

*Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de
la Provincia de Satipo*

Informe temático

Clima

Ing. MSc. Evaristo Rodríguez Vera



Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo

Informe temático: **CLIMA** / Ing. MSc. Evaristo Rodríguez Vera

- © Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente - PROTERRA
Av. José Abelardo Quiñones km 2,5
Teléfonos: (+51) (65) 265515 / 265516 Fax: (+51) (65) 265527
www.iiap.org.pe / poa@iiap.org.pe
Iquitos-Perú, 2010

El presente estudio fue financiado con fondos del Plan de Impacto Rápido de Lucha contra las Drogas - PIR, canalizados por DEVIDA

Cita sugerida:

Rodríguez, E. 2010. Clima, informe temático. Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la Provincia de Satipo, convenio entre el IIAP, DEVIDA y la Municipalidad Provincial de Satipo. Iquitos - Perú

La información contenida en este informe puede ser reproducida total o parcialmente siempre y cuando se mencione la fuente de origen.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| PRESENTACION..... | 5 |
| I. RESUMEN | 7 |
| II. OBJETIVOS | 9 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 10 |
| 3.1. Materiales..... | 10 |
| 3.1.1. Información geográfica..... | 10 |
| 3.1.2. Información del área en estudio | 10 |
| 3.1.3. Información mosaico de imágenes LANSAT-TM5..... | 11 |
| 3.1.4. Información meteorológica | 11 |
| 3.1.5. Control de calidad y consistencia de datos | 12 |
| 3.1.6. Procesamiento de datos..... | 12 |
| 3.1.7. Clasificación climática | 12 |
| 3.1.8. Equipo de gabinete | 12 |
| 3.2. Métodos | 12 |
| 3.2.1. Fase de precampo..... | 14 |
| 3.2.2. Fase de campo..... | 14 |
| 3.2.3. Fase de post-campo | 14 |
| IV. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA | 16 |
| 4.1. Análisis de los elementos meteorológicos | 16 |
| 4.1.1. Precipitación..... | 16 |
| 4.1.2. Temperatura..... | 17 |
| 4.1.3. Humedad relativa | 17 |
| 4.2. Análisis de los elementos hídricos | 18 |
| 4.2.1. Evapotranspiración potencial | 18 |
| 4.2.2. Balance hídrico | 18 |
| 4.3. Análisis de la clasificación climática | 18 |
| 4.3.1. Clasificación climática | 18 |
| 4.3.2. Tipos de climas en estaciones meteorológicas de Satipo | 19 |
| 4.3.3. Tipos de climas en estaciones próximas a Satipo..... | 19 |
| 4.3.4. Tipos de climas en toda el área de la provincia de Satipo..... | 19 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 24 |
| VI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA..... | 27 |
| ANEXOS..... | 28 |
| LISTA DE TABLAS | |
| Tabla N° 1: Relación de estaciones meteorológicas..... | 28 |
| Tabla N° 2: Humedad relativa, temperatura, y precipitación | 29 |

| | |
|---|----|
| Tabla N° 3: Precipitación total mensual y anual | 29 |
| Tabla N° 4: Temperatura media mensual y anual | 30 |
| Tabla N° 5: Evapotranspiración potencial mensual y anual | 30 |
| Tabla N° 6: Balance hídrico anual, tipo de clima y descripción de tipo de clima | 30 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico N° 1: Distribución de precipitación total mensual | 31 |
| Gráfico N° 2: Distribución de temperatura media y extremas mensual | 32 |
| Gráfico N° 3: Distribución de humedad relativa media y extremas mensual | 33 |

LISTA DE MAPAS

| | |
|--|----|
| Mapa N° 1: Isoyetas anuales en la provincia de Satipo | 34 |
| Mapa N° 2: Isotermas anuales en la provincia de Satipo | 35 |
| Mapa N° 3: Excesos y déficit de agua anual en la provincia de Satipo | 36 |
| Mapa N° 4: Tipos de clima en la provincia de Satipo..... | 37 |

PRESENTACIÓN

En la provincia de Satipo, la actividad principal de la población es la agropecuaria y que la mayoría de los cultivos se realizan bajo el sistema de riego por la ocurrencia de lluvias (régimen de secano), esto implica que la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos y variación repentina del clima destruyen los cultivos o reducen sus rendimientos por lo que es necesario conocer las características climatológicas particulares de cada zona o sector, lo que nos permitirá realizar una mejor planificación de las actividades agrícolas y otras, en función a la disponibilidad del agua.

El presente estudio consiste en determinar el clima de la provincia de Satipo, del departamento de Junín, ubicado en la selva central del territorio peruano; y desarrollado siguiendo la metodología y criterios del Sistema de Clasificación de Climas del Dr. Warren Thornthwaite.

La información meteorológica utilizada son los datos de la precipitación media mensual y total anual así como la temperatura del aire media mensual y anual, correspondiente a estaciones meteorológicas dentro el área de la provincia de Satipo y de estaciones ubicadas en áreas externas a la provincia pero que sean próximas, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). También se utilizó como base los estudios realizados por SENAMHI (2008) y los trabajos de campo efectuado en cuatro ejes o rutas principales. Además de ello se ha tenido en cuenta la interpretación de las imágenes de satélite Landsat TM5, a escala de trabajo de 1/250 000.

La finalidad del estudio es para fortalecer las actividades sobre la Zonificación Ecológica Económica (ZEE) de la provincia de Satipo y afianzar el conocimiento del clima para áreas vecinas. Los estudios climatológicos para la región ecuatorial - tropical del país, muestran deficiencias en cuanto a su cobertura espacial y temporal, principalmente para el desarrollo agropecuario o forestal. Esto se debe en gran medida a la falta de información tanto meteorológica como biológica. La estructura del bosque y sus cambios fenológicos están en función del clima y a su vez determina las condiciones microclimáticas; sin embargo, las variaciones de la lluvias abundantes pueden estar más relacionadas con las áreas locales que con la estructura general de la circulación general de la atmósfera.

I. RESUMEN

El presente estudio consiste en determinar el mapa climático para la provincia de Satipo, con la finalidad de identificar y conocer los tipos de clima existentes en las diferentes zonas y apoyar la propuesta de Zonificación Ecológica Económica a nivel mesozonificación. El departamento de Junín geográficamente se encuentra ubicado en el centro del Perú y está conformado por nueve provincias cuyo relieve identifica a tres sectores: andino, selva alta y selva baja. Las provincias de Junín, Tarma, Jauja, Yauli, Chupaca y Huancayo caracterizan al sector andino, las provincias de Chanchamayo y Concepción selva alta y la provincia de Satipo selva baja. La provincia de Satipo, limita por el Norte con la Región Pasco, al Este con la Región Ucayali y la Región Cusco, al Sur con la Región Ayacucho y al Oeste con las provincias de Chanchamayo, Jauja, Concepción y Huancayo. Geográficamente Satipo es la provincia más grande del departamento y presenta el área más baja del departamento, así mismo es el centro de enlace de transporte y comercio entre los pueblos de la sierra central con la zona de Cutivireni y la comunidad nativa de los Asháninkas asentada en la localidad de Cuti. La provincia de Satipo está dividida en ocho distritos: Satipo, Coviriali, Llaylla, Mazamari, Pangoa, Pampa Hermosa, Río Negro y Río Tambo.

La metodología de trabajo consistió en determinar los promedios y valores extremos de la precipitación y temperatura, los mismos que sirvieron para determinar la evapotranspiración potencial, índices de humedad, índices de temperatura y luego identificar las características climáticas; a fin de tener la relación con la naturaleza y la actividad humana. Para ello se han utilizando ecuaciones estadísticas, ecuaciones de Thornthwaite, método de trazado de isolíneas, el Sistema de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota, que permitieron la interpretación visual de las imágenes de satélite. Asimismo, se tomaron como apoyo la información generada en los mapas fisiográficos y las referencias bibliográficas consultadas de instituciones como SENAMHI, IIAP y ONERN; en base a toda esta información recabada se generó el mapa climático preliminar. Con esta información se establecieron cuatro rutas para obtener información de campo, iniciando de la ciudad de Satipo hacia los cuadrantes del: Sur-Este, Nor-Este, Sur-Oeste y Nor-Oeste; en estas rutas se logró identificar diversidad de tipos de clima cada vez que incrementaba de altitud y obtener información por parte de los pobladores acerca de las características climáticas de cada una de las zonas visitadas. Con estos parámetros e información recepcionada se han definido los tipos de clima de la provincia de Satipo. Entre los resultados climatológicos para la provincia se refieren a las isoyetas, isotermas, déficit y exceso de agua y los tipos de clima, los mismos que se mencionan a continuación.

La isoyeta de mayor precipitación, 3 000 mm, se ubica en las partes altas del distrito Río Tambo y zona fronteriza con los departamentos de Ucayali y Cusco, en cambio la isoyeta de menor precipitación, 1 000 mm, se ubica al Norte de la provincia en la zona limítrofe con Pasco y en la parte occidental de la provincia, abarcando los límites con las provincias de la sierra del departamento de Junín.

La isoterma de mayor valor, 26°C, encierra el área de máxima temperatura correspondiente a Puerto Ocopa y las partes bajas de los ríos Ene y Perené y, toda la cuenca baja del río Tambo

hasta salir por el norte del distrito de Río Tambo, hasta Atalaya. Las isotermas de 24 y 22°C abarcan el distrito de Río Tambo así como las partes bajas de los distritos de Pampa Hermosa, L Laylla y Pangoa. La isoterma de 20°C cubre las partes altas de los distritos de Pampa Hermosa, L Laylla y Pangoa. La isoterma de 10°C cubre los límites fronterizos con las provincias de la sierra del departamento de Junín y, los departamentos de Ayacucho y Huancavelica. Estas isotermas, relacionan que la temperatura es mayor a menor altitud y la temperatura es menor cuando menor es la altitud.

El déficit y exceso de agua anual en la provincia de Satipo, indica que existe déficit en el área de Puerto copa y zona de confluencia de los ríos Ene y Perené, inicio de la cuenca del río Tambo y áreas ribereñas de ambos río; el resto de área de la provincia, que es la mayoría, tiene exceso de agua.

Del análisis de información se han identificado nueve tipos de climas para la provincia de Satipo, que de acuerdo a su clasificación por la humedad fueron: muy húmedo, húmedo, moderadamente húmedo y semiseco, y de acuerdo a la temperatura fueron cálido, semicálido, templado frío, semifrío y frío.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo principal

El presente estudio tiene como objetivo principal determinar el clima de la provincia de Satipo, del departamento de Junín como región amazónica del territorio peruano, haciendo énfasis en su caracterización termo-pluviométrica, con la finalidad de conocer e identificar los tipos de clima existentes.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Determinar la variación de la precipitación
- 2.2.2. Determinar la variación de la temperatura
- 2.2.3. Determinar la variación de la humedad relativa
- 2.2.4. Determinar la evapotranspiración potencial
- 2.2.5. Determinar el balance hídrico
- 2.2.6. Determinar los tipos de clima

Los resultados obtenidos permitirán realizar la zonificación climática y que permitan recomendar la adopción de criterios tendientes a obtener el máximo aprovechamiento de las actividades agropecuarias y forestales dentro del proceso de la Zonificación Ecológica Económica - ZEE de la provincia de Satipo; así como, evaluar las condiciones de excesos y déficit de agua y de temperaturas extremas que podrían disminuir las cuantiosas pérdidas productivas a causa de efectos adversos y anomalías del clima.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Información geográfica

El área de estudio corresponde a la provincia de Satipo, del departamento de Junín, de la cuenca hidrográfica de los ríos Ene y Perené formadores del río Tambo, afluente del río Ucayali y este a su vez del río Amazonas, dentro del territorio peruano. Está localizada entre las coordenadas UTM: 500000 - 680000 metros y 8630000 - 8810000 metros (73°30' y 75°00' de Longitud Oeste y 10°40' y 12°20' de Latitud Sur). El sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (Universal Transverse Mercator, UTM) es un sistema basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Coordenadas_Universa, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

3.1.2. Información del área de estudio

El departamento de Junín es una circunscripción regional del Perú ubicado en la parte central del país. Abarca territorios de sierra y de selva amazónica de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. Limita con los departamentos de Pasco, Ucayali, Cusco, Ayacucho, Huancavelica y Lima (http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Junín). Dentro del Departamento de Junín existen nueve provincias y su relieve comprende tres sectores (andino, selva alta y selva baja), las provincias de Junín, Tarma, Jauja, Yauli, Chupaca y Huancayo caracterizan al sector andino, las provincias de Chanchamayo y Concepción selva alta y la provincia de Satipo selva baja.

La provincia de Satipo que es una de las nueve provincias que conforman el Departamento de Junín perteneciente a la Región Junín; limita por el Norte con la Región Pasco, al Este con la Región Ucayali y la Región Cusco, al Sur con la Región Ayacucho y al Oeste con las provincias de Chanchamayo, Jauja, Concepción y Huancayo. Geográficamente es la provincia más grande del departamento y presenta el área más baja del departamento, así mismo es el centro de enlace del transporte y comercio entre los pueblos de la sierra central con la región de Cutivireni y la comunidad nativa de los Asháninkas asentada en la localidad de Cuti. La capital de la provincia de Satipo, del mismo nombre está enclavada en el corazón de la Selva Central de la Región Junín, a una altitud de 632 m.s.n.m. con una superficie de 732,02 km² de clima cálido y acogedor durante todo el año. Es una típica ciudad selvática con distintos tipos de tradiciones y costumbres debido a su constitución cosmopolita, en cuyo centro urbano está rodeado de verde vegetación. La provincia de Satipo está dividida en ocho distritos: Satipo, Coviriali, Llaylla, Mazamari, Pangoa, Pampa Hermosa, Río Negro y Río Tambo.

El tiempo y clima del departamento de Junín, perteneciente a la región tropical, están influenciados por dos grandes sistemas de circulación general de la atmósfera; uno es, la zona de convergencia intertropical (ZCIT) ubicada entre 10°N y 10°S de latitud Norte y Sur durante la estación de Verano, a consecuencia de los vientos Alisios, y por la zona de convergencia del

Océano Atlántico Sur, ubicada al Sur de Brasil y Norte de Uruguay, Paraguay y Bolivia, durante las estaciones de Otoño e Invierno (Barry - 1972) . La temperatura máxima fluctúan de 25 a 30°C y la mínima entre 15 y 20°C. Las lluvias son copiosas y frecuentes durante los meses de diciembre a marzo (estación de Verano), y ocurren generalmente horas después del medio día llegando a superar los 2 000 mm al año. La humedad relativa es alta debido a la alta evaporación de los suelos y transpiración de la vegetación a consecuencia de la alta temperatura, así como por la presencia de nubes bajas, nieblas y neblinas a consecuencia de la condensación y saturación (SENAMHI-2008). La zona de selva, provincias de Chanchamayo y Satipo, tiene clima tropical, cálido y húmedo con lluvias intensas de noviembre a marzo y temperaturas que superan los 25°C. (http://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Junín).

La clasificación climática, según el Mapa Climático del Perú elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI-2000) siguiendo las pautas del método de Thornthwaite, ha identificado hasta tres tipos de clima en la selva baja peruana, cuyas codificaciones son: BrA'H4, ArB'2H3 y ArB'1H4, en ellos se tienen regímenes pluviométricos que varían de semi- húmedo a muy lluvioso y con un régimen térmico, generalmente, cálido.

La clasificación climática, según la guía climática turística del SENAMHI (2008) para el departamento de Junín, presenta una diversidad de climas ya que tiene región andina y amazónica; estos climas incluyen desde las gélidas punas y glaciares hasta las cálidas junglas de la amazonía, de bosques densos, húmedos y cubiertos de nieblas. Según la clasificación de Thornthwaite, determinó los siguientes tipos de climas: clima del tipo lluvioso, semifrío (Huancayo, Jauja y Junín), clima del tipo lluvioso, frío (Yauli, Chupaca y Tarma), clima del tipo muy lluvioso, templado (zonas altas de La Merced y Satipo), clima del tipo muy lluvioso, cálido y semicálido (Selva alta de La Merced y Satipo).

3.1.3. Información Mosaico de imágenes LANSAT-TM5

El mosaico de imágenes satelitales, obtenida del satélite LANSAT-TM5 (infrarrojo medio) proporciona información referente al contenido de humedad de la vegetación y del suelo; también sirve para discriminar entre nieve y nubes. El satélite Landsat –TM5 fue puesto en órbita el 1° de marzo de 1984 portando el sensor TM (Mapeador Temático) que opera en siete bandas espectrales diferentes. Estas bandas fueron elegidas especialmente para el monitoreo de vegetación a excepción de la banda 7 que se agregó para aplicaciones geológicas. Los satélites Landsat, de mediana resolución, han tomado fotografías satelitales de los continentes y áreas costeras circundantes de la tierra por mas de tres décadas, permitiendo el estudio de muchos aspectos de nuestro planeta y la evaluación de los cambios dinámicos causados por procesos naturales y actividades antrópicas. La escala del mosaico, para el presente trabajo, fue de 1/400 000 correspondiente a las imágenes y fechas de seis escenas que se indica a continuación:

- a. Imagen 005-068 de fecha 26/07/1986
- b. Imagen 005-069 de fecha 26/07/1986
- c. Imagen 006-065 de fecha 05/08/1993
- d. Imagen 005-068 de fecha 09/06/2007
- e. Imagen 005-069 de fecha 04/07/2007
- f. Imagen 006-068 de fecha 05/06/2007.

3.1.4. Información Meteorológica

La información meteorológica utilizada en el presente estudio proviene, de las estaciones meteorológicas ubicadas en la provincia de Satipo y de estaciones próximas ubicadas en los departamentos limítrofes, importante para realizar las extrapolaciones y mejorar las interpolaciones de las variables climáticas, así como de estudios anteriores como el de la guía climática turística realizada por el SENAMHI (2008). En el Tabla N° 1, se presenta la relación de estaciones meteorológicas (SENAMHI-2000) en el que se identifica su ubicación geográfica (latitud, longitud y altitud), su ubicación política, período de registro y la categoría ó tipo de estación.

Las estaciones meteorológicas que proporcionaron los datos para el estudio fueron en un total de quince (15), de las cuales trece pertenecen al departamento de Junín, una a Cerro de Pasco y otra a Ayacucho. Estas estaciones meteorológicas distribuidas en orden de menor a mayor altitud son las siguientes: una estación (01), Puerto Ocopa, que pertenece a la selva baja (menor a 500 m.s.n.m.); nueve estaciones (09), Pichanaqui, Ricran, Satipo, Mazamari, San Ramón, Oventeni, Pampa Whaley, Machente y San Eloy de Singayac representativas a la selva alta (entre 546 y 1 500 m.s.n.m.); cinco estaciones (05), La Granja, Andamarca, Runatullo, Toldopampa y Comas, ubicadas entre 2 068 y 3 640 m.s.n.m. correspondiente a la región andina. De las quince estaciones solamente cinco están dentro de los límites de la provincia de Satipo y las otras estaciones son vecinas y servirán para ampliar la información como referencial (Tabla N° 1).

En esta Zona, la información meteorológica es irregular en cuanto a la ubicación y período de registro, de tal forma que en algunas áreas no existen estaciones y otras estaciones presentan pocos años de información. Las estaciones que pertenecen a la provincia de Satipo de menor a mayor altitud entre 305 y 3 600 m.s.n.m. son cinco: Puerto Ocopa a 305 m.s.n.m. con cuarenticuatro años de registro de 1963 a 2007, Satipo a 660 m.s.n.m. con cuarentitres años desde 1964 hasta 2007, Mazamari a 750 m.s.n.m. con trece años de información desde 1968 a 1981, Oventeni a 950 m.s.n.m. y Toldopampa a 3 600 m.s.n.m. únicamente con dos años de información de 1956 a 1958 (Tabla N° 1).

Tabla N° 1. Relación de estaciones meteorológicas de la provincia de Satipo y áreas aledañas

| Estaciones Meteorológicas | Tipo | Propietario | Coordenadas Geográficas | | | Altitud m.s.n.m. | Ubicación política | | | Periodo |
|---------------------------|------|-------------|-------------------------|----------------|--------------|------------------|--------------------|---------------|-------------|---------|
| | | | Latitud sur | Longitud Oeste | Departamento | | Provincia | Distrito | | |
| 1. Comas | CO | SENAMHI | 11° 44' | 75° 07' | 3 640 | Junín | Concepción | Comas | 1995 - 2008 | |
| 2. Toldopampa | PLU | SENAMHI | 11° 32' | 74° 48' | 3 600 | Junín | Satipo | Pampa Hermosa | 1963 – 1964 | |
| 3. Runatullo | PLU | SENAMHI | 11° 35' | 75° 03' | 3 186 | Junín | Concepción | Comas | 1981 - 2008 | |
| 4. Andamarca | PLU | SENAMHI | 11° 43' | 74° 50' | 2 560 | Junín | Concepción | Andamarca | 1978 - 1990 | |
| 5. La Granja | PLU | SENAMHI | 10° 43' | 75° 13' | 2 068 | Pasco | Oxapampa | Villa Rica | 1963 - 1982 | |
| 6. San Eloy de Singayac | PLU | SENAMHI | 11° 15' | 75° 17' | 1 500 | Junín | Chanchamayo | Vitoc | 1963 - 1982 | |
| 7. Machente | PLU | SENAMHI | 12° 32' | 73° 50' | 1 250 | Ayacucho | Huanta | Sivia | 1965 - 1982 | |
| 8. Pampa Whaley | CO | SENAMHI | 10° 54' | 75° 15' | 960 | Junín | Chanchamayo | Chanchamayo | 1963 - 1980 | |
| 9. Oventeni | CO | SENAMHI | 11° 04' | 74° 16' | 950 | Junín | Satipo | Rio Tambo | 1963 – 1964 | |

| Estaciones Meteorológicas | Tipo | Propietario | Coordenadas Geográficas | | Altitud m.s.n.m. | Ubicación política | | | Periodo |
|---------------------------|------|-------------|-------------------------|----------------|------------------|--------------------|-------------|------------|-------------|
| | | | Latitud sur | Longitud Oeste | | Departamento | Provincia | Distrito | |
| 10. San Ramón | CO | SENAMHI | 11° 07' | 75° 20' | 800 | Junín | Concepción | San Ramón | 1970 - 1998 |
| 11. Mazamari | CO | SENAMHI | 11° 15' | 74° 31' | 750 | Junín | Satipo | Mazamari | 1968 - 1981 |
| 12. Satipo | CO | SENAMHI | 11° 13' | 74° 37' | 660 | Junín | Satipo | Satipo | 1980 - 2008 |
| 13. Ricran | PLU | SENAMHI | 11° 32' | 75° 31' | 600 | Junín | Jauja | Ricran | 1985 - 2008 |
| 14. Pichanaqui | CO | SENAMHI | 10° 57' | 74° 49' | 546 | Junín | Chanchamayo | Pichanaqui | 1995 - 2008 |
| 15. Puerto Ocopa | CO | SENAMHI | 11° 08' | 74° 15' | 305 | Junín | Satipo | Río Tambo | 1996 - 2008 |

LEYENDA

| | |
|-----------|--|
| CO : | Estación Climatológica Ordinaria |
| PLU : | Estación Pluviométrica |
| SENAMHI : | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología |

3.1.5. Control de calidad y consistencia de datos

La información meteorológica recopilada fue procedente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), a través de la dirección general de información y estadística, la misma que fue considerada de calidad y de consistencia aceptable.

3.1.6. Procesamiento de los datos

Los datos de series de tiempo de las variables de temperatura del aire, humedad relativa y precipitación, se procedieron a efectuar el cálculo de sus valores promedios, máximos, mínimos, totales mensuales y totales anuales correspondientes a cada una de las estaciones meteorológicas de la provincia de Satipo y de estaciones próximas.

La media aritmética ó promedio, se define como la suma de todos los valores observados, dividido por el número total de observaciones (MURRAY-1991).

$$\text{Media Aritmética} = \frac{\text{Suma de todos los valores observados}}{\text{Número total de observaciones}}$$

Cuando los valores representan una población la ecuación se define como:

$$\bar{\mu} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

La evapotranspiración potencial mensual (ETP) para una estación meteorológica, en milímetros (mm), se determina mediante la ecuación propuesta por Thornthwaite y que es la siguiente:

$$\text{ETP} = 16(10T/I)^a$$

Donde: I = índice de calor anual = a la suma de los 12 valores del índice de calor mensual (i).

Donde: $i=(T/5)^{1,514}$.

Donde: T = temperatura media mensual en °C.

Donde: a = función del índice de calor anual (I), que simplificada equivale a $0,016I+0,5$.

Asimismo, la variación de la reserva (VR), puede ser positiva hasta los 100 mm (máximo) y negativa hasta los -100 mm (mínimo).

También la reserva (R), se utiliza la ecuación siguiente: $R= (P-ETP)+R_0$. Se considera que un suelo puede almacenar como máximo 100 mm de altura de agua y como mínimo cero.

Por otro lado la evapotranspiración actual (ETA), se utiliza la ecuación siguiente: $ETA= R_0+P$. (donde P = precipitación). Como máximo la ETA puede ser igual a la ETP.

Para determinar el déficit, falta de agua (F), se utiliza la ecuación siguiente: $F= ETP- ETA$.

Para determinar el exceso de agua (EX), se utiliza la ecuación siguiente: $EX= P-(ETA+VR)$.

Para determinar los tipos de clima se utilizará los índices propuestos por Thornthwaite, y que son los siguientes:

1. **Índice de Humedad (Ih) en %:** Se obtiene a partir de la fórmula:

$$Ih = \frac{100Sa}{Epa}$$

Donde: Sa = Exceso anual de agua en mm.

Epa = Evapotranspiración anual en mm.

2. **Índice de Aridez (Ia) en %:** Para obtener este valor se emplea la siguiente fórmula:

$$Ia = \frac{100 da}{Epa}$$

Donde: da = Déficit anual de agua en mm.

3. **Índice Pluvial o Hídrico (Im) en %:** Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores en la siguiente ecuación:

$$Im = \frac{100Sa - 60 da}{Epa}$$

Resulta que Im, se obtiene de la manera siguiente: $Im = Ih - 0,6 Ia$

Nota. Se da menor peso al "Ia" debido a que el valor de dicho índice, tiene una influencia menor en la sequedad, puesto que en ocasiones existe una falta de agua de lluvia, pero sin embargo, la planta sigue viviendo merced a que la humedad del suelo, no ha llegado al valor de su índice de marchites.

4. **Concentración Térmica en Verano (S) en %:** Se aplica la fórmula siguiente:

$$S = \frac{100 * EPn}{Epa}$$

Donde: EPn = Suma de los “EP” de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

5. **Fórmula del clima:** Con los valores de los índices anteriores se procede a determinar la fórmula del clima, para lo cual cada uno de los índices definidos, se divide en grupos, a los que el autor (Thorntwaite), denomina provincias, a saber:

a. Provincias de Humedad

Los límites de separación entre los tipos hídricos están determinados por los valores del índice hídrico ó pluvial (Im) y se designan con las letras mayúsculas sin acentuar (Tabla a):

TABLA a. Índice hídrico ó pluvial (Im) en porcentaje y tipo de clima

| Tipo hídrico | Índice pluvial (Im) (%) | Descripción de clima |
|--------------|-------------------------|----------------------|
| A | > a 100 | Súper húmedo |
| B4 | 80 a 100 | Muy húmedo |
| B3 | 60 a 80 | Húmedo |
| B2 | 40 a 60 | Mod. Húmedo |
| B1 | 20 a 40 | Lig. Húmedo |
| C2 | 0 a 20 | Semi-húmedo |
| C1 | -20 a 0 | Semi-seco |
| D | -40 a -20 | Seco |
| E | -60 a -40 | Árido |

Estas provincias de humedad se subdividen atendiendo el régimen pluviométrico anual, mediante la determinación de la falta o exceso de agua (Tabla b) .

TABLA b. Índice de aridez (Ia) en porcentaje y clima húmedo.

| Sub-tipo de humedad | Índice de aridez (Ia) (%) | Descripción de clima húmedo (por falta de agua) |
|---------------------|---------------------------|---|
| R | 0 a 16,7 | Déficit pequeño o ninguno |
| s | 16,7 a 33,3 | Déficit moderado en verano |
| W | 16,7 a 33,3 | Déficit moderado en invierno |
| s2 | > 33,3 | Déficit grande en verano |
| s2 | > 33,3 | Déficit grande en invierno |

Los subtipos de humedad se designan por letras minúsculas sin acentuar y su significado es el siguiente (Tabla c):

TABLA c. Índice de humedad (Ih) en porcentaje y clima seco.

| Sub-tipo de sequedad | Índice de humedad (Ih) (%) | Descripción de clima seco (por exceso de agua) |
|----------------------|----------------------------|--|
| D | 0 a 100 | Poco o ningún exceso |
| S | 10 a 20 | Exceso moderado en verano |
| W | 10 a 20 | Exceso moderado en invierno |
| s2 | > a 20 | Exceso grande en verano |
| w2 | > a 20 | Exceso grande en invierno |

b. Provincias Térmicas

Como parámetro para la clasificación térmica se usa la evapotranspiración potencial, que no es un índice hidrológico sino una función de la temperatura media mensual del aire. Los límites entre los tipos térmicos se designan con letras mayúsculas acentuadas, y son:

TABLA d. Evapotranspiración anual (Epa) en milímetros y tipo de clima

| Tipo térmico | Evapotranspiración potencial (Epa) (%) | Descripción de clima |
|--------------|--|----------------------|
| A' | > a 114 | Cálido |
| B'4 | 99,7 a 114 | Semicálido |
| B'3 | 85,5 a 99,7 | Templado cálido |
| B'2 | 71,2 a 85,5 | Templado frío |
| B'1 | 57,0 a 71,2 | Semi frío |
| C'2 | 42,7 a 57,0 | Frío moderado |
| C'1 | 28,5 a 42,7 | Frío acentuado |
| D' | 14,2 a 28,5 | De tundra |
| E' | < 14,2 | Helado |

Estos tipos climáticos se subdividen en subtipos teniendo en cuenta el régimen térmico anual, según el porcentaje (%) de concentración de calor anual, dentro del periodo de verano.

Estos subtipos térmicos se especifican por medio de letras minúsculas acentuadas y su significado es el siguiente:

TABLA 5. Índice térmico y concentración térmica en Verano (S) en porcentaje

| Subtipo térmico | Concentración estival (base % ETP del verano) |
|-----------------|--|
| a' | < 48,0 |
| b'4 | 48,0 a 51,9 |
| b'3 | 51,9 a 56,3 |
| b'2 | 56,3 a 61,6 |
| b'1 | 61,6 a 68,0 |
| c'2 | 68,0 a 76,3 |
| c'1 | 76,3 a 88,0 |
| d' | > 88,0 |

Las letras agrupadas en el orden en que se obtienen, dan lugar a las fórmulas climáticas, que en definitiva nos indican las características de los tipos climáticos.

3.1.7. *Clasificación climática*

El estudio del clima para la provincia de Satipo ha sido desarrollado bajo los criterios del Sistema de Clasificación de Climas del Dr. Warren Thornthwaite, el cual está inspirado en las necesidades hidrológicas y agrícolas, antes que en consideraciones puramente climatológicas y es la más utilizada con respecto a otros sistemas de clasificación climática difundidos.

El sistema de clasificación climática de Thornthwaite, establece dos clasificaciones del clima: una en función de la humedad, y otra en función de la eficacia térmica y, se basa en dos conceptos, a la evapotranspiración potencial y el balance de vapor de agua. La evapotranspiración potencial (ETP) se determina a partir de la temperatura media mensual, corregida según la latitud de la estación meteorológica y la duración del día; el exceso ó déficit de agua se calcula a partir de la precipitación y la ETP; para determinar los tipos de climas requiere los índices de aridez, índice de humedad, índice hídrico y la ETP.

3.1.8. *Equipo de gabinete*

El equipo de gabinete y materiales utilizados fue el necesario para realizar el procesamiento de la información meteorológica, aplicación de las fórmulas, redacción e impresión del informe correspondiente.

3.2. *Métodos*

El estudio fue realizado en tres fases sucesivas: preliminar de gabinete, de campo y final de gabinete, las cuales se describen brevemente a continuación:

3.2.1 Fase de precampo

En la primera fase de precampo, se realizó las labores de recopilación, análisis y evaluación de la información meteorológica existente, y se consultó los estudios climáticos realizados para la región y otros. También en esta etapa se da inicio al trabajo con la incorporación de la información obtenida en la imagen de satélite del área en estudio, facilitada por el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con el propósito de conseguir un material cartográfico, que además de la cobertura boscosa, contenga el relieve, las curvas a nivel, la simbología de estaciones meteorológicas y, en lo posible, con la toponimia de los principales poblados y ríos, necesario para tener el mapa base preliminar a escala: 1/250 000 (INEI-2002).

La ONERN (1980), entre los estudios realizados tiene sobre el Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de las diversas zonas de la selva realizados por donde hace referencia también de las características climatológicas de algunos sectores de la selva peruana tanto para la región norte, centro y sur; encontrando que la mayor diferencia de temperatura media mensual del aire es de 2,0°C, siendo más caluroso en primavera (de 26 a 28°C, selva norte y central y de 24 a 26°C, selva sur) y más frío en los meses de invierno. También determinaron la presencia de diversidad de climas, caracterizado en su mayoría por las zonas lluviosas y cálidas y, diferentes tipos de clima.

El SENAMHI (2000), publicó mapas climáticos departamentales del Perú a la escala 1:350 000 con su respectiva memoria explicativa, encontrando diversidad de climas y codificados de acuerdo a la clasificación climática del Dr. Warren Thornthwaite. El SENAMHI (2008), también publicó la Guía Climática Turística para los veinticuatro departamentos del Perú identificando su geografía, clima y tipos de climas de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite, con su respectiva codificación, caracterizada desde las zonas más gélidas y glaciares hasta las zonas más lluviosa y cálidas.

El IIAP (2006), ha realizado el estudio climático de la selva baja peruana para las regiones norte, centro y sur, encontrando diversidad de características climáticas y diferentes tipos de clima codificados siguiendo la metodología del Dr. Warren Thornthwaite. El IIAP (2007), ha realizado el estudio climático de la provincia de Tocache del departamento de San Martín, donde identifica cinco tipos de climas de acuerdo a la clasificación de Thornthwaite.

3.2.2. Fase de campo

La segunda fase, identificada como trabajo de campo, se hizo mediante el reconocimiento del área en estudio con el propósito de identificar las estaciones meteorológicas que proporcionarían la información de las variables meteorológicas de la provincia de Satipo y áreas próximas. Así, mismo se obtuvo información del relieve y la vegetación de la zona para relacionar posteriormente con la zonificación climática de la región. También se hizo entrevista a los pobladores de las diferentes zonas visitadas con la finalidad de obtener información sobre el estado del clima de años anteriores. Para esta fase de trabajo se utilizó el mapa hidrográfico y centros poblados de la provincia de Satipo departamento de Junín a escala: 1/250 000 (INEI-2002) teniendo en consideración la representatividad del área de estudio. El trabajo se realizó en cuatro rutas, las mismas que se llevaron a cabo por vía terrestre y fluvial utilizando movilidad particular; estas rutas en orden cronológico se detallan a continuación:

- Primera ruta, desde Satipo capital hacia el Sur-Este, pasando por Mazamari, San Martín de Pangoa y llegando hasta Bincavene. En el recorrido, se observó que existe una estación meteorológica ubicada en Mazamari administrada durante los últimos cinco años por CORPAC S.A. y años anteriores por SENAMHI; la fisiografía de suelo presenta relieve con ligera pendiente ascendente (pendiente positiva), con vegetación que se va incrementando hasta llegar al último punto con vegetación muy tupida, donde se lleva a cabo la explotación de la madera. De las entrevistas a los pobladores manifestaron que las lluvias más fuertes ocurren entre los meses de diciembre a marzo y la máxima temperatura entre los meses de setiembre y octubre. El tiempo fue bueno todo el día.

- Segunda ruta, desde Satipo capital hacia el Nor-Este pasando Mazamari, Puerto Ocopa, Puerto Prado y llegando a recorrer algunos kilómetros aguas abajo del río Tambo. Se observó que existe una estación meteorológica ubicada en Puerto Ocopa administrada por SENAMHI, el suelo presenta relieve con ligera pendiente descendente (pendiente negativa) y la vegetación de poca densidad que identifica la formación de una isla de calor a consecuencia del incremento de diferentes materiales de construcción que incrementan la acumulación de energía y por lo tanto el incremento de temperatura; acentuándose aún más entre las zonas próximas de Puerto Ocopa, confluencia de los ríos Ene y Perené, Puerto Prado, hasta los primeros kilómetros del río Tambo. De las entrevistas a los pobladores manifestaron que las lluvias más fuertes ocurren entre los meses de enero a marzo y la máxima temperatura entre los meses de octubre y noviembre. El tiempo por la tarde desmejoró, por la presencia de lluvias fuertes y aisladas lo que generó las limitaciones para continuar las actividades y observaciones.

- Tercera ruta, desde Satipo capital hacia el Sur-Oeste pasando por Mariposa, Pampa Hermosa, Calabaza llegando hasta Toldopampa y Laguna Tuctuca zona limítrofe con la provincia de Concepción y más alta de la provincia de Satipo. En el recorrido no se observó ninguna estación meteorológica, el suelo presenta relieve con incremento sucesivo de pendiente positiva haciéndose abrupta con presencia de cataratas, la vegetación es densa hasta antes de llegar a Calabaza, luego disminuye la densidad y se presenta otro tipo de vegetación hasta observar vegetación silvestre como carrizales e ichu, también se observó cultivos de pan llevar como la papa. De las entrevistas a los pobladores manifestaron que las lluvias más fuertes ocurrían entre los meses de enero a marzo y las temperaturas más bajas son entre los meses de junio y agosto. El tiempo por la tarde desmejoró, por la presencia de lluvias moderadas y persistentes lo que generó las limitaciones para continuar las actividades y observaciones.

- Cuarta ruta, desde Satipo capital hacia el Nor- Oeste pasando por Río Negro hasta Pichanaqui. El suelo presenta relieve con pendiente positiva y luego se va incrementado rumbo hacia Pichanaqui, la vegetación es de baja densidad y lo que más se observa son los cultivos de pan llevar, entre otros plátanos, naranjos, piña, indicando la deforestación excesiva, al llegar a Pichanaqui se observó una estación meteorológica. De las entrevistas a los pobladores manifestaron que las lluvias más fuertes ocurrían entre los meses de diciembre a marzo y la máxima temperatura entre los meses de setiembre y noviembre. El tiempo fue bueno todo el día.

3.2.3. Fase de post- campo

En la tercera fase de post-campo, se realizó la concentración de los datos meteorológicos, información recopilada de la bibliografía consultada y de las entrevistas realizadas a los pobladores de las diferentes zonas. Los datos meteorológicos de humedad relativa y temperatura se realizaron los procesamientos estadísticos para determinar los valores promedios anuales, así como los totales anuales para la precipitación, mediante la ecuación de media aritmética. Los valores promedios mensual y anual de la precipitación se presenta en la Tabla N° 2.

Tabla N° 2. Humedad relativa, temperatura y precipitación.

| Variables y Estaciones meteorológicas | Periodo Años | Altitud m.s.n.m. | Temperatura Promedio Anual (°C) | Humedad Relativa Promedio Anual (%) | Precipitación Total Anual (mm) |
|---------------------------------------|--------------|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Comas | 1995 - 2008 | 3 640 | 10,1 | 77 | 909,5 |
| Toldopampa | 1963 - 1964 | 3 600 | -- | -- | 975,0 |
| Runatullo | 1981 - 2008 | 3 186 | -- | -- | 998,4 |
| Andamarca | 1978 - 1990 | 2 560 | -- | -- | 1 286,8 |
| La Granja | 1963 - 1982 | 2 068 | -- | -- | 1 371,1 |
| San Eloy de Singayac | 1963 - 1982 | 1 500 | -- | -- | 2 244,2 |
| Machente | 1965 - 1982 | 1 250 | -- | -- | 2 370,8 |
| Pampa Whaley | 1963 - 1980 | 960 | 23,2 | 79 | 1 408,8 |
| Oventeni | 1963 - 1964 | 950 | -- | -- | 1 945,7 |
| San Ramón | 1970 - 1998 | 800 | 23,8 | 76 | 2 071,6 |
| Mazamari | 1968 - 1981 | 750 | 24,2 | 80 | 1 547,2 |
| Satipo | 1980 - 2008 | 660 | 24,9 | 69 | 2 324,8 |
| Ricran | 1985 - 2008 | 600 | -- | -- | 704,2 |
| Pichanaqui | 1995 - 2008 | 546 | 25,7 | 78 | 1 614,6 |
| Puerto Ocopa | 1996 - 2008 | 305 | 26,5 | 73 | 1 065,2 |

Los datos meteorológicos de precipitación, se realizaron los procesamientos estadísticos para determinar los valores promedios mensuales, así como los totales anuales, mediante la ecuación de media aritmética. Los valores promedios mensual y anual de la precipitación total anual se presenta en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3. Precipitación total mensual y anual (mm).

| Meses y Estaciones | ALT. m.s.n.m | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
|----------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| COMAS | 3 640 | 129,5 | 134,3 | 142,9 | 57,4 | 24,5 | 14,6 | 20,4 | 30,9 | 55,6 | 97,9 | 84,8 | 116,8 | 909,5 |
| RUNATULLO | 3 186 | 149,5 | 144,1 | 159,0 | 61,2 | 25,5 | 18,6 | 21,8 | 25,6 | 61,5 | 114,3 | 94,2 | 123,0 | 998,4 |
| ANDAMARCA | 2 560 | 185,5 | 200,2 | 198,5 | 102,3 | 57,3 | 29,9 | 23,4 | 18,8 | 71,4 | 108,5 | 130,5 | 160,4 | 1 286,8 |
| LA GRANJA | 2 068 | 215,1 | 223,5 | 183,9 | 93,6 | 72,8 | 36,8 | 49,7 | 37,8 | 91,5 | 82,9 | 95,9 | 187,6 | 1 371,1 |
| SAN ELOY DE SINGAYAC | 1 500 | 280,0 | 263,6 | 272,2 | 237,6 | 129,8 | 98,2 | 94,2 | 98,0 | 151,3 | 205,2 | 187,5 | 226,7 | 2 244,2 |
| MACHENTE | 1 250 | 364,7 | 345,5 | 342,5 | 185,4 | 91,9 | 41,2 | 47,2 | 126,3 | 159,5 | 199,8 | 207,0 | 259,8 | 2 370,8 |
| PAMPA WHALEY | 960 | 210,0 | 173,7 | 202,3 | 116,4 | 84,5 | 43,3 | 55,2 | 55,0 | 74,5 | 102,9 | 118,2 | 172,8 | 1 408,8 |
| SAN RAMON | 800 | 243,4 | 252,0 | 252,9 | 252,7 | 120,1 | 93,0 | 76,7 | 100,0 | 102,0 | 188,3 | 157,4 | 233,0 | 2 071,6 |

| Meses y Estaciones | ALT. m.s.n.m | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| MAZAMARI | 750 | 221,1 | 171,3 | 200,2 | 119,0 | 76,7 | 34,5 | 28,6 | 70,7 | 118,3 | 102,5 | 158,9 | 245,4 | 1 547,2 |
| SATIPO | 660 | 383,3 | 305,5 | 300,0 | 170,8 | 104,8 | 93,4 | 67,7 | 128,2 | 133,4 | 216,2 | 179,3 | 242,1 | 2 324,8 |
| RICRAN | 600 | 98,0 | 105,5 | 109,5 | 59,9 | 26,2 | 12,3 | 9,6 | 13,4 | 30,2 | 72,2 | 66,6 | 101,0 | 704,2 |
| PICHANAKI | 546 | 254,6 | 235,9 | 227,5 | 103,9 | 58,7 | 25,8 | 36,3 | 45,1 | 65,1 | 126,3 | 159,7 | 275,8 | 1 614,6 |
| PUERTO OCOPA | 305 | 189,8 | 175,7 | 122,5 | 52,2 | 30,5 | 18,5 | 27,1 | 32,0 | 62,1 | 92,1 | 89,9 | 173,0 | 1 065,2 |

Los datos meteorológicos de temperatura, se realizaron los procesamientos estadísticos para determinar los valores promedios mensuales, así como los totales anuales, mediante la ecuación de media aritmética. Los valores promedios mensual y anual de la temperatura se presenta en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4. Temperatura media mensual y anual (°C).

| Meses y Estaciones | ALT. | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Prom. |
|--------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| COMAS | 3 640 | 10,4 | 10,4 | 10,3 | 10,4 | 10,2 | 9,7 | 9,2 | 9,5 | 9,9 | 10,2 | 10,4 | 10,4 | 10,1 |
| PAMPA WHALEY | 960 | 23,6 | 23,5 | 23,6 | 23,4 | 22,7 | 22,0 | 21,8 | 22,6 | 23,4 | 23,9 | 23,7 | 23,6 | 23,2 |
| SAN RAMON | 800 | 24,3 | 24,1 | 24,1 | 23,9 | 23,5 | 22,7 | 22,5 | 23,4 | 24,1 | 24,4 | 24,6 | 24,5 | 23,8 |
| MAZAMARI | 750 | 24,2 | 24,1 | 24,5 | 24,5 | 24,2 | 23,6 | 23,2 | 23,7 | 24,2 | 24,9 | 24,8 | 24,2 | 24,2 |
| SATIPO | 660 | 25,0 | 25,1 | 25,3 | 25,4 | 24,9 | 24,2 | 23,6 | 24,2 | 24,8 | 25,3 | 25,5 | 25,3 | 24,9 |
| PICHANAKI | 546 | 25,7 | 25,7 | 25,8 | 25,9 | 25,4 | 25,2 | 25,1 | 25,5 | 26,0 | 26,6 | 26,3 | 25,9 | 25,7 |
| PUERTO OCOPA | 305 | 26,4 | 26,2 | 26,3 | 26,6 | 26,4 | 26,1 | 25,6 | 26,4 | 26,9 | 27,4 | 27,4 | 26,8 | 26,5 |

Para obtener la evapotranspiración potencial mensual y total anual se utilizó la formula correspondiente a la ecuación exponencial propuesta por Thornthwaite, cuya información se presenta en la Tabla N° 5.

Tabla N° 5. Evapotranspiración potencial mensual y anual (mm).

| Meses y Estaciones | ALT. m.s.n.m | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | Total |
|--------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| PAMPA WHALEY | 960 | 104,0 | 101,6 | 100,6 | 95,2 | 85,5 | 77,6 | 76,4 | 85,5 | 96,3 | 105,4 | 105,1 | 105,0 | 1 139,2 |
| SAN RAMON | 800 | 111,1 | 107,2 | 104,9 | 99,2 | 92,2 | 82,4 | 81,1 | 92,2 | 10,8 | 110,0 | 115,1 | 114,9 | 1 213,1 |
| MAZAMARI | 750 | 108,9 | 106,3 | 109,2 | 10,9 | 99,7 | 91,4 | 87,7 | 94,8 | 10,2 | 116,1 | 117,1 | 109,9 | 1 250,2 |
| SATIPO | 660 | 118,4 | 118,6 | 119,0 | 11,8 | 10,1 | 96,6 | 90,0 | 98,9 | 10,4 | 120,4 | 126,1 | 124,2 | 1 345,5 |
| PICHANAKI | 546 | 127,9 | 126,1 | 125,0 | 12,8 | 11,1 | 10,8 | 10,5 | 11,1 | 12,9 | 140,6 | 138,1 | 132,3 | 1 481,2 |
| PUERTO OCOPA | 305 | 138,5 | 133,1 | 132,0 | 133,5 | 12,8 | 120,1 | 112,9 | 128,4 | 140,8 | 155,6 | 158,9 | 147,9 | 1 628,5 |

Para obtener el balance hídrico y mediante los diferentes índices determinar los tipos de clima se utiliza las ecuaciones propuesta por Thornthwaite, cuya información se presenta en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6. Balance hídrico anual, tipo de clima y descripción de tipo de clima.

| Parámetros y Estaciones | Precip anual (mm) | ETP anual (mm) | Défi-cit (mm) | Exce-so (mm) | la (%) | lh (%) | lm (%) | Tipo clima | Sub-tipo | Tipo clima | Sub tipo | Descripción del tipo de clima |
|-------------------------|-------------------|----------------|---------------|--------------|--------|--------|--------|------------|----------|------------|----------|--------------------------------------|
| PAMPA WHALEY | 1 408,8 | 1 139,2 | 111,3 | 381,9 | 9,77 | 33,52 | 27,65 | B1 | D | B`3 | a´ | Ligeramente húmedo y templado cálido |
| SAN RAMON | 2 071,6 | 1 213,1 | 5,2 | 933,6 | 0,42 | 76,96 | 76,71 | B3 | r | B'4 | a´ | Húmedo y semicálido |
| MAZAMARI | 1 547,2 | 1 250,2 | 176,7 | 473,7 | 14,13 | 37,89 | 29,41 | B1 | r | B'4 | a´ | Ligeramente húmedo y semicálido |
| SATIPO | 2 324,8 | 1 345,5 | 27,8 | 1 007,0 | 20,67 | 74,84 | 62,44 | B3 | r | B'4 | a´ | Húmedo y semicálido |
| PICHANAKI | 1 614,6 | 1 481,2 | 370,6 | 504,1 | 25,02 | 34,03 | 19,02 | C2 | r | A´ | a´ | Semihúmedo y cálido |
| PUERTO OCOPA | 1 065,2 | 1 628,5 | 682,1 | 120,8 | 41,88 | 7,42 | -17,7 | C1 | s2 | A´ | a´ | Semiseco y cálido |

Al obtener los estadísticos de mínima, promedio y máxima de precipitación, temperatura y humedad relativa se representaron en ejes cartesianos versus el tiempo en meses. Las diferentes variables la precipitación, temperatura, exceso y déficit de agua y tipos de clima, fueron representados mediante el método del trazado de isolíneas en el mapa a escala 1/250 000 (INI-2002), para finalmente mediante el Sistema de información geográfica formar los mapas de isoyetas, isotermas, exceso y déficit y tipos de clima (Mapas N° 1, 2, 3 y 4).

IV. CARACTERIZACIÓN DEL CLIMA

4.1. Análisis de los elementos meteorológicos

4.1.1. Precipitación

4.1.1.1. Análisis temporal de la precipitación

En la provincia de Satipo, la mayor cantidad de precipitación total anual ocurre en la estación de Satipo con 2 324,8 mm y la menor cantidad en Puerto Ocopa con 1 065,2 mm. La cantidad de precipitación aumenta a medida que aumenta la altitud hasta 1 500 m.s.n.m (San Eloy de Singayac); y por encima de esta altitud tiene una relación inversa o sea que a mayor altitud menor cantidad de precipitación (Tabla N°2).

La precipitación media mensual en la estación de Puerto Ocopa varía desde 18,5 mm en el mes de junio a 189,8 mm en enero; en la estación de Satipo la menor cantidad 67,7 mm ocurrió en julio y la máxima de 383,3 mm en enero; en la estación de Mazamari varía de 38,6 mm en julio y máxima de 245,4 mm en diciembre, en Toldopampa varía de 20 mm en junio y máxima de 190 mm en enero. La precipitación mensual, mayor a 100mm, para las estaciones de la provincia de Satipo ocurre en los meses de Verano desde diciembre hasta marzo y en los meses de Invierno junio-agosto se registra la menor cantidad de lluvia (Tabla N°3).

En el Gráfico N° 1, al analizar la precipitación mensual para las estaciones meteorológicas de Puerto Ocopa, Mazamari y Satipo se observa que en las tres estaciones el comportamiento es similar y del tipo monomodal, teniendo los valores menores entre los meses de abril a setiembre y los meses de mayor valor son de octubre a marzo. La diferencia de lluvia entre ambas estaciones radica en la cantidad ya que en Satipo durante los meses de mayor lluvia ocurre entre 300 y 400 mm en cambio en las estaciones de Puerto Ocopa y Mazamari es de 150 a 250 mm. Esta diferencia, a pesar de la corta separación geográfica entre ambas estaciones, se debe por efecto local y por la mayor acumulación de nubes debido a su geografía encajonada en Satipo, ya que Puerto Ocopa y Mazamari presentan un suelo con fisiografía más plana y extensa lo que permite la mayor distribución y separación de las nubes y por ende menor precipitación. Esta situación genera que en Puerto Ocopa el período lluvioso con precipitación mayor a 100 mm sea de diciembre a marzo (cuatro meses) y el periodo menos lluvioso es más extenso (ocho meses) desde mayo hasta noviembre, ocasionando sequedad del bosque y con presencia de árboles caducifolio. En cambio esto no se observa en Satipo ya que su periodo lluvioso es todo el año excepto el mes de julio.

4.1.1.2. Análisis espacial de la precipitación: Isoyetas

Las isoyetas (líneas de igual precipitación para diferentes lugares) es uno de los métodos para analizar la variación de la precipitación con la altitud, latitud y longitud, para un área determinada bajo coordenadas establecidas (Rodríguez, 1984).

La variación altitudinal de la precipitación total anual aumenta a medida que aumenta la altitud hasta 1 500 m.s.n.m, en las estaciones de la provincia de Satipo y estaciones próximas, Tabla N°3, y por encima de esta altitud tiene una relación inversa o sea que a mayor altitud menor cantidad de precipitación. Así tenemos que en Puerto Ocopa (305 m.s.n.m) la precipitación es de 1 065,2 mm, en Satipo (660 m.s.n.m) con 2 324,8 mm y en la estación de Toldopampa la de mayor altitud (3 600 m.s.n.m) la precipitación solo registra 975 mm.

La variación latitudinal y longitudinal de la precipitación total anual, Mapa N° 1, se presenta mediante un conjunto de isoyetas con valores de: 1 000, 1 500, 2 000, 2 500 y 3 000 mm. De estas isoyetas la de mayor valor, de forma alargada y orientada ligeramente de Norte a Sur se ubica hacia el Este de la provincia de Satipo, acercándose hacia la selva baja y límite con los departamentos de Ucayali y Cusco. Las isoyetas de menor valor se ubican hacia el Oeste de la provincia acercándose hacia la Cordillera de los Andes y hacia el Norte sobre la frontera limítrofe con el departamento de Pasco. La precipitación con la longitud tiene relación directa hacia el Este e inversa hacia el Oeste y con la latitud disminuye hacia el Norte y aumenta hacia el Sur de la provincia de Satipo.

Las isoyetas de 3 000 y 2 500 mm se ubica al Este de la provincia de Satipo en el límite fronterizo con los departamentos de Ucayali y Cusco. La isoyeta de 2 000 mm encierra el valle y cuenca baja de los ríos del Ene y Tambo. Las isoyetas de 1 500 y 1 000 mm se ubican al Norte y Oeste de la provincia, en la cuenca alta del río Perené y zona fronteriza con el departamento de Pasco, y sobre el área de los límites fronterizos con las provincias de Concepción, Huancayo y los departamentos de Ayacucho y Huancavelica.

4.1.2. Temperatura del aire

4.1.2.1. Análisis temporal de la temperatura

La temperatura promedio anual, en todas las estaciones de la provincia de Satipo, disminuye a medida que aumenta la altitud, Lo cual indica que la zona más calurosa corresponde a la estación más baja, es decir que en Puerto Ocopa la temperatura es de 26.5°C (305 m.s.n.m) y en Toldopampa es de 10.1°C (3 600 m.s.n.m) (Tabla N°2).

La temperatura media mensual y anual, en la provincia de Satipo por pertenecer a la región tropical, es alta; la misma que supera los 23°C, durante los doce meses del año. La mayor temperatura ocurre en los meses de octubre y noviembre (estación de Primavera) con valores que varía entre 24 y 27°C, en cambio la temperatura más baja (menor a 23°C) ocurre en el mes de julio (estación de Invierno) (Tabla N°4). Las estaciones de mayor temperatura coinciden con las ciudades ó centros poblacionales y son éstas que contribuyen al efecto denominado isla de calor.

La distribución de la temperatura media mensual, temperatura máxima y temperatura mínima para las estaciones de Mazamari, Satipo y Puerto Ocopa, presentan regularidad durante los meses del año, ya que su variación es pequeña entre los meses más calurosos que son la mayoría (estaciones de Primavera, Verano y Otoño) y los meses más fríos que son la minoría (estación de Invierno); la temperatura máxima supera los 30°C y la mínima oscila entre 15 y 20°C, en las tres localidades. También se observa que en los meses de enero a

marzo (estación de Verano) la diferencia de temperatura entre la media y la máxima es de 5°C, así mismo entre la media y la mínima también esa diferencia es de 5°C, en tanto que la diferencia entre la máxima y la mínima es de 10°C; esta diferencia (conocida como rango), en las otras estaciones del año, son ligeramente mayores a los 10°C, involucrando que existe valores de temperatura máxima más altos y valores de temperatura mínima más baja. Estas variaciones de temperatura son las que más afectan a las diferentes actividades humanas así como a los animales y plantas (Gráfico N° 2).

4.1.2.2. *Análisis espacial de la temperatura: Isotermas*

Las isothermas (líneas de igual temperatura para diferentes lugares) es uno de los métodos para analizar la variación de la temperatura con la altitud, latitud y longitud, para un área determinada bajo coordenadas establecidas (Rodríguez, 1984).

La isoterma de 26°C encierra el área de máxima temperatura de la provincia, correspondiente a Puerto Ocopa y las partes bajas de los ríos Ene y Perené y, toda la cuenca baja del río Tambo hasta salir por el norte del distrito de Río Tambo, hasta Atalaya; las isothermas media mensual de 24 a 22°C, abarcan el distrito de Río Tambo así como las áreas bajas de los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla y Pangoa, y disminuyen a manera que avanzan hacia el Este y hacia el Oeste; la isoterma de 20°C se ubica en las áreas altas de los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla y Pangoa; la isoterma de 10°C se ubica en las áreas fronterizas con las provincias de la sierra del departamento de Junín y, los departamentos de Ayacucho y Huancavelica. Estas isothermas, relacionan que la temperatura es mayor a menor altitud y la temperatura es menor cuando menor es la altitud (Mapa N° 2).

4.1.3. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa promedio anual, en todas las estaciones de la provincia de Satipo, aumenta a medida que aumenta la altitud, lo cual indica que las zonas de menor saturación se encuentra en niveles inferiores y los de mayor saturación a mayores altitudes, ocurriendo 73% en Puerto Ocopa (305 m.s.n.m) y 80% en Mazamari (cuenca baja); al no existir mas datos a mayor altitud y de acuerdo a las observaciones realizadas en el tipo de vegetación existente la humedad relativa presente sigue aumentado hasta aproximadamente 85% (cuenca media); luego al aumentar la altitud la humedad relativa disminuye hasta 77% (cuenca alta) en Toldopampa (3 600 m.s.n.m). Esta variable climática esta relacionada con la precipitación en forma directa ya que a menor humedad relativa (menor saturación) menor es la precipitación y mayor humedad relativa (mayor saturación) mayor es la precipitación (Tabla N° 2).

La humedad relativa media mensual, máxima y mínima para las estaciones de Mazamari, Satipo y Puerto Ocopa, presenta variación pequeña durante los meses del año. La mayor humedad relativa ocurre entre los meses desde setiembre hasta mayo (estaciones de Primavera, Verano y Otoño), coincidiendo con los meses más calurosos, y la menor humedad relativa ocurre en los meses desde junio a agosto (estación de Invierno), coincidiendo con los meses más fríos; la humedad relativa máxima supera los 80% y la mínima oscila entre 50% y 70%, en las tres localidades (Gráfico N° 3).

4.2. ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS HIDRICOS

4.2.1 *Análisis de la evapotranspiración potencial*

La evapotranspiración potencial (ETP), es definida por Thornthwaite (1948), como la cantidad de agua que se evaporaría de la superficie del suelo y la que transpiraría, las plantas, si el suelo dispusiera de humedad suficiente. La ETP, considerado entre los procesos físicos del ciclo hidrológico, es un proceso contrario a la precipitación (Barry, 1972) y para su cálculo se considera la temperatura del aire y la latitud del lugar del cual se desea cuantificar. Constituye un elemento de la característica climática de una zona ó región.

La información de la ETP mensual y anual, se presentan en la Tabla N°5 en la cual se aprecia que los valores están disminuyendo a manera que la altitud de las estaciones meteorológicas aumenta, así mismo los máximos valores ocurren durante la estación de Verano y los meses próximos a la Primavera y Otoño, para tener valores mínimos durante la estación de Invierno (junio, julio y agosto). La máxima ETP anual (1 628,5 mm) ocurre en Puerto Ocopa y la mínima de 1 139,2 mm en Pampa Whaley; entre estos valores varía para las estaciones de San Ramón, Mazamari, Satipo y Pichanaki.

4.2.2. *Análisis del balance hídrico*

El balance hídrico de la provincia de Satipo, se obtuvo mediante los valores de los elementos climáticos de precipitación pluvial y la evapotranspiración potencial, y considerando que el suelo almacena hasta 100 mm de agua (dependiendo de las características físicas del suelo), y se realizó con la finalidad de conocer la necesidad de agua de la provincia y relacionando con las tres condiciones existentes, y propuesta por Thornthwaite (1948), una cuando la zona es satisfecha por la lluvia, otra cuando hay escasez de lluvia y la tercera cuando hay mucha lluvia en la zona; de tal manera que habrán meses con suficiente cantidad de agua y meses con deficiencia de agua y otros meses con exceso de agua; esta información es tan importante para realizar el aporte de agua hacia los suelos con diferentes tipos de cultivos. En la tabla N°6, se observa que el mayor déficit hídrico, de la provincia de Satipo, se concentra en la localidad de Puerto Ocopa con 682,1 mm, en cambio el mayor exceso de agua ocurre en la localidad de Satipo, con 1 007,0 mm.

En el Mapa N°3, se muestra el déficit y exceso de agua anual en la provincia de Satipo, en el cual se observa que existe déficit en el área de Puerto copa y zona de confluencia de los ríos Ene y Perené e inicio de la cuenca del río Tambo, así como áreas ribereñas de ambos río; el resto de área de la provincia, que es la mayoría, tiene exceso de agua.

4.3. ANÁLISIS DE LA CLASIFICACIÓN CLIMATICA

4.3.1. *Clasificación climática*

El clima se define, en meteorología, como el conjunto de características de la atmósfera que se dan en un determinado lugar en un período largo de tiempo ya sea de 20 ó 30 años. (html.rincondelvago.com/tipos-de-climas.html). En esta oportunidad la clasificación climática se refiere a la determinación de las principales características hídricas de una zona

que proporcionan el fundamento y su identificación para la existencia de los tipos de climas utilizando el método del Dr. Warren Thornthwaite, que tiene como resultado final de las consideraciones sobre el balance de agua.

4.3.2 Tipos de climas

Thornthwaite (1948), formuló el índice hídrico (Im) como el resultado final de las consideraciones sobre el balance de agua, obteniéndose su valor mediante la diferencia entre el índice de humedad (Ih) y el índice de aridez (Ia).

En la Tabla N°6, se presenta los tipos de climas para cada una de las zonas en las cuales están ubicadas las estaciones meteorológicas en la provincia de Satipo, en las estaciones próximas a la provincia ya que sirven como referencia y extrapolación, y para toda el área de la provincia; las mismas que se describen a continuación.

4.3.2.1. Tipos de climas en estaciones meteorológicas de Satipo

Tipo Climático B3 r B'4 a' (Estación de Satipo)

Expresa un clima húmedo, con déficit pequeño de agua en el año, con poco exceso durante los meses de verano y, semicálido. Este tipo climático ha sido identificado en la estación meteorológica de Satipo y predomina en la provincia, el mismo que se amplía hacia la cuenca media del río Satipo abarcando las ciudades de los distritos de Río Negro y Satipo, así como la parte baja de los distritos de Coviriali, Llaylla y Pangoa, parte alta del distrito de Mazamari y la región oeste y norte del distrito de Río Tambo.

Tipo Climático B1 r B'4 a' (Estación de Mazamari)

Este tipo climático es ligeramente húmedo, con déficit pequeño de agua y semicálido. Este tipo climático, se presenta en la estación de Mazamari y se proyecta al nor-oeste hacia la estación de Pampa Whaley, también se extiende como una franja hacia el sur-este abarcando las partes bajas de los distritos de Río Negro, Satipo, Mazamari (cuencas de los ríos de Satipo, Mazamari y Panga), localidades de Llaylla y San Martín de Pangoa y la región central del distrito de Río Tambo.

Tipo Climático C1 s2 A' a' (Estación de Puerto Ocopa)

Expresa un clima semiseco, con déficit grande de agua en invierno, con poco ó ningún exceso de agua en el año y, cálido. Este tipo de clima es uno de los más áridos y con más necesidad de agua en toda el área de estudio y se presenta en la estación meteorológica de Puerto Ocopa y zonas aledañas como la confluencia de los ríos Ene y Perené y, la cuenca de inicio del río Tambo.

4.3.2.2. *Tipos de climas en estaciones meteorológicas próximas de Satipo*

Tipo Climático B3 r A' a' (Estación de San Ramón)

Expresa un clima Húmedo, con déficit pequeño de agua, con gran exceso durante el verano y, cálido. Este tipo climático ha sido identificado en la estación de San Ramón y puede proyectarse hacia las partes altas del distrito de Río Negro.

Tipo Climático B1 d A' a' (Estación de Pampa Whaley)

Este tipo climático es ligeramente húmedo, con poco exceso de agua y cálido. Este tipo climático, se presenta en la estación de Pampa Whaley.

Tipo Climático C2 r d A' a' (Estación de Pichanaki)

Expresa un clima semihúmedo, con déficit de agua pequeño a moderado en invierno, exceso grande en verano y, cálido. Este tipo de clima se presenta en la estación meteorológica de Pichanaki y se proyecta hacia las partes alta de los distritos de Pampa Hermoza, Llaylla, Pangoa y, la región este y sur del distrito de Río Tambo.

4.3.2.3. *Tipos de climas en toda el área de la provincia de Satipo*

En el Mapa N° 4, se presenta los diferentes tipos de clima que identifica a la provincia de Satipo, obtenidos con la información del tabla N° 6. Para corroborar el clima identificado en las zonas donde no existe información meteorológica se utilizó la información de las estaciones próximas y del mapa de climas, de la guía climática del Perú editado por SENAMHI (2008).

En la provincia de Satipo se ha identificado nueve tipos de clima, los cuales se indica:

1. Clima semiseco y cálido con déficit grande de agua en invierno (C1 s2 A' a'). Es el área que ocupa Puerto Ocopa y las zonas próximas a la confluencia de los ríos Ene y Perené, así como el inicio de la cuenca de inicio del río Tambo.

2. Clima moderadamente húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua (B2 r B4' a'). Es el área que forma una franja abarcando las partes bajas de los distritos de Satipo, Mazamari (cuenca baja de los ríos de Satipo, Mazamari y Panga), localidades de Llaylla y San Martín de Pangoa.

3. Clima húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua (B3 r B'4 a'). Abarca las ciudades de los distritos de Río Negro y Satipo, así como la parte baja de los distritos de Coviriali, Llaylla y Pangoa; la cuenca baja del río Perené y la margen izquierda aguas debajo de la cuenca de río Tambo.

4. Clima moderadamente húmedo y semi cálido con déficit moderado de agua en invierno (B2 w B'4 a'). Abarca la parte baja de la cuenca del río Ene.

5. **Clima húmedo y templado frío con déficit pequeño de agua en invierno (B3 r B'2 a')**. Abarca la cuenca media del río Ene en el distrito de Río Tambo.
6. **Clima muy húmedo y semifrío sin déficit de agua (B4 r B'1 a')**. Abarca la zona fronteriza con el departamento de Ucayali y Cusco.
7. **Clima muy húmedo y cálido sin déficit de agua (B4 r A' a')**. Abarca la margen derecha y aguas debajo de la cuenca del río Tambo, al salir de la provincia.
8. **Clima Húmedo y semifrío con déficit pequeño de agua (B3 r B'1 a')**. Abarca la zona alta al Oeste de la provincia de Satipo acercándose hacia la cordillera de los Andes.
9. **Clima húmedo y frío con déficit moderado de agua en invierno (B3 w C'1 a')**. Abarca la zona fronteriza con Huancayo, próximo a la cordillera de los Andes.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El régimen pluviométrico de la provincia de Satipo es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas entre los meses de octubre a marzo y precipitaciones mínimas entre los meses de julio y agosto; es decir, que se destacan dos períodos durante el año, uno lluvioso en verano y otro con precipitaciones menores durante el Invierno.
2. La climatología de la provincia de Satipo se caracteriza con precipitación media mensual mínima de 10 mm en el mes de junio sobre la estación de menor altitud, Puerto Ocopa, y la máxima con 390 mm en la estación de Satipo durante el mes de enero. El periodo más lluvioso con lluvias mayor a 100 mm es de setiembre a abril y el menos lluvioso de mayo a agosto. La temperatura media mensual durante el año es homogénea variando de 24°C a 27°C en Satipo y de 25°C a 27°C en Puerto Ocopa durante los meses más calurosos que son de octubre a marzo (estaciones de primavera y verano) y los meses más fríos son de junio a agosto (estación de invierno) con temperatura menores de 10°C en Toldopampa. La humedad relativa media mensual varía entre 50% y 80% siendo menor en la cuenca alta y cuenca baja y mayor en las cuencas medias.
3. La isoyeta de 3 000 y 2 500 mm se ubica al Este de la provincia de Satipo en el límite fronterizo con el departamento de Ucayali y Cusco. La isoyeta de 2 000 mm encierra el valle y la cuenca baja de los ríos del Ene y Tambo. Las isoyetas de 1 500 y 1 000 mm se ubican al Norte y Oeste de la provincia, en la cuenca alta del río Perené y zona fronteriza con el departamento de Pasco, y sobre el área de los límites fronterizos con las provincias de Concepción, Huancayo y los departamentos de Ayacucho y Huancavelica.
4. La isoterma de 26°C, encierra el área de máxima temperatura de la provincia de Satipo, correspondiente a Puerto Ocopa y las partes bajas de la cuenca de los ríos Ene y Perené y, la región baja del distrito de Río Tambo. Las isotermas de 24 y 22°C abarcan el distrito de Río Tambo así como las partes bajas de los distritos de Pampa Hermosa, LLaylla y Pangoa. La isoterma de 20°C cubre las partes altas de los distritos de Pampa Hermosa, LLaylla y Pangoa cubre los límites. La isoterma de 10°C cubre los límites fronterizos con las provincias de Huancayo y Concepción y, los departamentos de Ayacucho y Huancavelica.
5. La humedad relativa promedio anual, en las estaciones de la provincia de Satipo, aumenta a medida que aumenta la altitud y antes de llegar a las partes más altas de la provincia disminuye.
6. La evapotranspiración potencial, disminuye al aumentar la altitud, en la provincia de Satipo, el total anual es de 1 628,5 mm/año en Puerto Ocopa, 1 345,5 mm/año en Satipo y 1 250,2 mm/año en Mazamari.

7. El mayor déficit hídrico está centralizada en la localidad de Puerto Ocopa, entre el sector de la confluencia de los ríos Ene y Perené, incluyendo el área de inicio del río Tambo, en cambio el exceso de agua ocurre en el resto de área de la provincia.
8. Para la provincia de Satipo se ha identificado nueve tipos de clima, los cuales se indica:
 1. **Clima semiseco y cálido con déficit grande de agua en invierno (C1 s2 A' a')**. Es el área que ocupa Puerto Ocopa y las zonas próximas a la confluencia de los ríos Ene y Perené, así como el inicio de la cuenca de inicio del río Tambo.
 2. **Clima moderadamente húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua (B2 r B4' a')**. Es el área que forma una franja abarcando las partes bajas de los distritos de Satipo, Mazamari (cuenca baja de los ríos de Satipo, Mazamari y Pangoa), localidades de Llaylla y San Martín de Pangoa.
 3. **Clima húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua (B3 r B'4 a')**. Abarca las ciudades de los distritos de Río Negro y Satipo, así como la parte baja de los distritos de Coviriali, Llaylla y Pangoa; la cuenca baja del río Perené y la margen izquierda aguas debajo de la cuenca de río Tambo.
 4. **Clima moderadamente húmedo y semi cálido con déficit moderado de agua en invierno (B2 w B'4 a')**. Abarca la parte baja de la cuenca del río Ene.
 5. **Clima húmedo y templado frío con déficit pequeño de agua en invierno (B3 r B'2 a')**. Abarca la cuenca media del río Ene en el distrito de Río Tambo.
 6. **Clima muy húmedo y semifrío sin déficit de agua (B4 r B'1 a')**. Abarca la zona fronteriza con el departamento de Ucayali y Cusco.
 7. **Clima muy húmedo y cálido sin déficit de agua (B4 r A' a')**. Abarca la margen derecha y aguas debajo de la cuenca del río Tambo, al salir de la provincia.
 8. **Clima Húmedo y semifrío con déficit pequeño de agua (B3 r B'1 a')**. Abarca la zona alta al Oeste de la provincia de Satipo acercándose hacia la cordillera de los Andes.
 9. **Clima húmedo y frío con déficit moderado de agua en invierno (B3 w C'1 a')**. Abarca la zona fronteriza con Huancayo, próximo a la cordillera de los Andes.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Implementar estaciones meteorológicas en la provincia de Satipo con propósitos especiales (PE) en zonas faltantes a fin de fortalecer la densidad de estaciones, de acuerdo a lo establecido por los manuales de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y difundidos por el SENAMHI.
2. Continuar con los estudios de clasificación climática de las provincias próximas a Satipo, ampliando para las zonas distritales.

VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Barry, R., Chorley, R. 1972. *Atmósfera, Tiempo y Clima*. Barcelona, Omega. 389 pp.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE LA AMAZONÍA PERUANA. 2006. *Estudio Climático de la Amazonía*. Iquitos. 87 pp.
- Murray, R. 1991. *Estadística*. Madrid, McGraw-Hill. 556 pp.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 1980. *Inventario y Evaluación Nacional de Recursos Naturales*. Lima, 108 pp.
- OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES. 1985. *Los Recursos Naturales del Perú*. Lima. 96 pp.
- Rodriguez, V. E. 1984. *Las Precipitaciones y sus Causas Físicas en el Departamento de Arequipa*. Tesis de pregrado (Ingeniero meteorólogo). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria-La Molina, Facultad de Ciencias. 289 pp.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2000. *Mapa de Clasificación Climática del Perú*, Lima, Q y R Impresores S.R.L. 105 pp.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2008. *Guía Climática Turística*, Lima, Q y R Impresores S.R.L. 216 pp.
- SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA. 2000. *Red de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas*, Lima, Q y R Impresores S.R.L. 17 pp.
- Thorntwaite, C.W. 1948. *An Approach Toward a Rational Classification of Climate*. *In: Geographical Review*: 55-94.
- Valdivia, P. J. 1985. *Meteorología General*. Lima, impresores U.N.M.S.M. 216 pp.
- VARGAS, J., Maco, J. 2008. *Clima, Informe Temático. Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Tocache, convenio IIAP-PRODATU*. Iquitos. 34 pp.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Coordenadas_Universales
- html.rincondelvago.com/tipos-de-climas.html -

LISTA DE ANEXOS

Grafico N° 1. Distribución de precipitación total mensual (mm).

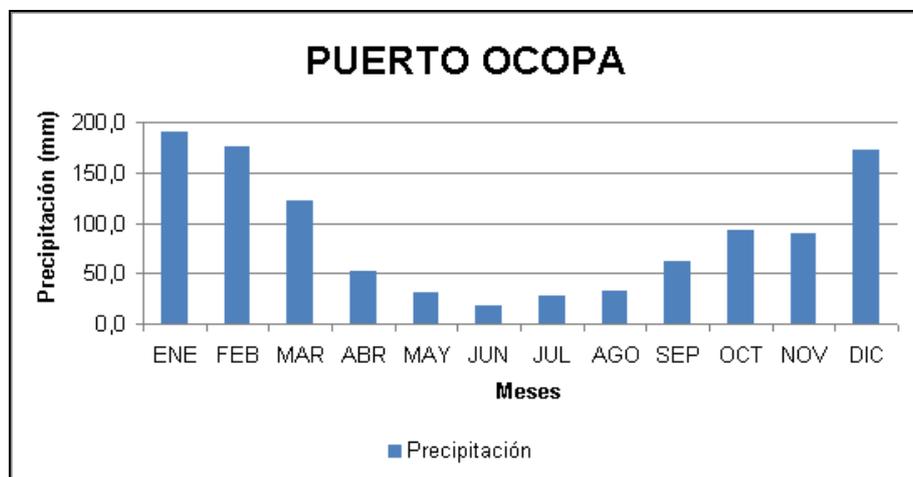
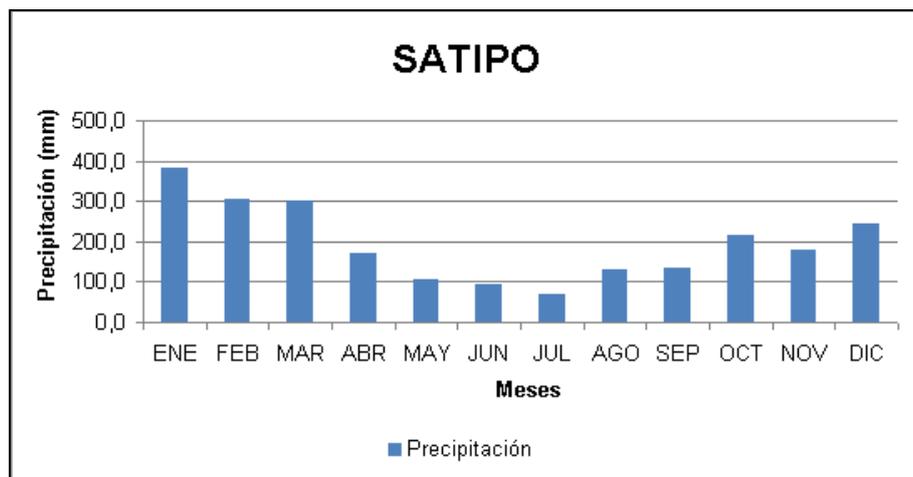
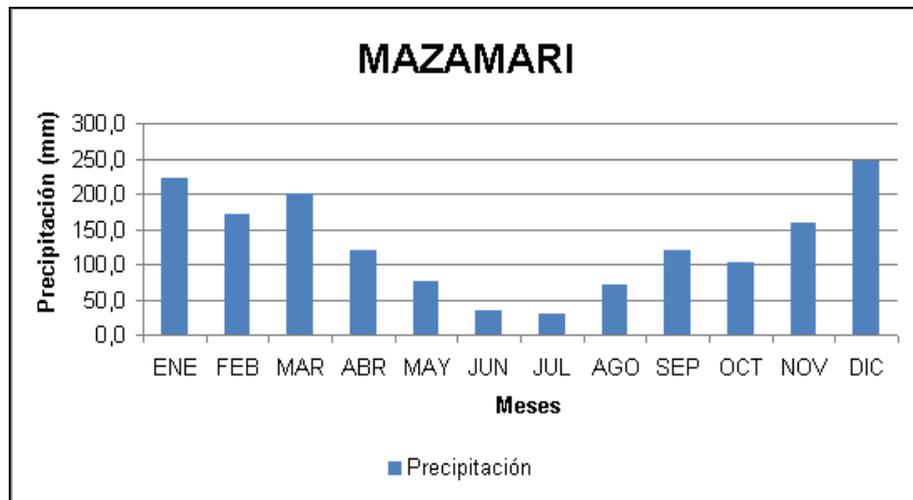


Grafico N° 2. Distribución de temperatura media y extremas mensual (°C).

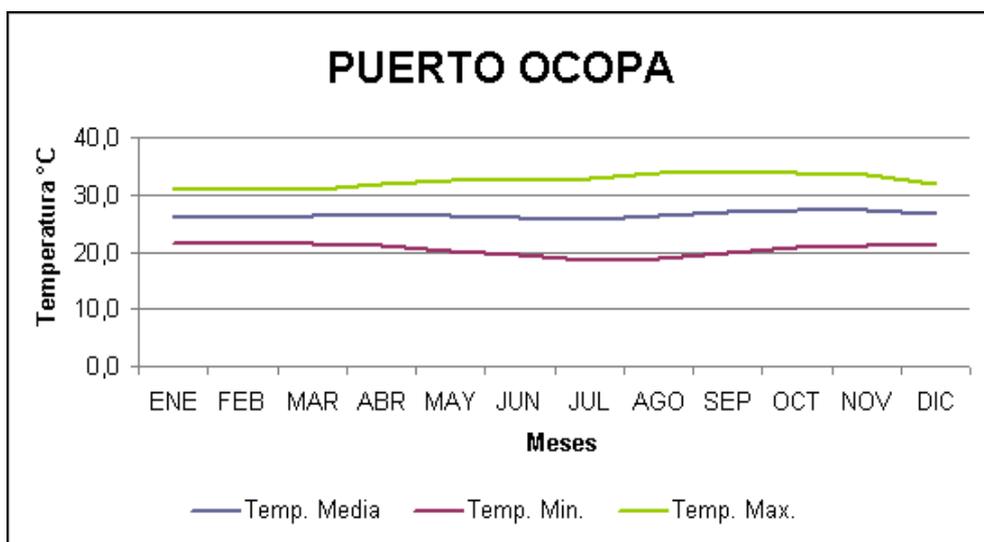
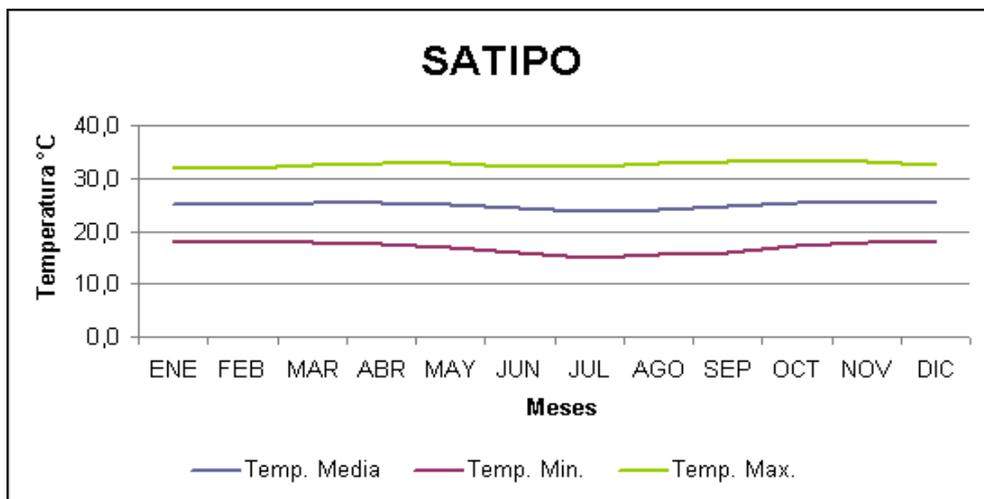
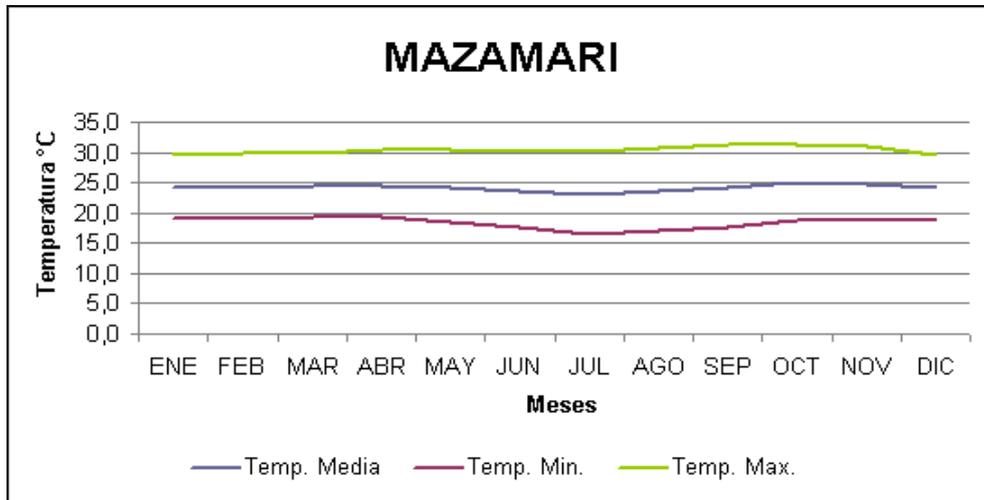
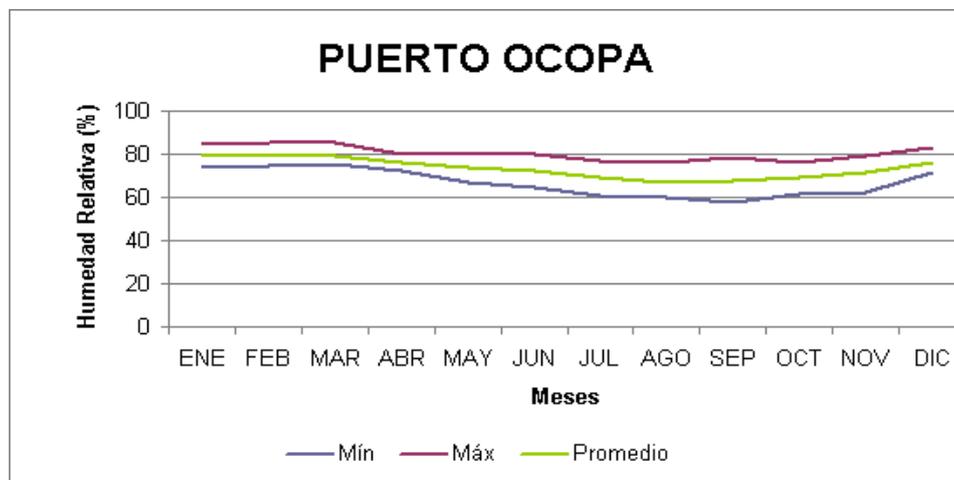
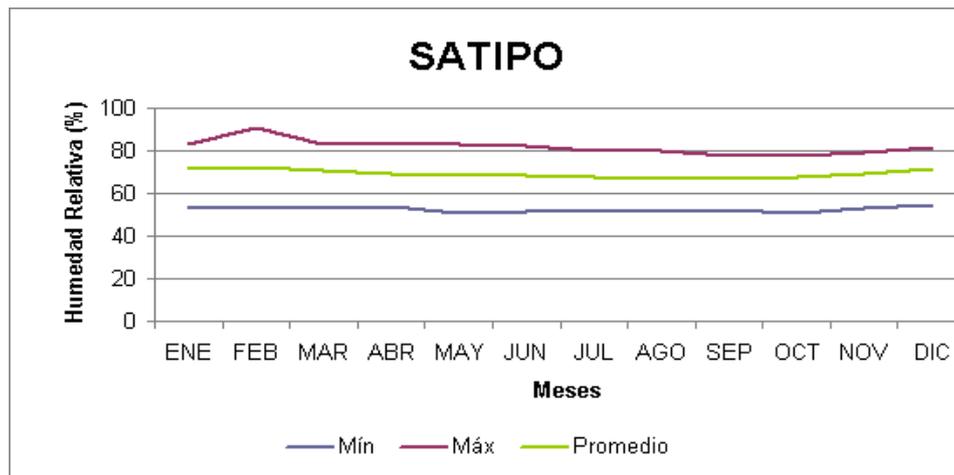
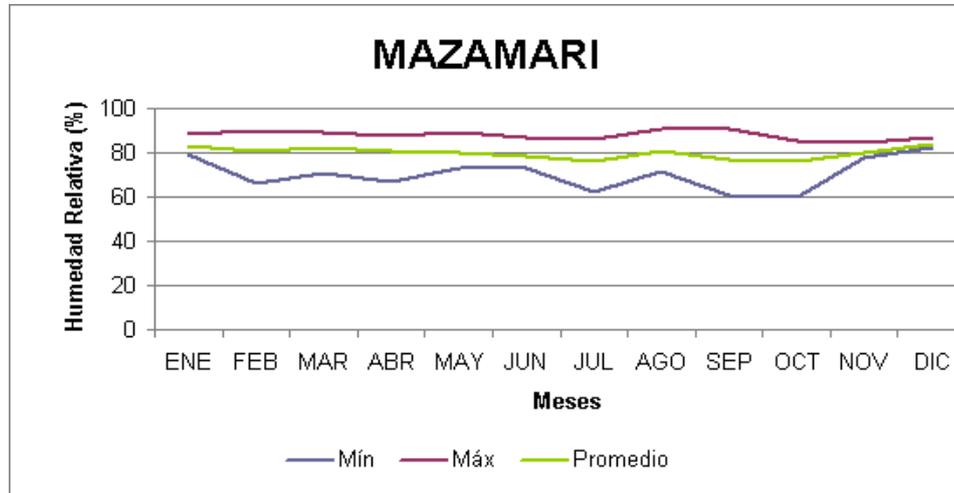
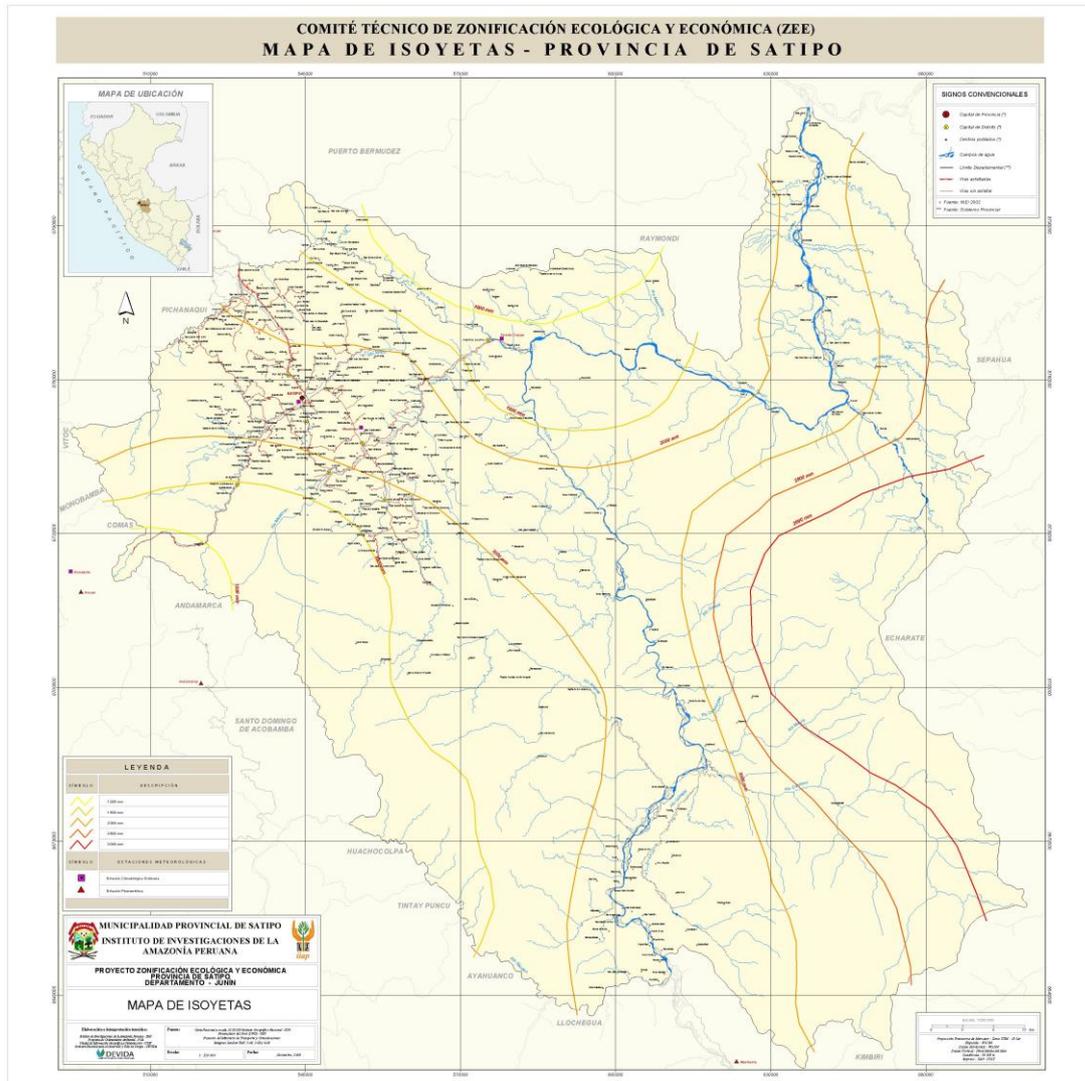


Grafico N° 3. Distribución de humedad relativa media y extremas mensual (%).

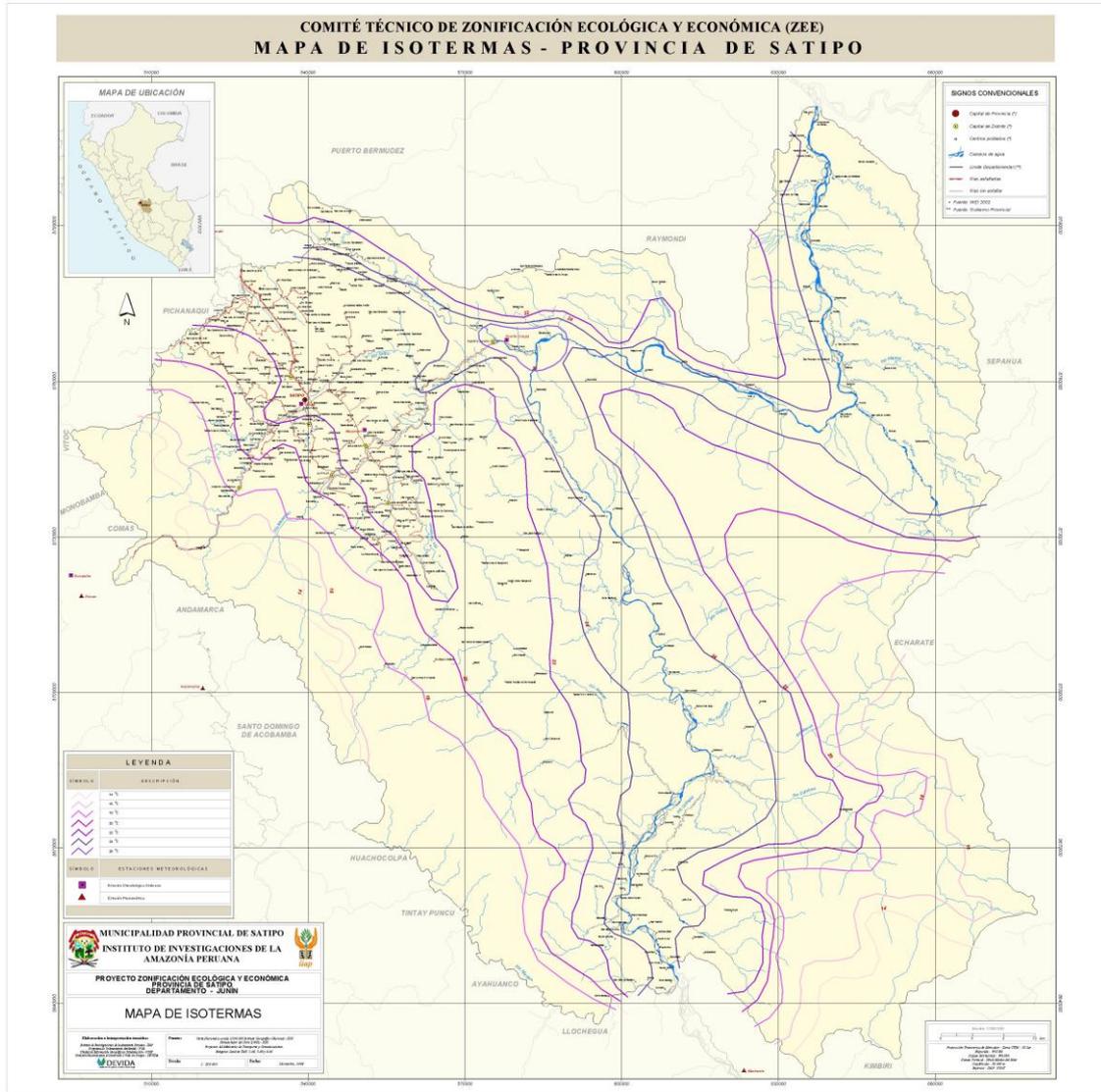


Lista de Mapas

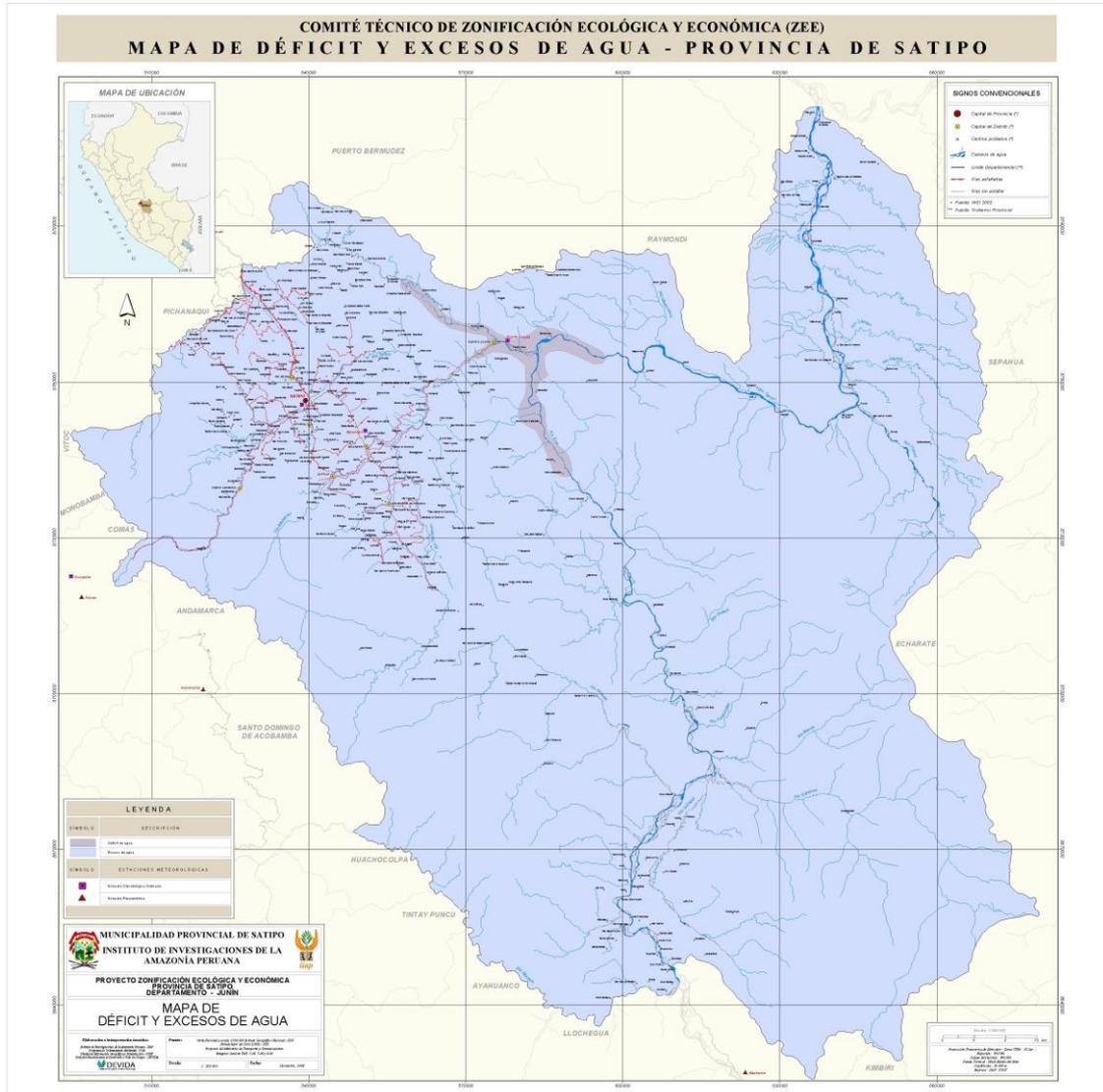
Mapa N° 1. Isoyetas anuales en la provincia de Satipo.



Mapa N° 2. Isotermas anuales en la provincia de Satipo.



Mapa N° 3. Excesos y déficit de agua anual en la provincia de Satipo.



Mapa N° 4. Tipos de clima en la provincia de Satipo.

