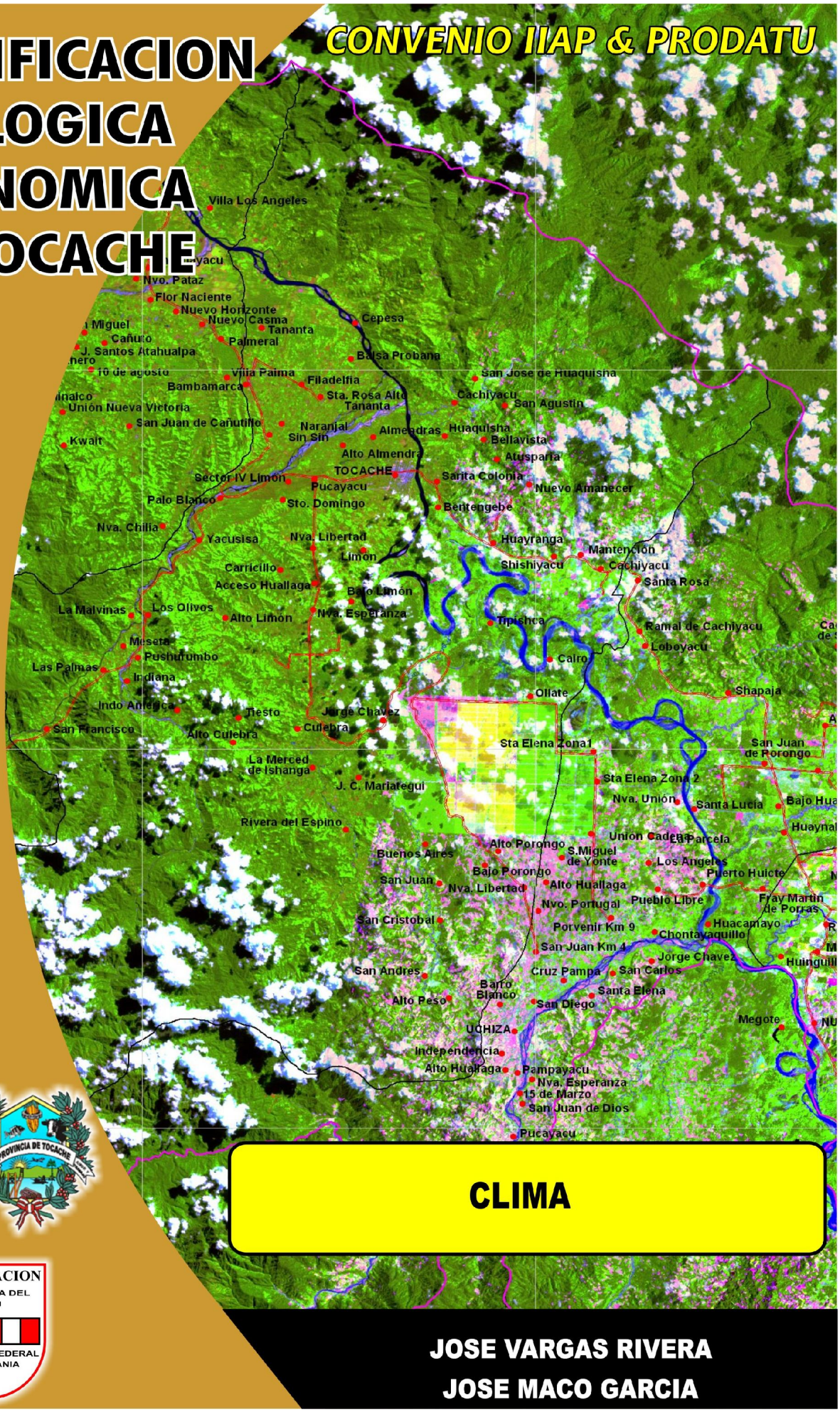
ZONIFICACION ECOLOGICA ECONOMICA DE TOCACHE

INFORME FINAL

CONVENIO IIAP & PRODATU



CLIMA

JOSE VARGAS RIVERA

JOSE MACO GARCIA

iiap

PROVINCIA DE TOCACHE

COOPERACION
REPUBLICA DEL PERU
REPUBLICA FEDERAL DE ALEMANIA

CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN		03
II.	OBJETIVOS		04
III.	GENERALIDADES		04
IV.	METODOLOGÍA		06
V.	INFORMACIÓN EXISTENTE		07
	5.1	Estudios Anteriores	07
	5.2	Información Meteorológica	07
	5.3	Homogeneidad y Complementación de la Información	07
	5.4	Análisis de los Elementos Meteorológicos	08
VI.	CONCLUSIONES		16
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		19
ANEXOS			20

I. INTRODUCCIÓN

Como lo han mencionado muchos especialistas de renombrado prestigio internacional en trabajos presentados en reuniones dedicadas a la zonificación agroecológica y ecológica económica, sobre todo, en el trópico húmedo, otorgan muy poca importancia al estudio climático, pese, al reconocimiento unánime de que este tema adquiere una importancia primordial entre los factores considerados por la Zonificación Ecológica y Económica, siendo efectivamente el determinante de la distribución de la vegetación y remotamente de la formación y eventualmente, de la distribución de los suelos.

En esta oportunidad debido al tiempo disponible para realizar el estudio, el reconocimiento del área ha sido muy general. Habiéndose dado mayor énfasis al estado situacional de la infraestructura de las estaciones meteorológicas y de la información que ellas registran. Los valores que presentan los parámetros climáticos, muchos de ellos de períodos diferentes y en gran parte desactualizados, sirven para visualizar la situación real del trópico húmedo, además de elaborar los balances hídricos de los diferentes sectores.

En la provincia de Tocache del departamento de San Martín, la actividad principal de la población es la agropecuaria; la mayoría de los cultivos se conducen bajo el régimen de secano, esto implica, que la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos que destruyen los cultivos o reducen sus rendimientos por lo que es indispensable conocer las condiciones agroclimáticos particulares de cada zona o sector, lo que nos permitirá una mejor programación de las actividades agrícolas.

II. OBJETIVOS

Determinar los tipos climáticos de la provincia de Tocache del departamento de San Martín, mediante el cual tomaremos conocimiento de su potencial agroclimático, que nos permitirá evaluar las condiciones climáticas e hídricas favorables o desfavorables, para luego con el empleo de nuevas tecnologías y mediante una planificación adecuada en las diferentes etapas de los cultivos (siembra, período de crecimiento, fructificación entre otras), optimizar sus rendimientos, evitando de esta forma los efectos adversos de los excesos de agua y también de las temperaturas extremas.

III. GENERALIDADES

La palabra meteorología debe entenderse, en el presente estudio, en su sentido más amplio de la ciencia del tiempo; mientras que clima y climatología significan de manera más precisa las características acumulativas e integrativas del tiempo, sus repeticiones y excepciones. Se entiende que climatología forma parte de la más amplia disciplina que constituye la meteorología.

El presente estudio, abarca una superficie de 625 121 ha que corresponde, principalmente al territorio influenciado por la cuenca del río Huallaga, desde sus niveles más elevados, que alcanzan altitudes alrededor de los 3 800 m.s.n.m., en los inicios de la puna, hasta sus niveles más bajos en los valles intramontanos. El territorio, así enmarcado, comprende los diferentes niveles de ceja de selva y selva alta.

En cuanto al aspecto geomorfológico regional, en el que se encuentra ubicado el área de estudio, es de singular importancia, debido a que en esta región tiene su más amplio desarrollo la zona de deformación subandina que muestra dos unidades macrogeomorfológicas que se diferencian nítidamente y que se desarrollan paralelamente con dirección NO-SE y que son:

- La Cordillera Oriental de los Andes “Geoanticlinal Marañón”, de relieve montañoso y muy accidentado, que supera los 4 000 m.s.n.m.

- La Zona Subandina, formada por una sucesión de cadenas y depresiones. Las cadenas o cordilleras piemontanas están constituidas por estructuras simples (anticlinales y monoclinales) y complejas (geoanticlinales), con relieves empinados que se elevan hasta los 1 800 m.s.n.m. Las depresiones entre las cadenas piemontanas de relieves colinosos y aplanamientos se encuentran comprendidas entre 200 y 600 m.s.n.m.

Al estar comprendida el área de estudio en estas unidades macrogeomorfológicas, bien diferenciadas, y encontrarse estrechamente relacionadas con las condiciones climáticas (aparte de las estructuras litológicas y florísticas), es que estas unidades han sido tomadas en cuenta para el desarrollo del referido estudio climático.

El estudio basado en información meteorológica de estaciones ubicadas dentro del área estudiada y de la información meteorológica de estaciones ubicadas fuera del área estudiada, observaciones de campo y otras fuentes de estudio, como el Mapa de Zonas de Vida del Mundo del Doctor Leslie R. Holdridge, se han determinado cinco tipos climáticos.

Estos tipos climáticos varían desde el húmedo y cálido, en las áreas bajas de planicies y lomadas del sector central del río Huallaga, hasta el tipo muy húmedo y templado frío en el sector de puna, pasando por los tipos muy húmedo y semicálido en el sector de laderas y colinas altas de la cuenca del río Huallaga; y muy húmedo y templado cálido en los sectores de montaña baja, entre los principales.

El balance hídrico anual en el área de estudio presenta excedentes que oscilan alrededor de 924 mm/año; estos excesos aumentan considerablemente en los sectores medios de las cordilleras (alrededor de los 1 300 m.s.n.m.) que da lugar a escorrentía durante todo el año, bajo la forma de arroyuelos, riachuelos y ríos de regímenes continuos. De esta manera, la escorrentía hídrica constituye el principal factor de desarrollo potencial de la activad agropecuaria de la zona.

IV. METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente estudio climático se recurrió a los criterios del Sistema de Clasificación de Climas del Doctor W. Thornthwaite que está inspirado en las necesidades hidrológicas y agrícolas, antes que, en consideraciones puramente climatológicas.

El estudio fue realizado en tres etapas sucesivas: preliminar de gabinete, de campo y final de gabinete.

En la primera etapa se realizó las labores de recopilación, análisis y evaluación de la información meteorológica. Asimismo, se efectuó la interpretación de las imágenes de satélite Landsat. Con esta información y utilizando además el mapa fisiográfico preparado por el equipo del IIAP, se confecciono un Mapa Climático preliminar, delimitando los tipos climáticos y seleccionando las áreas que deberían ser específicamente visitadas en el campo.

La etapa de campo consistió en un recorrido muy general de las áreas más accesibles, utilizando la infraestructura vial existente, visitando en lo posible las estaciones meteorológicas y observando el relieve y vegetación de su entorno.

La tercera etapa involucro el procesamiento, análisis y evaluación, tanto de los datos meteorológicos como de la información obtenida en el campo. Todo lo cual permitió definir con mayor precisión las características y límites de las unidades climáticas. Finalmente se elaboró el Mapa Climático definitivo con su informe respectivo.

V. INFORMACIÓN EXISTENTE

5.1 Estudios Anteriores

Existe información climática en áreas parciales de la zona de estudio: la comprendida en el Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo, elaborados en 1982, por la ONERN. Otro estudio es el de Tingo María-Tocache, elaborado por la misma ONERN en el año de 1962, que describe las características ecológicas y climáticas del alto Huallaga. Además existe un Mapa Climático con su memoria descriptiva elaborado por el SENAMHI a la escala 1/350 000, bajo el Sistema de W. Thornthwaite, y por último, el "Programa Analítico de la Climatología en el Perú" publicado en el año 1943 por el Mayor E. P. Carlos Nicholson, donde se menciona algunos aspectos climáticos de la zona obtenidos por observación directa.

5.2 Información Meteorológica

La información meteorológica utilizada en el desarrollo del estudio procede de la red meteorológica de la provincia de Tocache y estaciones aledañas de otras partes del departamento de San Martín (SENAMHI), que figura en cuadro Nº 01 en el cual se indica la ubicación tanto geográfica como política de cada una de ellas así como el período de registro, el tipo y el nombre de la entidad operadora. La ubicación de las estaciones está indicada en el mapa que se adjunta.

5.3 Homogeneidad y Complementación de la Información Meteorológica

La información recopilada se sometió a una primera depuración mediante un análisis lógico de tipo meteorológico con el fin de detectar los probables errores de observación y/o registro, luego para afinar la información se realizó un análisis estadístico, para el cual se utilizó el método de las Razones Normales, generando datos faltantes y/o errados (totales, mensuales o anuales), de series que por la ubicación de la estación merece conservarse.

5.4 Análisis de los Elementos Meteorológicos

5.4.1 Precipitación

5.4.1.1 Distribución temporal

En cuanto al área que corresponde al sector de la cuenca alta del río Huallaga, muestra una conformación compleja de varias cuencas, constituidas por planicies, lomadas y colinas, con laderas que se elevan gradualmente formando cadenas de montañas que las separan de las cuencas vecinas.

En general, la irregular fisiografía del área de estudio da como resultado precipitaciones muy variadas. Asimismo, la distribución temporal de estas precipitaciones se ve afectada por fuertes variaciones estacionales. Esta distribución es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas, durante los meses de octubre a marzo y precipitaciones pequeñas durante los meses de julio y agosto; durante el resto del año, los valores de la precipitación son intermedios entre estos dos extremos. Las lluvias más fuertes con valores que fluctúan entre 280 mm y 287 mm, han sido registradas en la estación de Tocache durante los meses de octubre y noviembre. (Ver cuadro Nº 02).

Los sectores altos de montaña, no cuentan con información meteorológica, de manera que para efectuar las estimaciones de la distribución de las lluvias ha sido necesario recurrir a la información de las estaciones de Balsa Puerto, Rodríguez de Mendoza, Pomacochas y Chachapoyas, ubicadas en cuencas adyacentes a la zona de estudio y cuyos registros han servido como datos referenciales para este fin.

El análisis de los promedios total anual de precipitación de la red de estaciones, confirma el hecho de que las nubes cargadas de humedad provenientes de la llanura amazónica (que atraviesan el área de estudio en dirección Este-Oeste), así como, las provenientes del frente de convergencia intertropical del Ecuador, precipitan mayores volúmenes de agua sobre los flancos de la cordillera expuestos a estas nubes (barlovento), disminuyendo en intensidad en los flancos opuestos (sotavento).

5.4.1.2 Distribución espacial: Isoyetas

La distribución espacial de la lluvia en la provincia de Tocache, varía debido a sus condiciones topográficas bastante accidentadas y a su orientación geográfica con respecto a la dirección de las masas de nubes cargadas de humedad, vientos alisios y el frente de convergencia intertropical del Ecuador. Con el fin de poder analizar la distribución de las lluvias se han trazado isoyetas totales anuales.

Las principales características que se observan en el mapa de isoyetas totales anuales son las siguientes:

Las cantidades máximas de precipitación que exceden los 4 000 mm. Se presentan en su mayor amplitud al occidente de la provincia, en altitudes que oscilan entre los 1 500 y 2 500 m.s.n.m. aproximadamente.

Es de importancia destacar el núcleo que se presenta en el valle del Huallaga alcanza los 2 500 mm y donde se asientan los principales poblados de la provincia.

5.4.2 Temperatura

5.4.2.1 Distribución temporal

Se puede notar en los gráficos que la distribución de la temperatura media presenta una gran regularidad durante todo el año. Sin embargo, se puede notar claramente una disminución de las temperaturas durante los meses de invierno.

Los valores más altos de la temperatura media se manifiestan entre los meses de octubre y diciembre, oscilando entre 25.0º C y 25.4º C.

5.4.2.2 Distribución espacial: Isotermas

La distribución espacial de la temperatura del aire se presenta en el mapa de isotermas que acompañan el presente informe. Las isotermas nos permiten determinar áreas óptimas para la explotación adecuada de los cultivos, así como la identificación de áreas que ameriten estudios de mayor detalle. Por regla general las isotermas tienen una configuración asociada a la fisiografía de la cuenca.

Las isotermas de 24.0º C y 22.0º C han sido trazadas en base a la información de la temperatura media anual de todas las estaciones que cuentan con este elemento meteorológico. Aproximadamente, la isolínea de 24º C se desplaza aproximadamente por los 450 m.s.n.m.; mientras que la de 22º C lo hace entre 900 y 1 000 m.s.n.m.

En aquellos sectores altos del área estudiada que no cuentan con información térmica, en la confección de isolíneas, se tomo en cuenta el principio que dice: a mayor altura corresponde por lo regular una temperatura más baja (Hann). En el caso de las zonas tropicales, la disminución media de la temperatura por cada 100 metros de incremento de altitud, conocida como gradiente térmico, oscila entre 0.6º C y 0.8º C (en invierno se asume que este gradiente térmico se encuentra alrededor de 0.8º C; en cambio, en verano la gradiente se encuentra alrededor de 0.6º C). Bajo estos criterios se confeccionó las isolíneas de 17.0º C, que se desplaza aproximadamente por los 1 800 m.s.n.m, y la de 12º C que se desplaza aproximadamente muy cerca de los 3 000 m.s.n.m.

5.4.3 Evapotranpiración potencial

La evapotranspiración potencial, es definida por Thornthwaite, 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 evapotranspiración potencial constituye un fenómeno inverso al de la lluvia, mediante su conocimiento se podrá establecer el grado en que las precipitaciones satisfacen las necesidades de agua de una determinada región.

Es un fenómeno que se efectúa a costa de energía, siendo esta energía la proveniente de la radiación solar, por consiguiente el proceso vendrá a ser una función de la cantidad de energía recibida del sol, constituyendo una característica climática.

Los datos de evapotranspiración potencial (ETP), calculados por el método de Thornthwaite ajustado por latitud se presentan en el cuadro Nº 04. Los valores máximos de la ETP se presentan mayormente entre los meses de diciembre y enero, el mínimo se presenta en el mes de febrero. El total anual en Tocache es de 1 340 mm/año.

5.4.4 Balances hídricos

Los elementos climáticos en el cálculo del balance hídrico, son independientes entre sí, uno de ellos la precipitación pluvial, constituye la fase de transferencia del agua de la atmósfera hacia el suelo, es decir la que abastece de humedad al suelo; y la otra fase opuesta, constituido por el proceso llamado evapotranspiración, que viene a ser el retorno del agua a la atmósfera a través de la evaporación del suelo y la transpiración vegetal.

La evaporación, la evapotranspiración y la precipitación se miden en milímetros, cuyos valores varían durante las estaciones del año y de una región a otra, por consiguiente será difícil que coincida su curso anual. En algunas localidades se presentan periodos en los cuales la necesidad de agua es satisfecha por la lluvia y en otras, en que hay escasez o mucha lluvia, de tal manera, que habrá meses con suficiente agua y meses con deficiencia o exceso de humedad.
Conociendo los valores mensuales de precipitación (P) y evapotranspiración potencial (ETP), y si se considera que el suelo almacena hasta 100 mm, de agua (este dato depende de las características físicas del suelo) para uso de las plantas cultivadas se efectúa el balance hídrico.
El análisis del balance hídrico nos permite determinar para cada una de las estaciones el comportamiento de la disponibilidad de agua, evapotranspiración, épocas de recarga de agua, el déficit y exceso de agua, así como el cálculo de la evapotranspiración real (ETR), todo lo cual se muestra en el cuadro Nº 05.

5.4.4.1 Balance hídrico mensual y anual

Las estaciones de Tocache (400 m.s.n.m.), presentan excedentes durante nueve meses del año; con meses continuos de setiembre a mayo, mientras que en los meses de junio, julio y agosto el exceso de agua es cero. En el balance anual el exceso de agua llega a los 924 mm.

5.4.5 Clasificación Climática

La clasificación climática de Thornthwaite es ampliamente conocida, se estableció en 1931 y está dirigida fundamentalmente para fines agroclimáticos. En 1948, el mismo autor, presentó un nuevo método basado en la evapotranspiración y la disponibilidad hídrica; asimismo, evalúa su comportamiento temporal.

5.4.5.1 Índices climáticos

Thornthwaite, formuló en 1955 el índice hídrico (Im) como el resultado final de las consideraciones sobre el Balance de Agua, siendo "Im" la diferencia entre el Indice de Humedad (Ih) y el Indice de aridez (Ia).

(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:

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

Donde:
Da = Déficit anual de agua en mm.

(3) Índice pluvial o hídrico (Im) en %. Sustituyendo las dos ecuaciones anteriores en la ecuación:

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

Se obtiene

$$Im = Ih – 0.6Ia$$

(4) Concentración térmica en verano (S) en %. Se aplica la siguiente fórmula:

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

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 dividen en grupos, a los que el autor denomina provincias, a saber:

a. Provincias de Humedad

Los límites de separación entre los tipos hídricos están determinados por los valores del índice hídrico y se designan con las letras mayúsculas sin acentuar:

Tipo	Índice Pluvial	Clima
A	> a 100	Super húmedo
B4	80 a 100	Muy ´humedo
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	Arido

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

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

Subtipo	Índice de aridez %	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
w2	> 33.3	Déficit grande en invierno

Subtipo	**Índice de humedad %**	**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
s’2	> a 20	Exceso grande en overano
w’2	> a 20	Exceso grande en invierno

b. Provincias térmicas

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

Tipo	**Evapotranspiración Potencial**	**Clima**
A’	> a 114	Cálido
B’4	99.7 a 114	Semicalido
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 período estival de verano.
Estos subtipos se especifican por medio de letras minúsculas acentuadas y su significado es el siguiente:

Subtipo	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.

La combinación de los índices hídricos y térmicos, calculados en cada estación meteorológica, así como, la variación estacional del índice hídrico dio como resultado la presencia de un tipo climático básico que no llega a cubrir toda el área de la provincia. Para subsanar este inconveniente se utilizó los índices obtenidos de la estación meteorológica de Rodríguez de Mendoza, ubicada fuera del área de estudio, además, de inferir otros criterios deducidos de las observaciones de campo así como el basado en zonas de vida de Holdridge, bajo los cuales se determinaron cuatro tipos climáticos más, haciendo un total de cinco tipos climáticos con los cuales se cubrió toda la Provincia de Tocache. Los tipos climáticos obtenidos con la información meteorológica de las estaciones ubicadas dentro del área estudiada son los siguientes (cuadro Nº 06).

Tipo climático B3 r A'a'

Expresa a un clima Húmedo (B3) y Cálido (A'), sin ningún déficit de agua (r) y con baja concentración térmica en el verano (a'). Este tipo climático se presenta en la estación de Tocache.

A continuación, describimos el tipo climático estimado en base a la información meteorológica de la estación de Rodríguez de Mendoza, así como los tipos climáticos deducidos de las observaciones de campo y otros criterios como el basado en la elaboración del Mapa de Zonas de Vida del Mundo del Dr. Leslie R. Holdridge (cuadro Nº 07).

Tipo climático B4 B'4

Corresponde a un clima Muy húmedo (B4) y Semicálido (B'4). Se localiza por debajo de los 1 200 m.s.n.m, en las laderas de montaña del sector occidental del estudio.

Tipo climático A B'4

Corresponde a un clima Super Húmedo (A) y Semicálido (B'4). Se localiza por encima del tipo climático anterior, de 1 200 a 2 000 m.s.n.m aproximadamente, sobre todo en las laderas de montaña del sector occidental, habiendo pequeñas áreas en el sector norte y oriental del área de estudio.

Tipo climático B4 B'3

Corresponde a un clima Muy Húmedo (B) y Templado Cálido (B'), sin ningún déficit de agua (r) y con baja eficiencia térmica en el verano (a'). Se localiza en su mayor extensión en el sector occidental del área de estudio en niveles altitudinales que oscilan entre 1 800 y 2 800 m.s.n.m.

Tipo climático B4 B'2

Corresponde a un clima Muy Húmedo (B4) y Templado Frío (B'2), que corresponde a la ceja de selva, que se localiza por encima de los 3000 m.s.n.m, sobre todo en las laderas montañosas occidentales del área de estudio.

VI. CONCLUSIONES

El régimen pluviométrico de la provincia de Tocache es de tipo monomodal, con precipitaciones máximas entre los meses de octubre a marzo y precipitaciones pequeñas en julio y agosto; es decir, que se destacan dos períodos durante el año, uno lluvioso estival y otro invernal con precipitaciones escasas.

Los valores más altos de la temperatura media se manifiestan entre los meses de octubre y diciembre, oscilando entre 25.0º C y 25.4º C.

La evapotranspiración potencial calculada por el método de Thornthwaite muestra que sus valores máximos se dan entre los meses de diciembre y enero, y el mínimo en el mes de febrero. El total anual es alrededor de 1 340 mm/año.

El área de estudio no presenta déficit de agua, al contrario presentan exceso con valores que alcanzan hasta los 924 mm/año.

El clima húmedo abarca el sector aluvial del sur del río Huallaga, con su centro en Nuevo Tocache. Los climas muy húmedos y superhúmedos se desplazan hacia los sectores de montaña, especialmente en el sector occidental de la provincia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEPAL/PNUMA. 1992. Diagnóstico Agroecológico: Metodología del Centro de Información sobre Recursos Naturales (CIREN) y su aplicación al secano de la VI Región de Chile.

HARGREAVES G., OLSEM F., VENEGAS I. 1978. Probabilidades de Humedad, de Precipitación, Requerimientos de Evapotranspiración Potencial y Clasificación Climática para el Perú. Agosto.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1984. Dirección General de Aguas, Suelos e Irrigaciones. Guía para la Zonificación Climática de Cultivos. Lima.

ONERN. 1984. Proyecto Especial Huallaga Central y Bajo Mayo. Estudio de Evaluación de Recursos Naturales y Plan de Protección Ambiental del Departamento de San Martín. Lima.

ONERN. 1982. Inventario y Evaluación Integral de los Recursos Naturales del Alto Mayo. Setiembre.

ONERN. 1976. Mapa Ecológico del Perú. Guía Explicativa. Lima.

FAO/UNESCO/OMM. 1975. Proyecto Interinstitucional en Agroclimatología. Informe Técnico. Roma.

SENAMHI. 2000. Red Nacional de Estaciones Meteorológicas e Hidrológicas. Lima.

SENAMHI. 2000. Mapa de clasificación Climática del Perú. Lima.

SENAMHI. 1995. Dirección General de Agroclimatología. Estudio Agroclimático del Departamento de Cusco. Lima.

THORNTHWAITE. 1984. Instructivo para la Clasificación de Climas. Segundo Sistema. Ing. César Fajardo. Lima.

TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZONICA. 1999. Secretaria Pro Tempore. Zonificación Ecológica Económica. Memoria regional. Manaos-Brasil.

WILHELM KOEPPEN. 1948. Clima. Estudio de los Climas de la Tierra. Fondo de Cultura Económica México-Buenos Aires.

ANEXOS

Cuadro 01: Relación de estaciones meteorológicas del departamento de San Martín

Estación	Tipo	Propietario	Coordenadas Geográficas		Altitud m.s.n.m.	UBICACIÓN			Año de Inicio
			Latitud sur	Longitud Oeste		Departamento	Provincia	Distrito	
Bellavista	CO	SENAMHI	07º 03'	76º 33'	247	San Martín	Bellavista	Bellavista	1963
Juanjuí	CO	SENAMHI	07º 06'	76º 44'	240	San Martín	Huallaga	Sacanche	1964
Juanjuí	S	CORPAC	07º 08'	76º 45'	314	San Martín	Mariscal Caceres	Juanjuí	1950
Juanjuí	PLU	SENAMHI	07º 08'	76º 44'	314	San Martín	Mariscal Caceres	Juanjuí	1952
Pachiza	CO	SENAMHI	07º 16'	76º 47'	380	San Martín	Mariscal Caceres	Juanjui	1964
Nuevo Lima	PLU	SENAMHI	07º 07'	76º 30'	260	San Martín	Bellavista	Bajo Biabo	1963
La Unión	CO	SENAMHI	07º 11'	76º 30'	265	San Martín	Bellavista	Bajo Biabo	1970
San Pablo	PLU	SENAMHI	06º 48'	76º 36'	270	San Martín	Bellavista	San Pablo	1967
Campanilla	CO	SENAMHI	07º 26'	76º 41'	390	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1999
Campanilla	PLU	SENAMHI	07º 26'	76º 41'	390	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1963
Dos de Mayo	PLU	SENAMHI	07º 13'	76º 29'	270	San Martín	Bellavista	Bajo Biabo	1963
Shepte	PLU	SENAMHI	07º 28'	76º 50'	400	San Martín	Mariscal Caceres	Huicungo	1963
Sion	PLU	SENAMHI	07º 39'	76º 46'	460	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1963
Filaboton	PLU	SENAMHI	07º 28'	76º 43'	600	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1970
Biabo Cuzco	PLU	SENAMHI	07º 16'	76º 30'	290	San Martín	Bellavista	Alto Biabo	1996
Puerto Pizana	PLU	SENAMHI	08º 02'	76º 38'	500	San Martín	Tocache	Polvora	1963
El Valle	PLU	SENAMHI	07º 34	76º 50'	500	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1963
Balzayacu	PLU	SENAMHI	07º 49'	76º 47'	500	San Martín	Mariscal Caceres	Campanilla	1964
Ají	PLU	SENAMHI	08º 18'	76º 49'	2000	San Martín	Tocache	Shunte	1964
*Balsa Puerto	PLU	SENAMHI	05º 50'	76º 35'	200	Loreto	Alto Amazonas	Balsa Puerto	1964
*Rodríguez de Mendoza	CO	SENAMHI	06º 18'	77º 25'	1648	Amazonas	R. De Mendoza	San Nicolas	1963
*Pomacochas	CO	SENAMHI	05º 55'	77º 55'	2200	Amazonas	Bongará	Florida	1963
*Chachapoyas	CO	SENAMHI	06º 13'	77º 51'	2264	Amazonas	Chachapoyas	Cgachapoyas	1964

FUENTE: SENAMHI

LEYENDA	
CP :	Climatológica Principal
CO :	Climatológica Ordinaria
S :	Sinóptica
PLU :	Pluviométrica
TP:	Termopluviométrica
SENANHI :	Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología
CORPAC :	Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial
* Fuera del Área de Estudio	

Cuadro 02: Distribución total media anual (mm)

Estación	Período	MESES												Total Anual
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
Bellavista	1965-1980	82,3	87,6	113,0	115,5	64,1	54,6	39,6	66,2	67,7	98,4	83,0	54,6	926,6
Juanjuí (CO)	1966-1981	130,6	107,0	192,8	194,4	115,2	74,7	61,0	70,8	106,5	156,0	186,3	147,1	1542,4
Juanjuí(S)	1953-1982	107,2	124,5	169,0	187,8	120,5	65,5	63,5	61,8	91,4	166,4	155,9	122,6	1436,1
Sacanche	1964-1982	90,8	98,0	138,0	147,7	93,5	54,9	53,6	55,4	82,8	143,4	161,1	85,0	1204,2
Saposoa	1967-1981	132,0	143,3	228,5	165,5	115,5	88,6	76,0	76,7	93,0	158,9	163,9	147,4	1589,3
Pachiza	1965-1982	136,3	166,2	227,4	196,7	150,7	94,1	88,2	82,2	125,1	199,6	189,2	150,5	1806,2
Nuevo Lima	1965-1981	68,0	148,0	210,0	86,0	49,0	63,0	55,0	55,0	58,0	112,0	80,0	147,0	1131,0
La Unión	1975-1980	92,6	68,9	134,1	125,0	53,4	47,8	50,1	38,3	87,0	87,2	116,0	64,2	964,6
San Pablo	1968-1981	106,7	124,7	140,8	129,3	69,9	87,4	89,2	81,2	95,6	118,1	121,5	103,5	1267,9
Tocache	1954-1961	212,0	253,0	253,0	208,0	193,0	49,0	139,0	83,0	181,0	280,0	287,0	227,0	2365,0
*Balsapuerto	1964-1973	346,4	402,6	407,0	378,3	243,8	275,2	250,3	181,0	241,8	282,1	275,6	248,0	3532,1
*Rodriguez de Mendoza	1964-1967	131,6	146,1	227,5	205,4	168,2	87,5	58,8	49,5	134,2	153,6	166,4	115,4	1644,2
Pomacochas	1966-1974	73,5	64,3	105,4	100,1	71,6	62,4	46,0	43,5	98,4	94,5	76,4	50,0	886,1
Chachapoyas	1965-1973	80,3	76,3	119,0	109,7	48,8	29,0	29,2	21,4	50,6	100,0	82,3	78,4	825,0

* Estación Meteorológica fuera del área de estudio

Cuadro 03: Temperatura media anual (ºC)

Estación	Período	MESES												Total	Promedio Anual
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC		
Bellavista	1964-1979	26,7	26,7	26,1	25,9	25,7	25,4	25,0	25,5	25,8	26,4	26,8	27,1	313,1	26,1
Juanjuí (CO)	1966-1979	26,0	26,0	25,6	25,5	25,2	24,7	24,4	24,8	25,2	25,7	26,0	26,,3	279,1	23,3
Juanjuí(S)	1951-1982	27,1	26,7	26,5	26,3	26,1	25,7	25,6	26,2	26,6	26,8	27,0	27,3	317,9	26,5
Pachiza	1965-1976	25,6	25,7	25,4	25,2	25,0	24,7	24,1	24,5	24,9	25,5	25,7	25,8	302,1	25,2
La Unión	1975-1979	26,6	26,6	26,1	26,1	25,8	25,1	24,9	25,3	25,7	26,2	26,4	26,7	311,5	26,0
Tocache	1954-1961	25,1	24,5	24,7	25,0	24,7	24,2	24,6	24,7	25,0	24,9	24,9	25,4	297,7	24,8
Rioja	1964-1981	22,2	22,4	22,3	22,6	22,5	22,1	21,7	21,7	22,1	22,6	22,8	27,5	272,5	22,7
Moyobamba	1965-1981	22,8	22,7	22,9	23,1	22,9	22,6	22,1	22,4	22,6	23,0	23,4	23,1	273,6	22,8
*Rodriguez de Mendoza	1964-1967	19,6	19,3	19,2	19,2	19,0	18,8	18,4	18,9	19,2	18,9	19,4	19,9	229,8	19,2
Pomacochas	1969-1973	15,3	15,2	15,3	15,2	15,2	15,2	15,0	14,8	15,0	15,1	15,0	15,2	181,5	15,1
Chachapoyas	1965-1973	15,0	15,3	14,8	15,0	15,0	14,6	14,1	14,3	14,6	15,2	15,6	15,4	178,9	14,9

* Estación Meteorológica fuera del área de estudio

Cuadro 4: Evapotranspiración potencial mensual y anual (mm)

Estación	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual
Bellavista	146,0	125,0	132,0	123,0	122,0	114,0	111,0	120,0	122,0	139,0	144,0	154,0	1552,0
La Unión	144,0	124,0	132,0	127,0	125,0	110,0	110,0	117,0	120,0	135,0	136,0	146,0	1526,0
Juanjui (S)	153,0	125,0	139,0	130,0	128,0	118,0	120,0	132,0	135,0	146,0	147,0	158,0	1631,0
Pachiza	128,0	111,0	122,0	114,0	114,0	106,0	101,0	107,0	110,0	125,0	126,0	131,0	1395,0
Tocache	121,0	96,0	113,0	112,0	110,0	100,0	109,0	111,0	112,0	117,0	114,0	125,0	1340,0
*Rodriguez de Mendoza	78,0	65,0	73,0	71,0	70,0	67,0	66,0	70,0	71,0	72,0	74,0	80,0	857,0

* Estación meteorológica fuera del área de estudio

Cuadro 05: Balance hídrico por estaciones

ESTACIÓN: TOCACHE

LATITUD: 08° 11' LONGITUD: 76° 30'

ALTITUD: 400 m.

CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO : 100 mm

PERIODO : 1964-1981

PARAMETROS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Anual
Evapotranspiracion Potencial (cm)	12,1	9,6	11,3	11,2	11,0	10,0	10,9	11,1	11,2	11,7	11,4	12,5	134,0
Precipitación (cm)	21,2	25,3	25,3	20,8	19,3	4,9	13,9	8,3	18,1	28,0	28,7	22,7	236,5
Almacenamiento (cm)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	4,9	7,9	5,0	10,0	10,0	10,0	10,0	
Variación de Reserva (cm)	9,1	15,7	14,0	9,6	8,3	5,1	3,0	-2,8	6,9	16,3	17,3	10,2	
Evapotranspiracion Real (cm)	12,1	9,6	11,3	11,2	11,0	10,0	10,9	11,1	11,2	11,7	11,4	12,5	134,0
Déficit (cm)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Excedente (cm)	9,1	15,7	14,0	9,6	8,3	0,0	0,0	0,0	1,9	6,3	17,3	10,2	92,4

Cuadro 06: Tipos Climáticos Obtenidos con Información Meteorológica del Area de Estudio

Estación	PREC (mm/año)	ETP (mm/año)	DEF (mm/año)	EXC (mm/año)	Im	Ia	Ih	Tipo de Clima				Descripción
Tocache	2365,0	1340,0	0,0	924,0	73,3	5,5	76,6	B3	r	A'	a	Húmedo, sin falta de agua durante todo el año. Cálido, con baja concentración térmica durante el verano

Leyenda
PREC: Precipitación
ETP: Evapotranspiración Potencial
DEF: Déficit
EXC: Excedente
Im: Índice Hídrico
Ia: Índice de Aridez
Ih: Índice de Humedad

Cuadro 07: Tipos climáticos estimados

Tipo de Clima	Descripción
B4 B'4	Muy Húmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
A B'4	Superhúmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
B4 B'3	Muy Húmedo. Templado cálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad
B4 B'2	Muy Húmedo. Templado frío, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad

* Estación Meteorológica de Rodriguez de Mendoza

Cuadro 07: Tipos climáticos estimados

Tipo de Clima	Descripción
B4 B'4	Muy Húmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
A B'4	Superhúmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
B4 B'3	Muy Húmedo. Templado cálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad
B4 B'2	Muy Húmedo. Templado frío, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad

* Estación Meteorológica de Rodriguez de Mendoza

Cuadro 08: Resumen de datos meteorológicos

Elementos Meteorológicos	Periodo de Registros Analizados	Unidad de Medida	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Tocache														
TEMP. PM		º C	25,1	24,5	24,7	25,0	24,7	24,2	24,6	24,7	25,0	24,9	24,9	25,4
PRECIP. TMP		mm.	212,0	253,0	253,0	208,0	193,0	49,0	139,0	83,0	181,0	280,0	287,0	227,0

Leyenda:
PMME: Promedio Mensual Máximo
PM: promedio Mensual
pmme: promedio mensual mínimo extremo
TMME: Total Mensual Máximo Extremo
TPM: Total Promedio Mensual
tmme: total mensual mínimo extremo

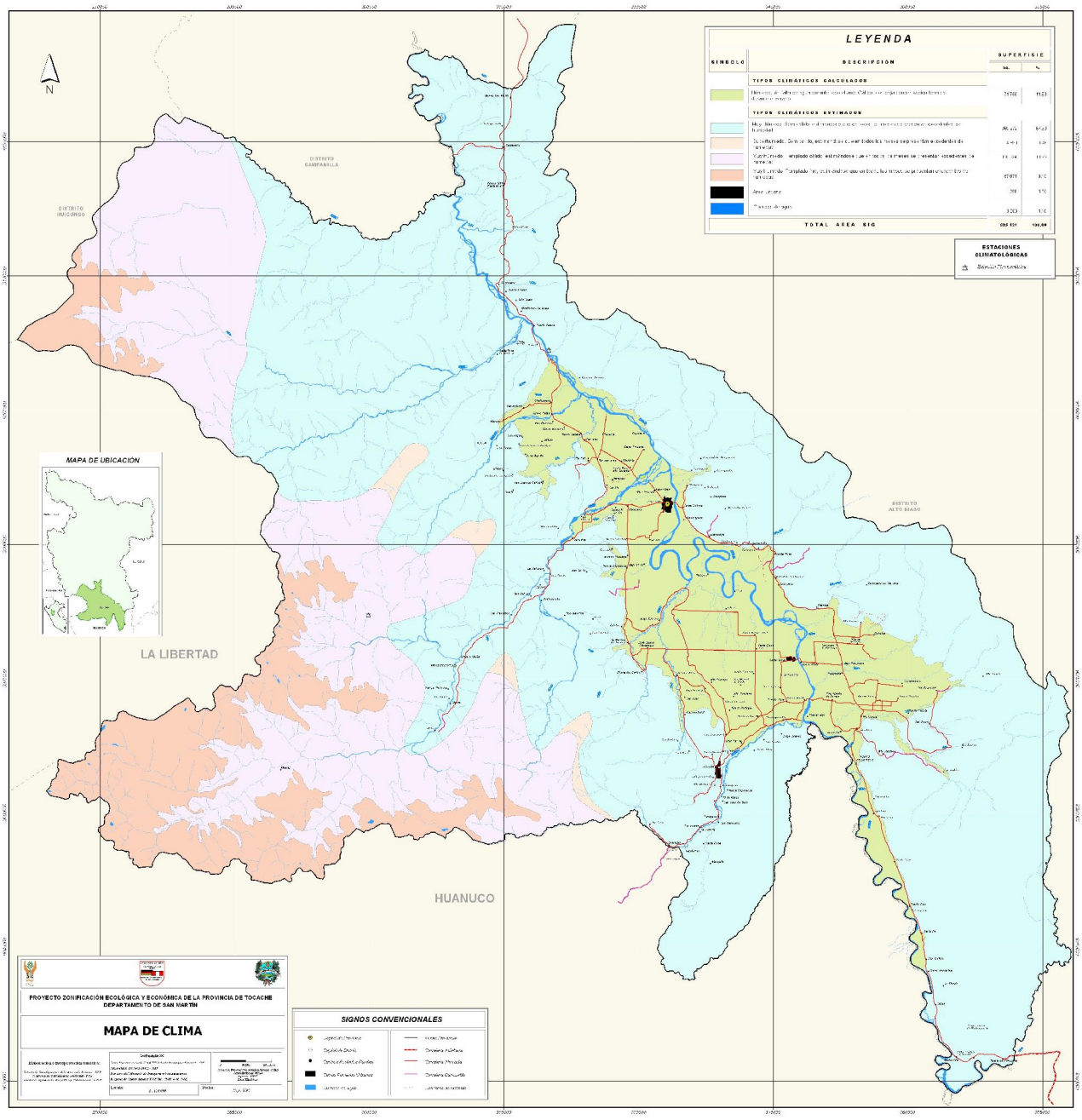
Cuadro 09: Tipos climáticos estimados

Tipo de Clima Anterior	Nuevo Tipo Climático	Descripción
B4 B'3	B4 B'4	Muy Húmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
Ar B'4	Ar B'4	Superhúmedo. Semicálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes de humedad
B4 B'2	Br B'a'	Muy Húmedo. Templado cálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad
* B3 B'4	B3 B'4	Húmedo. Semicálido. estimándose que en algunos meses se presentan excedentes de humedad
Ar B'3	Ar B'3	Superhúmedo. Templado cálido, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad
B4 B'2	B4 B'2	Muy Húmedo. Templado frío, estimándose que en todos los meses se presentan excedentes humedad
B3 C'1	B3 C'1	Húmedo. Frío acentuado, estimándose que en algunos meses se presentan excedentes de humedad

* Estación Meteorológica de Rodriguez de Mendoza

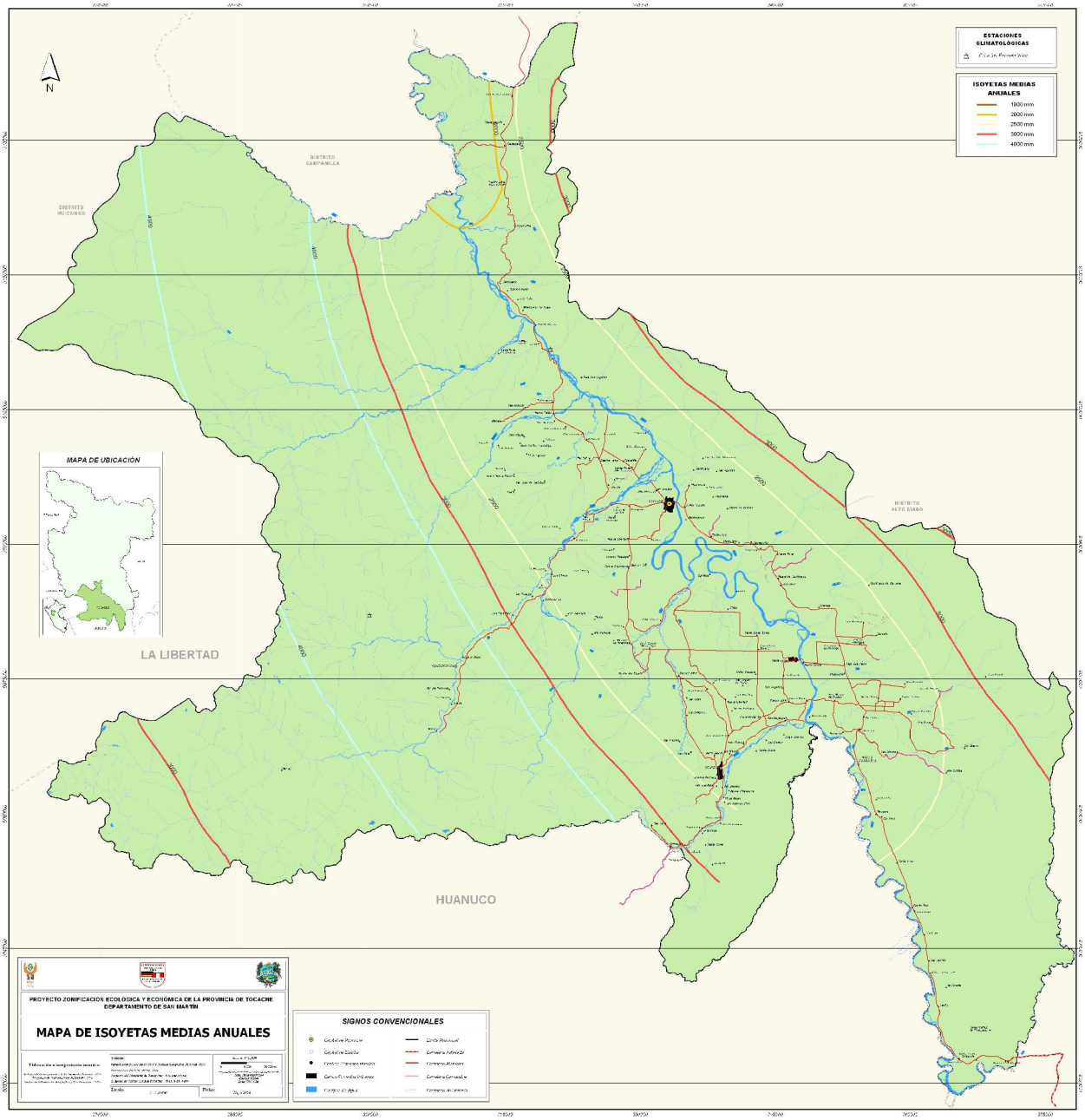
GRUPO TÉCNICO DE LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

MAPA DE CLIMA - PROVINCIA DE TOCACHE



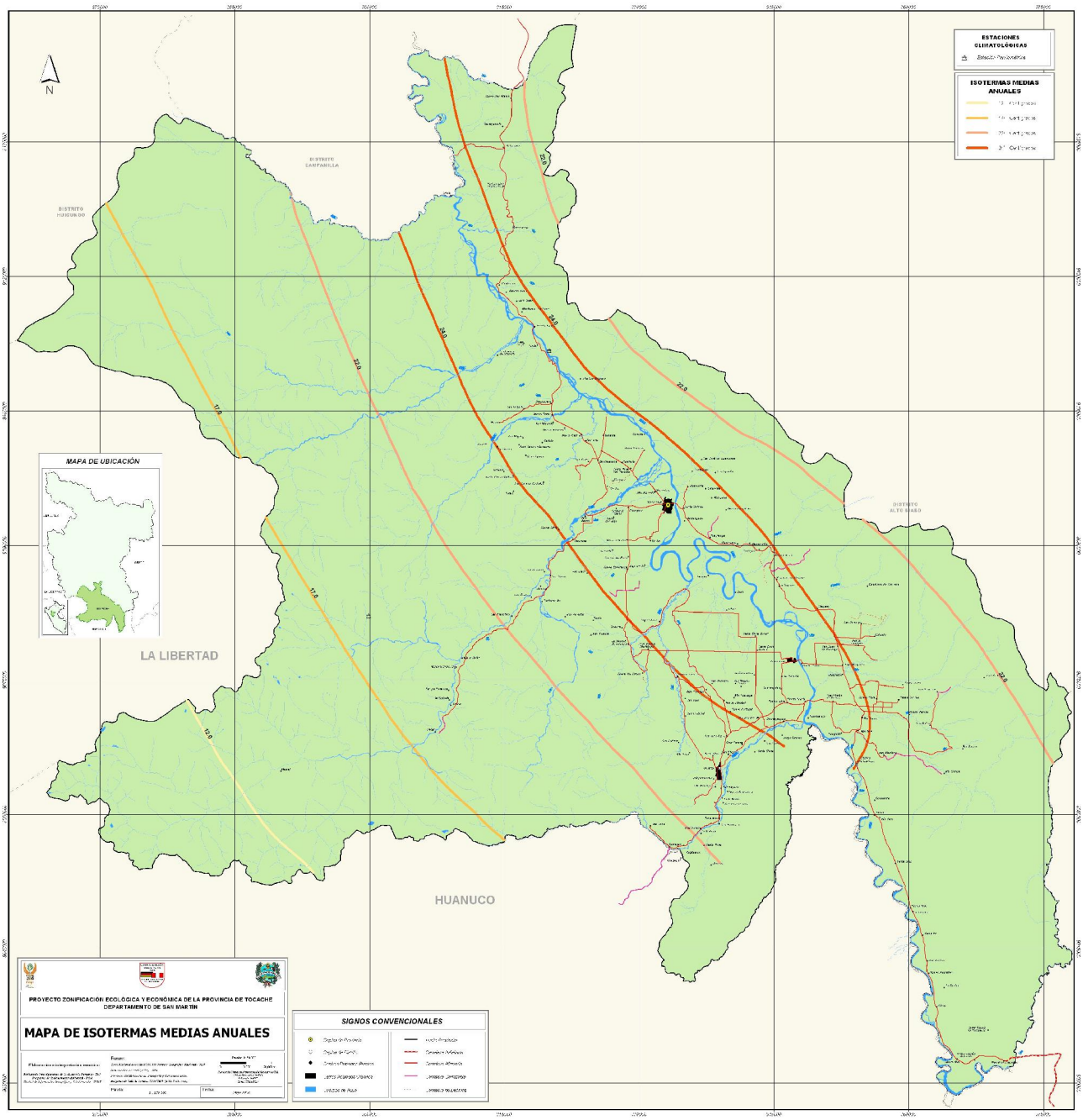
GRUPO TÉCNICO DE LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

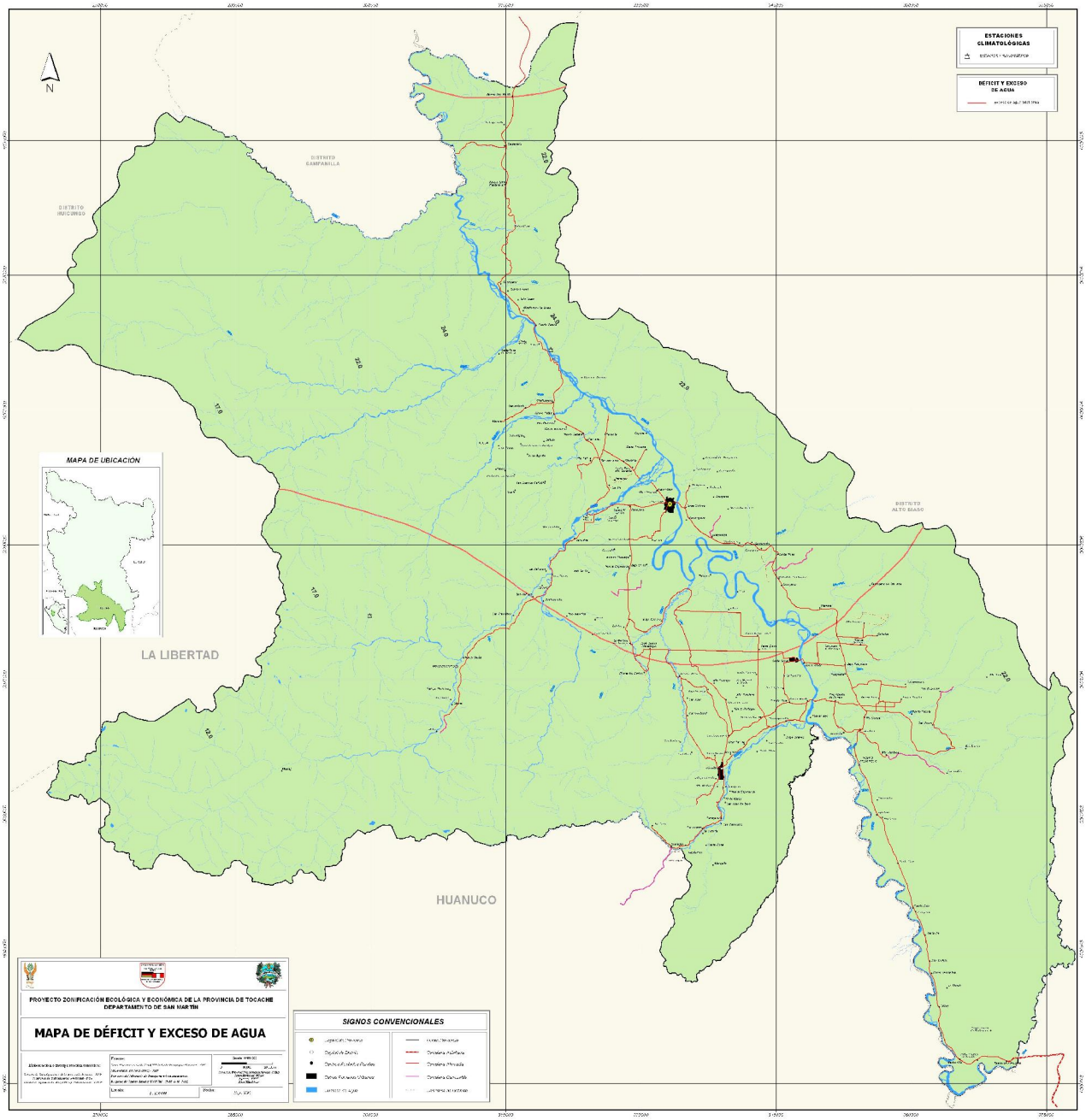
MAPA DE ISOYETAS MEDIAS ANUALES - PROVINCIA DE TOCACHE



GRUPO TÉCNICO DE LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

MAPA DE ISOTERMAS MEDIAS ANUALES - PROVINCIA DE TOCACHE



GRUPO TÉCNICO DE LA ZONIFICACIÓN ECOLÓGICA Y ECONÓMICA

MAPA DE DÉFICIT Y EXCESO DE AGUA - PROVINCIA DE TOCACHE