

Micro Zonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta



CLIMA

Marco A. Paredes Riveros

Copyright © 2012 – IIAP

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, administrados por DEVIDA

Cita sugerida:

Paredes, M. 2012. Clima, documento temático. Proyecto Microzonificación Ecológica y Económica del Área de Influencia de la Carretera Iquitos-Nauta, convenio entre el IIAP y DEVIDA. Iquitos - Perú

Todos los derechos reservados. Queda prohibido reproducir, transmitir o almacenar en un sistema de recuperación cualquier parte de esta publicación, en cualquier forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado o de otro tipo, sin autorización previa.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	4
RESUMEN	5
I. OBJETIVOS	6
1.1. Objetivo general.....	6
1.2. Objetivos específicos.....	6
II. MATERIALES	6
2.1. Materiales.....	6
2.2. Métodos.....	7
2.2.1. Fase de pre-campo.....	9
2.2.2. Fase de campo.....	16
2.2.3. Fase de post - campo.....	21
METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA	26
PROPUESTA COMPLEMENTARIA	30
METODOLOGÍA DE ZONAS DE VIDA	31
III. RESULTADOS	34
3.1. Circulación atmosférica.....	34
3.2. Precipitación.....	37
3.3. Comportamiento temporal de las precipitaciones.....	39
3.4. Comportamiento espacial de las precipitaciones.....	44
3.5. Temperaturas.....	46
3.6. Evapotranspiración.....	55
3.7. Balance hídrico.....	57
3.8. Humedad atmosférica.....	67
3.9. Fotoperiodo.....	69
3.10. Clasificación climática.....	71
IV. CONCLUSIONES	73
V. RECOMENDACIONES	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
ANEXOS	77

PRESENTACIÓN

El presente trabajo describe las características climáticas de la zona comprendida en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta, que incluye a la cuenca alta, media y baja del río Itaya, en el departamento de Loreto.

El estudio fue realizado como iniciativa del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) a través del Programa de Cambio Climático, Desarrollo Territorial y Ambiente – PROTERRA, en el segundo semestre del año 2011, mediante la ejecución del proyecto de Micro Zonificación Económica y Ecológica para el desarrollo Sostenible del Ámbito de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta. Esta área últimamente se encuentra expuesta a diversas variaciones climáticas como consecuencia del cambio climático global que está alterando los patrones tradicionales.

La zona de estudio es un futuro atractivo económico y un polo de desarrollo industrial, debido a la conectividad con Iquitos y a la existencia de diversos recursos, incluyendo bosques primarios, y por ende potencialidades de aprovechamiento turístico y explotación de especies maderables y no maderables.

RESUMEN

En la zona de estudio, por encontrarse muy próxima a la línea ecuatorial, no existe diferenciación marcada de las estaciones astronómicas del año; se puede decir que se encuentra afectada tanto por verano como por invierno. Sin embargo, sí se encuentra fuertemente influenciada por la circulación atmosférica tropical, determinada a su vez por los centros de alta presión sobre el Océano Pacífico y Atlántico, la presencia de los vientos alisios y la convergencia de ellos en la llamada Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), así como por perturbaciones frontales y líneas de inestabilidad de corta duración, que pueden llegar a esta parte en las estaciones de 'verano' o 'invierno'.

Climáticamente la zona se caracteriza por ser cálida, tropical y húmeda durante todo el año. El régimen de precipitación presenta valores de 2600 a 3000 mm/año¹, distribuidos de tal forma que no hay un período seco extenso, y casi ningún mes con precipitación menor de 100 mm. Las mayores precipitaciones ocurren en el mes de abril y las menores en julio-agosto.

En cuanto a las temperaturas, los meses más calientes ocurren a finales del invierno, con mínimas medias de 20-23°C y máximas entre 30 - 33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27 °C, y las máximas absolutas históricas llegan alcanzar los 40°C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 y 12°C, lo que es mucho mayor que la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2°C.

Las mayores velocidades de viento se observan en los meses de invierno. La humedad relativa es casi constante a lo largo del año, y es cercano al 85%.

El consumo de agua del bosque, manifestado a través de la ETP, es casi constante durante todo el año, oscilando entre 1500 a 1750 mm/año, siendo cubierto por la precipitación, lo que demuestra disponibilidad hídrica a lo largo del año, y en algunos casos excesos. Sin embargo, existen algunos indicadores de deficiencia de agua en los meses de setiembre que las lluvias no logran cubrir.

I. OBJETIVO

1.1. Objetivo general

Realizar la caracterización climática del ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, escala 1:25 000.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar las características térmicas espaciales (isotermas) y temporales ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.
- Determinar las características de humedad espacial (isohumas) y temporal en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.
- Caracterizar las variaciones estacionales en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.
- Elaborar el mapa de climas ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta. en la escala 1: 25000, bajo la metodología de Thornttwaite.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Materiales para trabajo en gabinete

- Cartas Nacionales digitalizadas.
- Imágenes satelitales Lansat – alta resolución.
- Software Arcview 3.2.
- Software Microsoft Excel – hoja de cálculo.
- Software Microsoft Word – procesador de texto.
- Material de escritorio.
- Material de impresión.
- Información satelital del GOES-13 – NOAA.

Materiales para trabajo de campo

- 04 libretas de campo (personal de campo)
- 02 tableros acrílicos de campo (especialista y asistente)
- 02 radios portátiles de comunicación
- 02 pares de botas de jebe (especialista y asistente)
- 10 ponchos de lluvia
- 10 machetes

- 10 linternas (personal de campo)
- Pilas Duracell grande (cantidad necesaria para las linternas)
- Cartas nacionales del ámbito del proyecto
- 02 carpas de acampar
- 01 pizarra acrílica de 30 cm x 20 cm

Equipo personal

- 01 GPS
- 01 brújula
- Estación Automática

2.2. Métodos

El proceso fue ejecutado en tres fases:

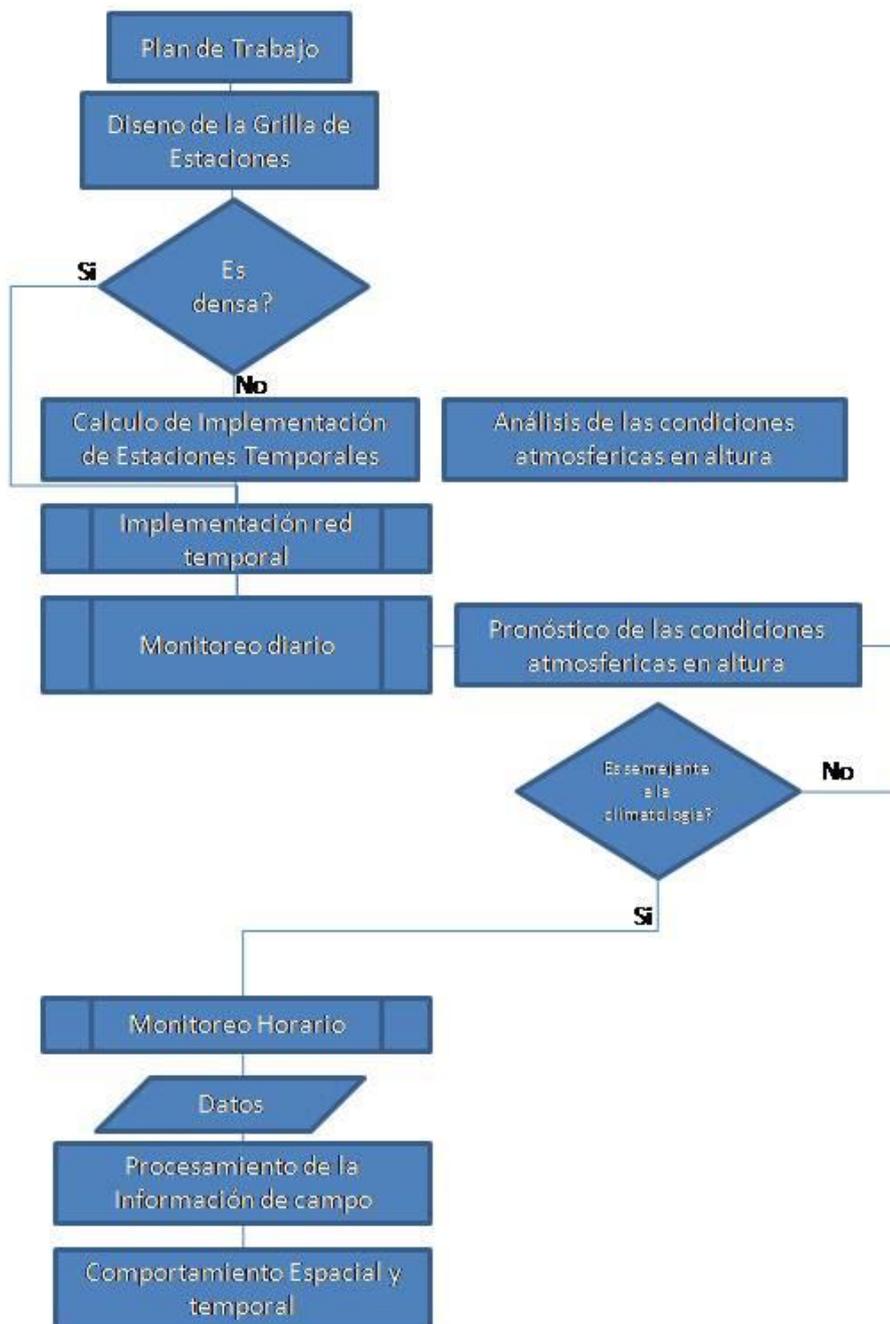
Fase de pre – campo: consiste en todas las acciones previas que conllevan a la realización de la fase de campo, es decir, a los preparativos, diseño del plan, adquisición de equipo, entre otros, así como también la realización de los cálculos de tele-conexiones con variables atmosféricas globales.

Fase de campo: comprende las acciones relacionadas con el desplazamiento, recopilación de información de campo (flora predominante), implementación de estaciones de control temporal, monitoreo, y obtención de información básica dentro del ámbito de la carretera Iquitos - Nauta

Fase de gabinete o post campo: comprende al procesamiento de la información obtenida en la etapa de pre-campo y campo. Ella se comprende la confección de mapas de precipitación, temperaturas máximas, temperaturas mínimas, humedad relativa y clasificación climática.

En las fases seguidas para la obtención de información de campo de un sector determinado, se trata de conjugar las variables provenientes del sistema observacional terrestre y su relación con las variables atmosféricas en altura; asimismo, el conocimiento de las condiciones medias (normales) de los principales sistemas atmosféricas ayudarán a visualizar la distribución espacial de las variables superficiales, como temperatura y humedad atmosférica.

Grafico N° 01: Esquema representativo del proceso de caracterización climática a nivel micro.



2.2.1. FASE DE PRE-CAMPO

Recopilación de la información básica

El área de estudio se ubica geográficamente en el cuadrante siguiente:

Latitud: 03°44'00"S - 04°30'00"S
Longitud: 73°08'40"W - 73°54'36"W

Políticamente, el área de estudio abarca las provincias de Maynas y Loreto. La información de precipitación y temperatura fueron obtenidas de la red de estaciones climatológicas del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI en un número de 8 estaciones climatológicas (de las cuales solo 6 proporcionan información de temperatura) y complementada con la información proveniente de las *estaciones virtuales*.

Los satélites geoestacionarios son aquellos que permanecen inmóviles sobre una altura de 36,000 km de la superficie terrestres y tienen una órbita sincrónica a la de la tierra. Vienen recibiendo información desde 1974 en forma continua a través de muchos canales, en la actualidad se utilizan algoritmos básicos como el de CMORPH para estimar los elementos meteorológicos básicos como precipitación, temperatura, humedad, viento, entre otras. Para la variable precipitación se tiene una resolución de 0.25°, es decir, que tenemos información de precipitación del planeta cada 25 km, convirtiéndose en *estaciones climatológicas virtuales* complementarias a la red del sistema observacional nacional.

Todas las estaciones climatológicas en su conjunto (proveniente del Senamhi y del satélite) forman parte de la grilla (malla) utilizadas para el análisis del área de estudio. Los años de registro de cada una de las estaciones no es uniforme, la tabla 1 presenta el periodo de registro de cada uno de ellos.

Tabla N° 01
Relación de estaciones meteorológicas utilizadas en el presente estudio.

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)
MORALILLO	03° 53'59"S	73° 20'17"W
PUERTO ALMENDRAS	03° 46'01"S	73° 17'01"W
NAUTA	04° 31'01"S	73° 36'01"W
AMAZONAS	03° 44'30"S	73° 15'44"W
PUNCHANA	03° 41'26"S	73° 15'50"W
SANTA MARIA DE NANAY	03° 05'01"S	73° 40'01"W
SAN ROQUE	03° 45'01"S	73° 15'01"W
TAMSHIYACU	04° 00'12"S	73° 09'39"W

Fuente: Banco de datos SENAMHI, 2011.

Información satelital

Los datos de precipitación y de temperatura mensuales en cada punto de información o estación virtual fueron obtenidos del satélite geoestacionario GOES 13 -canal infrarrojo, y transformada mediante algoritmos para una resolución de 25 km x 25 km para precipitación y de 50 km x 50 km para la temperatura.

Información de precipitación

Para la confección de las isoyetas fue utilizada una grilla de 35 estaciones climatológicas virtuales, denominadas con la letra P y seguidas de una numeración correlativa; cada una de ellas nos proporciona información en forma mensual de las precipitaciones desde el 2002 hasta la actualidad. Cada estación PX está georeferenciada y con una resolución de 25 km como mínimo entre punto y punto.

La información ha sido obtenida utilizando la técnica Morphing conocida como "CMORPH", a cual tiene las siguientes características:

Resolución de la grilla: 0.07277 grados lat/lon (8 km sobre el Ecuador)

Resolución temporal: 30 minutos

Dominio: Global (60°N - 60°S)

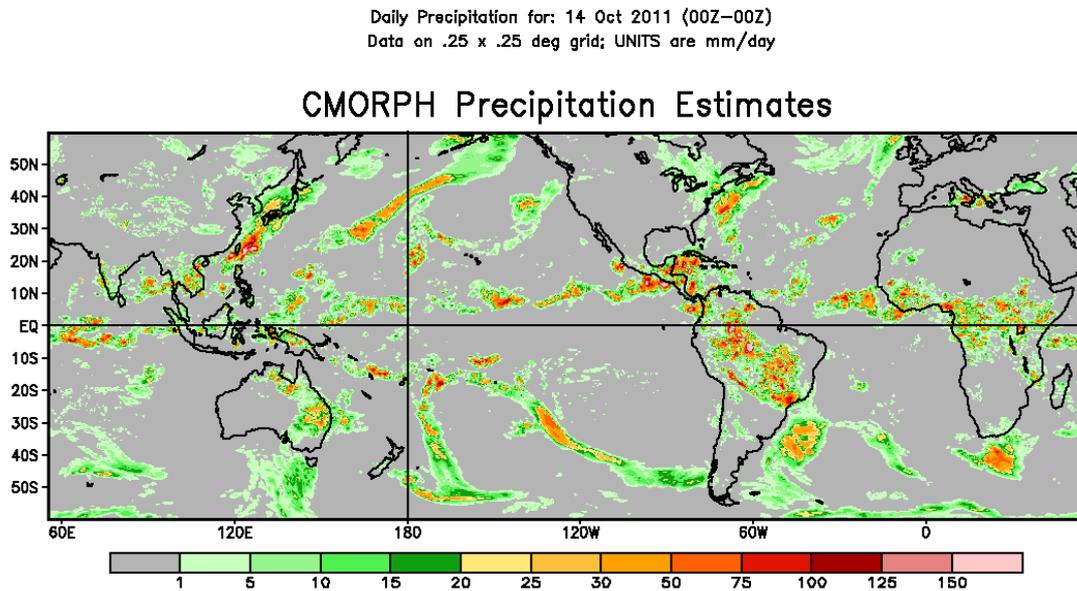
Periodo de registro: 2002 - 2011

CMORPH (Técnica MORPHing) produce el análisis de la precipitación global con muy alta resolución temporal y espacial. Esta técnica nos proporciona una precipitación mensual estimada que ha sido obtenida a través de los satélites que se desplazan en una órbita baja muy cercanas a la tierra.

Con respecto a la resolución espacial, aunque las estimaciones de precipitación están disponibles en una grilla de 8 km (en el Ecuador), la resolución del satélite derivada de las estimaciones es más cercana a los 12 x 15 km. Posteriormente, se realiza el proceso de interpolación para la obtención de una grilla más fina. Estas estimaciones son generadas por algoritmos propuestos inicialmente por

Ferraro (1997) y complementadas por Kummerow en el 2001. En estudios anteriores realizados por Lavado 2011, utilizaron la información satelital en estudios hidrológicos (modelos precipitación - escorrentía) con buenos resultados.

Gráfico N° 02: Ejemplo de la precipitación estimada para el día 14 de octubre por el método "morph" a nivel mundial.



Las estaciones del satélite utilizadas se localizan en las siguientes coordenadas geográficas:

Tabla N° 02
Estaciones pluviométricas satelitales utilizadas para el trazado de Isoyetas

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)
P1 - Yanayacu	03°07'30"S	73°07'30"W
P2 - Javacocha	03°22'30"S	73°07'30"W
P3 - Santa Teresa	03°37'30"S	73°07'30"W
P4 - San Jose	03°52'30"S	73°07'30"W
P5 - Constancia	04°52'30"S	73°07'30"W
P6 - Puerto Bosmeridiano	04°22'30"S	73°07'30"W
P7 - Mazan	03°07'30"S	73°22'30"W
P8 - Paucarina	03°22'30"S	73°22'30"W
P9 - Santo Blanco	03°37'30"S	73°22'30"W
P10 - Aguas Negras	03°52'30"S	73°22'30"W
P11 - Varadero	04°52'30"S	73°22'30"W
P12 - San Fernando	04°22'30"S	73°22'30"W
P13 - Cabañas	03°07'30"S	73°37'30"W
P14 - Progreso 1	03°22'30"S	73°37'30"W
P15 - Buenavista	03°37'30"S	73°37'30"W
P16 - Naranjal	03°52'30"S	73°37'30"W
P17 - Reserva	04°52'30"S	73°37'30"W
P18 - Nuevo San Juan 2	04°22'30"S	73°37'30"W
P19 - San Luis	03°07'30"S	73°52'30"W
P20 - Progreso II	03°22'30"S	73°52'30"W
P21 - Fray Martin	03°37'30"S	73°52'30"W
P22 - Comunidad Tipishca	03°52'30"S	73°52'30"W
P23 - Manchuria	04°52'30"S	73°52'30"W
P24 - Piura	04°22'30"S	73°52'30"W
P25 - Shimbillo	03°07'30"S	74°07'30"W
P26 - Nuevo Paraiso	03°22'30"S	74°07'30"W
P27 - San Antonio	03°37'30"S	74°07'30"W
P28 - Soledad	03°52'30"S	74°07'30"W
P29 - Anguilla	04°52'30"S	74°07'30"W
P30 - Villa Buena vida	04°22'30"S	74°07'30"W
P31 - Nuevo Jerusalen	03°44'30"S	73°15'44"W
P32 - Libertad	03°41'26"S	73°15'50"W
P33 - 20 de Enero	03°05'01"S	73°40'01"W
P34 - Nueva York	03°45'01"S	73°15'01"W
P35 - Marañon	04°00'12"S	73°09'39"W

Información de temperaturas

Obtenidos del Centro de Predicción del Clima (CPC-NOAA)- que posee información actualizada, con una resolución de 0.5 x 0.5 grados desde 1948-2011:

Descripción de los datos

Las unidades para la temperatura están en grados centígrados (°C).

09 estaciones virtuales se ubican en el área de estudio.

Resolución espacial y cobertura:

0.5 grados latitud x 0.5 grados longitud; -89.75°S a 89.75°N; 0.25°E -> 359.75°E; De enero 1948 a 2011;

Tabla N° 03
Ubicación de las estaciones termométricas satelitales utilizadas para el trazado de isotermas

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)
T1 - Mohena caño	-3.750	-73.250
T2 - El Charo	-4.250	-73.250
T3 - Angamos	-4.750	-73.250
T4 - Nazareth	-3.750	-73.750
T5 - Villa Belen	-4.250	-73.750
T6 - Casa Grande	-4.750	-73.750
T7 - Libertad	-3.750	-74.250
T8 - El Cerro	-4.250	-74.250
T9 - Bolivar	-4.750	-74.250
MORALILLO	-3.901	-73.339
PUERTO ALMENDRAS	-3.832	-73.379
NAUTA	-3.756	-73.271
AMAZONAS	-3.764	-73.255
AEROPUERTO	-3.784	-73.306
SAN ROQUE	-3.786	-73.299
TAMSHIYACU	-4.003	-73.161

La información obtenida de las dos fuentes mencionadas han sido complementadas con estaciones de monitoreo temporal, ubicadas sobre centros poblados del área de estudio, previamente seleccionadas en base a un diseño de la red, que toma en consideración las zonas en que no se tiene ningún tipo de información climática.

a) Diseño de la red de monitoreo climático

Hemos denominado *estación temporal de monitoreo climático* (ETMC) al punto que ha sido determinado para la obtención de información climática dentro del ámbito del proyecto, que servirá para complementar la información proveniente de las otras fuentes (las ETMC complementarían a la red de estaciones virtuales y del SENAMHI (por el periodo que dure el estudio).

La determinación de la ubicación final de las ETMC en el ámbito del proyecto dependerá de muchos factores; en primer lugar, de la escala espacial objetivo: mientras más pequeña sea la escala gráfica deseada, la ubicación de las ETMC será más densa.

La **escala espacial** provee una forma más práctica de delimitar un microclima, por ejemplo, que se presente en una montaña, valle o cerca de una laguna, carretera, etc.

La cantidad y ubicación del punto final de la ETMC está en función de los siguientes factores externos:

- Área de influencia del proyecto, dimensión y forma.
- Información meteorológica histórica básica alrededor del proyecto.
- Topografía - fisiografía.
- Escala espacial final.
- Accesibilidad.
- Población¹.

La longitud del ámbito del proyecto es de 100 km aproximadamente; se ha tomado como línea de partida el eje de la carretera Iquitos – Nauta, con un distanciamiento de 10 km. Se ubicará las transectas perpendiculares al eje de carretera (Tabla 4)

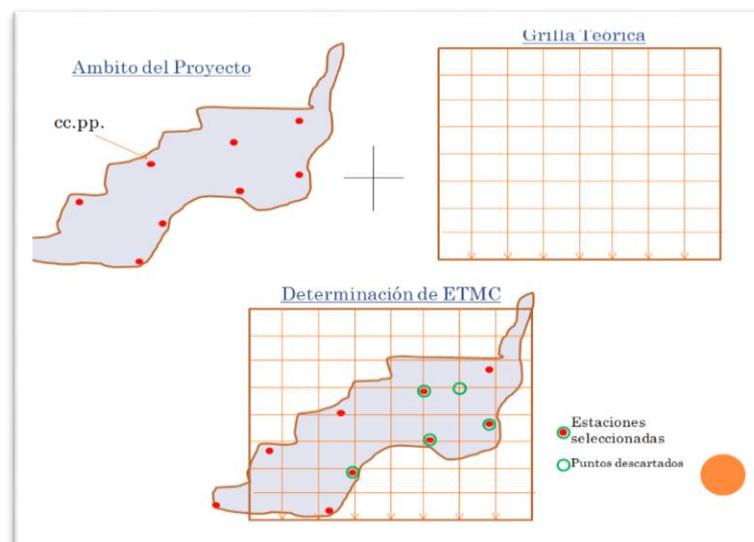
¹ La población, se refiere a la cantidad de personas que se encontrara en los puntos planificados y pueda servir de personal observador de las ETMC.

Tabla N° 04
Transectas de implementación de estaciones termométricas temporales en el área de estudio.

Numero de Transecta	Distancia transecta KM	Centros Poblados Propuestos	Cantidad
Nauta	20.3	Santa Rita - Nauta - San Francisco	3
Transecta 1	38.0	Villa Belen - 28 enero - Luz oriente - Nuevo San Juan - Tierra Prometida	4
Transecta 2	25.0	12 octubre-Huascar	2
Transecta 3	28.0	Cahuide - Habana	2
Transecta 4	27.0	Nuevo Triunfo - El Triunfo - Santa Lucinda	3
Transecta 5	26.0	Yarana yulo - Nuevo Horizonte - Creacion 2000 - Nuevo San Lorenzo	4
Transecta 6	28.0	13 Febrero - 24 junio - San Antonio - Centro America	4
Transecta 7	29.0	Dorado - Soledad - 28 Julio	3
Transecta 8	16.5	Llanchama - Varillal - Santa Eloisa	3
Transecta 9	15.7	Santa - Yanayacu - Canta Gallo	3
Transecta 10	15.8	Rumococha - Puerto Alegria - San Juan	3
IQUITOS	4.0	San Roque - Santo Tomas	2
TOTAL DE ESTACIONES			36

El diseño se basó en la superposición de una grilla teórica óptima compuesta por un eje principal con su respectivas transectas. Se ha evaluado en total 10 transectas principales perpendiculares a la carretera Iquitos – Nauta, y dos transectas ubicadas en las ciudades de Nauta e Iquitos. En algunos sectores existen amplitudes de 15 km hasta los 38 km (Tabla 4); en otros casos sobre estas transectas no se ubican centros poblados. La interacción de las transectas con los centros poblados actuales nos dará la elección definitiva de las ETMC.

Grafico N° 03: Esquema representativo de una red óptima con el ámbito del proyecto.



En total fueron 38 los ETMC resultantes del proceso anterior, es decir, de la intersección de la grilla teórica y los centros poblados en el ámbito del proyecto, sólo asumiendo los centros poblados

cercanos a los puntos de grilla y descartando los que se encuentren alejados a ellos. En la tabla 4 muestra la relación de centros poblados que se ubican sobre cada transecta y que han sido seleccionados para el presente estudio. La información de los centros poblados ha sido obtenida del INEI, y proviene del último censo, por lo que deducimos que los centros poblados siguen en la misma ubicación (muchos centros poblados desaparecen o cambian de nombre).

b) Determinación de la climatología atmosférica

Para conocer las condiciones promedio de los principales sistemas atmosféricos se ha utilizado el re-análisis (datos generados del pasado de las principales variables meteorológicas) desarrollado por el National Weather Service's National Centers For Environmental Prediction's Environmental Modeling Center (conocido como NWS). El NWS es el responsable del perfeccionamiento, funcionamiento y mantenimiento de más de 20 sistemas de predicción numéricos que comprenden la producción operacional de NCEP (National Center Environmental of Prediction). Uno de sus principales trabajos es generar la climatología del pasado a diferentes niveles altitudes con la ayuda de los modelos numéricos.

2.2.2. FASE DE CAMPO

Recopilación de la información de campo

La información se refiere a las características predominantes del área de estudio, e involucra el tipo de suelo y cobertura boscosa como las principales.

Implementación de estaciones temporales

Como parte de la determinación de la distribución de las variables meteorológicas de temperatura y humedad en la zona de estudio se utilizó estaciones temporales de monitoreo climático denominadas a partir de ahora como ETMC; han sido colocadas en cada uno de los puntos pre-establecidos con anterioridad en el diseño de la red de monitoreo,

Cada ETMC es georeferenciada con base en las coordenadas geográficas para su posterior ploteo sobre las cartas nacionales digitales.

Obtención de información meteorológica

Se refiere a la información meteorológica obtenida de las ETMC; las variables controladas son las temperaturas y la humedad relativa. En el caso de las temperaturas incluye a las temperaturas máximas y mínimas, así como también las temperaturas medias de la zona de estudio. Para ello se hace uso de los termohigrómetros digitales que han sido ubicados en cada punto de control, siguiendo las siguientes características:

- A 1.5 m sobre el suelo.
- Los sensores deben estar bajo sombra y no deben estar expuestos directamente a la radiación solar.
- Deben estar ubicados en un lugar representativo del centro poblado.

Los niveles deseados, que servirán para promediar el estrato desde la superficie hasta los 1.5 m de altura, son los siguientes:

- Nivel 1: superficie
- Nivel 2: 0,20 metros
- Nivel 3: 0,50 metros
- Nivel 4: 1,50 metros

Gráfico N° 04: Ubicación de los sensores del equipo medidor de transferencia de calor del suelo.

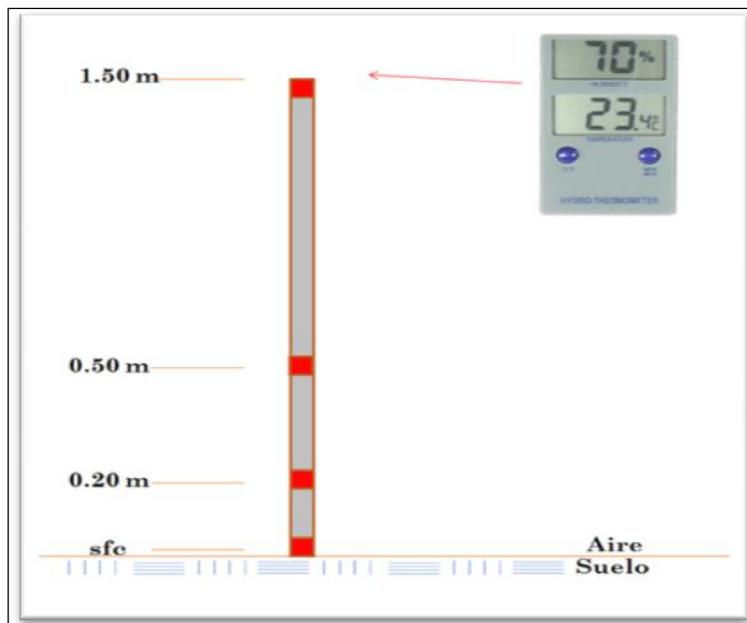
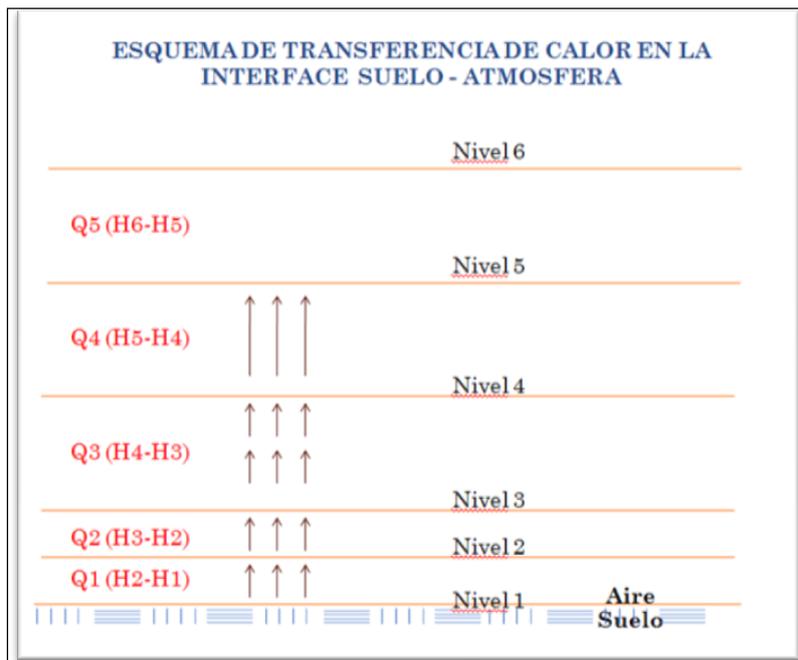


Gráfico N° 05: Esquema representativo de la transferencia de calor del suelo.



FORMATO 02

RELACIONADOS AL PERSONAL OBSERVADOR

FECHA Y HORA:
LUGAR:
CENTRO POBLADO:
NOMBRE DEL OBSERVADOR:
GRADO DE INSTRUCCION:
MEDIO DE COMUNICACION: SI () NO ()
Detalles (telefono, radio):
OBSERVACIONES:

.....
.....

2.2.3. FASE DE POST - CAMPO

Procesamiento de la información

La información hidrometeorológica diaria, mensual y anual, ha sido procesada de tal forma que se tiene una estadística descriptiva de los parámetros de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura media, humedad relativa media y precipitación total.

Las escalas temporales (relacionadas con el tiempo) procesadas son: diaria, mensual y anual. Las precipitaciones son valores acumulativos.

Las temperaturas son promediadas. Algunos conceptos de distinción entre las diferentes variables meteorológicas son los siguientes:

- **Temperatura máxima.** Es la mayor temperatura del aire alcanzada en un lugar en un día (máxima diaria), en un mes (máxima mensual) o en un año (máxima anual). También puede referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante mucho tiempo (máxima absoluta). En condiciones normales, y sin tener en cuenta otros elementos del clima, las temperaturas máximas diarias se alcanzan en las primeras horas de la tarde; las máximas mensuales suelen alcanzarse durante enero o febrero en el Hemisferio sur. Las máximas absolutas dependen de muchos factores, sobre todo de la insolación, de la continentalidad, de la mayor o menor humedad, de los vientos y de otros.
- **Temperatura mínima.** Se trata de la menor temperatura alcanzada en un lugar en un día, en un mes o en un año, y también la mínima absoluta alcanzada en los registros de temperaturas de un lugar determinado. También en condiciones normales, las temperaturas mínimas diarias se registran en horas del amanecer, las mínimas mensuales se obtienen en julio o agosto en el Hemisferio sur. Y también las temperaturas mínimas absolutas dependen de numerosos factores.
- **Temperatura media.** Se trata de los promedios estadísticos obtenidos entre las temperaturas máximas y mínimas. Con las temperaturas medias mensuales (promedio de las temperaturas medias diarias a lo largo del mes) se obtiene un gráfico de las temperaturas medias de un lugar para un año determinado. Y con estos mismos datos referidos a una sucesión de muchos años (30 o más) se obtiene un promedio estadístico de la temperatura en dicho lugar.
- **Humedad relativa.** Se denomina humedad ambiental a la cantidad de vapor de agua presente en el aire. Se puede expresar de forma absoluta mediante la humedad absoluta, o de forma relativa mediante la humedad relativa o grado de humedad. La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.
- **Precipitación.** Partículas de agua líquida o sólida que caen desde la atmósfera hacia la superficie terrestre (Servicio Meteorológico Nacional de México, 1995). Cualquiera y todas las formas del agua, en estado líquido o sólido, que caen de las nubes hasta llegar a la tierra. Esto incluye la lluvia, llovizna, llovizna helada, lluvia helada, granizo, hielo granulado, nieve, granizo menudo y bolillas de nieve.

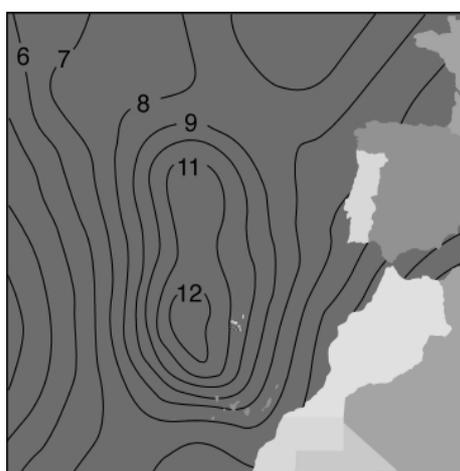
Proceso de confección de isolíneas

La técnica de isolíneas es una de las más importantes en el cartografiado cuantitativo. Hay muchos fenómenos que se presentan en todos los puntos del territorio, por ejemplo las temperaturas, las lluvias, la presión atmosférica, etc. Al ser estos fenómenos semejantes a la altitud sobre el nivel del mar, resulta adecuado utilizar el principio de las curvas de nivel para su representación, uniendo todos aquellos puntos en donde la variable tome el mismo valor obteniendo las líneas isométricas correspondientes.

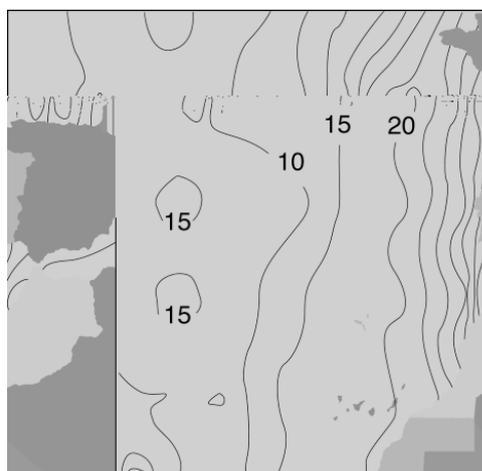
El volumen generado por las temperaturas medias de una zona es perfectamente cartografiable mediante esta técnica; cualquier fenómeno que varíe en magnitud de forma continua en los distintos puntos de un territorio, sea real o conceptual, es susceptible de representarse mediante isolíneas, por ello su aplicación a las múltiples disciplinas.

De esta manera cada tipo de curva particular toma un nombre determinado. Si las curvas son los lugares geométricos de puntos de la misma altitud se llamarán isohipsas; si se trata de igual declinación magnética, isógonas; igual nubosidad, isonefas etc.

Gráfico N° 07: Ejemplos de diversos tipos de isolíneas.



Altura de las olas



Salinidad

Este tipo de técnica es la más adecuada para la representación de distribuciones continuas, y es por tanto la herramienta fundamental para la creación de mapas relacionados con la meteorología.

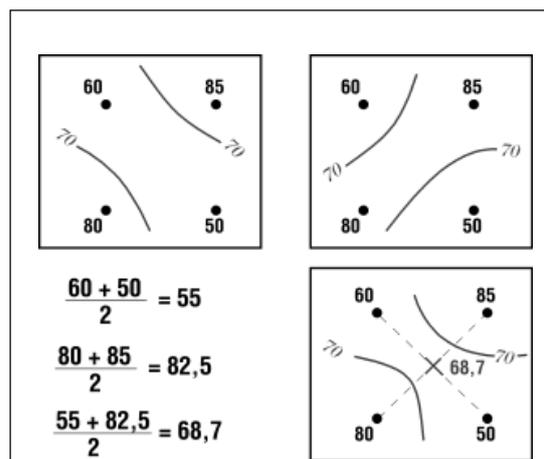
Es importante destacar que en la confección de este tipo de mapa, la representación total se obtiene a partir de un número limitado de observaciones, y que el dibujo de las isolíneas procede, por tanto, de interpolación.

Construcción del mapa de isolíneas

De forma general los pasos a seguir para la confección de un mapa mediante esta técnica son los siguientes.

- Observación del dato en una serie suficiente de puntos
- Inferencia de valores al resto de la zona (interpolación)
- Selección de intervalos
- Diseño del mapa; colores, líneas, rótulos etc.

Gráfico N° 08: Extrapolación de datos en el trazado de isolíneas



Interpolación

La observación de todos los puntos de la zona a cartografiar es imposible en la práctica para la mayoría de los temas que se nos ocurran; estimamos los valores intermedios trazando las isolíneas, partiendo de los datos conocidos y asumiendo la continuidad del fenómeno representado. Es decir, el utilizar este sistema de cartografiado implica suponer que la distribución es continua y regularmente ondulada.

En el caso de los mapas de isolíneas, la interpolación realizada es definitiva para el resultado final del mapa. Se sitúan las líneas entre los puntos a distancias proporcionales según sea la z de los puntos adyacentes. Esto equivale a suponer la continuidad del fenómeno y un gradiente lineal entre las z conocidas, lo cual no siempre es cierto (densidad de población en zonas urbanas).

Así, puede ser conveniente adoptar un gradiente de cambio no uniforme, que desplazará las isolíneas, pero debido a la complejidad de fondo que implica considerar gradientes no lineales en el dibujo manual de curvas, y sobre todo debido a que el patrón de cambio de la variable de punto a punto es a menudo desconocido antes del cartografiado, lo habitual será asumir cambios lineales entre puntos de control; cuando existen diferentes hipótesis que puedan encajar para un conjunto de datos, elegimos siempre la más sencilla.

En el caso de necesitar más información o detalle, siempre se puede aproximar más el mapa al modelo original, aumentando los puntos de control y afinando así la curva resultante aunque la interpolación se hubiera realizado linealmente.

Por lo tanto, para curvas trazadas manualmente se asume un gradiente lineal en la construcción de las isolíneas. Pero si existen y se conocen teorías a tener en cuenta –como en la densidad de población en donde el gradiente tiende a ser curvilíneo–, serán aplicadas. Para ello utilizaremos aplicaciones informáticas que permitan elegir otros sistemas de interpolación no lineales y que se ajusten más a la distribución a representar.

Al utilizar este método de cartografiado cuantitativo, el número de puntos de control, sus localizaciones y el modelo de interpolación seleccionado son tres factores determinantes que afectarán conjuntamente a la exactitud del trazado de las isolíneas.

Diseño final del mapa

Si no se utilizan colores debe procurarse la dominancia visual de las líneas en el mapa, para lo que se utilizarán líneas sólidas y de grosor suficiente para asegurar que destacan sobre el resto de los elementos gráficos.

Es posible que existan casos donde además se requiera la representación de algunos puntos de control con sus “cotas”, que no tendrán por qué ocupar un lugar tan destacado en la jerarquía visual.

- **Acotación de líneas**

Conviene acotar las líneas para facilitar la lectura, sin saturar la hoja. Recomendamos tamaños discretos -no demasiado grandes pero suficientes para una cómoda lectura- y evitar las posiciones que obliguen al rótulo estar boca abajo.

- **Uso del color**

La utilización de colores en estos mapas pretende únicamente facilitar su lectura. Es importante recordar que el dato está siendo representado por elementos lineales -isolíneas- y no por medio del color.

Así, en el caso de la utilización de colores se opta por gamas de valor creciente con el dato que refuercen gráficamente las características particulares de la distribución. Estas gamas podrán ser de un tono único o de más de uno, pudiendo así ampliar el número de intervalos. También cabe destacar la utilización de dos gamas –creciente y decreciente– con el fin de diferenciar tendencias positivas y negativas existentes en la distribución, o “neutralizar” visualmente algún valor intermedio.

Clasificación de los mapas de isolíneas

Dentro de los mapas de isolíneas se distinguen los de líneas isométricas o isaritmas de los de isopletas. El principio de su construcción es el mismo, pero se diferencian en la naturaleza de los datos que generan estos mapas.

La manera de realizar los mapas de isolíneas no varía, pero debido a la distinta naturaleza de los datos estadísticos que pueden emplearse, es conveniente realizar la siguiente diferenciación. Podemos distinguir dos tipos de datos, que son por un lado los valores absolutos, y por otro los valores derivados, dentro de los cuales están los datos relativos a unidades de superficie.

Terminologías

El amplio uso que se da a este tipo de cartografiado ha llevado a lo largo del tiempo a dar nombre propio a multitud de líneas, dependiendo de lo que representen. En las representaciones climatológicas tenemos entre otros, muchos los siguientes términos:

- isoyetas /lluvias
- isobaras /presión atmosférica
- isohelias /horas de sol
- isocrías /heladas
- isonefas /nubosidad
- isotermas /temperaturas

METODOLOGÍA DE ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA

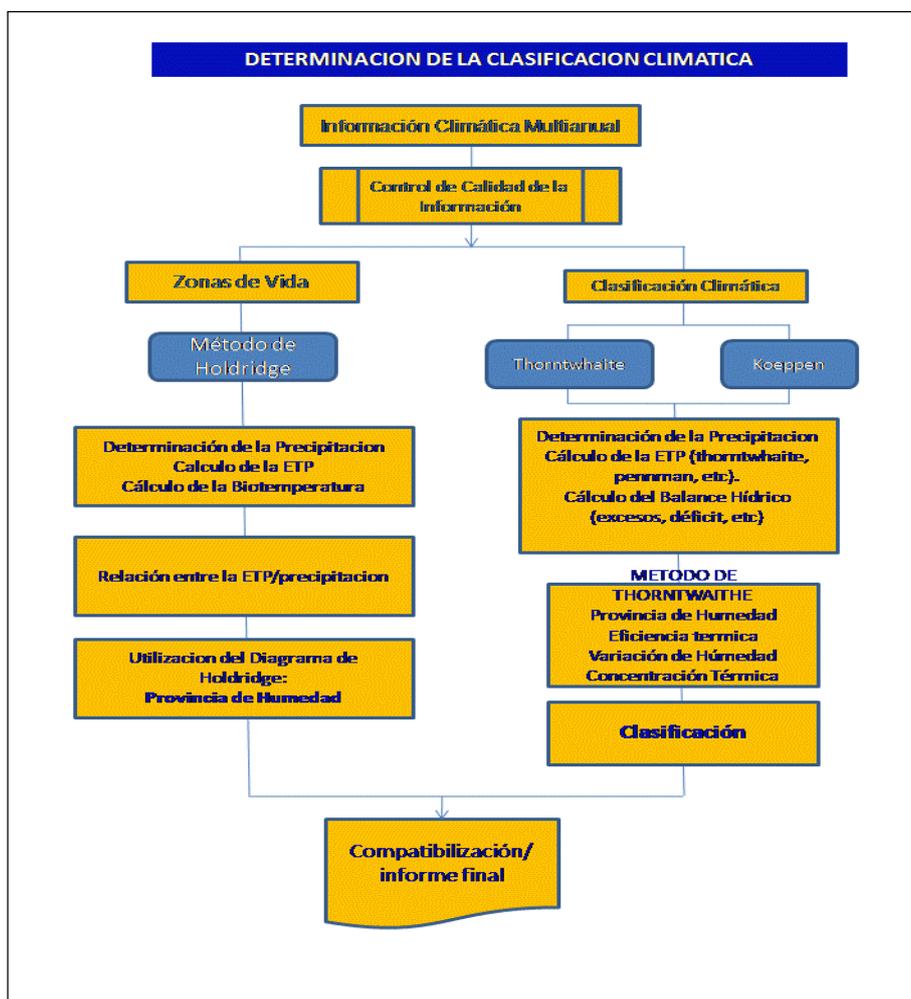
Para la zonificación climática se utiliza dos metodologías ampliamente usadas en el mundo: la primera es la clasificación climática de Thornthwaite, y la segunda son las zonas de vida de Holdridge. El esquema siguiente muestra el proceso para obtener dicha información.

Clasificación climática

La clasificación climática se refiere a la determinación de las principales características climáticas que proporcionan el fundamento para la existencia de las variedades o tipos climáticos.

Para la identificación de los tipos climáticos se utilizó el método de Thornthwaite, que tiene como fundamento el resultado final de las consideraciones sobre el balance de agua.

Gráfico N° 09: Esquema representativo para la clasificación climática en el área de estudio



Tipos climáticos

Thornthwaite formuló en 1948 el Índice Hídrico (Im) como el resultado final de las consideraciones sobre el Balance de Agua, siendo “Im” la diferencia entre el Índice de Humedad (Ih) y el Índice de aridez (Ia).

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

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

Donde:

Sa = Exceso anual de agua en cm.

ETP = Evapotranspiración anual en cm.

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

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

Donde:

da = Déficit anual de agua en cm.

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

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

Se obtiene

$$Im = Ih - 0.6 Ia$$

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

$$S = 100 * \frac{ETPn}{ETP}$$

Dónde:

ETPn = Suma de los “ETP” de los tres meses consecutivos con temperatura media más alta.

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 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 húmedo
B3	60 a 80	Húmedo
B2	40 a 60	Moderada húmedo
B1	20 a 40	Ligeramente 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.

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

Sub-tipo	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
s2	:> 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 verano
w'2	> 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 solar. Los límites entre los tipos térmicos se designan con letras mayúsculas acentuadas, y son:

Tipo	Evapotranspiración potencial (cm)	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 % de concentración de calor anual, dentro del periodo 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.

Se ha calculado la ETP utilizando la metodología de Thornthwaite (1948); el cálculo se basa en el índice de calor de una determinada región. Es uno de los métodos más usados, dada su simplicidad sólo utiliza a la temperatura como elemento fundamental. No es útil para el cálculo de ETP diarias.

$$ETP = 16 (10^{*T_i/I})^a (N/12)^*(dmes/30)$$

Dónde: ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)

Ti = Temperatura media mensual (°C).

N = Fotoperiodo (horas)

Dmes = Días del mes

I = Índice anual de calor

a = Exponente de Thornthwaite

$a = (0.675 * I^3 - 77.1 * I^2 + 17920 * I + 492390) \times 10^{-6}$

PROPUESTA COMPLEMENTARIA

Debido a las pocas variaciones en el clima de la selva baja, se propone incluir una variable adicional en la clasificación climática de Thornthwaite, bajo la siguiente clasificación:

Con respecto a la oscilación o rango térmico ⁽²⁾:

Rango térmico	Categoría	Simbología
0 - 5 °C	Estable	E
5 - 10 °C	Amplio	Am
10 - 15 °C	Ligeramente amplio	La
15 - 20 °C	Superamplio	Sa

Con respecto a la humedad relativa media:

Humedad Relativa	Categoría	Simbología
0 - 50 %	Aire Muy Seco	Ms
50 - 70 %	Seco	S
70 - 80 %	Normal/Confort	N
80 - 90 %	Ligeramente Húmedo	Lh
90 - 100 %	Aire Húmedo	H

² Tomada de la Tesis de Grado de la Lic. en Ecología –Diana Tello Manrique

Con respecto a la Temperatura Mínima:

Temperatura Mínima	Categoría	Simbología
15 - 17°C	Mañanas Muy Frías	Mf
17 - 20°C	Mañanas Ligeramente Frías	MI
20 - 22°C	Mañanas Frescas	Mfr
22 - 24°C	Mañanas Cálidas	Mc
24 - 26°C	Mañanas Extremadamente cálida	Mx

METODOLOGÍA DE ZONAS DE VIDA

Leslie Holdridge inicialmente utilizó un «Sistema Simple para la Clasificación de las Formaciones Vegetales del Mundo», que luego amplió para cambiar el concepto de formaciones vegetales por el de zonas de vida, debido a que sus unidades no sólo afectaban a la vegetación, sino también a los animales y, en general, cada zona de vida representa un hábitat distintivo desde el punto de vista ecológico y, en consecuencia, un estilo de vida diferente.

Holdridge, 1967, definió el concepto zona de vida del siguiente modo: «Una zona de vida es un grupo de asociaciones vegetales dentro de una división natural del clima, que se hacen teniendo en cuenta las condiciones edáficas y las etapas de sucesión, y que tienen una fisonomía similar en cualquier parte del mundo». Esas asociaciones definen un ámbito de condiciones ambientales, que junto con los seres vivientes, dan un conjunto único de fisonomía de las plantas y actividad de los animales; aunque es posible establecer muchas combinaciones, las asociaciones se pueden agrupar en cuatro clases básicas: climáticas, edáficas, atmosféricas e hídricas. Las asociaciones climáticas ocurren cuando tanto la precipitación y su distribución mensual como la biotemperatura son normales para la zona de vida; no hay aberraciones atmosféricas como vientos fuertes o neblinas frecuentes, y el suelo es la categoría zonal; las edáficas se dan cuando las condiciones del suelo son más favorables (o menos favorables) que el suelo normal (suelo zonal) para la zona de vida; las atmosféricas aparecen en donde el clima se aparta de lo normal para el sitio; las hídricas ocurren en terrenos encharcados, donde el suelo está cubierto de agua durante todo el año o parte de éste.

Es un sistema relativamente simple, basado en unos pocos datos empíricos y que proporciona criterios objetivos para la delimitación de zonas. Un supuesto básico del sistema es que tanto los tipos de suelo como la vegetación clímax pueden delimitarse una vez que se conoce el clima.

Holdridge, que había realizado varios estudios en países del trópico americano entre 1939 y 1946, estaba al tanto de los fallidos intentos europeos de establecer un sistema de clasificación ecológica mundial que hiciese uso de la bien conocida relación entre el clima y la vegetación. Holdridge explicó que él tuvo la fortuna de trabajar en América, donde el patrón climático era normal —a diferencia de los investigadores europeos que trabajaban en Europa (y que cuando analizaban las zonas climáticas y

se acercaban al Sur se encontraban con la alteración que provocaba el Mediterráneo); o en Asia, donde encontraban los climas monzónicos— y en zonas boscosas de montaña del trópico, donde los cambios bioclimáticos son abruptos y suceden a muy cortas distancias.

El sistema de Holdridge hace uso de las biotemperaturas en lugar de los sesgos de las zonas de vida en las latitudes templadas del sistema de Merriam³, y en principio no considera la elevación. El sistema de Holdridge se considera más apropiado a las complejidades de la vegetación tropical que el sistema de Merriam.

Bases del sistema

El sistema se basa en la fisonomía o apariencia de la vegetación y no en la composición florística, y los principales factores que tiene en cuenta para la clasificación de una región son la biotemperatura y la precipitación: los límites de las zonas de vida están definidos por los valores medios anuales de dichos componentes.

El sistema se basa en los siguientes tres parámetros principales:

- la biotemperatura media anual (en escala logarítmica). En general, se estima que el crecimiento vegetativo de las plantas sucede en un rango de temperaturas entre los 0 °C y los 30 °C, de modo que la biotemperatura es una temperatura corregida que depende de la propia temperatura y de la duración de la estación de crecimiento, y en el que las temperaturas por debajo de la de congelación se toman como 0 °C, ya que las plantas se aletargan a esas temperaturas.
- la precipitación anual en mm (en escala logarítmica);
- la relación de la evapotranspiración potencial (EPT) —que es la relación entre la evapotranspiración y la precipitación media anual— es un índice de humedad que determina las provincias de humedad («humidity provinces»).

Determinación de las zonas de vidas

Para determinar una «zona de vida» se deben de obtener primero la temperatura media y la precipitación total anuales, y también disponer de la altitud del lugar y hacer uso de un diagrama de clasificación de zonas de vida.

Primero debe de determinarse la biotemperatura promedio anual, a partir de las temperaturas promedio mensuales, con las correcciones señaladas para los meses por debajo de cero y una corrección para los que superen los 24 °C en función de la latitud: $t_{bio} = t - [3 * \text{grados latitud}/100) * (t - 24)^2]$ (donde t = es la temperatura media mensual y t_{bio} = biotemperatura media mensual).

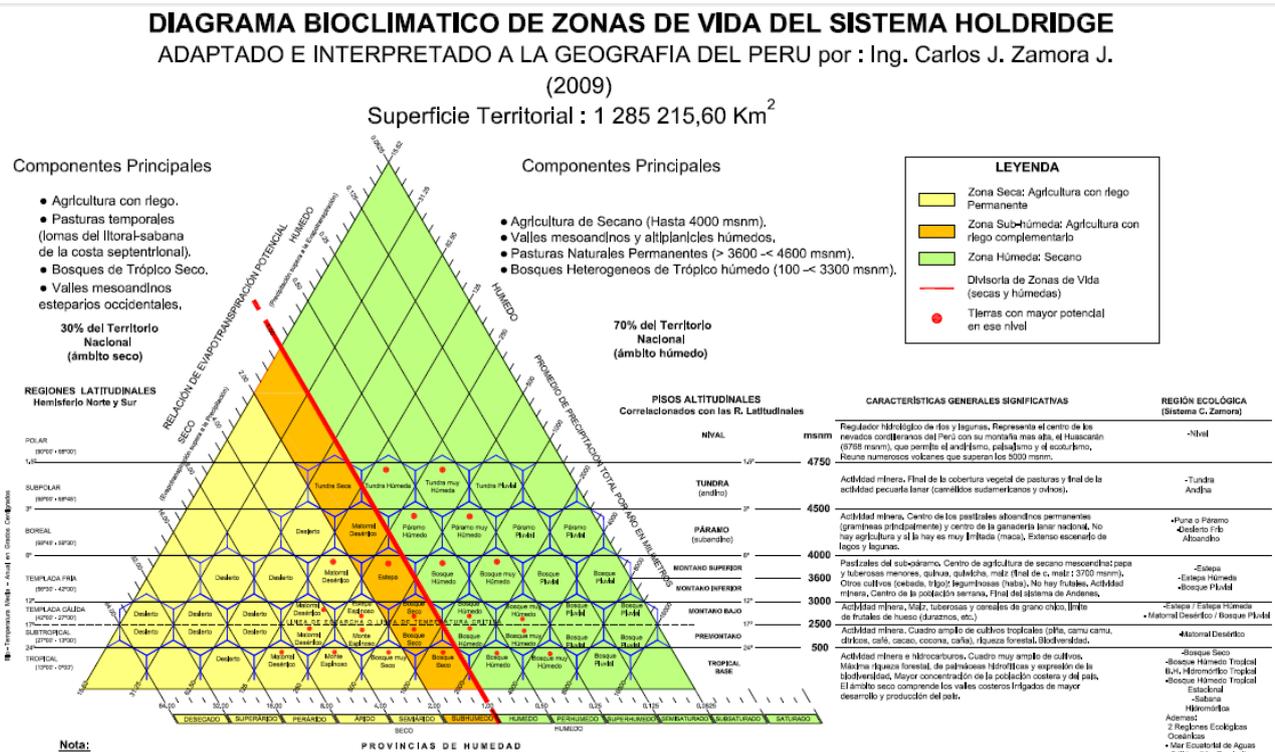
Después, haciendo uso del diagrama, se debe de encontrar el punto donde se intercepten las líneas de biotemperatura y precipitación, que señala la pertenencia a un determinado hexágono, en el que están

³ Merriam, describir las zonas de vida en áreas con similares comunidades de plantas y animales.

graficados los nombres de la vegetación primaria que existe, o que debería existir si el medio no hubiese sido alterado, de modo que los nombres se refieren a la vegetación natural clímax que hay o que podría haber en el lugar determinado. Después se observa el piso altitudinal al que pertenece la zona de vida (a la derecha del diagrama), que está determinado por las diferencias en la biotemperatura. Por último, se obtiene la región latitudinal (en la escala vertical del lado izquierdo), cada una con un equivalente en el piso altitudinal del lado derecho del diagrama.

Cuando se representan en un mapa, las zonas de vida se señalan mediante un color y el uso de unas siglas, formadas por dos grupos de letras separadas por un guión: el primer grupo, en minúsculas, corresponde a las iniciales del nombre dado a la humedad; el segundo, en mayúsculas, a la inicial de la biotemperatura; por ejemplo: bosque húmedo Tropical, se rotularía como bh-T.

Gráfico N° 10: Diagrama Bioclimático de Zonas de Vida según Holdridge.



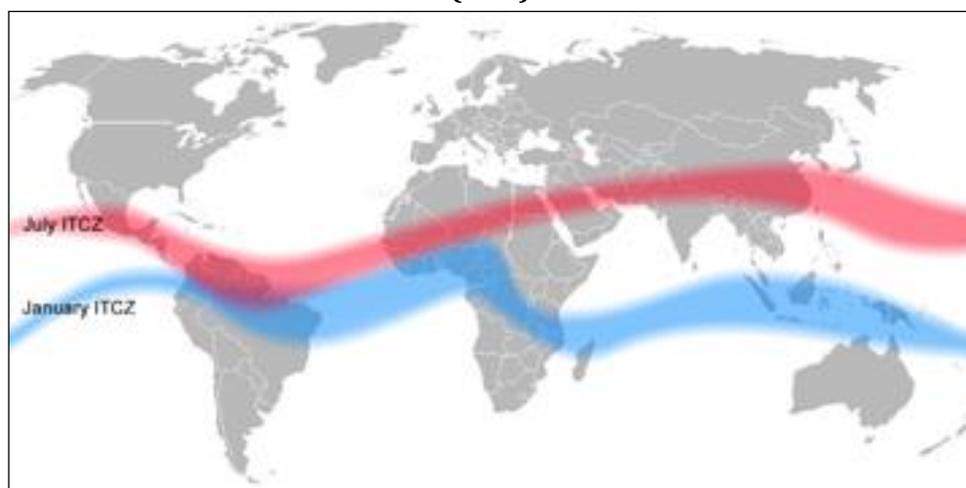
III. RESULTADOS

3.1. Circulación atmosférica

La **zona de convergencia intertropical (ZCIT)** es un cinturón de baja presión que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial. Está formado, como su nombre indica, por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del Ecuador. A esta región también se la conoce como *frente intertropical* o *zona de convergencia ecuatorial*.

El aire es empujado a la zona por la acción de la célula de Hadley, un rasgo atmosférico a mesoescala que forma parte del sistema planetario de distribución del calor y la humedad, y es transportado verticalmente hacia arriba por la actividad convectiva de las tormentas; las regiones situadas en esta área reciben precipitación más de 200 días al año.

Gráfico N° 11: Posición de la Zona de Convergencia InterTropical en julio (rojo) y en enero (azul).



La posición de esta región varía con el ciclo estacional siguiendo la posición del Sol en el cenit y alcanza su posición más al norte (8° N) durante el verano del Hemisferio norte, y su posición más al sur (1° N) durante el mes de abril. Sin embargo, la ZCIT es menos móvil en las longitudes oceánicas, donde mantiene una posición estática al norte del Ecuador. En estas áreas la lluvia simplemente se intensifica con el aumento de la insolación solar y disminuye a medida que el Sol ilumina otras latitudes. Es justo en el ámbito del desplazamiento del núcleo de la ZCIT que pasa por el área de estudio dos veces al año, la primera cuando tiene una dirección Norte - Sur que ocurre en el mes de noviembre (en forma rápida) y un segundo desplazamiento cuando tiene una dirección Sur - Norte que ocurre en el mes de marzo y abril, en esta segunda etapa el desplazamiento es más lento y se posesiona por más tiempo sobre la parte central de la región Loreto (que incluye el área de estudio), ocasionando precipitaciones de **fuerte a muy fuerte** intensidad.

Existe también un ciclo diurno, en el cual se desarrollan cúmulos convectivos a mediodía y se forman tormentas por la tarde. Las variaciones de posición de la ZCIT afectan las precipitaciones en los países ecuatoriales, produciendo estaciones secas y húmedas en lugar de frías y cálidas como en las latitudes superiores. Como la fuerza de Coriolis es mucho menor en las latitudes cercanas al Ecuador terrestre, el movimiento principal de la atmósfera viene producido por la célula de Hadley sin vientos muy intensos en la mayor parte del año.

La célula Hadley, también conocida como la célula tropical, es un bucle de circulación cerrada, que comienza en el Ecuador, con aire cálido y húmedo que es elevado por las áreas de baja presión a la tropopausa y arrastradas hacia los polos. Sobre la latitud 30°N/S, desciende en un área de altas presiones más fría. Parte del viento que viaja a lo largo del Ecuador, desciende a la superficie, cerrando el bucle de Hadley y creando los vientos alisios.

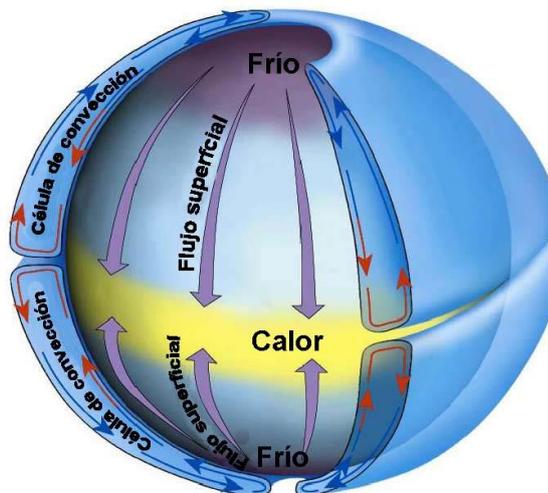
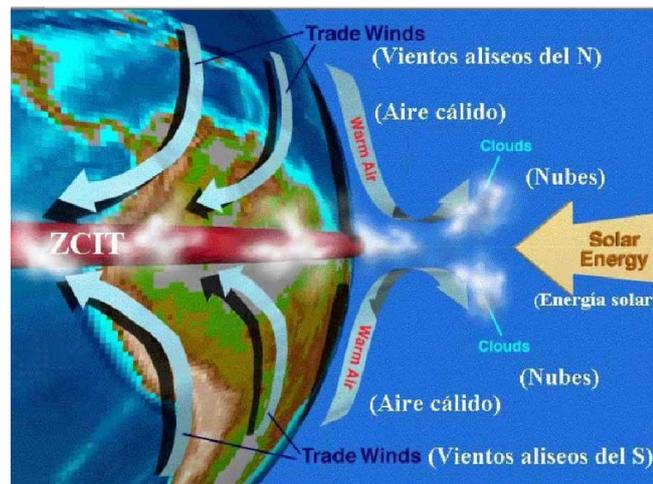
Aunque la célula de Hadley se dice que está ubicada en el Ecuador, debería tenerse en cuenta que es más certero describirla siguiendo el punto de cenit solar, o lo que se conoce como Ecuador término, que experimenta una migración Norte-Sur semianual.

Los vientos alisios soplan de manera relativamente constante en verano y menos en invierno. Circulan entre los trópicos hacia el Ecuador. Se dirigen desde las altas presiones subtropicales, hacia las bajas presiones ecuatoriales. El movimiento de rotación de la Tierra desvía a los alisios hacia el Oeste, y por ello soplan del nordeste al sudoeste en el hemisferio norte y del sudeste hacia el nordeste en el hemisferio sur.

En el Ecuador se produce un ascenso masivo de aire cálido, originando una zona de bajas presiones que viene a ser ocupada por otra masa de aire que proporcionan los alisios. Las masas de aire caliente que ascienden, se van enfriando paulatinamente y se dirigen a bastante altura en sentido contrario a los alisios (hacia las latitudes subtropicales) de donde proceden éstos.

Los alisios forman parte de la circulación de Hadley que transporta el calor desde las zonas ecuatoriales hasta las subtropicales, reemplazando el aire caliente por aire más frío de las latitudes superiores. La rotación terrestre es la que produce la desviación hacia el Oeste de estos vientos, desviación que se conoce como el efecto de Coriolis.

Gráfico N° 12: Zona de Convergencia InterTropical y el proceso de formación de las nubes convectivas en la zona ecuatorial.



El aire fluye siempre desde áreas de altas presiones hacia áreas de bajas presiones, tratando de llegar a un equilibrio. Pero existe una fuerza que lo desvía, causada por la rotación de la Tierra (el llamado efecto Coriolis), y que hace que el flujo no vaya en línea recta. En vez de esto, los vientos forman una espiral: ascendente y hacia dentro en los sistemas de bajas presiones, y descendente y hacia fuera en los sistemas de altas presiones. Estando la región Loreto, las provincias de Maynas y Loreto, es decir, la zona de estudio ubicada dentro de los trópicos, se encuentra afectado por este fenómeno, especialmente en los meses de enero a mayo (desplazamientos de ida y vuelta), asimismo, toda la línea ecuatorial está generalizada como una zona de bajas presiones, por lo tanto, los vientos alisios siempre están fluyendo hacia nuestro sector. La ZCIT es un zona amplia de aproximadamente 300 km de ancho y que circunda todo el globo terrestre, resumiendo, los sistemas convectivos sobrepasan dos veces por nuestro territorio, un primer desplazamiento que ocurre en los meses de octubre a diciembre (proveniente del Norte hacia el Sur) y un segundo desplazamiento (proveniente del Sur a Norte) que ocurre desde los meses de febrero a mayo.

3.2. Precipitación

Se llama precipitación a toda agua meteórica que cae en la superficie de la Tierra, tanto en forma líquida (llovizna, lluvia, etc.) y sólida (nieve, granizo, etc.) y las precipitaciones ocultas (rocío, la helada blanca, etc.). Estos fenómenos son provocados por un cambio de la temperatura o de la presión. La precipitación constituye la única entrada principal al sistema hidrológico.

Una red de ocho estaciones meteorológicas se encuentra ubicada en el ámbito de la zona de estudio, pertenecientes a la red del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú; todas ellas están operativas. De todo ese grupo de estaciones seis son del tipo Estación Climatológica Ordinaria (CO) y las otras dos son Pluviométricas (Plu).

Asimismo, se ha hecho uso de información proveniente del satélite NOAA con la finalidad de tener una red de información de precipitación más densa; se ha obtenido 35 estaciones temporales con una resolución de 0.25° (~25 km) entre cada punto de grilla. Los nombres fueron denominados P1-Yanayacu al P35-Marañon, debido a que proporcionaron información pluviométrica en forma mensual y anual.

El periodo de observación registrado es una limitante en la realización de una caracterización climática, que trae consigo que la “normal⁴” no sea estándar para todos estos puntos. La Tabla 5, muestra la ubicación geográfica de las estaciones climatológicas en el ámbito del área de estudio (Mapa 1).

⁴Normal, termino considerado al promedio de una variable determinada por un periodo mínimo de 30 años.

Tabla N° 05
Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)
P1 - Yanayacu	03°07'30"S	73°07'30"W
P2 - Javacocho	03°22'30"S	73°07'30"W
P3 - Santa Teresa	03°37'30"S	73°07'30"W
P4 - San Jose	03°52'30"S	73°07'30"W
P5 - Constancia	04°52'30"S	73°07'30"W
P6 - Puerto Bosmeridiano	04°22'30"S	73°07'30"W
P7 - Mazan	03°07'30"S	73°22'30"W
P8 - Paucarina	03°22'30"S	73°22'30"W
P9 - Santo Blanco	03°37'30"S	73°22'30"W
P10 - Aguas Negras	03°52'30"S	73°22'30"W
P11 - Varadero	04°52'30"S	73°22'30"W
P12 - San Fernando	04°22'30"S	73°22'30"W
P13 - Cabañas	03°07'30"S	73°37'30"W
P14 - Progreso 1	03°22'30"S	73°37'30"W
P15 - Buenavista	03°37'30"S	73°37'30"W
P16 - Naranjal	03°52'30"S	73°37'30"W
P17 - Reserva	04°52'30"S	73°37'30"W
P18 - Nuevo San Juan 2	04°22'30"S	73°37'30"W
P19 - San Luis	03°07'30"S	73°52'30"W
P20 - Progreso II	03°22'30"S	73°52'30"W
P21 - Fray Martin	03°37'30"S	73°52'30"W
P22 - Comunidad Tipishca	03°52'30"S	73°52'30"W
P23 - Manchuria	04°52'30"S	73°52'30"W
P24 - Piura	04°22'30"S	73°52'30"W
P25 - Shimbillo	03°07'30"S	74°07'30"W
P26 - Nuevo Paraiso	03°22'30"S	74°07'30"W
P27 - San Antonio	03°37'30"S	74°07'30"W
P28 - Soledad	03°52'30"S	74°07'30"W
P29 - Anguilla	04°52'30"S	74°07'30"W
P30 - Villa Buena vida	04°22'30"S	74°07'30"W
P31 - Nuevo Jerusalem	03°44'30"S	73°15'44"W
P32 - Libertad	03°41'26"S	73°15'50"W
P33 - 20 de Enero	03°05'01"S	73°40'01"W
P34 - Nueva York	03°45'01"S	73°15'01"W
P35 - Marañon	04°00'12"S	73°09'39"W
MORALILLO	04°37'30"S	73°07'30"W
PTO ALMENDRAS	04°37'30"S	73°22'30"W
NAUTA	04°37'30"S	73°37'30"W
AMAZONAS	04°37'30"S	73°37'30"W
PUNCHANA	04°37'30"S	74°07'30"W
SANTA MARIA NANAY	03°53'59"S	73°20'17"W
SAN ROQUE	03°46'01"S	73°17'01"W
TAMSHIYACU	04°31'01"S	73°36'01"W

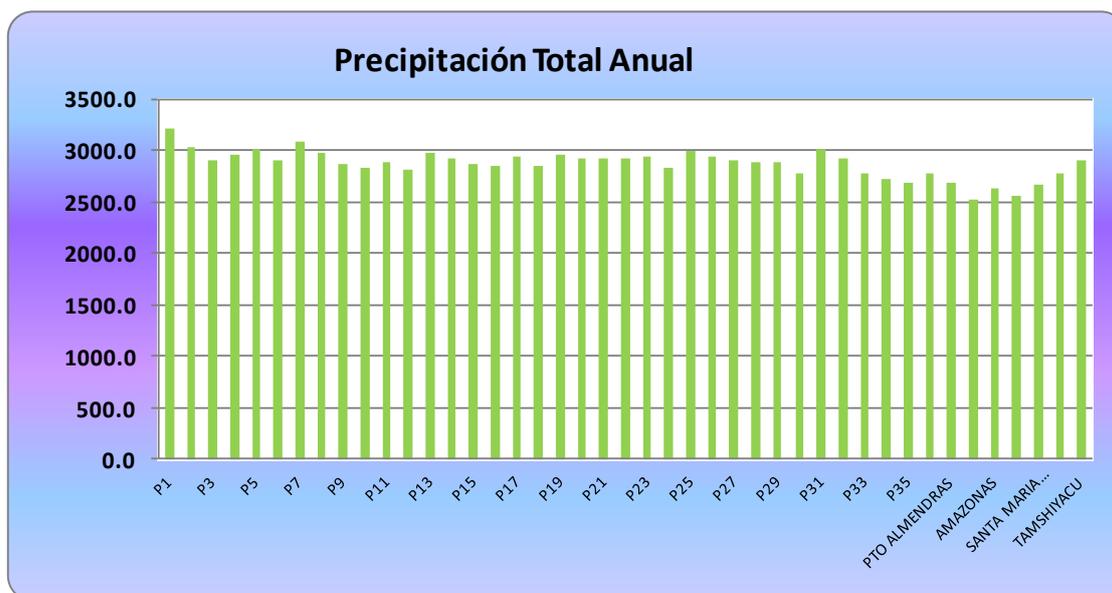
3.3. Comportamiento temporal de las precipitaciones

La región Loreto, localizada en las tierras bajas del trópico húmedo peruano, se encuentra fuertemente influenciada por la circulación atmosférica tropical, determinada a su vez por los centros de alta presión sobre el Océano Pacífico y Atlántico, la presencia de los vientos alisios y la convergencia de ellos en la llamada Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT), así como por perturbaciones frontales y líneas de inestabilidad de corta duración que pueden llegar a esta parte en verano o invierno. Esta ZCIT atraviesa una mayor área del trópico húmedo peruano, a medida que avanza hacia la Amazonía del Sur durante enero y hacia el Norte sobre la desembocadura del Amazonas en marzo y abril (Marengo 1991; Kousky 1988).

Durante la estación lluviosa de verano, la ZCIT y la banda nubosa asociada con ella cubre la Amazonía determinando altas precipitaciones, atribuidas a la alta inestabilidad atmosférica. Es en esta época que predominan los vientos de componente norte, que a su vez transportan humedad del Atlántico tropical hacia la Amazonía y hacia el Nordeste Brasileño. Durante el invierno, los anticiclones del Atlántico y Pacífico están mucho más desarrollados que en el verano y se encuentran desplazados más al norte. En esta época del año, la ZCIT alcanza también su posición más al Norte, extendiéndose desde América Central hasta las Guayanas, y determinando la estación lluviosa en estas regiones.

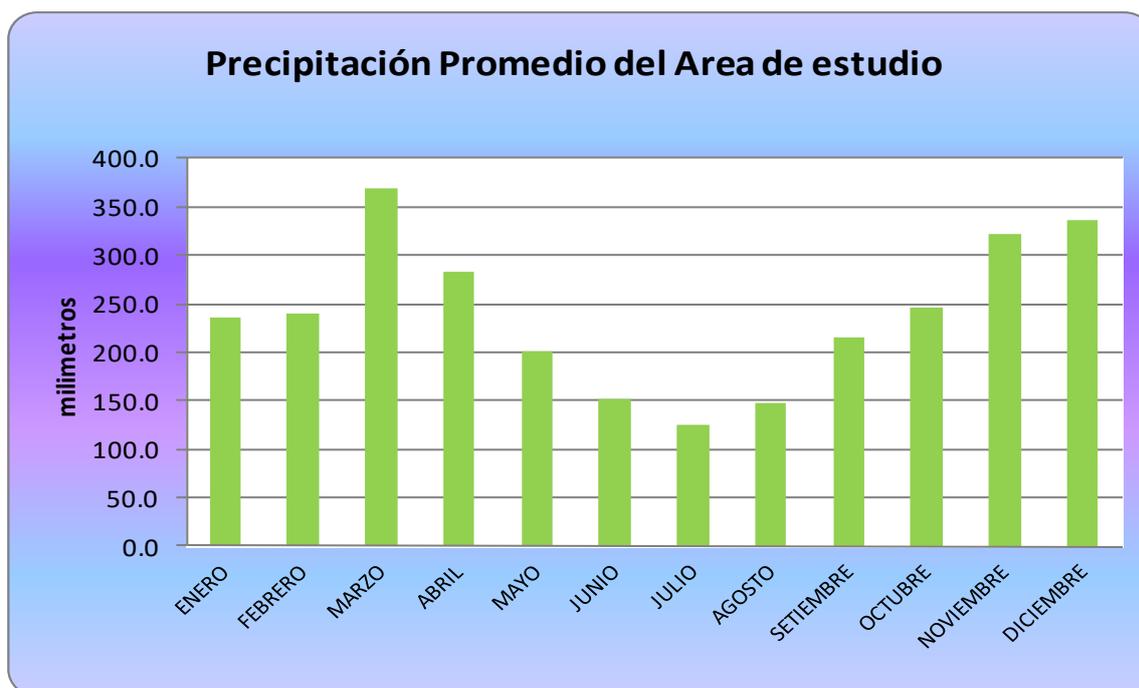
Como la zona de estudio se encuentra influenciada por la ZCIT (zona de convergencia Intertropical), en el análisis mensual, trimestral y anual se puede considerar que llueve todo el año, no existe ningún mes en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta que no posea lluvia, los totales anuales fluctúan entre 2500 -3000 mm. La zona de estudio registra un valor máximo promedio de 370 mm que ocurre en el mes de marzo y de 130 mm en el mes de Julio. Esto va asociado al comportamiento hidrológico, es decir, crecientes y vaciantes de la selva baja.

Gráfico N° 13: Precipitación Total Anual (mm) de las Estaciones Pluviométricas en el área de estudio.



Asimismo, el promedio de la precipitación anual en el área de estudio indica que los mayores valores a nivel mensual se presentan en el mes de marzo, fecha donde va relacionado con la época de crecientes en la Amazonía.

Gráfico N° 14: Precipitación media mensual (mm) del área de estudio.



Por el contrario, el mes de menor intensidad en lluvia es julio, con valores cercanos a los 130 mm, coincidentes con la época de estiaje de los ríos amazónicos. Otro factor importante es la presencia de lluvias en todo el año. Gráfico 14.

A nivel mensual, todas las estaciones que se trabajaron muestran el mismo comportamiento con valores máximos en los meses de marzo y abril, mientras que los menores valores se presentan en los meses de julio y agosto. Tabla 7 y el gráfico 15.

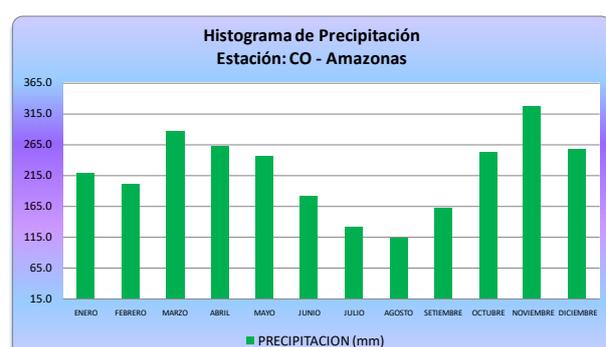
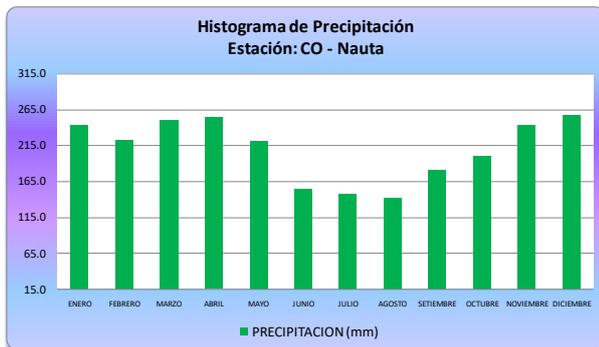
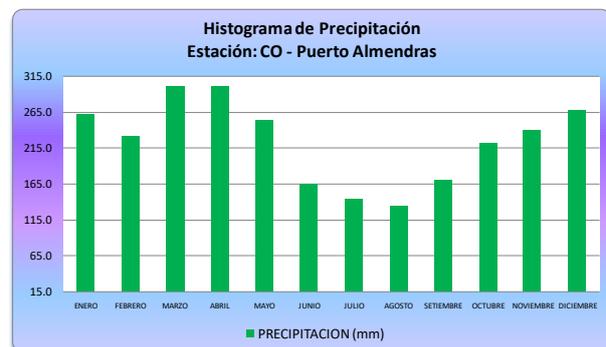
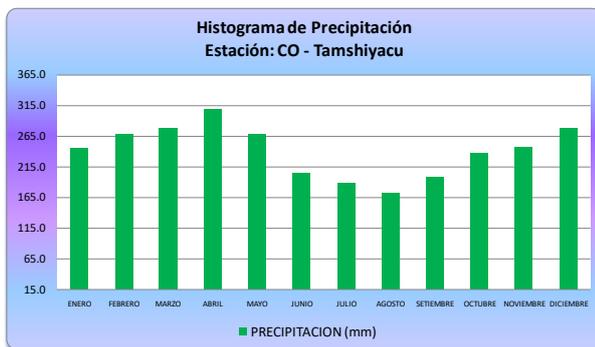
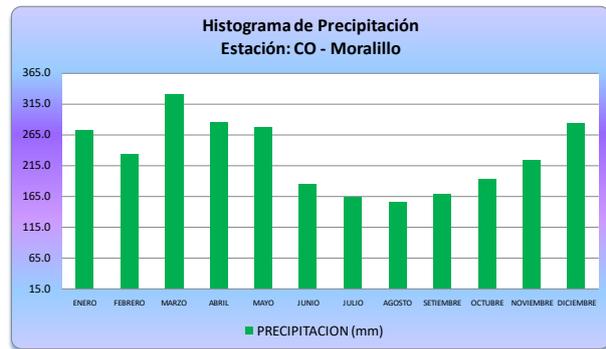
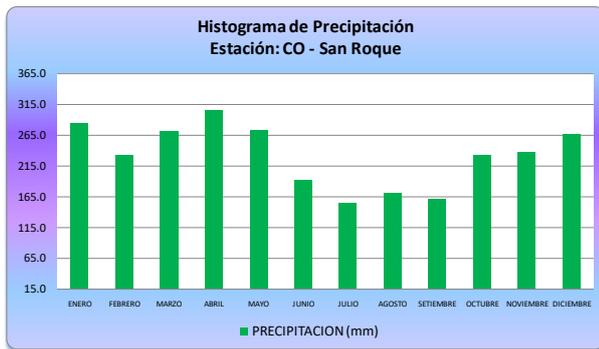
Tabla N° 06: Precipitación trimestral y anual de las estaciones pluviométricas en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta

NOMBRE DE ESTACION	PRECIPITACION (mm)				TOTAL
	ENE-MAR	ABR-JUN	JUL-SET	OCT-DIC	
P1 - Yanayacu	960.8	693.7	548.0	1017.8	3220.3
P2 - Javacocho	950.7	595.3	487.3	1005.3	3038.6
P3 - Santa Teresa	930.8	555.4	448.8	963.3	2898.3
P4 - San Jose	968.2	570.3	433.9	980.2	2952.6
P5 - Constancia	930.7	618.4	441.7	1019.4	3010.2
P6 - Puerto Bosmeridiano	902.9	601.0	460.7	950.3	2915.0
P7 - Mazan	919.7	658.8	549.0	961.1	3088.6
P8 - Paucarina	903.4	585.7	509.8	984.0	2982.9
P9 - Santo Blanco	876.7	565.0	462.7	956.4	2860.8
P10 - Aguas Negras	889.2	558.1	430.0	953.0	2830.3
P11 - Varadero	875.9	582.5	440.5	984.7	2883.6
P12 - San Fernando	867.5	581.1	429.5	936.8	2814.9
P13 - Cabañas	877.1	675.6	532.1	900.7	2985.5
P14 - Progreso 1	864.1	613.2	521.6	927.3	2926.2
P15 - Buenavista	851.0	597.2	495.9	931.4	2875.6
P16 - Naranjal	862.9	574.4	475.2	936.6	2849.1
P17 - Reserva	894.5	608.5	456.5	980.4	2939.9
P18 - Nuevo San Juan 2	876.4	596.8	435.7	942.8	2851.7
P19 - San Luis	848.5	681.5	526.6	901.5	2958.0
P20 - Progreso II	847.1	643.4	549.6	886.9	2927.0
P21 - Fray Martin	841.4	649.4	542.3	884.1	2917.2
P22 - Comunidad Tipishca	838.2	605.0	519.8	956.9	2919.9
P23 - Manchuria	867.6	644.4	467.8	966.3	2946.1
P24 - Piura	827.9	613.1	452.0	944.5	2837.6
P25 - Shimbillo	805.4	693.5	575.9	922.8	2997.6
P26 - Nuevo Paraiso	826.8	681.0	582.8	852.3	2943.0
P27 - San Antonio	821.0	665.1	554.8	860.1	2901.0
P28 - Soledad	814.0	627.0	520.4	927.6	2889.0
P29 - Anguilla	838.7	632.0	459.7	959.5	2889.9
P30 - Villa Buena vida	800.7	578.9	453.3	940.7	2773.6
P31 - Nuevo Jerusalem	891.1	641.5	506.7	983.2	3022.5
P32 - Libertad	846.9	621.4	483.3	968.0	2919.5
P33 - 20 de Enero	803.7	588.2	453.8	940.8	2786.5
P34 - Nueva York	781.4	569.5	440.5	928.4	2719.7
P35 - Marañon	766.2	575.1	430.9	912.0	2684.2
MORALILLO	836.0	745.7	487.7	701.6	2771.0
PTO ALMENDRAS	792.4	719.7	448.1	727.4	2687.7
NAUTA	718.2	629.2	471.8	700.8	2520.1
AMAZONAS	705.0	690.6	404.8	837.0	2637.4
PUNCHANA	727.5	672.3	487.5	667.8	2555.1
SANTA MARIA NANAY	701.7	733.2	573.9	667.2	2676.0
SAN ROQUE	788.2	769.5	486.8	735.4	2779.9
TAMSHIYACU	791.9	782.6	560.6	762.6	2897.8

Tabla N° 07: Precipitación mensual de las estaciones pluviométricas en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta

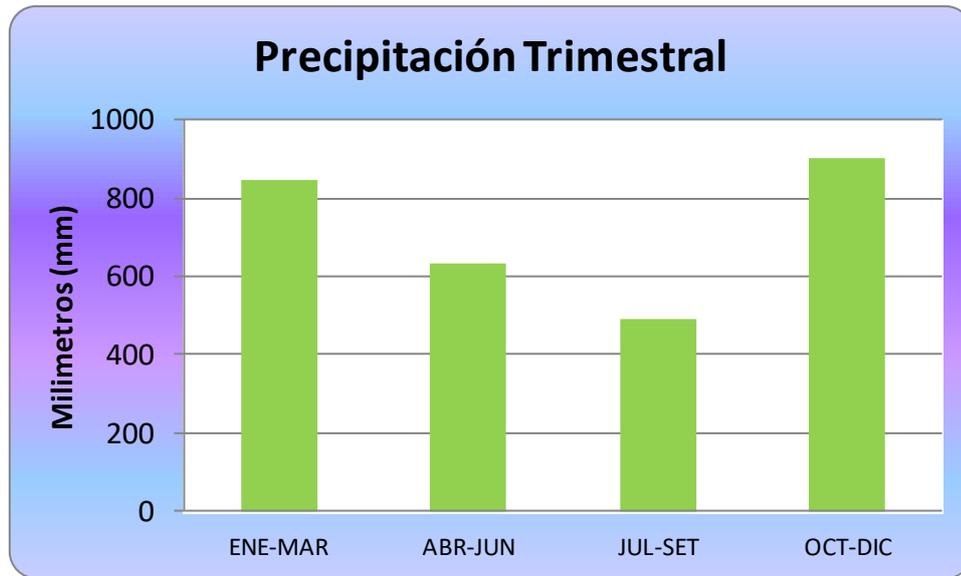
NOMBRE DE ESTACION	PRECIPITACION TOTAL ACUMULADA MENSUAL (mm)											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
P1 - Yanayacu	229.7	273.4	457.8	336.8	221.2	135.8	121.0	182.1	244.9	308.1	357.5	352.2
P2 - Javacocha	238.2	264.2	448.3	267.5	215.1	112.7	105.7	155.0	226.7	266.9	372.8	365.6
P3 - Santa Teresa	236.2	267.2	427.3	242.8	193.4	119.2	99.2	135.7	213.9	261.8	345.6	356.0
P4 - San Jose	247.8	280.6	439.8	253.7	184.1	132.5	106.8	117.7	209.3	254.4	360.8	365.1
P5 - Constancia	246.4	268.7	415.6	277.7	191.2	149.5	94.9	127.8	219.0	255.6	368.4	395.4
P6 - Puerto Bosmeridiano	247.5	248.9	406.5	293.8	174.0	133.3	99.5	125.5	235.7	260.1	320.8	369.4
P7 - Mazan	233.3	247.5	438.8	292.2	222.5	144.1	127.7	175.1	246.3	264.5	346.4	350.2
P8 - Paucarina	235.9	242.7	424.7	253.4	207.6	124.7	112.3	165.8	231.7	252.0	364.2	367.7
P9 - Santo Blanco	240.8	233.9	402.0	249.6	191.5	123.8	107.1	141.9	213.7	272.7	348.8	334.9
P10 - Aguas Negras	238.8	243.5	406.9	245.9	180.0	132.2	112.7	117.5	199.8	255.0	359.8	338.1
P11 - Varadero	218.5	249.0	408.3	259.9	170.9	151.7	100.0	126.8	213.7	259.4	345.9	379.4
P12 - San Fernando	224.1	246.0	397.4	281.8	154.6	144.8	89.2	120.3	220.1	265.8	302.8	368.1
P13 - Cabañas	245.7	235.3	396.0	293.9	233.1	148.6	140.6	159.0	232.5	233.1	324.1	343.5
P14 - Progreso 1	233.4	229.2	401.5	269.1	208.1	136.0	122.0	167.6	232.0	223.3	344.5	359.5
P15 - Buenavista	233.4	225.2	392.4	271.1	201.6	124.6	119.7	154.0	222.3	248.6	347.3	335.5
P16 - Naranja	234.2	241.7	387.1	257.2	187.2	130.0	129.2	131.0	215.0	248.2	345.0	343.4
P17 - Reserva	215.1	268.1	411.4	283.9	170.6	154.1	118.2	134.6	203.6	267.8	342.7	369.9
P18 - Nuevo San Juan 2	231.8	244.5	400.0	288.3	151.4	157.2	97.8	122.5	215.4	262.3	315.8	364.7
P19 - San Luis	239.1	236.8	372.6	296.6	221.3	163.6	144.3	154.4	227.9	240.0	300.6	360.9
P20 - Progreso II	224.8	230.2	392.1	283.1	211.8	148.5	134.1	183.0	232.6	218.9	311.8	356.2
P21 - Fray Martin	227.2	231.4	382.9	303.3	203.6	142.4	131.1	170.5	240.7	223.4	327.0	333.8
P22 - Comunidad Tipishca	232.6	236.6	369.0	291.2	180.9	132.9	142.4	145.5	231.9	238.6	369.3	349.1
P23 - Manchuria	224.8	248.8	394.0	300.4	187.1	156.9	121.1	142.9	203.9	251.0	346.2	369.1
P24 - Piura	236.4	217.5	374.1	282.2	168.5	162.4	108.5	125.8	217.7	258.9	334.5	351.1
P25 - Shimillo	225.8	233.8	345.8	296.9	217.9	178.6	152.1	184.2	239.6	259.9	301.8	361.1
P26 - Nuevo Paraiso	220.4	244.0	362.5	300.0	219.8	161.2	143.8	202.3	236.6	225.1	292.9	334.3
P27 - San Antonio	224.1	243.5	353.3	316.7	202.6	145.8	141.9	173.7	239.2	213.7	329.7	316.7
P28 - Soledad	227.0	239.0	348.1	314.0	183.9	129.1	144.5	153.6	222.3	231.0	357.6	338.9
P29 - Anguilla	234.2	242.6	361.8	300.4	194.5	137.1	107.2	148.8	203.7	247.3	349.1	363.1
P30 - Villa Buena vida	234.9	207.3	358.5	268.3	176.1	134.5	102.9	130.4	220.1	251.3	321.7	367.8
P31 - Nuevo Jerusalem	223.6	274.9	392.7	326.8	164.1	150.6	110.4	138.8	257.5	297.7	346.9	338.6
P32 - Libertad	219.7	257.8	369.3	305.4	158.0	158.0	111.9	136.4	234.9	281.5	350.3	336.2
P33 - 20 de Enero	227.1	234.7	341.9	280.5	149.6	158.2	111.3	126.4	216.1	260.9	340.3	339.5
P34 - Nueva York	228.3	219.7	333.4	255.9	157.8	155.7	110.3	120.2	210.0	254.6	333.5	340.3
P35 - Marañon	223.2	215.6	327.4	248.6	179.8	146.7	108.7	114.8	207.4	238.0	321.7	352.4
MORALILLO	273.1	232.3	330.6	285.5	276.3	183.9	164.6	154.8	168.4	193.2	224.1	284.2
PTO ALMENDRAS	261.1	231.4	299.9	300.6	254.1	164.9	143.8	133.7	170.6	221.6	239.4	266.5
NAUTA	243.7	223.3	251.3	253.8	220.4	155.0	148.0	142.8	180.9	200.0	243.1	257.7
AMAZONAS	218.5	199.9	286.7	262.4	246.7	181.5	130.1	113.5	161.1	253.2	326.0	257.7
PUNCHANA	248.0	187.3	292.2	277.3	219.8	175.2	151.0	167.7	168.8	190.9	229.7	247.2
SANTA MARIA NANAY	224.3	211.8	265.6	278.3	245.3	209.6	211.5	186.5	176.0	210.0	228.5	228.7
SAN ROQUE	283.6	232.9	271.7	305.6	272.8	191.1	154.5	170.6	161.8	231.9	237.5	266.0
TAMSHIYACU	245.4	267.3	279.3	309.3	267.5	205.8	189.4	172.2	199.0	237.4	246.4	278.8
PROMEDIO AREAL (mm)	234.9	239.8	370.2	282.8	200.9	150.8	126.1	147.7	214.5	246.3	321.5	336.2

Gráfico N° 15: Precipitación mensual de las seis principales estaciones pluviométricas en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta



A un nivel de análisis trimestral, las mayores precipitaciones se dan en los meses de octubre a diciembre, con valores cercanos a los 900 mm, seguidos del periodo de enero a marzo con 839 mm, lo que representa el 60% de las lluvias del año; el gráfico 16 nos representa la cantidad de lluvia explicada. Muy contradictorio al análisis mensual, donde indica que los mayores valores mensuales se presentan en marzo o abril.

Gráfico N° 16: Precipitación trimestral promedio de la zona de estudio

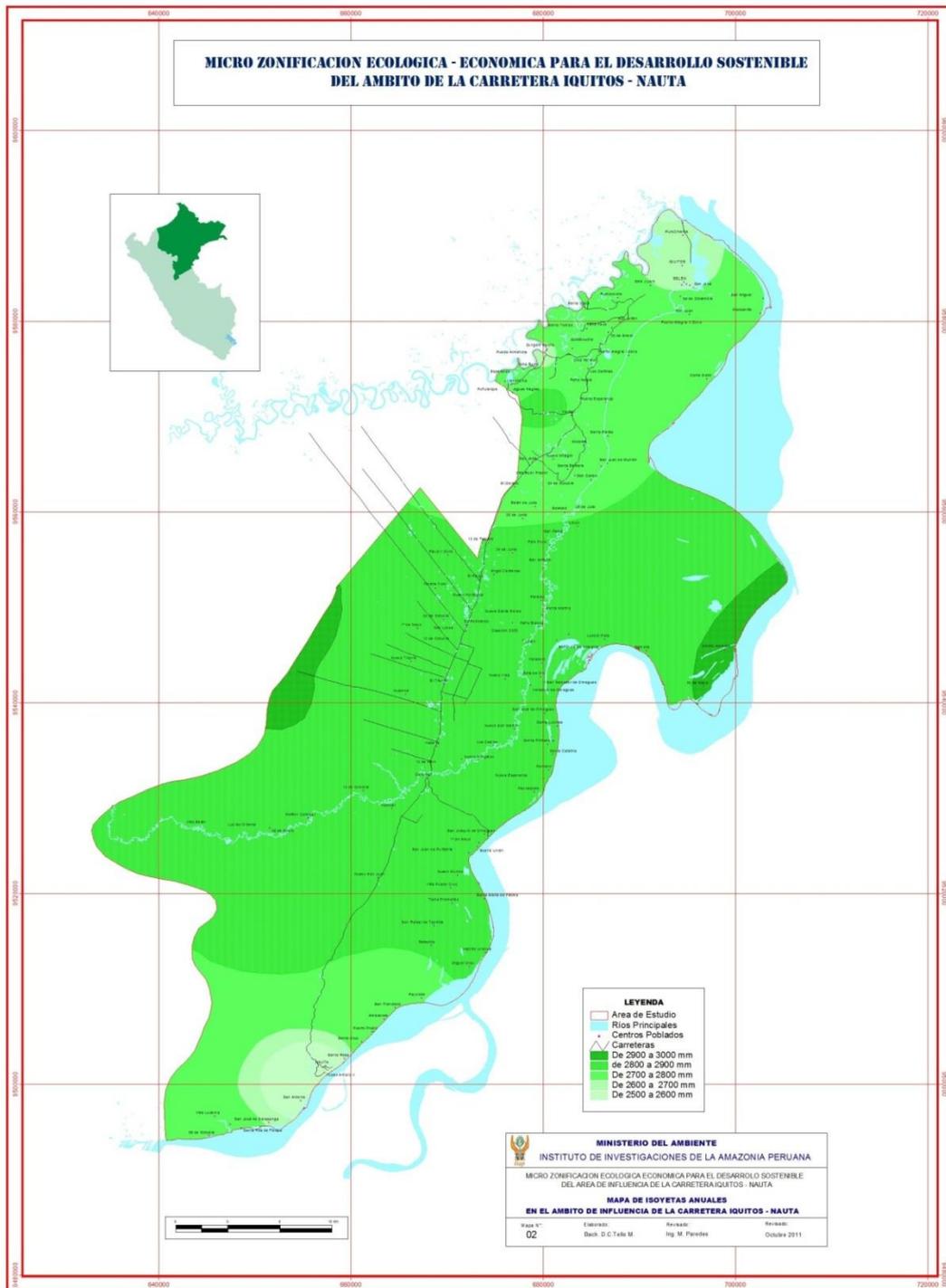


3.4. Comportamiento espacial de las precipitaciones

Como se había mencionado, las precipitaciones en la selva baja están definidas por la zona de convergencia intertropical conocida como ZCIT, y ésta a su vez depende de las condiciones de los vientos alisios, que son impulsados por sistemas globales de presión y que convergen hacia esta zona convirtiéndola en una zona de inestabilidad permanente; en los meses de invierno austral en el Hemisferio sur los sistemas globales de presión se intensifican, y por ende trasladan la ZCIT a latitudes más al Norte. Esto regula el comportamiento a lo largo del año, teniendo las precipitaciones máximas en los meses de marzo-abril con 370 mm/mes, y las precipitaciones mínimas en julio-agosto, con 130 mm/mes; el promedio anual de precipitación pluvial es de 2 700 mm/año. Ver gráfico 13.

El análisis espacial (mapas del 2 a 6), donde se ha realizado dos tipos de análisis: el anual comúnmente utilizado y el estacional (en función a las estaciones astronómicas), los valores de ploteo son obtenidos de los promedios multianuales de la serie histórica. Para los trimestres se han totalizado la cantidad mensual, obteniéndose los periodos enero – marzo, abril – junio, julio – setiembre y octubre – diciembre.

A nivel anual, (mapa 2) la distribución espacial de la precipitación ocurren núcleos de baja precipitación ubicados sobre las ciudades de Nauta e Iquitos, con valores que fluctúan desde los 2500 – 2700 mm. Por el contrario, la parte central del área, donde se ubican los centros poblados: Paujil, 13 de febrero, 28 de junio, Ángel Cárdenas, Nuevo Horizonte, Yarana Yuto, El triunfo, Nuevo Triunfo, Huambe, La Habana, 12 de Abril, Cahuide, Huascar, 12 de Octubre, Melitón Carbajal, 28 de Enero, Luz del Oriente, Villa Belén, Nuevo Progreso, Los Cedros, Nueva Vida, Varadero, Creación 2000, Nuevo San Juan, Peña Blanca, Paraíso, Lucero pata, Samaria, San Joaquín de Omaguas, Nuevo Mundo, Tierra prometida, Betsaida, Hipolito Unanue y Miguel Grau tiene los más altos valores, con 2700 a 3000 mm.



A nivel trimestral durante el año el comportamiento de las lluvias es muy variable, siendo el trimestre más resaltante enero – marzo, con lluvias homogéneas en la parte central del área de estudio y con cantidades significativas fluctúan entre los 800 a 1000 mm (Mapa 3) y que involucran los centros poblados de: San José, 09 de diciembre, San miguel, Manzanillo, 25 de enero, Puerto Alegría, Los delfines, Peña negra, Nueva Esperanza, San Juan de Munich, San Carlos, El Milagro, Santa Bárbara, San José, Buen Pastor, Belén de Juda, 05 de Junio, 24 de Junio, Ángel Cárdenas, El Paujil, Nuevo Horizonte, Yarana yuto, 24 de Octubre, San Lucas, Ex Petroleros, Nueva Vida, Nuevo Triunfo, Huambe, La Habana, 12 de Abril, Cahuide, Huascar, 12 de Octubre, Melitón Carbajal, 28 de enero, Luz del Oriente, Villa Belén, Nuevo San Juan, San Francisco, Amazonas, Betsaida, Miguel Grau, Hipólito Unanue, Santa María de Fatima, Nuevo Mundo, San Juan de Puritana, San Joaquín de Omaguas, Paucarpata, Porvenir, Nuevo Progreso, Los Cedros y Nuevo San Martin; una situación muy semejante al periodo octubre – diciembre, con la única diferencia de la existencia de variabilidad en la zona de la ciudad de Iquitos donde se presenta más lluvioso con valores oscilantes entre 800 mm a 1000 mm (Mapa 6).

Por el contrario, julio – setiembre es el trimestre con menos contribución a la cuenca, con valores cercanos a los 500 mm acumulados, pero homogéneamente distribuidos en toda su extensión, Mapa 5. Que abarca a los centros poblados de Punchana, San Juan, Rumococha, San Clara, Santo Tomas, Yanayaco, Santa Eloísa, Moralillo, Nuevo Milagro, San José, Santa Bárbara, San Carlos, 03 de Octubre, Belén de Judá, 05 de Junio, San Pedro, Palo Seco, San Antonio, Soledad, Villa Buen Pastor, El Dorado, 23 de Julio, Limón, San Pedro, 24 de Junio, San Antonio, 13 de Febrero, Paujil II zona, Yarana yuto, Nuevo Horizonte, 24 de Octubre, 1° de Mayo, Nuevo Triunfo, Santa Cruz, Santa Rosa, Nauta, Túpac Amaru II, San Antonio, Villa Lucerna, San José de Sarapanga, 09 de Octubre, Santa Rita de Florida.

3.5. Temperaturas

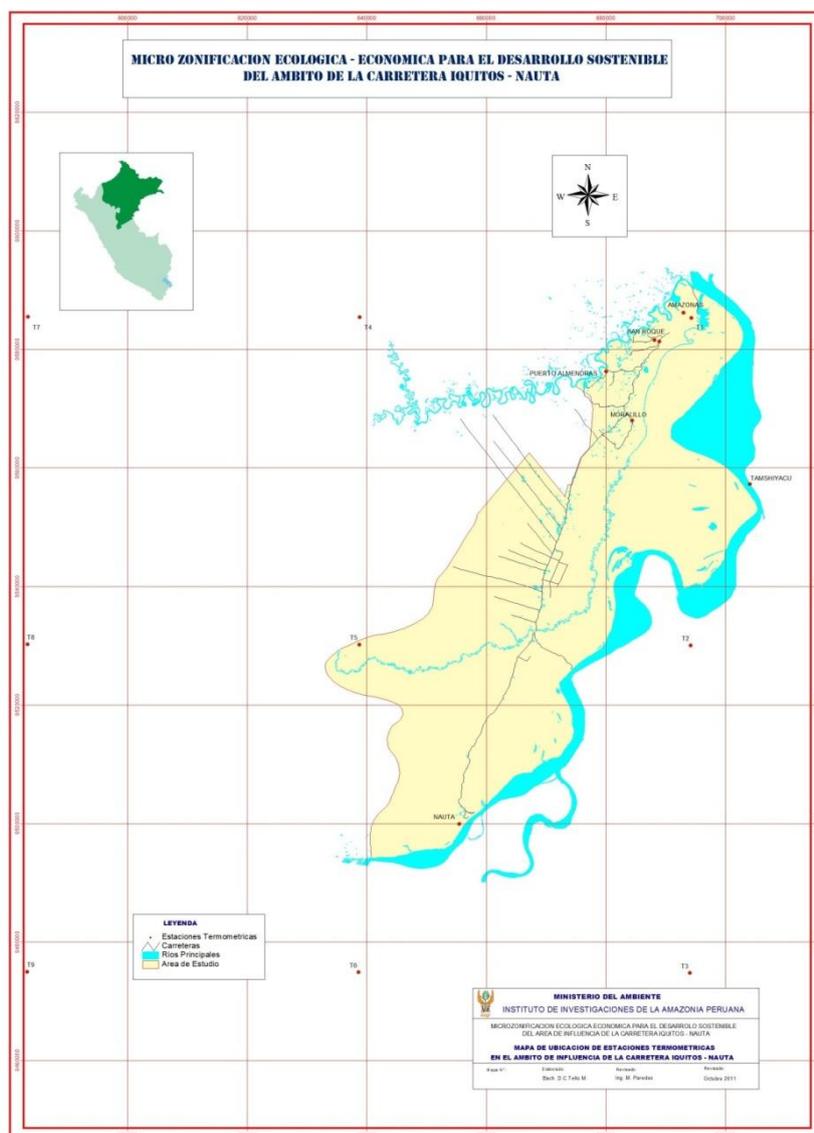
Las siete estaciones del SENAMHI, y otras nueve estaciones obtenidas a través del satélite; ha facilitado el análisis de la temperatura, en secuencia histórica de cada una de las estaciones. Tabla 8 y Grafico 17.

Tabla N° 08
Ubicación de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)
T1 - Mohena caño	-3.750	-73.250
T2 - El Charo	-4.250	-73.250
T3 - Angamos	-4.750	-73.250
T4 - Nazareth	-3.750	-73.750
T5 - Villa Belen	-4.250	-73.750
T6 - Casa Grande	-4.750	-73.750
T7 - Libertad	-3.750	-74.250
T8 - El Cerro	-4.250	-74.250
T9 - Bolivar	-4.750	-74.250
MORALILLO	-3.901	-73.339
PUERTO ALMENDRAS	-3.832	-73.379
NAUTA	-3.756	-73.271
AMAZONAS	-3.764	-73.255
AEROPUERTO	-3.784	-73.306
SAN ROQUE	-3.786	-73.299
TAMSHIYACU	-4.003	-73.161

Tabla N° 09
Valores de temperaturas medias mensuales de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN		TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C)											
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
T1 - Mohena caño	-3.75	-73.25	26.9	26.8	26.9	26.7	26.4	26.0	25.8	26.3	26.7	27.0	27.1	26.8
T2 - El Charo	-4.25	-73.25	26.5	26.5	26.5	26.3	26.1	25.8	25.5	26.1	26.5	26.7	26.8	26.5
T3 - Angamos	-4.75	-73.25	26.3	26.3	26.3	26.1	25.9	25.7	25.4	26.0	26.4	26.7	26.7	26.4
T4 - Nazareth	-3.75	-73.75	27.1	27.0	27.1	27.1	26.7	26.2	26.0	26.6	27.0	27.4	27.7	27.4
T5 - Villa Belen	-4.25	-73.75	26.9	26.9	26.9	26.7	26.6	26.1	26.0	26.5	27.0	27.3	27.5	27.1
T6 - Casa Grande	-4.75	-73.75	26.9	26.9	26.8	26.6	26.6	26.1	26.1	26.6	27.1	27.4	27.6	27.1
T7 - Libertad	-3.75	-74.25	27.5	27.2	27.4	27.5	27.1	26.1	26.4	26.9	27.5	27.9	28.2	28.2
T8 - El Cerro	-4.25	-74.25	27.3	27.3	27.3	27.3	27.2	26.5	26.6	27.0	27.7	28.1	28.3	28.1
T9 - Bolivar	-4.75	-74.25	27.5	27.4	27.3	27.4	27.3	26.6	26.7	27.2	27.8	28.2	28.4	27.9
MORALILLO	-3.901	-73.339	26.9	26.9	26.7	26.7	26.2	25.8	25.7	26.5	26.6	26.9	27.1	26.9
PUERTO ALMENDRAS	-3.832	-73.379	26.9	26.9	26.9	26.8	26.5	26.0	25.9	26.5	27.0	27.2	27.1	27.0
NAUTA	-3.756	-73.271	26.5	25.9	26.2	26.1	25.8	25.6	25.5	26.1	26.3	26.6	26.4	26.3
AMAZONAS	-3.764	-73.255	27.3	27.2	27.2	27.1	26.6	26.4	26.3	27.1	27.6	27.8	27.4	27.6
AEROPUERTO	-3.784	-73.306	26.0	25.9	25.8	25.8	25.5	25.1	25.0	25.4	25.9	26.1	26.0	26.1
SAN ROQUE	-3.786	-73.299	27.4	27.3	27.2	27.0	26.9	26.4	26.2	26.9	27.3	27.6	27.5	27.4
TAMSHIYACU	-4.003	-73.161	26.5	26.5	26.4	26.2	25.9	25.4	25.3	26.0	26.5	26.7	26.8	26.5



La temperatura del aire en el área de estudio presenta mínimas medias de 20-23°C y máximas medias entre 30-33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27°C (Tablas 10 al 12) y las máximas absolutas están cercanas a los 40°C; sin embargo, las mínimas absolutas pueden llegar hasta los 10°C (Tabla 15), según los registros históricos. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 a 12°C, que es mucho mayor a la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2°C (Gráfico 19).

Las temperaturas medias superiores a los 28°C se presentan en los centros poblados de 12 de Octubre, Habana, Huambe, Nuevo Triunfo, El Triunfo, Peña Blanca, Llanchama y algunos sectores de la ciudad de Iquitos.

Valores de temperatura media entre 27.5°C a 28°C comprenden a los centros poblados de San Juan, Puerto Alegría, San José, Ángel Cárdenas, El Paujil, Yarana yuto, Nuevo Horizonte, Nueva Santa Eloisa,

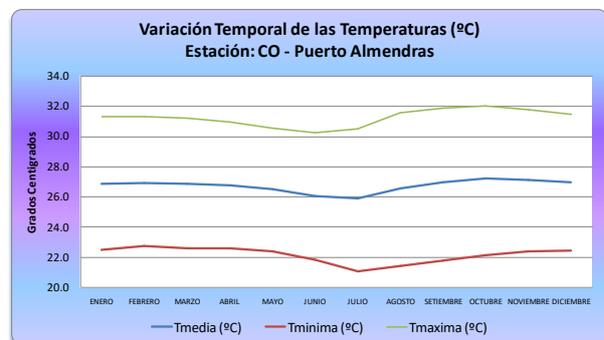
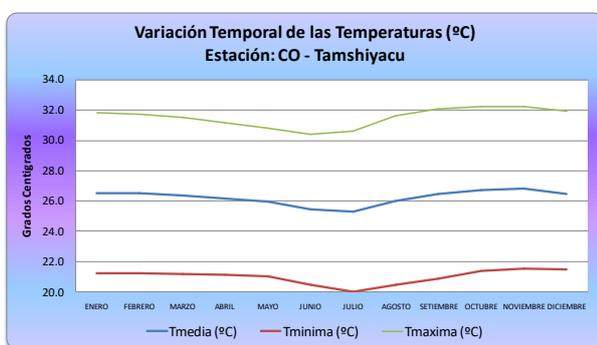
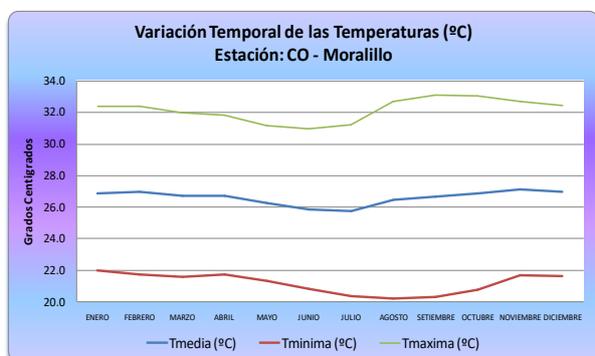
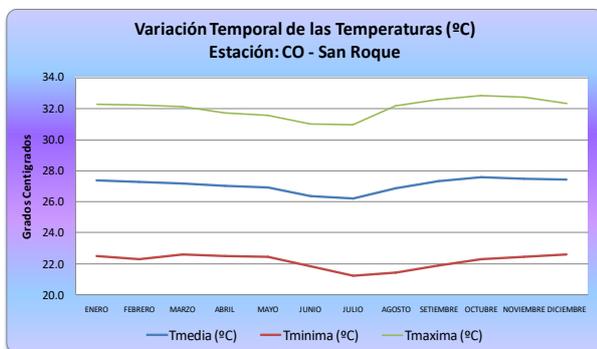
Ex Petroleros, San Lucas, 17 de Mayo, 12 de Abril, Cahuide, Huascar, Nuevo San Juan, San Juan de Puritana, Nuevo Progreso, Los Cedros, Paucar Pata, Porvenir, Santa Catalina, Santa Primavera, San José de Omaguas, Varadero, Santa Martha, Paraíso, Lucero pata y Samaria.

Las temperaturas medias entre 26.5°C a 27°C incluye a los centro poblados de Melitón Carbajal, Puerto Prado, Amazonas, San Francisco, Payorote, Miguel Grau, Hipólito Unuane, San Rafael de Tapirilla, Tierra Prometida, Santa María de Fátima, Buena Unión, San Joaquin de Omaguas, San Antonio, Palo Seco, 5 de Junio, Belén de Judá, El Dorado, Villa Buen Pastor, San Carlos y 8 de Mayo.

Entre 26°C y 26.5°C comprende los centros poblados de Villa Belén, Luz del Oriente, 28 de Enero, San Antonio, San José de Sarapanga, Centro América, Soledad, 28 de Julio y Limón.

Las temperaturas medias con valores inferiores a los 26°C están los centros poblados de Villa Lucerna, Santa Rita de Florida y 9 de Octubre.

Gráfico N° 17: Temperaturas máximas y mínimas mensuales de las seis principales estaciones termométricas en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta



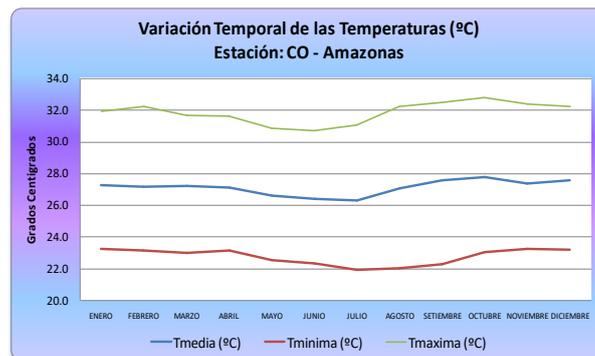
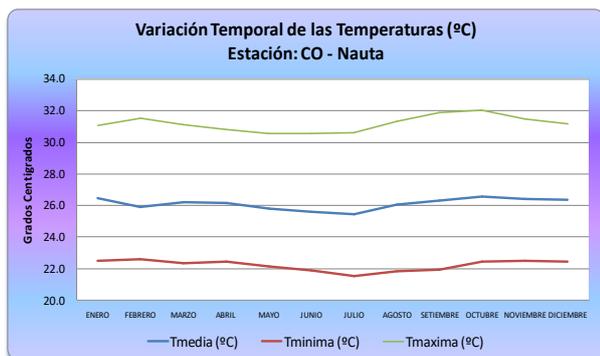


Tabla N° 10: Temperaturas medias máximas mensuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
NAUTA	31.1	31.5	31.1	30.8	30.6	30.6	30.6	31.3	31.9	32.0	31.5	31.1
PUERTO ALMENDRAS	31.3	31.3	31.2	31.0	30.5	30.2	30.5	31.6	31.9	32.0	31.7	31.4
MORALILLO	32.4	32.4	32.0	31.8	31.2	30.9	31.2	32.7	33.1	33.1	32.7	32.4
SAN ROQUE	32.3	32.2	32.1	31.7	31.6	31.0	31.0	32.2	32.6	32.8	32.7	32.3
TAMSHIYACU	31.8	31.7	31.5	31.2	30.8	30.4	30.6	31.6	32.1	32.2	32.2	31.9
AMAZONAS	31.9	32.2	31.7	31.6	30.8	30.7	31.0	32.2	32.5	32.8	32.4	32.2

Tabla N° 11: Temperaturas medias mínimas mensuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
NAUTA	22.5	22.6	22.3	22.4	22.1	21.9	21.5	21.8	22.0	22.5	22.5	22.4
PUERTO ALMENDRAS	22.5	22.8	22.6	22.6	22.4	21.8	21.1	21.4	21.8	22.2	22.4	22.5
MORALILLO	22.0	21.7	21.6	21.7	21.3	20.8	20.4	20.2	20.3	20.8	21.7	21.6
SAN ROQUE	22.5	22.3	22.6	22.5	22.4	21.9	21.3	21.4	21.9	22.3	22.5	22.6
TAMSHIYACU	21.2	21.2	21.2	21.1	21.0	20.5	20.0	20.4	20.9	21.4	21.5	21.5
AMAZONAS	23.3	23.2	23.0	23.1	22.6	22.3	22.0	22.0	22.3	23.1	23.3	23.2

Tabla N° 12: Temperaturas medias mensuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
NAUTA	26.5	25.9	26.2	26.1	25.8	25.6	25.5	26.1	26.3	26.6	26.4	26.3
PUERTO ALMENDRAS	26.9	26.9	26.9	26.8	26.5	26.0	25.9	26.5	27.0	27.2	27.1	27.0
MORALILLO	26.9	26.9	26.7	26.7	26.2	25.8	25.7	26.5	26.6	26.9	27.1	26.9
SAN ROQUE	27.4	27.3	27.2	27.0	26.9	26.4	26.2	26.9	27.3	27.6	27.5	27.4
TAMSHIYACU	26.5	26.5	26.4	26.2	25.9	25.4	25.3	26.0	26.5	26.7	26.8	26.5
AMAZONAS	27.3	27.2	27.2	27.1	26.6	26.4	26.3	27.1	27.6	27.8	27.4	27.6

Tabla N° 13: Temperaturas máximas absolutas mensuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
NAUTA	34.6	36.2	37.4	35.8	39.8	34.6	38.6	35.2	37.6	37.6	38.2	36.2
PUERTO ALMENDRAS	36.3	38.9	35.2	35.2	35.0	38.3	38.3	36.5	37.0	36.5	36.8	36.5
MORALILLO	36.6	37.2	39.8	35.6	35.0	35.0	38.8	36.6	38.8	37.8	37.8	36.8
SAN ROQUE	37.0	37.2	36.0	38.2	38.0	37.4	36.6	36.8	37.0	38.5	36.5	36.8
TAMSHIYACU	37.6	38.2	36.4	35.5	36.6	35.5	35.7	36.6	37.0	37.2	37.4	36.4
AMAZONAS	37.0	36.5	36.0	35.4	35.0	34.5	35.3	36.0	37.4	37.8	37.5	35.8

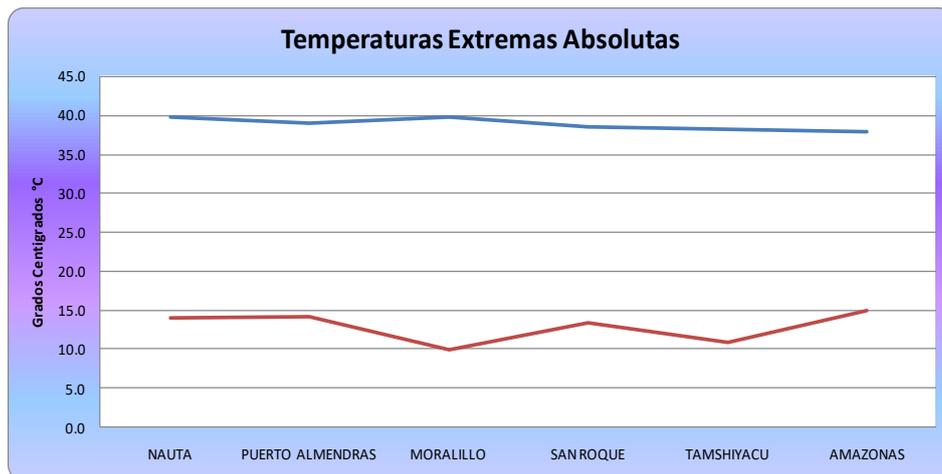
Tabla N° 14: Temperaturas mínimas absolutas mensuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
NAUTA	18.6	19.2	18.4	18.4	18.0	16.2	14.3	14.2	14.0	17.0	17.0	19.4
PUERTO ALMENDRAS	18.8	19.0	19.0	18.0	16.0	14.2	14.4	15.0	16.0	16.0	17.0	18.3
MORALILLO	18.4	18.8	19.5	19.0	16.4	15.2	14.5	14.0	10.0	12.2	17.0	14.2
SAN ROQUE	16.8	17.0	18.0	17.0	17.8	13.5	14.0	14.5	16.0	17.0	18.0	17.2
TAMSHIYACU	15.8	17.2	16.2	16.0	13.8	11.2	11.0	14.2	12.2	16.0	16.0	17.2
AMAZONAS	20.0	19.6	20.2	21.0	18.0	18.5	15.0	18.4	17.0	20.2	20.4	20.4

Tabla N° 15: Temperaturas máximas y mínimas absolutas anuales de las estaciones termométricas en el área de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.

ESTACION	UBICACIÓN		TEMPERATURAS	
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	Max Abs	Min Abs
NAUTA	-3.756	-73.271	39.8	14.0
PUERTO ALMENDRAS	-3.832	-73.379	38.9	14.2
MORALILLO	-3.901	-73.339	39.8	10.0
SAN ROQUE	-3.786	-73.299	38.5	13.5
TAMSHIYACU	-4.003	-73.161	38.2	11.0
AMAZONAS	-3.764	-73.255	37.8	15.0

Gráfico N° 18: Temperaturas extremas absolutas de las principales ciudades en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta

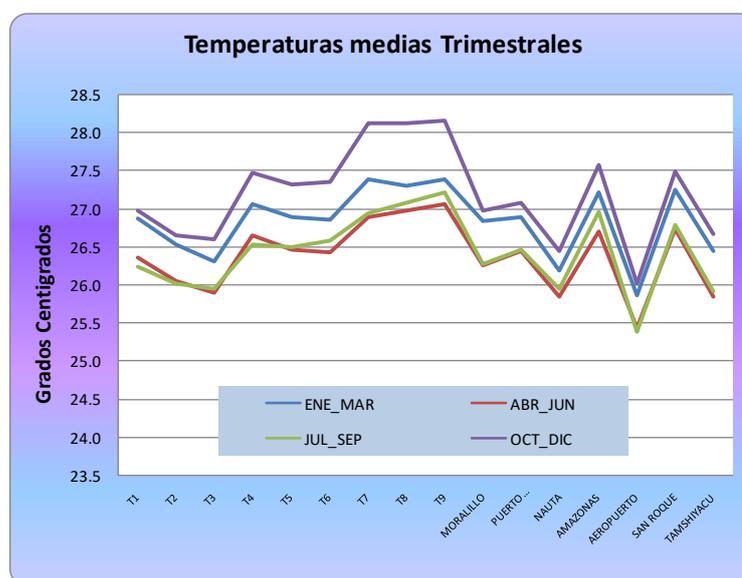


A nivel trimestral, las temperaturas medias son casi constantes, no existe variación significativa, los valores están bordeando los 27 °C (ver tabla 16).

Tabla N° 16: Valores de temperaturas medias trimestrales y anuales de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos - Nauta

NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN		TEMPERATURA PROMEDIO ESTACIONAL (°C)				
	LATITUD (°)	LONGITUD (°)	ENE_MAR	ABR_JUN	JUL_SEP	OCT_DIC	MEDIA ANUAL
T1 - Mohena caño	-3.750	-73.250	26.9	26.4	26.3	27.0	26.6
T2 - El Charo	-4.250	-73.250	26.5	26.1	26.0	26.7	26.3
T3 - Angamos	-4.750	-73.250	26.3	25.9	26.0	26.6	26.2
T4 - Nazareth	-3.750	-73.750	27.1	26.7	26.5	27.5	26.9
T5 - Villa Belen	-4.250	-73.750	26.9	26.5	26.5	27.3	26.8
T6 - Casa Grande	-4.750	-73.750	26.9	26.4	26.6	27.4	26.8
T7 - Libertad	-3.750	-74.250	27.4	24.9	27.0	28.1	26.8
T8 - El Cerro	-4.250	-74.250	27.3	27.0	27.1	28.1	27.4
T9 - Bolivar	-4.750	-74.250	27.4	27.1	27.2	28.2	27.5
MORALILLO	-3.901	-73.339	26.8	26.3	26.3	27.0	26.6
PUERTO ALMENDRAS	-3.832	-73.379	26.9	26.4	26.5	27.1	26.1
NAUTA	-3.756	-73.271	26.2	25.8	26.0	26.4	27.1
AMAZONAS	-3.764	-73.255	27.2	26.7	27.0	27.6	26.7
AEROPUERTO	-3.784	-73.306	25.9	25.4	25.4	26.0	25.7
SAN ROQUE	-3.786	-73.299	27.3	26.8	26.8	27.5	27.5
TAMSHIYACU	-4.003	-73.161	26.5	25.8	25.9	26.7	26.2

Gráfico N° 19: Temperaturas medias trimestrales de la zona de estudio en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta



Hay que notar la existencia de un gradiente de temperatura de Oeste a Este; las estaciones T1 al T6 están ubicadas en el sector este de la región y presentan los valores más elevados para el trimestre octubre - diciembre, mientras que el sector oeste, compuesto por las estaciones de la red del SENAMHI y de las T7, T8 y T9 muestra valores menores.

Tabla N° 17: Ubicación geográfica de las estaciones termométricas temporales en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta

ORDEN	NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN	
		LATITUD (°)	LONGITUD (°)
1	VILLA BELÉN	04°16'48.8" S	73°42'46.9" W
2	LUZ DEL ORIENTE	04°16'59" S	73°37'50.1" W
3	MELITÓN CARBAJAL	04°16'01" S	73°35'53" W
4	12 DE OCTUBRE	04°14'43.6" S	73°33'01" W
5	HUASCAR	04°15'36.6" S	73°32'45.7" W
6	CAHUIDE	04°13'51.8" S	73°29'14.4" W
7	VARADERO OMAGUAS	04°09'49.4" S	73°23'48.1" W
8	PEÑA BLANCA	04°05'27.3" S	73°23'027" W
9	CREACIÓN 2000	04°04'59.0" S	73°23'45.6" W
10	SAN ANTONIO	04°01'25.3" S	73°22'42.6" W
11	SOLEDAD	03°58'51.6" S	73°21'40.5" W
12	28 DE JULIO A	03°58'42.6" S	73°20'46.1" W
13	28 DE JULIO B	03°58'42.6" S	73°20'46.1" W
14	EL DORADO	03°57'43.83"S	73°24'50.36"W
15	NUEVO SAN JUAN	04°19'50.8" S	73°31'48.6" W
16	LA HABANA	04°11'57.08"S	73°28'41.29"W
17	EL TRIUNFO	04°09'08.8" S	73°28'27.6" W
18	LLANCHAMA	03°51'27.2" S	73°24'19.3" W
19	PUERTO ALMENDRAS	03°49'55.20"S	73°22'42.65"W
20	MORALILLO	03°54'01.8" S	73°20'19.6" W
21	UNIÓN SANTA CLARA	03°47'40.23"S	73°20'13.49"W
22	SANTO TOMÁS	03°48'19.99"S	73°20'23.07"W
23	PUERTO ALEGRÍA 2	03°46'38.42"S	73°15'34.66"W
24	SAN ROQUE	03°47'10.34"S	73°17'54.86"W
25	AEROPUERTO	03°46'56.50"S	73°18'14.18"W
26	AMAZONAS	03°45'51.97"S	73°15'16.60"W
27	RIO MAR	03°46'0.16"S	73°15'53.04"W
28	TUPAC AMARU	03°45'23.04"S	73°16'15.45"W
29	MORONACOCHA	03°44'51.77"S	73°15'58.32"W
30	9 DE OCTUBRE	04°34'15.8" S	73°41'18.7" W
31	NAUTA	04°30'48.2" S	73°35'01.2" W
32	SAN FRANCISCO	04°27'03.7" S	73°31'05.9" W
33	PAYOROTE	04°26'31.4" S	73°29'23.4" W
34	SANTA LUCINDA	04°07'43.2" S	73°20'45.2" W
35	SAMARIA II ZONA	04°06'24.8" S	73°17'22.6" W
36	CENTRO AMÉRICA	04°06'42.2" S	73°12'31.5" W
37	TAMSHIYACU	04°00'12.9" S	73°09'40.0" W
38	CANTA GALLO	03°48'32.9" S	73°11'28.4" W

Tabla N° 18: Temperaturas máximas y mínimas obtenidas en el área de estudio durante la etapa de campo

ORDEN	NOMBRE DE ESTACION	UBICACIÓN		TEMPERATURAS (°)			
		LATITUD (°)	LONGITUD (°)	MEDIAS	MAXIMAS	MINIMAS	OSCILACION
1	VILLA BELÉN	04°16'48.8" S	73°42'46.9" W	26.6	33.2	23.8	9.4
2	LUZ DEL ORIENTE	04°16'59" S	73°37'50.1" W	27.3	33.6	23.9	9.7
3	MELITÓN CARBAJAL	04°16'01" S	73°35'53" W	27.8	35.7	23.8	11.9
4	12 DE OCTUBRE	04°14'43.6" S	73°33'01" W	28.1	37.0	24.2	12.8
5	HUASCAR	04°15'36.6" S	73°32'45.7" W	27.7	34.3	24.3	10.1
6	CAHUIDE	04°13'51.8" S	73°29'14.4" W	27.2	34.3	24.1	10.2
7	VARADERO OMAGUAS	04°09'49.4" S	73°23'48.1" W	28.2	35.0	24.5	10.5
8	PEÑA BLANCA	04°05'27.3" S	73°23'027" W	29.2	35.6	24.6	11.0
9	CREACIÓN 2000	04°04'59.0" S	73°23'45.6" W	29.2	36.4	24.1	12.3
10	SAN ANTONIO	04°01'25.3" S	73°22'42.6" W	28.5	34.3	24.2	10.1
11	SOLEDAD	03°58'51.6" S	73°21'40.5" W	28.1	33.4	23.9	9.5
12	28 DE JULIO A	03°58'42.6" S	73°20'46.1" W	28.6	33.2	24.7	8.5
13	28 DE JULIO B	03°58'42.6" S	73°20'46.1" W	28.6	33.2	24.7	8.5
14	EL DORADO	03°57'43.83"S	73°24'50.36"W	28.5	34.3	24.3	10.0
15	NUEVO SAN JUAN	04°19'50.8" S	73°31'48.6" W	27.5	35.0	24.1	10.9
16	LA HABANA	04°11'57.08"S	73°28'41.29"W	28.4	35.7	24.3	11.4
17	EL TRIUNFO	04°09'08.8" S	73°28'27.6" W	28.6	36.3	24.3	12.0
18	LLANCHAMA	03°51'27.2" S	73°24'19.3" W	29.0	37.2	24.2	13.0
19	PUERTO ALMENDRAS	03°49'55.20"S	73°22'42.65"W	28.5	33.8	23.7	10.1
20	MORALILLO	03°54'01.8" S	73°20'19.6" W	28.7	35.0	23.7	11.3
21	UNIÓN SANTA CLARA	03°47'40.23"S	73°20'13.49"W	28.5	34.0	25.2	8.9
22	SANTO TOMÁS	03°48'19.99"S	73°20'23.07"W	28.6	34.2	24.2	10.0
23	PUERTO ALEGRÍA 2	03°46'38.42"S	73°15'34.66"W	28.3	35.5	23.6	11.9
24	SAN ROQUE	03°47'10.34"S	73°17'54.86"W	28.8	36.1	23.3	12.8
25	AEROPUERTO	03°46'56.50"S	73°18'14.18"W	28.9	34.0	23.0	11.0
26	AMAZONAS	03°45'51.97"S	73°15'16.60"W	29.5	33.1	24.6	8.5
27	RIO MAR	03°46'0.16"S	73°15'53.04"W	29.5	39.9	23.9	16.0
28	TUPAC AMARU	03°45'23.04"S	73°16'15.45"W	29.5	34.4	24.6	9.8
29	MORONACOCHA	03°44'51.77"S	73°15'58.32"W	28.2	36.5	24.2	12.3
30	9 DE OCTUBRE	04°34'15.8" S	73°41'18.7" W	25.2	33.1	23.1	10.0
31	NAUTA	04°30'48.2" S	73°35'01.2" W	25.5	33.4	23.4	10.0
32	SAN FRANCISCO	04°27'03.7" S	73°31'05.9" W	27.1	34.5	23.6	10.9
33	PAYOROTE	04°26'31.4" S	73°29'23.4" W	27.2	34.7	23.3	11.4
34	SANTA LUCINDA	04°07'43.2" S	73°20'45.2" W	28.0	33.2	24.4	8.8
35	SAMARIA II ZONA	04°06'24.8" S	73°17'22.6" W	28.8	35.1	24.0	11.1
36	CENTRO AMÉRICA	04°06'42.2" S	73°12'31.5" W	28.2	33.7	23.7	10.0
37	TAMSHIYACU	04°00'12.9" S	73°09'40.0" W	27.6	31.2	24.0	7.2
38	CANTA GALLO	03°48'32.9" S	73°11'28.4" W	27.9	33.1	25.6	7.5

3.6. Evapotranspiración

Evapotranspiración: Es el total de agua convertido en vapor por una cobertura vegetal; incluye la evaporación desde el suelo, la evaporación del agua interceptada y la transpiración por los estomas de las hojas (Martelo, 1986).

Evaporación es el proceso físico por el cual el agua pasa de vapor desde superficies libres de agua tales como reservorios, lagos, represas, canales de conducción, mares, océanos, campos de cultivo, superficies húmedas, etc.

Un concepto modificado de la evapotranspiración viene a ser a la transferencia de agua hacia la atmósfera por el conjunto de procesos de evaporación desde cualquier superficie evaporante (suelos húmedos, superficies de agua, etc.) y transpiración de las plantas (bosques, praderas, campos de cultivo, etc.) que existe en dicho medio.

Existen dos tipos de evapotranspiración: la evapotranspiración real (E) y la evapotranspiración potencia (ETP).

La evapotranspiración real es la que realmente ocurre en superficies húmedas con vegetación, en la que se incluye la evaporación de suelos húmedos y la transpiración de las plantas; es decir, es el proceso que ocurre en condiciones naturales y reales. (García, 1994)

La evapotranspiración depende de factores como:

Disponibilidad de humedad.

Estados de desarrollo (crecimiento) y cobertura de vegetación.

Naturaleza y tipo de suelo.

Elementos climáticos: radiación neta, viento, gradiente vertical de temperatura, temperatura del aire y la temperatura de la superficie evaporante.

Se ha calculado la ETP utilizando la metodología de Thornthwaite (1948); el cálculo se basa en el índice de calor de una determinada región. Es uno de los métodos más usados; dada su simplicidad sólo utiliza a la temperatura como elemento fundamental. No es útil para el cálculo de ETP diarias.

$$ETP = 16 (10 \cdot T_i / I)^a (N/12) \cdot (dmes/30)$$

Dónde:

ETP = Evapotranspiración Potencial (mm)

T_i = Temperatura media mensual (°C).

N = Fotoperiodo (horas)

Dmes = días del mes

I = Índice anual de calor

A = exponente de Thornthwaite

$$A = (0.675 \cdot I^3 - 77.1 \cdot I^2 + 17920 \cdot I + 492390) \times 10^{-6}$$

Los resultados obtenidos de las estaciones de control se encuentran en los anexos adjuntos al presente documento. El resumen a nivel mensual de la ETP se puede apreciar en la tabla 19, el cual durante casi todo el año es casi constante, fluctuando entre los 130 a los 150 mm por mes, siendo julio y agosto los de mayor intensidad. Aunque los valores perdidos del recurso hídrico son elevados, son cubiertos grandemente por los ingresos de precipitación, solo en los meses de setiembre se presentan casi iguales, es decir, las campañas agrícolas se pueden iniciar desde el mes de setiembre, sin embargo, ciertas actividades como para captación de agua potable, se muestran un poco deficitarios en los meses de setiembre y octubre.

Tabla N° 19: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Mensual (ETP) de seis ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta.

MES	SAN ROQUE	MORALILLO	TAMSHIYACU	PUERTO ALMENDRAS	NAUTA	AMAZONAS
ENERO	146.9	142.8	139.8	149.3	137.6	162.0
FEBRERO	122.2	132.9	130.8	139.3	128.4	150.6
MARZO	131.2	150.9	145.4	150.7	138.3	156.5
ABRIL	139.6	141.8	133.6	141.8	131.3	153.8
MAYO	152.7	143.6	137.0	143.8	137.1	151.4
JUNIO	152.0	139.6	131.7	139.0	122.0	143.6
JULIO	153.7	138.8	133.4	142.0	130.3	148.1
AGOSTO	153.7	139.2	129.8	140.3	129.8	147.2
SETIEMBRE	147.9	126.9	122.5	131.7	120.5	132.5
OCTUBRE	151.8	124.8	118.8	128.1	121.6	133.6
NOVIEMBRE	146.2	120.2	113.5	122.6	116.7	128.7
DICIEMBRE	148.9	138.5	131.2	139.9	132.4	149.6
TOTAL	1746.7	1640.2	1567.5	1668.6	1546.0	1757.5

A un nivel trimestral, la ETP ha sido calculada mediante la acumulación de la cantidad mensual, y también los valores son casi constantes a lo largo del año, con una media de 450 a 500 mm. El tabla 19 muestra los valores trimestrales de la ETP por cada estación. A un nivel anual, los valores oscilan desde los 1 500 mm y los 1 750 mm.

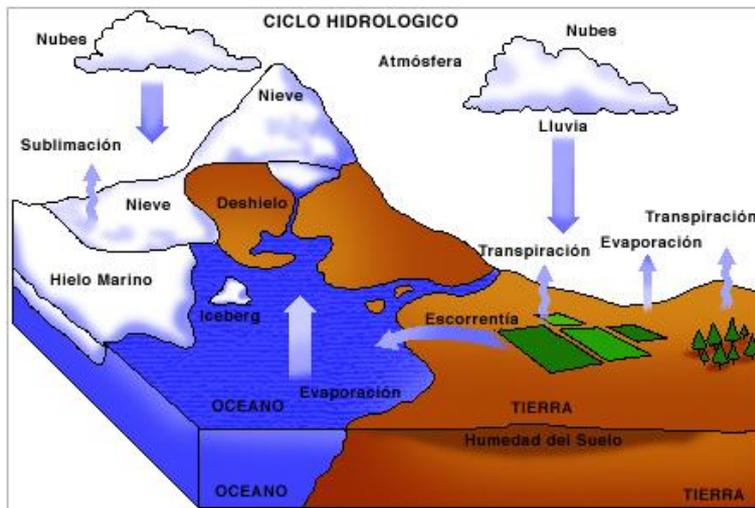
Tabla N° 20: Cálculo de la Evapotranspiración Potencial Trimestral (ETP) trimestral de ocho ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta

ESTACION	ENE_MAR	ABR_JUN	JUL_SET	OCT_DIC	TOTAL
MORALILLO	426.7	425.0	404.9	383.5	1640.2
PUERTO ALMENDRAS	439.4	424.7	414.0	390.6	1668.6
NAUTA	404.4	390.5	380.5	370.7	1546.0
SAN ROQUE	400.3	444.3	455.3	446.8	1746.7
TAMSHIYACU	416.0	402.3	385.6	363.5	1567.5
AMAZONAS	469.1	448.8	427.8	411.9	1757.5
PUNCHANA	469.1	448.8	427.8	411.9	1757.5
SANTA MARIA NANAY	404.4	390.5	380.5	370.7	1546.0

3.7. Balance Hídrico

Es el principio físico de conservación de masa en el cual se evalúa la entrada y salida de agua de un sistema, con la finalidad de poder conocer la disponibilidad de agua (g). El sistema puede ser una represa, columna de suelo, praderas o un campo de cultivo. El aporte de agua al sistema puede estar constituido por escorrentía de ingreso (f_i), rocío (D), precipitación y aplicación de riego; en tanto que la salida de agua del sistema puede ocurrir por escorrentía de salida (f_o), infiltración y evapotranspiración (Calle, 2005).

Gráfico N° 22: Ciclo hidrológico del agua.



Deducción de la ecuación del balance hídrico

La variación neta (dg) del contenido de agua en la columna o sistema, está dada por la suma de la cantidad de agua que está ganando por precipitación (p), por condensación o rocío (D) y por el flujo horizontal de escorrentía (f_i) hacia la columna, menos la cantidad de agua que está perdiendo dicha columna por evaporación o evapotranspiración (ETP) y por escorrentía (f_o).

$$Dg = p + D + f_i - E - f_o$$

En cuanto al balance hídrico climático, no existe entrada de agua por riego, pero sí puede existir escorrentía de salida por los excesos de agua que se tendría en la columna. En este estudio se va a desarrollar la metodología para la evaluación del balance hídrico climático.

Terminologías utilizadas en el balance hídrico climático:

- Precipitación (p), evapotranspiración real (E), evapotranspiración potencial (ETP).
- Reserva inicial de agua (g_o) y reserva máxima de agua (gcc).
- Variación de reserva (dg), que puede ser recarga ($dg +$) y utilización ($dg -$).
- Excedente de agua (S) y escorrentía (df).
- Déficit de agua (D).

Dado que la Amazonía contiene la mayor reserva forestal húmeda y el mayor sistema hidrográfico del Mundo, existe actualmente una preocupación muy grande sobre posibles efectos que puedan tener en el régimen hidrológico los cambios en el uso de la tierra y la deforestación, así como también en el intercambio de humedad entre la vegetación y la atmósfera, lo que podría a su vez afectar sensiblemente los ciclos hidrológico y de energía en la región. (Dickinson & Kennedy 1992, Cutrim *et al.* 1995, Gash *et al.* 1996).

Respecto al balance hídrico superficial en el área de estudio y zonas aledañas, el gráfico 6 muestra los climogramas de algunas ciudades importantes en la zona de estudio, estimando la evapotranspiración potencial por el método de Thornthwaite y considerando una reserva de humedad del suelo de 200 mm.

En todas ellas se puede apreciar un exceso de agua proveniente de las lluvias que se presentan a lo largo de todo el año y que superan a la ETP. Hay que destacar que existe una variabilidad de valores a lo largo de las grandes ciudades que se ubican en el ámbito del proyecto, áreas donde ha ocurrido con mayor intensidad el proceso de deforestación y el crecimiento urbano. En especial, sobre la ciudad de Iquitos y Nauta (ciudades principales), que a medida que pasan los años la demanda de agua es cada vez mayor y las lluvias muestran valores cada vez menores, de seguir esta tendencia, no se podrá cubrir esta demanda.

Gráfico N° 24: Precipitación mensual de las seis principales estaciones pluviométricas en el ámbito de influencia de la Carretera Iquitos Nauta

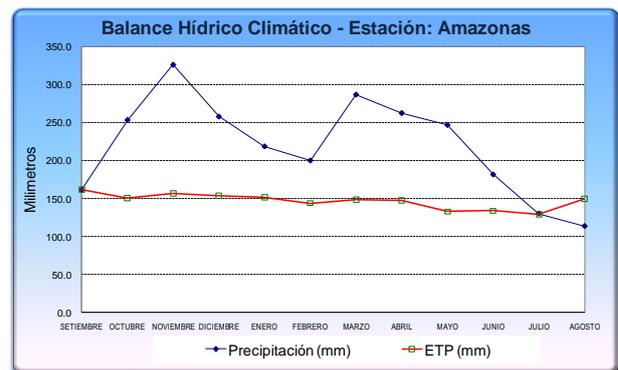
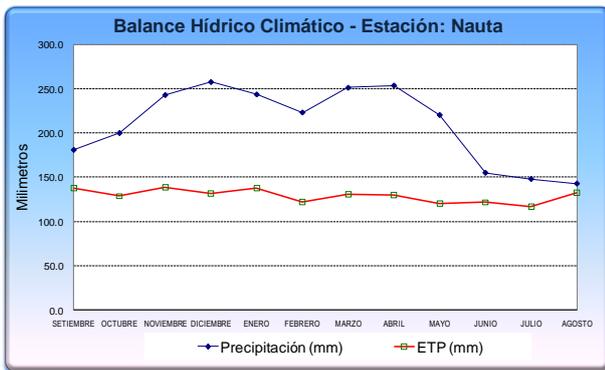
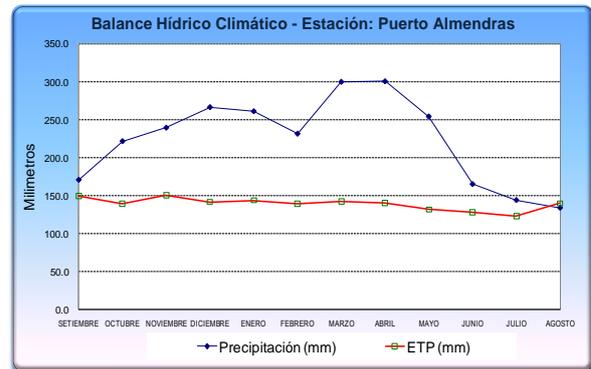
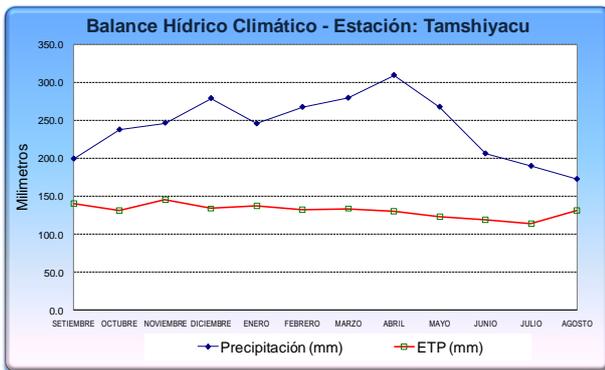
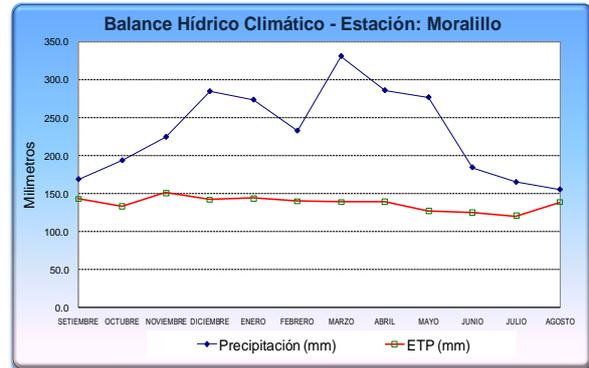
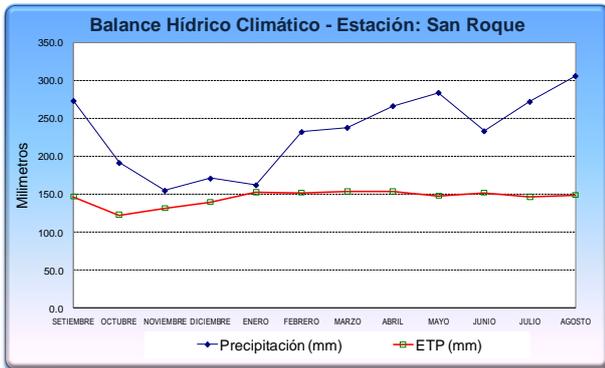


Tabla N° 27
Cálculo de la Disponibilidad Hídrica del suelo (DH) de ocho ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia Iquitos - Nauta.

ESTACION	ENE_MAR	ABR_JUN	JUL_SET	OCT_DIC	TOTAL
MORALILLO	409.3	320.7	82.8	318.1	1130.8
PUERTO ALMENDRAS	353.1	295.0	34.1	336.8	1019.1
NAUTA	313.9	238.7	91.3	330.1	974.1
SAN ROQUE	387.9	325.3	31.5	288.6	1033.3
TAMSHIYACU	375.9	380.3	175.0	399.2	1330.3
AMAZONAS	236.0	241.8	-23.0	425.1	879.8
PUNCHANA	258.4	223.4	59.7	255.9	797.5
SANTA MARIA NANAY	297.4	342.7	193.4	296.5	1130.0

En base a los balances hídricos se presentan unas disponibilidades superiores a los de 1200 mm anuales en los Centros Poblados de San Antonio, Paraíso, Santa Martha, Peña Blanca, Lucero Pata, Samaria, Centro América, 08 de Mayo y Palo Seco.

Disponibilidades desde los 900 a los 1100 mm anuales ocurren en los centros poblados de San Juan, Rumococha, Santa Clara, Yana Yacu, Santo Tomas, San Julián, 25 de Enero, Quistococha, Nina rumi, Cruz del Sur, Canta Gallo, Llanchama, Peña Negra, Aguas Negras, Buena Esperanza, Varillal, Santa Eloisa, Moralillo, San José, Nuevo Milagro, San Juan de Munich, Dorado, San Carlos, Sociedad, 29 de Julio, Limón, San Pedro, 24 de Junio, Ángel Cárdenas, Paujil II Zona, El Paujil, Yarana Yuto, Nuevo Horizonte, Ex Petroleros, 1° de Mayo, San Lucas, Unión, Nuevo Triunfo, 10 de Octubre, varadero, El Triunfo, Nueva Vida, Bota de oro, Huambe, Varadero de Omaguas, San José de Omaguas, Santa Lucinda, Nuevo San Martin, Habana, Los Cedros, Santa Catalina, 12 de Abril, Nuevo Progreso, Porvenir, Cahuide, Paucarpata, Nueva Esperanza, 12 de Octubre, Melitón Carbajal, Huascar, villa Belén, Luz del Oriente, 28 de Enero, 1° de Mayo, San Joaquín de Omaguas, San Juan de Puritania, Buena Unión, Nuevo San Juan, Nuevo Mundo, Villa Puerto Cruz, Tierra Prometida, Santa María de Fátima, San Rafael de Tapinilla, Betsaida, Hipólito Unanue, Miguel Grau.

Los sectores con las disponibilidades hídricas más baja con valores entre 800 a 900 mm en los Ciudades de Punchana, Iquitos, Belén y los Centros Poblados de San José, Payorote, San Francisco, Amazonas, Santa Cruz, Puerto Prado, Santa Rosa, Nauta, Santa Rosa, Tupac Amarú II, San Antonio, Villa Lucerna, San José de Sarapanga, Santa Rita de Florida.

3.8. Humedad Atmosférica

La variable humedad atmosférica nos indica la cantidad de agua que existe en la atmósfera en un determinado lugar; el comportamiento de la humedad relativa está afectado por dos factores predominantes: cercanía a una fuente hídrica (ríos, quebradas, bosques, etc.) y régimen pluviométrico; ambos definen al tasa de almacenamiento de agua en los tres estados físicos del agua.

En términos generales toda el área de estudio presenta altos valores de humedad. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de abril-junio, con un 90% en promedio, y los mínimos valores entre agosto-octubre, con 87%. Hay que destacar que existen diferencias de valores entre los lugares, resaltando la zona central de Moralillo, que muestra núcleos con valores altos, en especial, los meses de mayo y junio, con valores cercanos al 91%, próximos a la saturación, considerando que son valores promedio (gráfico24).

**Gráfico N° 24: Variación temporal de la humedad relativa media mensual.
Estaciones en el ámbito del proyecto**

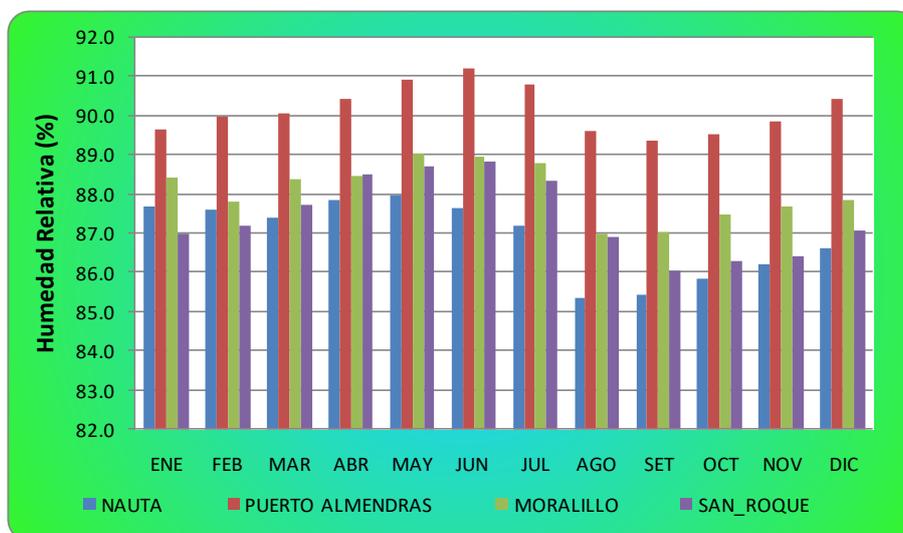


Gráfico N° 25: Valores de humedad relativa de algunas ciudades en el ámbito de influencia de la carretera Iquitos - Nauta

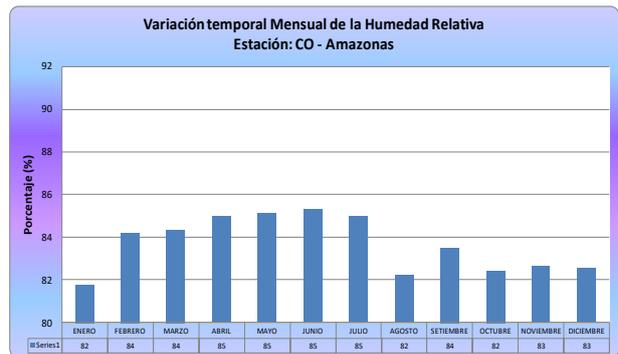
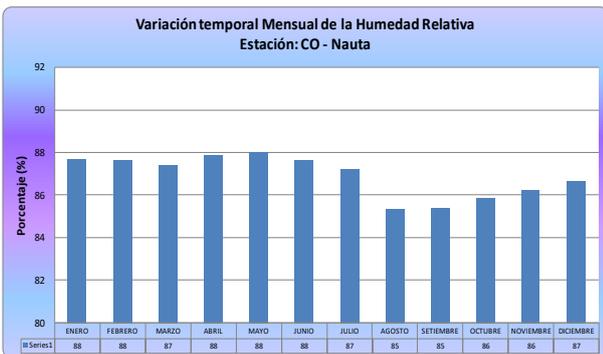
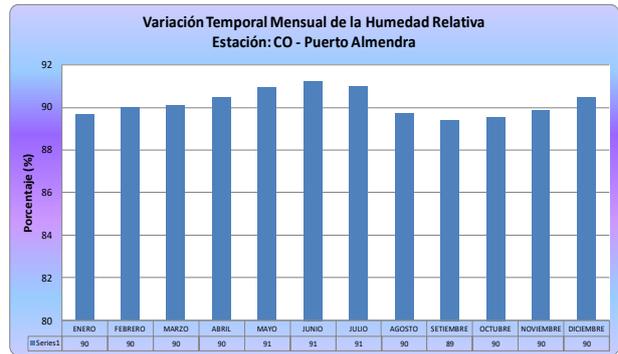
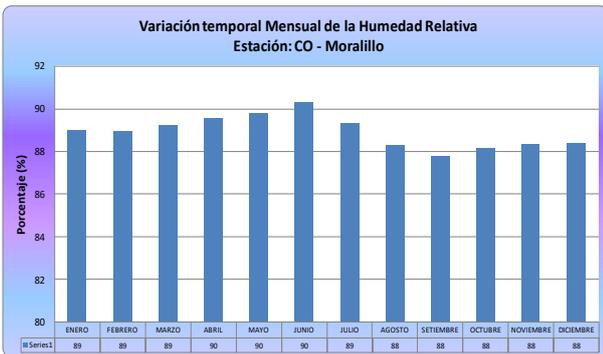
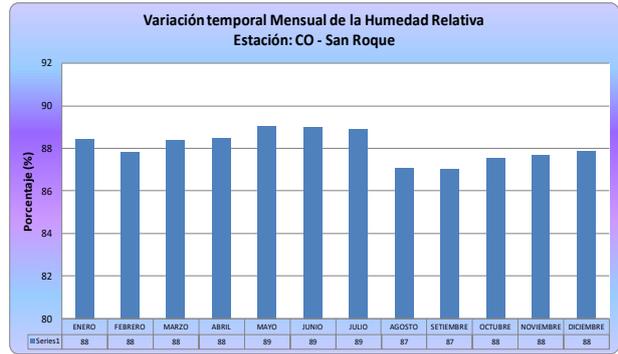
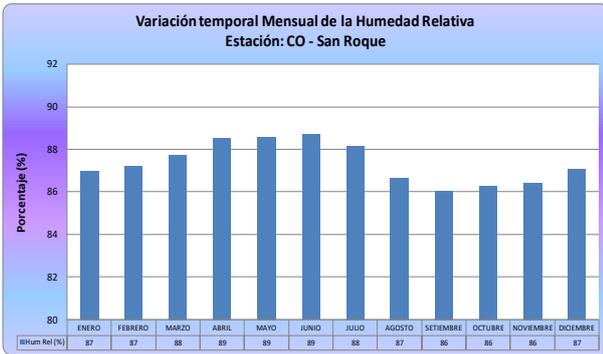
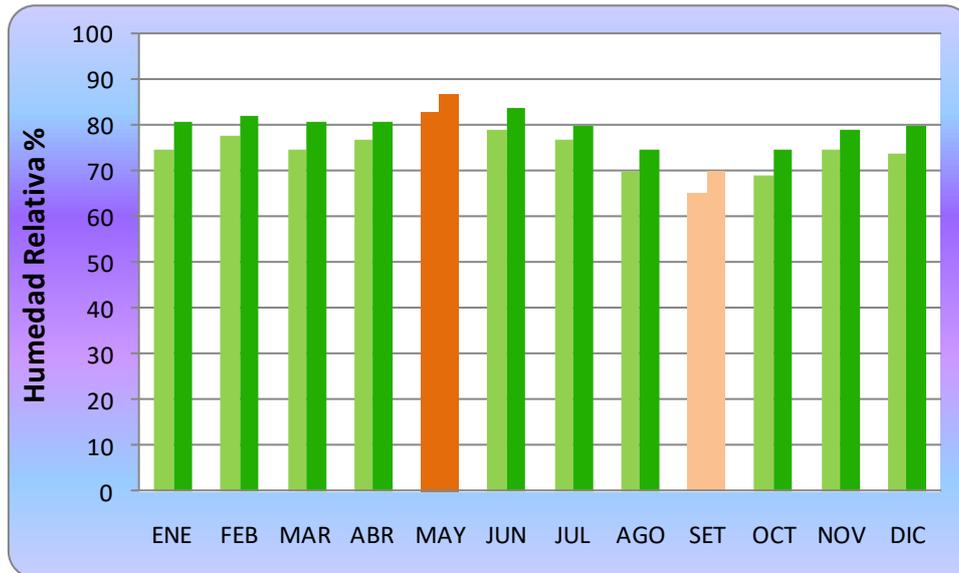


Gráfico N° 24: Valores de humedad relativa media de la zona de estudio obtenidos del Reanalysis II (NOAA-CIRES).



3.9. Fotoperiodo

El fotoperiodo está definido como el período de tiempo desde la hora de salida hasta la puesta del sol. Para el área de estudio los valores están cercanos a las 12 horas, debido a la proximidad a la línea ecuatorial, donde los mayores valores ocurren en los meses de diciembre a marzo, con 12,2 horas, y los valores mínimos en los meses de junio y julio, con 11,8 horas (gráfico 30), conforme al desplazamiento de la tierra alrededor del sol (gráfico 29).

En realidad, no existe mucha diferencia a lo largo del año, debido a que el área de estudio está ubicada muy cercana a la línea ecuatorial, y recibe radiación solar durante todo el año.

La importancia de la luz en las plantas:

- Multiplicación celular de los tejidos ya existentes se traduce en un aumento de masa, tamaño o peso. Hay un aumento de la biomasa en forma cuantitativa y mensurable.
- Secuencia de reacciones que llevan al individuo a la reproducción, manifestándose por la aparición de funciones o tejidos nuevos o la desaparición de algunos existentes. Es un proceso cualitativo, no mensurable físicamente.
- Intensidades muy pequeñas bastan para que se produzca la acción fotoperiódica. El aumento de la misma tiene efecto positivo sobre el crecimiento. Una disminución de la luz favorece el crecimiento del ápice vegetativo y repercute negativamente sobre la floración.

Gráfico N° 25: Movimiento de traslación de la Tierra que influye en la ocurrencia del fotoperiodo

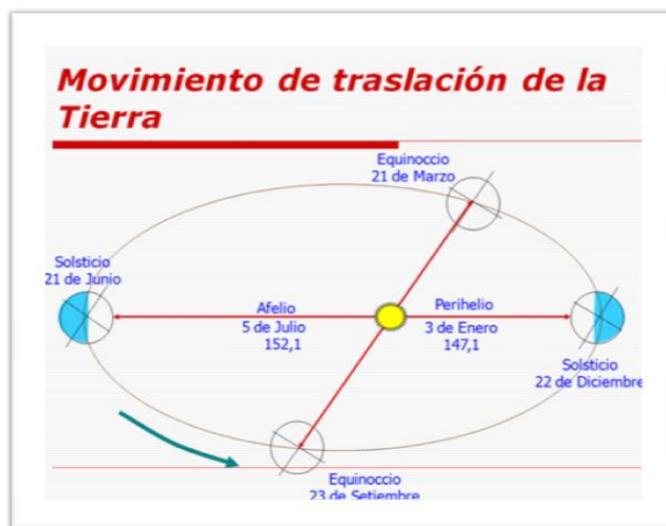
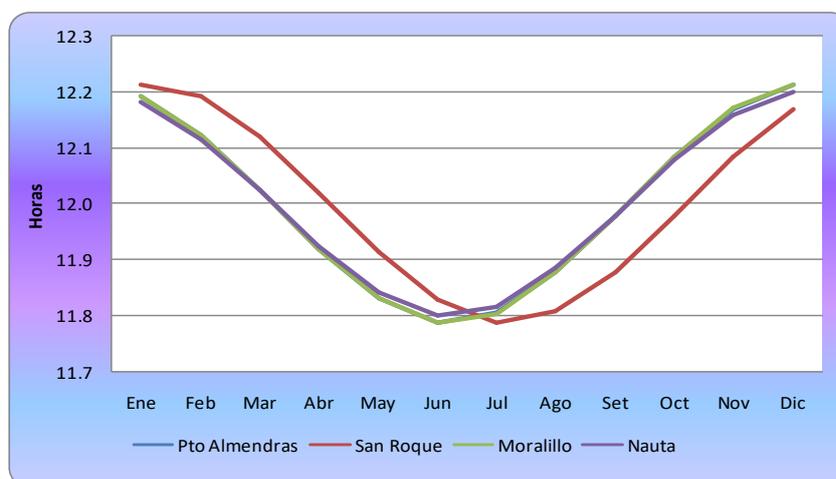


Gráfico N° 26: Número de horas del fotoperiodo en el área de estudio



3.10. Clasificación Climática

Los resultados de la clasificación climática fueron obtenidos a través del método de Thornthwaite, de acuerdo con el cual la zona de estudio está comprendida en dos tipos de clima muy pocos diferenciadas: el primero es bosque húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano, siendo la concentración de lluvias en el verano homogénea, en comparación con otras estaciones astronómicas (B3A'ra') ubicadas en la parte Este y Oeste. Asimismo, en el resto de la zona de estudio predomina el bosque moderadamente húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano (B2A'ra').

Tabla N° 28: Clasificación climática según Holdridge y Thornthwaite de las seis estaciones importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia Iquitos – Nauta.

VARIABLE		SAN ROQUE	MORALILLO	TAMSHIYACU	PUERTO ALMENDRAS	NAUTA	AMAZONAS
Zonas de Vida según Holdridge	Biotemperatura	26.0	25.8	25.7	25.9	25.6	26.0
		Tropical	Tropical	Tropical	Tropical	Tropical	Tropical
	ETP/Precipitación	0.63	0.59	0.54	0.62	0.61	0.67
		Precipitación supera a la Evapotranspiración					
	Precipitación Anual	2779.93	2771.00	2897.79	2687.66	2520.05	2637.38
Provincia de Humedad	Humeda	Humeda	Humeda	Humeda	Humeda	Humeda	
Zona de Vida	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	Bosque Húmedo	
Clasificación climática según Thornthwaite	Índice de Aridez	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	Índice de Humedad	47.70%	56.72%	72.11%	49.46%	50.06%	40.75%
	Provincia de Humedad	Moderadamente Húmedo	Moderadamente Húmedo	Húmedo	Moderadamente Húmedo	Moderadamente Húmedo	Moderadamente Húmedo
		B2	B2	B3	B2	B2	B2
	Eficacia térmica	Megatermico/Cálido	Megatermico/Cálido	Megatermico/Cálido	Megatermico/Cálido	Megatermico/Cálido	Megatermico/Cálido
		A'	A'	A'	A'	A'	A'
	Variación de la Humedad	r	r	r	r	r	r
	Conc. Térmica en Verano	22.9%	26.0%	26.5%	26.3%	26.2%	26.7%
		a'	a'	a'	a'	a'	a'
	Tipo de Clima	B2rA'r	B2rA'r	B3rA'r	B2rA'r	B2rA'r	B2rA'r

Tipo Climático B3 r A' a'

Expresa un clima húmedo, con déficit pequeño o ninguno del recurso hídrico, con gran exceso durante el verano; también se presentan algunos sectores ubicados al Este y Oeste de la zona de estudio. Este tipo climático ha sido identificado en los centros poblados de Paucarpata, Nueva Esperanza, Porvenir, Santa Catalina, Santa Primavera, Santa Lucinda, San José de Omaguas, San salvador de Omaguas, Señor de los milagros, Nuevo San Lorenzo, Lucero Pata, Samaria, 8 de Mayo, Centro América, San Jorge, Canta Gallo, San miguel y Manzanillo con los principales.

Tipo climático B2 r A' a'

Este tipo climático presenta como característica predominante el tipo “moderadamente húmedo”, con déficit pequeño o ninguno del recurso hídrico, con gran exceso de agua en verano. Cálido. Este tipo climático se presenta en casi toda la zona de estudio, es el que más predomina. Los centros poblados ubicados en el contorno de la carretera Iquitos – Nauta, Villa Belén, Luz del Oriente, 28 de Enero, Melitón Carbajal, Cahuide, Huascar, El Triunfo, Nuevo triunfo, San Antonio, Paraíso, Santa Eloísa, Soledad, Los Delfines, Yana yacu, Rumococha, y las ciudades de Nauta e Iquitos.

En forma de propuesta se ha identificado una nueva asociación de variable a que integre la clasificación de Thorntwaithe.

Tabla N° 29
Clasificación climática tomada de la tesis de Tello (2011).

Categoría	Descripción	Lugares y/o sectores
AmMfrH	Rango térmico amplio	Villa Belén, Puerto Almendra, Moralillo, Moronacocha y poblaciones cercanas.
	Mañanas frescas	
	Húmedo	
AmMfrLh	Rango térmico amplio	Luz del oriente, Cahuide, Melitón Carbajal, Santo Tomas, Puerto Alegría, Llanchama, etc.
	Mañanas frescas	
	Ligeramente húmedo	
AmMcLh	Rango térmico amplio	Unión Santa Clara
	Mañanas cálidas	
	Ligeramente húmedo	
AmMLh	Rango térmico amplio	Tamshiyacu
	Mañanas frías	
	Ligeramente húmedo	
LaMcLh	Ligeramente Amplio	Cantagallo
	Mañanas cálidas	
	Ligeramente húmedo	
SaMfrLh	Súper-amplio	Río Mar
	Mañanas frescas	
	Ligeramente húmedo	

IV. CONCLUSIONES

Climáticamente, la zona de estudio se caracteriza como cálida y húmeda, con precipitaciones anuales que oscilan entre los 2500 a los 3000 mm anuales, distribuidos de tal forma de que no hay una estación seca definida. Es decir, llueve todo el año, no se sufre por limitaciones en la falta de agua, pero sí debido a excesos. Sin embargo, ya vienen manifestando periodos (Julio a Setiembre) sobre áreas urbanas como la ciudad de Iquitos con desequilibrios entre las entradas y salidas del sistema, donde la precipitación no logra compensar a la ETP, debido a la alta tasa de ETP como consecuencia de la disminución de las áreas verdes en el ámbito de la ciudad de Iquitos.

La precipitación generalmente supera a la evapotranspiración, y el balance hídrico mensual indica una buena disponibilidad de agua en casi todos los trimestres y todos los sectores del área de estudio. A excepción de julio a setiembre que se obtuvo -23 mm, considerado como déficit hídrico en la parte hidrológica, dificultando el aprovisionamiento de agua para la ciudad de Iquitos. Asimismo, este desbalance en este periodo trae consigo las dificultades en el tránsito fluvial, en algunos casos, encareciendo los productos que ingresan a la ciudad.

En lo referido a las temperaturas extremas del aire, la zona de estudio presenta mínimas medias de 20 - 23°C y máximas medias entre 30 y 33°C. Las medias anuales oscilan en torno a los 27°C y las máximas absolutas en la zona de estudio están cercanas a los 40°C. Sin embargo, las mínimas absolutas pueden llegar hasta los 10°C. La variación diaria de la temperatura oscila entre 10 y 12°C, lo que es mucho mayor que la variación anual, que apenas llega a ser de 1 a 2°C.

En términos generales, toda la zona de estudio presenta altos valores de humedad. Los mayores valores de humedad relativa media se presentan en los meses de abril a junio, con un 90% en promedio, y los mínimos valores entre agosto y octubre, con 87% para la zona de estudio. Hay que destacar que existen diferencias de valores entre los lugares, resaltando la zona central de Moralillo, que muestra núcleos con valores altos, en especial, durante los meses de mayo y junio, con valores cercanos al 91%, próximo a la saturación, considerando que son valores promedio. A nivel horario dentro de la zona urbana de Iquitos, los mayores valores de humedad del ambiente se manifiestan en las primeras horas de la mañana con 94% disminuyendo al mediodía a los 65%, lo que permite una mayor cantidad de radiación solar en horas posteriores al mediodía, variación que se produce debido a la disminución de las áreas verdes de la zona urbana y el incremento de las temperaturas extremas a lo largo del día.

El fotoperiodo conocido como el tiempo transcurrido desde la salida hasta la puesta del sol fluctúa en torno a las 12 horas (latitud 3°S de la zona de estudio se encuentra cercana a la línea ecuatorial y es donde todo el año recae la luz solar). Los mayores valores se presentan en los meses de diciembre a marzo, con 12,2 horas, y los valores mínimos en los meses de junio y julio, con 11,8 horas. Lo que nos permite asegurar que existe una competitividad de las especies forestales por acceder a la luz solar durante todo el año, permitiendo un racional crecimiento en el tamaño de las especies.

La Evapotranspiración Potencial (ETP) anual, según el método de Thorntwaite, fluctúa entre los 1550 y los 1750 mm, lo que es cubierto en todo el año por las precipitaciones. Por lo tanto, en casi todas las

localidades, especialmente en aquéllas al centro de la zona de estudio, se notan excesos de humedad durante todo el año. Sin embargo, ya se están produciendo algunos indicios de deficiencia hídrica para la zona urbana de Iquitos, específicamente en el trimestre de julio a setiembre en la estación Amazonas, con -23 mm, aunque todavía no es un dato muy significativo, el crecimiento urbano viene ocasionando los primeros cambios al comportamiento climático, hay que tener en cuenta que de seguir esta tendencia ocasionará los problemas de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Iquitos, que se aprovisiona del río Nanay y este a su vez de las lluvias que recaen en cabecera de cuenca.

La zona de estudio, según Thorntwaite, 1948, está comprendida en dos tipos de clima muy pocos diferenciados: el primero es el bosque húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano, siendo la concentración de lluvias en el verano homogénea en comparación con otras estaciones astronómicas (B3A'ra') ubicadas en la parte Este y Oeste. Asimismo, en el resto de la zona de estudio predomina el bosque moderadamente húmedo, cálido, con poca o nula deficiencia en verano (B2A'ra'), este último abarca la mayor parte del territorio, incluso los centros poblados ubicados al borde de la carretera Iquitos - Nauta. Consideramos a las partes altas cercanas a los ríos Nanay y parte baja del Amazonas como las más húmedas de la zona de estudio, por tener recurso hídrico en forma permanente.

Dada la propuesta por Tello (2010) referida a de una complementación climática se puede afirmar que la zona norte (ámbito de la ciudad de Iquitos) tiene una amplia oscilación térmica (las temperaturas en el día se han incrementado y en las noches van disminuyendo), mañanas frescas (temperaturas mínimas baja y humedad relativa con valores altos) y aire ligeramente húmedo (humedad alta en promedio). Una particularidad es el sector de la ciudad de Tamshiyacu, que sí posee mañanas frías, contrariamente al sector de Cantagallo, donde la información indica una tendencia a mañanas cálidas, debido a que esta mas conservado desde el punto de vista de vegetación.

V. RECOMENDACIONES

Iniciar un programa de implementación de estaciones climatológicas a lo largo del ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta, para futuros estudios.

Desarrollar estudios específicos relacionados con la ocurrencia de eventos extremos en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta.

Desarrollar escenarios climáticos futuros (mediano plazo) para la propuesta de medidas de adaptación y mitigación a estos cambios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Calle, V. 2005, Meteorología General, Editorial UNALM.

Dickinson, R. E., and A. Henderson-Sellers, 1988: Modelling tropical deforestation: A study of GCM land-surface parameterizations. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 114, 439-462., and P. Kennedy, 1992: Impacts on regional climate of Amazon deforestation. Geophys. Res. Lett., 19, 1947-1950.

Ferraro, R. R., 1997: SSM/I derived global rainfall estimates for climatological applications. J. Geophys. Res., 102, 16715-16735.

García, J. 1994, Principios Físicos de Climatología, UNALM, CONS. GRAFICO E.I.R.L, 243 pg.

Holdridge, L. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 5ª Edición. 1976. 216 pag.

Joyce, R. J., J. E. Janowiak, P. A. Arkin, and P. Xie, 2004: CMORPH: A method that produces global precipitation estimates from passive microwave and infrared data at high spatial and temporal resolution.. J. Hydromet., 5, 487-503.

Marengo, J. Extreme climatic events in the Amazon Basin and their associations with the circulation of the global tropics. Ph. D. Thesis, Department of Meteorology, University of Wisconsin-Madison, 147 pp., 1991. Department of Atmospheric and Oceanic Sciences, University of Wisconsin-Madison, Madison. ok

Martelo, M. T., 1986. Contribution à l'étude comparative des méthodes de l'évapotranspiration sur base du coefficient d'utilisation de l'eau (apliqué au Venezuela). Tesis Maestría. Arlon, Bélgica. 62 p.

Musy, André, 2001. Cours "Hydrologie générale" . Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. IATE/HYDRAM. Laboratoire d'Hydrologie et Aménagement. Capítulo 3. La precipitación. <http://dgrwww.epfl.ch/HYDRAM/e-drologie/>

ONERN. 1975. Inventario, Evaluación e Integración de los Recursos Naturales de la Zona de Iquitos, Nauta, Requena, y Colonia Angamos (nivel de reconocimiento). Lima, Perú. 237 pp. ok

Thornthwaite, C.W. 1948. *An Approach Toward a Rational Classification of Climate*. Geographical Review. 594 p.

Tello, D, 2010, Tesis: Clasificación Climática de la Cuenca del río Itaya en función a la flora predominante. UCP. 94 Pag.

Valdivia, J. 1985. Meteorología General. Lima, impresores U.N.M.S.M. 216 p.

ANEXOS

RELACIÓN DE TABLAS

- Cuadro N°1:** Relación de Estaciones Meteorológicas utilizadas en el presente estudio
- Cuadro N°2:** Estaciones Pluviométricas Satelitales utilizadas para el trazado de Isoyetas.
- Cuadro N°3:** Estaciones Termométricas Satelitales utilizadas para el trazado de Isotermas.
- Cuadro N°4:** Transectas de Implementación de estaciones termométricas temporales en el área de estudio.
- Cuadro N°5:** Ubicación de las Estaciones Pluviométricas en el ámbito de Influencia Iquitos – Nauta
- Cuadro N°6:** Precipitación Trimestral y Anual de las Estaciones Pluviométricas en el ámbito de Influencia de la carretera Iquitos - Nauta
- Cuadro N°7:** Precipitación Mensual de las Estaciones Pluviométricas en el ámbito de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta
- Cuadro N°8:** Ubicación de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°9:** Valores de Temperaturas Media Mensuales de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°10:** Temperaturas Medias Máximas Mensuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°11:** Temperaturas Medias Mínimas Mensuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°12:** Temperaturas Medias Mensuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°13:** Temperaturas Máximas Absolutas Mensuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°14:** Temperaturas Mínimas Absolutas Mensuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°15:** Temperaturas Máxima y Mínimas Absolutas Anuales de las Estaciones termométricas en el área de Influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°16:** Valores de Temperaturas Media Trimestrales y Anual de las estaciones termométricas en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°17:** Ubicación Geográfica de las estaciones termométricas temporales en el ámbito de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°18:** Temperaturas Máximas y Mínimas obtenidas en el área de Estudio durante la Etapa de Campo
- Cuadro N°19:** Calculo de la Evapotranspiración Potencial Mensual (ETP) de 06 ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°20:** Calculo de la Evapotranspiración Potencial Trimestral (ETP) trimestral de 08 ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°21:** Resumen Climático de la Estación CO-San Roque
- Cuadro N°22:** Resumen Climático de la Estación CO-Moralillo
- Cuadro N°23:** Resumen Climático de la Estación CO-Tamshiyacu
- Cuadro N°24:** Resumen Climático de la Estación CO-Puerto Almendras
- Cuadro N°25:** Resumen Climático de la Estación CO-Nauta
- Cuadro N°26:** Resumen Climático de la Estación CO-Amazonas
- Cuadro N°27:** Calculo de la Disponibilidad Hídrica del suelo (DH) de 08 ciudades importantes ubicadas dentro del ámbito de influencia Iquitos – Nauta.

- Cuadro N°28:** Rango de humedad relativa en la zona de estudio, obtenidos del proyecto NOAA-CIRES Twentieth Century Global Reanalysis Version II.
- Cuadro N°29:** Clasificación climática según Holdridge y Thorwaithe dentro del ámbito de influencia de la carretera Iquitos – Nauta.
- Cuadro N°30:** Clasificación climática tomada de la Tesis de Tello, 2011.

RELACIÓN DE MAPAS

- Mapa N°1:** Ubicación de Estaciones Pluviométricas en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°2:** Precipitación Total Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°3:** Isoyectas del Trimestre Enero - Marzo en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°4:** Isoyectas del Trimestre Abril - Junio en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°5:** Isoyectas del Trimestre Julio - Setiembre en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°6:** Isoyectas del Trimestre Octubre - Diciembre en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°7:** Ubicación de Estaciones Termométricas en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°8:** Isotermas de Temperatura Media Máxima Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°9:** Isotermas de Temperatura Media Mínima Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°10:** Isotermas de Temperatura Promedio Máxima Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°11:** Isotermas de Temperatura Máxima Absoluta en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°12:** Isotermas de Temperatura Mínima Absoluta en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°13:** Evapotranspiración Potencial Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°14:** Disponibilidad Hídrica Anual en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°15:** Disponibilidad Hídrica del Trimestre Enero - Marzo en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°16:** Disponibilidad Hídrica del Trimestre Abril - Junio en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°17:** Disponibilidad Hídrica del Trimestre Julio - Setiembre en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°18:** Disponibilidad Hídrica del Trimestre Octubre - Diciembre en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°19:** Clasificación Climática según Thornthwaite en el ámbito de Influencia de la Carretera Iquitos - Nauta.
- Mapa N°20:** Clasificación Climática complementaria para la zona de estudio.