



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“Determinación de la disponibilidad hídrica en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor, Moyobamba, 2013”.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Fenix Vito Fernández Yoplac

ASESOR:

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna

Código N° 6052213

Moyobamba – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



“Determinación de la disponibilidad hídrica en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor, Moyobamba, 2013”.

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Fenix Vito Fernández Yoplac

Sustentada y aprobada el día 13 de diciembre del 2017, ante el honorable jurado:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Ramírez'.

Ing. M.Sc. Manuel Ramírez Navarro
Presidente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'M. Valverde'.

Ing. M.Sc. Mirtha Felicit Valverde Vera
Secretario

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. De la Rosa'.

Ing. M.Sc. Julio César De la Rosa Ríos
Miembro

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'S. Casas Luna'.

Ing. M.Sc. Santiago Alberto Casas Luna
Asesor

Declaratoria de autenticidad

Fenix Vito Fernández Yoplac, identificado con DNI N° 45844134, egresado de la Facultad de Ecología en la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, , con la tesis titulada: **“Determinación de la disponibilidad hídrica en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor, Moyobamba, 2013”**.

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por lo tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por lo tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, sumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 13 de diciembre del 2017.



.....
Bach. Fenix Vito Fernández Yoplac
DNI N° 45844134



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: <u>Fernández Zapata Fernix Vito</u>	
Código de alumno : <u>085115</u>	Teléfono: <u>942557715</u>
Correo electrónico : <u>VitoFernandez.Zapata@unsmail.com</u>	DNI: <u>45844134</u>

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: <u>ECOLOGÍA</u>
Escuela Profesional de: <u>INGENIERÍA AMBIENTAL</u>

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título: <u>Determinación de la disponibilidad hídrica en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Surizo, Machobamba, 2013</u>
Año de publicación: <u>2017</u>

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM - T.

Fecha de recepción del documento

20, 12, 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM - T.

* **Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035)

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A mis queridos padres José Santos Fernández Flores y Zaira Yoplac Valqui quienes me brindaron su apoyo en todo momento y gracias a ellos puedo forjar una carrera profesional.

Y todos aquellos que luchan por sus sueños y en pro de la conservación y uso racional de nuestros recursos naturales.

Agradecimiento

- En primer lugar, agradecer a Dios quien es el único que permitió que no desistiera en el camino de realizar mi tesis, a mis padres por su apoyo.
- En segundo lugar, quiero agradecer a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN, que durante estos años se ha convertido en mi centro de formación, dándome los recursos necesarios para poder convertirme en un competitivo profesional.
- Una mención importante a los Miembros del Jurado y asesor de tesis.
- A todos los docentes de la Facultad de Ecología de la especialidad de Ingeniería Ambiental, por compartir todos sus conocimientos en aulas y además de guiarnos en nuestra formación profesional.

Índice

	Pág.
Dedicatoria	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice.....	viii
Índice de Tablas.....	x
Resumen	xi
Abstract	xii
 INTRODUCCIÓN.....	 1

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación.....	2
1.2. Bases Teóricas	11
1.3. Definición de términos	31

CAPÍTULO II MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Material.....	37
2.2. Métodos	37
2.2.1. Tipo, nivel y diseño de investigación	37
2.2.2. Población y muestra.....	38
2.2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	38
2.2.4. Recolección de datos de fuente primaria	39
2.2.5. Procesamiento y análisis de datos	42
2.2.6. Características físico topográficas y morfológicas	43

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados.....	48
3.3.1. Cálculo de la disponibilidad hídrica	48
3.3.2. Cálculo del coeficiente de escorrentía	49
3.3.3. Análisis de balance de oferta con respecto a la demanda hídrica para uso potable de la ciudad de Soritor	49
3.2. Discusión de resultados	50

CONCLUSIONES	52
RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
ANEXOS.....	56
ANEXO 1. Registro de datos meteorológicos estación Soritor SENAMHI.....	57
ANEXO 2. Figura de temperatura registrados.....	69
ANEXO 3. Parámetros hidráulicos.....	74
ANEXO 4. Panel fotográfico.....	76
ANEXO 5. Cartografía de la microcuenca Urcuyacu.....	80

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Población de la zona de estudio	31
Tabla 2. Valores recomendados para los coeficientes por Chow (1959)	41
Tabla 3. Registro de datos de caudales abril – julio 2014	42
Tabla 4. Coeficiente de compacidad	44
Tabla 5. Promedios mensuales de precipitación año 2014	48

Resumen

Uno de los graves problemas en la conservación y aprovechamiento del recurso hídrico, es la demanda creciente de la población concentrados en las ciudades.

En ese sentido mediante el presente trabajo de investigación se logró determinar las características físicas topográficas, disponibilidad hídrica de la microcuenca Urcuyacu fuente abastecedora de agua para el consumo humano público del distrito de Soritor y aledaños, para lo cual se establecieron trabajos de campo para la evaluación de los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos, amenazas ambientales, registros de caudales en el punto de captación del agua.

Como resultados la microcuenca Urcuyacu cuenta con una superficie total de 1,051.67 Has., presenta características físicas, biológicas y socioeconómicas con gran potencial hídrico y conservación, debido a su ubicación y accesibilidad y que en la actualidad se está viendo afectada por la creciente demanda de tierras agrícolas. Registra una disponibilidad hídrica total de 391, 856.85 m³/mes, para las diferentes actividades que se desarrollan dentro y fuera de la microcuenca. Uno de los principales usos que se da al recurso hídrico que se genera en la microcuenca es el abastecimiento de agua para consumo humano de la población de la ciudad de Soritor, el cual le da un alto nivel de importancia por tratarse de un uso de salud y necesidad pública. La demanda del consumo promedio al mes de las 4,080 conexiones de agua que presenta la ciudad de Soritor y alrededores es de 122,400 m³/año, y la disponibilidad hídrica es de 391, 856.85 m³/mes; es decir sólo el 31.3 % es usado para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor y poblaciones aledañas, esto nos indica que el agua generado en el punto de captación del agua es suficiente para el abastecimiento público para consumo humano. El 68.7% de agua que se genera en la microcuenca es disponible para otros usos, el cual le convierte en una microcuenca con gran potencial y su conservación sólo se realizará implementando proyectos de conservación por ser la despensa hídrica de las poblaciones del distrito de Soritor.

Palabras clave: Disponibilidad hídrica, demanda hídrica, microcuenca, caudal.

Abstract

One of the serious problems in the conservation and use of water resources is the growing demand of the population concentrated in the cities.

In this sense, through this research work was able to determine the topographic physical characteristics, water availability of the Urcuyacu micro basin, water supply source for public human consumption in the Soritor district and surrounding areas, for which field work was established for the evaluation of the physical, biological and socioeconomic components, environmental threats, records of flows at the point of water collection.

As a result, the Urcuyacu micro basin has a total area of 1,051.67 hectares. It presents physical, biological and socioeconomic characteristics with great water potential and conservation, due to its location and accessibility and which is currently being affected by the growing demand for land. Agricultural. It records a total water availability of 391, 856.85 m³ / month, for the different activities that take place inside and outside the micro basin. One of the main uses given to the water resource that is generated in the micro basin is the supply of water for human consumption of the population of the city of Soritor, which gives a high level of importance because it is a health use and public need. The demand of the average consumption per month of the 4,080 water connections that the city of Soritor and surroundings presents is 122,400 m³ / year, and the water availability is 391, 856.85 m³ / month; that is to say, only 31.3% is used for the drinking water supply of the city of Soritor and nearby towns, this indicates that the water generated at the point of water collection is sufficient for the public supply for human consumption. 68.7% of water generated in the micro-basin is available for other uses, which turns it into a micro-basin with great potential and its conservation will only be carried out by implementing conservation projects because it is the water pantry of the Soritor district populations.

Keywords: Water availability, water demand, micro basin, flow.



INTRODUCCIÓN

Actualmente la región San Martín padece la falta de abastecimiento de agua para los diferentes usos (uso poblacional, agrícola, pecuario y recreacional) a nivel de cuencas, subcuencas y microcuencas.

Uno de los graves problemas en la conservación y aprovechamiento del recurso hídrico, es la demanda creciente de la población concentrados en las ciudades. Esta necesidad, implica la promoción de mayor inversión pública, para la construcción, mejoramiento y ampliación de los sistemas de abastecimiento de agua potable para las ciudades. En la actualidad, es frecuente la deficiencia de los sistemas hidráulicos, debido a la carencia de estudios básicos de hidrología de cuencas (disponibilidad hídrica). En este contexto, el trabajo de investigación busca conocer: cuál es la disponibilidad del recurso hídrico en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor, ubicado en la provincia de Moyobamba, región San Martín.

El objetivo general es determinar la disponibilidad hídrica en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor, a partir, de las características físico topográficas y morfológicas, monitoreo del régimen hídrico y el análisis del balance hídrico (oferta y demanda hídrica) de la microcuenca de Urcuyacu.

La tesis incluye el capítulo de revisión bibliográfica, el mismo que organiza y resume el estado actual sobre los estudios de disponibilidad hídrica en cuencas, el mismo que establece una base sistemática sobre teorías, antecedentes y estudios de casos para determinar la disponibilidad hídrica en la microcuenca de la quebrada Urcuyacu, el mismo que provee agua al sistema de abastecimiento de agua potable a la ciudad de Soritor. El capítulo de los materiales y métodos, describe los procedimientos y acciones realizados para determinar la disponibilidad hídrica de la quebrada Urcuyacu en el punto de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor. El capítulo de resultados y discusión de la tesis, destacan datos y aspectos relevantes como resultados en la determinación de la disponibilidad hídrica en la microcuenca de la quebrada Urcuyacu, que permite dar respuesta al problema planteado y al logro de los objetivos de la investigación, asimismo, los resultados son analizados y comparados en correspondencia con bases teóricas, antecedentes y estudios de casos considerados en la revisión bibliográfica.

CAPÍTULO I

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Muñoz y Torres (2012), indican que se ha discutido la metodología y resultados obtenidos para el presente y futuro con el modelo de oferta y demanda ejecutado en el proyecto, haciendo especial énfasis en el estrés hídrico, estos productos forman parte fundamental de un sistema de gestión integrada de recursos hídricos que considera la variabilidad climática y su interacción con la señal de cambio climático donde se debe realizar proyecciones futuras nunca es una tarea fácil, y las mismas deben considerarse siempre con los cuidados correspondientes, y que los resultados en este informe poseen incertidumbres asociadas a información climática, concesiones, demanda futura y uso de suelo presente y futuro, entre otros; Los resultados obtenidos para el presente muestran que en general hay condiciones aceptables de disponibilidad de recurso hídrico para la mayor parte de las zonas en las cuencas estudiadas, sin embargo en determinados tramos el estrés hídrico, por ejemplo, aparece entre moderado (San Pedro, Pita, en Pisque y Guayllabamba Alta) y severo (San Pedro, Guayllabamba Alta y Media, Pisque y en menor grado en Pita). Estas zonas de mayor estrés responden a las concesiones asociadas a industrias, riego e hidroeléctricas en los tramos mencionados. Para Quito, se muestra estrés moderado en el sur y ligero al norte, para los distintos casos considerados como posibles proyecciones del futuro, construidos como perturbaciones de los campos de precipitación y demanda presentes, se aprecia en general disponibilidad del recurso hídrico semejante al actual, salvo por tramos que se agravan o mejoran de acuerdo al “escenario” considerado, por lo que los tramos de interés son nuevamente los mencionados en el párrafo anterior. En los distintos casos futuros considerados, sin embargo, no se aprecia en general un cambio significativo en términos de estrés para Quito con respecto al presente, aunque los resultados sí evidencian diferencias por tramos o incluso en el número de cauces disponibles para aprovechamiento, y que teniendo en cuenta un aspecto importante es que en función de los datos disponibles de los últimos censos del Ecuador, no se prevé una disminución de la demanda en las cuencas analizadas, sino en el mejor de los casos que estadísticamente hablando la demanda total se mantenga como la del presente, y probablemente ocurran incrementos. El hecho de que aún en determinados casos futuros en los que se tengan disminuciones de orden del 10% de la precipitación, tramos de ríos mejoren su estrés hídrico se interpreta en términos de una posible disminución del caudal a ramificaciones de orden superior del cauce

principal, por lo que quedaría mayor disponibilidad en éste último y el estrés hídrico sería consecuentemente menor. Vale la pena resaltar que estos productos corresponden a un comportamiento medio para el período considerado, por lo que las concesiones - principalmente asociadas a industrias, riego e hidroeléctricas en los tramos mencionados- en la época seca (húmeda) del año y en determinados sectores pudieran ocasionar estrés mensuales al menos una categoría más (menos) severa que la presentada en los mapas. Finalmente, se han mencionado ya algunos de los cuidados que hay que tener en cuenta con el presente estudio. En futuros proyectos habría que velar por tratar de disminuir estas incertidumbres, y un aspecto sumamente interesante a considerar sería el de variar la superficie y configuración de las hidrozonas, que en este estudio, incluso para proyecciones del futuro, se han mantenido iguales a las del presente.

Muñoz y Torres (2012), en el estudio “sistema de monitoreo para evaluar la disponibilidad de agua y evolución de los impactos asociados al cambio climático en la parte alta de la cuenca del río Guayallabamba – Ecuador”; mencionan que todo estudio hidrológico, tanto de superficie como subterráneo, requiere de la realización de un balance en las diferentes componentes del ciclo hidrológico. Para efectuarlo con detalle, las ecuaciones del balance (conservación de la masa de agua), deben resolverse de forma numérica utilizando programas de cálculo numérico. El balance hidrológico es una herramienta importante en el diseño y operación de diversas estructuras hidráulicas. Así como también en términos de estimar la disponibilidad del agua presente y futura, en diversas regiones. Estas estimaciones son a su vez necesarias para determinar las concesiones requeridas sobre sus usos, las cuales deben ir enfocadas hacia la sustentabilidad. En la actualidad, existen diversas herramientas computacionales que contribuyen en la realización de estudios sobre el manejo integrado de los recursos naturales; entre estas herramientas destacan los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales permiten analizar la variabilidad espacial y temporal de los diferentes datos que conforman la información necesaria para llevar a cabo estudios de ésta naturaleza. En el caso concreto de los estudios hidrológicos, el uso del SIG es bastante reciente, y su empleo se ha impuesto a medida que se han conocido sus ventajas; Así mismo un SIG permite el almacenamiento, manejo, procesamiento y análisis de los diferentes tipos de datos que se utilizan en estos estudios hidrológicos, además facilita la elaboración de mapas temáticos para cada uno de los atributos que se definan en la base de los datos; así como el análisis y procesamiento de los datos de entrada y salida de modelos matemáticos de simulación, también nos menciona

que las medidas para lograr la sustentabilidad de los recursos hídricos, deben contemplar el uso y aprovechamiento del recurso agua disponible en una región, de manera racional, sin caer en la explotación que propiciaría el agotamiento y desaparición del mismo en un mediano plazo. Estas medidas deben también buscar el aprovechamiento racional de los recursos asociados al agua, es decir, para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos, sean estos naturales o artificiales, es necesario realizar prácticas de manejo adecuado sobre los recursos suelo, flora y fauna, y sobre la infraestructura hidráulica disponible en las zonas de interés, donde del estimado de $1.4 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de agua en la tierra, más de 97% está en los océanos. Aproximadamente $35 \times 10^{15} \text{ m}^3$ del agua de la tierra es agua dulce, de la cual alrededor del 0.3% está en ríos, lagos y reservorios. El resto del agua dulce almacenada en glaciares, en la nieve permanente y en los acuíferos subterráneos. La atmósfera de la tierra contiene alrededor de $13 \times 10^{12} \text{ m}^3$ de agua y es la fuente de toda la precipitación sobre la tierra; Así mismo para poder estudiar y determinar en forma cuantitativa todos los procesos físicos que contribuyen a la formación y variación espacio-temporal del recurso hídrico en una zona determinada, se utiliza el balance hídrico, que es una formulación matemática de la interacción y distribución espacial del agua a sus diferentes fases. El Balance hídrico se basa en la ley física universal de conservación de masas. Representa una de las herramientas de mayor uso en la práctica hidrológica para el estudio de la variación espacial y temporal de los elementos del ciclo hidrológico: expresa la igualdad existente entre los aportes de agua que entran por un lado en una unidad hidrográfica determinada y la cantidad de agua que es evacuada y por otro, considerando además las variaciones internas en el almacenamiento de humedad ocurridas durante el período de tiempo determinado. Los balances hídricos, tanto globales como regionales y locales, permiten determinar la disponibilidad hídrica natural de las áreas en consideración y conocer el comportamiento de la oferta de agua, tanto superficial como subterránea, a través de las fases del ciclo hidrológico.

El Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA (2003), menciona que la administración técnica del distrito de riego no dispone de un padrón de usuarios a nivel de la cuenca, es decir, no cuenta con información real del área bajo riego de las comisiones de regantes, principalmente del sector de riego Coracora, por lo que, se trabajó con información obtenida en visita de campo, sin embargo, puesto que el estudio no contempla partidas específicas para dicho trabajo, se determinó áreas agrícolas a un nivel de detalle

muy preliminar, lo que introduce cierta incertidumbre en los cálculos de la demanda de agua agrícola. La demanda agrícola del sector de riego Coracora y Yauca es de 155.90 mmc/año y 103.51 mmc/año, respectivamente; y la demanda poblacional es de 0.92 mmc/año y 0.18 mmc/año, respectivamente. Las comisiones de regantes del sector de riego Coracora, satisfacen sus requerimientos de agua, demanda agrícola y poblacional, principalmente con afloramientos de agua (manantiales), puesto que estos manantiales disponen de caudales muy pequeños, y el estudio de inventario de fuentes de aguas Superficiales), se determinó que estas comisiones de regantes siempre están en déficit de agua a nivel anual, sin embargo, se puede observar que algunos meses de épocas de avenidas, principalmente Marzo, la demanda es equilibrada con la oferta de agua. Los cálculos del balance hídrico del embalse Ancascocha, se realizó con la información obtenida del estudio de levantamiento topográfico y batimétrico de la laguna Ancascocha, realizado por la unidad de glaciología y recursos hídricos UGRH – HUARAZ, en diciembre del 2003. Volumen máximo = 39.96 mmc, Volumen útil = 19.04 mmc y Volumen muerto = 20.04 mmc. De acuerdo al análisis del balance hídrico del embalse Ancascocha, realizado para un periodo de 38 años, se verifica que, tanto las comisiones de regantes Chaviña y Aycará del sector de riego Coracora y las comisiones de regantes del sector de riego Yauca, tienen déficit de agua durante los meses de Octubre-Diciembre y Septiembre-Diciembre, respectivamente, prácticamente durante los 38 años de análisis, salvo algunos pocos años que manifiestan déficit desde Agosto hasta, inclusive, Enero; Sin embargo, cabe señalar que la comisión de regantes de Chaviña no permitió realizar el Inventario de sus fuentes de agua, considerándose presumiblemente, que disponen de una cierta cantidad de afloramientos de agua (manantiales), que no se tomaron en cuenta en el balance hídrico. La oferta de agua de la cuenca colectora Ancascocha es de 3.40 m³/s, como promedio anual, y tiene un caudal específico de 12.68 lt/s/km². La oferta de agua de la cuenca Yauca, a la altura de la estación Puente Jaquí, es de 8.83 m³/s, como promedio anual, y tiene un caudal específico de 2.05 lt/s/km².

El instituto nacional de recursos naturales (INRENA, 2003), en su estudio de balance hídrico superficial de la cuenca del río Yauca, afirma que hay muchas aproximaciones a la ingeniería hidrológica, ellos pueden ser considerados como modelos que buscan representar el comportamiento de un prototipo (es decir el mundo real). Generalmente, los modelos pueden ser clasificados como (a) material, o (b) formal. Un modelo material es una representación física de un prototipo, más simple en estructura y con propiedades

similares a aquella del prototipo. Un modelo formal es una abstracción matemática de una situación idealizada que preserva las propiedades estructurales importantes del prototipo. Los modelos materiales pueden ser icónicos o análogos. Los modelos icónicos son representaciones simplificadas del sistema hidrológico del mundo real, tal como lisímetros, simuladores de lluvia, y cuencas experimentales. Los modelos análogos son aquellos que basan sus mediciones en sustancias diferentes de aquellas del prototipo, tal como el flujo de corriente eléctrica para representar el flujo de agua. En Ingeniería Hidrológica, todos los modelos formales son matemáticos en naturaleza, por lo tanto, el uso del término modelo matemático se refiere a todos los modelos formales, este último término es el más ampliamente utilizado en ingeniería hidrológica. Los modelos matemáticos pueden ser (1) teóricos, (2) conceptuales, o (3) empíricos. Un modelo teórico está basado en un conjunto de leyes generales; contrariamente, un modelo empírico es basado en inferencias derivadas del análisis de datos. Un modelo conceptual está de algún modo entre modelos teóricos y empíricos. En ingeniería hidrológica, cuatro modelos matemáticos son de uso común: (1) determinístico, (2) probabilístico, (3) conceptual, y (4) paramétrico. Un modelo determinístico es formulado usando las leyes de los procesos físicos o químicos, como el descrito por ecuaciones diferenciales. Un modelo probabilístico, sea estadístico o estocástico es gobernado por las leyes del cambio o probabilidad; Los modelos estadísticos tratan con muestras observadas, mientras que los modelos estocásticos se centran en las propiedades aleatorias de ciertas series hidrológicas de tiempo, por ejemplo, caudales diarios. Un modelo conceptual es una representación simplificada de los procesos físicos, obtenida agregando sus variaciones espaciales y/o temporales, y descrito en términos de sus ecuaciones diferenciales ordinarias o ecuaciones algebraicas. Un modelo paramétrico (es decir, empírico, o de caja negra) representa los procesos hidrológicos por medio de ecuaciones algebraicas que contienen parámetros a ser determinados por medios empíricos.

El Gobierno Regional de San Martín. (2013), San Martín como departamento surge como resultado de un proceso histórico de organización territorial en la Amazonía frente a los constantes avances de los portugueses. En 1857 durante el gobierno de Ramón Castilla se crean nuevas circunscripciones políticas como los distritos de Soritor, Habana, Calzada, Moyobamba y Chazuta, coincidiendo con el período de bonanza del guano de isla. La característica de este proceso es que no se definieron con precisión los límites territoriales debido al incipiente avance tecnológico, lo agreste de nuestra geografía, la carencia de

profesionales especializados, la falta de estudios geográficos, etc. El panorama actual presenta a más del 85% de las circunscripciones territoriales con este problema.

El Gobierno Regional de San Martín. (2013). Refiere que el proceso de ocupación del territorio se ha caracterizado por la introducción de sistemas de uso y manejo no sostenibles de las tierras y, en consecuencia, se han generado procesos de deterioro del ecosistema. Con la presencia de las poblaciones migrantes los problemas se han agudizado en otros de tipo social (alto crecimiento poblacional, carencia de servicios básicos), económico (desempleo, informalidad), legal (invasiones a la propiedad, conflictos territoriales) y ambiental (deforestación, pérdida gradual de la biodiversidad, contaminación ambiental).

Rojas (2014), afirma que la cantidad de agua que se produce en la cuenca del río Gera mensualmente es $1.82 \text{ m}^3/\text{seg}$ (caudal mínimo), $7.30 \text{ m}^3/\text{seg}$ (caudal máximo) y $4.49 \text{ m}^3/\text{seg}$ (caudal medio). Por tanto, estas cantidades son las ofertas o disponibilidad hídrica que ofrece la cuenca por cada mes. - La cantidad de agua que se produce en la cuenca del río Gera anualmente en cada escenario (caudal mínimo, promedio y máximo) son: $21.84 \text{ m}^3/\text{seg}$ como caudal mínimo, $53.796 \text{ m}^3/\text{seg}$ como caudal medio y $62.028 \text{ m}^3/\text{seg}$ como caudal máximo. - En general se evidencia que en la cuenca del río Gera, existe volumen de agua durante los 12 meses al año; además el período húmedo se registra entre los meses de Octubre a Diciembre prolongándose hasta Marzo, y el período seco (estiaje) entre los meses de Abril a Agosto. Asimismo, el caudal promedio mensual histórico varía desde $2.13 \text{ m}^3/\text{seg}$ (mes de Agosto) hasta $8.21 \text{ m}^3/\text{seg}$ (mes de Marzo). Se evidencia en este caso que durante el año la cuenca del río Gera permanece en 50% por debajo del caudal medio estimado que es de $4.49 \text{ m}^3/\text{seg}$; Asimismo se ha determinado que históricamente, en el mes de marzo el caudal máximo mensual alcanza un valor de $14.70 \text{ m}^3/\text{seg}$, y en el mes de Junio alcanza un caudal mínimo de $0.56 \text{ m}^3/\text{seg}$, lo cual coincide con las épocas de avenida y estiaje respectivamente. Esta información nos hace ver que esta época en donde el caudal mínimo no alcanza a cubrir la demanda de agua que necesita la cuenca que fue estimado en $1.5 \text{ m}^3/\text{seg}$. El tiempo de retorno de caudales o las posibilidades para que se obtenga un caudal mínimo de $3,823.77 \text{ lt/s}$ en la cuenca del río Gera, es 90% probable para cualquier año. Asimismo, para un caudal máximo de $5,240.25 \text{ lt/s}$ en la cuenca, es el 10% probable para cualquier año, y teniendo en cuenta que la demanda promedio que existe en el distrito de Jepelacio es $1.5 \text{ m}^3/\text{s}$, donde se incluye la demanda de la población, electricidad y uso agrícola. Además, la demanda futura (demanda proyectada) para 20 años (2034) es

2,331.62 m³ /seg., calculado con una tasa de crecimiento de 2.23% (definido por el INEI para el distrito de Jepelacio); El balance hídrico calculado para los tres escenarios (caudales mínimos, medios y máximos) con la demanda total del distrito de Jepelacio, dio como resultado los valores de: 0.318 m³ /seg (17.51%), 2.99 m³ /seg (61.75%) y 5.80 m³ /seg (76.54%); Cada uno de estos valores es el caudal restante en el cauce del río Gera que se conoce como el caudal de excedencia. - El caudal ecológico para la época de estiaje (15% del caudal medio) correspondiente a los meses de Junio, Julio y Agosto es en promedio es 0.370 m³ /seg.; y el caudal ecológico para la época de avenida (10% del caudal medio) correspondiente a los meses de Enero a Mayo y de Setiembre a Diciembre es en promedio resulta 0.516 m³ /seg; Por lo tanto, se puede consumir para épocas de lluvia el 90% de su caudal, y en épocas de verano se puede consumir el 85% de su caudal; De los cálculos realizados y muestras tomadas se estimó que el caudal aguas abajo de la represa es de 0.210 m³ /seg, lo que indica que en esta época del año (Octubre de 2014) el caudal del río Gera no alcanza el caudal ecológico calculado de 0.370 m³ /seg, para la época de estiaje.

En los últimos años en el Alto Mayo, se ha tenido un rápido crecimiento demográfico que ha propiciado una acelerada y desordenada ocupación del territorio (PEAM, 1998); La distribución poblacional del Alto Mayo es dispersa en casi todo el territorio con una población proyectada al año 2000 de 194,7814 Habitantes (PEAM, 2001), de los cuales el 43% pertenecen al ámbito rural, existiendo aproximadamente más de 400 asentamientos poblacionales que en su mayoría carecen de agua potable (Casas, 2002).

Revista Iberoamericana de ciencia (2001), menciona que si no tomamos en cuenta el valor incalculable que tiene el agua en nuestro planeta y no ponemos de nuestra parte, estaremos amenazando a las actuales y futuras generaciones, ya que se calcula que para el año 2025, el 40% de la población existente (que ascenderá a 8.000 millones de habitantes) tendrá graves problemas relacionados con la agricultura, la industria y la salud humana, si sólo se cuenta con las reservas convencionales de agua dulce.

El Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA (2003), menciona que la Administración técnica del distrito de riego no dispone de un padrón de usuarios a nivel de la cuenca, es decir, no cuenta con información real del área bajo riego de las comisiones de regantes, principalmente del sector de riego Coracora, por lo que, se trabajó con información obtenida en visita de campo, sin embargo, puesto que el estudio no contempla

partidas específicas para dicho trabajo, se determinó áreas agrícolas a un nivel de detalle muy preliminar, lo que introduce cierta incertidumbre en los cálculos de la demanda de agua agrícola. La demanda agrícola del sector de riego Coracora y Yauca es de 155.90 MMC/año y 103.51 MMC/año, respectivamente; y la demanda poblacional es de 0.92 MMC/año y 0.18 MMC/año, respectivamente. Las comisiones de regantes del sector de riego Coracora, satisfacen sus requerimientos de agua, demanda agrícola y poblacional, principalmente con afloramientos de agua (manantiales), puesto que estos manantiales disponen de caudales muy pequeños, y el Estudio de Inventario de Fuentes de Aguas Superficiales), se determinó que estas comisiones de regantes siempre están en déficit de agua a nivel anual, sin embargo, se puede observar que algunos meses de épocas de avenidas, principalmente Marzo, la demanda es equilibrada con la oferta de agua. Los cálculos del balance hídrico del embalse Ancascocha, se realizó con la información obtenida del estudio de levantamiento topográfico y batimétrico de la laguna Ancascocha, realizado por la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos UGRH – HUARAZ, en diciembre del 2003. Volumen máximo = 39.96 MMC, Volumen útil = 19.04 MMC y Volumen muerto = 20.04 MMC. De acuerdo al análisis del balance hídrico del embalse Ancascocha, realizado para un periodo de 38 años, se verifica que, tanto las comisiones de regantes Chaviña y Aycará del sector de riego Coracora y las comisiones de regantes del sector de riego Yauca, tienen déficit de agua durante los meses de Octubre-Diciembre y Septiembre-Diciembre, respectivamente, prácticamente durante los 38 años de análisis, salvo algunos pocos años que manifiestan déficit desde Agosto hasta, inclusive, Enero. Sin embargo, cabe señalar que la comisión de regantes de Chaviña no permitió realizar el Inventario de sus fuentes de agua, considerándose presumiblemente, que disponen de una cierta cantidad de afloramientos de agua (manantiales), que no se tomaron en cuenta en el balance hídrico. La oferta de agua de la cuenca colectora Ancascocha es de 3.40 m³/s, como promedio anual, y tiene un caudal específico de 12.68 lt/s/km². La oferta de agua de la cuenca Yauca, a la altura de la estación Puente Jaquí, es de 8.83 m³/s, como promedio anual, y tiene un caudal específico de 2.05 lt/s/km².

Como afirma Rojas (2014), la cantidad de agua que se produce en la cuenca del río Gera mensualmente es 1.82 m³ /seg (caudal mínimo), 7.30 m³ /seg (caudal máximo) y 4.49 m³ /seg (caudal medio). Por tanto, estas cantidades son las ofertas o disponibilidad hídrica que ofrece la cuenca por cada mes. - La cantidad de agua que se produce en la cuenca del río Gera anualmente en cada escenario (caudal mínimo, promedio y máximo) son: 21.84 m

3 /seg como caudal mínimo, 53.796 m³ /seg como caudal medio y 62.028 m³ /seg como caudal máximo. - En general se evidencia que en la cuenca del río Gera, existe volumen de agua durante los 12 meses al año; además el período húmedo se registra entre los meses de Octubre a Diciembre prolongándose hasta Marzo, y el período seco (estiaje) entre los meses de Abril a Agosto. Asimismo, el caudal promedio mensual histórico varía desde 2.13 m³ /seg (mes de Agosto) hasta 8.21 m³ /seg (mes de Marzo). Se evidencia en este caso que durante el año la cuenca del río Gera permanece en 50% por debajo del caudal medio estimado que es de 4.49 m³ /seg.; Asimismo se ha determinado que históricamente, en el mes de marzo el caudal máximo mensual alcanza un valor de 14.70 m³ /seg, y en el mes de Junio alcanza un caudal mínimo de 0.56 m³ /seg., lo cual coincide con las épocas de avenida y estiaje respectivamente. Esta información nos hace ver que esta época en donde el caudal mínimo no alcanza a cubrir la demanda de agua que necesita la cuenca que fue estimado en 1.5 m³ /seg. El tiempo de retorno de caudales o las posibilidades para que se obtenga un caudal mínimo de 3,823.77 lt/s en la cuenca del río Gera, es 90% probable para cualquier año, Asimismo, para un caudal máximo de 5,240.25 lt/s en la cuenca, es el 10% probable para cualquier año, eso quiere decir que la demanda promedio que existe en el distrito de Jepelacio es 1.5 m³ /s, donde se incluye la demanda de la población, electricidad y uso agrícola. Además, la demanda futura (demanda proyectada) para 20 años (2034) es 2,331.62 m³ /seg., calculado con una tasa de crecimiento de 2.23% (definido por el INEI para el distrito de Jepelacio).; El balance hídrico calculado para los tres escenarios (caudales mínimos, medios y máximos) con la demanda total del distrito de Jepelacio, dio como resultado los valores de: 0.318 m³ /seg (17.51%), 2.99 m³ /seg (61.75%) y 5.80 m³ /seg (76.54%); Cada uno de estos valores es el caudal restante en el cauce del río Gera que se conoce como el caudal de excedencia. - El caudal ecológico para la época de estiaje (15% del caudal medio) correspondiente a los meses de Junio, Julio y Agosto es en promedio es 0.370 m³ /seg.; y el caudal ecológico para la época de avenida (10% del caudal medio) correspondiente a los meses de Enero a Mayo y de Setiembre a Diciembre es en promedio resulta 0.516 m³ /seg. Por lo tanto, se puede consumir para épocas de lluvia el 90% de su caudal, y en épocas de verano se puede consumir el 85% de su caudal; De los cálculos realizados y muestras tomadas se estimó que el caudal aguas abajo de la represa es de 0.210 m³ /seg., lo que indica que en esta época del año (Octubre de 2014) el caudal del río Gera no alcanza el caudal ecológico calculado de 0.370 m³ /seg, para la época de estiaje.

Según Córdova (2005), indica que el área natural comprendida en la propuesta está orientada a lograr la permanencia de ecosistemas de bosques tipo montaña. Los ecosistemas que han de proteger constituyen una reserva genética de especies vegetales y de fauna. De estas 5 alternativas, se sugiere la última, dado que esta alternativa es la propuesta por los campesinos que consideran las tierras que ocupan, que debe representar menos del 5% de áreas cultivadas (queda por evaluar), como el centro de trabajo para sustentar a sus familiares. No integrarlos, es quitarles su trabajo. Ellos mismos pueden integrarse también a un programa de vigilancia y guarda bosques. Ellos mismos, serían los beneficiarios del Plan de Manejo. La creciente demanda de tierras agrícolas como consecuencia de la alta inmigración de campesinos sin tierras, y la falta de empleo, hace que la población se dedique a la única alternativa de sembrar pastos y café y otros, las que hicieron que la ocupen un espacio considerable de la zona a conservar, no obstante, de la constante campaña de sensibilización de muchas instituciones y personas naturales, para respetar su intangibilidad, dado que es fuente de provisión de agua para consumo humano de la población de Soritor. Con respecto a la tenencia de tierras se asume que hay suficiente cantidad de tierras que ya está ocupada con cultivos agrícolas y pastizales, para alimentar a la población hoy y en el futuro, si se elaboran, exponen, aprueben y ejecuten sistemas alimentarios sostenibles en la que se incluyan estrategias de comercialización con fines de exportación. “Se dice que un sistema alimentario es sostenible cuando no empobrece el medio ambiente ni a la población que trata de ganarse la vida cultivando y cosechando alimentos”.

1.2. Bases teóricas

Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales

Autoridad Nacional del Agua (2006), menciona que el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos conlleva a un diagnóstico situacional basado en la evaluación de los indicadores químicos-físicos del agua, cuyas mediciones se desarrollan a través de metodologías y procedimientos estandarizados según el protocolo de monitoreo, esto permite generar datos e información consistente y confiable para la toma de decisiones a todo nivel del gobierno con el propósito de desarrollar planes y otros instrumentos de gestión de recursos hídricos; en este marco mediante Resolución Jefatural N° 016-2016-ANA, se aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, el cual actualiza y complementa las metodologías establecidas para las actividades de monitoreo.

Física y química del agua

Maco (2003), menciona que las aguas dulces son caracterizadas por contener bajas concentraciones de solutos. En este contexto se encuentran la gran mayoría de los cuerpos de agua amazónicas. Sin embargo, como se podrá observar más adelante, existen cuerpos de agua con elevadas concentraciones de salinidad que las hacen muy semejantes a las aguas marinas. Los análisis de las características físicas y químicas que se han realizado desde 1979 a 1999, en los diferentes cuerpos de agua, nos muestran que, generalmente, presentan niveles que favorecen al desarrollo de organismos hidrobiológicos. En ese sentido, las características físicas y químicas de los cuerpos de agua han sufrido pequeñas variaciones cuando son analizadas en ese espectro temporal. Los valores de temperatura, pH, oxígeno disuelto, contenido de sólidos disueltos, alcalinidad y dureza son característicos de aguas saludables y de diferentes grados de productividad potencial, la misma que oscila entre cuerpos de agua piscícolas típicas muy productivas (Río Huallaga, Huayabamba, Sisa, Mayo y Lago Sauce) a cuerpos de agua incrustantes muy duras (Ríos Saposoa, tributarios menores de los ríos Mayo y Sisa). Por otro lado, la laguna Limón presenta aguas excesivamente duras (1,539 mg/l CaCO₃) que podrían estar afectando el bienestar de la fauna ictiológica presente. Los niveles de salinidad, generalmente, son bajos; sin embargo, existen cuerpos de agua - especialmente los pequeños tributarios - que tienen su cuenca de drenaje en terrenos con alto contenido de sales minerales. Entre estos tributarios tenemos a la quebrada Mishquiyacu que tiene salinidad moderada (4 a 4.36‰). Asimismo, la laguna Limón presenta salinidad alta (24.9‰) cercanas a las encontradas en el mar. Esta característica permite que otros parámetros, como la conductividad eléctrica, cloruros y la dureza total se encuentren ostensiblemente elevados. Sin embargo, se puede notar la presencia de una variada fauna ictiológica en estos cuerpos de agua que faltaría ser evaluada. Con excepción de los elevados niveles de salinidad, cloruros y dureza total en la laguna Limón y en algunos tributarios menores, como las quebradas Mishquiyacu y Sacanche entre otros, las características físicas y químicas de los cuerpos de agua estudiados son semejantes a las encontradas en los ríos del Llano amazónico.

Índice de calidad del agua Ica-PE para aguas continentales superficiales

Autoridad Nacional del Agua (2018), a través de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, es el ente rector y la máxima autoridad técnico - normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH), cuya finalidad es asegurar la gestión integrada,

participativa y multisectorial del agua, además de desarrollar acciones de vigilancia, control y fiscalización, para asegurar la preservación y conservación de las fuentes naturales de aguas y de los bienes naturales asociados a estas; además desde el año 2009 viene realizando monitoreos participativos de la calidad del agua, a fin de evaluar el estado de sus fuentes naturales de agua en función a los Estándares Nacionales de Calidad de Agua (ECA- Agua) previa categorización, en mayo del 2018 mediante Resolución Jefatural N° 068-2018-ANA aprueba la “Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua ICA- PE, aplicada en los cuerpos de agua continentales superficiales”, como una herramienta de gestión, cuya finalidad es la valoración simplificada del estado de la calidad del agua.

Política y estrategia nacional de gestión de los recursos hídricos

Autoridad Nacional del Agua (2003), menciona que la política y estrategia nacional de gestión de recursos hídricos, es un instrumento de gestión que facilita el análisis y evaluación de la oferta y demanda hídrica para determinar la disponibilidad hídrica en cuencas, entre otros indicadores, los principios de este instrumento refieren a la valoración del agua y de gestión integrada del agua, prioridad en el acceso al agua, participación de la población y cultura del agua, seguridad jurídica, respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas, sostenibilidad, descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única, precautorio, eficiencia, gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica y tutela jurídica; Este importante instrumento de gestión plantea a los siguientes desafíos: Atender la demanda de agua de calidad adecuada en el presente y para el futuro, mejorar la distribución hídrica espacial y temporal del agua, proteger y recuperar la calidad del agua, incrementar la eficiencia del uso del agua, atenuar el impacto de eventos extremos y adaptarse al cambio climático, desarrollar conciencia social participativa para gestionar y valorar el agua y lograr una cultura de paz en torno al agua.

Los objetivos que se persigue son:

Lograr la gestión integrada de los recursos hídricos en el ámbito nacional que permita satisfacer las demandas presentes y futuras, así como garantizar la conservación, la calidad y la disponibilidad del recurso hídrico y su aprovechamiento sostenible: con criterios de equidad social, económico, ambiental; con participación de los tres niveles de gobierno,

del sector público y privado, actores sociales organizados de la sociedad civil y de las comunidades indígenas y nativas; contribuyendo a la cultura del agua y al desarrollo del país con una visión de inclusión social y desarrollo sostenible.

Lograr la conservación de los ecosistemas y los procesos hidrológicos, así como la determinación y planificación de la oferta y disponibilidad hídrica en el país para optimizar la atención de la demanda de los recursos hídricos a nivel nacional.

Recuperar y proteger la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y sus ecosistemas, así como la vigilancia y fiscalización de los agentes contaminantes de las fuentes naturales a nivel nacional.

Atender de manera oportuna la demanda de los recursos hídricos para garantizar el acceso al agua como derecho humano en el marco de la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria, priorizando el desarrollo de infraestructura hidráulica para satisfacer la demanda hídrica poblacional y agraria en zonas de mayor vulnerabilidad.

Promover una cultura del agua por la paz para lograr la gestión integrada de los recursos hídricos con un enfoque de hidrosolidaridad y desarrollo sostenible para la gestión eficiente del agua y la valoración de los recursos hídricos y de sus bienes asociados en un escenario de gobernabilidad y gobernanza hídrica.

Identificar la variabilidad climática y sus impactos sobre los recursos hídricos y la población en general para promover una adecuada adaptación al cambio climático y disminuir la vulnerabilidad y afectación del país como consecuencia de los eventos hidrológicos extremos.

Las políticas y estrategias de gestión de recursos hídricos son:

Política 1. Gestión de la cantidad

Autoridad Nacional del agua (2003), Garantiza la conservación de los ecosistemas y los procesos hidrológicos; inventariar y determinar las características de las fuentes de agua; así como evaluar y cuantificar la oferta y disponibilidad hídrica en el país para optimizar la atención de la demanda de los recursos hídricos a nivel nacional.

Las estrategias para la gestión de la calidad son: Evaluación de la oferta, disponibilidad y demanda hídrica en el país; conservación de la oferta hídrica en el país y fomento del uso eficiente y sostenible del agua.

Política 2. Gestión de la calidad

Autoridad Nacional del Agua (2003), Promueve la recuperación, protección y monitoreo de la calidad de los recursos hídricos en las fuentes naturales y sus ecosistemas a través de procesos participativos y dotación de instrumentación tecnológica para la gestión eficiente de la calidad y para la vigilancia, fiscalización y mitigación de los agentes contaminantes de las fuentes naturales a nivel nacional.

Las estrategias para la gestión de la calidad son: Fortalecer las acciones multisectoriales y sectoriales en materia de gestión de la calidad del agua; mantener y mejorar la calidad del agua en las fuentes naturales continentales y marítimas y en sus bienes asociados.

Política 3. Gestión de la oportunidad

Autoridad Nacional del Agua (2003), Atiende de manera oportuna la demanda de los recursos hídricos, en función a su mejor distribución inclusiva, temporal y espacial, en las vertientes del Pacífico, Atlántico y Titicaca, garantizando el derecho humano al agua y en el marco de la seguridad hídrica y seguridad alimentaria priorizándose el desarrollo de infraestructura hidráulica para satisfacer la demanda hídrica poblacional y agraria en zonas de mayor vulnerabilidad.

Las estrategias para la gestión de la oportunidad son: Implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos por cuencas; promover e implementar la gestión integrada de los recursos hídricos en cuencas transfronterizas; promover el otorgamiento de derechos de uso de agua permanente y estacional e implementar su registro administrativo; promover inversiones públicas y privadas para el desarrollo de infraestructura hidráulica con prioridad en zonas de pobreza; fortalecer el régimen económico por uso, aprovechamiento del agua y vertimientos de aguas residuales para financiar la gestión integrada de recursos hídricos por cuencas.

Política 4. Gestión de la cultura del agua

Autoridad Nacional del Agua (2003), menciona que promover una cultura del agua por la paz para incrementar la conciencia social participativa sobre la gestión de los recursos hídricos por cuencas a través de procesos de capacitación, sensibilización y comunicación, con un enfoque de hidrosolidaridad y desarrollo sostenible para la gestión eficiente del agua

y la valoración de los recursos hídricos y de sus bienes asociados en un escenario de gobernabilidad y gobernanza hídrica en el país.

Las estrategias para la gestión de la cultura del agua son: Promover, facilitar y coordinar la participación del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos; comunicar y difundir información sobre los recursos hídricos y la gestión integrada a nivel sectorial y multisectorial; promover la gestión del conocimiento y cultura del agua por la paz orientada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos; contribuir a la transformación de los conflictos socio-ambientales motivados por el agua hacia la hidrosolidaridad y la gobernanza hídrica.

Política 5. Adaptación al cambio climático y eventos extremos

Autoridad Nacional del Agua (2003), menciona que conocer y monitorear la variabilidad climática, la vulnerabilidad y sus impactos sobre los recursos hídricos y la población en general para promover una adecuada adaptación al cambio climático y mitigar la vulnerabilidad y afectación del país como consecuencia de los eventos hidrológicos extremos.

Las estrategias para la adaptación y eventos extremos son: Articular las acciones del sistema nacional de gestión de los recursos hídricos con los sistemas nacionales competentes en prevención de riesgos, adaptación al cambio climático y gestión de eventos extremos; fomentar y mejorar el conocimiento de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos para la implementación de medidas de adaptación.

Modelamiento de la cuenca

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. (Juan Cabrera)

Proceso de modelación

El primer paso de toda modelación hidrológica es establecer un “modelo perceptual”, es decir, decidir cuáles son los principales procesos y variables que intervienen en la generación de caudales. Este proceso implica observar y analizar las características del suelo, subsuelo y clima, como elementos principales y discriminar cuales son los procesos más importantes que intervienen en la formación de escorrentía: evaporación, evapotranspiración, infiltración, humedad de suelo, flujo subterráneo; Una vez reconocidos, se debe relacionar estos procesos y variables principales entre sí por medio de ecuaciones, obteniéndose un “modelo conceptual”. En esta etapa se incluyen coeficientes y parámetros a los cuales posteriormente se les deberá asignar valores adecuados mediante un proceso de calibración, siempre y cuando las ecuaciones constitutivas son demasiado complejas, como es el caso de ecuaciones diferenciales, se hace necesario simplificarlas de manera que puedan ser reconocidas y procesadas por un sistema de cómputo; este modelo simplificado es una aproximación al modelo conceptual y suele llamársele “modelo procedimental”; Como es evidente, la simplificación del modelo conceptual implica la inclusión de nuevos coeficientes y parámetros que entrarán al proceso de calibración, cuya etapa en la cual se asignan valores a todos los parámetros del modelo de manera tal que “la salida del modelo se ajuste lo mejor posible a los datos históricos registrados”. Este “mejor ajuste” implica utilizar herramientas estadísticas para buscar minimizar la diferencia entre valores simulados y registrados, mediante procesos de optimización. Algunos indicadores utilizados son el error medio cuadrático, el criterio de Schultz, el coeficiente de Nash-Sutcliffe y el balance de masas y que finalmente, el modelo debe pasar a una etapa de validación, en la cual se evalúa su capacidad de predicción. La descripción de este proceso de analizará más adelante. (Juan Cabrera)

Clasificación de modelos de cuenca

La literatura está repleta de modelos y de diferentes formas de clasificarlos, sin embargo, podemos enfocarnos en el análisis de tres características básicas útiles para la modelización hidrológica de cuencas. (Juan Cabrera)

De acuerdo a la conceptualización de los procesos básicos Si el modelo funciona como una relación calibrada entre entradas y salidas, recibe el nombre de modelo "de caja negra", empírico o de regresión. Estos modelos se basan en relaciones entrada-salida, sin ningún intento de describir el comportamiento causado por procesos individuales. Dentro de éstos podemos mencionar al método Kostiakov y Green Ampt (para estimación de infiltración), método racional y método de la curva número (generación de caudales), y, especialmente, los modelos estocásticos de series de tiempo, donde en el extremo opuesto se encuentran los modelos "de caja blanca" (también llamados "de base física" o "teóricos"), en los cuales se conocen todos los procesos involucrados en la transformación. Estos modelos se apoyan en ecuaciones físicas que representan todos los procesos involucrados en el fenómeno a simular y haciendo innecesario el proceso de calibración; sin embargo, la falta de suficiente información relativa a los procesos que se desarrollan en el suelo, en el subsuelo y en la vegetación (entre otros), genera incertidumbre y la calibración se hace necesaria; Asimismo, suele hablarse de modelos "conceptuales" o "de caja gris" cuando se trabaja con modelos en los cuales se conocen algunos de los procesos internos del modelo. En general, los modelos conceptuales consideran leyes físicas en forma simplificada. Entre estos podemos mencionar al modelo abc y el modelo HBV. (Juan Cabrera)

De acuerdo a la naturaleza de los algoritmos básicos, un modelo formal puede escribirse como una expresión simbólica en términos lógicos de una situación idealizada, compartiendo las propiedades estructurales del sistema original. Éstos expresan el comportamiento del sistema por un conjunto de ecuaciones, considerando como variable aleatoria (con una distribución de probabilidad), entonces el modelo es llamado "estocástico", este término enfatiza la dependencia temporal de las variables hidrológicas relacionadas por el modelo. Si todas las variables se consideran libres de la variación aleatoria tal que ninguna tiene una distribución probabilística, entonces el modelo es considerado como determinístico. (Juan Cabrera)

De acuerdo a su representación espacial Una de las principales limitaciones en la modelación de cuencas es el desconocimiento de las propiedades del suelo y de los procesos involucrados en los flujos sub superficial y subterráneo. Esta limitación es superada si se asume que la cuenca es homogénea, tanto en sus procesos superficiales, sub superficiales y subterráneos, afirmación que es válida para cuencas muy pequeñas. Siendo la cuenca homogénea, se puede representar como un único elemento de características constantes, dando lugar a los llamados “modelos agregados” o “agrupados”, a medida que el tamaño de la cuenca se incrementa, es más probable que los tipos de suelo y sus características varíen a lo largo y ancho de la cuenca y el uso de éste tipo de modelo va perdiendo representatividad. Es así que a mayores áreas, se puede discriminar zonas de similar comportamiento hidrológico (HRU) y analizar cada una de ellas de forma independiente para luego combinar y/o superponer sus efectos. Éstos son los llamados modelos “semi distribuidos”, a pesar que los modelos semi distribuidos representan mejor las posibles variaciones de las características del suelo, efectos de pendiente, entre otros, aun así representa una simplificación. Con el fin de alcanzar la mayor representatividad, la cuenca se divide en elementos mucho más pequeños, de geometría usualmente uniforme, llamados “grillas”, donde estos modelos son llamados “modelos distribuidos” y realizan un balance hídrico en cada grilla, transmitiendo su efecto a las grillas adyacentes. (Juan Cabrera)

Elementos básicos de una cuenca hidrográfica.

Una cuenca hidrográfica tiene elementos identificables, por un lado los recursos naturales: agua, suelo, cobertura vegetal, fauna, recursos ictiológicos, recursos mineros; y, por otro lado, el factor antrópico (acción humana), que comprende a los reservorios, canales de riego, relaves contaminantes, plantaciones forestales, cultivos, pastizales cultivados, etc. Asimismo dentro del factor antrópico se considera a la organización institucional, la coordinación interinstitucional y el marco normativo que se puede tener o dar para el manejo o tratamiento de las cuencas hidrográficas. (Absalón Vásquez, 2002)

Los elementos más importantes de una cuenca son:

- **El agua.** Elemento fundamental de la cuenca de la cuenca y de la vida, ya que permite potenciar o disminuirla capacidad productiva de los suelos, la forma ocurre y se traslada dentro de una cuenca, puede producir grandes beneficios (riego, agua potable,

pesca, electricidad, insumo industrial, navegación, etc.) o grandes desastres (erosión, huaycos, inundaciones, etc). Si se usa adecuadamente, permite cubrir diversas necesidades de la población humana y animal. (Absalón Vásquez, 2002)

- **El suelo.** Otro de los elementos importantes de una cuenca, ya que si se relaciona adecuadamente con el agua de buena calidad, favorece la vida humana, animal, vegetal; En caso contrario pueden producirse fenómenos nocivos como la erosión, huaycos, contaminación, sedimentación de reservorios, salinización, problemas de drenaje, etc. (Absalón Vásquez, 2002)
- **El clima.** Otro elemento que actúa en la cuenca y que el nivel de la temperatura, precipitación, nubosidad y otros fenómenos favorables o adversos para la actividad biológica. (Absalón Vásquez, 2002)

La palabra clima deriva de una voz que significa inclinación, aludiendo seguramente a la inclinación del eje terrestre. Como se sabe las estaciones tienen lugar debido al movimiento de traslación de la tierra alrededor del sol, con su eje de rotación inclinado con respecto al plano de traslación. (Wendor Chereque)

- **La vegetación.** Muy importante en el ciclo hidrológico debido a la evapotranspiración que origina y a la acción de amortiguamiento y protección del impacto directo del agua sobre el suelo. (Absalón Vásquez, 2002)
- **La topografía.** La pendiente y la topografía de la superficie del terreno permiten que el agua, al discurrir, adquiere determinadas velocidades. Para lograr un aprovechamiento racional del agua y el suelo es indispensable la aplicación de prácticas conservacionistas adecuada, ya sea en zonas planas como en laderas. (Absalón Vásquez, 2002)
- **La fauna.** La población animal que habita en una cuenca no solo proporciona posibilidades de vida humana, sino que otorga condiciones para que la cuenca mantenga un equilibrio con respecto a sus recursos naturales. En casos excepcionales de sobrepoblación (sobrecarga), puede ocasionar el deterioro de la misma por la excesiva utilización de los pastizales o sobrepastoreo. (Absalón Vásquez, 2002)
- **El hombre.** Es el elemento más importante de la cuenca, porque es el único que puede planificar el uso racional de los recursos naturales para su aprovechamiento y conservación. (Absalón Vásquez, 2002)

Los Componentes de una cuenca

Los componentes principales que determinan el funcionamiento de una cuenca son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales tenemos los componentes bióticos como el hombre, la flora y la fauna; y los componentes abióticos como el agua, suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima. Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico institucional. Entre los primeros tenemos la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada. Entre los elementos jurídicos institucionales tenemos políticas, las leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca. Los componentes abióticos y bióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas; en su evolución y búsqueda de la satisfacción de sus necesidades, el hombre origina los elementos antrópicos al reconocer y aprovechar los elementos de la oferta ambiental para satisfacer sus necesidades, aquellos elementos se vuelven recursos. Consecuentemente, el aprovechamiento de estos recursos produce impactos que pueden ser beneficios o nocivos.

(www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/metodologia_planes_maestros/metodologia_pales_maestros1.pdf(14/10/2010))

Partes de una cuenca

- **Partes altas.** Estas comprenden altitudes superiores a los 3000 msnm, llegando en algunos casos hasta los 6000 msnm. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante; es frecuente así mismo la formación de nevados. La topografía de estas zonas es sumamente accidentada y escarpada; en consecuencia, su potencial erosivo es sumamente alto. La precipitación total anual promedio alcanza los 1000 – 2000 mm/año. En esta parte, es frecuente observar lagos y lagunas con abundante actividad biológica. Aquí se ubican los pastores y campesinos pobres de una economía de auto consumo. (Absalón Vásquez, 2002)
- **Partes medias.** Son las comprendidas entre los 800 y 3000 msnm. La precipitación promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 – 1000 mm/año variado. La función de este sector de la cuenca está relacionada fundamentalmente con el descubrimiento de

del agua, siendo frecuente en dicho ámbito la presencia de pequeñas ciudades que la circundan, dándose además como características una gran actividad económica. (Absalón Vásquez, 2002)

- **Partes bajas.** Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 msnm. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa (menor a 100 mm/año), su pendiente es igualmente baja. En este ámbito están los amplios valles costeros, donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria como las medianas y grandes ciudades consumidoras. Allí también se ubican los grandes proyectos de irrigación con importantes sistemas de embalses. Potencial de aguas subterráneas de estas zonas es alto. (Absalón Vásquez, 2002)

Hidrografía de la región San Martín

Descripción de la cuenca hidrográfica de San Martín

El Gobierno Regional de San Martín. (2013), La red hidrológica del departamento de San Martín comprende un sector de la cuenca del río Huallaga; Las nacientes de las principales sub-cuencas de la margen izquierda del Huallaga central se localizan en territorios de la Cordillera Oriental, algunos de ellos a más de 4,000 msnm; mientras que las sub-cuencas de la margen derecha nacen en la cordillera sub-andina a unos 2,000 msnm. Sin embargo, los valles formados en las partes media y baja de los principales ríos de la zona de estudio, presentan altitudes que no sobrepasan los 1,000 msnm, los ríos recorren planicies y terrenos colinosos formando valles aluviales intramontanos. Por otro lado, es notoria la presencia de “rápidos” en ciertos sectores de los ríos los que se caracterizan por presentar fuertes desniveles de su cauce en tramos muy cortos, estos tramos son, generalmente, obstruidos parcialmente por rocas o piedras que obstaculizan el paso de las aguas, las mismas que adquieren mayor velocidad de corriente. En su recorrido por los Andes, los ríos presentan alta pendiente y gran velocidad de corriente, fluyendo por valles estrechos y cauces definidos y relativamente estables de naturaleza pedregosa – rocosa. Las áreas de inundación se presentan muy estrechas en su recorrido entre los cerros y al llegar a los valles se van ampliando cada vez más a medida que alcanzan su desembocadura, en el llano amazónico, los ríos son más caudalosos y discurren por lechos menos consolidados y de muy baja pendiente con áreas de inundación bastante amplias; La alta velocidad de la corriente y los grandes volúmenes de agua que acarrear los ríos, asociados a la intensidad de las inundaciones y al material no consolidado de los suelos, producen intensos procesos

erosivos y de sedimentación en las riberas, estos fenómenos de erosión y sedimentación ocasionan migraciones laterales de los cursos de los ríos que se intensifican en las partes bajas de los mismos.

- **Río Huallaga**

El río Huallaga ingresa por la parte sur del departamento de San Martín, siguiendo una orientación SE-NO hasta encontrarse con el río Huayabamba; en este sector su curso es generalmente meándrico, presentando meandros pequeños y sectores alargados que siguen el contorno de las variadas formas del paisaje montañoso, se presentan pequeñas islas, escasez de lagunas y áreas de inundación con valles en forma de “v” y muy estrechos. Presenta una extensión de 5’042,468 ha después de su unión con el río Huayabamba, el Huallaga tiene un recorrido SO-NE hasta abandonar la Cordillera Sub-Andina, entre la Cordillera Oriental y la Cordillera Sub-Andina se presentan valles más amplios donde el curso del Huallaga es de forma anastomosada con presencia de pequeñas lagunas y áreas de inundación más amplias, el curso del Huallaga se vuelve a “encajonar” en su recorrido por la cordillera sub-andina y que finalmente, el río Huallaga se amplía nuevamente durante su recorrido en el llano amazónico, donde las áreas de inundación son mucho más amplias, con varias lagunas en forma semilunar y curso anastomosado en algunos sectores y meándrico en otros. En el área de estudio, el Huallaga tiene una longitud de 567 Km.; la parte más ancha es de 3.3 km se ubica en el Llano Amazónico y los sectores más estrechos, de 40 a 50 m se ubican en las cordilleras. La velocidad de corriente es de muy rápida a rápida (1.52 m/s en creciente y 1.933 a 0.969 m/s en vaciante. Sin embargo, en los denominados rápidos la velocidad de corriente es mucho mayor, tal como ocurre en el lugar denominado “Mal paso Chumía” cerca de la comunidad de Shapaja. La configuración del cauce del río Huallaga es de material predominantemente pedregoso; sin embargo, existen áreas donde las riberas son de material más suave y no consolidado y fácilmente erosionables como la arena. Al río Huallaga tiene una serie de afluentes que forman sub-cuencas de diversa magnitud y forma. Entre las principales sub-cuencas de la margen izquierda tenemos a la de los ríos Chontayacu, Tocache, Matallo Huayabamba, Saposoa, Sisa, Mayo, Shanusi y Caynarachi. El tipo de drenaje de las cuencas estudiadas y fueron basadas en la clasificación Deway, por la margen derecha tenemos, principalmente, a las subcuencas de los ríos Biavo, Ponaza y Chipurana, los ríos de estas sub-cuencas son de cauce estrecho y de material predominantemente rocoso y pedregoso; algunos afluentes,

como el río Sisa en las partes bajas, cerca su desembocadura, el material de fondo es arenarcilloso. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Río Huayabamba**

Uno de los afluentes estudiados del río Huallaga es el río Huayabamba, de 100 m de ancho promedio, es un río no muy profundo, su cauce está predominantemente conformado de material pedregoso; sin embargo, parte de sus riberas del sector bajo presenta material areno-arcilloso. La velocidad de corriente es muy rápida, de 1.520 a 2.275 m/s, presentando los mayores valores durante el periodo de vaciante. Su recorrido general es de NO-SE presentando una longitud de 165 km; en su recorrido se presentan sectores tan anchos como de 1.38 km y sectores tan estrechos como de 20 m. La red de drenaje es amplia, diversificada y compleja; en algunos sectores el drenaje es de forma dendrítica, en otros es pinnado o rectangular. Su cuenca es de 1'211,726 ha y representa el 24.03 % de la extensión de la región. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Río Saposoa**

El río Saposoa es somero, tiene un ancho promedio de 70 m, presenta velocidad de corriente rápida en creciente (0.74 m/s) y muy rápida en vaciante (1.756 m/s). Su cauce está conformado principalmente de material arenoso y pedregoso, principalmente en su curso inferior. Su recorrido general es de NO-SE, y su desembocadura en el río Huallaga ocurre a la altura del poblado de Tingo de Saposoa. La red de drenaje, generalmente, es de forma pinnada. Su cuenca tiene una extensión de 192,941 ha y representa el 3.83 % de la extensión de la región. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Río Sisa.**

Otro de los afluentes principales del río Huallaga es el río Sisa, con ancho promedio de 70 m en creciente, la velocidad de corriente es de nivel medio (0.32 m/s) a la altura del poblado de Agua Blanca; sin embargo, río abajo la velocidad de corriente se torna lenta con tendencia a ser muy lenta (0.12 m/s, Tabla 3). Contrariamente, en el periodo de vaciante, los valores de velocidad de corriente se invierten, es decir, en el sector medio la velocidad de corriente es lenta (0.232 m/s) y en el sector bajo, este parámetro es de nivel medio (0.388 m/s). Este hecho es explicable por la presencia de pequeñas zonas con “rápidos” en este

río. El río Sisa tiene un recorrido general de NO-SE y su desembocadura en el río Huallaga se realiza a la altura del poblado de Puerto Rico. La red de drenajes es de forma, generalmente empinada. Su cuenca tiene una extensión de 208,762 ha y representa el 4.14 % de la extensión de la región. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Río Mayo**

Otro afluente principal del Huallaga en el sector estudiado es el río Mayo que tiene 80 m de ancho medio (Campos, 1983). Siendo somero en los sectores medio y bajo del río donde es accesible solo con embarcaciones pequeñas. Sin embargo, en el Alto Mayo el río es más profundo permitiendo la navegación de embarcaciones hasta de 8 tn (Correa et al., 1983). En periodo de creciente, la velocidad de corriente en el Alto Mayo es de nivel medio (0.41 m/s); por otro lado, cuando baja el nivel de las aguas, la velocidad se torna muy rápida, llegando alcanzar valores de 2.759 m/s en los “rápidos” presentes debajo de la desembocadura del río Gera y posiblemente, niveles superiores a estos valores en los impresionantes “rápidos de Marona”. En el Bajo Mayo (Puente Colombia) la velocidad de corriente es muy rápida (1.136 m/s). El río Mayo tiene un recorrido general NO-SE y su desembocadura se produce en las inmediaciones del poblado de Shapaja. La red de drenajes es diversificada y compleja, presentándose sectores con drenajes de forma pinnada, rectangular y dendrítica. Su cuenca tiene una extensión de 914,333 ha y representa el 18.13 % de la extensión de la región. Los ambientes lenticos del sector del Alto Mayo son formados por desvíos en el curso del río o son brazos del mismo. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Río Biavo**

Por su margen derecha el principal afluente es el río Biavo que nace en las vertientes de la cordillera sub-andina, su recorrido es complejo con una tendencia general hacia el norte; igualmente la red de drenaje es bastante compleja sin un patrón definido y con ausencia de importantes lagunas. Desemboca por la margen derecha del río Huallaga a la altura de San Rafael. Tiene 387 Km de longitud con sectores tan anchos como 380 m y sectores tan estrechos como 30 m. Su cuenca tiene una extensión de 692,246 ha y representa el 13.73 % de la extensión de la región. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Tributarios menores**

Los tributarios menores del río Huallaga y de sus principales afluentes presentan velocidad de corriente muy variada. Los mismos se encuentran fuertemente influenciados por las circunstancias de las precipitaciones locales del momento, es decir, cuando ocurren pequeñas, moderadas o intensas lluvias, trae como consecuencia la inmediata variación de la velocidad y caudal de estos pequeños afluentes. Sin embargo, como ocurre en los ríos mayores se observan, generalmente, las mayores velocidades y caudales en periodo de crecientes y menores velocidades y caudales en periodo de vaciante. Tal es el caso de los tributarios del río Mayo: el río Cumbaza, cuya cuenca tiene una extensión de 56,353 ha y su velocidad de corrientes en creciente es de 0.8 m/s y en vaciantes es de 0.171 m/s; no obstante, el río Indoche cuya cuenca tiene una extensión de 58,533 ha, por ejemplo, presenta velocidad de corriente muy rápida en creciente (0.54 m/s) y en vaciante (0.57 m/s). El color de los ambientes acuáticos está relacionado al color visual aparente y al material inorgánico en suspensión que presentan, siendo muy variable en muchos de los cuerpos de agua muestreados. La mayoría de estos cuerpos de agua disminuyen los niveles de transparencia debido al aumento considerable de la carga de material en suspensión después de las frecuentes lluvias que caen en la cuenca. Por otro lado, debido al alto contenido de material sólido suspendido, compuesto de arcilla, limo y arena, que acarrear los ríos Huallaga, Mayo, Saposoa y Huayabamba, ocasionan niveles altos de turbidez con bajos niveles de transparencia, los mismos que limitan los procesos de la productividad primaria. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

- **Lagunas**

La presencia de lagunas es notoria en el departamento de San Martín. La mayoría de cuencas no ostentan importantes lagunas que puedan apoyar al desarrollo de una importante actividad pesquera en la Región. Algunas lagunas son de origen tectónicos como las que se encuentran ubicados en las nacientes de los pequeños afluentes de los principales ríos, son pequeñas y presentan, generalmente, formas redondeadas. Sin embargo, en la parte central de la cuenca se encuentran lagunas también de origen tectónico, destacando el Lago Sauce (Fotografía 6) y la pequeña laguna Limón. Fukushima et al. (1971) menciona que el lago Sauce tiene una extensión de 450 ha de espejo de agua. Sin embargo, en este estudio se ha determinado que el Lago Sauce tiene 350 ha de espejo de agua, 5,000 m de longitud

máxima, 1800 m de anchura máxima; además se reporta información referente a su anchura media con 810 m, profundidad de 35 m, volumen de 79'806,187 m³, descarga máxima de 6,782 m³ y descarga media de 3,222 m³. También existen lagunas de origen fluvial se presentan, mayormente, adyacentes a la parte baja del río Huallaga. Se forman cuando la erosión en un meandro es muy intensa, puede alcanzar el canal de otro u otros meandros, ocasionando la ruptura del mismo, fenómeno que regionalmente se denomina "rompeo". De esta forma se origina un tipo diferente de cuerpo de agua, denominado "tipishca", y la porción de tierra rodeada por este nuevo cuerpo de agua pasa a la categoría de isla. A medida que se desarrollan los procesos de sedimentación las tipishcas se van cerrando en uno de sus extremos para convertirse en una laguna típica que tiene la forma semilunar o de herradura, denominada localmente "cocha". (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

Régimen hidrológico regional

De los registros de niveles de agua del año 1996 del río Huallaga en la estación de Yurimaguas, se puede determinar que este río presenta dos periodos hidrológicos bien marcados con sus períodos de transición. El período de creciente entre los meses de diciembre enero, febrero, marzo y abril y el periodo de vaciante, entre los meses de julio, agosto y setiembre. El periodo de transición de media vaciante ocurre entre los meses de mayo y junio, mientras que el periodo de media creciente se presenta entre los meses de octubre y noviembre. Durante el periodo de creciente, el nivel del agua subió en 8.24 m (02 de febrero, 1996); sin embargo, durante el periodo de vaciante, el menor valor encontrado fue de 1.07 m. Aunque no existen registros oficiales de los niveles de agua de los otros ríos evaluados, se pudo notar que la variación del nivel de los ríos menores está grandemente influenciados por la presencia e intensidad de las lluvias; es decir, durante periodos largos de ausencia de lluvias, el nivel de los ríos permanece aparentemente estable; sin embargo, cuando ocurren las lluvias, y dependiendo de su intensidad, el nivel de las aguas se eleva sustancialmente afectando las condiciones hidrológicas de los cursos de agua. En el eje circundante al río Huallaga y al río Mayo, los niveles de precipitación presentan dos picos bien marcados: el primero se presenta generalmente en marzo y abril y el segundo, generalmente en octubre. Esta información guarda estrecha relación con las descargas de los ríos menores, tales como los río Mayo, Cumbaza y Sisa, que también presentan dos picos: el primero en el mes de abril, y el segundo en el mes de noviembre.

Estos ríos presentan descargas medias mensuales de 409.32, 8.76 y 26.45 m³ /s, respectivamente. (Gobierno Regional de San Martín, 2013)

Ámbito de estudio

- **Ubicación geográfica**

Región	: San Martín.
Provincia	: Moyobamba.
Altitud	: 900 msnm.
Coordenadas	: 18M. 0267374 UTM. 9320892
Caserío	: Bellavista.
Altitud	: 1158 msnm.
Coordenadas	: 18M. 0265188 UTM. 9309418

- **Superficie.**

El área demarcada de la microcuenca es de 1'0516,747.77m², equivalente 1,051.67 hectáreas.

- **Suelo y fisiografía.**

Las propiedades morfológicas físicas y químicas de los suelos de la microcuenca Urcuyacu son significativamente de acuerdo a su origen, posición fisiográfica, drenaje, material madre, situación topográfica y otros factores como edad, clima, vegetación, etc. Se puede distinguir una asociación de suelos aluviales antiguos, presenta terrazas bajas de pequeñas extensiones y dispersas) en toda la extensión del área.

Generalmente son suelos que varían entre suelos pardos rojizos oscuros a muy oscuros; la textura también varía desde franco arenoso, en parte un suelo limo arcilloso, franco arcilloso (se observa más en los caminos de herradura). Una segunda asociación son los suelos ubicados en las partes más altas del bosque (nacientes de la quebrada Urcuyacu), ósea, fisiográficamente de laderas y cimas con presencia de grabas y rocas de gran tamaño que de acuerdo a la clasificación de suelos con respecto a la capacidad de uso mayor de los suelos esta zona son suelos de tipo “x” o llamadas zonas de protección.

La microcuenca presenta una fisiografía de tierras calidas a templadas, montañas altas de laderas moderadamente empinadas y topografía entre 15 a 75% de pendiente.

- **Geología.**

Toda el área de la microcuenca Urcuyacu, está ubicada en zona del caserío Bellavista y el caserío Nuevo Horizonte y su litología está representado por arcillas y areniscas, areniscas arcillosas, areniscas cuarzosas y calizas las mismas que se pueden apreciar en afloramiento sobre el camino que conduce a las partes más altas del área de conservación. Se ha podido observar que el área de la microcuenca Urcuyacu está ubicada en la zona de contacto entre las estribaciones de la cordillera oriental, correspondientes a unidades geológicas cuyas edades oscilan, entre el triásico y jurásico, cuyos sedimentos limolíticos de color marrón constituyen la base litológica de este contexto, seguidas de rocas correspondientes al cretácico inferior a medio.

- **Hidrología.**

La principal Quebrada que la atraviesa toda el área de conservación que se está proponiendo es la quebrada Urcuyacu que desemboca en el Río Ochque. Cuyas aguas son alimentadas por una serie de vertientes que se identifican a lo largo de la quebrada obteniendo así un caudal instantáneo aproximado de 530 l/s el día 5 de noviembre, y a la vez esta discurre por un encañonado formado naturalmente por la topografía del terreno y las condiciones climáticas del lugar, dando origen así a grandes cataratas en la parte alta.

- **Clima.**

El clima está caracterizado por la influencia de la zona de vida, bosque húmedo premontano Tropical (bh-PT).

En la estación meteorológica del distrito de Soritor, se registró los siguientes datos:

Temperatura máxima mensual promedio está entre 23.7 °C – 23.8 °C; durante el mes de enero y noviembre respectivamente.

Temperatura mínima promedio mensual está entre 21.7 °C – 21.8 °C; durante el mes de junio y julio respectivamente.

Temperatura media anual promedio está entre 22.8 °C – 22.9 °C; respectivamente.

La humedad relativa promedio anual es de 88%, y la precipitación mensual varía entre 39.1mm hasta 259.7mm. Llegando a obtener una precipitación anual de 1689mm, Y las épocas de mayor precipitación registrados son los meses de setiembre a diciembre, y las épocas de menor precipitación registrada son enero, junio, julio y agosto.

- **Vegetación o cobertura vegetal.**

Tipos de bosque predominante: Se ha observado el tipo de bosques: Montaña.

Recursos florísticos: Existe predominancia de la vegetación nativa.

- **Fauna silvestre.**

La fauna silvestre (las más pequeñas), se encuentra relegadas a lugares más apartados de las áreas no intervenidas (partes más altas), cuya extensión de bosque clímax no permite refugiar a especies usualmente conocidos como: Venado, sajino, huangana, sacha vaca, tigrillo, por su escasa extensión. Solo se pueden apreciar huellas de hábitos alimenticios de animales menores.

Factores socioeconómicos.

- **Demografía.**

El área de la microcuenca Urcuyacu, se ubica en los caseríos de Bellavista y Nuevo Horizonte en el distrito de Soritor. Está demostrado que el crecimiento poblacional se vio influenciado por la apertura de la carretera marginal Fernando Belaunde Terry.

Es importante mencionar, que no obstante que la superficie de la tierra en el Alto Mayo, como en toda la extensión de San Martín, se mantuvo constante, la población ha crecido y sigue creciendo, en consecuencia habrá más hijos que alimentar y tierras cuya capacidad de uso mayor es forestal y de protección serán irremediamente ocupadas si los límites y el estatus de esta área de conservación municipal no están claramente definidos en el papel y terreno.

Los centros poblados de mayor importancia, cuya población ejerce impacto en la presión agrosilvopecuaria son: Soritor, centro poblado de San Marcos, caserío Bellavista, caserío Nuevo Horizonte. Estos están aledaños a esta.

Tabla 1
Población de la zona de estudio.

Denominación	Población
Soritor	19 760
San Marcos	1600
Bellavista	120
Nuevo Horizonte	160

Fuente: Instituto de estadística e informática.

- **Distribución poblacional:**

La población de la microcuenca Urcuyacu se encuentra distribuida en dos sectores: Bellavista y Nuevo Horizonte con una población total de 280 habitantes aproximadamente, ambos son caseríos que pertenecen al distrito de Soritor. Según los resultados de la encuesta, se aprecia que los pobladores asentados en la microcuenca Urcuyacu, proceden en su mayoría de otros departamentos siendo los principales el departamento de Cajamarca en un 70% y Amazonas en un 23%, no obstante también provienen de otros departamentos en menor porcentaje tal es el caso del departamento de Lambayeque en un 2% y naturales de San Martín son el 5%. Todo ello constituye un indicador de la inmigración que viene sufriendo el departamento de San Martín, específicamente la microcuenca Urcuyacu.

1.3. Definición de términos

Estudio Hidrológico

Ana María (2005), menciona que el estudio Hidrológico consiste en analizar la operación de un sistema hidrológico y predecir su salida, es decir, realizar un modelo hidrológico; Un modelo, es una aproximación al sistema real, sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que conectan las entradas y las salidas, donde los modelos hidrológicos pueden dividirse en dos categorías: físicos y abstractos, los primeros incluyen modelos a escala y análogos; los modelos a escala, representan el sistema en escala reducida, tal como un modelo hidráulico del vertedero de una presa; y los modelos análogos, usan otro sistema físico con propiedades similares a las del prototipo, los modelos abstractos representan el sistema en forma matemática, es decir, la operación del sistema se describe por medio de un conjunto de

ecuaciones que relacionan variables de entrada y salida. Estas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo, y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias, que no tienen un valor fijo en un punto particular del espacio y del tiempo, pero que están descritas a través de distribuciones de probabilidad. Los fenómenos hidrológicos cambian en las tres dimensiones espaciales, pero el tener en cuenta explícitamente toda esta variación, puede hacer que el modelo sea muy complicado para aplicaciones prácticas; Por consiguiente, para la mayor parte de los propósitos prácticos es necesario simplificar el modelo, despreciando algunas de las fuentes de variación; Por lo que, teniendo en cuenta las formas en que se lleva a cabo la 4 simplificación, los modelos hidrológicos se pueden clasificar en determinísticos y estocásticos; Un modelo determinístico no considera aleatoriedad, una entrada dada produce siempre una misma salida; Un modelo estocástico tiene salidas que son, por lo menos, parcialmente aleatorias y se usa cuando esta variación es grande, Podría decirse que los modelos determinísticos hacen pronósticos, mientras que los modelos estocásticos hacen predicciones; Por ejemplo, pueden desarrollarse modelos determinísticos razonablemente buenos para la evaporación diaria en un lugar dado, usando información sobre energía disponible y transporte de vapor, pero tal información no puede usarse para desarrollar modelos confiables de precipitación diaria en un lugar, debido a que la precipitación es aleatoria en su mayor parte; Por consiguiente, la mayoría de los modelos de precipitación diaria son estocásticos.

Demarcación territorial

La organización del territorio es el conjunto de lineamientos técnicos y normativos orientados a la adecuación de las circunscripciones territoriales a la dinámica de los procesos políticos, económicos, sociales y físico-ambientales. Estas circunscripciones son las regiones, departamentos, provincias, distritos y centros poblados, en cuyo ámbito se constituye y organiza el estado y gobierno a nivel nacional, regional y local, conforme sus competencias y autonomías propias, preservando la unidad e integridad del estado y la nación. (<http://www.fedepaz.org/adjuntos/marco-conceptual.pdf>)

La demarcación territorial es el proceso técnico geográfico mediante el cual se organiza el territorio a partir de la definición y delimitación de las circunscripciones político administrativas a nivel nacional mediante las actividades como las creaciones, diagnósticos, fusiones, delimitaciones, anexiones territoriales, traslados de capital; así como, la categorización de centros poblados y cambios de nombre. (Ley de Demarcación y Organización Territorial).

Afluente

Corresponde a un curso de agua, también llamado tributario, que no desemboca en el mar, sino en otro río que suele ser más importante, con el cual se une en un lugar llamado confluencia. (<https://es.wikipedia.org/wiki/Afluente>)

Año hidrológico

Es un periodo de 12 meses a lo largo del cual se miden las precipitaciones sobre una determinada cuenca hidrográfica. El año hidrológico no coincide necesariamente con el año natural, es decir, el período que convencionalmente transcurre entre el 1 de enero y el 31 de diciembre de un mismo año. Esto es así para tener en cuenta que parte de la precipitación de otoño e invierno puede acumularse en forma de nieve y no fundirse hasta la siguiente primavera, que, en el hemisferio norte, correspondería al año siguiente. (https://es.wikipedia.org/wiki/Año_hidrológico)

Caudal

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. (Máximo Villon, 2002)

Ciclo hidrológico

Se denomina ciclo hidrológico, al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso), como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.) (Máximo Villon, 2002)

El ciclo hidrológico es un medio apropiado para describir el alcance de la hidrología, la cual se limita a la parte del ciclo que cubre desde la precipitación del agua sobre la tierra hasta el regreso de ésta bien sea a la atmósfera o a los océanos. El ciclo hidrológico sirve para destacar cuatro fases básicas de interés para el hidrólogo: precipitación, evaporación y transpiración; escorrentía superficial y agua subterránea. (Linsley Kohler, 2da Edición)

El ciclo hidrológico se asume que este comienza con la evaporación de las superficies libres de agua, que asciende hasta cierta altura de la atmósfera donde se condensa para formar las nubes, las mismas que darán origen a la precipitación; una parte de estas caen al océano

pero la mayor cantidad cae sobre la superficie terrestre, donde sigue diferentes cambios: una parte es interceptada por la vegetación, otra se convierte en flujo superficial para formar los ríos y quebradas que van a desembocar a lagos y océanos, y otra se infiltra en el suelo donde puede percolar profundamente para recargar el agua subterránea (Absalón Vásquez, 2002)

Cuenca hidrográfica

La cuenca hidrográfica se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados. (Absalón Vásquez, 2002)

Divisoria de aguas

Son los límites entre cuencas, por lo general, como las aguas discurren por gravedad, las cumbres de las serranías serán las divisorias superficiales y son fácilmente identificables en forma directa o en los planos; La hidrodinámica de las aguas subterráneas, que discurren por los estratos, obedece también a la gravedad, en consecuencia, existen divisorias internas que pueden, o no, ser concordantes con las externas, esa concordancia depende de la disposición (fallas, buzamiento, etc.) de los estratos, de la presencia de obstáculos subterráneos, de la concatenación de cavernas, etc. Cuando se presenta uno de estos casos es necesario investigarlo cuidadosamente, puesto que suele reflejarse, con mayor o menor intensidad, en el rendimiento hidrológico, cuanto mayor es la discordancia entre divisorias, externa e interna, mayor será su influencia en el rendimiento de la cuenca; Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta discordancia, suele afectar solamente a una parte de la cuenca. (Absalón Vásquez, 2002)

Subcuenca

Como el concepto subcuenca es de uso reciente, es necesario indicar que significa “una subcuenca es aquel territorio limitado por elevaciones del terreno donde se recogen las aguas de un arroyo, quebrada o río menor, las cuales desembocan en un cuerpo de mayor agua”.

(tarwi.lamoli.edu.pe/echavarri/clase_i_met_problemativa_y_recursos_hodricos_del_peru_def.pdf 11/10/2011).

Demanda hídrica

En la cuantificación de la demanda se integran las actividades que requieren del recurso hídrico, mostrándose su comportamiento y distribución en el tiempo para planificar su uso sostenible. En el mundo, el mayor volumen de agua se utiliza en las actividades agropecuarias; no obstante, el uso crítico tiene que ver con el abastecimiento de agua potable para la población. (Máximo Villon, 2002)

Escorrentía

Se llama escorrentía o escurrimiento a la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales. En hidrología la escorrentía hace referencia a la lámina de agua que circula sobre la superficie en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros del agua de lluvia escurrida y extendida. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo. (Máximo Villon, 2002)

Escorrentía

El escurrimiento es otro componente del ciclo hidrológico, y se define como el agua proveniente de la precipitación, que circula sobre o bajo de la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca (estación de aforo). (Máximo Villon, 2002)

Evaporación

La evaporación es el fenómeno físico que permite a un fluido convertirse en vapor, o sea, en gas e incorporarse al aire. Es un fenómeno no conocido exhaustivamente y forma parte del ciclo hidrológico. (Máximo Villon, 2002)

Intercepción

Es la parte de la precipitación que es interceptada por objetos superficiales como la cubierta vegetal o los tejados, en general, parte de esta agua interceptada nunca alcanza al suelo porque se adhiere y humedece estos objetos y se evapora. (Máximo Villon, 2002)

Microcuenca

Las microcuencas son unidades geográficas que se apoyan principalmente en el concepto hidrológico de división del suelo. Los procesos asociados al recurso agua tales como

escorrentía, calidad, erosión hídrica, producción de sedimentos, etc., normalmente se analizan sobre esas unidades geográficas.(www.pancanal.com/esp/cuenca/piota/12.pdf.)

Precipitación

Se denomina precipitación, a toda agua meteórica que cae en la superficie de la tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Ellas son provocadas por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico continental. (Máximo Villon, 2002)

Sedimentación

Proceso físico de clarificación de las aguas residuales por efecto de la gravedad. Junto con los sólidos sedimentables precipita materia orgánica del tipo putrescible. (Máximo Villon, 2002)

Sistema hidrológico

Los fenómenos hidrológicos son muy complejos, por lo que nunca pueden ser totalmente conocidos. Sin embargo, a falta de una concepción perfecta, se pueden representar de una manera simplificada mediante el concepto de sistema. (Máximo Villon, 2002)

Transpiración

Es la evaporación a través de las hojas. El proceso fisiológico de alimentación de las plantas se efectúa mediante el paso de ciertas cantidades de agua, portadoras de los alimentos, por el interior de ellas y ese tráfico solamente es posible gracias a la transpiración. (Absalón Vázquez, 2002)

Temperatura

La cantidad de energía solar, retenida por el aire en un momento dado, se denomina Temperatura. Se puede afirmar que la temperatura depende ante todo de la radiación solar. El termómetro es el instrumento de fiabilidad que se utiliza para medir esa cantidad de energía. Esta medición debe realizarse a 1,5 metros del suelo, siendo un lugar ventilado y protegido de la influencia directa de los rayos del sol. El resultado de ello se expresa en una escala centígrada o en grados Celsius, o bien en la escala de Fahrenheit. (Absalón Vázquez, 2002).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y METODOS

2.1. Material

- Para el trabajo en campo de la presente investigación se utilizaron materiales como libreta de campo, impermeable (capota), par de botas de jebe, lapicero, rafia, machete, cámara fotográfica, GPS - Garmin; el cual estos materiales facilitaron el trabajo desarrollado en la microcuenca Urcuyacu.
- Los materiales utilizados para los trabajos de gabinete se empleó lapicero, hoja bond (A4), lápiz, laptop
- En la presente investigación se generó un sistema de gestión de base de datos (SGBD) el cual se utilizó para guardar y gestionar la información en formato electrónico.
- El material empleado para la elaboración de mapas de la microcuenca Urcuyacu, se elaboró con la cartografía del Gobierno Regional de San Martín – 2013.

2.2. Métodos

2.2.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación

Tipo de investigación

- El tipo de investigación del presente estudio, donde de acuerdo a su contrastación y que reúne las condiciones metodológicas corresponde a una investigación **aplicada**.

Nivel de investigación

- El presente estudio corresponde al nivel **correlacional**, por la forma de su caracterización en la estructura y las relaciones que existe entre dos o más categorías o variables en un momento determinado. A veces únicamente en términos correlacionales otras en función de la relación causa efecto (causal).

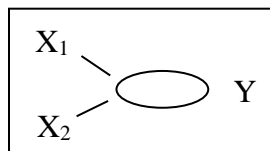
A Continuación se expresa gráficamente el nivel correlacional

Correlacionales:

Se reconoce datos y se describe relación ($X_1: Y$)
 Recolecta datos y se describe relación ($X_2: Y$)

Tiempo único

El interés es la relación entre variables se correlacionan



Diseño de investigación

- El presente estudio corresponde a un diseño **no experimental**.

2.2.2. Población y muestra

Población:

Disponibilidad de agua potable en la ciudad de Soritor.

Muestra:

Recurso hídrico en el punto de captación de agua potable.

2.2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se ha aplicado los métodos de la estadística descriptiva e inferencial basados en el comportamiento hidrológico de la microcuenca Urcuyacu, particularmente en el comportamiento de la precipitación y escorrentía superficial.

Para la determinación de la precipitación de diseño, se ha calculado en base a la precipitación de series históricas registrados en las estaciones meteorológicas que tienen influencia en el área de la microcuenca en estudio, aplicando el criterio del polígono de Thiessen.

Para la obtención de los datos físicos topográficos, se recogió la información colectada en campo y en base a los datos SIG; calculándose el área, perímetro, longitud de cursos secundarios, números de cursos intermitentes, número de cursos permanentes, densidad de drenaje, densidad de comente, pendientes, factor forma, coeficiente de compacidad.

2.2.4. Recolección de datos de fuentes primarias

Está orientado a la información recopilada de campo, para lo cual se detalla lo siguiente:

Metodología:

Para la geomorfología de la microcuenca, se tomaron datos de campo de la información geográfica con el apoyo del GPS y ayuda de base de datos digitales SIG de la microcuenca.

Medición de caudales se realizó cada 15 días entre los meses de abril a julio del 2014.

Se ha sistematizado la gestión de información sobre número de conexiones actuales y proyecciones de conexión.

Gestión de datos de precipitación, se tomaron en cuenta los datos históricos de precipitación total mensual registrados por el SENAMHI de los meses del año 2014, (ver en anexo 1).

Ecuación del balance hídrico

La ecuación fundamental, referida por Fischer, que se ha tomado en cuenta para determinar el balance hídrico mensual en mm/mes es:

$$CM_i = P_i - D_i + G_i - A_i$$

Donde:

CM_i = Caudal mensual (mm/mes)

P_i = Precipitación mensual sobre la cuenca (mm/mes)

D_i = Déficit de escurrimiento (mm/mes)

G_i = Gasto de la retención de la cuenca (mm/mes)

A_i = Abastecimiento de la retención (mm/mes)

Cálculo de Coeficiente de Rugosidad (n)

Es la resistencia al flujo del agua que presenta el lecho en los cauces naturales. Para el presente estudio se ha realizado el cálculo de la rugosidad del cauce por el método de Cowan.

Para realizar una estimación del coeficiente de rugosidad en cauces naturales deben tenerse en cuenta los siguientes factores.

- Aspereza del lecho y de las paredes.
- Presencia de vegetación y cambios estacionales en esta.
- Irregularidad del cauce, principalmente en el perímetro mojado o variaciones de la sección, forma, tamaño, etc. A lo largo del canal.
- Alineamiento del cauce (curvas).
- Tendencia al embancamiento o a la socavación.
- Obstrucciones.
- Tamaño y forma del cauce.
- Cambios de niveles y caudales que hacen participar riberas de inundación generalmente más rugosas que el cauce principal.
- Presencia de material sólido en suspensión arrastrado por el fondo.

Para tomar en cuenta el efecto provocado por estos factores Cowan propuso la siguiente ecuación:

$$n = m(n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)$$

Donde:

- n_0 : Valor de n para un canal recto, uniforme, prismático y con rugosidad homogénea
- n_1 : Corrección por irregularidades del perímetro mojado a lo largo del tramo estudiado.
- n_2 : Corrección por variación de forma y dimensiones de la sección.
- n_3 : Corrección por obstrucciones: Troncos, rocas, etc.
- n_4 : Corrección por presencia de vegetación.
- m : Factor que mide la frecuencia de meandros o curvas.

Tabla 2

Valores recomendados para los coeficientes por Chow (1959)

Corrección por efecto de:	Corrección	Leve o despreciable	Moderado	Marcado	Muy marcado
1. Grado de irregularidad	n1	0.000	0.005	0.010	0.020
2. Cambios en las secciones	n2	0.000	0.005	0.010	0.0145
3. Obstrucciones	n3	0.000	0.010 – 0.015	0.020 – 0.030	0.040 – 0.060
4. Vegetación	n4	0.005 – 0.001	0.010 – 0.025	0.025 – 0.050	0.050 – 0.100
5. Meandros	M	1.000	1.000	1.150	1.300

Para el cauce de la quebrada Urcuyacu se han determinado los siguientes valores para la aplicación del método de Cowan:

$$m = 1.000$$

$$n_0 = 0.015$$

$$n_1 = 0.005$$

$$n_2 = 0.005$$

$$n_3 = 0.020$$

$$n_4 = 0.025$$

Aplicando el método de Cowan para los valores anteriores, se obtiene una rugosidad del cauce de:

$$n = 1.000 \times (0.015 + 0.005 + 0.005 + 0.020 + 0.025)$$

$$n = \mathbf{0.07}$$

Tabla 3

Registro de datos de caudales abril – julio 2014

Mes	Ancho (m)	Alto (m)	Área (m ²)	Velocidad (m/s)	Caudal l/s
Abril	5.93	0.35	1.1971	0.44	530
Abril	5.92	0.35	1.1900	0.44	525
Mayo	5.93	0.35	1.2099	0.45	539
Mayo	5.93	0.35	1.2113	0.45	540
Junio	5.92	0.35	1.1914	0.44	526
Junio	5.93	0.35	1.1999	0.44	532
Julio	5.94	0.35	1.2141	0.45	542
Julio	5.93	0.35	1.1900	0.44	535

Este cuadro muestra el resultado del registro de los caudales entre los meses de abril a julio del 2014, donde en los parámetros hidráulicos y la utilización de fórmula se obtuvo estos resultados, (ver anexo 4).

2.2.5. Procesamiento y análisis de datos

Luego de haber obtenidos datos de campo se procedió al cálculo respectivo mediante la aplicación de fórmulas:

Obtención de los datos topográficos

Se recogió la información colectada en campo y en la base de datos SIG; calculándose el área, perímetro, longitud del curso principal, longitud de cursos secundarios, número de cursos intermitentes, número de cursos permanentes, densidad de drenaje, densidad de comente, pendientes, factor forma, coeficiente de compacidad.

Delimitación de la microcuenca Urcuyacu

El procedimiento consiste en tomar la hoja de la carta nacional que contenga la microcuenca, en este caso se empleará los planos del Área de Conservación Regional, se ejecutan los siguientes pasos:

Se ha colocado una lámina de papel transparente sobre el plano que contenga la cuenca.

Se ha trazado sobre el papel la línea divisoria de aguas, uniendo las proyecciones de los puntos de máximas alturas, manteniendo el criterio que el agua que cae en ellos estaría en la disyuntiva de escurrir en la cuenca y llegar al dren principal o bien dirigirse hacia la cuenca vecina. Además, se ha dibujado las curvas de nivel, el dren principal, y todos los drenes secundarios contenidos dentro de la microcuenca Urcuyacu.

Para la delimitación de la cuenca, con el uso de la tecnología y los avances en el sistema de información geográfica (Arc Gis 9.3) ha permitido el modelamiento de la microcuenca y la determinación de las características físicos-morfológicos: Área de la microcuenca, perímetro de la microcuenca, índice o factor forma de la microcuenca, índice de compacidad (índice de Gravelious), rectángulo equivalente de la microcuenca, índice de pendientes (del curso principal y de la microcuenca).

Estudio de caudales (Q)

El caudal, definido como el volumen de escorrentía superficial por una unidad de tiempo, $Q = V/t$, es la principal variable que caracteriza la escorrentía, se expresa en m^3/S o L/S .

El método racional, es aplicable en general a pequeñas cuencas, mediante este método, se puede calcular el caudal Q de escurrimiento con la aplicación de la ecuación.

2.2.6. Características físico topográficas y morfológicas.

Factor de forma: (Kf)

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

$$Kf = \frac{10516747.77m^2}{(6859.60m)^2} = 0.22$$

A = Área de la microcuenca
L = Longitud del curso principal

Interpretación: El factor forma es la relación entre el área de la Microcuenca y el cuadrado de su recorrido (Longitud de quebrada). Este parámetro mide la tendencia de la microcuenca hacia las crecidas rápidas y muy intensas a lentas y muy sostenidas. Es un parámetro adimensional que denota la forma si es redondeada o si es de forma de hoyada en una microcuenca. Considerando que el factor forma es 1, corresponde a una forma

redondeada o circular, en nuestro caso $K_f = 0.23$ nos conlleva a una interpretación que la microcuenca presenta una forma de hoyada, con tendencias a crecidas lentas y sostenidas. Cabe recalcar que la quebrada Urcuyacu está sometida a un alto grado de precipitaciones pluviales.

Coefficiente de Compacidad (Kc).

$$K_c = \frac{P}{2(\pi \times A)^{1/2}}$$

P = Perímetro de la microcuenca
A = Área de la microcuenca

$$K_c = \frac{17713.00m}{2(\pi \times 10516747.77m^2)^{1/2}} = 1.5$$

Interpretación: Es un parámetro adimensional que relaciona el perímetro de la Microcuenca con el perímetro de la circunferencia de igual área, tal como indica la fórmula.

Tabla 4
Coefficiente de compacidad

Clase de forma	Índice de compacidad	Forma de la microcuenca
Clase I	1.00 – 1.25	Casi redonda a oval redonda.
Clase II	1.26 – 1.50	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51 – 1.75	Oval oblonga a rectangular oblonga

Interpretación: De acuerdo al cálculo de los resultados se tiene un índice de compacidad $K_c = 1.50$, el cual se encuentra comprendido de acuerdo al cuadro entre 1.26 – 1.50, lo cual indica que la microcuenca Urcuyacu corresponde a la clase II y una forma oval redonda a oval oblonga, de sesiones prolongadas y picos atenuados.

Densidad de drenaje (Dd)

$$D_d = \frac{L_t}{A}$$

L_t = Longitud total de los cursos de agua
A = Área de la microcuenca

$$D_d = \frac{6796m}{10516747.77m^2} = 0.65Km$$

Interpretación: La densidad de drenaje (Dd), es un parámetro que indica la posible naturaleza de los suelos, que se encuentra dentro de la microcuenca. También nos da una idea sobre el grado de cobertura que existe en la microcuenca. Valores altos, representan zonas con poca cobertura vegetal, suelos fácilmente erosionables o impermeables. Por el contrario, valores bajos indican suelos duros, poco erosionables o muy permeables y cobertura vegetal densa. En nuestro caso la microcuenca Urcuyacu nos ha dado resultado de valores bajos, lo cual indica que en la zona son suelos duros poco erosionables o muy permeables y cobertura vegetal densa.

Densidad de corriente (Dc)

$$Dc = \frac{Ns}{A}$$

$$Dc = \frac{11}{10.52Km^2} = 1.05$$

Ns = Número total de los cursos de agua permanentes (7) e intermitentes (4).

A = Área de la microcuenca en Km.

Interpretación: La densidad de corriente (Dc) relaciona la sumatoria del número total de cursos de agua permanentes e intermitentes con el área de la microcuenca, lo cual indica que esta relación entre el Número de corrientes y el área drenada, no proporciona una medida real de la eficiencia de drenaje, pues puede suceder que dos microcuencas puedan tener la misma densidad de corriente, y estén drenadas en muy diferente forma, dependiendo de la longitud de sus corrientes. De acuerdo a nuestros datos obtenidos en la microcuenca Urcuyacu, nos indica que existe una baja densidad de corriente, por presentar longitudes de los cauces pequeños y el número total de los cursos de agua permanentes e intermitentes son pocos.

Pendiente de la microcuenca (Sc)

$$Sc = \frac{H}{L}$$

H = diferencia de cota mayor (2387m) y cota menor (1458m) de la microcuenca.

L = Lado mayor del rectángulo equivalente

$$Sc = \frac{0.929Km}{5.82Km} = 0.159 = 16\%$$

Área de la Cuenca

Del plano transparente que ha servido para la delimitación de la cuenca se sacan copias en papel ozalid o milimetrado, y sobre esas copias usando planímetros se determinan las áreas comprendidas entre las curvas de nivel y la demarcatoria de la cuenca. La suma de todas estas áreas será igual al área de la cuenca en proyección horizontal. Esta área deberá comprobarse con un planímetro general de las cuencas.

Como en el caso anterior es posible emplear los softwares SIG como el ArcGis 9.3 el cual dentro de sus aplicaciones nos permite determinar el área de la cuenca delimitada con anterioridad.

Cálculo del perímetro de una cuenca

Debido a que la forma de la cuenca es muy irregular, el cálculo del perímetro de la cuenca no se puede realizar con fórmulas geométricas, sin embargo, existen los siguientes métodos para cálculo.

a. Uso de un mecate (hilo)

Con un mecate (hilo) se bordea el perímetro de la cuenca, y se obtiene L_e (longitud de la cuenca medida en una regla), el cual corresponde al perímetro de la cuenca (P_e).

Con la misma escala que esta dibujada la cuenca, se dibuja una línea de divisiones conocidas y se obtiene L_1 (Longitud medida con regla), el cual tiene un P_1 .

b. Uso de curvímetro

Es un instrumento que consta de una rueda móvil, y que permite medir longitudes de forma irregular, como son perímetro de una cuenca, longitudes de cause de un río, sus tributarios, y longitudes de curvas de nivel.

c. Índice o factor forma de una cuenca (F)

Expresa la relación; entre el ancho promedio de la cuenca y su longitud.

d. Índice de compacidad (Índice de Gravelious).

El índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelious, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de la circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca.

e. Rectángulo equivalente.

El rectángulo equivalente es una transformación geométrica, que permite representar a la cuenca, de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro (y por lo tanto el mismo de compacidad o índice de Gravelious), igual distribución de alturas (y por lo tanto igual curva hipsométrica), e igual distribución de terreno en cuanto a sus condiciones de cobertura. En este rectángulo, las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas al lado menor, siendo estos lados la primera y última curva de nivel.

f. Índice de pendientes

El índice de pendientes, es una ponderación que se establece entre las pendientes y el tramo recorrido por el río. Con este valor se puede establecer el tipo granulometría que se encuentra en el cauce. Se obtiene utilizando el rectángulo equivalente.

g. Pendiente de la cuenca

La pendiente de una cuenca, es un parámetro muy importante en el estudio de toda cuenca, tiene una relación importante y compleja con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo, y la contribución del agua subterránea a la escorrentía. Es uno de los factores, que contraían el tiempo de escurrimiento y concentración de la lluvia en los canales de drenaje, tiene una importancia directa en relación a la magnitud de las crecidas.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Cálculo de la disponibilidad hídrica

Para el cálculo de la disponibilidad hídrica, nos encontramos generalmente frente al caso en que la fuente de agua no tiene datos históricos de caudales, por ello se ha aplicado la fórmula racional aplicado a cuencas pequeñas basado en el cálculo de la creciente.

En este caso, como se trata de cuencas pequeñas, es utilizo la fórmula racional, aunque esto no es estricto, porque esta fórmula fue desarrollada para el cálculo de creciente, sin embargo, en la práctica da buenos resultados. Cuando se trata de cuencas pequeñas; la precipitación utilizada, es la total anual. La fórmula modificada es:

$$V = 1000C P A$$

Dónde:

V = volumen de agua de escorrentía (m³).

C = coeficiente de escorrentía.

P = precipitación total anual media (mm) = 3.15 mm.

A = área de la cuenca (Km².) = 1,051.7 has.=10.52 km².

Tabla 5
Promedios mensuales de precipitación año 2014

Mes	Precipitación (mm)
Enero	2.1
Febrero	3.8
Marzo	5.2
Abril	4.14
Mayo	1.1
Junio	2.76
Julio	2.17
Agosto	2.37
Setiembre	3.69
Octubre	3.91
Noviembre	2.16
Diciembre	4.42
Sumatoria	37.82
Promedio	3.15

3.1.2. Cálculo del coeficiente de escurrimiento

Fórmula de Keller: (Se aplica a precipitaciones menores de 500mm).

$$C = (a - b)/P$$

Donde:

(a) es un coeficiente que oscila entre 0.88 – 1, aconsejándose 1 para cuencas torrenciales.

(b) es un coeficiente que oscila entre 350 y 450, tomándose el mínimo para cuencas torrenciales.

(P) es la precipitación media anual (mm).

Desarrollo de la fórmula:

$$C = 0.88 - 450/3.15$$

$$C = 0.88 - 142.8$$

$$C = 141.9$$

Calculando la disponibilidad hídrica:

$$V = 1000 C P A$$

$$V = 1000 (141.9) \times 3.15 \times 10.52.$$

$$V = 41'702,282.2 \text{ m}^3 \text{ al año.}$$

$$V = 391, 856.85 \text{ m}^3 \text{ al mes}$$

3.1.3. Análisis de balance de oferta con respecto a la demanda hídrica para uso potable de la ciudad de Soritor

$$Y = X_1 - X_2.$$

Donde:

Y.

X₁: Oferta Hídrica.

X₂: Demanda Hídrica.

Otros:

Promedio de consumo mensual por conexión: 30 m³.

Promedio de consumo anual por conexión= 360 m³.

Número de Conexiones: 4,080.

Calculando:

$$Y = 41'702,282.2 \text{ m}^3/\text{año} - 1'468,800.00 \text{ m}^3/\text{año}.$$

$$Y = 40'233,482.2 \text{ m}^3/\text{año} \text{ (40. 234 MMC)}$$

3.2. Discusión de resultados

La microcuenca Urcuyacu presenta características físicas, biológicas y socioeconómicas con gran potencial de conservación, debido a su ubicación y accesibilidad; todo ello en la actualidad se está viendo afectada por la creciente demanda de tierras agrícolas como consecuencia de la alta inmigración de campesinos sin tierras, y la falta de empleo, lo cual hace que la población se dedique a la única alternativa de sembrar pastos y café y otros, las que hicieron que la ocupen un espacio considerable de la microcuenca, no obstante, a la campaña de sensibilización que la unidad de gestión municipal (UGM), de la municipalidad distrital de Soritor vienen realizando en vista que provee de agua para consumo humano de la población de Soritor.

La microcuenca Urcuyacu en la actualidad registra una disponibilidad hídrica total de 391, 856.85 m³/mes, para las diferentes actividades que se desarrollan dentro y fuera de la microcuenca. Uno de los principales usos que se da al recurso hídrico que se genera en la microcuenca es el abastecimiento de agua para consumo humano de la población de la ciudad de Soritor, el cual le da un alto nivel de importancia por tratarse de un uso de salud y necesidad pública y ante los constantes posicionamiento de su superficie, en preocupación la disminución de su caudal y se planteó se consolidó la creación de una zona de conservación y recuperación ecosistémica – ZoCRE inscrito mediante Título N° 2011-00002401 en una superficie de 3,804.45 has., con la finalidad de proteger la microcuenca Urcuyacu por ser fuente principal de abastecimiento de agua para el distrito de Soritor y poblados aledaños a la microcuenca, minimizando los impactos a la biodiversidad existente

en dicha área, el cual contrasta con lo investigado por Córdova Vásquez (2005), manifestando la disponibilidad de los pobladores beneficiarios de formar organizaciones para el resguardo de la microcuenca a través de un programa de vigilancia y guarda parque.

La demanda del consumo promedio al mes de las 4,080 conexiones de agua que presenta la ciudad de Soritor es de 122,400 m³/año, y la disponibilidad hídrica es de 391, 856.85 m³/mes; es decir sólo el 31.3 % es usado para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor y poblaciones aledañas esto demuestra que el agua generado por la microcuenca en el punto de captación es suficiente para el abastecimiento público. Esto nos muestra un escenario favorable de abastecimiento de agua si la población va en crecimiento por contar con 68.7% disponible, el cual le convierte en una microcuenca con gran potencial y su conservación sólo se realizará implementando programas integrales, por ser la despensa hídrica de las poblaciones del Distrito de Soritor. El monitoreo de la disponibilidad hídrica debe ser constante para garantizar datos reales y ajustar a la realidad la generación del recurso hídrico, tal como lo especifica G. Muñoz y W. Torres (2012), quien manifiesta que realizar proyecciones futuras debe estar basado en el modelamiento de la oferta y la demanda, con bastante énfasis en el estrés hídrico.

CONCLUSIONES

La microcuenca Urcuyacu cuenta con una superficie total de 1,051.67 ha, presenta características físicas, biológicas y socioeconómicas con gran potencial hídrico y conservación, debido a su ubicación y accesibilidad y que en la actualidad se está viendo afectada por la creciente demanda de tierras agrícolas.

La microcuenca Urcuyacu registra una disponibilidad hídrica total de 391, 856.85 m³/mes, para las diferentes actividades que se desarrollan dentro y fuera de la microcuenca. Uno de los principales usos que se da al recurso hídrico que se genera en la microcuenca es el abastecimiento de agua para consumo humano de la población de la ciudad de Soritor, el cual le da un alto nivel de importancia por tratarse de un uso de salud y necesidad pública.

La demanda del consumo promedio al mes de las 4,080 conexiones de agua que presenta la ciudad de Soritor y alrededores es de 122,400 m³/año, y la disponibilidad hídrica es de 391, 856.85 m³/mes; es decir sólo el 31.3 % es usado para el abastecimiento de agua potable de la ciudad de Soritor y poblaciones aledañas, esto nos indica que el agua generado en el punto de captación del agua es suficiente para el abastecimiento público para consumo humano.

El 68.7% de agua que se genera en la microcuenca es disponible para otros usos, el cual le convierte en una microcuenca con gran potencial y su conservación sólo se realizará implementando proyectos de conservación por ser la despensa hídrica de las poblaciones del distrito de Soritor.

RECOMENDACIONES

- Que la Facultad de Ecología de la UNSM-T, La Autoridad Local del Agua de Rioja y Moyobamba (ALA Rioja y Moyobamba) y la Autoridad Regional Ambiental (ARA) del Gobierno Regional de San Martín, realicen estudios consecutivos de disponibilidad hídrica, a fin de establecer los antecedentes de registros y evaluar su incremento o decrecimiento asociando a las acciones que se desarrollan en el entorno a favor de la conservación y aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.
- Que la Unidad de Gestión Municipal (UGM) de la Municipalidad Distrital de Soritor y la población usuaria del servicio de agua potable y desagüe, realicen las coordinaciones necesarias para la conformación de comités de vigilancia de la microcuenca y evitar la deforestación como consecuencia del ingreso de migrantes o traficantes de tierras.
- Fomentar a través de la Institución Educativas N° 00499 “Alfonso Merino Silva”, Institución Educativa N° 00500 “Germán Rojas Velas” y la Institución Educativa “Alfredo Tejada Díaz” de Soritor, se recomienda promover acciones de sensibilización para la conservación de los servicios ambientales que presta la microcuenca Urcuyacu.
- A través de la Unidad de Gestión Municipal de Soritor, que es la entidad prestadora del servicio de agua y desagüe, se recomienda proponer y financiar proyectos de inversión para la conservación de la microcuenca.
- A través de la municipalidad distrital de Soritor, gestionar la implementación de proyectos para la conservación hídrica entre otros bienes y servicios ambientales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

https://es.wikipedia.org/wiki/Año_hidrológico.

<http://www.fedepaz.org/adjuntos/marco-conceptual.pdf>.

<https://es.wikipedia.org/wiki/Afluente>

tarwi.lamoli.edu.pe/echavarri/clase_i_met_problematika_y_recursos_hidricos_del_peru_def.pdf 11/10/2011.

www.pancanal.com/esp/cuenca/piota/12.pdf 11/10/2011.

www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/metodologia_planes_maestros/metodologia_pales_maestros1.pdf 14/10/2010.

Absalón Vásquez Villanueva (2002). Manejo de Cuecas Altoandinas. Perú.

Autoridad Nacional del Agua (2013). Política y Estrategia Nacional del Agua. Perú.

Autoridad Nacional del Agua (2016). Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Lima, Perú.

Autoridad Nacional del Agua (2018). “Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Agua ICA- PE, aplicada en los cuerpos de agua continentales superficiales”. Lima, Perú.

Ana María P. (2005). Evaluación de la disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca alta del río Quiroz.

Bievre, B. (2008). Diagnóstico del balance entre oferta y demanda hídrica, Proyecto Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en la Hoya de Quito. Ecuador.

CASAS L. S. A. 2002. Potencial de Aprovechamiento del Agua de lluvia: Caso Sub Región del Alto Mayo.

Cisneros, F. (2008). Análisis de Estrategias para la Gestión de Demanda y Oferta de los Recursos Hídricos y Evaluación de su Factibilidad Financiera-Económica en la Cuenca Alta del Río Guayllabamba. Ecuador.

Córdova V. (2005). Demarcación Territorial de la Microcuenca Urcuyacu como Área de Conservación Municipal Soritor. Perú.

Estrella T. (1992). Metodología y Recomendaciones para la Evaluación de Recursos Hídricos. Centro de Estudios Hidrográficos. España.

Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento. (2014). Plan Maestro Optimizado 2006-2035. Perú.

- Gobierno Regional San Martín. (2013). Área de Demarcación Territorial. Perú.
Gobierno Regional de San Martín. (2005). Zonificación Ecológica y Económica. Perú.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA. (2003). Estudio de Balance Hídrico Superficial de la Cuenca del Río Yauca - Arequipa. Perú.
- Instituto de Estadística e Informática. (2007). Mapa del Déficit de Agua y Saneamiento Básico a Nivel Nacional. Perú.
- Juan Cabrera. Modelos Hidrológicos
- Ley de Demarcación Territorial y Organización Territorial, Ley N° 27795.
- Máximo Villon Bejar. (2002). Hidrología Básica
- Muñoz y Torres. (2012). Sistema de Monitoreo para Evaluar la Disponibilidad de Agua y Evolución de los Impactos Asociados al Cambio Climático en la Parte Alta de la Cuenca del Río Guayllabamba – Ecuador.
- Muñoz. (2005). Estimación de la Disponibilidad Hídrica. España.
- Ministerio del Ambiente. (2005). Ley General del Ambiente. Perú.
- PEAM, 1998. Experiencias Sobre Manejo Ambiental en el Valle del Alto Mayo. Moyobamba – Perú.
- PEAM, PROFONANPE, 2001. Boletín Meteorológico e Hidrológica del Alto Mayo. Moyobamba – Perú.
- Rojas B. A. (2014). Estudio Hidrológico de la Cuenca del Gera. Amazónicos por la Amazonía. Perú.
- Wendor Chereque Moran. Hidrología
- Westreicher C. A. (2005). Manual de Derecho Ambiental. Perú.

ANEXO

Anexo 1

Registro de datos meteorológicos estación Soritor 2014 SENAMHI

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
01-ene-14	23.6	19.2	21.2	22.8	19.8	20	20	19	0	14.8	SE	2
02-ene-14	29.6	17	19	28.4	25	18.6	22	22.8	0	0	N	2
03-ene-14	27.6	18.8	19.4	26.2	22.8	19	23.8	21.6	0	0	C	
04-ene-14	23.6	18.2	19.2	23	22.8	18.6	21.8	21	0	15.4	S	2
05-ene-14	26.8	19	19.8	26.4	24.4	19.2	21	22.6	0	2.2	SE	2
06-ene-14	27.8	19.8	20	26.8	22.8	19.8	22	20.4	14.4	7.7	SE	2
07-ene-14	27.6	19.6	19.8	27.2	23.6	19.4	20.8	21.4	18.2	0	S	2
08-ene-14	22.8	19	19.2	22	20.6	19.2	21	19.6	21.2	9.2	S	2
09-ene-14	23.2	19	20	23	21.2	19.4	20.6	20.2	0	2.4	SE	2
10-ene-14	25.8	19.6	19.8	24	23.4	19.6	22	21.8	0	0	SE	2
11-ene-14	26.8	16.4	17.8	26	23	17	20.8	21	3.4	0	SE	2
12-ene-14	27.2	16.4	19.4	26.2	22.2	19	22.4	20	0	0	S	2
13-ene-14	28	18.2	19.8	26.2	23.2	19.2	21.4	21	0	0	SE	4
14-ene-14	28.2	19	20	26	22.6	19.4	23.4	21.2	0	2.2	C	
15-ene-14	27	18.8	20	26	23.2	19.4	22	21.4	0	3	SW	2
16-ene-14	29.4	18.2	18.8	28.6	25	18	22	22.8	0	0	S	2
17-ene-14	25.2	17.8	19.6	24.6	22.8	19	20.8	21	0	4.4	SW	2
18-ene-14	28.6	19	19.4	26.8	24	19	21.4	21.8	0	2.5	S	2
19-ene-14	28	18.4	19	27.2	23.4	18.4	22	21.2	0	0	SW	2
20-ene-14	27.6	19.8	20.4	26.6	23.2	20	22	21.4	0	1.2	N	2
21-ene-14	29	17.6	20.4	28.4	24.4	19.4	23	21.2	0	0	SE	2
22-ene-14	31.2	18.2	18.8	28.8	24.3	18	22.8	21.6	0	0	SW	2
23-ene-14	27.2	18.2	21	26.8	24.2	20.4	22	22.6	0	0	SW	2
24-ene-14	29.8	18	19.8	27.8	25	19.4	23	19.4	0	0	SE	2
25-ene-14	28	18	19.6	27	23.6	19	22.2	21.4	0	0	S	2
26-ene-14	25.8	21.6	22.2	24.8	23.2	22	23.8	22.2	5.2	0	NE	2
27-ene-14	26.6	19.8	21.2	26	22.2	20	21.4	20.8	0.8	1	S	2
28-ene-14	28	19.2	19.8	27.4	24.4	19.4	22	21.6	0	0	SW	2
29-ene-14	29.8	17.8	19.6	28.6	23.4	18	22.2	21.2	0	0	SW	2
30-ene-14	27.8	17.8	20.8	27	24.2	20	22.2	21.6	0	0	S	2
31-ene-14	25.4	17.6	20.2	24.2	21	19.8	20.8	20	0	0	S	2

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-feb-14	24.6	17.6	19.6	23.6	22.4	19	20.8		
02-feb-14	27.6	19	19.8	27.2	23.4	19.4	22.4	21.8	0	0	SE	2
03-feb-14	30.4	18.6	19.4	28.6	25.2	19	22.6	22	0	6	C	
04-feb-14	28.2	19.2	20.6	27	22.2	20	22	20.4	0	0	SE	2
05-feb-14	22.4	19.6	20	22	19.8	19.6	19.8	19	0	10	C	
06-feb-14	28	18.6	19	26.8	24.2	18.6	21.4	21.8	0	0	SW	2
07-feb-14	25	18.4	20.2	24.8	21.6	20	21.6	19.8	2.5	7.8	S	2
08-feb-14	26	18.4	19	24	22.6	19	22.6	21	8.2	12.4	N	2
09-feb-14	23.4	18.2	18.8	22.8	20.2	18.8	20	19	3	2.6	SE	2
10-feb-14	28.2	17.8	18.8	27.4	24.2	18.4	22	21.6	0	0	SW	2
11-feb-14	26.8	17.6	19.8	26	22.8	19	21	21.2	0	0	SW	2
12-feb-14	26.4	17.4	17.8	25.6	23.2	17.4	20.8	21.4	0	2	SW	2
13-feb-14	30.8	17.4	18.6	29.6	25.4	18	22	20.8	0	0	C	
14-feb-14	27	15.8	18.8	26.2	23.2	17.8	20.6	21	0	0	SE	2
15-feb-14	27.4	19.8	19.8	26.4	24.2	19.8	22	21.8	6.4	4.2	SE	2
16-feb-14	24.8	19	20.4	23.6	20.6	19.6	21	19	0	2.6	SE	2
17-feb-14	28.2	16.4	17.8	26.6	21.4	17.4	21.4	20	0	0	N	2
18-feb-14	31.2	18	19.6	28.4	25	19	22.8	21.8	0	0	C	
19-feb-14	26.2	17.4	21	24.8	24.4	20.4	21	22.8	0	0	S	2
20-feb-14	25.6	17.2	20.6	23.6	22.4	19.8	20	21.6	0	2.4	SE	2
21-feb-14	27.4	19	20.2	27	23.4	19.6	21.2	22.2	0	0	SE	2
22-feb-14	23.8	19.6	20.6	21.4	20	20	20	19	0.8	4.2	S	2
23-feb-14	23.6	18.8	20.8	22.6	20	20	20	19	0	2.2	C	
24-feb-14	24.8	18.8	19.2	24	20.6	18.8	22	20	0	15.8	SE	2
25-feb-14	28.6	18.6	19.2	28	21.6	18.8	22	20	0	23.2	SE	2
26-feb-14	28.6	18.4	18.8	28	23.6	18.4	22	21.2	0	0	SW	2
27-feb-14	27.6	18.4	20.8	26.8	22.8	20.8	22	21.04	14.8	5	S	2
28-feb-14	27.8	18.6	20.4	26.8	21.8	20	21.8	20.4	0	2	SW	2

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-mar-14	25.2	19.2	19.4	24.4	21.2	19	20.8		
02-mar-14	28.8	18	18.4	27.4	24	18	21.6	22.6	0	0	S	2
03-mar-14	25.4	18.4	19	24.8	23.4	18.8	21	22	0	0	SE	2
04-mar-14	26.8	21	21.4	25.8	22.8	21	21.2	21	1	7.2	S	2
05-mar-14	25.6	19.4	20.2	21.8	22.8	20	21	21	2	34.2	C	
06-mar-14	27.6	18.2	18.6	27	22.8	18.2	21.4	20.6	0	0	SW	2
07-mar-14	29.8	18.2	20.4	27.8	21	20	21.4	20	0	3.2	SE	2
08-mar-14	26.8	18	19.4	26	22.8	19	21.6	21	0	4.2	SE	2
09-mar-14	24.6	18.2	19.6	23.2	22.2	19.6	20.8	21	47.2	28.5	C	
10-mar-14	28.4	17	17.6	26.8	22.8	17.2	21.6	20	0	0	SE	2
11-mar-14	29.8	17.2	20.4	28.6	23.8	20	22	21.2	0	0	SE	2
12-mar-14	25	20.4	21	24	21.8	20.4	20.8	20	0	0	S	2
13-mar-14	25.4	19.8	20.2	25	20.8	19.8	20.6	19.8	0	4	S	2
14-mar-14	28.4	19.2	19.6	27	23.6	19.4	22	21.2	1	4.2	SE	2
15-mar-14	30.6	19.2	20.4	29	23.6	20	22	21.4	0	0	SE	2
16-mar-14	26.2	18.4	19	25	22.4	18.2	21.8	20.6	2	2.6	SE	2
17-mar-14	22.2	20.4	20.4	22	20.2	20	20.6	19.2	0	15	S	2
18-mar-14	25.4	19	19.6	25	22	19	21.2	21	0	4	C	
19-mar-14	25.4	19	19.8	24.2	20.8	19.4	20.6	19.6	1.2	3.2	S	2
20-mar-14	28.4	18.4	18.8	26.8	22.8	18.4	22	21.4	0	0	SW	2
21-mar-14	28.2	19	20.4	27	21.8	20	21.4	20.2	0	2	N	2
22-mar-14	26	19.2	19.8	25.8	21.4	19.4	21.6	20.2	8.8	5.2	E	2
23-mar-14	25.8	19.4	19.8	24.8	21	19.4	20.6	20	2.4	4.4	C	
24-mar-14	26.6	19.2	20.2	25.4	21.2	20	21.8	20	6.3	0	S	2
25-mar-14	29.8	14.4	19.8	28.4	23.4	19.6	22.2	22	35	7.6	SE	2
26-mar-14	28.2	19.6	20.2	27.4	23	19.8	21.8	21.6	9.2	2.5	S	2
27-mar-14	24.2	19.6	20	23	23.2	20	21.8	20.2	32.4	30.5	S	2
28-mar-14	28.2	18.2	18.4	26.8	23.2	18	21.4	21	0	0	S	2
29-mar-14	28.8	17.2	17.8	28	24.4	17	22.6	21.8	0	0	S	2
30-mar-14	29.2	18.6	21.6	28.6	23.6	20.8	23	21.4	0	0	S	2
31-mar-14	27.8	19.2	20.4	27	23.2	20	22	21.4	0	0	C	

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-abr-14	22.4	20.2	21	22.4	21.6	20.8	19.8		
02-abr-14	27.8	18.2	19.2	26.6	23.8	19	21.4	21.8	1.4	3.4	NE	2
03-abr-14	27.4	18.2	19.8	26	23	19.4	22.2	21.6	0	0	N	2
04-abr-14	30.6	18	19.2	29	23.6	18.4	23	20	0	5	N	2
05-abr-14	25.6	18.2	18.8	24.8	22.8	18.4	22	21	0	0	S	2
06-abr-14	29.8	16.8	17.2	28.8	24.4	16.6	22.4	21.6	0	0	S	2
07-abr-14	26.2	18.4	20.4	25.8	22.2	20	21.4	20.6	0	21	SE	2
08-abr-14	27	16.4	19.6	26.8	22	19.2	22.8	21	0	3.7	SE	2
09-abr-14	30	17	17.8	29.4	23.8	17.4	23	21	0	0	S	2
10-abr-14	25	17	20.4	24.6	21.4	20	20.6	20	0	0	S	2
11-abr-14	28.8	17.2	17.4	27.2	23	17	22.8	21.4	0	0	S	2
12-abr-14	27.4	16.8	17.8	26.4	22.8	17.4	21.8	20.6	0	0	S	2
13-abr-14	28.8	17	19.6	27.4	23	19	22	21.2	0	0	SE	2
14-abr-14	25.8	18.8	19.2	24.6	21.4	18.8	20.6	20	0	11.8	S	2
15-abr-14	25.2	17.4	18.2	24.8	21.8	17.8	21	20.2	0	0	S	2
16-abr-14	3.6	17.8	18.4	28.8	23.8	18	23	22.4	0	3.6	S	2
17-abr-14	28.2	18	20.4	27.4	22.8	20	22	20.6	0.8	3.4	NE	2
18-abr-14	27.2	19.8	20	27	22.8	19.4	21.8	21	19.4	6.8	S	2
19-abr-14	28	19	19.4	27	23.2	19	20.8	21	0	0	S	2
20-abr-14	28.2	18.4	19.6	27.6	23.4	19.2	21	20.8	7.4	0	SW	2
21-abr-14	29.4	18.4	20.8	28.2	23	19.8	22.2	20.8	0	0	S	2
22-abr-14	25	20	20.6	23.6	21	20	21	20.4	4.2	17.4	S	2
23-abr-14	28.6	18	19.8	27.6	23.2	19.2	21.4	20.4	0	0	S	2
24-abr-14	25.8	19.2	20.2	25	23	20	19.8	21.4	13.6	12.8	SE	2
25-abr-14	26.4	18.2	19.8	25.4	21.8	19.2	20.2	20	0	0	S	2
26-abr-14	27.2	19.2	20	26.8	22.8	19.8	22	21.2	0	2.4	SW	2
27-abr-14	29.6	19.2	19.8	29	22.2	19.4	23	20.8	0	5.2	SE	2
28-abr-14	29.2	19	19.8	28.8	24.2	19.4	23	21	0	0	SE	2
29-abr-14	25.6	18.8	19.6	24	22.2	19.6	20.6	21.4	31.2	18.8	S	2
30-abr-14	28.8	17.4	18	27.8	23.6	17.6	22.4	20.8	0	0	SE	2

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-may-14	31.8	17.6	18.8	28.8	23.6	18.2	23.2		
02-may-14	30.4	18	19.4	29	23.2	18.8	23	20	0	0	SE	2
03-may-14	24	20.6	20.8	23	20.8	20.6	21	19	0	2.2	S	2
04-may-14	29.8	18.8	19.6	28.6	23.8	19.2	22.8	21.4	3.2	0	SE	2
05-may-14	29.8	19.6	20	28.8	23.6	19.4	22.8	21	0	0	N	2
06-may-14	31.4	19.2	20.2	29.8	25	20	23	22.8	0	0	SW	2
07-may-14	29.2	19.2	20.8	28.6	22.8	20	22	21.2	0	0	SE	2
08-may-14	26.6	19	20.4	25.8	21.8	20	21	20	0	0	SE	2
09-may-14	27.8	19.8	20	26.2	22.6	19.8	20.8	21	2	0	S	2
10-may-14	29	19	19.8	28.4	24.4	19.4	22.8	22.6	0	0	S	2
11-may-14	29.4	18.4	20.4	28.6	23.2	19.8	22	21	0	0	S	2
12-may-14	28.8	18.2	19.6	27.4	23.4	19.2	22.6	21	0	0	C	
13-may-14	28.4	17.8	19.6	28	23	18.8	22.6	20.6	0	0	SE	2
14-may-14	25.4	19.2	19.6	25.2	21.4	19.2	20.8	20	0	5.2	SE	2
15-may-14	28.4	19.2	19.4	27.4	22.6	19	22	20.6	0	0	S	2
16-may-14	27.8	19	20.4	27	23	20	22.8	20.8	0	0	SE	2
17-may-14	29.4	19	20.8	28.6	23.8	20.4	22.6	21	0	4.8	S	2
18-may-14	25.4	18.8	19.8	23.6	22.2	19	20	20.8	36.2	5.6	SE	2
19-may-14	28.4	19.2	19.4	27	22.8	19.2	22	20.4	0	1.8	S	2
20-may-14	29	19	20.6	28	23.6	20.2	22.6	20.8	0	0	S	2
21-may-14	29.6	19.8	20.4	28.8	23.6	20	22.8	21.2	1.4	0	S	2
22-may-14	28.4	19.6	20.6	27.2	22.6	19.6	22.2	20.6	0	1.2	C	
23-may-14	29.6	18	19.6	28.4	23.6	19.2	23	21.2	0	3.4	N	2
24-may-14	28.6	19	21	28	23	20.6	22.4	20.8	0	0	S	2
25-may-14	27.8	19	20.4	26.8	22.8	20	21.6	21	0	2	S	2
26-may-14	28.8	20.2	20.8	28	22.6	20.4	22.8	21	0	9.2	S	2
27-may-14	29.8	19.4	20	28.6	22.2	19.4	23	20.6	0	0	S	2
28-may-14	26.6	19.2	20	26	21.4	19.8	21	20.4	5.2	1	SW	2
29-may-14	29.6	18.6	19	28.4	25.2	18.6	23.2	22.8	0	0	C	
30-may-14	30.2	18.4	20.6	28.6	25	20	23	22.2	0	0	C	
31-may-14	29.2	18.4	20.6	28	22.4	20.2	23.4	21	0	0	C	

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-jun-14	29.6	17.8	18.8	28.4	23	18.2	23		
02-jun-14	28.6	19.8	21.4	26.6	22.8	20.6	22.4	21.2	0	0	S	2
03-jun-14	27.6	20	20.8	26.6	22.6	20.4	22	21.2	0	0	S	2
04-jun-14	30.4	19.6	20.4	27.2	22.8	20	23.4	21.2	0	17.4	NE	4
05-jun-14	29.6	19.2	20	27.4	23.6	19.8	23	22.2	0	0	S	2
06-jun-14	28	20	20.4	26.4	22.8	19.6	22.8	21.4	0	0	C	
07-jun-14	30.2	18	19.6	26.2	24.8	19.2	22	22.6	0	0	C	
08-jun-14	30.6	18.7	21.6	29	24.6	21	23	22	0	0	S	2
09-jun-14	30.4	18.2	19.2	28.2	24	18.2	23.4	22.2	0	0	SE	2
10-jun-14	27	19	20.4	26.2	22.4	20.2	23.4	21	1.4	3	N	2
11-jun-14	27.8	18.8	20.4	26.8	24.2	20	22.8	23	0	0	NE	4
12-jun-14	29.2	18.6	19.8	27.4	23.6	19.8	22.2	20	5	2.2	NE	2
13-jun-14	23.8	18.4	19.6	21.4	20.8	19.2	21.2	20	6.2	21.8	C	
14-jun-14	26.8	19.2	19.8	25.4	23.4	19.6	21.6	22.2	5	24.6	S	2
15-jun-14	23.6	19	19.8	21.8	20.8	19.8	19.2	19	16.2	1.8	NE	2
16-jun-14	23	18	19	23	20.8	18.6	21	19.4	0	6	S	2
17-jun-14	28	18.8	19.2	27.2	23.2	18.8	21.4	19.4	0	0	SW	2
18-jun-14	27.6	16.6	18.6	26.8	22.6	17.4	21.2	20.4	0	0	E	4
19-jun-14	25.6	18	18.8	24.6	21	18.4	20.4	19.2	0	0	NW	2
20-jun-14	27.8	16	17.2	26.6	23.8	16	22.2	21.4	0	0	N	2
21-jun-14	29.8	16	16.8	28	24.2	16	22.2	21.6	0	0	NW	2
22-jun-14	29.2	17.2	19.4	28.8	23.8	18.8	23.4	21.4	0	0	E	2
23-jun-14	29.2	18	18.8	26.6	23.2	18.4	22.6	21.4	0	0	NE	2
24-jun-14	27.4	18.2	19	27	22.6	18.6	22	21	1.7	1	S	2
25-jun-14	28.6	18	20	27.4	22.4	19.4	22.6	20	0	5	S	2
26-jun-14	27	18.2	21	26.2	22.8	20.4	21.2	21.6	0	0	NE	2
27-jun-14	29.2	15.8	16.6	28.2	23.2	16.2	23	20.8	0	0	S	2
28-jun-14	29.4	16.4	18.8	27.2	23.6	18.4	22	21	0	0	NW	2
29-jun-14	25.8	18.4	19.8	24.2	21.4	19.6	20	20.6	24.4	0	C	
30-jun-14	26.6	18.4	19.2	25.8	22.2	18.8	22.2	21	0	0	NE	2

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-jul-14	28.6	18.2	19.2	27	23.2	18.8	22.4		
02-jul-14	29.4	18	19.4	28.2	22.8	19	23	21.2	0	0	SE	2
03-jul-14	27.8	18	18.4	26.8	22.2	18.2	21.8	20.8	0	0	SE	2
04-jul-14	28.8	18.2	19	28	22.2	18	22.4	21	0	0	E	6
05-jul-14	28	17.8	20.4	26.8	21.2	20.2	21.8	20.4	5.8	0	NE	4
06-jul-14	29	19	19.2	26.8	23.2	18.8	22.4	21.8	0	0	N	2
07-jul-14	25.8	19	19.6	23.8	22.4	19.2	22	21.4	0	27.8	NW	2
08-jul-14	27.4	18.6	19.4	25	21	19	21.2	20	0	11.4	SE	2
09-jul-14	25.4	18.4	19.2	23.2	21.8	19	21.2	21	10.7	3.6	E	4
10-jul-14	29	16.4	17.8	27.2	22.2	17.4	22.8	21.2	0	0	N	2
11-jul-14	27.8	17.6	18.4	22.8	21.8	18	21.2	20.4	0	1.6	C	
12-jul-14	28.2	17.4	19	27.8	22.8	18.4	23.2	20.8	0	3.8	C	
13-jul-14	27.2	17.2	18.2	25.6	20.8	17.6	21.4	19.4	10.7	0	N	2
14-jul-14	28.8	17.2	18.2	26	22.8	16.8	21.8	20.2	0	0	N	2
15-jul-14	27.8	15.6	16.8	24.8	21.8	15.6	20.2	18.6	0	0	C	
16-jul-14	28	15.4	17.6	26.6	21.6	16	21.4	20	0	0	NW	4
17-jul-14	27.8	15.2	17.2	27.4	23.2	16.2	23	21.8	0	1.6	S	2
18-jul-14	27.6	17	18.6	26.4	23.6	18.2	22.6	21.8	0	0	NE	2
19-jul-14	23.6	18.4	18.6	21.2	20.8	18.4	20.4	20.4	0	12.6	S	2
20-jul-14	25.8	18.4	18.6	23	22.2	18.4	21.2	20.8	0	0	C	
21-jul-14	29.4	17.8	18	27.8	24.4	17.6	22.6	21.2	0	0	NE	2
22-jul-14	30.6	17.2	17.6	27.8	24.6	17.2	22.4	21.4	0	0	N	2
23-jul-14	29.8	16.8	17	28.2	24.2	16.8	22	21.6	0	0	C	
24-jul-14	27.6	16.4	19	26.2	22.6	18.6	22.8	21.6	0	0	W	2
25-jul-14	27.8	16.4	19	22.4	22.8	18.6	21.8	21.2	2	1.6	NE	4
26-jul-14	29.6	18.4	19.8	28.4	23.8	19.2	22.8	22	3.5	0	N	2
27-jul-14	25.8	18	18.8	21.8	22	18.2	20.4	20.8	0	3.4	NE	4
28-jul-14	27.8	18.2	19.2	26.2	22.8	19	22.2	20.6	4	0	E	4
29-jul-14	30.2	16.4	17.2	28.6	21.8	16.6	22.8	19.4	0	0	N	2
30-jul-14	30.4	16.2	17.2	27.8	24.6	16	23.4	21	0	0	W	2
31-jul-14	30.2	16	17.8	28.8	24.6	17	23	21.6	0	0	SE	2

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-ago-14	30.2	16	18.6	28.6	21.8	18.2	23		
02-ago-14	27.8	15.8	18.8	26.6	20.8	18.2	22.8	19.4	0	0	SE	2
03-ago-14	27.4	16	18.2	26	22.6	17.8	22	20	0	0	S	2
04-ago-14	29.8	17.2	18	28.4	24.2	17.4	22.8	21.8	0	0	NE	2
05-ago-14	28	17.8	18.6	27	23.4	18	23.8	22	0	0	S	2
06-ago-14	25.6	17.8	18.2	23.6	21.4	18	21.8	20.4	0	3.2	C	
07-ago-14	28.4	17.6	19	27.8	21.6	18.6	22	20	0	0	C	
08-ago-14	26	17.6	17.8	24.8	21	17.4	22.8	20	1.8	7	C	
09-ago-14	25.6	17.2	18.4	25	23.6	18	22	21.4	18.7	9.2	S	2
10-ago-14	26.8	17.8	18.8	25.4	22.8	18.4	20.8	21.4	0	0	SE	2
11-ago-14	30	17.6	18.2	28.8	24.4	17.4	23	21.2	0	0	S	2
12-ago-14	28.2	17.4	19.2	27	22.4	18.4	23.2	21	0	3.2	SE	2
13-ago-14	25.6	17.6	17.6	25.6	22.2	17.6	21.8	21	15.8	1	SE	2
14-ago-14	29	15.6	16	28.4	22.2	15.6	23	20.4	0	0	SW	2
15-ago-14	29.4	15.4	18.8	28.2	24.6	18.4	23.2	20	0	0	S	2
16-ago-14	30.2	15.8	18.2	28.8	24	17.6	23.2	20.8	0	0	NW	2
17-ago-14	30.6	16.2	17.8	29.6	24.2	17	23.4	21	0	0	E	2
18-ago-14	30.2	17.4	18.2	29.4	24.2	17.8	25.6	20.8	0	0	W	4
19-ago-14	29.8	16.4	17	28	22.8	16.6	23	19.2	0	0	SE	2
20-ago-14	30	15.8	16.8	29.4	24.2	16.4	23.8	19.2	0	0	S	2
21-ago-14	30.4	15.6	16.4	28.8	24.8	15.2	23.6	21.6	0	0	SW	2
22-ago-14	31.6	16	17	29.6	24.4	16.2	24	21.8	0	0	C	
23-ago-14	31.2	16.4	18.8	28.8	24.6	17.8	23.4	22	0	0	C	
24-ago-14	30	16.2	20.2	28	24.4	19.6	23	21.8	0	0	S	2
25-ago-14	29	16	19.6	29	24.4	19.2	23.8	22	4.8	1.8	S	2
26-ago-14	29.4	16.2	17.4	28.2	23.8	17	23	22.4	0	0	S	2
27-ago-14	25.8	16	18.8	24	21.2	18.2	21.8	20	0	4	SE	2
28-ago-14	27.8	18.4	18.6	25.8	23.2	18.2	21.8	20.2	0	0	S	2
29-ago-14	24	17.8	19.6	23.8	20.8	19.4	22	19.8	2.8	12.4	S	2
30-ago-14	25.2	18.4	19	24.8	22.2	19	22	21	1.2	4	C	
31-ago-14	30.4	15.8	17.6	28.8	23.6	17.2	22.6	20.4	0	0	C	

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-sep-14	29.8	15.6	17.8	29	24	17.2	22.2		
02-sep-14	29.6	15.8	18	27.6	22.8	17	23	20.4	0	0	C	
03-sep-14	29.6	18.4	18.8	28.8	23.6	18.4	22.8	20.4	0	11.2	SE	2
04-sep-14	29.8	16.6	16.8	28.6	24.2	16.4	22.4	22.8	0	0	S	2
05-sep-14	26	14.8	17.4	24.8	20.8	17	20	18.6	35	4.8	S	2
06-sep-14	30.4	15.2	17.4	29.2	24	16.2	23	20.8	0	0	SE	2
07-sep-14	30	15	18.4	29.2	23.8	15.4	23.2	20.4	0	0	S	2
08-sep-14	31.4	16	17.2	29.8	25.8	14.8	23	20.5	0	0	S	2
09-sep-14	26	18.8	19.2	25.4	22.6	18.4	20.6	21.2	0	0	S	2
10-sep-14	29.6	16.6	18.8	28.8	23.8	16.8	22.6	20.6	0	0	S	2
11-sep-14	29.4	16.6	19.4	29.2	23.4	19	23.6	20.6	0	10.6	S	6
12-sep-14	26.6	16.8	19.4	26	21.4	19	20.8	20	0	28	SE	2
13-sep-14	26.4	17.8	18.8	25	21.6	18.2	22	20	0	2.7	S	2
14-sep-14	24.8	17.6	18.8	24	21.2	18.2	20	20	0	14.2	C	
15-sep-14	25.6	17.8	18.8	24	22.4	18.4	22	21.4	0	2	SE	2
16-sep-14	28.2	17.6	19.8	28	20.4	19.6	23	19.8	8	14.4	SE	2
17-sep-14	31	16.4	17.8	29.8	23.8	17.6	23	21.2	0	0	S	2
18-sep-14	30.4	18	19	29.6	23.4	18.6	23.6	20.8	0	5	S	2
19-sep-14	28.6	17.8	18.4	28	24.8	18	23.8	21.8	0	0	S	2
20-sep-14	28.8	17.6	18.8	27.8	24.4	18.4	22.4	22.6	0	0	C	
21-sep-14	27.2	17.8	20	27	21.4	19.8	21.8	20.6	0	6.2	S	2
22-sep-14	26.4	18.6	19.2	24.8	22.8	18.8	20.6	21.4	0	2	SE	2
23-sep-14	30.2	19	19.8	29.8	24.2	19.4	23.6	21.6	0	0	S	2
24-sep-14	29.2	18.8	19.8	28.8	22.6	19.2	23.8	20.8	0	0	S	2
25-sep-14	32.4	16.8	17.4	30.2	25	17	24.2	22	0	0	S	2
26-sep-14	31.4	16.6	18.6	29.8	24.6	18	23	21.4	0	0	SE	2
27-sep-14	26.6	18.2	19.2	26	21.2	18.4	21.2	20	0	5.4	S	2
28-sep-14	25	18.4	19.4	24.6	22.6	19	20.8	21	0	3	S	2
29-sep-14	26.8	17.8	18.4	26	23.8	17.6	22	20.6	0	1.4	S	2
30-sep-14	29.2	16.8	17.8	28.4	24	17.4	23.6	21.8	0	0	S	2

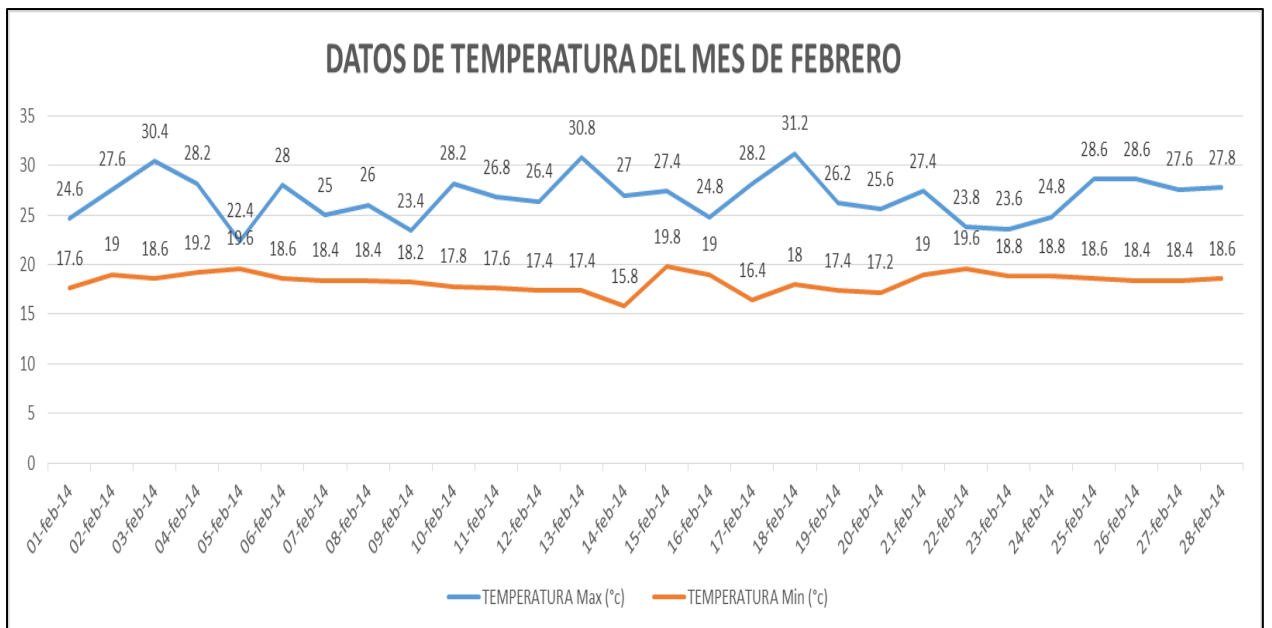
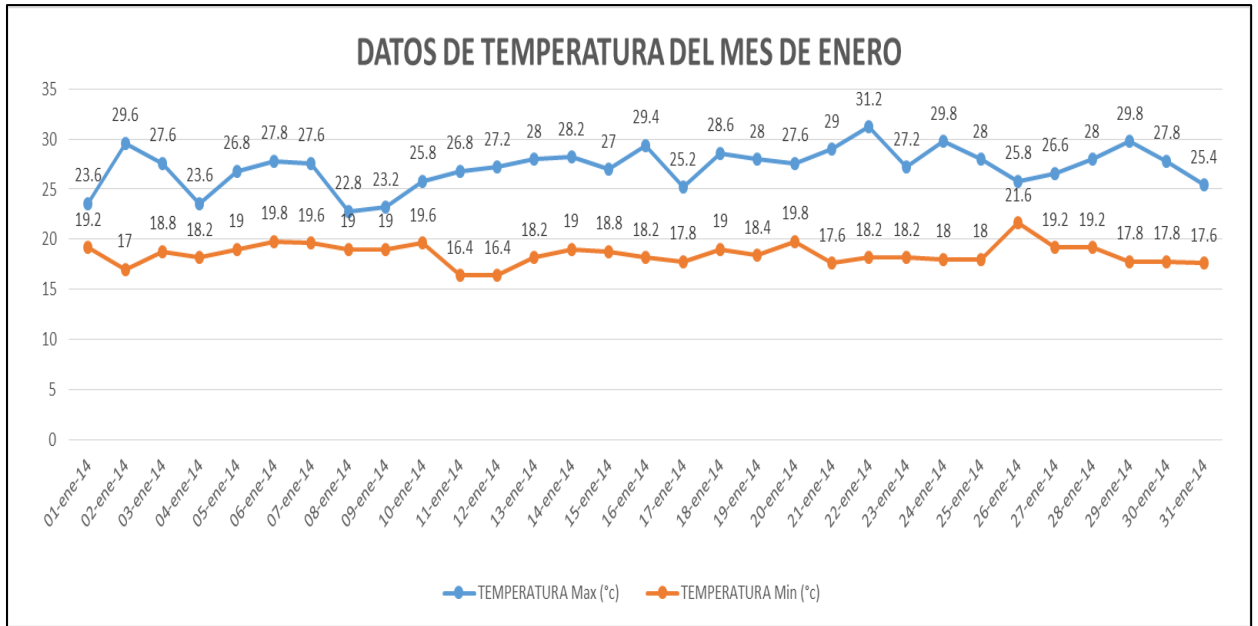
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-oct-14	28.4	16.6	18.6	28	23.8	17.8	23		
02-oct-14	29.6	16.8	19	28.8	24.6	18.4	23.2	22	0	7.8	SE	2
03-oct-14	25.6	19.2	19.8	24.8	21	19.6	21.2	20	3.7	29	C	
04-oct-14	28.4	17.2	17.6	27.6	21	17.2	22.8	19.8	0	0	S	2
05-oct-14	30.2	16.2	17.8	29.2	22.8	16.6	23	21.2	0	0	SE	2
06-oct-14	28.6	16.2	19.4	27.8	23.2	19	22.8	21.8	0	3	S	2
07-oct-14	24.8	19	19.4	24	22.3	19.2	21.8	21	1.2	11.2	C	
08-oct-14	29.8	18	20.6	29	23	19.2	23.2	22	0	1.8	S	2
09-oct-14	28.2	17.8	19.8	27	22.4	19.8	22.8	21.6	6.4	1	SE	2
10-oct-14	29.6	17.8	20.4	28.8	23.2	19.4	22.8	21.4	0	2	S	2
11-oct-14	23	18	20.4	21.4	19.6	20.4	20	19	13.6	35.4	S	2
12-oct-14	30.4	18	18.4	28.2	23.6	18	22	20.4	1.2	0	C	
13-oct-14	28.2	17.6	18	28	23.4	17.4	22.4	21.2	0	1.8	SE	2
14-oct-14	27.2	17.2	17.6	26.4	24.4	17.2	20.8	23	0	0	SW	2
15-oct-14	26	17	19.2	25.2	22.4	18.4	20.8	20.4	0	4.2	SE	2
16-oct-14	26.6	16.8	17.4	25.8	23	17	21.4	20	0	0	N	2
17-oct-14	30.8	16.6	18.8	29.2	23.6	18.4	23	21.4	0	0	NE	2
18-oct-14	31.4	18.2	19.8	30.2	24.8	19.2	23.4	22.6	0	0	SE	2
19-oct-14	31.6	18.8	19.6	27.8	25	19	23.4	22.8	0	0	S	2
20-oct-14	31.2	19.2	20	28.6	22.6	19.6	23	21.4	0	9.6	SW	2
21-oct-14	28.8	18.2	19.8	26.8	22.6	19.4	21	21.6	33	0	NE	4
22-oct-14	30	18.2	19	28.6	22.2	18.4	23	21	0	0	SE	2
23-oct-14	28	18.6	20	27.6	21.2	19.2	22.6	20	0	3	SE	2
24-oct-14	30.2	16.2	17.4	27.6	23.8	17	22.4	22.4	0	0	SE	2
25-oct-14	30	16.2	20.4	29.6	22.2	20	23	20	0	1	SW	2
26-oct-14	30.6	16.8	17.8	29.4	23.6	17.4	23	21	1.2	0	SW	2
27-oct-14	30.4	16.6	18.8	29.2	23.8	18.2	23.2	21.2	0	0	SE	2
28-oct-14	30.4	16.8	20.8	29.6	22.8	20	23	20.4	0	7.6	SW	2
29-oct-14	28.2	16.8	20	27.4	22.6	19.6	22.8	21	0	0	S	2
30-oct-14	29.8	19.2	20	29	24.8	19.4	22.8	23	0	0	S	2
31-oct-14	28.8	19.6	19.8	26.8	24	19.8	21.4	22.8	61	3	E	2

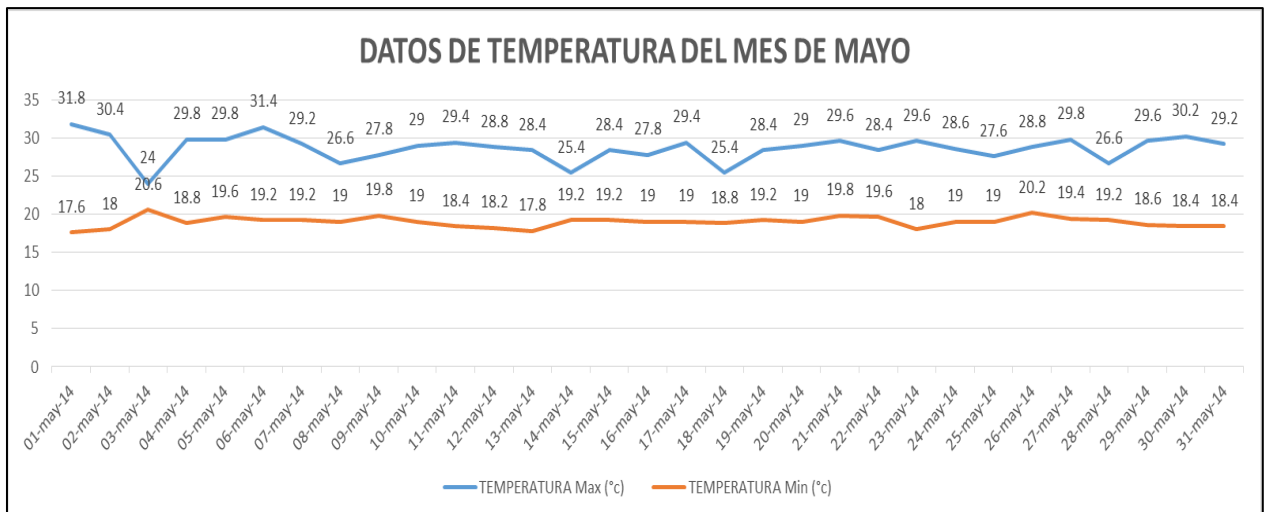
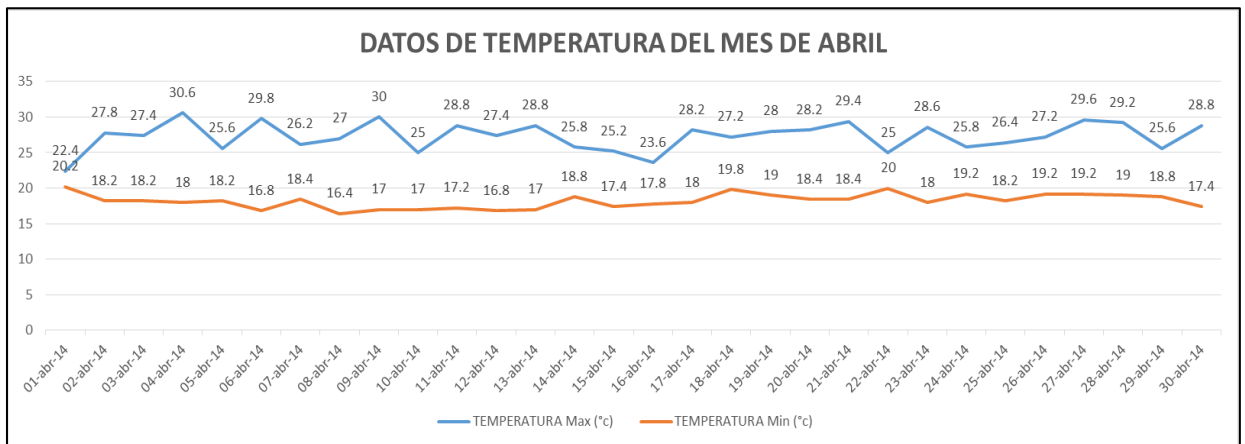
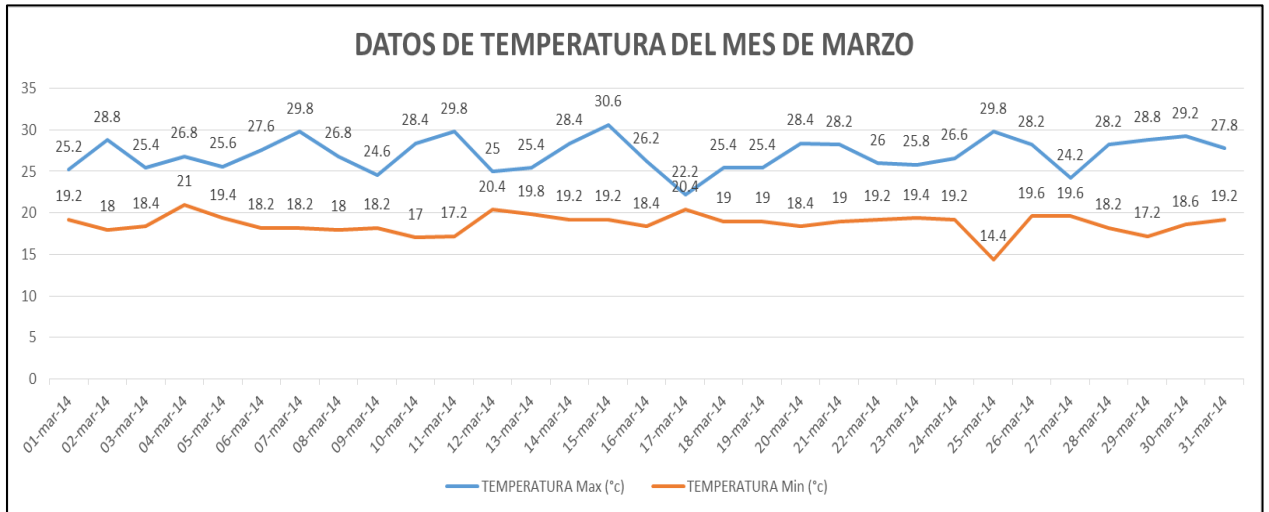
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-nov-14	29.4	19.4	20.2	28.8	22.4	19.8	22.4	21.8	9.2
02-nov-14	28.8	19.4	19.8	27.4	21.6	19.8	22.8	21	33.4	0	SE	2
03-nov-14	28.8	19.2	20	28	23.2	20	23.4	21.8	3.2	2	N	2
04-nov-14	29.6	17.8	19.6	28.8	24	19.2	23.8	22.4	0	5.2	N	2
05-nov-14	31	19.2	20	28	23.8	19.8	22.8	22	0	0	NE	2
06-nov-14	25.6	19.8	20	24	22.2	20	21.8	21.6	40	12	C	
07-nov-14	26.8	18.8	19.6	25	23.8	19.2	22.8	23	0.8	4.2	N	2
08-nov-14	30	19	20.2	28.6	22.6	19.8	23.8	21.4	0	0	N	4
09-nov-14	30	20	21	27.8	23	20.6	22.8	22.6	0	0	C	
10-nov-14	23.4	19.2	20.4	20.4	20.2	19.8	20	19.6	0	19	SE	2
11-nov-14	30	18	18.6	29.6	25.2	18.2	22.8	23.6	0	0	SW	2
12-nov-14	28	18	20.8	27.2	23.8	20.4	23	21.4	0	0	S	2
13-nov-14	27.6	17.8	21.2	26.8	21.6	20.8	22	20.8	0	1.2	S	2
14-nov-14	27.4	20.6	20.8	27	20.8	20.6	22.8	20	5.4	7.4	SE	2
15-nov-14	26.2	18.8	19.2	25.8	22.8	18.8	21.6	20.8	21.4	1.2	SE	2
16-nov-14	28.6	18.2	19.6	28	24	18.8	23	21.8	0	4.4	NE	4
17-nov-14	30.2	19.2	20	29.6	24.2	19.8	23	21.2	0	1.6	SE	2
18-nov-14	31	19.2	20.4	30.2	25	19.4	23.8	22.4	0	0	SW	2
19-nov-14	31.8	20	22.4	30.4	25.8	21.2	24	22.6	0	0	SW	2
20-nov-14	29.6	19.2	21.2	28.8	24.6	20.4	23.2	21.4	0	0	NE	6
21-nov-14	30.2	19.4	21.6	28.6	24.8	21	22.8	22.4	0	0	NE	2
22-nov-14	31.4	20	21.4	28	25	21	22.4	21.8	0	0	NE	6
23-nov-14	28	21	21.8	27.4	22.4	21.4	23	20.8	0	1.2	SE	2
24-nov-14	29.8	19.6	20.8	28.6	24.6	20	22.6	21.2	0	0	SE	2
25-nov-14	31.8	19.6	22	30	26	21	24	22.8	0	0	W	6
26-nov-14	27.4	19.4	21.8	24.8	23.8	21.2	21.4	21.8	0	0	N	4
27-nov-14	31.4	19.6	22.6	30.6	25.8	21.4	21.2	22.2	1.2	0	E	6
28-nov-14	28.6	20.8	21.4	28	25	20.8	23	22.8	0	1.8	SW	2
29-nov-14	28.8	19.4	20.2	27	24.2	20	23.4	21.8	8.4	0	N	2
30-nov-14	29.8	19.2	20.6	28.4	22.6	20.2	22.8	21.4	1.6	2.2	NE	2

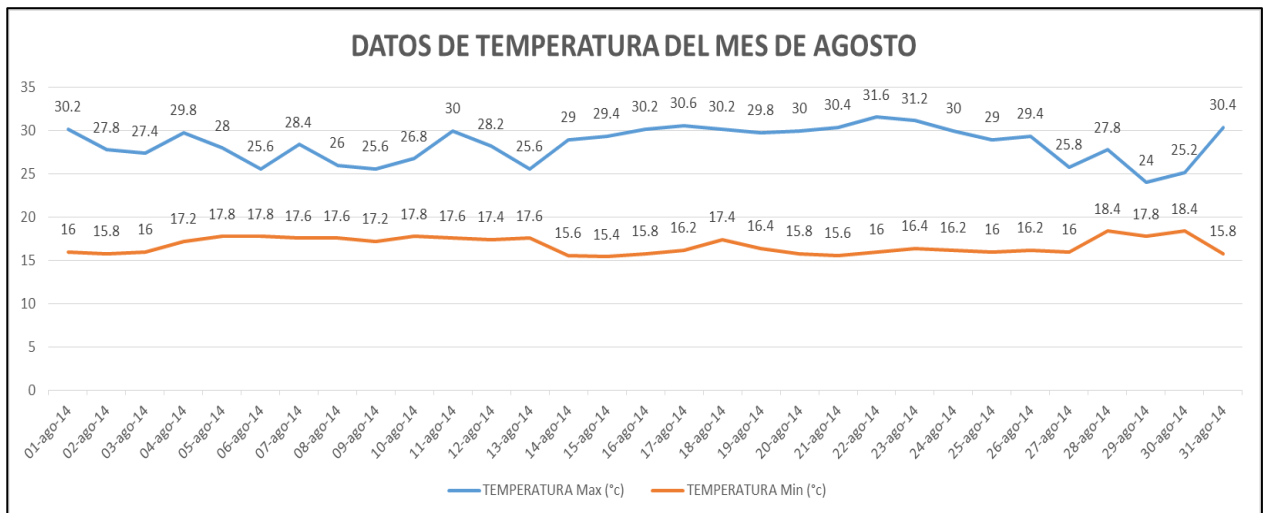
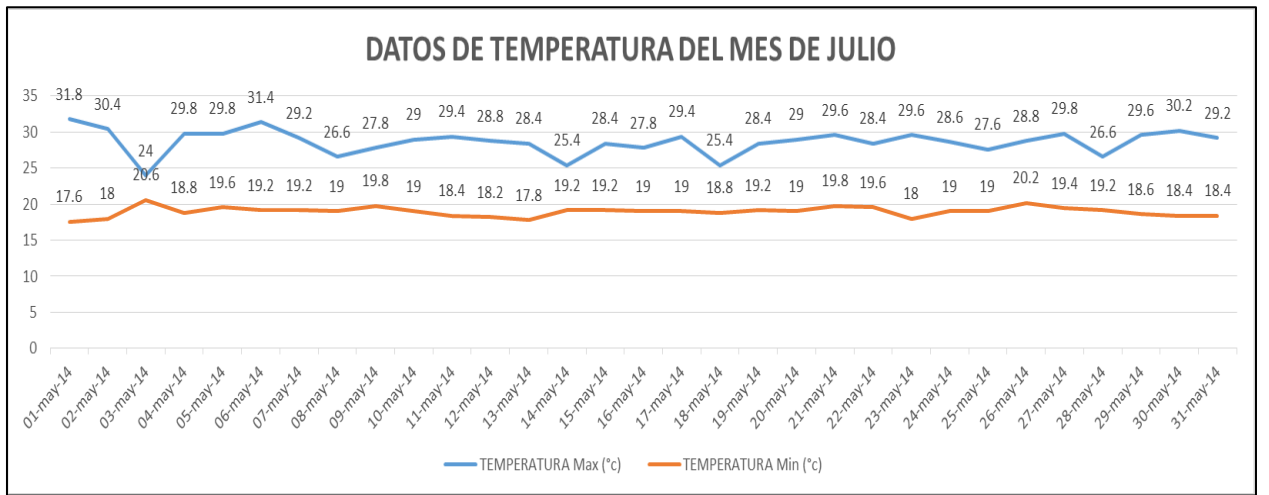
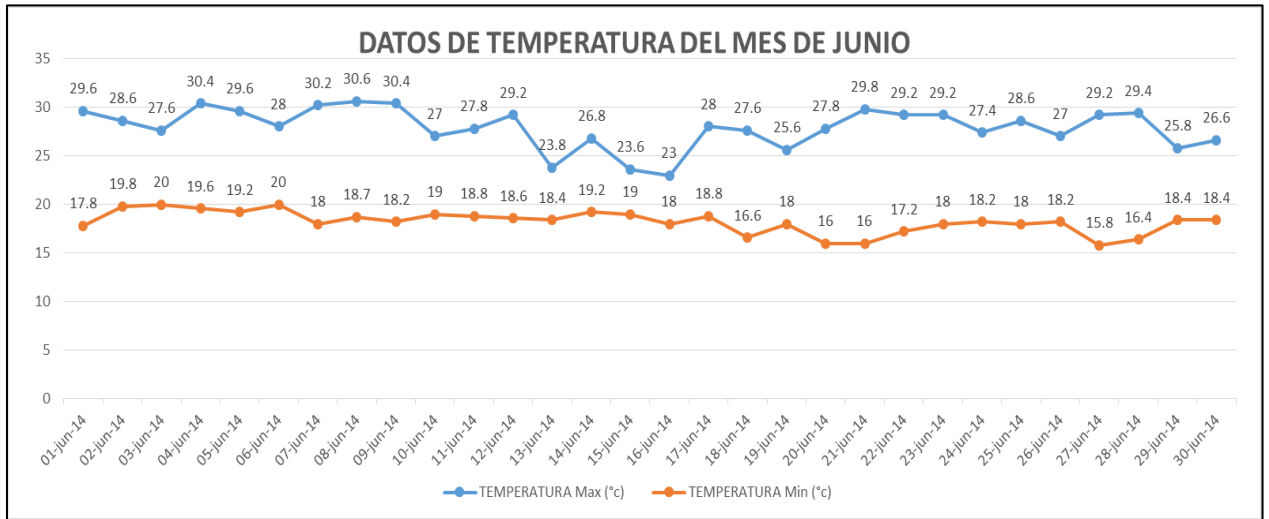
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			7	13	19	7	13	19	7	19		
			01-dic-14	30.6	19.2	20.2	29	24.2	19.8	23.6		
02-dic-14	28.2	19.4	20.6	25.8	23.6	20.6	22.6	22.2	11.4	2.8	SE	2
03-dic-14	31.6	19.2	20	27.8	24.6	19.8	23.8	22.4	0	0	NE	2
04-dic-14	25.6	19.6	20.4	24	22.8	20	22.6	21.6	12.2	7.2	C	
05-dic-14	25	19.8	20.4	23.2	22.2	20	22.8	21.2	0.8	40.2	NE	2
06-dic-14	29.8	19.4	20	28	23.8	19.6	23.6	20.6	0	0	SE	2
07-dic-14	30.4	20.2	20.6	28.2	24.4	20.2	23.6	22	0	0	SW	4
08-dic-14	25.2	20	22	24.6	22.8	21.2	21.6	20	0	5	S	2
09-dic-14	29.8	19.4	19.8	29	20.4	19.6	23.6	20.2	0	10	SW	2
10-dic-14	27.8	19.2	20.4	26.8	22.2	20	21.6	21.2	10.4	1	SE	2
11-dic-14	27.8	19.6	20	26.8	20.8	19.8	22.6	20	0	6	NE	2
12-dic-14	24	19.4	20.2	23.6	21.6	20	21.4	20	20.4	1	SE	2
13-dic-14	27.2	17.2	18.8	26.8	23.2	18.2	22.8	21	0	0	SE	2
14-dic-14	28.2	17	20.8	26.8	23.8	20.6	22.6	21.4	2.2	18.6	NE	2
15-dic-14	24.4	20	20.4	24	23.2	20.2	21.8	22.2	13.4	0.8	SE	2
16-dic-14	29.2	19.6	20.2	29	21	19.8	23.8	20	0	3	NE	4
17-dic-14	28.6	17.8	18.4	24.8	23	18.2	21.4	21.2	0	0	SE	6
18-dic-14	27.8	17.6	21.6	27.6	23.2	20.2	22.6	22	0	2.8	NW	2
19-dic-14	30.4	17.2	20	30	25.2	19.4	23.2	22	0	0	SW	4
20-dic-14	29.8	17	21.8	29.4	23.2	21.2	22.8	21.4	0	0	SE	2
21-dic-14	29.6	16.8	19.8	28.2	24.4	19.6	22.4	21.2	0	0	N	2
22-dic-14	29	16.6	20.4	25.4	23.2	20.2	21.4	21	0	0	NW	4
23-dic-14	25	16.4	18.2	23.8	23	18	20.8	21.2	12.8	0	NE	2
24-dic-14	26.4	16.2	19.4	25.2	22.2	19.2	22	21	0	0	NE	2
25-dic-14	30	16	20.2	28.4	24	20	23	22.2	0	5.8	NE	4
26-dic-14	25.6	15.8	21	24	20.8	19.6	21.4	20	0	2.8	E	2
27-dic-14	26	15.6	19.6	25.4	21.6	19	21.6	20.6	0	3.2	SE	4
28-dic-14	22.6	15.4	19.2	20.8	20.6	19	20.6	20.4	0	23.8	SW	4
29-dic-14	27.6	15.6	19.4	24.6	21.4	19.2	21	20	0	0	E	4
30-dic-14	26.8	15.4	19	26.2	23.4	19	21.4	20	0	3.2	SE	2
31-dic-14	25.6	15.2	19.8	24.4	22.4	19	21	21.4	3.7	0	N	4

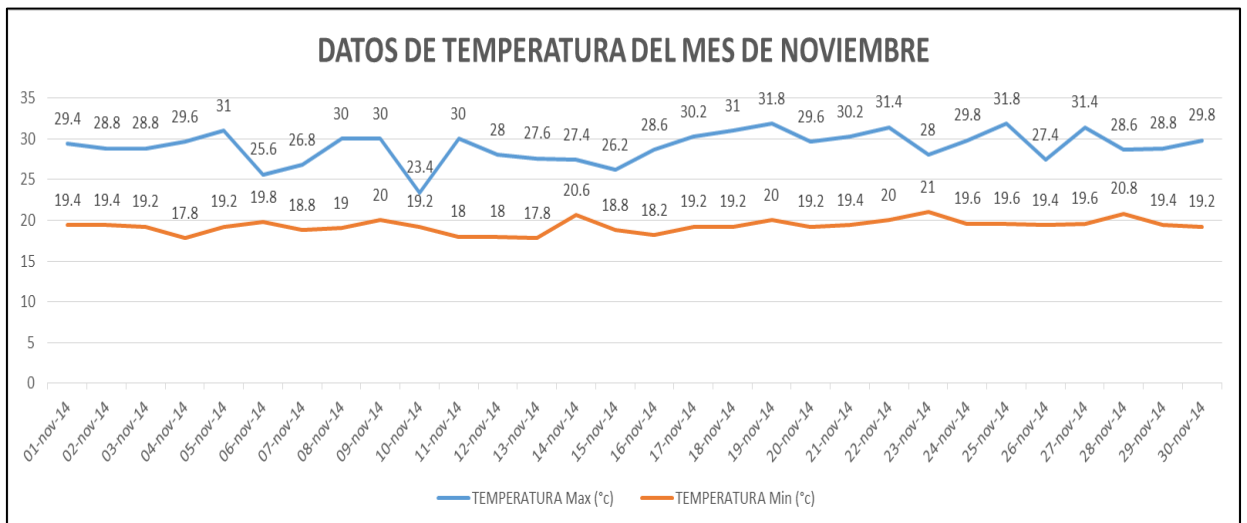
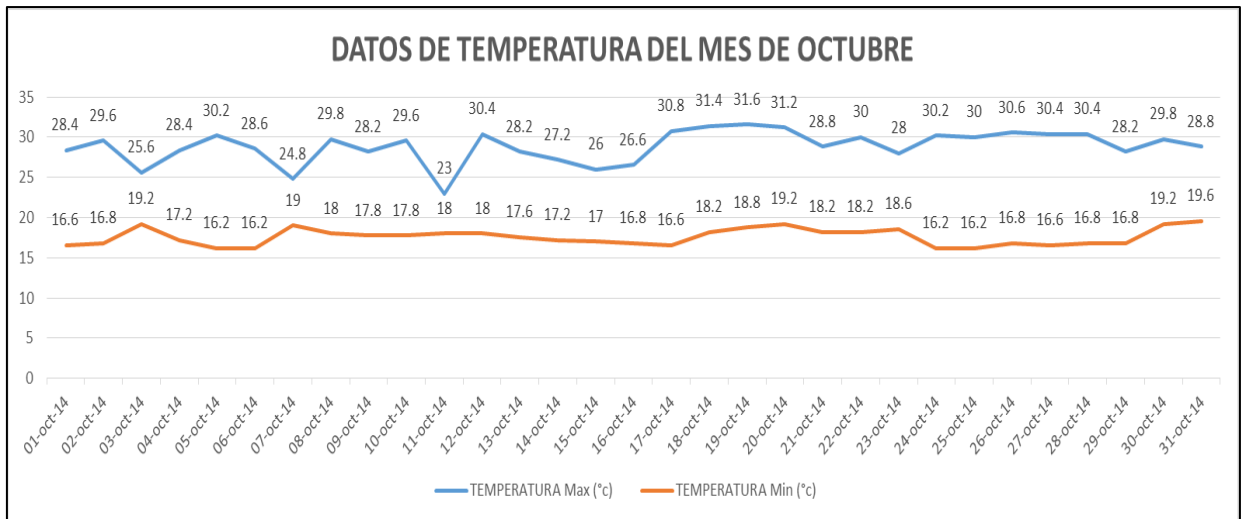
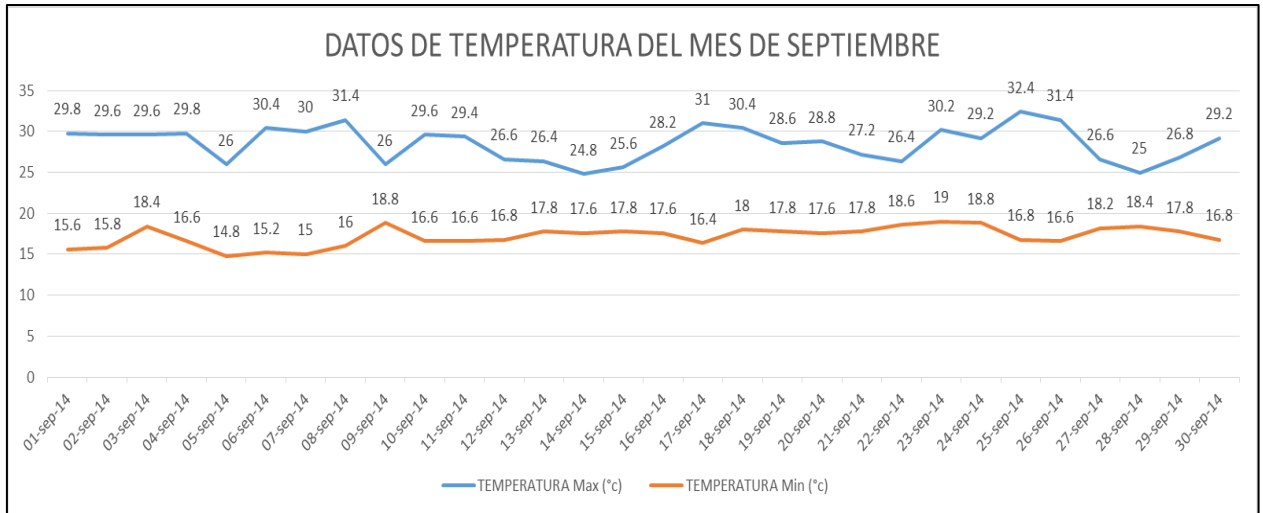
Anexo 2

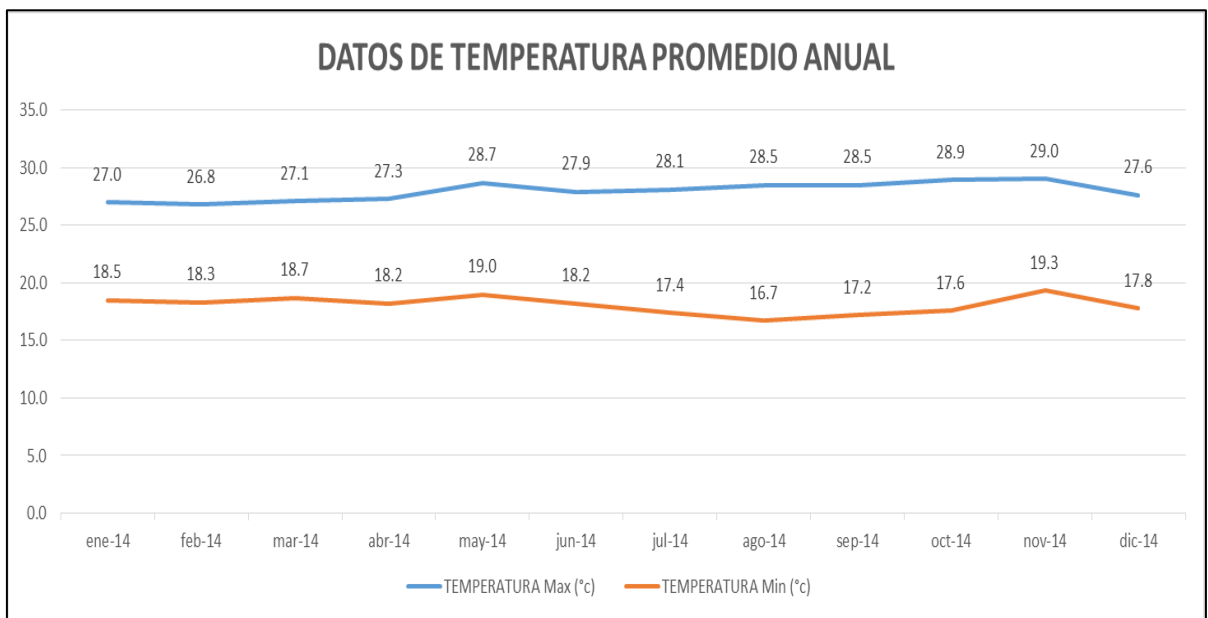
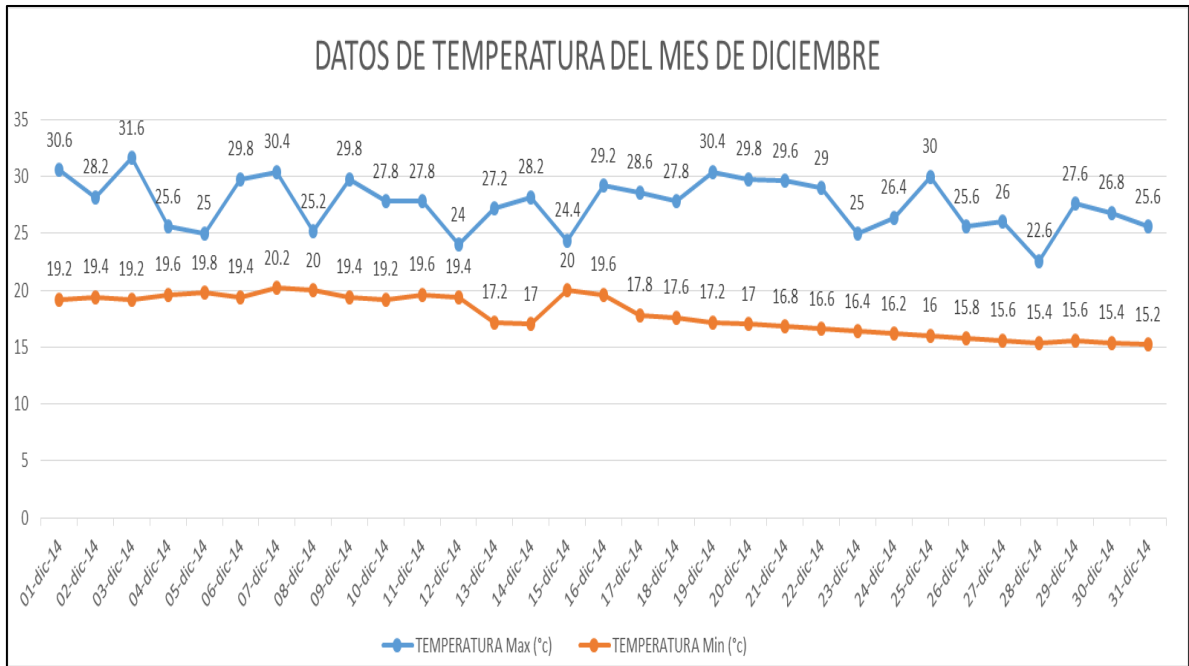
Figura de temperatura registrados





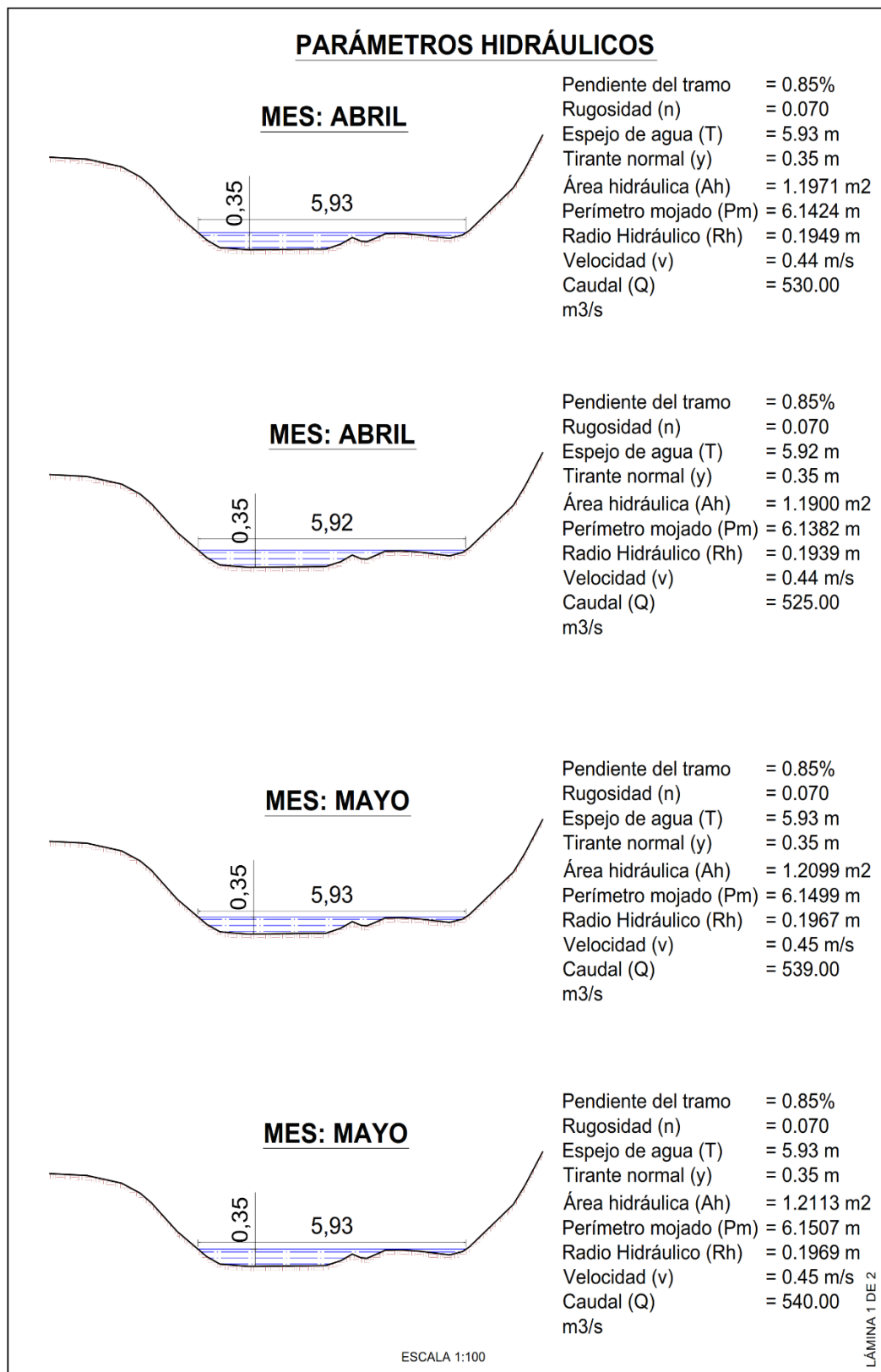


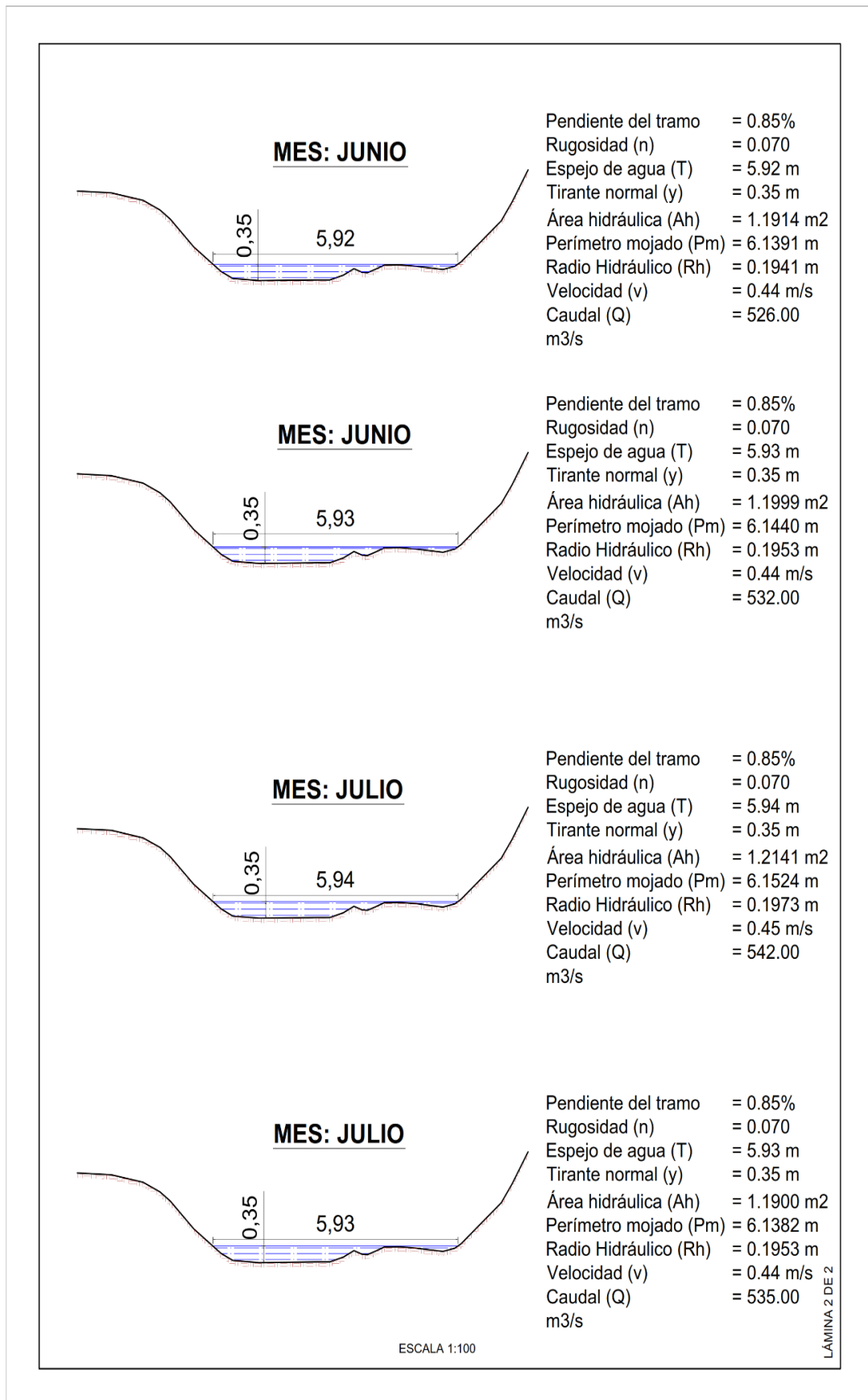




Anexo 3

Parámetros hidráulicos





Elaboración propia

Anexo 4
Panel fotográfico



Fotografía 1. Cobertura boscosa de la microcuenca Urcuyacu



Fotografía 2. Cobertura vegetal predominante en la microcuenca Urcuyacu



Fotografía 3. Características ambientales de la fuente de la microcuenca Urcuyacu



Fotografía 4. Medición del ancho de la quebrada Urcuyacu – Sección 1



Fotografía 5. Medición de tirante hidráulico de la quebrada Urcuyacu – Sección 1



Fotografía 6. Medición del ancho de la quebrada Urcuyacu - Sección 2

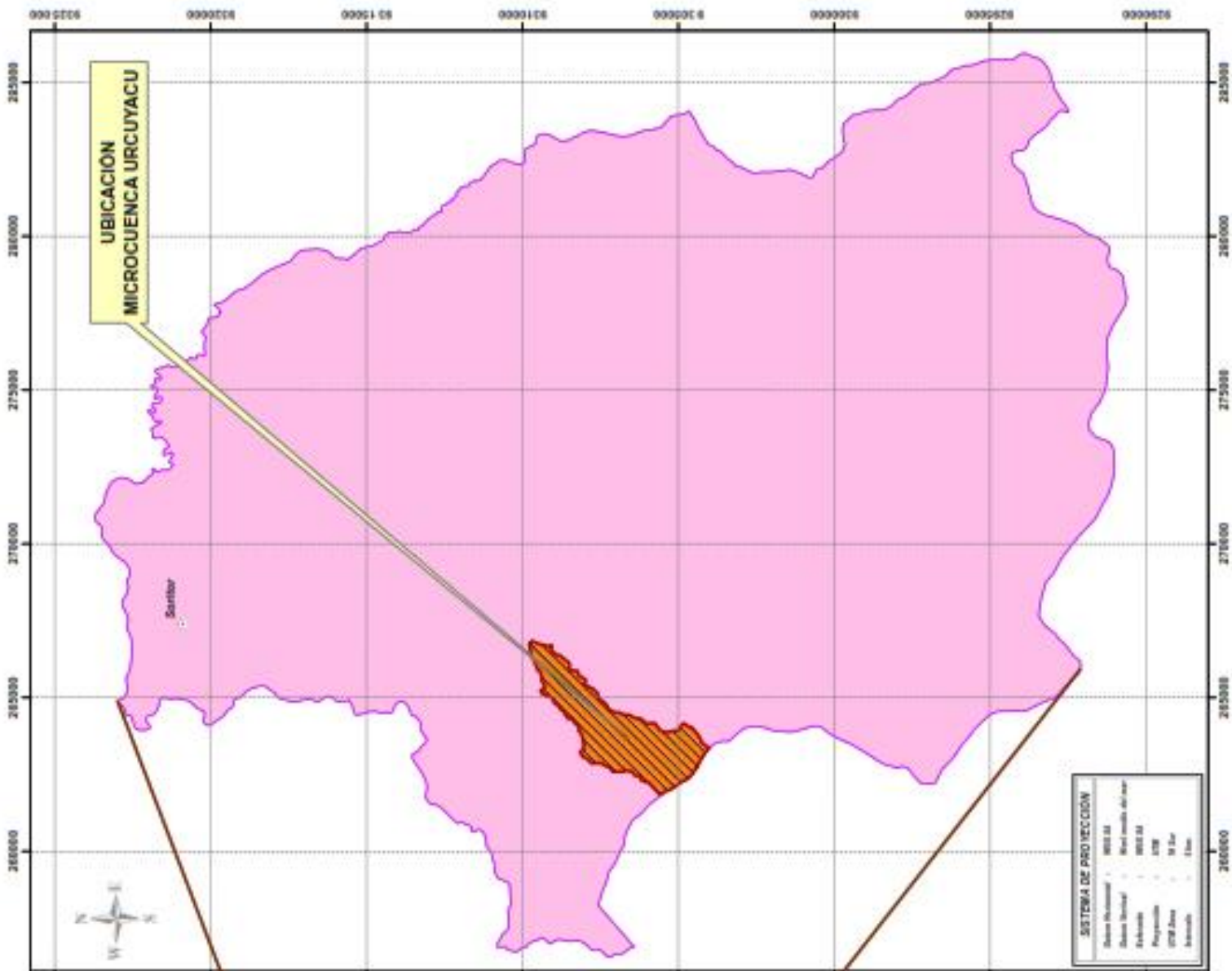


Fotografía 7. Medición del tirante hidráulico de la quebrada Urcuyacu - Sección 2



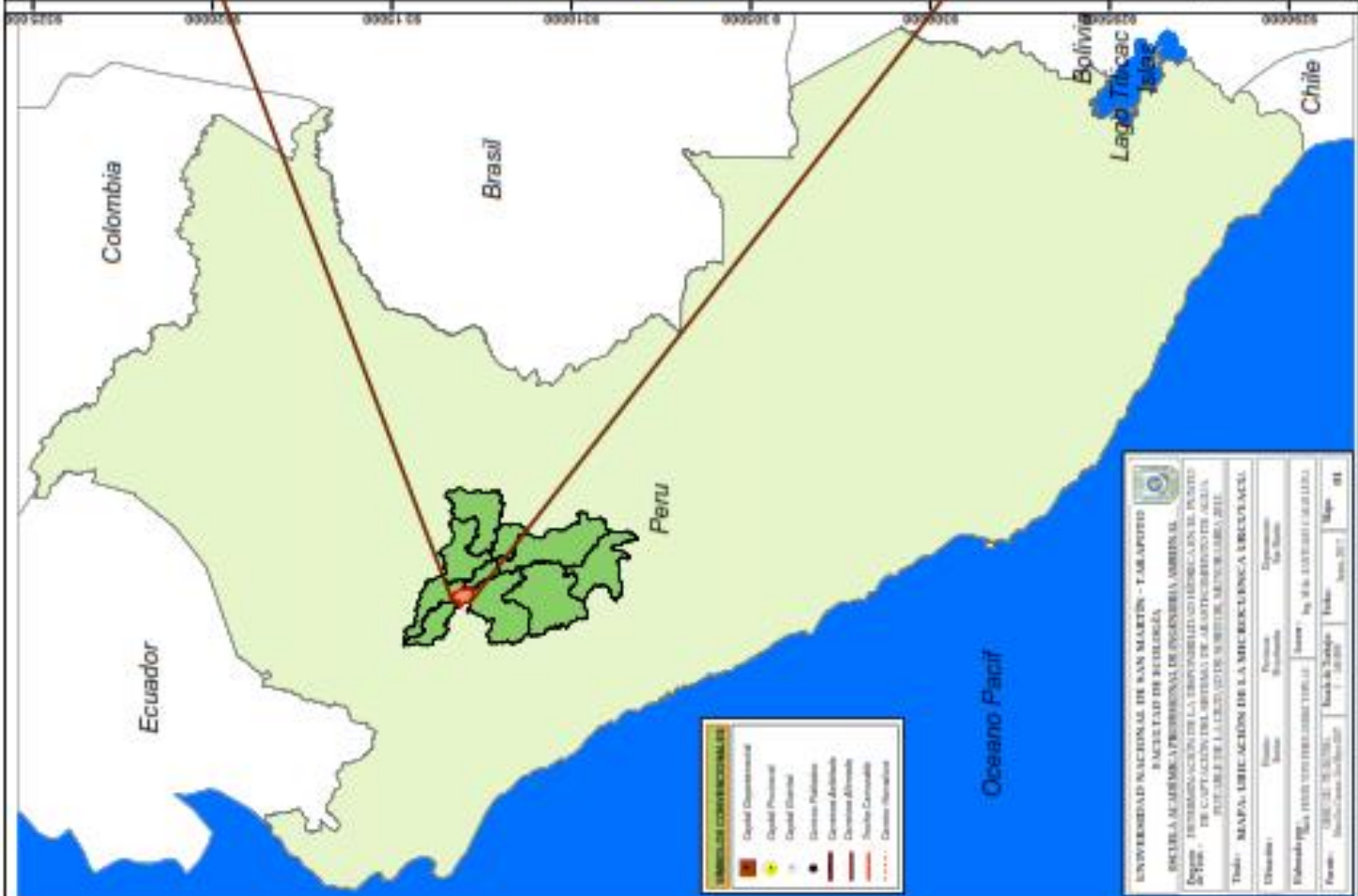
Fotografía 8. Medición en la captación del sistema de agua potable

Anexo 5
Cartografía de la microcuenca Urcuyacu



SISTEMA DE PROYECCION

Elipse Horizontal	6300.00
Elipse Vertical	6300.00
Rotacion	0.00
Proyeccion	UTM
UTM Zona	18 Sur
Datum	WGS 84



SIMBOLOS CONVENCIONALES

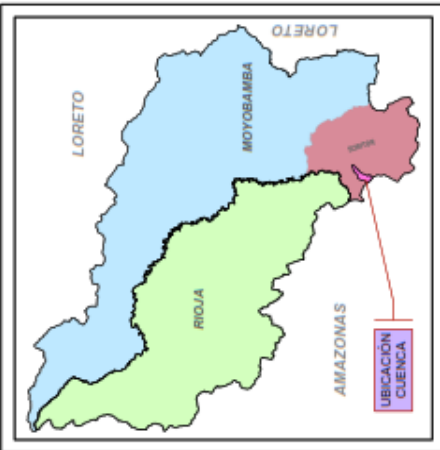
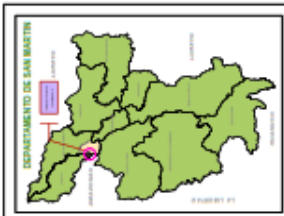
- Ciudad Departamental
- Ciudad Provincial
- Ciudad Distrital
- Centro Político
- Centro Administrativo
- Centro Urbano
- Centro Comercial
- Centro Religioso

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TAMBOPESA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SISTEMAS DE AGUA
UNIDAD DE INVESTIGACION EN SISTEMAS DE AGUA

Título: **MAPA UBICACION DE LA MICROCUENCA URCUYACU**

Elaborado:	Proyecto:	Departamento:
Revisado:	Fecha:	Escuela:
Elaborado:	Fecha:	Escuela:
Revisado:	Fecha:	Escuela:

Fecha: 2017-05-23
 Lugar: Tarma
 Escala: 1:100000
 Hoja: 01



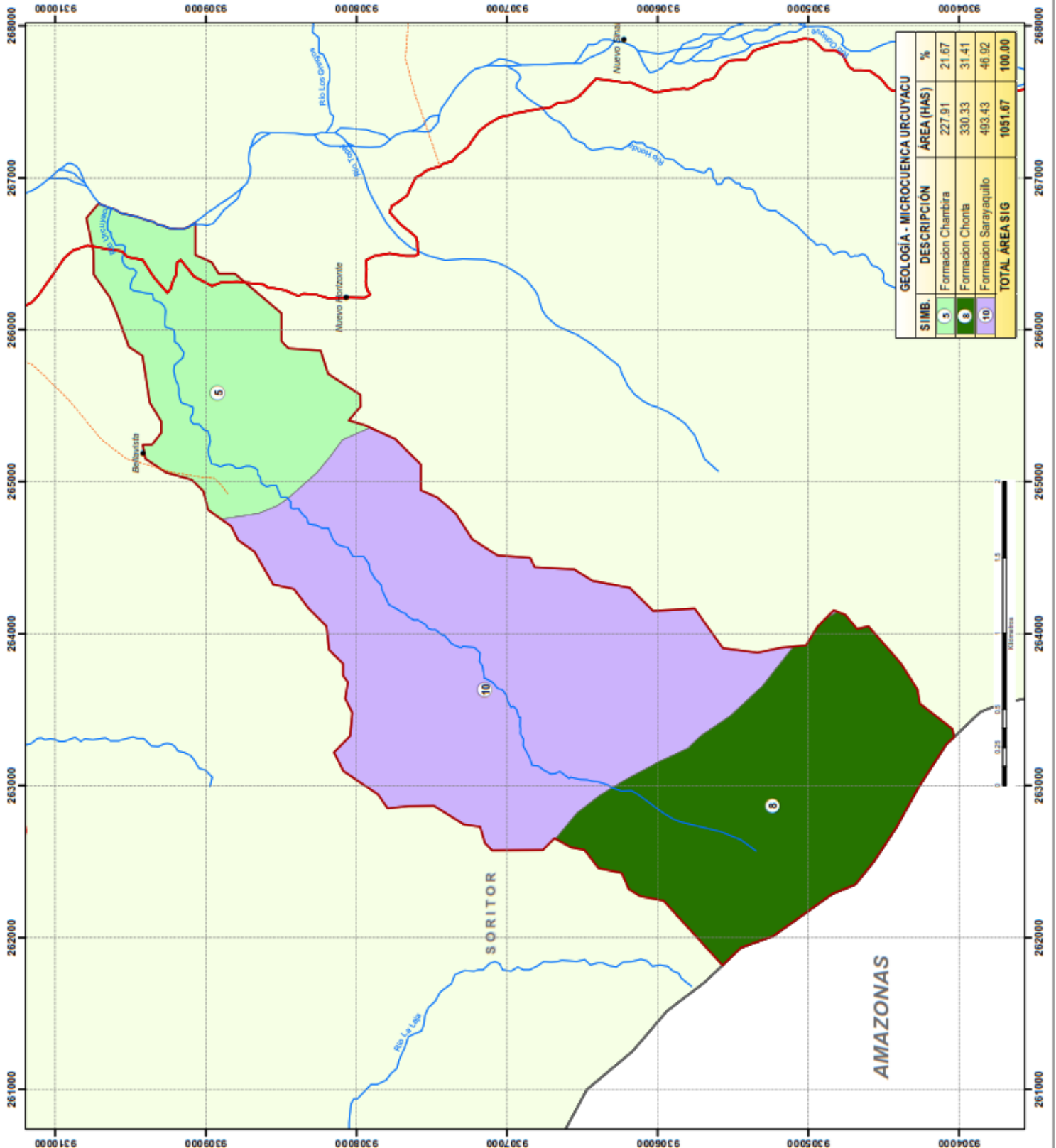
LEYENDA

- Centros Poblados
- Rio y Quebradas
- Distrito Soritor
- Límite Provincial
- Microcuencas Urcuyacu

SISTEMA DE PROYECCIÓN

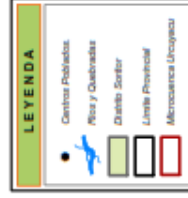
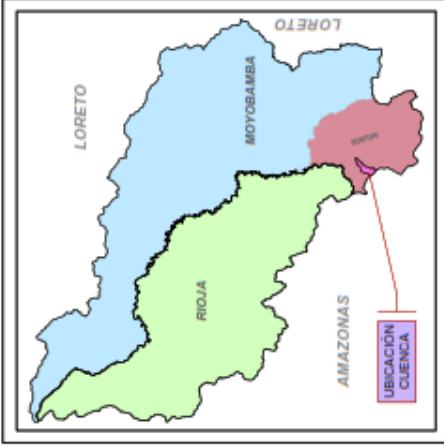
Datum Horizontal : WGS 84
 Datum Vertical : Nivel medio del mar
 Esfera : WGS 84
 Proyección : UTM
 UTM Zone : 18 S
 Intervalo : 100 km

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
 Proyecto : DETERMINACIÓN DE LA RESPONSABILIDAD HÍDRICA EN EL PUNTO DE CAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SORITOR, MOYOBAMBA 2013.
 Trabajo : MAPA: GEOLOGÍA DE LA MICROCUENCA.
 Ubicación : Distrito : Moyobamba, Provincia : San Martín.
 Elaborado por : RIVERA, PÉREZ VITO PERALTA Y VILLALBA, JORGE M. R. / RIVERA, PÉREZ VITO PERALTA Y VILLALBA, JORGE M. R.
 Fecha : 11/03/2018 / 11/03/2018



GEOLOGIA - MICROCUENCA URCUYACU

SIMB.	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HAS)	%
5	Formación Chambira	227.91	21.67
6	Formación Chonta	330.33	31.41
10	Formación Sarayaquillo	493.43	46.92
	TOTAL ÁREA SIG	1051.67	100.00



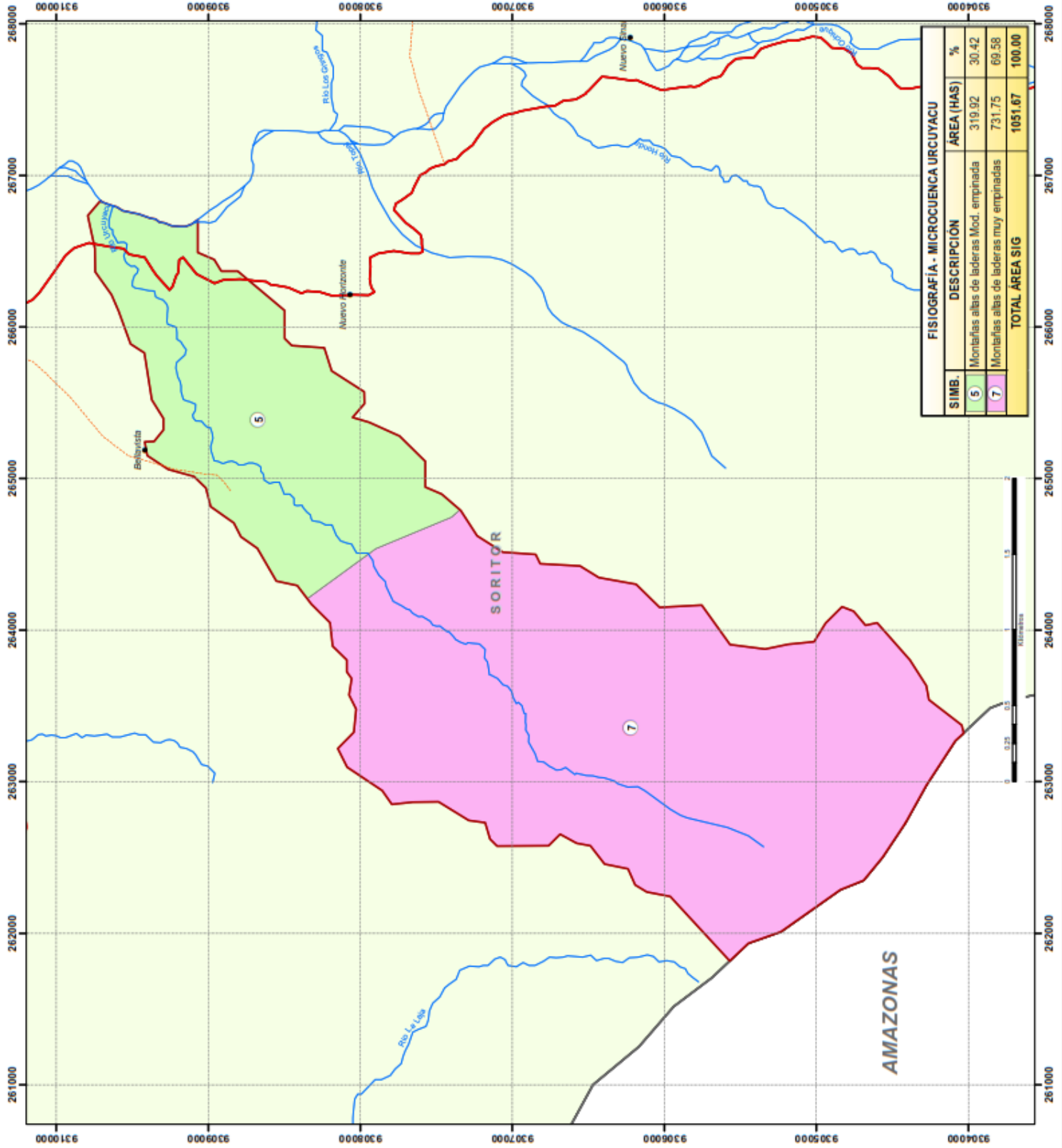
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
 FACULTAD DE ECOLOGÍA
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
 Proyecto: DETERMINACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN EL PUNTO DE CAPTACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE SORITOR, MOYOBAMBA 2015.

Título: MAPA: FISIOGRAFÍA DE LA MICROCUENCA.

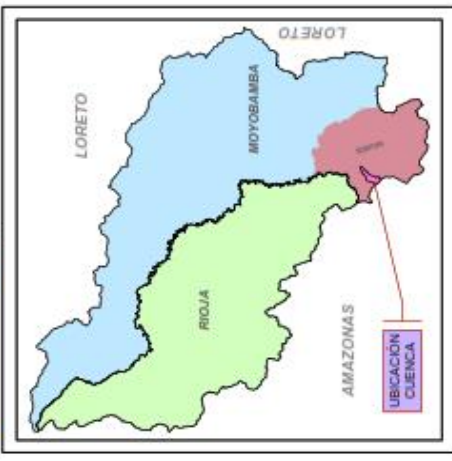
Elaborado por: ROLANDO FERRER GARCÍA VILLALBA
 Director: MSc. ROLANDO GARCÍA LLINÁS
 Asesor: MSc. ROLANDO GARCÍA LLINÁS

Elaborado en: Tarapoto, Moyobamba, Perú, Marzo, 2017.

Fecha: 11/03/2018
 Escala de Trabajo: 1:50,000
 Hoja: 04



FISIOGRAFÍA - MICROCUENCA URCUYACU			
SIMB.	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HAS)	%
5	Montañas altas de laderas Mod. empinada	319.92	30.42
7	Montañas altas de laderas muy empinadas	731.75	69.58
TOTAL ÁREA SIG		1051.67	100.00



LEYENDA

- Centro Poblado
- ▲ Pico / Quebrada
- Cuadro Sotero
- Límite Provincial
- ▭ Microcuencia Urbana

SISTEMA DE PROYECCION

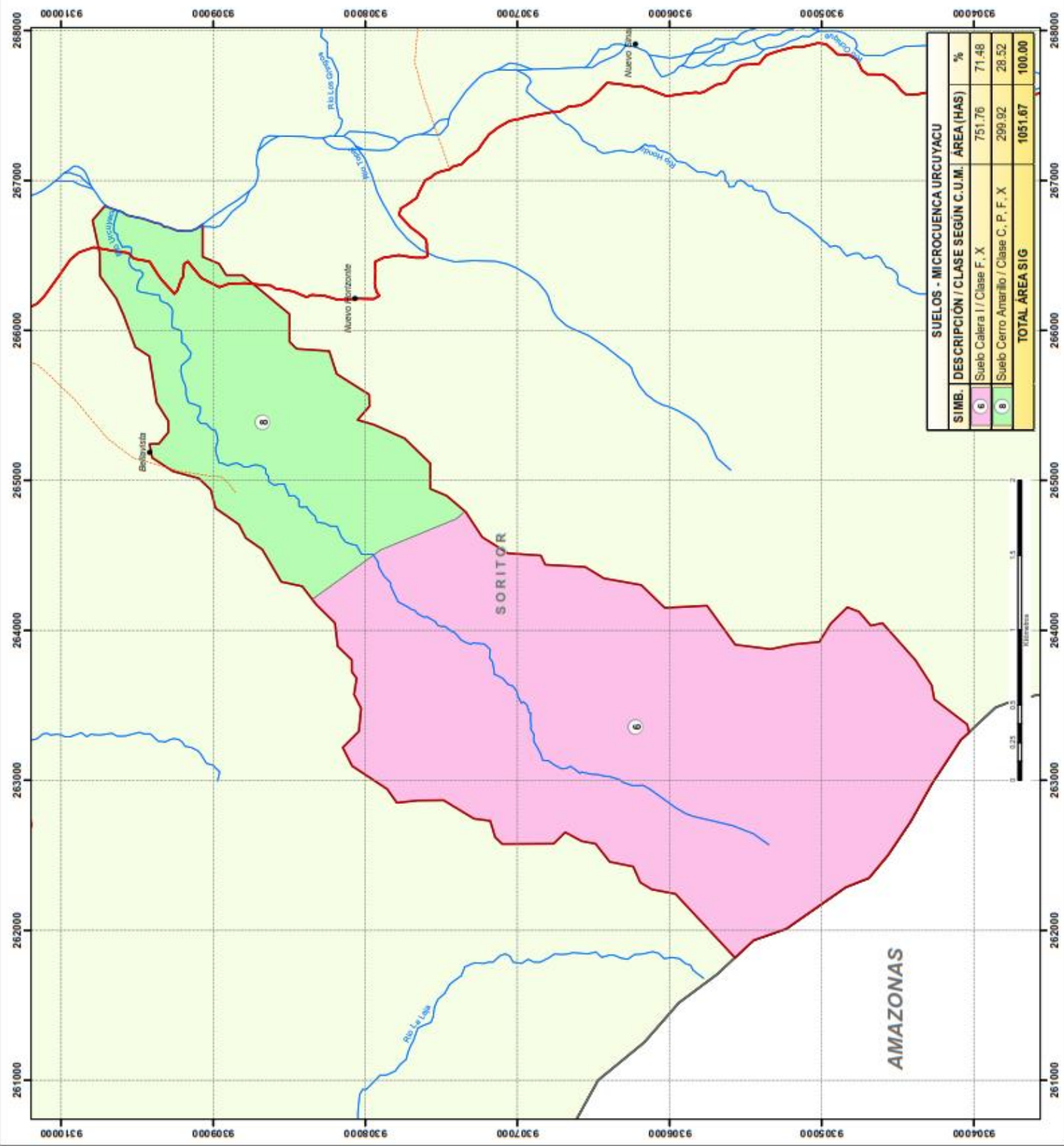
Datum Horizontal : WGS 84
 Datum Vertical : Mar. medio del mar
 Elipsoido : WGS 84
 Proyeccion : UTM
 UTM Zone : 18 Sur
 Intervalo : 6000m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO
 FACULTAD DE ECOLOGIA
 ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL
 DETERMINACION DE LA RESPONSABILIDAD HEDRICA EN EL PUNTO
 DE CAPTACION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
 POTABLE DE LA CIUDAD DE SORITOR, MOYOBAMBA 2015

Título: **MAPA: SUELOS DE LA MICROCUENCA.**

Elaborado por: [Nombre] | Asesor: Ing. M. Sc. RICARDO CARRILLO
 Director: [Nombre] | Profesor: [Nombre] | Asesor: [Nombre]
 Asesor: [Nombre] | Asesor: [Nombre]
 Asesor: [Nombre] | Asesor: [Nombre]

Fecha: 1 - 2015 | Mapa: 05



SUELOS - MICROCUENCA URCUYACU

SIMB.	DESCRIPCION / CLASE SIG	AREA (HAS)	%
6	Suelo Calera I / Clase F, X	751.76	71.48
6	Suelo Cerro Amarillo / Clase C, P, F, X	299.92	28.52
	TOTAL AREA SIG	1051.67	100.00



