyar la estructuración de proyectos y la ejecución de actividades que incorporen los principios de gestión integrada y multisectorial de recursos hídricos, su conservación, mediante la investigación, adaptación, o ambas, de nuevas tecnologías aplicables a la evaluación de los recursos hídricos.

En este sentido, la Autoridad Nacional del Agua viene ejecutando los Estudios de Evaluación de Recursos Hídricos Superficiales a nivel de cuencas hidrográficas previamente priorizadas, uno de ellos es la “Evaluación de los Recursos Hídricos en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros”, con el objeto de evaluar los recursos hídricos en situación actual y en cumplimiento de la Resolución Ministerial N° 0481-2011-AG.

La evaluación de los recursos hídricos en las cabeceras de cuenca en las provincias de Andahuaylas y Chincheros, comprende la determinación de la oferta de agua, las características de las fuentes naturales de agua y las demandas de agua con fines poblacionales y usos productivos, a fin de adoptar medidas de protección necesarias en cabeceras de cuenca ubicadas en las provincias de Andahuaylas y Chincheros

4. OBJETIVOS

4.1. GENERAL

Evaluar y cuantificar el comportamiento de los recursos hídricos en cantidad y oportunidad en cabecera de las Subcuencas de los Ríos Chumbao, Chincheros, Huancaray, Kishuará, Pacucha y Chicha, estableciéndose el balance hídrico a nivel de subcuenca y que sirva como base para la planificación hidrológica, y de esta manera ejecutar y controlar la política de desarrollo en todos los sectores que estén directa o indirectamente relacionados con el uso y aprovechamiento del recurso hídrico, y a su vez mejorar la gestión de la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas. Es específico atender

4.2. ESPECÍFICO

- Descripción de las características físicas, sociales y ecológicas de la cuenca.
- Evaluación de la climatología en el área de estudio.
- Análisis pluviométrico en el área de estudio.
- Análisis del sistema hidrométrico en el área de estudio.
- Aplicar un modelo hidrológico para la generación de descargas medias mensuales en todos los puntos de interés del área de estudio.
- Determinar la disponibilidad hídrica en los puntos de captación de agua superficial.
- Estimación de la demanda hídrica en todos los sectores donde existe uso de agua superficial.
- Elaborar el Balance Hídrico total a nivel de subcuenca.

- Elaborar el Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía y propuesta de asignación de agua a los bloques de riego a nivel mensual.
- Evaluar eventos hidrológicos extremos en el área de estudio.
- Sistematizar la información cartográfica generada en un sistema de información geográfica (SIG).

5. METODOLOGIA DE TRABAJO

5.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

Para la realización del estudio se efectuaron una serie de actividades preliminares previas a los trabajos de campo, que se mencionan a continuación:

- Coordinaciones de trabajo con el Administrador Local de Agua Bajo Apurímac Pampas y su equipo técnico, con la finalidad de establecer los cronogramas de trabajo de campo, asesoramiento en cuanto a la problemática existente, apoyo en cuanto a la información disponible.
- Coordinaciones con la Junta de Usuarios de Andahuaylas y organizaciones de usuarios de agua que se ubican en el ámbito de la cuenca jurisdicción de la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas.
- Coordinaciones con las diferentes entidades relacionadas con el tema, como SENAMHI, instituciones públicas y privadas, gobierno regional y local, organizaciones de usuarios de agua, para lograr un trabajo participativo, con el objeto de optimizar las actividades.
- Recopilación de información básica, referida a:
 - Datos hidrometeorológicos históricos del ámbito de la cuenca del río Pampas y cuencas vecinas, obtenidos del Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la ANA, de propiedad del SENAMHI.
 - Estudios anteriores, inventarios existentes de fuentes hídricas, obras hidráulicas entre otros.
 - Cartografía general y detallada digital, obtenida del Instituto Geográfico Nacional, y la ex-Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales.
 - Uso actual del agua en la cuenca; tipos y derechos de uso, reservas de agua y aguas de transvase y otros.

5.2. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de campo realizados durante la ejecución del estudio correspondieron a:

- Reconocimiento in situ de las principales características geomorfológicas de la cuenca, cobertura vegetal, recursos hídricos y otros.
- Reconocimiento del sistema hidrográfico de la cuenca, en cuanto a la red de drenaje, características principales de las fuentes hídricas superficiales, disponibilidad hídrica superficial (ríos, quebradas, manantiales) y otros.

- Reconocimiento de las estaciones hidrometeorológicas en el entorno del área de estudio.
- Inventario de puntos de captación de agua superficial con fines de uso consuntivo.
- Evaluación de las características agronómicas tales como: área bajo riego actual y potencial, cedula de cultivos, método de riego, estado de sistema de distribución de agua en los bloques de riego.
- Aforo de descargas temporales en los principales cauces de escorrentía, en los puntos de interés seleccionadas en cada subcuenca.
- Trabajos de levantamiento topográfico del vaso externo de lagunas naturales, con fines de evaluar la capacidad de embalse en área de drenaje de 30 lagunas existentes en el ámbito de estudio.

5.3. TRABAJOS DE GABINETE

Los trabajos de gabinete durante la ejecución del estudio correspondieron a:

- Revisión de antecedentes de estudios hidrológicos realizados, teniendo en cuenta su relevancia y su cronología.
- Diagnóstico general de la situación actual de funcionamiento de las subcuencas desde el punto de vista de los recursos hídricos.
- Delimitación de las subcuencas, materia del presente estudio y la ubicación de los puntos de aforo.
- Desarrollo del aspecto climatológico de la cuenca, describiendo las diferentes variables climáticas como son la temperatura, evaporación, humedad relativa, horas de sol y velocidad del viento.
- Análisis de la pluviometría regional.
- Caracterización y zonificación de la cuenca desde el punto de vista ecológico, cobertura vegetal, uso mayor de suelo, geomorfología y geología principalmente y su procesamiento en un entorno de Sistema de Información Geográfica.
- Descripción de las características fisiográficas de la cuenca, como son los parámetros de forma, relieve y drenaje, de las subcuencas.
- Descripción de los registros históricos hidrometeorológicos disponibles para el estudio, en cuadros y gráficos.
- Depuración y análisis de la información hidrometeorológica que incluye: el análisis estadístico de consistencia y homogeneidad de la información histórica; completación y extensión de las series.
- Realizar la modelación y calibración del modelo hidrológico de transformación precipitación-escorrentía en la cuenca con información hidrométrica histórica y generación de las descargas medias en todos los puntos de interés.
- Determinación de la disponibilidad hídrica en los puntos de captación agua superficial a nivel mensual, descrito para los módulos de caudal de 50%, 75% y 95% de persistencia.

- Cálculo de la demanda hídrica agrícola a nivel de bloques de riego.
- Elaboración del balance hídrico a nivel de sub cuenca.
- Elaboración del balance hídrico a nivel de cauces de escorrentía en todas las subcuencas.
- Evaluación de eventos hidrológicos extremos, determinación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno, con fines de diseño hidráulico de estructuras ubicados en el cauce de las corrientes de agua. Análisis de episodios de sequía en función a la información meteorológica disponible.

5.4. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

- La información cartográfica ha sido elaborado en el entorno de un software de SIG, cuyo sistema de referencia está representada en coordenadas UTM, en el Datum WGS-84, Zona 18 Sur.
- Integración de las coberturas temáticas de la cuenca, tales como: curvas topográficas de nivel, red de drenaje, ecología y cobertura vegetal, entre otras.
- Integración de las coberturas temáticas generadas, tales como: delimitación de las unidades hidrográficas, isoyetas, isotermas, mapas de humedad, y otras de importancia.

6. INFORMACIÓN BÁSICA

6.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN BÁSICA

- Programa Apurímac II. Estudio Hidrológico para el Plan de Manejo Integral de los Recursos Hídricos para la Subregión Chanka. Asociación CES GFA. Apurímac, Agosto 2011.
- Estudio de la Cuenca del rio Chumbao, Andahuaylas – Apurímac. Programa Manejo de Cuencas. Ministerio de Agricultura. Lima 1980.
- Plan de Cultivo de Riego 2009 – 2010. Junta de Usuarios de Andahuaylas.

6.2. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

Toda la Información hidrometeorológica ha sido proporcionada por el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la ANA, de propiedad del SENAMHI, mediante la Oficina de Información de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua.

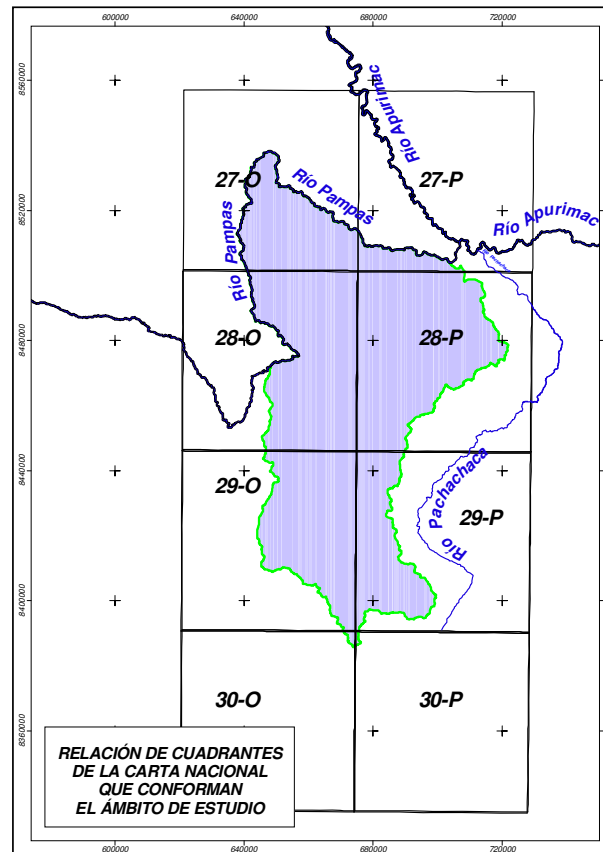
6.3. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA

La información cartográfica básica para la realización del estudio hidrológico y la generación de mapas temáticos de las subcuencas de cabecera de las provincias de Andahuaylas y Chincheros, así como para el inventario y evaluación de fuentes de agua superficial, ha consistido en:

- Mapas de la Carta Nacional a escala 1/100,000 del IGN digitalizados bajo el entorno de GIS con equidistancia mínima de curvas de nivel de 50 m. de propiedad del IGN.

- Mapa de delimitación administrativa de la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas, 1/100,000, con la red hidrográfica.
- Información cartográfica complementaria existente en la oficina de la ALA BAP.
- Mapas temáticos de uso actual de suelos, geología, cobertura vegetal, ecología y geomorfología proporcionados por el IGN en formato GIS.
- Imágenes de satélite proporcionado por Google Earth.

Figura N° 1.1
Esquema de ubicación del Área de Estudio en la Carta Nacional



Capítulo 2

DESCRIPCION GENERAL Y DIAGNÓSTICO DE LA CUENCA

1. UBICACIÓN Y DEMARCACIÓN DE LA CUENCA

1.1. UBICACION GEOGRAFICA

El área de estudio, geográficamente se ubica entre las coordenadas UTM, sistema de referencia WGS84:

UTM 623,000 y 710,000 Este

UTM 8'544,500 y 8'390,000 Norte

Abarcando los departamentos de Apurímac y Ayacucho, ocupando las provincias de Andahuaylas, Chincheros y Sucre.

1.2. DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA

Las subcuencas del área de estudio son afluentes directos del río Pampas, y forma parte de la vertiente del Océano Atlántico y limita con las siguientes cuencas:

Por el Norte : Torobamba y Bajo Pampas.

Por el Este : Pachachaca.

Por el Sur : Pachachaca, Yauca, Sondondo.

Por el Oeste : Medio Pampas, Sondondo.

1.3. DEMARCACIÓN POLÍTICA

Políticamente, el ámbito de estudio abarca las provincias de Andahuaylas, Chincheros y parte del Distrito de Sañanca, Provincia de Aymaraes, en la Región Apurímac, y la provincia de Sucre, en la Región Ayacucho.

1.4. DEMARCACIÓN ADMINISTRATIVA

Las subcuencas de cabecera de las provincias de Andahuaylas y Chincheros, se enmarca dentro del ámbito jurisdiccional de la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas, cuya dependencia técnica, funcional y administrativa es de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), cuya sede central está en la Ciudad de Lima. La ANA, como ente rector y máxima Autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, está adscrito en el Ministerio de Agricultura.

La sede administrativa se encuentra ubicada en el distrito de San Jerónimo de la ciudad de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas en la región Apurímac.

Figura N° 2.1
Mapa de Ubicación Política – Área de Estudio

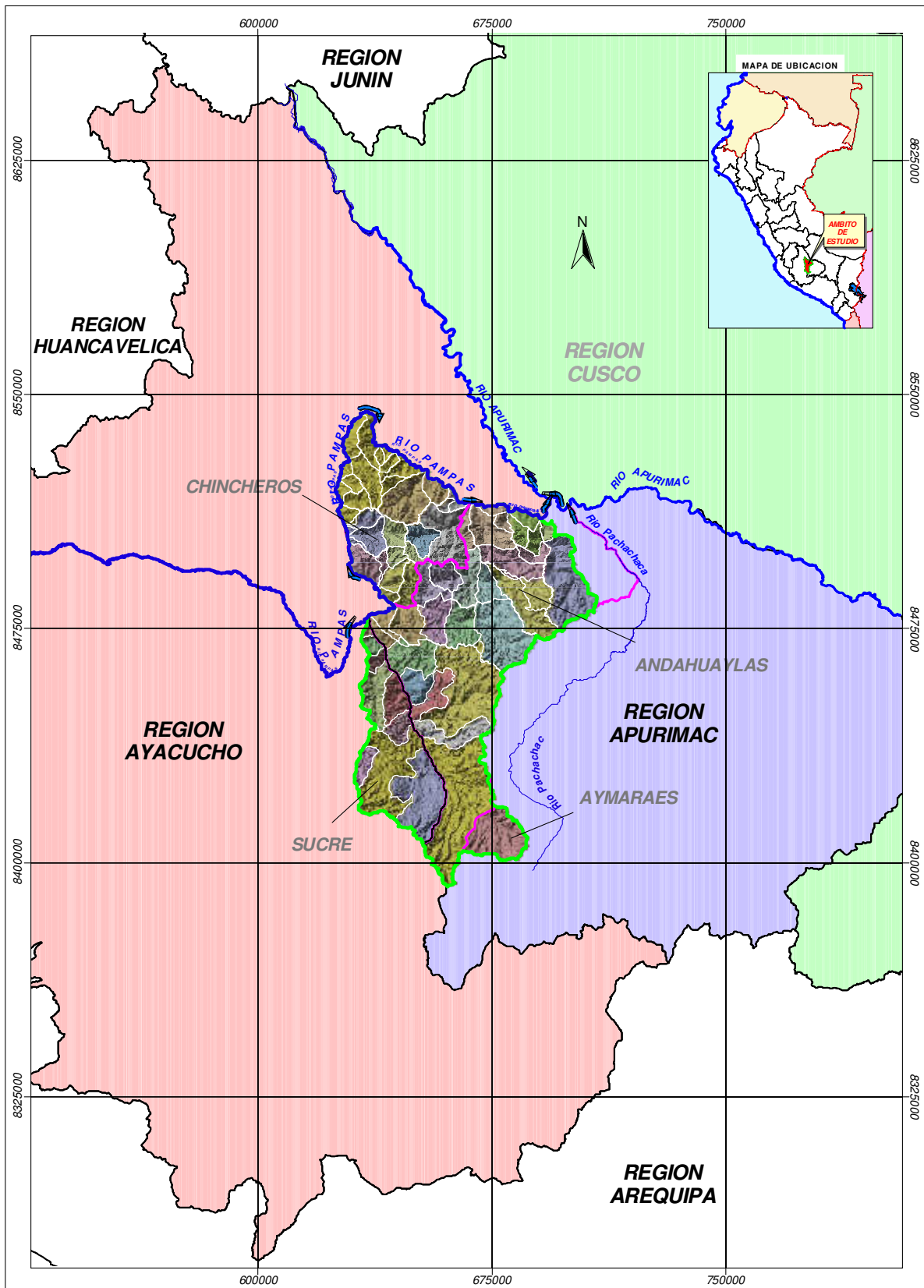
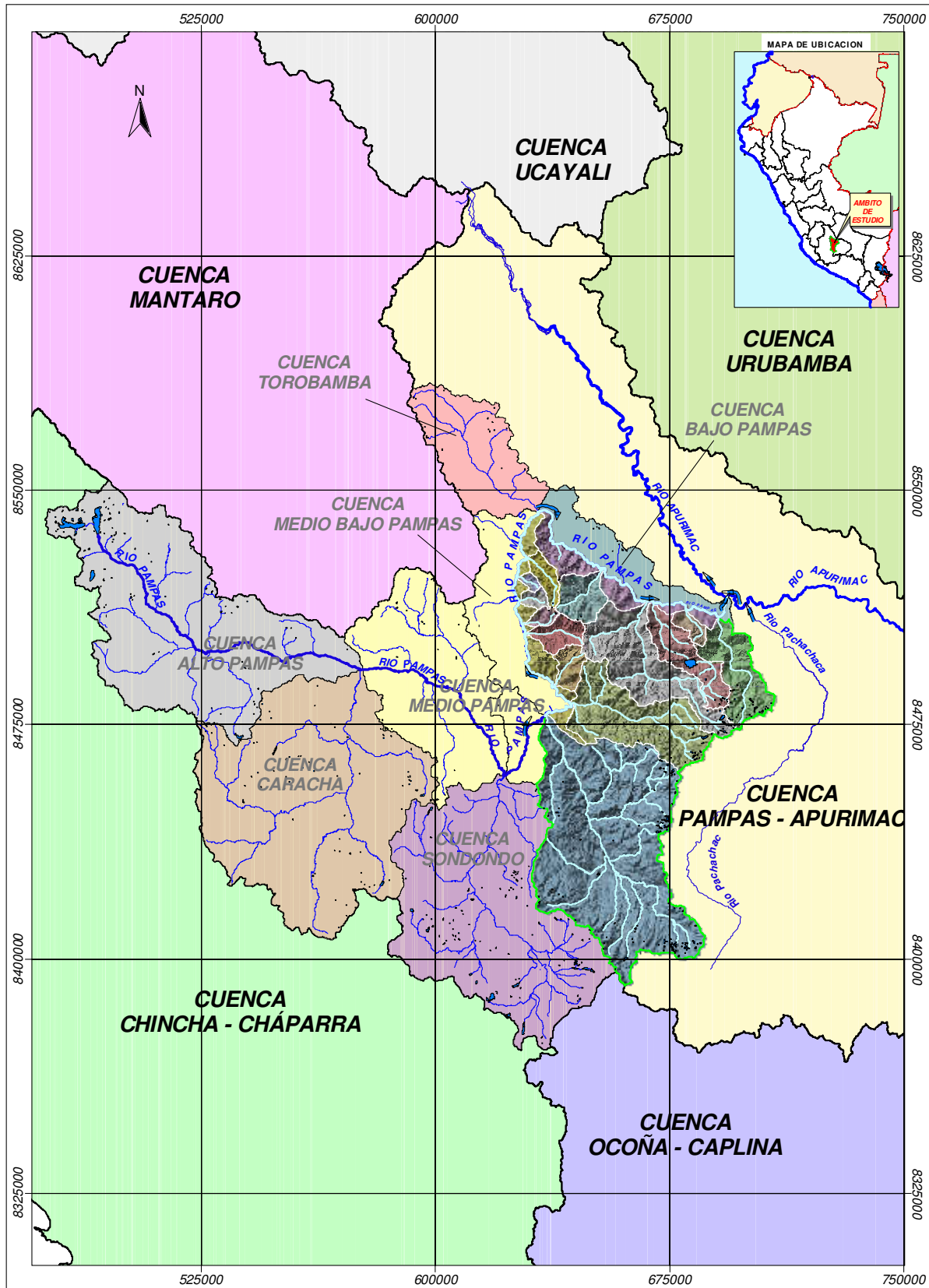


Figura N° 2.2
Mapa de Ubicación Hidrográfica – Área de Estudio



1.5. ACCESIBILIDAD - VÍAS DE COMUNICACIÓN

La ciudad de Andahuaylas es el centro urbano más relevante en las subcuencas de cabecera de las provincias de Andahuaylas y Chincheros. Las principales vías de comunicación terrestre de Lima hasta el ámbito de estudio se da por las siguientes rutas:

Ruta 1:

Lima - Pisco (San Clemente) - Ayacucho - Andahuaylas: El primer tramo lo constituyen la Panamericana Sur y la carretera de penetración que toma un desvío al Este, a la altura de la localidad de San Clemente Vía carretera los Libertadores hacia Ayacucho y se continua hasta arribar a la localidad de Andahuaylas, esta ruta se recorre en aproximadamente 16 horas.

Ruta 2:

Lima - Ica - Nazca - Puquio - Chalhuanca - Abancay - Andahuaylas: Esta ruta es la más larga, el cual se recorre en un tiempo aproximado de 22 horas.

También existe la comunicación de Lima - Andahuaylas mediante vía aérea, esto está supeditado a las condiciones climatológicas de la zona.

1.6. DELIMITACIÓN Y CODIFICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

La actividad básica inicial del presente estudio ha sido la delimitación del Mapa Base del área de drenaje de las sub cuencas del área de estudio, en base a la carta nacional digitalizada.

Posteriormente con el apoyo de la tecnología SIG y utilizando el método Pfafstetter, —método de codificación creado por Otto Pfafstetter 1989— se ha delimitado y codificado las unidades hidrográficas dentro de la superficie total del área de estudio.

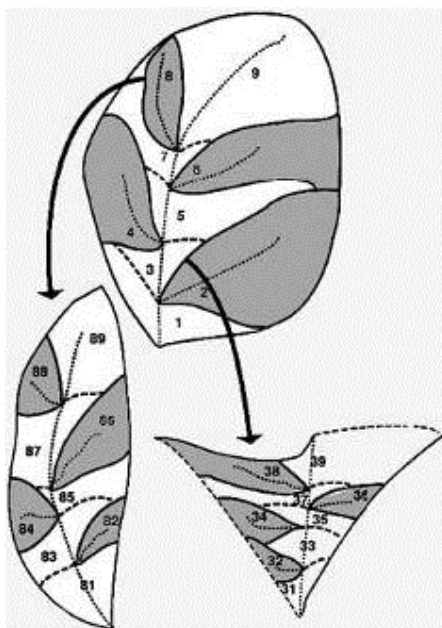
1.6.1. METODOLOGÍA

En este método la importancia de cualquier río está relacionada con el área de su cuenca hidrográfica. Es hecha una distinción entre río principal y tributario, en función del criterio del área drenada. Así, en cualquier confluencia, el río principal será siempre aquel que posee la mayor área drenada entre los dos. Denominándose cuencas las áreas drenadas por los tributarios e intercuencas las áreas restantes drenadas por el río principal.

El proceso de codificación consiste en: subdividir una cuenca hidrográfica, cualquiera que sea su tamaño, determinándose los cuatro mayores afluentes del río principal, en términos de área de sus cuencas hidrográficas. Las cuencas correspondientes a esos tributarios son enumerados con los dígitos pares (2, 4, 6 y 8), en el sentido desde la desembocadura hacia la naciente del río principal. Los otros tributarios del río principal son agrupados en las áreas restantes, denominadas intercuencas, que reciben, en el mismo sentido, los dígitos impares (1, 3, 5, 7 y 9).

Cada una de esas cuencas e intercuencas, resultantes de esa primera subdivisión, pueden ser subdivididas de la misma manera, de modo que la subdivisión de la cuenca 8 genera las cuencas 82, 84, 86 y 88 y las intercuencas 81, 83, 85, 87 y 89. El mismo proceso se aplica a las intercuencas resultantes de la primera división, de modo que la intercuenca 3, por ejemplo, se subdivide en las cuencas 32, 34, 36 y 38 y en las intercuencas 31, 33, 35, 37 y 39. Los dígitos de la subdivisión son simplemente agregados al código de la cuenca (o intercuenca) que está siendo dividida. (Ver Figura N° 2.3).

Figura N° 2.3
Subdivisión de Cuencas – Método Pfafstetter



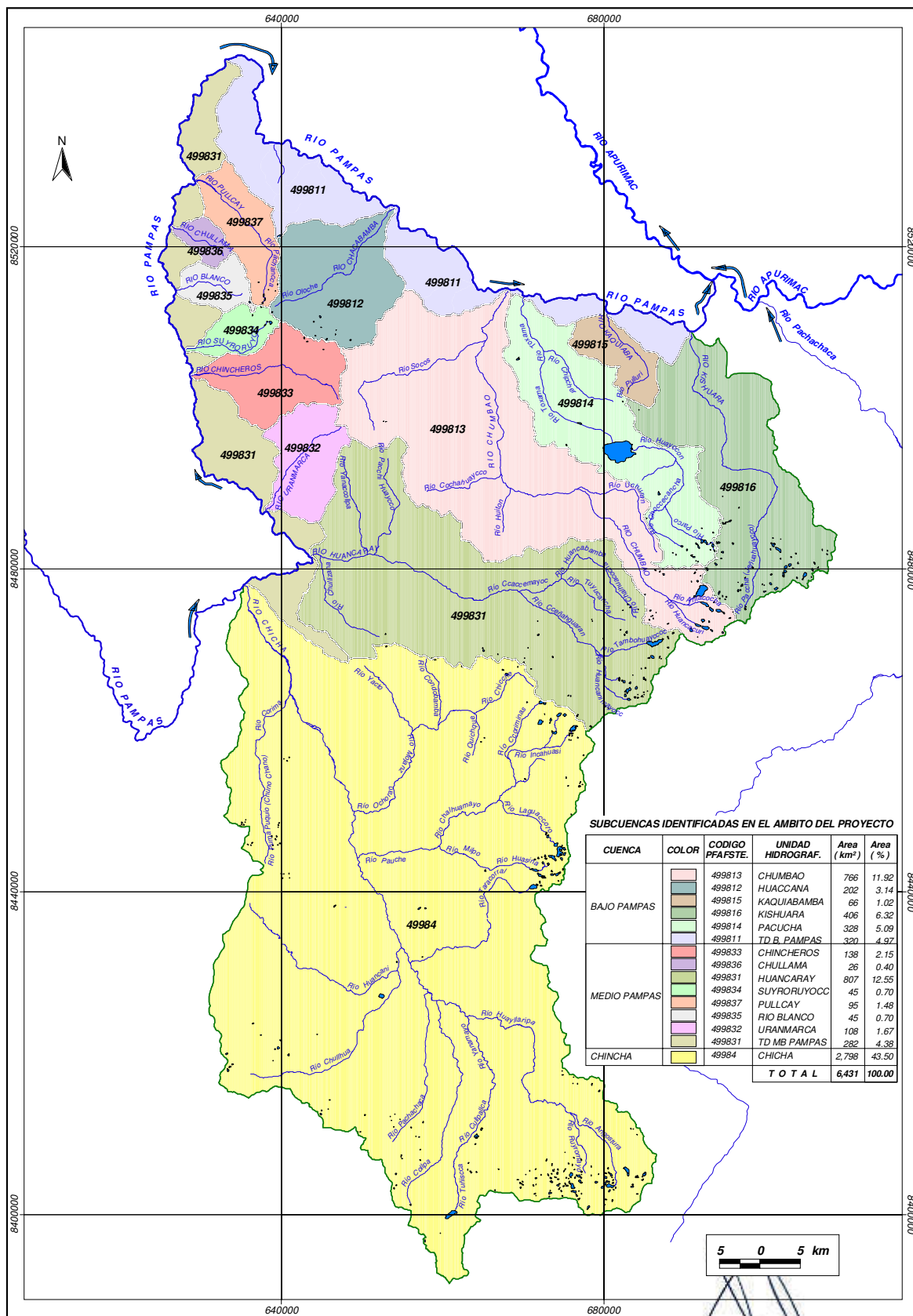
El proceso de automatización SIG, consistió en delinear las cuencas hidrográficas de los tributarios de la cuenca que está siendo subdividida, sobre un mapa cartográfico digital a escala 1:100,000, con información de los flujos de agua, lagos y lagunas, curvas de nivel con 50 metros de equidistancia, señales geodésicas y otras marcas con valores altitudinales. Una vez concluido ese proceso, se generó los polígonos de las cuencas e intercuenas delineadas, obteniéndose así una nueva cobertura de información congregando a todos los polígonos obtenidos e ingresándole los valores de la codificación en su base de datos, el cual fue estructurado para recibir los diferentes niveles de clasificación.

1.6.2. DELIMITACIÓN DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS

Utilizando el método Pfafstetter se ha definido el Mapa de unidades hidrográficas o subcuencas del área de estudio. Debido a la configuración irregular del sistema hidrográfico del área de estudio se ha realizado la división de unidades hidrográficas en varios niveles con el fin de uniformizar el área de cada unidad hidrográfica, lo que ha permitido hacer un análisis más aproximado y también presentar los resultados del estudio en una forma más detallada.

En la Figura N° 2.4 se muestra las unidades hidrográficas del área de estudio delimitados según el método Pfafstetter.

Figura N° 2.4



1.6.3. DESCRIPCION Y ESQUEMA FLUVIAL DE LAS UNIDADES HIDROGRAFICAS

De acuerdo al sistema de coordenadas WGS 84, la superficie total del área de estudio es de 6,431.13 Km². Esta superficie corresponde a 15 subcuencas delimitadas de acuerdo a la configuración física del sistema hidrográfico y asimismo con el método Pfafstetter.

La escorrentía superficial del cauce principal de 13 subcuencas desembocan en el río Pampas; 2 de las subcuencas son tributarios directos del río Pampas. Ver Tabla N° 2.1, Mapa de la Figura N° 2.5.

Tabla N° 2.1
Área de Estudio – Subcuencas

CUENCA	Nº	SUBCUENCA	Perímetro (km)	AREA (km2)	AREA (%)
BAJO PAMPAS	1	CHUMBAO	189.80	766.46	11.92
	2	HUACCANA	63.74	201.80	3.14
	3	KAQUIABAMBA	39.28	65.74	1.02
	4	KISHUARA	126.46	406.37	6.32
	5	PACUCHA	118.35	327.50	5.09
	6	TD BAJO PAMPAS(*)		319.51	4.97
MEDIO PAMPAS	7	CHINCHEROS	57.22	137.97	2.15
	8	CHULLAMA	22.76	25.91	0.40
	9	HUANCARAY	166.72	807.38	12.55
	10	SUYRORUYOCC	32.22	44.93	0.70
	11	PULLCAY	48.39	95.18	1.48
	12	RIO BLANCO	31.76	45.14	0.70
	13	URANMARCA	49.70	107.68	1.67
	14	TD MEDIO BAJO PAMPAS(*)		281.87	4.38
CHICHA (SORAS)	15	CHICHA	305.55	2,797.70	43.50
ÁREA TOTAL				6,431.13	100.00

(*) Tributario directo al río Pampas

1.6.3.1. UNIDAD HIDROGRÁFICA CHUMBAO (499813)

La cuenca del río Chumbao, perteneciente al sistema hidrográfico del río Pampas, presenta un patrón de drenaje dendrítico espaciado. El río Chumbao actúa como colector de aguas drenadas por las lagunas de la zona alta de la cordillera, situadas a 4,400 m.s.n.m. siendo las más importantes las lagunas Huachoccocha, Paccoccocha, Antaccocha y Pampahuasi. En la Figura N° 2.6 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Chumbao.

Sobre su margen derecha drena el río Uchuran el afluente más importante.

En su margen izquierda drenan numerosos ríos y riachuelos entre ellos: el río Ccochahuaycco, Huiton, Orconmayo y Ranracancha - Soccos.

Unidades Hidrográficas - Subcuencas

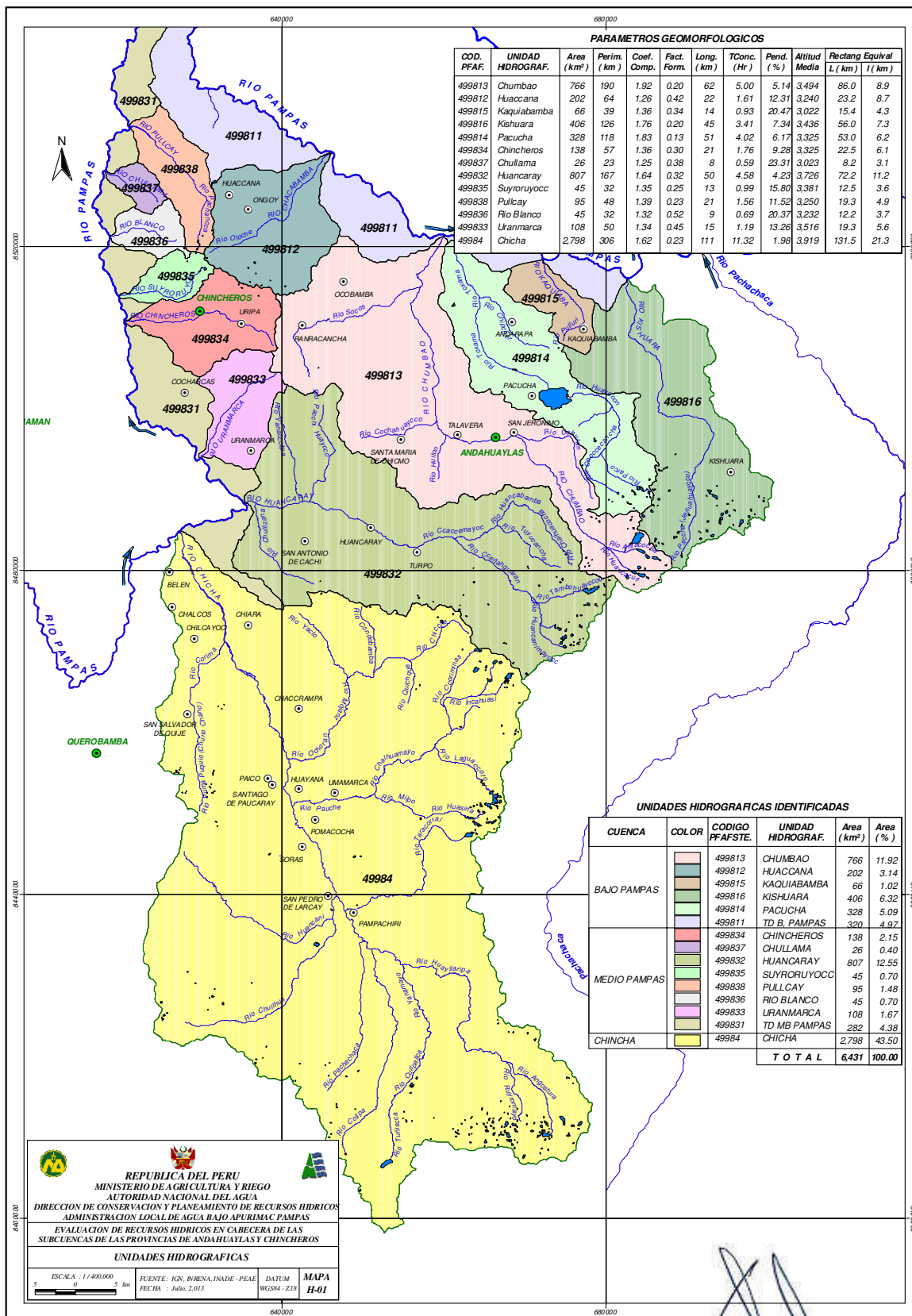
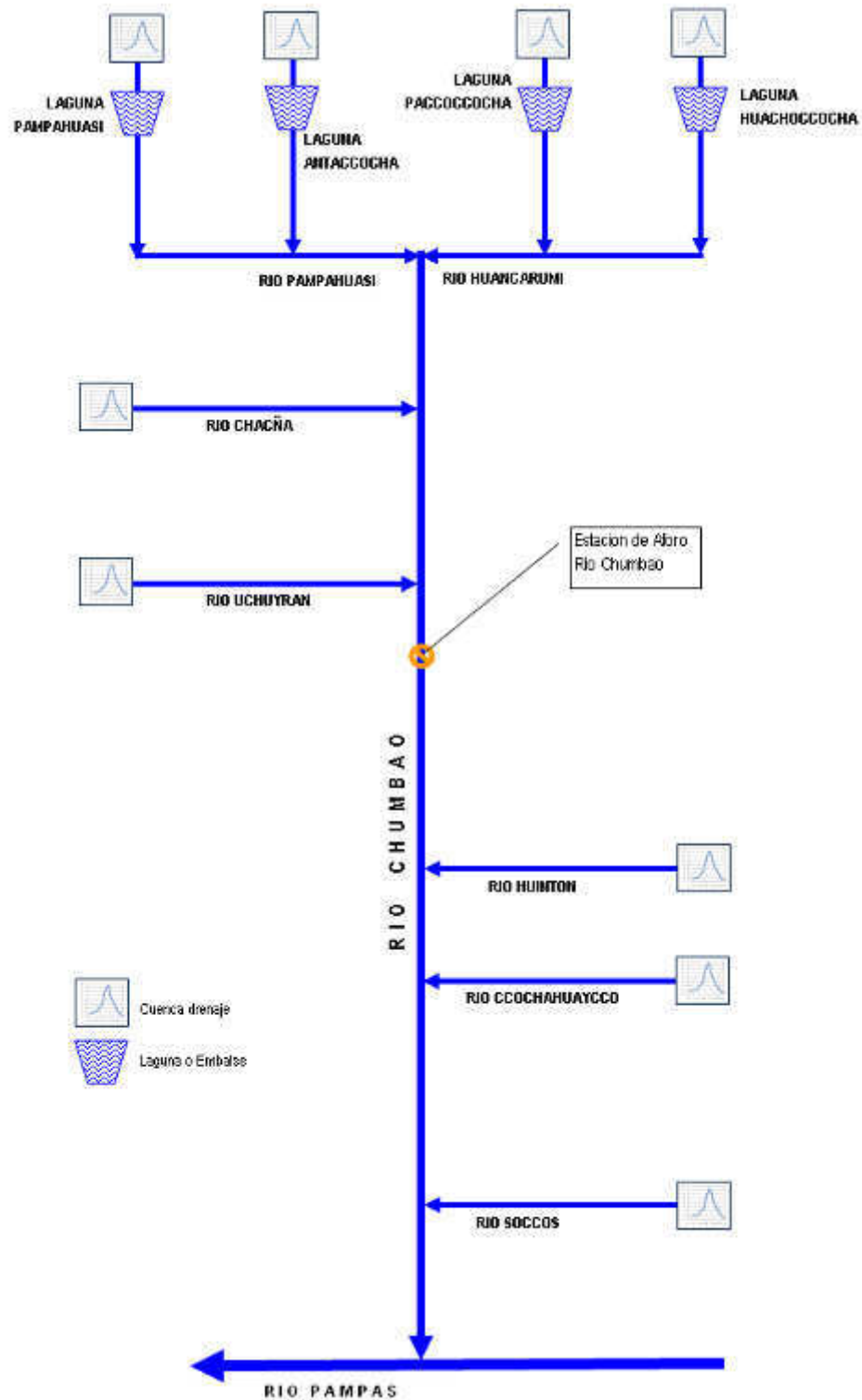


Figura N° 2.6
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chumbao



La unidad hidrográfica Chumbao abarca una superficie de 766.46 km². El curso principal es el río Chumbao, cuya longitud es de 61.92 km, desde el inicio hasta su desembocadura al Río Pampas. El cauce del tramo río Chumbao presenta una pendiente media de 5.14%. En la parte baja del cauce en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican el distrito de San Jerónimo y centros poblados de Lliupapuquio y el entorno a los distritos de San Jerónimo.

- **RÍO UCHURAN**

Nace en la quebrada de San Jerónimo, en su recorrido atraviesa el poblado del mismo nombre. Tiene una longitud 4.2 Km. Aproximadamente y su aporte al río Chumbao es importante, especialmente en tiempos de estiaje. No dispone de aforos.

- **RÍO CCOCHAHUAYCCO**

Nace en el puquial Pumapuquio a unos 3,100 m.s.n.m. con una longitud de 4.5 Km. Aproximadamente recibe el aporte de las quebradas Llahuani y Ancahuachana. Sus aguas son usadas en su totalidad para la agricultura que cuenta con una infraestructura de riego tipo rustico y 10 canales de derivación. No dispone de aforos.

- **RÍO ORCCONMAYO**

Tiene su origen en la laguna Soracocha ubicado en la zona alta del distrito de Santa María de Chicmo con una longitud de 14 Km. Aproximadamente es de régimen irregular y sus aguas son captadas por canales de riego distribuidos por ambos márgenes.

- **RÍO RANRACANCHA –SOCCOS**

Nace en las alturas de las lagunas Jellua, ubicados en ambos márgenes, recorre 18 Km. desde su origen hasta su confluencia con el río Chumbao. Este río toma diferentes nombres en su recorrido, como Huaytapallana y Ocobamba. Por su margen derecha recibe los aportes de las quebradas Piscobamba, Saccsa, Huari Huaycco y Sarahuarcay, este último con 13 Km. de longitud y por su margen izquierda la quebrada Puncajocha-Huaycco. No dispone de aforos.

- **LAGUNAS**

Existen lagunas naturales cuyo volumen adicional fueron represadas en forma rústica, excepto las lagunas, Pampahuasi y Antacocha que tienen represamiento permanente. Están situadas al SE de Andahuaylas, ubicadas por la margen derecha del río Chumbao las lagunas de Paccococha, Orccococha, Tipicococha, Pampahuasi y Antacocha; de estas las tres primeras se encuentran las tres primeras se encuentran conectadas en batería.

Por la margen izquierda se encuentran las lagunas Huachococha y Ccoricococha. Ninguna de ellas cuenta con registro de aforos.

En el sector de Ocobamba se encuentran un conjunto de pequeñas lagunas denominadas Jelluacocha.

- **FISIOGRAFÍA**

En la cuenca del río Chumba se pueden diferenciar tres paisajes: el montañoso, colinoso y el aluvial. Siendo preponderante el paisaje montañoso con 58%.

Asimismo la cuenca presenta una topografía de relieve accidentado. Se observa pendientes suaves en el valle propiamente dicho que varían de 0-6 % siendo más pronunciadas en las colinas de 6-30 % y haciendo se fuertemente pronunciados en el sistema montañoso alcanzando valores mayores a 30 %.

1.6.3.2. UNIDAD HIDROGRÁFICA KISHUARA (499816)

La unidad hidrográfica Kishuara abarca una superficie de 406.37 km². El curso principal es el río Kishuara, cuya longitud es de 45.13 km, desde el inicio hasta su desembocadura al Río Pampas. En la Figura N° 2.7 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Kishuara.

Por sus características hidrográficas es uno de los tributarios principales que aporta sus aguas en forma directa a la sub cuenca Kishuara; teniendo los principales afluentes los ríos huaranccamahay y Pirhuata. Otros afluentes son Ccotaahuacho, Huancane, Pichihuaycco, Oyochuacho, Tincoy y Matapuquio.

El curso principal nace de las lagunas principales - lagunas Aceroccocha - laguna Ccaccanco - laguna Calvario - lagunas Upisuyuna - laguna Soroccocha son afluentes del río Kishuara.

El cauce del río Kishuara presenta una pendiente media de 7.34%. El cauce en la parte media y baja de su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Kishuara y Sotccomayo, y centros poblados del Matapuquio, Ccotaquite, Tintay, Cavira, Ccasapampa y otros centros poblados.

1.6.3.3. UNIDAD HIDROGRÁFICA PACUCHA (499814)

La unidad hidrográfica Pacucha abarca una superficie de 327.50 km². El curso principal es el río Toxama y cuya longitud es de 51.16 km, desde la confluencia de las lagunas Parcco, Chinquillay, Peruanoccocha, Yanacocha y Tintoreria hasta la confluencia con el río Pampas. En la Figura N° 2.8 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Pacucha.

El cauce del río Toxama presenta una pendiente media de 6.17%. El cauce en su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Andarapa y Kaquiabamba, y centros poblados del entorno al distrito de Pacucha.

Figura N° 2.7
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Kishuara

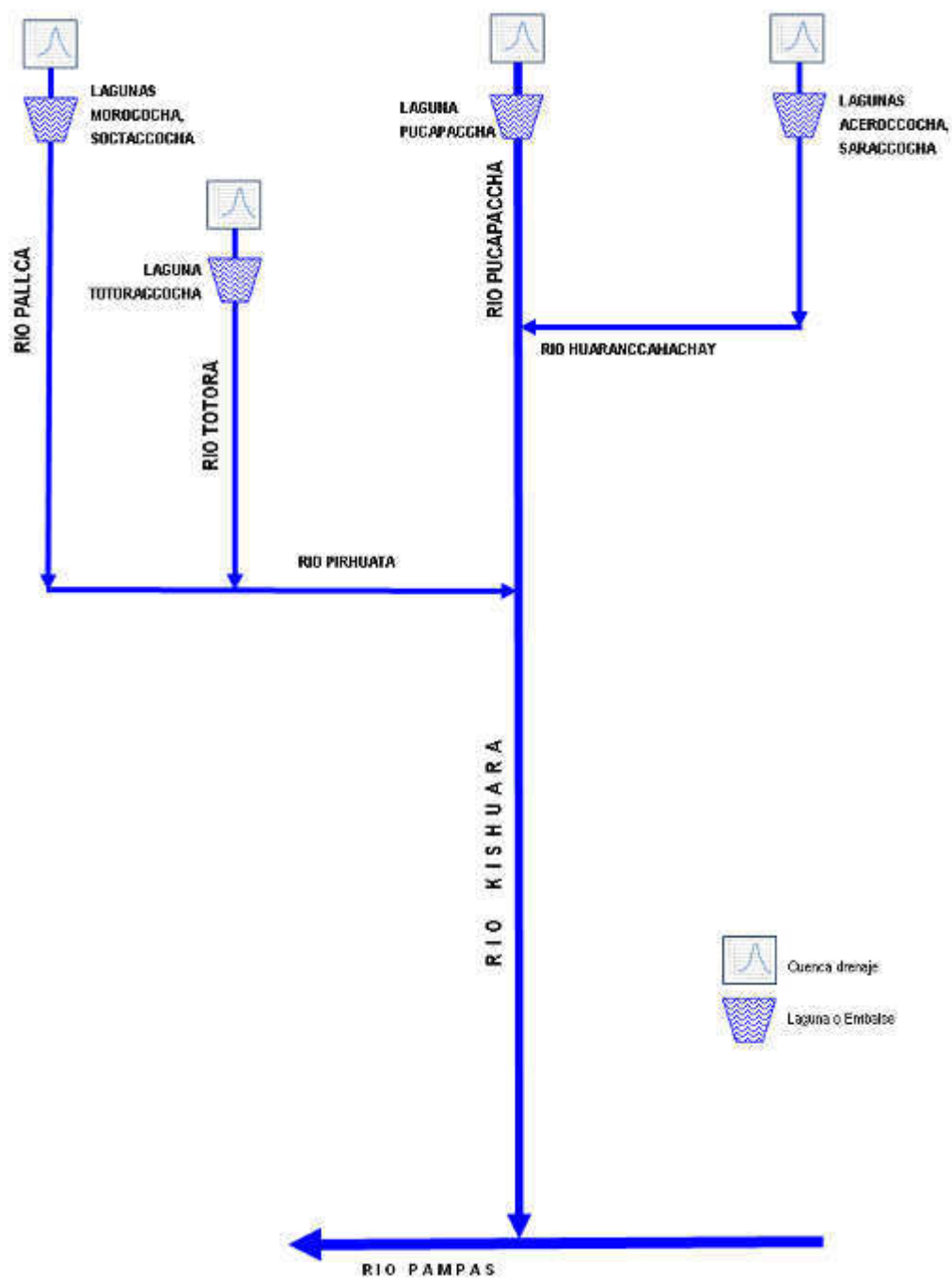
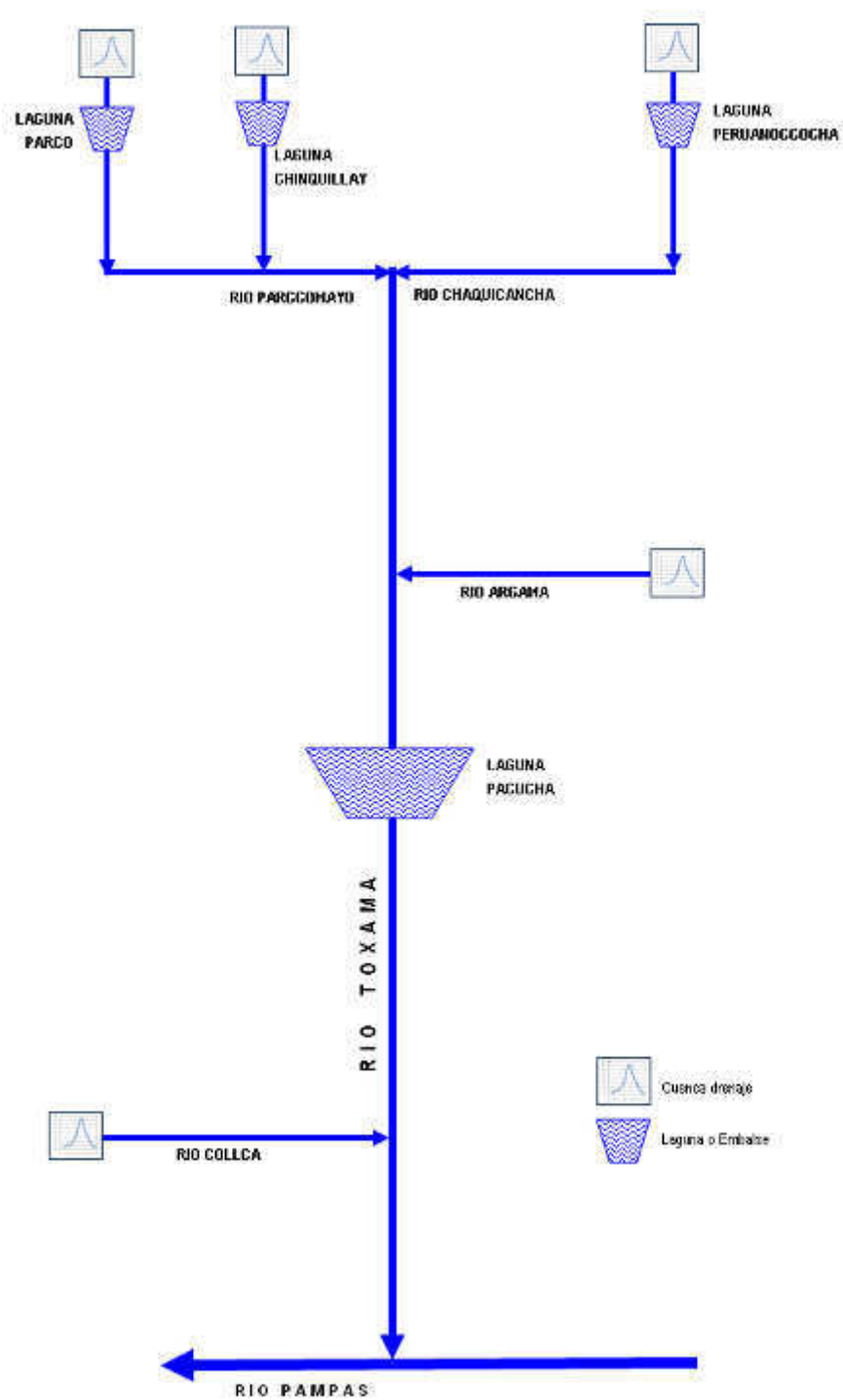


Figura N° 2.8
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Pacucha



1.6.3.4. UNIDAD HIDROGRÁFICA HUANCARAY (499831)

Esta unidad hidrográfica, políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Turpo y Huancaray, de la Provincia de Andahuaylas, Departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Huancaray abarca una superficie de 807.38 km². El curso principal nace de los ríos Ccacemayocc - río Cceñuaram - río Upamay - río Chullisana - río Antaracra y cuya longitud es de 50.16 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pampas. El cauce del río Huancaray presenta una pendiente media de 4.23%. Por sus características hidrográficas es uno de los tributarios principales que aporta sus aguas en forma directa al río Pampas. En la Figura N° 2.9 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Huancaray.

La fuente hídrica de esta cuenca son la precipitación propia y el almacenamiento de las lagunas de Suytuccocha, Huachuacocha, Huayllacocha, Chaquiccocha y Condor Huachana. El cauce en la parte media y baja de su recorrido presenta formas meándricas a consecuencia de la baja pendiente del río. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Turpo, San Antonio de Cachi y Chiara, y centros poblados del entorno de los distritos de Huancaray.

1.6.3.5. UNIDAD HIDROGRÁFICA CHINCHEROS (499833)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Chincheros, Uripa, Ranracancha y Ocobamba; Provincia de Chincheros, Departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Chincheros abarca una superficie de 137.97 km². El curso principal nace de los ríos Pacchaj - río Ccatunhuaycco - río Lamblamayo y cuya longitud es de 21.41 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pampas. El cauce del río Chincheros presenta una pendiente media de 9.28%. En la Figura N° 2.10 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Chincheros.

El sistema hídrico de esta cuenca está formado por el cauce de los ríos Pacchaj proveniente de las lagunas Ccellhuacocha, Islacocha, Soraya y los ríos Ccatunhuaycco y Lamblamayo por la margen izquierda. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Uripa, Huaccana y Ongoy, y otros centros poblados de la provincia de Chincheros.

Figura N° 2.9
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Huancaray

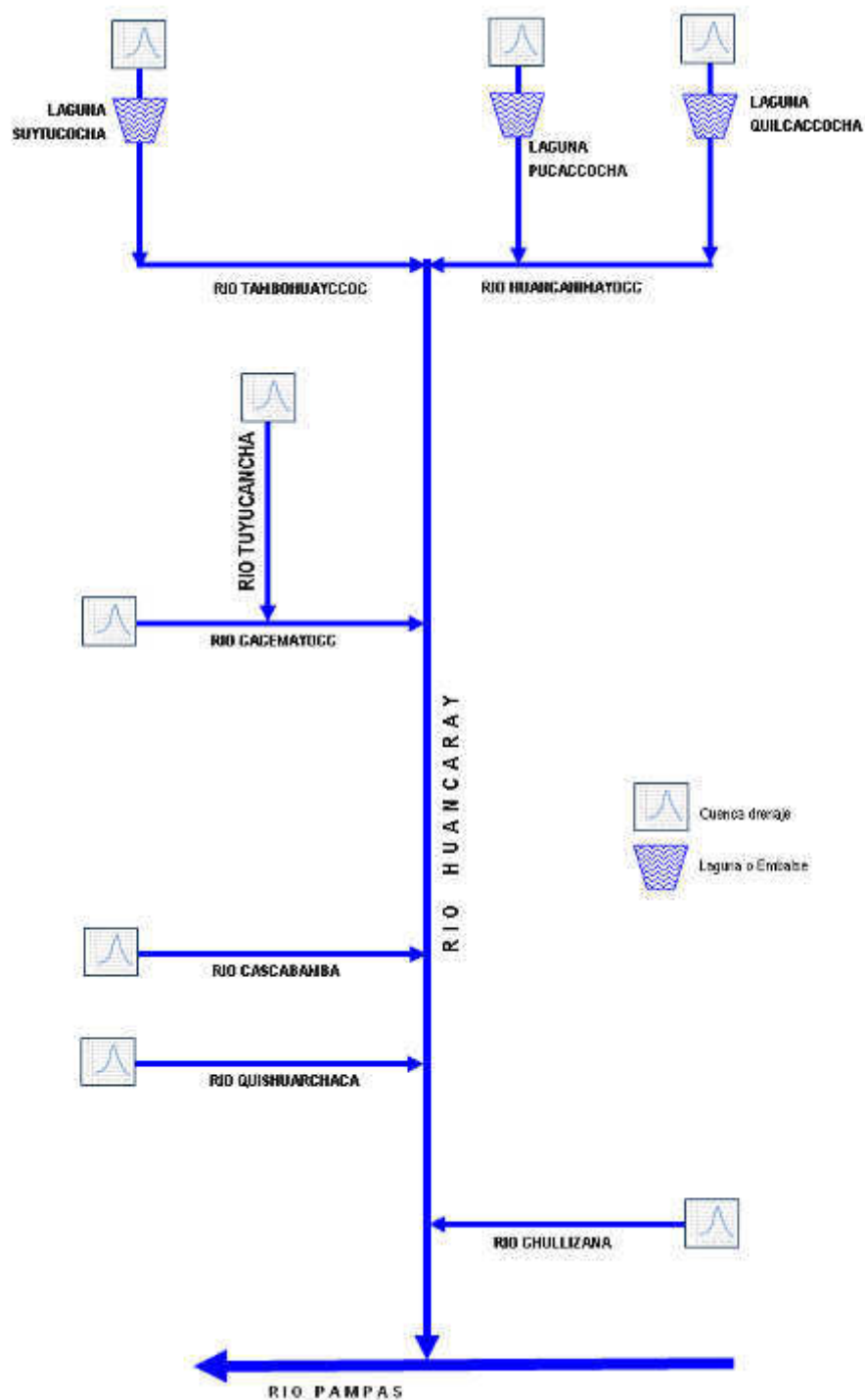
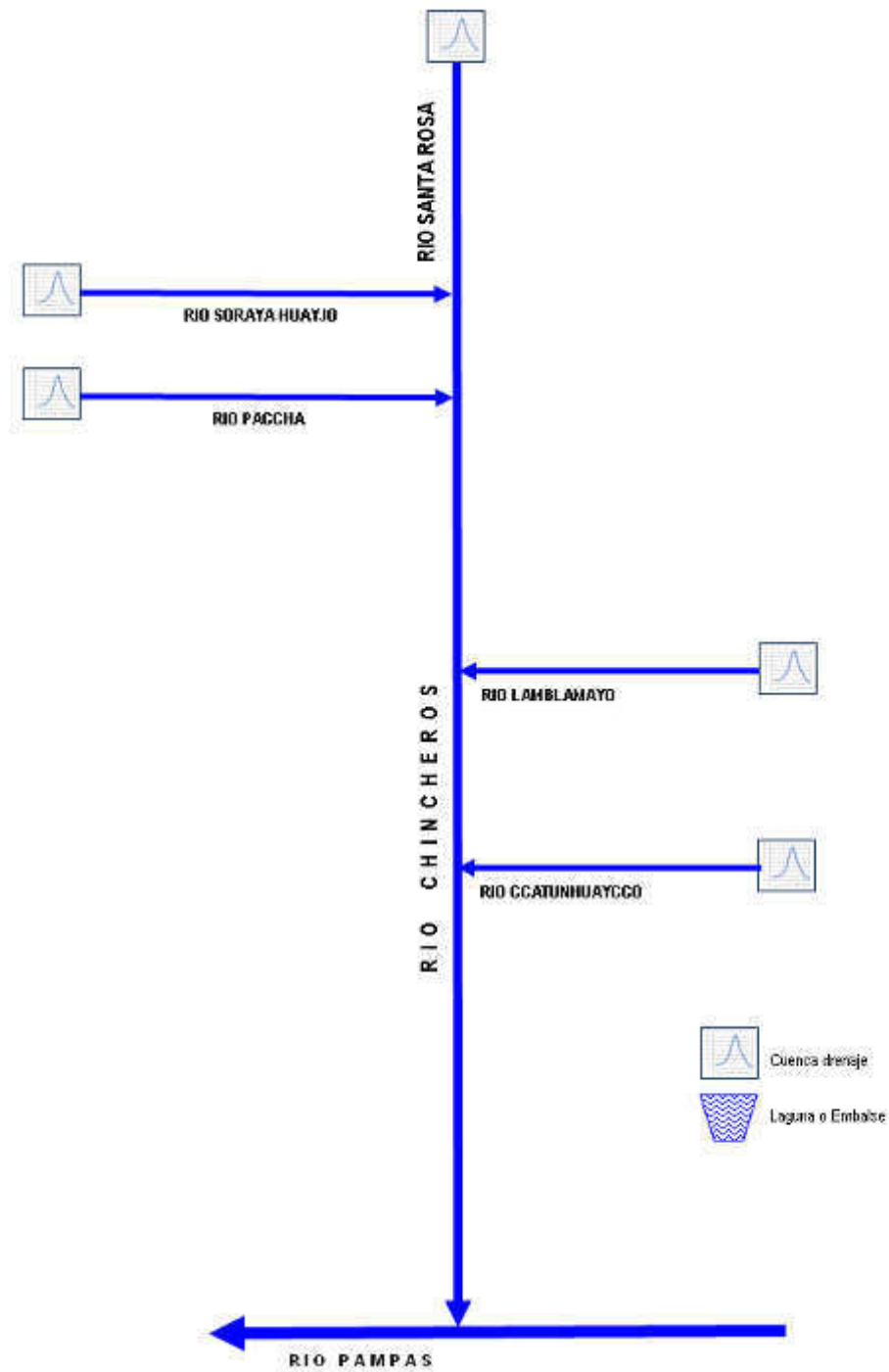


Figura N° 2.10
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chincheros



1.6.3.6. UNIDAD HIDROGRÁFICA CHICHA (49984)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Pampachiri, Larcay, Soras, Cotaruse y Paico, provincias de Andahuaylas, Chalhuanka, Aymaraes y Sucre, en el departamento de Apurímac y Ayacucho.

La subcuenca chicha abarca una superficie de 2,797.70 km², su cauce principal tiene una longitud es de 111.18 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pampas. El cauce del río Chicha presenta una pendiente media de 1.97%. En la Figura N° 2.11 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Chicha.

El río Chicha es uno de los mayores tributarios principales que aporta sus aguas en forma directa a la cuenca Pampas; teniendo como principales afluentes los ríos Huayllaripa, Punapuquio, Ccantuchayocc, Pauche y Ochoram por la margen derecha y los ríos Chumpallca, Yanamayo, Ccorimayo y Huancani por la margen Izquierda . El curso principal nace de las lagunas Supayccochoa - laguna Huanccacchocha - laguna Llunpata - laguna Parcocha - Laguna Ronco - laguna Pucatoro - laguna.

Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Pampachiri, Larcay, Soras, Paico y otros centros poblados ubicados dentro de la cuenca.

1.6.3.7. UNIDAD HIDROGRÁFICA SUYRORUYOCC (499834)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Huaccana, Uripa y Ongoy, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Suyroruyocc abarca una superficie de 44.93 km². El curso principal nace del río Capillapata – río Suyroruyocc y cuya longitud es de 13.32 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pampas. El cauce del río Suyroruyocc presenta una pendiente media de 15.80%. En la Figura N° 2.12 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Suyroruyocc.

Los principales elementos del sistema hidrográfico de esta cuenca son las lagunas de Toroccocha y Yanahuarmi por la margen derecha, las lagunas Pataccocha y Maccmacocha y el río Capillapata por la margen derecha.

Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Huaccana, Ongoy, Uripa, Ocobamba, Ranracancha y Umaca y otros centros poblados del distrito de Huaccana.

Figura N° 2.11
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chicha

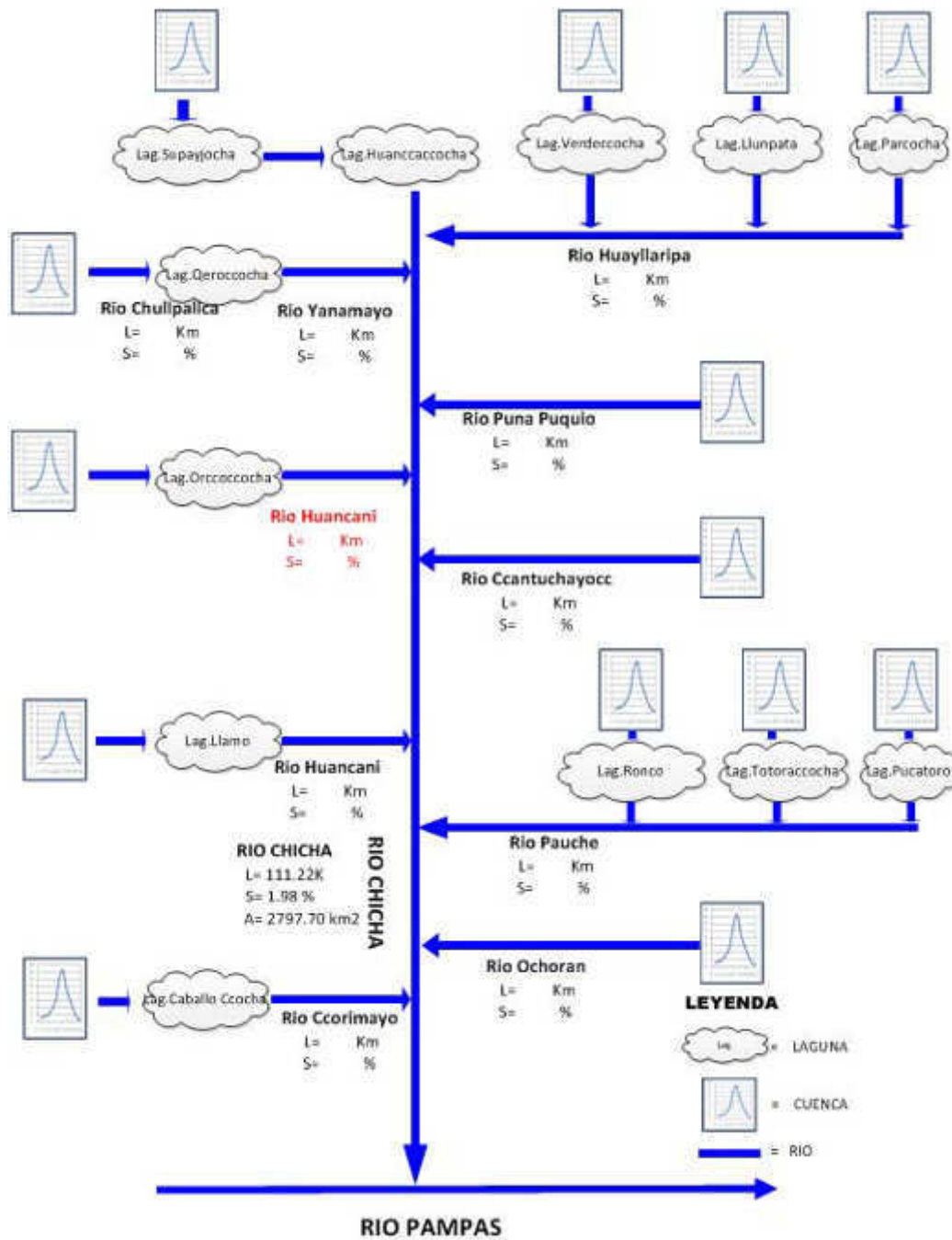
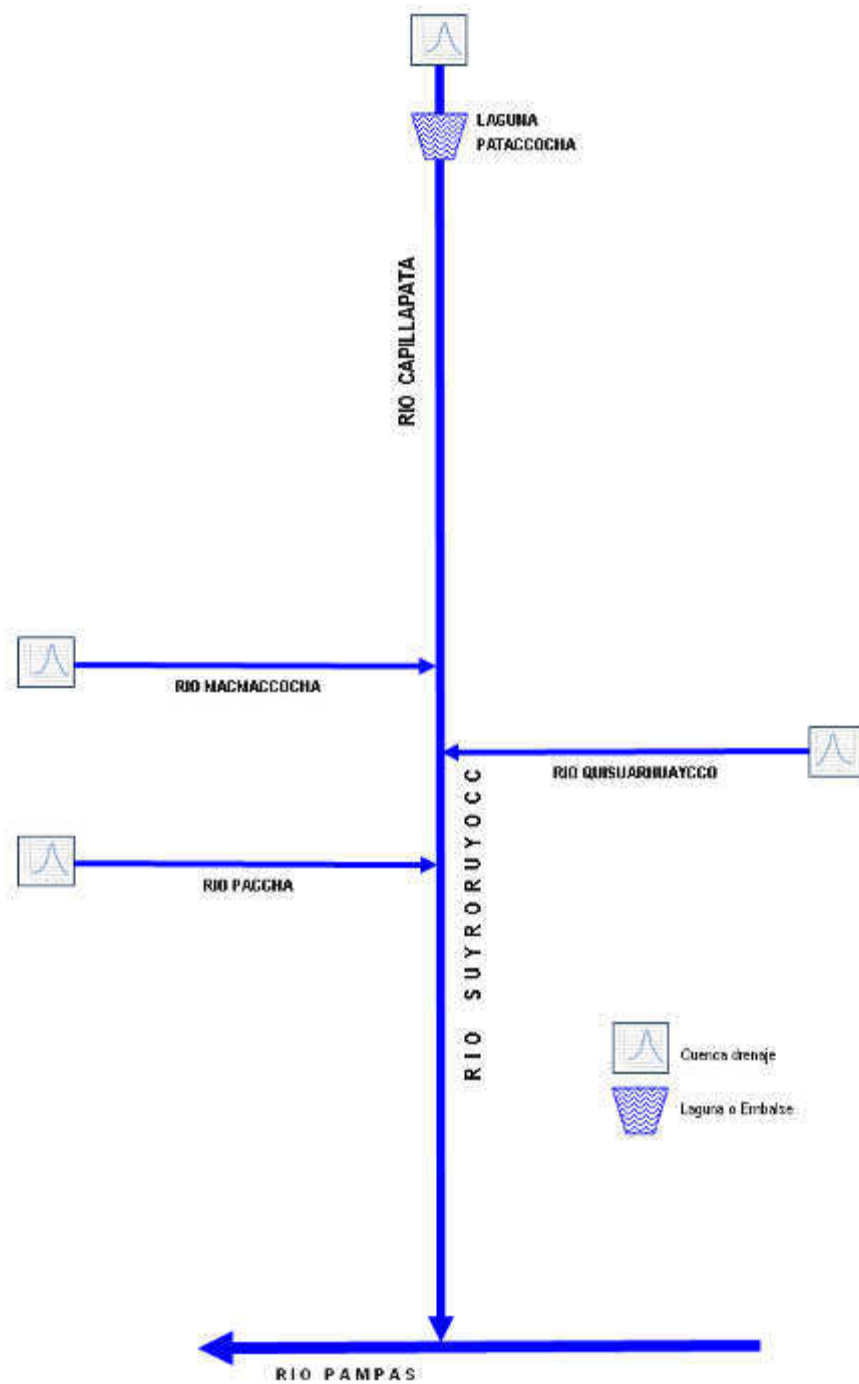


Figura N° 2.12
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Suyroruyocc



1.6.3.8. UNIDAD HIDROGRÁFICA PULLCAY (499837)

Políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

La Sub cuenca Pullcay abarca una superficie de 95.18 km². El curso principal es el tramo río Pullcay y cuya longitud es de 20.41 km, desde la laguna Tinquiccocha I, Tinquiccocha II y Yanacocha hasta su desembocadura al río pampas. El cauce del río Pullcay presenta una pendiente media de 11.58%. En la Figura N° 2.13 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Pullcay.

El cauce principal de esta cuenca nace en la laguna Yanacocha, recibiendo afluentes de los ríos Homada, Yanavilca, Maraypata y Mamahuasi.

Las vías de acceso en esta Intercuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Huaccana, Ongoy y Ocobamba, y centros poblados del entorno al centro poblado de Pullcay.

1.6.3.9. UNIDAD HIDROGRÁFICA HUACCANA (499812)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Huaccana y Ongoy, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Chacabamba abarca una superficie de 201.80 km². El curso principal nace de la quebrada Hatunhuaycco - río lanza Orcco - río Gonzales Huaycco y cuya longitud es de 21.97 km, desde la naciente de la laguna anori hasta la desembocadura al río Pampas. El cauce del río Chacabamba presenta una pendiente media de 12.31%. En la Figura N° 2.14 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Chacabamba.

El cauce principal de drenaje, río Chacabamba, se forma de la confluencia de varias quebradas y ríos. Cuyos principales son el río Jatunhuaycco y Lanzaorcco.

Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Huaccana, Ongoy y Chincheros.

1.6.3.10. UNIDAD HIDROGRÁFICA KAQUIABAMBA (499815)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Kaquiabamba y Andarapa, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Medio Bajo Kaquiabamba abarca una superficie de 65.74 km² del río Kaquiabamba. El curso principal es el cauce del río Kaquiabamba y cuya longitud es de 13.80 km. desde la confluencia de los ríos Pulluri y Trojahuasi hasta la desembocadura al río Pampas. El cauce del tramo río Kaquiabamba presenta una pendiente media de 20.58%. En la Figura N° 2.15 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Kaquiabamba.

Figura N° 2.13
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Pulcay

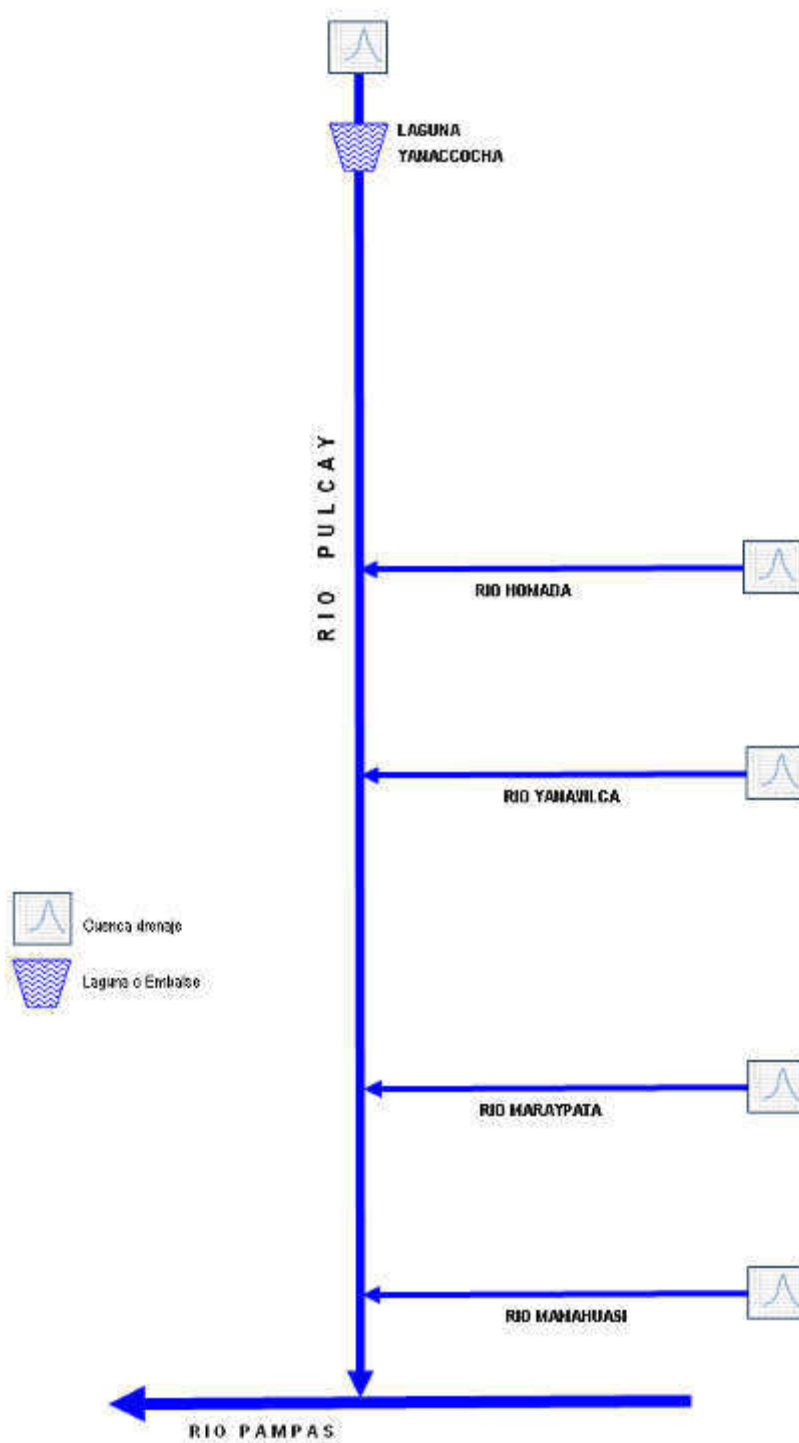
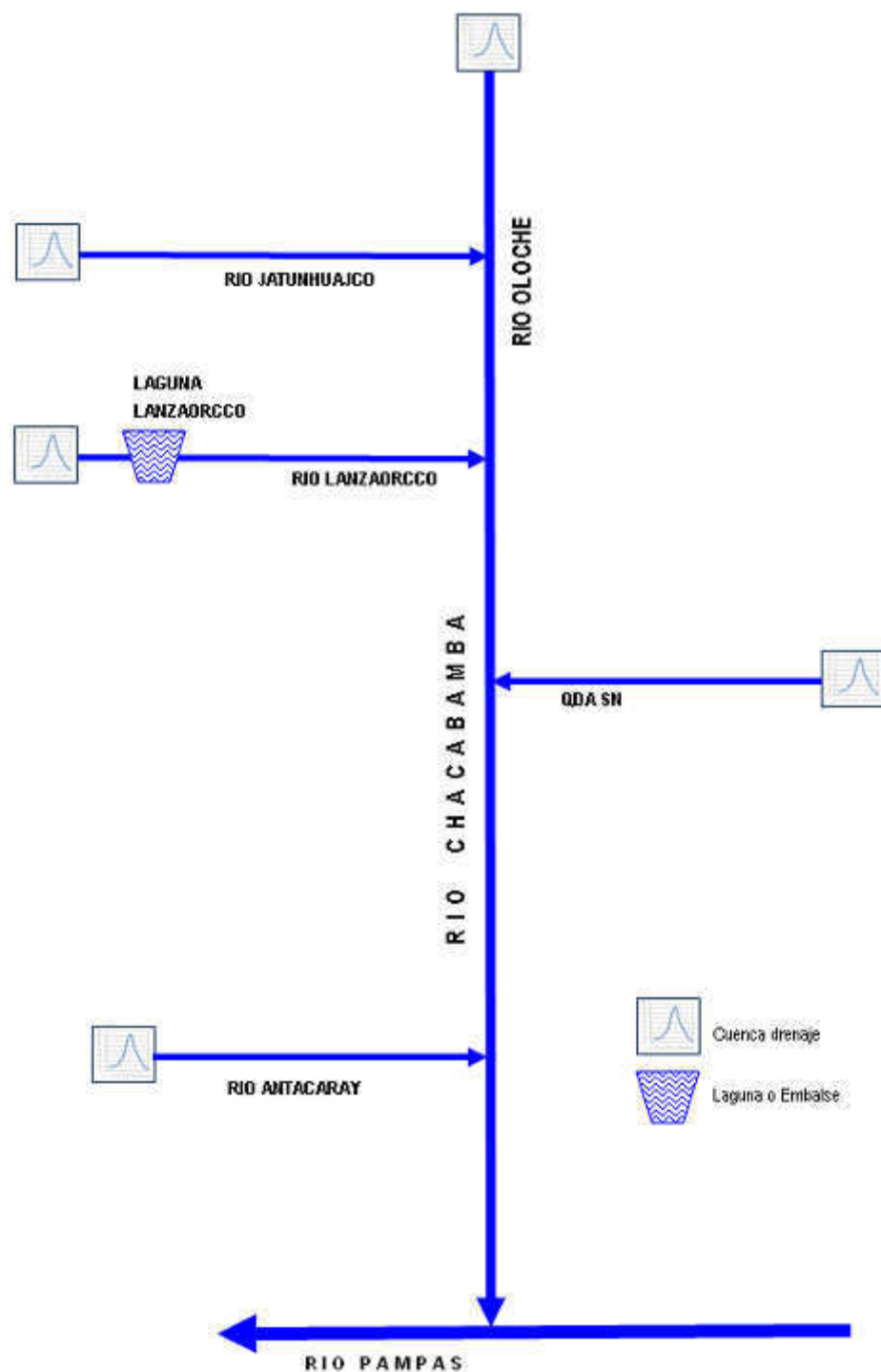


Figura N° 2.14
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chacabamba



Esta cuenca tiene dos cauces de drenaje principal una formada por el río pulluri y otro cauce propio del río kaquiabamba. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunica el distrito de Andarapa, Kaquiabamba y centros poblados.

1.6.3.11. UNIDAD HIDROGRÁFICA CHULLAMA (499836)

Políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

La unidad hidrográfica Chullama abarca una superficie de 25.91 km². El curso principal es el río Chullama y cuya longitud es de 8.24 km, desde la confluencia del río principal hasta la confluencia con el río pampas. El cauce del río chullama presenta una pendiente media de 23.31%. En la Figura N° 2.16 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Chullama.

Hidrográficamente el río Chullama se forma de la afluencia de los ríos Molleccasa y Tranca, localizada en la parte alta de la cuenca. Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Chincheros, y centros poblados de Callebamba, Ahuayro y Río Blanco.

1.6.3.12. UNIDAD HIDROGRÁFICA RÍO BLANCO (499835)

Políticamente se encuentra ubicada en el distrito de Huaccana, provincia de Chincheros, departamento de Apurímac.

La subcuenca Río Blanco abarca una superficie de 45.14 km². El curso principal nace del río Blanco cuya longitud es de 9.35 km, desde la naciente del cauce principal hasta la desembocadura al río Blanco. El cauce del río Blanco presenta una pendiente media de 20.38%. En la Figura N° 2.17 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Blanco.

El cauce principal nace en la laguna Romanoccocha, en el trayecto recibe afluentes tales como el río Tranca, Ojepajra, Armay y Mollepata.

Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Chincheros y Huaccana y los centros poblados de Pullcay y Chullama con la provincia de chincheros.

Figura N° 2.15
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Kaquiabamba

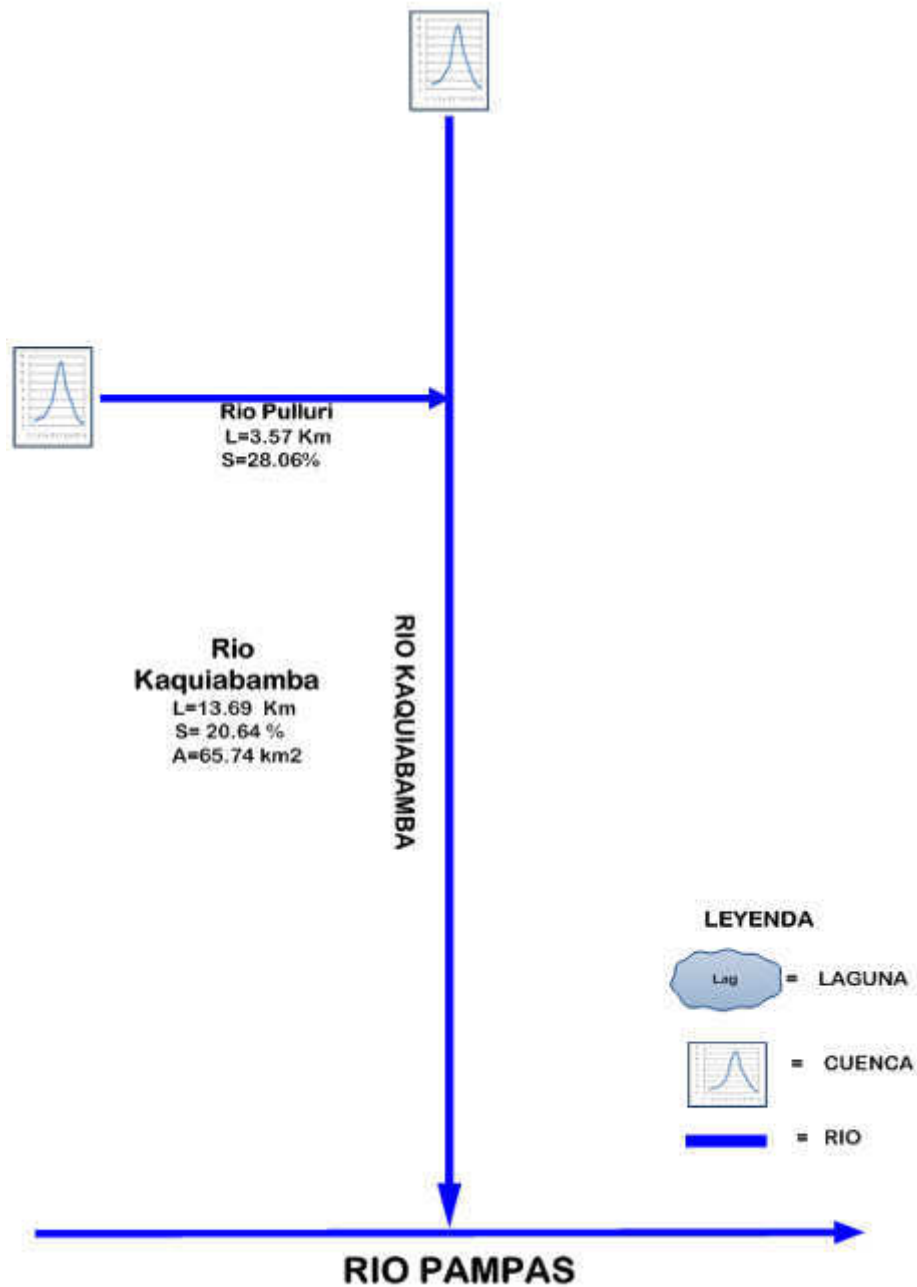


Figura N° 2.16
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chullama

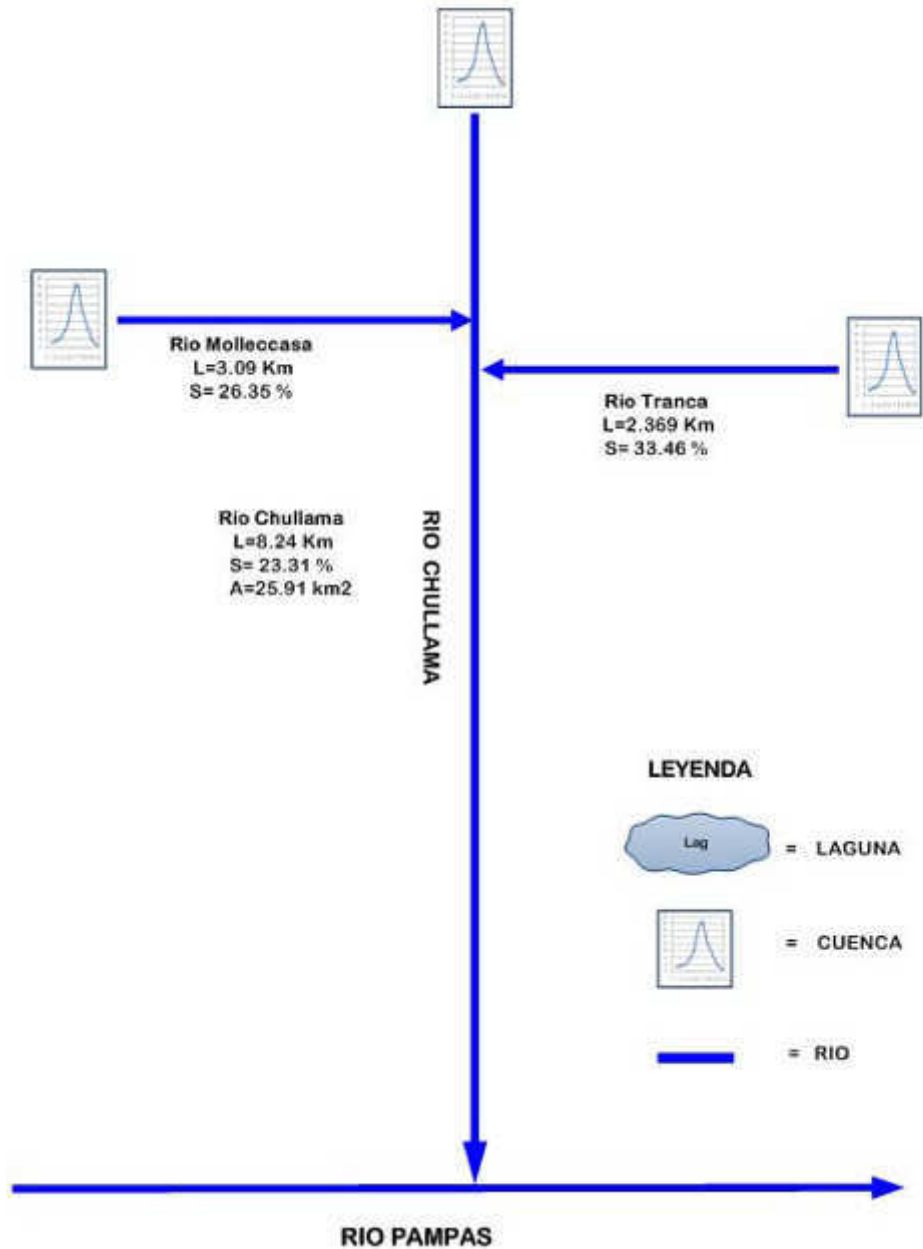
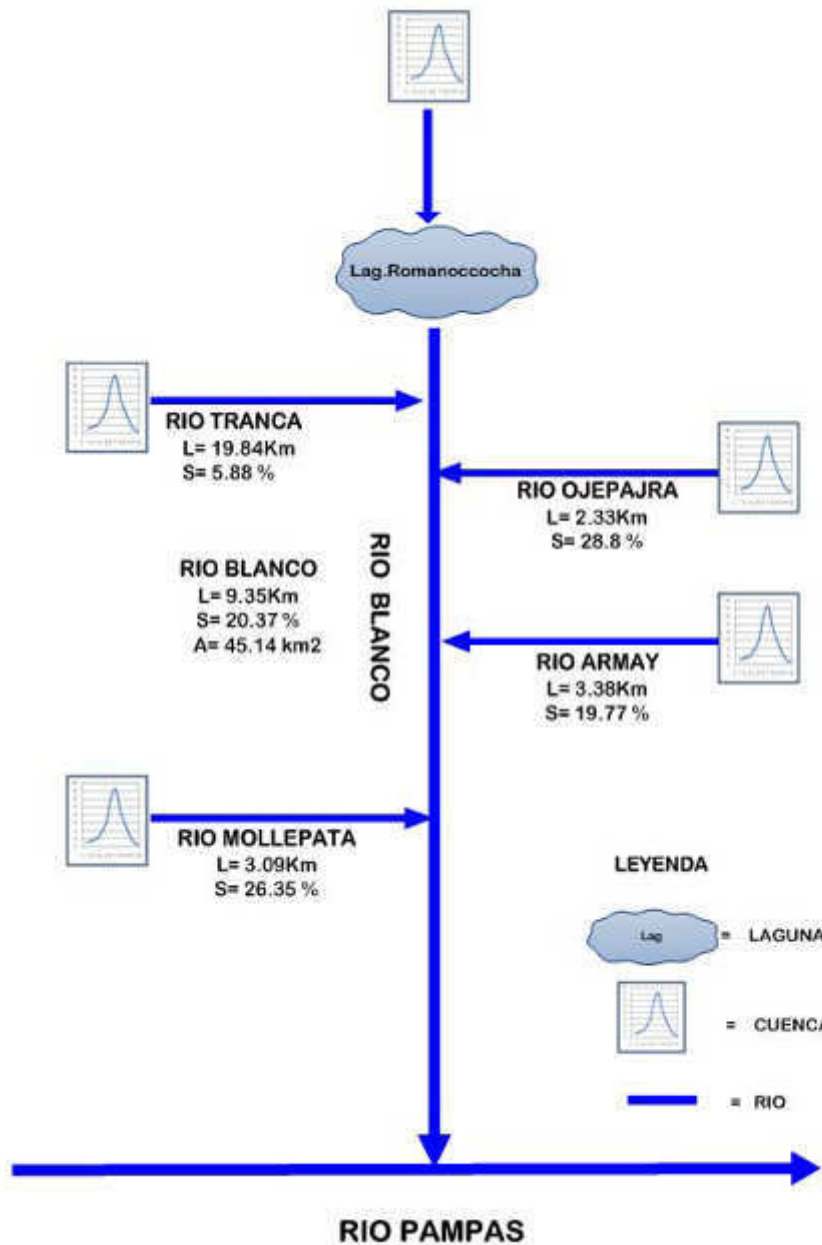


Figura N° 2.17
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Blanco



1.6.3.13. UNIDAD HIDROGRÁFICA RIO URANMARCA (499832)

Políticamente se encuentra ubicada en los distritos de Uranmarca, Santa María de Chicmo, provincias de Andahuaylas, departamento de Apurímac.

La Sub cuenca Uranmarca abarca una superficie de 107.68 km². El curso principal nace de los ríos Aguachacca - río Rumihuasi - río llamara y cuya longitud es de 15.52 km, desde la naciente del cauce principal hasta la confluencia con el río Pampas. El cauce del río Uranmarca presenta una pendiente media de 13.25%. En la Figura N° 2.18 se muestra el esquema hidrográfico de la cuenca del río Uranmarca.

El cauce principal de drenaje se forma de la confluencia de los ríos Rumihuasi, Llamara y Parrasco por la margen derecha, y río Ojoruyoc y Aguachacca por la margen izquierda.

Las vías de acceso en esta subcuenca son ejes viales principales y secundarios que comunican los distritos de Uripa y Chincheros.

1.6.4. CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS DE CUENCA – MEDICIONES GEOMORFOLÓGICAS

La morfología de una cuenca queda definida por su forma, relieve y drenaje, para lo cual se han establecido una serie de parámetros, que a través de ecuaciones matemáticas, sirven de referencia para la clasificación y comparación de cuencas. Para un mejor estudio de las cuencas se han establecido los siguientes parámetros:

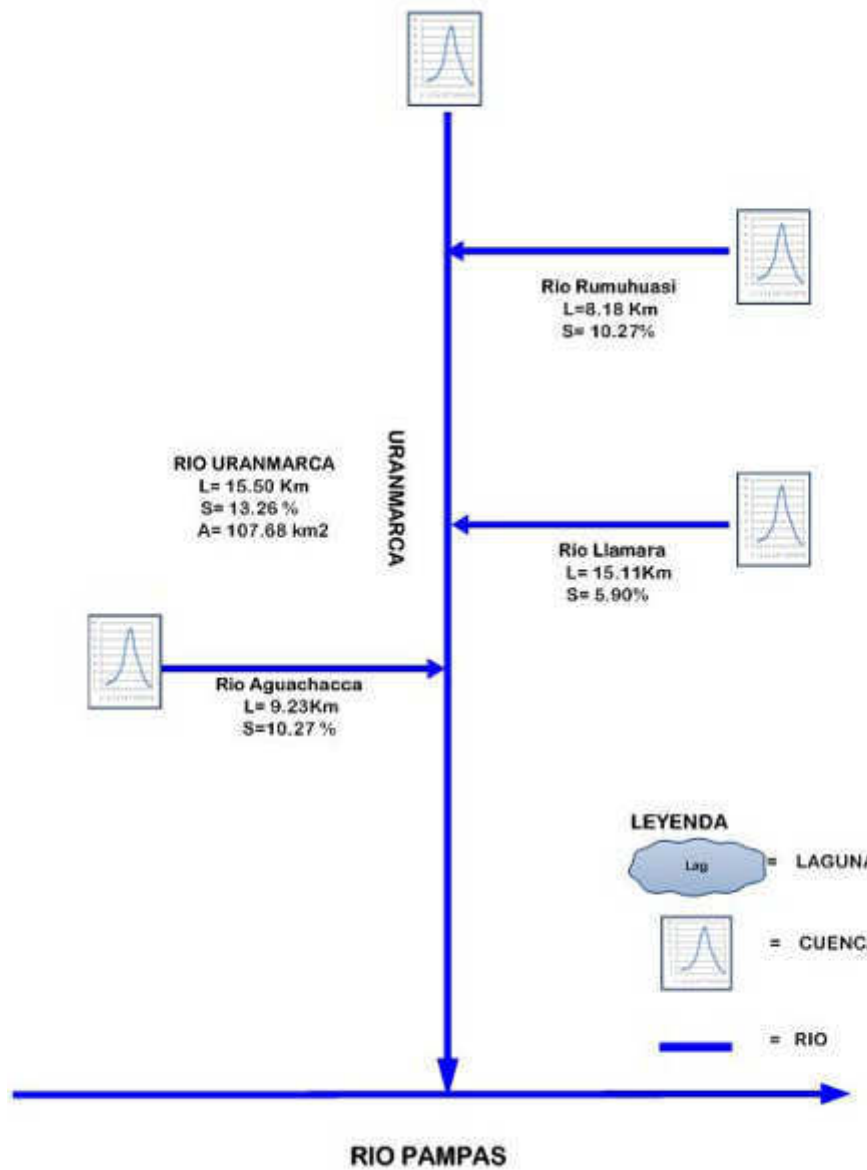
- Parámetros de forma
- Parámetros de relieve
- Parámetros de red hidrográfica.

Las características físicas desempeñan un papel esencial en la respuesta hidrológica de una cuenca hidrográfica. Recíprocamente, el carácter hidrológico de la misma contribuye considerablemente a formar sus características físicas. Entonces, esta interrelación debería suministrar la base para predecir cuantitativamente la respuesta hidrológica, a partir de aquellos parámetros físicos que son fáciles de medir.

1.6.4.1. PARÁMETROS DE FORMA

El contorno de la cuenca define la forma y superficie de ésta, lo cual posee incidencia en la respuesta en el tiempo que poseerá dicha unidad, en lo que respecta al caudal evacuado. Así, una cuenca alargada tendrá un diferente tiempo de concentración que una circular, al igual que el escurrimiento manifestará condiciones disímiles. Por ejemplo, en una cuenca circular, el agua recorre cauces secundarios antes de llegar a uno principal; en una cuenca alargada, se presenta en general un solo cauce que es el principal y por ende, el tiempo de concentración será menor que el anterior caso.

Figura N° 2.18
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Uranmarca



Por ello se hace necesario establecer algún parámetro, que permita evaluar la uniformidad o irregularidad de los contornos de la cuenca.

Se ha determinado valores de los parámetros de forma y relieve de mayor importancia e interpretación de las subcuencas; que se resumen en las Tablas N° 2.2a y 2.2b. Los índices más empleados para representar esta característica son:

a. Área de la Cuenca (A)

El área (A) de la cuenca se estima a través de la sumatoria de las áreas comprendidas entre las curvas de nivel y los límites de la cuenca. Esta suma será igual al área de la cuenca en proyección horizontal.

La cuenca del río Chicha es la que tiene mayor extensión, tiene una superficie de 2,797.70 Km², seguida por la de Chumbao con 766.46 Km². Las otras subcuencas son de menores dimensiones tal como se puede apreciar en la Tabla N° 2.2.

b. Coeficiente de Compacidad o de Gravelius (Kc)

Permite evaluar la uniformidad o irregularidad del contorno de la cuenca con respecto a un círculo, y se define como el cociente entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de igual área.

$$Kc = \frac{0.28P}{\sqrt{A}} \geq 1$$

Donde: P = Perímetro de la cuenca (Km), A = Área de la cuenca (km²)

De la expresión se desprende que Kc siempre es mayor o igual a 1, y se incrementa con la irregularidad de la forma de la cuenca.

c. Factor de Forma (Ff)

Definido como el cociente entre la superficie de la cuenca y el cuadrado de su longitud máxima, medida desde la salida hasta el límite de la cuenca, cerca de la cabecera del cauce principal, a lo largo de una línea recta.

$$Ff = \frac{A}{Lm^2}$$

Dónde: A = Área de la cuenca (Km²), Lm = Longitud de cauce principal de la cuenca (Km)

Para un círculo, Ff = 0.79; para un cuadrado con la salida en el punto medio de uno de los lados, Ff = 1, y con la salida en una esquina, Ff = 0.5 (Mintegui et al, 1993).

Tabla N° 2.2a
Mediciones Geomorfológicas – Subcuencas

PARAMETRO		UNIDAD	SUBCUENCAS							
			CHUMBAO	HUACCANA	KAQUIABAMBA	KISHUARA	PACUCHA	TD BAJO PAMPAS	CHINCHEROS	CHULLAMA
Superficie Total de Cuenca		Km ²	766.46	201.80	65.74	406.37	327.50	319.51	137.97	25.91
Perímetro de la Cuenca		Km	189.80	63.74	39.28	126.46	118.35	293.90	57.22	22.76
Coeficiente de Compacidad		*	1.93	1.27	1.37	1.77	1.84		1.37	1.26
Radio de Circularidad			0.27	0.62	0.54	0.32	0.29		0.53	0.63
Factor de forma	Longitud (Curso más largo)	Km	61.92	21.97	13.80	45.13	51.16		21.41	8.24
	Ancho Medio	Km	12.38	9.19	4.76	9.01	6.40		6.44	3.14
	Factor de Forma	*	0.20	0.42	0.35	0.20	0.13		0.30	0.38
Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km	85.99	23.15	15.36	55.97	53.00		22.47	8.23
	Lado menor	Km	8.91	8.72	4.28	7.26	6.18		6.14	3.15
Grado de Ramificación (Longitud Total)	Orden 1	Km	359.50	61.93	20.86	124.41	121.07		45.71	15.31
	Orden 2	Km	94.44	28.65	7.98	47.64	66.34		14.68	3.77
	Orden 3	Km	73.24	10.10	10.12	28.25	27.68		15.97	2.46
	Orden 4	Km	25.92	2.55		28.96	25.11			
	Orden 5	Km	29.53	11.40		7.05				
	Orden 6	Km								
Número de Ríos para los Diferentes Grados de Ramificación	Orden 1	*	215	30	15	93	92		23	10
	Orden 2	*	78	15	7	42	46		8	3
	Orden 3	*	62	7	4	17	17		11	3
	Orden 4	*	23	2		18	11			
	Orden 5	*	15	4		2				
	Orden 6	*								
Longitud Total de los Ríos de Diferentes Grados		Km	582.64	114.63	38.96	236.32	240.20		76.35	21.53
Numero de Ríos para los diferentes grados		*	393	58	26	172	166		42	16
Longitud de Ríos Principales		Km	55.46	13.96	0.00	36.01	25.11		0.00	0.00
Densidad de drenaje		Km/Km ²	0.76	0.57	0.59	0.58	0.73		0.55	0.83
Longitud de Flujo de Superficie		*	0.711	1.133	1.016	0.939	0.727		1.070	0.765
Extensión Media para los Diferentes grados		Km	0.33	0.44	0.42	0.43	0.34		0.45	0.30
Frecuencia de los Ríos		n/Km ²	0.51	0.29	0.40	0.42	0.51		0.30	0.62
Cota máxima de la Cuenca		msnm.	4,358.62	4,050.00	3,950.00	4,321.01	4,316.13		3,950.00	3,722.91
Cota mínima de la Cuenca		msnm.	1,172.81	1,346.52	1,109.28	1,008.52	1,160.64		1,961.87	1,801.57
Desnivel Total de la cuenca		Km	3.19	2.70	2.84	3.31	3.16		1.99	1.92
Altitud Media de Cuenca		msnm.	3,494.49	3,239.91			3,325.03		3,324.54	3,022.97
Pendiente de la Cuenca		%	35.74	31.02	66.38	45.62	51.06		32.38	61.04
Pendiente Media de los cauces de los Ríos		%	5.14	12.31	20.58	7.34	6.17		9.28	23.31

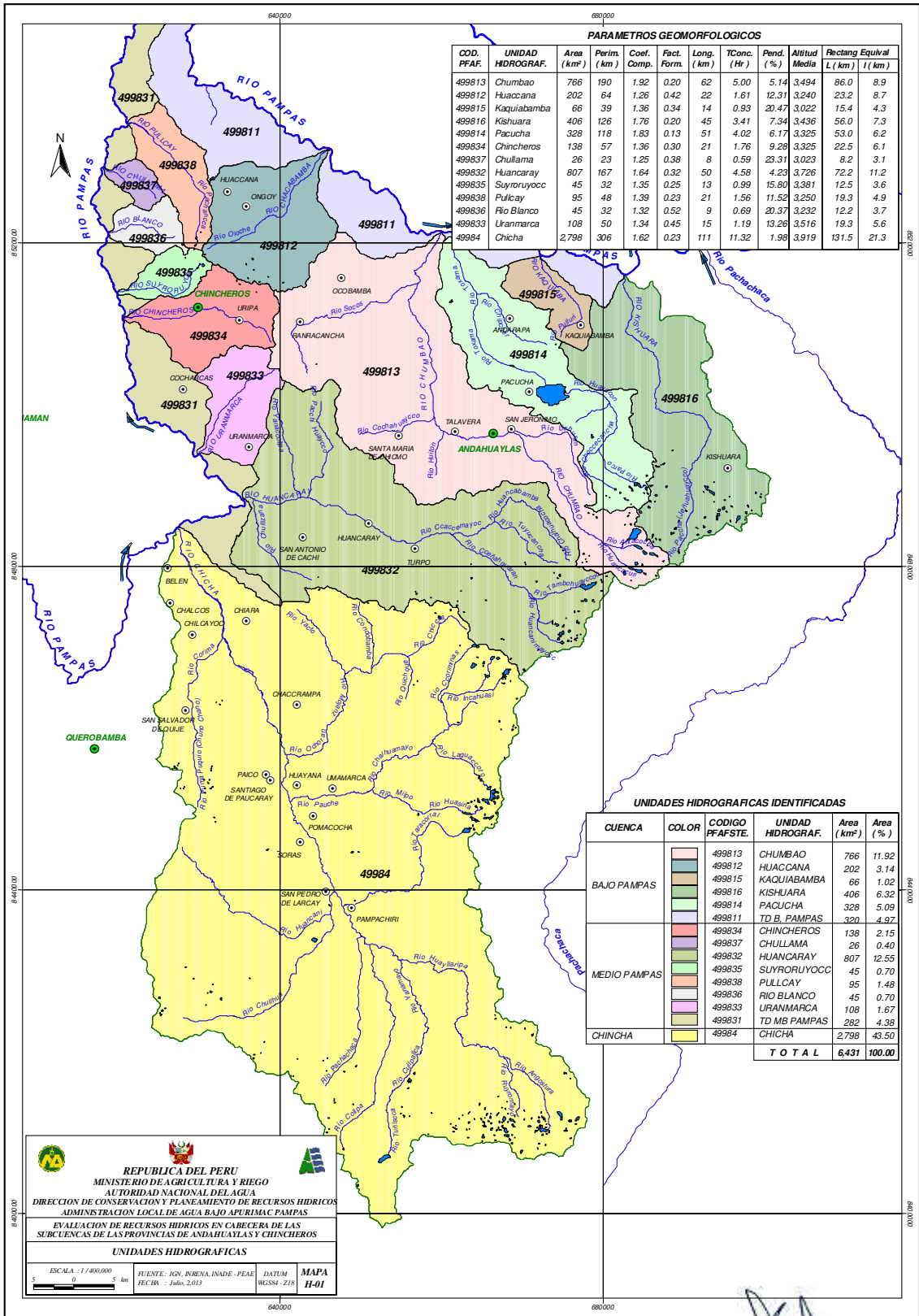
*TD Bajo Pampas, está compuesto por once áreas de drenaje directo al río Pampas.

Tabla Nº 2.2b
Mediciones Geomorfológicas – Subcuencas

PARAMETRO		UNIDAD	SUBCUENCAS					
			HUANCARAY	SUYRORUYOCC	PULLCAY	RIO BLANCO	URANMARCA	TD MEDIO BAJO PAMPAS
Superficie Total de Cuenca		Km ²	807.38	44.93	95.18	45.14	107.68	281.87
Perímetro de la Cuenca		Km	166.72	32.22	48.39	31.76	49.70	240.27
Coeficiente de Compacidad		*	1.65	1.36	1.40	1.33	1.35	1.63
Radio de Circularidad			0.36	0.54	0.51	0.56	0.55	0.38
Factor de forma	Longitud (Curso más largo)	Km	50.16	13.32	20.41	9.35	15.52	111.86
	Ancho Medio	Km	16.10	3.37	4.66	4.83	6.94	25.01
	Factor de Forma	*	0.32	0.25	0.23	0.52	0.45	0.22
Rectángulo Equivalente	Lado mayor	Km	72.18	12.52	19.25	12.17	19.26	131.50
	Lado menor	Km	11.19	3.59	4.94	3.71	5.59	21.27
Grado de Ramificación (Longitud Total)	Orden 1	Km	357.26	12.98	36.50	15.54	58.67	1,208.17
	Orden 2	Km	133.77	8.44	12.51	3.08	17.24	446.87
	Orden 3	Km	67.94	4.22	8.26	5.33	4.69	147.76
	Orden 4	Km	17.64				8.48	105.69
	Orden 5	Km	29.43					35.26
	Orden 6	Km						54.96
Número de Ríos para los Diferentes Grados de Ramificación	Orden 1	*	213	7	26	10	27	617
	Orden 2	*	84	2	6	4	14	249
	Orden 3	*	48	2	12	3	6	94
	Orden 4	*	14				6	88
	Orden 5	*	38					37
	Orden 6	*						58
Longitud Total de los Ríos de Diferentes Grados		Km	606.04	25.65	57.27	23.95	89.09	1,998.71
Numero de Ríos para los diferentes grados		*	397	11	44	17	53	1,143
Longitud de Ríos Principales		Km	47.07	0.00	0.00	0.00	8.48	195.91
Densidad de drenaje		Km/Km ²	0.75	0.57	0.60	0.53	0.83	0.71
Longitud de Flujo de Superficie		*	0.756	1.025	0.955	1.213	0.756	0.778
Extensión Media para los Diferentes grados		Km	0.33	0.44	0.42	0.47	0.30	0.35
Frecuencia de los Ríos		n/Km ²	0.49	0.24	0.46	0.38	0.49	0.41
Cota máxima de la Cuenca		msnm.	4,209.24	4,057.01	4,081.82	3,816.23	4,100.00	4,331.12
Cota mínima de la Cuenca		msnm.	2,085.96	1,953.45	1,719.20	1,910.49	2,044.32	2,127.00
Desnivel Total de la cuenca		Km	2.12	2.10	2.36	1.91	2.06	2.20
Altitud Media de Cuenca		msnm.	3,726.39	3,381.45	3,250.23	3,232.42	3,516.12	3,919.07
Pendiente de la Cuenca		%	18.98	58.62	47.79	51.39	36.76	10.36
Pendiente Media de los cauces de los Ríos		%	4.23	15.80	11.58	20.38	13.25	1.97

*TD Medio Bajo Pampas, está compuesto por ocho áreas de drenaje directo al río Pampas.

Figura N° 2.19



d. Radio de Circularidad (Rc)

Relaciona el área de la cuenca y la del círculo que posee una circunferencia de longitud igual al perímetro de la cuenca. Su valor es 1 para una cuenca circular y 0.785 para una cuenca cuadrada.

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Donde: P = Perímetro de la cuenca (Km), A = Área de la cuenca (Km²)

e. Rectángulo Equivalente Rc)

Asimila la superficie y el perímetro de la cuenca a un rectángulo equivalente. En el caso de dos cuencas con rectángulos equivalentes similares, se admite que poseen un comportamiento hidrológico análogo siempre que posean igual clima y que el tipo y la distribución de sus suelos, de su vegetación y de su red de drenaje sean comparables (Martínez et al, 1996).

1.6.4.2. PARÁMETROS DE RELIEVE

El relieve posee una incidencia más fuerte sobre la escurrimiento que la forma, dado que a una mayor pendiente corresponderá un menor tiempo de concentración de las aguas en la red de drenaje y afluentes al curso principal. Es así como a una mayor pendiente corresponderá una menor duración de concentración de las aguas de escurrimiento en la red de drenaje y afluentes al curso principal.

Para describir el relieve de una cuenca existen numerosos parámetros que han sido desarrollados por varios autores; entre los más utilizados destacan:

a. Curva Hipsométrica

Es utilizada para representar gráficamente cotas de terreno en función de las superficies que encierran. Para su trazado se debe tener en cuenta que sobre la sección de control (altitud mínima de la cuenca), se tiene el cien por ciento de su superficie. Si se ubica en el punto más alto de la cuenca y se calcula a partir de cada curva de nivel,

las áreas acumuladas por encima de ellas, se puede construir la curva hipsométrica (Martínez et al, 1996). En general, tanto las alturas como las superficies son definidas en términos porcentuales.

La representación gráfica entre los porcentajes de área acumulada por encima y por debajo de las elevaciones altitudinales para las subcuencas se muestra en la Figura N° 2.20. Las características de las curvas hipsométricas de todas las subcuencas, las pendientes son crecientes, lo que es un indicador de que el mayor porcentaje de superficie se concentra en altitudes menores.

b. Polígono de Frecuencias

Se denomina así a la representación gráfica de la relación existente entre altitud y la relación porcentual del área a esa altitud con respecto al área total.

Figura N° 2.20a
Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias

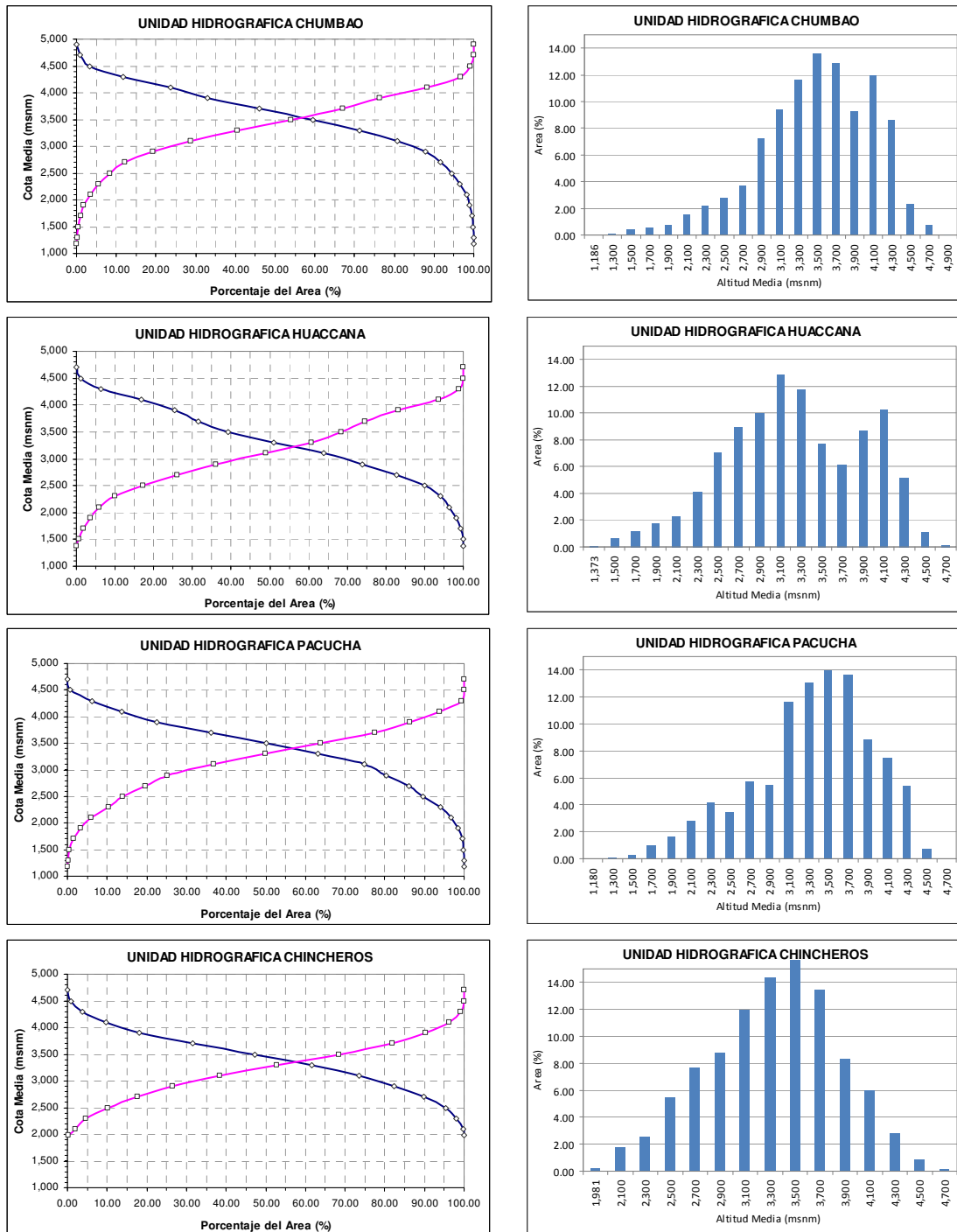


Figura N° 2.20b
Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias

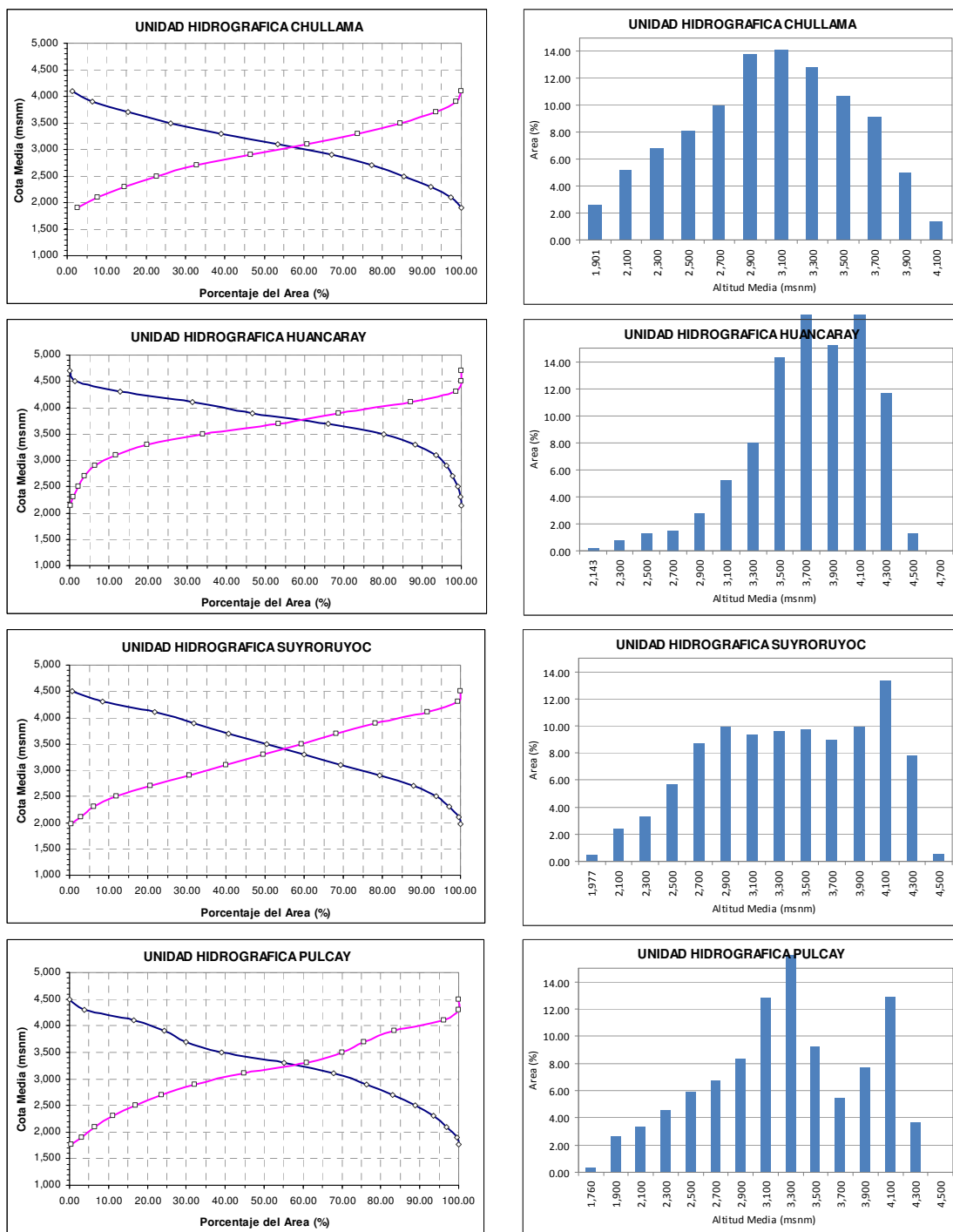
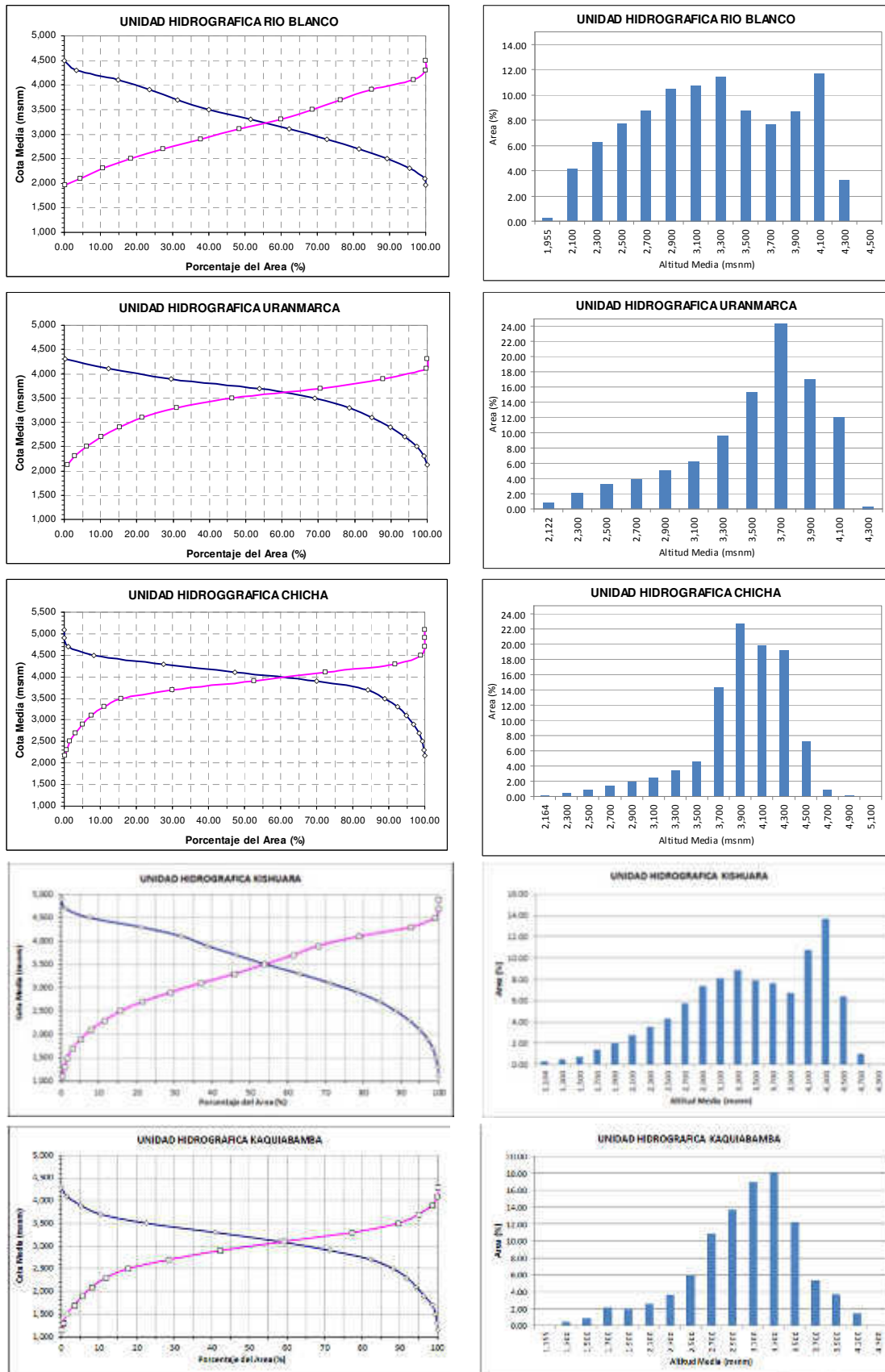


Figura N° 2.20c
Curva Hipsométrica y Polígono de Frecuencias



En el polígono de frecuencias existen valores representativos como: la altitud más frecuente, que es el polígono de mayor porcentaje o frecuencia.

La distribución gráfica del porcentaje de superficies ocupadas por diferentes rangos de altitud para las subcuencas, se distingue en la Figura N° 2.20a, 2.20b y 2.20c.

c. Altitud Media de la Cuenca

Corresponde a la ordenada media de la curva hipsométrica, y su cálculo obedece a un promedio ponderado: elevación – área de la cuenca.

La altitud media de la cuenca de las subcuencas se muestra en la Tabla N° 2.3.

Tabla N° 2.3
Altitud Media según Hipsometría Subcuencas

SUBCUENCA	ALTITUD MEDIA (msnm)
CHUMBAO	3,494.49
HUACCANA	3,239.91
PACUCHA	3,325.03
CHINCHEROS	3,324.54
CHULLAMA	3,022.97
HUANCARAY	3,726.39
SUYRORUYOC	3,381.45
PULCAY	3,250.23
RIO BLANCO	3,232.42
URANMARCA	3,516.12
CHICHA	3,919.07

d. Pendiente Media de la Cuenca

Este parámetro de relieve es importante debido a su relación con el comportamiento hidráulico de drenaje de la cuenca. Para la estimación se ha empleado el sistema del “Rectángulo Equivalente”. En la Tabla N° 2.2 se muestra los valores respectivos a cada subcuenca. Las subcuencas de Huancaray (18,98%) y Chicha (10.36%) son las que menos pendiente presentan.

1.6.4.3. PARÁMETROS DE LA RED HIDROGRÁFICA

La red hidrográfica corresponde al drenaje natural, permanente o temporal, por el que fluyen las aguas de los escurrimientos superficiales, hipodérmicos y subterráneos de la cuenca. La red de drenaje es, probablemente, uno de los factores más importantes a la hora de definir un territorio. De ella se puede obtener información en lo que concierne a la roca madre y a los materiales del suelo, a la morfología y a la cantidad de agua que circula, entre otros. Diversos autores coinciden en afirmar que mientras mayor sea el grado de bifurcación del sistema de drenaje de una cuenca, es decir, entre más corrientes tributarias presente, más rápida será la respuesta de la cuenca frente a una tormenta, evacuando el agua en menos tiempo. En efecto, al presentar una densa red de drenaje, una gota de lluvia deberá recorrer una longitud de ladera pequeña, realizando la mayor parte del recorrido a lo largo de los cauces, donde la velocidad del escurrimiento es mayor.



En virtud de lo anterior, se han propuesto una serie de indicadores de dicho grado de bifurcación, como la densidad de corrientes y la densidad de drenaje. Para analizar la red hidrográfica superficial de una cuenca, se han utilizado los siguientes parámetros:

a. Número de Orden de los Ríos

La clasificación (orden) de la cuenca hidrográfica es función del número de orden o medida de la ramificación del cauce principal.

Se ha clasificado los cauces según el grado de ramificación, encontrándose que el cauce principal de la cuenca del río Chicha, es el de mayor orden (6).

En la cuenca predominan los cauces de 1º orden, representan en porcentaje el 54.3% del total y en longitud el 59.3% de total. La Clasificación total Ordinal de los ríos de las subcuencas se presenta en la Tabla N° 2.4.

En la Tabla N° 2.4 se presenta para cada subcuenca el número de ríos y su respectiva longitud en kilómetros para los seis tipos de clasificación ordinal.

b. Densidad de Drenaje

Que corresponde al cociente entre la sumatoria del largo total de los cursos de agua, de una unidad hidrográfica, y la superficie de la misma. Representa la cantidad de kilómetros de curso que existe por cada unidad de superficie.

El parámetro que relaciona la longitud total de ríos y el área de la cuenca Chumbao y Pacucha, tiene como valor promedio 0.74 Km/Km² para las subcuencas, lo que indica que el área de escorrentía está bien drenada. Las subcuencas presentan un valor similar promedio del orden 0.66 Km/Km². Ver Tabla N° 2.2b.

c. Pendiente Media del Río Principal

El valor de la pendiente longitudinal se ha efectuado con el método de áreas compensadas para el cauce principal de cada subcuenca. Los ríos de Huancaray (4.23%) y Chicha (1.97%) son los ríos que presentan pendientes más bajas. Los ríos de las subcuencas restantes tienen pendientes más altas, con un promedio de 13.19%. Ver Tabla N° 2.2b.



Tabla N° 2.4
Grado de Ramificación de Ríos- Subcuencas

SUBCUENCA	Ord. 1		Ord. 2		Ord. 3		Ord. 4		Ord. 5		Ord. 6		ORDEN	Long Total
	Nro	Long (km)	Nro	Long (km)	Nro	Long (km)	Nro	Long (km)	Nro	Long (km)	Nro	Long (km)	Nro	(km)
Chumbao	215	359.50	78	94.44	62	73.24	23	25.92	15	29.53			393	582.64
Huaccana	30	61.93	15	28.65	7	10.10	2	2.55	4	11.40			58	114.63
Kaquiabamba	15	20.86	7	7.98	4	10.12							26	38.96
Kishuara	93	124.41	42	47.64	17	28.25	18	28.96	2	7.05			172	236.32
Pacucha	92	121.07	46	66.34	17	27.68	11	25.11					166	240.20
TD Bajo Pampas														
Chincheros	23	45.71	8	14.68	11	15.97							42	76.35
Chullama	10	15.31	3	3.77	3	2.46							16	21.53
Huancaray	213	357.26	84	133.77	48	67.94	14	17.64	38	29.43			397	606.04
Suyroruyocc	7	12.98	2	8.44	2	4.22							11	25.65
Pullcay	26	36.50	6	12.51	12	8.26							44	57.27
Rio Blanco	10	15.54	4	3.08	3	5.33							17	23.95
Uranmarca	27	58.67	14	17.24	6	4.69	6	8.48					53	89.09
TD Medio Bajo Pampas														
Chicha	617	1,208.17	249	446.87	94	147.76	88	105.69	37	35.26	58	54.96	1,143	1,998.71
TOTAL	1,378	2,437.91	558	885.40	286	406.03	162	214.36	96	112.68	58	54.96	2,538	4,111.34

Capítulo 3

ASPECTOS SOCIOAMBIENTALES

1. ASPECTOS FÍSICO AMBIENTALES

1.1. GEOMORFOLOGÍA

1.1.1. GENERALIDADES

La Geomorfología estudia el origen y características de las formas del relieve, representativas y evidentes, de la zona en evaluación. Los aspectos geomorfológicos son analizados mediante tres características: la morfogénesis, que trata sobre el origen de las formas de relieve dominante; la morfología, que describe el aspecto fisonómico de esas formas y la morfodinámica actual que indica la ocurrencia de fenómenos erosivos.

La zona estudiada comprende parte de la cuenca sedimentaria del terciario continental formado por un conjunto de lomadas y colinas bajas con un complejo grado de disección indicado por una densa red de quebradas o cauces, en algunos casos muy profundos. Las áreas planas se circunscriben a las márgenes de los ríos principales, de carácter meandrónico, así como quebradas que drenan la zona en una red arborescente o dendrítica. El nivel altitudinal varía entre 200- 330 msnm

1.1.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES

Dentro del ámbito de estudio se pueden identificar hasta 10 unidades geomorfológicas, siendo las unidades predominantes : Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs2-e), abarcando una superficie 224,421 ha, que representa el 34.90% del ámbito de estudio, y Vertiente montañosa y colina mod. Empinada (Vs1-d), abarcando una superficie 144,997 ha, que representa el 22.55% del ámbito de estudio.

Altiplanicie disectada (Ad- c)

Esta unidad ocupa una extensión de 44,503 ha, que representa el 6.92% del área total del estudio, distribuido entre los 3,500 hasta los 4,800 m.s.n.m, ubicadas en la parte media a alta de las cuencas Chicha (Sorás), en las partes altas, y en menor proporción, de Huancaray y Kiashuara.

Son sectores de topografía media accidentada (pendiente predominante de 15 - 25 %), formada por acumulación morreica dejada por glaciares cuaternaria, con superficie de erosión y superficie estructural de substrato geológico rocoso.

Corresponden a medios excavados por las glaciaciones y que han resultado allanados por la acumulación glacial. Básicamente están constituidos por los pisos de grandes estadios de glaciaciones que se aglutinan en las cabeceras de la cuenca, y por valles glaciares de perfil irregular, donde la pendiente llana dominante se halla interrumpida por umbrales de afloramientos del substrato rocoso y por rellenos de morrenas laterales.

La cobertura de gramíneas y suavidad de las pendientes restringe la ocurrencia de acciones erosivas actuales, salvo el caso localizado de pequeñas escorrentías y erosión en surcos.

Altiplanicie ondulada (Ao-b)

Esta unidad ocupa una extensión de 20,083 ha, que representa el 3.12% del área total del estudio, distribuido entre los 3,500 hasta los 4,800 m.s.n.m, ubicadas en la parte media a alta de la cuenca Chicha (Sorás).

Su fisiografía es de 4 a 15 % de pendiente, con frecuentes accidentes topográficos. Formada por acumulación fluvio-glacial-morréica de glaciar de piedemonte. Frecuente acumulación arcillosa y condiciones de mal drenaje.

Corresponden a medios excavados por los flujos de los ríos cuaternarios, que han resultado allanados por la acumulación. Básicamente están constituidos por terrazas altas, de perfil plano a ligeramente ondulado, posteriormente retocadas por los pequeños arroyos que circulan por su superficie.

La suavidad de las pendientes restringe la ocurrencia de acciones erosivas actuales, salvo el caso localizado de pequeñas escorrentías y erosión en surcos ubicados en los escasos accidentes topográficos. En sectores muy localizados hay ocurrencia de condiciones de hidromorfismo por mal drenaje debido a la suavidad del terreno y su constitución mayormente arcillosa.

Fondo de valle y llanura aluvial (Fv3-a)

Esta unidad ocupa una extensión de 4,240 ha, que representa el 0.66% del área total del estudio, distribuido entre los 1,500 hasta los 2,500 m.s.n.m, ubicadas en pequeñas franjas al borde del río Pampas, desde la desembocadura del río Chicha al río pampas hasta el distrito de Huaccana, en Chincheros.

La acumulación fluvial y torrencial creciente (holocénica y pre holocénica), que forma planicie de 0 a 4 % de pendiente, con niveles de terrazas y conos terrazas que tapizan el fondo de las depresiones.

Se componen de la acumulación y abandono de materiales de los cursos de agua, especialmente de los ríos de régimen permanente. Los depósitos dejados por estas corrientes consisten en bancos estratificados de arcilla, limo, arena y grava mayormente redondeada, que se forman inicialmente en los cauces fluviales, pero que con posterioridad puede quedar en posiciones elevadas y alejadas de las respectivas corrientes.

Desde un inicio, las corrientes de agua transportan determinada cantidad y tipo de materiales; los de mayor tamaño y más pesados discurren por los canales más profundos y de mayor velocidad de corrientes. Mientras que los elementos finos se sedimentan hacia los bordes. Esta situación es muy cambiante, de acuerdo a las temporadas de mayor o menor lluvia, o la mayor o menor cantidad de carga sólida que llega a un determinado punto. Por ello, las corrientes abandonan parte de su carga, tanto en el fondo como en las riberas y de esta manera se forman los depósitos aluviales. En el trazo de sierra del río Pampas, los depósitos se distribuyen en fajas mayormente alargadas, ocupando los fondos de valle entre las vertientes montañosas.

Los fondos de valle de la sierra media y alta son más estables y los depósitos de fondo de valle se distribuyen en niveles escalonados de antiguas terrazas fluviales. En la zona alta, los ríos ocupan por lo general fajas sobre excavadas de origen glaciar. En la zona media, los ríos forman fondos de valle relativamente estables, en comparación con los fondos de la zona inferior, altamente dinámicos y erosivos.

La gran mayoría de ríos y quebradas andinas prácticamente tienen fondos muy estrechos y reducidos, donde inclusive las corrientes muchas veces ocupan la totalidad de la depresión que hay entre las vertientes.

Vertiente montañosa y colina moderadamente empinada (Vs1-d)

Esta unidad ocupa una extensión de 144,997 ha, que representa el 22.55% del área total del estudio, distribuido entre los 3,500 hasta los 4,500 m.s.n.m, ubicadas en casi toda la cuenca Chicha (Sorás), entre los límites de las cuencas de Huancaray, Chumbao y Uranmarca, y en la parte media a alta de las cuencas de Pacucha y Kishuara.

Las vertientes montañosas ligeramente accidentadas, son laderas que tienen espaciamentos de varios cientos de metros entre los cauces que los disectan. En consecuencia, la topografía es bastante regular y menos agreste que si tuvieran una fuerte disección. Esta baja tasa de disección se debe a substratos geológicos permeables, de rocas arenosas, calcáreas, o de lavas volcánicas, que orientan las aguas de lluvia hacia circulaciones profundas, antes que favorecen el escurrimiento superficial.

Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (Vs1-e)

Esta unidad ocupa una extensión de 110,737 ha, que representa el 17.22% del área total del estudio, distribuido entre los 2,000 hasta los 4,500 m.s.n.m, ubicadas en la parte media a alta de las cuencas de Chicha (Sorás) y Huancaray, y en las partes altas de las cuencas de Chumbao, Pacucha, Kishuara, Huaccana, Pulcay, Río Blanco, Suyroruyoc y Chincheros, .

Con pendiente predominante mayor a 50 %, con una superficie mayormente rocosa y cubierta discontinua de material glaciar y periglacial.

Estos relieves son los más agrestes de área, y están formados por sectores montañosos fuertemente disectados, donde la altura de las laderas puede sobrepasar los 1000 m, con presencia de numerosos cauces, muchas veces separados unos de otros por menos de 100 m de longitud.

A esta condición de severa disección y magnitud de los relieves, se aúnan pendientes empinadas, frecuentemente superiores a 50%, con numerosos escarpes subverticales. A veces bajo los frecuentes afloramientos rocosos escarpados, aparecen amplias formaciones de rellenos coluviales gravitativos en condición de inestabilidad debido a las fuertes pendientes.

La intensidad de disección está relacionada al substrato geológico impermeable de rocas intrusivas y arcillosas, como el batolito costero al oeste, y las formaciones arcillosas al este, en el contacto con la selva alta. La impermeabilidad rocosa favorece la esorrentía antes que la infiltración, por lo que se forman mayor cantidad de cauces.

Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs2-d)

Esta unidad ocupa una extensión de 6,943 ha, que representa el 1.08% del área total del estudio, distribuido entre los 2,500 hasta los 3,750 m.s.n.m., se encuentra dispersas en las partes medias de las cuencas de Chicha (Sorás), Huancaray, Chumbao y Pacucha.

En estos relieves la topografía es más agreste; donde las laderas, generalmente de gran magnitud (superior a 500 m) sobre las llanuras circundantes, presentan una mediana tasa de disección, con cauces ubicados entre 100 y 500 m entre ellos. El resultado es una sucesión de accidentes topográficos frecuentes, con pendientes predominantes del orden de 25 a 50%, con numerosos escarpes y taludes subverticales.

La causa de la mayor disección es la existencia de substratos rocosos relativamente impermeables, de rocas intrusivas y sedimentarias o metamórficas arcillosas, que favorecen el escurrimiento antes que la filtración. Son frecuentes en la zona media andina, cuando las vertientes descienden desde las partes altas. Su estabilidad es también intermedia, con procesos erosivos importantes, más o menos localizados, cabiendo considerar aquí, la

posibilidad de ocurrencia de procesos de remoción en masa de riesgo para la zona media, como la que bordea el valle de, Chicha (Sorás), donde la topografía medianamente accidentada se debe a rocas poco consistentes que facilitaron el allanamiento, pero igualmente constituye un factor de potencial inestabilidad.

Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs2-e)

Esta unidad ocupa una extensión de 224,421 ha, que representa el 34.90% del área total del estudio, distribuido entre los 2,200 hasta los 4,000 m.s.n.m., se encuentra en las partes medias a baja de todo el ámbito de estudio.

Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs3-e)

Esta unidad ocupa una extensión de 70,366 ha, que representa el 10.94% del área total del estudio, distribuido entre los 1,000 hasta los 4,000 m.s.n.m., se encuentra en las partes medias a baja en la rivera de los ríos Chicha (Sorás), Huancaray y Kishuara, y en toda la franja del río Pampas desde la confluencia del río Chicha (Sorás) con el río Pampoas hasta la entrega de sus aguas al río Apurímac.

Con pendientes mayores del 50 %, con numerosos escarpes, vertiente muy agreste, semiárida a subdesértica, con superficie generalmente rocosa y cubierta discontinua de origen coluvial.

Son los relieves más accidentados de la sierra, formados por laderas que tienen una pendiente generalmente superior a 50%, con un pronunciado desnivel altitudinal entre las bases y la cumbres de las laderas, que va de 300 a cerca de mil metros. Estas vertientes definen un conjunto fisiográfico de topografía agreste y bastante inestable, que incluye numerosos sectores con cubiertas de material coluvial suelto sobre las laderas, alternando con numerosos escarpes rocosos compactos.

El origen de las vertientes montañosas se remonta principalmente a fines del Terciario y comienzos del Cuaternario, cuando debido al levantamiento andino plio pleistocénico, ocurrió un intenso período erosivo que formó la topografía montañosa que actualmente caracteriza la región andina.

La morfogénesis cuaternaria dio lugar a una serie de aspectos de su morfología actual. Por ejemplo, la presencia de numerosos valles en forma de "U" es característica de la zona altoandina por encima de 4,000 msnm, donde las vertientes se caracterizan por enmarcar fondos de valle de origen glacial. Es una morfología típica dejada por las glaciaciones cuaternarias, en la que las vertientes de los valles excavados por los antiguos glaciares más potentes, muestran un perfil transversal de 500 a más de mil metros de altura, con una parte inferior ligeramente cóncava y de pendiente suave inferior a 50% (formada por taludes y depósitos coluviales), una parte intermedia de laderas rocosas casi siempre escarpadas, y una parte superior excavada en una serie de depresiones más o menos escalonadas, que conforman los antiguos circos glaciales que alimentaban los glaciares.

Vertiente allanada (Vsa- b)

Esta unidad ocupa una extensión de 617 ha, que representa el 0.10% del área total del estudio, distribuido entre los 3,000 hasta los 3,600 m.s.n.m., se encuentra rodeando al distrito de Pampachiri.

Son sectores de topografía llana a ligeramente ondulada a disectada (pendiente de 4 a 15%). Corresponden tanto a sectores donde la excavación cuaternaria de los valles permitió el explayamiento relativamente amplio de depósitos aluviales, como al desarrollo incipiente de superficies de erosión locales a partir de la base de las vertientes; en ambos casos, los terrenos

se conforman de materiales coluvio- aluviales de grava, arena, limo y arcilla dispuestos de manera heterométrica.

La poca pendiente, así como la reducida actividad morfológica de las vertientes aledañas hace que aquí la erosión actual sea bastante restringida, salvo el caso localizado de los terrenos de mayor pendiente y accidentes topográficos, donde se aprecian acciones de escurrimiento difuso y en surcos, así como el desarrollo de pequeñas cárcavas; asimismo hay fenómenos erosivos localmente importantes en los bordes ribereños.

Vertiente allanada a disectada (Vso-c)

Esta unidad ocupa una extensión de 13,201 ha, que representa el 2.05% del área total del estudio, distribuido entre los 2,500 hasta los 4,000 m.s.n.m., se encuentra disperso en el ámbito de estudio como rodeando a los distritos de Sora, Talavera, Andahuaylas y San Jerónimo en la Provincia de Andahuaylas y Huaccana, Ongoy, Ocobamba, Ranracancha, Uripa y Chincheros en la Provincia de Chincheros, así como también en la parte media alta de la cuencas de Pacucha..

Superficie de erosión local, con acumulación coluvial y relleno volcánico moderno afectado por intenso proceso de disección reciente.

Son superficies relativamente accidentadas donde las pendientes predominantes están comprendidas entre 15 a 25 %, con numerosos sectores llanos y escarpes subverticales. Su origen está ligado a los materiales provenientes de la destrucción parcial por la erosión, tramo de los antiguos aplanamientos terciarios de la zona andina como de las mesetas volcánicas pre-cuaternarias del sur del país.

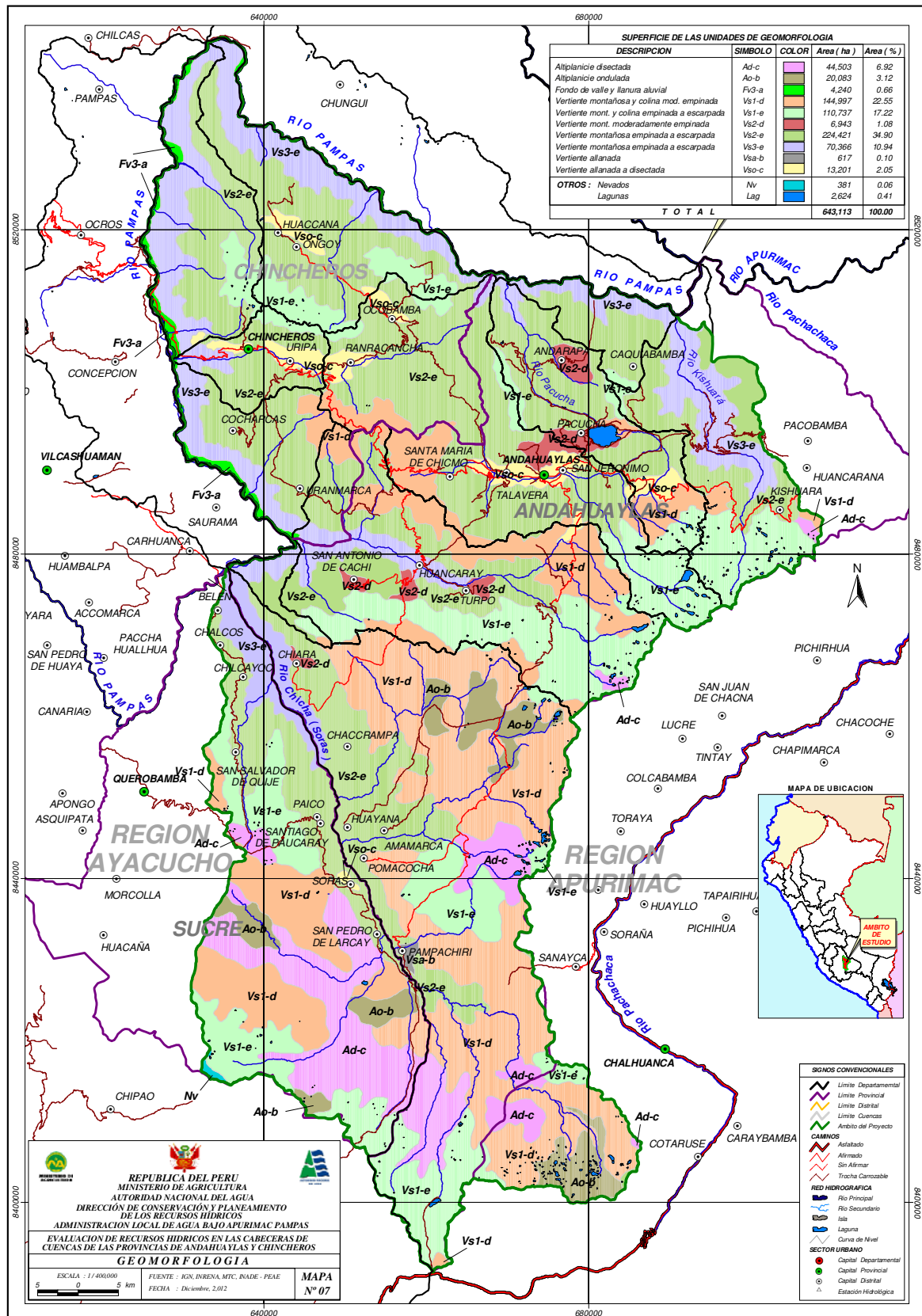
El potencial de estas zonas presenta ciertas limitaciones, principalmente debido a las bajas temperaturas, fuertes pendientes, suelos superficiales y fenómenos de erosión.

En la Tabla N° 3.1 muestra las unidades geomorfológicas identificadas, con sus respectivas áreas y el Mapa de la Figura N° 3.1 se muestra la distribución espacial de estas unidades dentro del ámbito de estudio

Tabla N° 3.1
Superficie de las Unidades Geomorfológicas

DESCRIPCION	SIMBOLO	COLOR	Area (ha)	Area (%)
Altiplanicie disectada	Ad-c		44,503	6.92
Altiplanicie ondulada	Ao-b		20,083	3.12
Fondo de valle y llanura aluvial	Fv3-a		4,240	0.66
Vertiente montañosa y colina mod. empinada	Vs1-d		144,997	22.55
Vertiente mont. y colina empinada a escarpada	Vs1-e		110,737	17.22
Vertiente mont. moderadamente empinada	Vs2-d		6,943	1.08
Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs2-e		224,421	34.90
Vertiente montañosa empinada a escarpada	Vs3-e		70,366	10.94
Vertiente allanada	Vsa-b		617	0.10
Vertiente allanada a disectada	Vso-c		13,201	2.05
OTROS : Nevados	Nv		381	0.06
Lagunas	Lag		2,624	0.41
T O T A L			643,113	100.00

Figura N° 3.1
Superficie de las Unidades Geomorfológicas



1.2. GEOLOGIA

1.2.1. GENERALIDADES

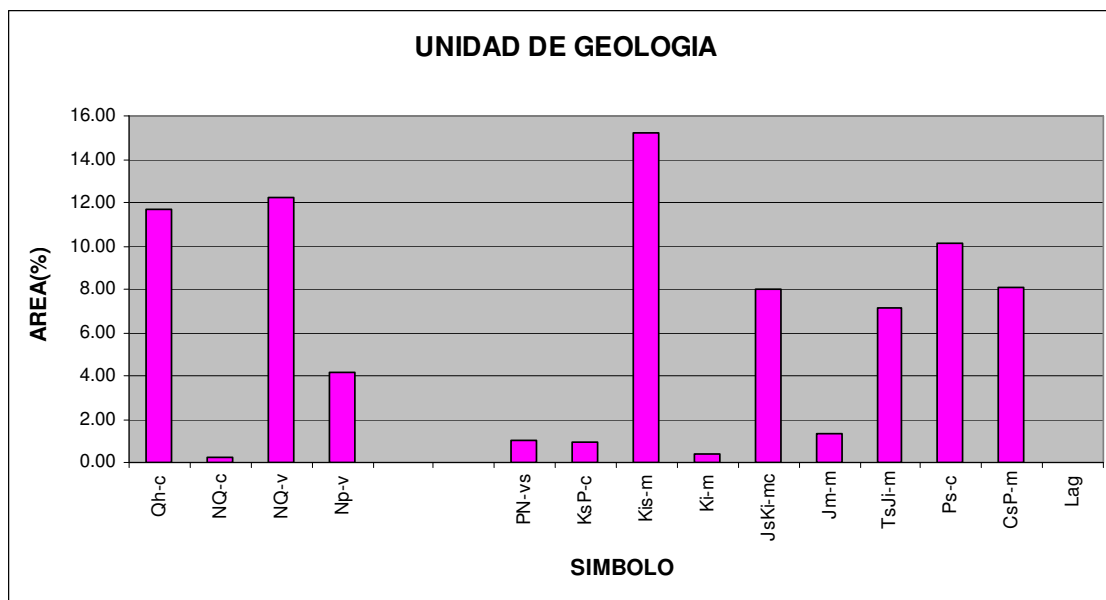
La Geología es la ciencia que estudia la composición, estructura y evolución de la Tierra a lo largo de los tiempos geológicos. Este conocimiento, permite conocer la distribución de las rocas en el espacio y en el tiempo así como su génesis y grado de meteorización, de gran importancia en superficie, por ser base de los diferentes tipos de suelos y la pérdida de estos por erosión, y en profundidad por los yacimientos metálicos y no metálicos que pueden formarse.

La Geología en la cuenca Pampas es variada, se han identificado 19 unidades geológicas, siendo las más representativas: Grupo Cretáceo inferior sup. Marino. (Kis-m) con 97,898 ha, representando el 15.22% del área total del estudio, segundo la formación Neogeno Cuaternario-volcanico (NQ-v) con 78,479 ha, representando el 12.20% del área total del estudio, tercero la formación Cuaternario holoceno-continental (Qh-c) con 75,098 ha, representando el 11.68% del área total del estudio, mismos que se muestran en el Mapa G-06 y las el resumen de las unidades se muestran en los siguientes cuadros.

ERA	SISTEMA	SERIE	SIMBOLO	Area (ha)	Area (%)	UNIDAD INTRUSIVAS	SIMBOLO	Area (ha)	Area (%)
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENA	Qh-c	75,098	11.68				
	NEOGENO	PLEISTOCENA	NQ-c	1,505	0.23				
			NQ-v	78,479	12.20	Neogeno, andesita- riolita,.	N-an/ri	19,862	3.09
			Np-v	26,716	4.15	Neogeno, granodirita-tonalita.	N-gd/to	1,935	0.30
						Batolito de Abancay	PN-gd/to	25,199	3.92
		MIOCENO				Cuerpos Subvolcanicos	P-an/ri	514	0.08
	PALEOGENO	OLIGOCENA	PN-vs	6,806	1.06				
		PALEOCENA	KsP-c	6,246	0.97				
MESOZOICA	CRETACEO	SUPERIOR	Kis-m	97,898	15.22				
		INFERIOR	Ki-m	2,695	0.42				
	JURASICO	SUPERIOR	JsKi-mc	51,580	8.02				
		MEDIO	Jm-m	8,457	1.32				
	TRIASICO	SUPERIOR	TsJi-m	45,765	7.12				
PALEOZOICA	PERMIANO	SUPERIOR	Ps-c	65,247	10.15	Plutones Tardihercinicos	PT-mzg/gr	72,275	11.24
	CARBONIFERO	SUPERIOR	CsP-m	52,081	8.10	Tonalitas y granodioritas paleogenas	P-to/gd	2,133	0.33
OTROS			Lag					2,622	0.41
T O T A L				518,573	80.63			124,540	19.37
								T O T A L	643,113 100.00

FUENTE: EX - ONERN

GRAFICO Nº 3: GEOLOGÍA



UNIDADES : SEDIMENTARIAS, VOLCÁNICAS Y METAMÓRFICAS

DESCRIPCION	SIMBOLO	Area (ha)	Area (%)
Cuaternario holoceno-continental.	Qh-c	75,098	11.68
Neogeno Cuaternario-continental.	NQ-c	1,505	0.23
Neogeno Cuaternario-volcanico.	NQ-v	78,479	12.20
Neogeno plioceno-volcanico	Np-v	26,716	4.15
Paleogeno Neogeno, Volc.Sed.	PN-vs	6,806	1.06
Cretacio sup. Paleogeno, continental.	KsP-c	6,246	0.97
Cretaceo inf.sup.Marino.	Kis-m	97,898	15.22
Cretaceo Inf.Marino.	Ki-m	2,695	0.42
Jurasico sup.-Cretaceo inf.marino-cont.	JsKi-mc	51,580	8.02
Jurasico medio, marino.	Jm-m	8,457	1.32
TriasicoSup,Jurasico inf.marino	TsJi-m	45,765	7.12
Permico superior continental.	Ps-c	65,247	10.15
Carbonifero superior-Permico	CsP-m	52,081	8.10
T O T A L		518,572	80.63

UNIDADES : INTRUSIVAS

DESCRIPCION	SIMBOLO	Area (ha)	Area (%)
Neogeno, andesita- riolita,.	N-an/ri	19,862	3.09
Neogeno, granodirita-tonalita.	N-gd/to	1,935	0.30
Batolito de Abancay	PN-gd/to	25,199	3.92
Cuerpos Subvolcanicos	P-an/ri	514	0.08
Plutones Tardihercinicos	PT-mzg/gr	72,275	11.24
Tonalitas y granodioritas paleogenas	P-to/gd	2,133	0.33
Laguna	Lag	2,622	0.41
T O T A L		124,541	19.37

ERA CENOZOICO

Las unidades del cenozoico corresponden al Paleógeno, Neógeno y Cuaternario, siendo éstas de origen continental en ambientes mayormente fluviales.

En el cenozoico se hacen presentes dos sistemas: el Terciario, que aparece en el sector de selva y el Cuaternario, propio tanto de selva como de sierra. Sus características se explican a continuación:

Depósitos Aluviales, Morrenas, Glaciofluviales, Lacustrinos y Travertinos (Qh-c)

Se encuentra disperso en las partes altas de las Unidades Hidrográficas de Pachuca, Kishuara, Chumbao, HBUancaray y Chicha Soras; pertenece al sistema cuaternario y a la serie Holoceno Continental. Tiene un área de 75,098 Há., que representa el 11.68 % del total del área de la cuenca Pampas;

Depósito Aluvial

Los Depósitos Aluviales están acumulados producto de la erosión de las secuencias cretáceas. Están compuestos de limos y limo arcillas en posición horizontal con niveles que se pueden seguir por varios kilómetros, estos representan periodos climáticos de variada intensidad.

Estos depósitos están constituidos principalmente, por conglomerados, arenas y arcillas con espesores que pueden sobrepasar los 10 metros, teniendo una estratificación lenticular y en algunos casos laminados. Se depositaron en el cuaternario Pleistoceno y cubren considerables extensiones de las cuencas.

Depósitos glaciofluviales

En el área de estudio los depósitos glaciofluviales pleistocénicos, ocupan las partes más bajas del Nevado Apacheta, como consecuencia de la destrucción de morrenas por la acción fluvial; éstos depósitos glaciofluviales ocupan las planicies y quebradas pequeñas, sobre las planicies están constituidos principalmente por los mismos elementos que las morrenas (fragmentos volcánicos en matriz arcillosa); discontinuamente ocurren a manera de terrazas antiguas aisladas; en este caso, su composición es variada (pudiendo existir fragmentos de rocas volcánicas, calizas, areniscas rocas intrusivas y algunas veces pizarras y filitas).

Depósito Lacustrino

Estos depósitos se encuentran sobre las llanuras de inundación, actualmente en proceso de colmatación. Por esta razón, las partes más profundas están conformadas por lodos o arcillas bituminosas gris negras, mientras que superficialmente son arenas en horizontes bien clasificados con costras de arena caliche. En muchos lugares, estos depósitos constituyen yacimientos de materiales evaporíticos de valor económico.

Formación: La Merced, Tulumayo, Cajabamba, Condebamba, Azangaro, Tamborapa (NQ-c)

Se encuentra en las Unidad Hidrográfica Chicha Soras, pertenece al sistema Neogeno, serie Pleistoceno. Tiene un área de 1,505 há., que representa el 0.23 % del total del área de la cuenca Pampas; se encuentra en el Distrito de Huayana, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac.

Sus afloramientos son reconocibles por su morfología suave, formando colinas, que tienen un color beige claro. Se trata de conglomerados poco consolidados, redondeados a sub redondeados, heterométricos y de composición heterogénea con clastos de rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias; están aglutinados por una matriz limo arenosa (fina y gruesa). Se reportan, ocasionalmente, lentes delgados de arena gravosa y limo-arenosa. La estratificación no es conspicua. Su grosor se estima en 200 m.

Grupo Barroso (NQ-v)

Se encuentra disperso en las Unidades Hidrográficas : Chicha Soras y Medio Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Pleistoceno Volcánico. Tiene un área de 78,479 ha., que representa el 12.20 % del total del área del área de estudio;

La Formación consiste en una serie erosionada de andesitas y traquitas, proviene de conos volcánicos por glaciación pre-pleistocénica donde las tobas dominan sobre las lavas. Posteriormente MENDIVIL (1965), eleva la Formación Barroso a la categoría de Grupo, definiéndola como una secuencia que comprende todas las rocas volcánicas posteriores a la Formación Capillune y anteriores a la última glaciación. El Grupo fue dividido en 3 unidades cada una separada por una discordancia son: el volcánico Chilca, el volcánico Barroso y el volcánico Pumpurini. MENDIVIL (1973).

El Grupo Barroso incluye a todas las rocas volcánicas y vulcanoclásticas posteriores al Grupo Sillapaca, y anteriores a la última glaciación pleistocénica; no ha sido posible utilizar las subdivisiones formacionales de MENDIVIL (1973) en base a criterios regionales.

Esta Cordillera tiene dirección NO-SE y se extiende en los Departamentos de Tacna, Moquegua, Arequipa y parte de Ayacucho, constituyendo la Cordillera Volcánica del SO del Perú, pasando por las hojas de Chuquibamba-Cotahuasi terminando su recorrido en el volcán Sara-Sara.

Formaciones: Sencca, Fortaleza, Bosque de Piedras (Np-v)

Se encuentran dispersos en las Unidades Hidrográficas: Chicha Soras y Medio Pampas; pertenece al sistema Neogeno, Serie Pleistoceno Volcánico. Tiene un área de 26,716 ha, que representa el 4.15 % del total del área de la cuenca Pampas;

Las rocas que constituyen esta unidad, son esencialmente piroclásticas, compuestas por tobas dacíticas y riodacíticas cuyo color predominante es el gris, que puede variar a blanco amarillento y rosado

Grupo Tacaza (PN-vs)

Se encuentra en las partes altas de la Unidad Hidrográfica de Chicha Soras; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Oligocena Volcánico Sedimentario; tiene un área de 6,806ha, que representa el 1.06 % del área total.

Newell (1949), denominó Grupo Tacaza a un conjunto de rocas compuestas por basaltos y arcosas en la parte baja y aglomerados de andesita con tobas dacíticas en la parte alta y que afloran en la mina Tacaza, Distrito de Santa Lucía, departamento de Puno.

Este grupo descansa sobre una superficie casi horizontal que se formó sobre los sedimentos Cretáceos y del Terciario inferior que se hallan bien plegados. El Grupo Tacaza está bien expuesto al Norte del cuadrángulo de Cotahuasi. Su litología es muy variada y corresponde mayormente a rocas volcánicas, en especial piroclásticas con algo de sedimentitas. Su espesor llega aproximadamente hasta los 1,500 m.

Formación Huanca (Ksp-c)

Se encuentra en las partes medias de las Unidades Hidrográficas de Huaccana y Huancaray; pertenece al sistema Paleogeno, Serie Paleocena, Cretacio Superior; tiene un área de 6,246 ha, que representa el 0.97% del total del área de la cuenca Pampas.

Nombre dado por Jenks (1948) a una unidad de color rojo compuesta por rocas sedimentarias de naturaleza areniscosa y conglomerádica que descansa en discordancia angular sobre las calizas de Arcurquina. Vargas (1970), señala que la Formación Huanca yace en contacto con la Formación Arcurquina por medio de una falla normal.

Esta Formación se depositó después de un gran levantamiento, el que ocurrió posiblemente durante el Cretáceo superior y que correspondería a la fase Peruana (Steinmann, 1930) que plegó moderadamente a los sedimentos inferiores. Sucede que estas capas rojas en muchos lugares se muestran concordantes y en otros discordantes sobre las rocas cretácicas infrayacentes, no habiéndose plegado en muchos sitios.

ERA MESOZOICO

Las unidades mesozoicas corresponden al Cretáceo, siendo éstas de origen marino, afloran a lo largo de la Faja Subandina, en el piedemonte de la cordillera oriental. En el Mesozoico se ha diferenciado las formaciones Vivian, Chonta, y el grupo Oriente, formando parte de la estratigrafía oriental en la zona de selva alta. También se identifica la formación Huambutio, la cual sólo aflora muy puntualmente al inicio del área de estudio.

Formación Celendín (Kis-m)

Se encuentra disperso en las partes medias a altas de las Unidades Hidrográficas de Kishuara, Pacucha, Chumbao, Huancaray, Chicha Soras y Uranmarca; pertenece al sistema Cretáceo, Serie Superior Marino; tiene un área de 97,898 ha, que representa el 15.22% del total del área en estudio.

En esta formación abundan las margas y lomoarcillitas grises que meteorizan a colores cremas amarillentas, también existen algunos niveles de calizas nodulosas en estratos delgados. En esta unidad abundan los ammonites, bivalvos, gasterópodos, equinodermos, etc).

Formación Pananga (Ki-m)

Se encuentra en la parte media de la Unidad Hidrográfica de Huaccana; pertenece al sistema Creptacio, Serie Inferior Marino; se ubica en el Distrito de Huaccana y Ongoy, Provincia de Chincheros, Región Apurímac; tiene un área de 2,695 ha, que representa el 0.42 % del total del área en estudio.

Denominada como las Calizas Pananga, depositadas directamente sobre el conglomerado Gigantal (Iddings y Olson, 1928). Presenta secuencias de bancos calcáreos claros con tonos grisáceos, asimismo presenta horizontes calcoareníticos fosilíferos y dolomita en bloques exóticos.

Grupo Yura (JsKi-mc)

Se encuentra disperso en la parte media y baja de la Unidad Hidrográfica de Chicha Soras y en las partes media de Chumbao, Pacucha y Kishuara; pertenece al sistema Jurásico, Serie Superior; tiene un área de 51,580 ha, que representa el 8.02% del total del área de la cuenca Pampas.

Formación Socosani (Jm-m)

Se encuentra en la concentrado en la parte media de las Unidades Hidrográficas Chicha Soras, Huancaray y Chumbao; pertenece al sistema Jurásico, Serie Medio; tiene un área de 8,457 ha, que representa el 1.32% del área total.

Grupo Pucara (TsJi-m)

Se encuentra disperso en la parte media de las Unidades Hidrográficas Chumbao, Pacucha y Kishuara y en las partes media altas de chincheros y Uranmarca; pertenece al sistema Triásico, Serie Superior; tiene un área de 45,765 ha, que representa el 7.12% del total del área total.

ERA PALEOZOICO

Las unidades paleozoicas corresponden a rocas del cámbrico, ordovícico, silúrico y devónico de origen marino y continental, conformando el basamento que aflora con gran espesor en la Cordillera Oriental y Faja Subandina.

Grupo Mitu (Ps-c)

Se encuentra disperso en todas las Unidades Hidrográficas, a excepción de la Unidad Hidrográfica Caracha; pertenece al sistema Permiano, Serie Superior; tiene un área de 65,247, que representa el 10.15% del total del área total.

Morfológicamente ha generado relieves suaves conformados por crestas subredondeadas y flancos moderados, consiste en una secuencia de areniscas y conglomerados rojizos. Existe variabilidad en la composición litológica, encontrándose constituida por conglomerados, areniscas y limoarcillitas intercaladas con vulcanitas y piroclásticos de color verdoso a violáceo.

Grupos Ambo - Tarma - Copacabana (CsP-m)

Se encuentra disperso en las Unidades Hidrográficas; Bajo Pampas, Medio Pampas y Torobamba; pertenece al sistema Carbonífero, Serie Superior Pérmico; tiene un área de 52,081 ha, que representa el 8.10% del área total.

El grupo Ambo se caracteriza por presentar una secuencia de areniscas, lutitas carbonosas intercaladas con niveles de carbón y tobas redepositadas. Presenta estratificación tabular a laminar y figuras sedimentarias correspondientes a ondulitas.

El grupo Tarma, consiste en una secuencia de limoarcillitas oscuras, con intercalaciones de areniscas y calizas. Petrográficamente se encuentra constituida por una alternancia de lutitas oscuras y areniscas gris oscuras, intercalándose cuarcitas, areniscas glauconíticas y calizas de color gris.

El grupo Copacabana, consiste de calizas micríticas gris oscuras en estratos tabulares de aproximadamente 1.0 m de grosor, recristalizadas y silicificadas, intercaladas con niveles pelíticos pizarrosos y calcarenitas gris parduscas.

La edad establecida basándose en las evidencias paleontológicas, equivale a la unidad del Paleozoico Superior.

UNIDADES INTRUSIVAS

Riolita y Conglomerados (N-an/ri)

Se encuentra en las partes media baja de Unidades Hidrográficas de Huancaray, Uranmarca y Chincheros; pertenece al sistema Neógeno, Andesita-Riolita; tiene un área de 19,862 ha, que representa el 3.09% del total del área total.

Pertenecientes al grupo Mitu, cuyos afloramientos se levantan con pendientes empinadas a partir de la cota 2,800 m.s.n.m. hacia el Este de la ciudad de Huanta, dejando una escarpa casi vertical con respecto a la superficie inferior de baja pendiente.

Los cursos altos del río Huanta, de la quebrada Ullchuaycco y de otras menores, cortan las rocas del grupo Mitu formando valles angostos y profundos.

Los conglomerados, en general, se caracterizan por englobar a fragmentos redondeados a semiredondeados, de diferente tamaño, de riolita, andesita y cuarcita, en una matriz areno-limosa algo arcillosa, de buena consistencia y color marrón rojiza.

Las riolitas, se presentan en gruesos paquetes con marcada seudoestratificación de rumbo promedio N 45°W y buzamientos que varían de 40 a 60°SW, con textura afanítica a porfirítica, color rosáceo a rojizo y buena tenacidad y consistencia.

Batolito de cordillera blanca (N-gd/to)

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Medio Pampas, en el Distrito de Quishuara, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac; pertenece al Neógeno Granodirita-Tonalita; tiene un área de 1,935 ha, que representa el 0.30 % del área total.

En el área afloran rocas del batolito de la Cordillera Blanca (Neógeno) caracterizado por rocas de carácter ácido (granitos- tonalita) y se considera este magmatismo que se encuentra emplazado paralelo a la zona de subducción. El Grupo Calipuy (Paleógeno-Neógeno) consiste de una serie de productos lávicos y piroclásticos emitidos por centros volcánicos de composición intermedia a ácida (andesitas basálticas a dacitas), dichas rocas son de naturaleza calcoalcalina a medianamente potásica El Grupo Goyllarisquiza (Cretáceo Inferior) consistente de calizas, areniscas, cuarcitas y pelitas, asociadas a lentes de carbón. (Wilson, J, et al., 1967 y Cobbing, J et al., 1996).

Batolito de Abancay (PN-gd/to)

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, Medio Pampas y Bajo Pampas, en el Distrito de Quishuara, San Jerónimo, Andahuaylas, Tumay y Huaraca, Provincia Andahuaylas, Región Apurímac; tiene un área de 25,199 ha, que representa el 3.92% del área total.

En el área ocurre una secuencia de sedimentario (Calizas, gris, margas), que pertenecen a la formación ARCURQUINA de rumbo NE Y buzamientos E – SE tectónicamente contactos litológico se encuentran las rocas ígneas del batolito de Abancay.

Las calizas ARCURQUINA morfológicamente en el área nos ofrece un paisaje muy agreste y son los afloramientos de mayor altitud en el área, con formaciones de escarpas muy abruptas. La estratificación es poco definido.

Intrusivos Menores (P-an/ri)

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras, en el Distrito de Pampachiri, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac. Son cuerpos sub volcánicos; tiene un área de 514 ha, que representa el 0.08% del área total.

Se designa así a un conjunto de diferentes cuerpos intrusivos que se ubican en la zona alta de la cordillera, aparentemente sin guardar relaciones directas entre uno y otro. Estos cuerpos han producido un metamorfismo de contacto con presencia de una amplia aureola de metamorfismo, donde algunos cuerpos intrusivos han mineralizado con vetas y cuerpos auríferos.

Según las clasificaciones de Irwin y Baragar (1971) y Kuno (1968) están caracterizados en el dominio calco-alcalino. Sus facies son variadas, constituyendo dioritas, granodioritas y granitos, sus texturas van de grano grueso a medio, son de colores claros, y no presentan foliación. Conforman mayormente las cumbres de la cordillera oriental, pero sus crestas se alinean en dirección a la zona subandina.

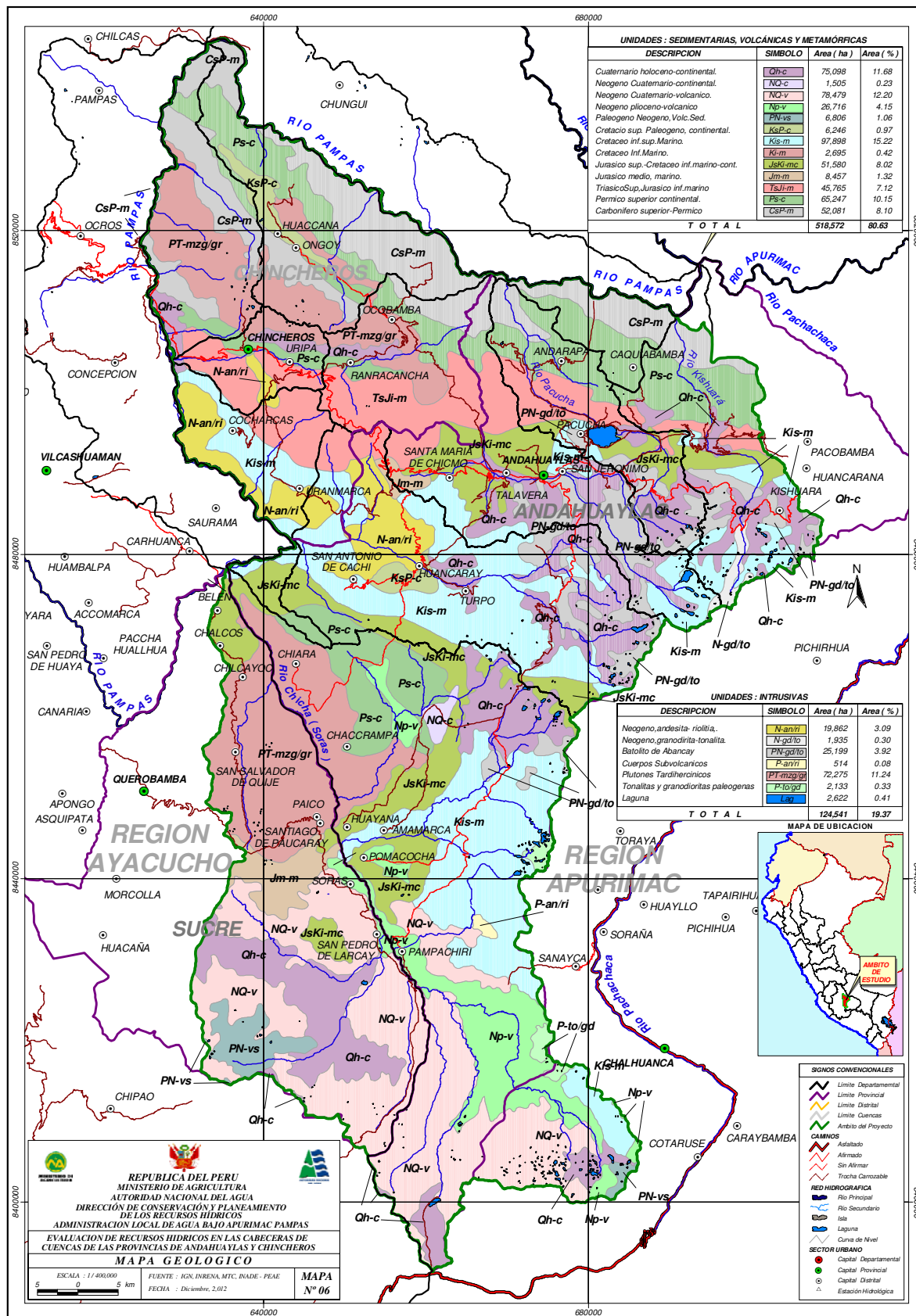
Complejo Querobamba (PT-mzg/gr)

Se encuentra en la Unidad Hidrográfica Chicha Soras y Medio Pampas; son Plutones tardihercínicos; tiene un área de 72,275 ha, que representa el 11.24% del área total.

Plutones Tarma Carrizal (P-to/gd)

Se encuentra en las Unidades Hidrográficas Chicha Soras y Bajo Pampas, en los Distritos de Pacobamba, Pomacocha, Pampachiri, Provincia de Andahuaylas, Región Apurímac; son Tonalita y Granodioritas Paleocegenas; tiene un área de 2,133 ha, que representa el 0.33% del total del área del estudio.

Figura N° 3.2
Superficie de las Unidades Geológicas



1.3. COBERTURA VEGETAL

1.3.1. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES

Dentro del ámbito de estudio se pueden diferenciar hasta 9 unidades de Cobertura Vegetal, siendo las unidades predominantes : Pajonal / Césped de puna con una superficie 272,776 ha, que representa el 42.41% del ámbito de estudio y Matorrales con una superficie 255,278 ha, que representa el 39.69% del ámbito de estudio.

Bosque seco de valles interandinos : (Bs vi)

Esta unidad ocupa una superficie de 25,364 ha, representando el 3.94 % del área total del ámbito de estudio, se puede localizar en la parte baja de la margen derecha del río Pampas, desde su confluencia con el río Chicha hasta entregar sus aguas al río Apurímac.

Se caracteriza por la presencia de árboles de porte bajo (5-8 m), de fuste irregular o tortuoso con follaje disperso, la mayoría caducifolios. Las especies más representativas son: Capparis, Eritheca Ruizii, Cactaceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminales de vida efímera.

Bosque húmedo de montaña (Bh-m)

Esta unidad ocupa una superficie de 17,192 ha, representando el 2.67% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en la parte media de las cuencas Uranmarca, Chincheros, Suyroruyoc, Huaccana, Chumbao, Pacucha y Kishuará.

Se encuentra en el bosque lluvioso poco estudiado, son indicadores los géneros: Weinmanía, Cletra, Myrica, Myrsine, Aralia, Escallonia, Podocarpus, Alnus, Clusia, etc.

Este ecosistema boscoso forma parte del macizo oriental andino, ubicado a continuación del sistema de colinas, comprendido entre los 900 y 3,650 m.s.n.m. (límite inferior del pajonal de puna).

La fisonomía y composición florística de este bosque son variables a lo largo de su amplio rango altitudinal. Al ascender de un nivel altitudinal a otro, la composición florística del bosque se hace menos diversa, el porte de los árboles se ve reducido.

En las estribaciones bajas, es decir, por debajo de los 1500 msnm se encuentran las siguientes familias: Anacardiaceae (Spondias mombin), Annonaceae (Guatteria sp, Xylopia sp), Apocynaceae (Aspidosperma sp, Couma sp), Bignoniaceae (Jacaranda copaia, Tabebuia sp), Bombacaceae (Chorisia sp, Ceiba sp, Quararibea sp), Chrysobalanaceae, Vochysiaceae, Euphorbiaceae (Hevea sp), Lauraceae (varias especies), Lecythidaceae (Couratari), Leguminosae (Cedrelinga catenaeformis, Dipteryx micrantha, Inga spp, Erythrina, Ormosia sp, Pithecellobium, Hymenaea oblongifolia, Melastomataceae (Clidemia, Tococa guianensis), Meliaceae (Cedrela, Guarea), Moraceae (Brosimum, Cecropia sciadophylla, Ficus spp, Pourouma guianensis), Myristicaceae (Virola, Iryanthera), Myrsinaceae (Rapanea), Myrtaceae (Eugenia), etc. Se incluyen asimismo, algunas palmeras, tales como: Astrocaryum, Geonoma, Iriarte, Socratea y Euterpe, entre las más importantes.

En las estribaciones altas, sobre los 1500 msnm, se tiene entre las más comunes a las siguientes familias: Annonaceae (Guatteria), Araliaceae (Oreopanax), Burseraceae (Protium), Cunoniaceae (Weinmania), Melastomaceae (Miconia), Meliaceae (Guarea), Moraceae (Cecropia, Ficus, Pourouma), Musaceae (Heliconia), Myricaceae (Myrica pubescens), Myrsinaceae (Rapanea, Myrsine), Myrtaceae, Papaveraceae (Bocconia), Piperaceae, Podocarpaceae (Podocarpus), Guttiferae (Clusia), Saxifragaceae (Escallonia), Rosaceae (Polylepis), etc. También se observan algunos helechos arbóreos (Sphacopteris).

Matorrales (Ma)

Esta unidad ocupa una superficie de 255,278 ha, representando el 39.69% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en la parte media a baja de la cuenca de Chicha, Huancaray, Chumbao, Pacucha y Kishuara, así mismo, ocupando casi toda la provincia de Chincheros.

Son comunidades arbustivas desde ambientes secos hasta húmedos; las especies más representativas son: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *Tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*.

Están formados por especies vegetales propias de ambientes húmedos de carácter permanente.

Un matorral está constituido por plantas leñosas arbustivas de menos de 5 metros de altura. La vegetación puede ser de tipo deciduo o siempre verde, se ubica en ambos márgenes del río Pampas, desde el puente Rumichaca (Unidad Hidrográfica Alto Pampas) y en la Unidad Hidrográfica Caracha desde la unión de los ríos Urabamba y Caracha, hasta la desembocadura en el río Apurímac. Se ubica en las Unidades Hidrográficas Medio y bajo Pampas.

Pajonal de puna (Pj pu)

Esta unidad ocupa una superficie de 11,908 ha, representando el 1.85% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en las cabeceras de las cuencas de Chincheros, Suyruyoc, Río Blanco, Pulcay y Huaccana, y en la parte alta del distrito de Ranracancha, en Andahuaylas.

Este tipo de vegetación está dominado por plantas herbáceas pequeñas alto andinas, hasta de un (1) metro de alto, con hojas punzocortantes, entre las que destacan la *Stipa plumosa*, *Festuca orthophylla*, que son apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema.

Por lo general se encuentra ubicado en zonas adyacentes a los pajonales así como en la zona homogénea con los bofedales, y se caracteriza por desarrollarse en suelos fértiles, profundos, semihúmedos y franco a franco arcillosos. Este tipo de vegetación constituye una importante fuente forrajera para la ganadería de alpacas y ovinos. En la zona se registran índices de un bajo vigor en las plantas, lo que demuestra que este tipo de vegetación tiene signos de sobrepastoreo, así como de retrogresión debido a la presencia de la especie *Tetraglochim alatum* (G. ex H. & A.) Kuntze.

Pajonal / Césped de puna (Pj/Cp)

Esta unidad ocupa una superficie de 272,776 ha, representando el 42.41% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en las partes media a altas de las cuencas de Chicha, Huancaray, Chumbao, Pacucha, Kishuara, y Uranmarca.

Se caracteriza por densas agrupaciones en matas de gramíneas altas de hojas duras, conocidas con el nombre común de "ichu", cuyas especies predominantes son *Stipa plumosa*, *Festuca orthophylla*, *Stipa ichu*. Generalmente, la distribución de estos pajonales está influenciada por las zonas agroecológicas. Todas estas especies indicadoras de pajonales se encuentran en diferentes zonas homogéneas de producción; es decir, en cerro, ladera y pampa, razón por la cual este tipo de vegetación se considera de gran valor forrajero para la alimentación principalmente de la ganadería de llamas. Se desarrolla con un bajo vigor y con signos de sufrir un sobrepastoreo, donde existen asociaciones con buenas características forrajeras. Las áreas de pajonales están localizadas en todas las Unidades Hidrográficas.

Herbazal de tundra (Ht)

Esta unidad ocupa una superficie de 12,483 ha, representando el 1.94% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en las partes altas de las cuencas de Chicha, Huancaray, Chumbao y Kishuara.

Son herbáceas de poco desarrollo, se ubican sobre los 4500 msnm, son de pastoreo restringido, limitado a camélidos sudamericanos como la vicuña y la alpaca.

Se distribuye en las partes más altas, sobre el Pajonal y el Césped de puna, es decir sobre los 4,300 msnm.

La vegetación se caracteriza por su poco desarrollo y poca diversidad florística, debido a las condiciones extremas del clima, La vegetación escasa y dispersa, crece sobre áreas de suelos superficiales, zonas pedregosas y con afloramientos líticos, que son las condiciones edáficas y topográficas que se caracterizan la tundra. Entre los géneros más representativos se puede encontrar son los siguientes: Calamagrostis, Pycnophyllum, Alchemilla, Lysipomia, Distichia, Ourisia y Oreobulus, entre otros.

Debido a las características climáticas, edáficas y topográficas extremas, estas áreas no son aptas para la agricultura ni la ganadería.

Se ubica en todas las partes altas de las Unidades Hidrográficas, bordeando el límite de la cuenca, a excepción de la Unidad Hidrográfica Torobamba.

Bofedales (Bo)

Esta unidad ocupa una superficie de 25,714 ha, representando el 4.00% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en las partes altas de las cuencas de Chicha, Huancaray, Chumbao, Pacucha y Kishuara.

Son herbáceas de piso, pegadas al ras del suelo, dominada por Juncacea, Distichia muscoides en menor proporción; los géneros Poa, Lucilia Scirpus, principal fuente forrajera para los camélidos sudamericanos.

Están formados por especies vegetales propias de ambientes húmedos de carácter permanente. En este tipo de pastizal predomina la especie Distichia muscoides Nees y Meyen, así como especies de los géneros Plantago, Scirpus y Oxycloe. Este tipo de vegetación es considerada como una de las mejores fuentes forrajeras alimenticias para el ganado, por esa razón muchos ganaderos de la zona destinan este tipo de vegetación al pastoreo de las alpacas, ya que ofrece un forraje succulento y con alto valor nutritivo entre los pastos nativos.

Se caracteriza por estar siempre verde durante el año y en crecimiento constante, constituyendo la fuente básica de alimentación natural del ganado. Entre las especies más comunes se distinguen: "totorilla" Scirpus rigidus o Juncus sp. e Hipochoeris sp, en los sitios con drenaje y en los mejor drenados figuran Alchemilla sp., Muhlenbergia ligularis, Calamagrostis sp., Stipa sp., Festuca dolichophylla, "cola de ratón", Carex sp. y Poa sp.

Estos bofedales son pastoreados intensamente por el ganado ovino y vacuno principalmente, lo que conlleva a la desaparición de muchas especies valiosas para el ganado, las mismas que son reemplazadas por otras poco aceptables por el ganado, convirtiéndose en un pastizal natural pobre.

Las áreas de bofedales están localizadas desde los 4,400 m.s.n.m., hasta los 5,100 m.s.n.m., de todas las Unidades Hidrográficas.

Tierras alto andinas sin vegetación (Al sv)

Esta unidad ocupa una superficie de 12,937 ha, representando el 2.01% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en las partes altas de las cuencas de Chicha, parte de la provincia de Sucre y en la cabecera de la cuenca de Huancaray, entre los 4,550 msnm. y 5,000 m.s.n.m..

Son áreas alto andinas sin vegetación, con influencia de glaciares.

Tierras alto andinas con escasa y sin vegetación (Al E/Sv)

Esta unidad ocupa una superficie de 6,563 ha, representando el 1.02% del área total del ámbito de estudio, se le puede localizar en forma dispersa en las partes media y altas de la cuenca de Chicha.

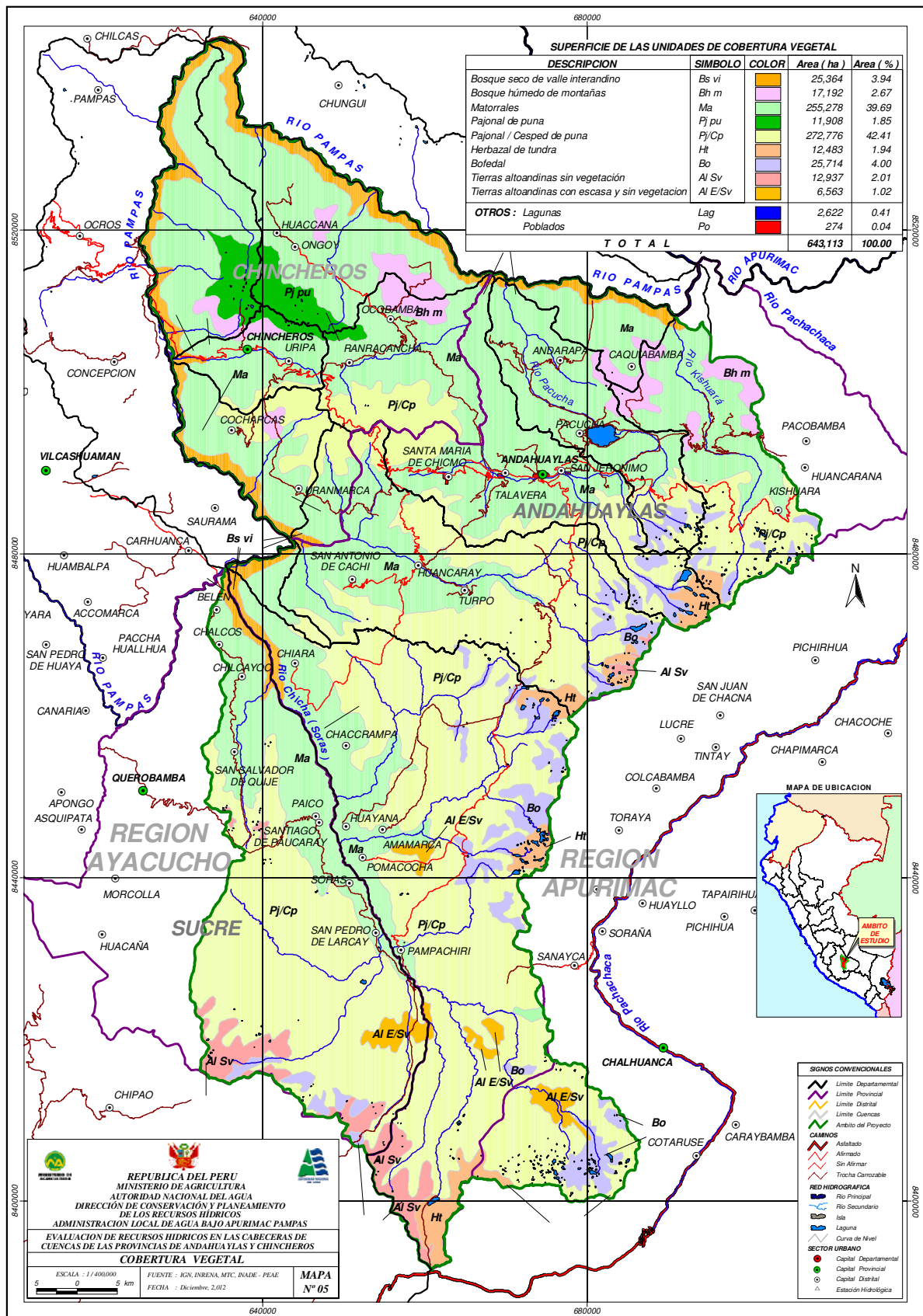
Son áreas alto andinas con predominio de afloramientos rocosos sobre la vegetación, estas áreas se encuentran localizadas en las porciones más elevadas del macizo andino, producto de limitaciones edáficas y del clima, que limitan el desarrollo de una cubierta vegetal.

En el Tabla N° 3.3 se muestra la superficie de las unidades de cobertura vegetal y el Mapa de la Figura N° 3.3 se muestra la distribución espacial de estas unidades dentro del ámbito de estudio.

Tabla N° 3.3
Superficie de las Unidades de Cobertura Vegetal

DESCRIPCION	SIMBOLO	COLOR	Area (ha)	Area (%)
Bosque seco de valle interandino	Bs vi		25,364	3.94
Bosque húmedo de montañas	Bh m		17,192	2.67
Matorrales	Ma		255,278	39.69
Pajonal de puna	Pj pu		11,908	1.85
Pajonal / Césped de puna	Pj/Cp		272,776	42.41
Herbazal de tundra	Ht		12,483	1.94
Bofedal	Bo		25,714	4.00
Tierras altoandinas sin vegetación	Al Sv		12,937	2.01
Tierras altoandinas con escasa y sin vegetación	Al E/Sv		6,563	1.02
OTROS : Lagunas	Lag		2,622	0.41
Poblados	Po		274	0.04
T O T A L			643,113	100.00

Figura N° 3.3
Superficie de Cobertura Vegetal



1.4. CAPACIDAD DE USO MAYOR

1.4.1. Generalidades

Teniendo como información básica el aspecto edáfico precedente, es decir la naturaleza morfológica, física y química de los suelos identificados, así como el ambiente ecológico en que se han desarrollado, se ha determinado la máxima vocación de las tierras y con ello las predicciones de su comportamiento.

Esta sección constituye la parte interpretativa del estudio de suelos, en la que se suministra al usuario la información que expresa el uso adecuado de las tierras para fines agrícolas, pecuarios o de protección, así como las prácticas de manejo y conservación que eviten su deterioro.

El sistema de clasificación empleado es el de Capacidad de Uso Mayor, establecido en el Reglamento de Clasificación de Tierras, según D.S. N° 0062/75-AG, del 22 de enero de 1975 y su ampliación establecida por ONERN, así como las correcciones de los años 1980 y 2002.

El Sistema de Clasificación de Tierras según su Capacidad de Uso Mayor es un ordenamiento sistemático, práctico e interpretativo de gran base ecológica que agrupa a los diferentes suelos con la finalidad de mostrar sus usos, problemas o limitaciones, necesidades y prácticas de manejo adecuadas. Esta clasificación proporciona un sistema comprensible, claro, de gran valor y utilidad a las normas de conservación del suelo

El Sistema de Clasificación según su Capacidad de Uso Mayor establece tres categorías : Grupo, Clase y Subclase,

GRUPO

Esta categoría representa la más alta abstracción, agrupando tierras de acuerdo a su máxima vocación de uso. El sistema considera cinco grupos de capacidad de uso mayor:

- | | |
|--|---|
| o Tierras aptas para cultivo en limpio | A |
| o Tierras aptas para cultivo permanente | C |
| o Tierras aptas para pastos | P |
| o Tierras aptas para producción forestal | F |
| o Tierras de protección | X |

CLASES

Es una categoría establecida sobre la base de la calidad agrológica del suelo y que refleja la potencialidad y grado de amplitud de las limitaciones para uso agrícola. Es la síntesis que comprende la fertilidad, condiciones físicas del suelo, relaciones suelo-agua y las características climáticas dominantes. Se consideran tres clases de capacidad de uso:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| o Clase de calidad agrológica alta | 1 |
| o Clase de calidad agrológica media | 2 |
| o Clase de calidad agrológica baja | 3 |

SUBCLASE

Categoría establecida en función de los factores limitantes y riesgos que restringen el uso del suelo por largo tiempo. Se han reconocido seis factores limitantes;

- o Limitación por suelo s
- o Limitación por inundación i
- o Limitación por topografía - erosión e
- o Limitación por drenaje w
- o Limitación por clima c

En el presente estudio se ha considerado conveniente agrupar las tierras hasta el nivel de subclase de capacidad de uso mayor constituyendo estas las unidades de tierra.

1.4.2. Descripción de las Unidades

Dentro del ámbito de estudio se pueden diferenciar 12 unidades de Capacidad de Uso Mayor de tierras, siendo las unidades predominantes : Pastoreo de Páramo con calidad agrológica media, con imitaciones por suelo y clima, asociado a tierras de protección con limitaciones de suelo y erosión (P2sc-Xse) abarcando una superficie 309,756 ha, que representa el 48.17% del ámbito de estudio; otra unidad predominante son suelos de protección con limitaciones de suelo y erosión, asociado a suelos para Pastoreo de Páramo con calidad agrológica baja, con imitaciones por suelo, erosión y clima, y con suelos con aptitud para cultivos en limpio con calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima (Xse-P3sec.A3sec), abarcando una superficie 156,771 ha, que representa el 24.38% del ámbito de estudio.

Pastoreo - Protección : (P2sc - Xse)

Esta unidad se encuentran en todo el ámbito de estudio, principalmente bordeando las estribaciones de la cuenca Chicha y en la parte baja del río pampas hasta la provincia de Chincheros y en las cabeceras de las cuencas de Kishuara, Chumbao, Pacucha y Huacaray, ocupando una .superficie de 309,756 ha, que representa el 48.17 % del área total del ámbito de estudio, comprendido desde los 1,250 hasta los 4,650 m.s.n.m., es una unidad asociada, en una proporción de 70 – 30, respectivamente.

Son suelos aptas para Pastos de páramo, de calidad agrológica Media, con limitaciones por suelo y clima, referida a la presencia de bajas temperaturas, asociado con suelos de Protección, por suelo y erosión.

Entre los principales pastos tenemos: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovata, Festuca Orthophylla.

Pastoreo - Protección : (P2se-Xse)

Esta unidad se encuentra principalmente en la cuenca de Chicha, en la parte colindante con la cuenca de Huancaray, ocupando una .superficie de 34,556 ha, que representa el 5.37 % del área total del ámbito de estudio, comprendido desde los 3,850 hasta los 4,275 m.s.n.m., es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 20, respectivamente.

Son suelos aptos para pastos de páramo, de calidad agrológica Media, con limitaciones por suelo y erosión, asociado con suelos de Protección por suelo y erosión.

Los principales pastos son: Festuca sp, Bromus sp, Poa sp, Muhlenbergia sp, Trifolium sp, Vicia sp, Eragrostis Gilgiane sp, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovaca.

Pastoreo - Protección : (P3sec - Xse)

Esta unidad se encuentran en las cabeceras de las cuencas de Kishuara, Chumbao, Huancaray y Chicha, ocupando una superficie de 34,789 ha, que representa el 5.41 % del área total del ámbito de estudio, comprendido desde los 2,750 hasta los 4,600 m.s.n.m., es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 20, respectivamente.

Son suelos aptos para Pastoreo de páramo, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima, referida a la presencia de bajas temperaturas, asociado con suelos de Protección por suelo y erosión (topografía muy accidentada).

Entre los principales pastos tenemos: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrostis Cephalanta, Calamagrostis Ovata, Festuca Orthophylla;

Protección - Cultivos Permanentes - Cultivos en Limpio : Xse-C3sc (r)-A3se(r)

Esta unidad es asociada, presenta una proporción de 75 - 15 - 10, respectivamente, ocupando una superficie de 9,601 ha, que representa el 1.49 % del área total del ámbito de estudio, comprendido desde los 1,300 hasta los 3,500 m.s.n.m.; esta unidad se encuentra en la cuenca de Kishuara.

Son suelos de protección por suelo y erosión, aptos para cultivos permanentes de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, clima y riego, asociado con suelos aptos para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y riego.

Protección - Producción Forestal : Xse - F3se

Esta unidades se encuentra en el Bajo Pampas, antes de entregar sus aguas al río Apurimac, con un superficie de 463 ha, que representa el 0.07% del ámbito de estudio, comprendido entre los 1,000 y los 2,000 m.s.n.m., es una unidad asociada, en una proporción de 70 - 30, respectivamente.

Son suelos de protección por suelo y erosión, aptos para producción forestal, de calidad agrológica Baja, con limitaciones por suelo y topografía por riesgo de erosión hídrica.

Protección - Pastoreo : (Xse - P3se)

Esta unidades se encuentra en la parte media de la cuenca de Chicha, distrito de Huayana, con un superficie de 5,653 ha, que representa el 0.88% del ámbito de estudio, comprendido entre los 3,000 y los 4,000 m.s.n.m., donde los pastos predominantes son: Festuca Bromus; Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Giliane, Camagrostis Cephalanta, Camagrostis Ovata, Festuca Orthophylla. Es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 20, respectivamente.

Son suelos de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y clima.

Protección - Pastoreo : (Xse - P3sec)

Se ubica en las partes altas de la cuenca Chicha, en la parte correspondiente de la provincia de Sucre y el distrito de Pampachiri en Andahuaylas, con una superficie de 4,426 ha, que representa el 0.69% del ámbito de estudio, comprendido entre los 4,000 y los 4,500 m.s.n.m., esta es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 20, respectivamente.

Esta conformada por suelos de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo con calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, topografía por riesgo de erosión hídrica y clima, por la incidencia de bajas temperaturas.

Los principales pastos que se adaptan a esta unidad son: Festuca, Bromus, Poa, Mulenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis Gilgiani, Calamagrotis Cephelanta, Calamagrosti Ovata, Festuca Orthophylla.

Protección - Pastoreo - Cultivos en Limpio : (Xse - P3se - A3se)

Se ubican en las partes altas de las cuencas de Suyroruyocc, Río Blanco, Chullama, Pulcay y Chincheros, colindante con Chumbao y Huaccana, y en las partes altas de los distritos de Huaccana, Ongoy, Ocobamba, en Chicheros y Huayana y Pomacocha, en Andahuaylas, con una superficie de 22,707 ha, que representa el 3.53% del ámbito de estudio, comprendido entre los 3,500 y los 4,000 m.s.n.m.; esta es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 15 - 05, respectivamente.

Esta conformada principalmente por tierras de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y topografía por riesgo de erosión hídrica, asociada a suelos aptos para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y topografía por riesgo de erosión.

Los pastos predominantes que se adaptan a esta unidad son : Festuca olicophilla, Camagrostis ovata, Calamagrosti etherophilla, Alchemilla innata, Muhlenbergia ligularis, Eragrostis sp;

Protección - Pastoreo - Cultivos en Limpio : (Xse - P3se - A3sec)

Se Ubican en las estribaciones montañosas de la cuenca de Chicha, con una superficie de 13,331 ha, que representa el 2.07% del ámbito de estudio, comprendido entre los 3,000 y los 3,800 m.s.n.m., esta es una unidad asociada, en una proporción de 80 - 15 - 05, respectivamente.

Esta conformada principalmente por tierras de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y topografía por riesgo de erosión hídrica, asociada a suelos aptos para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, topografía por riesgo de erosión y clima.

Los principales pastos que se adaptan a esta unidad son : Festuca Olicophilla, Poa Equigluma, Calamagrosti Ovata, Calamagrostis Heterophilla, Alchemilla Innata, Mulenbergia Ligularis, Eragrostis sp. Cultivo de maca.

Protección - Pastoreo - Cultivos en Limpio : Xse-P3sec-A3sec

Se ubica en las partes medias de las cuencas de Chicha, Huancaray, Pacucha, Kishuara, Uranmarca, Soyroruyocc, Río Blanco, Pulcay y Huaccana, y en las partes altas de Kaquiabamba y Chincheros; comprendido entre los 2,500 hasta los 4,000 m.s.n.m.; ocupando una extensión de 156,771 ha, que representa 24.38% del ámbito de estudio; es una unidad asociada, en una proporción de 75 - 15 - 10, respectivamente.

Los pastos predominantes son: Festuca, Bromus, Poa, Muhlenbergia, Trifolium, Vicia, Eragrostis gilgiani, Calamagrotis cepelanta, Calamagrotis ovata, Festuca orthophylla.

Son tierras de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima, asociado a suelos aptos para cultivos en limpio, de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo, erosión y clima.

Protección-Pastoreo - Cultivos Permanentes: Xse-P3s (t)-C3se

Estas tierras se ubican en las parte baja del río Pampas, desde la cuenca Chumbao hasta entregar sus aguas al río Apurímac, así mismo se ubican en las partes bajas de las cuencas de Chumbao, Pacucha, Kaquiabamba y Kishuara; comprendido entre los 1,200 hasta los 3,200 m.s.n.m.; ocupando una extensión de 34,393 ha, que representa 5.35% del ámbito de estudio; es una unidad asociada, en una proporción de 50 - 25 - 25, respectivamente.

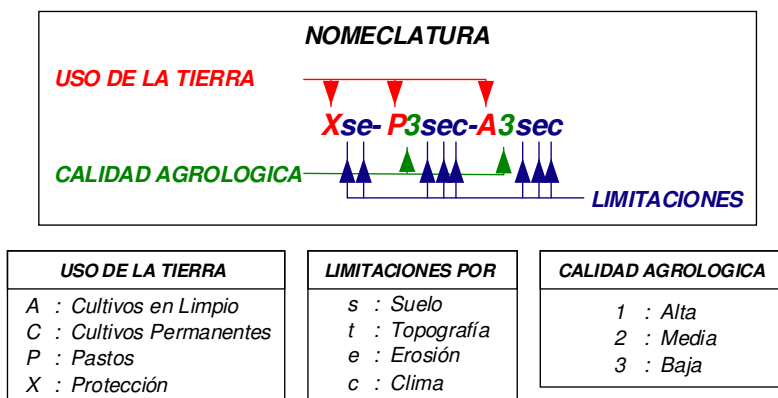
Los pastos predominantes son: *Bromus* sp, *Poa* sp, *Camagrostis* sp, *Bidens* sp, *Chloris* sp.

Son tierras de protección por suelo y erosión, aptos para pastos de páramo, de calidad agrológica baja, con limitaciones por suelo y topografía, asociado a cultivos permanentes de calidad agrológica baja con limitaciones de suelo y clima.

Protección : Xse

Esta unidades se encuentra en la parte alta de la cuenca de Chicha, en la parte correspondiente de la provincia de Sucre en Ayacucho, y los distritos de Pampachiri, Pomacocha y Tumay Huaraca en la provincia de Andahuaylas, con un superficie de 13,769 ha, que representa el 2.14% del ámbito de estudio, comprendido entre los 3,000 y los 4,000 m.s.n.m., presenta una proporción de 100 %,.

Agrupar las Tierras de Protección de la zona de vida nival, propia de las partes más elevadas mayor a los 4,500 msnm. Esta unidad de tierras involucra no sólo las áreas de nivales, sino el escenario glaciar comprendido por áreas denudadas, escombros, entre otros. Su importancia radica en constituir un valioso regulador y de suministro de agua del sistema fluvial. Además, presentan un gran valor desde el aspecto escénico y turístico. El siguiente esquema muestra la nomenclatura de las unidades de capacidad de uso mayor de las tierras.

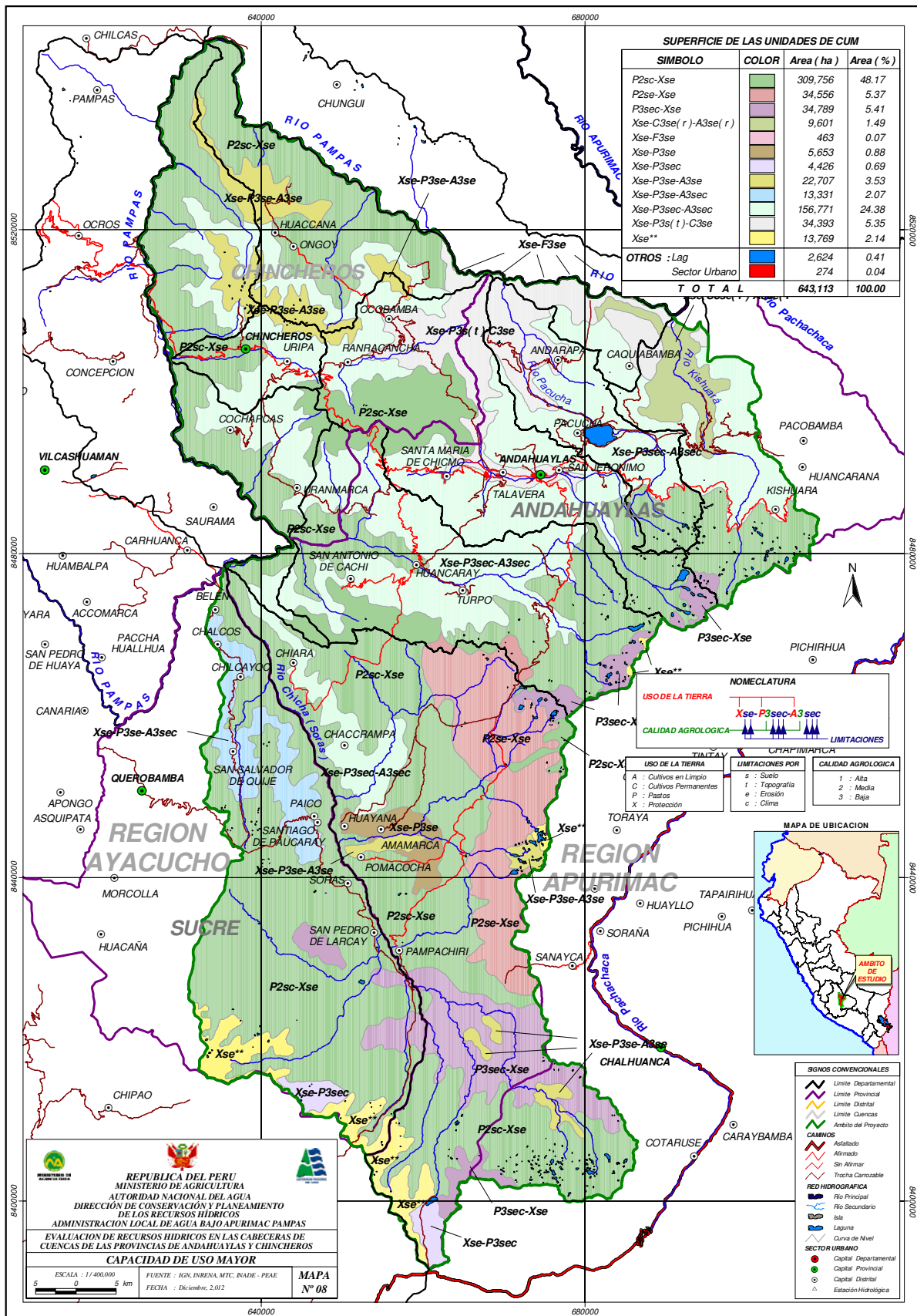


En la Tabla N° 3.4 se muestra las unidades de capacidad de uso mayor de tierras, con sus respectivas áreas y el Mapa de la Figura N° 3.4 se muestra la distribución espacial de estas unidades dentro del ámbito de estudio.

Tabla N° 3.4
Unidades de Capacidad de Uso Mayor

SIMBOLO	COLOR	Area (ha)	Area (%)
<i>P2sc-Xse</i>		309,756	48.17
<i>P2se-Xse</i>		34,556	5.37
<i>P3sec-Xse</i>		34,789	5.41
<i>Xse-C3se(r)-A3se(r)</i>		9,601	1.49
<i>Xse-F3se</i>		463	0.07
<i>Xse-P3se</i>		5,653	0.88
<i>Xse-P3sec</i>		4,426	0.69
<i>Xse-P3se-A3se</i>		22,707	3.53
<i>Xse-P3se-A3sec</i>		13,331	2.07
<i>Xse-P3sec-A3sec</i>		156,771	24.38
<i>Xse-P3s(t)-C3se</i>		34,393	5.35
<i>Xse**</i>		13,769	2.14
OTROS :Lag		2,624	0.41
Sector Urbano		274	0.04
T O T A L		643,113	100.00

Figura N° 3.4
Superficie de la Capacidad de Uso Mayor



1.5. ECOLOGIA

1.5.1. GENERALIDADES

El sistema Holdridge es único en su clase por ser un sistema estrictamente ecológico de alcance mundial. La clasificación que abarca no puede y no debería tratar de compararse con otras clasificaciones de clima o de vegetación, las cuales, son mayormente descriptivas.

Esta clasificación se distingue porque define cuantitativamente la relación que existe en el orden natural entre los factores principales del clima y la vegetación. Los factores climáticos - biotemperatura, precipitación y humedad ambiental- al actuar en forma integral, se consideran como los factores independientes o primordiales, mientras que los factores bióticos, manifestados conjuntamente en la fisonomía, la complejidad y las formas biológicas de la comunidad natural, se toman como esencialmente dependientes; es decir, subordinados a la acción del clima sobre el ecosistema en cualquier parte del mundo.

Por eso, en la actualidad se da preferencia al nombre de Zona de Vida, aunque este término es, con obvias limitaciones semánticas, intercambiable con el de formación vegetal o formación. Así, el Mapa Ecológico delineado sobre las bases de la vegetación natural y del clima, indica también la distribución geográfica de las Zonas de Vida con todas sus implicaciones motivadas por las relaciones de tales factores con el ambiente físico y con el reino animal, inclusive el hombre y sus manifestaciones culturales.

Después de varios años de observaciones en el campo, se acumuló una evidencia positiva para afirmar que tales deducciones fueron generalmente correctas, y que la "formación vegetal" definida por Holdridge, es esencialmente equivalente a lo que se puede llamar una "Zona de Vida", o sea la división mas grande del ambiente climático que ejerce una influencia dominante sobre el ecosistema. (Plan de manejo y estudios de factibilidad del programa ambiental de la cuenca del Río Rímac, 1998).

1.5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS UNIDADES

De acuerdo al Sistema de Clasificación de Zonas de Vida propuesto por el Dr. Leslie Holdridge, dentro del ámbito de estudio se han identificado nueve (9) formaciones ecológicas cuya clasificación se muestra en la Tabla N° 3.5. El Mapa de la Figura N° 3.5, se muestra su distribución espacial dentro del ambito de estudio

Las unidades predominantes son : Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh-MS) abarcando una superficie 256,107 ha, que representa el 39.82 % del ámbito de estudio, seguido de . Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh-SaS), con una superficie de 214,038 ha, que representa el 33.28 % del ámbito de estudio.

Bosque húmedo - Montano Subtropical (bh - MS)

Esta unidad ocupa una extensión de 256,107 ha, que representa el 39.82% del área total del estudio, distribuido entre los 3,000 hasta los 4,000 m.s.n.m, en la parte media de las cuencas de Chicha (Sorás), Huancaray, Chumbao, Pacucha, Kishuara, Suyroruyoc, Río Blanco, Chullama, Pulcay, Uranmarca y Huaccana; así como en la parte alta de Chincheros, Chullana y Kaquiabamba

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas corresponden a: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminar; y Pajonal / Césped de puna que Agrupa los tipos de asociaciones Pajonal de puna + Césped de puna de los géneros *Poa*, *Lucilia*, *Scirpus*. Principal fuente forrajera para los camelidos sudamericanos.

Bosque seco - Montano Bajo Subtropical (bs - MBS)

Esta unidad ocupa una extensión de 86,164 ha, que representa el 13.40% del área total del estudio, distribuido entre los 1,500 hasta los 3,000 m.s.n.m. a lo largo de los cauces de las cuencas de Chicha (Sorás), Huancaray, Chumbao, Pacucha, Kishuara, Río Blanco, Pulcay, Suyroruyocc, Uranmarca, Huaccana, Chullana y Kaquiabamba

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas identificadas corresponden: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminal; y Cultivos agropecuarios + Vegetación secundaria, compuesto por áreas con cultivos agropecuarios + purmas.

Bosque seco - Subtropical (bs - s)

Esta unidad se distribuye entre los 1,100 hasta los 2600 m.s.n.m., con una extensión de 16,805 ha, que representa el 2.61% del área total del estudio, en la parte baja del río Pampas comprendido entre el distritos de Huaccana y las cuencas de Huaccana, Chumbao, Pacucha y Kaquibamba, hasta la entrega de sus aguas al río Apurímac.

La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas corresponden: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis*. Estrato herbáceo graminal; y Bosque seco de valle interandino con árboles de porte bajo, dispersos y de follaje caducifolio. Especies representativas: *Eritheca ruizii*, *Capparis*, *angulata*, *Cercidium praecox*. Cactáceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminal de vida efímera.

Estepa Espinosa - Montano Bajo Subtropical (ee - MBS)

Esta unidad se distribuye entre los 2,000 hasta los 3,000 m.s.n.m., con una extensión de 21,760 ha, que representa el 3.38% del área total del estudio, ubicado desde la confluencia del río Chicha con el río Pampas, hasta la cuenca Pulcay, por las partes bajas de los ríos Chicha, Huancaray, Uranmarca, Chincheros, Soyroruyocc, Río Blanco, Chullama y Pulcay.

La cobertura vegetal es del tipo de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas: *Cordia lutea*, *Capparis* sp, *Jatropha macrantha*, *Carica candicans*, *Barnadesia dombeyana*, *tecoma sambucifolia*, *Baccharis tricuneata*, *Brachiotum Berberis* y estrato herbáceo graminal.

Monte Espinoso - Subtropical (mte-S)

Esta unidad se distribuye entre los 1800 hasta los 2300 m.s.n.m., con una extensión de 13,581 ha, que representa el 2.11% del área total del ámbito de estudio, ubicado desde la confluencia del río Chicha con el río Pampas, hasta la cuenca Pulcay, por las partes bajas de los ríos Chicha, Huancaray, Uranmarca, Chincheros, Soyroruyocc, Río Blanco, Chullama y Pulcay.

La cobertura vegetal es del tipo de Bosque seco de valle interandino, con árboles de porte bajo, dispersos y de follaje caducifolio. Especies representativas identificadas: *Eritheca ruizii*, *Capparis*, *angulata*, *Cercidium praecox*. Cactáceas columnares y estrato herbáceas mayormente graminal de vida efímera.

Nival Subtropical (nS)

Esta unidad se distribuye entre los 4,500 hasta los 5,000 m.s.n.m., con una extensión de 550 ha, que representa el 0.09% del área total del ámbito de estudio, ubicado en la parte alta, en la margen izquierda del río Chicha.

La cobertura vegetal es de herbazal de tundra, conformado por herbáceas de poco desarrollo, sobre los 4500 msnm. Pastoreo restringido, limitado a camélidos sudamericanos (vicuña, alpaca y llamas) y tierras altoandinas sin vegetación con áreas altoandinas sin vegetación (influencia de glaciares).

Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical (pmh - SAS)

Esta unidad se distribuye entre los 3,000 hasta los 5,000 m.s.n.m., con una extensión de 214,038 ha, que representa el 33.28% del área total, se encuentra distribuido en las partes medias a altas del ámbito de estudio.

La cobertura vegetal es de Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes; generos dominantes como: Festuca y Stipa. Son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema; Pajonal / Césped de puna que Agrupa los tipos de asociaciones Pajonal de puna + Césped de puna de los generos Poa, Lucilia, Scirpus. Principal fuente forrajera para los camelidos sudamericanos; y tierras altoandinas con escasa y sin vegetación con áreas altoandinas con predominio de afloramiento rocosos sobre la vegetación + áreas altoandinas sin vegetación.

Páramo pluvial - Subalpino Subtropical (pp - SAS)

Esta unidad se distribuye entre los 3,600 hasta los 4,600 m.s.n.m., con una extensión de 264 ha, que representa el 0.04% del área total del ámbito de estudio, ubicado en la parte alta, en la margen derecha río Kishuara.

La cobertura vegetal es de Pajonal de puna compuesta de herbáceas altoandinas hasta 1 m de alto, con hojas punzo-cortantes. Generos dominantes: Festuca y Stipa son poco apetecibles por el ganado, excepto cuando rebrotan después de una quema y tierras altoandinas sin vegetación.

Tundra pluvial - Alpino Subtropical (tp - AS)

Esta unidad se distribuye entre los 4,500 hasta los 5,000 m.s.n.m., con una extensión de 31,220 ha, que representa el 4.85% del área total del ámbito de estudio, ubicado en las partes altas de las cuencas de Chicha, Huancaray, Chumbao y Kishuara

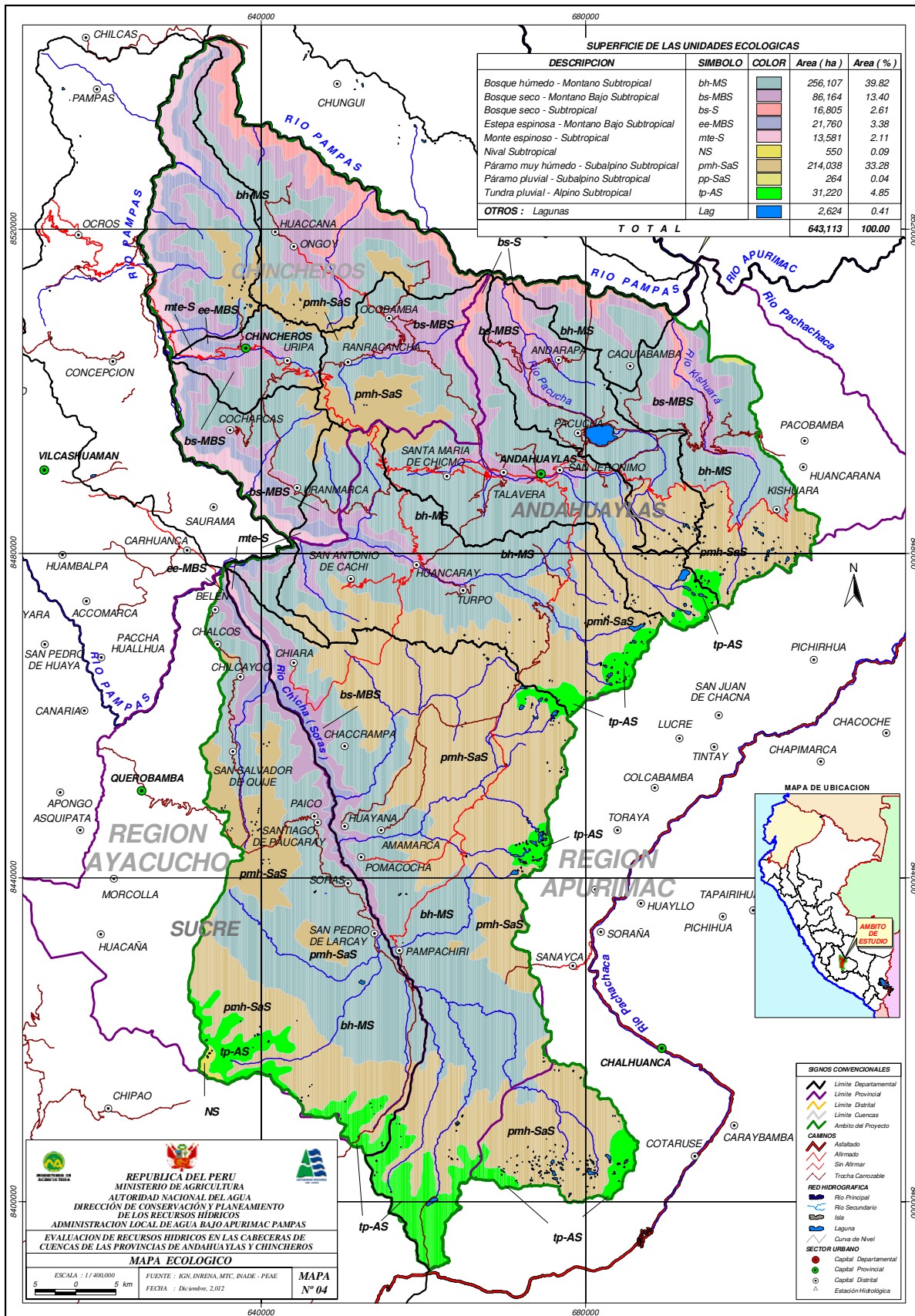
La cobertura vegetal es de matorrales de comunidades arbustivas de ambientes desde secos hasta húmedos. Especies representativas como: Cordia lutea, Capparis sp, Jatropha macrantha, Carica candicans, Barnadesia dombeyana, tecomaria sambucifolia, Baccharis tricuneata, Brachiotum Berberis. Estrato herbáceo graminar; y cultivos agropecuarios con vegetación secundaria de áreas con cultivos agropecuarios y purmas.

En la Tabla N° 3.5 se muestra la superficie de las unidades ecológicas y en el Mapa de la Figura N° 3.5 se muestra la distribución espacial de estas unidades dentro del ámbito de estudio.

Tabla N° 3.5
Superficie de las Unidades Ecológicas

DESCRIPCION	SIMBOLO	COLOR	Area (ha)	Area (%)
Bosque húmedo - Montano Subtropical	bh-MS		256,107	39.82
Bosque seco - Montano Bajo Subtropical	bs-MBS		86,164	13.40
Bosque seco - Subtropical	bs-S		16,805	2.61
Estepa espinosa - Montano Bajo Subtropical	ee-MBS		21,760	3.38
Monte espinoso - Subtropical	mte-S		13,581	2.11
Nival Subtropical	NS		550	0.09
Páramo muy húmedo - Subalpino Subtropical	pmh-SaS		214,038	33.28
Páramo pluvial - Subalpino Subtropical	pp-SaS		264	0.04
Tundra pluvial - Alpino Subtropical	tp-AS		31,220	4.85
OTROS : Lagunas	Lag		2,624	0.41
T O T A L			643,113	100.00

Figura N° 3.5
Superficie de las Unidades Ecológicas



2. ASPECTOS BIOLOGICOS

2.1. RESUMEN

Para el presente estudio, para describir el aspecto biológico del área de estudio se ha evaluado la biodiversidad de flora y fauna y esta actividad se ha realizado mediante trabajos de campo a cargo de un profesional especialista. La información detallada se podrá revisar en el volumen correspondiente a la Descripción Biológica (Anexo I). El siguiente es un resumen de dicho documento.

El presente estudio se realizó durante el período Febrero a Junio del 2013, como parte del Estudio “Evaluación de los Recursos Hídricos en cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros”.

En este estudio se priorizó el trabajo in situ en cabecera de las Subcuencas Chumbao, Chicha, Kishuará, Pacucha, Chincheros, Pacucha y Huancaray. La Subcuenca Chincheros fue considerando como una muestra representativa en función a las subcuencas presentes en la Provincia de Chincheros.

El proceso metodológico utilizado fue: Etapa I; Pre-campo, donde se recabó la información secundaria de las fuentes competentes. Etapa II; Campo, en el se recopiló información in situ sobre la flora y fauna, e identificación de ecosistemas mediante registro fotográfico y georreferenciación de las especies halladas; y Etapa III; Post-campo (gabinete), se procesó la información de campo y elaboración del informe final.

Dentro del ámbito del proyecto, se seleccionaron áreas de vegetación homogénea y representativas para la evaluación de cada ecosistema distinto con la ayuda de los mapas de zonas de vida y cobertura vegetal, así como también con el recorrido por cada subcuenca en el que se también se encontró bosques nativos y otras áreas con plantaciones forestadas.

La cantidad de especies reportadas, están sujetas al corto plazo de tiempo establecido para este tipo de estudios, a la logística disponible y a la temporada de trabajo (época de lluvias); por lo que se consideró describir la flora y fauna representativa de la zona de estudio, priorizando la cabecera de los ríos Chumbao, Chicha, Kishuará, Pacucha, Chincheros y Huancaray.

Como resultado del estudio; en el ámbito del proyecto se encontró 09 zonas de vida, 09 formaciones vegetales rescatando de esta manera la cobertura natural, además de otros ecosistemas.

Se registró 60 familias que agrupan 214 especies distintas de Flora: flora acuática (06 especies) y flora terrestre (208 especies). En cabecera de las subcuencas, se obtuvo un total de 53 especies: flora acuática (07 especies) y flora terrestre (46 especies).

En el ámbito del proyecto, 14 especies de flora están incluidas en alguna categoría de conservación según el D.S.043-2006-AG. Hay 05 especies de flora se encuentran dentro del Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES); además de 11 especies endémicas de flora.

Se registró 57 especies de Fauna: fauna acuática (17 especies) y fauna terrestre (40 especies). En cabecera de las subcuencas se obtuvo 38 especies: la fauna acuática conformado por 16 especies (14 especies de aves, 01 especie de anfibio y en peces 01 especie). Respecto a la fauna terrestre se reporta 22 especies (14 especies de aves, 07 especies de mamíferos y en reptiles 01 especie).

En el ámbito del proyecto, habitan 06 especies de fauna que están incluidas en alguna categoría de conservación según el D.S.043-2006-AG. Además, 14 especies de fauna se encuentran dentro de los Apéndices I y II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Silvestres (CITES).

La especie Vicugna “vicuña” es una especie de camélido sudamericano que se encontró en las praderas y humedales altoandinos con poblaciones considerables.

Los recursos hídricos son el hábitat, fuente de alimento, bebederos para la conservación de la biodiversidad de flora y fauna, de igual modo, generador de microclima en los lugares donde se encuentran distribuidos. Los hábitats ricos en especies de aves, en cabecera, son los humedales. Estos ecosistemas presentan altas concentraciones de especies (fauna residente), además de muchas especies migratorias que invernan en estos lugares.

Finalmente, en el ámbito del proyecto, no se encuentra ninguna Área Natural Protegida (ANP) por el Estado Peruano.

3. ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES

3.1. GENERALIDADES

Para el presente estudio, para describir el aspecto socioeconómico del área de estudio se ha evaluado todos los aspectos socioeconómicos de la dinámica social y cultural de los pueblos ubicados dentro del área de estudio.

Esta actividad se ha realizado mediante trabajos de campo a cargo de un profesional especialista. La información detallada se podrá revisar en el volumen correspondiente a la descripción del aspecto socioeconómico y cultural (Anexo II). El siguiente es un resumen de dicho documento.

3.2. ASPECTO DEMOGRAFICO

Los censos de población y vivienda en el Perú se remonta a la época Republicana, desde entonces se ha venido realizando 11 censos de Población y seis de vivienda, Cabe mencionar que en 1940, después de 64 años, se realizó el quinto Censo de Población.

En nuestro país, los Censos de 1940 a 1993 fueron Censos de Hecho o de Facto, es decir, se empadronó a la población en el lugar en que se encontraba, independientemente de que este fuera su lugar de residencia. En el año 2005, por excepción, el Censo fue de Derecho o de Jure, mediante el cual se levantó información teniendo en cuenta la residencia habitual de la población.

Los Censos de población realizados en el ámbito del proyecto, muestran la evolución de la población. Según el Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda del INEI, la población estimada es la siguiente, la población total en el ámbito de estudio del proyecto se estima en un total de 185 mil 721 habitantes.

Tabla N° 3.6
Población Total de las Subcuencas

SUBCUENCA	POBLACION TOTAL
CHUMBAO	57,287
CHINCHEROS	8,794
KISHUARA	15,932
HUANCARAY	49,514
PACUCHA	17,304
CHICHA	36,890

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

Según las proyecciones realizadas, durante 2008, la población estimada en el ámbito de estudio tenía, 196,116, durante 2013 tendría una población de 205,396 y para el 2015 tendrá una población de 269,062 habitantes. Como tal estos son los indicadores cuantitativos:

Tabla N° 3.7
Progresión de la Población

SUB CUENCA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CHINCHEROS	8794	9627	9718	9806	9894	9980	10067	10151	10228
KISHUARA	15932	17326	17324	17318	17308	17293	17274	17250	17216
HUANCARAY	49514	54383	55190	55959	56740	57519	58291	59007	59750
PACUCHA	17304	18888	19000	19098	19221	19333	19443	19552	19655
CHICHA	36890	37007	37117	37221	37319	37405	37488	37559	37627
CHUMBAO	57287	58885					62833		62293

Fuente: INEI Población estimada y proyectada por departamento y provincia, 2000-2015

3.2.1. POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN LAS SUBCUENCAS

En relación al censo del 2007, la población rural en el ámbito de estudio se ha incrementado significativamente. Las Subcuencas albergan el mayor porcentaje de población rural 101,401 habitantes. Mientras tanto las poblaciones restantes viven en las áreas urbanas, del mismo modo, alberga a 84,525 habitantes. La población con menor porcentaje de ruralidad en las Subcuencas del ámbito de estudio, se caracteriza por la migración que se da del campo a la ciudad, por diversos motivos, uno de ellos la educación, y las actividades económicas basadas en el comercio, mientras que en la población rural, su característica propia de la geografía del ámbito y al avance socio - económico y cultural de la población que viven en estas Subcuencas, donde su economía es de subsistencia basada en la agricultura, la ganadería. Como tal estos son los indicadores cuantitativos.

Tabla N° 3.8
Población Urbana/ Rural

SUBCUENCA	POBLACION URBANA	POBLACION RURAL
CHINCHEROS	5045	3749
KISHUARA	4367	13528
HUANCARAY	28200	21096
PACUCHA	4050	13254
CHICHA	17162	18188
CHUMBAO	25701	31586

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

La lectura de este cuadro N°03, nos explica que la población rural está en crecimiento, mientras la población urbana está en descenso. Esto orienta que la proyección de la población del ámbito de estudio, actualmente es más rural que urbana, donde el 59% de la población vive en áreas rurales y un 41.0% por ciento vive en áreas urbanas.

Teniendo en cuenta el censo del año 2007, la población del ámbito de estudio siguen siendo rural en un porcentaje de 59.0%, en comparación con 41.0% de urbano. De todas, las 6 Subcuencas estudiadas, solo la Subcuenca Huancaray presenta alta población urbana, mientras que las restantes siguen siendo demográficamente rurales.

3.3. VIVIENDA

La vivienda está asociada a las condiciones de vida de los hogares y la población en general. Los servicios con que cuentan y los materiales predominantes en pisos, paredes y techos de las viviendas, tiene una valiosa utilidad para el estudio de tales condiciones y las carencias básicas de la población. En este ítem se presentan los resultados, y se destaca las principales características de las viviendas con el Censo del año 2007, así como la información por área urbana y rural.

3.3.1. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN EN LAS VIVIENDAS

Según el Censo del 2007, del total de viviendas particulares con ocupantes presentes, se destaca que en el ámbito de estudio del proyecto el material predominante en las paredes exteriores, el adobe o tapia, con 172498, asimismo, 7753 viviendas tienen como material predominante ladrillo o bloque de cemento. Similarmente, 5566 viviendas tienen como material predominante la piedra con barro. En menores proporciones están las viviendas que tienen como material en las paredes exteriores, madera, quinchá y estera.

Según el área de residencia, el material predominante en las paredes exteriores de las viviendas del área urbana es el adobe o tapia, que representa el 89.0%; seguido de ladrillo o bloque de cemento (9.0%); mientras que en el área rural los materiales predominantes en las paredes exteriores de las viviendas son: el adobe o tapia (94.0%, %) y la piedra con barro (5.0%). De este modo se puede decir que en el ámbito de estudio el material predominante en las paredes exteriores de las viviendas es el material de adobe o tapia, mientras que el segundo material más utilizado en las paredes de las viviendas es el ladrillo o bloque de cemento y la piedra con barro. Como tal estos los indicadores cuantitativos:

Tabla N° 3.9
Material de Construcción de las Viviendas /Urbano

SUBCUENCA	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTOS	ADOBE O TAPIA	MADERA	QUINCHA	ESTERAS	PIEDRA CON BARRO	PIEDRA SILLAR CON CAL	OTROS
CHINCHEROS	365	5824	28	10	0	0	0	0
KISHUARA	52	2605	310	5	0	0	2	1
HUANCARAY	3127	25528	298	60	9	62	42	136
PACUCHA	719	4132	5	2	1	0	4	4
CHICHA	1010	20914	17	0	15	445	41	8
CHUMBAO	1354	8747	21	27	6	6	6	7

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

Tabla N° 3.10
Material de Construcción de las Viviendas/ Rural

SUBCUENCA	LADRILLO O BLOQUE DE CEMENTOS	ADOBE O TAPIA	MADERA	QUINCHA	ESTERAS	PIEDRA CON BARRO	PIEDRA SILLAR CON CAL	OTROS
CHINCHEROS	69	4008	14	178	8	4	0	1
KISHUARA	159	16189	51	55	11	36	0	10
HUANCARAY	231	25454	34	22	54	293	2	52
PACUCHA	153	16136	16	15	27	7	8	14
CHICHA	214	16432	19	24	104	4675	25	77
CHUMBAO	300	26549	17	56	45	38	19	25

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

3.3.2. SERVICIOS QUE DISPONE LA VIVIENDA

3.3.2.1. Acceso a servicio de agua potable urbano

La población del ámbito de estudio posee el servicio de agua potable, sin embargo existen poblaciones que no poseen el líquido elemento estas familias se abastecen por otros medios como manantes, canales lo cual hace que el agua sea de mala calidad no apta para el consumo humano, haciendo que los niños se enfermen del estómago constantemente con problemas gastrointestinales y parasitarias. Según la opinión de los puestos de salud, la incidencia de enfermedades sobre todo la parasitosis intestinal constituye un serio problema en el ámbito des estudio. Pues se utiliza recipientes para acumular el agua como baldes, bidones y cilindros, cuya tarea de acarreo la realizan por lo general los niños y madres de familia; y algunas veces el padre de familia. En sus viviendas depositan el agua acarreada en baldes y latas que no tienen condiciones adecuadas, porque los mantienen sin tapas, expuestas a caídas de basura, manipuleo de los niños con las manos, etc. La situación del sistema de distribución de agua para consumo humano en las Subcuencas, se muestra en la siguiente Tabla.

Tabla N° 3.11
Acceso de Servicio de Agua Potable

SUBCUENCAS	RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA (AGUA POTABLE)	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN (AGUA POTABLE)	PILÓN DE USO PÚBLICO (AGUA POTABLE)	CAMIÓN- CISTERNA U OTRO SIMILAR	POZO	RÍO, ACEQUIA, MANANTIAL O SIMILAR	VECINO	OTRO
CHINCHEROS	2269	3283	55	2	342	3003	613	621
KISHUARA	1333	9579	148	0	715	5876	1201	47
HUANCARAY	37267	10302	968	36	1046	7675	2997	367
PACUCHA	4904	12124	851	218	523	1675	136	48
CHICHA	14416	15606	1106	242	11839	5581	1783	44
CHUMBAO	6691	4165	144	0	239	908	685	164

En el ámbito de estudio se identificó 24mil 718 pobladores se abastecen de agua a través de río, acequia, manantial o similar. Donde 66mil 880 viviendas cuentan con red pública dentro de la vivienda y 55mil 059 pobladores que también acceden al agua potable a través de red pública fuera de la vivienda pero dentro de la edificación. En el ámbito de estudio la

población tiene acceso al servicio público de agua potable, el detalle del acceso a este servicio es bajo distintas modalidades, según los resultados del CENSO 2007, indica que un 39.0 % de las familias cuentan con acceso a la red pública dentro de la vivienda, un 14.0% de familias se abastecen de red pública fuera de su vivienda, el 31.0% se abastece de agua a través de los ríos, acequias o manantiales, 2.0% de la población se abastece de un pilón de uso público, un 8.0% de la población de pozos, mientras que un 4.0 % se abastece del vecinos. En las zonas urbanas hay mayor conexión de red pública de agua fuera de la vivienda al igual que en el área rural; respecto al hacer uso del agua del río, acequia, o manantial es mayor en las zonas rurales que urbanas.

3.3.2.2. Desagüe o letrinas

Sobre el servicio de desagüe y/o disposición de excretas se observa que en el ámbito de estudio no toda la población tiene acceso al servicio de desagüe, puesto que la mayoría de los pobladores utiliza las letrinas siendo también este servicio deficiente, existen también pozos ciegos contruidos por las mismas familias, las cuales se encuentran en funcionamiento, pero que es insuficiente y además no están contruidas técnicamente, esto comparado con el número de viviendas habitadas, nos da una imagen de la condición de la demanda de letrinas en la zona. Por esta razón muchas de las familias hacen uso del campo libre, provocando que los residuos fecales sean arrojados y esparcidos en sus terrenos de cultivo y zonas de esparcimiento, especialmente de niños. Solo algunas pocas familias queman o entierran estos residuos, lo cual sin duda alguna no es una práctica muy difundida en la población, además a esto añadimos que la población no cuenta con cultura de uso de letrinas y siguen haciendo sus evacuaciones al aire libre como canales, acequias, hecho que afecta directamente la salud pública con infecciones gastrointestinales, debido a la contaminación que produce las excretas al aire libre. La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda el uso del pozo ciego o negro/letrina en aquellos lugares donde no existen conexiones de desagüe o red pública;

Después de analizar el estado de los servicios básicos de del ámbito de estudio podemos ver los resultados en la siguiente Tabla.

Tabla Nº 3.11
Servicios Higiénicos Urbano

SUBCUENCA	RED PÚBLICA DE DESAGÜE (DENTRO DE LA VIVIENDA)	RED PÚBLICA DE DESAGÜE (FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN)	POZO SÉPTICO	POZO CIEGO O NEGRO / LETRINA	RÍO, ACEQUIA O CANAL	NO TIENE
CHINCHEROS	1418	147	72	3352	49	1820
KISHURA	243	1119	384	15630	59	2433
HUANACARAY	20549	3909	3116	23071	505	9848
PACUCHA	2625	1228	1442	15802	187	1980
CHCICHA	5244	1814	753	13737	872	20299
CHUMBAO	3192	943	706	6529	135	1661

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

Los resultados del CENSO 2007, indica que 78,121 viviendas disponen de pozo ciego o negro/letrina, lo que representa el 47.0%, y 5,244 viviendas disponen se servicios higiénicos conectado a la red pública de desagüe dentro de la vivienda (20.0%). Las viviendas que disponen de red pública de desagüe fuera de la vivienda pero dentro de la edificación, suman 9,160 viviendas y representan el 5.0%; mientras que las viviendas que no tienen este servicio son 38,041 que representan el 23.0 % del total.

3.3.2.3. Alumbrado eléctrico

Según el Censo 2007 la población del ámbito de estudio que cuenta con servicio de alumbrado eléctrico por red pública, indica que 102mil 990(61.0%) viviendas cuentan con servicio de alumbrado o electricidad domiciliaria, mientras que 65mil 773(39.0%) no acceden a ningún servicio o tipo de alumbrado. En los poblados donde no cuentan con alumbrado eléctrico, las viviendas se alumbran a través de velas, kerosene, leña, etc. Ello genera una situación desfavorable para los estudiantes y limita el desarrollo y desempeño microempresarial en diversas actividades económicas como la transformación de productos locales, crianza de animales menores, el procesamiento de leche fresca entre otros.

Tabla N° 3.12
Alumbrado Público Urbano

SUBCUENCA	SI	NO
CHINCHEROS	8264	4325
KISHUARA	9779	9475
HUANCARAY	39632	18879
PACUCHA	12251	8970
CHICHA	23907	19902
CHUMBAO	9157	4222

Fuente: Censo Nacional: XI de Población y VI de Vivienda- 2007

3.4. ASPECTO EDUCATIVO

La educación forma parte del tejido institucional y social de un país, y es cimiento de su potencial humano. Este potencial está actualmente afectado en el Perú por la agudización de los niveles de pobreza en los que se encuentra la mayor parte de la población. A ello se añade un serio deterioro de la calidad y equidad educativa, que se expresa tanto en los resultados de aprendizaje, como en la existencia de amplios sectores excluidos del servicio educativo.

Los servicios de educación en el ámbito de estudio administrativamente están a cargo de la Unidad de Gestión educativa Local de Chincheros, Andahuaylas, Sucre y la Dirección Regional de Educación Apurímac; la educación se imparte en tres niveles y/o modalidades (Inicial, Primaria y Secundaria estatales) dentro del ámbito de estudio.

3.4.1. ACCESO Y COBERTURA DE SERVICIOS POR NIVELES EDUCATIVOS

3.4.1.1. Educación Inicial

Constituye el primer nivel de la educación Básica regular, atiende a niños menores de dos años en forma no escolarizada y de tres a cinco años en forma escolarizada, no obstante en las Subcuencas la cobertura de 0 a 2 años es ínfima. La educación inicial va contribuir al desarrollo integral, efectivo y cognitivo, respondiendo a sus características, necesidades e intereses en un marco pedagógico que potencia el juego, la comunicación y el movimiento, como facilitadores del desarrollo y aprendizaje en los niños. Como tal estos son los indicadores cuantitativos:

Tabla N° 3.13
Cantidad de Alumnos

SUB CUENCA	ED. INICIAL	NUMERO DE ALUMNOS	DOCENTES	ALUMNO POR DOCENTE
CHINCHEROS	13	420	29	15
KISHUARA	17	352	25	14
HUANCARAY	71	2450	110	22
PACUCHA	36	639	42	15
CHICHA	41	847	56	15
CHUMBAO	81	2234	148	15

Fuente: Unidad de Gestión Educativa Local Andahuaylas, Chincheros y Sucre-2013

La población de estudiantes en educación inicial según las estadísticas de la Unidad de Gestión Educativa Local - UGEL Andahuaylas, Chincheros y Sucre, el ámbito de estudio cuenta con 259 instituciones educativas, de las edades de 3 años, 4 años y 5 años, que sirve a 6942; con 410 docentes dictan clases, que equivale a 17 alumnos por docente.

3.4.1.2. Educación primaria

El nivel de educación primaria es el que presenta mayor alumnado, cuentan los grados de primero a sexto, para este nivel se evidencia un incremento considerable de asistencia de los alumnos, esto debido a la conciencia que están tomando los padres de familia sobre la importancia que tiene la educación.

La población de estudiantes en educación primaria según las estadísticas de la Unidad de Gestión Educativa Local - UGEL Andahuaylas, Chincheros y Sucre, el ámbito de estudio cuenta con 193 instituciones educativas, que sirve a 21418; con 108 docentes dictan clases, que equivale a 40 alumnos por docentes.

Tabla N° 3.14
Alumnos Educación Primaria

SUB CUENCA	ED. PRIMARIA	NUMERO DE ALUMNOS	DOCENTES	ALUMNO POR DOCENTE
CHINCHEROS	12	1309	77	18
KISHUARA	21	1147	89	18
HUANCARAY	27	6857	377	16
PACUCHA	27	2499	150	15
CHICHA	79	3016	243	20
CHUMBAO	27	6590	335	21

Fuente: Unidad de Gestión Educativa Local de Chincheros, Andahuaylas y Sucre-2013

3.4.1.3. Educación secundaria

La importancia que tiene la educación secundaria en los adolescentes en su carrera formativa es prioritaria en los jóvenes de hoy, desde su propia perspectiva, prevén una escasez de expectativas en su futuro inmediato, tanto en su formación y estudios como en su calidad de vida y futuro profesional aun cuando éste no sea tan inmediato. Por eso, todos los esfuerzos que el conjunto de la sociedad pueda realizar en educación, y en particular en este nivel de nuestra escuela pública, pueden parecer insuficientes para atender una demanda creciente que hoy por hoy, no ha logrado el nivel de cobertura y calidad que se requieren para dar

certidumbre a los futuros profesionistas (alumnado de educación secundaria) que el país demanda.

Defender, reformar y fortalecer a la secundaria pública es importante para el desarrollo nacional no sólo por sus características de gratuidad y laicidad que redundan en accesibilidad para todos, sino porque representa el espacio más importante de influencia para la estructuración del perfil de la juventud.

Como tal estos son los indicadores cuantitativos:

Tabla Nº 3.15
Cantidad de Alumnos Educación Secundaria

SUB CUENCA	ED. SECUNDARIA	NUMERO DE ALUMNOS	DOCENTES	ALUMNO POR DOCENTE
CHINCHEROS	06	1119	273	22
KISHUARA	07	720	39	18
HUANCARAY	26	6797	364	28
PACUCHA	07	1613	84	32
CHICHA	28	2481	255	18
CHUMBAO	27	6590	335	21

Fuente: Unidad de Gestión Educativa Local de Chincheros, Andahuaylas y Sucre-2013

A nivel del ámbito de estudio se logró identificar 101 instituciones, que sirve a 19320 alumnos con 364 docentes, que equivale a 53 alumnos por docente.

3.5. SALUD

La prestación de los diversos servicios de salud, en el ámbito de estudio dependen administrativa y funcionalmente de la dirección de salud Apurímac II, y la dirección de salud sucre, siendo la micro redes de salud las responsable de brindar los diversos servicios de salud a la población del ámbito de estudio. Para ello cuenta con establecimientos de salud, 3 hospitales, 18 centros de salud y 73 puestos de salud.

La problemática de la salud es planteada desde dos aspectos fundamentales: el primero, el estado de salud de la población, que además es uno de los síntomas de la pobreza estructural en la que se encuentra; la alta tasa de natalidad, mortalidad general, mortalidad infantil, materna, niveles de desnutrición, enfermedades más frecuentes, etc. trae consigo los bajos niveles de calidad de vida de la población; y el segundo es la calidad de prestación del servicio de salud brindada por el estado.

Tabla Nº 3.16

NUMERO DE ESTABLECIMIENTOS DE SALUD			
SUBCUENCA	HOSPITAL	CENTRO DE SALUD	PUESTO DE SALUD
CHINCHEROS	1	1	4
KISHUARA	0	1	7
HUANCARAY	1	3	13
PACUCHA	0	2	9
CHICHA	0	7	24
CHUMBAO	1	4	16

Fuente: Dirección de salud Apurímac II- ASIS 2011

3.5.1. MORBILIDAD

Las clasificaciones de la estructura referente a la morbilidad por ciclos de vida en las poblaciones más ajustadas a la compleja realidad de las sociedades actuales mediante clasificaciones en grandes grupos de edad, con vocación de universalidad que permitan la comparación espaciotemporal a la hora de estudiar la relevancia del envejecimiento demográfico, sus procesos, la importancia de los diferentes grupos de edad y también de los grandes subgrupos, con el establecimiento de umbrales claros. Por eso tengamos presente a la morbilidad como al proceso salud enfermedad, en el cual se logra recuperar a la persona con la aplicación de cuidados sanitarios y/o la ingesta o aplicación de medicamentos; siendo necesario a futuro la consolidación de procesos de prevención y promoción de la salud.

Entre las 10 primeras causas de morbilidad a nivel del ámbito de estudio:

- Infecciones agudas de las vías respiratorias superiores
- Enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas salivales
- Enfermedades infecciosas intestinales
- Trastornos de otras glándulas endocrinas
- Helmintiasis
- Enfermedades del esófago, del estómago y duodeno
- Desnutrición
- Otros trastornos maternos relacionados principal. en el embarazo
- Trastornos episódicos y paroxísticos
- Enfermedades inflamatorias de los órganos pélvicos femeninos

3.5.2. ENFERMEDADES DE VIGILANCIA Y CONTROL

La gestión en salud es un proceso dinámico que se ajusta a las necesidades de provisión y financiamiento de servicios por parte de la población, donde el estado de Salud está cambiando constantemente y como tal varían las necesidades y las demandas de los servicios de salud, una buena gestión requiere ser permanentemente alimentada de estos cambios y es necesario dar continuidad en la elaboración y análisis de estos indicadores dentro del proceso Salud Enfermedad con el fin de identificar los cambios que este dentro de las políticas del sector salud, por ello entre las enfermedades bajo vigilancia y control tenemos a:

3.5.2.1. Malaria

Se considera que la malaria es una enfermedad prehistórica. Existe la hipótesis de que los parásitos de la malaria llegaron al Nuevo Mundo desde el sudeste asiático, a través de viajes trans-pacíficos tempranos que la evidencia arqueológica actual pone en duda. Probablemente estos parásitos y en especial Plasmodium falciparum, llegaron posteriormente durante la época colonial a través de los esclavos africanos traídos a América. En el Perú, la malaria sigue siendo un tema de mucha actualidad. El canal endémico nos muestra el comportamiento epidemiológico por plasmodium Vivax. La Dirección Regional de salud, registro en el ámbito de estudio 132 casos entre los años 2007 y 2011.

3.5.2.2. Tuberculosis

Esta enfermedad continúa siendo uno de las principales causas de morbilidad en adultos ocasionados por un único agente infeccioso que es el Bacilo de Koch., donde la Dirección Regional de Salud, registro 198 casos, en el ámbito de estudio.

3.5.2.3. Leishmaniosis cutánea

Esta enfermedad, más conocida como Uta, está presente en nuestro país desde tiempos pre-incaicos. Huacos procedentes de zonas donde se desarrollaron las culturas Mochica y Chimú muestran representaciones de personas con secuelas deformantes o destructivas por acción de una enfermedad que probablemente sea Leishmaniosis. Cronistas españoles la describieron como una llaga de difícil curación que afectaba con mayor frecuencia a los indígenas de la ladera este de la Cordillera de los Andes, en los valles calientes y húmedos donde se cultiva la coca. En la actualidad, ésta afecta a las poblaciones andinas y selváticas del país¹. La Dirección de Salud Apurímac II, registró 158 casos.

Tabla N° 3.17
Enfermedades de Vigilancia y Control 2007-2011

SUBCUENCAS	TIPO DE ENFERMEDAD		
	MALARIA	TUBERCULOSIS	LEISHMANIOSIS CUTANEA
CHINCHEROS	12	6	2
KISHUARA	0	17	7
HUANCARAY	55	66	55
PACUCHA	25	48	17
CHICHA	0	6	0
CHUMBAO	40	55	77
TOTAL	132	198	158

Fuente: Dirección de salud Apurímac II- ASIS 2011

¹ MINISTERIO DE SALUD, OFICINA GENERAL DE EPIDEMIOLOGÍA E INSTITUTO NACIONAL DE SALUD 2000 Leishmaniasis. Módulos técnicos, Serie de documentos monográficos N8. Lima.

Capítulo 4

CLIMATOLOGÍA

1. GENERALIDADES

En general, existe una relación de dependencia entre las condiciones climáticas de una zona y el desarrollo de los diversos campos económicos y sociales, tales como la agricultura, la ganadería, la caza, la industria, el transporte, la vivienda, etc., obteniendo los óptimos beneficios cuando el clima es científicamente aprovechado.

Sin embargo, en nuestro país se hace evidente el reducido número de observatorios meteorológicos, cuya escasa densidad en el territorio nacional incide desfavorablemente en la falta de estudios racionales de los climas. Por ello, se hace indispensable conceder la necesaria importancia a los estudios de este tipo, previendo, con la debida anticipación, la instalación del número requerido de observatorios meteorológicos cuya información permita la realización de un cabal estudio del clima en una región dada del territorio nacional.

El año se divide en cuatro estaciones astronómicas en función de la actividad atmosférica y de la circulación de masas de aire, no obstante desde el punto de vista climatológico, el ámbito del presente estudio tiene una estación húmeda (Noviembre a Marzo), otra seca (Junio a Agosto) y dos periodos de transición (Septiembre – Octubre y Abril – Mayo).

2. RED DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

El estudio climatológico realizado se ha basado en el análisis de la información climatológica existente y en un amplio reconocimiento del ámbito de estudio.

Toda la información climatológica utilizada en el presente estudio ha sido proporcionada por el SENAMHI, mediante la Oficina de Información de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua.

Se ha utilizado la información proveniente de 44 observatorios meteorológicos (ver Tabla N° 4.1), ubicados dentro del área de estudio y en el entorno exterior. Se observa que existe una escasez de información climatológica en la mayor parte de los observatorios meteorológicos. Asimismo todas las series de tiempo presentan registros dispersos. También es necesario indicar que no en todas las estaciones se ha encontrado registros históricos de todos los parámetros climatológicos, con excepción de la precipitación total mensual que si corresponde a las 44 estaciones. Por consiguiente el análisis climatológico se ha elaborado con la información histórica disponible.

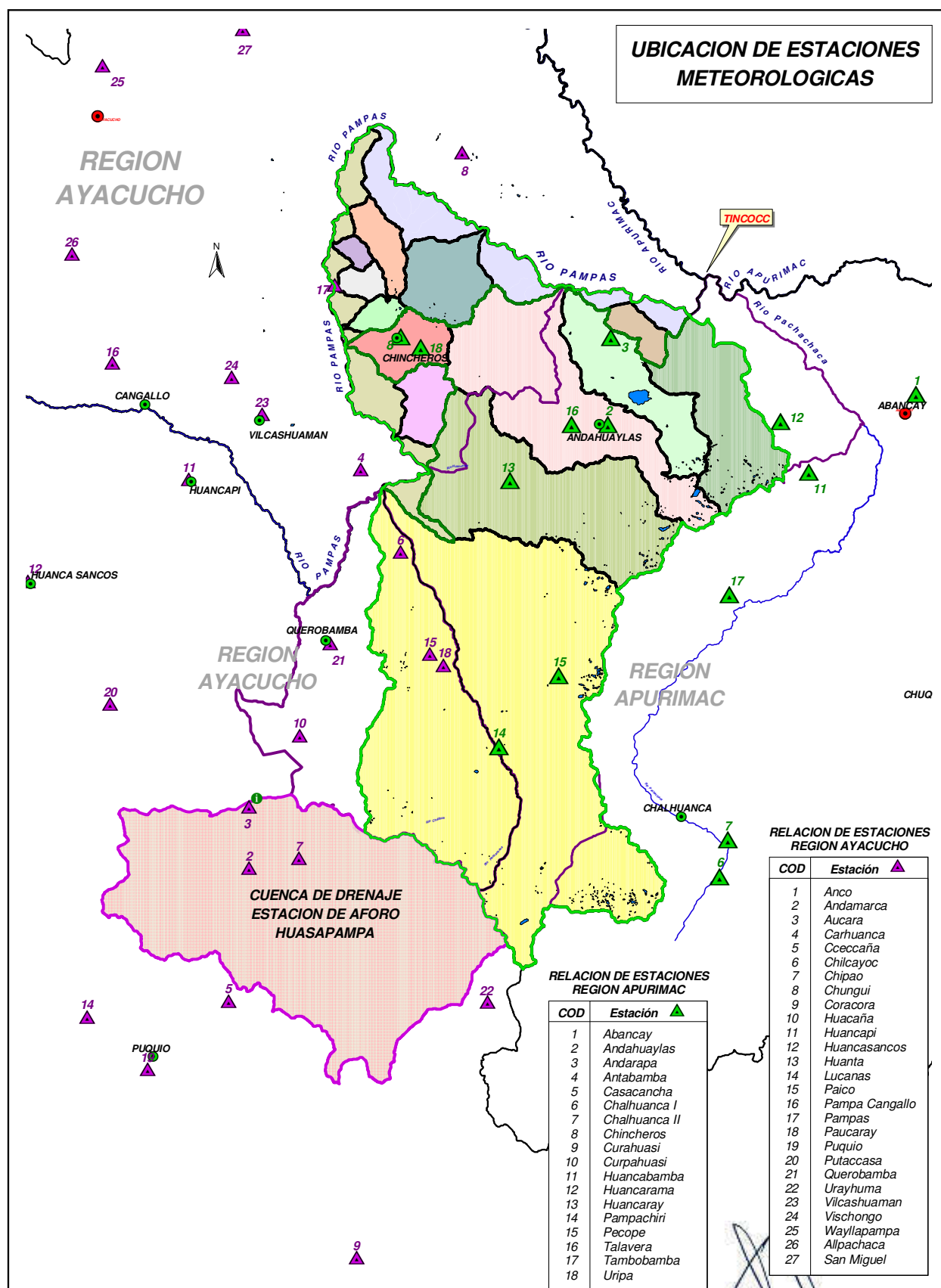
La longitud de información disponible, varía desde unos pocos años hasta un promedio de 24 años de observación, en el periodo de 1965 – 2012.

En el mapa de la Figura N° 4.1 se muestra la distribución espacial de ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas en el presente estudio hidrológico.

Tabla N° 4.1
Estaciones Meteorológicas utilizadas – Elaboración de Estudio Hidrológico

Nº	ESTACION	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	ALT.	Lat. Sur	Long. Oeste	PROPIETARIO	FUNCIONA
1	Antabamba	Antabamba	Antabamba	Apurímac	3845	14°23'5.4"	72°51'22.6"	Senamhi	si
2	Curahuasi	Curahuasi	Abancay	Apurímac	2737	13°33'9"	72°44'6"	Senamhi	si
3	Curpahuasi	Curpahuasi	Graú	Apurímac	3500	14°3'45.98"	72°40'13.95"	Senamhi	si
4	Huancaray	Huancaray	Andahuaylas	Apurímac	2959	13°45'12"	73°32'1"	Senamhi	no
5	Abancay	Tamburco	Abancay	Apurímac	2776	13°36'30"	72°52'14"	Senamhi	si
6	Andahuaylas	Andahuaylas	Andahuaylas	Apurímac	2933	13°39'25"	73°22'15"	Senamhi	si
7	Tambobamba	Tambobamba	Tambobamba	Apurímac	3454	13°56'1"	72°10'1"	Senamhi	si
8	Andarapa	Andarapa	Andahuaylas	Apurímac	2819	13°31'1"	73°22'1"	Senamhi	no
9	Chalhuanca	Cotaruse	Aymaraes	Apurímac	3358	14°23'34"	73°19'45"	Senamhi	no
10	Chalhuanca II	Chalhuanca	Aymaraes	Apurímac	3548	14°20'0"	73°10'0"	Senamhi	si
11	Chincheros	Chincheros	Chincheros	Apurímac	2862	13°31'1"	73°43'1"	Senamhi	no
12	Huancabamba	Pichirhua	Abancay	Apurímac	3925	13°44'1"	73°2'11"	Senamhi	no
13	Pampachiri	Pampachiri	Andahuaylas	Apurímac	3364	14°11'1"	73°33'1"	Senamhi	no
14	Pecope	Tumay Huaraca	Andahuaylas	Apurímac	4188	14°4'1"	73°27'1"	Senamhi	si
15	Talavera	Talavera	Andahuaylas	Apurímac	2803	13°39'29"	73°25'55"	Senamhi	no
16	Uripa	Anco Huallo	Chincheros	Apurímac	3190	13°32'1"	73°41'1"	Senamhi	no
17	Pampas	Huaccana	Chincheros	Apurímac	2032	13°26'12.2"	73°49'29"	Senamhi	si
18	Anco	Anco	La Mar	Ayacucho	1379	12°58'1"	73°34'1"	Senamhi	no
19	Aucara	Cabana	Lucanas	Ayacucho	3157	14°17'1"	73°58'1"	Senamhi	no
20	Huancapi	Huancapi	Victor Fajardo	Ayacucho	3120	13°45'1.44"	74°4'13.8"	Senamhi	si
21	Chilcayoc	Chalcos	Sucre	Ayacucho	3441	13°52'1"	73°52'1"	Senamhi	si
22	Paucaray	Santiago de Paucaray	sucre	Ayacucho	3311	14°3'3"	73°38'38"	Senamhi	si
23	Huancasancos	Sancos	Huancasancos	Ayacucho	3553	13°55'55"	74°20'20"	Senamhi	si
24	Puquio	Puquio	Lucanas	Ayacucho	2977	14°42'42"	74°8'8"	Senamhi	si
25	Coracora	Coracora	Parinacochas	Ayacucho	3172	15°1'1"	73°47'1"	Senamhi	si
26	Urayhuma	Coracora	Parinacochas	Ayacucho	4267	14°36'1"	73°34'1"	Senamhi	no
27	Cceccaña	Puquio	Lucanas	Ayacucho	4406	14°36'1"	74°0'1"	Senamhi	no
28	Lucanas	Lucanas	Lucanas	Ayacucho	3297	14°37'37"	74°14'14"	Senamhi	si
29	Putaccasa	Sacsamarca	Huancasancos	Ayacucho	4100	14°7'1"	74°12'1"	Senamhi	no
30	Querobamba	Querobamba	Sucre	Ayacucho	3502	14°1'1"	73°50'1"	Senamhi	no
31	Vilcashuaman	Vilcas huaman	Vilcas huaman	Ayacucho	3394	13°38'37"	73°56'56"	Senamhi	si
32	Vischongo	Vischongo	Vilcas huaman	Ayacucho	3278	13°35'1"	74°0'1"	Senamhi	no
33	Wayllapampa	Pacaycasa	Huamanga	Ayacucho	2470	13°4'36"	74°13'1"	Senamhi	si
34	Allpachaca	Chiara	Huamanga	Ayacucho	3600	13°23'1"	74°16'1"	Senamhi	no
35	San Miguel	San Miguel	La Mar	Ayacucho	2720	13°1'1"	73°59'1"	Senamhi	no
36	Pampahuasi	Lucanas	Lucanas	Ayacucho	3722	14°29'1"	74°15'1"	Senamhi	no
37	Carhuana	Carhuana	Vilcas Huaman	Ayacucho	3278	13°44'1"	73°47'1"	Senamhi	no
38	Huacaña	Huacaña	Sucre	Ayacucho	3120	14°10'1"	73°53'1"	Senamhi	no
39	Paico	Paico	Sucre	Ayacucho	3589	14°2'1"	73°40'1"	Senamhi	no
40	Andamarca	Carmen Salcedo	Lucanas	Ayacucho	3509	14°23'1"	73°58'1"	Senamhi	no
41	Chipao	Chipao	Lucanas	Ayacucho	3355	14°22'1"	73°53'1"	Senamhi	no
42	Chungui	Chungui	La Mar	Ayacucho	3645	13°13'1"	73°37'1"	Senamhi	no
43	Huanta	Huanta	Huanta	Ayacucho	2682	12°56'55"	74°14'13"	Senamhi	no
44	Churcampa	Churcampa	Churcampa	Huancavelica	2780	12° 44'	74° 23'	ElectroPeru	no

Figura N° 4.1
Distribución Espacial de Estaciones Meteorológicas



3. VARIABLES CLIMATOLÓGICAS

Las variables climatológicas que se han analizado para el presente estudio fueron: temperatura máxima, mínima y promedio, humedad relativa, velocidad de viento, evaporación y horas de sol. Los parámetros climatológicos señalados se han utilizado básicamente para caracterizar la pluviometría y la evapotranspiración en el área del estudio.

Se ha elaborado un análisis detallado de la precipitación total mensual en el capítulo 6.

3.1. TEMPERATURA

La temperatura es de gran importancia dentro del ciclo hidrológico debido a que esta variable climática se encuentra ligada a la evapotranspiración y al periodo vegetativo de los cultivos. A continuación estudiaremos la temperatura tanto en su comportamiento espacial como temporal.

Esta variable se ha evaluado con el registro histórico de 19 observatorios localizados en el entorno interno y externo del área de estudio y la información de temperatura es a nivel mensual dentro del periodo de 1963-2011.

Considerando que las variables climatológicas, por lo general no presentan variaciones considerables a través del tiempo y la poca información disponible, el análisis de los registros históricos se ha realizado de manera gráfica y así detectar valores incoherentes para luego corregirlos o eliminarlos y finalmente calcular la temperatura media mensual para el año promedio.

Los registros de temperatura utilizados en el presente estudio es la información recopilada y proporcionada por el Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos de la ANA, de propiedad del SENAMHI. La longitud de registro histórico varía desde 5 a 40 años.

3.1.1. RÉGIMEN DE TEMPERATURA MEDIA

Debido a las diferencias de altitud, exposición a los vientos y al sol e influencia de la orografía del área de estudio, existen algunas variaciones en la distribución de la temperatura media del aire en la cuenca.

En un primer análisis podemos observar en la Figura N° 4.2, el comportamiento estacional de la temperatura. Así tenemos que las estaciones registran sus valores máximos de temperatura entre los meses de Noviembre a Abril durante la época de avenidas (periodo lluvioso) y sus valores mínimos entre los meses de Mayo a Agosto, que coincide con la época de estiaje.

En toda la región las temperaturas medias más bajas se producen en el mes de Julio, mientras que las más elevadas se registran de Noviembre a Marzo, por lo general centradas en Diciembre.

En el mapa de la Figura N° 4.3 se verifica la distribución espacial de la temperatura media en el entorno del área de estudio.

En la Figura N° 4.3, se puede observar que la zona más fría de la cuenca es la parte de Lucanas que registra una temperatura media anual menor a 10 °C. Seguido de San Pedro de Larcay y Pampachiri con una temperatura que varía de 10 a 12 °C.

Por el contrario las regiones más cálidas de la cuenca Pampas se encuentra en el sector de Pampas (18 °C), Chincheros y Andarapa (16 -18°C), lugares que están cerca al valle del río Pampas.

Tabla N° 4.2
Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual
Observatorios del Área de Estudio

ESTACION	Z (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Pampachiri	3364	12.26	11.79	11.23	9.47	9.91	8.53	8.00	9.35	10.06	10.96	11.51	12.27	10.21
Coracora	3172	10.80	10.67	9.60	10.68	9.52	9.34	9.18	9.84	10.12	10.75	10.79	11.17	10.21
Allpachaca	3600	9.89	9.89	9.04	8.23	7.21	5.85	6.80	6.84	8.93	8.49	10.33	9.44	8.41
Huanta	2682	15.85	16.90	15.74	16.28	15.34	14.60	15.12	16.06	16.20	17.74	16.70	14.03	15.88
Huayllapampa	2470	16.34	16.46	15.41	15.21	13.13	12.60	12.47	13.93	14.40	16.77	16.94	17.07	15.06
Andahuaylas	2933	13.70	14.19	13.85	13.36	12.05	11.23	10.73	11.81	13.05	13.07	14.03	13.50	12.88
Andamarca	3509	7.24	8.28	7.88	8.07	7.12	6.66	5.87	7.02	8.52	8.11	8.16	7.00	7.49
Chilcayoc	3441	12.85	12.68	12.06	11.87	11.05	10.48	10.21	10.28	12.74	13.58	14.03	13.47	12.11
Huancapi	3120	12.75	12.85	12.36	12.90	12.34	11.81	11.76	12.64	12.98	14.24	14.42	14.08	12.93
Pampas	2032	16.19	18.57	18.29	18.29	17.57	15.55	20.71	21.32	22.80	22.61	22.93	22.13	19.75
Querobamba	3502	9.88	9.42	9.11	8.99	8.48	7.71	6.71	7.38	8.63	8.93	9.88	10.01	8.76
Talavera	2803	15.69	15.88	15.36	14.75	13.14	12.30	12.11	13.63	14.65	15.44	10.22	15.95	14.09
Vilcas huaman	3394	11.66	11.72	11.53	10.93	9.55	8.95	8.55	9.16	9.90	11.43	11.81	11.90	10.59
Chincheros	2862	15.96	15.93	16.84	16.92	15.58	14.53	13.84	14.60	14.40	15.96	14.84	16.12	15.46
Paucaray	3311	13.66	13.85	13.38	13.60	12.94	12.29	11.11	12.46	13.22	14.36	14.54	14.36	13.31
San miguel	2720	10.42	10.40	10.34	9.37	8.84	7.75	7.27	7.76	8.84	9.71	10.01	10.33	9.25
Uripa	3190	12.22	12.32	12.25	12.03	11.72	11.03	10.57	11.11	11.87	12.36	12.62	12.26	11.86
Chalhuanca	3358	13.09	13.01	12.76	12.42	11.38	10.78	10.26	11.29	11.65	13.14	13.44	13.75	12.25
Chalhuanca II	3548	15.31	15.78	14.94	14.93	13.10	12.36	12.93	13.87	14.96	16.43	16.39	16.28	14.77

Figura N° 4.2
Temperatura Media Mensual (°C) – Promedio Multianual

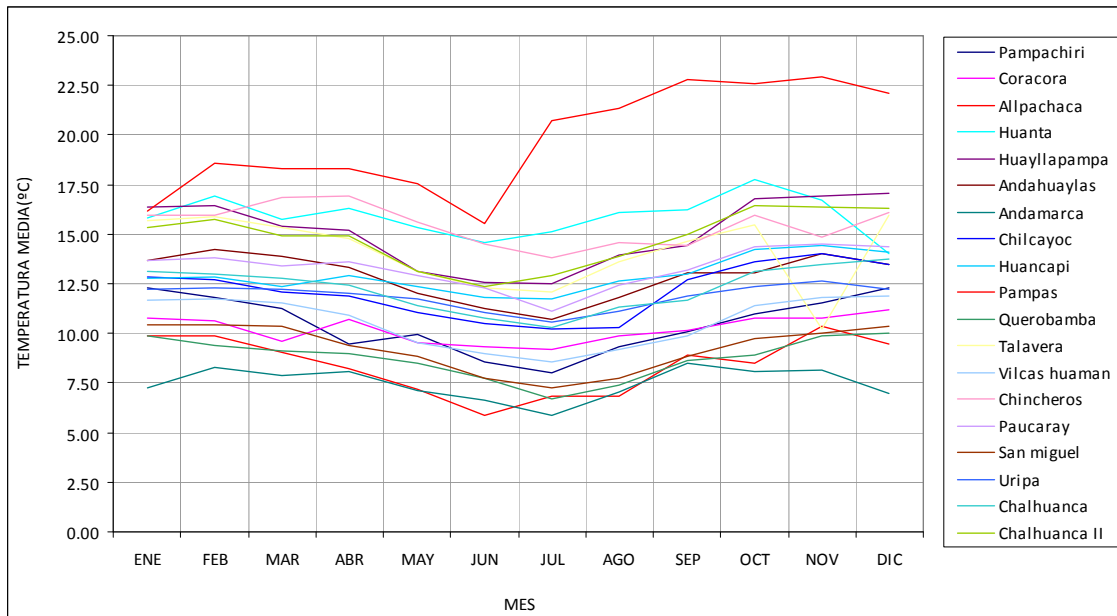
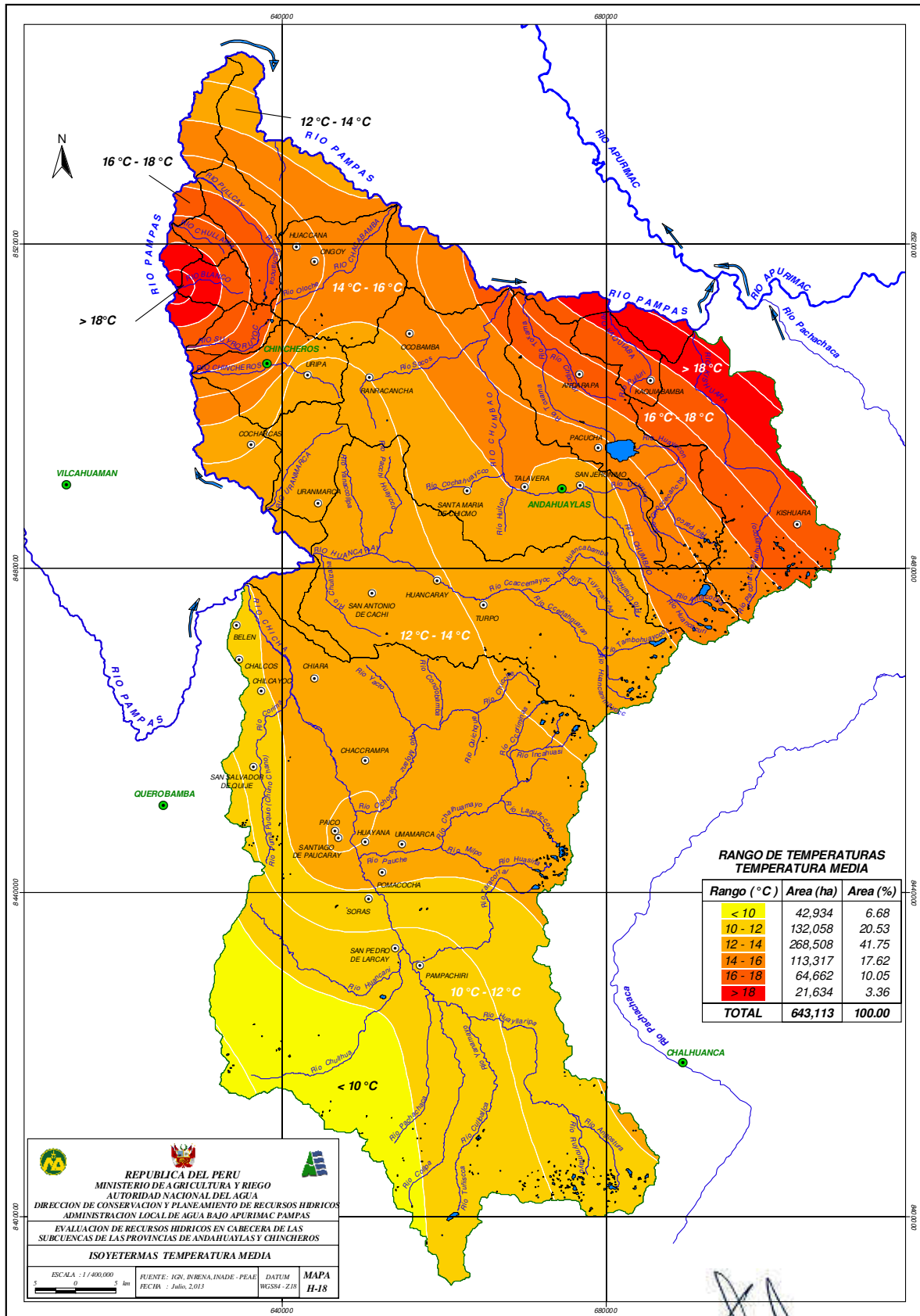


Figura N° 4.3
Distribución de la Temperatura Media Anual (°C) – Isotermas



3.1.2. RÉGIMEN DE TEMPERATURAS MÁXIMAS PROMEDIO

Dentro del área de estudio, las zonas más cálidas se presenta en la estacion Pampas, con valores 32.49 °C de temperatura máxima promedio. Igual caso sucede en las zonas cercanas al rio Pampas según como se puede apreciar en los valores de la Tabla N° 4.3 y en forma gráfica en la Figura N° 4.4.

Tabla N° 4.3
Temperatura Máxima promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

ESTACION	Z(msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Pampachiri	3364	23.21	21.79	21.51	20.49	20.18	18.73	17.44	20.00	21.01	22.37	24.19	23.98	21.24
Coracora	3172	18.56	18.08	18.55	18.77	18.66	18.89	18.91	19.05	19.70	19.52	19.80	19.64	19.01
Allpachaca	3600	19.96	20.08	19.59	19.84	20.13	19.34	19.61	20.44	21.43	21.55	23.05	21.56	20.55
Huanta	2682	26.72	27.43	26.80	27.31	27.02	25.32	26.38	26.59	27.24	29.35	28.12	26.98	27.10
Huayllapampa	2470	26.89	26.41	25.25	26.39	26.55	26.10	24.72	26.54	27.56	29.93	30.10	28.92	27.11
Andahuaylas	2933	23.07	22.92	22.37	23.08	22.96	22.44	22.25	23.05	23.75	24.66	24.40	24.74	23.31
Andamarca	3509	16.38	16.33	15.59	17.18	16.62	14.86	16.03	17.07	18.25	17.56	17.29	14.91	16.51
Chilcayoc	3441	22.70	22.58	21.86	21.88	21.93	21.13	21.28	22.87	23.16	24.77	24.90	24.78	22.82
Huancapi	3120	23.44	22.57	22.26	23.25	24.18	23.88	24.19	24.61	25.25	26.26	26.46	25.87	24.35
Pampas	2032	34.70	29.60	28.70	28.35	27.55	25.80	36.27	33.73	34.80	35.93	37.50	37.00	32.49
Querobamba	3502	19.24	17.40	17.94	16.26	17.03	16.44	15.40	16.47	17.06	18.17	18.48	18.78	17.39
Talavera	2803	24.08	24.28	23.80	24.13	24.00	23.68	23.85	24.73	25.50	26.15	26.32	26.64	24.76
Vilcas huaman	3394	20.46	20.05	19.76	19.89	20.49	19.74	20.06	20.24	20.54	21.98	23.06	21.84	20.68
Chincheros	2862	24.80	26.05	27.57	28.29	27.26	26.17	26.43	24.78	25.44	25.07	23.93	23.48	25.77
Paucaray	3311	23.36	22.14	21.62	22.08	22.55	22.10	21.97	23.05	23.92	24.98	25.49	24.88	23.18
San miguel	2720	12.05	11.94	11.70	11.61	11.12	10.44	9.96	10.51	10.88	11.58	11.93	12.20	11.33
Uripa	3190	20.28	21.00	20.73	20.11	20.43	20.37	20.06	20.77	20.78	21.45	21.88	21.58	20.78
Chalhuanca	3358	23.30	22.37	22.17	22.42	23.10	22.29	22.29	23.34	23.68	25.28	26.21	25.32	23.48
Chalhuanca II	3548	27.12	26.75	25.84	25.90	25.90	25.48	25.80	27.10	27.98	29.28	29.47	29.10	27.14

Figura N° 4.4
Temperatura Máxima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

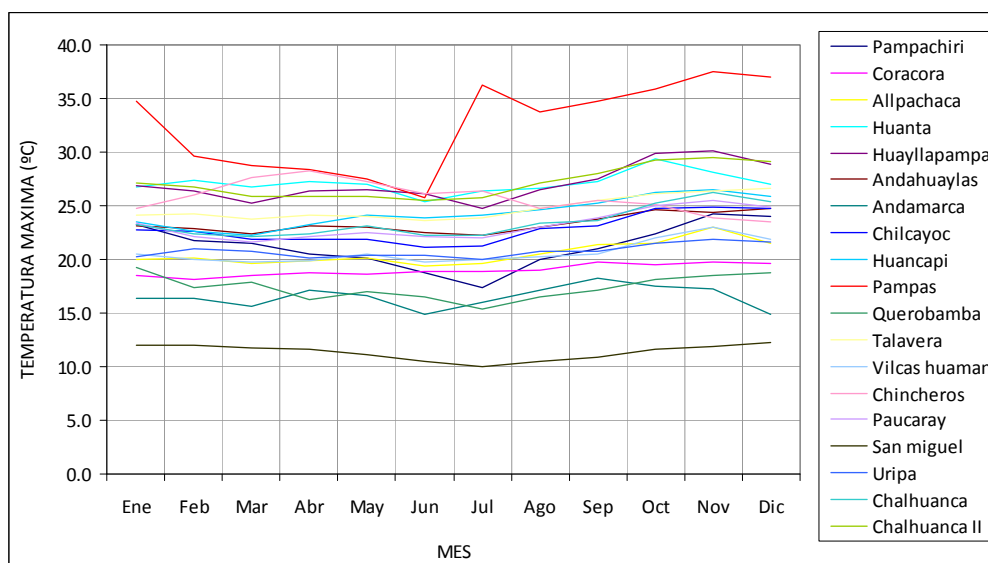
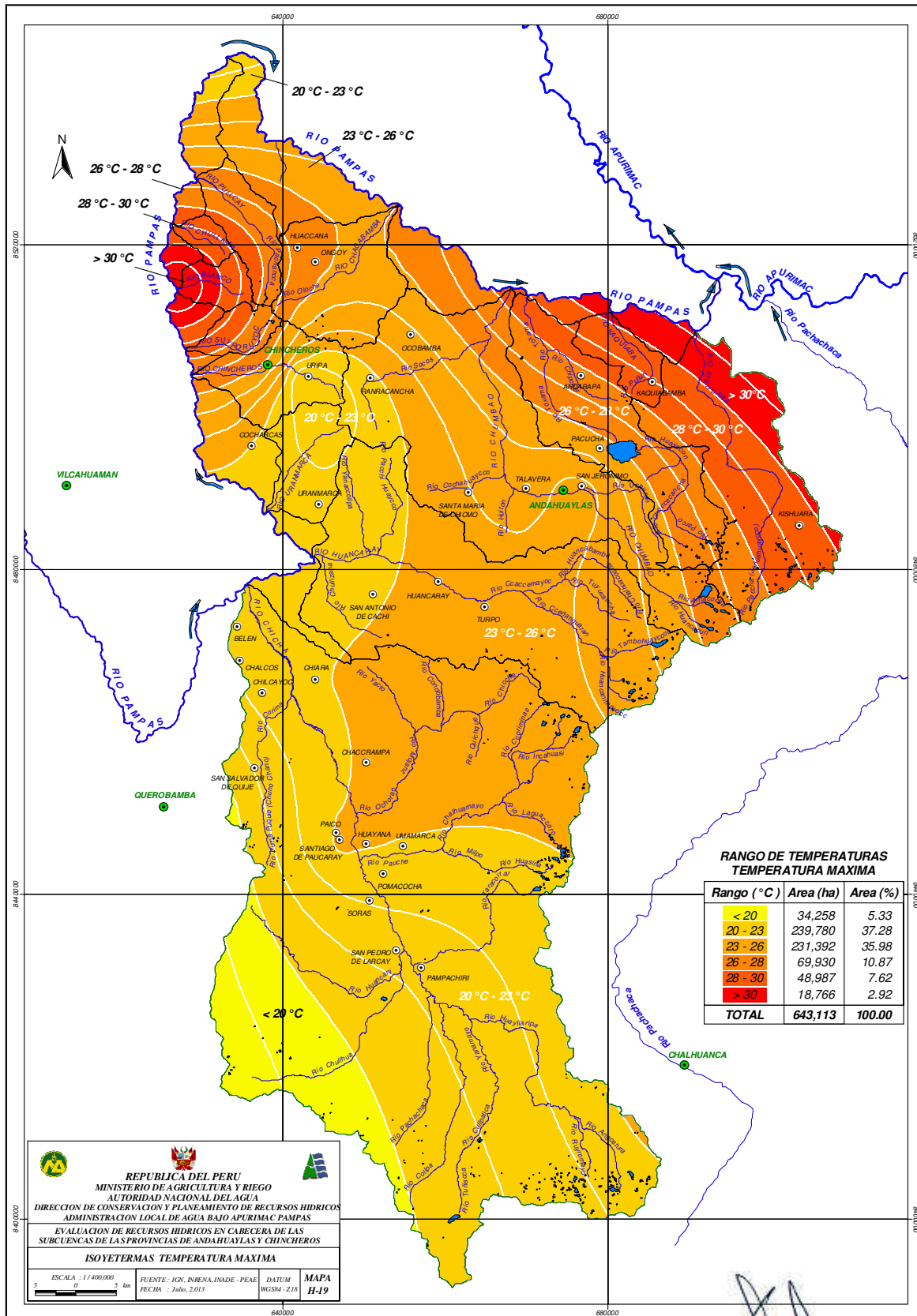


Figura N° 4.4
Distribución de la Temperatura Máxima Promedio Anual (°C) – Isotermas



3.1.3. RÉGIMEN DE TEMPERATURAS MÍNIMAS PROMEDIO

En algunas zonas del área de estudio se registra las temperaturas más bajas, específicamente en la zona de Pampachiri (0.23 °C). Los meses de mayor friaje dentro de la región es durante los meses de Junio a Agosto, en el mes de Julio se registra las temperaturas más bajas en toda la región. Ver Tabla N° 4.4 y en forma gráfica en la Figura N° 4.5. En la Figura N° 4.6 se ha trazado las isotermas de la temperatura mínima promedio anual, se verifica la distribución espacial de las temperaturas mínimas acentuándose más en las partes altas de la cuenca.

Tabla N° 4.4
Temperatura Mínima promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

ESTACION	Z(msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Pampachiri	3364	2.11	2.31	2.01	0.95	-1.01	-1.68	-2.07	-1.12	-0.31	-1.16	1.17	1.57	0.23
Coracora	3172	3.30	3.43	3.32	2.47	1.61	0.97	1.06	1.24	1.70	1.96	2.00	2.68	2.14
Allpachaca	3600	0.45	0.08	0.58	-1.40	-4.56	-5.07	-5.76	-4.95	-3.37	-1.83	-1.59	-0.55	-2.33
Huanta	2682	6.23	7.03	7.10	5.93	5.18	4.11	4.04	4.47	5.85	6.81	6.82	5.78	5.78
Huayllapampa	2470	5.39	5.89	5.18	3.01	-0.40	-2.19	-1.23	-0.07	2.27	3.69	3.70	4.95	2.52
Andahuaylas	2933	5.03	5.18	5.02	2.67	0.29	-1.16	-1.24	-0.06	1.74	2.77	3.00	3.87	2.26
Andamarca	3509	0.31	0.66	1.10	-0.24	-0.81	-1.04	-1.83	-1.81	-0.65	-0.80	-0.81	-0.14	-0.51
Chilcayoc	3441	3.46	2.56	2.70	1.60	-0.28	-0.35	-1.10	1.40	2.78	2.70	3.64	4.28	1.95
Huancapi	3120	2.65	3.08	3.12	1.94	-0.67	-1.45	-1.53	-0.47	1.24	1.71	1.96	2.69	1.19
Pampas	2032	12.20	9.50	9.10	8.85	8.55	6.00	7.20	9.60	11.33	10.80	11.50	10.20	9.57
Querobamba	3502	2.46	2.10	2.20	0.59	-0.78	-3.17	-3.51	-2.56	-0.17	0.28	1.09	0.83	-0.05
Talavera	2803	6.80	6.24	6.30	3.20	-0.30	-1.50	-1.45	0.63	2.88	2.80	4.40	4.46	2.87
Vilcas huaman	3394	2.96	3.29	2.98	0.36	-1.60	-3.13	-4.23	-2.91	-0.81	-0.26	0.35	1.69	-0.11
Chincheros	2862	7.53	6.08	7.60	6.71	5.80	4.43	4.08	5.88	6.78	7.27	7.11	8.18	6.45
Paucaray	3311	5.26	5.83	5.87	4.41	2.56	1.36	0.98	1.85	2.28	3.51	3.59	5.14	3.55
San miguel	2720	8.46	8.14	8.19	7.59	6.82	5.52	4.76	5.16	6.66	7.54	7.88	8.02	7.06
Uripa	3190	4.01	3.35	4.13	3.11	2.26	1.03	0.70	1.37	3.18	3.53	2.89	3.43	2.75
Chalhuanca	3358	3.55	3.87	4.16	2.22	-1.30	-1.43	-1.73	-1.19	0.04	1.22	1.99	2.61	1.17
Chalhuanca II	3548	6.14	6.14	5.27	3.29	0.53	-0.59	-0.75	0.46	2.53	3.62	4.81	5.71	3.10

Figura N° 4.5
Temperatura Mínima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

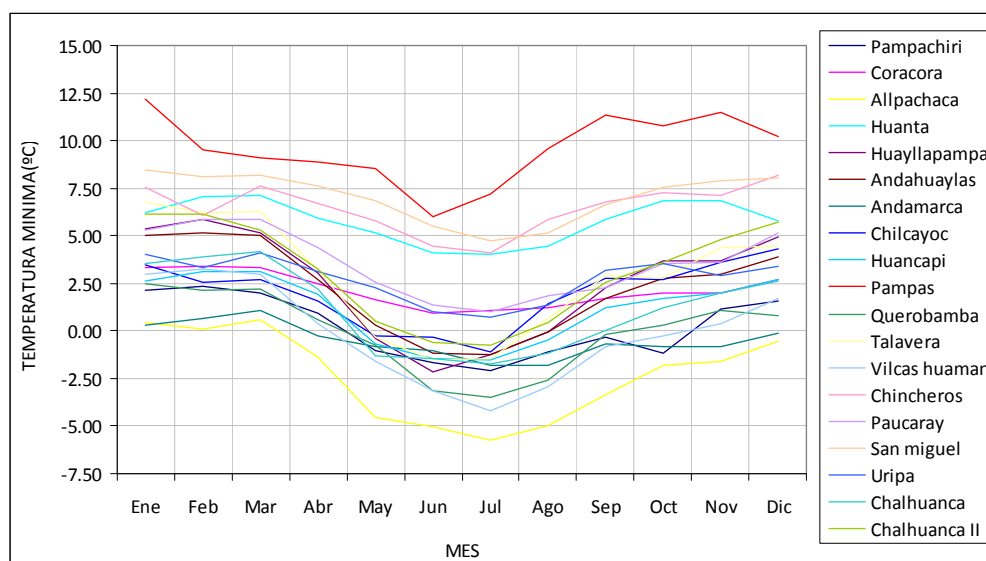
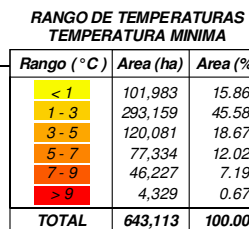


Figura N° 4.6



3.1.4. RESUMEN DE TEMPERATURAS

Tabla Nº 4.5
Temperaturas Media, Máxima Promedio y Mínima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

Observatorio	Z (msnm)		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Prom
Pampachiri	3364	Tmed	12.26	11.79	11.23	9.47	9.91	8.53	8.00	9.35	10.06	10.96	11.51	12.27	10.21
		Tmax	23.21	21.79	21.51	20.49	20.18	18.73	17.44	20.00	21.01	22.37	24.19	23.98	21.24
		Tmin	2.11	2.31	2.01	0.95	-1.01	-1.68	-2.07	-1.12	-0.31	-1.16	1.17	1.57	0.23
Coracora	3172	Tmed	10.80	10.67	9.60	10.68	9.52	9.34	9.18	9.84	10.12	10.75	10.79	11.17	10.21
		Tmax	18.56	18.08	18.55	18.77	18.66	18.89	18.91	19.05	19.70	19.52	19.80	19.64	19.01
		Tmin	3.30	3.43	3.32	2.47	1.61	0.97	1.06	1.24	1.70	1.96	2.00	2.68	2.14
Allpachaca	3600	Tmed	9.89	9.89	9.04	8.23	7.21	5.85	6.80	6.84	8.93	8.49	10.33	9.44	8.41
		Tmax	19.96	20.08	19.59	19.84	20.13	19.34	19.61	20.44	21.43	21.55	23.05	21.56	20.55
		Tmin	0.45	0.08	0.58	-1.40	-4.56	-5.07	-5.76	-4.95	-3.37	-1.83	-1.59	-0.55	-2.33
Huanta	2682	Tmed	15.85	16.90	15.74	16.28	15.34	14.60	15.12	16.06	16.20	17.74	16.70	14.03	15.88
		Tmax	26.72	27.43	26.80	27.31	27.02	25.32	26.38	26.59	27.24	29.35	28.12	26.98	27.10
		Tmin	6.23	7.03	7.10	5.93	5.18	4.11	4.04	4.47	5.85	6.81	6.82	5.78	5.78
Huayllapampa	2470	Tmed	16.34	16.46	15.41	15.21	13.13	12.60	12.47	13.93	14.40	16.77	16.94	17.07	15.06
		Tmax	26.89	26.41	25.25	26.39	26.55	26.10	24.72	26.54	27.56	29.93	30.10	28.92	27.11
		Tmin	5.39	5.89	5.18	3.01	-0.40	-2.19	-1.23	-0.07	2.27	3.69	3.70	4.95	2.52
Andahuaylas	2933	Tmed	13.70	14.19	13.85	13.36	12.05	11.23	10.73	11.81	13.05	13.07	14.03	13.50	12.88
		Tmax	23.07	22.92	22.37	23.08	22.96	22.44	22.25	23.05	23.75	24.66	24.40	24.74	23.31
		Tmin	5.03	5.18	5.02	2.67	0.29	-1.16	-1.24	-0.06	1.74	2.77	3.00	3.87	2.26
Andamarca	3509	Tmed	7.24	8.28	7.88	8.07	7.12	6.66	5.87	7.02	8.52	8.11	8.16	7.00	7.49
		Tmax	16.38	16.33	15.59	17.18	16.62	14.86	16.03	17.07	18.25	17.56	17.29	14.91	16.51
		Tmin	0.31	0.66	1.10	-0.24	-0.81	-1.04	-1.83	-1.81	-0.65	-0.80	-0.81	-0.14	-0.51
Chilcayoc	3441	Tmed	12.85	12.68	12.06	11.87	11.05	10.48	10.21	10.28	12.74	13.58	14.03	13.47	12.11
		Tmax	22.70	22.58	21.86	21.88	21.93	21.13	21.28	22.87	23.16	24.77	24.90	24.78	22.82
		Tmin	3.46	2.56	2.70	1.60	-0.28	-0.35	-1.10	1.40	2.78	2.70	3.64	4.28	1.95
Huancapi	3120	Tmed	12.75	12.85	12.36	12.90	12.34	11.81	11.76	12.64	12.98	14.24	14.42	14.08	12.93
		Tmax	23.44	22.57	22.26	23.25	24.18	23.88	24.19	24.61	25.25	26.26	26.46	25.87	24.35
		Tmin	2.65	3.08	3.12	1.94	-0.67	-1.45	-1.53	-0.47	1.24	1.71	1.96	2.69	1.19
Pampas	2032	Tmed	16.19	18.57	18.29	18.29	17.57	15.55	20.71	21.32	22.80	22.61	22.93	22.13	19.75
		Tmax	34.70	29.60	28.70	28.35	27.55	25.80	36.27	33.73	34.80	35.93	37.50	37.00	32.49
		Tmin	12.20	9.50	9.10	8.85	8.55	6.00	7.20	9.60	11.33	10.80	11.50	10.20	9.57
Querobamba	3502	Tmed	9.88	9.42	9.11	8.99	8.48	7.71	6.71	7.38	8.63	8.93	9.88	10.01	8.76
		Tmax	19.24	17.40	17.94	16.26	17.03	16.44	15.40	16.47	17.06	18.17	18.48	18.78	17.39
		Tmin	2.46	2.10	2.20	0.59	-0.78	-3.17	-3.51	-2.56	-0.17	0.28	1.09	0.83	-0.05
Talavera	2803	Tmed	15.69	15.88	15.36	14.75	13.14	12.30	12.11	13.63	14.65	15.44	10.22	15.95	14.09
		Tmax	24.08	24.28	23.80	24.13	24.00	23.68	23.85	24.73	25.50	26.15	26.32	26.64	24.76
		Tmin	6.80	6.24	6.30	3.20	-0.30	-1.50	-1.45	0.63	2.88	2.80	4.40	4.46	2.87
Vilcashuaman	3394	Tmed	11.66	11.72	11.53	10.93	9.55	8.95	8.55	9.16	9.90	11.43	11.81	11.90	10.59
		Tmax	20.46	20.05	19.76	19.89	20.49	19.74	20.06	20.24	20.54	21.98	23.06	21.84	20.68
		Tmin	2.96	3.29	2.98	0.36	-1.60	-3.13	-4.23	-2.91	-0.81	-0.26	0.35	1.69	-0.11
Chincheros	2862	Tmed	15.96	15.93	16.84	16.92	15.58	14.53	13.84	14.60	14.40	15.96	14.84	16.12	15.46
		Tmax	24.80	26.05	27.57	28.29	27.26	26.17	26.43	24.78	25.44	25.07	23.93	23.48	25.77
		Tmin	7.53	6.08	7.60	6.71	5.80	4.43	4.08	5.88	6.78	7.27	7.11	8.18	6.45
Paucaray	3311	Tmed	13.66	13.85	13.38	13.60	12.94	12.29	11.11	12.46	13.22	14.36	14.54	14.36	13.31
		Tmax	23.36	22.14	21.62	22.08	22.55	22.10	21.97	23.05	23.92	24.98	25.49	24.88	23.18
		Tmin	5.26	5.83	5.87	4.41	2.56	1.36	0.98	1.85	2.28	3.51	3.59	5.14	3.55
San miguel	2720	Tmed	10.42	10.40	10.34	9.37	8.84	7.75	7.27	7.76	8.84	9.71	10.01	10.33	9.25
		Tmax	12.05	11.94	11.70	11.61	11.12	10.44	9.96	10.51	10.88	11.58	11.93	12.20	11.33
		Tmin	8.46	8.14	8.19	7.59	6.82	5.52	4.76	5.16	6.66	7.54	7.88	8.02	7.06
Uripa	3190	Tmed	12.22	12.32	12.25	12.03	11.72	11.03	10.57	11.11	11.87	12.36	12.62	12.26	11.86
		Tmax	20.28	21.00	20.73	20.11	20.43	20.37	20.06	20.77	20.78	21.45	21.88	21.58	20.78
		Tmin	4.01	3.35	4.13	3.11	2.26	1.03	0.70	1.37	3.18	3.53	2.89	3.43	2.75
Chalhuanca	3358	Tmed	13.09	13.01	12.76	12.42	11.38	10.78	10.26	11.29	11.65	13.14	13.44	13.75	12.25
		Tmax	23.30	22.37	22.17	22.42	23.10	22.29	22.29	23.34	23.68	25.28	26.21	25.32	23.48
		Tmin	3.55	3.87	4.16	2.22	-1.30	-1.43	-1.73	-1.19	0.04	1.22	1.99	2.61	1.17
Chalhuanca	3548	Tmed	15.31	15.78	14.94	14.93	13.10	12.36	12.93	13.87	14.96	16.43	16.39	16.28	14.77
		Tmax	27.12	26.75	25.84	25.90	25.90	25.48	25.80	27.10	27.98	29.28	29.47	29.10	27.14
		Tmin	6.14	6.14	5.27	3.29	0.53	-0.59	-0.75	0.46	2.53	3.62	4.81	5.71	3.10

Figura N° 4.7a
Temperaturas Media, Máxima Promedio y Mínima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

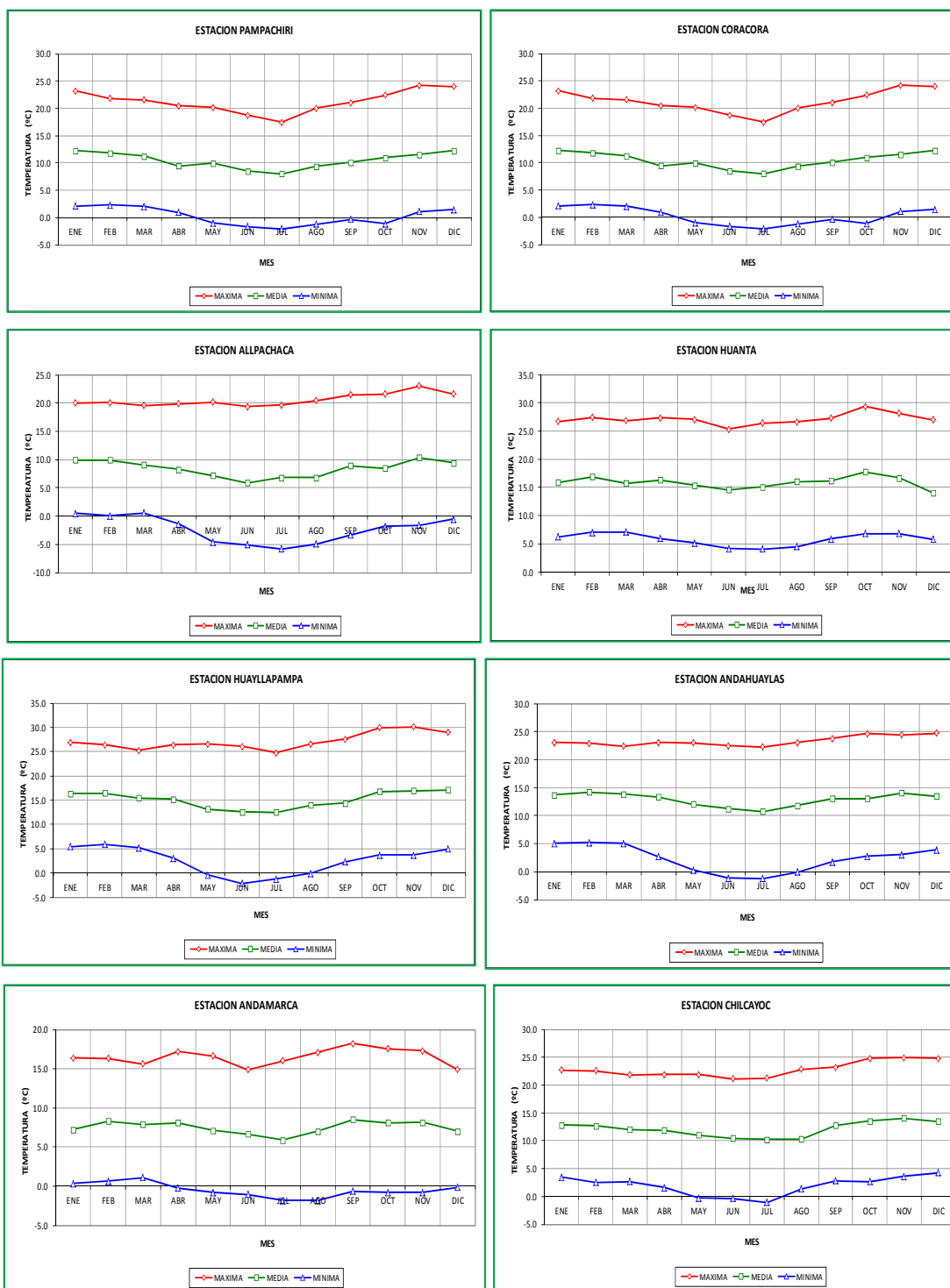


Figura N° 4.7b
Temperaturas Media, Máxima Promedio y Mínima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual

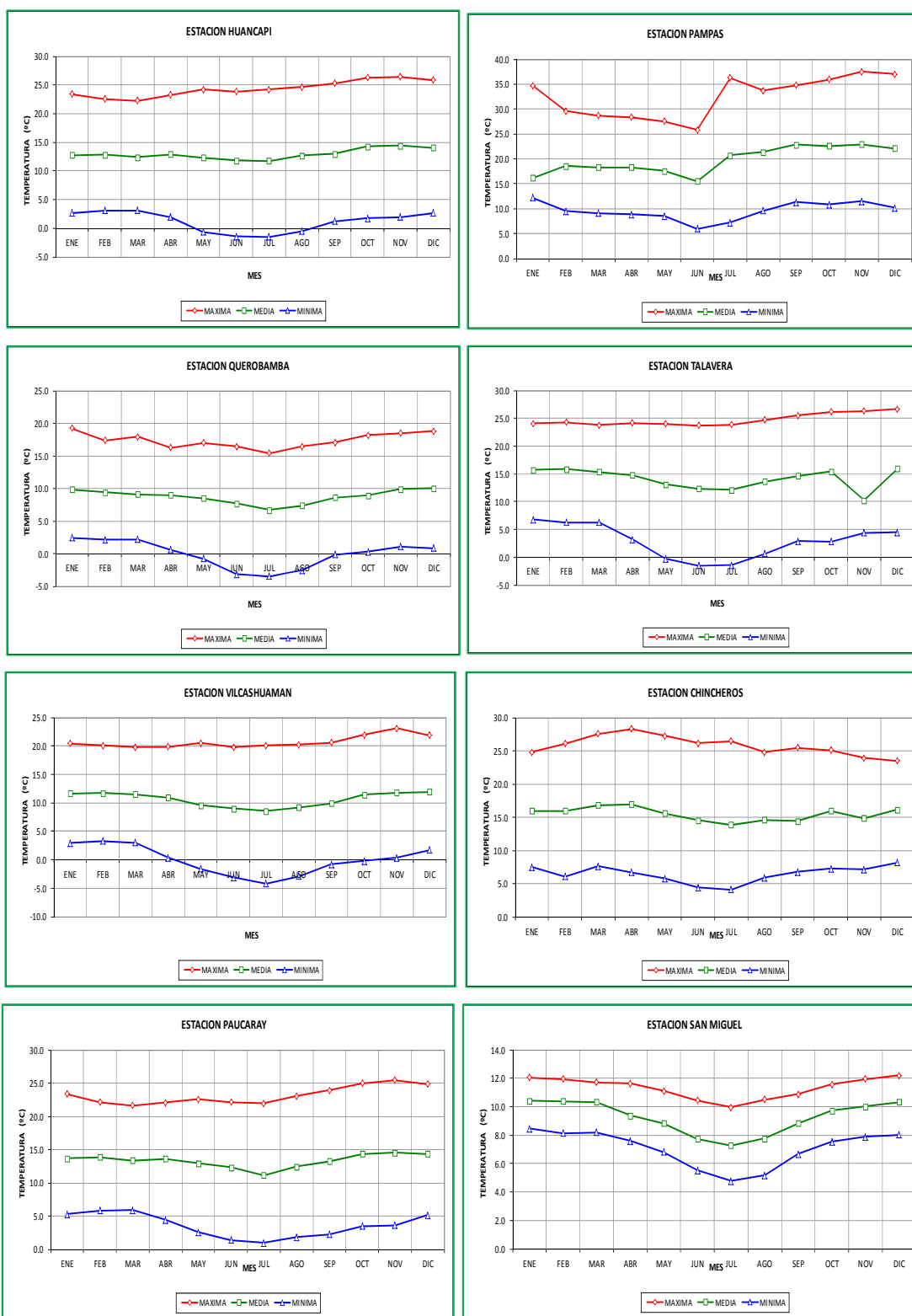
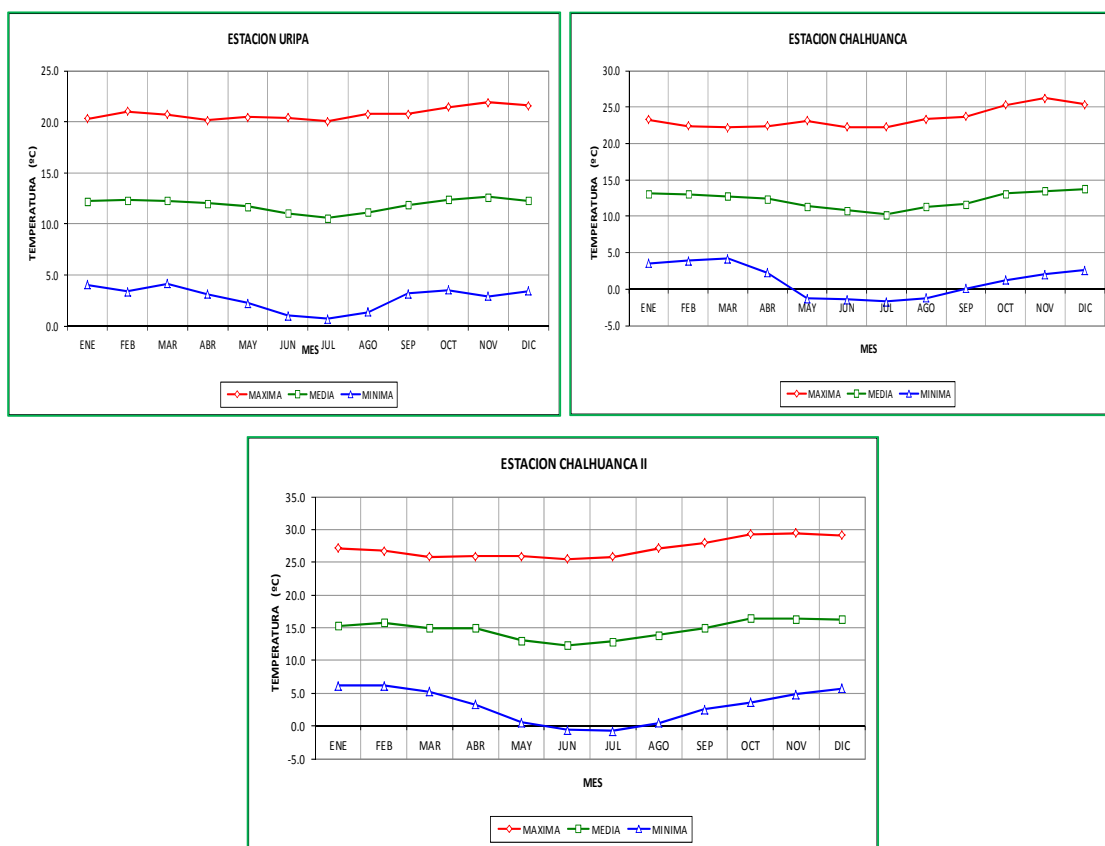


Figura N° 4.7c
Temperaturas Media, Máxima Promedio y Mínima Promedio Mensual (°C) – Promedio Multianual



3.2. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es una expresión de lo máximo posible en términos relativos. La humedad relativa no dice nada de cuanto vapor hay en la masa, dice cuanto está ocupado de la masa por vapor. La temperatura es la que me permite saber cuánto vapor de agua hay en la atmósfera.

El registro de información de este parámetro según los registros proporcionados por el SENAMHI es muy escaso, solamente se tiene disponible la información de humedad relativa registrada en 3 observatorios, y que corresponde a periodos de registro corto.

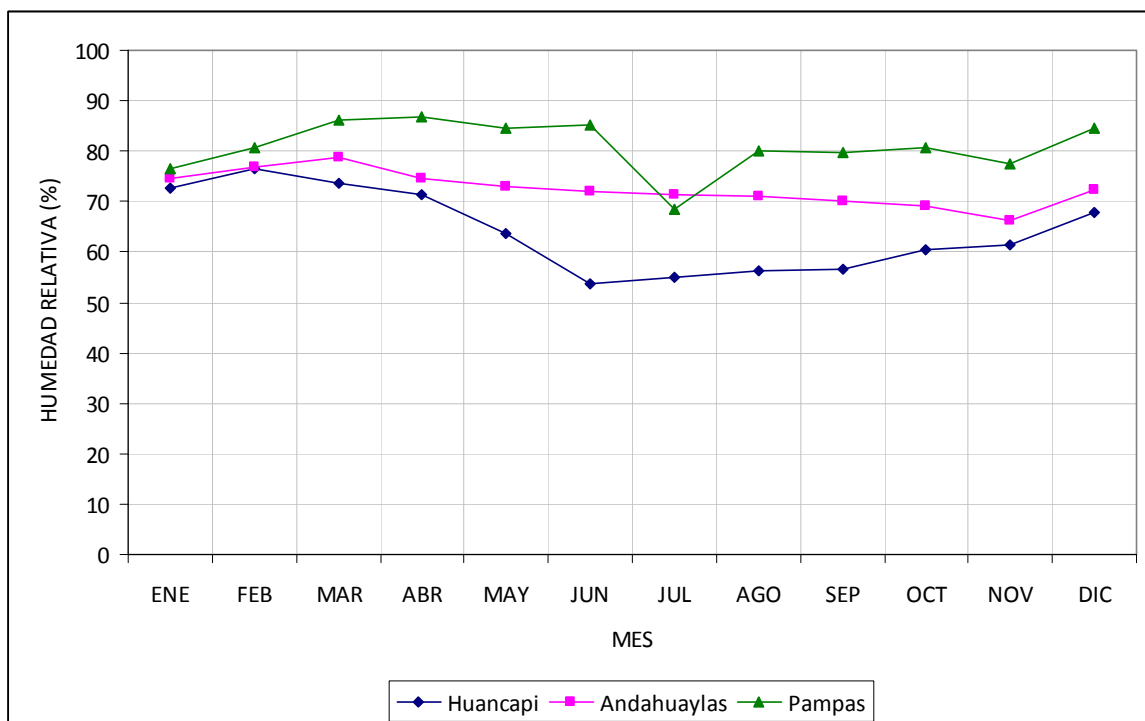
En la Tabla N° 4.6 se presenta la variación estacional de este parámetro registrado en los observatorios de Huancapi, Andahuaylas y Pampas, en la Figura N° 4.7 se presenta en forma gráfica.

La variación estacional y espacial es similar a la precipitación, por lo que registra los valores más altos durante el verano. También se verifica que la variación estacional de la humedad relativa es baja durante Junio y Julio.

Tabla N° 4.6
Humedad Relativa Promedio Mensual (%) – Promedio Multianual

OBSERVATORIO	Z (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Huancapi	3120	72.56	76.41	73.66	71.37	63.68	53.65	54.94	56.18	56.57	60.60	61.51	67.99	64.09
Andahuaylas	2933	74.5	76.81	78.69	74.75	72.94	71.94	71.25	71.13	69.94	69.06	66.31	72.44	72.48
Pampas	2032	76.5	80.67	86.33	86.67	84.67	85.33	68.33	80	79.67	80.67	77.50	84.67	80.92

Figura N° 4.7
Humedad Relativa Promedio Mensual (%) – Promedio Multianual



3.3. VELOCIDAD DE VIENTO

El viento es el movimiento de aire en la superficie terrestre. Es generado por la acción de gradientes de presión atmosférica producida por el calentamiento diferencial de las superficies y masas de aire.

En los observatorios meteorológicos de la cuenca, la información histórica de este parámetro es escasa. Solamente se registra en 14 observatorios, cuya información disponible corresponde al periodo (1965 – 2012), en forma dispersa.

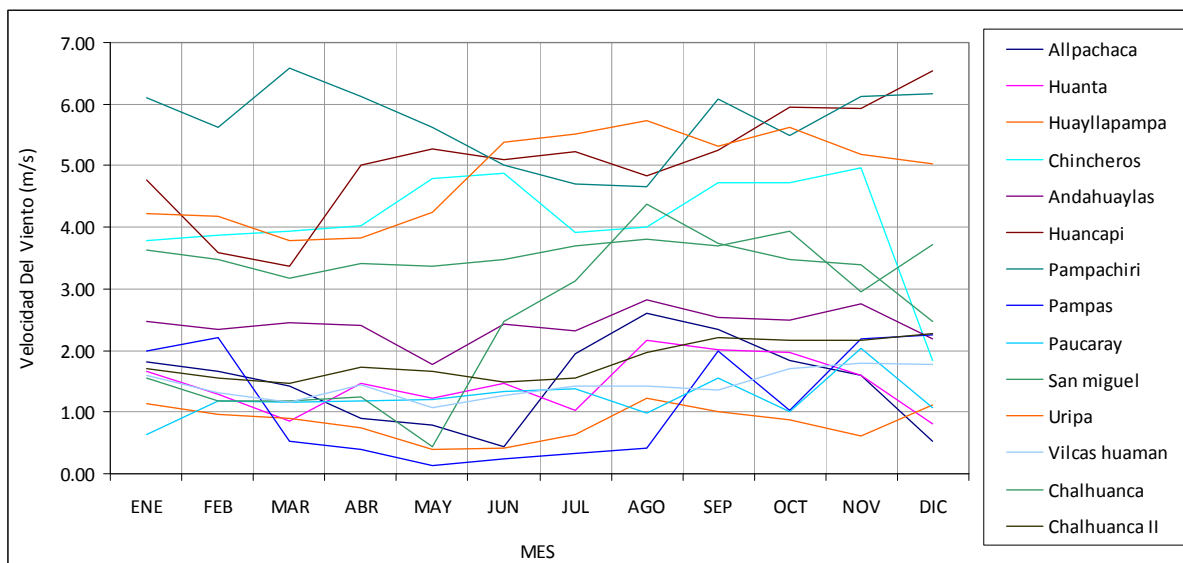
En la Tabla N° 4.7 se presenta la variación estacional de este parámetro registrado en 14 observatorios y en la Figura N° 4.8 se presenta en forma gráfica.

La distribución de los vientos varía de mes a mes, acentuándose los valores más altos durante los meses de mayo hasta diciembre, centrado en el mes de septiembre que registra el valor más alto. Asimismo el valor promedio mensual de los vientos es muy variable de un observatorio con respecto a los otros.

Tabla N° 4.7
Velocidad de Viento Promedio Mensual (m/s) – Promedio Multianual

OBSERVATORIO	Z (msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Allpachaca	3600	1.81	1.67	1.42	0.89	0.79	0.44	1.95	2.60	2.34	1.83	1.60	0.52	1.49
Huanta	2682	1.66	1.30	0.85	1.47	1.23	1.46	1.03	2.16	2.00	1.97	1.61	0.81	1.46
Huayllapampa	2470	1.14	0.97	0.90	0.75	0.40	0.41	0.64	1.22	1.01	0.87	0.61	1.12	0.84
Chincheros	2862	3.79	3.87	3.93	4.02	4.80	4.87	3.93	4.00	4.73	4.73	4.96	1.83	4.12
Andahuaylas	2933	2.48	2.33	2.45	2.40	1.77	2.44	2.31	2.83	2.54	2.49	2.76	2.20	2.42
Huancapi	3120	4.78	3.58	3.37	5.00	5.28	5.10	5.22	4.83	5.26	5.96	5.94	6.54	5.07
Pampachiri	3364	6.10	5.63	6.59	6.12	5.63	5.01	4.70	4.65	6.08	5.49	6.13	6.16	5.69
Pampas	2032	2.00	2.20	0.52	0.40	0.13	0.23	0.32	0.41	2.00	1.03	2.18	2.25	0.77
Paucaray	3311	0.64	1.18	1.16	1.19	1.21	1.34	1.38	0.98	1.55	1.00	2.03	1.08	1.23
San miguel	2720	1.55	1.18	1.18	1.24	0.44	2.48	3.12	4.38	3.74	3.47	3.40	2.47	2.39
Uripa	3190	4.22	4.18	3.79	3.82	4.25	5.37	5.50	5.73	5.32	5.62	5.18	5.03	4.84
Vilcas huaman	3394	1.59	1.30	1.15	1.45	1.07	1.27	1.42	1.42	1.35	1.70	1.79	1.77	1.44
Chalhuanca	3358	3.64	3.48	3.18	3.40	3.37	3.48	3.70	3.81	3.70	3.94	2.96	3.73	3.53
Chalhuanca II	3548	1.71	1.55	1.46	1.74	1.67	1.49	1.56	1.96	2.21	2.17	2.17	2.28	1.83

Figura N° 4.8
Velocidad de Viento Promedio Mensual (m/s) – Promedio Multianual



3.4. HORAS DE SOL

Horas de sol o Número de horas por día de luz solar brillante, también definida como la duración de trazas o quemaduras hechas en una carta hidrográfica por el registro de "Campbell Stokes".

Dentro del área de estudio solo en los observatorios de Andahuaylas y Huancapi se dispone de registros de este parámetro.

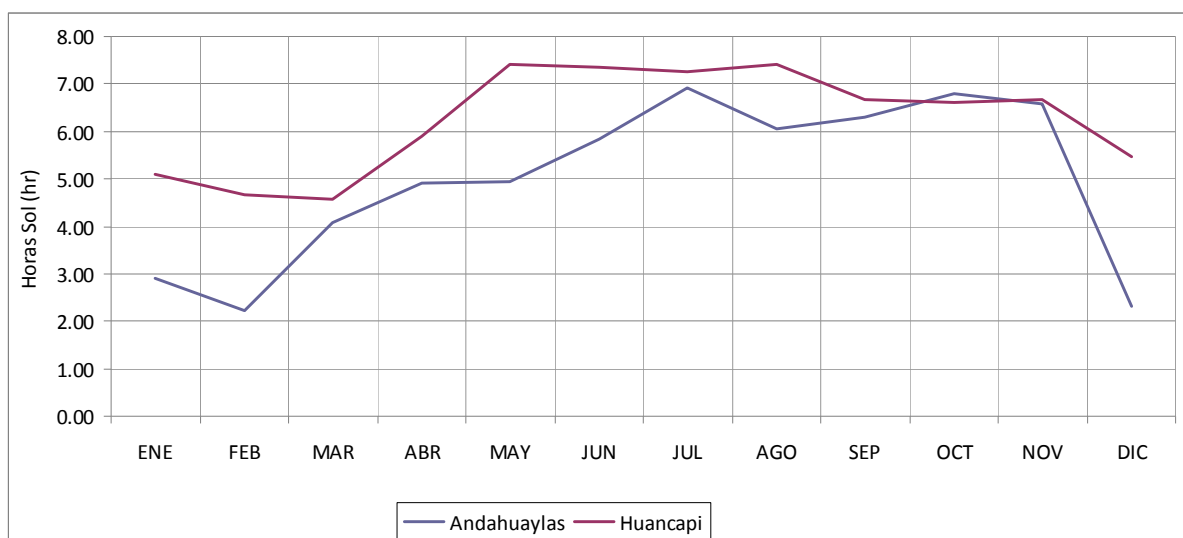
En la Tabla N° 4.8 se presenta la variación estacional de este parámetro registrado en los dos observatorios mencionados. Y en la Figura N° 4.9 se presenta en forma gráfica.

La distribución de horas sol varía de mes a mes, acentuándose los valores más altos durante los meses de abril hasta noviembre, centrado en el mes de julio que registra el valor más alto.

Tabla N° 4.8
Horas de Sol Promedio Mensual (hr) – Promedio Multianual

ORSERVATORIO	Z(msnm)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	Prom
Andahuaylas	2933	2.91	2.23	4.08	4.92	4.94	5.85	6.93	6.06	6.30	6.80	6.58	2.33	4.99
Huancapi	2862	5.11	4.66	4.58	5.89	7.40	7.35	7.27	7.40	6.67	6.61	6.66	5.48	6.26

Figura N° 4.9
Horas de Sol Promedio Mensual (hr) – Promedio Multianual



3.5. EVAPORACIÓN

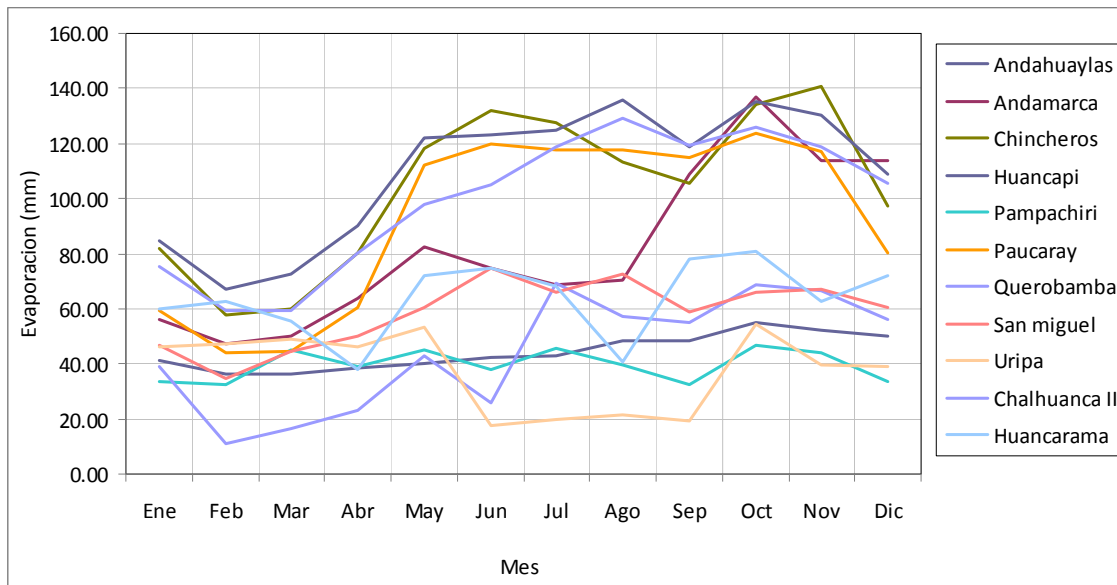
La evaporación es el proceso físico mediante el cual el agua se convierte a su forma gaseosa. La evaporación del agua a la atmósfera ocurre en la superficie de ríos, lagos, suelos y vegetación. Los registros disponibles de evaporación provienen de observaciones de Tanque evaporímetro Tipo A. Los registros históricos de este parámetro han sido proporcionados por el SENAMHI y son escasos en la cuenca. Se ha realizado el análisis de la evaporación total mensual registrada en 11 observatorios meteorológicos.

Los mayores valores de la evaporación promedio mensual se producen en los meses de octubre y noviembre. Los mayores valores de la evaporación promedio anual en la región se producen en los sectores de Chincheros, Chalhuanca, Pampachiri y en las cercanías al río Pampas. Los valores más bajos se registran en Uripa que presenta un valor de 452.57 mm. como promedio anual. En la Tabla N° 4.9 se presenta la variación estacional de este parámetro y en la Figura N° 4.10 se presenta en forma gráfica.

Tabla N° 4.9
Evaporación Total Mensual (mm.) – Promedio Multianual

OBSERVATORIO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Andahuaylas	41.29	36.42	36.33	38.48	40.15	42.21	42.79	48.22	48.48	54.90	52.03	49.86	531.14
Andamarca	55.83	47.44	50.19	63.96	82.51	74.82	68.94	70.42	108.84	136.98	113.73	113.94	987.59
Chincheros	81.95	57.90	59.97	80.40	118.23	132.16	127.56	113.22	105.57	133.99	140.73	97.13	1248.80
Huancapi	84.40	67.33	72.40	90.21	122.29	123.29	124.56	135.68	118.85	135.28	130.47	108.93	1313.69
Pampachiri	77.26	75.43	97.00	90.45	96.46	81.26	98.19	92.47	75.37	87.30	82.39	67.41	1020.97
Paucaray	59.39	43.74	44.66	60.38	112.36	120.03	117.92	117.88	115.12	123.85	116.93	80.46	1112.73
Querobamba	38.81	10.96	16.58	23.34	43.07	25.76	69.26	56.92	55.09	68.73	66.44	55.94	530.89
San miguel	46.87	34.46	44.34	49.80	60.28	74.97	66.24	72.75	58.99	66.20	66.91	60.55	702.36
Uripa	46.02	47.31	48.79	46.24	53.49	17.38	19.62	21.55	19.22	54.42	39.68	38.85	452.57
Chalhuanca	75.34	59.21	59.34	80.05	98.13	104.89	118.97	129.28	119.06	126.05	119.02	105.79	1195.13
Huancarama	60.20	62.80	55.80	38.00	72.10	74.70	68.00	40.50	78.10	80.90	62.80	71.80	765.70

Figura N° 4.10
Evaporación Total Mensual (mm.) – Promedio Multianual



3.6. EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración potencial [ETP] es la pérdida de agua de una superficie cubierta completamente de vegetación. La evapotranspiración [ET] de un cultivo es determinada por los procesos meteorológicos. El cierre de las estomas y la reducción en transpiración usualmente son importantes sólo bajo condiciones de escasez de agua o condiciones de estrés de la planta. La evapotranspiración dependerá de tres factores: [1] vegetación, [2] disponibilidad de agua en el suelo y [3] comportamiento de las estomas.

Los métodos indirectos de estimación de la ETP, se basan principalmente en la aplicación de ecuaciones matemáticas, las cuales emplean datos de entrada como la temperatura, la radiación, la humedad relativa, y otros elementos climáticos que le permiten a las ecuaciones ciertos grados de ajuste y exactitud. Se recomienda emplear la que mayor número de elementos climáticos incluya para su cálculo, pero existe zonas donde no se cuenta con dicha

información, entonces se trabaja con la que se ajuste a las condiciones, o la cantidad de información disponible

En el presente estudio, para la estimación de la evapotranspiración potencial (ETP) en función de la información básica disponible, se ha empleado la fórmula de Penman – Monteith.

3.6.1. METODO DE PENMAN – MONTEITH

El método de Penman – Monteith puede considerarse como el método estándar de todos los métodos combinados para estimar la evapotranspiración (ET) del cultivo de referencia. La mayoría de los métodos combinados presentan ligeras variaciones dependiendo del tipo de cultivo y de la localización de los instrumentos meteorológicos. Por esta razón, el método de Penman – Monteith utiliza términos como la resistencia aerodinámica del follaje para relacionar la altura de los instrumentos meteorológicos con la altura del cultivo y la resistencia estomática a la transpiración mínima que dependerá del tipo de cultivo y de su altura.

La ecuación de Penman – Monteith se define:

ET = ET radiación + ET aerodinámica

La ecuación final es:

$$ET_o = \left[\frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} (R_n - G) + \frac{10}{L} + \frac{\gamma}{\Delta + \gamma^*} \frac{90}{T + 273} u_2 (e_s - e_a) \right]$$

Donde

ET_o = evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

γ* = constante psicrométrica modificada utilizada en el método de Penman-Monteith (mbar/°C)

e_s – e_a = déficit de presión de vapor (mb)

e_s = presión de vapor a saturación a la temperatura promedio del aire (mb)

e_a = presión de vapor tomada a la temperatura a punto de rocío (mb)

L = calor latente de vaporización (cal/gr)

Δ = pendiente de la curva de presión de la saturación de vapor a una temperatura específica (mbar/°C)

γ = constante psicrométrica

R_n = energía de radiación neta (cal/(cm² día))

T = temperatura promedio (°C)

G = flujo termal del suelo (cal/cm²)

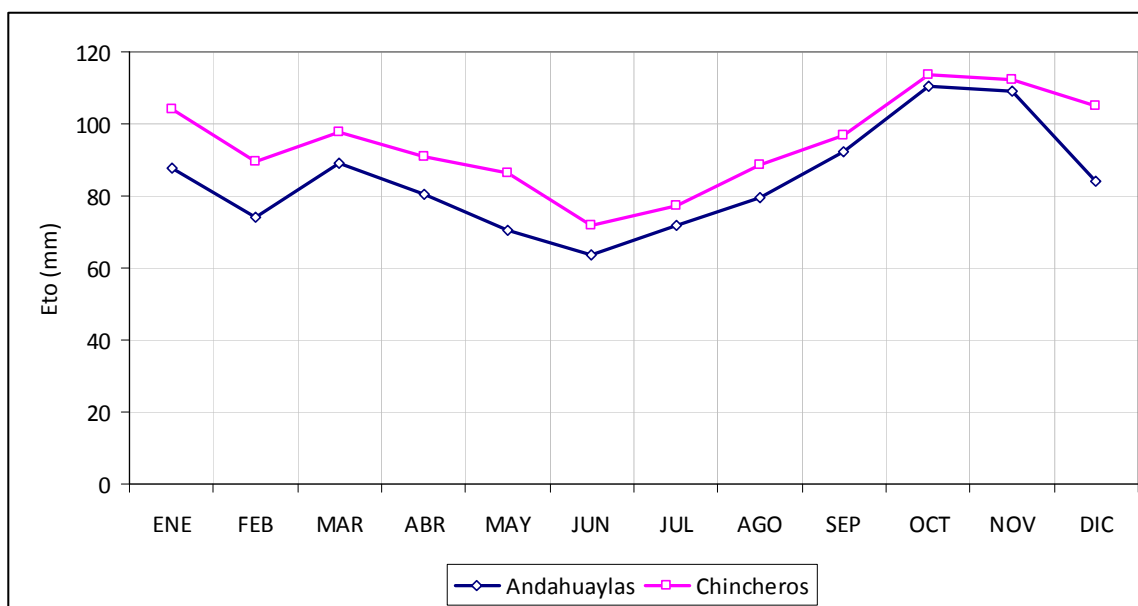
La evapotranspiración de cultivo de referencia se ha calculado utilizando el software Cropwat versión 8.0, proporcionado por la FAO.

En la Tabla N° 4.10 se presenta los valores de la evapotranspiración potencial calculados para los lugares en donde hay disponibilidad de todos los parámetros climáticos que permitan utilizar la fórmula de Penman – Monteith. No es posible determinar la evapotranspiración potencial local en forma específica para todos los lugares en donde existen las demandas hídricas, ya que no todos los observatorios registran todos los parámetros requeridos para el cálculo.

Tabla N° 4.10
Evapotranspiración Potencial (mm/mes)
Lugares con información climatológica para calculo de Evapotranspiración Potencial

LUGAR	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
Andahuaylas	87.73	74.166	88.97	80.4	70.37	63.6	71.61	79.67	92.4	110.36	108.9	84.01	1012.186
Chincheros	104.16	89.394	97.65	90.9	86.49	72	77.5	88.66	96.9	113.77	112.2	104.78	1134.404

Figura N° 4.11
Evapotranspiración Potencial (mm/mes)



La información climatológica utilizada para el cálculo de la evapotranspiración potencial se resume en la Tabla N° 4.11, todos los observatorios climatológicos no registran todas las variables climatológicas, por lo que para aplicar las ecuaciones de cálculo de evapotranspiración se ha asumido los valores de observatorios cercanos.

Tabla N° 4.11
Información Climatológica – Calculo de Evapotranspiración Potencial

ESTACION ANDAHUAYLAS						ESTACION CHINCHEROS					
Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Horas de Sol (h/día)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (m/s)	Temperatura media (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Horas de Sol (h/día)	Humedad relativa (%)	Velocidad viento (m/s)
13.7	23.07	5.03	2.91	74.5	2.479	15.96	24.80	7.53	5.15	74.50	3.79
14.19	22.92	5.18	2.23	76.81	2.332	15.93	26.05	6.08	4.52	76.81	3.87
13.85	22.37	5.02	4.08	78.69	2.449	16.84	27.57	7.60	4.86	78.69	3.93
13.36	23.08	2.67	4.92	74.75	2.4	16.92	28.29	6.71	5.91	74.75	4.02
12.05	22.96	0.29	4.94	72.94	1.766	15.58	27.26	5.80	7.28	72.94	4.80
11.23	22.44	-1.16	5.85	71.94	2.438	14.53	26.17	4.43	6.89	71.94	4.87
10.73	22.25	-1.24	6.93	71.25	2.313	13.84	26.43	4.08	7.20	71.25	3.93
11.81	23.05	-0.06	6.06	71.13	2.826	14.60	24.78	5.88	7.22	71.13	4.00
13.05	23.75	1.74	6.3	69.94	2.542	14.40	25.44	6.78	6.59	69.94	4.73
13.07	24.66	2.77	6.8	69.06	2.487	15.96	25.07	7.27	7.12	69.06	4.73
14.03	24.4	3.00	6.58	66.31	2.76	14.84	23.93	7.11	7.25	66.31	4.96
13.5	24.74	3.87	2.33	72.44	2.196	16.12	23.48	8.18	5.54	72.44	1.83

Capítulo 5

INVENTARIO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

1. INTRODUCCIÓN

Conforme crece la población y se expanden las economías, la lucha por conseguir agua para hacer frente a las necesidades familiares, poblacionales, agrícolas e industriales se incrementa continuamente. Es más: las leyes y normativas destinadas a mantener el agua en ríos y arroyos a fin de cumplir los objetivos medioambientales están aumentando de forma similar. La atención de las necesidades hídricas fundamentales y la conciliación de los correspondientes requisitos e intereses, con frecuencia opuestos, son procesos que necesitan operaciones amplias y estables de control del agua y un compromiso de evaluación de los recursos hídricos. De hecho, la evaluación de los recursos hídricos constituye un requisito previo para el desarrollo y la gestión sostenibles de tales recursos en todo el mundo.

El término “evaluación de los recursos hídricos” hace referencia a la determinación constante de la localización, extensión, fiabilidad y calidad de los recursos hídricos, así como de las actividades humanas que afectan a los mismos (Young y otros, 1994). Batchelor y otros (2005) describen este proceso de evaluación en mayor detalle como “un estudio sistemático del estado actual y de las tendencias futuras tanto en los recursos hídricos como en los servicios de suministro de agua, con un especial énfasis en aspectos relacionados con la disponibilidad, accesibilidad y demanda”. Cuando existe preocupación por el riego, la mitigación de pérdidas provocadas por crecidas, los desagües urbanos y suburbanos, la producción de energía, el suministro de agua a nivel industrial y doméstico, la salud, la mitigación de la sequía o la conservación de los ecosistemas acuáticos, la evaluación de los recursos hídricos constituye un requisito fundamental de cara a la planificación, el diseño, la construcción, el funcionamiento y el mantenimiento de sistemas hídricos fiables.

Aunque el concepto de evaluación de recursos hídricos parece relativamente sencillo, su aplicación exhaustiva resulta compleja y difícil de conseguir. Young y otros (1994) identificaron varias condiciones que constituyen un requisito previo para la creación de una base sólida de cara a la evaluación de los recursos hídricos; algunas de ellas son: un marco institucional de apoyo, un sistema eficaz y eficiente para controlar la cantidad y la calidad del agua (tanto en la superficie como en el subsuelo), un sistema moderno y flexible para almacenar, recuperar y difundir los datos registrados, un enfoque coordinado y jerárquico de investigación y desarrollo, y la creación de un cuadro de profesionales de recursos hídricos con una buena formación, así como el apoyo a dicho cuadro.

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

El presente estudio se ha realizado como parte de las acciones del Ministerio de Agricultura para la atención de las necesidades de una parte de la población de la Región Apurímac, específicamente en las provincias de Andahuaylas y Chincheros, quienes han mostrado su preocupación por asegurar la calidad y conservación de sus fuentes naturales de agua; motivo por el cual el 25 de noviembre del 2011 se promulgó la Resolución Ministerial N° 0481-2011-AG, en la que se autoriza la ejecución del presente estudio.

El inventario de fuentes de agua superficial, constituye una actividad básica de conocimiento de las características físicas, su distribución espacial y estado de uso actual de estas fuentes.

Asimismo también, es imprescindible como fuente de información para la planificación de su óptimo uso y adecuada descripción del funcionamiento hidrológico de la cuenca.

El alcance del presente estudio, es la realización bajo una metodología participativa del inventario y evaluación de las fuentes de agua superficial en la cabecera de las subcuencas de las provincias de Andahuaylas y Chincheros; ámbito donde se ha identificado lagunas, ríos, quebradas, manantiales y humedales, elaborándose una base de datos alfanumérica y cartográfica digital de diferentes características físicas y de ubicación espacial de dichas fuentes, conjuntamente que información del estado actual del tipo y derecho de uso, disponible para optimizar la planificación de su uso potencial.

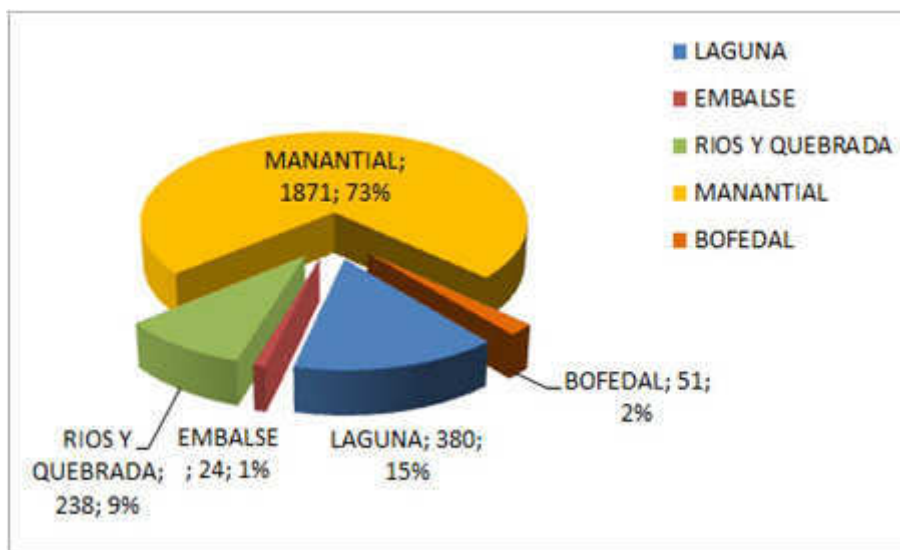
3. CLASES DE USOS DE LAS FUENTES DE AGUA

Básicamente el uso más relevante de las fuentes de agua superficial es de tipo agropecuario. El uso poblacional es mínimo, asimismo existe otros usos como son piscícola, energética y minera en proporciones mínimas.

4. TIPOS DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL INVENTARIADAS

De acuerdo al Inventario de Fuentes de Agua Superficial, en toda el área de estudio se ha identificado 2,564 fuentes de agua superficial. De los cuales el número de manantiales representa el 72.97%, lagunas 14.82%, ríos y quebradas 9.28%, bofedales 1.99% y embalses 0.94%. En la Figura N° 5.1 se muestra en forma gráfica.

Figura N° 5.1
Porcentaje de Fuentes de Agua Superficial – Inventario de Fuentes de Agua Superficial



En la Figura N° 5.2 se muestra el número total de fuentes de agua superficial por cada subcuenca, en el que se podrá verificar que en la subcuenca Huancaray existen un total de 804, en Chicha 505, en Pacucha 299, en Chumbao 502, en Kishuara 156, en Chincheros 165, en Huaccana 14.

Tabla N° 5.1

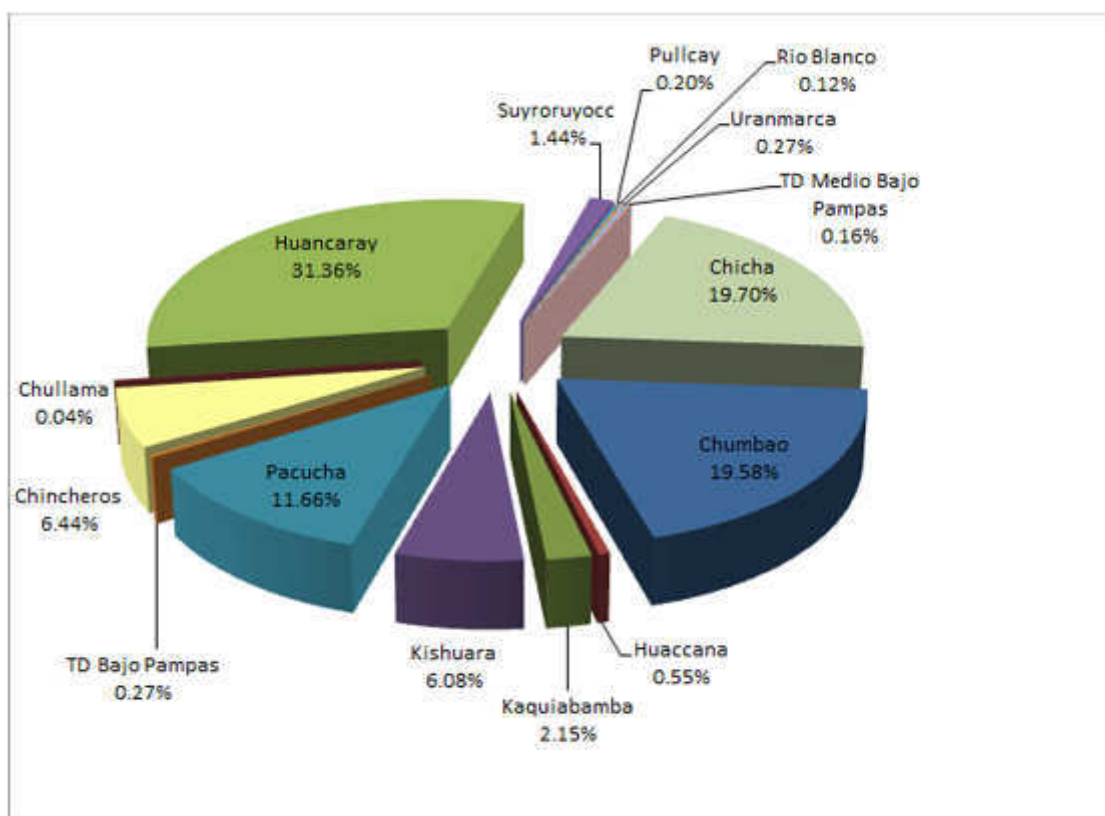
Número Total por Unidad Hidrográfica de Fuentes de Agua Superficial – Inventario de Fuentes de Agua Superficial

Nº	UNIDAD HIDROGRAFICA	NUMERO DE FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL					TOTAL
		LAGUNA		RIOS Y QUEBRADA	MANANTIAL	BOFEDAL	
		NATURAL	REPRESADA(*)				
1	Chumbao	48	8	39	415		502
2	Huaccana	4	1	9	1		14
3	Kaquiabamba				52	3	55
4	Kishuara	64	7	31	56	5	156
5	Pacucha	16	5	70	207	6	299
6	TD Bajo Pampas				7		7
7	Chincheros	4		7	154		165
8	Chullama			1			1
9	Huancaray	26	1	45	714	19	804
10	Suyroruyocc	6		1	30		37
11	Pullcay	3		1	1		5
12	Rio Blanco	2		1			3
13	Uranmarca			1	6		7
14	TD Medio Bajo Pampas				3	1	4
15	Chicha	231	2	32	225	17	505
TOTAL		404	24	238	1871	51	2564
TOTAL (%)		15.76	0.94	9.28	72.97	1.99	100.00

(*) Las lagunas represadas están cuantificadas dentro de las 404 lagunas naturales.

Figura N° 5.2

Número Total de Fuentes de Agua Superficial por cada Subcuenca – Inventario de Fuentes de Agua Superficial



Capítulo 6

PLUVIOMETRÍA

1. INTRODUCCIÓN

Se entiende por precipitación al agua que proviene de la humedad atmosférica y cae a la superficie terrestre, principalmente en estado líquido (llovizna y lluvia) o en estado sólido (escarcha, nieve y granizo). La precipitación es la fase del ciclo hidrológico que da origen a todas las corrientes superficiales y profundas, debido a lo cual su evaluación y el conocimiento de su distribución, tanto en el tiempo como en el espacio, son problemas básicos en hidrología. La precipitación junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

La evaporación de la superficie del océano es la principal fuente de humedad para la precipitación y probablemente no más de un 10% de la precipitación que cae en el continente puede ser atribuida a la evaporación continental y la evapotranspiración de las plantas. Sin embargo, no necesariamente la mayor cantidad de precipitación cae sobre los océanos, ya que la humedad es transportada por la circulación atmosférica a lo largo de grandes distancias, como evidencia de ello se pueden observar algunas islas desérticas. La localización de una región con respecto a la circulación atmosférica, su latitud y distancia a una fuente de humedad son principalmente los responsables de su clima.

Sin duda uno de los componentes más importantes del ciclo hidrológico en una cuenca hidrográfica es la precipitación, y en este sentido es que se realiza el estudio de este parámetro meteorológico en forma independiente y detallada.

Para poder explicar de mejor forma el suceso de la escorrentía superficial en la cabecera de las subcuencas de las provincias de Andahuaylas y Chincheros es necesario relacionarla con la precipitación y de esta forma, no sólo validar la información histórica disponible, sino también practicar una modelación matemática que reproduzca el proceso precipitación – escorrentía, para lo cual se requiere previamente cuantificar la incidencia simultánea de la precipitación sobre la cuenca, a lo que denominamos cálculo de la precipitación areal utilizando métodos convencionales de cálculo.

La información disponible de la precipitación es a escala mensual, por consiguiente, en el presente capítulo se realiza un análisis de la precipitación total mensual, puesto que la información disponible a escala diaria es insuficiente, y por tanto nos llevaría a resultados poco adecuados.

2. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio, políticamente se localiza en las provincias de Andahuaylas y Chincheros del Departamento de Apurímac, y en la provincia de Sucre del Departamento de Ayacucho.

De acuerdo al sistema de coordenadas WGS 84, la superficie total del área de estudio es de 6,431.13 Km².

El área de estudio está conformada por 15 subcuencas. La escorrentía superficial del cauce principal de 13 subcuencas son afluentes del río Pampas; 2 de las subcuencas son tributarios directos del río Pampas. Ver Tabla N° 6.1, Mapa de la Figura N° 6.1.

Tabla N° 6.1
Área de Estudio – Subcuencas

CUENCA	Nº	CUENCA	Perímetro (km)	AREA (km2)	AREA (%)
BAJO PAMPAS	1	CHUMBAO	189.80	766.46	11.92
	2	HUACCANA	63.74	201.80	3.14
	3	KAQUIABAMBA	39.28	65.74	1.02
	4	KISHUARA	126.46	406.37	6.32
	5	PACUCHA	118.35	327.50	5.09
	6	TD BAJO PAMPAS		319.51	4.97
MEDIO PAMPAS	7	CHINCHEROS	57.22	137.97	2.15
	8	CHULLAMA	22.76	25.91	0.40
	9	HUANCARAY	166.72	807.38	12.55
	10	SUYRORUYOCC	32.22	44.93	0.70
	11	PULLCAY	48.39	95.18	1.48
	12	RIO BLANCO	31.76	45.14	0.70
	13	URANMARCA	49.70	107.68	1.67
	14	TD MEDIO BAJO PAMPAS		281.87	4.38
CHICHA (SORAS)	15	CHICHA	305.55	2,797.70	43.50
ÁREA TOTAL				6,431.13	100.00

3. RED DE OBSERVATORIOS – INFORMACIÓN DISPONIBLE

El área del presente estudio al igual que otras cuencas de nuestro país, presenta un número escaso de observatorios meteorológicos. De acuerdo a las normas internacionales la densidad y distribución de observatorios en el área de estudio no cumple los requisitos necesarios que garantice efectuar de una forma más precisa el análisis climatológico e hidrológico.

Bajo este contexto la información pluviométrica disponible corresponde a una red de 44 observatorios climatológicos ubicados dentro del área de estudio y en el entorno externo de esta. En la Figura N° 6.2 se muestra la distribución espacial de los observatorios meteorológicos utilizados en el presente estudio. Es importante señalar que no existe una buena densidad de observatorios dentro del área de estudio, motivo por el cual se considero mayor número de observatorios en el contorno externo para lograr un mejor análisis pluviométrico.

En la Tabla N° 6.2 se muestra la relación de los observatorios utilizados, en donde se podrá ver los detalles de ubicación geográfica.

En el mapa de la Figura N° 6.2, se verifica el área de estudio y también la cuenca de la estación de aforo Huasapampa, que mide las descargas del río Sondondo. Esta cuenca se ha considerado para la calibración del modelo hidrológico que ha servido para generar los caudales mensuales en todos los puntos de interés en el área de estudio.

Figura Nº 6.1



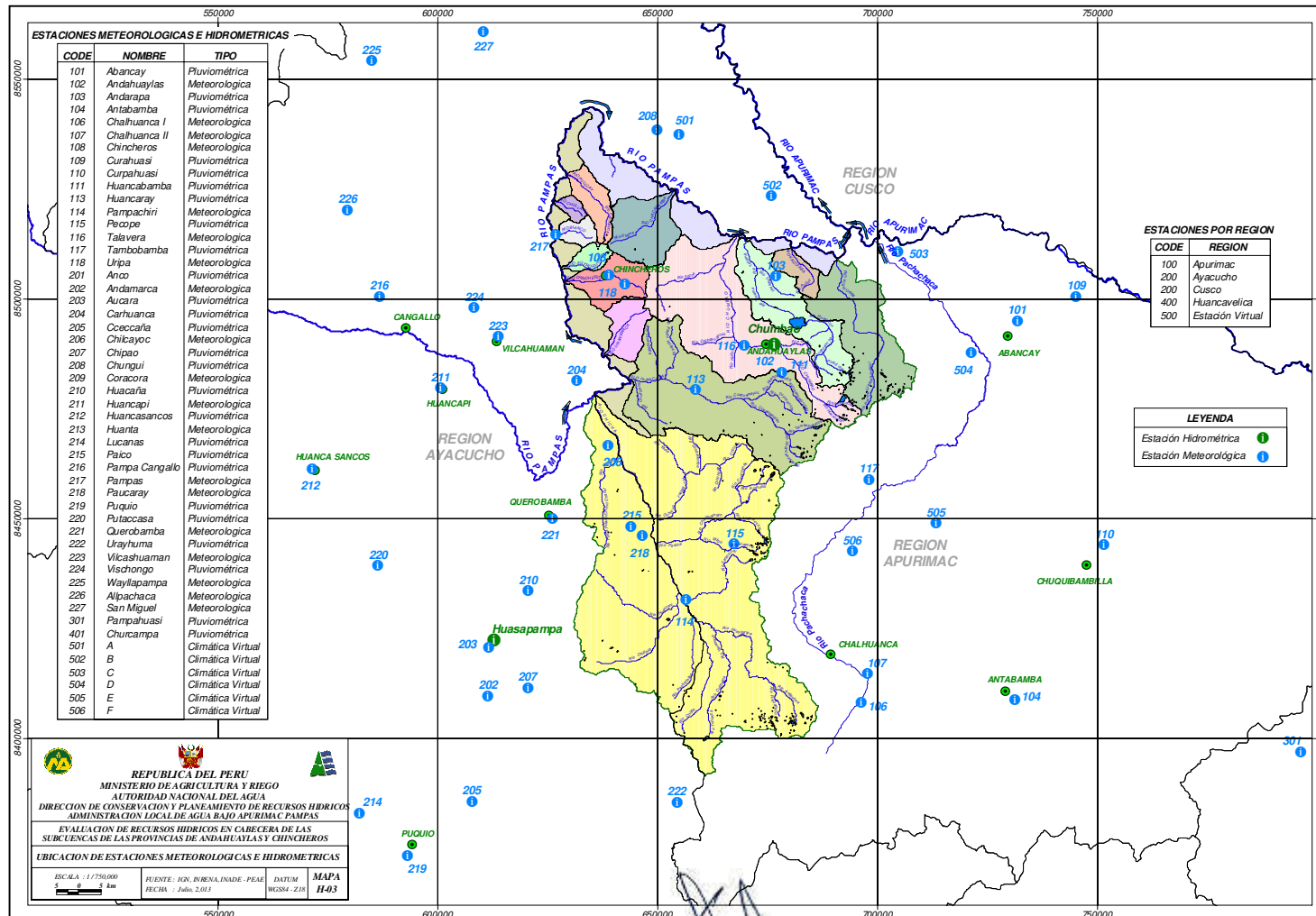
CUENCA	COLOR	CODIGO PFASTE.	UNIDAD HIDROGRAF.	Area (km²)	Area (%)
BAJO PAMPAS		499813	CHUMBAO	766	11.92
		499812	HUACCAÑA	202	3.14
		499815	KAQUIABAMBA	66	1.02
		499816	KISHUARA	406	6.32
		499814	PACUCHA	328	5.09
		499811	TD B. PAMPAS	320	4.97
MEDIO PAMPAS		499833	CHINCHEROS	138	2.15
		499836	CHULLAMA	26	0.40
		499831	HUANACARAY	807	12.55
		499834	SUYRORUYOCC	407	6.32
		499837	PULLCAY	95	1.48
		499835	RIO BLANCO	45	0.70
		499832	URANMARCA	108	1.67
		499831	TD MB PAMPAS	282	4.38
CHINCHA		49984	CHICHA	2,738	43.50
			T O T A L	6,347	100.00

Tabla N° 6.2

Observatorios Meteorológicos para el Análisis Hidrológico - Area de Estudio

Nº	ESTACION	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	ALT.	Lat. Sur	Long. Oeste	PROPIETARIO	FUNCIONA
1	Antabamba	Antabamba	Antabamba	Apurímac	3845	14°23'5.4"	72°51'22.6"	Senamhi	si
2	Curahuasi	Curahuasi	Abancay	Apurímac	2737	13°33'9"	72°44'6"	Senamhi	si
3	Curpahuasi	Curpahuasi	Graú	Apurímac	3500	14°3'45.98"	72°40'13.95"	Senamhi	si
4	Huancaray	Huancaray	Andahuaylas	Apurímac	2959	13°45'12"	73°32'1"	Senamhi	no
5	Abancay	Tamburco	Abancay	Apurímac	2776	13°36'30"	72°52'14"	Senamhi	si
6	Andahuaylas	Andahuaylas	Andahuaylas	Apurímac	2933	13°39'25"	73°22'15"	Senamhi	si
7	Tambobamba	Tambobamba	Tambobamba	Apurímac	3454	13°56'1"	72°10'1"	Senamhi	si
8	Andarapa	Andarapa	Andahuaylas	Apurímac	2819	13°31'1"	73°22'1"	Senamhi	no
9	Chalhuanca	Cotaruse	Aymaraes	Apurímac	3358	14°23'34"	73°19'45"	Senamhi	no
10	Chalhuanca II	Chalhuanca	Aymaraes	Apurímac	3548	14°20'0"	73°10'0"	Senamhi	si
11	Chincheros	Chincheros	Chincheros	Apurímac	2862	13°31'1"	73°43'1"	Senamhi	no
12	Huancabamba	Pichirhua	Abancay	Apurímac	3925	13°44'1"	73°2'11"	Senamhi	no
13	Pampachiri	Pampachiri	Andahuaylas	Apurímac	3364	14°11'1"	73°33'1"	Senamhi	no
14	Pecope	Tumay Huaraca	Andahuaylas	Apurímac	4188	14°4'1"	73°27'1"	Senamhi	si
15	Talavera	Talavera	Andahuaylas	Apurímac	2803	13°39'29"	73°25'55"	Senamhi	no
16	Uripa	Anco Huallo	Chincheros	Apurímac	3190	13°32'1"	73°41'1"	Senamhi	no
17	Pampas	Huaccana	Chincheros	Apurímac	2032	13°26'12.2"	73°49'29"	Senamhi	si
18	Anco	Anco	La Mar	Ayacucho	1379	12°58'1"	73°34'1"	Senamhi	no
19	Aucara	Cabana	Lucanas	Ayacucho	3157	14°17'1"	73°58'1"	Senamhi	no
20	Huancapi	Huancapi	Victor Fajardo	Ayacucho	3120	13°45'1.44"	74°4'13.8"	Senamhi	si
21	Chilcayoc	Chalcos	Sucre	Ayacucho	3441	13°52'1"	73°52'1"	Senamhi	si
22	Paucaray	Santiago de Paucaray	sucre	Ayacucho	3311	14°3'3"	73°38'38"	Senamhi	si
23	Huancasancos	Sancos	Huancasancos	Ayacucho	3553	13°55'55"	74°20'20"	Senamhi	si
24	Puquio	Puquio	Lucanas	Ayacucho	2977	14°42'42"	74°8'8"	Senamhi	si
25	Coracora	Coracora	Parinacochas	Ayacucho	3172	15°1'1"	73°47'1"	Senamhi	si
26	Urayhuma	Coracora	Parinacochas	Ayacucho	4267	14°36'1"	73°34'1"	Senamhi	no
27	Cceccaña	Puquio	Lucanas	Ayacucho	4406	14°36'1"	74°0'1"	Senamhi	no
28	Lucanas	Lucanas	Lucanas	Ayacucho	3297	14°37'37"	74°14'14"	Senamhi	si
29	Putaccasa	Sacsamarca	Huancasancos	Ayacucho	4100	14°7'1"	74°12'1"	Senamhi	no
30	Querobamba	Querobamba	Sucre	Ayacucho	3502	14°1'1"	73°50'1"	Senamhi	no
31	Vilcashuaman	Vilcas huaman	Vilcas huaman	Ayacucho	3394	13°38'37"	73°56'56"	Senamhi	si
32	Vischongo	Vischongo	Vilcas huaman	Ayacucho	3278	13°35'1"	74°0'1"	Senamhi	no
33	Wayllapampa	Pacaycasa	Huamanga	Ayacucho	2470	13°4'36"	74°13'1"	Senamhi	si
34	Allpachaca	Chiara	Huamanga	Ayacucho	3600	13°23'1"	74°16'1"	Senamhi	no
35	San Miguel	San Miguel	La Mar	Ayacucho	2720	13°1'1"	73°59'1"	Senamhi	no
36	Pampahuasi	Lucanas	Lucanas	Ayacucho	3722	14°29'1"	74°15'1"	Senamhi	no
37	Carhuana	Carhuana	Vilcas Huaman	Ayacucho	3278	13°44'1"	73°47'1"	Senamhi	no
38	Huacaña	Huacaña	Sucre	Ayacucho	3120	14°10'1"	73°53'1"	Senamhi	no
39	Paico	Paico	Sucre	Ayacucho	3589	14°2'1"	73°40'1"	Senamhi	no
40	Andamarca	Carmen Salcedo	Lucanas	Ayacucho	3509	14°23'1"	73°58'1"	Senamhi	no
41	Chipao	Chipao	Lucanas	Ayacucho	3355	14°22'1"	73°53'1"	Senamhi	no
42	Chungui	Chungui	La Mar	Ayacucho	3645	13°13'1"	73°37'1"	Senamhi	no
43	Huanta	Huanta	Huanta	Ayacucho	2682	12°56'55"	74°14'13"	Senamhi	no
44	Churcampa	Churcampa	Churcampa	Huancavelica	2780	12° 44'	74° 23'	ElectroPeru	no

Figura N° 6.2
Distribución espacial de Observatorios meteorológicos – Area de estudio



4. LONGITUD DE INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

De acuerdo a los registros históricos disponibles en cada observatorio, el horizonte de análisis de la precipitación total mensual para todos los observatorios se ha fijado en 48 años, lo que corresponde al periodo de tiempo desde el año 1965 hasta el 2012. Asimismo el análisis pluviométrico es a escala mensual.

En la Tabla N° 6.3 se muestra el estado de disponibilidad de información histórica de precipitación, utilizada en el presente estudio.

5. ANÁLISIS DE LA PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL

La información pluviométrica utilizada en el presente estudio corresponde a la información pluviométrica a nivel diario proporcionada por el SENAMHI. A partir de esta información se ha procesado la precipitación a nivel mensual.

Como es caso típico en nuestro medio, en los registros históricos proporcionados por las instituciones pertinentes responsables del monitoreo meteorológico, con frecuente regularidad siempre existe en las series de tiempo valores ausentes en forma puntual o continua por periodos mayor a un año.

Por consiguiente, antes de evaluar la consistencia de la información pluviométrica, se realizó la completación de los valores ausentes puntuales en forma independiente en cada serie de tiempo, utilizando para ello, la información de los años con registros completos (es decir, aquellas que tengan durante los doce meses) aún éstas no sean consecutivas, obteniéndose de esta manera la precipitación promedio multianual a nivel mensual y anual.

Una vez elaborada la completación de los valores ausentes, se procedió a analizar la configuración geográfica de los observatorios con respecto al área de estudio. Este análisis visual ha permitido definir regiones o bloques de precipitación con los cuales se procedió a elaborar el análisis de consistencia y homogeneidad de la información pluviométrica.

5.1. BLOQUES DE PRECIPITACIÓN

Para iniciar con el análisis de consistencia de la información pluviométrica, se ha conformado 5 bloques pluviométricos interdependientes de análisis de la precipitación. Los bloques se presentan en la Tabla N° 6.4. En cada bloque de precipitación se ha seleccionado dos observatorios con mayor la longitud de registro histórico, que permita utilizar un modelo de regresión múltiple para completar y extender los valores ausentes en las series de los demás observatorios.

Se ha considerado una zona como bloque de precipitación debido a las características orográficas del territorio donde se ubica el área de estudio, verificándose que existe variabilidad de intensidad de precipitación en dos puntos diferentes para una misma altitud, afectada por la influencia de las masas de aire procedentes del pacifico y las amazónicas. Asimismo existen puntos de convergencia de masas de aire, que ocasiona que la tendencia estacional del registro de precipitaciones de observatorios ubicados en estos puntos, sean diferentes con respecto a la mayor parte de los demás observatorios.

Finalmente teniendo en cuenta las consideraciones antes descritas, se ha definido 5 bloques homogéneos.

Tabla N° 6.3a

Nº	OBSERVATORIO	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Nº Años		
1	Abancay	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	47				
2	Allpachaca		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		28				
3	Anco	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																														18			
4	Andahuaylas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X									X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		39			
5	Andamarca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																													19			
6	Andarapa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																															17			
7	Antabamba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																					11			
8	Aucara	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X																									23		
9	Carhuanca	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																															18		
10	Cceccaña	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																17		
11	Chalhuanca																																			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			12			
12	Chalhuanca II	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				X	X	X								X	X	X	X															25	
13	Chilcayoc	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					44	
14	Chincheros	X	X	X	X	X	X	X	X														X	X	X																										8	
15	Chipao	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X														X	X	X	X													19		
16	Chungui	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																															17		
17	Churcampa	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																						27	
18	Coracora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			46		
19	Curahuasi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			47	
20	Curpahuasi	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													X	X	X			33		
21	Huacaña	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																		17
22	Huancabamba	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X																																		17

Tabla N° 6.3b

Elmer Francisco Tancaylla Ccalla
Ingeniero Civil
Reg. del Colegio de Ingenieros N° 78096

Tabla N° 6.4
Bloques Pluviométricos – Análisis de Precipitación

Nº	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3	BLOQUE 4	BLOQUE 5
1	Huanta	Chipao	Paico	Carhuanca	Pampas
2	Chungui	Andamarca	Paucaray	Allpachaca	Uripa
3	San Miguel	Huacaña	Pecope	Vischongo	Talavera
4	Wayllapampa	Pampahuasi	Pampachiri	Vilcashuamán	Huancabamba
5	Anco	Lucanas	Chalhuanca II	Querobamba	Chincheros
6	Churcampa	Ccecaña	Chalhuanca	Putaccasa	Andarapa
7		Urayhuma	Tambobamba	Huancasancos	Andahuaylas
8		Coracora	Curpahuasi	Chilcayoc	Abancay
9		Puquio	Antabamba	Huancapi	Huancaray
10		Aucara			Curahuasi

5.2. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA

Para verificar la homogeneidad de los registros históricos de observatorios dentro de un bloque de precipitación se ha recurrido a la observación visual de hidrogramas de precipitación total anual y la curva doble masa, identificándose puntos o periodos inconsistentes mediante el análisis estadístico, que ha permitido verificar si las muestras pertenecen a una misma población. Los periodos inconsistentes han sido corregidos en base al periodo homogéneo y consistente de la misma serie de tiempo.

En la Figura N° 6.3 se muestra la traza de la precipitación histórica total anual registrada en los observatorios, los mismos que están agrupados en bloques. En la Figura N° 6.4 se muestra la traza de la curva Doble Masa se identifica posibles saltos y tendencias que son evaluadas estadísticamente, y si es necesario corregirlas.

5.2.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Utilizando los estadísticos “t” de Student y “F” de Fisher se ha sometido a las pruebas de igualdad los periodos inconsistentes con respecto a otro periodo homogéneo y consistente de la misma serie. A continuación se muestra los detalles de este análisis:

Figura N° 6.3a
Hidrograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.) - Bloques Pluviométricos

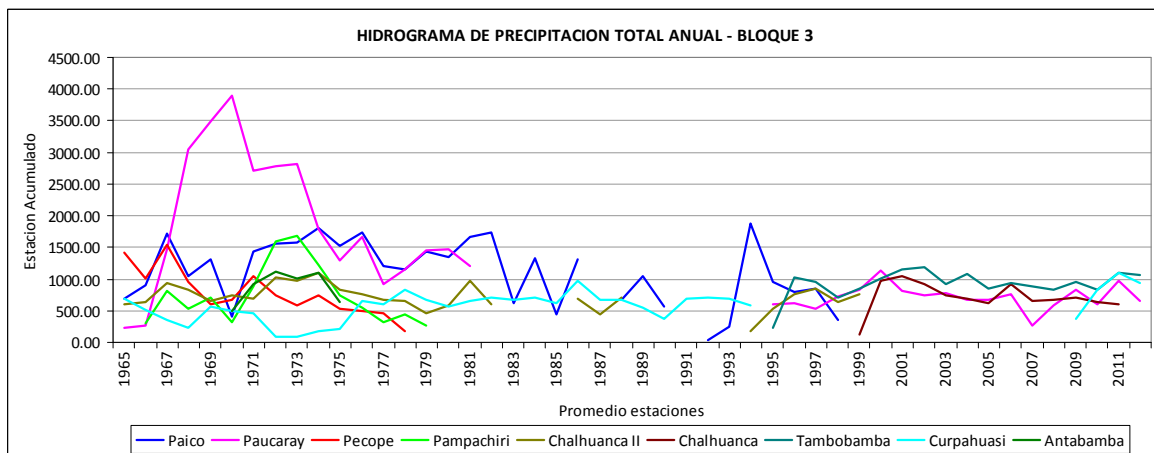
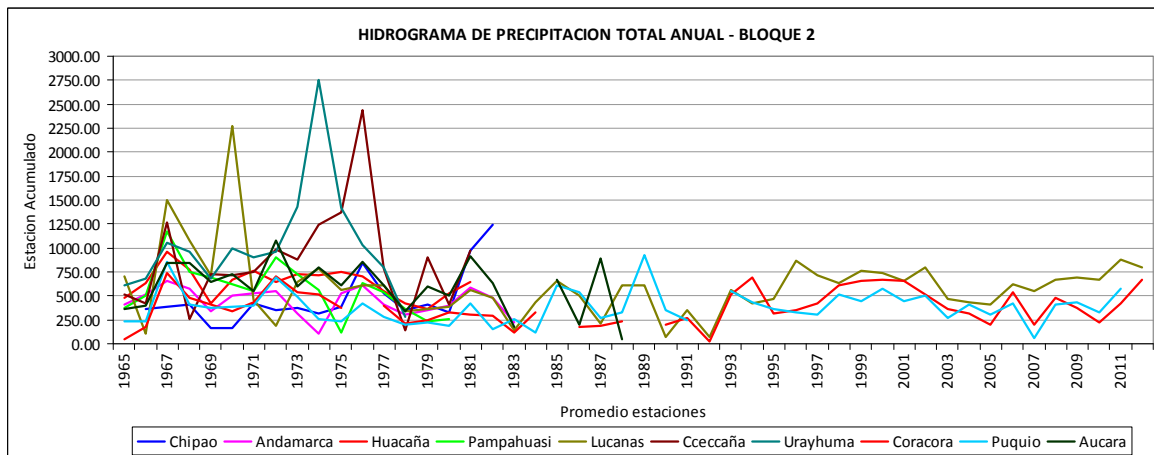
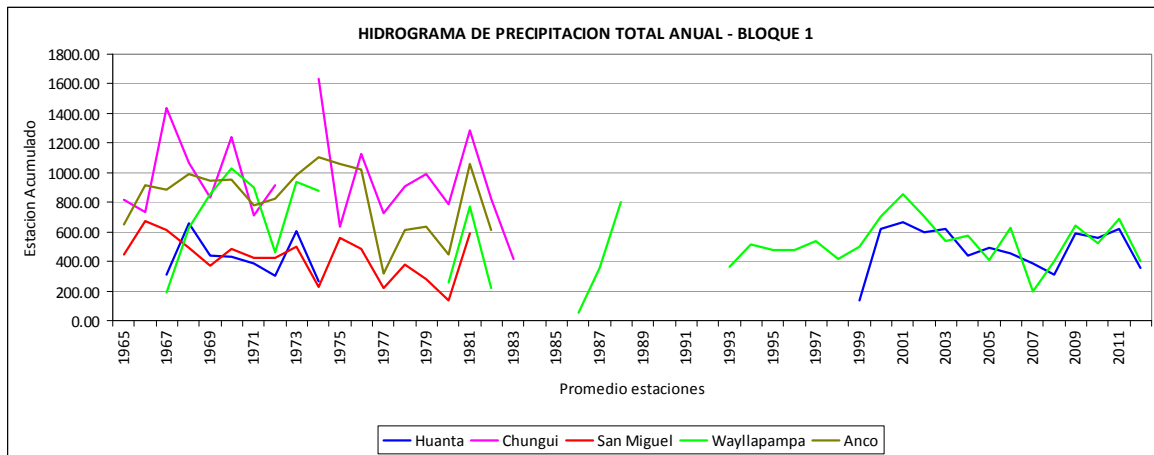


Figura N° 6.3b
Hidrograma de Precipitación Total Anual Histórica (mm.) - Bloques Pluviométricos

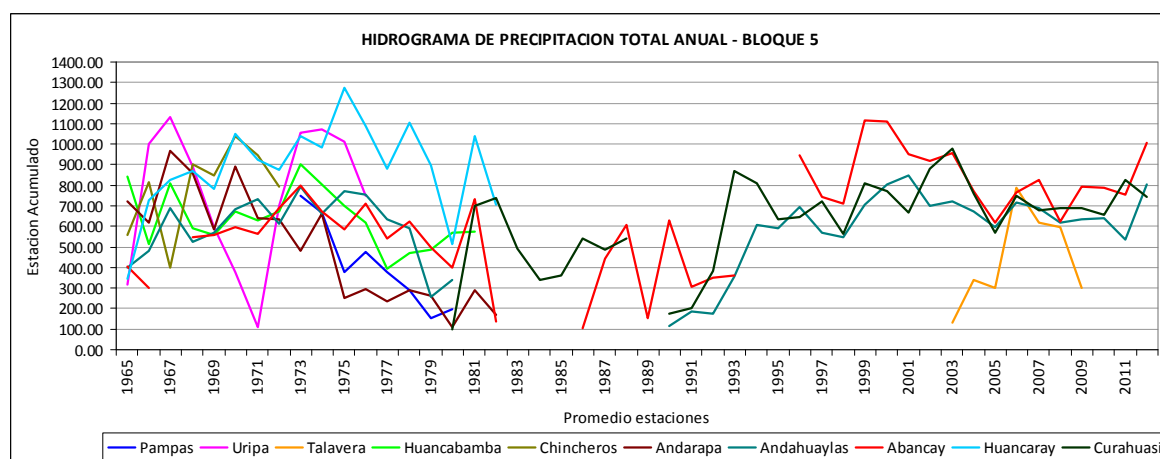
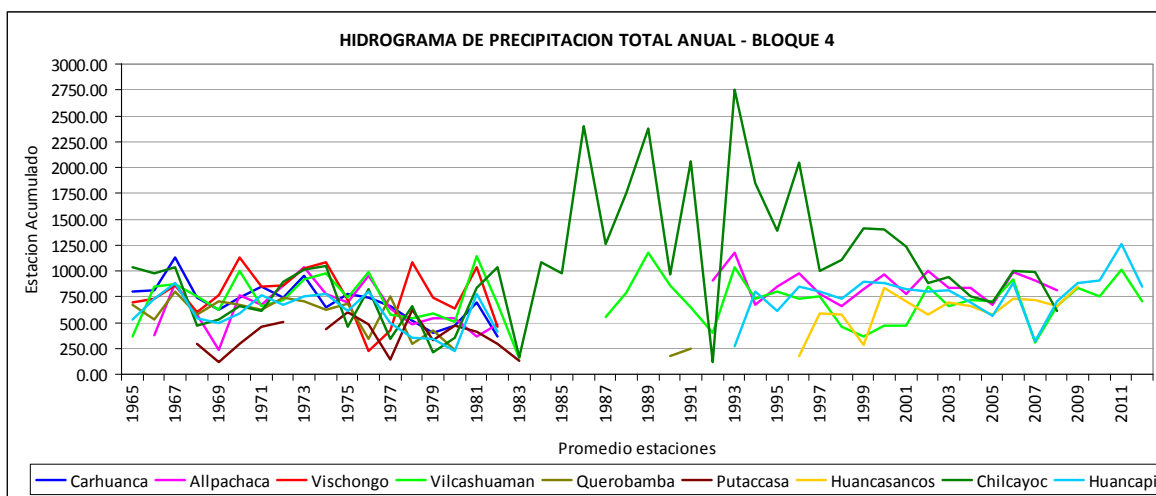


Figura N° 6.4a
Curva Doble Masa de Precipitación Histórica - Bloques Pluviométricos

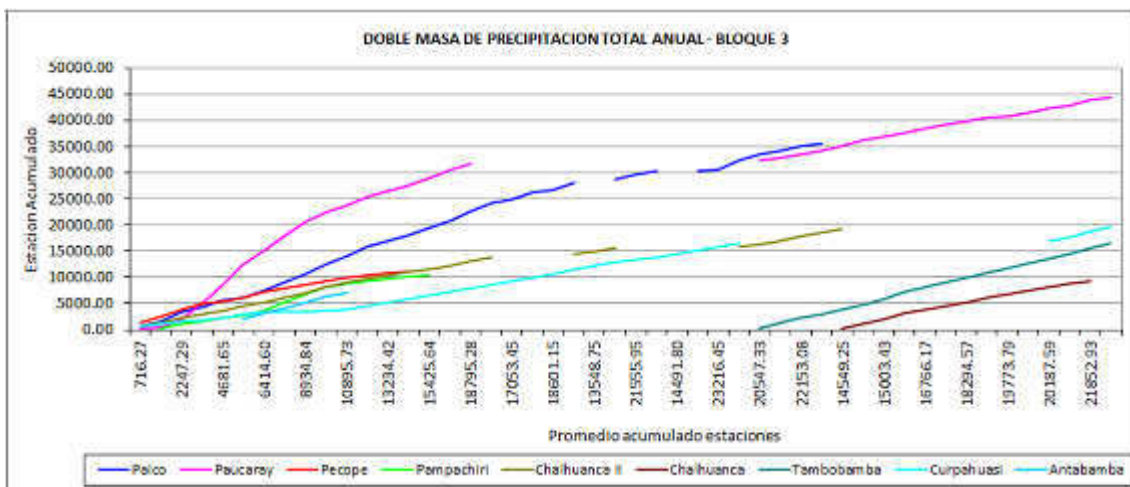
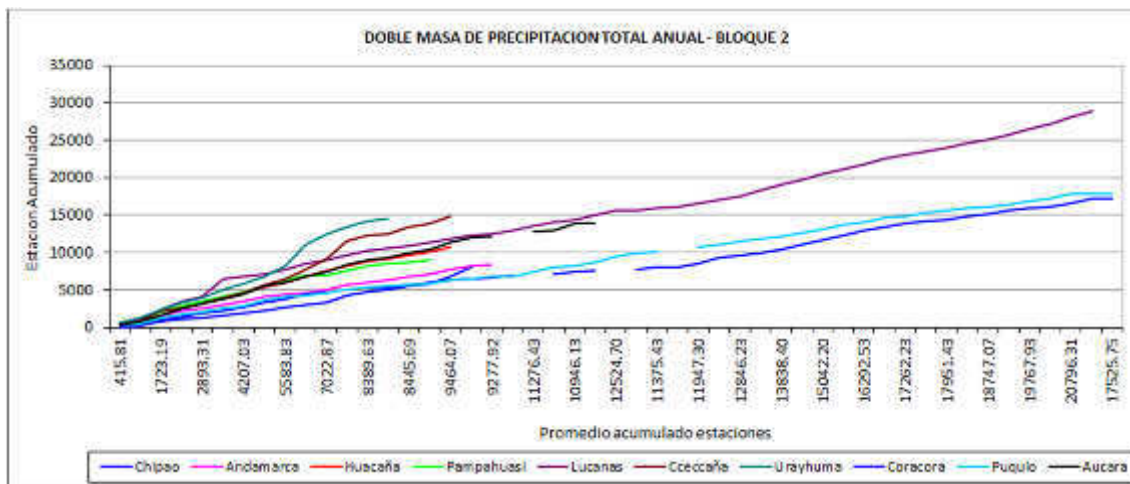
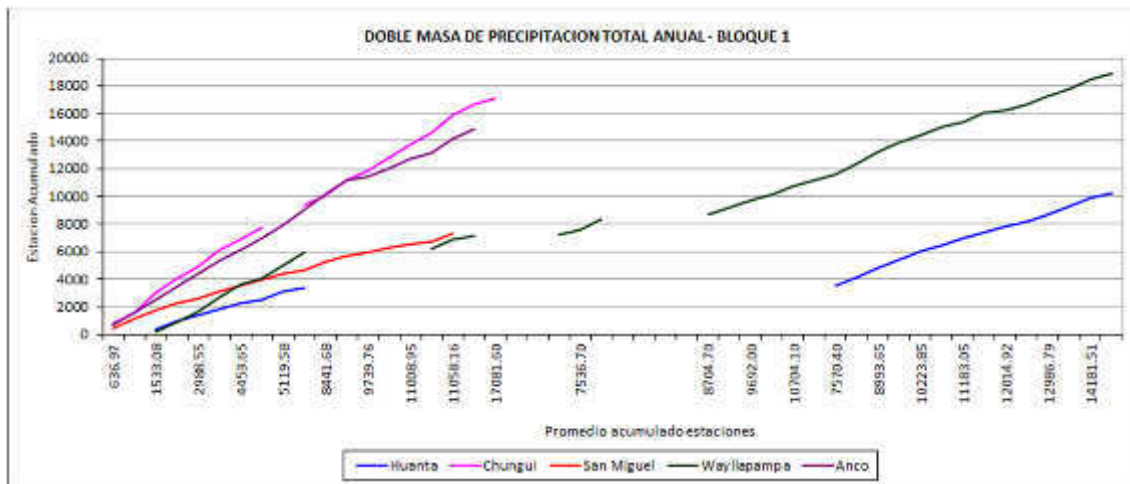
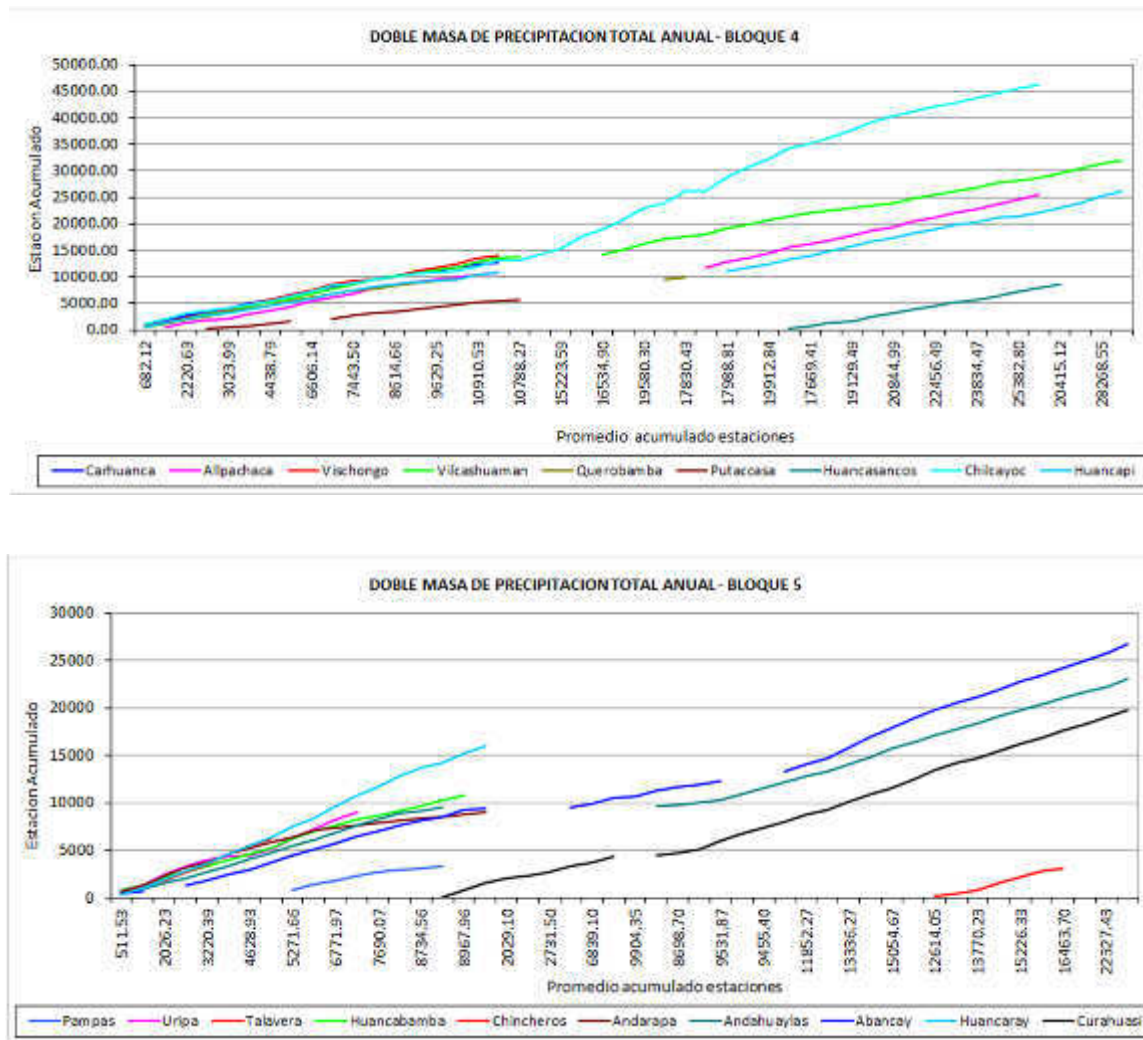


Figura N° 6.4b
Curva Doble Masa de Precipitación Histórica - Bloques Pluviométricos



ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL BLOQUE 1

En el Bloque 1 se ha realizado las correcciones necesarias en periodos cuyo registro histórico no era consistente, y de acuerdo a las pruebas estadísticas aplicadas a la serie de precipitación, se ha detectado desigualdad de muestra en los registros de Chungui, San Miguel, Wayllapampa, Anco y Churcampa. Debido a que la información pluviométrica es escasa o disperso en todas las series de precipitación, se ha comparado dos periodos distintos de la población, y de acuerdo con la prueba estadística se ha realizado las correcciones en caso de que las muestras eran estadísticamente distintas. En la Tabla N° 6.5, se presenta los resultados del análisis estadístico.

Tabla N° 6.5
Análisis Estadístico – Bloque de Precipitación 1

LUGAR	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1967	1974	96	42.83	44.71	-0.396	1.651	1.135	1.365	NO
HUANTA	1999	2012	168	45.01	41.97					
CHUNGUI	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1972	96	83.33	83.98	-0.694	1.652	1.875	1.374	SI
	1974	1983	120	90.20	61.33					
SAN MIGUEL	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1979	180	38.67	41.75	-1.128	1.653	2.502	1.590	SI
	1980	1981	24	49.74	66.04					
WAYLLAPAMPA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1967	1974	96	67.05	78.65	2.430	1.65	2.426	1.314	SI
	1993	2012	240	49.48	50.50					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1980	1982	36	49.94	45.73	0.052	1.651	1.220	1.591	NO
	1993	2012	240	49.48	50.50					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1986	1988	36	45.93	76.68	-0.364	1.651	2.306	1.472	NO
ANCO	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1973	108	73.47	61.87	-0.491	1.652	1.508	1.376	SI
	1974	1982	108	78.10	75.98					
CHURCAMP	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1981	204	54.99	49.49	1.399	1.649	1.270	1.305	NO
	1982	1992	132	47.59	43.91					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1986	264	54.82	50.28	2.032	1.650	2.242	1.389	SI
	1987	1992	72	42.06	33.58					

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL BLOQUE 2

En este bloque los observatorios de Lucanas, Puquio y Coracora son los que presentan mayor longitud de registro, verificándose que algunos periodos no son consistentes, por lo que se ha realizado la corrección necesaria. En el caso de las otras series, aun con poca longitud de información, se ha verificado las tendencias y también se ha procedido a elaborar las correcciones respectivas.

Este bloque pertenece geográficamente al sur del área de estudio, ubicado al sur del departamento de Ayacucho.

En la Tabla N° 6.6, se presenta los resultados del análisis estadístico, en el que se podrá verificar los periodos corregidos en cada serie de precipitación.

Tabla N° 6.6
Análisis Estadístico – Bloque de Precipitación 2

	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
CHIPAO	1966	1975	120	30.83	28.80	-2.925	1.653	9.013	1.387	SI
	1976	1982	84	55.66	86.47					
ANDAMARCA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	42.54	51.27	1.234	1.652	1.494	1.392	SI
	1977	1983	84	34.40	41.95					
HUACAÑA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	57.26	60.56	1.400	1.653	1.587	1.459	SI
	1977	1981	60	44.96	48.07					
PAMPAHUASI	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	55.06	78.65	1.665	1.653	2.103	1.517	SI
	1977	1980	48	34.69	54.24					
LUCANAS	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1973	108	73.49	112.49	1.742	1.65	2.429	1.308	SI
	1995	2012	216	55.50	72.17					
CECCAÑA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1972	96	61.98	96.41	-1.832	1.653	2.351	1.393	SI
	1973	1981	108	94.43	147.84					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1974	120	61.18	90.50	-0.460	1.654	1.462	1.432	SI
	1975	1979	60	68.26	109.43					
URAYHUMA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1972	96	71.88	77.99	-3.320	1.656	4.394	1.494	SI
	1973	1976	48	138.56	163.47					
CORACORA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1966	1975	120	39.18	63.77	0.389	1.652	1.165	1.352	NO
	2003	2012	120	36.09	59.08					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1977	1984	96	25.22	42.07	-1.520	1.652	1.972	1.384	SI
	2003	2012	120	36.09	59.08					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1993	2002	120	44.07	67.79	0.973	1.652	1.316	1.351	SI
PUQUIO	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1991	324	32.76	57.16	-0.652	1.648	1.327	1.222	SI
	1993	2012	240	35.76	49.63					
AUCARA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	58.62	70.78	0.693	1.651	1.197	1.327	NO
	1977	1987	132	52.95	64.69					

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL BLOQUE 3

En este bloque los observatorios de Paucaray, Paico y Curpahuasi son los que presentan mayor longitud de registro, verificándose que algunos periodos no son consistentes, por lo que se ha realizado la corrección necesaria. En el caso de las otras series, aun con poca longitud de información, se ha verificado las tendencias y también se ha procedido a elaborar las correcciones respectivas.

La mayor parte de los registros históricos son cortos, sin embargo estas series presentan inconsistencias en periodos cortos, los cuales también han sido corregidos. En la Tabla N° 6.7 se presenta los resultados del análisis estadístico.

Tabla N° 6.7
Análisis Estadístico – Bloque de Precipitación 3

	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1975	132	108.08	109.81	0.181	1.651	1.658	1.334	NO
PAICO	1976	1986	132	105.90	85.28					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1988	1990	36	63.53	70.65	2.734	1.654	1.457	1.618	SI
	1976	1986	132	105.90	85.28					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1992	1998	84	66.90	79.35	3.365	1.652	1.155	1.398	SI
	1976	1986	132	105.90	85.28					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
PAUCARAY	1965	1981	204	171.75	177.69	8.053	1.649	6.970	1.256	SI
	1995	2012	216	67.25	67.31					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
PECOPE	1965	1973	108	82.81	102.19	2.795	1.654	3.071	1.480	SI
	1974	1978	60	42.71	58.32					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
PAMPACHIRI	1966	1974	108	83.20	108.34	2.591	1.654	4.015	1.480	SI
	1975	1979	60	44.50	54.07					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
CHALHUANCA II	1965	1975	132	69.54	73.59	0.481	1.653	1.143	1.412	SI
	1994	1999	72	64.47	68.82					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
CHALHUANCA	1999	2004	72	70.81	72.81	0.798	1.655	1.073	1.455	NO
	2005	2011	84	61.65	70.28					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
TAMBOBAMBA	1995	2004	120	82.41	83.14	0.111	1.652	1.028	1.384	NO
	2005	2012	96	81.15	82.00					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
CURPAHUASI	1972	1979	96	36.59	43.25	4.368	1.651	1.320	1.355	SI
	1980	1994	180	62.84	49.69					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
ANTABAMBA	1965	1965	12	56.15	68.65	-0.968	1.664	1.587	2.480	NO
	1970	1975	72	81.59	86.48					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL BLOQUE 4

En este bloque los observatorios de Chilcayoc, Vilcashuaman, Huancapi y Allpachaca son los que presentan mayor longitud de registro, en estas series de precipitación se ha corregido el registro de periodos no homogéneos. En el caso de las otras series, aun con poca longitud de información, se ha verificado las tendencias y también se ha procedido a elaborar las correcciones respectivas. En la Tabla N° 6.8 se presenta los resultados del análisis estadístico.

Tabla N° 6.8
Análisis Estadístico – Bloque de Precipitación 4

	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	66.41	66.64	2.149	1.652	1.791	1.420	SI
CARHUANCA	1977	1982	72	47.32	49.79					
ALLPACHACA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1966	1970	60	68.67	81.05	-0.369	1.651	1.277	1.387	NO
	1992	2008	204	72.68	71.73					
VISCHONGO	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1974	1978	60	79.74	85.76	0.437	1.660	1.182	1.593	NO
	1979	1982	48	72.74	78.87					
VILCASHUAMAN	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1987	2001	180	57.00	62.79	-1.643	1.650	1.310	1.302	SI
	2002	2012	132	69.57	71.88					
QUEROBAMBA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1972	96	55.45	58.79	1.347	1.653	1.047	1.404	NO
	1973	1980	96	44.15	57.45					
PUTACCASA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1970	1972	36	46.61	51.70	-0.416	1.656	1.166	1.630	NO
	1974	1982	108	51.00	55.82					
HUANCASANCOS	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1996	2006	132	55.43	55.71	-1.549	1.654	2.230	1.513	SI
	2007	2009	36	73.64	83.19					
CHILCAYOC	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1974	120	79.01	76.62	2.156	1.649	2.334	1.230	SI
	1975	1999	300	103.95	117.07					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1986	264	68.44	68.15	3.346	1.648	1.499	1.225	SI
	1987	2008	264	90.63	83.43					
HUANCAPI	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1982	216	50.78	62.83	3.244	1.649	1.349	1.246	SI
	1993	2012	240	71.58	72.98					

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL BLOQUE 5

En este bloque los observatorios de Curahuasi, Andahuaylas y Abancay son los que presentan mayor longitud de registro, en estas series de precipitación se ha corregido el registro de periodos no homogéneos. En el caso de las otras series, aun con poca longitud de información, se ha verificado las tendencias y también se ha procedido a elaborar las correcciones respectivas. En la Tabla N° 6.9 se presenta los resultados del análisis estadístico.

Tabla N° 6.9
Análisis Estadístico – Bloque de Precipitación 5

PAMPAS	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1973	1976	48	49.90	56.90	2.846	1.662	4.757	1.624	SI
	1977	1980	48	24.19	26.09					
URIPA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1971	84	68.56	65.20	-0.909	1.656	1.523	1.479	SI
	1972	1976	60	79.62	80.45					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1979	1979	12	16.55	15.15	2.691	1.667	28.187	2.493	SI
	1972	1976	60	79.62	80.45					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1989	1989	12	31.58	29.75	2.031	1.667	7.312	2.493	SI
	1972	1976	60	79.62	80.45					
TALAVERA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	2004	2006	36	55.83	56.46	0.565	1.667	1.447	1.757	NO
	2007	2009	36	48.91	46.94					
HUANCABAMBA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1976	144	57.72	52.57	1.497	1.653	1.504	1.459	SI
	1977	1981	60	46.23	42.86					
CHINCHEROS	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1968	48	59.89	55.87	-1.389	1.662	1.800	1.624	NO
	1969	1972	48	78.63	74.95					
ANDARAPA	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1974	120	59.13	68.95	4.905	1.652	8.151	1.384	SI
	1975	1982	96	22.95	24.15					
ANDAHUAYLAS	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1980	192	49.97	50.68	2.017	1.648	1.111	1.247	SI
	1990	2012	276	59.89	53.43					
ABANCAY	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1986	1993	96	39.58	36.78	4.534	1.650	4.126	1.358	SI
	1996	2012	204	76.10	74.71					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1968	1981	168	51.62	49.47	3.641	1.649	2.281	1.278	SI
	1996	2012	204	76.10	74.71					
HUANCARAY	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1965	1974	120	74.21	71.09	-1.021	1.650	1.590	1.374	SI
	1975	1982	96	85.38	89.65					
CURAHUASI	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1980	1988	108	49.52	54.49	1.149	1.649	1.267	1.317	NO
	1990	2012	276	57.28	61.33					
	PERIODO		N	MEDIA	DS	Tc	Tt	Fc	Ft	SIGN.
	1990	1992	36	21.30	24.78	3.869	1.651	6.534	1.591	SI
	1993	2012	240	62.67	63.36					

Luego de haber concluido con el análisis estadístico en cada uno de los bloques de precipitación, se ha logrado series homogéneas y consistentes. Con esta información se ha procedido a realizar la completación y extensión de valores ausentes en todas las series de precipitación.

5.2.2. COMPLETACION Y EXTENSION DE VALORES AUSENTES

En cada uno de los Bloques de precipitación, la mayor parte de las estaciones, presentan períodos incompletos, por lo que se realizó el proceso de uniformización al período base (1965 – 2012).

Para realizar la completación y extensión de valores ausentes, se utilizó los modelos de regresión lineal múltiple mediante una correlación espacial y, para ello se hizo uso del software HEC-4.

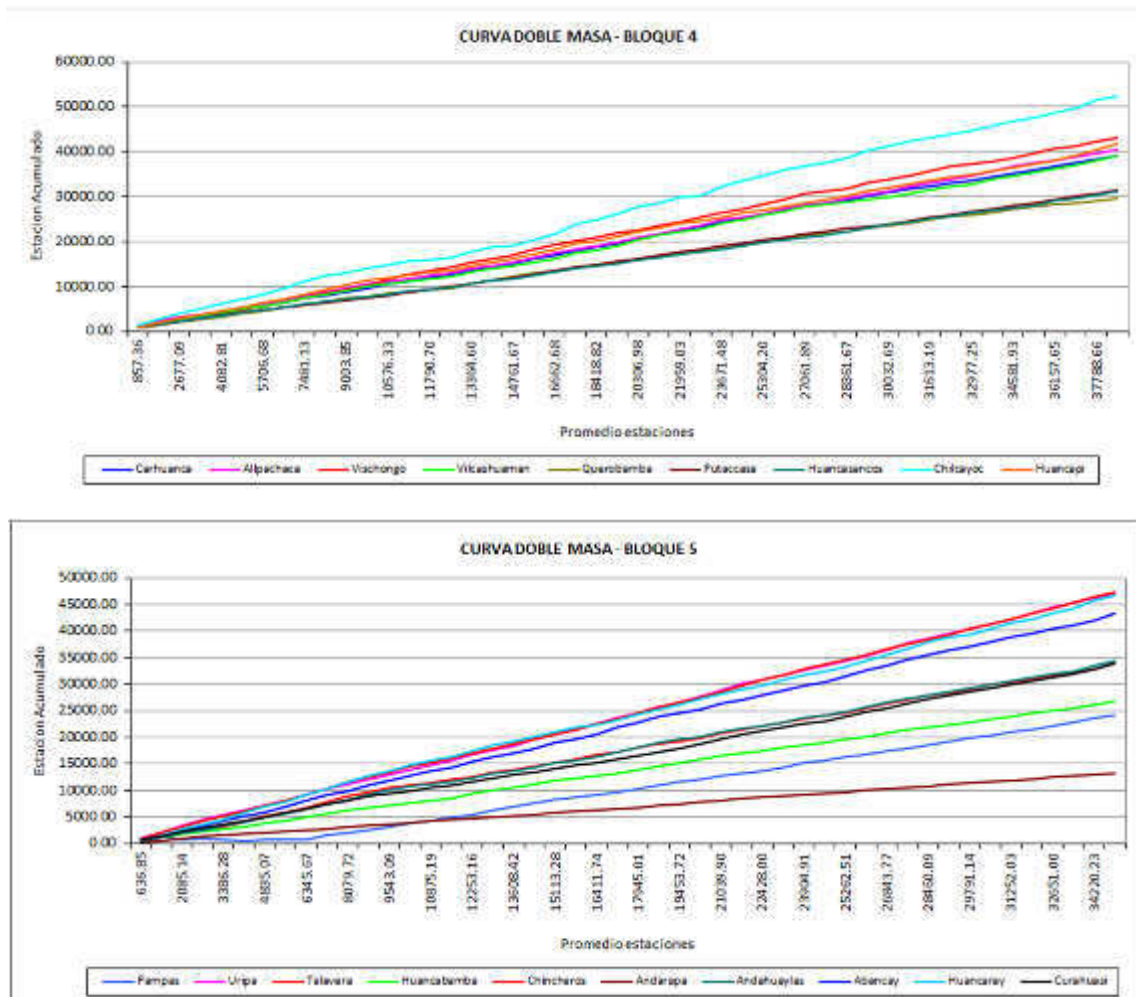
En todos los bloques de precipitación se ha considerado dos o más series de precipitación con registros continuos, lo que ha permitido elaborar la extensión y completación de los valores ausentes de las series incompletas cuyos registros históricos son de poca longitud.

Luego del proceso antes descrito, se ha logrado la precipitación total mensual dentro del periodo de los años de 1965 al 2012. En la Figura N° 6.5 se muestra el estado final de la curva doble masa de las series de precipitación completadas y extendidas, los mismos que han sido homogenizadas en todo el periodo de análisis.

Figura N° 6.5a
Curva Doble Masa de Precipitación Completada y Extendida - Bloques Pluviométricos



Figura N° 6.5b
Curva Doble Masa de Precipitación Completada y Extendida - Bloques Pluviométricos



5.3. PRECIPITACIÓN TOTAL MENSUAL COMPLETADA Y EXTENDIDA

En la Tabla N° 6.10 se presenta la precipitación total mensual completada y extendida correspondiente a 44 observatorios utilizados en el presente análisis pluviométrico. Las filas en amarillo son las estaciones que están ubicadas dentro del área de estudio.

En la Figura N° 6.6 se muestra el hidrograma de la precipitación total mensual de la información pluviométrica agrupada en bloques de precipitación.

Tabla Nº 6.10
Precipitación Total Mensual (mm.) – Promedio Multianual (1965-2012) – Completada y Consistente
Observatorios ubicados en el entorno interno y externo del área de estudio

Nº	ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	Anco	144.85	155.75	132.83	65.96	27.71	23.91	17.08	20.19	38.74	65.80	84.65	109.30	886.77
2	Chungui	131.57	132.02	120.44	84.15	71.96	62.34	47.98	46.93	44.39	59.21	85.03	94.94	980.96
3	Churcampa	121.39	105.02	97.25	41.21	19.15	12.67	8.32	11.15	30.31	55.03	69.79	87.43	658.72
4	Huanta	107.93	103.37	69.72	22.67	8.69	7.52	12.04	11.93	20.75	43.00	49.94	81.10	538.66
5	San Miguel	97.40	85.91	70.35	21.99	11.82	8.24	7.36	10.53	19.93	32.79	51.53	61.01	478.87
6	Wayllapampa	109.06	113.28	95.79	34.39	13.67	7.08	11.82	14.80	23.25	32.35	52.67	79.28	587.45
7	Andamarca	104.62	115.97	116.56	40.18	14.36	7.21	6.04	10.33	13.57	18.49	24.43	71.09	542.83
8	Aucara	124.15	162.31	113.31	48.28	17.15	5.81	10.36	12.47	20.63	21.71	31.19	80.29	647.65
9	Ceccaña	259.38	284.72	249.01	80.25	41.27	14.29	20.88	34.55	49.97	51.02	70.43	140.48	1296.26
10	Chipao	70.00	58.14	54.82	18.04	14.06	11.88	7.21	7.98	24.64	29.09	23.89	38.42	358.18
11	Coracora	102.06	129.03	116.70	22.16	2.31	1.83	3.02	3.05	6.38	7.99	10.95	35.01	440.50
12	Huacaña	130.93	142.65	156.75	40.38	18.48	4.12	6.66	11.02	29.91	32.26	48.14	59.63	680.93
13	Lucanas	110.33	137.00	131.52	44.56	7.95	2.27	1.43	4.04	7.12	14.57	15.10	41.35	517.25
14	Pampahuasi	160.75	143.99	154.93	55.73	14.18	5.11	3.03	3.16	10.47	15.63	32.83	54.92	654.75
15	Puquio	95.39	104.39	96.44	23.20	8.51	5.70	7.80	8.38	10.74	10.26	16.87	37.60	425.27
16	Urayhuma	246.03	219.78	242.90	70.58	20.53	4.53	6.33	16.26	33.32	71.14	66.93	125.45	1123.79
17	Antabamba	208.38	231.02	187.06	56.31	14.44	6.99	6.15	12.40	25.62	45.56	43.43	117.55	954.90
18	Chalhuanca	158.64	151.66	163.60	47.17	21.95	7.36	10.64	14.28	25.59	43.12	41.63	43.77	729.41
19	Chalhuanca II	152.02	165.43	136.47	43.67	10.94	5.01	5.24	18.56	31.64	36.64	43.98	92.97	742.56
20	Curpahuasi	65.39	80.72	99.11	86.25	108.36	94.81	84.41	55.21	26.92	27.05	34.54	44.11	806.87
21	Paico	205.48	200.44	187.44	89.12	50.69	45.98	42.31	59.07	67.70	76.36	93.10	130.15	1247.85
22	Pampachiri	99.55	139.56	131.24	38.83	6.20	4.01	3.20	7.83	19.08	22.41	36.01	92.24	600.15
23	Paucaray	142.77	146.25	152.17	67.77	17.67	13.88	14.29	21.89	37.67	44.65	46.66	87.72	793.39
24	Pecope	79.94	93.01	106.87	21.69	5.18	2.33	2.36	9.11	23.06	31.68	31.07	48.42	454.70
25	Tambobamba	198.02	188.29	144.05	49.22	4.07	4.72	6.90	12.40	22.98	47.00	79.16	169.33	926.15
26	Allpachaca	143.28	147.93	168.40	46.04	23.56	7.15	13.19	17.23	31.63	59.68	64.86	111.29	834.24
27	Carhuana	154.28	148.01	130.68	53.49	16.05	8.29	8.21	19.39	35.08	67.91	77.85	96.50	815.74
28	Chilcayoc	180.44	202.49	167.39	88.43	34.08	27.43	27.83	36.68	49.94	79.80	83.94	112.73	1091.18
29	Huancapi	165.68	174.81	140.98	57.92	20.57	13.75	17.19	27.84	40.11	45.05	60.92	105.56	870.37
30	Huancasancos	136.56	112.38	113.40	48.14	9.03	7.76	5.55	7.38	20.28	37.04	39.40	110.51	647.43
31	Putaccasa	126.02	111.96	147.74	40.07	13.00	3.85	5.23	3.87	20.44	42.85	63.59	77.89	656.50
32	Querobamba	106.09	123.60	99.33	45.41	13.45	8.17	3.83	8.65	27.05	32.08	56.63	91.37	615.66
33	Vilcashuaman	174.32	172.99	131.28	40.56	17.23	9.73	7.68	17.78	33.22	46.36	62.97	100.92	815.04
34	Vischongo	178.31	170.95	178.31	37.13	17.92	6.96	10.95	19.72	33.20	66.13	70.11	105.95	895.65
35	Abancay	180.36	183.00	141.94	52.01	14.81	10.22	11.90	17.67	24.23	65.27	84.32	117.68	903.44
36	Andahuaylas	136.25	131.02	118.76	44.23	18.93	9.44	12.92	18.09	33.23	48.76	59.12	86.66	717.40
37	Andarapa	47.41	51.59	58.06	15.18	5.88	2.94	4.04	5.67	12.33	16.27	23.66	32.77	275.80
38	Chincheros	184.92	174.00	167.55	68.07	18.64	3.34	2.28	11.51	37.62	74.17	90.40	152.10	984.60
39	Curahuasi	139.57	138.00	110.12	46.27	10.03	3.47	4.38	9.16	12.29	45.78	80.39	106.79	706.26
40	Huancabamba	103.99	101.53	96.84	43.53	8.51	2.76	5.86	12.08	31.56	39.02	47.42	65.41	558.51
41	Huancaray	201.03	210.73	162.68	51.37	16.30	7.59	3.29	17.99	39.10	71.97	74.88	117.10	974.03
42	Pampas	90.83	144.42	125.85	27.01	6.46	5.29	3.72	3.66	25.71	43.08	55.88	84.20	616.11
43	Talavera	145.16	158.17	129.42	30.42	14.25	7.81	4.97	6.38	18.99	49.11	37.91	103.53	706.12
44	Uripa	181.49	182.24	214.48	45.26	16.27	4.23	6.74	15.73	41.79	78.16	75.38	121.15	982.92

Las filas en amarillo, son observatorios ubicados dentro del área de estudio

Figura N° 6.6a
Precipitación Total Mensual (mm.) – Promedio Multianual (1965-2012) – Completada y Consistente

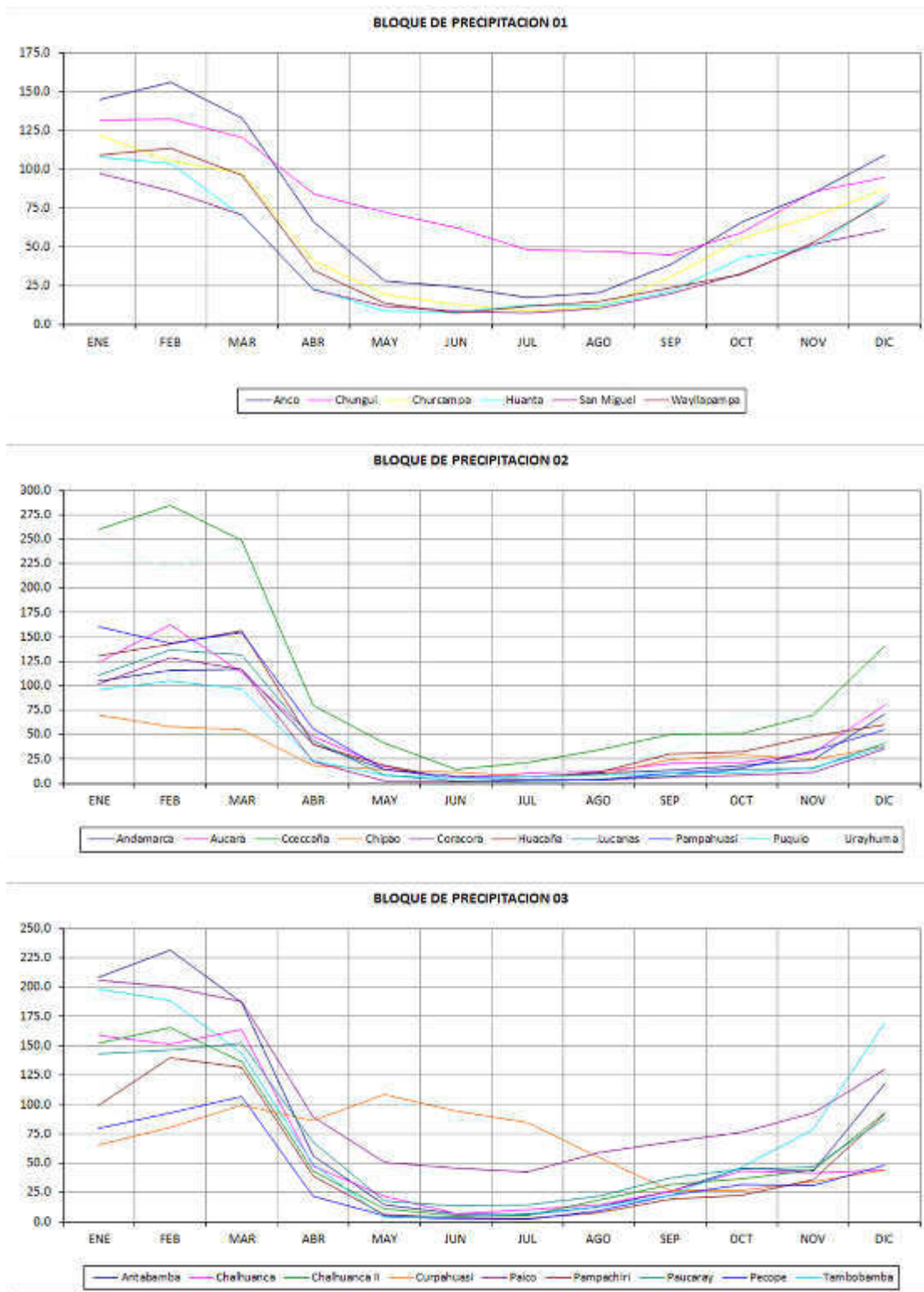
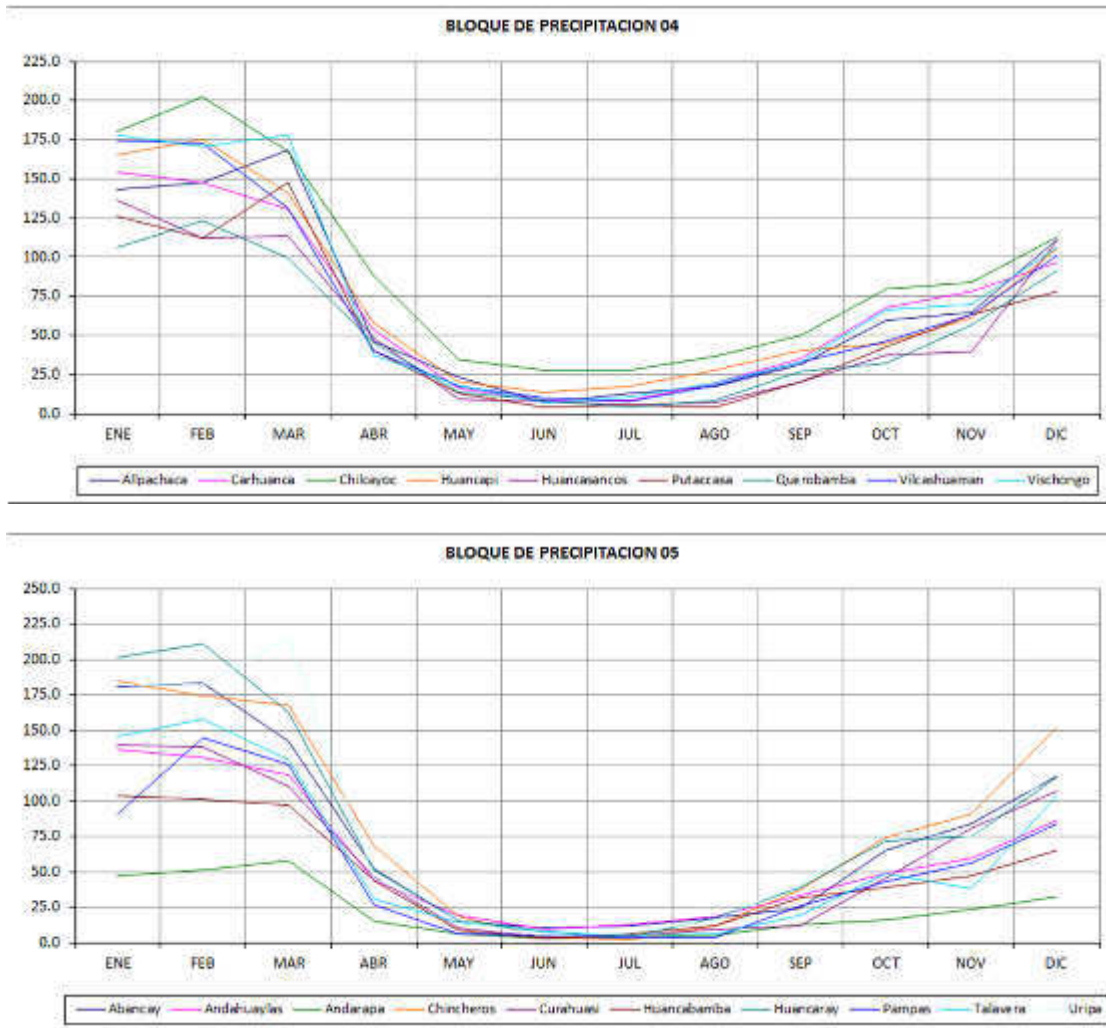


Figura N° 6.6b



6. PRECIPITACIÓN AREAL A NIVEL DE SUBCUENCAS

Para evaluar la cantidad promedio de precipitación sobre un área es necesario basarse en los valores puntuales registrados en cada observatorio pluviométrico que conforma la red. Pero como la contribución de cada observatorio al total de la tormenta es desconocida, han surgido varios métodos que intentan darnos una aproximación de la distribución de la precipitación dentro del área en consideración. La selección del método requiere de buen sentido para tener en cuenta la calidad y la naturaleza de los datos y de la precisión requerida en el resultado.

6.1. MÉTODO DE POLÍGONOS DE THIESSEN MODIFICADO

El método Thiessen Modificado o ponderado efectúa una doble ponderación de la precipitación, es decir considera como valor promedio de la precipitación de cada polígono la que resulta empleando el método de isoyetas. Para cada polígono se calcula su precipitación areal mediante las isoyetas y esta precipitación obtenida se hace una ponderación con el área de influencia del observatorio.

Utilizando el método de Thiessen Modificado se ha calculado la precipitación areal correspondiente a las 15 subcuencas materia de estudio. En la Tabla N° 6.11 y en la Figura N° 6.7 se muestra los valores de la precipitación areal.

En la Figura N° 6.8 se muestra el hidrograma de precipitación areal de cada una de las subcuencas.

Figura N° 6.7
Precipitación Areal Mensual (mm.) – Subcuencas del Área de Estudio

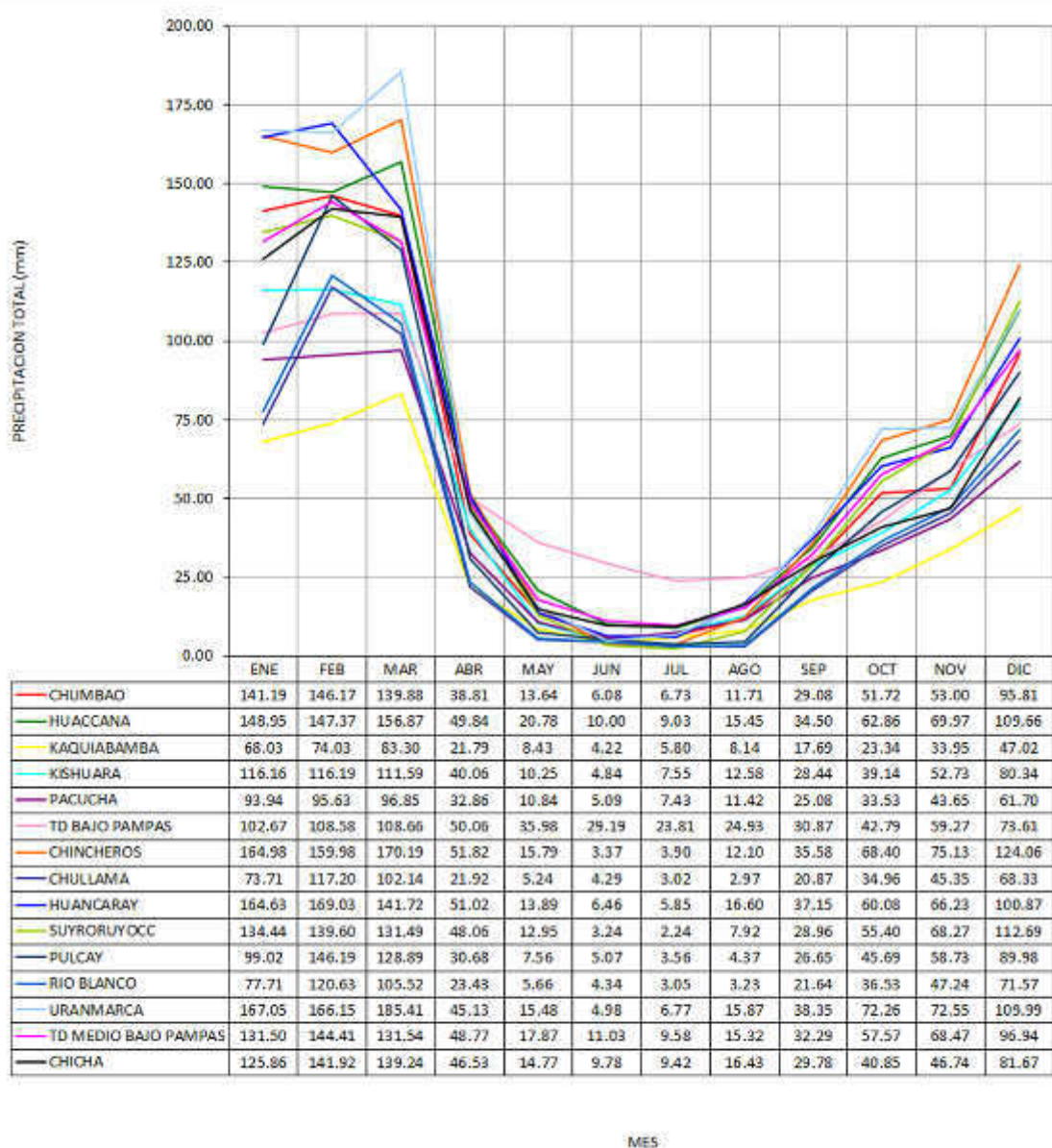


Tabla Nº 6.11a
Precipitación Media Areal Total Anual (mm.) – Método Thiessen Modificado - Subcuencas

SUBCUENCA	POLIGONO	AREA DE INFLUENCIA		PRECIPITACION TOTAL ANUAL	FACTORES DE PONDERACION			PRECIPITACION TOTAL ANUAL
		(%)	(km2)		AREA α	PRECIPITACION β	TOTAL γ	
CHUMBAO	Andahuaylas	8.99	68.92	717.40	0.949	0.090	0.085	61.24
	Andarapa	13.56	103.92	275.80	2.223	0.136	0.301	83.13
	Huancabamba	16.83	129.00	558.51	1.226	0.168	0.206	115.26
	Huancaray	3.67	28.15	974.03	0.924	0.037	0.034	33.05
	Talavera	32.35	247.97	706.12	1.046	0.324	0.338	238.91
	Tambobamba	2.66	20.42	926.15	0.756	0.027	0.020	18.65
	Uripa	21.93	168.08	982.92	0.852	0.219	0.187	183.54
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	766.46					733.78
HUACCANA	Chincheros	0.05	77.76	984.60	0.797	0.385	0.307	302.45
	Chungui	10.43	26.15	980.96	0.878	0.130	0.114	111.55
	Pampas	2.32	4.67	616.11	1.136	0.023	0.026	16.21
	Uripa	1.12	93.22	982.92	0.892	0.462	0.412	405.08
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	201.80					835.29
KAQUIABAMBA	Andarapa	30.49	65.74	275.80	1.435	1.000	1.435	395.73
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	65.74					395.73
KISHUARA	Abancay	1.23	4.98	903.44	0.775	0.012	0.009	8.58
	Andahuaylas	0.01	52.77	717.40	0.817	0.130	0.106	76.08
	Andarapa	2.74	143.92	275.80	1.869	0.354	0.662	182.55
	Huancabamba	14.44	142.45	558.51	1.253	0.351	0.439	245.38
	Tambobamba	15.32	62.26	926.15	0.756	0.153	0.116	107.24
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	406.37					619.82
PACUCHA	Andahuaylas	0.13	93.14	717.40	0.700	0.284	0.199	142.83
	Andarapa	7.77	158.44	275.80	1.640	0.484	0.793	218.80
	Huancabamba	20.15	72.69	558.51	1.220	0.222	0.271	151.27
	Talavera	0.04	3.23	706.12	0.720	0.010	0.007	5.01
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	327.50					517.91
TD BAJO PAMPAS	Andarapa	1.62	102.32	275.80	2.058	0.320	0.659	181.76
	Chungui	1.81	176.99	980.96	0.774	0.554	0.429	420.54
	Pampas	1.78	15.32	616.11	1.136	0.048	0.054	33.57
	Uripa	0.04	24.87	982.92	0.713	0.078	0.056	54.56
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	319.51					690.43
CHINCHEROS	Chincheros	29.67	75.62	984.60	0.887	0.548	0.486	478.61
	Uripa	45.19	62.35	982.92	0.916	0.452	0.414	406.70
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	137.97					885.31
CHULLAMA	Pampas	42.39	25.91	616.11	0.812	1.000	0.812	500.00
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	25.91					500.00
HUANCARAY	Carhuana	0.58	5.57	815.74	1.103	0.007	0.008	6.20
	Chilcayoc	4.46	36.35	1091.18	0.961	0.045	0.043	47.21
	Huancabamba	21.29	273.15	558.51	1.243	0.338	0.421	234.93
	Huancaray	7.98	415.36	974.03	0.939	0.514	0.483	470.58
	Pecope	0.43	3.61	454.70	1.539	0.004	0.007	3.13
	Talavera	0.00	4.61	706.12	1.021	0.006	0.006	4.12
	Tambobamba	0.62	37.44	926.15	0.756	0.046	0.035	32.46
	Uripa	3.33	31.30	982.92	0.916	0.039	0.035	34.89
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	807.38					833.52
SUYRORUYOCC	Chincheros	22.67	36.14	984.60	0.768	0.804	0.618	608.33
	Pampas	19.53	8.80	616.11	1.135	0.196	0.222	136.93
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	44.93					745.26
PULCAY	Chincheros	10.01	12.56	984.60	0.711	0.132	0.094	92.34
	Pampas	1.12	82.62	616.11	1.036	0.868	0.899	554.04
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	95.18					646.38

Tabla N° 6.11b
Precipitación Media Areal Total Anual (mm.) – Método Thiessen Modificado - Subcuencas

SUBCUENCA	POLIGONO	AREA DE INFLUENCIA		PRECIPITACION TOTAL ANUAL	FACTORES DE PONDERACION			PRECIPITACION TOTAL ANUAL
		(%)	(km2)		AREA α	PRECIPITACION β	TOTAL γ	
RIO BLANCO	Chincheros	1.31	1.55	984.60	0.711	0.034	0.024	23.98
	Pampas	16.85	43.59	616.11	0.835	0.966	0.806	496.57
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	45.14					520.55
URANMARCA	Carhuanca	20.92	22.53	815.74	1.103	0.209	0.231	188.30
	Huancaray	0.12	0.13	974.03	0.924	0.001	0.001	1.06
	Uripa	78.96	85.02	982.92	0.916	0.790	0.723	710.64
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	107.68					900.00
TD MEDIO BAJO PAMPAS	Carhuanca	7.73	71.81	815.74	1.103	0.255	0.281	229.30
	Chilcayoc	6.80	23.84	1091.18	0.935	0.085	0.079	86.32
	Chincheros	1.57	52.65	984.60	0.873	0.187	0.163	160.64
	Chungui	3.37	27.32	980.96	0.714	0.097	0.069	67.85
	Huancaray	0.06	0.16	974.03	0.924	0.001	0.001	0.50
	Pampas	0.89	89.64	616.11	0.858	0.318	0.273	168.18
	Uripa	5.72	16.45	982.92	0.916	0.058	0.053	52.51
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	281.87					765.29
CHICHA	Carhuanca	0.34	9.46	815.74	1.103	0.003	0.004	3.04
	Chalhuanca 1	0.54	187.00	729.41	0.960	0.067	0.064	46.79
	Chalhuanca 2	0.32	8.83	742.56	1.192	0.003	0.004	2.79
	Chilcayoc	0.67	251.43	1091.18	0.946	0.090	0.085	92.80
	Chipao	1.83	51.27	358.18	1.396	0.018	0.026	9.16
	Huacaña	0.19	76.60	680.93	0.943	0.027	0.026	17.58
	Huancabamba	0.00	0.39	558.51	1.253	0.000	0.000	0.10
	Huancaray	0.22	124.33	974.03	0.897	0.044	0.040	38.82
	Paico	0.12	213.85	1247.85	0.811	0.076	0.062	77.32
	Pampachiri	4.32	905.35	600.15	0.915	0.324	0.296	177.66
	Paucaray	0.00	281.88	793.39	0.982	0.101	0.099	78.47
	Pecope	0.80	497.35	454.70	1.368	0.178	0.243	110.60
	Querobamba	0.04	16.52	615.66	1.478	0.006	0.009	5.37
	Urayhuma	0.49	170.19	1,123.79	0.621	0.061	0.038	42.47
	TOTAL SUBCUENCA	100.00	2,794.44					702.98

Tabla N° 6.12
Precipitación Areal Mensual (mm.) – Subcuencas del Área de Estudio

Item	Unidad Hidrografica	Precipitacion Areal Promedio Mensual (mm.)												Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
1	CHUMBAO	141.19	146.17	139.88	38.81	13.64	6.08	6.73	11.71	29.08	51.72	53.00	95.81	733.78
2	HUACCANA	148.95	147.37	156.87	49.84	20.78	10.00	9.03	15.45	34.50	62.86	69.97	109.66	835.29
3	KAQUIABAMBA	68.03	74.03	83.30	21.79	8.43	4.22	5.80	8.14	17.69	23.34	33.95	47.02	395.73
4	KISHUARA	116.16	116.19	111.59	40.06	10.25	4.84	7.55	12.58	28.44	39.14	52.73	80.34	619.88
5	PACUCHA	93.94	95.63	96.85	32.86	10.84	5.09	7.43	11.42	25.08	33.53	43.65	61.70	518.02
6	TD BAJO PAMPAS	102.67	108.58	108.66	50.06	35.98	29.19	23.81	24.93	30.87	42.79	59.27	73.61	690.43
7	CHINCHEROS	164.98	159.98	170.19	51.82	15.79	3.37	3.90	12.10	35.58	68.40	75.13	124.06	885.31
8	CHULLAMA	73.71	117.20	102.14	21.92	5.24	4.29	3.02	2.97	20.87	34.96	45.35	68.33	500.00
9	HUANCARAY	164.63	169.03	141.72	51.02	13.89	6.46	5.85	16.60	37.15	60.08	66.23	100.87	833.52
10	SUYRORUYOCC	134.44	139.60	131.49	48.06	12.95	3.24	2.24	7.92	28.96	55.40	68.27	112.69	745.26
11	PULCAY	99.02	146.19	128.89	30.68	7.56	5.07	3.56	4.37	26.65	45.69	58.73	89.98	646.38
12	RIO BLANCO	77.71	120.63	105.52	23.43	5.66	4.34	3.05	3.23	21.64	36.53	47.24	71.57	520.55
13	URANMARCA	167.05	166.15	185.41	45.13	15.48	4.98	6.77	15.87	38.35	72.26	72.55	109.99	900.00
14	TD MEDIO BAJO PAMPAS	131.50	144.41	131.54	48.77	17.87	11.03	9.58	15.32	32.29	57.57	68.47	96.94	765.29
15	CHICHA	125.86	141.92	139.24	46.53	14.77	9.78	9.42	16.43	29.78	40.85	46.74	81.67	702.98

Figura N° 6.8a
Hidrograma de Precipitación Areal Mensual (mm.) – Subcuencas del Área de Estudio

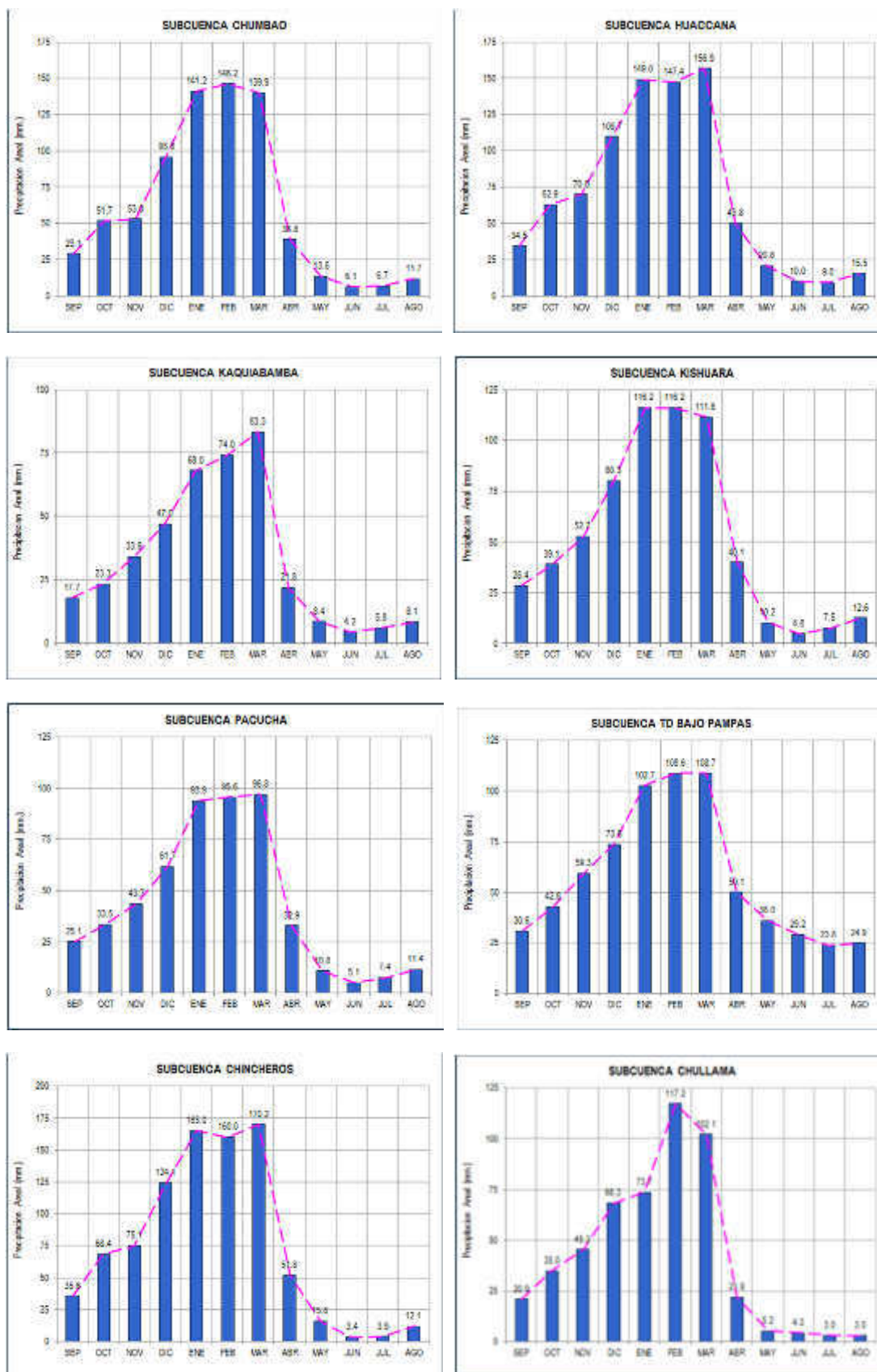
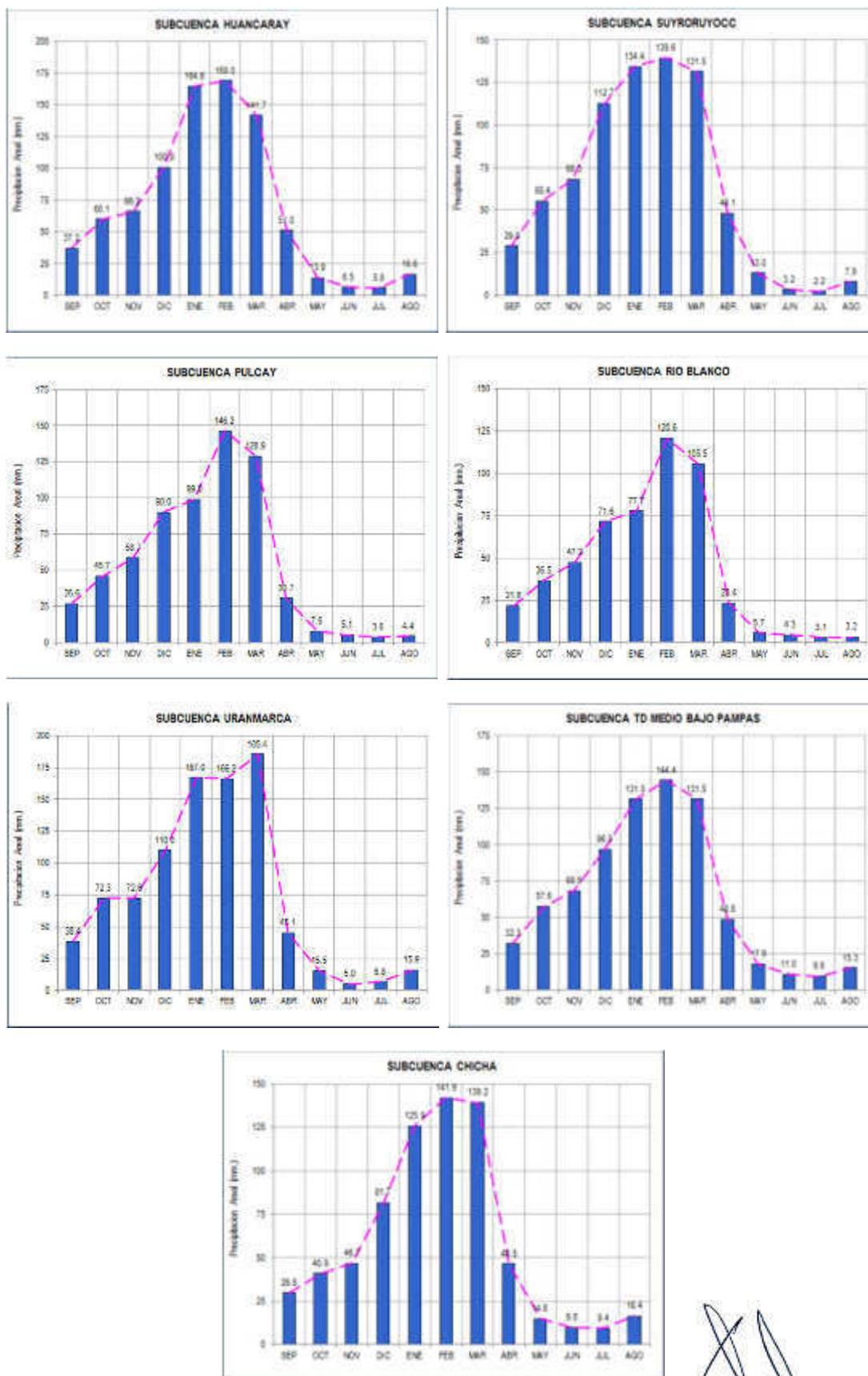


Figura N° 6.8b
Hidrograma de Precipitación Areal Mensual (mm.) – Subcuencas del Área de Estudio



En los mapas de las Figuras N° 6.9, N° 6.10 y N° 6.11 se muestra la configuración de las isoyetas de precipitación total anual, polígonos de Thiessen y la combinación de ambos temas. A partir de esta información espacial se ha calculado la precipitación areal media para cada subcuenca.

Figura N° 6.9
Mapa de Isoyetas de Precipitación Total Anual (mm.) –Área de Estudio

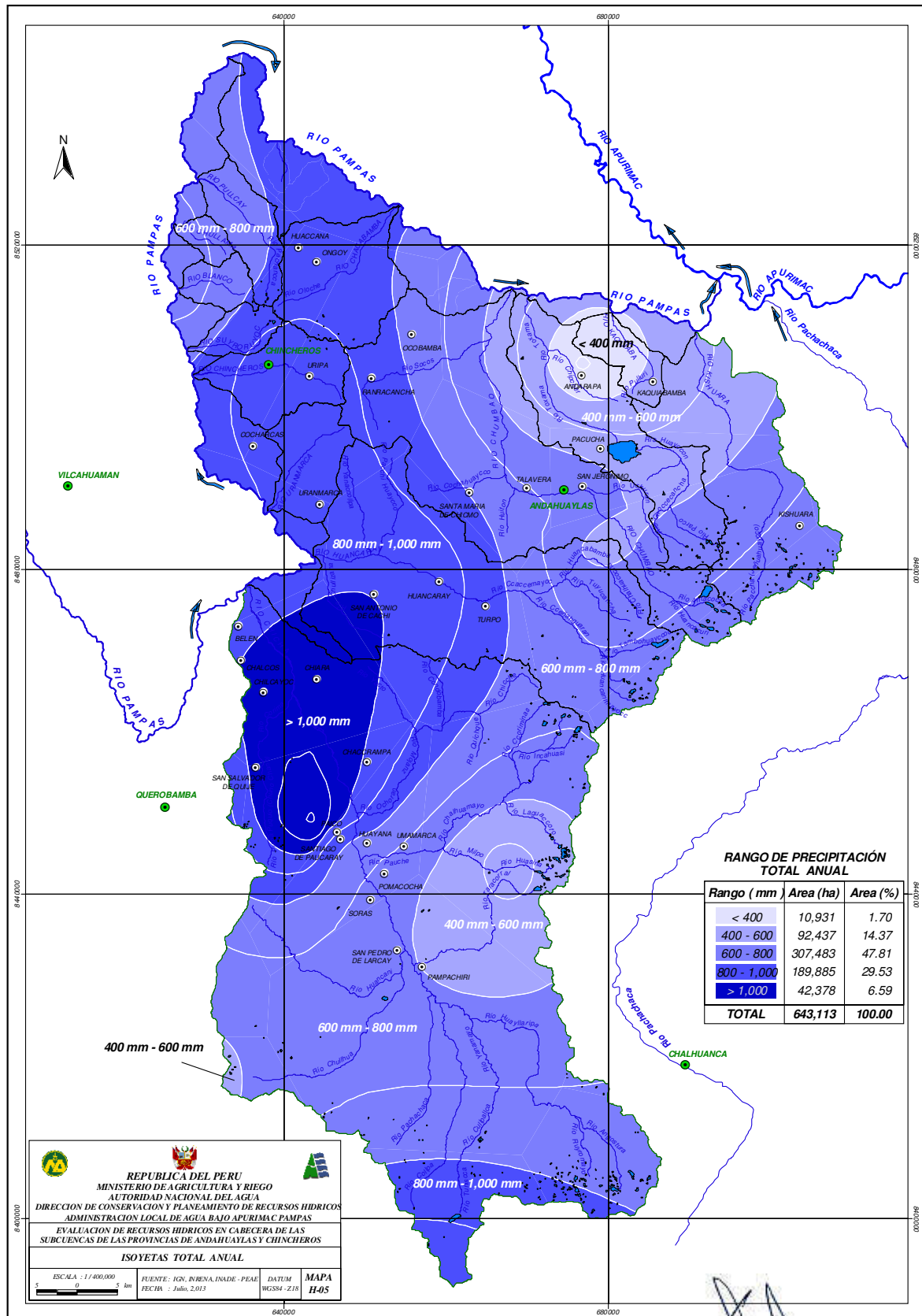


Figura N° 6.10
 Mapa de polígonos de Thiessen –Área de Estudio

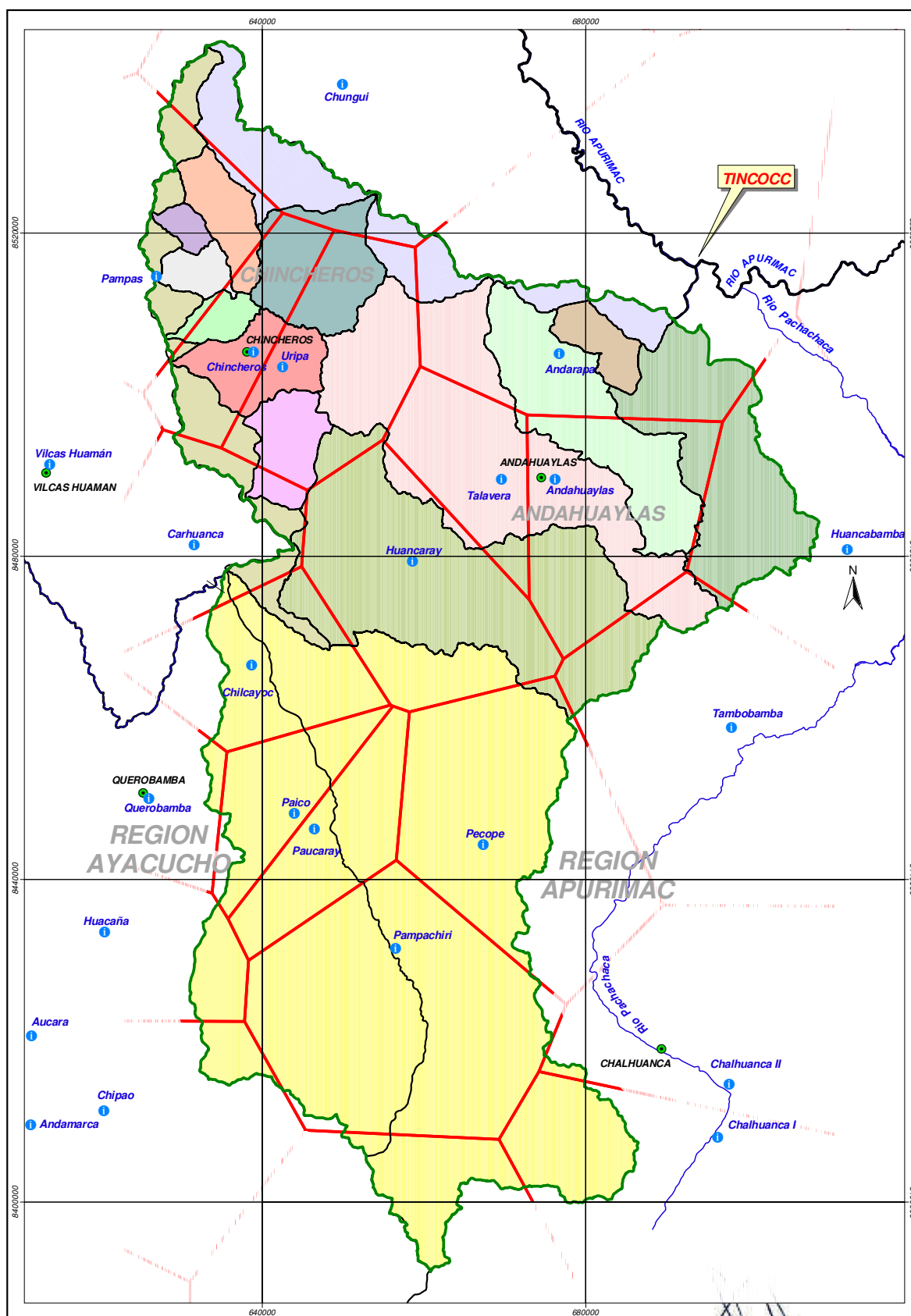
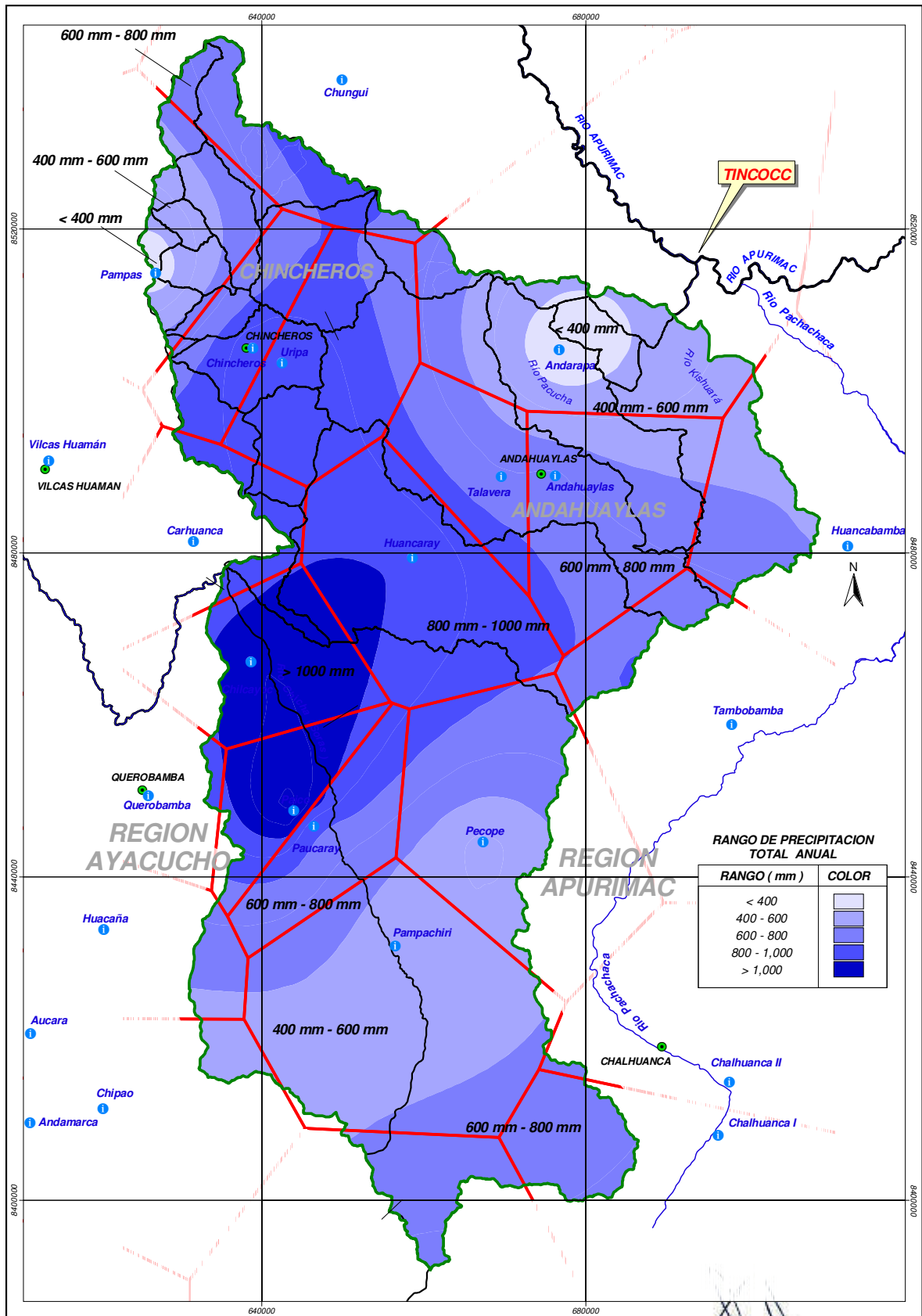


Figura N° 6.11
 Mapa de isoyetas y polígonos de Thiessen –Área de Estudio



Capítulo 7

ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

1. ESTACIONES DE AFORO DE CAUDALES

El objetivo de las estaciones de aforo de caudales es suministrar registros sistemáticos de niveles y caudales. Los registros continuos de flujo de corriente son necesarios en proyectos de abastecimiento de agua y sistemas de saneamiento, en el diseño de estructuras hidráulicas, en la gestión del agua y en la estimación de cargas de sedimentos o de sustancias químicas de los ríos, incluidos los contaminantes.

Como no se puede realizar una medición continua del caudal, los registros de los caudales se calculan con ayuda de la relación entre nivel y caudal, definidas mediante mediciones periódicas de los caudales y un registro sistemático de los niveles, o usando estructuras de medición que han sido calibradas en el laboratorio o sobre el terreno.

Selección del Sitio

La selección de los ríos que han de medirse se determina por los principios del diseño de redes y del uso que se dará a los datos. La selección de un sitio ideal para una estación de aforo en un río dado podría basarse en los siguientes criterios:

- a. El curso general del río debe ser recto unos 100 metros aguas arriba y aguas abajo de la estación de aforo;
- b. La corriente total debe estar confinada en un solo cauce para todos los niveles y no pueden existir corrientes subterráneas;
- c. El lecho del río no debe estar sujeto a socavaciones ni a rellenos y debe estar libre de plantas acuáticas;
- d. Las orillas deben ser permanentes, lo suficientemente altas para contener las crecidas y deben estar libres de arbustos;
- e. Debe haber controles naturales inalterables: afloramiento de rocas en el fondo o un cañón estable durante el estiaje, y un cauce encajonado para las crecientes caídas o cascadas, insumergible en todos los niveles de manera de tener una relación estable entre el nivel y el caudal. Si no hay condiciones naturales satisfactorias para un control de aguas bajas, se debe prever la instalación de un control artificial;
- f. Se debe disponer de un sitio conveniente para alojar el limnógrafo, inmediatamente aguas arriba del control, y protegerlo contra posibles daños por los escombros llevados por las aguas durante las crecidas del río. El limnógrafo debe estar por encima de toda crecida probable que pueda ocurrir durante el período de vida de la estación;
- g. El sitio de aforo debe estar lo suficientemente aguas arriba de la confluencia con otro río o de los efectos de la marea, para evitar toda influencia variable que puedan ejercer sobre el nivel en el sitio de la estación;

- h. el sitio debe ser fácilmente accesible para facilitar la instalación y el funcionamiento de la estación de aforo.

2. SISTEMA HIDROMÉTRICO EN EL ÁREA DE ESTUDIO

Dentro del área de estudio no existe estación de aforo técnicamente bien establecida. Aunque existe la estación de aforo Puente Andahuaylas sobre el cauce del río Chumbao, pero los registros de esta estación corresponden a la escorrentía regulada del río Chumbao, el mismo que tiene origen en el caudal efluente de cuatro lagunas ubicadas en la cabecera de cuenca. Para utilizar la información histórica de aforo del río Chumbao registrada en la estación de aforo Puente Andahuaylas, es necesario naturalizar la escorrentía con información de caudales de operación de los embalses (lagunas), y cuya información no existe.

Para la calibración del modelo hidrológico —que ha servido para generar caudales— se ha preferido utilizar los registros históricos de escorrentía del río Sondondo, cuya cuenca ofrece condiciones fisiográficas similares al área del presente estudio. La estación de aforo de Huasapampa es la que registra estos caudales.

2.1. ESTACION HIDROMETRICA DE PUENTE ANDAHUAYLAS

Dentro de las subcuencas del área de estudio, solo se cuenta con una estación hidrométrica sobre el cauce del Río Chumbao, llamada Puente Peatonal Andahuaylas, que es controlada por la ALA-BAP. Esta se encuentra ubicada en la parte media de la cuenca a una altitud de 2,943 msnm y se encuentra dentro del distrito de Andahuaylas.

El aforo se realiza una vez por día, utilizando el método de sección – velocidad. El registro histórico disponible corresponde al periodo de 1977 a 2012, con periodos de información discontinua.

La información hidrométrica de esta estación corresponde al caudal regulado del río Chumbao, cuya escorrentía es producto del caudal efluente de cuatro lagunas, ubicadas en la cabecera de la cuenca.

Para el presente estudio, la información de esta estación hidrométrica no se ha tomado en cuenta, ya que es necesario naturalizar; dicha operación requiere de información hidrométrica de descargas de salida de lagunas, lo cual no existe.

2.2. ESTACION HIDROMETRICA DE HUASAPAMPA

Esta estación hidrométrica está ubicada fuera del área de estudio; sin embargo pertenece a la cuenca del río Sondondo, cuya cuenca es vecina y además las condiciones fisiográficas tienen similares características del área de estudio.

La estación hidrométrica de Huasapampa se encuentra ubicada en el Distrito de Aucará, Provincia de Lucanas, sobre el río Sondondo sobre una altitud de 2,900 msnm. en la coordenada Latitud Sur 14°16'1", Longitud Oeste 73°57'1". Es una estación de aforo de caudales de tipo convencional hidrológica y registra los caudales que produce el río Sondondo en un área de drenaje de 2,198.56 Km², espacio que corresponde a las nacientes de la cuenca del río Sondondo. Actualmente es administrada por el Senamhi, la cual a la fecha continua registrando caudales que discurre por dicho curso de agua.

Para el desarrollo del presente estudio, la información utilizada corresponde a los caudales históricos registrados en forma dispersa durante el periodo 1965-1970, 1982, 1984-1985; en forma continua en el periodo 1996 – 2010. Los caudales registrados durante en los periodos indicados son descargas naturales.

Dentro del área de drenaje no existen obras de regulación significativa que alteren la escorrentía natural del sistema hidrográfico en dicha cuenca. En la siguiente Tabla se muestra las características de la estación hidrométrica.

Tabla N° 7.1
Características Geográficas e Hidrográficas de la Estación Hidrométrica

Nº	ESTACION	CUENCA	TIPO ESTACION	PERIODO FUN-CIONAMIENTO	UBICACIÓN POLITICA			UBICACIÓN GEOGRAFICA			ESTADO
					DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	LATITUD Sur	LONGITUD Oeste	ALTITUD msnm.	
1	Huasapampa	Pampas	LM	1965-1970, 1982, 1984-1985, 1996 - 2010	Ayacucho	Lucanas	Aucará	14°16'1"	73°57'1"	2,900	funcionando

Fuente: Elaboración propia

Esta estación cuenta con un correntómetro para medir caudales. La sección transversal de esta estación es una sección natural, por lo tanto deben realizarse aforos de control regularmente, en este caso los aforos se realizan diariamente.

Para el presente estudio se ha tomado en cuenta los caudales medios mensuales históricamente registrados entre el periodo 1965 - 2010. Tal como podemos observar en la Tabla N° 7.2, en forma grafica los módulos de caudal en la Figura N° 7.2. En el Mapa de la Figura N° 7.3, se muestra la ubicación espacial de las estaciones hidrométricas de Andahuaylas y Huasapampa.

Tabla N° 7.2
Registro de Descarga Promedio Mensual Rio Sondondo (m3/s) –Estación Huasapampa

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965											1.68	2.33
1966	4.93	10.54	44.88	3.82			2.20	1.83	1.78	2.41	3.26	
1967	24.77						2.94	2.53	2.36	2.70	1.87	2.00
1968	21.77	19.87	21.15				2.77	2.51	2.29	2.18	4.92	3.99
1969	6.61	20.28	33.43	14.70	3.88	2.67	2.36	1.67	1.66	2.04	2.23	4.28
1970	24.99	29.60	20.65	13.26	7.81	3.11	2.47					
1982							2.12	2.05	2.14			
1984			66.52	29.14								
1985	3.84	9.70	100.69							2.26		
1995												15.19
1996	44.46	148.86	164.84	116.43	28.01	12.79	10.95	11.23	9.15	7.94	9.01	16.96
1997	80.14	158.11	115.29	35.94	18.92	12.18	10.65	20.36	12.32	10.28	16.34	20.24
1998	145.64	131.16	126.00	63.52	17.77	14.42	12.20	11.07	9.56	9.71	9.65	19.78
1999	21.41	301.86	258.54	92.19	35.45	16.68	13.96	11.39	10.82	14.13	9.93	16.67
2000	129.04	309.55	292.10	113.89	49.66	25.93	18.58	16.03	12.99	27.73	13.52	28.06
2001	220.38	253.78	294.88	115.92	41.09	30.47	28.34	19.83	21.22	12.53	10.99	11.12
2002	17.78	160.15	201.96	104.56	34.39	19.74	29.20	21.67	18.33	16.48	27.40	35.43
2003	65.24	95.13	169.56	83.23	27.98	14.95	12.82	12.62	10.49	6.99	8.40	18.84
2004	30.15	84.22	153.33	77.85	16.51	10.05	13.73	9.97	9.15	6.80	6.93	13.65
2005	34.75	73.73	73.31	60.14	23.31	7.60	6.92	6.59	9.07	6.44	5.21	31.77
2006	139.71	181.50	184.35	108.31	28.17	20.46	10.08	10.08	11.24	8.83	12.56	12.15
2007	81.66	112.86	114.55	116.25	41.31	16.84	12.47	10.30	9.82	10.42	8.93	16.90
2008	120.78	181.80	186.24	52.10	19.12	14.70	12.27	12.12	8.61	10.23	8.90	12.20
2009	35.36	182.99	187.76	109.47	26.85	20.14	13.43	14.06	9.96	10.02	13.88	21.90
2010	53.58	104.57	172.42	46.45	19.97	12.21	9.33	8.21	7.84	7.47	7.99	12.85
PROM	62.24	128.51	142.02	71.43	25.89	15.00	10.94	10.31	9.04	8.88	9.18	15.81

Fuente: Senamhi

En rojo, valores completados

Figura N° 7.1
Hidrograma de Caudales Históricos Medio Mensuales – Periodo 1964 – 2008



Figura N° 7.2
Módulos de Caudal Histórico Mensual Rio Sondondo (m³/s) –Estación Huasapampa

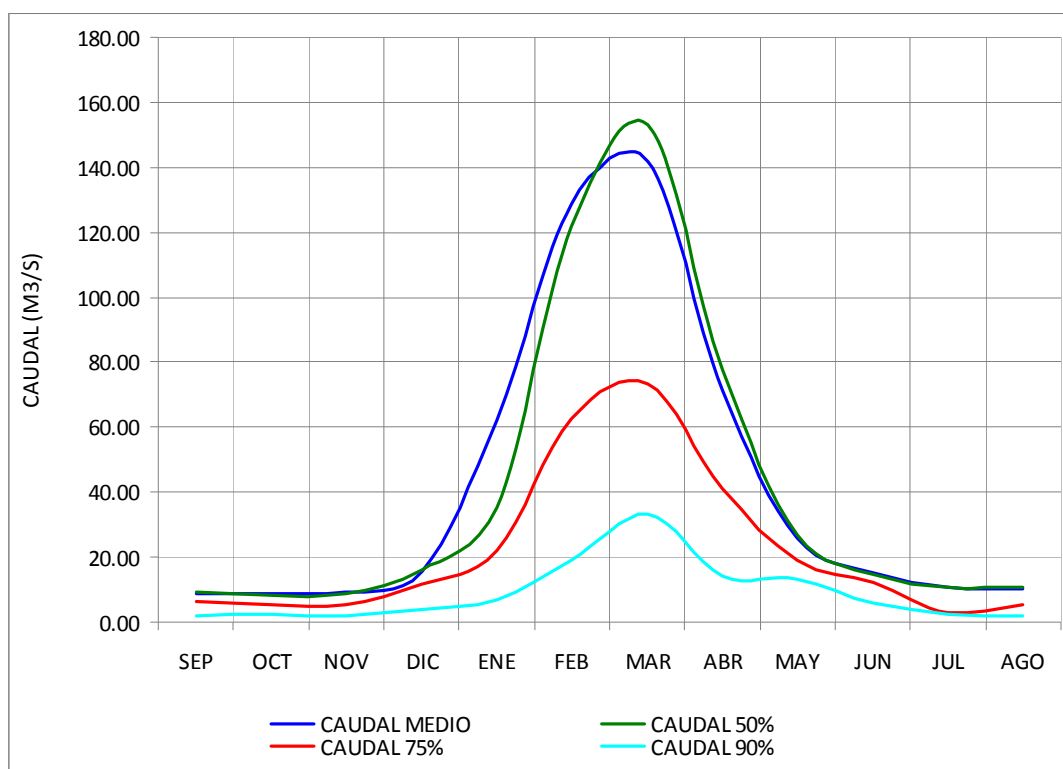
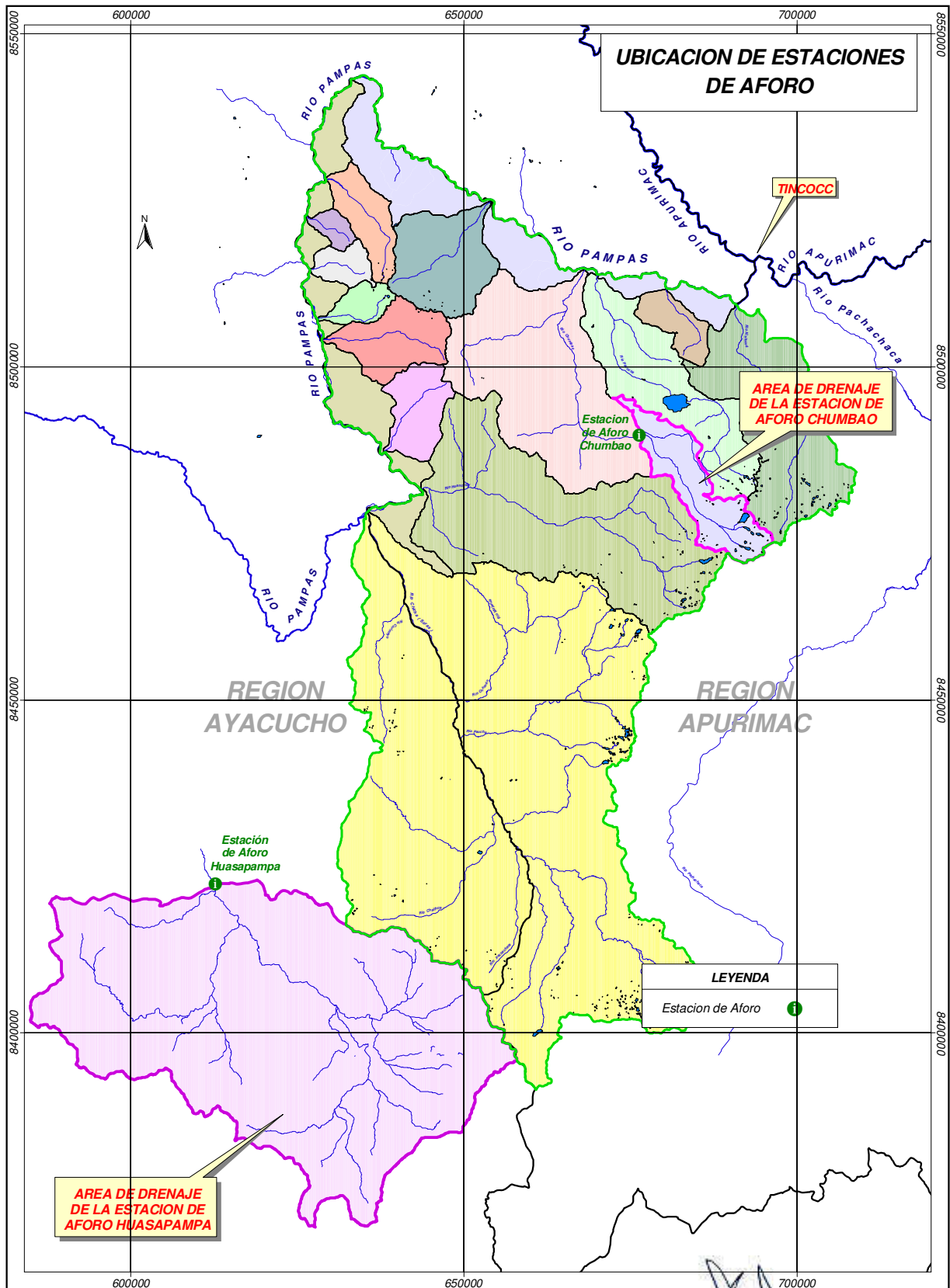


Tabla N° 7.3
Módulos de Caudal Histórico Mensual Rio Sondondo (m³/s) –Estación Huasapampa

MODULO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
CAUDAL MEDIO	9.04	8.88	9.18	15.81	62.24	128.51	142.02	71.43	25.89	15.00	10.94	10.31
CAUDAL 50%	9.36	8.38	8.92	15.93	35.36	122.01	153.33	77.85	26.85	14.70	10.95	10.68
CAUDAL 75%	6.47	5.50	5.14	11.89	21.77	62.70	73.31	41.19	18.92	12.18	2.94	5.57
CAUDAL 90%	2.11	2.26	2.20	3.82	6.61	18.93	33.43	14.42	13.03	5.80	2.36	2.03

Figura N° 7.3
Ubicación Geográfica de Estaciones Hidrométricas



3. MODELO HIDROLÓGICO: RELACIÓN LLUVIA - ESCURRIMIENTO

Cuando evaluamos la disponibilidad hídrica, la problemática más común es la escasez o ausencia de registros de caudales. Si contamos con registros de caudales suficientes los datos pueden analizarse estadísticamente mediante un análisis de frecuencia; pero cuando no se cuenta con estos registros debemos recurrir a diferentes métodos de estimación más o menos complejos dependiendo siempre de la disponibilidad de información (meteorológica, suelos, cobertura vegetal, etc.) en la cuenca.

Teniendo en cuenta que solo se cuenta con datos de precipitación y temperatura en la cuenca, se debe elegir un modelo de transformación precipitación – escorrentía, simple y robusto que permita modelar correctamente los caudales medios mensuales y posteriormente permita construir una serie histórica confiable de caudales en la cuenca. Para el presente estudio se ha decidido utilizar un modelo conceptual simple, Lutz Scholz.

3.1. IMPORTANCIA DEL MODELAMIENTO

La necesidad de la aplicación de modelos matemáticos – hidrológicos de generación de caudales medios mensuales está sustentada en aspectos de sustancial importancia, como los que en seguida mencionamos.

- La necesidad de contar con información hidrológica en puntos específicos de una cuenca, y que en la realidad en dichos puntos no existe información observada de caudales.
- La información histórica disponible de caudales medios mensuales en la estaciones de aforo existentes no es totalmente confiable, puesto que en los periodos de lluvia no se efectúan mediciones hidrológicas estandarizadas, y en muchos casos se tiene conocimiento que se han realizado “estimaciones subjetivas” de datos de caudal, además de extrapolar en los periodos de máximo escurrimiento la curva altura-caudal.
- El hecho de contar con escasas estaciones de aforo dentro de una cuenca, nos sitúa en un punto de incertidumbre por contar solamente con información localizada y a veces discontinuas mediciones de caudal, no existiendo la real posibilidad de contrastar y validar la información disponible.
- Considerando la directa dependencia o relación de la escorrentía respecto a la precipitación en la cuenca, es importante distinguir que la información de precipitación es más confiable que la hidrométrica, aspecto que nos impulsa a realizar modelaciones matemáticas que simulen dicha relación, es decir se emplee modelos de transformación lluvia-escorrentía.

Los modelos Precipitación-Escorrentía más extendidos en hidrología son aquellos que estiman el balance entre las entradas (precipitación) de agua al sistema y las salidas del mismo (evaporación, transpiración, escorrentía superficial y aporte a los acuíferos) reproduciendo simplificadaamente el proceso del ciclo hidrológico.

3.2. MODELO DETERMINÍSTICO - ESTOCÁSTICO LUTZ SCHOLZ

El proyecto especial “Plan de Mejoramiento de Riego en la Sierra y Selva”, PLAN MERISS, en el año 1980 ha implementado un modelo matemático combinado para la estimación de caudales a escala mensual, el que ha sido calibrado en cuencas de la sierra peruana comprendidas entre Cusco y Cajamarca; el mismo que consideramos importante para su aplicación en el área del presente estudio, puesto que validará la información hidrométrica histórica a partir de información de la precipitación efectiva de la cuenca, aplicación que además está sustentada en el hecho que la cuenca está inscrita en el área de cuencas de calibración del modelo.

Este modelo matemático es combinado porque tiene una parte determinística y otra estocástica. La parte determinística describe los procesos físicos que se producen en la cuenca y que pueden ser determinados, correspondiendo a esta parte la generación de caudales mensuales durante el año promedio. La parte estocástica considera una influencia aleatoria, que en el presente caso es en la generación de series hidrológicas para periodos extendidos.

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DEL MODELO HIDROLÓGICO

El elemento constitutivo del modelo es el cálculo en base a la precipitación mensual teniendo en cuenta las características de la cuenca. En base a los datos disponibles se ha establecido y calibrado modelos parciales para las influencias de mayor importancia al escurrimiento y la retención de la cuenca. El modelo comprende dos etapas:

Primero se establece el balance hídrico, para determinar la influencia de los parámetros meteorológicos de la cuenca durante el año promedio.

Posteriormente se determina los caudales para el periodo extendido, mediante un proceso Markoviano (de regresión triple) teniendo en cuenta la precipitación efectiva como variable de impulso para determinar los parámetros estadísticos de la distribución empírica tales como el promedio, la desviación estándar y sesgo.

Determinado el hecho de la ausencia de registros de caudal en la sierra peruana, el modelo se desarrolló tomando en consideración parámetros físicos y meteorológicos de las cuencas, que puedan ser obtenidos a través de mediciones cartográficas y de campo. Los parámetros más importantes del modelo son los coeficientes para la determinación de la Precipitación Efectiva, déficit de escurrimiento, retención y agotamiento de las cuencas. Los procedimientos que se han seguido en la implementación del modelo son:

1. Cálculo de los parámetros necesarios para la descripción de los fenómenos de escurrimiento promedio.
2. Establecimiento de un conjunto de modelos parciales de los parámetros para el cálculo de caudales en cuencas sin información hidrométrica. En base a lo anterior se realiza el cálculo de los caudales necesarios.
3. Calibración del modelo y generación de caudales extendidos por un proceso markoviano combinado de precipitación efectiva del mes con el caudal del mes anterior.

Este modelo fue implementado con fines de pronosticar caudales a escala mensual, teniendo una utilización inicial en estudios de proyectos de riego y posteriormente extendiéndose el uso del mismo, a estudios hidrológicos con prácticamente cualquier finalidad (abastecimiento de agua, hidroelectricidad etc). Los resultados de la aplicación del modelo a las cuencas de la sierra peruana, han producido una correspondencia satisfactoria respecto a los valores medidos.

A. ECUACION DEL BALANCE HÍDRICO

La ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual en mm/mes es la siguiente: [Fischer]

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i \quad (7.1)$$

Donde:

$$CM_i = \text{Caudal mensual (mm/mes)}$$

P_i	=	Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)
D_i	=	Déficit de escurrimiento (mm/mes)
G_i	=	Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)
A_i	=	Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Asumiendo que para períodos largos (en este caso 1 año) el Gasto y Abastecimiento de la retención tienen el mismo valor, es decir $G_i = A_i$, y que para el año promedio, una parte de la precipitación retorna a la atmósfera por evaporación; luego reemplazando $(P - D)$ por $(C * P)$, y tomando en cuenta la transformación de unidades (mm/mes a m3/seg) la ecuación (7.1) se convierte en:

$$Q = c' * C * P * AR \quad (7.2)$$

Que es la expresión básica del método racional.

Donde:

$$Q = \text{Caudal (m}^3 / \text{s)}$$

$$c' = \text{Coeficiente de conversión del tiempo (mes/seg)}$$

$$C = \text{Coeficiente de escurrimiento}$$

$$P = \text{Precipitación total mensual (mm/mes)}$$

$$AR = \text{Área de la cuenca (m}^2\text{)}.$$

B. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO

Se ha considerado el uso de la fórmula propuesta por L. Turc:

$$C = \frac{P - D}{P} \quad (7.3)$$

Donde:

$$C = \text{Coeficiente de escurrimiento (mm/año)}$$

$$P = \text{Precipitación Total anual (mm/año)}$$

$$D = \text{Déficit de escurrimiento (mm/año)}$$

Para la determinación de D se utiliza la expresión:

$$D = P \frac{1}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{\left(\frac{1}{2}\right)}} \quad (7.4)$$

Donde:

L = Coeficiente de Temperatura

T = Temperatura media anual (°C)

$$L = 300 + 25(T) + 0.05(T)^3 \quad (7.5)$$

Dado que no se ha podido obtener una ecuación general del coeficiente de escurrimiento para toda la sierra, se ha desarrollado la fórmula siguiente, que es válida para la región sur:

$$\bar{C} = 3.16E12(P^{-0.571})(EP^{-3.686})r = 0.96 \quad (7.6)$$

$$\bar{D} = -1380 + 0.872(P) + 1.032(EP); r = 0.96 \quad (7.7)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

D = Déficit de escurrimiento (mm/año)

P = Precipitación total anual (mm/año)

EP= Evapotranspiración anual según Hargreaves (mm/año)

r = Coeficiente de correlación

La evapotranspiración potencial, se ha determinado por la fórmula de Hargreaves:

$$EP = 0.0075(RSM)(TF)(FA) \quad (7.8)$$

$$RSM = 0.075(RA)\sqrt{\left(\frac{n}{N}\right)}$$

$$FA = 1 + 0.06(AL)$$

Donde:

RSM = Radiación solar media

TF = Componente de temperatura

FA = Coeficiente de corrección por elevación

TF = Temperatura media anual (°F)

RA = Radiación extraterrestre (mm H2O / año)

$\left(\frac{n}{N}\right)$ = Relación entre insolación actual y posible (%), 50 %
(estimación en base a los registros)

AL = Elevación media de la cuenca (Km)

Para determinar la temperatura anual se toma en cuenta el valor de los registros de las estaciones y el gradiente de temperatura de -5.3 °C / 1000 m, determinado para la sierra.

C. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

Para el cálculo de la Precipitación Efectiva, se supone que los caudales promedios observados en la cuenca pertenecen a un estado de equilibrio entre gasto y abastecimiento de la retención. La precipitación efectiva se calculó para el coeficiente de escurrimiento promedio, de tal forma que la relación entre precipitación efectiva y precipitación total resulta igual al coeficiente de escorrentía.

A fin de facilitar el cálculo de la precipitación efectiva se ha determinado el polinomio de quinto grado:

$$PE = a_0 + a_1P + a_2P^2 + a_3P^3 + a_4P^4 + a_5P^5 \quad (7.9)$$

Donde:

PE = Precipitación efectiva (mm/mes)

P = Precipitación total mensual (mm/mes)

a_i = Coeficiente del polinomio

La Tabla 7.4 muestra los valores límite de la precipitación efectiva y la Tabla 7.5 muestra los tres juegos de coeficientes para, a_i , que permiten alcanzar por interpolación valores de C , comprendidos entre 0.15 y 0.45.

Tabla N° 7.4

Límite superior para la Precipitación Efectiva

Curva I	:	$PE = P - 120.6$ para $P > 177.8 \text{ mm/mes}$
Curva II	:	$PE = P - 86.4$ para $P > 152.4 \text{ mm/mes}$
Curva III	:	$PE = P - 59.7$ para $P > 127.0 \text{ mm/mes}$

Tabla N° 7.5

Coeficientes para el Cálculo de la Precipitación Efectiva

	COEFICIENTES PARA EL CALCULO SEGÚN		
	CURVA I	CURVA II	CURVA III
a0	(-0.018)	(-0.021)	(-0.028)
a1	-0.0185	0.1358	0.2756
a2	0.001105	-0.002296	-0.004103
a3	-1204 E - 8	+4349 E - 8	+5534 E - 8
a4	+144 E - 9	- 89.0 E - 9	+ 124 E - 9
a5	-285 E - 12	-879 E - 13	- 142 E - 11

Fuente: Manual Modelo Lutz Scholz

De esta forma es posible llegar a la relación entre la precipitación efectiva y precipitación total:

$$C = \frac{Q}{P} = \sum_{i=1}^{12} \frac{PE_i}{P} \quad (7.10)$$

Donde:

C = Coeficiente de escurrimiento

Q = Caudal anual

P = Precipitación Total anual

$\sum_{i=1}^{12} PE_i$ = Suma de la precipitación efectiva mensual

D. RETENCIÓN DE LA CUENCA

Bajo la suposición de que para un año promedio exista un equilibrio entre el gasto y el abastecimiento de la reserva de la cuenca y además que el caudal total sea igual a la precipitación efectiva anual, la contribución de la reserva hídrica al caudal se puede calcular según las fórmulas:

$$R_i = CM_i - P_i \quad (7.11)$$

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (7.12)$$

Donde:

CM_i = Caudal mensual (mm/mes)

PE_i = Precipitación Efectiva Mensual (mm/mes)

R_i = Retención de la cuenca (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención (mm/mes)

A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

$R_i = G_i$ para valores mayores que cero (mm/mes)

$R_i = A_i$ para valores menores que cero (mm/mes)

Sumando los valores de G o A respectivamente, se halla la retención total de la cuenca para el año promedio, que para el caso de las cuencas de la sierra varía de 43 a 188 (mm/año).

E. RELACIÓN ENTRE DESCARGAS Y RETENCION

Durante la estación seca, el gasto de la retención alimenta los ríos, constituyendo el caudal o descarga básica. La reserva o retención de la cuenca se agota al final de la estación seca; durante esta estación la descarga se puede calcular en base a la ecuación:

$$Q_t = Q_0 e^{-a(t)} \quad (7.13)$$

Donde:

$$\begin{aligned} Q_t &= \text{descarga en el tiempo } t \\ Q_0 &= \text{descarga inicial} \\ a &= \text{Coeficiente de agotamiento} \\ t &= \text{tiempo} \end{aligned}$$

Al principio de la estación lluviosa, el proceso de agotamiento de la reserva termina, comenzando a su vez el abastecimiento de los almacenes hídricos. Este proceso está descrito por un déficit entre la precipitación efectiva y el caudal real. En base a los hidrogramas se ha determinado que el abastecimiento es más fuerte al principio de la estación lluviosa continuando de forma progresiva pero menos pronunciada, hasta el final de dicha estación.

F. COEFICIENTE DE AGOTAMIENTO

Mediante la fórmula (7.13) se puede calcular el coeficiente de agotamiento "a", en base a datos hidrométricos. Este coeficiente no es constante durante toda la estación seca, ya que va disminuyendo gradualmente.

Con fines prácticos se puede despreciar la variación del coeficiente "a" durante la estación seca empleando un valor promedio.

El coeficiente de agotamiento de la cuenca tiene una dependencia logarítmica del área de la cuenca.

$$a = f(\ln AR) \quad (7.14)$$

El análisis de las observaciones disponibles muestran, además, cierta influencia del clima, de la geología y de la cobertura vegetal. Se ha desarrollado una ecuación empírica para la sierra peruana:

$$\begin{aligned} a &= 3.1249E67(AR)^{-0.1144}(EP)^{-19.336}(T)^{-3.369}(R)^{-1.429} \\ r &= 0.86 \end{aligned} \quad (7.15)$$

En principio, es posible determinar el coeficiente de agotamiento real mediante aforos sucesivos en el río durante la estación seca; sin embargo cuando no sea posible ello, se puede recurrir a las ecuaciones desarrolladas para la determinación del coeficiente "a" para cuatro clases de cuencas:

- Cuencas con agotamiento muy rápido, debido a temperaturas elevadas ($>10^\circ\text{C}$) y retención que va de reducida (50mm/año) a mediana (80 mm/año):

$$a = -0.00252(\ln AR) + 0.034 \quad (7.16)$$

- Cuencas con agotamiento rápido, cuya retención varía entre 50 y 80 mm/año y vegetación poco desarrollada (puna):

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.030 \quad (7.17)$$

- Cuencas con agotamiento mediano, cuya retención es alrededor de 80 mm/año y vegetación mezclada (pastos, bosques y terrenos cultivados):

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.026 \quad (7.18)$$

- Cuencas con agotamiento reducido por alta retención (>100mm/año) y vegetación mezclada:

$$a = -0.00252(LnAR) + 0.023 \quad (7.19)$$

Donde:

- a = coeficiente de agotamiento por día
 AR = área de la cuenca (km²)
 EP = evapotranspiración potencial anual (mm/año)
 T = duración de la temporada seca (días)
 R = retención total de la cuenca (mm/año)

G. ALMACENAMIENTO HÍDRICO

Tres tipos de almacenes hídricos naturales que inciden en la retención de la cuenca son considerados:

- Acuíferos
- Lagunas y pantanos
- Nevados

La determinación de la lámina "L" que almacena cada tipo de estos almacenes está dado por:

- Acuíferos

$$L_A = -750(I) + 315(mm/año) \quad (7.20)$$

Siendo:

- L_A = lámina específica de acuíferos
 I = pendiente de desagüe : $I \leq 15 \%$

- Lagunas y Pantanos

$$L_L = 500(mm/año) \quad (7.21)$$

Siendo:

- L_L = Lámina específica de lagunas y pantanos

- Nevados

$$L_N = 500(mm/año) \quad (7.22)$$

Siendo:

$$L_N = \text{lámina específica de nevados}$$

Las respectivas extensiones o áreas son determinadas de los mapas o aerofotografías. Los almacenamientos de corto plazo no son considerados para este caso, estando los mismos incluidos en las ecuaciones de la precipitación efectiva.

H. ABASTECIMIENTO DE LA RETENCIÓN

El abastecimiento durante la estación lluviosa es uniforme para cuencas ubicadas en la misma región climática. En la región del Cuzco el abastecimiento comienza en el mes de noviembre con 5%, alcanzando hasta enero el valor del 80 % del volumen final. Las precipitaciones altas del mes de febrero completan el 20 % restante, y las precipitaciones efectivas del mes de marzo escurren directamente sin contribuir a la retención. Los coeficientes mensuales expresados en porcentaje del almacenamiento total anual se muestran en la Tabla N° 7.6

Tabla N° 7.6
Almacenamiento hídrico durante la época de lluvias - (valores -ai %)

Región	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Total
Cuzco	0	5	35	40	20	0	100
Huancavelica	10	0	35	30	20	5	100
Junín	10	0	25	30	30	5	100
Cajamarca	25	-5	0	20	25	35	100

La lámina de agua A_i que entra en la reserva de la cuenca se muestra en forma de déficit mensual de la Precipitación Efectiva PE_i . Se calcula mediante la ecuación:

$$A_i = a_i \left(\frac{R}{100} \right) \quad (7.23)$$

Siendo:

A_i = abastecimiento mensual déficit de la precipitación efectiva (mm/mes)

a_i = coeficiente de abastecimiento (%)

R = retención de la cuenca (mm/año)

I. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MENSUAL PARA EL AÑO PROMEDIO

Está basado en la ecuación fundamental que describe el balance hídrico mensual a partir de los componentes descritos anteriormente:

$$CM_i = PE_i + G_i - A_i \quad (7.24)$$

Donde:

CM_i = Caudal del mes i (mm/mes)

PE_i = Precipitación efectiva del mes i (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención del mes i (mm/mes)

A_i = abastecimiento del mes i (mm/mes)

J. GENERACIÓN DE CAUDALES MENSUALES PARA PERIODOS EXTENDIDOS

A fin de generar una serie sintética de caudales para periodos extendidos, se ha implementado un modelo estocástico que consiste en una combinación de un proceso markoviano de primer orden, según la ecuación (7.25) con una variable de impulso, que en este caso es la precipitación efectiva en la ecuación (7.26):

$$Q_t = f(Q_{t-1}) \quad (7.25)$$

$$Q = g(PE_t) \quad (7.26)$$

Con la finalidad de aumentar el rango de valores generados y obtener una óptima aproximación a la realidad, se utiliza además una variable aleatoria.

$$Z = z(S)\sqrt{(1-r^2)} \quad (7.27)$$

La ecuación integral para la generación de caudales mensuales es:

$$Q_t = B1 + B2(Q_{t-1}) + B3(PE_t) + z(S)\sqrt{1-r^2} \quad (7.28)$$

Donde:

Q_t = Caudal del mes t

Q_{t-1} = Caudal del mes anterior

PE_t = Precipitación efectiva del mes

B1 = Factor constante o caudal básico.

Se calcula los parámetros B1, B2, B3, r y S sobre la base de los resultados del modelo para el año promedio por un cálculo de regresión lineal con Q_t como valor dependiente y Q_{t-1} y PE_t como valores independientes. Para el cálculo se recomienda el uso de software comercial (hojas electrónicas) o de uso específico (programas elaborados tales como el SIH).

El proceso de generación requiere de un valor inicial, el cual puede ser obtenido en una de las siguientes formas:

- Empezar el cálculo en el mes para el cual se dispone de un aforo
- Tomar como valor inicial el caudal promedio de cualquier mes,
- Empezar con un caudal cero, calcular un año y tomar el último valor como valor Q_0 sin considerar estos valores en el cálculo de los parámetros estadísticos del período generado.

K. RESTRICCIONES DEL MODELO

El modelo presenta ciertas restricciones de uso o aplicación tales como:

- El uso de los modelos parciales, únicamente dentro del rango de calibración establecido.
- Su uso es únicamente para el cálculo de caudales mensuales promedio.
- Los registros generados en el período de secas presentan una mayor confiabilidad que los valores generados para la época lluviosa.
- La aplicación del modelo se restringe a las cuencas en las que se ha calibrado sus parámetros (sierra peruana: Cusco, Huancavelica, Junín, Cajamarca)

Es importante tener en cuenta las mencionadas restricciones a fin de garantizar una buena performance del modelo.

3.3. APLICACIÓN DEL MODELO HIDROLÓGICO

En vista de que el sistema de registros de caudales o aforos en el área de estudio es deficiente y escaso, es necesaria la aplicación de un modelo matemático para estudiar el carácter hidrológico de la cuenca, y cuyos resultados servirá para establecer caudales en todos los puntos de interés dentro del área de estudio. Para el presente estudio se ha tomado en cuenta los registros de aforo histórico de la estación de aforo Huasapampa; punto en donde se ha calibrado el modelo hidrológico. A continuación se presenta una descripción resumida de esta actividad.

3.3.1. ESTACIÓN DE AFORO HUASAPAMPA – PUNTO DE CALIBRACIÓN

Se ha aplicado el modelo hidrológico en el área de drenaje correspondiente a la estación de aforo Huasapampa. Esta estación presenta una información histórica semicontinua con valores ausentes dispersos en el periodo 1965 – 2010. Las características del área de drenaje de la estación de aforo Huasapampa son las siguientes: área de drenaje = 2,198.56 Km², altitud media de la cuenca = 4,133 msnm., precipitación areal promedio total anual = 766.03 mm., retención de la cuenca (área de acuíferos = 1,250 Km², nevados = 10 Km², lagunas = 40 Km²).

Para la calibración del modelo hidrológico ha sido necesario asumir algunos valores hidrológicos, por razones de que realmente no existe la información necesaria y adecuada que requiere un modelo hidrológico. Los valores asumidos son permisibles de acuerdo al aspecto fisiográfico de la cuenca, el criterio y la experiencia del modelador.

Los valores de los parámetros más relevantes del modelo se resumen de la siguiente forma:

i) Requerimiento de información

Registro de precipitaciones mensuales sobre la cuenca. Es la correspondiente a la determinada en el cálculo de la precipitación medial areal y cuyo valor es 1,142.61 mm/año.

Precipitación Efectiva. Calculada mediante la utilización de las ecuaciones PEII y PEIII del método USBR. La precipitación efectiva total anual resultante es de PE = 697.20 mm/año.

Registro de caudales medios mensuales. Se utiliza el registro de caudales de la estación Huasapampa para el año promedio histórico, cuyo valor medio anual es de 42.44 m³/s.

ii) Determinación de los Parámetros del Modelo

Coefficientes anuales medios de escorrentía: Determinados mediante la aplicación de las ocho fórmula empíricas propuestas en el modelo; asumiéndose finalmente un valor de $C = 0.61$.

Coefficiente de agotamiento: Calculado mediante la aplicación de las fórmulas empíricas del modelo, están en función del área, retención, vegetación de la cuenca; asumiéndose finalmente un valor de $a = 0.01626$.

Retención de la cuenca: Es la correspondiente a los datos de campo de la cuenca de la estación de aforo Huasapampa; las fuentes hídricas, en orden de mayor a menor contribución a la retención son: Lagunas (40 Km^2), nevados (12 Km^2) y acuíferos ($1,250 \text{ Km}^2$). La retención determinada es una lamina de 135.40 mm/año .

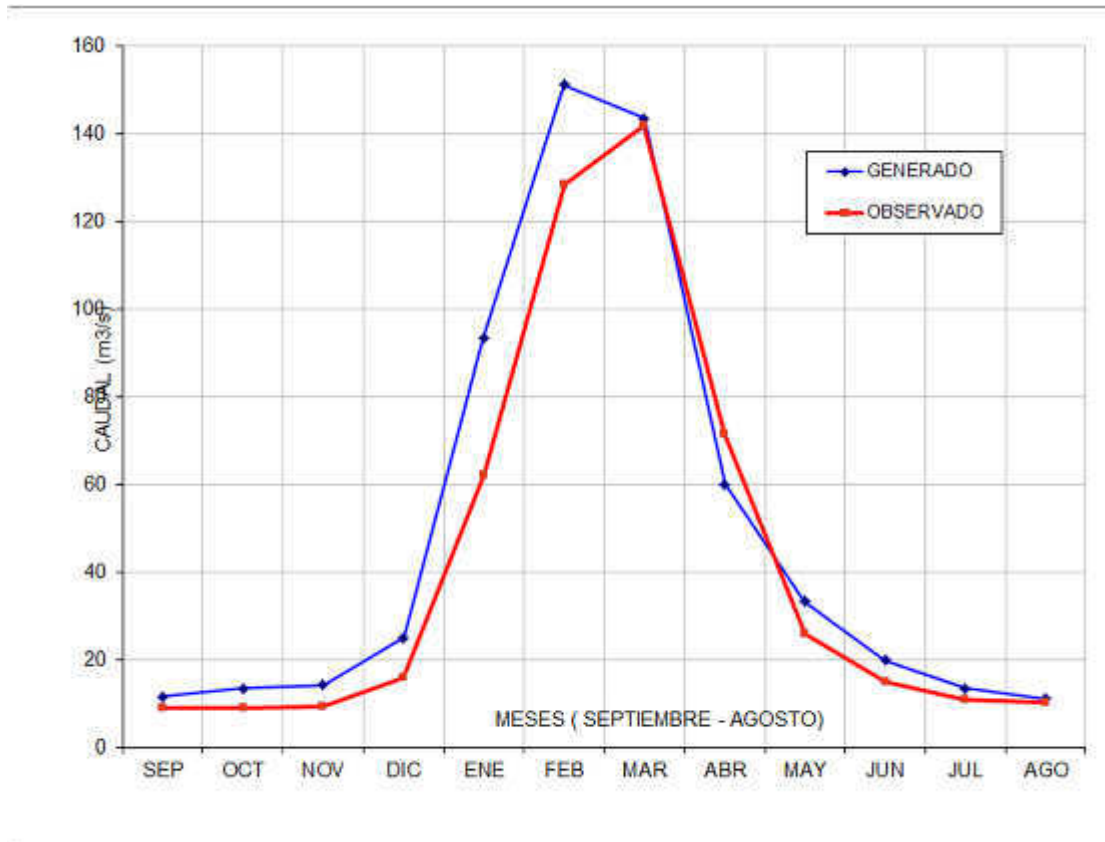
Parámetros del modelo en su segunda parte estocástica: Factores resultantes de la regresión triple: $B1 = 0.057 \text{ mm/mes}$, $B2 = 0.410$, $B3 = 0.589$, $S = 8.965 \text{ mm/mes}$ y $r = 0.991$.

Las características de los parámetros del modelamiento hidrológico respectivo se presentan en la Tabla N° 7.7, y en la Figura N° 7.4 el hidrograma de caudales observados y generados.

Tabla N° 7.7
Parámetros del Modelo hidrológico – Cuenca Río Sondondo.
Estación de Aforo Huasapampa

Parámetro	Unidad	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago
PE	mm/mes	9.400	13.700	18.200	70.200	182.700	186.300	174.900	18.400	8.700	3.700	4.300	6.700
Gi	mm/mes	4.300	2.580	2.580					52.430	31.800	19.770	12.030	6.880
Ai	mm/mes	0.000	0.000	4.000	39.700	68.800	19.900	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PE+Gi-Ai	mm/mes	13.700	16.280	16.780	30.500	113.900	166.400	174.900	70.830	40.500	23.470	16.330	13.580
Generado	m³/s	11.620	13.363	14.233	25.036	93.495	151.224	143.566	60.079	33.244	19.907	13.404	11.147
Aforado	m³/s	9.041	8.879	9.181	15.815	62.238	128.512	142.022	71.430	25.893	14.996	10.942	10.306

Figura N° 7.4
Hidrograma de Caudales Generado y Aforados (m³/s) – Cuenca Rio Sondondo
Estación de Aforo Huasapampa



4. DETERMINACIÓN DE CAUDALES EN PUNTOS DE INTERÉS

Utilizando el modelo hidrológico calibrado, se ha determinado los caudales medios mensuales en los puntos de interés en las subcuencas del área de estudio.

La elección de los puntos de interés está en función de los propósitos del tipo de balance hídrico a realizar.

Para el presente estudio se ha elaborado dos tipos de balance hídrico: (1) un balance hídrico a nivel general de subcuenca y (2) un balance hídrico a nivel de puntos de interés en cada subcuenca.

Bajo los criterios asumidos del balance hídrico, se ha determinado los caudales medios mensuales en los siguientes puntos:

- En el punto de efluencia de las lagunas o embalses.
- En el punto de confluencia de cauces secundarios con respecto al cauce principal de escorrenría de la cuenca.
- En el punto del cauce natural donde se localiza la cabecera de riego de una zona agrícola o la primera captación de agua para uso consuntivo.

En el Volumen de Anexo se adjunta la planilla de cálculos de los caudales medios mensuales determinados en cada punto de interés dentro del ámbito de las subcuencas del área de estudio.

4.1. PARA BALANCE HÍDRICO A NIVEL DE UNIDADES HIDROGRÁFICAS

El balance hídrico se ha determinado por cada unidad hidrográfica, por consiguiente, como saldo de dicha operación se ha obtenido el saldo de la oferta hídrica en el punto de efluencia del área de drenaje de cada unidad hidrográfica. El balance hídrico en esta situación describe en forma general la oferta y demanda hídrica. Los resultados solamente servirán en forma general para mostrar el déficit o superávit hídrico de una unidad hidrográfica.

4.2. PARA BALANCE HÍDRICO LOCALIZADO A NIVEL DE PUNTOS DE INTERES

En el caso del balance hídrico localizado en cada cauce de escorrentía (punto de interés), se ha estimado el caudal medio mensual en la cabecera del cauce de escorrentía del punto de interés; y a partir del punto superior de captación de agua se ha procedido a realizar una distribución de agua en forma razonable y equitativa entre todas las captaciones localizadas aguas debajo de la cabecera de cauce del punto de interés.

El balance hídrico en esta situación es más específico y recomendable, ya que se está realizando en el nivel más alto en lo que se refiere a la distribución del agua en una cuenca. Los resultados favorecerían a la Autoridad Local de Agua para que realice una distribución racional y equitativa del agua y por consiguiente una mejor gestión técnica de la distribución del agua.

Capítulo 8

OFERTA HÍDRICA

1. GENERALIDADES

En general el aprovechamiento de los recursos hídricos superficiales en el área de estudio son utilizados como uso consuntivo principalmente para el riego de las áreas de cultivo y en proporción mínima para el abastecimiento de agua poblacional y uso pecuario; y generación eléctrica como uso no consuntivo.

Las actividades agrícolas son las que producen las mayores demandas. Por consiguiente el análisis de la oferta hídrica está en función a las demandas hídricas, las cuales determinan la performance hidrológica del estado hídrico del área de estudio.

Es necesario resaltar que en el presente estudio solamente se evalúa la disponibilidad de los recursos hídricos superficiales.

La oferta hídrica disponible es el recurso hídrico correspondiente principalmente a la escorrentía de quebradas y ríos. En realidad según los trabajos de campo realizados en todas las subcuencas se ha identificado las captaciones de agua superficial, los cuales se localizan en los cauces de quebradas y ríos. Por tal motivo, la oferta hídrica identificada y disponible es la correspondiente al área de drenaje a partir de la cabecera de riego localizado en un curso de agua superficial. Por consiguiente la oferta hídrica disponible en cada unidad hidrográfica será la sumatoria del escurrimiento superficial de todas las áreas de drenaje localizados dentro de ella.

En el presente estudio, para elaborar el balance hídrico se ha realizado con la oferta hídrica disponible. Por otra parte la oferta hídrica se ha calculado solamente en las unidades hidrográficas donde existen demandas hídricas.

2. AGUA SUPERFICIAL

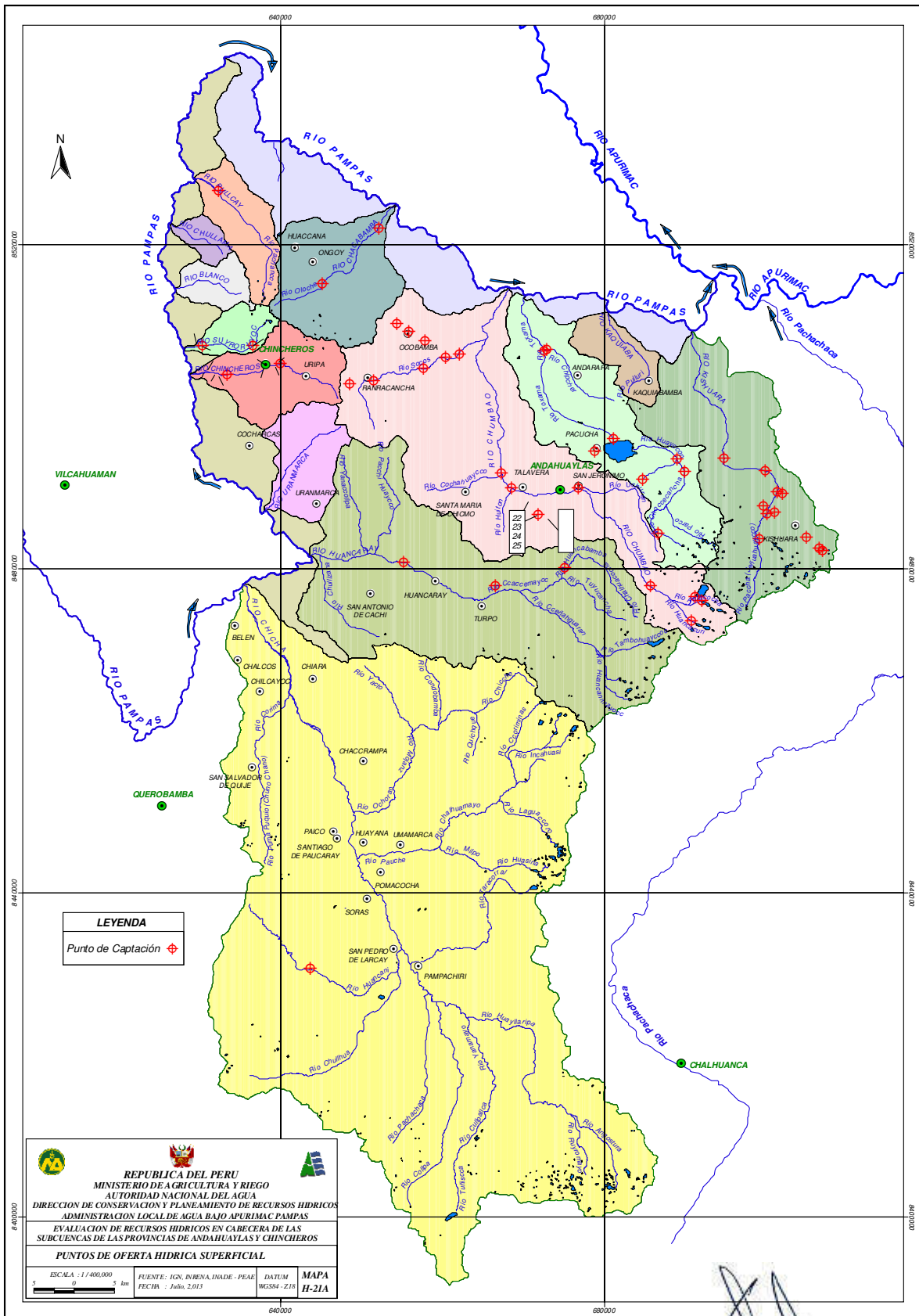
De acuerdo a los trabajos de campo realizado por la componente de Inventario de Fuentes de Agua Superficial en el ámbito de estudio, se ha identificado como fuentes de agua superficial las corrientes de agua, lagunas, embalses y manantiales.

4.3. ESCORRENTIA SUPERFICIAL

La escorrentía superficial en el área de estudio está conformada por ríos y quebradas. La oferta hídrica se ha determinado en zonas puntuales a través del cauce de los ríos y quebradas, de acuerdo a la configuración de ubicación geográfica de los puntos de demanda hídrica.

En el mapa de la Figura N° 8.1 se muestra la ubicación de los puntos de captación de agua superficial, los mismos que representan las demandas hídricas. Como se podrá observar, todos los puntos están ubicados en el cauce de las corrientes de agua. Asimismo la ubicación de estos puntos es en forma dispersa. Para determinar la disponibilidad hídrica, se ha calculado la oferta hídrica en las cabeceras de estas corrientes de agua; también se ha determinado en los cauces intermedios que sirven de aporte a la escorrentía del cauce de mayor orden.

Puntos de Captación de Agua Superficial – Área de Estudio



4.4. LAGUNAS Y EMBALSES

En la cabecera de las cuencas existen lagunas y embalses, que representan el almacenamiento de las cuencas. La mayor parte de los cauces de escorrentía nacen de las lagunas naturales y pequeños embalses cuyo almacenamiento le da un carácter regulado a la escorrentía en la época de estiaje. El caudal efluente de los embalses no está controlado en forma técnica; no existen puntos de aforo que permita tener un registro histórico de la operación de caudales. La operación de los embalses actualmente se realiza en forma empírica de acuerdo a las necesidades hídricas de los usuarios de agua.

4.5. OTRAS FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL

En el ámbito del área de estudio existen pequeños manantiales que también forman parte de la escorrentía superficial. Aunque la mayor parte de estas fuentes son utilizadas por los usuarios que habitan más cerca a la fuente. En el ámbito del área de estudio no existen trasvases u otra fuente hídrica externa.

3. CALCULO DE DISPONIBILIDAD HIDRICA EN PUNTOS DE INTERES

Con fines de elaborar el balance hídrico en forma localizada, se ha calculado la disponibilidad hídrica en los puntos de interés localizados en la cabecera de las áreas de riego existente. El ámbito del presente estudio comprende 15 subcuencas, del cual solamente en 9 subcuencas se ha encontrado demandas hídricas, razón por la que se ha elaborado la disponibilidad hídrica en los puntos de interés de dichas unidades hidrográficas. En las Tablas N° 8.1x se muestra la disponibilidad en los puntos de interés de cada subcuenca.

Tabla N° 8.1
Módulos de 75% Caudal Medio Mensual (m³/s) – Sub Cuencas

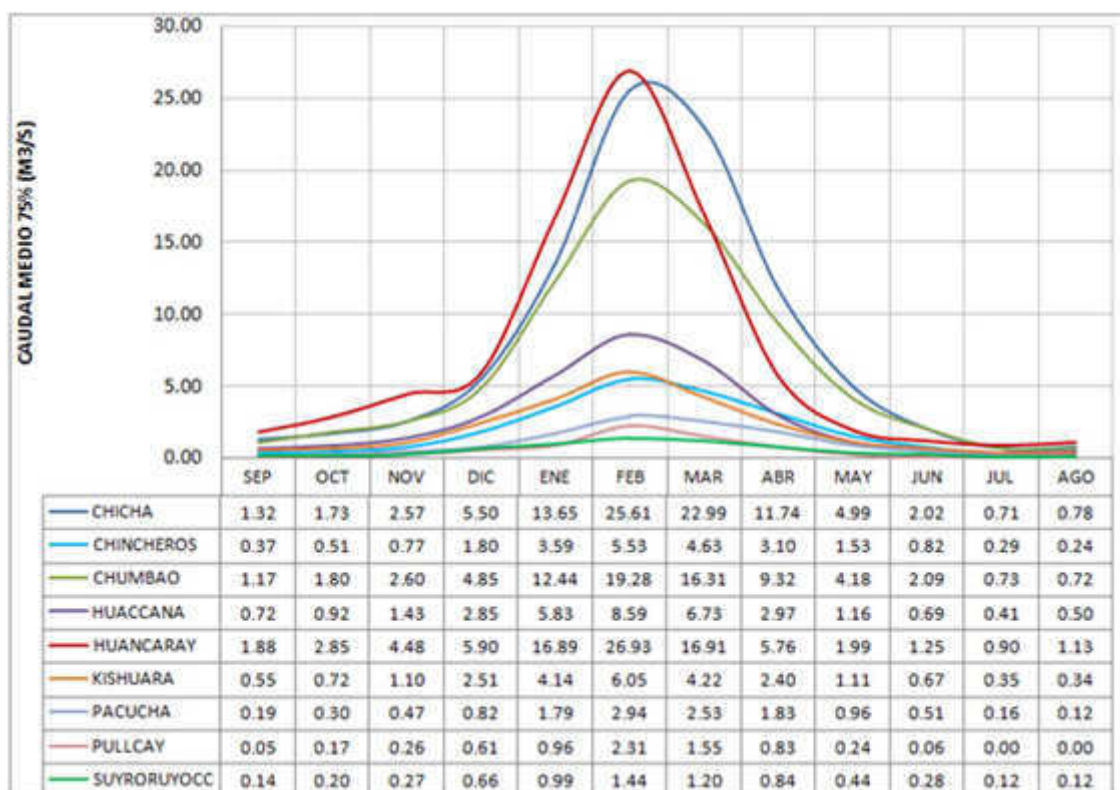


Tabla N° 8.1
Módulos de 75% Volumen Total Mensual (MMC) – Sub Cuencas

SUBCUENCA	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
CHICHA	3.421	4.633	6.674	14.739	36.569	61.967	61.572	30.429	13.371	5.227	1.908	2.094	242.604
CHINCHEROS	0.968	1.355	2.003	4.833	9.611	13.384	12.407	8.042	4.104	2.128	0.770	0.655	60.261
CHUMBAO	3.027	4.822	6.739	12.979	33.325	46.646	43.695	24.166	11.205	5.411	1.945	1.940	195.900
HUACCANA	1.860	2.459	3.711	7.644	15.624	20.783	18.035	7.710	3.109	1.778	1.108	1.341	85.163
HUANCARAY	4.868	7.633	11.616	15.814	45.243	65.153	45.279	14.940	5.342	3.232	2.411	3.035	224.567
KISHUARA	1.422	1.927	2.845	6.720	11.099	14.639	11.294	6.209	2.973	1.746	0.951	0.923	62.748
PACUCHA	0.491	0.795	1.212	2.186	4.794	7.110	6.777	4.741	2.565	1.329	0.437	0.318	32.755
PULLCAY	0.137	0.458	0.681	1.638	2.568	5.584	4.154	2.143	0.656	0.161	0.000	0.010	18.191
SUYRORUYOCC	0.375	0.526	0.710	1.776	2.645	3.487	3.222	2.184	1.166	0.721	0.330	0.316	17.459

Tabla N° 8.1a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Laguna Huachococha
Subcuenca Chumbao

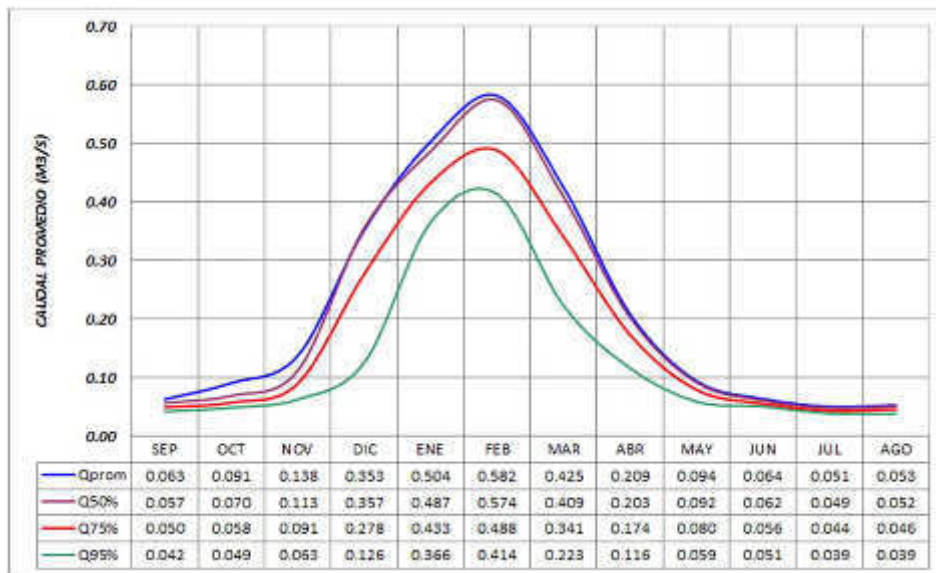


Tabla N° 8.1b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Laguna Pacococha
Subcuenca Chumbao

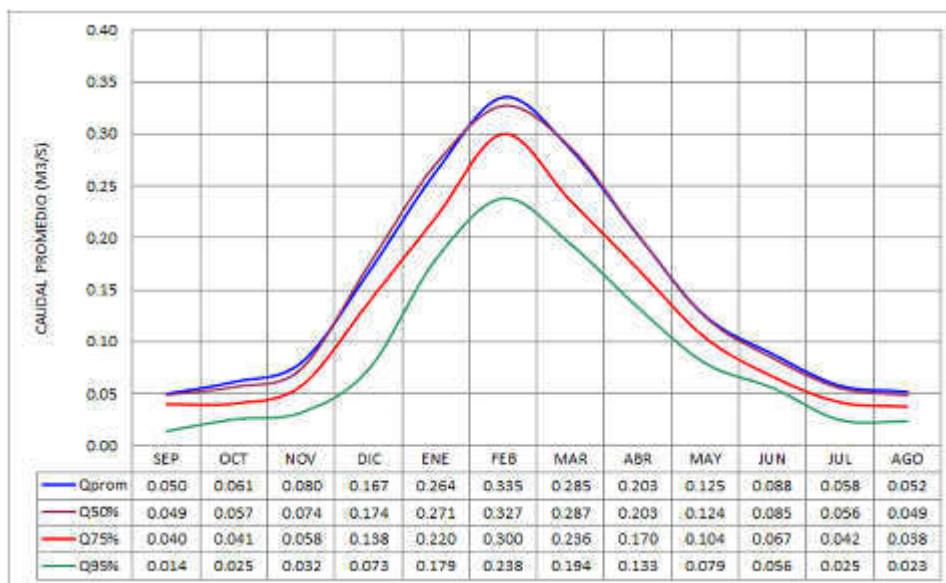


Tabla N° 8.1c
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Laguna Antacocha
Subcuenca Chumbao

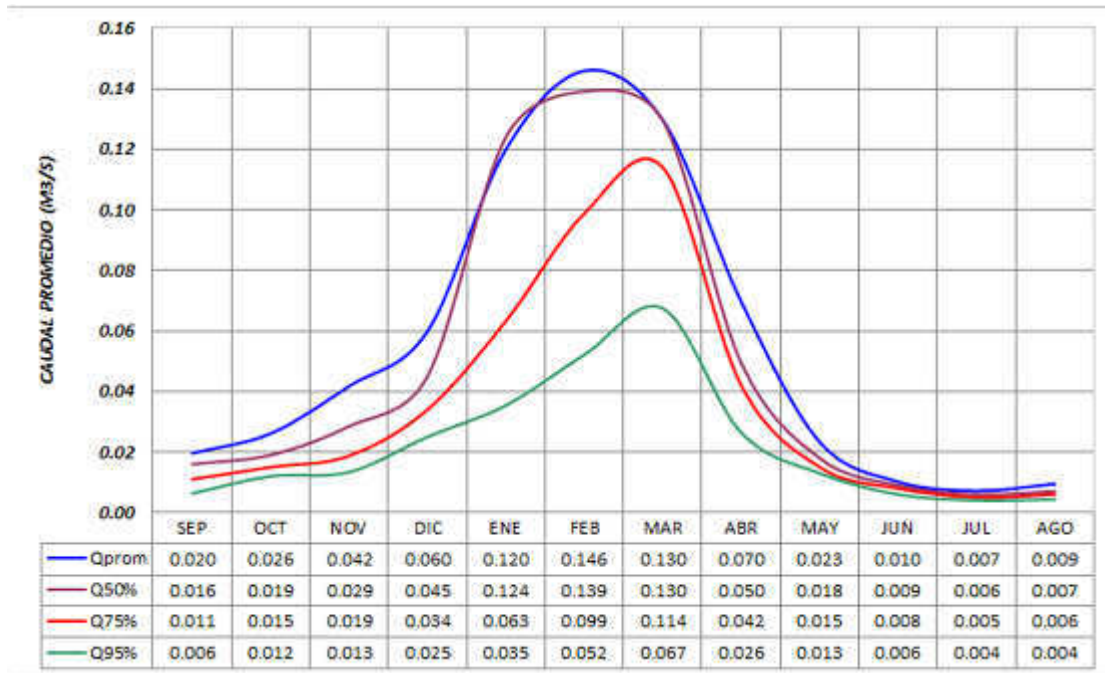


Tabla N° 8.1d
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje PC Chumbao Alto
Subcuenca Chumbao

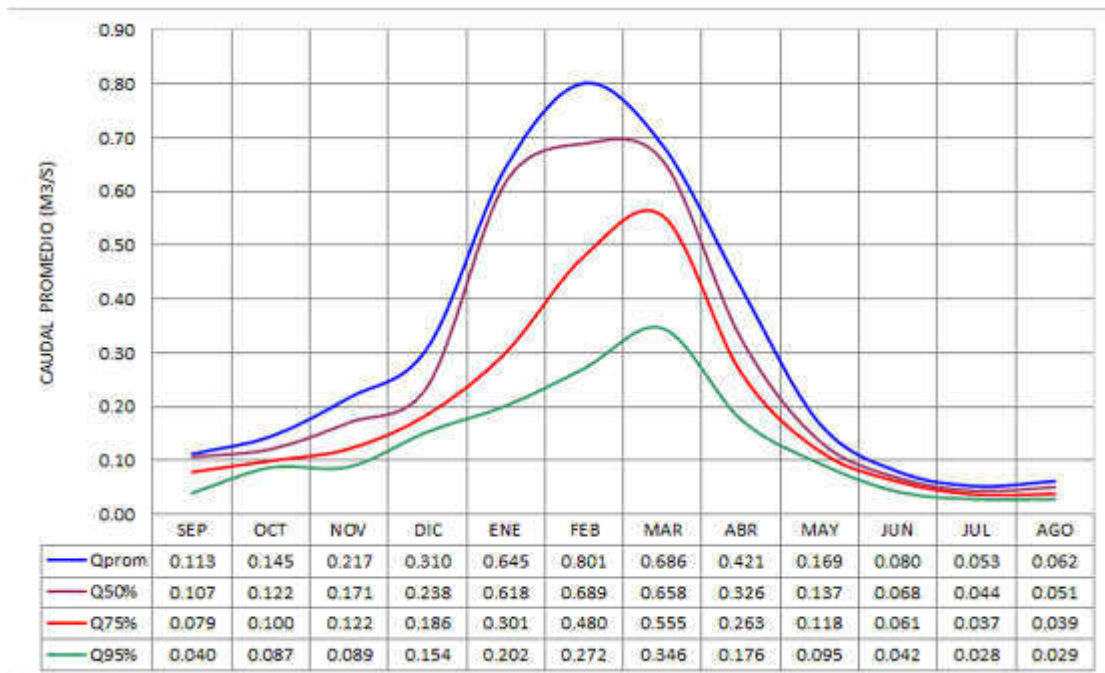


Tabla N° 8.1e
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Uchuyran
Subcuenca Chumbao

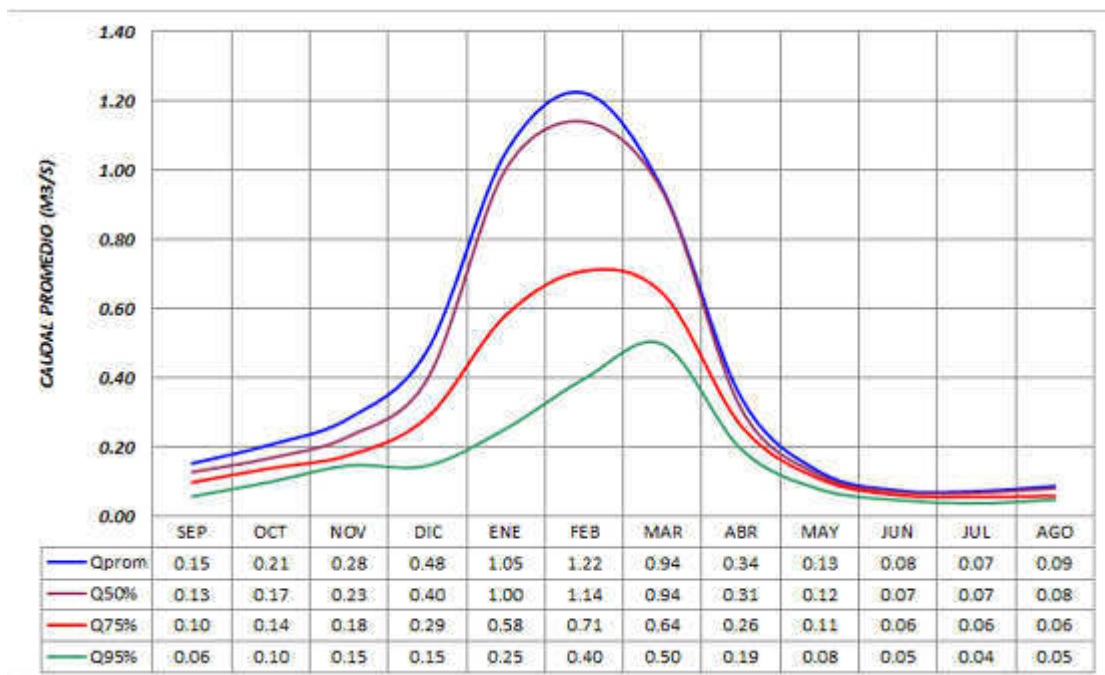


Tabla N° 8.1f
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje PC Huayau Alto
Subcuenca Chumbao

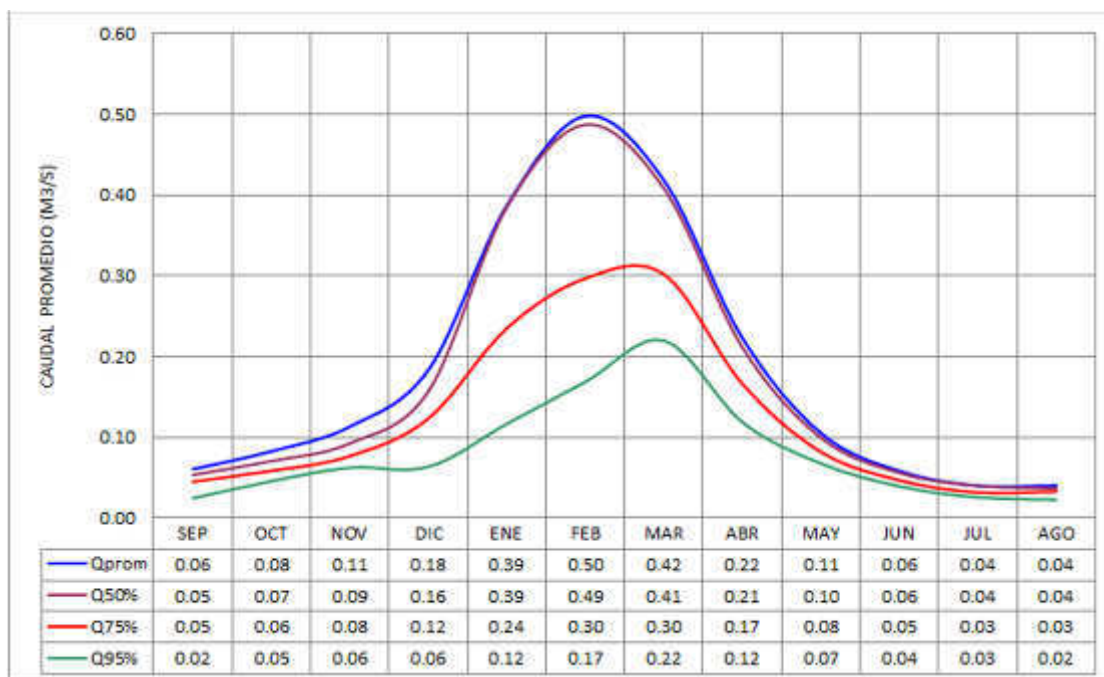


Tabla N° 8.1g
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Huinton
Subcuenca Chumbao

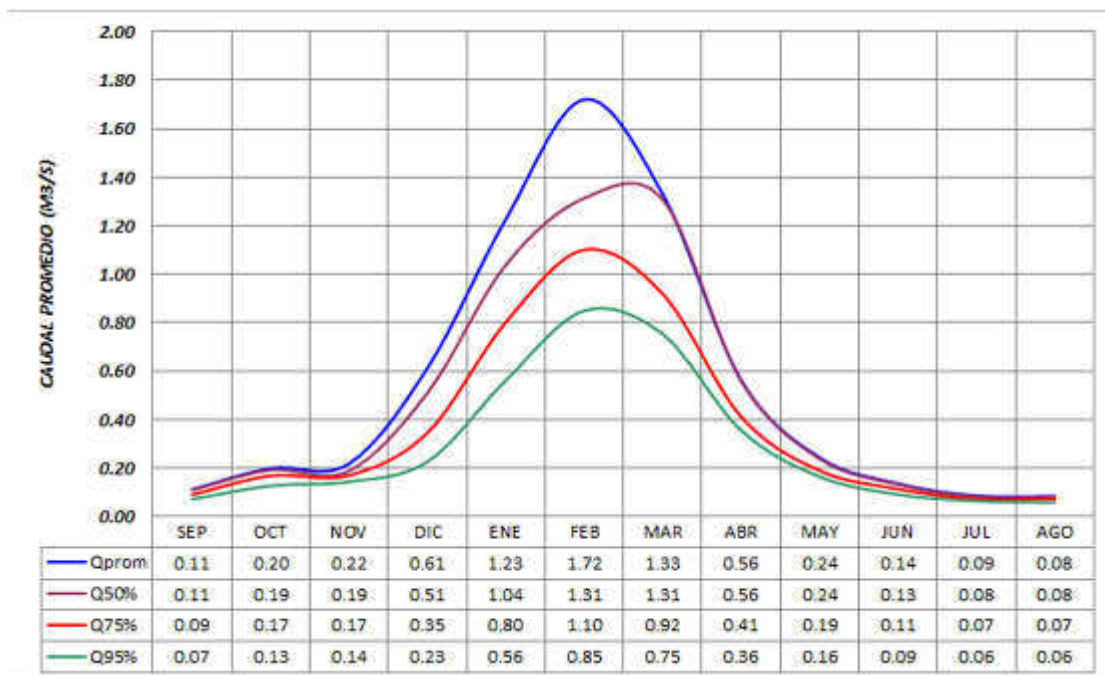


Tabla N° 8.1h
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Quebrada Ccochahuaycco
Subcuenca Chumbao

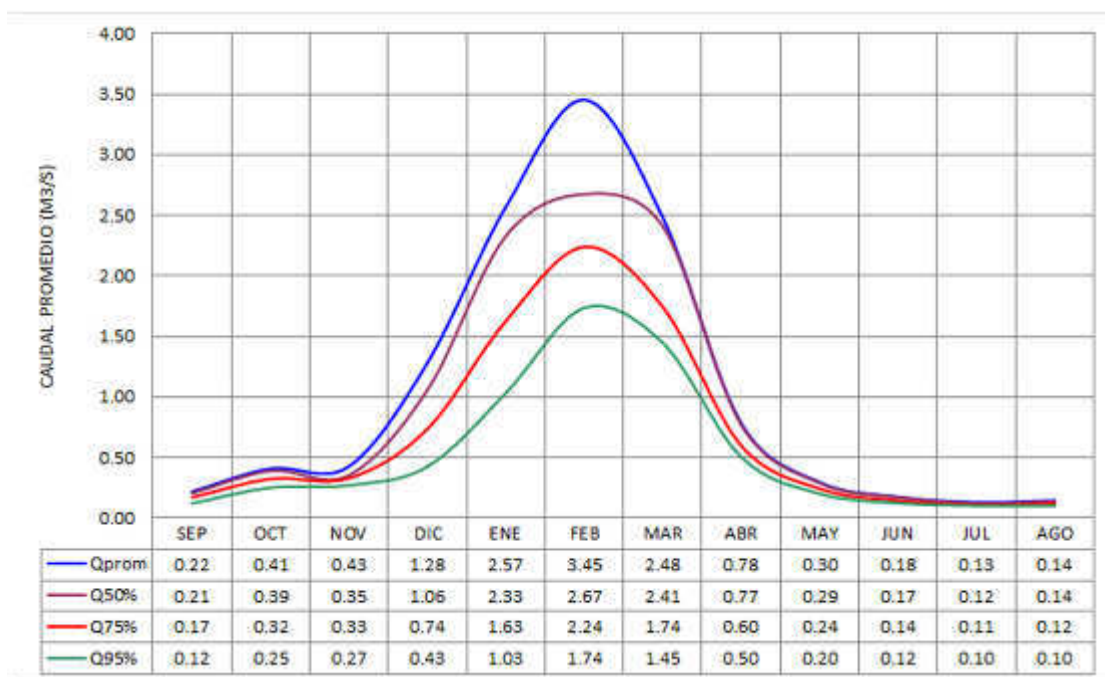


Tabla N° 8.1i
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje PC La Bandera
Subcuenca Chumbao

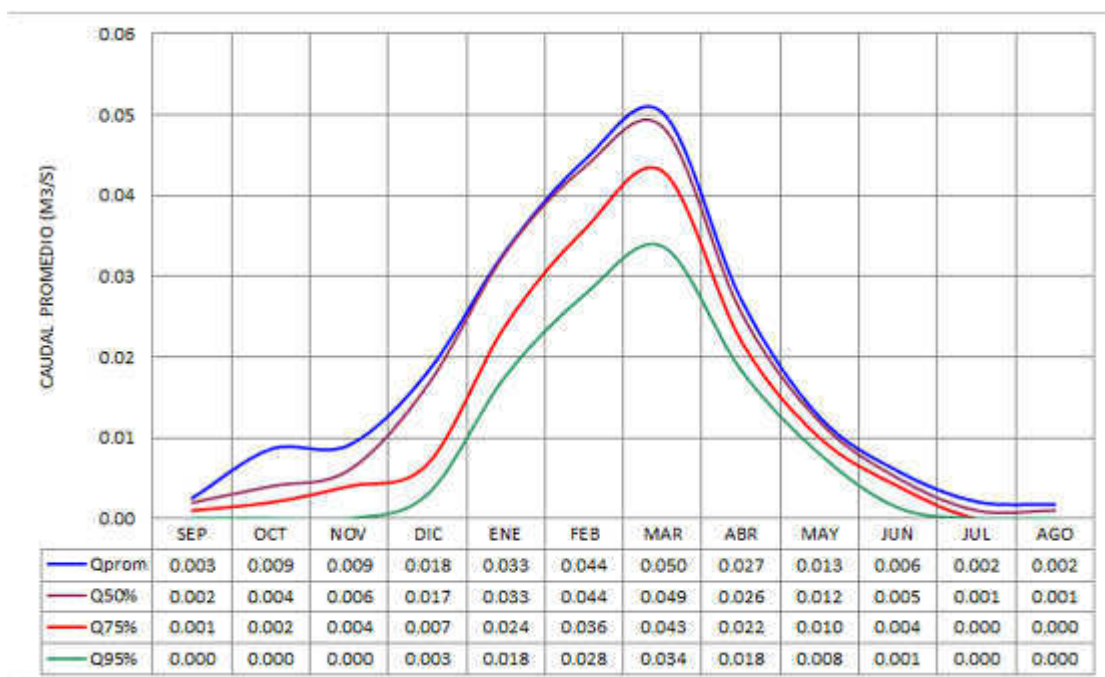


Tabla N° 8.1j
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje PC Santa Rosa - Tacsana
Subcuenca Chumbao

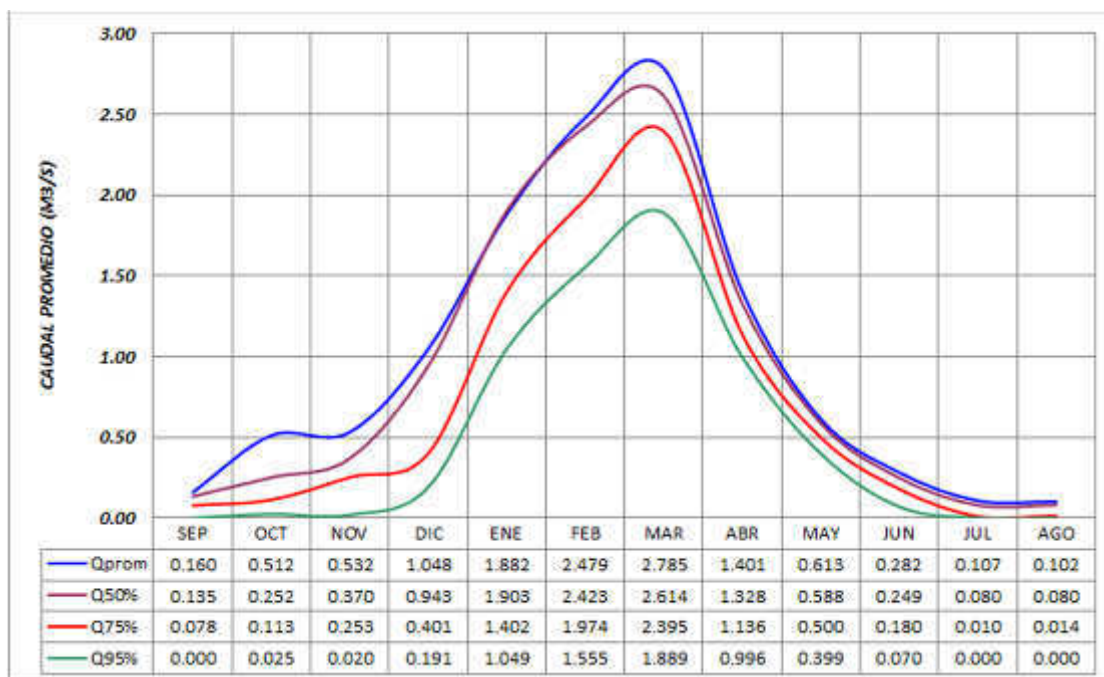


Tabla N° 8.1k
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje PC Carhuayacu Alto
Subcuenca Chumbao

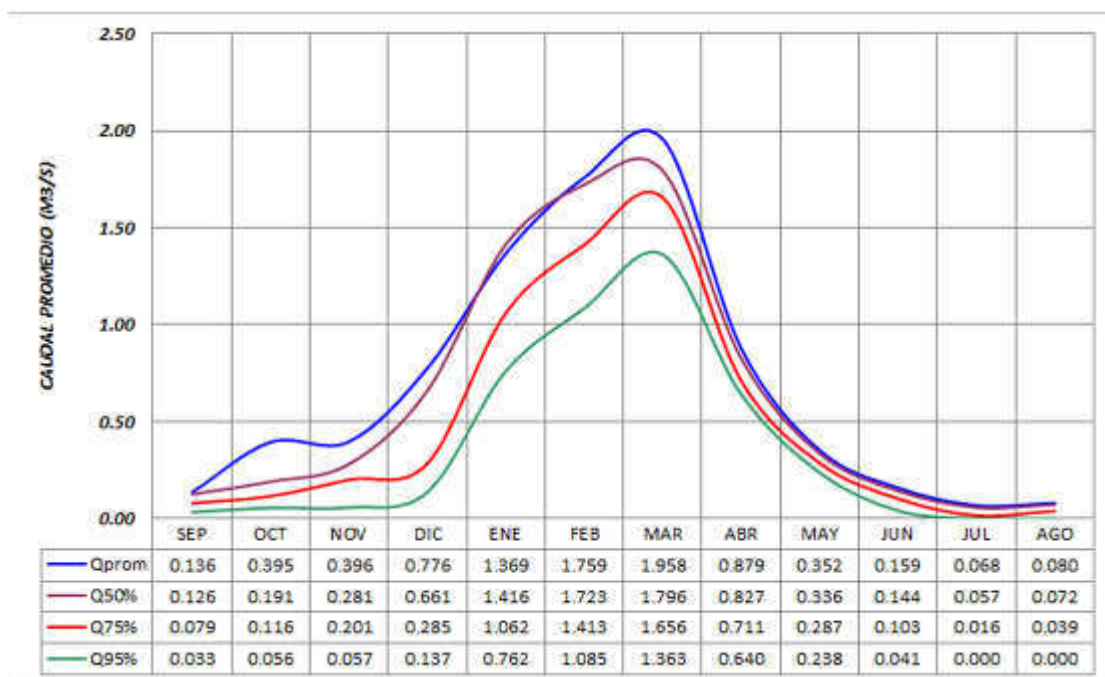


Tabla N° 8.1l
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Vargas
Subcuenca Chumbao

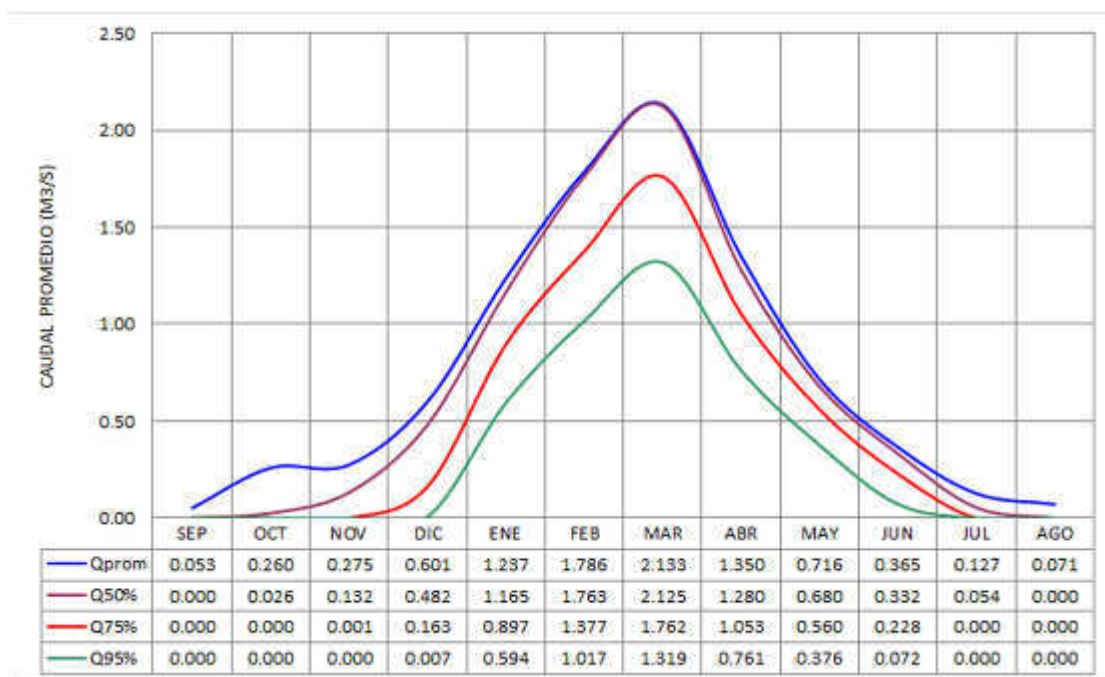


Tabla N° 8.1m
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje PC Capullocarcca
Subcuenca Chumbao

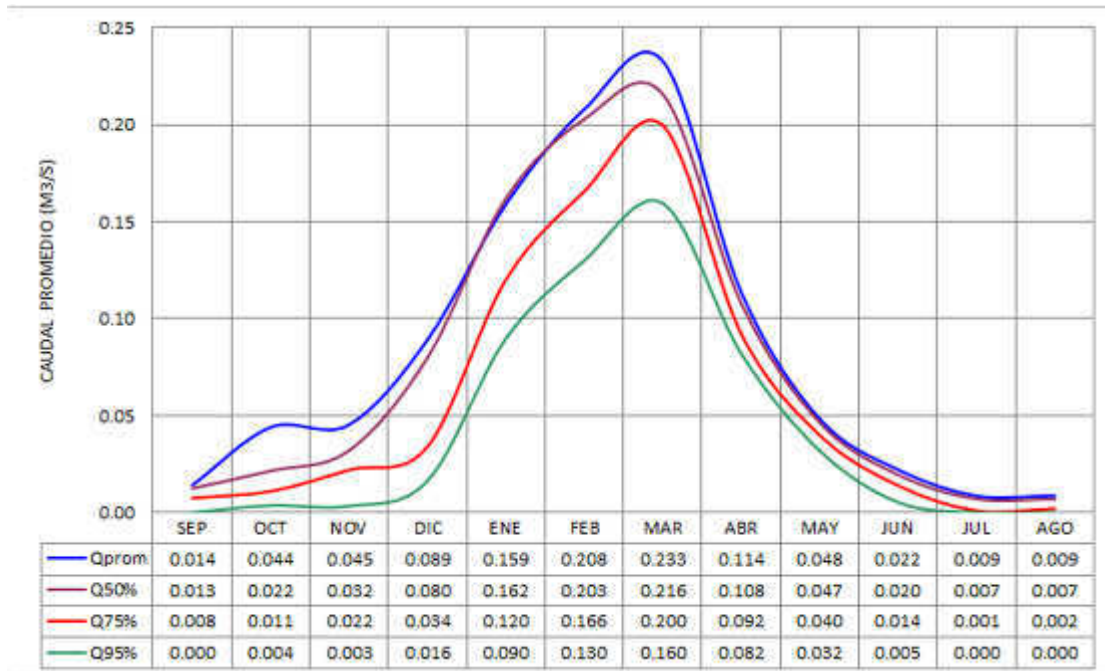


Tabla N° 8.1n
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje PC Mitobamba
Subcuenca Chumbao

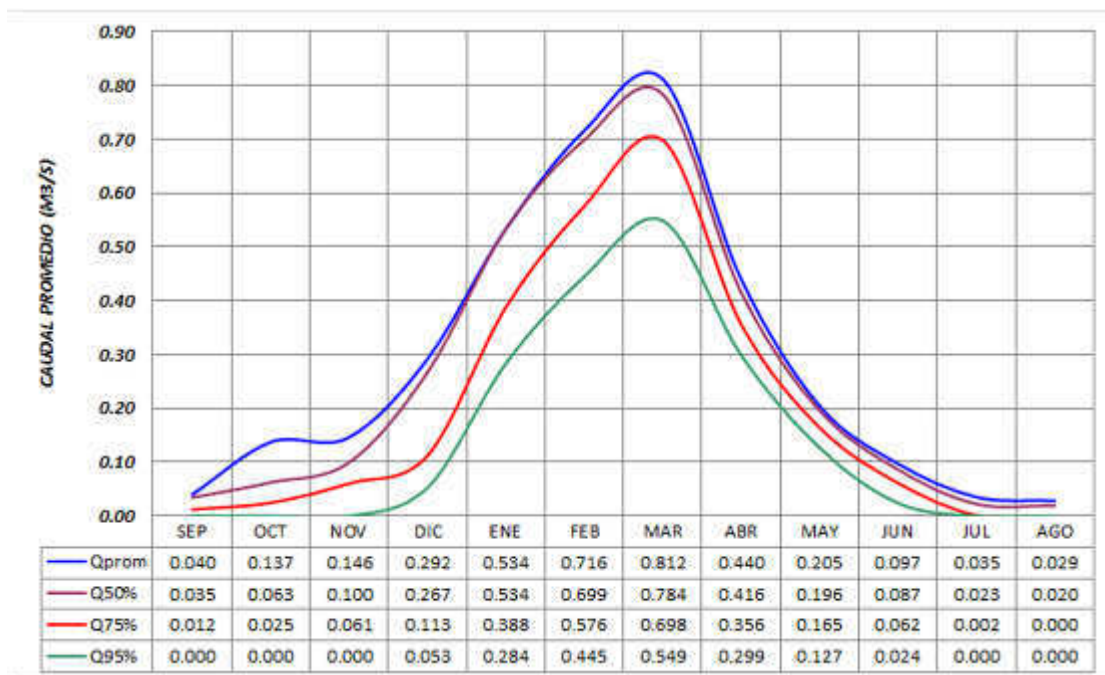


Tabla N° 8.1o
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje PC Edén Socos
Subcuenca Chumbao

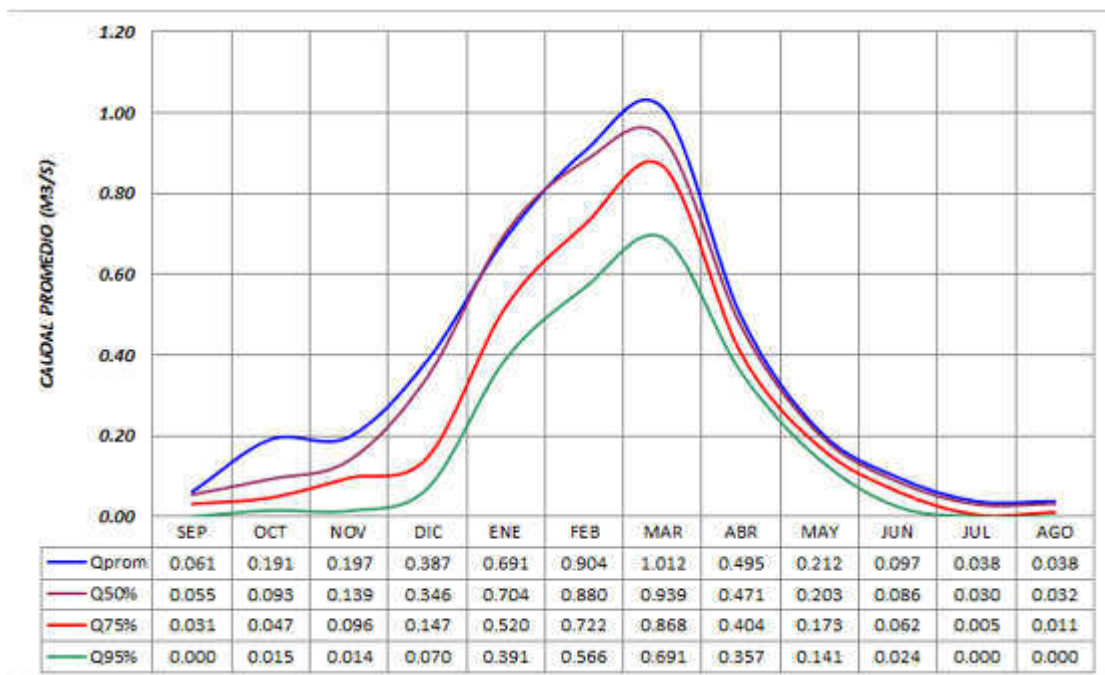


Tabla N° 8.1o
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Sarahuarcay
Subcuenca Chumbao

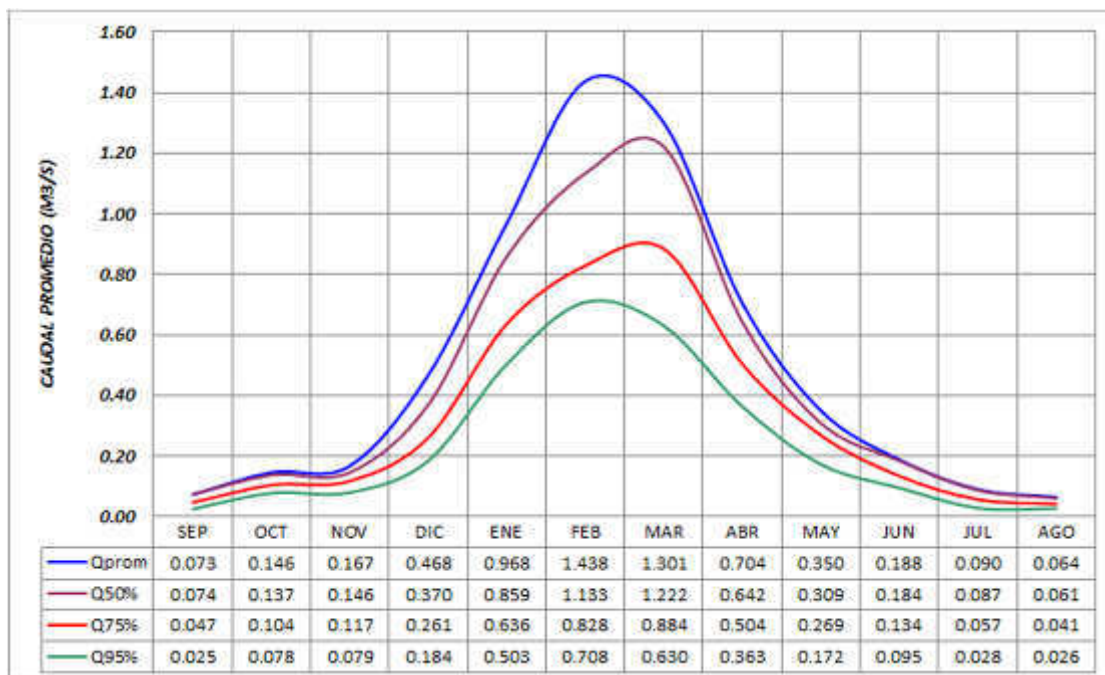


Tabla N° 8.2a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Río Chincheros (PC Huancamarca)
Subcuenca Chincheros

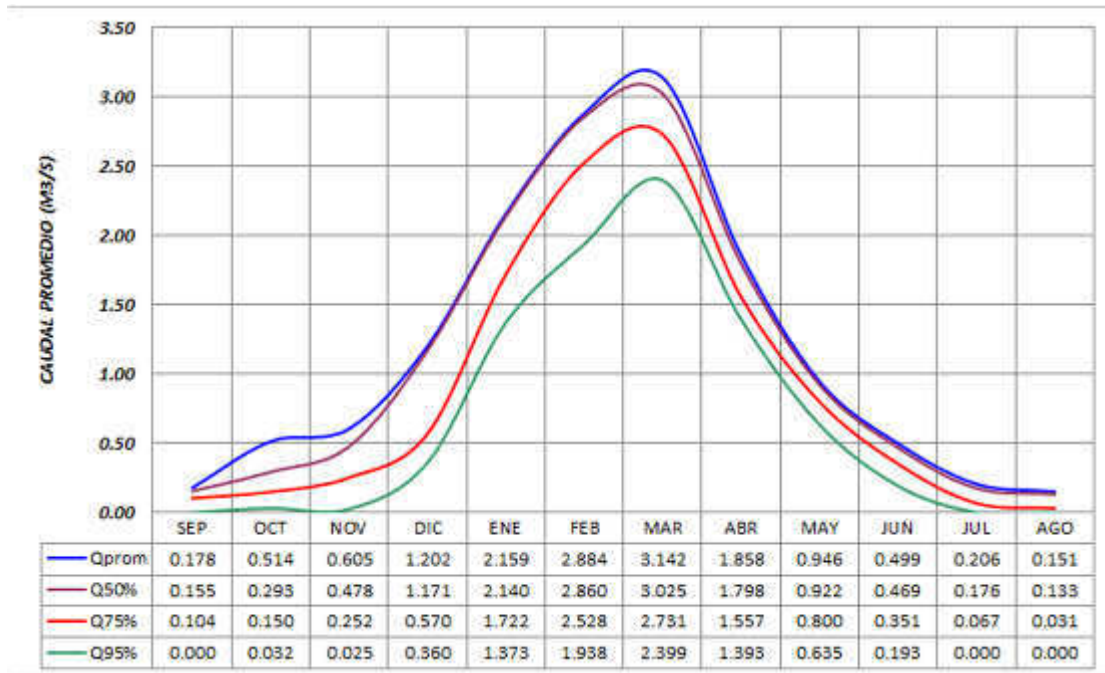


Tabla N° 8.2b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Río Chincheros (Parte Baja)
Subcuenca Chincheros

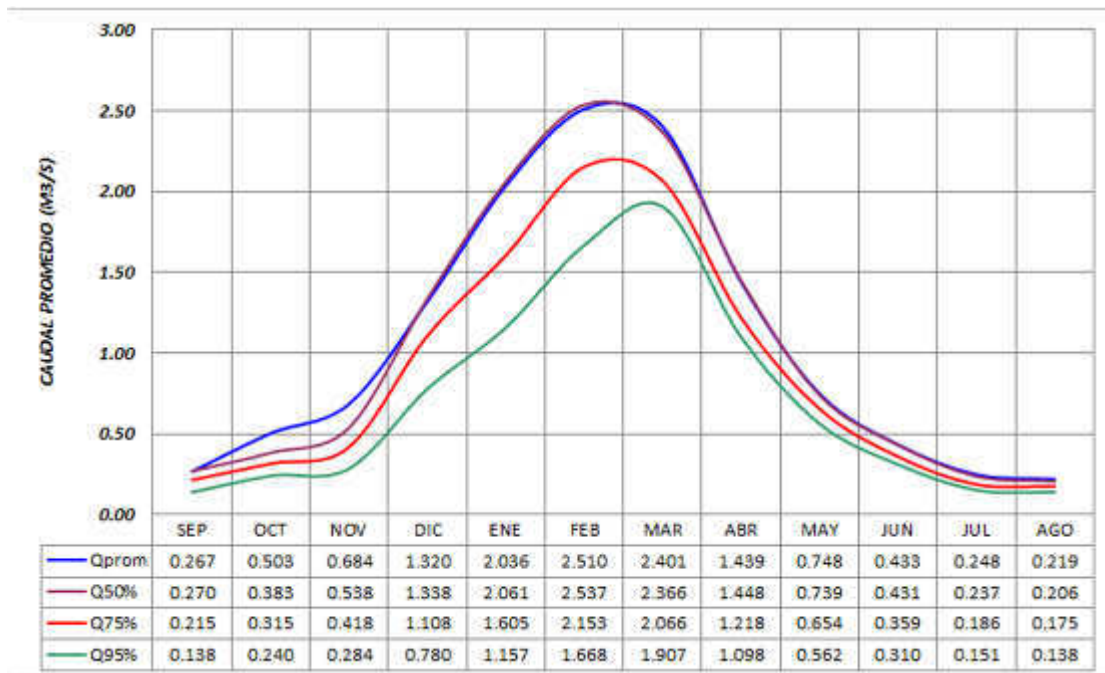


Tabla N° 8.3a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Ancarayllo (PC Yanayuyo)
Subcuenca Huancaray

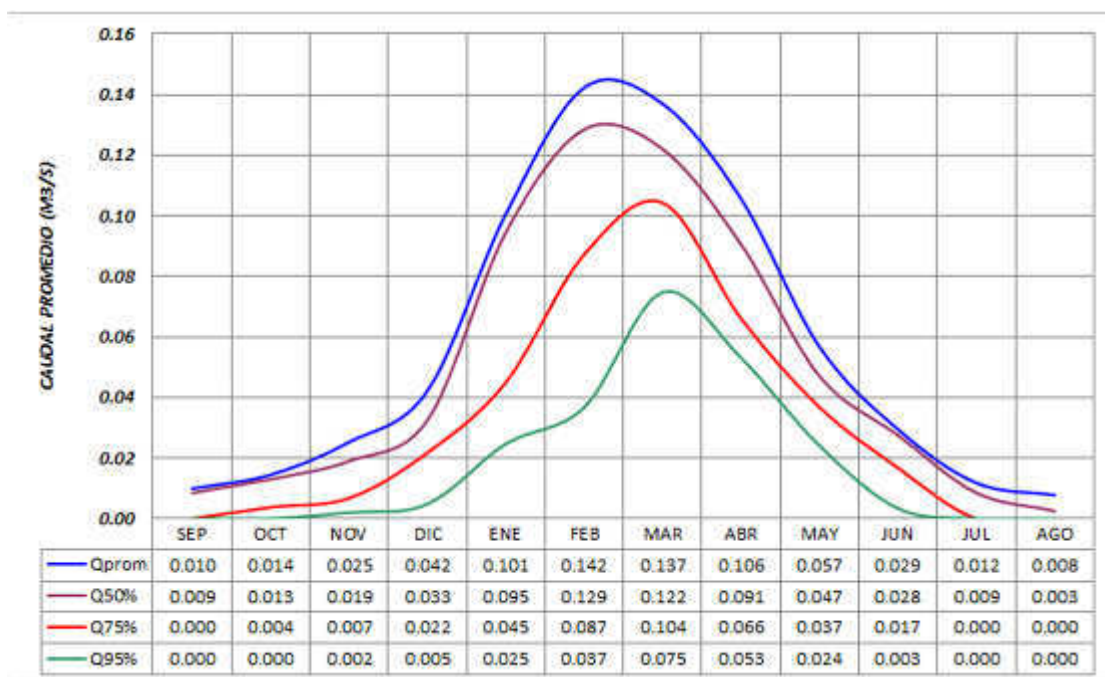


Tabla N° 8.3b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Atauran (PC Chiyaq Natividad)
Subcuenca Huancaray

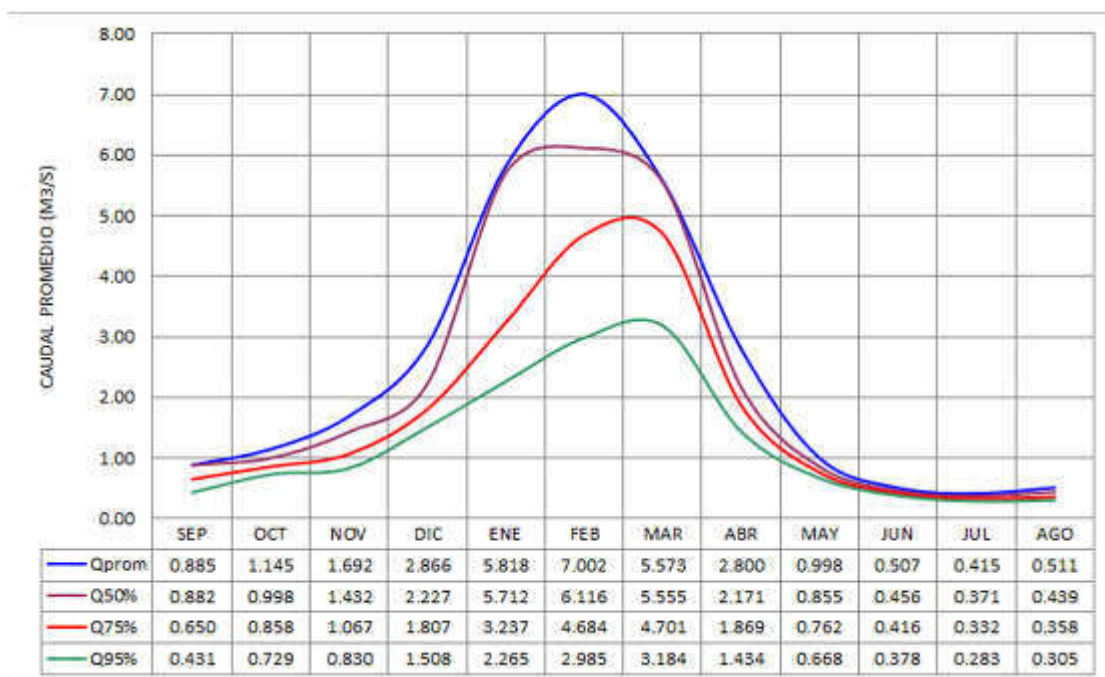


Tabla N° 8.3c
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Huancaray (PC Uchupampa)
Subcuenca Huancaray

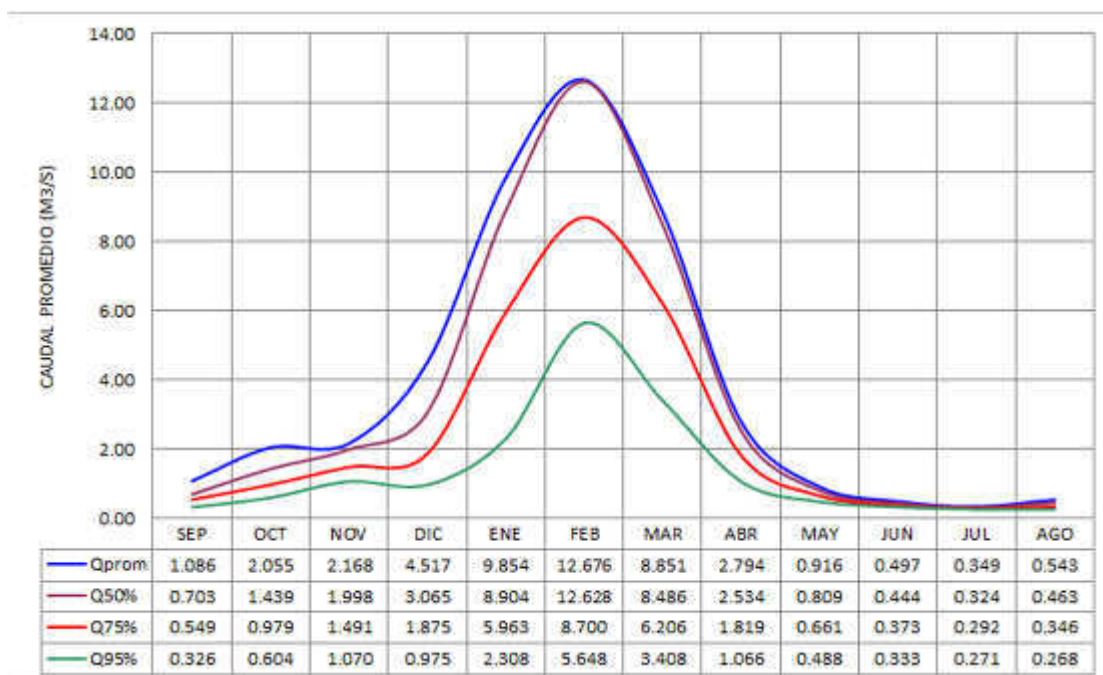


Tabla N° 8.4a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Chaquicancha Cupisa (PC Ancatira)
Subcuenca Pacucha

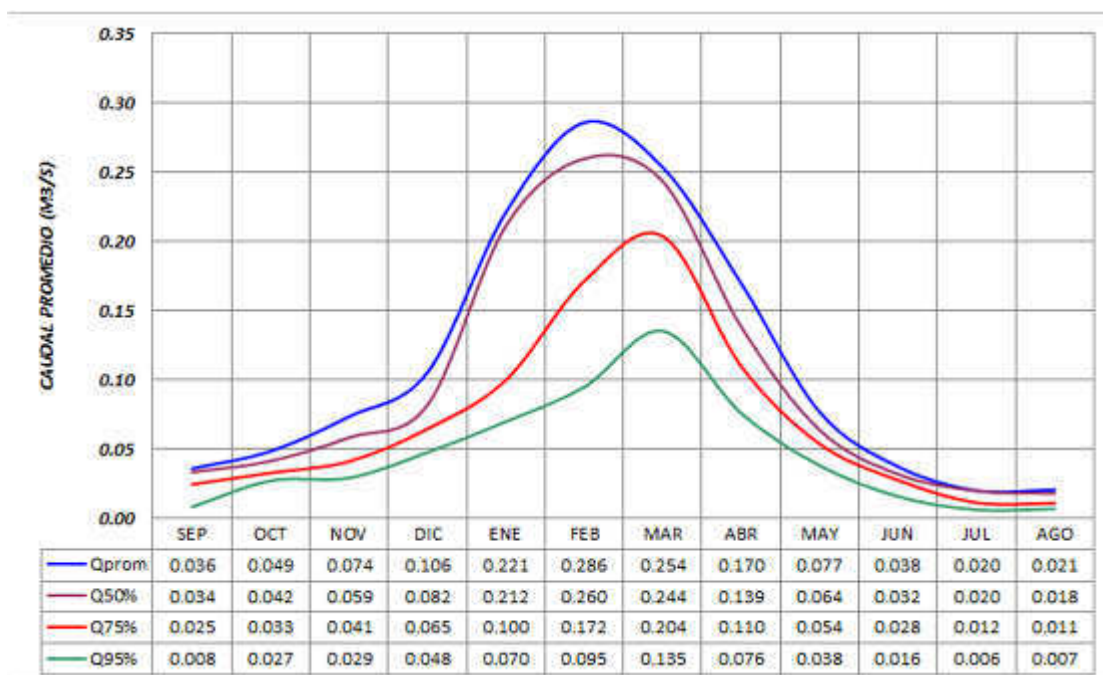


Tabla N° 8.4b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Río Parccomayo (PC Putca)
Subcuenca Pacucha

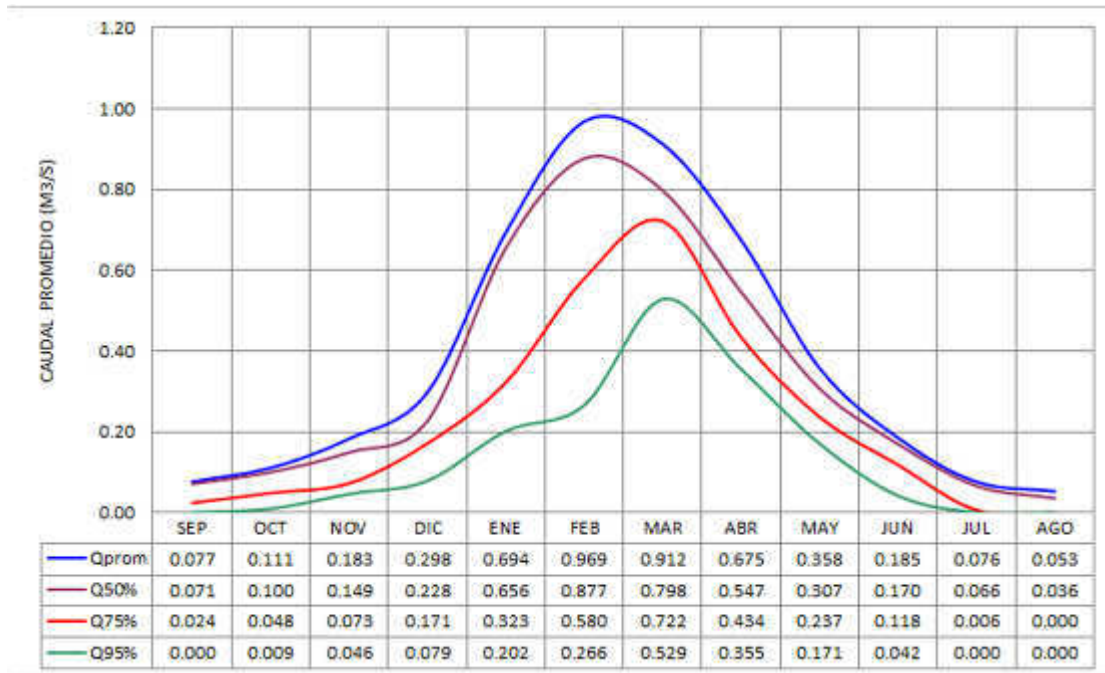


Tabla N° 8.4c
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Río Argama (PC Champacocha Alta)
Subcuenca Pacucha

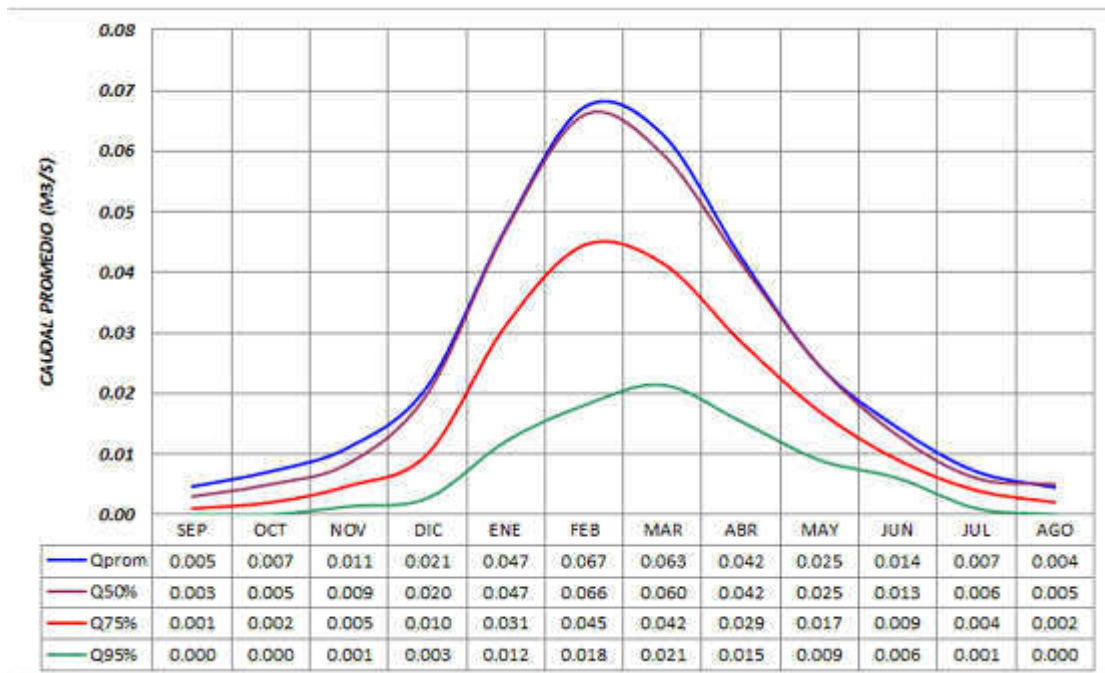


Tabla N° 8.4d
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Argama
Subcuenca Pacucha

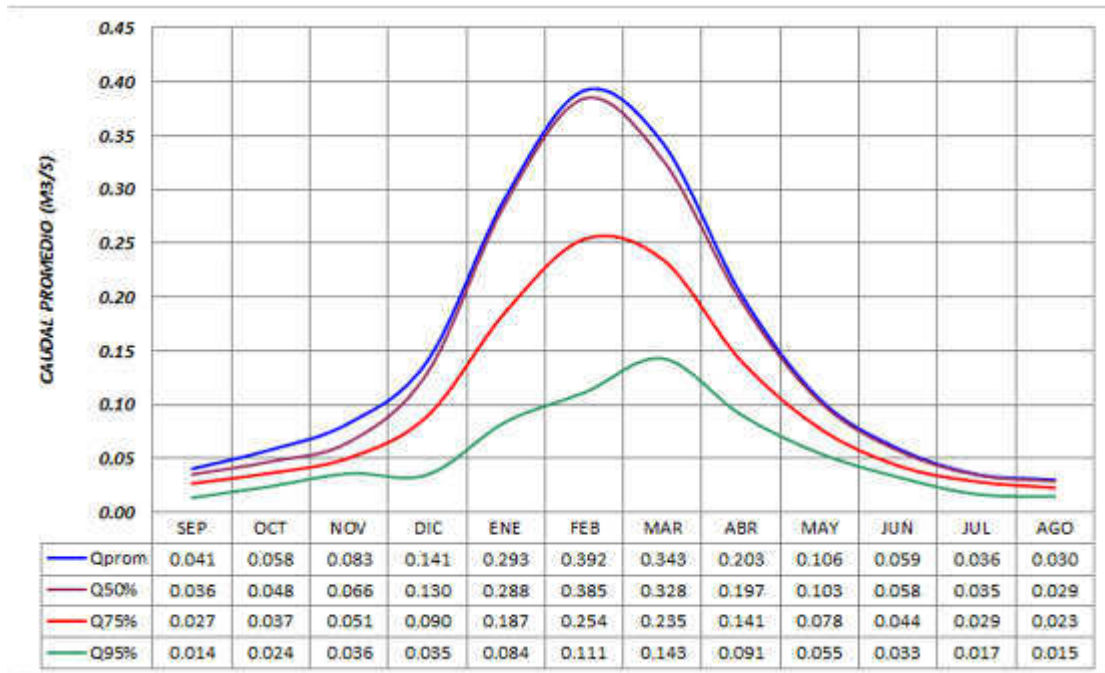


Tabla N° 8.4e
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Quebrada (PC Anansayocc)
Subcuenca Pacucha

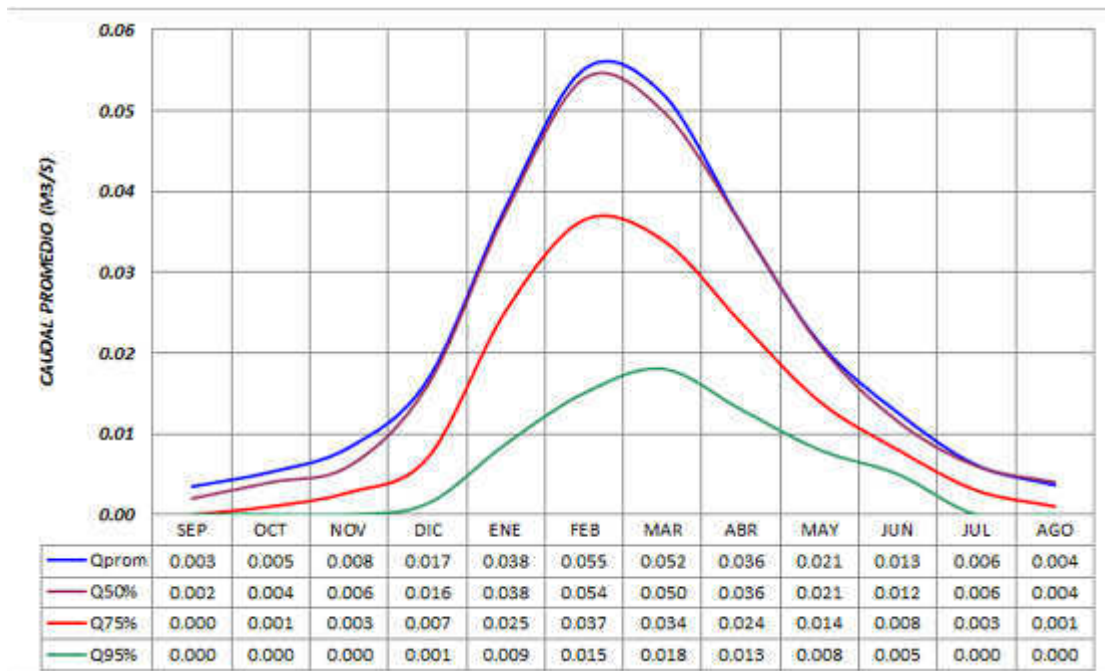


Tabla N° 8.4f
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Pacucha (PC Machaybamba)
Subcuenca Pacucha

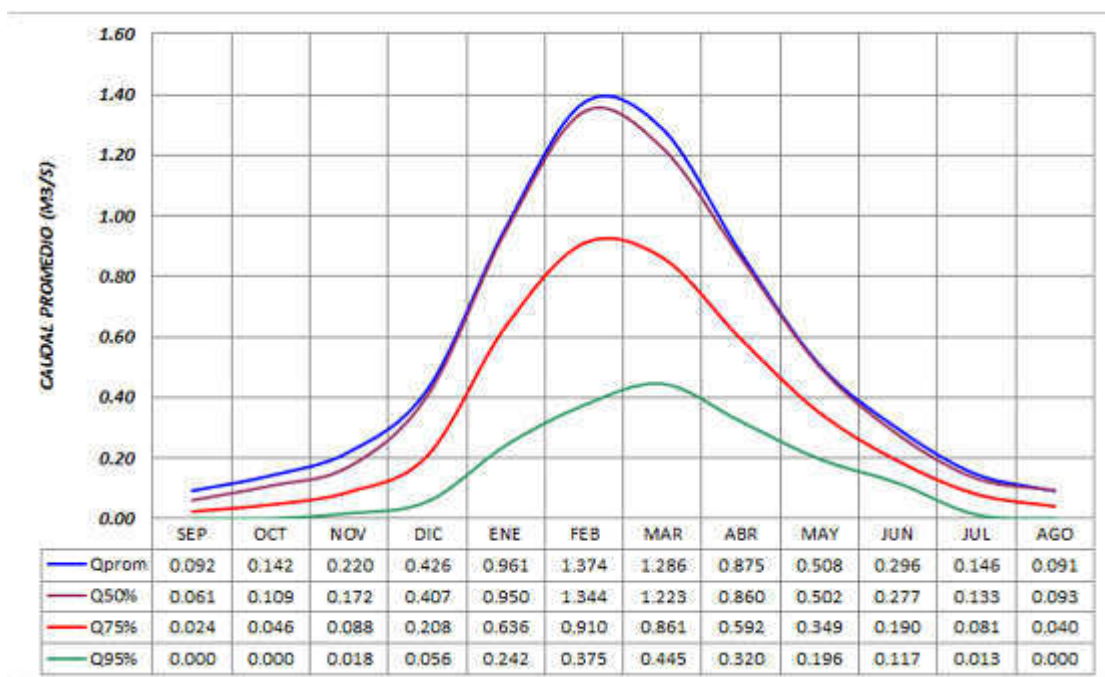


Tabla N° 8.4g
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Quebrada Colica (sector Tocsama)
Subcuenca Pacucha

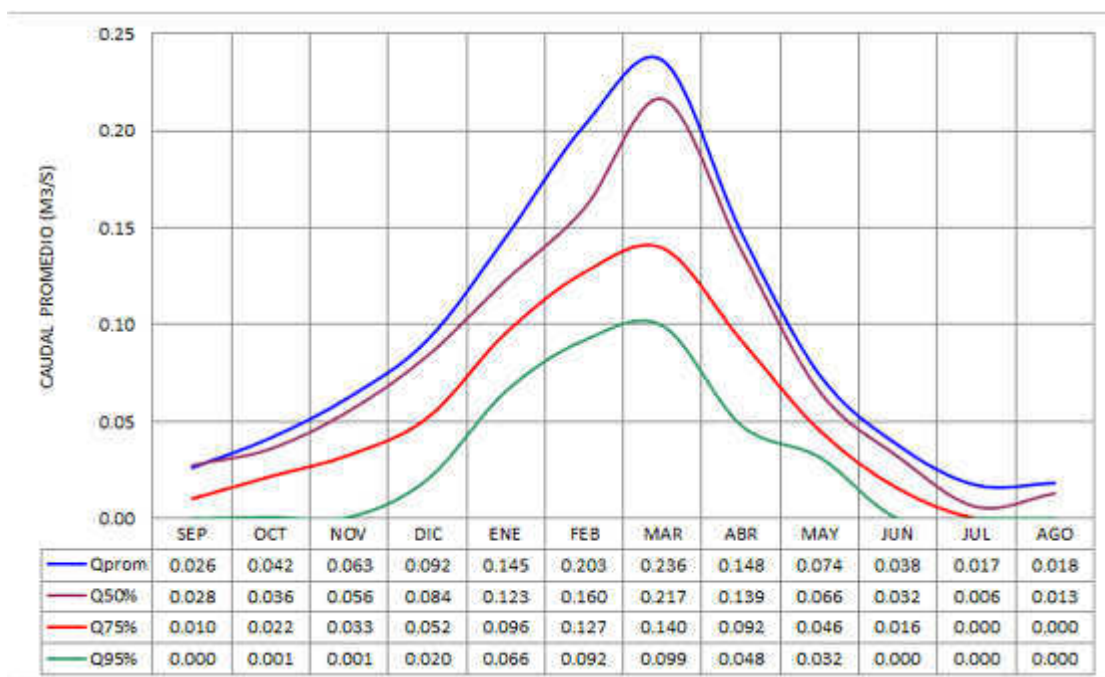


Tabla N° 8.4h
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Pacucha (sector Tocsama)
Subcuenca Pacucha

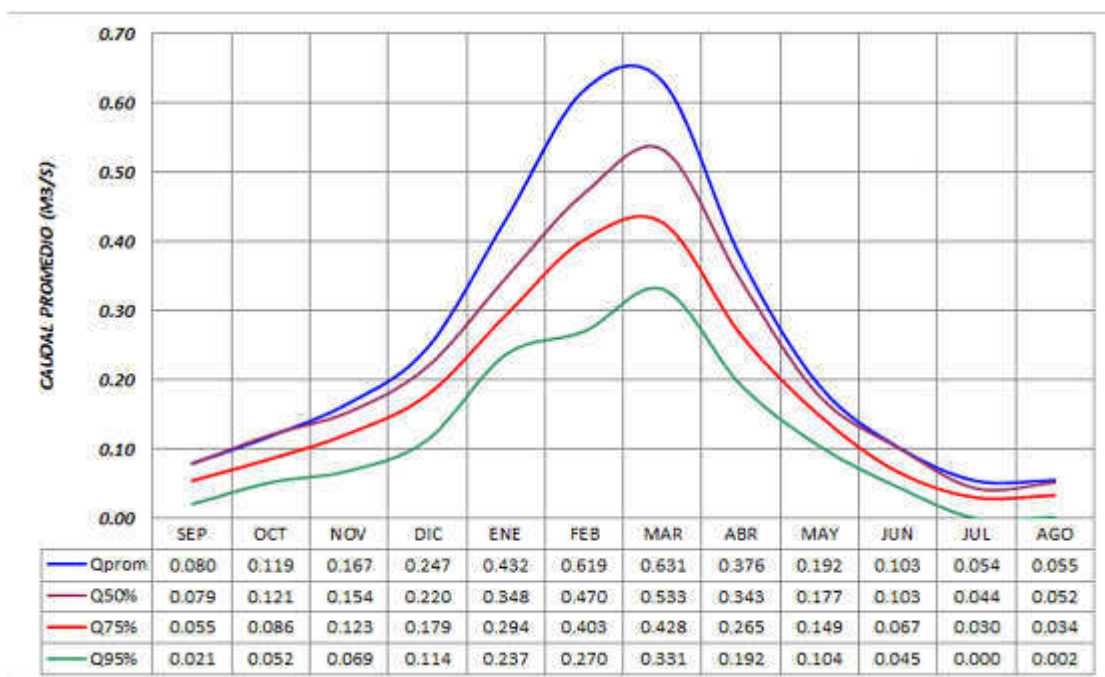


Tabla N° 8.5a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Quebrada (PC Secsencalla)
Subcuenca Kishuara

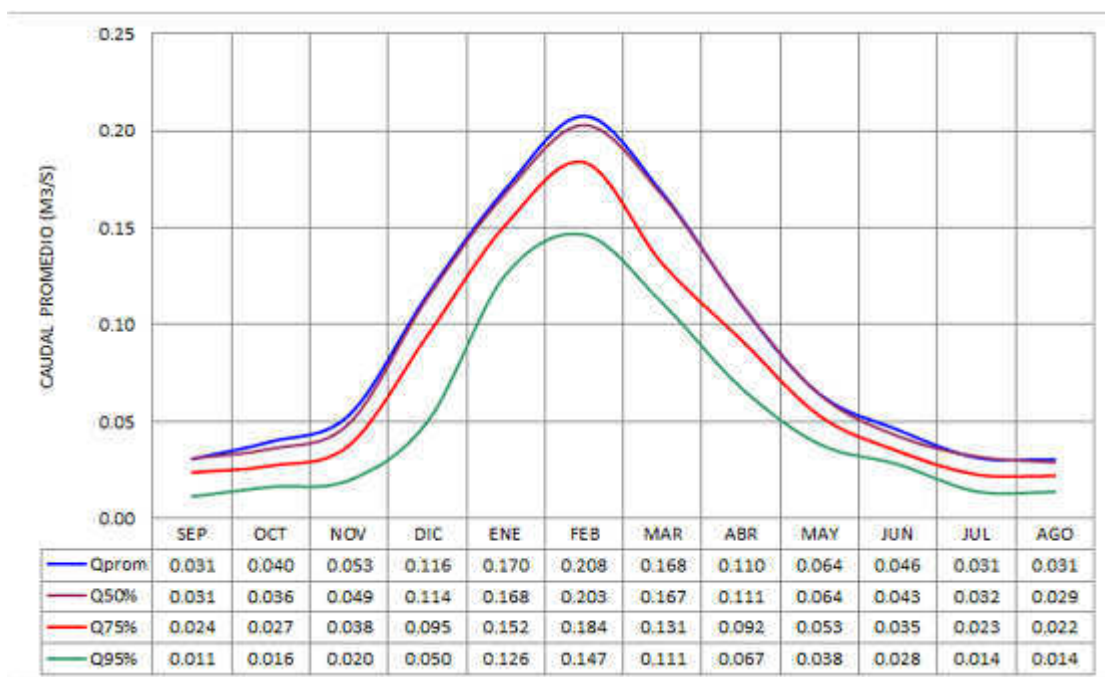


Tabla N° 8.5b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Quebrada Pallcca (PC Laramaru I)
Subcuenca Kishuara

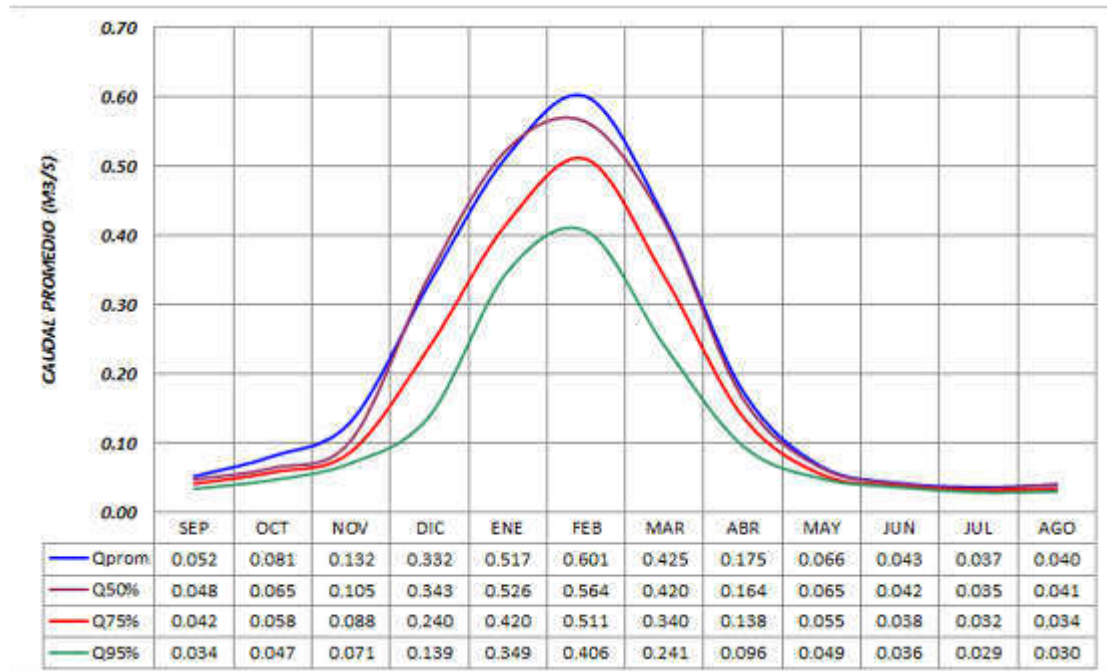


Tabla N° 8.5c
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Quebrada Ancarhuayniyocc (PC Canal I Kishuara)
Subcuenca Kishuara

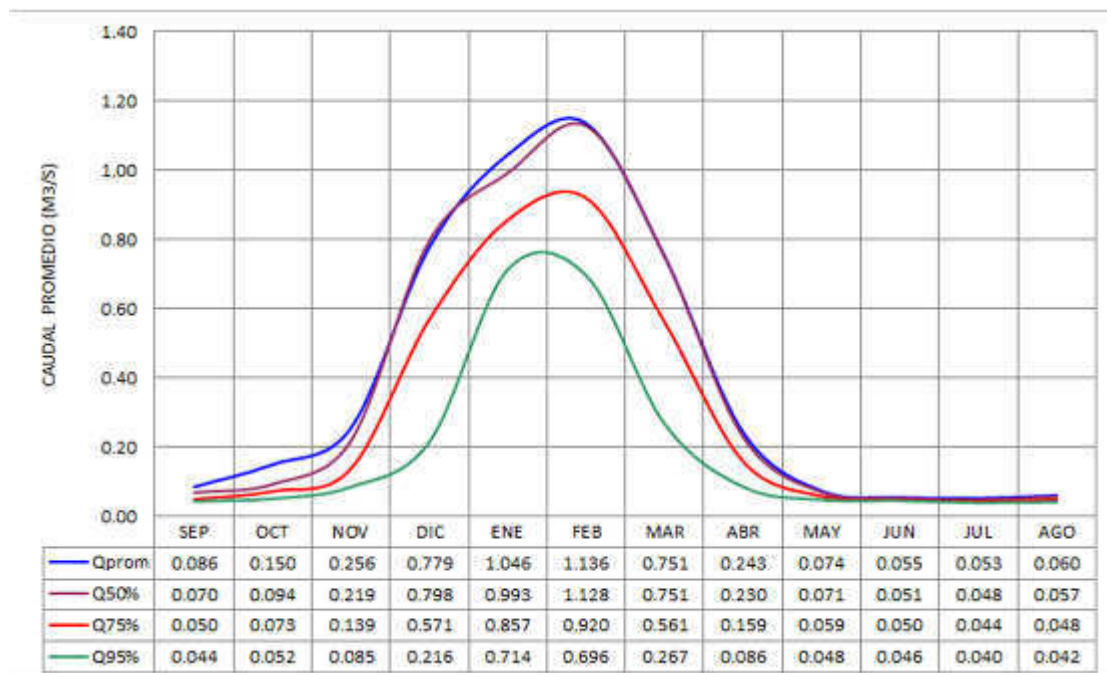


Tabla N° 8.5d
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Quebrada Totorá Alta (PC Canal IV Cavira)
Subcuenca Kishuara

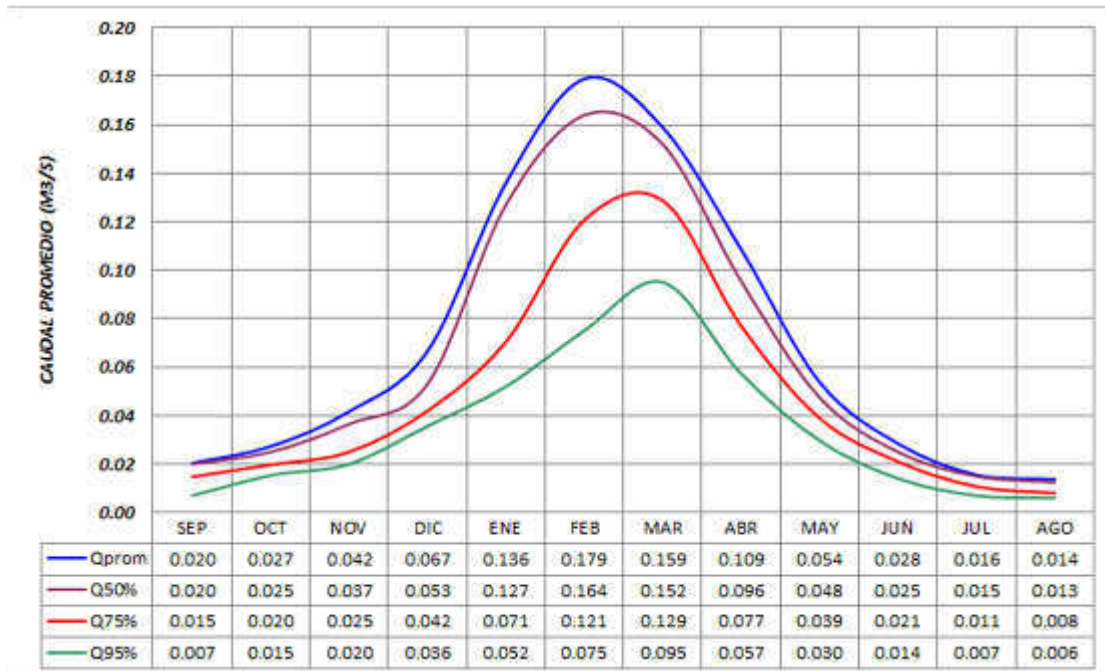


Tabla N° 8.5e
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Quebrada Totorá Alta (PC Canal III Milton)
Subcuenca Kishuara

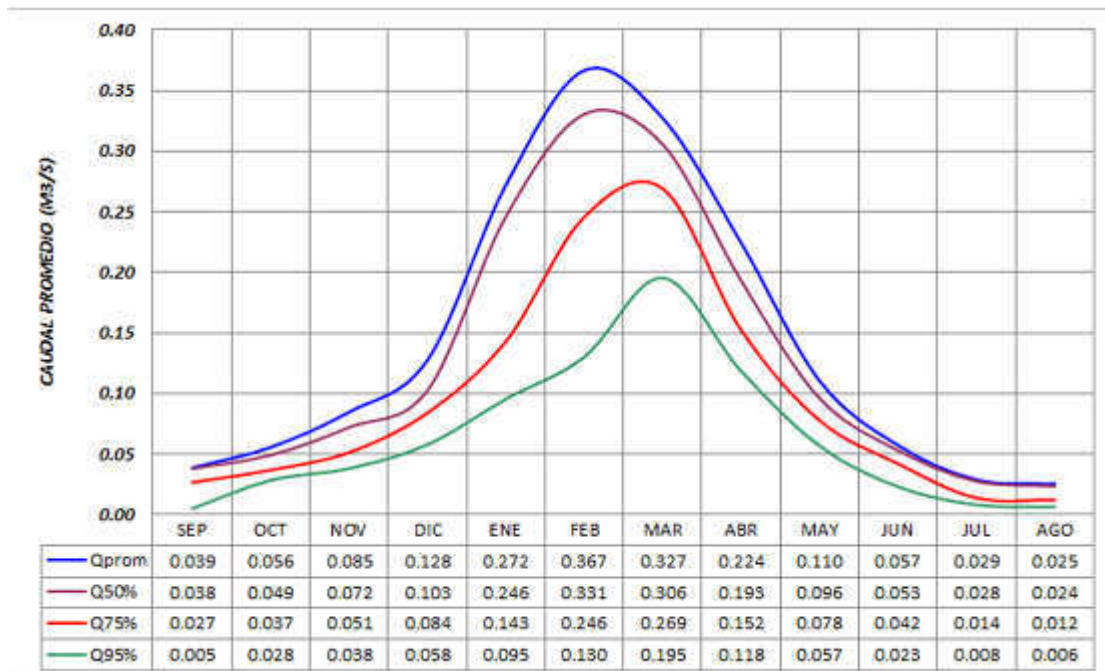


Tabla N° 8.5f
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Kishuara (PC Canal I Cavira)
Subcuenca Kishuara

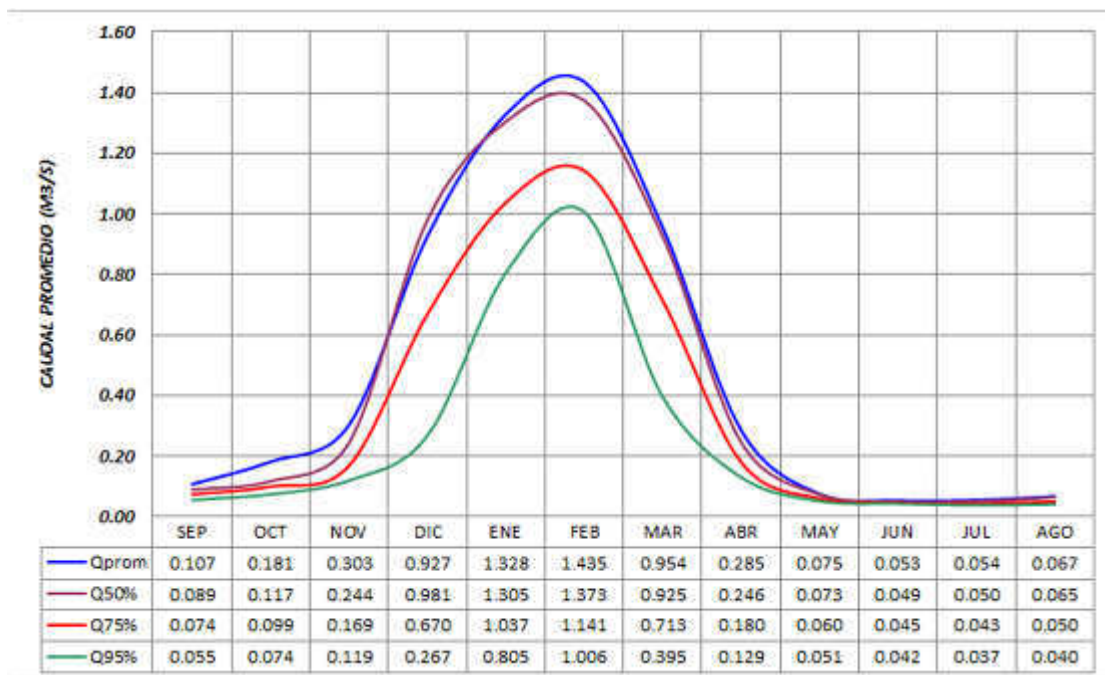


Tabla N° 8.5g
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Kishuara (PC Canal Tintay)
Subcuenca Kishuara

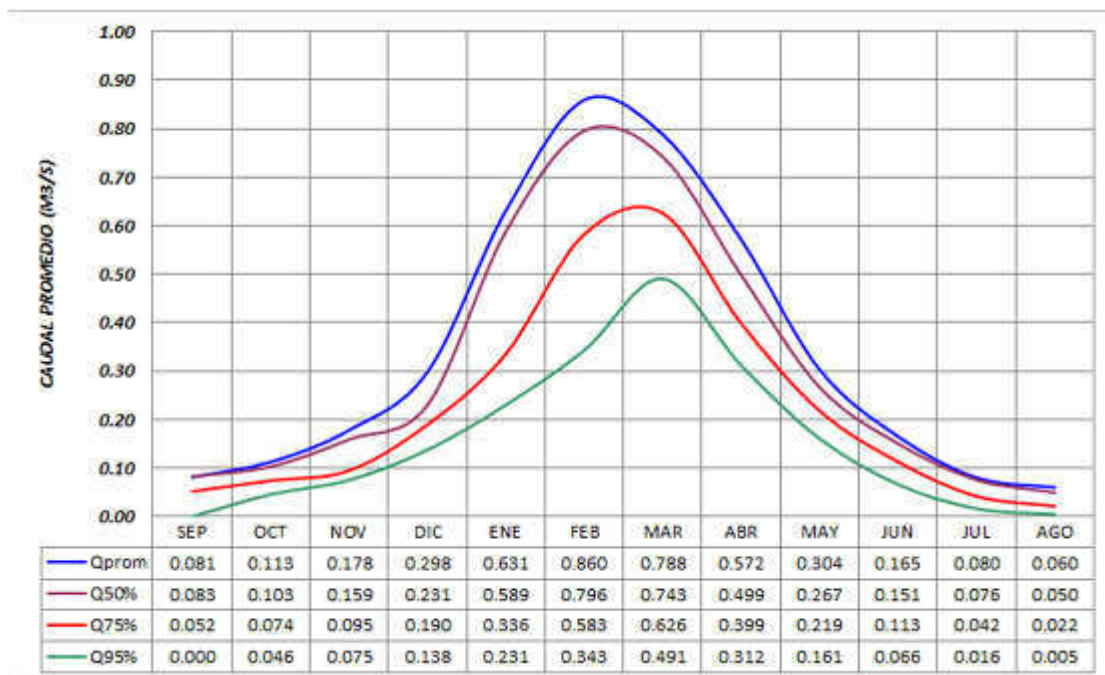


Tabla N° 8.5h
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Quebrada (PC Rosaspata)
Subcuenca Kishuara

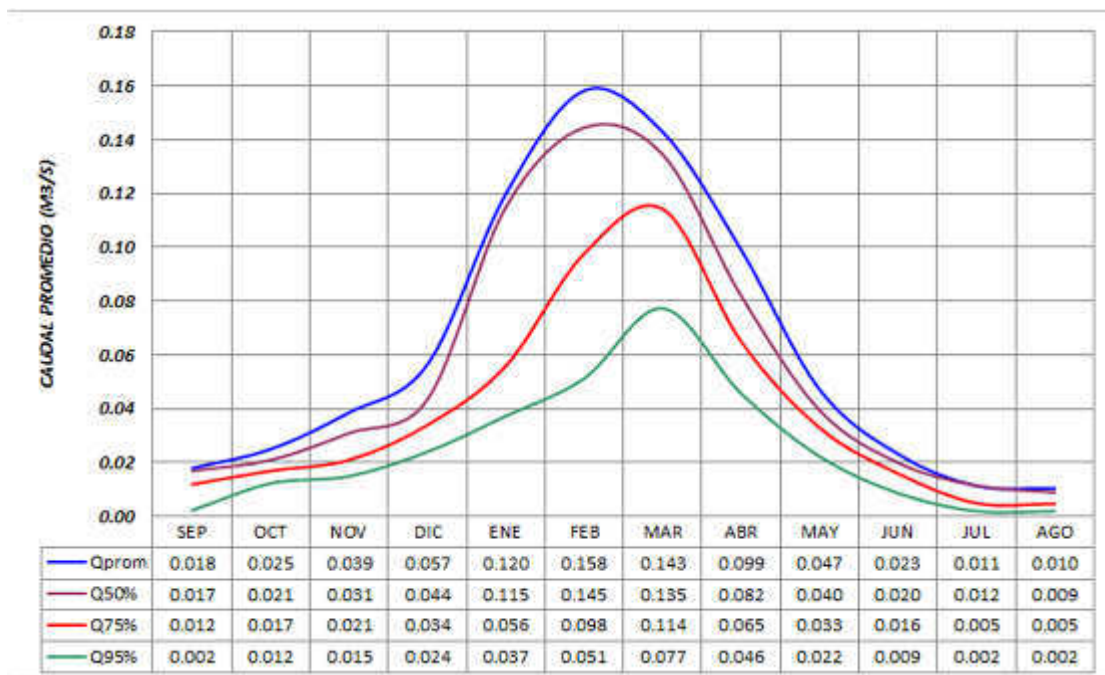


Tabla N° 8.5i
Módulos de Caudal Medio Mensual (m3/s) – Área de drenaje Rio Kishuara (PC Leonchaca)
Subcuenca Kishuara

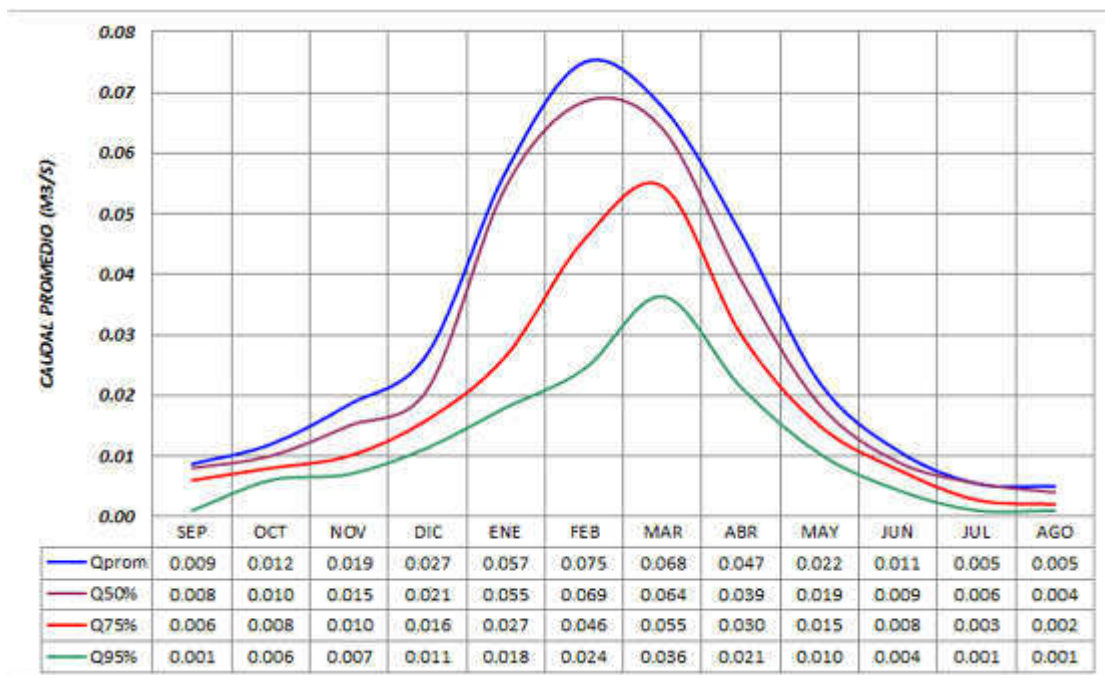


Tabla N° 8.5i
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Kishuara (PC Soctomayo)
Subcuenca Kishuara

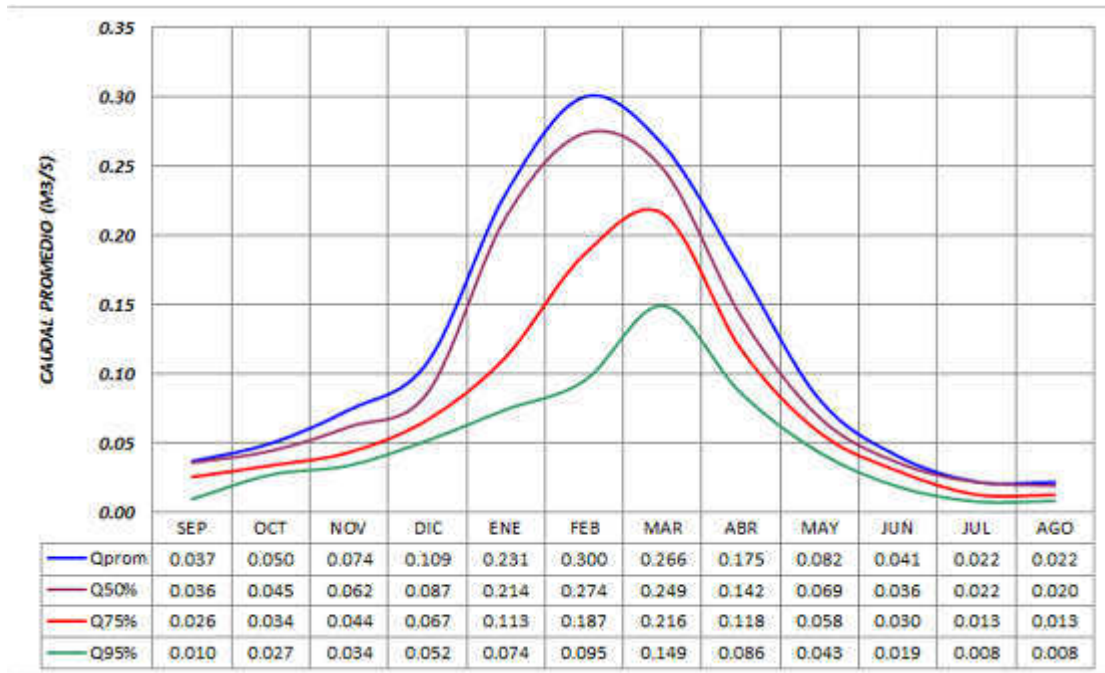


Tabla N° 8.5j
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Kishuara (PC Canal Pincos)
Subcuenca Kishuara

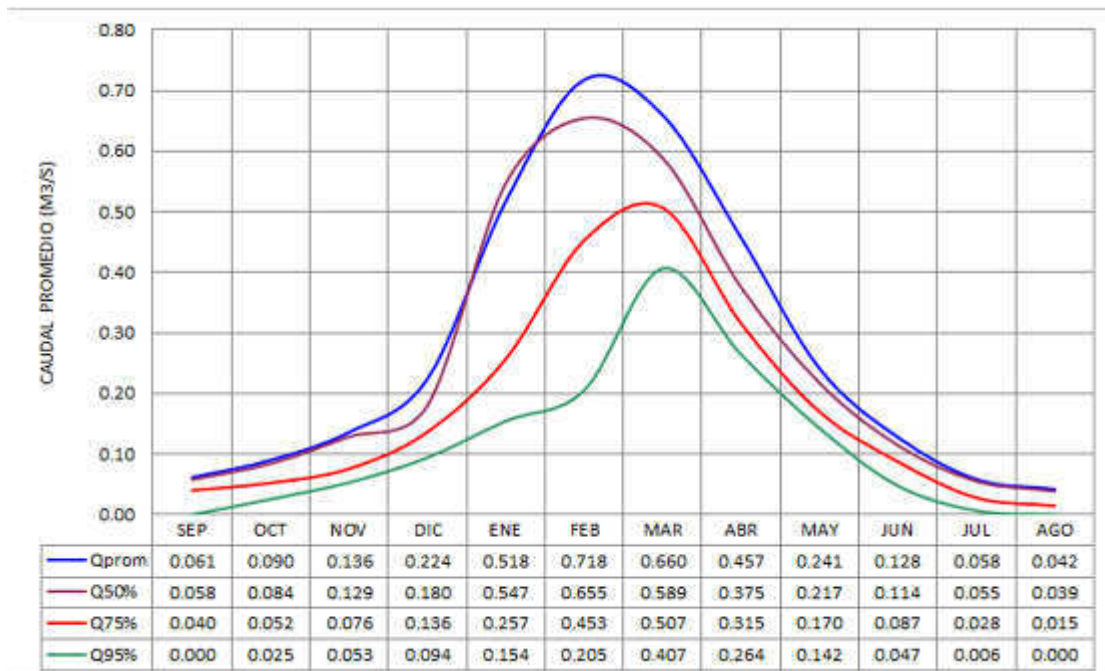


Tabla N° 8.6
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Huancani (Bocatoma Irrigación)
Subcuenca Chicha

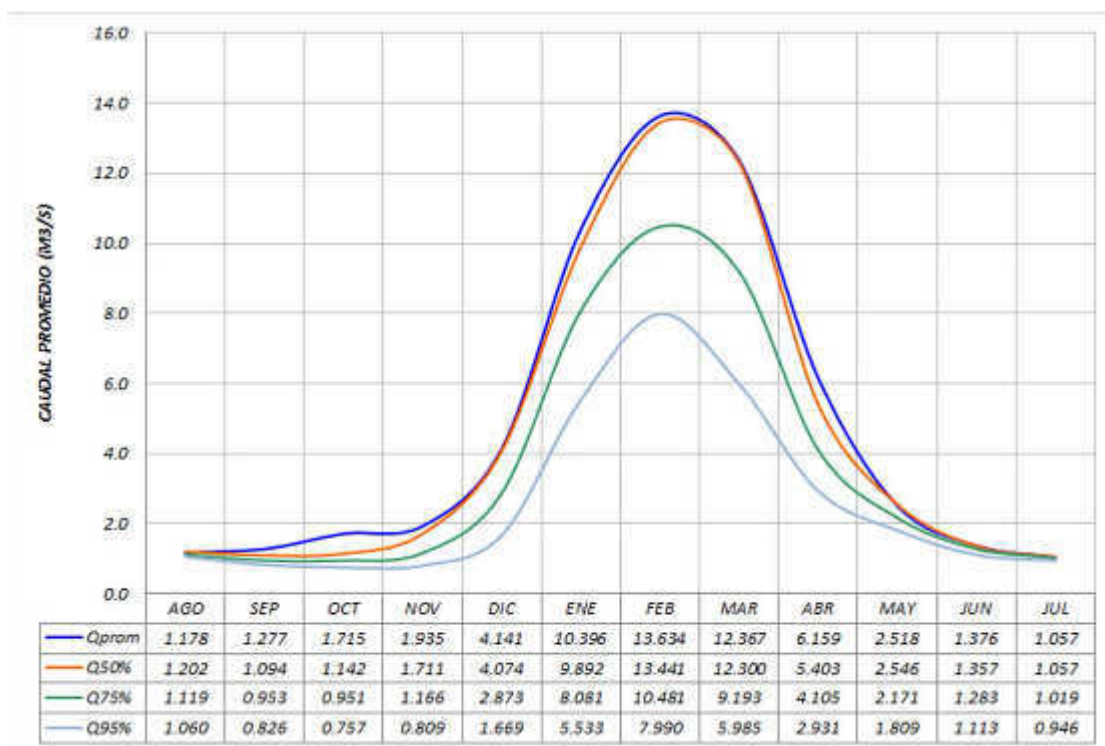


Tabla N° 8.7a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Chacabamba (PC Cóndor)
Subcuenca Huaccana

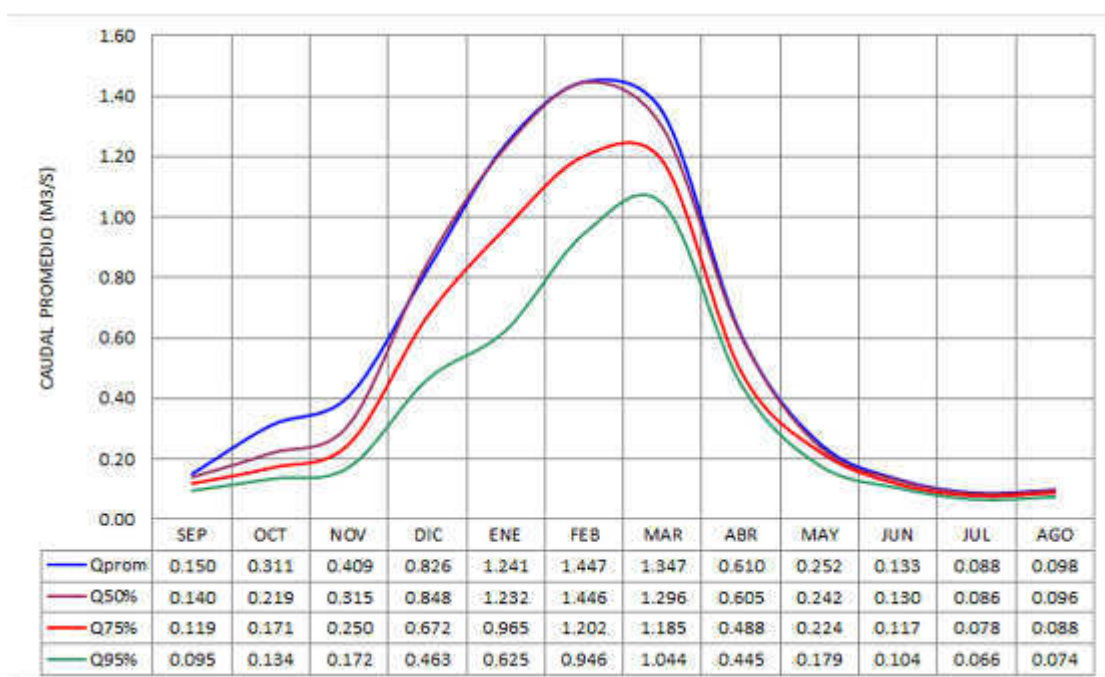


Tabla N° 8.7b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Chacabamba (PC Mucuru)
Subcuenca Huaccana

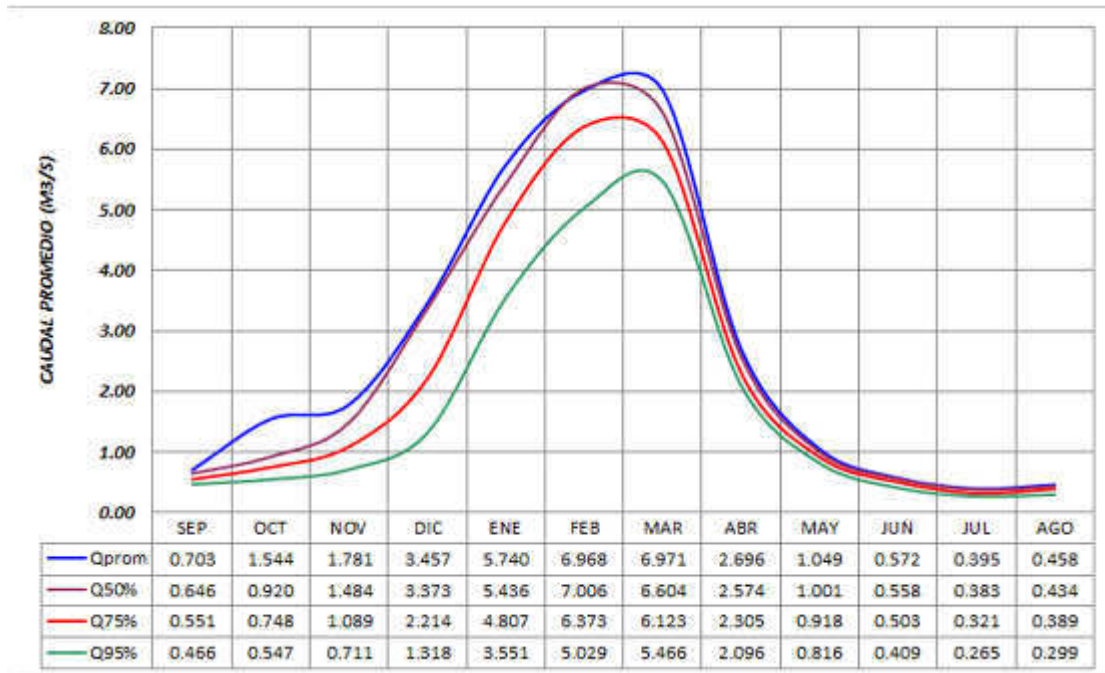


Tabla N° 8.8a
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Suyroruyocc (PC Bombón)
Subcuenca Suyroruyocc

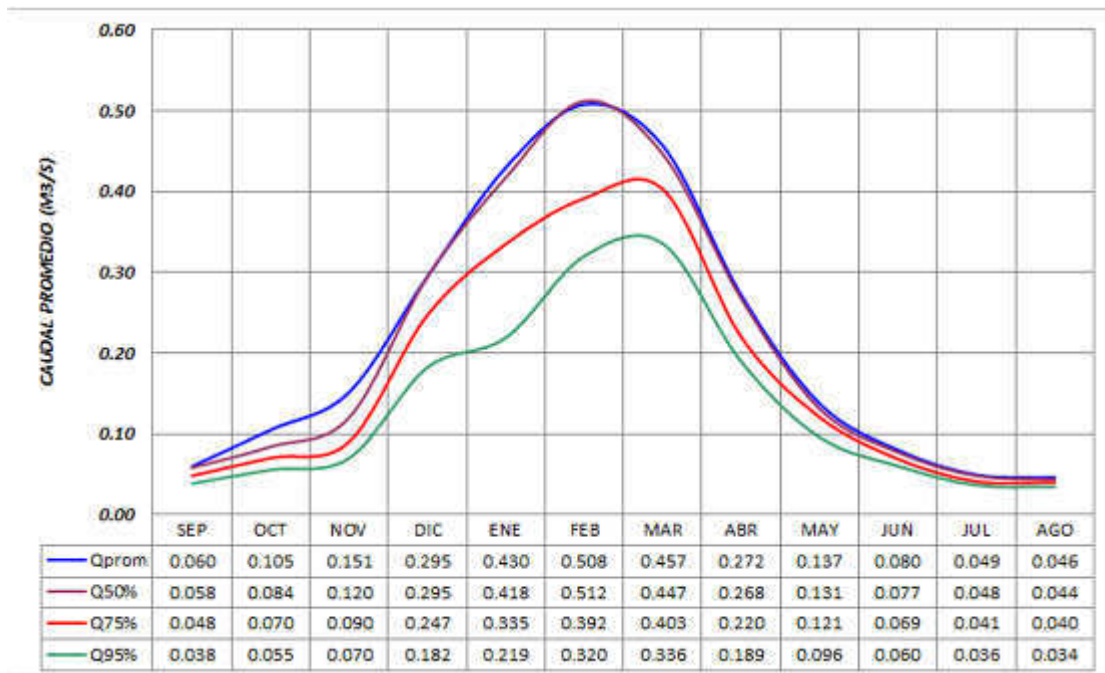


Tabla N° 8.8b
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Suyroruyocc (PC Ahuayro)
Subcuenca Suyroruyocc

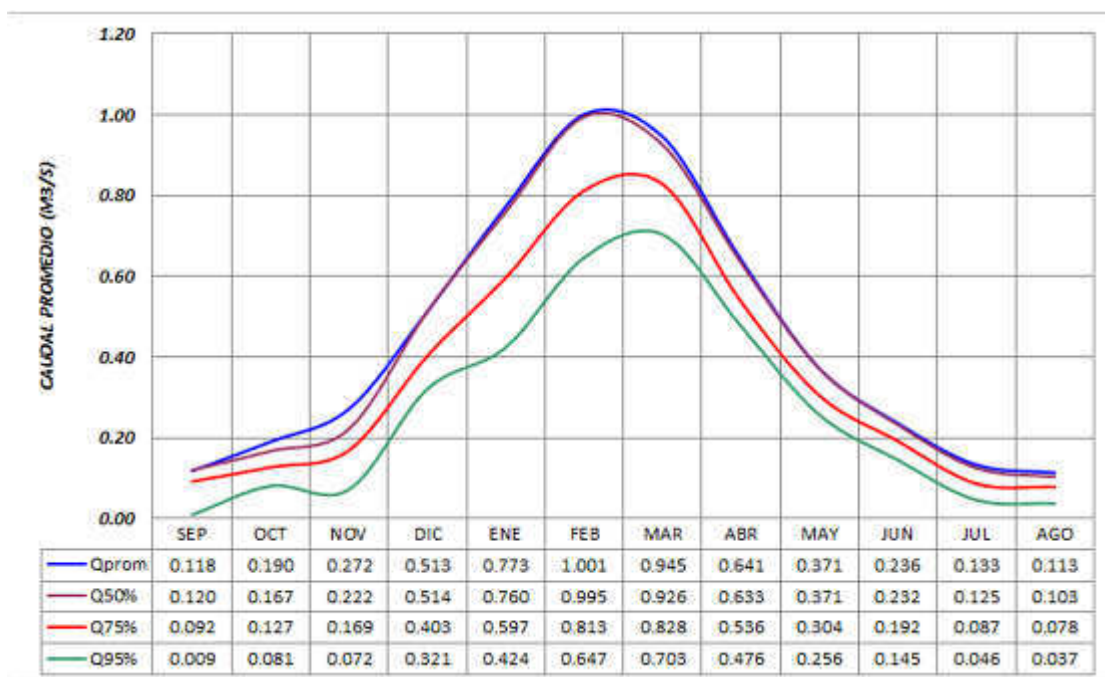
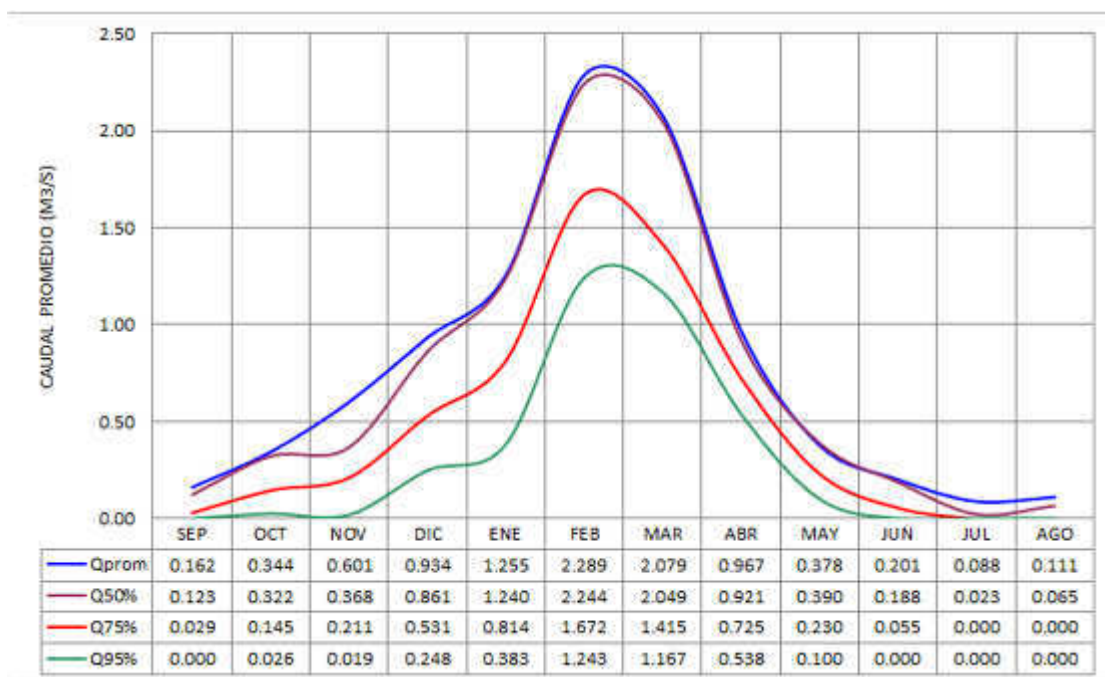


Tabla N° 8.9
Módulos de Caudal Medio Mensual (m³/s) – Área de drenaje Rio Pulcay (PC valle Pulcay)
Subcuenca Pulcay



Capítulo 9

USO Y DEMANDA DE AGUA

1. GENERALIDADES

La determinación del uso y demanda del agua en el área de estudio tiene como principal objetivo la determinación del balance hídrico con énfasis en el consumo de agua con fines agrícolas.

La demanda hídrica superficial en el área de estudio está representada en forma relevante por las demandas hídricas agrícolas, y en menor grado las demandas poblacionales y energéticas. El consumo agrícola es el de mayor significación no sólo por ser notablemente superior respecto a los otros, sino también por su importancia socio-económica.

La demanda hídrica superficial con fines poblacionales es mínima, ya que en la mayor parte esta demanda es captada de manantiales y agua subterránea.

Las demandas hídricas se localizan en cada una de las subcuencas y la cantidad de usuarios varía con la densidad poblacional de cada cuenca. En el área de estudio existen comités y comisiones de regantes, y cuya área bajo riego está definida por el canal principal de captación de agua superficial.

2. ÁREAS DE RIEGO

En las cuencas del área de estudio se distingue las áreas de riego en función a su ubicación geográfica y climatológica. Tal es así, en la parte alta de la cuenca, las áreas de riego se localizan paralelos al cauce de escorrentía natural —ríos, quebradas— y asimismo la topografía del terreno es accidentada por lo que las áreas de riego son de pequeñas dimensiones. En la mayor parte la producción obtenida es para consumo familiar y el remanente es destinado al mercado local. En la parte media de la cuenca las áreas de riego son extendidas y favorecidas por el clima cálido y húmedo; en esta parte la escorrentía superficial se utiliza solamente como complemento al déficit de humedad ambiental existente; en estas zonas la producción agropecuaria es una actividad económica.

En la Tabla N° 9.1 se muestra por cada subcuenca el número de usuarios y la respectiva área bajo riego. Esta información ha sido extraída del último PCR del año 2010, documento proporcionado por la ALA-BAP.

Tabla N° 9.1
Area Bajo Riego (ha) - Subcuencas

Nº	SUBCUENCA	Nº USUARIOS	Nº BLOQUES	AREA BAJO RIEGO (HA)
1	CHICHA	2881	3	2058.53
2	CHINCHEROS	715	8	354.91
3	CHUMBAO	4369	34	2608.48
4	HUACCANA	295	3	209.10
5	HUANCARAY	587	3	381.18
6	KISHUARA	2314	19	1005.19
7	PACUCHA	1168	8	437.86
8	PULLCAY	43	1	49.90
9	SUYRORUYOCC	438	3	212.96
TOTAL		12,810	82	7318.11

3. INVENTARIO DE PUNTOS DE CAPTACIÓN DE AGUA SUPERFICIAL

En el presente capítulo se evalúa y determina la oferta hídrica agrícola, para ello ha sido necesario realizar un trabajo de campo para identificar todos los puntos en donde existen captaciones de agua superficial con fines agrícolas y poblacionales.

Los usuarios de las provincias de Andahuaylas y Chincheros están organizados dentro de una Junta de Usuarios y asimismo de acuerdo a los pisos ecológicos en el área de estudio existe diferencias en la composición de las cédulas de cultivo.

Solamente en las subcuencas Chumbao, Chincheros, Pacucha, Kishuara, Huancaray, Huaccana, Soyroruyocc, Chicha y Pulcay se ha encontrado actividad agrícola, lugares donde existe derivaciones de agua superficial de los cauces naturales de escorrentía hacia las áreas de riego; por consiguiente en estas localidades se ha realizado trabajos de campo con apoyo de personal técnico para levantar información de campo, que consiste en lo siguiente:

- Anotación de coordenadas UTM del punto de captación de agua superficial en el cauce del río o quebrada.
- Anotación de tipo de estructura de captación, asimismo el tipo de canal de derivación, con sus respectivas dimensiones geométricas.
- Identificación del nombre del canal de captación, nombre del bloque de riego (comité de regantes o comisión de regantes) a quien sirve el canal.
- Identificación de la cédula de cultivo, dimensiones de área bajo riego mediante entrevista a los usuarios de la zona en evaluación respectiva.

Con la información recogida en campo se ha sistematizado en el entorno de un Sistema de Información Geográfica; esta información procesada ha sido la base para estimar la oferta y la demanda hídrica por cada unidad hidrográfica en el área de estudio.

En el mapa de la Figura N° 9.1 se muestra la ubicación geográfica de los puntos de captación de agua superficial requeridos para la demanda hídrica.

En la Tabla N° 9.2a y 9.2b se muestra la relación del inventario de puntos de captación de agua superficial, cuya fuente es un cauce de escorrentía superficial de agua.

Figura N° 9.1
Puntos de Captación de Agua Superficial – Demanda Hídrica

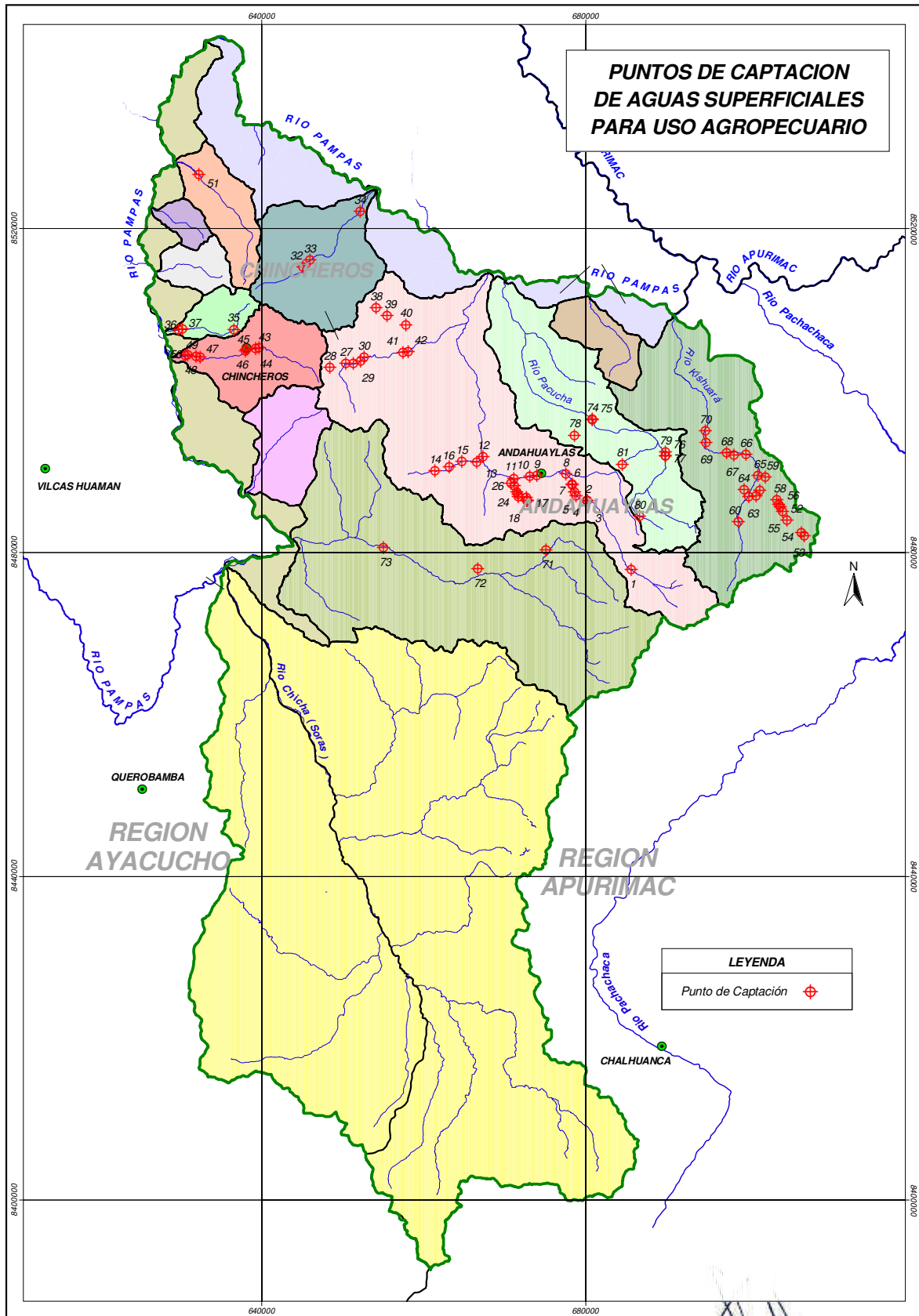


Tabla N° 9.2.a
Inventario de puntos de captación de agua superficial – Área de Estudio

N°	NOMBRE CAPTACIÓN O CANAL	COORDENADA UTM-E	COORDENADA UTM-N	SUBCUENCA
1	CHUMBAO ALTO	685634	8477878	Chumbao
2	MARGEN DERECHA	680307	8486354	Chumbao
3	PUCAPAMPA	680169	8486349	Chumbao
4	BOSQUE	678897	8486949	Chumbao
5	LAYANPAMPA	678645	8487385	Chumbao
6	TOTAL	678408	8488364	Chumbao
7	SOYLOHUACCA	678397	8488360	Chumbao
8	POCHCCOTA	677579	8489639	Chumbao
9	CALICANTO	673134	8489352	Chumbao
10	CHACULLIMOYOC	671167	8489137	Chumbao
11	CUNTIPATA	667334	8491786	Chumbao
12	CHUMBIBAMBA CANAL III	666574	8491128	Chumbao
13	SIRENAYOC HUAYLLA PATA	661455	8490045	Chumbao
14	POSOCCHOY BAJO	664782	8491196	Chumbao
15	PATALLACTA	663213	8490545	Chumbao
16	AHUCARPA BAJA	672822	8486329	Chumbao
17	CCAPACCALLA CCOMPICANCHA ALTA	672817	8486331	Chumbao
18	CCOMPICANCHA BAJA	672804	8486380	Chumbao
19	RUMI RUMI CCAPACCALLA	672819	8486346	Chumbao
20	TUCURACCRA LOS ANGELES	672745	8486755	Chumbao
21	CUNCATACA	671694	8487149	Chumbao
22	HUAYAU ALTO	671727	8486879	Chumbao
23	HUAYAU BAJO	671558	8487459	Chumbao
24	CCEWARPAMPA	671222	8488238	Chumbao
25	ARRANJUEZ CCOLLPA	670825	8488487	Chumbao
26	LA BANDERA	648442	8502874	Chumbao
27	SANTA ROSA TACCSANA	651341	8503261	Chumbao
28	CCOÑECC MOLLEBAMBA	652660	8504081	Chumbao
29	SAN MARTIN	652248	8503647	Chumbao
30	CONDOR	645107	8515215	Huaccana
31	CHABAMBA	646007	8516061	Huaccana
32	VALLE MUCURU	652159	8522103	Huaccana
33	BOMBOM	636549	8507508	Suyroruyocc
34	GENEROSA	629717	8507466	Suyroruyocc
35	AHUAYRO	630197	8507567	Suyroruyocc
36	CAPULICCARCCA	654163	8510232	Chumbao
37	MITOBAMBA	655529	8509247	Chumbao
38	EDEN SOCCOS	657849	8508082	Chumbao
39	CARHUAYACU ALTO	657471	8504686	Chumbao
40	CARHUAYACUBAJO	658119	8504748	Chumbao
41	HUANCAMARCA	639702	8505283	Chincheros
42	VINOAMBA	639242	8505137	Chincheros
43	TEJAHUASI I	638167	8505046	Chincheros
44	TEJAHUASI II	637962	8504872	Chincheros
45	QUICHQUE	632396	8504104	Chincheros
46	SANTA FE	631925	8504221	Chincheros
47	LUIS NADA	630854	8504356	Chincheros
48	SOLANAQUI	630569	8504314	Chincheros

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9.2.b
Inventario de puntos de captación de agua superficial – Área de Estudio

N°	NOMBRE CAPTACIÓN O CANAL	COORDENADA UTM-E	COORDENADA UTM-N	SUBCUENCA
49	VALLE PULCAY	632256	8526649	Pullcay
50	CANAL I KISHUARA	704922	8483930	Kishuara
51	SECCSENCCALLA	707064	8482074	Kishuara
52	CANAL I LARAMARU	706667	8482380	Kishuara
53	CANAL II LARAMARU	704318	8484986	Kishuara
54	CANAL III LARAMARU	704060	8485555	Kishuara
55	CANAL II KISHUARA	703869	8485896	Kishuara
56	CANAL III PICHIBAMBA	703645	8486492	Kishuara
57	CANAL III MILTON	702253	8489288	Kishuara
58	CANAL I CAVIRA	698932	8483724	Kishuara
59	CANAL IV CAVIRA	701130	8486963	Kishuara
60	CANAL III TONCCOBAMBA	701503	8487640	Kishuara
61	CANAL I TINTAY	700182	8486819	Kishuara
62	CANAL ROSASPATA	699642	8487718	Kishuara
63	CANAL LEON CHACA	701310	8489477	Kishuara
64	CANAL II SOCCTOMAYO	699806	8492039	Kishuara
65	CANAL III SOCCTOMAYO	698372	8491985	Kishuara
66	CANAL IV CHACABAMBA	697428	8492298	Kishuara
67	TOMA I VALLE PINCOS	694888	8493565	Kishuara
68	TOMA II VALLE PINCOS	694848	8494992	Kishuara
69	YANAYUYO	675132	8480250	Huancaray
70	CHIQUAQ NATIVIDAD	666751	8477946	Huancaray
71	UCHUPAMPA	655108	8480585	Huancaray
72	C.V MANCHAYBAMBA MD	680835	8496449	Pacucha
73	C.V MANCHAYBAMBA MI	680869	8496371	Pacucha
74	C.V MANZANA PATA	689871	8491913	Pacucha
75	C.V PUTCA	689871	8491913	Pacucha
76	C.V ANANSAYOCC	678626	8494491	Pacucha
77	C.V ARGAMA ALTA	689850	8492319	Pacucha
78	C.V ANCATIRA	686683	8484445	Pacucha
79	C.V CHAMPACCOCHA ALTA	684598	8490887	Pacucha
80	IRRIGACION SORAS LARCAY*	643585	8430521	Chicha

Fuente: Elaboración propia (*) La Irrigación Soras Larcay, incluye 3 bloques de riego

4. DEMANDA AGRÍCOLA

4.1. CÉDULA DE CULTIVO

Para describir la demanda hídrica, a todo el grupo de parcelas que utilizan una fuente común de agua superficial se le reconoce como bloque de riego. En este caso un bloque de riego es un comité de riego que en la práctica existe. Bajo este criterio la demanda hídrica se ha calculado por bloques de riego para cada subcuenca.

En todos los bloques de riego de la parte alta de las cuencas del área de estudio, las tierras agrícolas son trabajadas en parcelas familiares muy fraccionadas y cuya producción agrícola generalmente es de usufructo familiar. Las cedulas de cultivo consideradas se ha extraído como un promedio de las cedulas de cultivo existente en el Plan de Cultivo de Riego (PCR) – 2010, proporcionado por la ALA-BAP.

En cada sector de riego las cédulas de cultivo son diferentes en base a uno o más cultivos. Asimismo dentro de cada subcuenca existen variaciones en la composición de cultivos de acuerdo a las condiciones de suelo, agua, tierra y respectivo piso ecológico.

En el Anexo se incluye las planillas de cédulas de cultivo.

4.2. COEFICIENTES DE CULTIVO (K_c)

Los coeficientes de uso consuntivo de los cultivos dependen de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de cada planta y expresa la capacidad de la planta para extraer el agua del suelo en las distintas etapas del período vegetativo.

Los coeficientes de cultivo varían de un cultivo a otro y a su vez a lo largo de su ciclo vegetativo, normalmente se distinguen 3 periodos: el primero que se inicia con la siembra con un valor K_c pequeño incrementándose hasta que la planta alcanza la cobertura plena; el segundo periodo dura hasta el inicio de la maduración, durante el cual el valor K_c decrece gradualmente y el tercero termina con la cosecha.

Los valores de K_c se han estimado o asumido con las magnitudes utilizadas en el área del proyecto, asimismo se ha tenido en cuenta las recomendaciones de valores de K_c de cultivos de la FAO. En el anexo se presenta las planillas de calculo respectivos.

4.3. PRECIPITACIÓN EFECTIVA

La precipitación efectiva para los fines de los proyectos de riego, se define como la parte de la lluvia estacional o anual total que es útil directa o indirectamente para la producción de los cultivos. En el caso de deficiencias, se complementa (cuando necesario y disponible) a través del suministro de agua de riego superficial.

La precipitación efectiva se ha calculado el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA SCS).

$$PE = (125 - 0.2*PP)*PP/125 \quad \text{para } PP < 250 \text{ mm/mes}$$

$$PE = 125 + 0.1*PP \quad \text{para } PP > 250 \text{ mm/mes}$$

Donde:

PE = Precipitación efectiva en mm/mes.

PP = Precipitación total del mes en mm.

4.4. EFICIENCIA DE RIEGO

La eficiencia de riego es un factor relevante para el aprovechamiento óptimo del agua. Para la evaluación de las eficiencias de riego se ha recurrido a las siguientes fuentes: experiencia de las instituciones de la administración del agua, información de proyectos de riego en el área de estudio y la observación mediante trabajo de campo de las condiciones de conducción, distribución y aplicación del agua en los diferentes sectores del área de estudio. No se ha encontrado estudios técnicos que determinen en forma minuciosa este factor.

Los valores de eficiencia de riego utilizados en el presente estudio se ha determinado en base al tipo de canal principal de conducción o derivación. Por consiguiente, los valores de eficiencia de riego se han determinado alrededor de 0.36 o 0.45, correspondiente al canal principal de conducción, de tierra o revestido, respectivamente. En la planilla de cálculo de la demanda hídrica se podrá verificar este valor.

4.5. REQUERIMIENTO DE AGUA

Los requerimientos de agua se han calculado a nivel de bloques de riego, en cada subcuenca.

Es necesario indicar que no se tiene información suficiente de las magnitudes de área bajo riego potencial, motivo por el cual no fue posible estimar la demanda hídrica correspondiente a un escenario futuro. Solamente se ha calculado la demanda hídrica para el área bajo riego actual.

En la situación actual se contabiliza todas las demandas hídricas superficiales que corresponden al área de riego total en cada bloque de riego. El área bajo riego corresponde a los valores de padrón de usuarios y al PCR 2010 registrado en el archivo existente en la ALA-BAP.

El resumen de las demandas hídricas superficiales por bloque de riego y por subcuenca se muestra en las Tablas N° 9.3a, 9.3b, 9.3c, 9.3d, 9.3e, 9.3f, 9.3g, 9.3h, 9.3i.

Tabla N° 9.3a
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Chumbao

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	CHUMBAO ALTO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.036	0.208	0.531	0.909	1.026	0.259	3.009
2	MARGEN DERECHA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.128	0.420	0.601	0.176	1.324
3	PUCAPAMPA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.012	0.000	0.010	0.022	0.017	0.076	0.030	0.174
4	POCHCCOTA YAÑECC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.008	0.000	0.008	0.011	0.004	0.024	0.007	0.069
5	BOSQUE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.002	0.003	0.002	0.009	0.004	0.024
6	LAYANPAMPA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.002	0.004	0.002	0.011	0.004	0.029
7	SUYLLOHUACCA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.000	0.003	0.006	0.004	0.017	0.006	0.042
8	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	0.005	0.008	0.006	0.022	0.007	0.056
9	CALICANTO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.032	0.009	0.053	0.083	0.042	0.151	0.017	0.413
10	CHACULLIMOYOC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.001	0.008	0.018	0.012	0.046	0.003	0.092
11	CUNTIPATA	0.000	0.000	0.000	0.004	0.029	0.030	0.013	0.046	0.051	0.010	0.082	0.006	0.269
12	CHUMBIBAMBA CANAL III	0.000	0.000	0.000	0.002	0.023	0.024	0.008	0.035	0.041	0.008	0.069	0.009	0.220
13	SIRENAYOC HUAYLLA PATA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.008	0.001	0.015	0.029	0.018	0.082	0.013	0.169
14	POSOCOY BAJO	0.000	0.000	0.000	0.005	0.012	0.013	0.012	0.023	0.025	0.008	0.040	0.000	0.140
15	PATALLACTA	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.021	0.087	0.016	0.142
16	CAHUCARPA BAJA	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.007	0.001	0.019
17	CCAPACCALLA CCOMPICANCHA ALTA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.005	0.031	0.064	0.052	0.144	0.009	0.313
18	CCOMPICANCHA BAJA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.003	0.014	0.017	0.048	0.005	0.089
19	RUMI RUMI CCAPACCALLA	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.123	0.000	0.132
20	TUCURACCRA LOS ANGELES	0.000	0.000	0.000	0.017	0.020	0.031	0.007	0.007	0.026	0.050	0.133	0.000	0.291
21	CUNCATACA	0.000	0.000	0.000	0.002	0.026	0.033	0.014	0.053	0.076	0.035	0.158	0.015	0.411
22	HUAYAU ALTO	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.005	0.000	0.011	0.024	0.016	0.083	0.014	0.156
23	HUAYAU BAJO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.012	0.003	0.024	0.040	0.022	0.080	0.009	0.199
24	CCEWARPAMPA	0.000	0.000	0.000	0.003	0.020	0.018	0.009	0.030	0.031	0.005	0.038	0.000	0.154
25	ARANJUEZ CCOLLA	0.000	0.000	0.000	0.008	0.016	0.011	0.013	0.032	0.036	0.018	0.046	0.000	0.180
26	LA BANDERA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.053	0.021	0.084
27	SANTA ROSA TACCSANA HUAYCCO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.047	0.015	0.068
28	CCOÑECC MOLLEBAMBA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.025	0.009	0.038
29	SAN MARTIN	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.008	0.000	0.011
30	CAPULICCARCCA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.003	0.012	0.009	0.057	0.020	0.106
31	MITOBAMBA	0.000	0.000	0.000	0.007	0.024	0.026	0.025	0.025	0.017	0.010	0.004	0.000	0.138
32	EDEN SOCCOS	0.000	0.000	0.000	0.003	0.040	0.052	0.044	0.055	0.050	0.049	0.063	0.000	0.356
33	CARHUAYACU ALTO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.008	0.014	0.095	0.009	0.133
34	CARHUAYACU BAJO	0.000	0.000	0.000	0.003	0.010	0.012	0.011	0.012	0.010	0.009	0.010	0.000	0.075
	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.071	0.279	0.409	0.213	0.709	1.385	1.809	3.565	0.687	9.126

Tabla N° 9.3b
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Huancaray

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	CHIQYAQ NATIVIDAD	0.000	0.000	0.000	0.010	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015
2	YANAYUYO	0.000	0.000	0.000	0.078	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.138
3	UCHUPAMPA	0.000	0.000	0.000	0.005	0.006	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.015
	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.093	0.060	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.167

Tabla N° 9.3c
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Chincheros

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	CV. HUANCAMARCA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	CV. VINOBAMBA	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.011	0.009	0.009	0.000	0.005	0.007	0.000	0.054
3	CV.TEJAHUASI I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.013	0.000	0.016
4	CV.TEJAHUASI II	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.000	0.001	0.015	0.000	0.019
5	CV. QUICHQUE ALTA	0.000	0.000	0.000	0.005	0.009	0.009	0.007	0.010	0.005	0.008	0.006	0.000	0.059
6	CV.SANTA FE	0.000	0.000	0.000	0.016	0.029	0.033	0.024	0.030	0.007	0.027	0.023	0.000	0.190
7	CV. LUIS NADA	0.000	0.000	0.000	0.037	0.047	0.046	0.040	0.068	0.055	0.055	0.045	0.009	0.403
8	CV.SOLAQUI	0.000	0.000	0.000	0.110	0.141	0.138	0.121	0.205	0.164	0.164	0.133	0.026	1.203
	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.172	0.236	0.241	0.202	0.322	0.231	0.262	0.243	0.035	1.943

Tabla N° 9.3d
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Pacucha

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	C.V MANCHAYBAMBA MD	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.020	0.007	0.033
2	C.V MANCHAYBAMBA MI	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.020	0.008	0.035
3	C.V MANZANA PATA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.007
4	C.V PUTCA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	C.V ANANSAYOCC	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.030	0.011	0.051
6	ARGAMA ALTA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.000	0.021
7	ANCATIRA	0.000	0.000	0.000	0.026	0.063	0.075	0.080	0.064	0.070	0.125	0.064	0.000	0.566
8	CHAMPACCOCHA ALTA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.010	0.004	0.017
	TOTAL	0.000	0.000	0.000	0.026	0.063	0.075	0.080	0.064	0.070	0.151	0.171	0.030	0.730

Tabla N° 9.3e
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Chicha

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1	HUAYLLACHA	0.252	0.001	0.000	0.268	0.414	0.153	0.159	0.204	0.404	0.505	0.546	0.354	3.261
2	LARCAY	0.301	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.090	0.356	0.394	1.142
3	SORAS	0.063	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041	0.025	0.339	0.465	0.189	1.121
	TOTAL	0.616	0.001	0.000	0.268	0.414	0.153	0.159	0.245	0.428	0.934	1.368	0.937	5.524

Tabla N° 9.3f
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Kishuara

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	CANAL I KISHUARA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.003	0.000	0.014	0.041	0.063	0.154	0.052	0.332
2	SECCSENCCALLA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.082	0.120	0.046	0.249
3	CANAL I LARAMARU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.067	0.026	0.128
4	CANAL II LARAMARU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.011	0.016	0.006	0.033
5	CANAL III LARAMARU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.021	0.027	0.010	0.061
6	CANAL II KISHUARA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.009	0.030	0.011	0.054
7	CANAL III PICHIBAMBA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.012	0.004	0.020
8	CANAL III MILTON	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.015	0.007	0.026
9	CANAL I CAVIRA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.054	0.021	0.108
10	CANAL IV CAVIRA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.006	0.006	0.003	0.018	0.031	0.040	0.001	0.108
11	CANAL III TONCCOBAMBA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.005	0.012	0.004	0.025
12	CANAL I TINTAY	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.079	0.033	0.160
13	CANAL ROSASPATA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.086	0.052	0.138
14	LEONCHACA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.052	0.111	0.033	0.196
15	CANAL II SOCCTOMAYO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.046	0.071	0.030	0.150
16	CANAL III SOCCTOMAYO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.015	0.003	0.028
17	CANAL IV CHACABAMBA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.003	0.003	0.007	0.011	0.009	0.000	0.036
18	TOMA I VALLE PINCOS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.018	0.023	0.009	0.052
19	TOMA II VALLE PINCOS	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.013	0.013	0.004	0.035
TOTAL		0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.014	0.009	0.025	0.082	0.491	0.954	0.353	1.939

Tabla N° 9.3g
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Suyruruyocc

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	CV.BOMBON	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	C.V GENEROSA	0.000	0.000	0.000	0.049	0.074	0.076	0.060	0.087	0.052	0.079	0.063	0.001	0.541
3	C.V AHUAYRO	0.000	0.000	0.000	0.000	0.098	0.125	0.137	0.141	0.112	0.088	0.033	0.000	0.736
TOTAL		0.000	0.000	0.000	0.049	0.172	0.201	0.197	0.228	0.164	0.167	0.096	0.001	1.276

Tabla N° 9.3h
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Pullcay

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	VALLE PULCAY	0.000	0.000	0.000	0.074	0.097	0.086	0.085	0.095	0.075	0.036	0.019	0.000	0.566
TOTAL		0.000	0.000	0.000	0.074	0.097	0.086	0.085	0.095	0.075	0.036	0.019	0.000	0.566

Tabla N° 9.3i
Demanda Hídrica Superficial Mensual (MMC) – con Area Bajo Riego Actual
Subcuenca Huaccana

N°	NOMBRE DE BLOQUE DE RIEGO (COMISION-COMITÉ)	DEMANDA HIDRICA MENSUAL EN VOLUMEN (MMC)												TOTAL
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
1	CV. CHACABAMBA	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.012	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034
2	PC CONDOR	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.007	0.008	0.007	0.003	0.006	0.007	0.000	0.043
3	CV. MUCURU	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.045	0.049	0.050	0.040	0.031	0.012	0.000	0.262
TOTAL		0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.063	0.068	0.067	0.043	0.038	0.019	0.000	0.339

5. CAUDAL ECOLOGICO

De acuerdo a la descripción de aspectos biológicos de flora y fauna desarrollada en el presente estudio, se ha identificado especies de flora y fauna acuática en los cauces de escorrentía del área de estudio. Por consiguiente se ha considerado un caudal ecológico, utilizando las recomendaciones formuladas por la ANA, mediante el siguiente documento:

ACTA DE REUNIÓN DE TRABAJO

Siendo las 10:00 am del día 3 de Julio de 2012, convocados por la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, se reunieron profesionales de las direcciones de línea (DCPRH, DARH, DGCRH y DEPHM) de la Autoridad Nacional del Agua con la finalidad de definir los criterios técnicos para la determinación del Caudal Ecológico con fines aprobación de estudios de aprovechamiento hídrico y opinión favorable para la aprobación de instrumentos ambientales.

El área de evaluación de recursos hídricos superficiales de la DCPRH sustentó el informe justificatorio en el cual después de la revisión, discusión y análisis se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Los criterios propuestos tienen carácter provisional hasta que la Autoridad Nacional del Agua apruebe el Reglamento de Determinación del Caudal Ecológico
2. Se considera para esta propuesta como periodo de avenida entre los meses de diciembre a abril y el periodo de estiaje desde mayo a noviembre.
3. Se definieron los siguientes criterios
 - 3.1. Para cursos con caudales medios anuales menores o iguales a $20 \text{ m}^3/\text{s}$, el caudal ecológico será como mínimo el 10% del caudal medio mensual para la época de avenida, y para la época de estiaje será de un 15% de caudal medio mensual.
 - 3.2. Para cursos con caudales medios anuales mayores a $20 \text{ m}^3/\text{s}$ y menores o iguales a $50 \text{ m}^3/\text{s}$, el caudal ecológico se determinará como un porcentaje del caudal medio mensual, siendo este el 10% para la época de avenidas, y para la época de estiaje corresponderá un 12% del caudal medio mensual.
 - 3.3. Para cursos con caudales medios anuales mayores a $50 \text{ m}^3/\text{s}$, el caudal ecológico corresponderá al 10% del caudal medio mensual para todos los meses de año.

Durante la elaboración del balance hídrico, se ha considerado en todos los casos un caudal ecológico en los cauces donde existe demanda hídrica. En el área de estudio se ha utilizado el primer criterio (3.1) para estimar el caudal ecológico, en razón a que el caudal medio anual de los cauces de escorrentía tiene un valor menor a $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

En las Tablas N° 9.4a, 9.4b, 9.4c, 9.4d, 9.4e, 9.4f, 9.4g, 9.4h, 9.4i se muestra las demandas de caudal ecológico en cada subcuenca, correspondiente a los cauces de escorrentía donde existe demanda hídrica

Tabla N° 9.4a
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Chumbao

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Chumbao Alto	Rio Chumbao	0.102	0.137	0.125	0.065	0.047	0.029	0.019	0.019	0.027	0.032	0.043	0.064	0.059
PC Calicanto	Rio Chumbao	0.150	0.194	0.177	0.085	0.056	0.029	0.023	0.012	0.015	0.021	0.027	0.067	0.071
PC Ahucarpa Baja	Rio Cuncatata	0.024	0.030	0.030	0.017	0.012	0.007	0.005	0.005	0.007	0.009	0.012	0.012	0.014
PC Cuntipata	Rio Chumbao	0.399	0.535	0.452	0.192	0.116	0.062	0.047	0.036	0.046	0.089	0.086	0.177	0.186
PC la Bandera	Rio Rangra Cancha	0.002	0.004	0.004	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
PC Sta Rosa Tacsana	Rio Rangra Cancha	0.142	0.201	0.243	0.116	0.076	0.027	0.002	0.002	0.012	0.017	0.038	0.040	0.076
PC Ccapullicarcca	Quebrada Vargas	0.012	0.017	0.020	0.009	0.006	0.002	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.006
PC Mitobamba	Quebrada Vargas	0.050	0.072	0.088	0.044	0.030	0.011	0.000	0.000	0.002	0.005	0.009	0.014	0.027
PC Eden Socos	Quebrada Vargas	0.097	0.137	0.166	0.080	0.050	0.017	0.001	0.002	0.005	0.010	0.022	0.027	0.051

Tabla N° 9.4b
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Chincheros

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Huancamarca	Rio Chincheros	0.172	0.253	0.273	0.156	0.120	0.053	0.010	0.005	0.016	0.022	0.038	0.057	0.098
PC Quichque	Rio Chincheros	0.315	0.443	0.452	0.262	0.200	0.098	0.036	0.030	0.045	0.066	0.093	0.162	0.183

Tabla N° 9.4c
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Suyruruyoc

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Bombón		0.093	0.120	0.123	0.076	0.064	0.039	0.019	0.018	0.021	0.030	0.039	0.065	0.059

Tabla N° 9.4d
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Pullcay

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Pullcay	Rio Pullcay	0.081	0.167	0.141	0.072	0.035	0.008	0.000	0.000	0.004	0.022	0.032	0.053	0.051

Tabla N° 9.4e
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Huaccana

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Condor	Rio Chacabamba	0.096	0.120	0.118	0.049	0.034	0.018	0.012	0.013	0.018	0.026	0.037	0.067	0.051

Tabla N° 9.4f
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Pacucha

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Ancatira	Rio Argama	0.010	0.017	0.020	0.011	0.008	0.004	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.006	0.008
PC Champaccocha alta	Rio Argama	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002
PC Anansayocc	Rio Pacucha	0.003	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
PC Machaybamba MI	Rio Pacucha	0.126	0.194	0.204	0.129	0.105	0.054	0.018	0.010	0.011	0.020	0.032	0.053	0.080

Tabla N° 9.4g
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Huancaray

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Yanayuyo	Rio Huancabamba	0.005	0.009	0.010	0.007	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004
PC Natividad	Rio Huancaray	0.328	0.476	0.479	0.190	0.116	0.065	0.050	0.054	0.097	0.129	0.160	0.183	0.194
PC Uchupampa	Rio Huancaray	0.891	1.299	1.052	0.352	0.198	0.111	0.086	0.098	0.165	0.257	0.360	0.352	0.435

Tabla N° 9.4h
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Kishuara

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Seccsencalla	Qda Seccsencalla	0.015	0.018	0.013	0.009	0.008	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.006	0.009	0.008
PC Canal I Kishuara	Qda Ancarhuayniyocc	0.099	0.109	0.068	0.024	0.016	0.012	0.009	0.010	0.011	0.011	0.021	0.063	0.038
PC Kishuara II	Quebrada S/N	0.131	0.149	0.095	0.036	0.021	0.016	0.013	0.013	0.013	0.013	0.020	0.078	0.050
PC Canal IV Cavira	Rio Totora Alta	0.007	0.012	0.013	0.008	0.006	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005
PC Canal Milton III	Rio Totora Alta	0.139	0.169	0.124	0.054	0.034	0.022	0.014	0.013	0.015	0.016	0.022	0.082	0.059
PC Canal I Cavira	Rio Huachucuri	0.104	0.114	0.071	0.018	0.009	0.007	0.006	0.007	0.011	0.015	0.025	0.067	0.038
PC Canal Tintay	Rio Kishuara	0.127	0.161	0.127	0.056	0.040	0.023	0.012	0.010	0.017	0.022	0.033	0.078	0.059
PC Canal Rosaspata	Qda Sipillayocc	0.006	0.010	0.011	0.007	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
PC Canal Leonchaca	Rio Kishuara	0.122	0.158	0.130	0.059	0.041	0.022	0.011	0.009	0.017	0.019	0.025	0.072	0.057
PC Canal Soctomayo II	Rio Kishuara	0.246	0.313	0.250	0.114	0.073	0.042	0.023	0.021	0.031	0.035	0.039	0.144	0.111
PC Canal Pincos I	Rio Kishuara	0.247	0.327	0.276	0.134	0.087	0.049	0.024	0.020	0.033	0.038	0.039	0.142	0.118

Tabla N° 9.4i
Demanda Caudal Ecológico Mensual (m3/s) – Subcuenca Chicha

PUNTO DE CAPTACION	CAUCE DE ESCORRENTIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
PC Bocatoma irrigacion	Rio Huancani	1.040	1.363	1.237	0.616	0.378	0.206	0.159	0.177	0.192	0.257	0.290	0.414	0.527

Capítulo 10

BALANCE HÍDRICO

1. GENERALIDADES

El balance hídrico o comparación entre la oferta y demanda hídrica se ha realizado a nivel de unidades hidrográficas y solamente en donde existen demandas hídricas superficiales.

2. COMPONENTES DEL BALANCE HIDRICO SUPERFICIAL

El criterio asumido en cada balance hídrico se orienta a la búsqueda de satisfacer la demanda actual en todas las circunstancias exigidas por la magnitud del déficit, entre la oferta hídrica disponible y demanda total de una unidad hidrográfica.

2.1. OFERTA HÍDRICA SUPERFICIAL

En el capítulo 7 y 8, se ha determinado la disponibilidad hídrica en todos los puntos de interés dentro de las unidades hidrográficas donde existen demandas hídricas superficiales.

La oferta hídrica superficial proviene de la disponibilidad hídrica en los ríos y quebradas, que son afluentes al cauce principal de la unidad hidrográfica.

Para el balance hídrico se ha considerado la oferta hídrica disponible que se basa en módulos del 75% de duración, provenientes de las áreas de contribución de las partes altas de cabecera de riego que generan la oferta hídrica en cada unidad hidrográfica, cuyos valores se presentan en las planillas del balance hídrico del presente capítulo.

2.2. DEMANDA HÍDRICA ACTUAL

La demanda hídrica superficial actual corresponde básicamente a la demanda agrícola, que es la más relevante en cuanto a volumen de agua requerida. La demanda total actual es consecuencia de las áreas de riego actuales según los registros del PCR del año 2010 proporcionado por la ALA-BAP, asimismo se ha verificado las áreas bajo riego con los padrones de usuarios de algunos comités de riego proporcionado por los mismos usuarios.

Es necesario indicar que no se tiene información suficiente de las magnitudes de área bajo riego potencial, motivo por el cual no fue posible estimar la demanda hídrica correspondiente a un escenario futuro. Solamente se ha calculado la demanda hídrica para el área bajo riego actual.

Las demandas hídricas se localizan en cada una de las subcuencas y la cantidad de usuarios varía con la densidad poblacional de cada cuenca. En el área de estudio existen comités y comisiones de regantes, y cuya área bajo riego está definida por el canal principal de captación de agua superficial.

En la Tabla N° 10.1 se muestra el área bajo riego total por cada subcuenca, superficie para la cual se ha determinado la demanda hídrica.

Tabla N° 10.1
Bloques de Riego por subcuenca – Demanda Hídrica

Nº	SUBCUENCA	Nº USUARIOS	Nº BLOQUES	AREA BAJO RIEGO (HA)
1	CHICHA	2881	3	2058.53
2	CHINCHEROS	715	8	354.91
3	CHUMBAO	4369	34	2608.48
4	HUACCANA	295	3	209.10
5	HUANCARAY	587	3	381.18
6	KISHUARA	2314	19	1005.19
7	PACUCHA	1168	8	437.86
8	PULLCAY	43	1	49.90
9	SUYRORUYOCC	438	3	212.96
TOTAL		12,810	82	7318.11

3. BALANCE HÍDRICO A NIVEL DE CAUCES DE ESCORRENTÍA

Con la oferta y demandas hídricas determinadas se ha elaborado el balance hídrico a nivel de cauces de escorrentía en cada unidad hidrográfica del área de estudio. El procedimiento de cálculo adoptado para elaborar el balance hídrico en cada unidad hidrográfica fue la siguiente:

1. Se ha elaborado un esquema hidrográfico, donde se detalla los elementos hidrográficos más relevantes de una unidad hidrográfica; apreciándose el origen de la fuente de agua superficial en forma de área de drenaje (cuenca de drenaje de cabecera) o cuerpos de almacenamiento (lagunas), asimismo los principales cauces de escorrentía y la ubicación de los puntos de demanda hídrica.
2. En base a la ubicación espacial de los puntos de captación de agua superficial se ha identificado los cauces naturales de escorrentía donde es necesaria elaborar el balance hídrico. El balance hídrico se ha elaborado empezando desde las partes altas de cada unidad hidrográfica, avanzando hacia aguas abajo en forma sucesiva con los saldos de disponibilidad hídrica hasta llegar al punto de afluencia de la unidad hidrográfica.
3. La demanda hídrica se ha determinado a nivel de bloques de riego, los cuales representan al área bajo riego de un comité de riego. La ubicación de los puntos de captación de agua superficial con fines agrarios, según los trabajos de campo realizados están dispersos en toda el área de estudio.
4. La oferta hídrica se ha determinado en las cabeceras de área bajo riego; esta oferta hídrica corresponde al área de drenaje hasta el punto de captación de agua en el cauce de escorrentía natural. Los caudales medios mensuales determinados como oferta hídrica corresponde al caudal medio cuya persistencia es del 75%. Asimismo con fines de acumular la escorrentía proveniente de todos los cauces de la cuenca se ha determinado la oferta hídrica de todos los cauces que aportan escorrentía al cauce principal de drenaje de la cuenca.
5. Utilizando la oferta hídrica y las demandas hídricas se ha elaborado una distribución de agua a nivel mensual en el entorno de un cauce de escorrentía donde se ha identificado la demanda hídrica de bloques de riego.

En términos generales en la mayor parte de la subcuencas y asimismo en los cauces principales donde se ha realizado el balance hídrico, no existe déficit significativo de agua; aunque el déficit en la época de estiaje se podría remediar con la implementación de afianzamiento hídrico en la cabecera de las subcuencas.

Seguidamente se muestra los resultados de la disponibilidad hídrica por cada unidad hidrográfica del área de estudio.

3.1. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHUMBAO

3.1.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente básicamente a 4 lagunas (Antacocha, Pacococha, Huachococha y Ccoricocha) existentes en la cabecera de la cuenca. La confluencia de escorrentía procedente de las 4 lagunas da origen al río Chumbao. Ver Figura N° 10.1, esquema hidrográfico.

Aguas abajo el Chumbao recibe aportes de escorrentía natural de los ríos Uchuyran, Huinton, Ccochahuaycco y Ocobamba.

3.1.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Chumbao se ha identificado 34 bloques de riego (Tabla N° 9.3a), ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.1.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.2 y la Figura N° 10.2 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Chumbao. De acuerdo al balance hídrico existe superávit hídrico durante todo el año.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.2 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.1
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chumbao

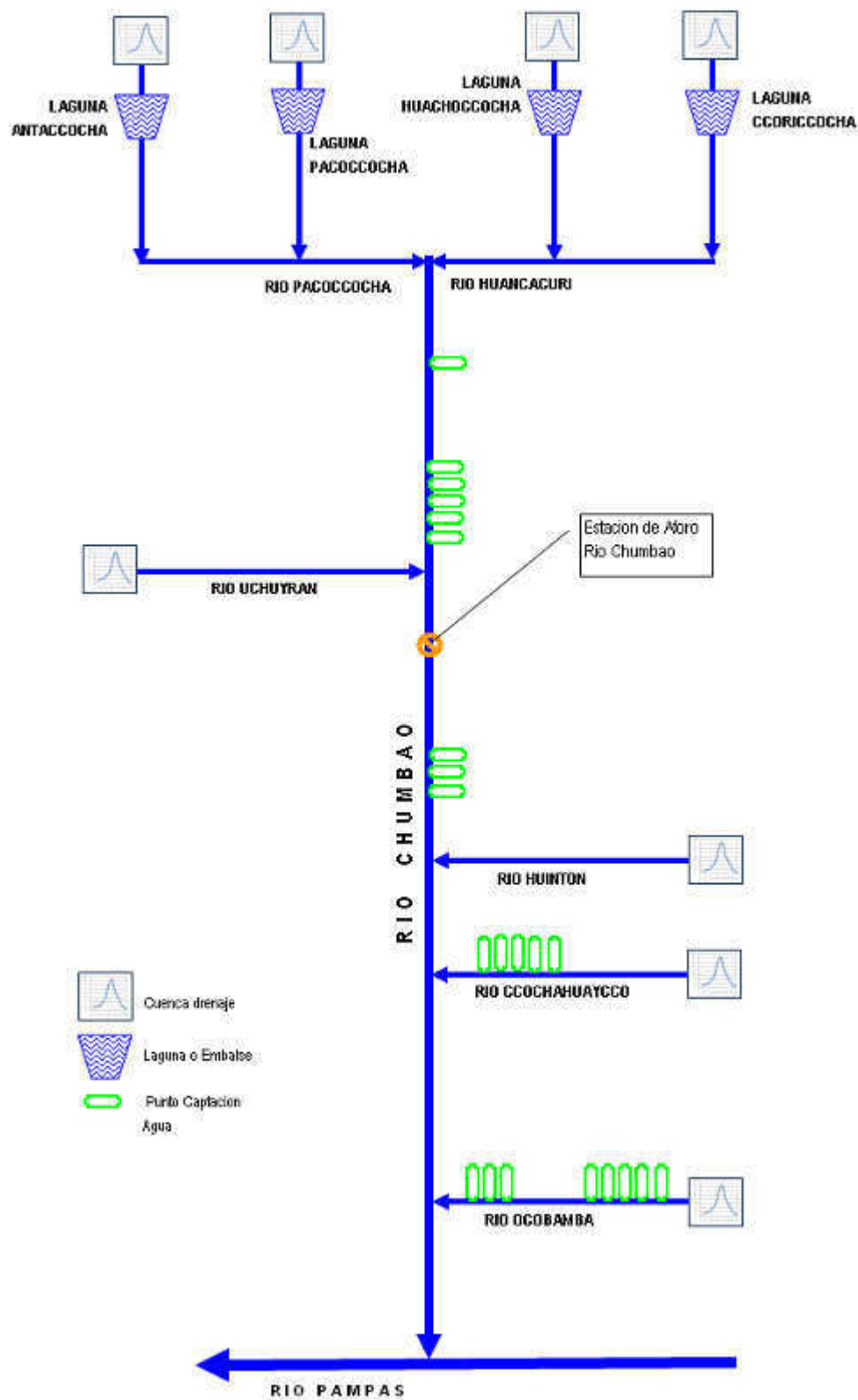


Tabla N° 10.2
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Chumbao

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA 75%	3.027	4.822	6.739	12.979	33.325	46.646	43.695	24.166	11.205	5.411	1.945	1.940	195.900
DEMANDA HIDRICA	1.385	1.809	3.565	0.687	0.000	0.000	0.000	0.071	0.279	0.409	0.213	0.709	9.126
DEMANDA ECOLOGICA	0.454	0.723	1.011	1.298	3.332	4.665	4.369	2.417	1.681	0.812	0.292	0.291	21.344
SUPERAVIT	1.188	2.290	2.163	10.994	29.992	41.982	39.325	21.679	9.245	4.191	1.441	0.940	165.430
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.2
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Chumbao

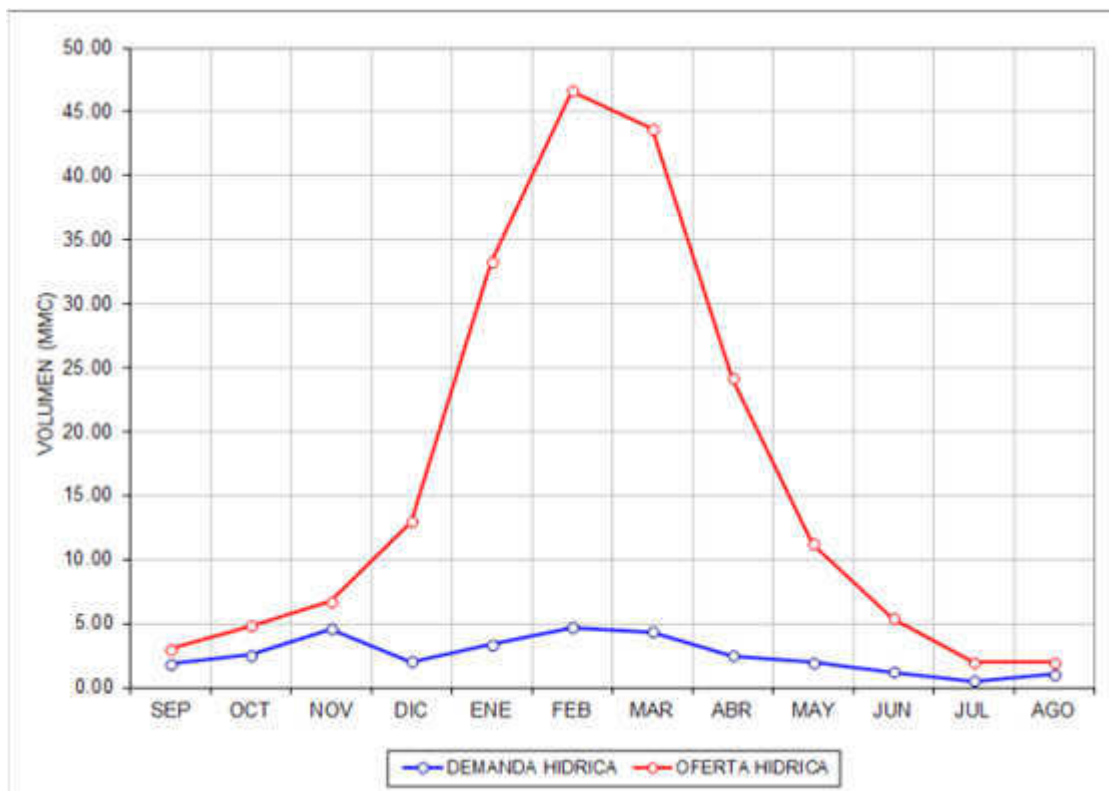


Tabla N° 10.3

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en cabecera de cuenca) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huachoccocha	0.433	0.488	0.341	0.174	0.080	0.056	0.044	0.046	0.050	0.058	0.091	0.278
Pacoccocha	0.220	0.300	0.236	0.170	0.104	0.067	0.042	0.038	0.040	0.041	0.058	0.138
Antacocha	0.063	0.099	0.114	0.042	0.015	0.008	0.005	0.006	0.011	0.015	0.019	0.034
Punto Captación 01	0.301	0.480	0.555	0.263	0.118	0.061	0.037	0.039	0.079	0.100	0.122	0.186

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	1.017	1.367	1.245	0.649	0.317	0.191	0.128	0.128	0.180	0.213	0.289	0.635	0.530
Demanda Ecológica (m3/s)	0.102	0.137	0.125	0.065	0.047	0.029	0.019	0.019	0.027	0.032	0.043	0.064	0.059
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.916	1.231	1.121	0.584	0.269	0.163	0.108	0.109	0.153	0.181	0.245	0.572	0.471

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.029	0.013	0.090	0.275	0.509	0.689	0.184	0.150
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.029	0.013	0.090	0.153	0.181	0.245	0.184	0.075
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	55.62	35.56	35.60	100.00	
Superávit (m3/s)	0.916	1.231	1.121	0.584	0.261	0.134	0.095	0.019	---	---	---	0.387	0.527
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	0.122	0.328	0.444	---	
Déficit (%)									44.38	64.44	64.40		

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.916	1.231	1.121	0.584	0.269	0.163	0.108	0.109	0.153	0.181	0.245	0.572	0.471
DH Chumbao Alto (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.013	0.078	0.205	0.339	0.396	0.097	0.095
DH Chumbao Alto Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.013	0.078	0.114	0.121	0.141	0.097	0.048
Saldo Oferta 1	0.916	1.231	1.121	0.584	0.269	0.147	0.095	0.031	0.039	0.060	0.105	0.475	0.423
DH Margen Derecha (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.157	0.232	0.066	0.042
DH Margen Derecha Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.027	0.056	0.083	0.066	0.019
Saldo Oferta 2	0.916	1.231	1.121	0.584	0.269	0.147	0.095	0.031	0.012	0.005	0.022	0.410	0.403
DH Pucapampa (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.000	0.004	0.008	0.006	0.030	0.011	0.006
DH Pucapampa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.000	0.004	0.005	0.002	0.011	0.011	0.003
Saldo Oferta 3	0.916	1.231	1.121	0.584	0.267	0.142	0.095	0.027	0.007	0.002	0.011	0.398	0.400
DH Bosque (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.004	0.001	0.001
DH Bosque Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000
Saldo Oferta 4	0.916	1.231	1.121	0.584	0.266	0.141	0.095	0.026	0.006	0.002	0.010	0.397	0.400
DH Layanpampa (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.004	0.002	0.001
DH Layanpampa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001
Saldo Oferta 5	0.916	1.231	1.121	0.584	0.266	0.140	0.095	0.025	0.005	0.002	0.009	0.395	0.399
DH Suylohuacca (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.002	0.001	0.006	0.002	0.001
DH Suylohuacca Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.002	0.002	0.001
Saldo Oferta 6	0.916	1.231	1.121	0.584	0.265	0.139	0.095	0.024	0.004	0.001	0.006	0.393	0.398
DH Totoral (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002	0.003	0.002	0.008	0.003	0.002
DH Totoral Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.002	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001
Saldo Oferta 7	0.916	1.231	1.121	0.584	0.264	0.137	0.095	0.022	0.002	0.001	0.003	0.390	0.397
DH Pushccota (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.003	0.004	0.002	0.009	0.003	0.002
DH Pushccota Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.000	0.003	0.002	0.001	0.003	0.003	0.001
Saldo Oferta 8	0.916	1.231	1.121	0.584	0.261	0.134	0.095	0.019	0.000	0.000	0.000	0.387	0.396

Tabla N° 10.4

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (aguas debajo de confluencia del río Uchuran) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Saldo Oferta 8	0.916	1.231	1.121	0.584	0.261	0.134	0.095	0.019	0.000	0.000	0.000	0.387
Rio Uchuyran	0.582	0.710	0.645	0.262	0.109	0.062	0.057	0.060	0.099	0.140	0.178	0.287

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	1.498	1.940	1.765	0.846	0.370	0.196	0.152	0.079	0.099	0.140	0.178	0.675	0.661
Demanda Ecológica (m3/s)	0.150	0.194	0.177	0.085	0.056	0.029	0.023	0.012	0.015	0.021	0.027	0.067	0.071
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.348	1.746	1.589	0.761	0.315	0.166	0.129	0.067	0.084	0.119	0.151	0.607	0.590

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.014	0.004	0.023	0.039	0.020	0.076	0.008	0.016
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.014	0.004	0.023	0.039	0.020	0.076	0.008	0.016
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.348	1.746	1.589	0.761	0.305	0.152	0.125	0.044	0.045	0.099	0.075	0.600	0.574
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.348	1.746	1.589	0.761	0.315	0.166	0.129	0.067	0.084	0.119	0.151	0.607	0.590
DH Calicanto (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.012	0.003	0.020	0.032	0.016	0.058	0.006	0.013
DH Calicanto Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.012	0.003	0.020	0.032	0.016	0.058	0.006	0.013
Saldo Oferta 1	1.348	1.746	1.589	0.761	0.305	0.154	0.126	0.047	0.052	0.103	0.093	0.601	0.577
DH Chacullimuyoc (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.007	0.004	0.018	0.001	0.003
DH Chacullimuyoc Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.007	0.004	0.018	0.001	0.003
Saldo Oferta 2	1.348	1.746	1.589	0.761	0.305	0.152	0.125	0.044	0.045	0.099	0.075	0.600	0.574

Tabla N° 10.5

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Cauce del río Huayau Alto) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Huayau Alto	0.235	0.297	0.302	0.166	0.082	0.047	0.032	0.033	0.045	0.059	0.077	0.123

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	0.235	0.297	0.302	0.166	0.082	0.047	0.032	0.033	0.045	0.059	0.077	0.123	0.125
Demanda Ecológica (m3/s)	0.024	0.030	0.030	0.017	0.012	0.007	0.005	0.005	0.007	0.009	0.012	0.012	0.014
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.212	0.267	0.272	0.150	0.070	0.040	0.027	0.028	0.038	0.050	0.065	0.111	0.111

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.016	0.034	0.046	0.020	0.072	0.121	0.081	0.332	0.020	0.062
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.016	0.034	0.040	0.020	0.028	0.038	0.050	0.065	0.020	0.026
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	85.62	100.00	38.75	31.62	61.55	19.66	100.00	
Superávit (m3/s)	0.212	0.267	0.272	0.133	0.036	---	0.007	---	---	---	---	0.091	0.145
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	0.007	---	0.044	0.083	0.031	0.267	---	
Déficit (%)						14.38		61.25	68.38	38.45	80.34		

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.212	0.267	0.272	0.150	0.070	0.040	0.027	0.028	0.038	0.050	0.065	0.111	0.111
DH Ahucarpa Baja (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001
DH Ahucarpa Baja Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Saldo Oferta 1	0.212	0.267	0.272	0.150	0.069	0.039	0.027	0.028	0.038	0.049	0.065	0.111	0.110
DH Ccompicancha Alta (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.011	0.025	0.019	0.056	0.003	0.010
DH Ccompicancha Alta Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.004	0.008	0.012	0.011	0.003	0.004
Saldo Oferta 2	0.212	0.267	0.272	0.150	0.069	0.037	0.025	0.023	0.030	0.037	0.054	0.107	0.107
DH Ccompicancha Baja (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.006	0.018	0.002	0.003
DH Ccompicancha Baja Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.004	0.004	0.002	0.001
Saldo Oferta 3	0.212	0.267	0.272	0.150	0.069	0.036	0.024	0.023	0.028	0.034	0.050	0.105	0.106
DH Rumi Rumi Ccapaccalla (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.004
DH Rumi Rumi Ccapaccalla Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.001
Saldo Oferta 4	0.212	0.267	0.272	0.150	0.069	0.036	0.024	0.023	0.028	0.034	0.041	0.105	0.105
DH Tukuraccra Los Angeles (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.007	0.008	0.012	0.003	0.003	0.010	0.019	0.051	0.000	0.009
DH Tukuraccra Los Angeles Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.010	0.003	0.001	0.003	0.011	0.010	0.000	0.004
Saldo Oferta 5	0.212	0.267	0.272	0.150	0.062	0.026	0.022	0.022	0.025	0.022	0.031	0.105	0.101
DH Cuncatata (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.010	0.013	0.005	0.020	0.029	0.013	0.061	0.006	0.013
DH Cuncatata Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.011	0.005	0.008	0.009	0.008	0.012	0.006	0.006
Saldo Oferta 6	0.212	0.267	0.272	0.150	0.052	0.015	0.016	0.014	0.016	0.014	0.019	0.100	0.096
DH Huayau Alto (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002	0.000	0.004	0.009	0.006	0.032	0.005	0.005
DH Huayau Alto Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.003	0.004	0.006	0.005	0.002
Saldo Oferta 7	0.212	0.267	0.272	0.150	0.052	0.014	0.016	0.013	0.013	0.010	0.012	0.094	0.094
DH Huayau Bajo (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.005	0.001	0.009	0.016	0.008	0.031	0.003	0.006
DH Huayau Bajo Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.001	0.004	0.005	0.005	0.006	0.003	0.003
Saldo Oferta 8	0.212	0.267	0.272	0.150	0.049	0.010	0.015	0.009	0.008	0.005	0.006	0.091	0.091
DH Ccewarpampa (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.007	0.003	0.011	0.012	0.002	0.015	0.000	0.005
DH Ccewarpampa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.006	0.003	0.004	0.004	0.001	0.003	0.000	0.002
Saldo Oferta 9	0.212	0.267	0.272	0.150	0.042	0.004	0.012	0.005	0.004	0.004	0.003	0.091	0.089
DH Aranjuez Ccollpa (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.006	0.004	0.005	0.012	0.014	0.007	0.018	0.000	0.006
DH Aranjuez Ccollpa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.004	0.005	0.005	0.004	0.004	0.003	0.000	0.003
Saldo Oferta 10	0.212	0.267	0.272	0.150	0.036	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.086

Tabla N° 10.6

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en Captación Canal Cuntipata) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Saldo Oferta 2	1.348	1.746	1.589	0.761	0.305	0.152	0.125	0.044	0.045	0.099	0.075	0.600
Saldo Oferta 10	0.212	0.267	0.272	0.150	0.036	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091
Rio Huinton	0.803	1.101	0.919	0.412	0.190	0.114	0.072	0.073	0.091	0.169	0.170	0.346
Rio Ccochahuaycco	1.627	2.239	1.744	0.599	0.243	0.144	0.110	0.121	0.171	0.325	0.329	0.736
TOTAL	3.989	5.353	4.524	1.921	0.774	0.410	0.315	0.237	0.307	0.593	0.574	1.772

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	3.989	5.353	4.524	1.921	0.774	0.410	0.315	0.237	0.307	0.593	0.574	1.772	1.731
Demanda Ecológica (m3/s)	0.399	0.535	0.452	0.192	0.116	0.062	0.047	0.036	0.046	0.089	0.086	0.177	0.186
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	3.590	4.818	4.071	1.729	0.658	0.349	0.267	0.202	0.261	0.504	0.488	1.595	1.544

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011	0.011	0.005	0.017	0.020	0.004	0.032	0.002	0.009
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011	0.011	0.005	0.017	0.020	0.004	0.032	0.002	0.009
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Superávit (m3/s)	3.590	4.818	4.071	1.727	0.647	0.337	0.263	0.185	0.241	0.500	0.456	1.593	1.536
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Déficit (%)													

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	3.590	4.818	4.071	1.729	0.658	0.349	0.267	0.202	0.261	0.504	0.488	1.595	1.544
DH Cuntipata (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001
DH Cuntipata Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.003	0.000	0.001
Saldo Oferta 1	3.590	4.818	4.071	1.729	0.657	0.348	0.267	0.201	0.260	0.503	0.485	1.595	1.544

Tabla N° 10.7

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en Captación Canal La Bandera) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
La Bandera	0.024	0.036	0.043	0.022	0.010	0.004	0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.007

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	0.024	0.036	0.043	0.022	0.010	0.004	0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.007	0.013
Demanda Ecológica (m3/s)	0.002	0.004	0.004	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.022	0.032	0.039	0.020	0.009	0.003	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.006	0.011

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.020	0.008	0.003
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.006	0.001
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	43.50	16.62	78.18	
Superávit (m3/s)	0.022	0.032	0.039	0.020	0.009	0.003	---	---	0.001	---	---	---	0.018
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.002	0.017	0.002	
Déficit (%)										56.50	83.38	21.82	

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.022	0.032	0.039	0.020	0.009	0.003	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.006	0.011
DH La Bandera (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.020	0.008	0.003
DH La Bandera Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.006	0.001
Saldo Oferta 1	0.022	0.032	0.039	0.020	0.009	0.003	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.010

Tabla N° 10.8

Balance Hídrico a nivel de cauces de esorrentía (en cauce río Rangracancha) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Santa Rosa Tacsana	1.402	1.974	2.395	1.136	0.500	0.180	0.010	0.014	0.078	0.113	0.253	0.401
Carhuayacu Alto	1.062	1.413	1.656	0.711	0.287	0.103	0.016	0.039	0.079	0.116	0.201	0.285
TOTAL	2.464	3.386	4.051	1.847	0.787	0.282	0.026	0.053	0.157	0.229	0.453	0.686

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	1.424	2.006	2.434	1.156	0.508	0.183	0.010	0.014	0.078	0.113	0.253	0.401	0.715
Demanda Ecológica (m3/s)	0.142	0.201	0.243	0.116	0.076	0.027	0.002	0.002	0.012	0.017	0.038	0.040	0.076
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.281	1.805	2.190	1.040	0.432	0.155	0.009	0.012	0.067	0.096	0.215	0.361	0.639

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.004	0.005	0.007	0.012	0.071	0.012	0.010
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.008	0.004	0.005	0.007	0.012	0.071	0.012	0.010
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.281	1.805	2.190	1.039	0.428	0.148	0.004	0.007	0.059	0.084	0.144	0.349	0.628
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.281	1.805	2.190	1.040	0.432	0.155	0.009	0.012	0.067	0.096	0.215	0.361	0.639
DH Sta Rosa Tacsana (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.018	0.006	0.002
DH Sta Rosa Tacsana Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.018	0.006	0.002
Saldo Oferta 2	1.281	1.805	2.190	1.040	0.432	0.155	0.009	0.012	0.067	0.094	0.197	0.355	0.637
DH San Martin (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
DH San Martin Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
Saldo Oferta 3	1.281	1.805	2.190	1.040	0.432	0.155	0.009	0.012	0.067	0.094	0.194	0.355	0.636
DH Ccoñec Mollebamba (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009	0.003	0.001
DH Ccoñec Mollebamba Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.009	0.003	0.001
Saldo Oferta 4 + Oferta Carhuayacu Alto	2.343	3.218	3.847	1.751	0.719	0.258	0.024	0.051	0.146	0.208	0.385	0.637	1.132
DH Carhuayacu Alto (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.003	0.005	0.036	0.003	0.004
DH Carhuayacu Alto Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.036	0.003	0.004
Saldo Oferta 5	2.343	3.218	3.847	1.751	0.719	0.258	0.024	0.051	0.146	0.203	0.348	0.634	1.128
DH Carhuayacu Bajo (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.003	0.004	0.000	0.002
DH Carhuayacu Bajo Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.001
Saldo Oferta 6	2.343	3.218	3.847	1.751	0.719	0.258	0.024	0.051	0.146	0.200	0.344	0.634	1.128

Tabla N° 10.9

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en captación Capullicarca) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Ccapullicarca	0.120	0.166	0.200	0.092	0.040	0.014	0.001	0.002	0.008	0.011	0.022	0.034	

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	0.120	0.166	0.200	0.092	0.040	0.014	0.001	0.002	0.008	0.011	0.022	0.034	0.059
Demanda Ecológica (m3/s)	0.012	0.017	0.020	0.009	0.006	0.002	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.003	0.006
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.108	0.149	0.180	0.083	0.034	0.012	0.001	0.002	0.006	0.009	0.019	0.031	0.053

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.003	0.022	0.008	0.003
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.003	0.019	0.008	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	85.07	100.00	
Superávit (m3/s)	0.108	0.149	0.180	0.083	0.034	0.010	0.001	0.001	0.002	0.006	---	0.023	0.054
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.003	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.108	0.149	0.180	0.083	0.034	0.012	0.001	0.002	0.006	0.009	0.019	0.031	0.053
DH Ccapullicarca (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.003	0.022	0.008	0.003
DH Ccapullicarca Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.005	0.003	0.019	0.008	0.003
Saldo Oferta 1	0.108	0.149	0.180	0.083	0.034	0.010	0.001	0.001	0.002	0.006	0.000	0.023	0.050

Tabla N° 10.10

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en captación Mitobamba) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Mitobamba	0.388	0.576	0.698	0.356	0.165	0.062	0.002	0.000	0.012	0.025	0.061	0.113	

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	0.496	0.725	0.878	0.439	0.199	0.072	0.002	0.001	0.014	0.031	0.061	0.136	0.254
Demanda Ecológica (m3/s)	0.050	0.072	0.088	0.044	0.030	0.011	0.000	0.000	0.002	0.005	0.009	0.014	0.027
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.446	0.652	0.790	0.395	0.169	0.061	0.002	0.001	0.012	0.026	0.052	0.122	0.227

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.010	0.009	0.009	0.007	0.004	0.001	0.000	0.004
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.010	0.002	0.001	0.007	0.004	0.001	0.000	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	21.49	5.32	100.00	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.446	0.652	0.790	0.392	0.160	0.051	---	---	0.005	0.022	0.050	0.122	0.269
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	0.007	0.009	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.446	0.652	0.790	0.395	0.169	0.061	0.002	0.001	0.012	0.026	0.052	0.122	0.227
DH Mitobamba (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.010	0.009	0.009	0.007	0.004	0.001	0.000	0.004
DH Mitobamba Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.003	0.009	0.010	0.002	0.001	0.007	0.004	0.001	0.000	0.003
Saldo Oferta 2	0.446	0.652	0.790	0.392	0.160	0.051	0.000	0.000	0.005	0.022	0.050	0.122	0.224

Tabla N° 10.11

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en captación Edén Socos) – Cuenca del río Chumbao

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Eden Soccos	0.520	0.722	0.868	0.404	0.173	0.062	0.005	0.011	0.031	0.047	0.096	0.147

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	0.966	1.374	1.658	0.796	0.333	0.113	0.005	0.011	0.036	0.069	0.146	0.268	0.481
Demanda Ecológica (m3/s)	0.097	0.137	0.166	0.080	0.050	0.017	0.001	0.002	0.005	0.010	0.022	0.027	0.051
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.870	1.237	1.492	0.716	0.283	0.096	0.004	0.009	0.031	0.059	0.124	0.242	0.430

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.020	0.016	0.021	0.019	0.018	0.024	0.000	0.011
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.020	0.004	0.009	0.019	0.018	0.024	0.000	0.009
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	24.54	43.47	100.00	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.870	1.237	1.492	0.715	0.268	0.076	---	---	0.012	0.040	0.100	0.242	0.505
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	0.012	0.012	---	---	---	---	
Déficit (%)							75.46	56.53					

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.870	1.237	1.492	0.716	0.283	0.096	0.004	0.009	0.031	0.059	0.124	0.242	0.430
DH Eden Socos (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.020	0.016	0.021	0.019	0.018	0.024	0.000	0.011
DH Eden Socos Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.015	0.020	0.004	0.009	0.019	0.018	0.024	0.000	0.009
Saldo Oferta 3	0.870	1.237	1.492	0.715	0.268	0.076	0.000	0.000	0.012	0.040	0.100	0.242	0.421

3.2. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHINCHEROS

3.2.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a pequeñas lagunas existentes en la cabecera de la cuenca. La confluencia de las quebradas Santa Rosa, Soraya Huayjo y Paccha, ubicados en la cabecera de la cuenca dan origen al río Chincheros. Ver Figura N° 10.3, esquema hidrográfico.

Aguas abajo el río Chincheros recibe aportes de escorrentía natural de los ríos Lambramayo y Ccatunhuaycco.

3.2.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Chincheros se ha identificado 8 bloques de riego (Tabla N° 9.3c), ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.2.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.12 y la Figura N° 10.4 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Chincheros. De acuerdo al balance hídrico no existe déficit hídrico.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.13 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.3
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Chincheros

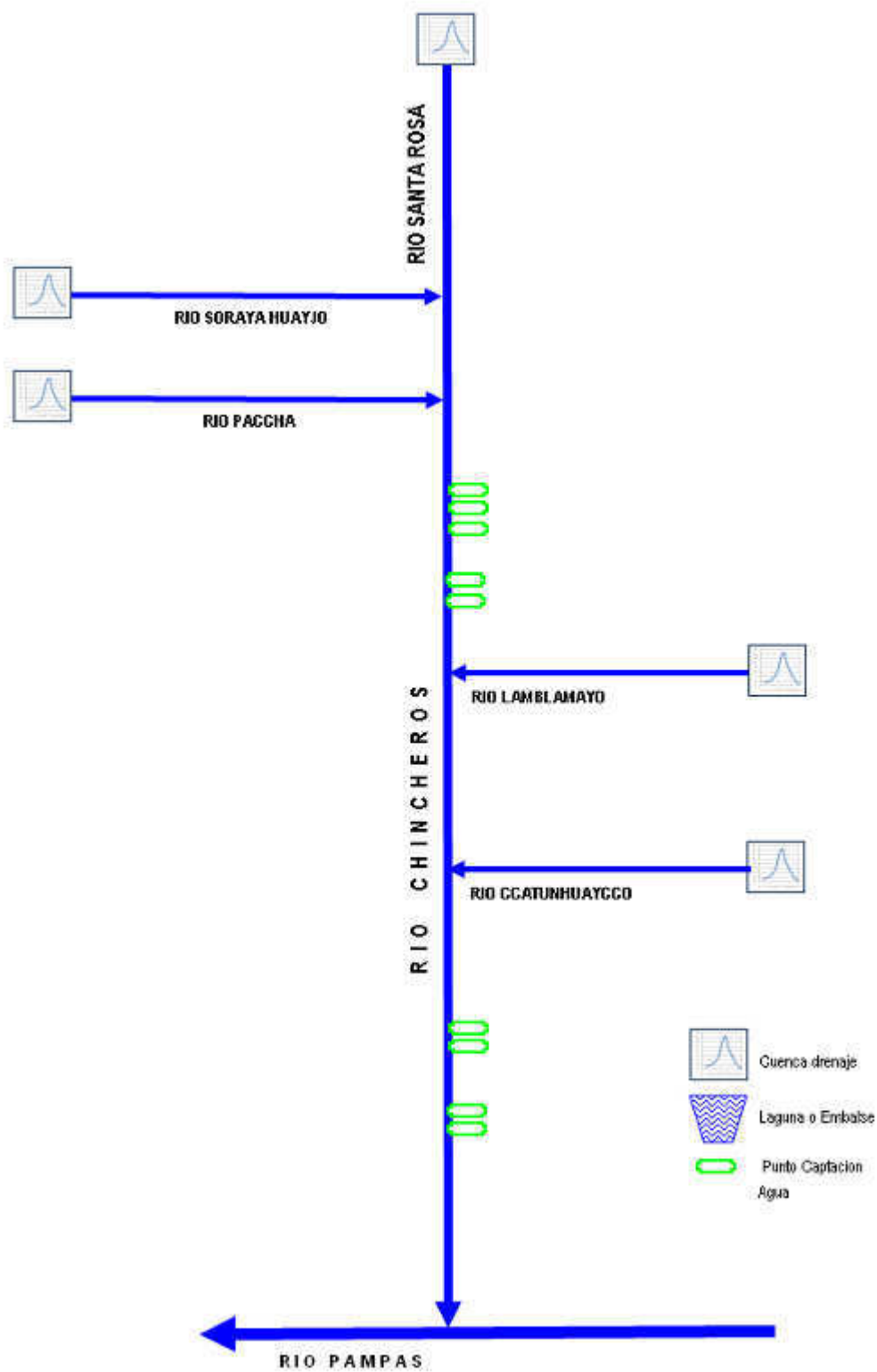


Tabla N° 10.12
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Chincheros

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA 75%	0.968	1.355	2.003	4.833	9.611	13.384	12.407	8.042	4.104	2.128	0.770	0.655	60.261
DEMANDA HIDRICA	0.231	0.262	0.243	0.035	0.000	0.000	0.000	0.172	0.236	0.241	0.202	0.322	1.943
DEMANDA ECOLOGICA	0.145	0.203	0.300	0.483	0.961	1.338	1.241	0.804	0.616	0.319	0.116	0.098	6.625
SUPERAVIT	0.592	0.890	1.459	4.315	8.650	12.046	11.167	7.066	3.252	1.568	0.453	0.235	51.693
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.4
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Chincheros

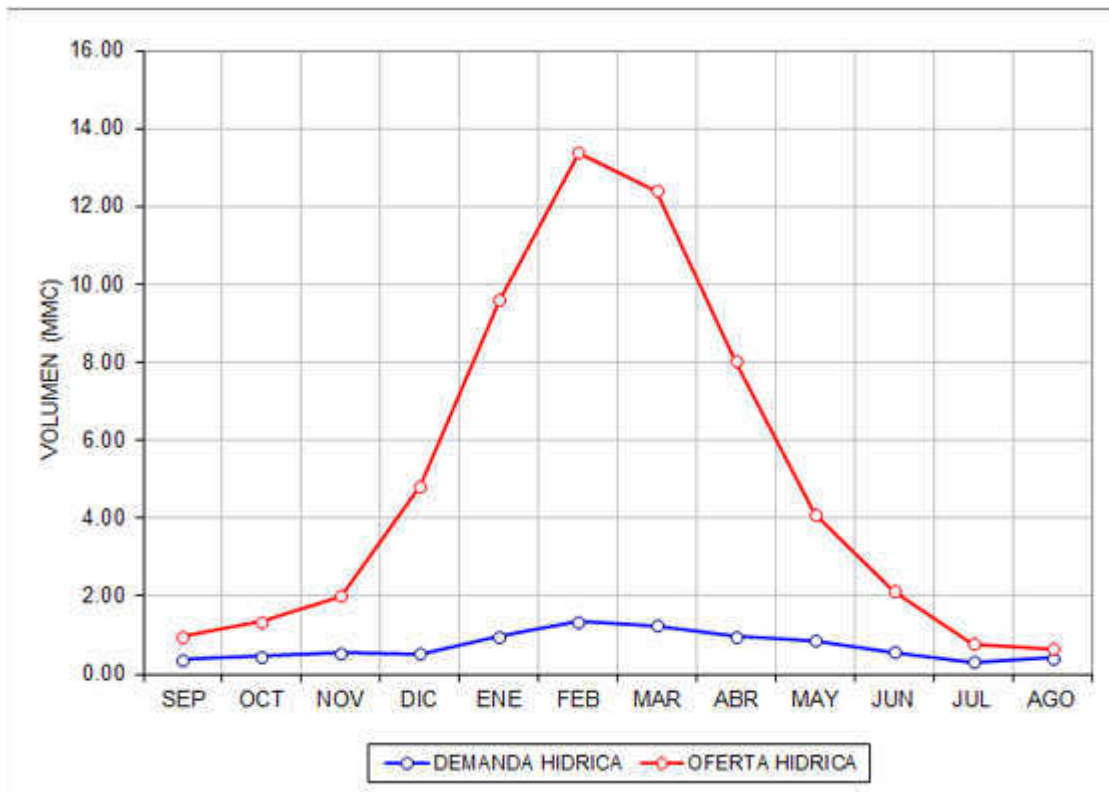


Tabla N° 10.13

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en 1ra captación de cabecera de cuenca) – Cuenca del río Chincheros

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC01)	1.722	2.528	2.731	1.557	0.800	0.351	0.067	0.031	0.104	0.150	0.252	0.570
Aporte Cabecera de riego (PC02)	1.605	2.153	2.066	1.218	0.654	0.359	0.186	0.175	0.215	0.315	0.418	1.108
Aporte resto Cuenca	0.262	0.316	0.333	0.228	0.129	0.085	0.044	0.039	0.043	0.058	0.078	0.187

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chincheros (m3/s)	1.722	2.528	2.731	1.557	0.800	0.351	0.067	0.031	0.104	0.150	0.252	0.570	0.905
Demanda Ecológica (m3/s)	0.172	0.253	0.273	0.156	0.120	0.053	0.010	0.005	0.016	0.022	0.038	0.057	0.098
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.550	2.275	2.458	1.401	0.680	0.299	0.057	0.027	0.089	0.127	0.214	0.513	0.807

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.004	0.003	0.000	0.003	0.014	0.000	0.003
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.006	0.004	0.003	0.000	0.003	0.014	0.000	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	1.550	2.275	2.458	1.400	0.677	0.293	0.053	0.023	0.089	0.124	0.201	0.513	0.805
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.550	2.275	2.458	1.401	0.680	0.299	0.057	0.027	0.089	0.127	0.214	0.513	0.807
DH Huancamarca (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DH Huancamarca Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Saldo Oferta 1	1.550	2.275	2.458	1.401	0.680	0.299	0.057	0.027	0.089	0.127	0.214	0.513	0.807
DH Vinobamba (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.004	0.003	0.003	0.000	0.002	0.003	0.000	0.002
DH Vinobamba Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.003	0.003	0.000	0.002	0.003	0.000	0.002
Saldo Oferta 2	1.550	2.275	2.458	1.401	0.677	0.294	0.054	0.023	0.089	0.125	0.211	0.513	0.806
DH Tejahuasi I (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001
DH Tejahuasi I Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.000	0.001
Saldo Oferta 3	1.550	2.275	2.458	1.401	0.677	0.294	0.054	0.023	0.089	0.125	0.206	0.513	0.805
DH Tejahuasi II (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001
DH Tejahuasi II Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.001
Saldo Oferta 4	1.550	2.275	2.458	1.401	0.677	0.293	0.053	0.023	0.089	0.124	0.201	0.513	0.805

Tabla N° 10.14

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en 2da captación de cuenca media) – Cuenca del río Chincheros

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC02)	1.605	2.153	2.066	1.218	0.654	0.359	0.186	0.175	0.215	0.315	0.418	1.108

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Chumbao (m3/s)	3.154	4.428	4.523	2.619	1.331	0.652	0.239	0.198	0.303	0.440	0.619	1.621	1.677
Demanda Ecológica (m3/s)	0.315	0.443	0.452	0.262	0.200	0.098	0.036	0.030	0.045	0.066	0.093	0.162	0.183
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.839	3.985	4.071	2.357	1.131	0.554	0.204	0.168	0.258	0.374	0.526	1.459	1.494

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.065	0.085	0.087	0.072	0.117	0.089	0.095	0.080	0.013	0.059
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.065	0.085	0.087	0.072	0.117	0.089	0.095	0.080	0.013	0.059
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	2.839	3.985	4.071	2.292	1.046	0.466	0.132	0.052	0.169	0.279	0.446	1.446	1.435
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.839	3.985	4.071	2.357	1.131	0.554	0.204	0.168	0.258	0.374	0.526	1.459	1.494
DH Quichque (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.004	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.000	0.002
DH Quichque Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.003	0.004	0.002	0.003	0.002	0.000	0.002
Saldo Oferta 1	2.839	3.985	4.071	2.357	1.128	0.550	0.201	0.165	0.256	0.371	0.523	1.459	1.492
DH Santa Fe (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.006	0.011	0.013	0.009	0.011	0.003	0.010	0.009	0.000	0.006
DH Santa Fe Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.013	0.009	0.011	0.003	0.010	0.009	0.000	0.005
Saldo Oferta 2	2.839	3.985	4.071	2.357	1.117	0.538	0.192	0.154	0.253	0.360	0.514	1.459	1.487
DH Luis Nada (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.014	0.018	0.018	0.015	0.026	0.021	0.021	0.017	0.003	0.013
DH Luis Nada Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.018	0.015	0.026	0.021	0.021	0.017	0.003	0.012
Saldo Oferta 3	2.839	3.985	4.071	2.357	1.099	0.520	0.177	0.128	0.232	0.340	0.497	1.455	1.475
DH Solanaqui (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.043	0.053	0.053	0.045	0.076	0.063	0.061	0.051	0.010	0.038
DH Solanaqui Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.053	0.045	0.076	0.063	0.061	0.051	0.010	0.034
Saldo Oferta 4	2.839	3.985	4.071	2.357	1.046	0.466	0.132	0.052	0.169	0.279	0.446	1.446	1.441

3.3. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA PACUCHA

3.3.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a tres lagunas (Parco, Chinquillay y Peruanoccocha) existentes en la cabecera de la cuenca. La confluencia de los ríos Parccomayo y Chaquicancha, ubicados en la cabecera de la cuenca da origen al río Pacucha. Ver Figura N° 10.5, esquema hidrográfico.

Aguas abajo el río Pacucha recibe aportes de escorrentía natural de los ríos Argama y Collca. En la parte media de esta cuenca se localiza la laguna Pacucha cuya superficie es de 7.28 Km², que representa una de las grandes reservas de agua en la región.

3.3.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Pacucha se ha identificado 8 bloques de riego, ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.3.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.15 y la Figura N° 10.6 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Pacucha. De acuerdo al balance hídrico existe superávit hídrico durante todo el año.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.16 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.5
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Pacucha

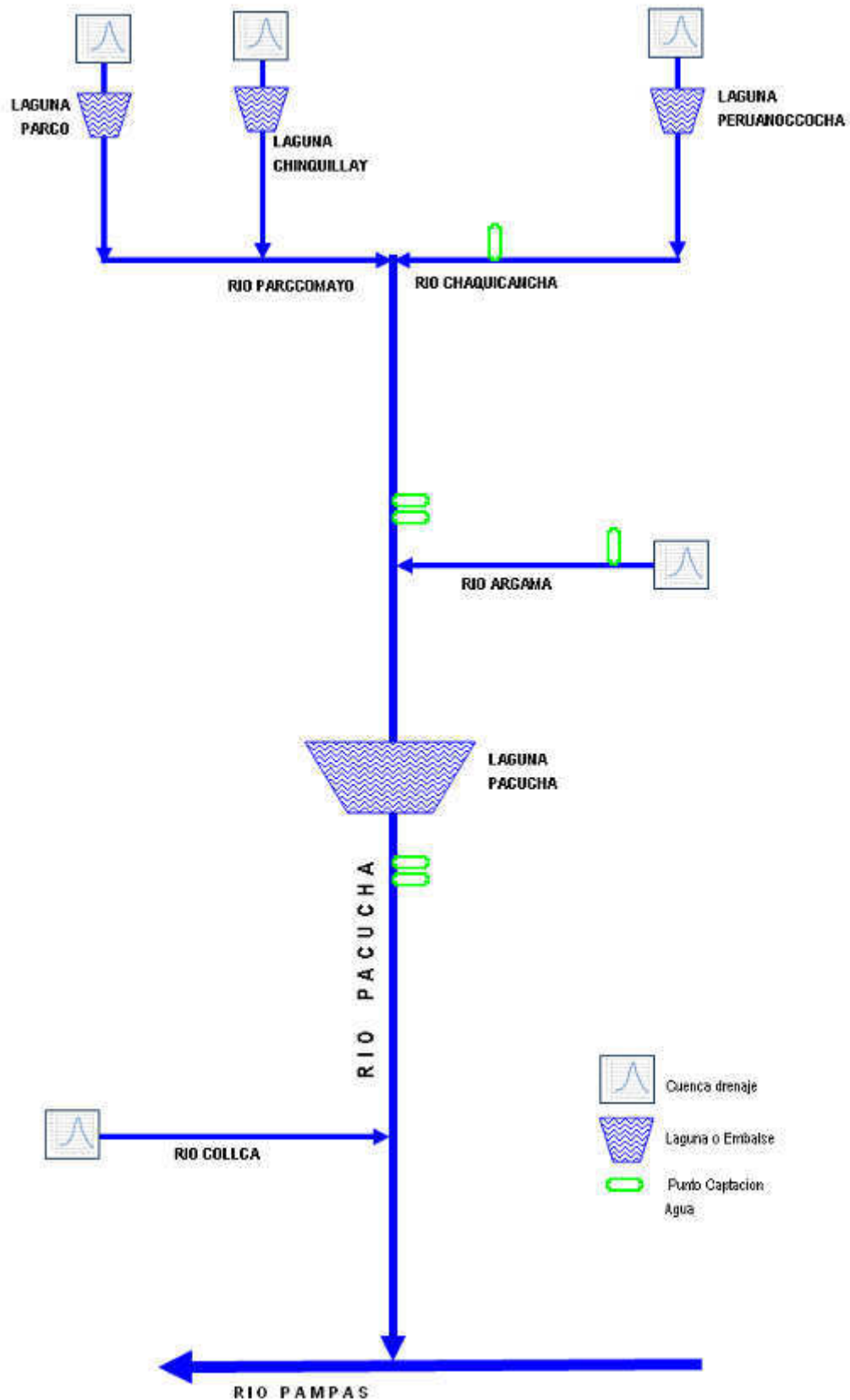


Tabla N° 10.15
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Pacucha

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA 75%	0.491	0.795	1.212	2.186	4.794	7.110	6.777	4.741	2.565	1.329	0.437	0.318	32.755
DEMANDA HIDRICA	0.070	0.151	0.171	0.030	0.000	0.000	0.000	0.026	0.063	0.075	0.080	0.064	0.730
DEMANDA ECOLOGICA	0.074	0.119	0.182	0.219	0.479	0.711	0.678	0.474	0.385	0.199	0.066	0.048	3.633
SUPERAVIT	0.347	0.525	0.859	1.937	4.314	6.399	6.100	4.242	2.117	1.055	0.292	0.206	28.393
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.6
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Pacucha

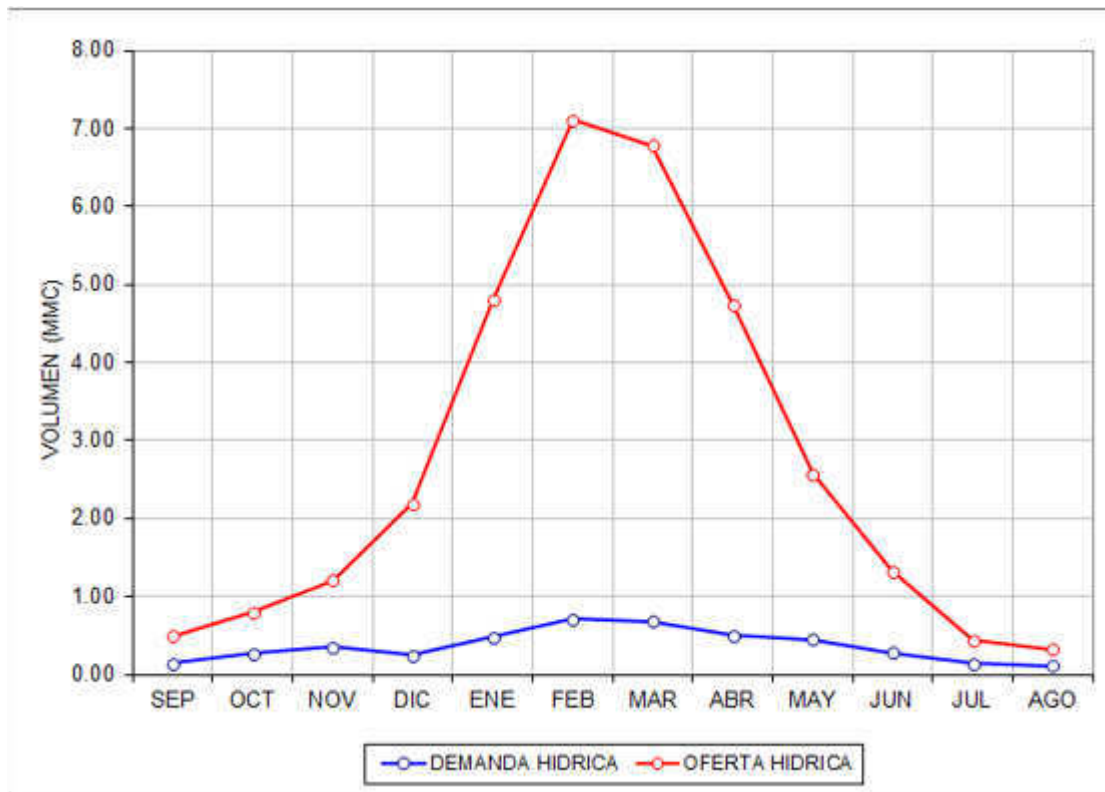


Tabla N° 10.16

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en 1ra captación cabecera cuenca) – Cuenca del río Pacucha

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Ancatira)	0.100	0.172	0.204	0.110	0.054	0.028	0.012	0.011	0.025	0.033	0.041	0.065

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Ancatira (m3/s)	0.100	0.172	0.204	0.110	0.054	0.028	0.012	0.011	0.025	0.033	0.041	0.065	0.071
Demanda Ecológica (m3/s)	0.010	0.017	0.020	0.011	0.008	0.004	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.006	0.008
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.090	0.154	0.184	0.099	0.046	0.024	0.010	0.009	0.021	0.028	0.035	0.058	0.063

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.010	0.023	0.029	0.030	0.024	0.027	0.047	0.025	0.000	0.018
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.010	0.023	0.024	0.010	0.009	0.021	0.028	0.025	0.000	0.012
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	81.26	32.86	39.03	77.90	60.16	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.090	0.154	0.184	0.089	0.022	---	---	---	---	---	0.010	0.058	0.087
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	0.005	0.020	0.015	0.006	0.019	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.090	0.154	0.184	0.099	0.046	0.024	0.010	0.009	0.021	0.028	0.035	0.058	0.063
DH Ancatira (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.010	0.023	0.029	0.030	0.024	0.027	0.047	0.025	0.000	0.018
DH Ancatira Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.024	0.010	0.009	0.021	0.028	0.025	0.000	0.012
Saldo Oferta 1	0.413	0.734	0.905	0.533	0.259	0.118	0.006	0.000	0.024	0.048	0.083	0.230	0.279
DH Putca (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DH Putca Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Saldo Oferta 2	0.413	0.734	0.905	0.533	0.259	0.118	0.006	0.000	0.024	0.048	0.083	0.230	0.279
DH Manzanapata (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
DH Manzanapata Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000
Saldo Oferta 3	0.413	0.734	0.905	0.533	0.259	0.118	0.006	0.000	0.024	0.048	0.081	0.230	0.279
DH Argama Alta (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.001
DH Argama Alta Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.001
Saldo Oferta 4	0.413	0.734	0.905	0.533	0.259	0.118	0.006	0.000	0.024	0.048	0.073	0.230	0.279

Tabla N° 10.17

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en captación Champaccocha Alta) – Cuenca del río Pacucha

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Champaccocha alta)	0.031	0.045	0.042	0.029	0.017	0.009	0.004	0.002	0.001	0.002	0.005	0.010

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Champaccocha alta (m3/s)	0.031	0.045	0.042	0.029	0.017	0.009	0.004	0.002	0.001	0.002	0.005	0.010	0.016
Demanda Ecológica (m3/s)	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.028	0.040	0.037	0.026	0.014	0.008	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.009	0.014

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.001	0.001
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.001	0.001
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	0.028	0.040	0.037	0.026	0.014	0.008	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.008	0.014
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.028	0.040	0.037	0.026	0.014	0.008	0.003	0.002	0.001	0.002	0.004	0.009	0.014
DH PC Champaccocha alta (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.001	0.001
DH PC Champaccocha alta Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.004	0.001	0.001
Saldo Oferta 1	0.028	0.040	0.037	0.026	0.014	0.008	0.003	0.002	0.001	0.000	0.000	0.008	0.014
Aporte Qda Champaccocha	0.187	0.254	0.235	0.141	0.078	0.044	0.029	0.023	0.027	0.037	0.051	0.090	0.100
Saldo Oferta 4	0.413	0.734	0.905	0.533	0.259	0.118	0.006	0.000	0.024	0.048	0.073	0.230	0.279
Total Oferta afluente a Laguna Pacucha	0.627	1.028	1.177	0.699	0.352	0.169	0.038	0.025	0.052	0.085	0.123	0.327	0.392

Tabla N° 10.18

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (en captación Anansayocc) – Cuenca del río Pacucha

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Anansayocc)	0.025	0.037	0.034	0.024	0.014	0.008	0.003	0.001	0.000	0.001	0.003	0.007

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Anansayocc (m3/s)	0.025	0.037	0.034	0.024	0.014	0.008	0.003	0.001	0.000	0.001	0.003	0.007	0.013
Demanda Ecológica (m3/s)	0.003	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.023	0.033	0.031	0.021	0.012	0.007	0.003	0.001	0.000	0.001	0.002	0.006	0.012

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.012	0.004
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.001
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	24.13	20.10	100.00	
Superávit (m3/s)	0.023	0.033	0.031	0.021	0.012	0.007	0.003	0.001	---	---	---	0.002	0.015
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.003	0.009	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.023	0.033	0.031	0.021	0.012	0.007	0.003	0.001	0.000	0.001	0.002	0.006	0.012
DH PC Anansayocc (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.012	0.004	0.002
DH PC Anansayocc Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.004	0.001
Saldo Oferta 1	0.023	0.033	0.031	0.021	0.012	0.007	0.003	0.001	0.000	0.000	0.000	0.002	0.011

Tabla N° 10.19

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Aguas Abajo Laguna Pacucha) – Cuenca del río Pacucha

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Drenaje Pacucha	0.636	0.910	0.861	0.592	0.349	0.190	0.081	0.040	0.024	0.046	0.088	0.208
Total Oferta afluente a Laguna Pacucha	0.627	1.028	1.177	0.699	0.352	0.169	0.038	0.025	0.052	0.085	0.123	0.327
Total Oferta efluente de Laguna Pacucha	1.263	1.938	2.038	1.291	0.701	0.360	0.119	0.065	0.076	0.131	0.211	0.535

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Machaybamba (m3/s)	1.263	1.938	2.038	1.291	0.701	0.360	0.119	0.065	0.076	0.131	0.211	0.535	0.727
Demanda Ecológica (m3/s)	0.126	0.194	0.204	0.129	0.105	0.054	0.018	0.010	0.011	0.020	0.032	0.053	0.080
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.137	1.744	1.835	1.162	0.596	0.306	0.101	0.055	0.064	0.112	0.180	0.481	0.648

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.015	0.006	0.002
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.015	0.006	0.002
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.137	1.744	1.835	1.162	0.596	0.306	0.101	0.055	0.064	0.107	0.164	0.476	0.646
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.137	1.744	1.835	1.162	0.596	0.306	0.101	0.055	0.064	0.112	0.180	0.481	0.648
DH PC Machaybamba MI (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.008	0.003	0.001
DH Machaybamba MI Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.008	0.003	0.001
Saldo Oferta 1	1.137	1.744	1.835	1.162	0.596	0.306	0.101	0.055	0.064	0.109	0.172	0.478	0.647
DH PC Machaybamba MD (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.003	0.001
DH Machaybamba MD Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.008	0.003	0.001
Saldo Oferta 1	1.137	1.744	1.835	1.162	0.596	0.306	0.101	0.055	0.064	0.107	0.164	0.476	0.646

3.4. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA KISHUARA

3.4.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a muchas lagunas existentes en la cabecera de la cuenca, entre las principales se nombra la laguna Morococha, Sotacocha, Totoracocha, Pucapaccha, Acerococha y Saracocha. La confluencia de los ríos Pallca, Totor, Pucapaccha y Huarancamachay, ubicados en la cabecera de la cuenca da origen al río Kishuara. Ver Figura N° 10.7, esquema hidrográfico.

La escorrentía en esta cuenca es alta debido a la gran cantidad de almacenamientos de agua que existe en la cabecera de la cuenca, lo que permite mantener el caudal durante todo el año.

3.4.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Kishuara se ha identificado 19 bloques de riego, ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.4.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.8 y la Figura N° 10.11 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Kishuara. De acuerdo al balance hídrico no existe déficit hídrico.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.21 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.7
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Kishuara

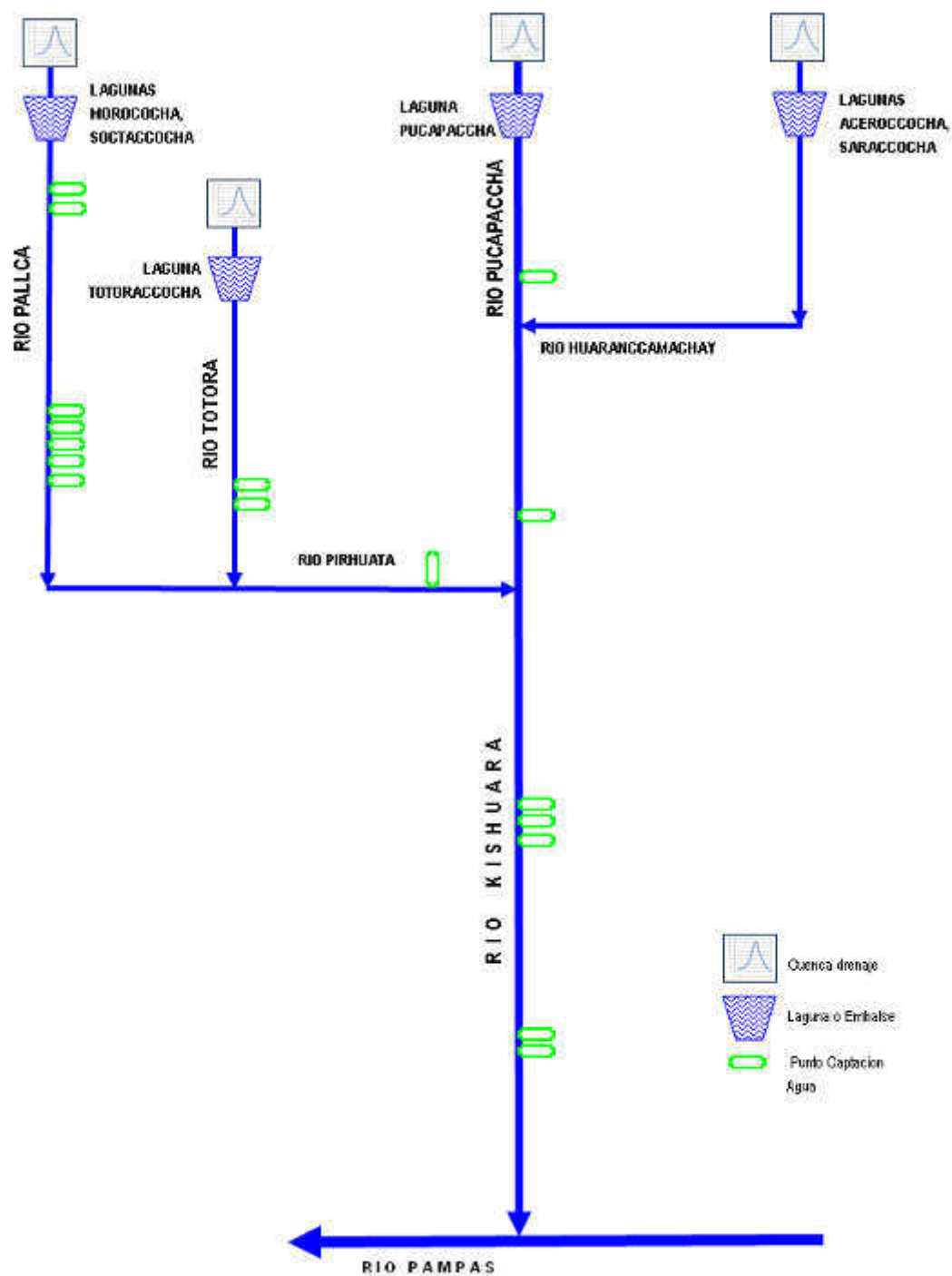


Tabla N° 10.20
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Kishuara

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	1.422	1.927	2.845	6.720	11.099	14.639	11.294	6.209	2.973	1.746	0.951	0.923	62.748
DEMANDA HIDRICA	0.082	0.491	0.954	0.353	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.014	0.009	0.025	1.939
DEMANDA ECOLOGICA	0.213	0.289	0.427	0.672	1.110	1.464	1.129	0.621	0.446	0.262	0.143	0.138	6.914
SUPERAVIT	1.127	1.147	1.465	5.696	9.989	13.176	10.165	5.588	2.516	1.470	0.799	0.759	53.895
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.8
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Kishuara

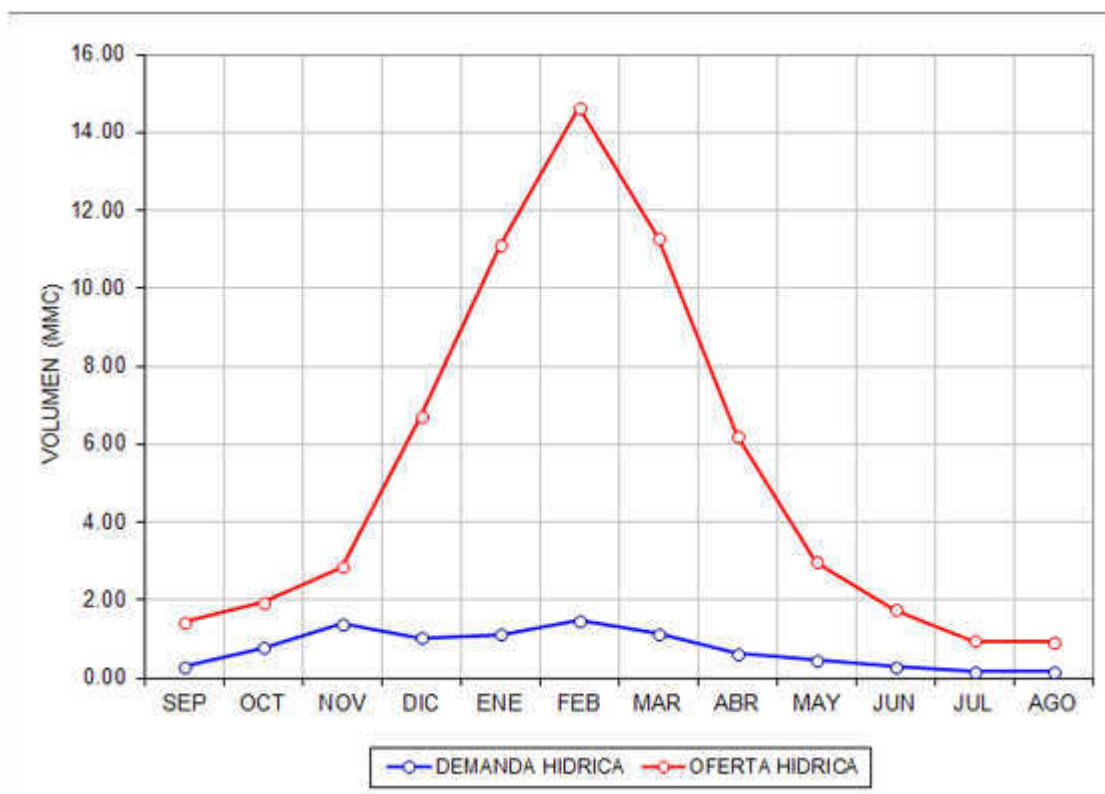


Tabla N° 10.21

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Seccsenccalla) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Seccsenccalla)	0.152	0.184	0.131	0.092	0.053	0.035	0.023	0.022	0.024	0.027	0.038	0.095

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Seccsenccalla (m3/s)	0.152	0.184	0.131	0.092	0.053	0.035	0.023	0.022	0.024	0.027	0.038	0.095	0.073
Demanda Ecológica (m3/s)	0.015	0.018	0.013	0.009	0.008	0.005	0.003	0.003	0.004	0.004	0.006	0.009	0.008
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.137	0.165	0.118	0.083	0.045	0.030	0.019	0.019	0.020	0.023	0.032	0.085	0.065

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.072	0.027	0.012
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.032	0.027	0.007
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.09	44.39	100.00	
Superávit (m3/s)	0.137	0.165	0.118	0.083	0.045	0.030	0.019	0.019	0.020	---	---	0.058	0.069
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.020	0.040	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.137	0.165	0.118	0.083	0.045	0.030	0.019	0.019	0.020	0.023	0.032	0.085	0.065
DH Seccsenccalla (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.046	0.017	0.008
DH Seccsenccalla Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.021	0.017	0.005
Saldo Oferta 1	0.137	0.165	0.118	0.083	0.045	0.030	0.019	0.019	0.020	0.007	0.012	0.068	0.060
DH Laramaru I (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.026	0.010	0.004
DH Laramaru I Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.012	0.010	0.002
Saldo Oferta 2	0.137	0.165	0.118	0.083	0.045	0.030	0.019	0.019	0.020	0.000	0.000	0.058	0.058

Tabla N° 10.22

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal I Kishuara) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal I Kishuara)	0.857	0.920	0.561	0.159	0.059	0.050	0.044	0.048	0.050	0.073	0.139	0.571

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Canal I Kishuara (m3/s)	0.994	1.085	0.679	0.242	0.104	0.079	0.063	0.066	0.070	0.073	0.139	0.628	0.352
Demanda Ecológica (m3/s)	0.099	0.109	0.068	0.024	0.016	0.012	0.009	0.010	0.011	0.011	0.021	0.063	0.038
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.894	0.977	0.611	0.218	0.088	0.067	0.053	0.056	0.060	0.062	0.118	0.566	0.314

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.017	0.036	0.076	0.025	0.014
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.017	0.036	0.076	0.025	0.014
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	0.894	0.977	0.611	0.218	0.087	0.066	0.053	0.051	0.043	0.026	0.042	0.540	0.301
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.894	0.977	0.611	0.218	0.088	0.067	0.053	0.056	0.060	0.062	0.118	0.566	0.314
DH PC Canal I Kishuara (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.016	0.023	0.060	0.019	0.011
DH PC Canal I Kishuara Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.001	0.000	0.005	0.016	0.023	0.060	0.019	0.011
Saldo Oferta 1	0.894	0.977	0.611	0.218	0.087	0.066	0.053	0.051	0.044	0.039	0.058	0.546	0.304
DH PC Laramaru II (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.002	0.001
DH PC Laramaru II Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.006	0.002	0.001
Saldo Oferta 2	0.894	0.977	0.611	0.218	0.087	0.066	0.053	0.051	0.044	0.034	0.052	0.544	0.303
DH PC Laramaru III (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.010	0.004	0.002
DH PC Laramaru III Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.010	0.004	0.002
Saldo Oferta 3	0.894	0.977	0.611	0.218	0.087	0.066	0.053	0.051	0.043	0.026	0.042	0.540	0.301

Tabla N° 10.23

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal II Laramaru) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal III Laramaru)	0.420	0.511	0.340	0.138	0.055	0.038	0.032	0.034	0.042	0.058	0.088	0.240

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal III Laramaru (m3/s)	1.314	1.487	0.951	0.356	0.142	0.104	0.085	0.085	0.084	0.085	0.130	0.780	0.467
Demanda Ecológica (m3/s)	0.131	0.149	0.095	0.036	0.021	0.016	0.013	0.013	0.013	0.013	0.020	0.078	0.050
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.183	1.338	0.856	0.320	0.120	0.089	0.073	0.073	0.072	0.072	0.111	0.702	0.417

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.016	0.006	0.002
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.003	0.016	0.006	0.002
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.183	1.338	0.856	0.320	0.120	0.088	0.073	0.071	0.071	0.069	0.094	0.697	0.415
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.183	1.338	0.856	0.320	0.120	0.089	0.073	0.073	0.072	0.072	0.111	0.702	0.417
DH PC Kishuara II (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.011	0.004	0.002
DH PC Kishuara II Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.003	0.011	0.004	0.002
Saldo Oferta 1	1.183	1.338	0.856	0.320	0.120	0.088	0.073	0.072	0.071	0.069	0.099	0.698	0.416
DH PC Pichibamba III (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.005	0.002	0.001
DH PC Pichibamba III Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.005	0.002	0.001
Saldo Oferta 2	1.183	1.338	0.856	0.320	0.120	0.088	0.073	0.071	0.071	0.069	0.094	0.697	0.415

Tabla N° 10.24

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal IV Cavira) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal IV Cavira)	0.071	0.121	0.129	0.077	0.039	0.021	0.011	0.008	0.015	0.020	0.025	0.042

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal IV Cavira (m3/s)	0.071	0.121	0.129	0.077	0.039	0.021	0.011	0.008	0.015	0.020	0.025	0.042	0.048
Demanda Ecológica (m3/s)	0.007	0.012	0.013	0.008	0.006	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003	0.004	0.004	0.005
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.063	0.109	0.116	0.069	0.033	0.018	0.009	0.007	0.013	0.017	0.021	0.038	0.043

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.007	0.013	0.020	0.002	0.004
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.002	0.007	0.013	0.020	0.002	0.004
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	0.063	0.109	0.116	0.069	0.032	0.015	0.007	0.005	0.005	0.003	0.001	0.036	0.038
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.063	0.109	0.116	0.069	0.033	0.018	0.009	0.007	0.013	0.017	0.021	0.038	0.043
DH PC Canal IV Cavira (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.007	0.012	0.015	0.000	0.003
DH PC Canal IV Cavira Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.002	0.001	0.007	0.012	0.015	0.000	0.003
Saldo Oferta 1	0.063	0.109	0.116	0.069	0.032	0.016	0.007	0.006	0.006	0.005	0.006	0.037	0.039
DH PC CANAL III TONCCOBAMBA (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.005	0.002	0.001
DH PC CANAL III TONCCOBAMBA Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.005	0.002	0.001
Saldo Oferta 2	0.063	0.109	0.116	0.069	0.032	0.015	0.007	0.005	0.005	0.003	0.001	0.036	0.038

Tabla N° 10.25

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Milton III) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Milton III)	0.143	0.246	0.269	0.152	0.078	0.042	0.014	0.012	0.027	0.037	0.051	0.084

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Milton III (m3/s)	1.389	1.693	1.241	0.542	0.229	0.145	0.093	0.088	0.103	0.109	0.147	0.816	0.550
Demanda Ecológica (m3/s)	0.139	0.169	0.124	0.054	0.034	0.022	0.014	0.013	0.015	0.016	0.022	0.082	0.059
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.251	1.524	1.117	0.488	0.195	0.123	0.079	0.075	0.088	0.092	0.125	0.735	0.491

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.002	0.001
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.002	0.001
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.251	1.524	1.117	0.488	0.195	0.123	0.079	0.075	0.088	0.091	0.119	0.732	0.490
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.251	1.524	1.117	0.488	0.195	0.123	0.079	0.075	0.088	0.092	0.125	0.735	0.491
DH PC Canal Milton III (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.002	0.001
DH PC Canal Milton III Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.002	0.001
Saldo Oferta 1	1.251	1.524	1.117	0.488	0.195	0.123	0.079	0.075	0.088	0.091	0.119	0.732	0.490

Tabla N° 10.26

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal I Cavira) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal I Cavira)	1.037	1.141	0.713	0.180	0.060	0.045	0.043	0.050	0.074	0.099	0.169	0.670

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal I Cavira (m3/s)	1.037	1.141	0.713	0.180	0.060	0.045	0.043	0.050	0.074	0.099	0.169	0.670	0.357
Demanda Ecológica (m3/s)	0.104	0.114	0.071	0.018	0.009	0.007	0.006	0.007	0.011	0.015	0.025	0.067	0.038
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.934	1.027	0.642	0.162	0.051	0.038	0.036	0.042	0.062	0.084	0.143	0.603	0.319

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.021	0.008	0.003
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.021	0.008	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	0.934	1.027	0.642	0.162	0.051	0.038	0.036	0.042	0.062	0.072	0.122	0.595	0.315
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.934	1.027	0.642	0.162	0.051	0.038	0.036	0.042	0.062	0.084	0.143	0.603	0.319
DH PC Canal I Cavira (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.021	0.008	0.003
DH PC Canal I Cavira Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.021	0.008	0.003
Saldo Oferta 1	0.934	1.027	0.642	0.162	0.051	0.038	0.036	0.042	0.062	0.072	0.122	0.595	0.315

Tabla N° 10.27

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Tintay) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Tintay)	0.336	0.583	0.626	0.399	0.219	0.113	0.042	0.022	0.052	0.074	0.095	0.190

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Tintay (m3/s)	1.269	1.610	1.268	0.560	0.269	0.151	0.078	0.064	0.114	0.146	0.217	0.784	0.544
Demanda Ecológica (m3/s)	0.127	0.161	0.127	0.056	0.040	0.023	0.012	0.010	0.017	0.022	0.033	0.078	0.059
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.142	1.449	1.141	0.504	0.229	0.129	0.067	0.054	0.097	0.124	0.185	0.706	0.486

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.031	0.012	0.005
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.031	0.012	0.005
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.142	1.449	1.141	0.504	0.229	0.129	0.067	0.054	0.097	0.106	0.154	0.694	0.480
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.142	1.449	1.141	0.504	0.229	0.129	0.067	0.054	0.097	0.124	0.185	0.706	0.486
DH PC Canal Tintay (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.031	0.012	0.005
DH PC Canal Tintay Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.031	0.012	0.005
Saldo Oferta 1	1.142	1.449	1.141	0.504	0.229	0.129	0.067	0.054	0.097	0.106	0.154	0.694	0.480

Tabla N° 10.28

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Rosaspata) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Rosaspata)	0.056	0.098	0.114	0.065	0.033	0.016	0.005	0.005	0.012	0.017	0.021	0.034	

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Rosaspata (m3/s)	0.056	0.098	0.114	0.065	0.033	0.016	0.005	0.005	0.012	0.017	0.021	0.034	0.040
Demanda Ecológica (m3/s)	0.006	0.010	0.011	0.007	0.005	0.002	0.001	0.001	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.050	0.088	0.103	0.059	0.028	0.014	0.004	0.004	0.010	0.014	0.018	0.031	0.035

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.020	0.004
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.020	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	53.90	100.00	
Superávit (m3/s)	0.050	0.088	0.103	0.059	0.028	0.014	0.004	0.004	0.010	0.014	---	0.011	0.035
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0.015	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.050	0.088	0.103	0.059	0.028	0.014	0.004	0.004	0.010	0.014	0.018	0.031	0.035
DH PC Canal Rosaspata (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.033	0.020	0.004
DH PC Canal Rosaspata Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.020	0.003
Saldo Oferta 1	0.050	0.088	0.103	0.059	0.028	0.014	0.004	0.004	0.010	0.014	0.000	0.011	0.032

Tabla N° 10.29

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Leonchaca) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Leonchaca)	0.027	0.046	0.055	0.030	0.015	0.008	0.003	0.002	0.006	0.008	0.010	0.016	

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Leonchaca (m3/s)	1.219	1.583	1.298	0.593	0.272	0.150	0.074	0.060	0.114	0.129	0.164	0.721	0.531
Demanda Ecológica (m3/s)	0.122	0.158	0.130	0.059	0.041	0.022	0.011	0.009	0.017	0.019	0.025	0.072	0.057
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.097	1.424	1.168	0.533	0.231	0.127	0.063	0.051	0.096	0.109	0.140	0.649	0.474

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.043	0.012	0.006
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.043	0.012	0.006
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	1.097	1.424	1.168	0.533	0.231	0.127	0.063	0.051	0.096	0.090	0.097	0.636	0.468
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO													
CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	1.097	1.424	1.168	0.533	0.231	0.127	0.063	0.051	0.096	0.109	0.140	0.649	0.474
DH PC Canal Leonchaca (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.043	0.012	0.006
DH PC Canal Leonchaca Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.043	0.012	0.005
Saldo Oferta 1	1.097	1.424	1.168	0.533	0.231	0.127	0.063	0.051	0.096	0.109	0.097	0.636	0.470

Tabla N° 10.30

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Soctomayo II) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Soctomayo II)	0.113	0.187	0.216	0.118	0.058	0.030	0.013	0.013	0.026	0.034	0.044	0.067

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Soctomayo II (m3/s)	2.460	3.134	2.501	1.139	0.484	0.281	0.155	0.139	0.210	0.234	0.259	1.435	1.036
Demanda Ecológica (m3/s)	0.246	0.313	0.250	0.114	0.073	0.042	0.023	0.021	0.031	0.035	0.039	0.144	0.111
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.239	0.132	0.118	0.178	0.199	0.221	1.292	0.925

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.025	0.037	0.012	0.007
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.025	0.037	0.012	0.007
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.238	0.131	0.117	0.174	0.174	0.184	1.279	0.918
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.239	0.132	0.118	0.178	0.199	0.221	1.292	0.925
DH PC Canal Soctomayo II (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.017	0.028	0.011	0.005
DH PC Canal Soctomayo II Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.011	0.003
Saldo Oferta 1	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.239	0.132	0.118	0.178	0.199	0.193	1.281	0.922
DH PC Canal Soctomayo III (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.006	0.001	0.001
DH PC Canal Soctomayo III Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.001	0.001
Saldo Oferta 2	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.239	0.132	0.118	0.178	0.199	0.187	1.280	0.921
DH PC Canal Chacabamba IV (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.003	0.000	0.001
DH PC Canal Chacabamba IV Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000
Saldo Oferta 3	2.214	2.821	2.251	1.025	0.411	0.239	0.132	0.118	0.178	0.199	0.184	1.279	0.921

Tabla N° 10.31

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal PincosI) – Cuenca del río Kishuara

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Canal Pincos I)	0.257	0.453	0.507	0.315	0.170	0.087	0.028	0.015	0.040	0.052	0.076	0.136

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Canal Pincos I (m3/s)	2.471	3.274	2.758	1.340	0.581	0.326	0.159	0.132	0.218	0.251	0.259	1.416	1.099
Demanda Ecológica (m3/s)	0.247	0.327	0.276	0.134	0.087	0.049	0.024	0.020	0.033	0.038	0.039	0.142	0.118
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.224	2.946	2.482	1.206	0.494	0.277	0.135	0.112	0.186	0.214	0.220	1.274	0.981

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.014	0.005	0.003
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.011	0.014	0.005	0.003
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	2.224	2.946	2.482	1.206	0.494	0.277	0.135	0.112	0.183	0.202	0.207	1.269	0.978
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.224	2.946	2.482	1.206	0.494	0.277	0.135	0.112	0.186	0.214	0.220	1.274	0.981
DH PC Canal Pincos I (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.007	0.009	0.003	0.002
DH PC Canal PincosI Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.003	0.001
Saldo Oferta 1	2.224	2.946	2.482	1.206	0.494	0.277	0.135	0.112	0.186	0.214	0.211	1.271	0.980
DH PC Canal PincosII (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.005	0.005	0.001	0.001
DH PC Canal PincosII Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.001	0.001
Saldo Oferta 2	2.224	2.946	2.482	1.206	0.494	0.277	0.135	0.112	0.186	0.214	0.207	1.269	0.979

3.5. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA HUANCARAY

3.5.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a tres lagunas (Suytococho, Pucacocha y Quilcacocha) existentes en la cabecera de la cuenca. La confluencia de los ríos Tambomayocc y Huancanimayocc, ubicados en la cabecera de la cuenca da origen al río Huaycaray. Ver Figura N° 10.9, esquema hidrográfico.

La escorrentía en esta cuenca es alta debido a la gran cantidad de almacenamientos de agua que existe en la cabecera de la cuenca, lo que permite mantener el caudal durante todo el año.

3.5.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Huancaray se ha identificado 3 bloques de riego, ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.5.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.32 y la Figura N° 10.10 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Huancaray. De acuerdo al balance hídrico existe superávit hídrico durante todo el año.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 2.33 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.9
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Huancaray

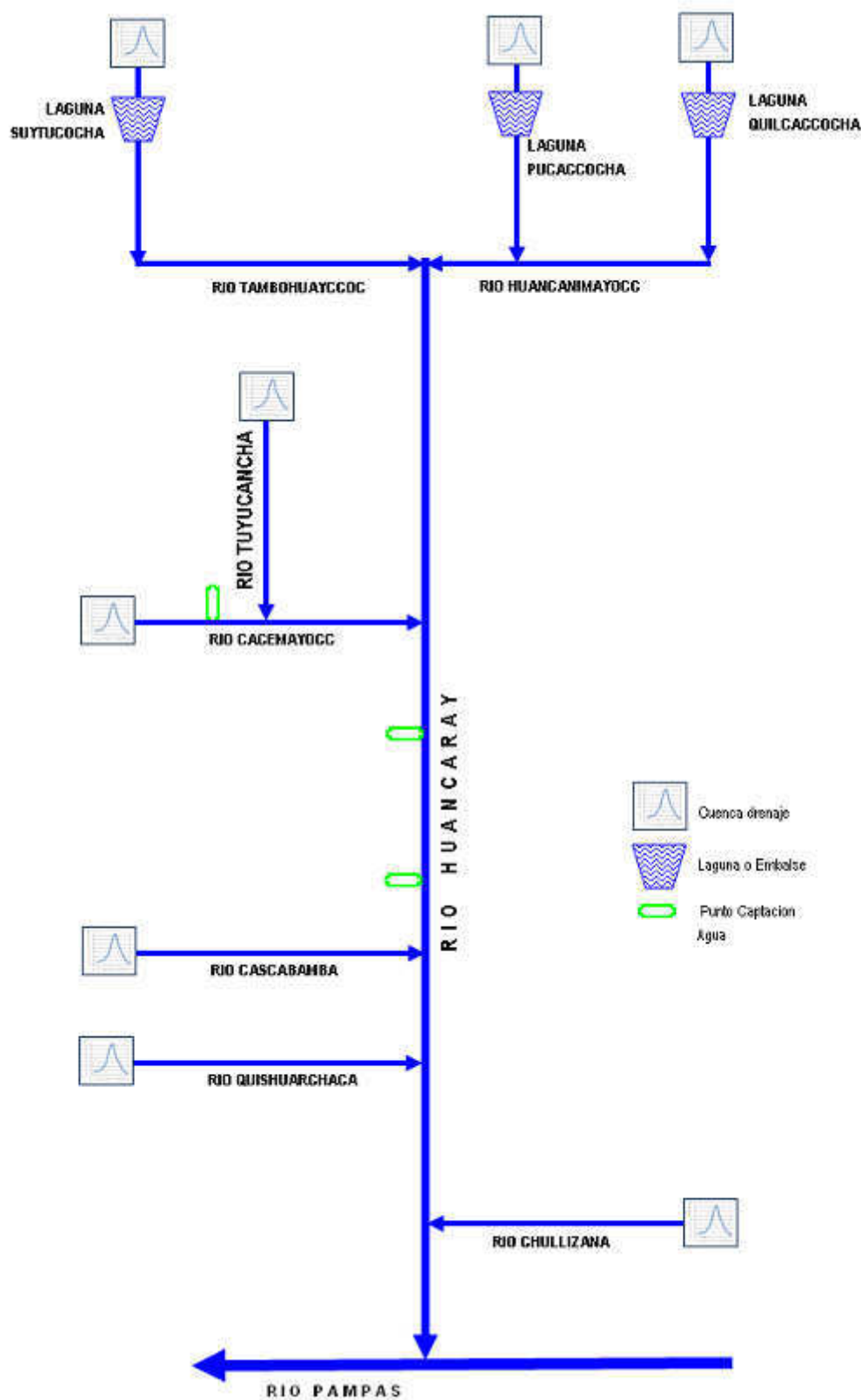


Tabla N° 10.32
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Huancaray

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	4.868	7.633	11.616	15.814	45.243	65.153	45.279	14.940	5.342	3.232	2.411	3.035	224.567
DEMANDA HIDRICA	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.093	0.060	0.002	0.001	0.000	0.167
DEMANDA ECOLOGICA	0.730	1.145	1.742	1.581	4.524	6.515	4.528	1.494	0.801	0.485	0.362	0.455	24.364
SUPERAVIT	4.138	6.488	9.861	14.233	40.719	58.638	40.751	13.354	4.481	2.746	2.048	2.579	200.036
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.10
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Huancaray

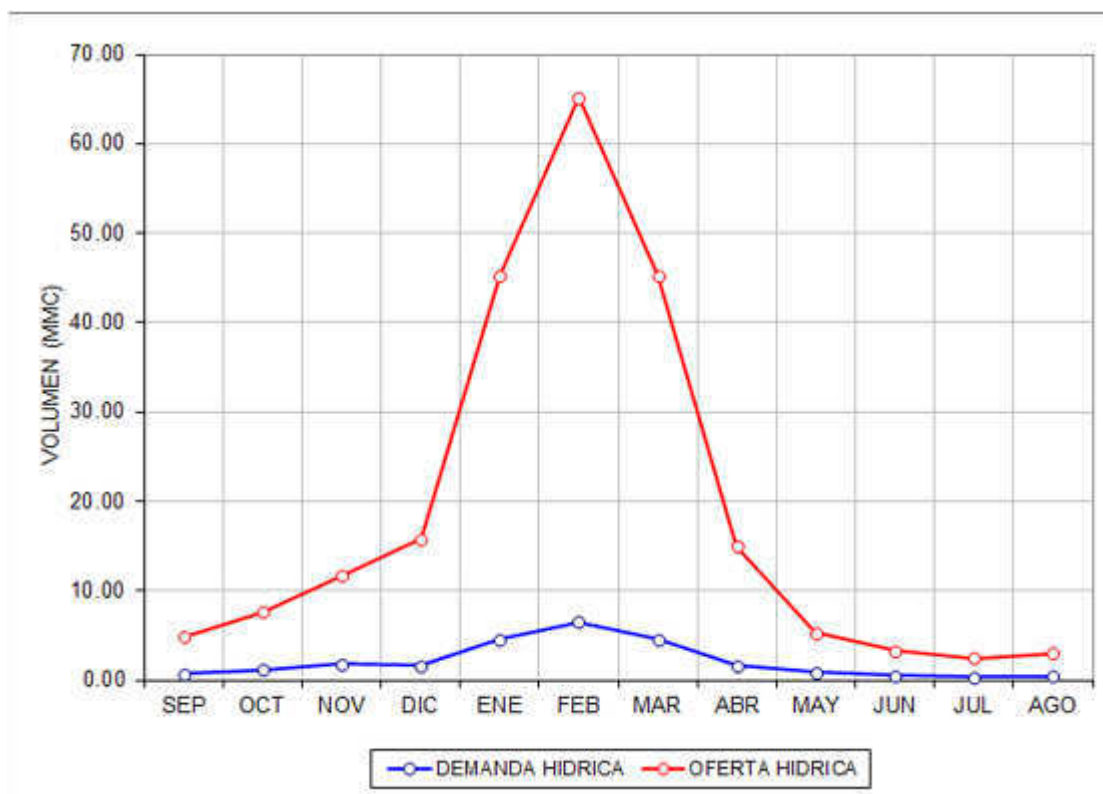


Tabla N° 10.33

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Yanayuyo) – Cuenca del río Huancaray

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Yanayuyo)	0.045	0.087	0.104	0.066	0.037	0.017	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.022

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Yanayuyo (m3/s)	0.045	0.087	0.104	0.066	0.037	0.017	0.000	0.000	0.000	0.004	0.007	0.022	0.032
Demanda Ecológica (m3/s)	0.005	0.009	0.010	0.007	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.002	0.004
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.041	0.079	0.094	0.059	0.031	0.014	0.000	0.000	0.000	0.003	0.006	0.020	0.029

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.030	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.030	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.041	0.079	0.094	0.029	0.013	0.014	---	---	---	0.003	0.002	0.020	0.033
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.041	0.079	0.094	0.059	0.031	0.014	0.000	0.000	0.000	0.003	0.006	0.020	0.029
DH Yanayuyo (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.030	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004
DH Yanayuyo Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.030	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.004
Saldo Oferta 1	0.041	0.079	0.094	0.029	0.013	0.014	0.000	0.000	0.000	0.003	0.002	0.020	0.024

Tabla N° 10.34

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Natividad) – Cuenca del río Huancaray

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Natividad)	3.237	4.684	4.701	1.869	0.762	0.416	0.332	0.358	0.650	0.858	1.067	1.807

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Natividad (m3/s)	3.278	4.763	4.795	1.898	0.775	0.430	0.332	0.358	0.650	0.861	1.068	1.826	1.753
Demanda Ecológica (m3/s)	0.328	0.476	0.479	0.190	0.116	0.065	0.050	0.054	0.097	0.129	0.160	0.183	0.194
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.950	4.286	4.315	1.709	0.659	0.366	0.282	0.304	0.552	0.732	0.908	1.643	1.559

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Superávit (m3/s)	2.950	4.286	4.315	1.705	0.657	0.366	0.282	0.304	0.552	0.732	0.908	1.643	1.558
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	2.950	4.286	4.315	1.709	0.659	0.366	0.282	0.304	0.552	0.732	0.908	1.643	1.559
DH PC Natividad (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DH PC Natividad Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.004	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Saldo Oferta 1	2.950	4.286	4.315	1.705	0.657	0.366	0.282	0.304	0.552	0.732	0.908	1.643	1.558

Tabla N° 10.35

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Uchupampa) – Cuenca del río Huancaray

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Uchupampa)	5.963	8.700	6.206	1.819	0.661	0.373	0.292	0.346	0.549	0.979	1.491	1.875

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Natividad (m3/s)	8.913	12.987	10.521	3.523	1.318	0.739	0.574	0.650	1.102	1.711	2.398	3.518	3.996
Demanda Ecológica (m3/s)	0.891	1.299	1.052	0.352	0.198	0.111	0.086	0.098	0.165	0.257	0.360	0.352	0.435
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	8.022	11.688	9.469	3.171	1.120	0.628	0.488	0.553	0.936	1.454	2.039	3.166	3.561

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Superávit (m3/s)	8.022	11.688	9.469	3.169	1.118	0.628	0.488	0.553	0.936	1.454	2.038	3.166	3.561
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	8.022	11.688	9.469	3.171	1.120	0.628	0.488	0.553	0.936	1.454	2.039	3.166	3.561
DH PC Uchupampa (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000
DH PC Uchupampa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Saldo Oferta 1	8.022	11.688	9.469	3.169	1.118	0.628	0.488	0.553	0.936	1.454	2.039	3.166	3.561

3.6. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA SUYRORUYOCC

3.6.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a la laguna Azulcocha en la cabecera de la cuenca. El aporte de los ríos Soratahuaycco y Paccha da origen al río Suyroruyoc. Ver Figura N° 10.11, esquema hidrográfico.

La escorrentía en esta cuenca es alta debido a la gran cantidad de almacenamientos de agua que existe en la cabecera de la cuenca, lo que permite mantener el caudal durante todo el año.

3.6.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Suyroruyoc se ha identificado 3 bloques de riego, ubicados en forma dispersa en toda el área de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.6.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.36 y la Figura N° 10.12 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Suyroruyoc. De acuerdo al balance hídrico existe superávit hídrico durante todo el año.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.37 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.11
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Suyroruyocc

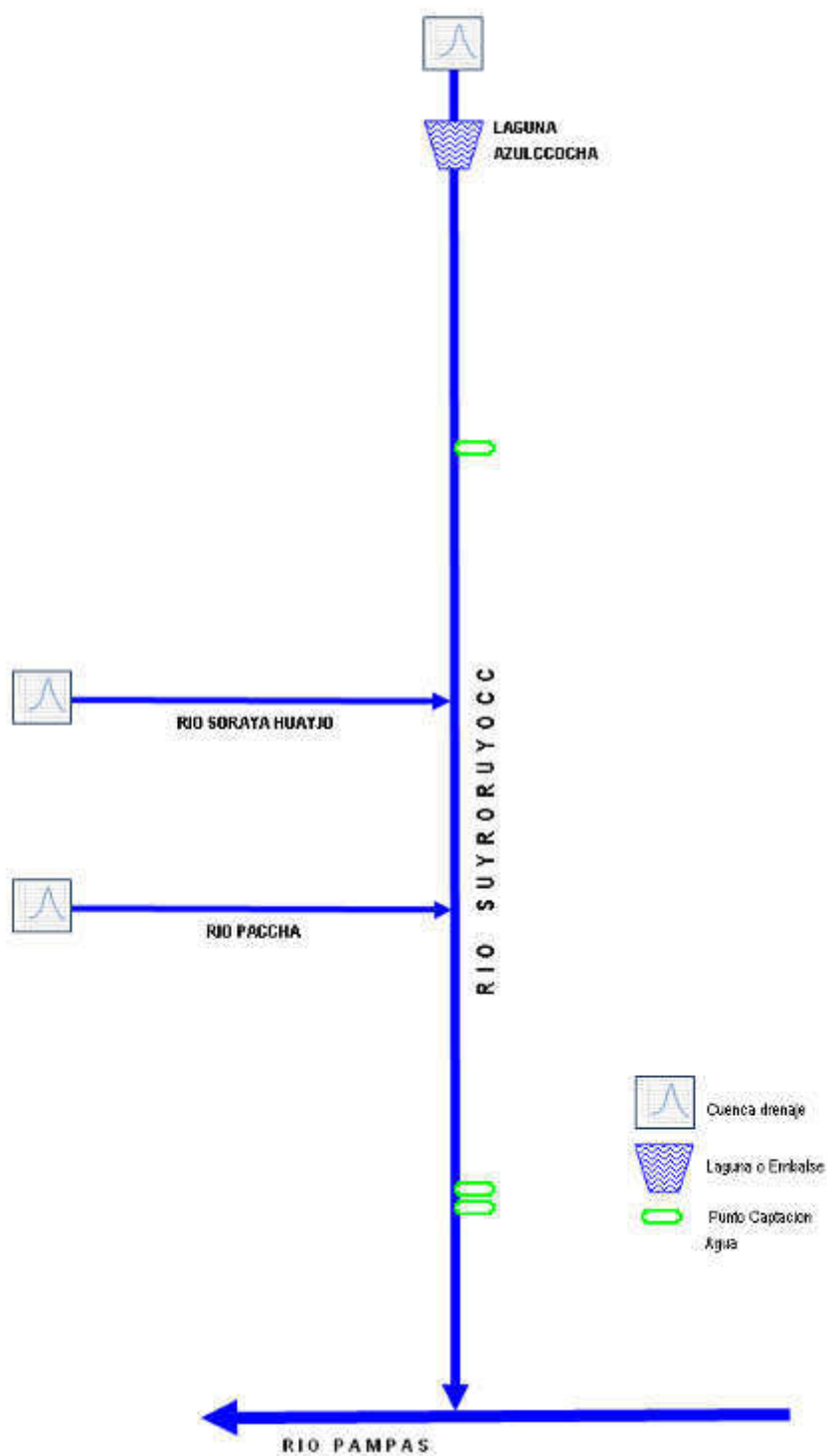


Tabla N° 10.36
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Suyroruyocc

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	0.375	0.526	0.710	1.776	2.645	3.487	3.222	2.184	1.166	0.721	0.330	0.316	17.459
DEMANDA HIDRICA	0.164	0.167	0.096	0.001	0.000	0.000	0.000	0.049	0.172	0.201	0.197	0.228	1.276
DEMANDA ECOLOGICA	0.056	0.079	0.107	0.178	0.264	0.349	0.322	0.218	0.175	0.108	0.050	0.047	1.953
SUPERAVIT	0.154	0.279	0.508	1.597	2.380	3.139	2.900	1.917	0.819	0.412	0.084	0.040	14.229
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.12
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Suyroruyocc

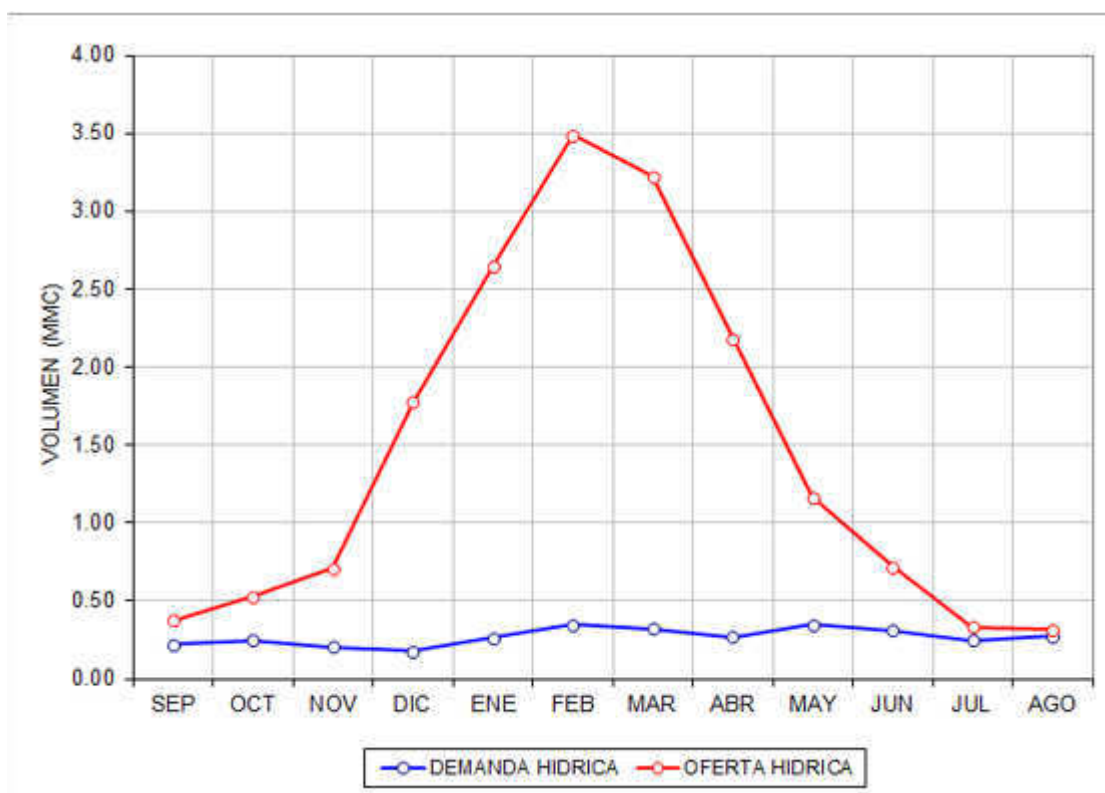


Tabla N° 10.37

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Bombom) – Cuenca del río Suyroruyoc

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Suyroruyoc(m3/s)	0.932	1.204	1.231	0.756	0.425	0.261	0.128	0.118	0.140	0.197	0.259	0.651	0.525
Demanda Ecológica (m3/s)	0.093	0.120	0.123	0.076	0.064	0.039	0.019	0.018	0.021	0.030	0.039	0.065	0.059
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.839	1.084	1.108	0.681	0.361	0.221	0.108	0.100	0.119	0.167	0.220	0.585	0.466

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.019	0.064	0.078	0.074	0.085	0.063	0.062	0.037	0.001	0.040
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.019	0.064	0.078	0.074	0.085	0.063	0.062	0.037	0.001	0.040
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.839	1.084	1.108	0.662	0.297	0.144	0.035	0.015	0.056	0.105	0.183	0.585	0.426
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.839	1.084	1.108	0.681	0.361	0.221	0.108	0.100	0.119	0.167	0.220	0.585	0.466
DH Bombón (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
DH Bombom Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Saldo Oferta 1	0.839	1.084	1.108	0.681	0.361	0.221	0.108	0.100	0.119	0.167	0.220	0.585	0.466
DH Ahuayro (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.048	0.051	0.053	0.043	0.033	0.013	0.000	0.023
DH Ahuayro Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.048	0.051	0.053	0.043	0.033	0.013	0.000	0.023
Saldo Oferta 2	0.839	1.084	1.108	0.681	0.325	0.173	0.057	0.048	0.076	0.134	0.208	0.585	0.443
DH Generosa(m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.019	0.028	0.029	0.022	0.032	0.020	0.030	0.024	0.001	0.017
DH Generosa Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.029	0.022	0.032	0.020	0.030	0.024	0.000	0.015
Saldo Oferta 3	0.839	1.084	1.108	0.681	0.297	0.144	0.035	0.015	0.056	0.105	0.183	0.585	0.428

3.7. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA PULLCAY

3.7.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a la laguna Patacocha en la cabecera de la cuenca. El aporte de los ríos Homada y Yanavilca da origen al río Pullcay. Ver Figura N° 10.13, esquema hidrográfico.

3.7.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Pullcay se ha identificado un solo bloque de riego, ubicado en la parte baja de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.7.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.38 y la Figura N° 10.14 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Pulcay. De acuerdo al balance hídrico existe déficit hídrico en los meses de Julio y Agosto.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.39 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura Nº 10.13
Esquema Hidrográfico – Subcuenca del río Pullcay

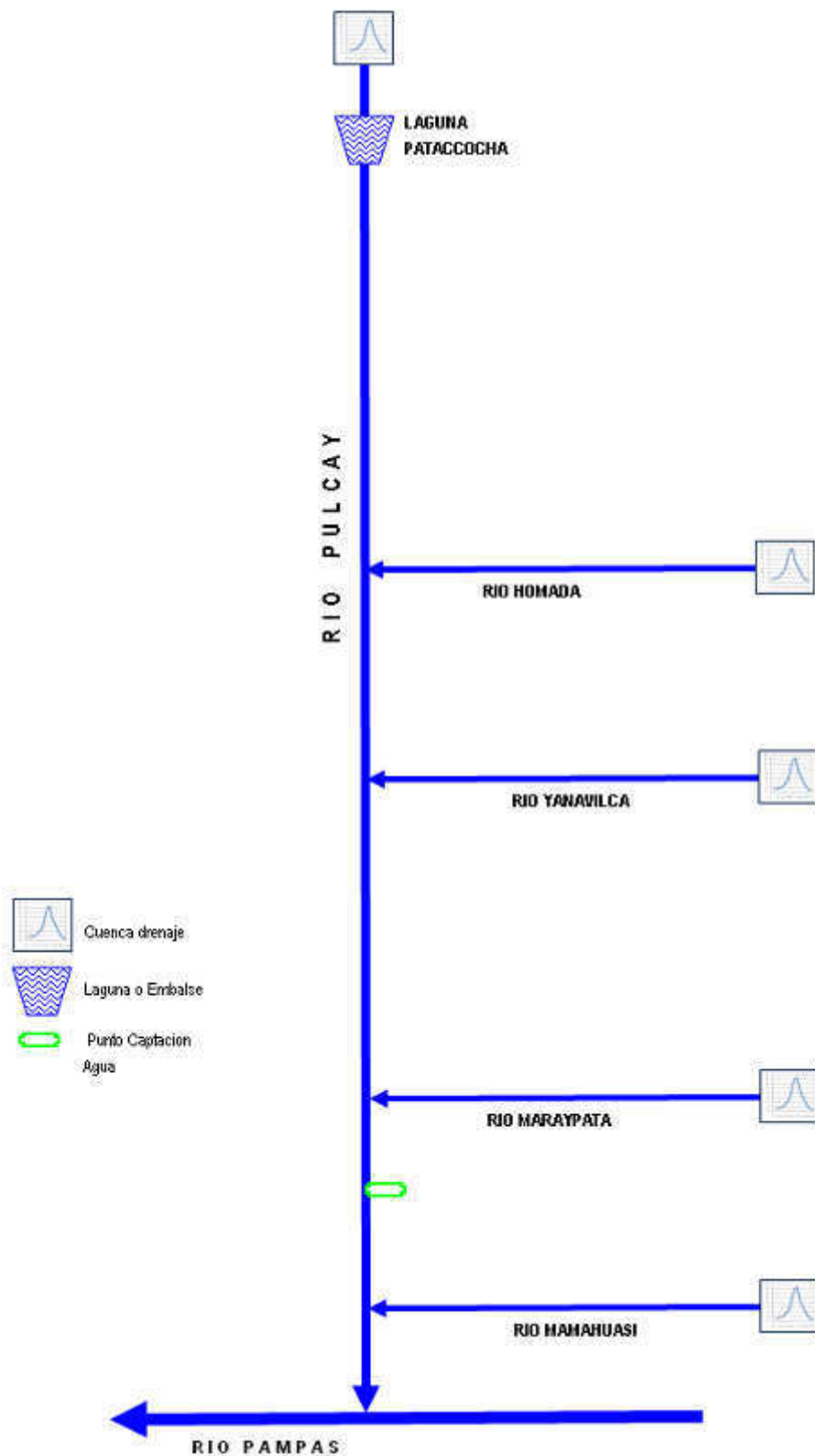


Tabla N° 10.38
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Pullcay

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	0.137	0.458	0.681	1.638	2.568	5.584	4.154	2.143	0.656	0.161	0.000	0.010	18.191
DEMANDA HIDRICA	0.075	0.036	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.097	0.086	0.085	0.095	0.566
DEMANDA ECOLOGICA	0.021	0.069	0.102	0.164	0.257	0.558	0.415	0.214	0.098	0.024	0.000	0.002	1.924
SUPERAVIT	0.041	0.353	0.560	1.474	2.311	5.025	3.739	1.855	0.461	0.051	0.000	0.000	15.871
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085	0.086	0.171

Figura N° 10.14
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca del río Pullcay

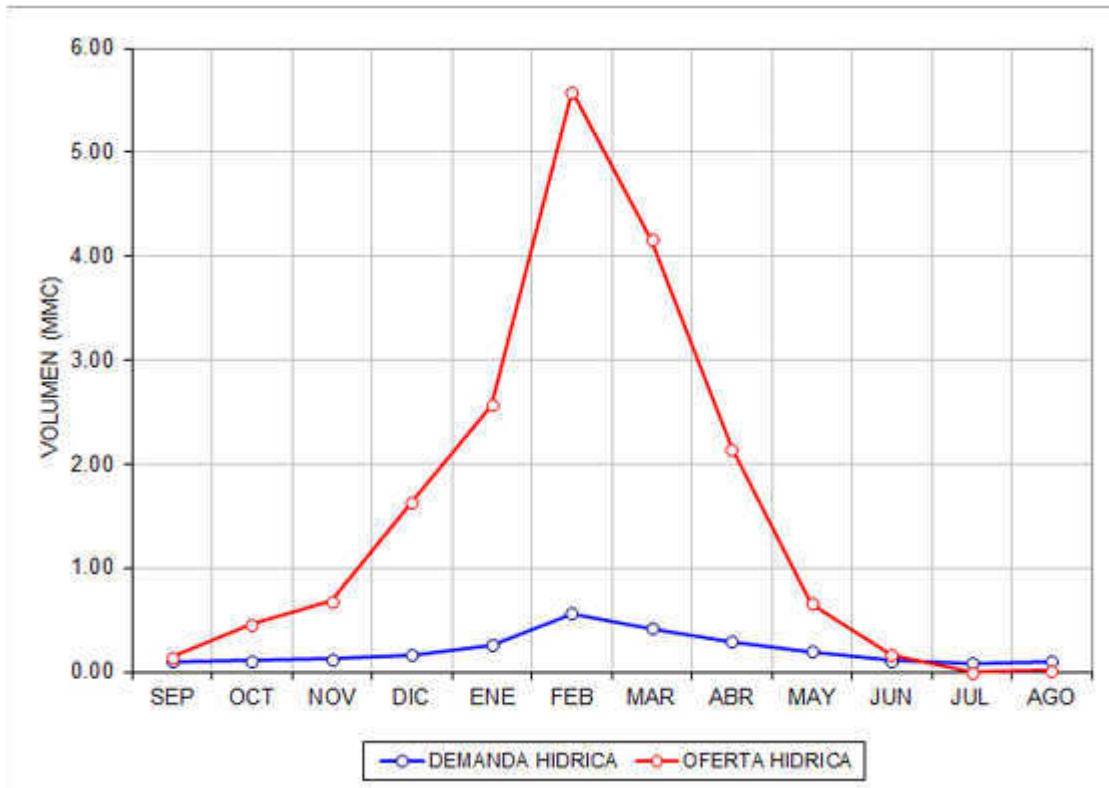


Tabla N° 10.39

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Pulcay) – Cuenca del río Pulcay

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Pulcay)	0.814	1.672	1.415	0.725	0.230	0.055	0.000	0.000	0.029	0.145	0.211	0.531
Aporte resto Cuenca	0.145	0.413	0.303	0.076	0.023	0.006	0.000	0.004	0.022	0.032	0.044	0.102

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Pulcay (m3/s)	0.814	1.672	1.415	0.725	0.230	0.055	0.000	0.000	0.029	0.145	0.211	0.531	0.485
Demanda Ecológica (m3/s)	0.081	0.167	0.141	0.072	0.035	0.008	0.000	0.000	0.004	0.022	0.032	0.053	0.051
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.733	1.505	1.273	0.652	0.196	0.047	0.000	0.000	0.025	0.123	0.179	0.477	0.434

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.028	0.036	0.035	0.034	0.037	0.030	0.026	0.018	0.000	0.020
----------------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

BALANCE HIDRICO PRELIMINAR

Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.028	0.036	0.035	0.000	0.000	0.025	0.026	0.018	0.000	0.014
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.00	0.00	82.10	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.733	1.505	1.273	0.624	0.160	0.012	---	---	---	0.097	0.161	0.477	0.560
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	0.034	0.037	0.005	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.733	1.505	1.273	0.652	0.196	0.047	0.000	0.000	0.025	0.123	0.179	0.477	0.434
DH Pulcay (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.028	0.036	0.033	0.032	0.035	0.029	0.014	0.007	0.000	0.018
DH Pulcay Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.033	0.000	0.000	0.024	0.014	0.007	0.000	0.009
Saldo Oferta 1	0.733	1.505	1.273	0.652	0.160	0.013	0.000	0.000	0.001	0.110	0.172	0.477	0.425

3.8. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA HUACCANA

3.8.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a la laguna Lanzaorcco en la cabecera de la cuenca. El aporte de los ríos Oloche, Jatunhuayco y Lanzaorcco da origen al río Chacabamba. Ver Figura N° 10.15, esquema hidrográfico.

3.8.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Chacabamba se ha identificado 3 bloques de riego, ubicados en la parte media y baja de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.8.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.40 y la Figura N° 10.16 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Chacabamba. De acuerdo al balance hídrico no existe déficit hídrico.

En las Tablas posteriores a la Tabla N° 10.41 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en cada cauce de escorrentía. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura N° 10.15
Esquema Hidrográfico – Subcuenca Huaccana

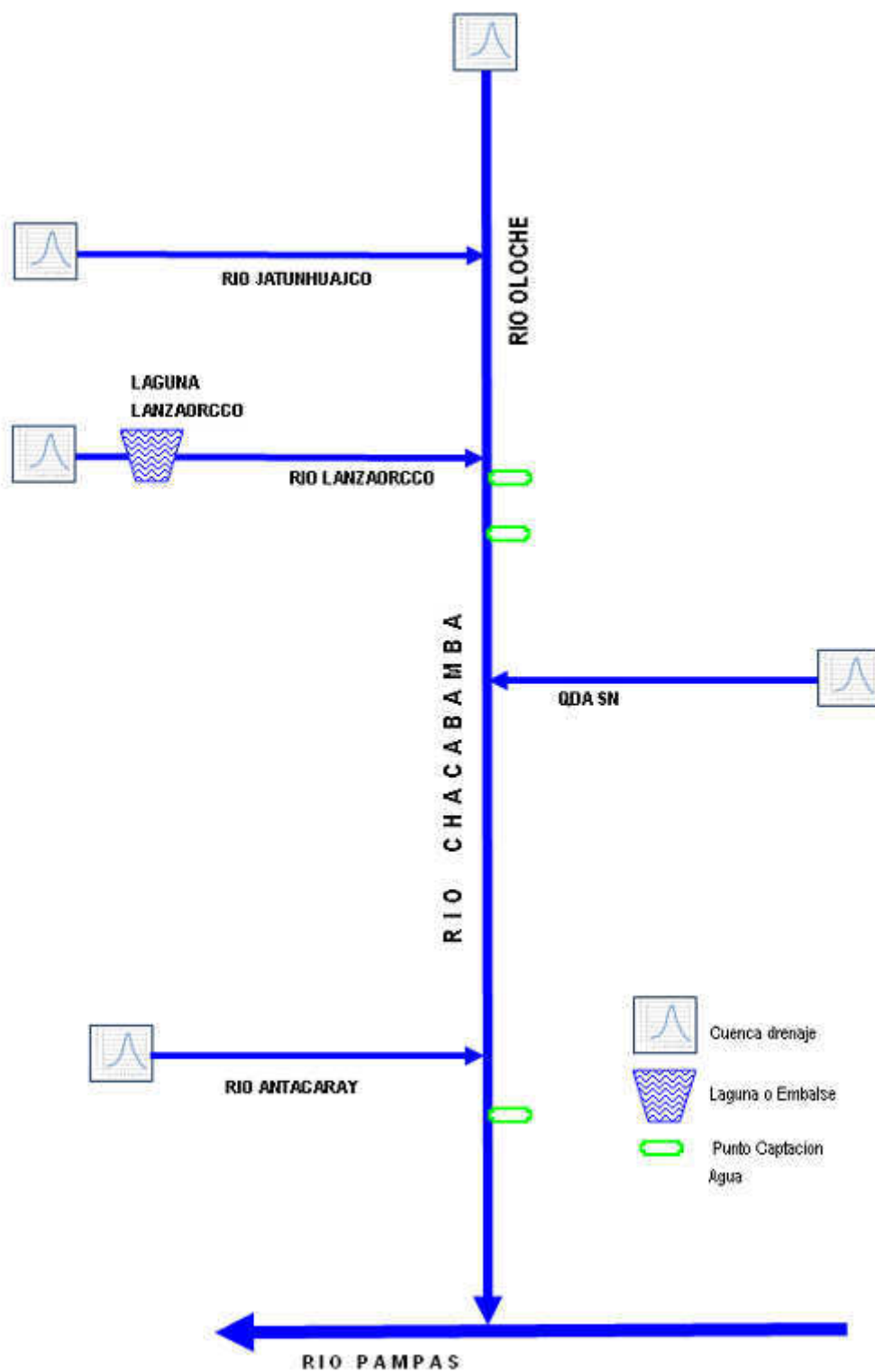


Tabla N° 10.40
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca Huaccana

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	1.860	2.459	3.711	7.644	15.624	20.783	18.035	7.710	3.109	1.778	1.108	1.341	85.163
DEMANDA HIDRICA	0.043	0.038	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.063	0.068	0.067	0.339
DEMANDA ECOLOGICA	0.279	0.369	0.557	0.764	1.562	2.078	1.804	0.771	0.466	0.267	0.166	0.201	9.285
SUPERAVIT	1.538	2.053	3.135	6.879	14.061	18.705	16.232	6.939	2.603	1.448	0.873	1.073	75.540
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.16
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca Huaccana

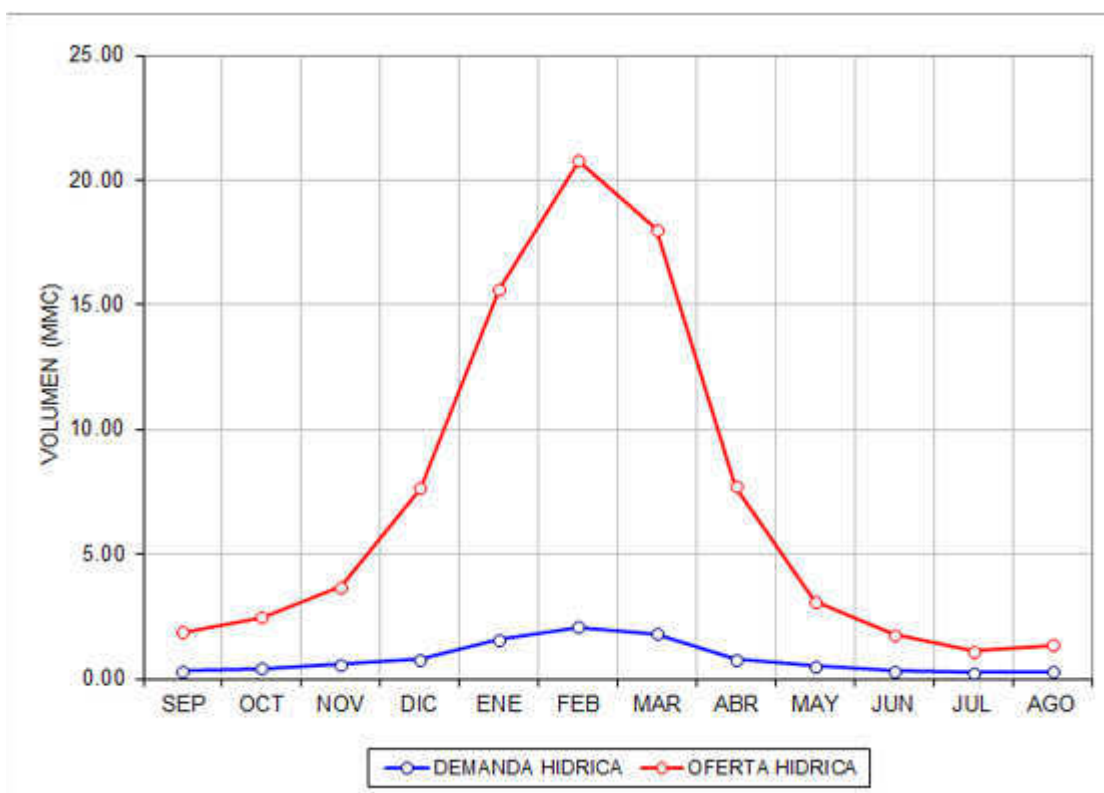


Tabla N° 10.41

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Canal Cóndor) – Cuenca Huaccana

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera de riego (PC Cóndor)	0.965	1.202	1.185	0.488	0.224	0.117	0.078	0.088	0.119	0.171	0.250	0.672
Aporte PCValle Mucuru	4.807	6.373	6.123	2.305	0.918	0.503	0.321	0.389	0.551	0.748	1.089	2.214
Aporte resto Cuenca	0.062	0.185	0.148	0.086	0.058	0.044	0.029	0.024	0.025	0.030	0.047	0.063

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera PC Cóndor (m3/s)	0.965	1.202	1.185	0.488	0.224	0.117	0.078	0.088	0.119	0.171	0.250	0.672	0.463
Demanda Ecológica (m3/s)	0.096	0.120	0.118	0.049	0.034	0.018	0.012	0.013	0.018	0.026	0.037	0.067	0.051
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.868	1.082	1.066	0.439	0.191	0.099	0.066	0.075	0.101	0.145	0.212	0.605	0.412

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.024	0.026	0.025	0.017	0.014	0.007	0.000	0.011
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.024	0.026	0.025	0.017	0.014	0.007	0.000	0.011
Demanda Atendida (%)	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	0.00	
Superávit (m3/s)	0.868	1.082	1.066	0.439	0.176	0.075	0.041	0.050	0.085	0.131	0.205	0.605	0.402
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	0.868	1.082	1.066	0.439	0.191	0.099	0.066	0.075	0.101	0.145	0.212	0.605	0.412
DH Cóndor (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.002	0.003	0.000	0.001
DH Cóndor Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.003	0.003	0.003	0.001	0.002	0.003	0.000	0.001
Saldo Oferta 1	0.868	1.082	1.066	0.439	0.189	0.096	0.063	0.072	0.100	0.143	0.210	0.605	0.411
DH Chacabamba (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
DH Chacabamba Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.005	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
Saldo Oferta 2	5.675	7.455	7.189	2.744	1.106	0.595	0.380	0.457	0.651	0.891	1.299	2.819	2.605
DH Valle Mucuru (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.017	0.018	0.019	0.015	0.012	0.005	0.000	0.008
DH Valle Mucuru Asignado (m3/s)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.017	0.018	0.019	0.015	0.012	0.005	0.000	0.008
Saldo Oferta 3	5.675	7.455	7.189	2.744	1.093	0.578	0.362	0.439	0.635	0.879	1.294	2.819	2.597

3.9. BALANCE HÍDRICO SUBCUENCA CHICHA

3.9.1. OFERTA HÍDRICA

La oferta hídrica en esta cuenca está representada básicamente por la precipitación propia sobre la cuenca y por el almacenamiento de agua correspondiente a las lagunas Supayccocha, Huancacocha, Verdeccocha, Llunpata y Parccocha en la cabecera de la cuenca. El aporte de los ríos Yanamayo, Punapuquio, Huancani, Ccantuchayoc, Pauche, Ochoran y Huanca, todos ellos forman el río Chicha. Ver Figura N° 10.17, esquema hidrográfico.

3.9.2. DEMANDA HÍDRICA

En la cuenca del río Chicha se ha identificado 3 bloques de riego, ubicados en la parte media de la cuenca. La demanda hídrica es la que corresponde básicamente a la demanda hídrica agrícola.

3.9.3. ESTADO DEL BALANCE HÍDRICO

El balance hídrico se ha elaborado bajo dos condiciones: (1) A nivel de sumatoria de la oferta hídrica producida en toda la cuenca y las demandas hídricas totales requeridas en toda la cuenca. (2) A nivel de cauces de escorrentía, en donde el balance hídrico es una sucesión de comparación de la oferta y demanda hídrica en el sentido del flujo del cauce, iniciando en la parte alta de la cuenca y terminando en la parte baja o en el punto de efluencia de la cuenca.

En la Tabla N° 10.42 y la Figura N° 10.18 se muestra el estado del balance hídrico a nivel de cuenca del río Chicha. De acuerdo al balance hídrico no existe déficit hídrico.

En la Tabla N° 10.43 se presenta el cálculo sucesivo del balance hídrico en el cauce del río Huancani. En las mismas hojas de cálculo se detalla la distribución de agua a nivel mensual a cada bloque de riego.

Se entiende que de acuerdo al balance hídrico local se realiza una distribución equitativa del agua de acuerdo a los índices de demanda atendida en cada ejercicio de balance hídrico.

Figura Nº 10.17
Esquema Hidrográfico – Subcuenca Chicha

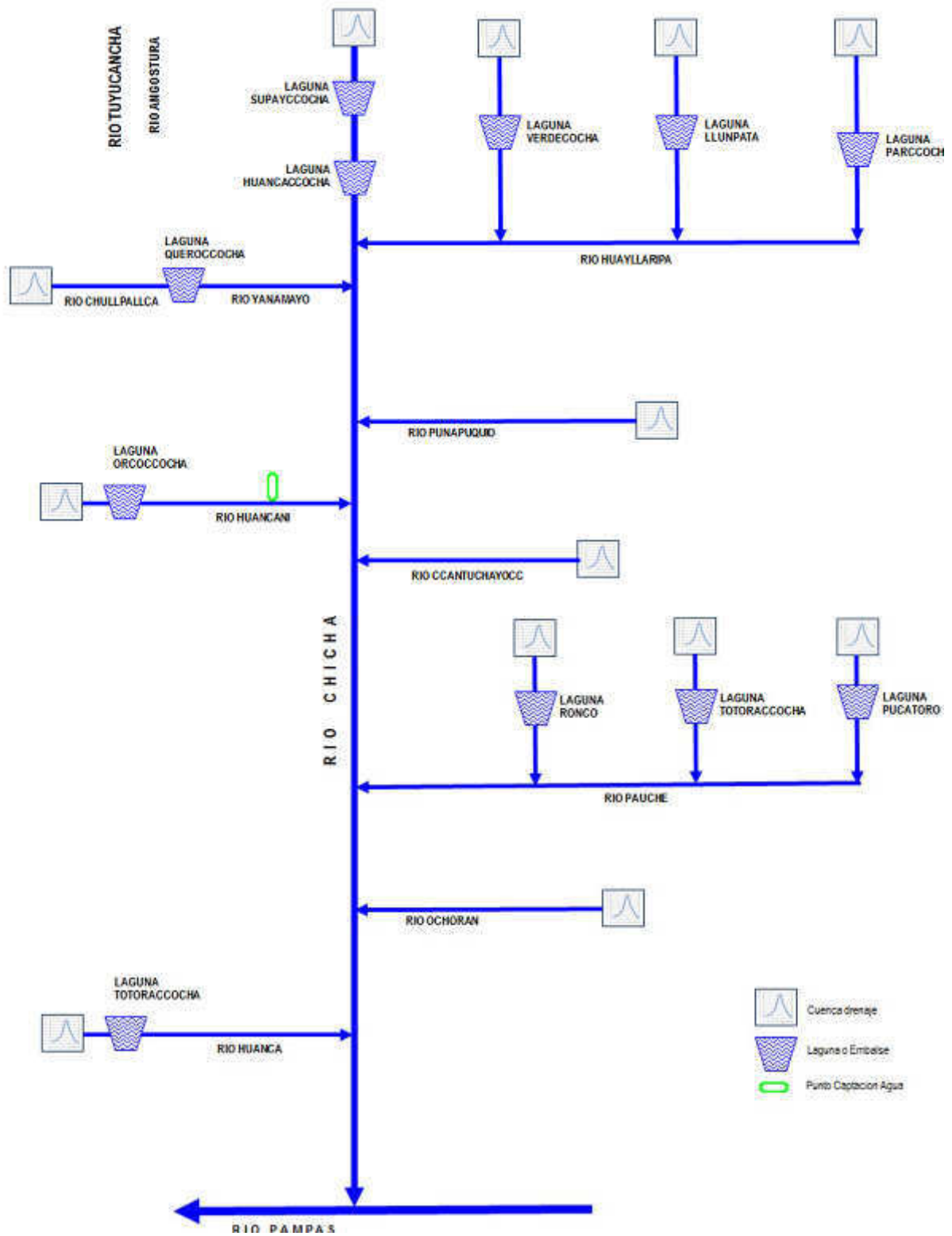


Tabla N° 10.42
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca Chicha

VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
OFERTA HIDRICA	3.421	4.633	6.674	14.739	36.569	61.967	61.572	30.429	13.371	5.227	1.908	2.094	242.604
DEMANDA HIDRICA	0.428	0.934	1.368	0.937	0.616	0.001	0.000	0.268	0.414	0.153	0.159	0.245	5.524
DEMANDA ECOLOGICA	0.513	0.695	1.001	1.474	3.657	6.197	6.157	3.043	2.006	0.784	0.286	0.314	26.127
SUPERAVIT	2.480	3.004	4.305	12.329	32.296	55.769	55.415	27.118	10.951	4.291	1.463	1.534	210.953
DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Figura N° 10.18
Balance Hídrico a nivel de sub cuenca (MMC) – Sub cuenca Chicha

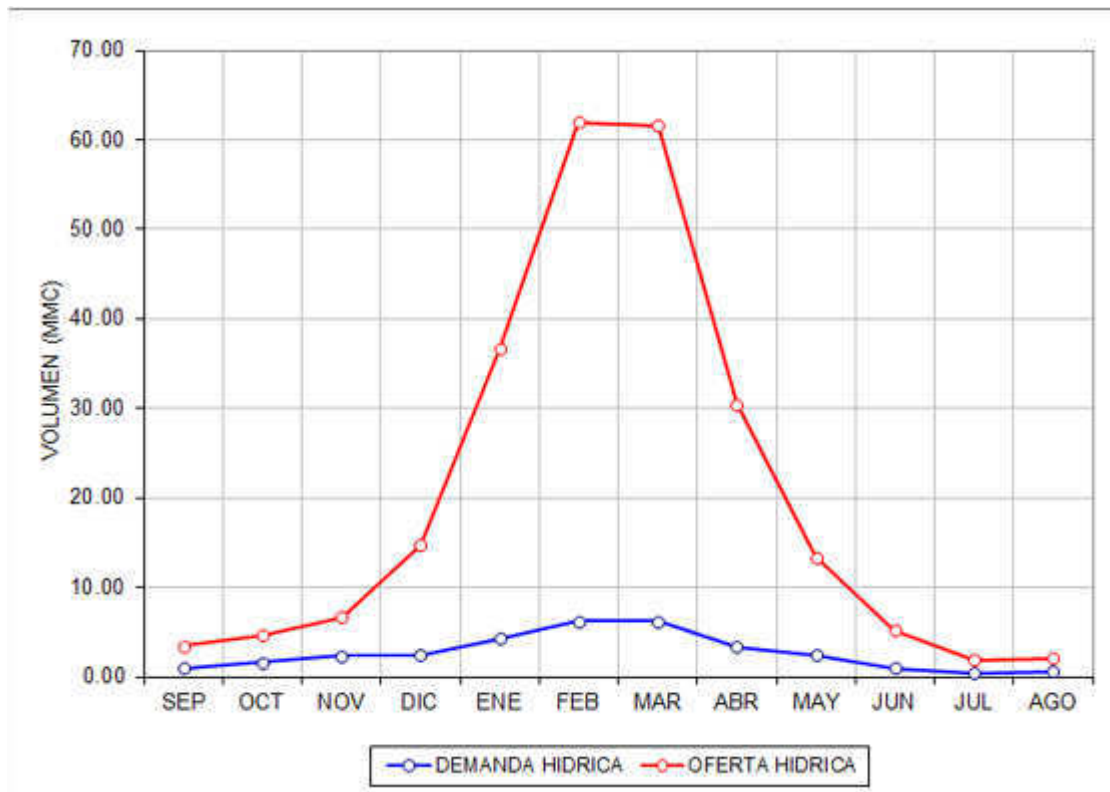


Tabla N° 10.43

Balance Hídrico a nivel de cauces de escorrentía (Captación Bocatoma Irrigación) – Cuenca Chicha

CAUDAL (Oferta 75%)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Aporte Cabecera Bocatoma Irrigación Soras Larcaay	10.396	13.634	12.367	6.159	2.518	1.376	1.057	1.178	1.277	1.715	1.935	4.141

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Bruta en Cabecera Soras Larcaay (m3/s)	10.396	13.634	12.367	6.159	2.518	1.376	1.057	1.178	1.277	1.715	1.935	4.141	4.813
Demanda Ecológica (m3/s)	1.040	1.363	1.237	0.616	0.378	0.206	0.159	0.177	0.192	0.257	0.290	0.414	0.527
Oferta Hídrica Asignable en 1er punto de captación (m3/s)	9.356	12.270	11.131	5.543	2.140	1.169	0.898	1.001	1.086	1.458	1.645	3.727	4.285

Demanda Total del Sistema (m3/s)	0.230	0.000	0.000	0.103	0.155	0.059	0.059	0.091	0.166	0.349	0.527	0.350	0.174
BALANCE HIDRICO PRELIMINAR													
Demanda Atendida (m3/s)	0.230	0.000	0.000	0.103	0.155	0.059	0.059	0.091	0.166	0.349	0.527	0.350	0.174
Demanda Atendida (%)	100.00	100.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	
Superávit (m3/s)	9.126	12.270	11.131	5.440	1.986	1.110	0.839	0.910	0.920	1.109	1.118	3.377	4.111
Déficit (m3/s)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
Déficit (%)													

ASIGNACION DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES SEGÚN BALANCE HIDRICO

CAUDAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	PROM
Oferta Hídrica Asignable en punto de captación (m3/s)	9.356	12.270	11.131	5.543	2.140	1.169	0.898	1.001	1.086	1.458	1.645	3.727	4.285
PC Soras (m3/s)	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.010	0.127	0.179	0.071	0.035
PC Soras Asignado (m3/s)	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.010	0.127	0.179	0.071	0.035
Saldo Oferta 1	9.333	12.270	11.131	5.543	2.140	1.169	0.898	0.986	1.076	1.331	1.465	3.656	4.250
PC Larcaay (m3/s)	0.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.137	0.147	0.036
PC Larcaay Asignado (m3/s)	0.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034	0.137	0.147	0.036
Saldo Oferta 2	9.220	12.270	11.131	5.543	2.140	1.169	0.898	0.986	1.076	1.298	1.328	3.509	4.214
PC Huayllacha (m3/s)	0.094	0.000	0.000	0.103	0.155	0.059	0.059	0.076	0.156	0.189	0.211	0.132	0.103
PC Huayllacha Asignado (m3/s)	0.094	0.000	0.000	0.103	0.155	0.059	0.059	0.076	0.156	0.189	0.211	0.132	0.103
Saldo Oferta 3	9.126	12.270	11.131	5.440	1.986	1.110	0.839	0.910	0.920	1.109	1.118	3.377	4.111

Capítulo 11

EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS

1. GENERALIDADES

En el presente capítulo se ha elaborado un análisis de eventos extremos de naturaleza hidrometeorológica como exceso de escorrentías (avenidas) y escasez de lluvias (sequías) en el ámbito del área de estudio.

Se ha elaborado el análisis de frecuencia de máximas avenidas en puntos de interés, en función a la información pluviométrica máxima en 24 horas, y utilizando un modelo hidrológico de transformación precipitación – escorrentía se ha determinado el caudal de máxima avenida.

El análisis de sequías se ha realizado en toda el área de estudio. Para elaborar el análisis de sequías se ha identificado los periodos de déficit de precipitación en base a la información disponible de registros históricos de precipitación total mensual.

2. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS – SUBCUENCA CHUMBAO

Se ha determinado el caudal de máxima avenida en la subcuenca del río Chumbao, en el punto donde actualmente se realiza el aforo de escorrentía del río Chumbao, dicho punto se localiza en el área urbano de la Ciudad de Andahuaylas.

2.1. CARACTERÍSTICAS FISIográfICAS E HIDROLÓGICAS

El área de drenaje de la estación de aforo del río Chumbao tiene una superficie de 172.45 Km², un perímetro de 91.66 km.

Esta superficie tiene una influencia pluviométrica de cuatro estaciones: Andahuaylas, Talavera, Tambobamba y Huancabamba, según la configuración de polígonos de Thiessen calculado en toda el área de estudio.

2.2. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA

La información pluviométrica básica recopilada proviene del SENAMHI, correspondiente a las estaciones ubicadas en el entorno del área de drenaje de la estación de aforo sobre el río Chumbao. Esta información pluviométrica requerida corresponde al parámetro de precipitación máxima en 24 horas.

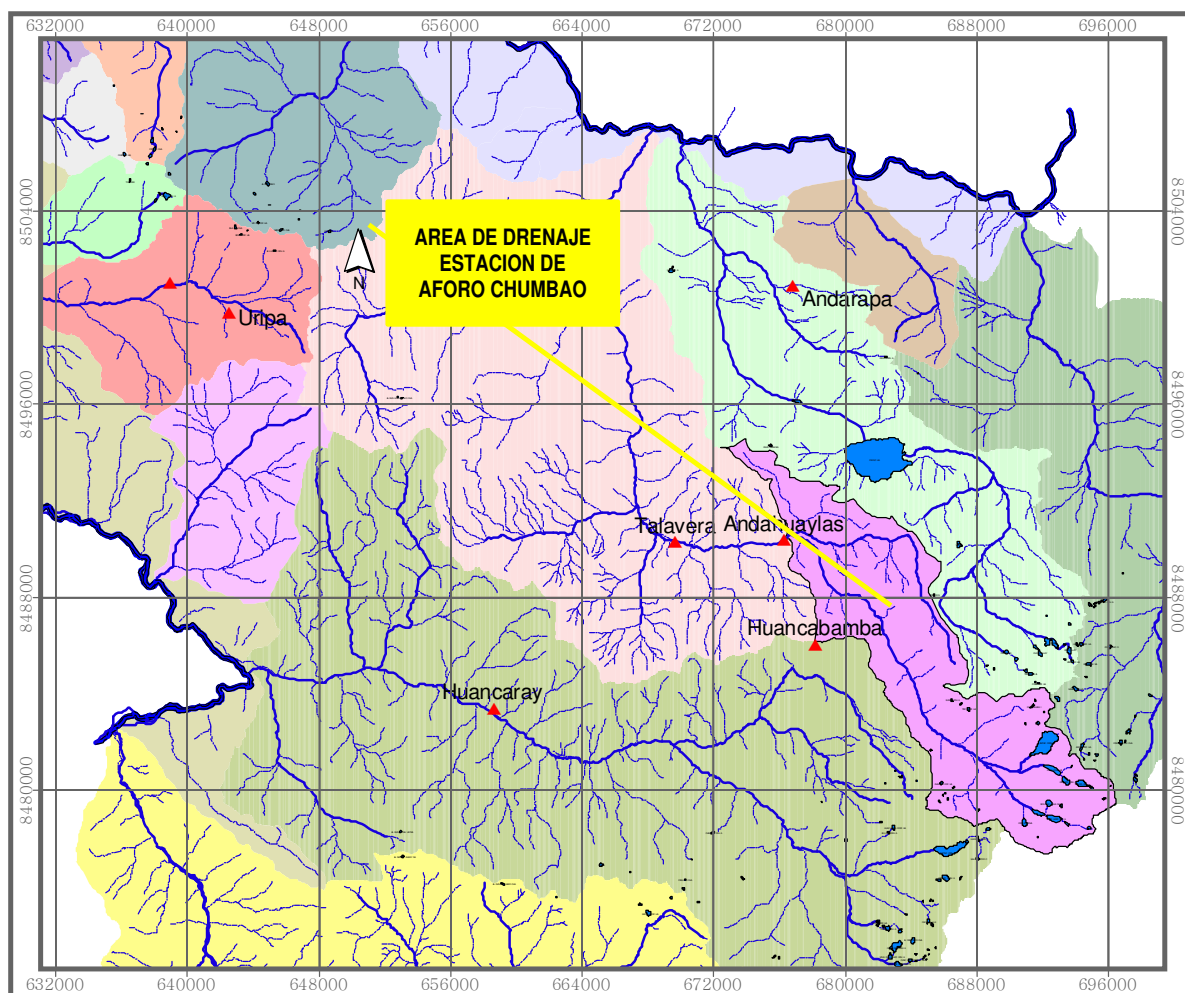
Para el análisis de máximas avenidas se ha seleccionado 4 estaciones meteorológicas, con cuyos registros pluviométricos se ha elaborado el análisis hidrológico de máximas avenidas del área de drenaje del río Chumbao, en el punto de ubicación de la estación de aforo.

En la Tabla N° 11.1 se muestra la información geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para el análisis pluviométrico, en la Figura N° 11.1 se muestra el área de drenaje de la estación de aforo del río Chumbao y la ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas.

Tabla N° 11.1
Estaciones meteorológicas – Análisis Precipitación Máxima de 24 hr

Nº	ESTACION	DISTRITO	PROVINCIA	REGION	ALT.	Lat. Sur	Long. Oeste	AÑOS REGISTRO	FUNCIONA
1	Andahuaylas	Andahuaylas	Andahuaylas	Apurímac	2933	13°39'25"	73°22'15"	37	si
2	Tambobamba	Tambobamba	Tambobamba	Apurímac	3454	13°56'1"	72°10'1"	17	si
3	Huancabamba	Pichirhua	Abancay	Apurímac	3925	13°44'1"	73°2'11"	17	no
4	Talavera	Talavera	Andahuaylas	Apurímac	2803	13°39'29"	73°25'55"	6	no

Figura N° 11.1
Ubicación de Estaciones Pluviométricas
Área de drenaje de Estación de Aforo del río Chumbao



2.3. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HR

En el Cuadro N° 3.1 se mostró las estaciones meteorológicas utilizadas en el presente estudio. Los registros históricos de la precipitación máxima de 24 horas ha sido proporcionada por el Senamhi.^

La información de precipitación máxima de 24 hr. es de poca longitud en todos los casos; sin embargo la disponibilidad del registro de precipitación a nivel diario ha permitido reclasificar la información de series parciales, obteniéndose una mayor cantidad y densidad de datos.

En la Tabla N° 11.2 se muestra la información seleccionada de precipitación máxima de 24 hr utilizando la metodología de series parciales, correspondiente a cada estación meteorológica.

Tabla N° 11.2
Precipitación Máxima de 24 hr - Estaciones meteorológicas

N°	ANDAHUAYLAS		TALAVERA	TAMBOBAMBA	HUANCABAMBA
1	19.90	26.40	12.70	31.70	20.50
2	21.00	23.50	28.60	38.20	29.20
3	20.00	32.20	20.70	30.60	19.40
4	25.00	22.00	13.50	35.30	23.80
5	23.10	29.50	20.80	39.00	24.60
6	28.80	25.00	19.80	48.80	22.60
7	22.50	24.00	18.80	35.60	43.00
8	22.00	32.00	28.70	30.00	19.20
9	38.00	21.00	20.60	42.60	24.60
10	32.00	22.20	23.40	31.50	45.70
11	23.50	20.90	19.70	26.80	20.40
12	22.60	25.80	25.70	34.50	19.40
13	21.50	24.20	13.20	39.00	24.20
14	19.40	20.70	19.90	52.70	26.60
15	20.40	43.30	16.80	38.90	22.60
16	32.70	21.80	14.10	36.20	19.20
17	27.30	23.50	17.50	54.70	24.60
18	24.80	24.00	15.80	34.30	23.60
19	25.70	25.00	20.10	29.80	23.80
20	20.70	22.50	20.60	35.20	24.40
21	24.10	23.00	16.30	26.10	19.60
22	22.20	21.40	27.00	25.60	20.20
23	36.30	21.80	16.00	26.20	20.80
24	28.10	19.50		29.90	24.80
25	19.50	29.80		32.40	35.40
26	19.40	19.50		32.00	20.80
27	32.00	21.00		29.80	20.80
28	21.70	24.90		33.10	24.60
29	23.50	19.50		35.00	24.80
30	25.00	22.00		29.00	19.40
31	22.50	23.00		29.00	22.60
32	25.00	24.40		30.00	19.40
33	21.00	24.40		28.20	22.80
34	25.80	20.50		65.00	27.20
35	29.00	23.50		30.00	21.20
36	23.80	19.50		29.20	22.80
37	20.30	35.30		42.30	19.50
38	22.80	28.80		30.70	20.20
39	30.50	25.00		36.40	19.20
40	19.90	22.80		38.10	21.40
41	20.50	21.80		30.50	19.80
42	21.50	19.60			24.20
43	21.40	23.80			24.80
44	19.80	24.00			26.60
45	21.60	24.80			20.80
46	25.00	24.10			24.20
47		29.20			21.20

2.4. PERIODO DE RETORNO

La selección del caudal de referencia para el que debe proyectarse un elemento de drenaje, está relacionado con la frecuencia de ocurrencia de dicho caudal. Este parámetro puede definirse por medio del periodo de retomo, aumentando con este el valor del caudal. Dicho valor corresponde a aquel que, como media, es superado en una ocasión cada T años.

Sin embargo, el riesgo de que ese caudal sea excedido alguna vez durante un cierto intervalo de tiempo, depende también de la duración del intervalo.

2.4.1. ANÁLISIS DE RIESGO

El dimensionado de estructuras para el control de las aguas incluye ineludiblemente la consideración de riesgos. Una estructura de este tipo puede fallar si la magnitud correspondiente al periodo de retomo de diseño T_r se excede durante la vida útil de aquélla.

Este riesgo "hidrológico natural o inherente" de falla puede calcularse utilizando las siguientes ecuaciones.

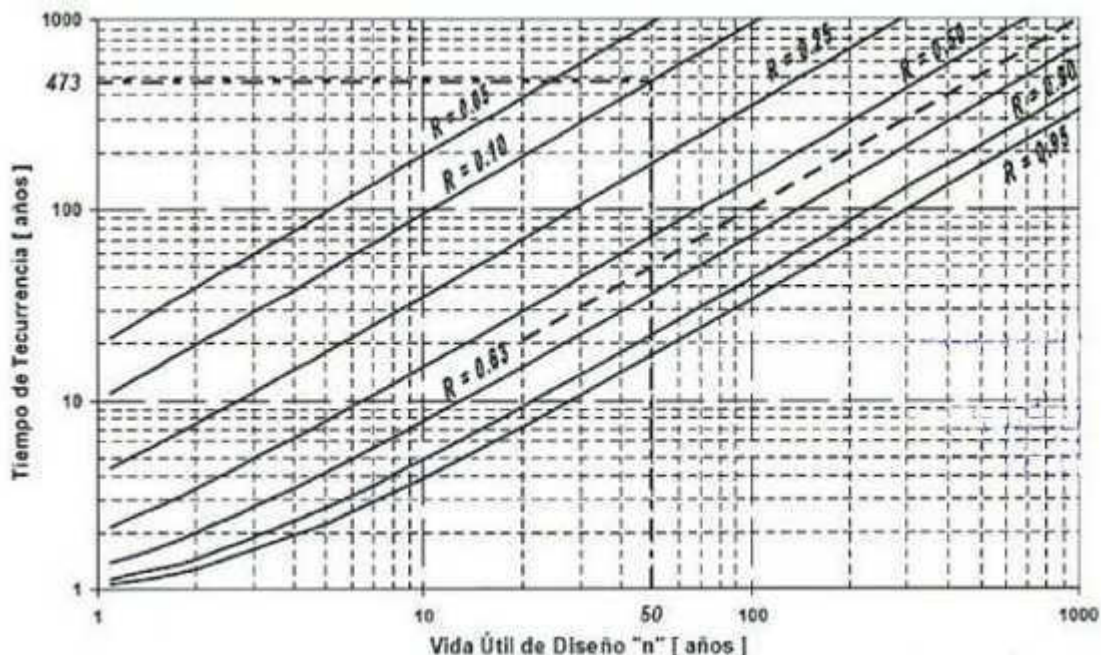
$$R = 1 - [1 - P(X \geq x_T)]^n$$

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T_r}\right)^n$$

Donde:

R representa la probabilidad de que un evento $X \geq x_T$ ocurra por lo menos una vez en "n" años de vida útil de la obra. Esta relación se muestra en la Figura N° 11.2.

Figura N° 11.2
Riesgo en Función del Tiempo de Recurrencia y Vida Útil



Para el presente estudio se consideró un riesgo de falla de 22.22%, y una vida útil de la estructura de control de caudal de 25 años, obteniéndose un periodo de retorno de 100 años, con el cual se procederá al cálculo de la descarga de diseño.

2.5. ANÁLISIS DE FRECUENCIAS

Un sistema hidrológico es afectado eventualmente por eventos extremos, tales como tormentas severas, crecientes, etc. La magnitud de este evento extremo está relacionada con su frecuencia de ocurrencia mediante una distribución de probabilidades.

Los métodos estadísticos se apoyan en la existencia de series de datos de eventos extremos, las cuales son sometidas a un análisis de frecuencias. Esto implica efectuar el ajuste de varias distribuciones teóricas a una determinada muestra, para comparar y concluir cuál de ellas se aproxima mejor a la distribución empírica.

Las distribuciones teóricas más utilizadas para el análisis de máximas avenidas son: Gumbel I, Log Normal y Log Pearson III. Para el caso de estudio se ha utilizado la función de distribución Gumbel I.

2.5.1. DISTRIBUCIÓN GUMBEL TIPO I

Una familia importante de distribuciones usadas en el análisis de frecuencia hidrológica es la distribución general de valores extremos, la cual ha sido ampliamente utilizada para representar el comportamiento de crecientes y sequías (máximo y mínimo)

a) Función de Densidad

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{-x - \beta}{\alpha} - \exp \left(\frac{-x - \beta}{\alpha} \right) \right]$$

Dónde: α y β son los parámetros de la distribución.

b) Estimación de parámetros

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s \quad \beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

Dónde: $\bar{x}$ y s son la media y la desviación estándar estimadas con la muestra.

c) Factor de Frecuencia

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \right\}$$

Dónde: T_r es el periodo de retorno.

2.5.2. PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HR PARA DISEÑO

Cada una de las series de precipitación máxima de 24 hr correspondiente a las 4 estaciones del análisis hidrológico, se ha sometido al ajuste al modelo de distribución probabilística Gumbel I, mediante el cual se ha calculado precipitación máxima en 24 hr para diversos años de periodo de retorno.

Para los fines de análisis de máximas avenidas del presente estudio, se ha utilizado las precipitaciones máximas correspondientes a un periodo de retorno de 100 años.

Con los datos de precipitación máxima en 24 hr., mostrados en la Tabla N° 11.2, se procedió a realizar el análisis de frecuencias y finalmente se estimó la precipitación máxima en 24 hr, para diferentes periodos de retorno.

Utilizando el software Hyfran, se ha elaborado el análisis de distribución de probabilidades de la precipitación máxima en 24 hr.

Asimismo utilizando el mismo software se ha verificado la bondad de ajuste de la información histórica al modelo de la distribución Gumbel, mediante la prueba de Chi Cuadrado, estableciéndose la conformidad estadística. En las Figuras N° 11.3, 11.4, 11.5 y 11.6 se muestran el proceso de cálculo.

En la Tabla N° 11.3 se muestra el resumen de los cálculos elaborados de precipitación máxima en 24 hr para periodos de retorno.

Tabla N° 11.3
Precipitación Máxima en 24 hr. (mm.) - para Diferentes Periodos de Retorno

TR	ANDAHUAYLAS	TALAVERA	TAMBOBAMBA	HUANCABAMBA
1000	42.70	42.7	75.50	41.90
500	40.60	40.2	71.00	39.90
200	38.00	36.8	65.20	37.20
100	35.90	34.3	60.70	35.10
50	33.90	31.7	56.20	33.10
20	31.10	28.3	50.30	30.30
10	29.00	25.7	45.70	28.20
5	26.80	22.9	40.90	26.00

Figura N° 11.3
Distribución Gumbel I, Características de la Información pluviométrica

Desarrollo | Datos | Estadística de datos | Verificación de hipótesis | Gráficos

Título del proyecto
Precipitación Máxima en 24h - Estación Huancabamba

Numero de datos (n) : 55

Mínimo : 19.4

Máximo : 43.3

Promedio : 24.3

Desviación estándar : 4.68

Mediana : 21.5

Coefficiente de variación (Cv) : 0.188

Coefficiente de asimetría (Ca) : 1.36

Coefficiente de curtosis (Cx) : 6.13

Desarrollo | Datos | Estadística de datos | Verificación de hipótesis | Gráficos

Título del proyecto
Precipitación Máxima 24h - Estación Tarma

Numero de datos (n) : 55

Mínimo : 12.7

Máximo : 26.7

Promedio : 19.6

Desviación estándar : 4.68

Mediana : 19.6

Coefficiente de variación (Cv) : 0.236

Coefficiente de asimetría (Ca) : 0.811

Coefficiente de curtosis (Cx) : 2.28

Desarrollo | Datos | Estadística de datos | Verificación de hipótesis | Gráficos

Título del proyecto
Precipitación Máxima 24h - Estación Tumbabando

Numero de datos (n) : 41

Mínimo : 25.5

Máximo : 65.0

Promedio : 35.0

Desviación estándar : 5.21

Mediana : 32.5

Coefficiente de variación (Cv) : 0.225

Coefficiente de asimetría (Ca) : 1.87

Coefficiente de curtosis (Cx) : 6.15

Desarrollo | Datos | Estadística de datos | Verificación de hipótesis | Gráficos

Título del proyecto
Precipitación Máxima 24h - Estación Huancabamba

Numero de datos (n) : 47

Mínimo : 19.2

Máximo : 45.7

Promedio : 25.6

Desviación estándar : 5.41

Mediana : 22.6

Coefficiente de variación (Cv) : 0.228

Coefficiente de asimetría (Ca) : 2.71

Coefficiente de curtosis (Cx) : 9.35

Figura N° 11.4
Distribución Gumbel I, Ajuste al modelo

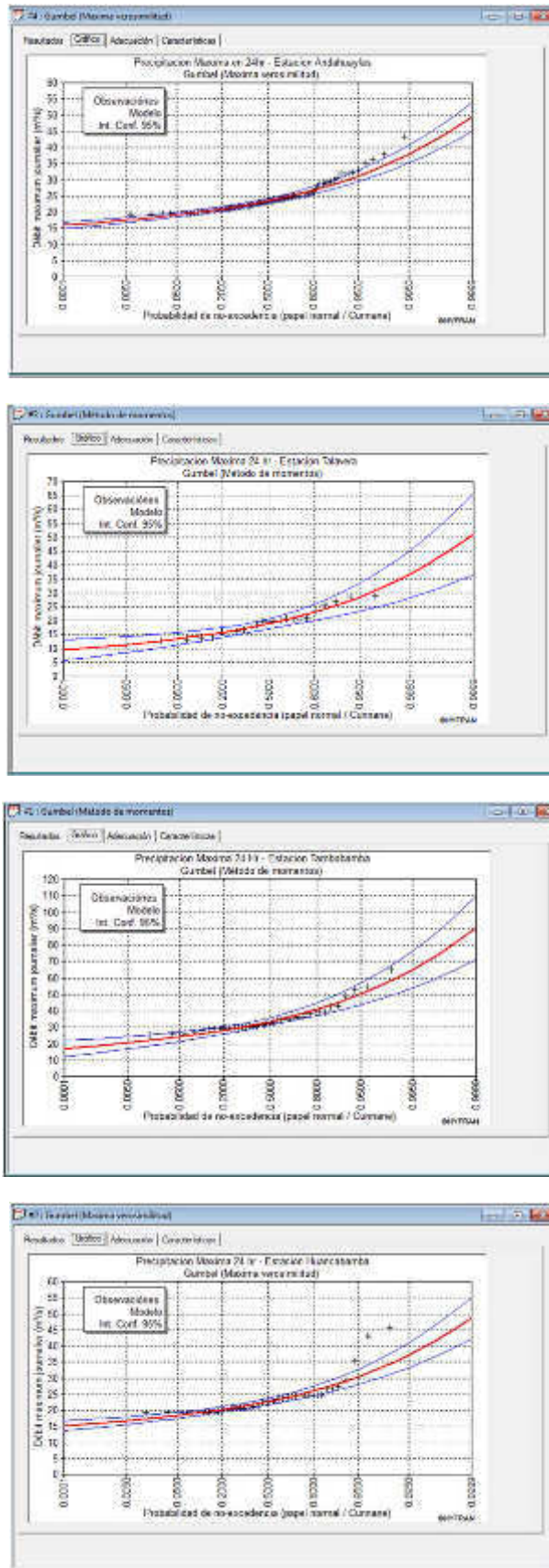


Figura N° 11.5
Distribución Gumbel I, Verificación de Ajuste al modelo, Prueba de Chi Cuadrado

Fig. Gumbel (Método de momentos)

Resultados | Gráfica | Ajustación | Características

Nombre de la prueba: Prueba Chi-cuadrado

Proyecto: C:\Hydro\Hidroscania\h\

Título: Precipitación Máxima 24 hr - Estación Andahuaylas

Hipótesis

H0: La muestra proviene de una distribución Gumbel

H1: La muestra no proviene de una distribución Gumbel

Resultados

Resultado de la estadística:	$\chi^2 = 16.15$
valor p:	$p = 0.0041$
Grados de libertad:	5
Número de clases:	32

Conclusión:
Debemos RECHAZAR H0 a un nivel de significación de 0.05, pero aceptamos a un nivel de significación de 0.1.

Fig. Gumbel (Método de momentos)

Resultados | Gráfica | Ajustación | Características

Nombre de la prueba: Prueba Chi-cuadrado

Proyecto: C:\Hydro\Hidroscania\h\

Título: Precipitación Máxima 24 hr - Estación Taboara

Hipótesis

H0: La muestra proviene de una distribución Gumbel

H1: La muestra no proviene de una distribución Gumbel

Resultados

Resultado de la estadística:	$\chi^2 = 13.75$
valor p:	$p = 0.0251$
Grados de libertad:	4
Número de clases:	7

Conclusión:
Debemos RECHAZAR H0 a un nivel de significación de 5%, pero aceptamos a un nivel de significación de 1%.

Fig. Gumbel (Método de momentos)

Resultados | Gráfica | Ajustación | Características

Nombre de la prueba: Prueba Chi-cuadrado

Proyecto: C:\Hydro\Hidroscania\h\

Título: Precipitación Máxima 24 hr - Estación Taricayamba

Hipótesis

H0: La muestra proviene de una distribución Gumbel

H1: La muestra no proviene de una distribución Gumbel

Resultados

Resultado de la estadística:	$\chi^2 = 8.76$
valor p:	$p = 0.1152$
Grados de libertad:	5
Número de clases:	8

Conclusión:
Aceptamos H0 a un nivel de significación de 5%.

Fig. Gumbel (Método de momentos)

Resultados | Gráfica | Ajustación | Características

Nombre de la prueba: Prueba Chi-cuadrado

Proyecto: C:\Hydro\Hidroscania\h\

Título: Precipitación Máxima 24 hr - Estación Huancabamba

Hipótesis

H0: La muestra proviene de una distribución Gumbel

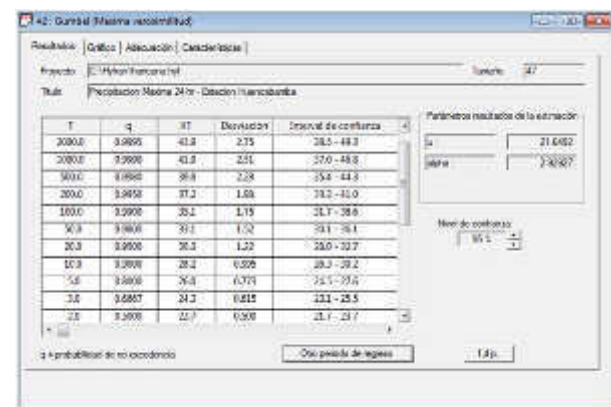
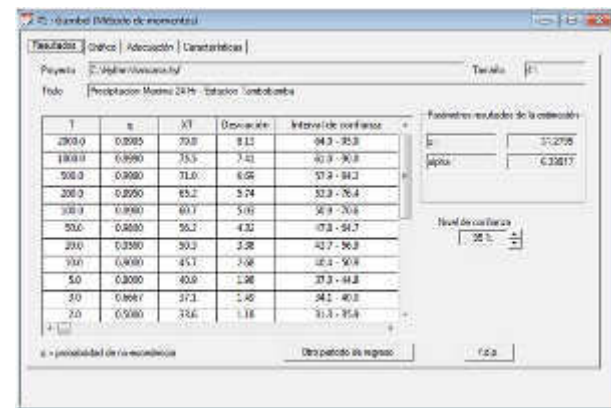
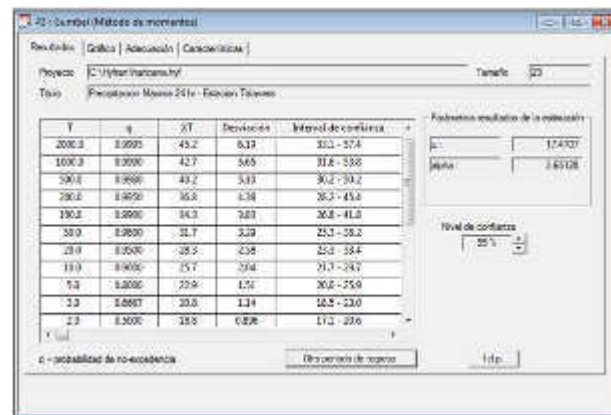
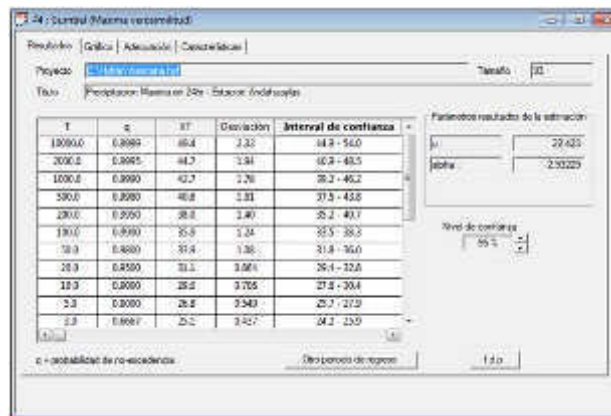
H1: La muestra no proviene de una distribución Gumbel

Resultados

Resultado de la estadística:	$\chi^2 = 12.11$
valor p:	$p = 0.0503$
Grados de libertad:	6
Número de clases:	8

Conclusión:
Aceptamos H0 a un nivel de significación de 5%.

Figura N° 11.6
Distribución Gumbel I, Resultados de Precipitación Máxima en 24 hr según Periodo de Retorno



2.5.3. PRECIPITACIÓN AREAL MÁXIMA DE 24 HR

El área de drenaje de la estación de aforo del río Chumbao está bajo la influencia de 4 estaciones pluviométricas, por consiguiente, utilizando el método de Polígonos de Thiessen se ha estimado la precipitación areal en dicha superficie.

Con fines de elaborar el análisis de máximas avenidas en forma más precisa, se ha subdividido la superficie de drenaje de la estación de aforo en dos unidades hidrográficas. Para estas dos unidades de drenaje se ha determinado la precipitación areal máxima en 24 hr. En la Tabla N° 11.4 se muestra los resultados.

Tabla N° 11.4
Precipitación Areal Máxima en 24 hr. (mm.) - para Diferentes Periodos de Retorno

RIO CHUMBAO (WS01)			RIO UCHURAN (WS02)		
POLIGONO	INFLUENCIA (%)	PP MAX 24HR (mm.)	POLIGONO	INFLUENCIA (%)	PP MAX 24HR (mm.)
Andahuaylas	5.74	35.90	Andahuaylas	68.39	35.90
Talavera	0.01	34.30	Talavera	0.00	34.30
Tambobamba	16.43	60.70	Tambobamba	0.00	60.70
Huancabamba	77.82	35.10	Huancabamba	31.61	35.10
TOTAL	100.00	39.35	TOTAL	100.00	35.65

2.6. MODELAMIENTO HIDROLÓGICO

Ciertas aplicaciones de la Ingeniería Hidrológica pueden requerir análisis complejos que involucra la variación temporal y/o espacial de la precipitación, abstracciones hidrológicas, y escorrentía. Típicamente, tales análisis implican un gran número de cálculos y son por lo tanto satisfechos con la ayuda de una computadora digital. El uso de las computadoras en todos los aspectos de la ingeniería hidrológica ha incrementado el énfasis en el modelamiento de cuencas.

Un modelo de cuenca es un conjunto de abstracciones matemáticas que describen las fases relevantes del ciclo hidrológico, con el objetivo de simular la conversión de la precipitación en escorrentía. En principio, la técnica de modelamiento de cuenca es aplicable a cuencas de cualquier tamaño, pequeñas (unas hectáreas), medianas (decenas de kilómetros cuadrados) o grandes (miles de kilómetros cuadrados). En la práctica, sin embargo, aplicaciones de modelamiento de cuenca son generalmente confinados al análisis de cuencas para el que la descripción de la variación temporal y/o espacial de la precipitación sea garantizada. Usualmente este es el caso de cuencas medianas y grandes.

Una aplicación típica de modelamiento de cuenca consiste de lo siguiente: (1) selección del tipo de modelo, (2) formulación y construcción del modelo, (3) comprobación del modelo, y (4) aplicación del modelo. Un modelo de cuenca incluye todas las fases relevantes del ciclo hidrológico y, como tal, están compuestos de uno o más técnicas para cada fase.

Las componentes básicas del modelo de cuenca son: (1) precipitación, (2) abstracciones hidrológicas, y (3) escorrentía. Usualmente, la precipitación es la entrada del modelo, las abstracciones hidrológicas son determinadas de las propiedades de la cuenca, y la escorrentía es la salida del modelo.

En el caso de estudio, para estimar el caudal de máximas avenidas en la estación de aforo sobre el cauce del río Chumbao, se procedió a estimar el caudal máximo en base a la

precipitación areal máxima en 24 hr, utilizando un modelo hidrológico de transformación precipitación-escorrentía con ayuda del programa HEC-HMS (Sistema de Modelamiento Hidrológico).

2.7. EL MODELO HIDROLÓGICO HEC-HMS

El modelo HEC-HMS (Hydrologic Modeling System) es un modelo lluvia-escorrentía, desarrollado por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers (USACE), que está diseñado para simular el hidrograma de escorrentía que se produce en un determinado punto de la red fluvial como consecuencia de un periodo de lluvia.

La simulación de la red de drenaje de una cuenca constituye la base del modelo. Todas las demás opciones están desarrolladas sobre la capacidad de cálculo de hidrogramas en cualquier punto de la cuenca (Viessman, 1996). Los componentes del modelo funcionan basados en relaciones matemáticas simples que tratan de representar los procesos que intervienen en la generación y circulación de los hidrogramas de escorrentía: pérdidas, transformación del exceso de lluvia en caudal de salida de la cuenca, adición del flujo base, circulación del hidrograma por el cauce, etc.

En este caso, hay una serie de condicionantes o limitaciones que por distintos motivos tiene el modelo aplicado:

- La simulación se limita a eventos de lluvia (modelo de eventos), consecuencia de la propia aplicación del modelo a la simulación de avenidas
- En la modelación no se incluye la escorrentía subsuperficial al no disponer de valores de los parámetros que caracterizan el mismo.
- No se tiene en cuenta la presencia de nieve, es importante, por lo tanto, conocer si en cada evento ha habido o es importante la presencia de nieve.

El punto de partida, por lo tanto, es estructurar físicamente la cuenca en base a la red fluvial, considerando, por una parte, las superficies generadoras de hidrogramas de escorrentía (sistemas hidrológicos o subcuencas), y, por otra, las unidades o sistemas hidráulicos por los que circulan dichos hidrogramas (cauces, embalses, etc.).

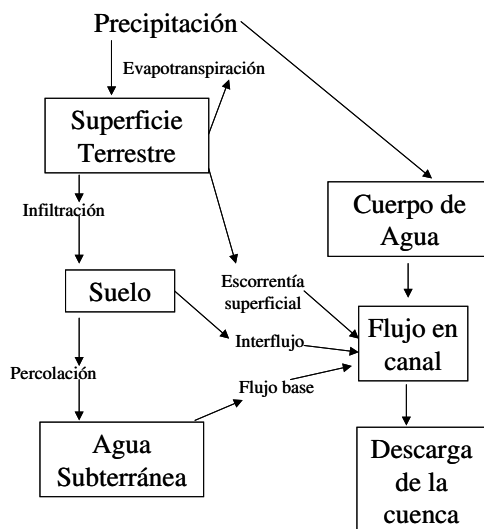
Cuando la cuenca es suficientemente pequeña, la representación de la cuenca se puede realizar de forma agregada, es decir considerando la cuenca como una unidad. Cuando, por el contrario, la cuenca es suficientemente grande como para que los procesos de circulación adquieran cierto protagonismo y la variabilidad de la lluvia se manifieste con claridad, es preciso representar la cuenca de forma distribuida como una red ramificada de sistemas hidrológicos-hidráulicos (subcuencas - embalses) conectados por sistemas hidráulicos (cauces). Cada sistema se caracteriza fundamentalmente por dos elementos: una serie de parámetros que especifiquen las características particulares del mismo, y unas relaciones matemáticas que rigen su comportamiento. La representación típica del HEC-HMS para calcular el escurrimiento de la cuenca es la que se muestra en la Figura N° 11.7.

El HEC-HMS utiliza modelos individuales para representar cada uno de los componentes del proceso de escurrimiento:

- ☐ Modelos que calculan el volumen del escurrimiento
- ☐ Modelos que determinan el hidrograma de escurrimiento directo (escurrimiento superficial e interflujo).
- ☐ Modelos para determinar el flujo base.

Figura N° 11.7

Diagrama típico del proceso de escurrimiento en una cuenca mediante el HEC-HMS



2.7.1. DIVISIÓN EN SUBCUENCAS

Una subcuenca es un elemento que normalmente no tiene flujo de entrada y sólo presenta un punto de salida. El flujo de salida se calcula a partir de datos meteorológicos mediante substracción de pérdidas, transformación de la excedencia de precipitaciones, y adición del flujo en entrada.

Tabla N° 11.5
Modelos Incluidos en el HEC - HMS

Modelos de Volumen del Escurrimiento	Modelos de escurrimiento directo
Curva Numero (CN-SCS)	Hidrograma Unitario (Propuesto por el Usuario)
Green y Ampt	HU Clark
Cálculo de a humedad del suelo (SMA)	HU Snyder
Tasa inicial constante	HU SCS
CN-SCS (En malla)	Modelo Clark
Tasa de déficit constante	Onda Cinemática
SMA (En malla)	
Modelos de tránsito del flujo	Modelos de flujo base
Onda cinemática	Constante mensual
Lag	Recesión exponencial
Pulso Modificado	Reservorio lineal
Muskingum	
Muskingum-Cunge (Sección Estándar)	
Muskingum Cunge (Sección 8 puntos)	
Confluencia	
Bifurcación	

La información de partida para determinar este modelo estructurado de subcuencas y canales es la red fluvial del mapa cartográfico a escala 1:100000 y el Sistema de Información Geográfica (SIG), ArcView Gis 3.2 de ESRI. A partir de la información tratada y generada en este soporte, se ha construido el modelo conceptual de subcuencas y canales. El proceso seguido es el siguiente:

- 1) Determinar el contorno de la cuenca objeto de estudio a partir punto definido por la ubicación del punto de interés, como punto de drenaje de la red fluvial de la cuenca.
- 2) Delimitación de las subcuencas atendiendo a los siguientes criterios: Se parte de las subcuencas generadas por la red de afluentes principales; y luego cada una de estas subcuencas se subdivide a su vez en otras de superficie similar, dividiendo los tramos de cauce en tramos de longitud parecida.

De esta forma se llega a la estructura de subcuencas (WS01 y WS02), mostrada en la Figura N° 11.8, que en HEC-HMS genera el modelo conceptual que se presenta en la Figura N° 5.2.

Figura N° 11.8
Representación del área de drenaje río Chumbao (Estación de aforo), dividida en subcuencas y con la red fluvial

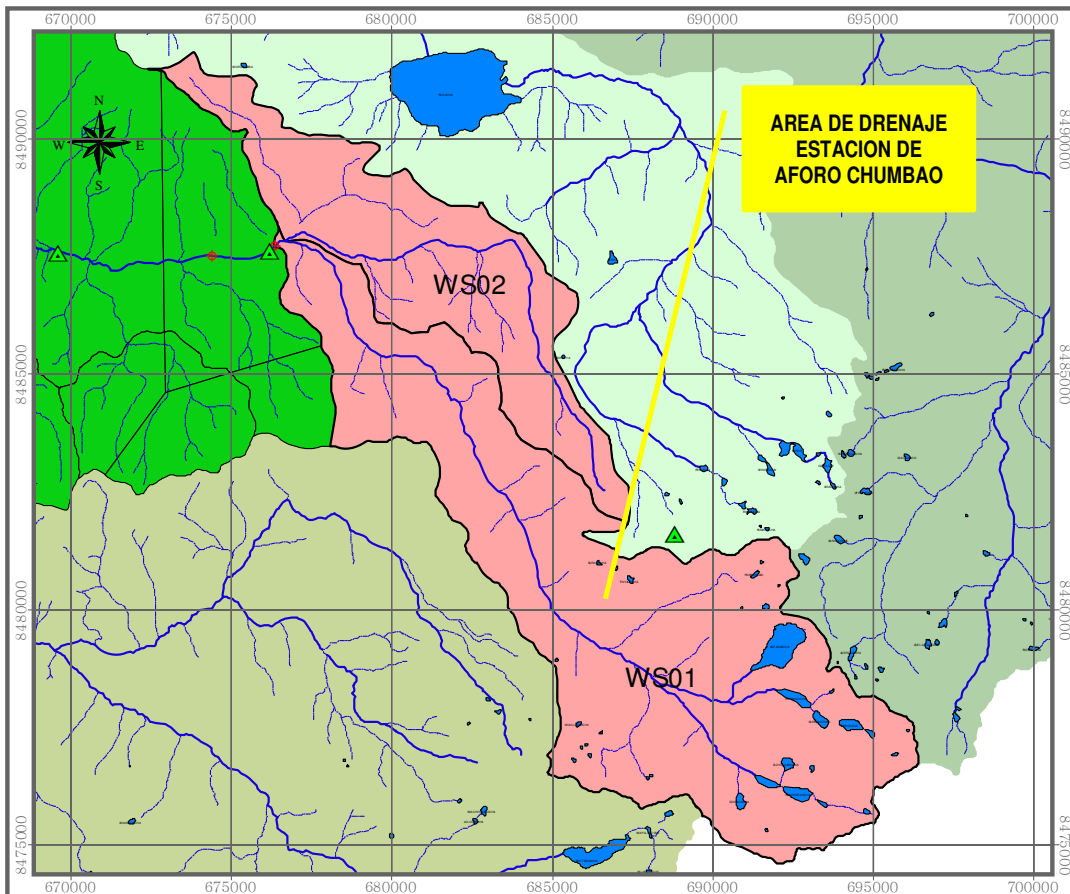
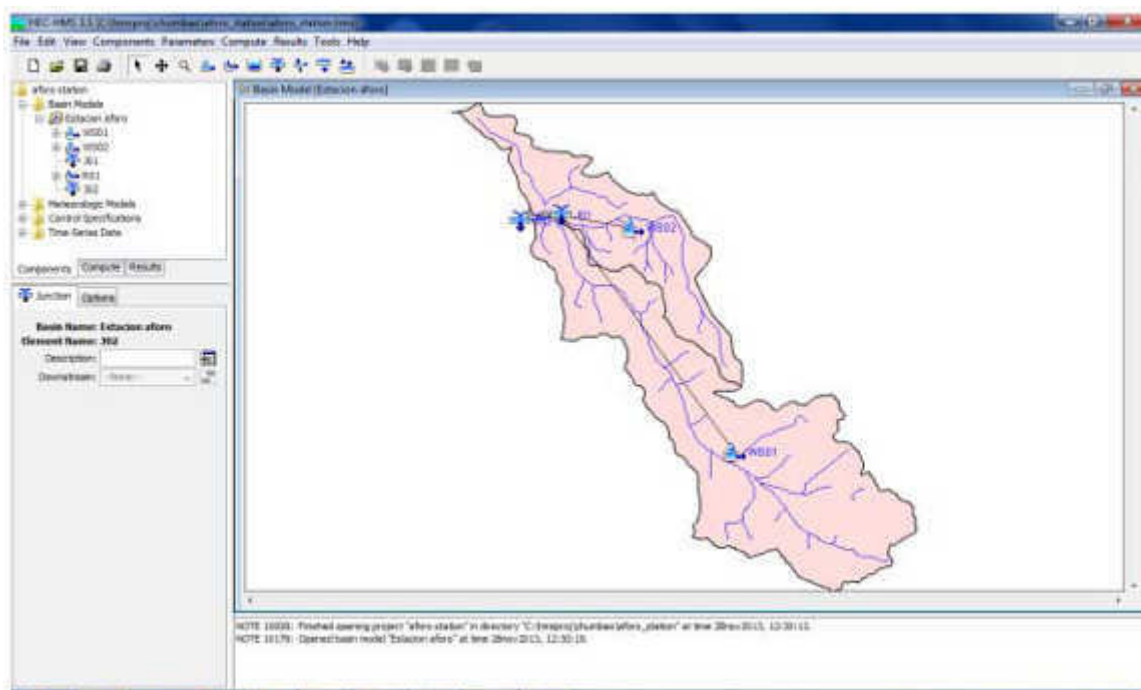


Figura N° 11.9

Modelo conceptual HEC-HMS del área de drenaje río Chumbao (Estación de aforo), con la representación de los sistemas hidrológicos (subcuencas) e hidráulicos (cauces)



2.7.2. MODELO DE CUENCA

Contiene todos los parámetros y la conectividad de datos para los elementos hidrológicos. Los tipos de elementos son: Sub-cuencas, tránsito a lo largo de cauces, convergencias, reservorios, fuentes, ramas y sumideros.

Para el presente estudio se ha elaborado la información hidrológica e hidráulica necesaria de las dos subcuencas (WS01, WS02) para determinar el hidrograma de avenidas en el punto de ubicación de la estación de aforo sobre el cauce del río Chumbao.

Para el desarrollo del modelo de cuenca, se requiere de tres modelos:

- ☐ Modelo de pérdida de agua (Loss Rate), el cual determina el exceso de precipitación o volumen de escurrimiento superficial.
- ☐ Modelo de transformación (Transform), el cual determina las características del hidrograma de escurrimiento superficial.
- ☐ Modelo de flujo base (Baseflow Method), el cual determina el flujo base.

Los modelos utilizados para este caso en particular fueron los siguientes:

- ☐ Modelo de pérdida de agua: Modelo del número de curva (SCS Curve Number).
- ☐ Modelo de transformación: Modelo de Clark.
- ☐ Modelo de flujo base: No fue considerado.

a) Modelo del número de curva (SCS Curve Number)

Para el modelo SCS o número de curva, se necesita conocer básicamente el tipo de cobertura que tiene la cuenca y el tipo de suelo relacionado al grado de infiltración que poseen.

Para ello se requiere realizar necesariamente el respectivo reconocimiento de campo y apoyarse en los mapas temáticos de cobertura vegetal y suelos disponibles.

De acuerdo al US Soil Conservation Service, el escurrimiento superficial acumulado Q en mm (equivalente a la lluvia en exceso Pex), tiene la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{P_e^2}{P_e + S} \quad (1)$$

Siendo 'S' la infiltración potencial (mm) estimada en función al denominado número de curva 'N'.

$$S = \frac{25400}{N} - 254 \quad (2)$$

'Pe' es la denominada precipitación en exceso acumulada e igual a:

$$P_e = P - I_a \quad (3)$$

Donde 'P' es la lluvia acumulada en mm y 'Ia' es la abstracción inicial estimada como $I_a = 0.20 S$.

Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en (1), tenemos la siguiente expresión:

$$Q = P_{ex} = \frac{\left(P - \frac{5080}{N} + 50.8 \right)^2}{\left(P + \frac{20320}{N} - 203.2 \right)} \quad (4)$$

En las expresiones anteriores N es el número de la curva de escurrimiento del complejo hidrológico suelo – cobertura adimensional, P y Pex están expresados en mm.

Para calcular el valor de N, se debe tener en cuenta el grupo de suelo hidrológico. En la Tabla N° 11.6, muestra los números de curva para condiciones antecedentes de humedad promedio.

Para el presente estudio la pérdida inicial (mm) y el número de curva adoptada se muestran en la Tabla N° 11.7.

a) MODELO DE TRANSFORMACIÓN: MODELO DE CLARK

Para la aplicación de método de Clark, se necesita calcular el tiempo de concentración (Time of concentration) y el coeficiente de almacenamiento (Storage Coefficient). El tiempo de concentración fue calculado mediante la fórmula de Kirpich.

$$t_c = 0.000325 \cdot \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

(Fórmula de Kirpich) (5)

Dónde: t : Tiempo de concentración (hr)

L : Longitud del cauce principal de la cuenca (m)

S : Pendiente del cauce principal (m/m)

Tabla N° 11.6
Número de Curva SCS

Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada	Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condiciones pobres	68	79	86	89
	Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos : Condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques	Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas.	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, en condiciones óptimas, cubierta > 75%		39	61	74	80
Áreas abiertas, césped, parques, en condiciones aceptables entre el 50% y 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales (85% impermeable)		89	92	94	95
Áreas industriales (72% impermeable)		81	88	91	93
Residencial					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
505.8 m ²	65%	77	85	90	92
1011.6 m ²	38%	61	75	83	87
1348.9 m ²	30%	57	72	81	86
2023.5 m ²	25%	54	70	80	85
4046.9 m ²	20%	51	68	79	84
Pavimento, techos, accesos etc		98	98	98	98
Calles y carreteras	Pavimento con cunetas y alcantarillado	98	98	98	98
	Grava	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

Fuente : Tabla 5.5.2 (Hidrología Aplicada - Ven Te Chow, Maidment, Mays).

El coeficiente de almacenamiento es un índice del almacenamiento temporal del exceso de precipitación en la cuenca, para este caso se consideró que sería 1.5 veces el tiempo de concentración.

b) MODELO DE TRÁNSITO DE ONDA

Para el tránsito de la onda de flujo a lo largo del cauce se utilizó el modelo de la onda cinemática (Kinematic wave). La información de las características de cada uno de los tramos de cauces seleccionados para realizar el proceso de tránsito de avenidas, se muestra en la Tabla N° 11.8.

Tabla N° 11.7
Parámetros del Modelo de Cuenca

SUBCUENCAS	Método de Curva Numero				Transformación Método Clark		Flujo Base
	Pérdida inicial (mm)	Grupo de Suelos	Número de Curva	% impermeable	Tiempo de concentración (hr)	Coficiente de Almacenamiento	Constante Mensual (m3/s)
WS01	6.9	C	88	0.0	2.27	3.4	0.0
WS02	11.9	B	81	0.0	1.59	2.4	0.0

Tabla N° 11.8
Características de tramos de cauce principal

Subcuenca	Tramos del cauce Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Ancho promedio (m)	n de Manning
WS01	24170.00	0.061	20	0.030
WS02	16480.00	0.071	12	0.030
Cauce	500.00	0.071	12	0.030

c) MODELO METEOROLOGICO

El modelo meteorológico consiste en definir la tormenta de diseño que será utilizada en la simulación de la transformación Precipitación-Escorrentía para cada subcuenca. Para determinar la tormenta de diseño, se utilizó el hietograma Tipo I (Tabla N° 11.9), presentado por el SCS del Departamento de Agricultura de los US, para cuencas que corresponden a climas con inviernos húmedos y veranos secos. La tormenta de diseño para los diferentes periodos de retorno es mostrado en la Tabla N° 11.4. Para el modelo meteorológico de la cuenca, se utilizó el método de hietograma (User Hietograph), considerando que el 100% de la tormenta cae sobre el área total de la subcuenca.

Tabla N° 11.9
Distribuciones de lluvias SCS

Tormenta de 24 horas					
P_t/P_{24}					
Hora t	$t/24$	Tipo I	Tipo IA	Tipo II	Tipo III
0	0	0	0	0	0
2.0	0.083	0.035	0.050	0.022	0.020
4.0	0.167	0.076	0.116	0.048	0.043
6.0	0.250	0.125	0.206	0.080	0.072
7.0	0.292	0.156	0.268	0.098	0.089
8.0	0.333	0.194	0.425	0.120	0.115
8.5	0.354	0.219	0.480	0.133	0.130
9.0	0.375	0.254	0.520	0.147	0.148
9.5	0.396	0.303	0.550	0.163	0.167
9.75	0.406	0.362	0.564	0.172	0.178
10.0	0.417	0.515	0.577	0.181	0.189
10.5	0.438	0.583	0.601	0.204	0.216
11.0	0.459	0.624	0.624	0.235	0.250
11.5	0.479	0.654	0.645	0.283	0.298
11.75	0.489	0.669	0.655	0.357	0.339
12.0	0.500	0.682	0.664	0.663	0.500
12.5	0.521	0.706	0.683	0.735	0.702
13.0	0.542	0.727	0.701	0.772	0.751
13.5	0.563	0.748	0.719	0.799	0.785
14.0	0.583	0.767	0.736	0.820	0.811
16.0	0.667	0.830	0.800	0.880	0.886
20.0	0.833	0.926	0.906	0.952	0.957
24.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: U. S. Dept. of Agriculture, Soil Conservation Service, 1973, 1986.

En las siguientes Tablas y Figuras se muestra el modelo meteorológico utilizado en la ejecución del programa HEC-HMS, correspondiente a tormenta de diseño para un periodo de retorno de 100 años.

Tabla N° 11.10
Distribución de Precipitación Máxima de 24 – Periodo de Retorno 100 años

WS01	WS02
39.35	35.65
0.67	0.61
0.71	0.64
0.79	0.71
0.83	0.75
0.91	0.82
1.02	0.93
1.22	1.11
1.50	1.36
2.36	2.14
10.27	9.31
4.29	3.89
2.28	2.07
1.81	1.64
1.50	1.36
1.30	1.18
1.22	1.11
1.06	0.96
0.98	0.89
0.91	0.82
0.83	0.75
0.79	0.71
0.75	0.68
0.71	0.64
0.67	0.61

Figura N° 11.10
Hietograma de Precipitación Máxima de 24 – Periodo de Retorno 100 años

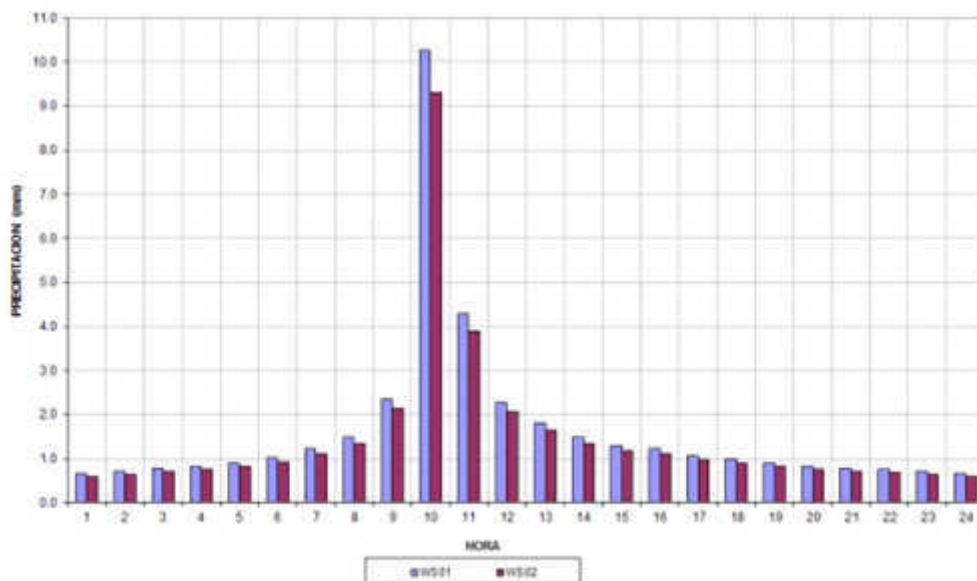
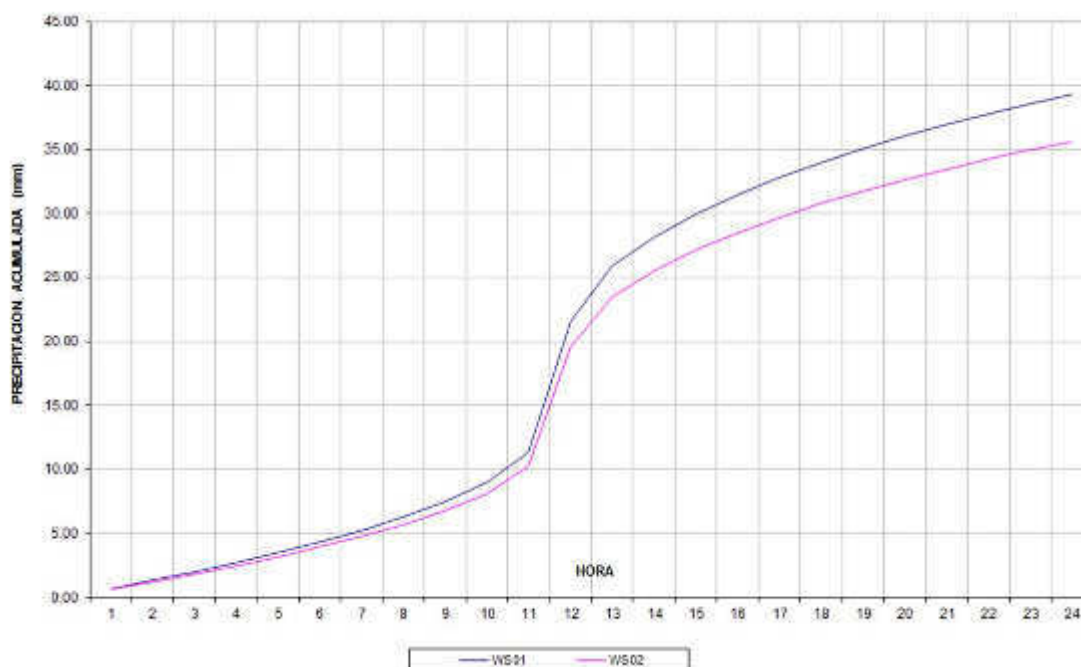


Figura N° 11.11
Curva Masa de Precipitación Máxima de 24 hr – Periodo de Retorno 100 años



2.7.3. PERIODO DE SIMULACIÓN

Se ha determinado como periodo de simulación de modelamiento de escurrimiento de una tormenta de 24 horas de toda la cuenca un tiempo de 43 horas, con un intervalo de tiempo de una hora.

2.8. RESULTADOS

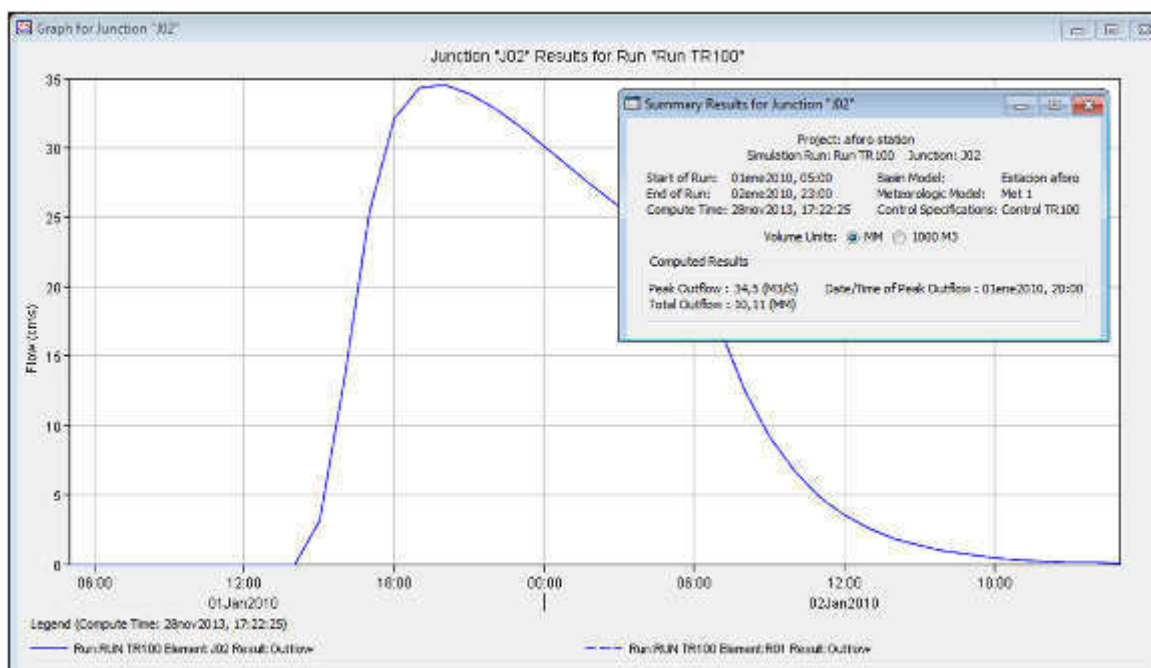
Los resultados obtenidos para el “Punto de Salida” (estación de aforo del río Chumbao), que es el punto de referencia para la cuenca del río Chumbao, corresponde al caudal de avenida para un periodo de retorno de 100 años.

En la Tabla N° 11.11 se muestra los valores horarios del hidrograma de caudal de avenida para un periodo de retorno de 100 años. Como se podrá evaluar el caudal pico del hidrograma de avenida es de 34.50 m³/s. En la Figura N° 11.12 se muestra el hidrograma en forma gráfica.

Tabla N° 11.11
Caudal de Avenida TR=100 años (m3/s) – Estación de aforo, río Chumbao

Date	Time	Outflow (M3/S)	Date	Time	Outflow (M3/S)
01-ene-10	5:00	0.00	02-ene-10	3:00	25.80
01-ene-10	6:00	0.00	02-ene-10	4:00	24.60
01-ene-10	7:00	0.00	02-ene-10	5:00	23.40
01-ene-10	8:00	0.00	02-ene-10	6:00	21.20
01-ene-10	9:00	0.00	02-ene-10	7:00	17.00
01-ene-10	10:00	0.00	02-ene-10	8:00	12.50
01-ene-10	11:00	0.00	02-ene-10	9:00	9.20
01-ene-10	12:00	0.00	02-ene-10	10:00	6.70
01-ene-10	13:00	0.00	02-ene-10	11:00	4.90
01-ene-10	14:00	0.00	02-ene-10	12:00	3.50
01-ene-10	15:00	3.10	02-ene-10	13:00	2.60
01-ene-10	16:00	13.40	02-ene-10	14:00	1.80
01-ene-10	17:00	25.40	02-ene-10	15:00	1.30
01-ene-10	18:00	32.10	02-ene-10	16:00	1.00
01-ene-10	19:00	34.30	02-ene-10	17:00	0.70
01-ene-10	20:00	34.50	02-ene-10	18:00	0.50
01-ene-10	21:00	33.90	02-ene-10	19:00	0.30
01-ene-10	22:00	32.90	02-ene-10	20:00	0.20
01-ene-10	23:00	31.50	02-ene-10	21:00	0.10
02-ene-10	0:00	30.10	02-ene-10	22:00	0.10
02-ene-10	1:00	28.60	02-ene-10	23:00	0.10
02-ene-10	2:00	27.10			

Figura N° 11.12
Hidrograma Caudal de Avenida TR=100 años (m3/s) – Estación de aforo, río Chumbao



3. ANÁLISIS DE SEQUÍAS

Los sistemas climáticos y el tiempo de la tierra cambian constantemente. Como parte de estos procesos dinámicos ocurren, de forma natural, temperaturas extremas, lluvias y movimientos del aire. Los periodos inusuales de sequedad, por ejemplo, las sequías, son por lo tanto características normales de los sistemas del clima y tiempo en todos los países, incluyendo aquellos que generalmente se consideran "secos" y "fríos", y también las regiones usualmente asociadas con el término "sequía" - las áreas semiáridas de los trópicos. Las sequías no deben considerarse como sucesos "anormales" y todos los países deberían estar preparados para recibirlas.

En las últimas décadas, se ha registrado un mayor ritmo de deterioro de los recursos naturales, lo cual, a su vez ha creado las condiciones para un incremento de la vulnerabilidad de la población ante fenómenos naturales como las sequías.

En todos los países, el agua constituye un elemento que determina en gran medida el buen funcionamiento de los sistemas productivos e influye, al mismo tiempo, en la calidad de vida de sus habitantes. Sin embargo, la disponibilidad de agua por habitante, tiende a una reducción notoria en los próximos 20 años y se tornará definitivamente crítica, por lo que en un futuro cercano, el agua dejará de ser un problema y se convertirá en un asunto estratégico de supervivencia.

La sequía es un desastre natural relacionado con el tiempo atmosférico. Afecta a vastas regiones por meses o años.

Las sequías, de todos los desastres causados por fenómenos naturales, son las que tienen mayor impacto económico y pueden afectar al mayor número de personas. Los terremotos y ciclones pueden tener una gran intensidad física pero son de duración corta y su impacto geográfico es limitado. El número de muertes ocasionadas por dichos desastres puede ser muy alto si resultan afectadas áreas densamente pobladas. En contraste, las sequías afectan grandes extensiones geográficas, llegando a cubrir países enteros o regiones de continentes, y pueden durar varios meses o, en algunos casos, hasta varios años. Invariablemente, tienen un impacto directo y significativo sobre la producción alimenticia y la economía en general.

La carencia de lluvias da lugar a que no haya un caudal suficiente de agua para las plantas, los animales y la población. La sequía provoca otros desastres, a saber: inseguridad alimentaria, hambruna, desnutrición, epidemias y desplazamiento de poblaciones de una zona a otra.

3.1. ÍNDICES DE SEQUÍA

Para cuantificar la sequía se han desarrollado diferentes índices de sequía, cada uno con sus aciertos y desaciertos. Dos de los más comúnmente usados son el Índice de Severidad de la Sequía de Palmer (PDSI) y el Índice Estándar de Precipitación (IPE). Las condiciones de sequía son monitorizadas constantemente usando éstos y otros índices para proveer información actual sobre regiones afectadas por la sequía.

Para el presente estudio la sequía meteorológica se ha evaluado con el Índice Estándar de Precipitación.

3.2. ÍNDICE ESTÁNDAR DE PRECIPITACIÓN

El Índice de Precipitación Estandarizado (IPE) cuantifica las condiciones de déficit o exceso de precipitación en un lugar, para un lapso determinado de tiempo el cual varía, generalmente, entre 1 y 24 meses. Fue desarrollado por McKee y otros en 1993, con la finalidad de mejorar la detección del inicio de las sequías meteorológicas (definición de sequía en función de la

precipitación, únicamente, sin considerar la temperatura ni las variables del suelo) y su ulterior monitoreo.

El cálculo del IPE se hace en dos etapas. En la primera, se ajusta una distribución teórica (generalmente la Gamma de dos parámetros) a la serie de precipitación usada como serie de referencia (el período considerado es 1964 - 2008 para el presente estudio). En la segunda, los parámetros de la distribución ajustada se usan para convertir la serie de precipitación de interés (que puede ser distinta de la de referencia), en una distribución normal estandarizada, con media 0 y varianza 1, en cuya abscisa se encuentra el IPE. Los valores negativos indican déficit y los positivos superávit. De acuerdo a su valor, el IPE puede clasificarse según los índices mostrados en la Tabla N° 11.12.

Tabla N° 11.12
Clasificación del IPE

IPE	CATEGORÍA	Frecuencia Teórica de Ocurrencia
-2.00 o menor	Extremadamente Seco (sequía extrema)	1 en 50 años
-1.50 a -1.99	Muy Seco (sequía severa)	1 en 20 años
-1.00 a -1.49	Moderadamente Seco (sequía moderada)	1 en 10 años
-0.5 a -0.99	Ligeramente Seco	1 en 3 años
0.49 a -0.49	Normal	
0.50 a 0.99	Ligeramente Húmedo	
1.00 a 1.49	Moderadamente Húmedo (exceso moderado)	1 en 10 años
1.50 a 1.99	Muy Húmedo (exceso severo)	1 en 20 años
2.00 o mayor	Extremadamente Húmedo (exceso extremo)	1 en 50 años

3.3. ANÁLISIS DE LOS EPISODIOS DE SEQUÍA

Se ha realizado una caracterización meteorológica de las sequías históricas ocurridas en el área de estudio en el periodo comprendido entre el año 1965 y 2010. Con la información pluviométrica total mensual se ha desarrollado el análisis de sequías.

En 1993 McKee et al, desarrollaron el Índice de Precipitación Estandarizado (IPE), que nos permite fijar el comienzo y fin de la sequía, así como su intensidad. Este índice se calcula a partir de los datos de precipitación acumulada mensual de una serie de datos suficientemente larga (mínimo de 30 años).

Para determinar los periodos de sequía se ha partido de los datos de precipitaciones mensuales de los observatorios pluviométricos desde Enero de 1965 hasta Diciembre del 2010, y tomando como periodo de referencia 12 meses. Una vez calculado el IPE para cada uno de los observatorios, se ha determinado el IPE medio. En la Tabla N° 11.13 se presenta los resultados IPE medio mensual correspondiente al área de estudio. En base a esta Tabla de valores se ha realizado el análisis de sequía histórica en el área de estudio. Los valores en rojo, indican los meses de déficit de precipitación, y estas son la materia del análisis de sequías.

Para su mejor visualización se ha representado en forma gráfica la variación mensual del IPE medio, ver Figura N° 11.13.

Aunque la distribución es muy irregular, y como se puede apreciar no se ajusta a ningún tipo de periodicidad. Se ha analizado y seleccionado en el periodo 1965 - 2010, la ocurrencia de cuatro episodios de sequía.

Figura N° 11.13
Característica de Superávit y Déficit de Precipitación en el área de estudio
Episodios de años con déficit de precipitación

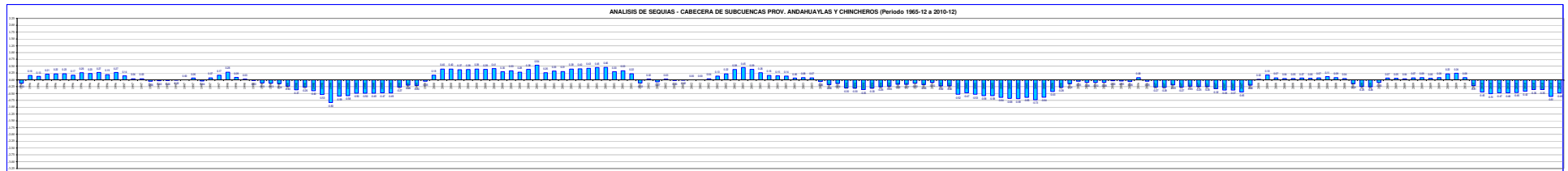
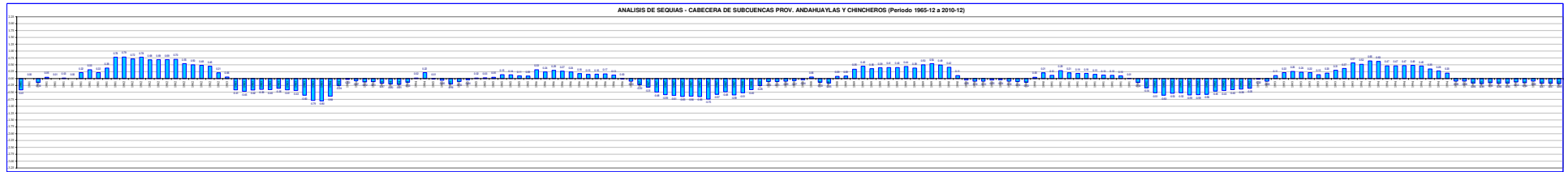
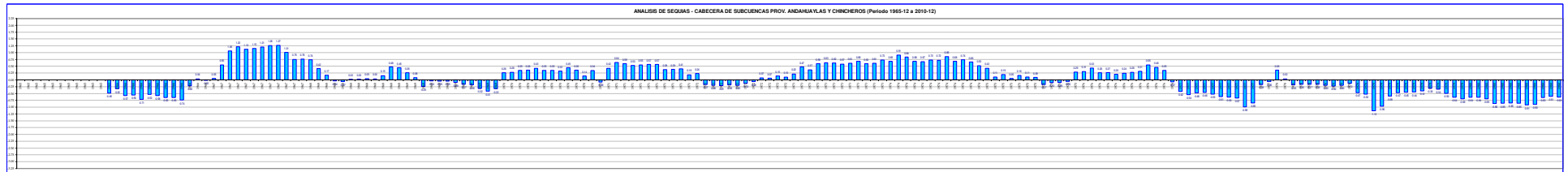


Tabla N° 11.13
IPE Promedio Mensual – Área de Estudio

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1965												-0.49
1966	-0.32	-0.57	-0.56	-0.71	-0.53	-0.58	-0.65	-0.65	-0.74	-0.22	0.04	-0.02
1967	0.05	0.55	1.06	1.22	1.13	1.15	1.21	1.26	1.27	1.01	0.75	0.76
1968	0.74	0.42	0.17	-0.04	-0.07	0.02	0.03	0.05	0.03	0.15	0.48	0.45
1969	0.26	0.08	-0.25	-0.03	-0.05	-0.05	-0.09	-0.17	-0.18	-0.32	-0.42	-0.33
1970	0.26	0.28	0.35	0.36	0.43	0.36	0.35	0.32	0.45	0.36	0.14	0.34
1971	-0.08	0.42	0.64	0.59	0.53	0.55	0.57	0.57	0.38	0.39	0.41	0.19
1972	0.24	-0.17	-0.2	-0.21	-0.18	-0.2	-0.13	-0.07	0.07	0.07	0.15	0.1
1973	0.22	0.47	0.37	0.59	0.63	0.62	0.58	0.62	0.68	0.6	0.61	0.73
1974	0.69	0.91	0.84	0.68	0.67	0.73	0.72	0.85	0.68	0.74	0.66	0.53
1975	0.42	0.11	0.2	0.06	0.16	0.11	0.09	-0.17	-0.1	-0.09	-0.06	0.29
1976	0.31	0.43	0.26	0.27	0.2	0.24	0.28	0.31	0.55	0.46	0.35	-0.07
1977	-0.42	-0.54	-0.48	-0.46	-0.53	-0.61	-0.63	-0.67	-0.99	-0.85	-0.18	-0.06
1978	0.36	0.03	-0.18	-0.16	-0.17	-0.16	-0.2	-0.22	-0.2	-0.13	-0.47	-0.52
1979	-1.13	-0.96	-0.59	-0.47	-0.45	-0.44	-0.41	-0.3	-0.34	-0.5	-0.64	-0.69
1980	-0.64	-0.64	-0.69	-0.86	-0.85	-0.85	-0.85	-0.91	-0.9	-0.65	-0.61	-0.63
1981	-0.41	0.	-0.14	0.05	0.01	0.03	0.	0.22	0.33	0.22	0.39	0.78
1982	0.79	0.72	0.78	0.68	0.69	0.69	0.7	0.55	0.5	0.48	0.45	0.21
1983	0.06	-0.41	-0.46	-0.42	-0.39	-0.4	-0.36	-0.41	-0.43	-0.6	-0.79	-0.8
1984	-0.64	-0.24	-0.03	-0.07	-0.12	-0.12	-0.17	-0.2	-0.21	-0.13	0.02	0.22
1985	-0.01	-0.06	-0.19	-0.1	-0.04	0.02	0.03	0.05	0.15	0.14	0.11	0.09
1986	0.33	0.24	0.29	0.27	0.24	0.18	0.15	0.16	0.17	0.13	-0.	-0.1
1987	-0.22	-0.31	-0.48	-0.59	-0.61	-0.65	-0.64	-0.66	-0.75	-0.57	-0.48	-0.6
1988	-0.51	-0.4	-0.26	-0.1	-0.11	-0.09	-0.07	-0.04	0.06	-0.13	-0.15	0.09
1989	0.09	0.35	0.45	0.36	0.39	0.41	0.4	0.44	0.39	0.5	0.54	0.49
1990	0.42	0.11	-0.05	-0.1	-0.1	-0.05	-0.04	-0.1	-0.1	-0.13	0.05	0.21
1991	0.12	0.29	0.21	0.19	0.19	0.15	0.13	0.12	0.1	0.01	-0.14	-0.34
1992	-0.51	-0.6	-0.53	-0.52	-0.59	-0.59	-0.57	-0.45	-0.43	-0.4	-0.38	-0.35
1993	-0.02	-0.09	0.11	0.22	0.26	0.24	0.22	0.15	0.2	0.31	0.37	0.57
1994	0.52	0.65	0.63	0.47	0.47	0.47	0.49	0.45	0.35	0.28	0.2	-0.09
1995	-0.08	-0.16	-0.19	-0.15	-0.16	-0.16	-0.12	-0.14	-0.09	-0.17	-0.17	-0.18
1996	-0.13	0.16	0.13	0.21	0.22	0.23	0.17	0.26	0.23	0.27	0.19	0.27
1997	0.14	0.04	0.03	-0.06	-0.03	-0.03	-0.02	-0.	0.06	-0.04	0.07	0.17
1998	0.28	0.09	0.03	-0.03	-0.11	-0.13	-0.14	-0.23	-0.37	-0.26	-0.4	-0.53
1999	-0.83	-0.6	-0.58	-0.5	-0.5	-0.5	-0.47	-0.49	-0.27	-0.2	-0.2	-0.05
2000	0.18	0.4	0.4	0.37	0.38	0.39	0.39	0.41	0.3	0.33	0.28	0.38
2001	0.54	0.26	0.33	0.31	0.39	0.4	0.43	0.45	0.46	0.3	0.33	0.22
2002	-0.12	0.02	-0.07	0.03	-0.03	-0.02	0.	0.	0.04	0.13	0.22	0.38
2003	0.45	0.39	0.26	0.16	0.15	0.14	0.06	0.08	0.07	-0.06	-0.18	-0.14
2004	-0.3	-0.3	-0.35	-0.3	-0.26	-0.23	-0.16	-0.17	-0.12	-0.18	-0.1	-0.23
2005	-0.22	-0.52	-0.47	-0.53	-0.58	-0.58	-0.64	-0.68	-0.69	-0.65	-0.73	-0.64
2006	-0.43	-0.28	-0.14	-0.05	-0.08	-0.1	-0.08	-0.03	-0.05	-0.06	0.08	-0.05
2007	-0.27	-0.28	-0.19	-0.27	-0.23	-0.25	-0.25	-0.32	-0.38	-0.37	-0.45	-0.2
2008	0.02	0.18	0.07	0.04	0.05	0.07	0.06	0.07	0.11	0.09	0.04	-0.14
2009	-0.25	-0.26	-0.1	0.07	0.05	0.04	0.07	0.09	0.06	0.08	0.22	0.24
2010	0.08	-0.21	-0.45	-0.51	-0.47	-0.48	-0.46	-0.42	-0.36	-0.35	-0.61	-0.48

En la Tabla N° 11.13, el análisis del IPE se ha realizado con desfase de 12 meses, razón por la cual no aparece los valores iniciales en dicha tabla.

Partiendo de los datos de la red pluviométrica, se ha calculado el IPE para cada una de los observatorios y con ayuda de software de Sistema de Información Geográfica (Arc Gis) se ha estimado la intensidad, extensión y duración de las mismas. En la Tabla N° 11.14 aparece de

forma resumida el análisis de cada uno de los episodios de sequía registrados en el área de estudio.

La intensidad de la sequía se ha estimado a través de la suma del IPE (en la Tabla N° 11.14 aparecen los valores máximos mínimos y medios) para cada uno de los periodos. Se observa que el periodo de sequía meteorológica más intensa fue el de Feb/78 – Ene/81, seguido el de Oct/03 – Dic/07, el de Nov/86 – Nov/88 y en cuarto lugar el de Dic/65 – Oct/66.

Tabla N° 11.14
Caracterización de Periodos Históricos de Sequía – Subcuencas del área de estudio

Item	PERIODO		Σ IPE			% Déficit Hídrico	Numero de Meses	
	Desde	Hasta	MEDIO	MAX	MIN	IPE < -1.5	IPEmedio<0	IPEmedio<-1.5
1	Dic-65	Oct-66	-6.02	-36.16	14.72	13	11	0
2	Feb-78	Ene-81	-18.80	-54.42	26.02	16	35	0
3	Nov-86	Nov-88	-8.45	-46.91	16.68	10	24	0
4	Oct-03	Dic-07	-14.69	-55.85	15.45	6	50	0

1) CARACTERIZACIÓN ANUAL DE LOS PERIODOS SECOS

El método de evaluación utilizado para el análisis de la sequía, también permite realizar una caracterización de los periodos secos, normales y húmedos a nivel anual, en base a los del IPE promedio de todos los observatorios.

En la Tabla N° 11.15 se presenta la distribución de los periodos secos, normales y húmedos en valores de porcentaje ocurridos en forma anual en el área de estudio.

De acuerdo a la metodología de evaluación de la sequía a nivel promedio anual, los periodos secos es cuando el IPE es menor a -1, los periodos húmedos cuando el IPE es mayor a 1 y los periodos normales cuando $-1 < \text{IPE} < 1$. Como se podrá verificar en la Tabla N° 11.15, en el mayor tiempo del horizonte de análisis se tipifica como periodos normales.

En general, de acuerdo al análisis de déficit de precipitación en el área de estudio, históricamente no ha habido épocas de sequía extrema. En la mayor parte del horizonte la característica del déficit de precipitación corresponde a un déficit de tipo Ligeramente Seco.

Se ha realizado una caracterización de la evolución de periodos con déficit de precipitación de tipo Ligeramente seco en cinco periodos, los cuales corresponden a los indicados en la Tabla N° 11.16.

Con los valores de IPE en cada observatorio se ha procesado esta información para cada mes en el interfaz del ArcGis, obteniéndose los mapas de isoclasas del IPE a través de la superficie de las subcuencas de las provincias de Andahuaylas y Chincheros.

Tabla N° 11.15
Porcentaje Anual de Periodos Seco, Normal y Húmedo – Área de Estudio

AÑO	SECO	HUMEDO	NORMAL
1965	0.00	0.00	100.00
1966	0.00	0.00	100.00
1967	0.00	66.67	33.33
1968	0.00	0.00	100.00
1969	0.00	0.00	100.00
1970	0.00	0.00	100.00
1971	0.00	0.00	100.00
1972	0.00	0.00	100.00
1973	0.00	0.00	100.00
1974	0.00	0.00	100.00
1975	0.00	0.00	100.00
1976	0.00	0.00	100.00
1977	0.00	0.00	100.00
1978	0.00	0.00	100.00
1979	8.33	0.00	91.67
1980	0.00	0.00	100.00
1981	0.00	0.00	100.00
1982	0.00	0.00	100.00
1983	0.00	0.00	100.00
1984	0.00	0.00	100.00
1985	0.00	0.00	100.00
1986	0.00	0.00	100.00
1987	0.00	0.00	100.00
1988	0.00	0.00	100.00
1989	0.00	0.00	100.00
1990	0.00	0.00	100.00
1991	0.00	0.00	100.00
1992	0.00	0.00	100.00
1993	0.00	0.00	100.00
1994	0.00	0.00	100.00
1995	0.00	0.00	100.00
1996	0.00	0.00	100.00
1997	0.00	0.00	100.00
1998	0.00	0.00	100.00
1999	0.00	0.00	100.00
2000	0.00	0.00	100.00
2001	0.00	0.00	100.00
2002	0.00	0.00	100.00
2003	0.00	0.00	100.00
2004	0.00	0.00	100.00
2005	0.00	0.00	100.00
2006	0.00	0.00	100.00
2007	0.00	0.00	100.00
2008	0.00	0.00	100.00
2009	0.00	0.00	100.00
2010	0.00	0.00	100.00

Tabla N° 11.16
Porcentaje del Estado de Humedad y estiaje – Área de Estudio

AÑO	Extremadamente húmedo	Muy húmedo	Moderadamente húmedo	Ligeramente húmedo	Ligeramente seco	Moderadamente seco (sequía moderadas)	Muy seco (sequía severa)	Extremadamente seco (sequía extrema)
	SPI>=2	2>SPI>=1.5	1.5>SPI>=1.0	1.0>SPI>=0	0>SPI>=-1	-1>SPI>=-1.5	-1.5>SPI>=-2	SPI<-2
1965	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
1966	0.00	0.00	0.00	8.33	91.67	0.00	0.00	0.00
1967	0.00	0.00	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00
1968	0.00	0.00	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00
1969	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	0.00	0.00	0.00
1970	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1971	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
1972	0.00	0.00	0.00	41.67	58.33	0.00	0.00	0.00
1973	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1974	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1975	0.00	0.00	0.00	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00
1976	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
1977	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1978	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	0.00	0.00	0.00
1979	0.00	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00
1980	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1981	0.00	0.00	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00
1982	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1983	0.00	0.00	0.00	8.33	91.67	0.00	0.00	0.00
1984	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	0.00	0.00	0.00
1985	0.00	0.00	0.00	58.33	41.67	0.00	0.00	0.00
1986	0.00	0.00	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00
1987	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1988	0.00	0.00	0.00	16.67	83.33	0.00	0.00	0.00
1989	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1990	0.00	0.00	0.00	33.33	66.67	0.00	0.00	0.00
1991	0.00	0.00	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00
1992	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1993	0.00	0.00	0.00	83.33	16.67	0.00	0.00	0.00
1994	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
1996	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
1997	0.00	0.00	0.00	50.00	50.00	0.00	0.00	0.00
1998	0.00	0.00	0.00	25.00	75.00	0.00	0.00	0.00
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2000	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2001	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2002	0.00	0.00	0.00	66.67	33.33	0.00	0.00	0.00
2003	0.00	0.00	0.00	75.00	25.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2005	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2006	0.00	0.00	0.00	8.33	91.67	0.00	0.00	0.00
2007	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
2008	0.00	0.00	0.00	91.67	8.33	0.00	0.00	0.00
2009	0.00	0.00	0.00	75.00	25.00	0.00	0.00	0.00
2010	0.00	0.00	0.00	8.33	91.67	0.00	0.00	0.00

Figura N° 11.14a
Evolución del Episodio de Déficit de Precipitación - (Feb 1978 – Ene 1981)

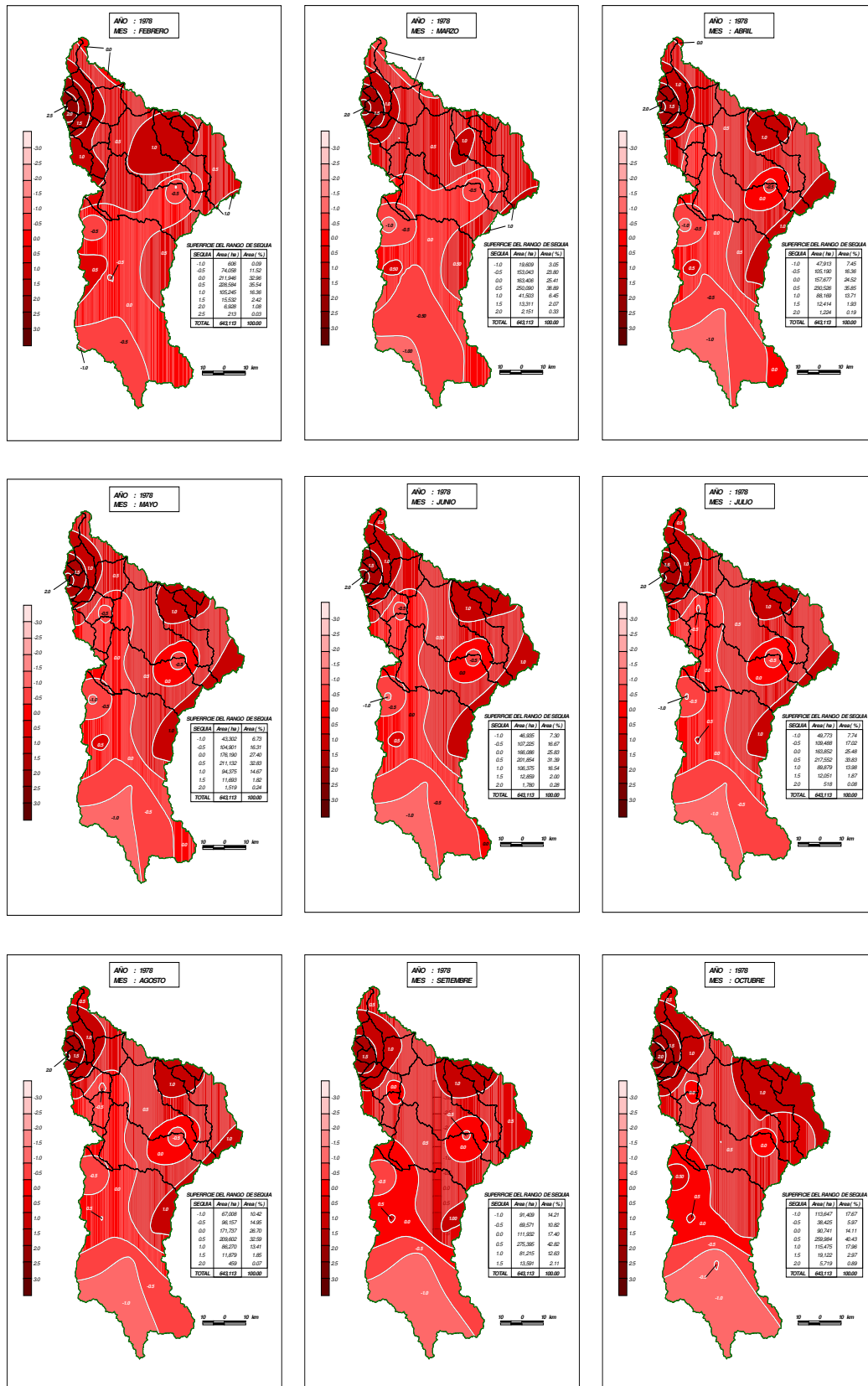


Figura N° 11.14b
Evolución del Episodio de Déficit de Precipitación - (Feb 1978 – Ene 1981)

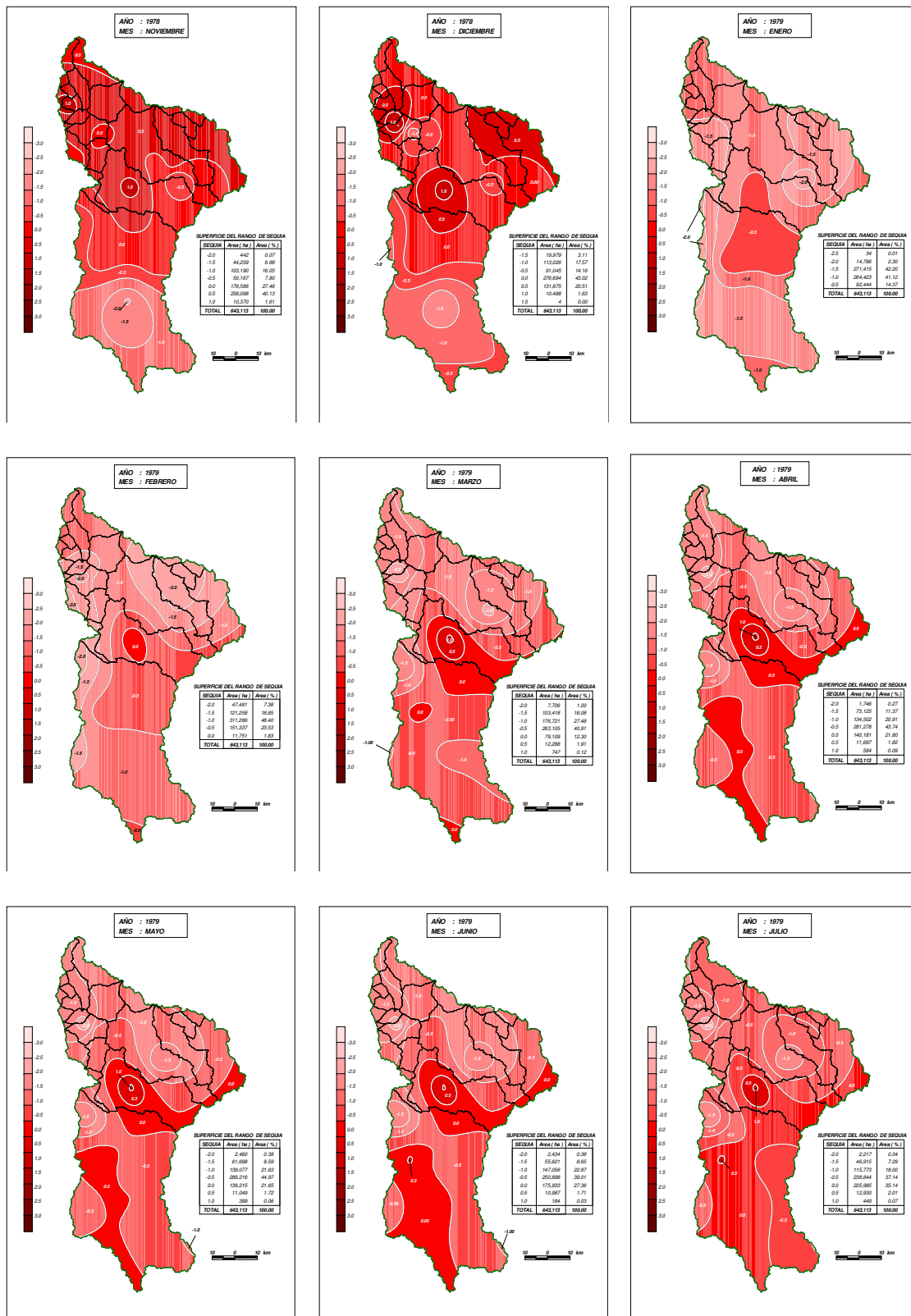


Figura N° 11.14c
Evolución del Episodio de Déficit de Precipitación - (Feb 1978 – Ene 1981)

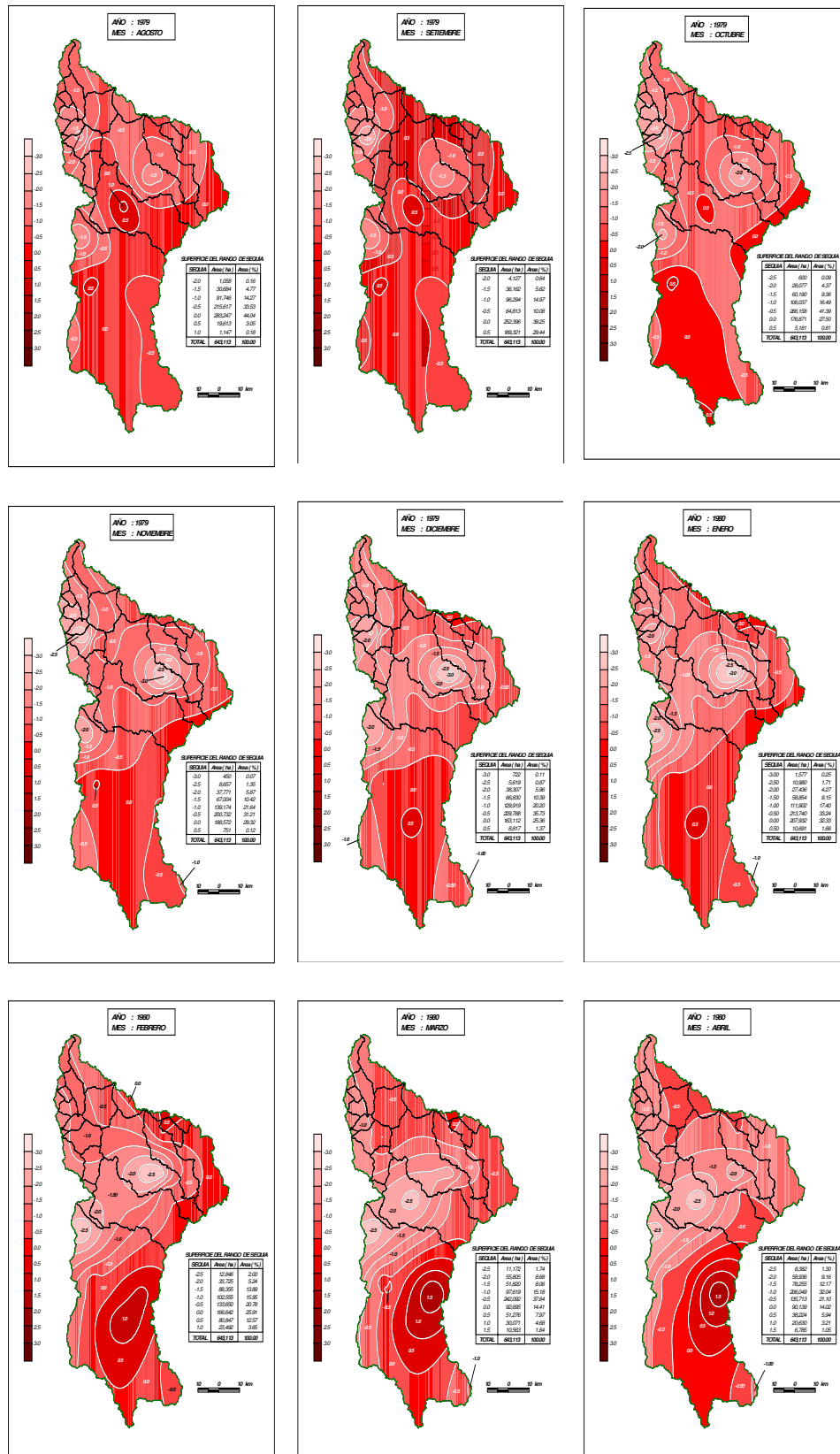
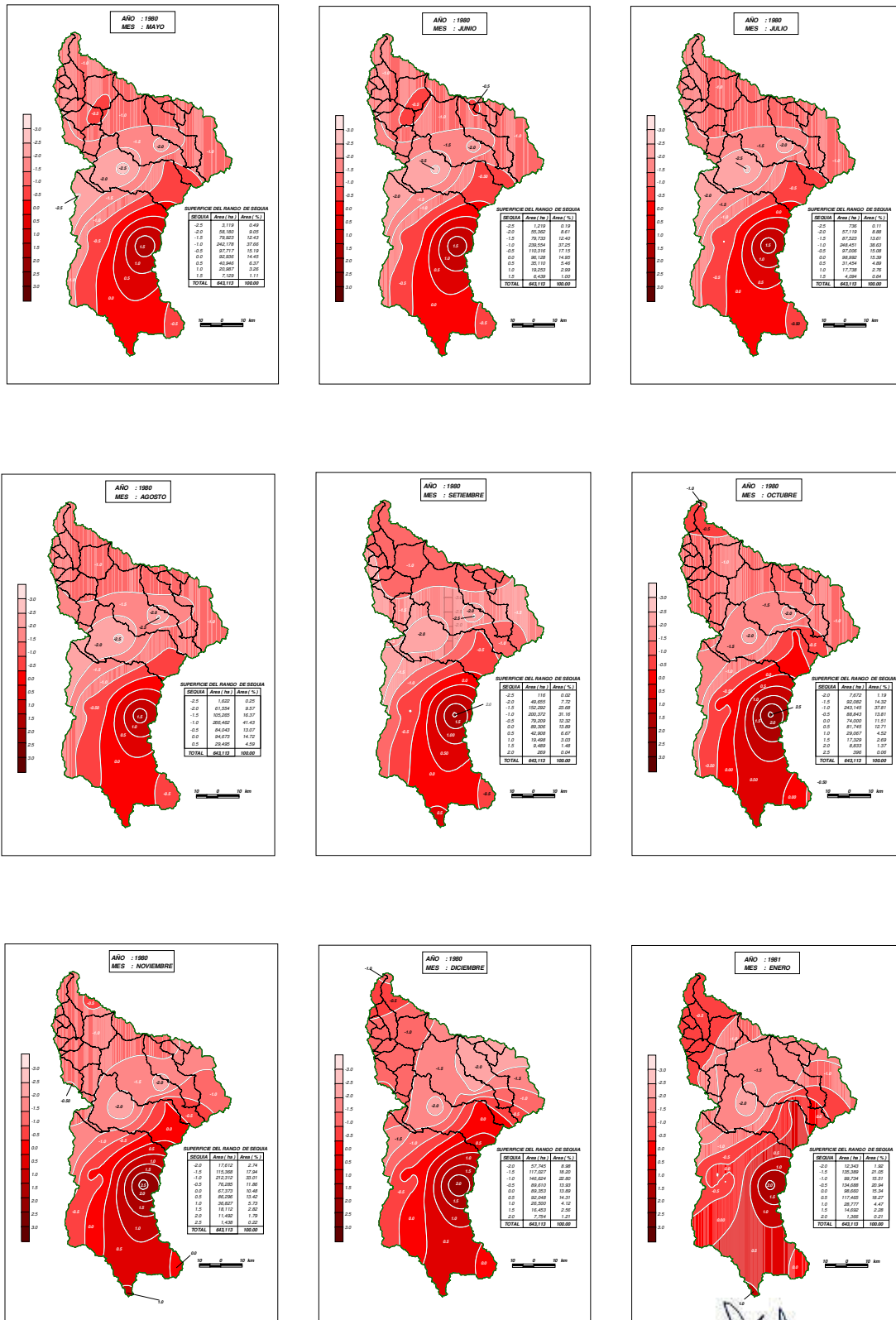


Figura N° 11.14d
Evolución del Episodio de Déficit de Precipitación - (Feb 1978 – Ene 1981)



Capítulo 12

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. CONCLUSIONES

- El análisis hidrológico del área de estudio se ha realizado sobre una superficie de 6,431.13 Km², que corresponde a las subcuencas de las provincias de Andahuaylas y Chincheros. Esta área se ha subdividido en 15 subcuencas.
- Los resultados obtenidos en el presente estudio corresponden al análisis de las variables meteorológicas registradas en 44 observatorios meteorológicos, ubicados en el área interna y contorno exterior del ámbito de estudio. El registro meteorológico disponible corresponde al periodo 1965 – 2012.
- La precipitación media anual en el área de estudio varía de 275.8 mm hasta 1266.07 mm. La temperatura media anual oscila entre 8.76° y 19.75°. La cuenca está enmarcada entre las altitudes de 1,008 y 4,358 msnm.
- La oferta hídrica superficial está representada por el escurrimiento superficial de los cauces naturales existentes, localizados en forma dispersa en la cuenca. Asimismo las demandas hídricas más relevantes corresponde a los requerimientos hídricos para uso agrícola, los mismos ubicados en forma dispersa dentro de la cuenca.
- En el área de estudio la demanda hídrica más relevante es la demanda agrícola. La ubicación de las zonas agrícolas se concentra en las cuencas de los ríos Chumbao, Chincheros, Pacucha, Kishuara, Huancaray y Huaccana.
- De acuerdo al trabajo de campo realizado en el área de estudio, se ha identificado 82 puntos de captación de agua superficial para fines agrarios. El área bajo riego actual es de 7,318.11 ha según el PCR 2009 – 2010, único documento existente en la ALA BAP.
- La oferta hídrica se ha determinado en forma global a nivel de subcuenca y en la cabecera de área de riego de cada uno o grupo de los bloques de riego, los mismos que se ubican en un mismo cauce de escorrentía.
- El balance hídrico de las subcuencas de cabecera de las provincias de Andahuaylas y Chinchero, demuestra que en general existe un superávit hídrico a nivel mensual. Asimismo existe déficit hídrico en forma localizada solamente en la sub cuenca Pullcay durante los meses de estiaje.
- El balance hídrico a nivel de cauces de escorrentía demuestra que existe déficit hídrico en los puntos de demanda hídrica localizados mayormente en la parte alta de la cuenca. En los puntos de demanda hídrica localizados en la parte media y baja de la cuenca no existe déficit hídrico. Asimismo se ha elaborado una propuesta de Asignación de volúmenes de agua mensual para los bloques de riego considerados.

BALANCE HIDRICO A NIVEL DE SUBCUENCAS (MMC)

SUBCUENCA	VOLUMEN	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	TOTAL
CHUMBAO	SUPERAVIT	1.188	2.290	2.163	10.994	29.992	41.982	39.325	21.679	9.245	4.191	1.441	0.940	165.430
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CHINCHEROS	SUPERAVIT	0.592	0.890	1.459	4.315	8.650	12.046	11.167	7.066	3.252	1.568	0.453	0.235	51.693
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SUYRORUYOCC	SUPERAVIT	0.154	0.279	0.508	1.597	2.380	3.139	2.900	1.917	0.819	0.412	0.084	0.040	14.229
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HUACCANA	SUPERAVIT	1.538	2.053	3.135	6.879	14.061	18.705	16.232	6.939	2.603	1.448	0.873	1.073	75.540
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
KISHUARA	SUPERAVIT	1.127	1.147	1.465	5.696	9.989	13.176	10.165	5.588	2.516	1.470	0.799	0.759	53.895
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PACUCHA	SUPERAVIT	0.347	0.525	0.859	1.937	4.314	6.399	6.100	4.242	2.117	1.055	0.292	0.206	28.393
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
HUANCARAY	SUPERAVIT	4.138	6.488	9.861	14.233	40.719	58.638	40.751	13.354	4.481	2.746	2.048	2.579	200.036
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CHICHA	SUPERAVIT	2.480	3.004	4.305	12.329	32.296	55.769	55.415	27.118	10.951	4.291	1.463	1.534	210.953
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
PULLCAY	SUPERAVIT	0.041	0.353	0.560	1.474	2.311	5.025	3.739	1.855	0.461	0.051	0.000	0.000	15.871
	DEFICIT	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085	0.086	0.171

2. RECOMENDACIONES

- Es necesario realizar un programa de inventario de infraestructura hidráulica en el ámbito de la ALA-BAP, información que será muy necesaria para una eficiente gestión del agua y asimismo utilizar los resultados del presente estudio hidrológico.
- Se observa que el sistema hidrométrico del área de estudio es deficiente. Es conveniente instalar estaciones de aforo en todas las cabeceras de riego. Asimismo en los cauces de efluencia de embalses, lo que permitiría definir políticas de operación del sistema hidráulico de las cuencas en forme eficiente.

Capítulo 13

BIBLIOGRAFIA

- [1] Aparicio M., F.J., “Fundamentos de Hidrología de Superficie”, Editorial Limusa. México, 1996.
- [2] ALA Bajo Apurímac Pampas, “Plan de Cultivo y Riego 2009 - 2010”, Andahuaylas, Apurímac, 2010.
- [3] Gumbel, E.J., “Les Valeurs Extremes des Distributions Statistiques”, Annales de L'I.H.P., Tome 5, N° 2 (1935), p. 15-158.
- [4] Gobierno Regional de Apurímac, Asociación CES GFA, “Programa Apurímac II. Estudio Hidrológico para el Plan de Manejo Integral de los Recursos Hídricos para la Subregión Chanka”. Apurímac, Agosto 2011.
- [5] McKee TB, Doesken NJ, Kliest J., “The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales”, In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society: Boston, MA; 179–184. 1993.
- [6] Ministerio de Agricultura, Programa Manejo de Cuencas, “Estudio de la Cuenca del rio Chumbao, Andahuaylas – Apurímac”, Lima 1990.
- [7] Ponce, V.M., “Engineering Hydrology, Principles and Practices”, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.
- [8] R-D. Reiss & M. Thomas, “Statistical Analysis of Extreme Values”. Universität Siegen, Third edition 2007, Printed in Germany, 2007.
- [9] Tancayllo C., E.F., “Aplicación de un Algoritmo Matemático de Programación Dinámica a la Optimización de Operación de Reservorios del Proyecto Majes – Siguan”, Tesis de Grado, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Facultad de Ingeniería Civil. Arequipa 2003.
- [10] Tarboton D.G., “Rainfall - Runoff Processes”, Utah Water Research Laboratory, Utah State University. Utah, 2003.
- [11] Universidad Nacional de Ingeniería, “Apuntes del Curso de Hidrología Avanzada”, Facultad de Ingeniería Civil, Sección de Post Grado. Lima, 2000.
- [12] Universidad Nacional Agraria La Molina, “Apuntes del Curso de Hidrología Avanzada”, Escuela de Post Grado. La Molina, Lima, 2001.
- [13] U.S.Army Corps of Engineers, “Statistical Methods in Hydrology”, Engineering and Design Manual. Davis, California, 1962.
- [14] USGS, “Regional Analysis of Streamflow Characteristics”, Techniques of Water Resources Investigations of the United States Geological Survey. Washington, 1982.
- [15] W. F. Chen, “The Civil Engineering Handbook”, CRC Press LLC, Hawaii University. Florida 33431. USA 2003.

©AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

El presente Estudio Hidrológico en Cabecera de las Subcuencas de las Provincias de Andahuaylas y Chincheros ha sido elaborado por encargo de la Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, administrado y supervisado por la Administración Local de Agua Bajo Apurímac Pampas.

La edición final del presente estudio se terminó el día de hoy 27 de noviembre del 2013, en la Oficina de la ALA Bajo Apurímac Pampas, Ciudad de Andahuaylas, Apurímac, Perú.