

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal**



**IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RECURSO  
HÍDRICO EN LA CUENCA AMOJU PROVINCIA DE JAÉN-  
CAJAMARCA, PERIODO 2030-2060**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**

**WILTER ROJAS CHUYAN**

**ASESOR**

**DR. WILFREDO POMA ROJAS**

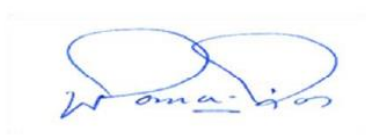
**CAJAMARCA – PERÚ**

**2024**

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:  
Wilter Rojas Chuyan  
DNI: 43961821  
Escuela Profesional/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
2. Asesor:  
Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán  
Ing. M. Sc. German Pérez Hurtado  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre de los Ríos  
  
Facultad/Unidad UNC:  
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller     Título profesional     Segunda especialidad  
 Maestro     Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis     Trabajo de investigación     Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
"IMPACTO DEL CAMBIO CLIMATICO SOBRE EL RECURSO HIDRICO EN LA CUENCA AMOJU PROVINCIA DE JAEN-CAJAMARCA, PERIODO 2030-2060"
6. Fecha de evaluación: 11/19/2022
7. Software antiplagio:  TURNITIN     URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 13%
9. Código Documento: docx (D150204129)
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/05/2024

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>

<hr/> <b>Nombres y Apellidos</b> <b>DNI: 26719942</b>

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **tres** días del mes de **agosto** del año dos mil veintitrés, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°169-2023-FCA-UNC, de fecha 14 de marzo del 2023, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA AMOJU PROVINCIA DE JAÉN - CAJAMARCA PERIODO 2030 - 2060"**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, **Don WILTER ROJAS CHUYAN**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **dieciséis** horas y **cero** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, el Bachiller queda expedito para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **diecisiete** horas y **treinta** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 03 de agosto de 2023.

  
Ing. M. Sc. Segundo Medardo Tafur Santillán  
PRESIDENTE

  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado  
SECRETARIO

  
Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo  
VOCAL

  
Dr. Wilfredo Poma Rojas  
ASESOR

## *DEDICATORIA*

A mi Madre Lidia Chuyán Cieza, por su apoyo Constante e Incondicional que me respalda siempre durante todo mi estudio profesional.

Gracias a ella tengo el agrado de estar en esta prestigiosa Institución y por ende poder aportar con mis conocimientos forjados en esta Institución.

Wilter

## *AGRADECIMIENTO*

En Primer Lugar, doy Gracias a Dios por permitirme concluir satisfactoriamente mis estudios superiores y la realización de mis metas como profesional.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi asesor Ing. Wilfredo Poma Rojas, docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su constante apoyo y preocupación de verme profesional lo cual contribuye a la formación académica y desarrollo de nuestra universidad.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I . INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Planteamiento del problema .....	13
1.1.1. Formulación del problema .....	15
1.1.2. Justificación de la investigación .....	15
1.2. Objetivo de estudio.....	16
1.2.1. Objetivo general.....	16
1.2.2. Objetivos específicos .....	16
1.3. Formulación de la hipótesis.....	16
1.3.1. Diseño de investigación .....	16
CAPÍTULO II . REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	18
2.2.1. Cambio Climático .....	20
2.2.2. Cambio de uso de la tierra .....	20
2.2.3. Cobertura de la tierra .....	20
2.2.4. Ciclo Hidrológico.....	21
2.2.5. Modelación Hidrológica .....	21
2.2.6. Sistemas de información geográfica (SIG) en los recursos hídricos .....	22
2.2.7. Herramienta de evaluación del suelo y agua (SWAT).....	22
2.2.8. Modelos climáticos globales (GCM) .....	24
2.2.9. Downscaling .....	26
2.2.10. Escenarios de cambio climático.....	27
2.1.1. Trayectorias de Concentración Representativas (RCP).....	28
2.2. Definición de conceptos.....	29
2.2.1. Cuenca hidrográfica .....	29
2.2.2. Regulación hídrica .....	29

2.2.3.	Precipitación .....	30
2.2.4.	Temperatura .....	30
2.2.5.	Evapotranspiración .....	30
2.2.6.	Escorrentía superficial .....	31
2.2.7.	PISCO .....	31
CAPÍTULO III . MARCO METODOLÓGICO .....		32
3.1.	Ubicación.....	32
3.2.	Recopilación de información .....	32
3.2.1.	Recopilación de datos hidrometereológicos .....	33
3.2.2.	Precipitación .....	33
3.2.3.	Temperatura .....	34
3.2.4.	Caudales.....	36
3.3.	Recopilación de información cartográfica.....	37
3.3.1.	Modelo de elevación digital.....	37
3.3.2.	Cobertura vegetal .....	39
3.3.3.	Adaptación de la cobertura vegetal al modelo SWAT.....	41
3.3.4.	Tipos de suelo .....	41
3.3.5.	Curva número.....	43
3.3.6.	Modelos climáticos globales (GCM) .....	44
3.3.7.	Downscaling .....	44
3.3.8.	Aplicación del modelo hidrológico SWAT .....	45
3.3.8.1.	Delimitación de la cuenca hidrográfica.....	45
3.3.8.2.	Definición de las unidades de respuesta Hidrológica (HRU) .....	46
3.3.8.3.	Incorporación de los datos climáticos a SWAT .....	46
3.3.8.4.	Simulación hidrológica con el modelo hidrológico SWAT.....	46
3.3.8.5.	Generación de los caudales con el modelo hidrológico SWAT.....	47
a.	Calibración y validación del modelo hidrológico SWAT.....	47

3.3.8.6. .... Simulación del escenario de cambio climático en el modelo hidrológico SWAT .....	49
CAPÍTULO IV . RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	50
4.1. Resultados .....	50
4.1.1. Calibración y validación .....	50
4.1.2. Simulación de caudales con escenario de cambio .....	52
4.1.3. Cambios en la temperatura mínima y máxima .....	52
CAPÍTULO V . CONCLUSIONES .....	55
5.1. Conclusiones .....	55
CAPÍTULO VI . REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación del ciclo hidrológico en SWAT .....	23
Figura 2. Estructura conceptual de un Modelo Climático Global .....	25
Figura 3. Modelos de comparación a diferentes RCP – CMIP5 .....	27
Figura 4. Mapa de ubicación.....	32
Figura 5: Precipitación diaria por estación .....	34
Figura 6. Temperatura mínima diaria por estación .....	35
Figura 7. Temperatura máxima diaria por estación .....	36
Figura 8. Caudales mensuales (m3).....	37
Figura 9. Modelo de elevación digital .....	39
Figura 10. Mapa de Cobertura vegetal cuenca Amojú .....	40
Figura 11. Mapa de suelos según FAO cuenca Amojú.....	42
Figura 12. Mapa de curva número cuenca Amojú.....	43
Figura 13. Downscaling de precipitación .....	44
Figura 14. Downscaling de temperatura .....	45
Figura 15. Caudal simulado para la cuenca Amojú, Periodo 2000 - 2016 .....	47
Figura 16. Calibración del modelo hidrológico SWAT.....	51
Figura 17. Validación del modelo hidrológico SWAT .....	51
Figura 18. Caudales Observados Vs Caudales RCP 4.5 Vs RCP 8.5 .....	52
Figura 19. Temperatura mínima observada Vs RCP 4.5 Vs 8.5 .....	53
Figura 20. Temperatura máxima observada Vs RCP 4.5 Vs 8.5 .....	54

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de entrada para la valoración hidrológica.....	17
Tabla 2. Principales GCM.....	26
Tabla 3. Principales Características de Trayectorias de Concentración Representativa .....	28
Tabla 4. Estaciones creadas para la extracción de información climática.....	33
Tabla 5. Principales características del satélite Alos Palsar .....	38
Tabla 6. Cobertura vegetal de la cuenca Amoju año 2020 .....	40
Tabla 7. Equivalencias de la cobertura vegetal.....	41
Tabla 8. Unidades de suelo cuenca Amoju.....	42
Tabla 9. Valores de curva número .....	43
Tabla 10. Valores de criterio de Nash Sutcliffe efficiency.....	48
Tabla 11. Parámetros sensibles del modelo SWAT .....	48
Tabla 12. Precipitación mensual por estación.....	66
Tabla 13. Temperatura mínima por estación .....	71
Tabla 14. Temperatura máxima por estación.....	76
Tabla 15. Caudales mensuales en m <sup>3</sup> .....	81
Tabla 16. Caudales generados en el RCP 4.5 .....	82
Tabla 17. Caudales generados en el RCP 8.5 .....	83

## RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo analizar el impacto del cambio climático sobre el recurso hídrico en la cuenca Amaju en la provincia de Jaén – Cajamarca, periodo 2030-2060. La metodología consistió en recopilar datos de clima y de hidrología como precipitación, temperatura y caudales correspondientes a la cuenca Amojú provenientes del SENAMHI para posteriormente aplicar el modelo SWAT. Los resultados obtenidos indican que la calibración y validación del modelo hidrológico SWAT obtuvo valores de Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) igual a 0.81 y 0.84 que se interpretan como valores satisfactorios, además que la temperatura máxima en la cuenca tendrá una disminución porcentual de 8.48 % y la temperatura mínima un incremento de 3.46 % disponibilidad hídrica durante el período 2030-2060 en el RCP 4.5 tiene un incremento de 3.54 % y en RCP 8.5 un incremento de 0.20. Se concluye que la aplicación del modelo SWAT presenta resultados estadísticamente confiables y también se logró identificar que la disponibilidad hídrica del río Amojú aumentará en el periodo 2030 – 2060.

**Palabras clave:** Disponibilidad hídrica, SWAT, Meteorología

## **ABSTRACT**

The objective of this research was to analyze the impact of climate change on water resources in the Amojú basin in the province of Jaén - Cajamarca, period 2030-2060. The methodology consisted of collecting climate and hydrological data such as precipitation, temperature and flows corresponding to the Amojú basin from SENAMHI and then applying the SWAT model. The results obtained indicate that the calibration and validation of the SWAT hydrological model obtained Nash-Sutcliffe efficiency (NSE) values equal to 0.81 and 0.84, which are interpreted as satisfactory values. In addition, the maximum temperature in the basin will have a percentage decrease of 8.48% and the minimum temperature will increase by 3.46%, water availability during the period 2030-2060 in RCP 4.5 has an increase of 3.54% and in RCP 8.5 has an increase of 0.20. It is concluded that the application of the SWAT model presents statistically reliable results and it was also possible to identify that the water availability of the Amojú River will increase in the 2030-2060 period.

**Key words:** Water availability, SWAT, Meteorology.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

El cambio climático está generando alteraciones climáticas que afectan considerablemente las condiciones hidrológicas, dando lugar a diversos impactos en los sistemas globales de recursos hídricos (Yang et al., 2011, p.644), Este problema conlleva a la modificación de la temperatura, la precipitación, la humedad relativa y la escorrentía, teniendo una transformación en el ciclo hidrológico y por ende se tendrán efectos importantes sobre el recurso hídrico y la disponibilidad de agua (Menzel & Bürger, 2002, p.52).

La Demarcación Hidrográfica del Segura (DHS), sureste de España, presenta una de las mayores tasas de escasez y explotación intensiva de los recursos hídricos tanto en el contexto europeo como también a nivel mundial (Jodar et al., 2018<sup>a</sup>, p.241).

Según un estudio realizado en España en la cuenca alta del Río Taibilla por (Jodar et al. 2018, p.245), nos menciona que en las próximas décadas la precipitación, escorrentía superficial y recarga de acuíferos muestran tendencias negativas mientras que la temperatura aumenta entre 1.5 °C y 1.7 °C, también en México existen algunos estudios que han evaluado el impacto del cambio climático en los recursos hídricos, por ejemplo en el trabajo de (Mendoza et al., 1997, p.) dividió el territorio mexicano en doce zonas hidrológicas para evaluar la vulnerabilidad de diferentes regiones ante el cambio climático en el horizonte 2050 con base en diferentes modelos climáticos y escenarios de emisión, los resultados de este estudio muestran el impacto en la escorrentía, en la humedad del suelo, en la evaporación y en el índice de aridez de distintas zonas del país, donde las cuencas con más probabilidad de afectación son las del río Pánuco, del río Lerma-Santiago y la Península de Baja California.

El Perú muestra una gran vulnerabilidad ante variaciones climáticas drásticas, siendo evidencia de ello las pérdidas económicas que se producen cuando ocurren fenómenos como el Niño; así bajo un escenario pasivo los efectos del cambio climático podrían ser incluso superiores ya que los efectos se potenciarían al involucrarse otros mecanismos que afectan negativamente el crecimiento; como la pérdida de disponibilidad de recursos hídricos (para consumo humano y generación energética) debido al retroceso glaciar, la pérdida de productividad primaria agrícola y pesquera producto del aumento de la temperatura del mar, la pérdida de biodiversidad, y efectos sobre la salud humana (Vargas, 2009, p.3).

Según (Autoridad Nacional Del Agua (ANA) 2012), en su informe “Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura” menciona que dicha cuenca tiene una gran potencial pesquero y agroexportador debido a la biodiversidad que este presenta gracias a sus características geográficas que está asociado al bosque seco tropical y al encuentro de dos corrientes marinas de temperaturas contrapuestas, aguas frías de Humboldt y calientes de El Niño; sin embargo la cuenca tiene una alta vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático debido a que esta cuenca está expuesta a fenómenos como El Niño y las sequias recurrentes.

Debido al cambio climático en descargas netas en la costa sur y en la zona nororiental del Perú se reducirán considerablemente al fin de siglo, en la región andina la escorrentía aumentará en algunas áreas, mientras que en otras áreas se reducirá el volumen total de agua; por lo cual se anticipa una gran pérdida de glaciares, pero no se observaron puntos de inflexión en la pérdida de la escorrentía de los glaciares (Escobar & Davias, 2011, p.25).

Cajamarca es una de las regiones del Perú más afectadas por el cambio climático. Según estudio realizado por (Dávila, 2018, p.18), en la subcuenca Tres Ríos - San Lucas, provincia de Cajamarca, departamento Cajamarca, para la cual se recogió información climatológica de

temperatura y la precipitación en el período 1987-2017, en la cual se menciona que debido al cambio climático la temperatura ha sufrido un incremento promedio de 0,62 °C, mientras que la precipitación se ha incrementado en la parte alta en 188,83 mm en 30 años, pero se ha reducido en la parte baja de la Subcuenca en - 48,05 mm en 30 años.

### ***1.1.1. Formulación del problema***

¿Cuál es el impacto del cambio climático sobre el recurso hídrico en la cuenca Amaju en la provincia de Jaén – Cajamarca, periodo 2030-2060?

### ***1.1.2. Justificación de la investigación***

Los elementos ambientales presentes en una cuenca hidrográfica cumplen un rol fundamental sobre los diferentes procesos que se desarrollan dentro de ésta, entre estos se encuentran los factores climáticos, los mismos que con el pasar de los años han sufrido cambios drásticos los cuales han alterado el régimen hídrico de una cuenca. Estas alteraciones generalmente se deben a acciones antrópicas las mismas que generan desequilibrio ecológico dentro de los ecosistemas tal es el caso de flujo del agua y la regulación hídrica la cual está determinada por la influencia que los sistemas naturales tienen en el control de los flujos hidrológicos (Rudolf et al., 2002, p.398); desde esta perspectiva resulta importante evaluar y predecir el impacto del cambio climático sobre los flujos hidrológicos de la cuenca hidrográfica Amaju, con la finalidad de presentar información que permita una adecuada gestión y conservación de los recursos hídricos y así contribuir a la solución de diferentes problemas hidrológicos que se presenten esta cuenca, lo cual permitirá tomar decisiones y proponer alternativas de solución con el fin de generar beneficios ambientales, sociales y económicos.

## **1.2. Objetivo de estudio**

### ***1.2.1. Objetivo general***

Analizar el impacto del cambio climático sobre el recurso hídrico en la cuenca Amaju en la provincia de Jaén – Cajamarca, periodo 2030-2060.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

- Simular el estado hidrológico de la cuenca Amaju en el periodo histórico 2000-2016
- Cuantificar la variación de la oferta hídrica y el régimen hidrológico bajo los escenarios climáticos RCP 4.5 y RCP 8.5 de cambio climático entre el periodo 2030 y 2060.

## **1.3. Formulación de la hipótesis**

Durante el periodo 2030-2060 la temperatura y la precipitación aumentan, en los dos escenarios climáticos (RCP 4,5 y RCP 8,5), ocasionado la disminución de la disponibilidad hídrica.

### ***1.3.1. Diseño de investigación***

Las variables de entrada constarán de una serie de parámetros los mismos que permitirán modelar los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos en la cuenca Amaju, estos serán utilizados en el modelo hidrológico SWAT el cual nos permitirá predecir la disponibilidad hídrica futura durante el periodo 2030-2060 bajo dos escenarios climáticos (RCP 4,5 y RCP 8,5).



**Tabla 1***Variables de entrada para la valoración hidrológica*

	<b>Datos de entrada</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
Datos Meteorológicos	Temperatura	Temperaturas mínimas y máximas diarias. Período 1981-2016.	(PISCO) SENAMHI
	Precipitación	Resolución espacial (0.1 °) Precipitaciones diarias. Período 1981-2016 (0.05 °)	
Datos espaciales	DEM	Modelo digital de elevación (12,5 m de resolución)	NASA
	Delimitación de la cuenca	Mapa de delimitación de la cuenca	Elaboración propia
	Tipo de suelo	Mapa de suelos mundial	FAO

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 2.1. Antecedentes del estudio

Un estudio hidrológico realizado en la cuenca la Mona y el Cadi-Ecuador con el objetivo de analizar el comportamiento hidrológico y el riesgo de inundaciones que pueda ocurrir en ésta área, utilizando el modelo hidrológico HEC-HMS (versión 4.6.1) y el programa QGIS 3.4 MADEIRA para determinar las características morfológicas de la cuenca, en la que se obtuvieron caudales de punta para períodos de retorno de 25, 50 y 100 años respectivamente, además, el 25% del agua en la cuenca es por la precipitación y el otro 75% es dada por las condiciones del sitio, ya que hay grandes partes forestales de bosque nativo y vegetación, así como almacenaje de superficie, evaporación, evapotranspiración y captaciones de agua (Rodríguez & Ramón, 2021).

En la cuenca del río Cahapingo-Mexico se evaluó el uso del suelo y su efecto en el escurrimiento modelado con SWAT durante el período 1999 a 2015, en el que se utilizaron imágenes satelitales Landsat TM, RapidEye y registros hidrológicos mensuales de los períodos 1964-1970 y 1971-1975 para la calibración y validación del modelo; se obtuvo que en el área de estudio aumentaron significativamente la zona urbana (2,89%), pastizales (7,75%) y minas (5,04%) y las áreas agrícolas disminuyeron en un 6,9%; en la modelación hidrológica se obtuvo que para el período 1999-2015 no se detectó cambios en el escurrimiento y sedimentos lográndose determinar que la correlación entre el escurrimiento y sedimentos anuales simulados con SWAT fue significativa ( $p = 0.0116$ ) con un  $R^2$  bajo (0.36) (Cruz-Arévalo et al., 2020).

En el análisis del impacto del cambio climático en el régimen hidrológico en las cuencas del río Gallinas y la del río Valles-México mediante la utilización del modelo hidrológico

GR4J, se logró simular caudales en base a datos climáticas bajo las trayectorias de concentración representativas RCP4.5 y RCP8.5 para un período de referencia (1971-2000) y dos períodos en futuro (2041-2070 y 2071-2100), determinándose como resultado la disminución de los indicadores hidrológicos en ambas cuencas los cuales varían según el escenario y la trayectoria de concentración, llegando a la conclusión que los cambios proyectados de la precipitación y temperatura generarían un impacto en los caudales medios y extremos en dichas cuencas (Velázquez et al., 2020).

En el río Pisco- Perú se realizó el modelamiento estocástico de las descargas con fines de aprovisionamiento hídrico con el objetivo de modelar las descargas medias anuales del río Pisco / Ica / Perú con el programa MAR1 (Modelo autorregresivo de orden 1), obteniéndose que el modelo autorregresivo de orden 1, ajustado a la distribución Gamma, es el más apropiado para modelar las descargas anuales del río Pisco, porque reportan el menor valor de la raíz del menor error medio cuadrático (RMEC), en conclusión la aplicación de estos modelos permiten obtener resultados satisfactorios en análisis hidrológicos los cuales también pueden ser utilizados para simular el impacto del cambio climático en un área determinada (Aguila & Mejía, 2020).

En la investigación sobre modelación hidrológica en el río Piura- Perú se evaluó el impacto del cambio climático sobre la disponibilidad hídrica mediante la utilización del modelo hidrológico SWAT el cual fue calibrado y validado durante el período 1986-2008 y se realizaron proyecciones para los años 2025-2050 utilizándose dos escenarios climáticos RCP4.5 y RCP8.5; obteniendo como resultado que la temperatura y precipitación proyectan un aumento promedio de 2,9 °C y 39,3 %, asimismo la evapotranspiración se reduce y la escorrentía mensual aumenta en un 71,8% entre los meses de octubre a abril y disminuyen en un 66,1% en los meses de mayo a setiembre (León et al., 2019).

## **2.2. Bases teórico científicas**

### **2.2.1. *Cambio Climático***

Es un fenómeno natural que se está incrementando por la alteración de la composición atmosférica mundial producto de las actividades humanas (FAO, 1992), provocando el incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero los cuales alteran los factores climatológicos (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007), como el aumento de temperaturas y sequías en algunas partes del mundo, y en otros lugares la presencia de fuertes tormentas e inundaciones periódicas (Marshall et al., 2012).

### **2.2.2. *Cambio de uso de la tierra***

El cambio de uso de la tierra está impulsado por la interacción entre el ambiente biofísico y el ser humano que con las diferentes actividades que realiza éste genera impactos potenciales ocasionando el cambio en el uso de la cobertura biofísica de la tierra (Veldkamp & Lambin, 2001), lo cual ha generado la investigación de varios países del mundo con el objetivo conocer las dinámicas del uso de la tierra (Lambin et al., 1999).

La influencia antrópica es uno de los factores más importantes que determinan los cambios de uso de tierra, producido por las actividades que realiza éste en su afán de satisfacer sus necesidades, ocasionando la degradación del ambiente natural a causa de la deforestación (cambio de forma permanente de la cubierta dominada por árboles hacia una cubierta que presenta carencia de ellos) y la fragmentación (es la transformación del paisaje en parches pequeños de vegetación original rodeados de superficie alterada) (SEMARNAT, 2015).

### **2.2.3. *Cobertura de la tierra***

La cobertura de la tierra es la capa biofísica que se encuentra sobre la superficie terrestre que puede ser de forma natural o artificial. Existen diferentes tipos de coberturas terrestres, como por ejemplo la vegetación, cuerpos de agua, afloramientos rocosos, áreas urbanas, etc.

los cuales influyen en los diferentes procesos ambientales que suceden dentro de un ecosistema, por lo que su alteración afectara de forma positiva negativa al ambiente (Di Gregorio & Jansen, 2000, p.64).

#### **2.2.4. Ciclo Hidrológico**

Es un proceso fundamental que sucede en la naturaleza, debido a que abastecen de agua a los seres vivos en las diferentes cuencas hidrográficas los cuales aprovechan el agua en sus tres estados (líquido, sólido gaseoso) (Bateman, 2007, p.84).

Según (Ordoñez, 2011, p.39) el ciclo hidrológico es la transformación del agua en estado líquido, gaseoso y sólido que pasa de la superficie terrestre a la atmósfera y vuelve a la tierra; el agua presente en la superficie de la tierra se evapora desde el suelo, mar o aguas continentales, generándose el agua en estado gaseoso (nubes) que posteriormente se condensa y se precipita de forma líquida o solida la cual se acumula en el suelo o en masas de agua, es por ello que el ciclo hidrológico involucra un proceso de transporte recirculatorio e indefinido o permanente, este movimiento permanente del ciclo se debe fundamentalmente a dos causas: la primera, el sol que proporciona la energía para elevar el agua (evaporación); la segunda, la gravedad terrestre, que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento).

#### **2.2.5. Modelación Hidrológica**

La modelación hidrológica es un proceso el cual se emplea para modelar un fenómeno hidrológico de lluvia-esorrentía los cuales se basan en representaciones conceptuales de los procesos físicos del agua agrupados de toda el área de la cuenca (Madsen, 2000, p.278), en la que el éxito de la modelación depende de la cantidad de datos disponibles para el proceso de validación y calibración (Lujano et al., 2016, p.432).

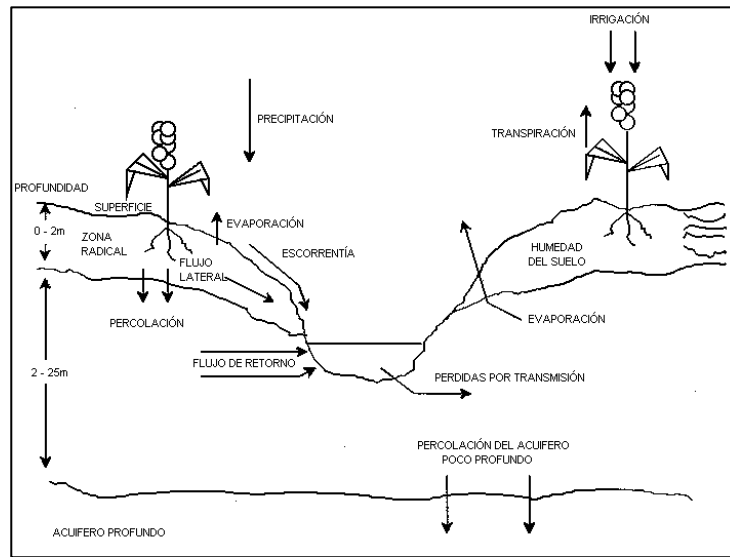
### ***2.2.6. Sistemas de información geográfica (SIG) en los recursos hídricos***

Los estudios hidrológicos son muy importantes en el desarrollo de una cuenca, para lo cual se emplean múltiples herramientas para su análisis, dentro de ellas se encuentran los sistemas de información geográfica la cual permite organizar datos de cuenca referenciados geográficamente, éstos permiten a los usuarios hacer búsquedas, por ejemplo, por tipo de suelo, uso de la tierra, opciones de gestión, patrones de asentamiento, propiedad de la tierra o zonas de planificación, que permiten generar proyectos hidrológicos para el desarrollo sostenible de una área geográfica (Global Water Partnership, 2009, p.81).

### ***2.2.7. Herramienta de evaluación del suelo y agua (SWAT)***

El SWAT es un modelo hidrológico que combina bases físicas y conceptuales con procedimientos empíricos, para lo cual, en primera instancia se delimita la cuenca en base a las altitudes, que posteriormente ésta se divide en subcuencas; la siguiente fase consisten en generar unidades de respuesta hidrológica (URH) obtenidas a partir de combinación de la información sobre el tipo de suelo, uso de suelo y rango de pendientes. La división de la subcuenca en URH permite al modelo reflejar diferencias en evapotranspiración y otras condiciones hidrológicas para diferentes coberturas del terreno, cultivos y suelos, además las escorrentías son predichas para cada URH, las cuales se suman con el fin de establecer las escorrentías totales en la subcuenca e incrementar la precisión del balance del agua (Neitsch et al., 2010, p.3).

**Figura 1**  
Representación del ciclo hidrológico en SWAT



Fuente: (Uribe, 2016)

El ciclo hidrológico en SWAT se basa en la ecuación del balance hídrico (Neitsch et al., 2010) para simular los distintos procesos hidrológicos:

$$SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$$

**Donde:**

$SW_t$ : Contenido final de agua en el suelo (mm H<sub>2</sub>O)

$SW_0$ : Contenido de agua inicial en el día i (mm H<sub>2</sub>O)

t: Tiempo (día)

$R_{day}$ : cantidad de precipitación en el día i (mm H<sub>2</sub>O)

$Q_{surf}$ : Cantidad de escorrentía diaria (mm H<sub>2</sub>O)

$E_a$ : Evapotranspiración diaria (mm H<sub>2</sub>O)

$W_{seep}$ : Cantidad de agua acumulada en la zona no saturada del perfil del suelo en día i (mm H<sub>2</sub>O)

$Q_{gw}$ : Cantidad de flujo de retorno en el día i (mm H<sub>2</sub>O)

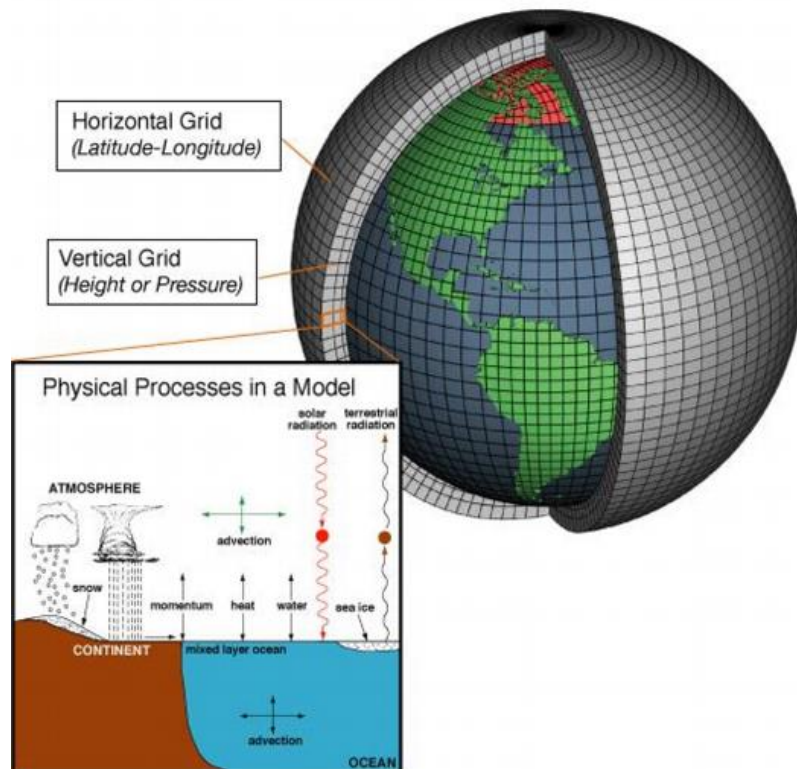
### **2.2.8. Modelos climáticos globales (GCM)**

Los modelos de circulación general o global (GCM) simulan el clima de la Tierra a través de ecuaciones matemáticas que describen procesos, interacciones y retroalimentaciones atmosféricas, oceánicas y bióticas. Son las herramientas principales que proporcionan información climática a escala global, hemisférica y continental razonablemente precisa y se utilizan para comprender el clima actual y los escenarios climáticos futuros bajo concentraciones crecientes de gases de efecto invernadero (Trzaska & Schnarr, 2014, p.245).

Un GCM está compuesto por muchas celdas de cuadrícula que representan áreas horizontales y verticales en la superficie de la Tierra (Figura 2). En cada una de las celdas, los GCM calculan lo siguiente: interacciones atmosféricas entre el vapor de agua y las nubes, los efectos directos e indirectos de los aerosoles sobre la radiación y la precipitación, los cambios en la capa de nieve y el hielo marino, el almacenamiento de calor en suelos y océanos, flujos de calor en las superficies y humedad, y transporte a gran escala de calor y agua por la atmósfera y los océanos (Wilby & Dawson, 2013, p.36).



**Figura 2.**  
*Estructura conceptual de un Modelo Climático Global*



Fuente: (Trzaska & Schnarr, 2014)

La resolución espacial de los GCM es generalmente bastante burda, con un tamaño de cuadrícula de aproximadamente 100 a 500 kilómetros. Cada celda de la cuadrícula modelada es homogénea (es decir, dentro de la celda hay un valor para una variable determinada). Además, suelen ser fiables a escalas temporales de medias mensuales y más largas. En resumen, los GCM proporcionan estimaciones cuantitativas del cambio climático futuro que son válidas a escala global y continental y durante largos períodos (Menéndez et al., 2010, p.357). En la tabla 2, se muestran los principales modelos generados a nivel mundial, junto con la institución y la resolución que abarca cada modelo.

**Tabla 2**  
*Principales GCM*

<b>Modelo</b>	<b>Institución</b>	<b>Resolución (°LON*°LAT)</b>
ACCESS 1.0	CSIRO-BOM, Australia	1.875 × 1.25
BCC-CSM1.1	BCC-CMA, China	2.81 × 2.81
BNU-ESM	CGCESS-BNU, China	2.81 × 2.81
CanESM2	CCCMA, Canadá	2.81 × 2.81
CESM1-BGC	NSF-DOE-NCAR, USA	1.25 × 0.9424
CESM1-FASTCHEM	NSF-DOE-NCAR, USA	1.25 × 0.9424
CNRM-CM5.2	CNRM-CERFACS, France	1.25 × 0.9424
CSIRO-Mk3.6.0	CSIRO-QCCCE, Australia	1.41 × 1.41
GFDL-CM3	NOAA GFDL, USA	1.875 × 1.875
GFDL-ESM2M	NOAA GFDL, USA	2.5 × 2
GISS-E2-R	NASA GISS, USA	2.5 × 2
HadGEM2-CC	MOHC, UK	2.5 × 2
HadGEM2-ES	MOHC, UK	1.875 × 1.25
INM-CM4	INM, Russia	1.875 × 1.25
MIROC5	MIROC, Japan	2 × 1.5
MIROC-ESM-CHEM	MIROC, Japan	1.41 × 1.41
MPI-ESM-LR	MPI-M, Germany	2.81 × 2.81
MPI-ESM-MR	MPI-M, Germany	1.875 × 1.875
MRI-CGCM3	MRI, Japan	1.875 × 1.875
NorESM1-M	NCC, Norway	1.125 × 1.125
CCSM4	NCAR, USA	2.5 × 1.875
CMCC-CM	CMCC, Italy	1.25 × 0.94
EC-EARTH	EC-Earth Consortium	0.75 × 0.75
FGOALS-g2	LASG-CESS, China	1.125 × 1.125
MIROC4h	MIROC, Japan	2.81 × 2.81
CanCM4	CCCMA, Canada	0.56 × 0.56
CFSr2-2011	COLA and NCEP, USA	1 × 1

Fuente: (Lovino et al., 2018)

### **2.2.9. Downscaling**

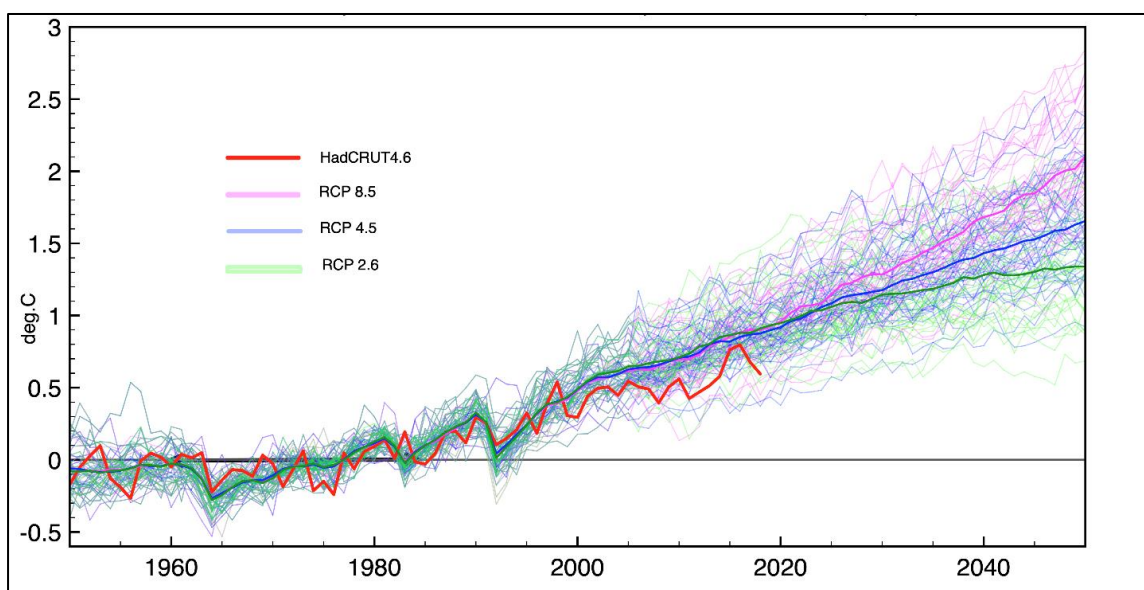
Los GCM son herramientas de predicción valiosas sin embargo no pueden explicar la heterogeneidad a escala fina de la variabilidad y el cambio climático debido a su resolución aproximada. Numerosas características del paisaje, como montañas, cuerpos de agua, infraestructura, características de la cobertura terrestre y componentes del sistema climático, como nubes convectivas y brisas costeras, tienen escalas mucho más finas que 100 a 500 kilómetros (Trzaska & Schnarr, 2014, p.269).

La reducción de escala se puede realizar en aspectos espaciales y temporales de las proyecciones climáticas (Ngai et al., 2017, p.12). La reducción de escala espacial se refiere a los métodos utilizados para derivar información climática espacial de resolución más fina a partir de una salida de GCM de resolución más gruesa, por ejemplo, una salida de GCM de celda de cuadrícula de 500 kilómetros a una resolución de 20 kilómetros, o incluso una ubicación específica (Gudmundsson et al., 2012, p.65).

### 2.2.10. Escenarios de cambio climático

En el quinto informe del IPCC, se han definido nuevos escenarios de emisión, los cuales son conocidos como Sendas Representativas de Concentración (RCP, de sus siglas en inglés), son nombrados de acuerdo con el forzamiento radiactivo que producen al año 2100: RCP 2.6 W/m<sup>2</sup>, RCP 4.5 W/m<sup>2</sup>, RCP 6.0 W/m<sup>2</sup> y RCP 8.5 W/m<sup>2</sup> (Calderón Cancelada, 2016). Los escenarios describen líneas evolutivas plausibles de las condiciones climáticas y otros aspectos del futuro, principalmente relacionadas con aspectos socioeconómicos y las emisiones de gases de efecto invernadero y aerosoles asociadas (Figura 3) (Olabanji et al., 2020, p.3).

**Figura 3**  
*Modelos de comparación a diferentes RCP – CMIP5*



### 2.2.11. Trayectorias de Concentración Representativas (RCP)

Los RCP son vías de concentración utilizadas por AR5 del IPCC. Son vías prescritas para la concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles, junto con el cambio de uso de la tierra. La posibilidad de emisiones futuras se ha reducido a solo cuatro vías representativas.

Incluyen un escenario de mitigación que conduce a un nivel de forzamiento muy bajo (RCP2.6), dos escenarios de estabilización medios (RCP4.5 y RCP6) y un escenario de emisión de referencia muy alto (RCP8.5) (Tabla 3) (IPCC, 2014).

**Tabla 3**

*Principales Características de Trayectorias de Concentración Representativa*

<b>Escenario</b>	<b>Requerimientos-Consideraciones</b>
RCP 2.6	Tecnologías de almacenamiento y captura de carbono ("Carbón Capture and Storage", CCS) -Disminución de emisiones de bio-energías, gas natural, petróleo y carbono a partir del año 2020
RCP 4.5	Supone políticas climáticas que incluyen la penalización del uso de carbono -La población mundial en 2065 llega a 9 mil millones y se reduce a 8,7 mil millones en 2100. - crecimiento del PBI mundial en 1 orden de magnitud - Crecimiento de la necesidad energética en 3 órdenes de magnitud - Imponer precios al carbón, tecnología de captura y almacenamiento de carbón (CCS), desarrollo de la industria eléctrica (llega a ser un sumidero neto de carbón).
RCP 6	Imposición de políticas climáticas, es decir, que limiten las emisiones vía precios y tecnología de CCS - La población mundial crece hasta 9,8 billones al año 2100. - El PIB per cápita global crece un 1,6% anualmente durante 2000-2060 y entre 1,3 y 1,4% durante 2060-2100. - La intensidad energética disminuye a un ritmo de 1,2%/año antes de 2060 a un ritmo de 1.5%/año entre 2060-2100.

Escenario	Requerimientos-Consideraciones
RCP 8.5	Alto crecimiento poblacional - Crecimiento relativamente bajo del PIB - Tasas modestas de cambios tecnológicos y de eficiencia energética. - Importante demanda energética -No se implementan políticas de cambio climático.

Fuente: (Calderón Cancelada, 2016)

## 2.1. Definición de conceptos

### 2.1.1. Cuenca hidrográfica

Cuenca hidrográfica es el área natural en la que el recurso hídrico procede de la precipitación estableciendo un rumbo principal de agua, la cuenca está delimitada por las partes más altas del área en la encierra un río (Ramakrishna, 1997, p.13).

Las cuencas hidrográficas brindan varios servicios ecosistémicos como la provisión de agua para abastecimiento a las poblaciones como también para las actividades productivas, regulación, de hábitat y servicios relacionados con el ecoturismo (Martínez & Villalejo, 2018, p. 64).

### 2.1.2. Regulación hídrica

La regulación hídrica es la capacidad que tienen las cuencas y zonas de captación para obtener y almacenar el agua de las lluvias, permitiendo una clara reducir en la escorrentía y desbordamientos, así como haciendo una liberación lenta pero constante de agua de manera que los flujos se mantienen a través de la estación seca (Le Maitre et al., 2014, p.173).

El proceso de regulación hídrica comienza con la intercepción de la precipitación la cual incide por el dosel de la vegetación, donde una gran parte se pierde por evaporación y el resto fluye a través del escurrimiento fustal, incorporándose a la precipitación que cae directamente la cual no es interceptada y llega sin ningún obstáculo al suelo, donde una proporción fluye

como escurrimiento superficial y la otra se infiltra para almacenarse en el suelo, quedando disponible para las plantas y el resto se acumula en napas subterráneas (Grizzetti et al., 2016, p.194).

### ***2.1.3. Precipitación***

La precipitación es el mecanismo primario de transporte de agua desde la atmósfera hasta la superficie terrestre, se da con la formación de las gotas de nubes, que se formaron por condensación del vapor de agua presente en la atmósfera, estas gotas crecen y se tornan demasiado pesadas para permanecer en la nube, por la cual se precipitan o caen a la superficie (Vera & Camilloni, 2010, p.14).

La precipitación también se puede definir como cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío (Bateman, 2007, p.37).

### ***2.1.4. Temperatura***

La temperatura es una variable climatológica la cual tiene una variación significativa en función a la altitud y la precipitación, por lo cual las zonas bajas tienen temperaturas más cálidas frente a la de las alturas y, de igual forma, las medias anuales varían según la época, siendo más altas durante los meses de lluvia y más bajas durante los meses secos (Chanca, 2015, p.34).

### ***2.1.5. Evapotranspiración***

La evapotranspiración es la combinación de dos procesos separados por los cuales el agua se pierde, por un lado, por la superficie del suelo por evaporación y por otro lado por transpiración de los cultivos (Choudhary, 2018, p.67).

### ***2.1.6. Escorrentía superficial***

Es el agua que ha sido previamente infiltrada y no alcanza el almacenamiento subterráneo o acuífero, por lo tanto, debe ser considerada como parte de la escorrentía (Ordoñez, 2011, p.75).

La escorrentía superficial comprende lo restante de la precipitación que no se puede infiltrar después de una lluvia intensa y se mueve libremente por la superficie del terreno, y la escorrentía de una corriente de agua, que puede ser alimentada tanto por el exceso de precipitación como por las aguas subterráneas (Vera, 2010, p.18).

### ***2.1.7. Pisco***

En la actualidad, la libre disponibilidad de productos satelitales de estimación de lluvias como el "Tropical Rainfall Measuring Mission" (TRMM), el "National Oceanic and Atmospheric Administration's Climate Prediction Center morphing technique" (CMORPH), la "Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information using Artificial Neural Networks" ( PERSIANN) y últimamente el "Global Precipitation Measurement" (GPM) son una alternativa valiosa para mejorar los vacíos de información pluviométrica en muchas partes del mundo (Aybar et al., 2020, p.56), a mediados del año 2014 cuando se obtiene para el Perú la primera base de datos espacial de precipitación a paso de tiempo mensual, a una resolución de grilla de 0.01° para una serie que se inicia en enero de 1981 hasta el presente. Dichos datos son parte de la base de datos denominada PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) (Huerta; et al., 2018, p.12)

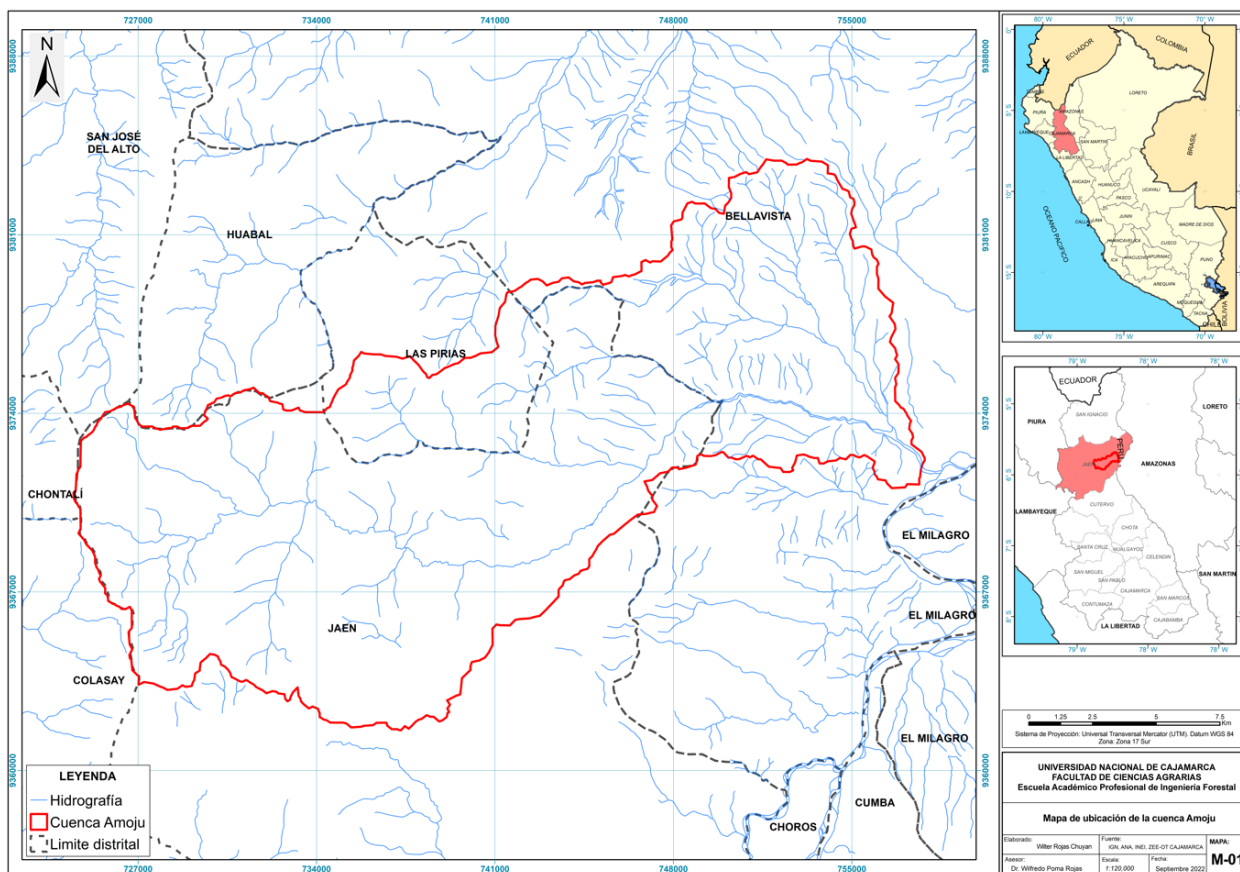
# CAPÍTULO III

## MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Ubicación

La cuenca del Amojú, se encuentra ubicada en la provincia de Jaén, región Cajamarca, entre las coordenadas 9383970 y 9361573 Norte, 724460 y 757864 Este. Los principales afluentes del río Amojú son, las quebradas, Huamantanga, Lajeña, Cascarilla, Miraflores, Virginia y Naranjas.

**Figura 4**  
*Mapa de ubicación*



### 3.2. Recopilación de información

Para la ejecución del modelo hidrológico SWAT, se recolecto información hidrológica y cartográfica que contribuya a la ejecución de dicho modelo en la cuenca Amojú. La



recopilación de esta información se dividió en recopilación de datos hidrometeorológicos y recopilación de información cartográfica

### 3.2.1. *Recopilación de datos hidrometeorológicos*

Los datos de clima y de hidrología se recopilaron del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), a través de sus productos grillados PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations).

Se crearon estaciones ficticias que cubren el área de la cuenca Amaju, lo cual nos permitirá extraer la información climática de precipitación y temperatura

**Tabla 4**

*Estaciones creadas para la extracción de información climática*

Estación	Coordenadas		Altitud
	Norte	Este	
<b>Estación 1</b>	9383800	756266	860
<b>Estación 2</b>	9377020	737646	1639
<b>Estación 3</b>	9375333	748428	617
<b>Estación 4</b>	9369314	723094	2453
<b>Estación 5</b>	9368686	759276	644
<b>Estación 6</b>	9367098	747998	806
<b>Estación 7</b>	9366238	731825	1913
<b>Estación 8</b>	9363692	738076	1357

### 3.2.2. *Precipitación*

Se utilizó los datos grillados del producto PISCO (Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations) (Figura 5), en la versión PISCOpd V1, este producto se ha desarrollado para el período 1981 hasta el año 2016, con resolución espacial de 0.1° (10 km) (Aybar et al., 2020). PISCOpd se encuentra disponible de forma gratuita en el portal [https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/.Prec/.v1p0\\_O/?Set-Language=es](https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/.Prec/.v1p0_O/?Set-Language=es)

**Figura 5**  
*Precipitación diaria por estación*

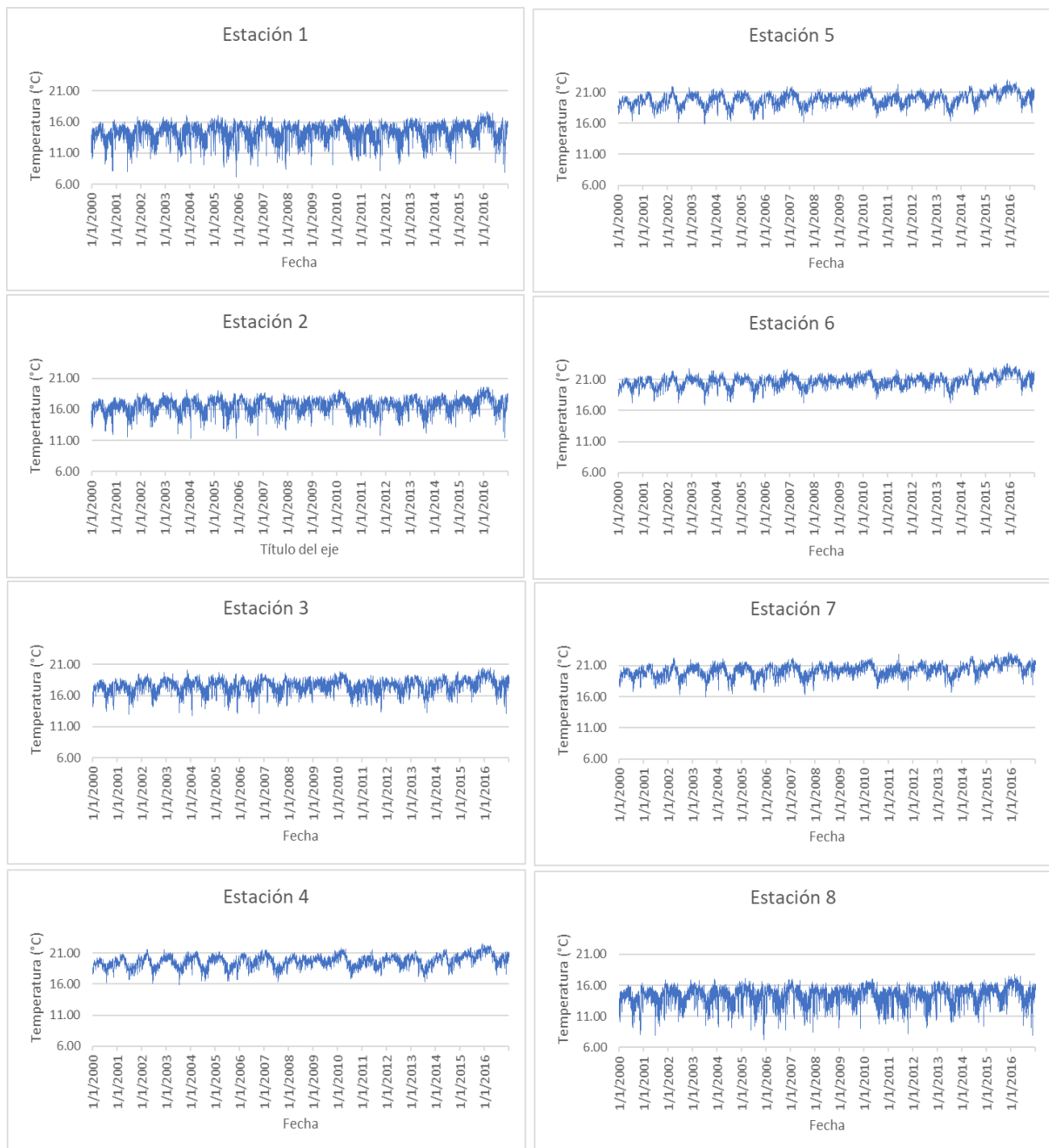


### 3.2.3. *Temperatura*

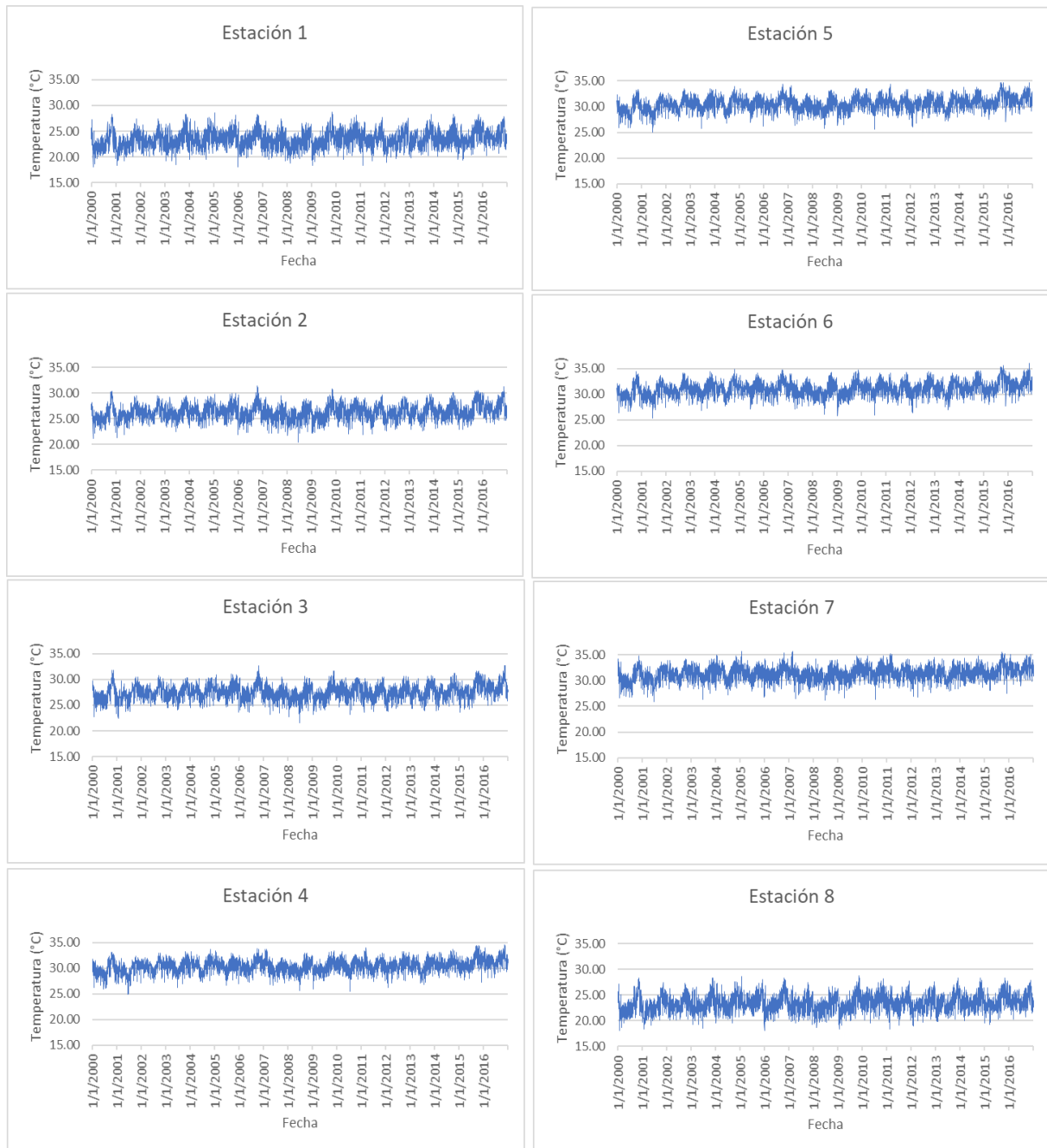
En este estudio se utilizó los datos grillados de temperatura mínima y máxima diaria (Figura 6 y 7) del producto PISCOtd, es el resultado del grillado de temperaturas mínimas y

máximas de estaciones terrestres interpolado con el producto satelital CHIRPSd, obteniendo un grillado de resolución espacial de 0.1° (10 km) (Adrián Huerta; et al., 2018, p.13), para el periodo 1981 – 2016, PISCOtdmax y PISCOtdmin se encuentran disponibles de forma gratuita en el portal <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SEAMHI/.HSR/.PISCO/.Temp/.v1p1/>

**Figura 6**  
*Temperatura mínima diaria por estación*



**Figura 7**  
*Temperatura máxima diaria por estación*



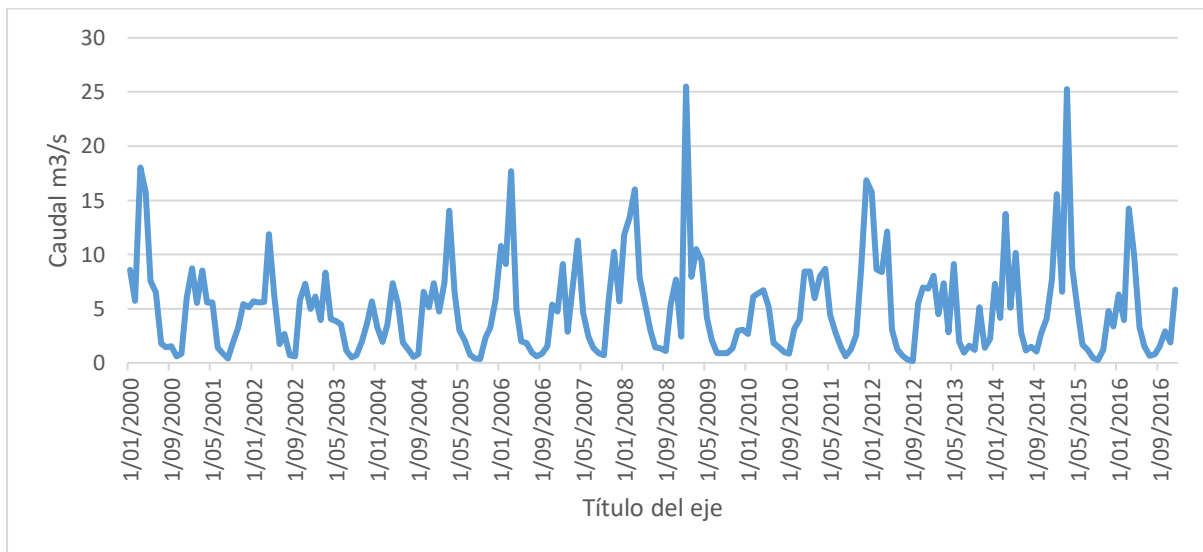
### 3.2.4. Caudales

Este estudio considero los datos de caudales generados por SENAMHI, en su producto PISCO\_HyM\_GR2M: A Modelo f Monthly Water Balance in Perú (1981 - 2020). Para la generación de este producto se usó el modelo GR2M a una escala semi distribuida para generar

caudales en 3594 subcuencas y arroyos, simulando descargas mensuales (Llauca et al., 2021, p.46).

Dichos datos se usaron para la calibración y validación del modelo SWAT, se tomaron los datos del periodo 2000 – 2016 (Figura 8).

**Figura 8**  
*Caudales mensuales (m<sup>3</sup>)*



### 3.3. Recopilación de información cartográfica

#### 3.3.1. Modelo de elevación digital

El termino elevación enfatiza el concepto de poder medir la altura con respecto a un datum y la generación por parte del modelo de valores absolutos de altura (Fallas, 2007, p.16). Se denomina Modelo Digital de Elevaciones (MDE) a un modelo simbólico, de estructura numérica y digital que pretende representar la distribución espacial de la elevación del terreno, siendo la altura una variable escalar (sobre un nivel de referencia) que se distribuye en un espacio bidimensional (Victor et al., 2019, p.14).

Se utilizo el modelo de elevación digital Alos Palsar con resolución espacial de 12.5 metros. ALOS lleva dos instrumentos ópticos (Panchromatic Remote-sensing Instrument for Stereo Mapping y Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer type y para mantener el

compromiso de Japón con el radar de apertura sintética (SAR) de banda L espacial, el Phased Array L-band SAR (PALSAR) (Rosenqvist et al., 2007, p.32). En la tabla 4 se muestra las principales características del DEM Alos Palsar y en la figura 9 se visualiza el DEM para la cuenca Amaju en donde se identifica que la altitud va de 416 msnm a 3224 msnm.

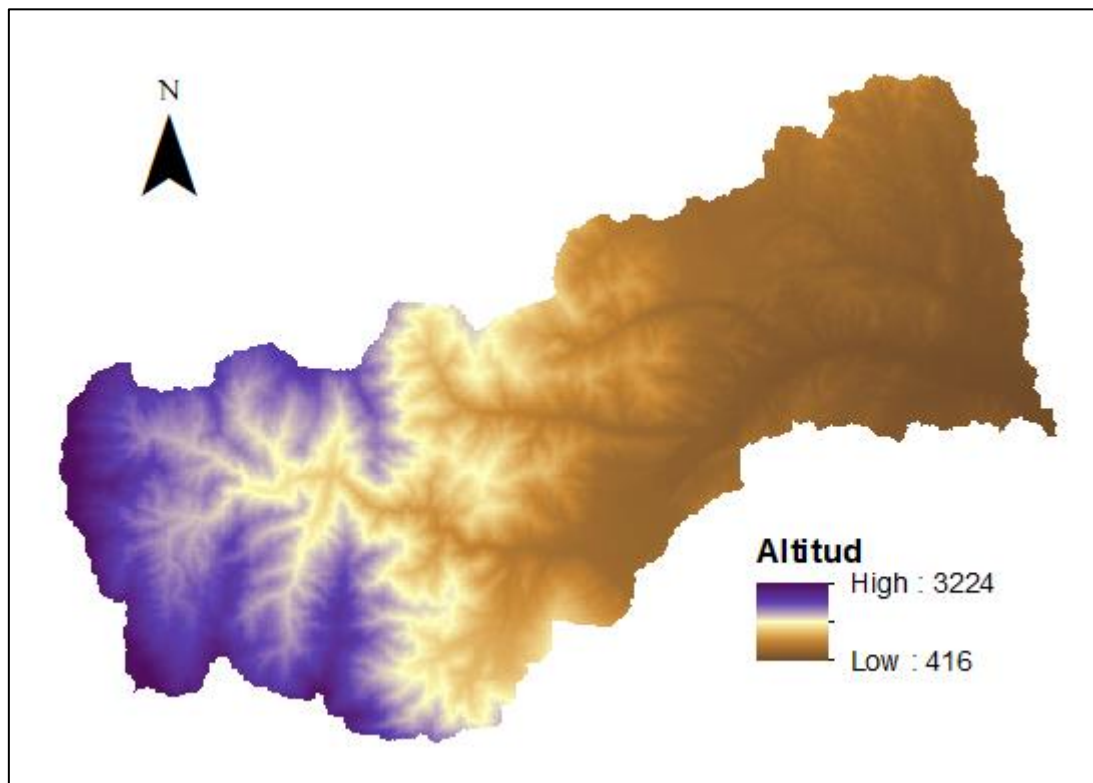
**Tabla 5**  
*Principales características del satélite Alos Palsar*

<b>Artículo</b>	<b>Características</b>
Lanzamiento orbita	24 de enero 2006 Polar, sincrónico solar
Altitud	691.65 km
Inclinación	98.16°
Precisión de posición orbital	0.78 m
Resolución espacial	6.25 o 12.5 m
Angulo de incidencia	8°
Polarizaciones	HH o VV
Capacidad de colección	50 * 50 km

Fuente: (Rosenqvist et al., 2007)

Según el modelo de elevación digital podemos observar, que, la altitud en la cuenca Amaju va desde los 416 msnm hasta 3224 msnm en la cabecera de cuenca.

**Figura 9**  
*Modelo de elevación digital*



### **3.3.2. Cobertura vegetal**

Se descargó la imagen satelital del sensor remoto landsat8 que sirvió para hacer el análisis de la cobertura vegetal, se realizó la selección de la escena Path 009 y Row 064, de la plataforma de Earthexplorer (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) para el año 2021. El principal criterio de búsqueda fue que el área de estudio tenga una cobertura menos al 5 % de nubosidad siendo así de preferencia para la búsqueda de imágenes los meses de estiaje.

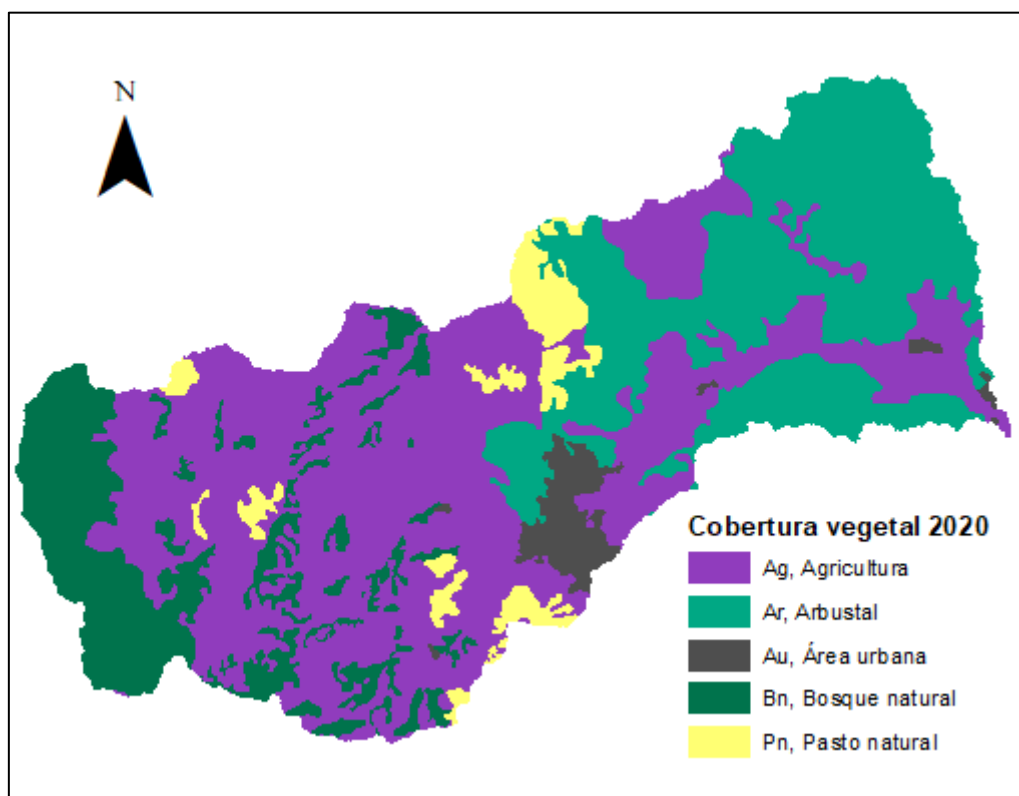
La digitalización de la cobertura vegetal se realizó a través de una interpretación visual considerando las características de la imagen como forma, tono, color, textura, entorno espacial, patrón o diseño, asociación, sombras, contraste y periodo de adquisición.

Los resultados obtenidos de la digitalización de la cobertura vegetal se observan en la tabla 6 y figura 10.

**Tabla 6***Cobertura vegetal de la cuenca Amaju año 2020*

Simbología	Descripción	Área	
		ha	%
Ag	Agricultura	17440.78	49.31
Bn	Bosque natural	5342.16	15.10
Pn	Pasto natural	1646.64	4.66
Au	Área urbana	1056.14	2.99
Ar	Arbustal	9883.58	27.94
<b>Total</b>		<b>35369.30</b>	<b>100.00</b>

Según la tabla 6, se observa que la unidad de Agricultura predomina en el ámbito de la cuenca, ocupando un área de 17440.78 ha (49.31 %), el área urbana es la unidad con la menor área 1056.14 ha (2.99 %)

**Figura 10***Mapa de Cobertura vegetal cuenca Amaju*

En la Figura 10, observamos que la Agricultura se distribuye en la cuenca baja, media y alta, ocupando en mayor proporción la parte alta, los Pastos naturales se distribuyen en la



cuenca media y alta, a diferencia de los Arbustales que se encuentran en mayor proporción en la parte baja de la cuenca.

### **3.3.3. Adaptación de la cobertura vegetal al modelo SWAT**

La cobertura vegetal obtenida, presenta una clasificación detallada de las unidades que se encuentran en la cuenca Amaju. Esta clasificación de cobertura vegetal no es compatible con SWAT por ello se debe adecuar para la correcta lectura por el modelo.

En este paso se relacionó (equivalencias) las coberturas vegetales encontradas con la base de datos que tenemos en el SWAT. En la tabla 7 se muestra la relación realizada.

**Tabla 7**

*Equivalencias de la cobertura vegetal*

<b>Cobertura vegetal</b>	<b>Código SWAT</b>	<b>Descripción SWAT</b>
Agricultura	AGRL	Tierras agrícolas genéricas
Bosque natural	FRSE	Bosque de hoja permanente
Pasto natural	RNGE	Pastizales
Área urbana	URBN	Urbano
Arbustal	FRST	Bosque mixto

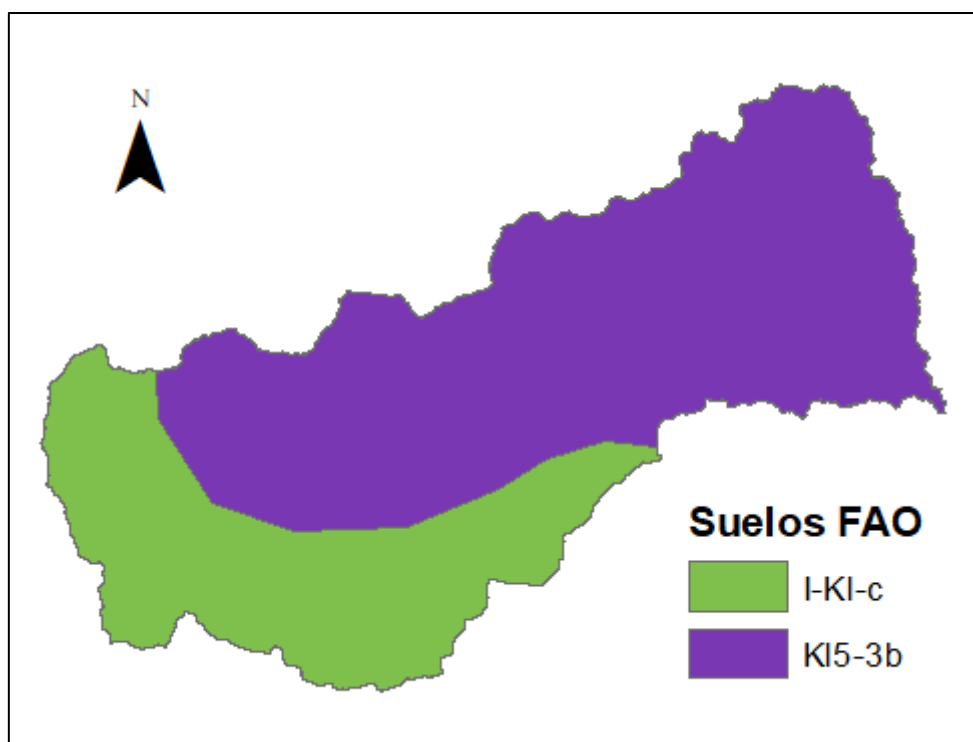
### **3.3.4. Tipos de suelo**

La información de suelos, es una limitante que se tiene en esta investigación, ya que no se tiene información completa que es necesaria para el modelo SWAT, por ello se optó por trabajar con la información de suelos generados por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación) que nos brinda información sobre las propiedades químicas y físicas de los suelos a nivel mundial, a escala 1 : 1 000 000, los tipos de suelos y su área de muestra en la tabla 8, en la figura 10 se puede observar la distribución de las unidades de suelo.

**Tabla 8***Unidades de suelo cuenca Amaju*

Simbología	Descripción	Área	
		ha	%
I-Kl-c	Litosoles - Kastanozems lúvicos - Chernozems	11675.27	33.01
K15-3b	Kastanozems lúvicos - Cambisoles	23694.03	66.99
<b>Total</b>		<b>35369.30</b>	<b>100.00</b>

Se han identificado dos (2) unidades de suelo, teniendo como base el mapa mundial de suelos realizado por la FAO, en donde predomina el suelo Kastanozems lúvicos – Cambisoles, con un área de 23684.03 ha (66.99 %)

**Figura 11***Mapa de suelos según FAO cuenca Amaju*

En la figura 11 se puede visualizar que, la unidad de suelos Kastanozems lúvicos – Cambisoles se encuentra ocupando la cuenca baja y media, la unidad de suelo Litosoles - Kastanozems lúvicos – Chernozems ocupa la parte alta de la cuenca.

### 3.3.5. Curva número

La información de curva número ha sido obtenida del estudio “Generación del mapa temático curva número (CN)” generado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

**Tabla 9**

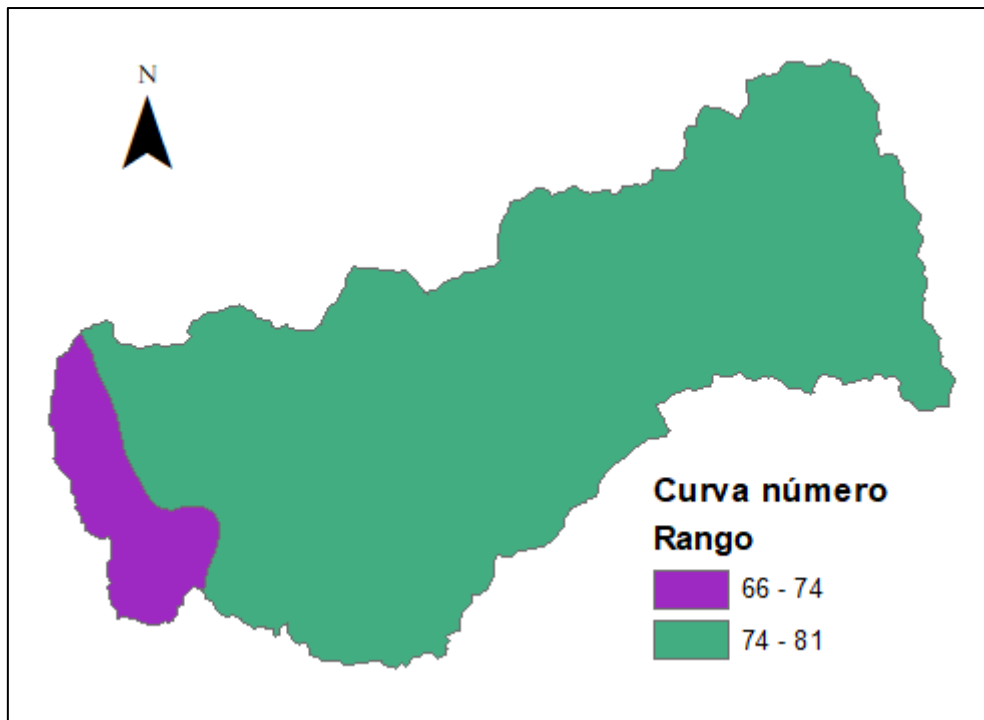
*Valores de curva número*

Curva número	Área	
	ha	%
<b>Rango</b>		
<b>66 - 74</b>	2878.70	8.14
<b>74 - 81</b>	32490.60	91.86
<b>Total</b>	<b>35369.30</b>	<b>100.00</b>

Se han identificado dos unidades de Curva Número en condiciones normales, predominando el rango de 74 -81, ubicado entre la parte baja, media y alta de la cuenca, ocupa un arrea de 32490.60 ha (91.86 %), el rango 66 – 74 ocupa un área de 2878.70 ha (8.14 %), ubicado en la parte alta de la cuenca.

**Figura 12**

*Mapa de curva número cuenca Amojú*



### 3.3.6. Modelos climáticos globales (GCM)

La descarga de los GCM, se realizó desde la plataforma de World Climate Research Programme (<https://www.wcrp-climate.org/wgcm-cmip/wgcm-cmip5>), a escala diaria, trabajando con el valor medio de todos los GCM.

### 3.3.7. Downscaling

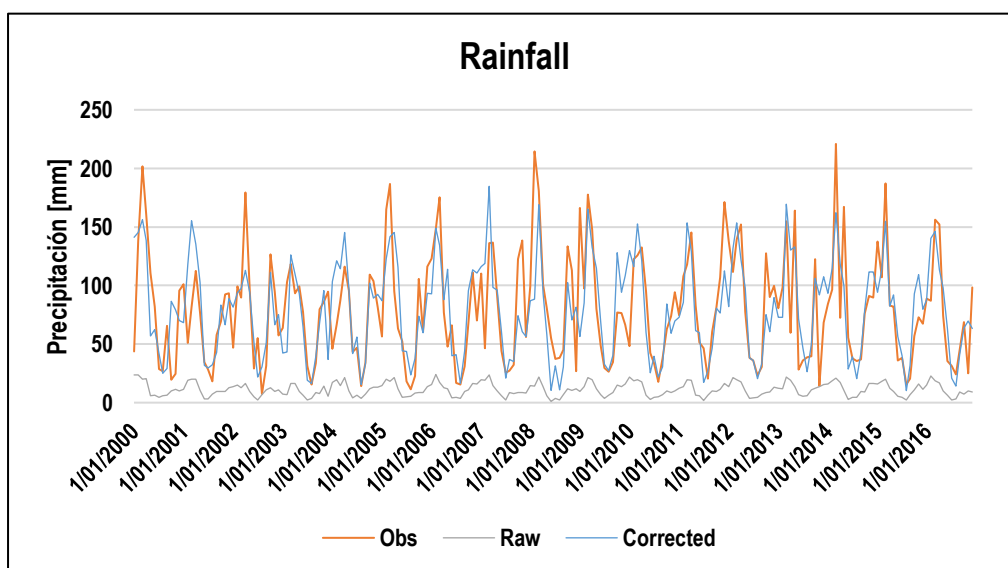
Existen dos métodos para poder realizar el downscaling (Murphy, n.d.). Downscaling Dinámico (Giorgi et al., 1994, p.115), los campos de alta resolución se obtienen anidando un modelo climático regional dentro del propio GCM, o utilizando una resolución variable, downscaling estadístico. La reducción de escala (Downscaling) de los GCM se realiza en función a la data base (Datos históricos) (Piedelievre, 1995, p.64).

En esta investigación se utilizó en downscaling estadístico (Qmap).

En la figura 13 y 14, se muestra el downscaling para las variables de precipitación (Figura 13) y variable de temperatura (Figura 14), de color naranja se muestran los valores observados, de color celeste los valores ajustados de los GCM y de color gris el valor de corrección.

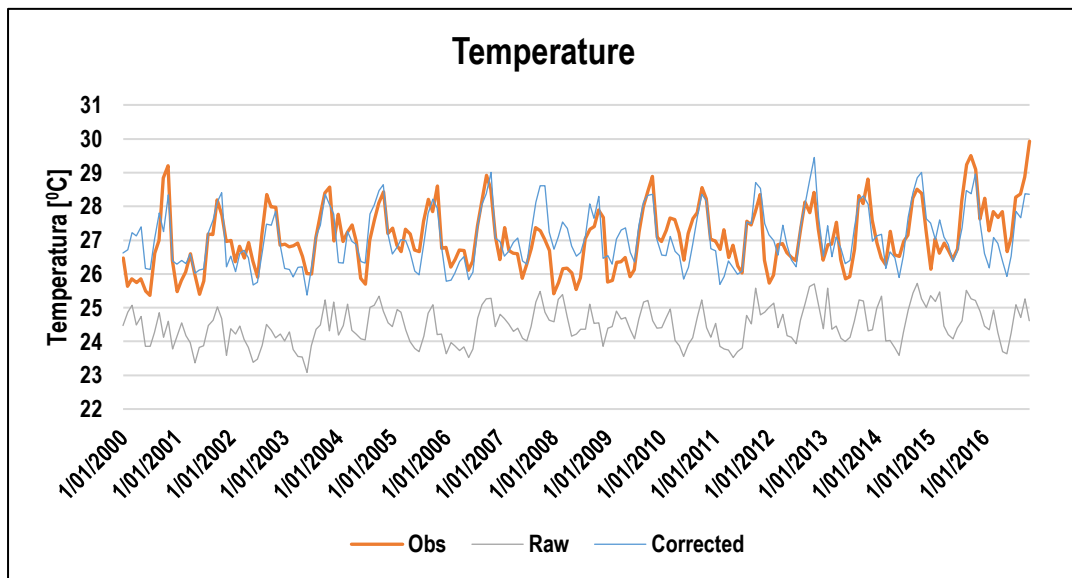
**Figura 13**

*Downscaling de precipitación*



En la figura 13, observamos la correlación entre los datos GCM luego del downscaling y los datos observados, se puede visualizar una buena correlación entre ellos, se obtuvo como resultado un NSE de 0.78 siendo un valor aceptable.

**Figura 14**  
*Downscaling de temperatura*



En la Figura 14, observamos la variable de temperatura, para esta variable se obtuvo un NSE de 0.81, se observa una buena correlación entre los datos observados y los GCM.

### 3.3.8. *Aplicación del modelo hidrológico SWAT*

El modelo hidrológico SWAT, se ejecuta como extensión de ArcGIS o Qgis, tiene una interfaz llamada ArcSWAT, la cual nos permite poder ingresar las variables climáticas y cartográficas, posterior a ello se puede ejecutar el SWAT desde esta interfaz.

Los pasos a seguir para el modelamiento con SWAT se describen a continuación:

#### 3.3.8.1. *Delimitación de la cuenca hidrográfica*

Para la delimitación de la cuenca hidrográfica, primero se realiza la creación del proyecto de SWAT, posterior a ellos se carga el Modelos de Elevación Digital (DEM), realizamos el proceso de definir las unidades en las que se encuentra nuestro archivo DEM, colocamos el área

promedio de las cuencas para la generación de la hidrografía, selección del punto de desfogue de la cuenca. Con la Herramienta Deliniate Watershed obtenemos la delimitación de la cuenca.

#### ***3.3.8.2. Definición de las unidades de respuesta Hidrológica (HRU)***

Los HRU's, son polígonos que se encuentran dentro de la misma cuenca, estas tienen las mismas características topográficas, curva número, suelo y cobertura vegetal.

Es en este procedimiento, en donde se carga la información climática (precipitación y temperatura) y cartográfica (Suelos, Cobertura vegetal y pendientes).

Las pendientes son generadas por el modelo, se tiene 5 rangos, los rangos considerados fueron 0-5 %, 5-15 %, 15- 25 %, 25 – 50 % y >50 %.

#### ***3.3.8.3. Incorporación de los datos climáticos a SWAT***

Los datos climáticos de precipitación, temperatura Maximina y mínima, obtenidos del producto PISCO se agregan al modelo a través de la interfaz de ArcSWAT, las variables climáticas de velocidad del viento, horas de sol, han sido generadas con el propio motor climático del modelo SWAT, al no encontrar dicha información en estaciones cercanas.

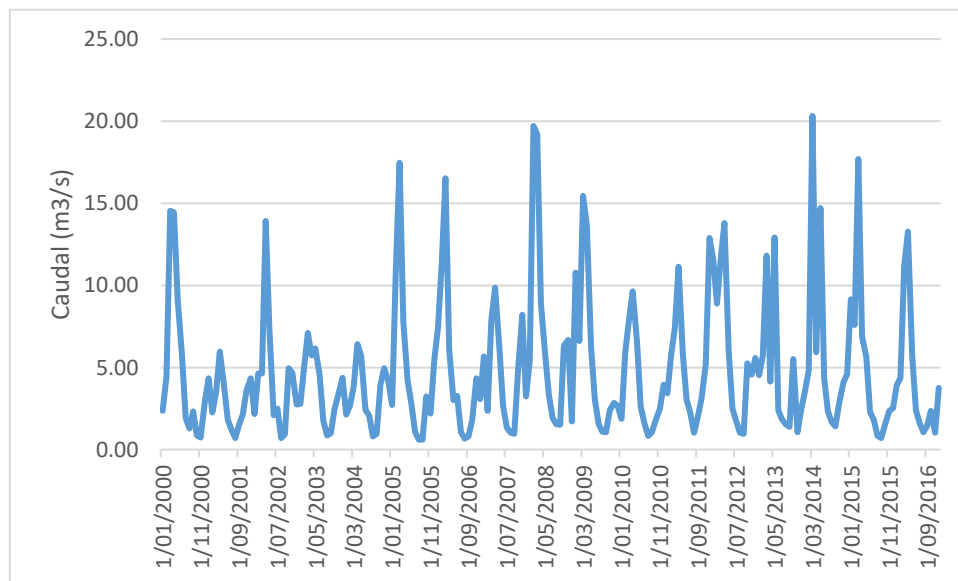
Este proceso nos permite generar tablas, que son añadidas a las HRU's con el que trabajara el modelo hidrológico SWAT,

#### ***3.3.8.4. Simulación hidrológica con el modelo hidrológico SWAT***

Finalmente, tras la creación de las tablas, se configura los años de simulación, así como el intervalo de tiempo que se modelara, para el presente estudio los años modelados fueron 2000 - 2016 a nivel mensual.

**Figura 15**

*Caudal simulado para la cuenca Amoju, Periodo 2000 - 2016*



### **3.3.8.5. Generación de los caudales con el modelo hidrológico SWAT**

#### **a. Calibración y validación del modelo hidrológico SWAT**

Como caudal base se utilizó, los datos del producto GR2M\_HyM, generado por SENAMHI, en donde se tiene caudales a nivel mensual para la cuenca Amoju. Luego de haber obtenido los resultados del modelo hidrológico SWAT se procedió a realizar la calibración y validación del modelo con el estadístico de Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), teniendo en cuenta los valores de criterio que se muestran en la tabla 10.

Ecuación de Nash-Sutcliffe efficiency (NSE)

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_m^t)^2}{\sum_{t=1}^T (Q_0^t - Q_0)^2}$$

Donde:

$Q_0^t$ : Es el valor observado

$Q_m^t$ : Valor simulado

$Q_0$ : Promedio del valor de la observación

**Tabla 10***Valores de criterio de Nash Sutcliffe efficiency*

<b>Ajuste</b>	<b>NSE</b>
Insuficiente	< 0.2
Satisfactorio	0.2 – 0.4
Bueno	0.4 – 0.6
Muy bueno	0.6 – 0.8
Excelente	> 0.8

Fuente: (Cabrera &amp; Eng, 2016)

El proceso de calibración y validación de los resultados, se realizó de forma manual, dividiendo la data histórica en dos partes, para el proceso de calibración se analizó los datos simulados desde el año 2000 hasta el 2007 y para el proceso de validación se analizó los datos simulados desde el año 2008 hasta el 2016. Posterior a ello se identificó los parámetros sensibles que afectan al modelo, la selección de los parámetros de entrada se tomó como base los parámetros reportados por (Arnold et al., 2012).

**Tabla 11***Parámetros sensibles del modelo SWAT*

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Grado de sensibilidad</b>	<b>Parámetro de salida que modifica</b>
CN2	Curva numero	Alto	Escorrimento superficial
RCHRG_DP	Fracción de percolación de acuífero	Alto	Recarga de acuífero profundo
SLSOIL	Longitud de decantación para el flujo subsuperficial lateral	Alto	Escorrimento subsuperficial
ALPHA_BF	Factor de flujo base	Medio	Escorrimento subsuperficial
GW_REVAP	Coefficiente de “real” del agua subterránea	Medio	Escorrimento de retorno
REVPMN	Umbral de profundidad del agua en el acuífero somero para ocurrir	Medio	Escorrimento de retorno
QWGMN	Profundidad umbral del agua en el acuífero somero para producir flujo de retorno	Medio	Escorrimento superficial
SOL_Z	Profundidad máxima del suelo	Alto	Escorrimento superficial
SURLAG	Coefficiente de retardo de escorrentía superficial	Medio	Escorrimento superficial



GW_DELAY	Temporizador de retardo subterráneo	Bajo	Escurrimiento superficial
SOIL_AWC	Capacidad de agua disponible en el suelo	Bajo	Escurrimiento superficial
ESCO	Factor de compensación de la evaporación del suelo	Bajo	Evaporación

Fuente: (Arnold et al., 2012)

Estos parámetros de ajuste, sirvieron para poder ajustar los caudales simulados con los caudales observados, para posteriormente ingresar las variables climáticas a futuro (2030 – 2060),

### ***3.3.8.6. Simulación del escenario de cambio climático en el modelo hidrológico SWAT***

Para esta última etapa, se ingresaron los datos obtenidos de los GCM, a los cuales se realizó el proceso de Downscaling. Posterior a ello se volvió a ejecutar el modelo hidrológico SWAT, considerando los parámetros de calibración y validación que permitieron un buen ajuste entre la data observada y simulada.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Resultados

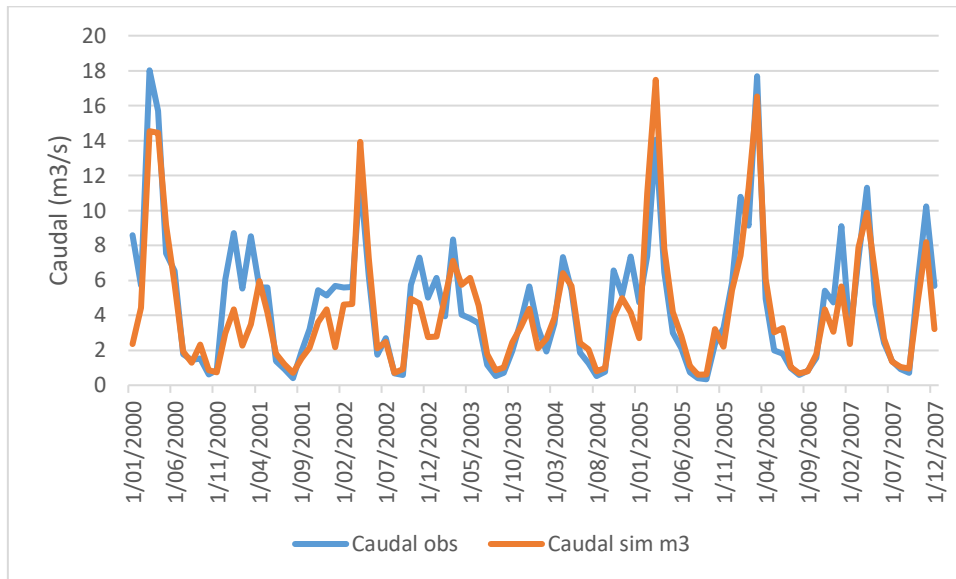
##### 4.1.1. Calibración y validación

La calibración y validación del modelo hidrológico SWAT, consistió en alcanzar un ajuste que satisfaga la investigación entre los caudales simulados y observados en la cuenca Amaju, mediante la variación de los parámetros sensibles y con influencia directa en la generación de caudales por el modelo SWAT.

Luego de realizar la simulación, se realizó la calibración de los datos para el periodo 2000 – 2007, se implementó el coeficiente de determinación Nash-Sutcliffe efficiency (NSE), para conocer el valor de ajuste entre los caudales simulados y observados, obteniendo como resultado 0.64 siendo este valor no aceptable, posterior a ello se ejecutó diferentes calibraciones llegando a obtener un valor de NSE igual a 0.81 siendo este un valor aceptable, luego se realizó la validación en donde se obtuvo como valor 0.84 siendo excelente según la tabla 10.

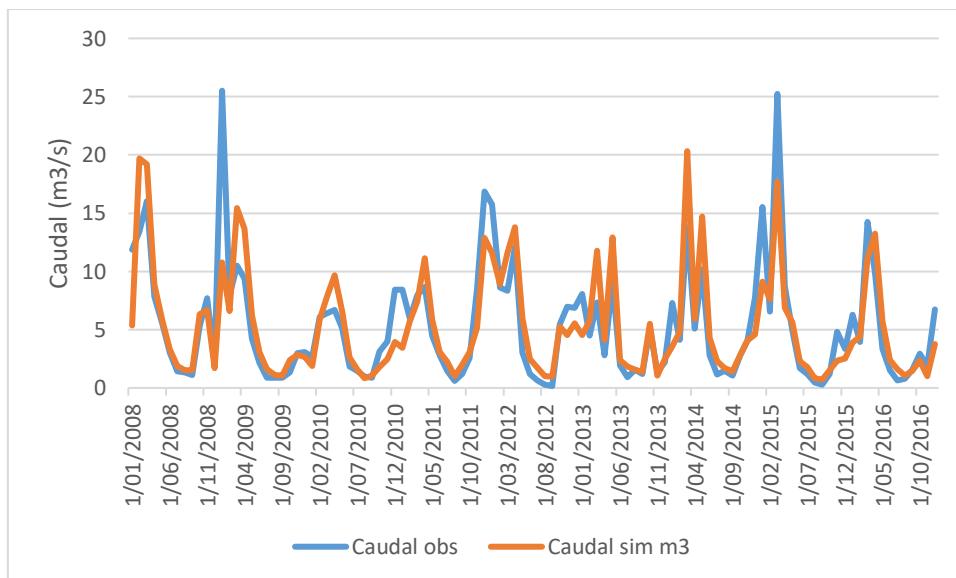
A continuación, se muestra las gráficas de la calibración y la validación (Figura 16 y 17). De Color azul los caudales observados y de color naranja los caudales simulados.

**Figura 16**  
*Calibración del modelo hidrológico SWAT*



En la figura 16, se observa una correlación entre los datos observados y simulado, generándose el caudal más alto entre los meses de diciembre a abril.

**Figura 17**  
*Validación del modelo hidrológico SWAT*



En la figura 17, se observa una correlación con mejor ajuste que la calibración, entre las variables observadas y simuladas, siendo de gran importancia para la generación de nuestros caudales futuros.

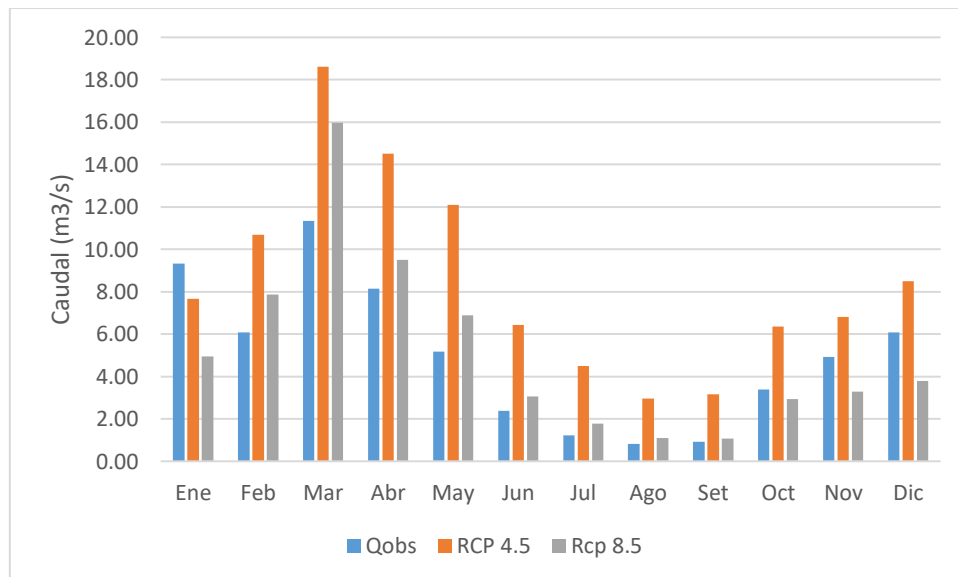
#### 4.1.2. Simulación de caudales con escenario de cambio

Luego de haber calibrado y validado, se reemplazó la información climática histórica por información futura, lo cual nos permitió evaluar el escenario futuro (Variabilidad en los caudales al periodo 2030 – 2060), obteniendo los siguientes resultados.

En la figura 18, observamos la disponibilidad hídrica futura en comparación con los caudales observados. Esta grafica nos permite determinar la afectación positiva o negativa en la disponibilidad hídrica futura (Caudales).

**Figura 18**

*Caudales Observados Vs Caudales RCP 4.5 Vs RCP 8.5*



En la figura 18, según el RCP 4.5, el caudal es mayor en comparación al observado, a excepción del mes de enero.

Según el RCP 8.5, se muestra una disminución en los meses de octubre a enero, a diferencia de los meses de febrero a septiembre en donde se tiene un incremento en el caudal.

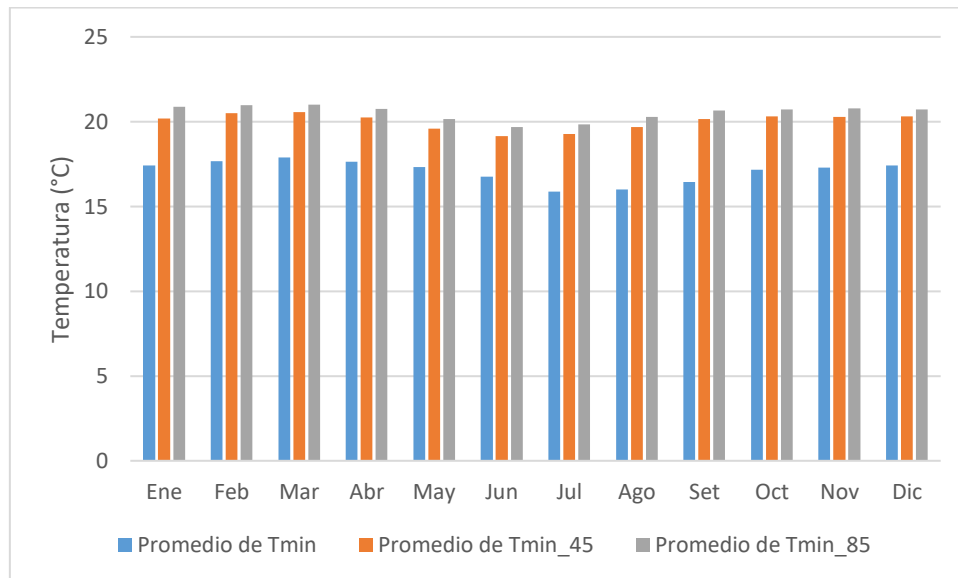
#### 4.1.3. Cambios en la temperatura mínima y máxima

A continuación, se muestra la variabilidad en la temperatura mínima y máxima en las figuras 19 y 20.

En la figura 19, se muestra la variación de la temperatura mínima, encontramos que, en el RCP 4.5 se muestra un incremento al igual que en el RCP 8.5, el incremento es mayor en el escenario RCP 8.5.

**Figura 19**

*Temperatura mínima observada Vs RCP 4.5 Vs 8.5*

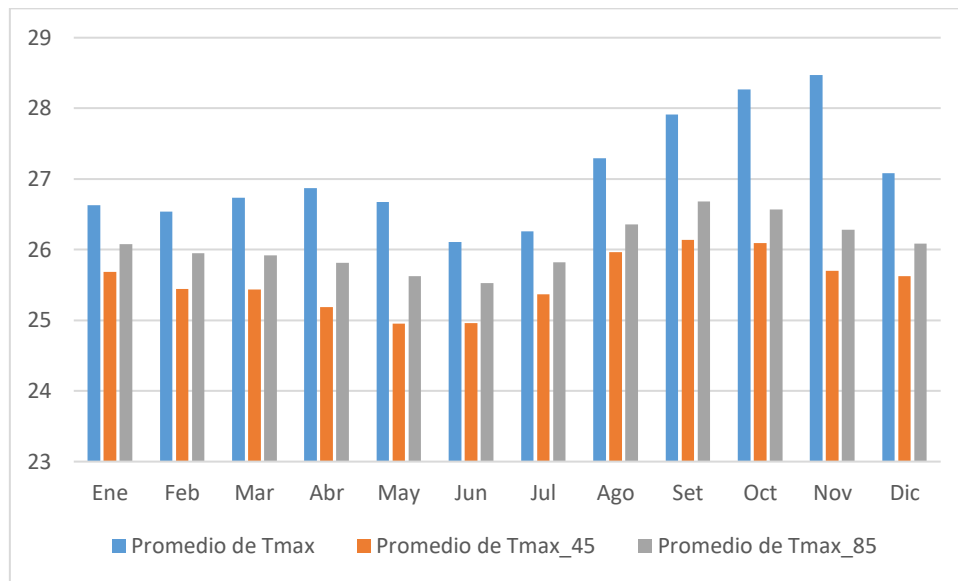


Se muestra las temperaturas, de color azul el promedio histórico, de color naranja la temperatura del RCP 4.5 y de color gris la temperatura del RCP 8.5, se observa que la temperatura mínima sobrepasa los 20 °C entre los meses de agosto a abril.

En la figura 20, se muestra la variación de la temperatura máxima, encontramos, una disminución en la temperatura, siendo esto favorable a la disponibilidad hídrica.

**Figura 20**

*Temperatura máxima observada Vs RCP 4.5 Vs 8.5*



Los meses de agosto a enero sobrepasan los 26 °C en el RCP 8.5, a diferencia de del RCP 4.5 solo en los meses de septiembre a octubre sobrepasa los 26 °C.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Los resultados de aplicación, calibración y validación del modelo hidrológico SWAT la cuenca del río Amaju, se evaluaron con Nash-Sutcliffe efficiency, los valores obtenidos para la calibración fueron de 0.81 y para la validación 0.84.

De los resultados obtenidos, podemos concluir que, se muestra un incremento en la disponibilidad hídrica en el periodo 2030 – 2060, según el RCP 4.5 se genera un incremento del 3.54% y en el RCP 8.5 se muestra un Incremento de 0.20%. Estos resultados son consistentes con otros estudios realizados en el norte del país, en donde señalan un incremento de la disponibilidad hídrica (León Ochoa & Portuguez Maurtua, 2019). Al igual que a nivel internacional, se encontró estudios con incremento en el caudal a futuro en el estudio realizado por (Dahal et al., 2020; Gabiri et al., 2020; Paul et al., 2020; Steele-Dunne et al., 2008)

Para la temperatura mínima en el RCP 4.5, se muestra un incremento porcentual de 8.48 %, a diferencia del RCP 8.5 en donde se muestra un incremento de 3.46%. Para la temperatura máxima se genera una disminución en la temperatura, según el RCP 4.5 de 1.52% y el RCP 8.5 una disminución de 1.01. Siendo esto coincidente con los estudios realizados por (Stehr & Luis, 2010; Zhang et al., 2019).

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguila, S., & Mejía, J. A. (2020). Modelamiento Estocástico de las descargas del río Pisco / Perú con fines de aprovisionamiento hídrico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 77. <https://doi.org/10.21704/rea.v19i2.1558>
- Arnold, J. G., Moriasi, D. N., Gassman, P. W., Abbaspour, K. C., White, M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R. D., van Griensven, A., Liew, M. W. van, Kannan, N., Jha, M. K., Harmel, D., Member, A., Liew, M. W. van, & Arnold, J.-F. G. (2012). SWAT: MODEL USE, CALIBRATION, AND VALIDATION. *Transactions of the ASABE*, 55(4), 1491–1508. <http://swatmodel.tamu.edu>
- Autoridad Nacional Del Agua (ANA). (2012). *Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira-Piura*.
- Aybar, C., Fernández, C., Huerta, A., Lavado, W., Vega, F., & Felipe-Obando, O. (2020). Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day. *Hydrological Sciences Journal*, 65(5), 770–785. <https://doi.org/10.1080/02626667.2019.1649411>
- Bateman, A. (2007a). Hidrología aplicada. In *Grupo de Investigacion en Transporte de Sedimentos*.
- Bateman, A. (2007b). HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA. In *Grupo de Investigacion en Transporte de Sedimentos*.
- Cabrera, J., & Eng, C. (2016). *Calibración de Modelos Hidrológicos*.



- Calderón Cancelada, M. A. (2016). *NA*. Universidad de Cantabria.
- Chanca, A. (2015). “Percepciones y Perspectivas Socioculturales de los Pobladores Sobre el Cambio Climático en Huayllahuara – Huancavelica 2015.” In *Ekp* (Vol. 13, Issue 3).
- Choudhary, D. (2018). *Methods of Evapotranspiration. March*.  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14533.76007>
- Cruz-Arévalo, B., Gavi-Reyes, F., Martínez-Menez, M., & Juárez-Méndez, J. (2020). Uso de suelo y su efecto en el escurrimiento modelado con SWAT. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 34. <https://doi.org/10.24850/J-TYCA-2021-02-04>
- Dahal, P., Shrestha, M. L., Panthi, J., & Pradhananga, D. (2020). Modeling the future impacts of climate change on water availability in the Karnali River Basin of Nepal Himalaya. *Environmental Research*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109430>
- Dávila, M. (2018). EFECTOS ADVERSOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA DISPONIBILIDAD DEL AGUA PARA USO AGRARIO Y POBLACIONAL, EN LA SUBCUENCA TRES RÍOS- SAN LUCAS, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA. In *Universidad de Cajamarca*.
- Di Gregorio, A., & Jansen, L. J. M. (2000). Land Cover Classification System (LCCS): Classification Concepts and User Manual. In *Fao* (Vol. 53).

- Escobar, M., & Davias, M. (2011). evaluación de los impactos del cambio climático en la hidrología de montaña. *STOCKHOLM ENVIRONMENT INSTITUTE*, 1–4.
- Fallas, J. (n.d.). Modelos *digitales de elevación: Teoría, métodos de interpolación y aplicaciones Hydrometeorology of tropical cloud forest View project GIS and Wildlife Management View project*.  
<https://www.researchgate.net/publication/229021279>
- FAO, O. de las naciones unidas. (1992). *Convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático*.
- Gabiri, G., Diekkrüger, B., Näschen, K., Leemhuis, C., van der Linden, R., Mwanjalolo Majaliwa, J. G., & Obando, J. A. (2020). Impact of climate and land use/land cover change on the water resources of a tropical inland valley catchment in Uganda, East Africa. *Climate*, 8(8).  
<https://doi.org/10.3390/CLI8070083>
- Giorgi, F., Shields Brodeur, C., & Bates, G. (1994). *Regional Climate Change over the United States Produced with a Nested Regional Climate Model*.
- Global Water Partnership. (2009). Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas. In *Global Water Partnership*.
- Grizzetti, B., Lanza, D., Lique, C., Reynaud, A., & Cardoso, A. C. (2016). Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science and Policy*, 61, 194–203.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.008>

- Gudmundsson, L., Bremnes, J. B., Haugen, J. E., & Engen-Skaugen, T. (2012). Technical Note: Downscaling RCM precipitation to the station scale using statistical transformations &ndash; A comparison of methods. *Hydrology and Earth System Sciences*, *16*(9), 3383–3390. <https://doi.org/10.5194/hess-16-3383-2012>
- Huerta, A., Waldo, L., & Aybar, C. (2018). PISCO temperatura v.1.1. Senamhi - Dhi-2018, 1, 1–15.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2007). Climate change 2007. In *Weather* (Vol. 59, Issue 8).
- IPCC. (2014). Cambio climático 2014: Informe de Síntesis. In *Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*.
- Jodar, A., Ruiz, M., & Melgarejo, J. (2018a). Evaluación del impacto del cambio climático sobre una cuenca hidrológica en régimen natural (SE, España) usando un modelo SWAT. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, *35*(3), 240–253. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.564>
- Jodar, A., Ruiz, M., & Melgarejo, J. (2018b). Evaluación del impacto del cambio climático sobre una cuenca hidrológica en régimen natural (SE, España) usando un modelo SWAT. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, *35*(3), 240–253. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.564>
- Lambin, E. F., Baulies, X., Bockstael, N., Fischer, G., Krug, T., Leemans, R., Moran, E. F., Rindfuss, R. R., Sato, Y., Skole, D., Turner II, B. L., & Vogel, C. (1999). Land-use and land-cover change (LUCC) implementation strategy. In *Global Change (IGBP)*.

- Le Maitre, D. C., Kotzee, I. M., & O'Farrell, P. J. (2014). Impacts of land-cover change on the water flow regulation ecosystem service: Invasive alien plants, fire and their policy implications. *Land Use Policy*, 36, 171–181. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.07.007>
- León Ochoa, R. F., & Portuguez Mautua, D. M. (2019). MODELACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA DEL RIO PIURA - PERU, CONSIDERANDO LA INCIDENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 21(3), 182–193. <https://doi.org/10.18271/ria.2019.476>
- León, R. F., Portuguez, D. M., & Chávarri, E. D. (2019). Modelación de la disponibilidad hídrica del río Piura - Perú, considerando la incidencia del cambio climático. *Resvista Investigación Altoandina*, 21(3), 182–193. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18271/ria.2019.476> Journal
- Llauca, H., Lavado-Casimiro, W., Montesinos, C., Santini, W., & Rau, P. (2021). PISCO\_HyM\_GR2M: A model of monthly water balance in Peru (1981–2020). *Water (Switzerland)*, 13(8). <https://doi.org/10.3390/w13081048>
- Lovino, M. A., Müller, O. v., Berbery, E. H., & Müller, G. v. (2018). Evaluation of CMIP5 retrospective simulations of temperature and precipitation in northeastern Argentina. *International Journal of Climatology*, 38, e1158–e1175. <https://doi.org/10.1002/joc.5441>
- Lujano, E., Sosa, J. D., Lujano, A., & Lujano, R. (2016). Modelación hidrológica semidistribuida en la región hidrográfica del Titicaca: caso de estudio cuenca del

río Ramis, Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 18(4), 431–438.  
<https://doi.org/10.18271/ria.2016.235>

Madsen, H. (2000). *Automatic calibration of a conceptual rainfall–runoff model using multiple objectives*. 235, 276–288. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00279-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00279-1)

Marshall, A., Aalen, R. B., Audenaert, D., Beeckman, T., Broadley, M. R., Butenko, M. A., Caño-Delgado, A. I., de Vries, S., Dresselhaus, T., Felix, G., Graham, N. S., Foulkes, J., Granier, C., Greb, T., Grossniklaus, U., Hammond, J. P., Heidstra, R., Hodgman, C., Hothorn, M., ... De Smet, I. (2012). Tackling drought stress: RECEPTOR-LIKE KINASES present new approaches. *Plant Cell*, 24(6), 2262–2278. <https://doi.org/10.1105/tpc.112.096677>

Martínez, Y., & Villalejo, V. (2018). La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 39(1), 58–72.

Mendoza, V. M., Villanueva, E. E., & Adem, J. (1997). Vulnerability of basins and watersheds in Mexico to global climate change. *Climate Research*, 9(1–2), 139–145. <https://doi.org/10.3354/cr009139>

Menéndez, C. G., De Castro, M., Sörensson, A., & Boulanger, J. P. (2010). CLARIS project: Towards climate downscaling in South America. *Meteorologische Zeitschrift*, 19(4), 357–362. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2010/0459>

Menzel, L., & Bürger, G. (2002). Climate change scenarios and runoff response in the Mulde catchment (Southern Elbe, Germany). *Journal of Hydrology*, 267(1–2), 53–64. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(02\)00139-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694(02)00139-7)

- Murphy, J. (n.d.). *An Evaluation of Statistical and Dynamical Techniques for Downscaling Local Climate*.
- Neitsch, S., Arnold, J., Kiniry, J., & Williams, E. (2010). Soil and Water Assessment Tool Input/Output File Documentation Version 200. *Soil and Water Assessment Tool*, 643.
- Ngai, S. T., Tangang, F., & Juneng, L. (2017). Bias correction of global and regional simulated daily precipitation and surface mean temperature over Southeast Asia using quantile mapping method. *Global and Planetary Change*, 149, 79–90. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.12.009>
- Olabanji, M. F., Ndarana, T., Davis, N., & Archer, E. (2020). Climate change impact on water availability in the olifants catchment (South Africa) with potential adaptation strategies. *Physics and Chemistry of the Earth, May*, 102939. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102939>
- Ordoñez, J. (2011). " Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico ". *Foro Peruano Para El Agua—GWP Perú*, 41.
- Paul, M., Dangol, S., Kholodovsky, V., Sapkota, A. R., Negahban-Azar, M., & Lansing, S. (2020). Modeling the impacts of climate change on crop yield and irrigation in the monocacy river watershed, usa. *Climate*, 8(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/cli8120139>
- Ph Piedelievre, J. (1995). High resolution climate simulation over Europe. In *Climate Dynamics* (Vol. 11).

- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategías de Extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Conceptos y Experiencias* (p. 320).
- Rodríguez, C., & Ramón, J. (2021). Estudio hidromorfológico de la cuenca La Mona, El Cady y el riesgo de inundaciones imprevistas. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.*, 8(15), 28.
- Rosenqvist, A., Shimada, M., Ito, N., & Watanabe, M. (2007). ALOS PALSAR: A pathfinder mission for global-scale monitoring of the environment. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 45(11), 3307–3316. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2007.901027>
- Rudolf, G., Matthew, W., & Roelof, B. (2002). *A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services* (pp. 393–408). [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- SEMARNAT. (2015). *Informe de la situación del Medio Ambiente en México*.
- Steele-Dunne, S., Lynch, P., McGrath, R., Semmler, T., Wang, S., Hanafin, J., & Nolan, P. (2008). The impacts of climate change on hydrology in Ireland. *Journal of Hydrology*, 356(1–2), 28–45. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.03.025>
- Stehr, M., & Luis, J. (2010). *Tecnología y Ciencias del Agua*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=353531971002>
- Trzaska, S., & Schnarr, E. (2014). A review of downscaling methods for climate change projections. *United States Agency for International Development by Tetra Tech ARD, September*, 1–42.

- Uribe, N. (2016). (Soil and Water Assessment Tool) Conceptos básicos y guía rápida para el usuario. *EEA INTA Balcarce Universidad Nacional de Mar Del Plata*, 42.
- Vargas, P. (2009). *El cambio climático y sus efectos en el Perú*. 1–59.
- Velázquez, J. A., Dávila, R., & Algara, M. (2020). Variabilidad del impacto del cambio climático en el régimen hidrológico de dos cuencas de la región Huasteca. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 21(3), 1–12. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21.3.021>
- Veldkamp, A., & Lambin, E. F. (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 85(1–3), 1–6. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00199-2)
- Vera, C., & Camilloni, I. (2010). Ciencias Naturales. El ciclo del agua. *E.Explora*, 2–5.
- Vera, D. (2010). *Estudio de comparación entre coeficientes de escorrentía en cuencas experimentales del sur de Chile*. 118.
- Victor, I., Burgos, H., Ana, L., & Salcedo, P. (n.d.). *Modelos digitales de elevación: Tendencias, correcciones hidrológicas y nuevas fuentes de información*.
- Wilby, R. L., & Dawson, C. W. (2013). The statistical downscaling model: Insights from one decade of application. *International Journal of Climatology*, 33(7), 1707–1719. <https://doi.org/10.1002/joc.3544>
- Yang, N., Men, B. H., & Lin, C. K. (2011). Impact analysis of climate change on water resources. *Procedia Engineering*, 24, 643–648. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2710>



Zhang, H., Wang, B., Liu, D. L., Zhang, M., Feng, P., Cheng, L., Yu, Q., & Eamus, D. (2019). Impacts of future climate change on water resource availability of eastern Australia: A case study of the Manning River basin. *Journal of Hydrology*, 573, 49–59. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.067>

## CAPÍTULO VII

### ANEXOS

Tabla 12. Precipitación mensual por estación

Fecha	Estación 1	Estación 2	Estación 3	Estación 4	Estación 5	Estación 6	Estación 7	Estación 8
Ene-2000	52.83	107.78	52.87	152.95	54.99	97.50	270.30	209.41
Feb-2000	44.47	66.81	54.36	154.82	53.24	68.20	152.56	157.72
Mar-2000	153.84	322.58	217.78	588.01	131.92	241.67	477.06	496.40
Abr-2000	224.52	356.95	309.54	339.55	190.15	262.45	369.58	384.27
May-2000	60.27	50.05	45.74	91.95	44.30	47.03	103.35	95.59
Jun-2000	85.87	87.53	82.36	90.65	69.89	82.96	103.04	112.57
Jul-2000	19.46	19.76	18.62	13.71	12.77	12.11	15.60	16.47
Ago-2000	18.93	24.58	23.32	20.09	18.42	23.57	23.53	19.86
Sep-2000	51.17	30.86	52.89	20.47	39.65	36.45	19.91	22.51
Oct-2000	9.32	5.77	8.35	3.97	7.09	5.99	3.84	4.30
Nov-2000	23.22	25.70	13.40	17.57	20.85	19.00	20.19	25.89
Dic-2000	91.08	105.16	90.60	78.99	94.59	77.41	71.60	68.75
Ene-2001	41.05	101.12	47.57	163.16	50.47	98.48	268.77	212.55
Feb-2001	43.95	40.55	39.94	71.47	41.52	42.06	71.58	72.16
Mar-2001	59.37	122.80	86.69	219.55	70.22	109.15	189.58	216.24
Abr-2001	104.14	150.57	129.77	136.00	87.65	113.85	151.44	155.77
May-2001	62.56	50.36	46.82	91.47	45.19	47.23	101.93	96.61
Jun-2001	8.22	13.00	9.74	14.86	6.08	8.98	14.56	13.69
Jul-2001	15.99	28.87	20.62	27.79	10.26	13.76	28.55	28.80
Ago-2001	5.37	6.50	5.97	5.47	4.51	5.43	5.79	4.78
Sep-2001	75.36	48.03	82.56	29.41	50.94	47.25	28.63	32.86
Oct-2001	65.55	61.52	73.24	53.01	51.62	54.81	47.53	50.11
Nov-2001	70.09	128.26	55.72	111.12	57.97	70.09	106.02	103.86
Dic-2001	99.43	104.63	91.37	63.59	97.15	68.73	55.86	52.24
Ene-2002	52.44	89.02	45.33	122.05	57.71	96.26	237.39	163.32
Feb-2002	60.34	72.65	63.78	113.29	54.14	62.85	112.83	106.80
Mar-2002	62.96	116.08	84.28	184.66	61.62	92.44	153.71	163.14
Abr-2002	210.35	277.77	253.81	255.98	175.02	214.44	279.25	290.89
May-2002	63.85	49.51	45.07	78.17	40.37	42.84	90.52	83.78
Jun-2002	16.29	16.51	16.03	18.72	12.64	16.39	19.42	20.78
Jul-2002	42.38	49.79	44.40	40.03	29.37	30.86	43.77	46.28
Ago-2002	0.70	1.68	1.19	1.73	0.68	1.23	1.87	1.07
Sep-2002	23.58	10.78	21.20	5.88	19.04	13.68	6.21	7.39
Oct-2002	147.72	129.18	161.05	107.00	112.00	117.52	96.50	102.45
Nov-2002	125.79	148.36	82.84	107.27	103.60	100.76	112.54	118.41
Dic-2002	74.61	102.32	78.66	74.22	73.65	62.17	61.22	54.21
Ene-2003	47.77	91.43	46.99	112.96	54.13	97.04	216.00	163.53
Feb-2003	34.07	49.03	39.79	99.99	37.40	46.89	104.62	104.45
Mar-2003	84.36	123.08	92.54	223.57	64.30	97.28	179.17	193.61

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Abr-2003	70.19	118.54	96.96	99.11	57.29	84.72	117.80	116.72
May-2003	58.84	34.62	34.81	55.79	39.82	33.65	65.57	57.40
Jun-2003	49.22	41.32	43.76	50.20	35.94	42.93	55.41	60.72
Jul-2003	9.49	14.14	11.32	13.29	6.71	8.22	13.66	13.97
Ago-2003	7.08	8.80	8.26	6.12	6.38	7.96	7.41	5.75
Sep-2003	39.74	27.82	45.79	15.94	26.14	25.36	15.18	16.41
Oct-2003	52.57	41.69	55.59	28.91	34.42	35.13	25.63	27.53
Nov-2003	69.16	98.78	44.62	64.19	54.40	53.98	66.77	66.40
Dic-2003	89.29	93.03	82.48	60.10	85.19	63.29	55.19	52.64
Ene-2004	23.08	56.25	25.80	77.07	25.53	48.55	128.18	94.36
Feb-2004	21.75	18.03	18.63	33.57	21.86	22.02	38.65	43.69
Mar-2004	39.14	50.13	40.53	73.59	28.76	39.35	61.56	68.79
Abr-2004	148.75	220.42	193.96	190.71	113.24	152.03	213.46	216.44
May-2004	46.93	31.70	30.68	52.58	28.32	28.09	61.57	52.74
Jun-2004	22.88	17.18	19.04	14.42	17.51	16.56	15.84	16.06
Jul-2004	25.54	37.80	30.03	33.81	18.08	21.42	35.46	36.64
Ago-2004	10.16	7.08	8.81	3.91	9.02	8.44	5.25	4.79
Sep-2004	22.62	20.27	28.98	15.06	17.76	18.25	14.26	15.67
Oct-2004	128.16	112.81	144.32	100.63	99.90	106.77	89.23	94.48
Nov-2004	80.67	106.90	43.85	65.60	57.24	55.27	66.41	61.29
Dic-2004	104.29	133.84	104.20	95.09	95.18	76.95	78.30	69.06
Ene-2005	52.07	82.34	47.68	73.28	60.50	100.74	169.78	138.27
Feb-2005	76.34	88.57	78.33	166.48	75.80	86.88	180.04	178.50
Mar-2005	137.16	294.07	184.26	595.88	98.99	184.21	440.88	437.23
Abr-2005	101.95	137.91	127.22	109.79	86.38	104.04	132.06	145.67
May-2005	42.56	23.71	27.97	24.60	28.99	23.50	30.19	31.07
Jun-2005	36.09	29.65	32.11	26.64	28.22	29.51	29.74	32.02
Jul-2005	10.41	7.43	8.73	4.12	6.96	5.98	5.14	6.06
Ago-2005	8.03	7.67	8.38	5.64	8.18	8.77	7.02	6.44
Sep-2005	10.82	9.97	13.20	6.93	7.45	7.77	6.15	6.51
Oct-2005	66.50	56.31	72.31	46.46	54.24	52.38	41.09	41.68
Nov-2005	80.50	78.37	47.91	41.38	68.76	56.44	47.92	52.25
Dic-2005	122.78	149.66	116.83	94.73	114.25	82.84	78.85	68.19
Ene-2006	115.21	201.71	108.60	244.26	113.82	192.63	429.30	307.40
Feb-2006	63.35	90.56	76.81	167.30	76.70	92.95	162.30	174.36
Mar-2006	142.51	247.14	184.23	385.70	129.70	200.06	331.03	363.04
Abr-2006	51.62	123.07	86.43	136.90	43.35	70.85	149.40	149.16
May-2006	29.69	18.50	20.06	23.41	22.55	19.84	27.31	25.81
Jun-2006	40.78	50.45	42.59	62.75	30.98	42.88	65.18	62.86
Jul-2006	18.14	32.42	24.10	34.46	14.00	18.63	34.45	35.81
Ago-2006	14.07	16.39	15.98	11.02	11.76	15.05	13.44	9.86
Sep-2006	36.87	14.61	32.36	6.22	26.26	17.89	6.85	7.65
Oct-2006	48.32	33.04	45.59	21.13	30.92	28.26	19.79	19.19

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Nov-2006	96.78	151.39	68.51	115.44	73.85	84.93	116.08	114.24
Dic-2006	86.67	114.68	87.17	71.38	76.75	61.13	59.58	51.40
Ene-2007	77.22	134.06	76.61	169.67	84.26	138.06	288.52	220.33
Feb-2007	13.47	22.30	15.31	52.98	11.96	17.11	51.28	45.55
Mar-2007	58.21	114.12	75.56	206.93	50.22	82.40	164.29	173.79
Abr-2007	139.02	205.33	178.75	194.15	117.69	150.70	214.46	220.04
May-2007	44.76	33.50	29.32	59.49	32.98	30.10	63.89	63.19
Jun-2007	39.42	33.56	34.61	27.78	26.89	27.56	29.22	27.30
Jul-2007	25.55	27.15	25.40	18.68	16.69	15.70	22.17	23.80
Ago-2007	19.54	33.72	27.64	29.80	18.30	27.72	33.38	23.54
Sep-2007	24.75	9.56	19.33	3.58	15.33	10.62	3.97	4.49
Oct-2007	109.97	113.93	131.88	107.33	86.58	97.75	91.53	93.50
Nov-2007	195.86	274.70	126.98	199.43	160.52	166.14	209.29	219.92
Dic-2007	70.24	72.04	62.92	41.72	67.85	45.84	35.46	32.61
Ene-2008	87.41	160.36	90.02	213.89	101.74	172.72	365.32	305.01
Feb-2008	114.23	174.29	137.41	318.06	122.72	157.20	316.76	314.06
Mar-2008	98.63	199.89	140.95	373.77	102.91	172.23	315.34	354.91
Abr-2008	112.90	230.77	171.84	242.53	90.29	139.07	251.17	252.01
May-2008	62.18	39.80	42.01	57.34	46.53	42.16	66.68	63.73
Jun-2008	44.29	43.04	41.14	50.95	31.52	37.04	51.29	51.46
Jul-2008	26.82	44.27	32.94	43.96	18.67	22.39	42.95	39.91
Ago-2008	26.84	41.15	39.19	32.49	23.54	38.65	37.55	32.30
Sep-2008	27.69	12.17	26.37	6.37	22.60	16.70	6.75	8.88
Oct-2008	141.92	121.81	155.83	99.05	107.54	108.60	86.12	91.41
Nov-2008	155.02	220.62	108.85	170.27	122.65	136.24	174.48	175.06
Dic-2008	32.69	22.13	23.87	10.61	29.66	17.47	10.66	11.21
Ene-2009	162.23	312.79	173.83	427.36	180.75	304.76	638.89	517.03
Feb-2009	59.23	72.16	65.19	119.65	65.35	76.34	122.03	130.62
Mar-2009	74.79	160.79	109.27	313.68	78.08	136.74	259.99	302.00
Abr-2009	160.13	228.25	202.91	172.07	135.24	169.55	214.01	224.82
May-2009	55.50	36.54	36.85	52.96	37.59	37.39	66.85	66.27
Jun-2009	38.44	33.65	34.03	29.48	29.63	32.67	33.09	36.94
Jul-2009	17.55	20.62	17.67	14.38	9.55	10.26	16.19	16.46
Ago-2009	20.05	34.52	27.79	29.88	19.15	28.20	35.15	24.67
Sep-2009	33.40	15.93	31.13	8.00	23.99	17.55	8.16	8.99
Oct-2009	42.42	32.67	46.75	26.68	37.24	36.13	24.35	28.35
Nov-2009	77.41	105.68	56.50	79.21	68.46	72.69	83.50	92.72
Dic-2009	45.22	74.84	52.58	57.78	44.93	40.40	45.26	39.28
Ene-2010	15.22	59.79	19.09	107.28	17.29	45.65	197.75	117.93
Feb-2010	73.77	90.83	80.37	154.52	73.25	85.96	158.05	158.68
Mar-2010	37.05	83.43	54.64	177.90	39.09	70.32	144.34	169.08
Abr-2010	92.04	158.38	126.89	149.98	75.22	104.97	163.45	163.68
May-2010	65.45	43.56	46.65	60.67	46.37	42.90	71.55	66.12

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Jun-2010	26.28	27.56	26.54	30.05	21.63	24.89	31.59	33.01
Jul-2010	27.17	34.18	28.85	25.42	18.02	19.19	27.97	28.40
Ago-2010	17.12	27.26	23.05	22.59	15.54	22.21	25.08	18.77
Sep-2010	28.82	13.63	27.44	7.42	17.92	13.39	6.73	7.44
Oct-2010	65.70	60.05	74.41	54.41	60.16	60.36	49.27	57.16
Nov-2010	94.11	81.47	42.83	39.10	64.74	48.99	43.07	43.22
Dic-2010	115.44	120.15	105.82	74.11	103.16	75.88	66.63	60.40
Ene-2011	108.04	157.59	97.36	163.72	113.97	169.72	292.25	246.03
Feb-2011	41.47	41.56	38.76	77.08	45.08	47.04	79.15	89.38
Mar-2011	92.33	133.01	95.00	263.65	60.53	95.64	189.96	206.59
Abr-2011	114.21	219.47	170.41	239.90	97.31	147.84	250.61	254.95
May-2011	48.70	40.51	38.04	62.91	35.62	37.20	70.74	66.62
Jun-2011	44.93	43.11	43.36	41.59	32.47	37.82	43.64	43.44
Jul-2011	28.00	46.40	34.03	40.87	18.04	22.10	41.67	39.18
Ago-2011	6.67	10.68	9.18	9.97	6.41	9.23	11.02	8.90
Sep-2011	38.79	30.19	45.79	20.78	28.47	27.80	19.14	20.33
Oct-2011	50.35	52.02	60.01	46.14	41.89	47.53	41.32	44.61
Nov-2011	165.15	200.72	105.53	136.28	125.30	121.20	140.40	141.46
Dic-2011	239.61	253.18	224.32	167.45	224.10	174.07	151.67	145.97
Ene-2012	106.98	247.38	105.13	347.51	115.17	231.07	661.74	471.67
Feb-2012	81.64	106.17	92.05	182.04	85.52	103.17	181.62	188.54
Mar-2012	65.24	115.56	86.59	190.52	64.03	103.26	167.85	206.01
Abr-2012	153.63	234.65	217.81	234.99	129.70	181.31	258.83	288.57
May-2012	37.52	29.66	26.94	47.80	25.37	26.34	56.08	49.93
Jun-2012	22.25	18.96	19.30	16.63	14.68	16.26	18.47	18.06
Jul-2012	11.13	9.95	10.29	6.69	7.45	6.98	7.71	8.41
Ago-2012	4.80	8.81	6.80	8.77	4.04	6.61	9.16	6.52
Sep-2012	6.04	2.06	5.21	0.47	4.27	2.84	0.59	0.92
Oct-2012	137.03	127.86	154.29	111.54	108.63	112.24	95.05	98.93
Nov-2012	106.82	177.33	80.28	145.86	88.43	103.79	146.38	152.04
Dic-2012	118.26	128.67	113.69	78.41	114.48	86.85	70.49	70.67
Ene-2013	56.84	170.11	83.22	183.22	65.49	130.60	184.91	245.36
Feb-2013	58.13	49.02	54.13	60.82	62.00	61.63	70.77	92.42
Mar-2013	58.99	73.16	64.05	100.25	62.95	76.14	94.06	112.01
Abr-2013	36.23	54.51	48.32	40.98	27.55	34.79	47.53	55.16
May-2013	95.23	81.24	83.44	102.73	64.79	72.19	110.39	128.43
Jun-2013	13.78	14.34	14.80	11.30	9.56	11.98	11.66	15.49
Jul-2013	16.56	39.42	27.51	30.25	10.52	16.02	29.75	32.56
Ago-2013	30.86	41.43	43.24	23.70	25.13	33.76	25.91	27.26
Sep-2013	26.95	15.40	28.95	8.48	20.94	19.74	9.49	11.92
Oct-2013	92.00	110.88	111.22	97.21	72.83	92.64	91.47	92.81
Nov-2013	13.09	9.49	7.65	5.53	12.41	9.83	6.59	8.84
Dic-2013	36.12	49.12	40.23	38.22	35.00	33.61	32.52	33.68

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ene-2014	88.20	212.08	107.61	184.20	90.19	163.80	202.05	306.26
Feb-2014	41.98	63.07	47.94	123.78	41.84	56.26	120.41	118.41
Mar-2014	127.59	213.44	148.34	344.31	112.48	170.44	288.54	306.44
Abr-2014	76.40	97.46	90.26	71.00	49.53	62.85	77.42	85.21
May-2014	97.28	95.89	94.58	154.57	74.99	94.25	153.35	179.39
Jun-2014	31.53	33.05	33.87	27.68	23.09	28.05	28.54	34.75
Jul-2014	14.57	20.33	18.81	12.41	9.86	11.84	14.06	18.56
Ago-2014	28.04	31.39	33.10	19.87	22.64	26.12	20.87	21.11
Sep-2014	20.62	11.14	21.15	5.62	16.25	14.78	6.89	8.98
Oct-2014	70.45	80.99	87.02	72.81	50.97	69.08	65.41	66.56
Nov-2014	92.92	148.90	77.03	117.04	78.02	92.76	112.53	123.25
Dic-2014	102.38	94.97	95.41	59.36	97.29	76.80	53.11	56.61
Ene-2015	115.11	264.12	148.44	227.33	135.12	216.95	235.72	324.13
Feb-2015	78.36	86.09	80.77	137.04	78.14	89.73	145.10	149.78
Mar-2015	202.73	261.22	219.88	329.62	175.71	224.56	300.72	320.91
Abr-2015	98.39	139.87	117.67	117.16	71.93	84.93	136.47	131.76
May-2015	44.16	44.65	42.44	63.07	33.57	34.40	65.16	71.28
Jun-2015	14.25	14.39	15.05	11.56	10.70	12.50	12.04	15.01
Jul-2015	18.19	25.17	23.29	18.82	13.89	16.85	20.44	25.08
Ago-2015	6.02	8.94	8.44	7.20	5.62	7.68	7.28	7.83
Sep-2015	7.12	6.05	9.00	4.02	5.12	5.58	3.76	3.72
Oct-2015	40.48	33.47	39.64	24.14	27.52	31.50	22.67	25.56
Nov-2015	75.18	86.23	55.20	56.88	57.14	60.29	58.08	62.88
Dic-2015	53.47	57.42	52.11	37.82	50.37	41.44	32.52	34.63
Ene-2016	48.95	125.00	60.88	105.58	51.14	96.32	116.59	156.27
Feb-2016	31.35	35.12	29.74	59.65	24.79	27.95	55.70	50.73
Mar-2016	125.58	200.39	148.42	341.32	112.61	167.08	287.81	291.22
Abr-2016	136.62	241.67	188.75	258.53	108.81	156.20	265.52	266.85
May-2016	27.29	25.42	25.55	34.09	18.13	20.59	35.79	41.03
Jun-2016	16.43	16.40	17.51	12.29	11.18	13.76	13.20	16.52
Jul-2016	8.05	13.05	11.01	9.95	5.69	7.45	10.39	12.15
Ago-2016	16.49	18.30	19.64	11.84	14.34	16.50	12.71	13.72
Sep-2016	52.00	39.08	61.81	28.54	37.39	40.71	26.91	28.06
Oct-2016	50.95	56.77	65.72	54.02	46.19	60.50	53.32	58.60
Nov-2016	19.82	27.28	16.76	24.16	17.58	19.75	23.29	24.29
Dic-2016	95.71	94.95	88.93	54.91	78.65	63.28	47.38	49.43

**Tabla 13.** Temperatura mínima por estación

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ene-2000	19.39	16.42	18.69	12.96	18.91	18.69	12.96	15.51
Feb-2000	19.77	17.13	19.23	14.11	19.46	19.16	14.11	16.33
Mar-2000	20.31	17.54	19.61	14.37	19.84	19.49	14.37	16.67
Abr-2000	20.65	17.80	19.76	14.89	19.94	19.64	14.89	17.00
May-2000	20.48	17.53	19.43	14.65	19.77	19.24	14.65	16.64
Jun-2000	20.22	17.22	19.25	14.47	19.70	19.04	14.47	16.29
Jul-2000	19.06	15.79	18.23	12.48	18.85	18.04	12.48	14.79
Ago-2000	19.72	16.30	18.87	12.62	19.44	18.69	12.62	15.27
Sep-2000	20.41	17.19	19.41	13.81	19.86	19.18	13.81	16.15
Oct-2000	20.51	16.84	19.51	13.32	19.86	19.11	13.32	15.81
Nov-2000	20.07	16.55	19.02	12.98	19.18	18.79	12.98	15.37
Dic-2000	20.61	17.62	19.95	14.63	20.32	19.60	14.63	16.76
Ene-2001	20.08	17.35	19.50	14.46	19.71	19.44	14.46	16.59
Feb-2001	20.38	17.61	19.93	14.59	20.18	19.81	14.59	16.80
Mar-2001	21.04	17.97	20.60	14.75	20.84	20.32	14.75	17.07
Abr-2001	20.94	17.62	20.34	14.53	20.53	20.00	14.53	16.73
May-2001	20.48	17.45	19.46	14.54	19.80	19.25	14.54	16.51
Jun-2001	19.18	16.10	18.36	13.21	18.81	18.12	13.21	15.15
Jul-2001	19.51	16.28	18.73	13.18	19.46	18.48	13.18	15.16
Ago-2001	19.46	16.07	18.48	12.33	18.95	18.43	12.33	15.00
Sep-2001	19.71	16.60	18.70	13.31	19.08	18.54	13.31	15.59
Oct-2001	20.61	17.69	19.35	14.71	19.61	19.13	14.71	16.78
Nov-2001	20.82	18.12	19.81	15.00	19.95	19.64	15.00	17.13
Dic-2001	20.59	17.90	19.65	15.04	19.85	19.52	15.04	17.02
Ene-2002	19.90	17.30	19.04	14.27	19.16	19.15	14.27	16.48
Feb-2002	20.87	18.24	20.29	15.21	20.49	20.24	15.21	17.43
Mar-2002	21.68	18.56	21.13	15.20	21.35	20.92	15.20	17.65
Abr-2002	21.37	18.14	20.63	14.97	20.87	20.41	14.97	17.27
May-2002	20.76	17.58	19.68	14.59	19.99	19.51	14.59	16.61
Jun-2002	19.10	16.17	18.13	13.34	18.51	17.98	13.34	15.24
Jul-2002	19.53	16.60	18.56	13.46	19.08	18.45	13.46	15.61
Ago-2002	19.65	16.31	18.76	12.62	19.29	18.61	12.62	15.30
Sep-2002	19.93	16.96	18.87	13.38	19.26	18.73	13.38	15.93
Oct-2002	21.29	17.97	20.26	14.73	20.55	19.89	14.73	17.02
Nov-2002	21.25	18.43	20.39	15.11	20.54	20.14	15.11	17.42
Dic-2002	21.29	18.52	20.52	15.61	20.74	20.28	15.61	17.67
Ene-2003	20.94	18.15	20.32	15.11	20.54	20.27	15.11	17.35
Feb-2003	20.98	18.19	20.40	15.00	20.64	20.33	15.00	17.33
Mar-2003	20.88	17.85	20.22	14.51	20.47	20.06	14.51	16.92
Abr-2003	20.73	18.09	19.78	15.26	19.94	19.68	15.26	17.33
May-2003	20.51	17.74	19.41	14.90	19.71	19.24	14.90	16.88

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Jun-2003	20.05	17.23	18.92	14.38	19.30	18.80	14.38	16.30
Jul-2003	18.85	15.79	17.85	12.46	18.35	17.79	12.46	14.81
Ago-2003	19.60	16.40	18.64	12.79	19.15	18.55	12.79	15.39
Sep-2003	20.13	16.76	19.18	13.21	19.65	18.93	13.21	15.71
Oct-2003	21.18	17.78	19.97	14.47	20.33	19.63	14.47	16.79
Nov-2003	21.24	18.19	20.30	14.79	20.51	20.03	14.79	17.15
Dic-2003	20.87	17.79	20.16	14.76	20.44	19.89	14.76	16.90
Ene-2004	20.19	16.67	19.68	13.05	19.98	19.52	13.05	15.71
Feb-2004	20.86	18.00	20.39	14.83	20.66	20.25	14.83	17.16
Mar-2004	21.40	18.40	20.73	15.06	21.00	20.57	15.06	17.49
Abr-2004	21.02	17.78	20.25	14.54	20.50	20.02	14.54	16.91
May-2004	20.59	17.74	19.45	14.65	19.85	19.26	14.65	16.84
Jun-2004	19.36	16.57	18.30	13.64	18.70	18.18	13.64	15.65
Jul-2004	19.52	16.55	18.57	13.39	19.17	18.46	13.39	15.58
Ago-2004	18.81	15.83	17.75	12.39	18.20	17.78	12.39	14.87
Sep-2004	20.04	16.75	19.20	13.29	19.68	18.92	13.29	15.74
Oct-2004	21.32	18.04	20.24	14.86	20.58	19.88	14.86	17.10
Nov-2004	21.30	18.23	20.42	14.81	20.61	20.16	14.81	17.17
Dic-2004	21.01	18.05	20.21	15.01	20.45	19.99	15.01	17.15
Ene-2005	20.72	17.59	20.11	14.18	20.38	20.02	14.18	16.70
Feb-2005	21.04	18.46	20.45	15.51	20.66	20.40	15.51	17.66
Mar-2005	21.40	18.67	20.68	15.36	20.96	20.54	15.36	17.80
Abr-2005	21.31	18.35	20.46	15.33	20.72	20.27	15.33	17.54
May-2005	20.63	17.18	19.51	13.94	19.93	19.27	13.94	16.14
Jun-2005	20.30	17.47	19.08	14.38	19.51	18.99	14.38	16.51
Jul-2005	18.79	15.54	17.82	11.95	18.37	17.74	11.95	14.52
Ago-2005	19.85	16.46	18.83	12.65	19.37	18.73	12.65	15.40
Sep-2005	19.93	16.95	18.93	13.52	19.39	18.75	13.52	15.97
Oct-2005	20.64	17.65	19.41	14.47	19.77	19.14	14.47	16.69
Nov-2005	20.14	16.97	19.05	13.19	19.24	18.89	13.19	15.81
Dic-2005	20.27	17.17	19.52	14.02	19.79	19.26	14.02	16.26
Ene-2006	20.55	17.59	19.92	14.28	20.18	19.86	14.28	16.73
Feb-2006	21.20	18.76	20.60	15.63	20.86	20.56	15.63	17.96
Mar-2006	21.28	18.42	20.67	15.05	20.94	20.48	15.05	17.54
Abr-2006	20.52	17.46	19.70	14.19	19.91	19.54	14.19	16.60
May-2006	20.16	16.92	19.06	13.76	19.41	18.86	13.76	15.98
Jun-2006	20.22	17.23	19.28	14.20	19.71	19.08	14.20	16.29
Jul-2006	19.90	16.33	19.14	12.52	19.71	18.91	12.52	15.37
Ago-2006	20.40	17.02	19.58	13.29	20.13	19.40	13.29	16.01
Sep-2006	20.81	17.38	19.89	13.73	20.38	19.61	13.73	16.33
Oct-2006	21.44	17.73	20.38	14.16	20.76	19.96	14.16	16.69
Nov-2006	21.48	18.22	20.70	14.67	20.92	20.38	14.67	17.15
Dic-2006	21.25	18.48	20.45	15.47	20.71	20.22	15.47	17.63



<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ene-2007	21.58	18.87	21.10	16.02	21.40	20.96	16.02	18.12
Feb-2007	20.99	17.77	20.50	14.23	20.77	20.34	14.23	16.84
Mar-2007	21.32	18.32	20.71	14.98	21.00	20.52	14.98	17.41
Abr-2007	21.01	17.90	20.29	14.92	20.54	20.04	14.92	17.08
May-2007	20.46	17.40	19.52	14.57	19.90	19.25	14.57	16.54
Jun-2007	19.66	16.79	18.57	13.62	19.02	18.44	13.62	15.84
Jul-2007	19.22	16.43	18.20	12.99	18.71	18.16	12.99	15.47
Ago-2007	19.44	16.39	18.41	12.72	18.90	18.35	12.72	15.41
Sep-2007	19.41	16.28	18.40	12.44	18.79	18.26	12.44	15.27
Oct-2007	20.30	17.17	19.08	13.78	19.41	18.80	13.78	16.19
Nov-2007	20.88	18.57	19.84	15.30	20.03	19.67	15.30	17.59
Dic-2007	20.02	16.95	19.06	13.62	19.22	18.93	13.62	16.01
Ene-2008	20.58	17.83	19.99	14.90	20.19	19.94	14.90	17.06
Feb-2008	20.53	17.79	19.97	14.58	20.21	19.90	14.58	16.96
Mar-2008	21.31	18.08	20.75	14.40	21.08	20.50	14.40	17.12
Abr-2008	21.11	18.01	20.24	15.02	20.46	20.04	15.02	17.19
May-2008	20.69	17.52	19.57	14.55	19.90	19.35	14.55	16.57
Jun-2008	20.58	17.03	19.77	13.75	20.22	19.48	13.75	15.98
Jul-2008	20.30	16.65	19.47	12.93	20.10	19.24	12.93	15.57
Ago-2008	21.13	17.35	20.33	13.39	20.91	20.09	13.39	16.21
Sep-2008	21.04	17.55	20.06	13.87	20.54	19.80	13.87	16.46
Oct-2008	21.09	17.78	20.01	14.56	20.32	19.67	14.56	16.83
Nov-2008	20.96	18.01	20.03	14.61	20.21	19.81	14.61	16.97
Dic-2008	20.13	16.91	19.22	13.44	19.38	19.09	13.44	15.90
Ene-2009	20.66	18.00	20.03	14.95	20.26	20.00	14.95	17.22
Feb-2009	20.71	18.02	20.16	14.90	20.39	20.10	14.90	17.21
Mar-2009	21.10	18.23	20.38	14.86	20.63	20.26	14.86	17.36
Abr-2009	21.06	18.00	20.23	14.97	20.44	20.07	14.97	17.19
May-2009	20.93	17.61	19.93	14.59	20.30	19.68	14.59	16.68
Jun-2009	20.79	17.73	19.77	14.60	20.22	19.58	14.60	16.74
Jul-2009	20.33	17.10	19.42	13.61	19.97	19.29	13.61	16.10
Ago-2009	20.80	17.22	19.81	13.67	20.41	19.67	13.67	16.15
Sep-2009	20.79	17.33	19.91	13.71	20.40	19.62	13.71	16.27
Oct-2009	21.38	18.06	20.22	14.81	20.54	19.91	14.81	17.10
Nov-2009	21.26	18.04	20.48	14.51	20.70	20.18	14.51	16.98
Dic-2009	21.49	18.44	20.77	15.37	21.02	20.52	15.37	17.54
Ene-2010	21.13	18.13	20.71	15.16	21.01	20.53	15.16	17.38
Feb-2010	21.56	18.85	21.02	15.76	21.26	20.95	15.76	18.04
Mar-2010	21.96	19.13	21.29	15.95	21.57	21.13	15.95	18.28
Abr-2010	21.75	18.64	20.95	15.66	21.21	20.75	15.66	17.83
May-2010	21.34	18.26	20.37	15.27	20.79	20.12	15.27	17.33
Jun-2010	20.34	17.36	19.37	14.41	19.79	19.20	14.41	16.44
Jul-2010	19.48	16.49	18.32	12.95	18.97	18.28	12.95	15.45

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ago-2010	19.45	16.13	18.40	12.39	18.95	18.33	12.39	15.11
Sep-2010	20.11	16.85	19.05	13.40	19.53	18.84	13.40	15.85
Oct-2010	20.52	16.94	19.27	13.54	19.64	18.97	13.54	15.90
Nov-2010	20.15	16.88	19.11	13.20	19.37	18.89	13.20	15.74
Dic-2010	20.24	17.13	19.44	14.08	19.67	19.22	14.08	16.25
Ene-2011	20.34	17.48	19.68	14.20	19.95	19.62	14.20	16.67
Feb-2011	20.37	17.27	19.89	13.65	20.17	19.75	13.65	16.37
Mar-2011	20.67	17.29	20.00	13.51	20.29	19.81	13.51	16.27
Abr-2011	20.97	17.98	20.15	14.94	20.36	19.97	14.94	17.15
May-2011	21.04	17.15	20.15	14.06	20.59	19.81	14.06	16.17
Jun-2011	21.12	17.73	20.21	14.45	20.67	19.95	14.45	16.70
Jul-2011	19.92	16.60	18.99	12.93	19.53	18.87	12.93	15.56
Ago-2011	19.82	16.45	18.94	12.73	19.48	18.80	12.73	15.43
Sep-2011	20.13	16.84	19.18	13.35	19.64	18.95	13.35	15.80
Oct-2011	20.55	16.76	19.33	13.30	19.66	19.02	13.30	15.73
Nov-2011	20.96	17.97	20.10	14.71	20.35	19.82	14.71	16.95
Dic-2011	20.91	17.99	20.13	15.29	20.41	19.88	15.29	17.16
Ene-2012	20.77	18.04	20.15	15.18	20.38	20.09	15.18	17.30
Feb-2012	20.59	17.62	20.08	14.43	20.32	19.98	14.43	16.74
Mar-2012	21.14	17.91	20.50	15.00	20.82	20.32	15.00	17.05
Abr-2012	21.32	17.78	20.72	14.60	20.97	20.40	14.60	16.95
May-2012	21.45	17.70	20.65	14.67	21.07	20.24	14.67	16.75
Jun-2012	21.09	17.25	20.43	13.87	20.89	20.04	13.87	16.17
Jul-2012	20.10	16.48	19.34	12.42	19.96	19.11	12.42	15.42
Ago-2012	20.20	16.68	19.23	12.75	19.79	19.10	12.75	15.60
Sep-2012	20.30	16.44	19.50	13.03	20.02	19.15	13.03	15.45
Oct-2012	21.31	17.93	20.19	14.68	20.51	19.85	14.68	16.96
Nov-2012	21.48	18.44	20.68	15.36	20.92	20.36	15.36	17.46
Dic-2012	20.57	17.31	19.88	14.08	20.22	19.58	14.08	16.36
Ene-2013	20.98	18.41	20.33	15.63	20.62	20.28	15.63	17.66
Feb-2013	20.69	17.87	20.13	14.67	20.39	20.05	14.67	17.03
Mar-2013	21.58	18.76	20.89	15.72	21.24	20.71	15.72	17.89
Abr-2013	20.46	17.74	19.51	14.87	19.71	19.40	14.87	16.97
May-2013	20.92	17.97	20.03	15.35	20.55	19.70	15.35	17.12
Jun-2013	19.93	17.20	18.91	14.48	19.45	18.74	14.48	16.29
Jul-2013	18.53	15.63	17.62	12.37	18.45	17.46	12.37	14.76
Ago-2013	19.51	16.35	18.53	12.83	19.09	18.44	12.83	15.34
Sep-2013	20.00	16.32	19.09	12.75	19.69	18.76	12.75	15.24
Oct-2013	20.92	17.85	19.78	14.92	20.14	19.46	14.92	16.97
Nov-2013	20.30	17.05	19.41	13.62	19.68	19.13	13.62	15.95
Dic-2013	20.56	17.47	19.88	14.64	20.23	19.58	14.64	16.62
Ene-2014	21.03	18.05	20.48	15.01	20.79	20.37	15.01	17.24
Feb-2014	20.74	18.24	20.23	15.32	20.58	20.09	15.32	17.50

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Mar-2014	21.30	18.31	20.64	15.02	20.98	20.45	15.02	17.41
Abr-2014	21.10	18.00	20.28	14.82	20.53	20.07	14.82	17.13
May-2014	22.15	18.58	21.43	15.49	21.89	20.98	15.49	17.60
Jun-2014	21.71	17.93	21.00	14.63	21.52	20.61	14.63	16.86
Jul-2014	20.05	16.76	19.19	13.19	19.75	19.04	13.19	15.74
Ago-2014	20.13	16.64	19.35	12.66	19.96	19.11	12.66	15.58
Sep-2014	20.25	16.72	19.55	13.27	20.07	19.18	13.27	15.71
Oct-2014	21.04	17.47	20.15	14.34	20.55	19.69	14.34	16.51
Nov-2014	21.30	18.07	20.42	14.59	20.62	20.14	14.59	16.99
Dic-2014	20.83	17.84	20.11	15.06	20.40	19.84	15.06	16.99
Ene-2015	20.68	17.99	20.06	15.19	20.31	19.99	15.19	17.22
Feb-2015	21.07	18.13	20.59	14.96	20.88	20.46	14.96	17.26
Mar-2015	21.71	18.76	21.18	15.61	21.50	20.94	15.61	17.89
Abr-2015	21.50	18.30	20.89	15.33	21.14	20.61	15.33	17.47
May-2015	22.21	18.57	21.67	15.71	22.13	21.15	15.71	17.58
Jun-2015	21.40	17.90	20.66	14.87	21.10	20.32	14.87	16.90
Jul-2015	21.20	17.51	20.36	13.76	20.92	20.15	13.76	16.40
Ago-2015	21.21	17.39	20.39	13.30	20.94	20.16	13.30	16.27
Sep-2015	21.90	17.98	21.16	14.35	21.69	20.75	14.35	16.87
Oct-2015	22.66	18.83	21.71	15.50	22.08	21.22	15.50	17.81
Nov-2015	22.30	18.98	21.48	15.53	21.66	21.16	15.53	17.90
Dic-2015	22.26	19.26	21.60	16.23	21.87	21.26	16.23	18.37
Ene-2016	22.17	19.12	21.58	16.08	21.86	21.46	16.08	18.32
Feb-2016	22.21	19.59	21.68	16.55	21.93	21.60	16.55	18.81
Mar-2016	22.58	19.50	21.90	16.16	22.19	21.73	16.16	18.57
Abr-2016	22.06	18.93	21.28	15.86	21.53	21.07	15.86	18.08
May-2016	21.91	18.53	20.88	15.40	21.27	20.60	15.40	17.54
Jun-2016	20.80	17.59	19.84	14.33	20.25	19.63	14.33	16.57
Jul-2016	20.22	16.56	19.36	12.65	19.89	19.18	12.65	15.48
Ago-2016	20.41	17.10	19.49	13.38	20.02	19.37	13.38	16.07
Sep-2016	21.32	17.60	20.51	13.88	21.03	20.15	13.88	16.51
Oct-2016	21.47	17.79	20.40	14.32	20.77	20.00	14.32	16.76
Nov-2016	21.00	17.22	20.07	13.42	20.31	19.76	13.42	15.98
Dic-2016	21.20	18.20	20.67	15.16	21.07	20.23	15.16	17.41

**Tabla 14. Temperatura máxima por estación**

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ene-2000	30.32	27.08	29.93	22.91	31.12	30.01	22.91	25.98
Feb-2000	30.10	26.21	29.82	21.59	30.93	29.82	21.59	24.91
Mar-2000	29.89	26.59	29.59	21.88	30.32	29.55	21.88	25.37
Abr-2000	29.89	26.52	29.53	21.83	30.45	29.46	21.83	25.09
May-2000	29.96	26.50	29.47	22.26	30.37	29.36	22.26	25.21
Jun-2000	29.44	26.27	28.47	22.26	29.34	28.62	22.26	24.98
Jul-2000	29.10	26.08	28.29	22.21	29.26	28.43	22.21	24.88
Ago-2000	30.91	27.26	30.14	23.10	30.98	30.06	23.10	25.94
Sep-2000	31.38	27.59	30.82	23.26	31.59	30.60	23.26	26.27
Oct-2000	32.84	29.67	31.95	25.40	32.44	31.78	25.40	28.32
Nov-2000	32.65	29.91	32.24	26.16	33.15	31.60	26.16	28.48
Dic-2000	30.53	26.91	29.97	22.93	31.13	29.90	22.93	25.80
Ene-2001	29.73	26.15	29.37	21.46	30.54	29.47	21.46	24.95
Feb-2001	30.25	26.48	30.02	21.63	31.09	30.03	21.63	25.11
Mar-2001	29.92	26.90	29.62	22.10	30.43	29.60	22.10	25.65
Abr-2001	30.53	27.55	30.02	22.79	30.94	30.07	22.79	26.03
May-2001	29.83	26.93	29.08	22.38	29.97	29.13	22.38	25.63
Jun-2001	28.79	26.30	27.96	22.24	28.89	27.99	22.24	25.08
Jul-2001	29.46	26.60	28.79	22.32	29.89	28.80	22.32	25.46
Ago-2001	30.99	28.10	30.02	23.81	30.82	30.10	23.81	26.79
Sep-2001	31.07	27.93	30.44	23.60	31.24	30.24	23.60	26.69
Oct-2001	32.14	28.92	31.32	24.84	31.92	31.06	24.84	27.69
Nov-2001	32.00	28.25	31.29	24.31	31.85	30.88	24.31	27.07
Dic-2001	30.74	27.39	30.24	23.81	31.37	30.14	23.81	26.41
Ene-2002	30.99	27.39	30.74	23.54	31.78	30.72	23.54	26.32
Feb-2002	30.54	26.99	30.28	22.40	31.33	30.28	22.40	25.77
Mar-2002	30.79	27.51	30.52	22.91	31.27	30.48	22.91	26.31
Abr-2002	30.45	27.21	30.09	22.71	31.11	30.00	22.71	25.87
May-2002	31.06	27.67	30.57	23.17	31.57	30.45	23.17	26.34
Jun-2002	30.40	26.94	29.88	23.01	30.91	29.67	23.01	25.68
Jul-2002	29.67	26.67	28.99	22.42	30.05	29.02	22.42	25.51
Ago-2002	31.19	27.92	30.33	23.84	31.18	30.30	23.84	26.65
Sep-2002	32.46	29.15	31.72	24.69	32.46	31.60	24.69	27.87
Oct-2002	32.36	28.61	31.71	24.19	32.30	31.34	24.19	27.42
Nov-2002	32.23	28.49	31.49	24.58	31.94	31.13	24.58	27.36
Dic-2002	31.00	27.27	30.55	23.37	31.71	30.41	23.37	26.20
Ene-2003	30.75	27.41	30.52	23.24	31.55	30.51	23.24	26.37
Feb-2003	30.77	27.39	30.51	23.04	31.52	30.51	23.04	26.24
Mar-2003	30.79	27.51	30.55	22.94	31.32	30.47	22.94	26.31
Abr-2003	30.90	27.67	30.57	23.10	31.55	30.44	23.10	26.32
May-2003	30.53	27.34	29.97	22.79	30.87	29.90	22.79	25.97

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Jun-2003	30.06	26.64	29.44	22.59	30.45	29.34	22.59	25.38
Jul-2003	30.15	26.53	29.59	22.57	30.69	29.55	22.57	25.30
Ago-2003	31.05	27.75	30.33	23.68	31.21	30.22	23.68	26.48
Sep-2003	31.64	28.56	30.90	24.36	31.65	30.82	24.36	27.36
Oct-2003	32.44	28.92	31.74	25.13	32.29	31.44	25.13	27.80
Nov-2003	32.28	29.03	31.60	25.64	32.05	31.25	25.64	27.99
Dic-2003	31.01	27.44	30.56	23.56	31.68	30.42	23.56	26.35
Ene-2004	31.71	27.74	31.45	25.13	32.89	31.37	25.13	26.73
Feb-2004	31.12	27.52	30.97	23.05	32.09	30.86	23.05	26.30
Mar-2004	31.13	27.83	31.03	23.39	31.65	30.87	23.39	26.70
Abr-2004	31.62	28.06	31.37	23.68	32.35	31.19	23.68	26.70
May-2004	31.07	27.51	30.59	23.48	31.36	30.50	23.48	26.20
Jun-2004	29.78	26.61	29.05	22.58	29.94	29.07	22.58	25.21
Jul-2004	29.77	26.39	29.10	22.14	30.17	29.14	22.14	25.13
Ago-2004	31.15	27.74	30.30	23.64	31.15	30.32	23.64	26.30
Sep-2004	31.81	28.29	31.27	23.94	32.05	31.04	23.94	26.93
Oct-2004	32.61	28.68	31.94	24.42	32.46	31.60	24.42	27.37
Nov-2004	32.55	28.87	31.90	25.21	32.42	31.51	25.21	27.75
Dic-2004	31.31	27.61	30.84	23.83	32.02	30.72	23.83	26.51
Ene-2005	31.41	27.74	31.12	23.89	32.31	31.13	23.89	26.67
Feb-2005	30.81	27.46	30.53	23.15	31.54	30.54	23.15	26.27
Mar-2005	30.58	27.25	30.36	22.97	31.04	30.26	22.97	26.09
Abr-2005	31.22	27.93	31.02	23.78	31.86	30.86	23.78	26.56
May-2005	30.95	27.89	30.27	23.90	31.06	30.29	23.90	26.65
Jun-2005	30.55	27.35	29.86	23.50	30.84	29.80	23.50	26.08
Jul-2005	30.39	27.28	29.66	23.55	30.68	29.71	23.55	26.15
Ago-2005	31.64	28.20	30.86	24.22	31.77	30.77	24.22	26.95
Sep-2005	32.25	29.08	31.44	24.57	32.13	31.39	24.57	27.75
Oct-2005	32.18	28.49	31.50	24.21	32.10	31.12	24.21	27.17
Nov-2005	32.26	29.20	31.48	25.69	31.99	31.16	25.69	28.07
Dic-2005	30.81	27.21	30.27	23.36	31.45	30.18	23.36	26.17
Ene-2006	30.70	27.34	30.38	23.20	31.57	30.46	23.20	26.21
Feb-2006	30.57	26.76	30.40	22.13	31.41	30.35	22.13	25.50
Mar-2006	30.58	27.07	30.36	22.44	31.07	30.28	22.44	25.81
Abr-2006	30.74	27.44	30.36	22.97	31.36	30.27	22.97	26.08
May-2006	30.80	27.39	30.23	23.09	31.08	30.19	23.09	26.05
Jun-2006	30.30	26.72	29.60	22.70	30.62	29.52	22.70	25.40
Jul-2006	30.63	26.95	29.95	23.00	31.09	29.97	23.00	25.63
Ago-2006	31.78	28.01	31.12	23.84	32.07	30.93	23.84	26.72
Sep-2006	32.71	28.95	32.05	24.33	32.79	31.89	24.33	27.57
Oct-2006	32.97	29.59	32.23	25.48	32.76	31.94	25.48	28.38
Nov-2006	32.38	28.94	31.65	25.60	32.13	31.30	25.60	27.85
Dic-2006	31.24	27.48	30.79	23.65	31.93	30.64	23.65	26.40

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ene-2007	30.69	26.84	30.48	22.72	31.52	30.48	22.72	25.66
Feb-2007	31.71	28.04	31.45	23.26	32.50	31.41	23.26	26.71
Mar-2007	30.70	27.35	30.49	22.83	31.24	30.38	22.83	26.12
Abr-2007	30.80	27.27	30.49	22.84	31.48	30.36	22.84	25.86
May-2007	30.54	27.38	29.89	23.07	30.73	29.88	23.07	26.03
Jun-2007	30.09	26.46	29.42	22.58	30.26	29.34	22.58	25.05
Jul-2007	30.36	26.94	29.60	22.86	30.70	29.63	22.86	25.69
Ago-2007	30.86	27.31	30.20	23.41	31.18	29.96	23.41	26.10
Sep-2007	31.62	28.16	30.89	23.70	31.66	30.76	23.70	26.71
Oct-2007	31.52	27.86	30.77	23.91	31.34	30.48	23.91	26.55
Nov-2007	31.31	27.53	30.58	23.68	31.04	30.24	23.68	26.29
Dic-2007	30.63	27.22	30.03	23.38	31.16	29.99	23.38	26.14
Ene-2008	29.47	25.85	29.19	21.87	30.45	29.21	21.87	24.76
Feb-2008	30.08	26.31	29.93	21.69	31.04	29.86	21.69	25.01
Mar-2008	29.94	26.75	29.78	22.47	30.57	29.66	22.47	25.60
Abr-2008	30.44	26.90	30.06	22.27	31.02	29.96	22.27	25.48
May-2008	30.10	26.79	29.45	22.40	30.26	29.46	22.40	25.47
Jun-2008	29.41	26.00	28.79	22.55	29.62	28.71	22.55	24.84
Jul-2008	29.71	26.46	29.02	22.64	30.11	29.06	22.64	25.43
Ago-2008	31.33	27.56	30.60	23.64	31.54	30.44	23.64	26.39
Sep-2008	31.74	27.89	31.27	23.58	31.99	31.02	23.58	26.59
Oct-2008	31.95	27.88	31.33	23.77	31.92	30.95	23.77	26.61
Nov-2008	31.94	28.31	31.28	24.71	31.82	30.90	24.71	27.24
Dic-2008	31.55	28.16	30.89	24.48	32.06	30.89	24.48	27.13
Ene-2009	29.70	26.22	29.48	22.21	30.64	29.47	22.21	25.15
Feb-2009	30.23	26.35	30.05	21.76	31.10	30.01	21.76	25.10
Mar-2009	30.31	26.95	30.12	22.54	30.87	30.01	22.54	25.77
Abr-2009	30.39	27.07	30.09	22.60	31.08	29.99	22.60	25.70
May-2009	30.68	27.19	30.11	22.80	31.03	30.03	22.80	25.84
Jun-2009	29.84	26.39	29.30	22.82	30.28	29.14	22.82	25.15
Jul-2009	30.41	26.70	29.79	22.56	30.86	29.77	22.56	25.42
Ago-2009	31.36	27.87	30.68	23.80	31.58	30.52	23.80	26.64
Sep-2009	32.08	28.70	31.46	24.41	32.16	31.30	24.41	27.40
Oct-2009	32.63	29.12	31.97	24.97	32.57	31.60	24.97	27.88
Nov-2009	33.01	29.42	32.13	25.72	32.60	31.85	25.72	28.26
Dic-2009	31.37	27.52	30.88	23.56	32.05	30.74	23.56	26.41
Ene-2010	31.05	27.43	30.75	23.36	31.86	30.78	23.36	26.33
Feb-2010	31.29	27.88	31.03	23.58	32.04	31.03	23.58	26.70
Mar-2010	31.46	28.30	31.22	23.94	31.93	31.15	23.94	27.16
Abr-2010	31.40	28.32	31.12	23.94	32.09	30.98	23.94	27.04
May-2010	31.13	27.85	30.66	23.77	31.53	30.53	23.77	26.59
Jun-2010	30.46	26.85	29.97	23.17	30.93	29.77	23.17	25.60
Jul-2010	30.31	27.85	29.82	24.19	30.96	29.63	24.19	26.94

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Ago-2010	31.53	28.21	30.86	24.49	31.84	30.65	24.49	27.03
Sep-2010	32.05	28.07	31.45	24.75	32.33	31.19	24.75	26.96
Oct-2010	32.68	29.22	31.81	25.24	32.41	31.55	25.24	27.92
Nov-2010	31.82	28.77	31.21	25.26	31.81	30.76	25.26	27.66
Dic-2010	31.13	27.53	30.55	23.60	31.81	30.43	23.60	26.42
Ene-2011	31.01	27.40	30.79	23.52	32.18	30.64	23.52	26.18
Feb-2011	30.95	27.34	30.64	22.84	31.73	30.66	22.84	26.08
Mar-2011	31.29	27.61	31.51	23.59	32.30	31.03	23.59	26.54
Abr-2011	30.70	27.18	30.40	22.56	31.40	30.24	22.56	25.79
May-2011	30.79	27.50	30.37	23.33	31.32	30.20	23.33	26.21
Jun-2011	30.32	26.62	29.88	23.10	30.88	29.66	23.10	25.33
Jul-2011	30.25	26.54	29.59	22.64	30.58	29.61	22.64	25.35
Ago-2011	31.83	28.19	31.15	23.99	32.09	30.95	23.99	26.93
Sep-2011	32.01	28.23	31.26	23.53	31.95	31.16	23.53	26.80
Oct-2011	32.01	28.47	31.25	24.41	31.81	30.97	24.41	27.21
Nov-2011	32.30	28.83	31.61	25.18	32.15	31.23	25.18	27.77
Dic-2011	30.67	26.92	30.14	22.80	31.30	30.04	22.80	25.75
Ene-2012	30.03	26.02	29.84	22.12	31.04	29.78	22.12	24.93
Feb-2012	30.14	26.61	29.89	21.99	30.99	29.91	21.99	25.39
Mar-2012	30.72	27.56	30.51	23.02	31.20	30.45	23.02	26.36
Abr-2012	30.90	27.64	30.48	23.22	31.48	30.46	23.22	26.27
May-2012	31.27	27.21	30.79	22.72	31.62	30.72	22.72	25.78
Jun-2012	30.75	26.93	30.24	23.21	31.17	30.12	23.21	25.59
Jul-2012	30.73	26.81	30.18	23.06	31.18	30.18	23.06	25.55
Ago-2012	31.73	27.86	31.03	23.85	31.91	30.89	23.85	26.61
Sep-2012	32.39	28.81	31.73	24.48	32.46	31.58	24.48	27.51
Oct-2012	32.25	28.45	31.46	24.15	31.96	31.20	24.15	27.21
Nov-2012	32.74	28.87	31.97	25.09	32.45	31.62	25.09	27.70
Dic-2012	31.37	28.05	30.50	23.95	31.59	30.64	23.95	26.78
Ene-2013	30.57	26.83	30.24	22.84	31.28	30.32	22.84	25.69
Feb-2013	30.98	27.67	30.63	22.83	31.63	30.70	22.83	26.34
Mar-2013	30.82	27.56	30.50	23.14	31.13	30.47	23.14	26.35
Abr-2013	31.79	28.18	31.40	23.82	32.23	31.29	23.82	26.72
May-2013	30.52	27.13	29.88	22.81	30.74	29.85	22.81	25.84
Jun-2013	29.87	26.57	29.06	22.54	30.01	29.07	22.54	25.26
Jul-2013	29.97	26.57	29.25	22.53	30.27	29.30	22.53	25.34
Ago-2013	30.85	27.33	30.17	23.38	31.01	30.02	23.38	26.09
Sep-2013	32.45	29.03	31.69	24.77	32.39	31.60	24.77	27.76
Oct-2013	32.41	28.76	31.57	24.50	32.06	31.31	24.50	27.52
Nov-2013	32.29	29.38	31.43	26.07	31.86	31.20	26.07	28.34
Dic-2013	31.68	28.17	30.91	24.29	32.00	31.00	24.29	26.98
Ene-2014	30.73	27.44	30.35	23.49	31.36	30.49	23.49	26.39
Feb-2014	30.52	26.95	30.20	23.09	30.83	30.28	23.09	25.68

<b>Fecha</b>	<b>Estación 1</b>	<b>Estación 2</b>	<b>Estación 3</b>	<b>Estación 4</b>	<b>Estación 5</b>	<b>Estación 6</b>	<b>Estación 7</b>	<b>Estación 8</b>
Mar-2014	30.42	26.52	30.48	22.76	30.88	30.20	22.76	25.40
Abr-2014	31.42	28.02	31.04	23.43	31.65	31.02	23.43	26.54
May-2014	31.05	27.04	30.62	22.85	31.46	30.46	22.85	25.77
Jun-2014	31.02	26.80	30.55	23.17	31.27	30.41	23.17	25.53
Jul-2014	31.17	27.53	30.54	23.53	31.48	30.54	23.53	26.26
Ago-2014	31.75	27.73	31.04	23.46	31.85	30.91	23.46	26.36
Sep-2014	32.81	28.94	32.09	24.36	32.81	31.94	24.36	27.59
Oct-2014	32.66	29.12	31.90	25.07	32.37	31.63	25.07	27.95
Nov-2014	32.53	28.65	31.85	25.44	32.34	31.45	25.44	27.56
Dic-2014	31.37	27.83	30.74	23.86	31.72	30.74	23.86	26.68
Ene-2015	30.39	26.68	30.04	22.38	31.02	30.15	22.38	25.44
Feb-2015	30.93	27.86	30.47	23.28	31.41	30.61	23.28	26.55
Mar-2015	30.66	27.25	30.35	22.79	30.97	30.36	22.79	26.03
Abr-2015	31.00	27.75	30.47	23.12	31.27	30.54	23.12	26.29
May-2015	30.94	27.40	30.44	22.94	31.27	30.40	22.94	26.01
Jun-2015	31.02	26.86	30.40	23.05	31.07	30.40	23.05	25.44
Jul-2015	31.09	27.19	30.52	23.25	31.39	30.51	23.25	25.97
Ago-2015	32.59	28.77	31.89	24.54	32.70	31.76	24.54	27.48
Sep-2015	33.96	29.89	33.28	25.26	33.93	33.15	25.26	28.48
Oct-2015	33.93	30.16	33.11	25.84	33.59	32.86	25.84	28.91
Nov-2015	33.25	29.59	32.45	25.82	32.84	32.16	25.82	28.51
Dic-2015	31.77	28.04	31.12	24.46	32.05	31.17	24.46	26.87
Ene-2016	32.04	28.69	31.64	24.91	32.60	31.75	24.91	27.71
Feb-2016	31.27	27.93	31.01	23.42	31.99	31.04	23.42	26.75
Mar-2016	31.49	28.49	31.32	24.17	32.00	31.23	24.17	27.40
Abr-2016	31.66	28.41	31.25	23.96	32.15	31.21	23.96	27.09
May-2016	32.05	28.49	31.51	24.22	32.35	31.44	24.22	27.13
Jun-2016	31.01	27.13	30.53	23.15	31.46	30.34	23.15	25.82
Jul-2016	31.61	27.61	31.06	23.42	32.16	30.97	23.42	26.35
Ago-2016	32.65	28.91	31.99	24.57	32.93	31.80	24.57	27.61
Sep-2016	32.71	29.06	32.18	24.49	32.92	31.97	24.49	27.76
Oct-2016	33.00	29.59	32.20	25.27	32.76	31.97	25.27	28.44
Nov-2016	33.72	30.55	32.81	26.84	33.23	32.60	26.84	29.50
Dic-2016	31.85	27.96	31.29	23.78	32.45	31.21	23.78	26.77



**Tabla 15.** Caudales mensuales en m<sup>3</sup>

Meses	Años																
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Jan</b>	8.57	8.72	5.69	6.13	3.3	4.74	10.78	9.11	11.85	25.51	2.65	8.44	15.75	8.06	7.3	15.55	6.3
<b>Feb</b>	5.72	5.54	5.6	3.94	1.94	7.4	9.14	2.85	13.41	7.93	6.1	5.98	8.61	4.49	4.14	6.55	3.93
<b>Mar</b>	18.02	8.53	5.61	8.35	3.51	14.04	17.67	7.25	16.03	10.5	6.43	7.98	8.36	7.33	13.77	25.25	14.26
<b>Abr</b>	15.71	5.58	11.86	4.03	7.34	6.49	4.94	11.3	7.82	9.41	6.7	8.66	12.1	2.81	5.08	8.72	9.9
<b>May</b>	7.54	5.59	6.24	3.83	5.45	3	2	4.64	5.49	4.2	5.13	4.45	3.05	9.11	10.15	4.93	3.33
<b>Jun</b>	6.53	1.38	1.74	3.54	1.88	2.1	1.81	2.43	3.04	2.15	1.84	2.8	1.22	1.91	2.82	1.7	1.53
<b>Jul</b>	1.78	0.92	2.69	1.16	1.26	0.74	0.97	1.37	1.42	0.89	1.46	1.47	0.67	0.93	1.16	1.18	0.63
<b>Ago</b>	1.44	0.4	0.68	0.51	0.54	0.4	0.59	0.92	1.33	0.89	0.99	0.59	0.3	1.58	1.49	0.48	0.79
<b>Sep</b>	1.54	1.94	0.59	0.72	0.78	0.34	0.83	0.7	1.09	0.9	0.86	1.22	0.16	1.18	1.06	0.26	1.55
<b>Oct</b>	0.62	3.22	5.75	1.95	6.56	2.35	1.55	5.89	5.33	1.33	3.14	2.57	5.47	5.11	2.76	1.21	2.92
<b>Nov</b>	0.87	5.44	7.29	3.65	5.15	3.26	5.4	10.23	7.68	2.98	4.01	8.53	6.95	1.39	4.1	4.8	1.87
<b>Dec</b>	6.05	5.12	5	5.65	7.36	5.86	4.74	5.69	2.41	3.06	8.43	16.85	6.88	2.22	7.74	3.37	6.75

**Tabla 16.** Caudales generados en el RCP 4.5

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
2030	3.38	6.00	14.98	7.62	7.91	2.09	0.94	0.97	1.04	2.26	3.75	7.03
2031	6.28	5.54	10.76	8.45	3.92	1.35	1.34	0.75	1.06	2.75	3.53	1.64
2032	2.27	7.30	15.01	14.98	8.69	3.98	1.64	0.90	0.95	4.29	1.88	3.29
2033	6.06	9.02	15.63	10.79	4.06	1.96	1.44	0.87	1.12	1.86	2.88	2.88
2034	2.35	5.30	13.91	8.92	6.54	4.39	1.74	1.19	0.99	2.32	2.01	4.23
2035	4.54	5.46	21.67	7.95	11.26	2.72	2.12	1.23	1.53	2.11	3.42	2.97
2036	4.19	5.19	9.32	9.39	9.14	2.02	1.73	1.29	1.49	2.14	2.88	5.66
2037	5.93	9.33	25.59	13.46	7.51	6.29	2.77	2.11	3.30	4.73	6.30	8.14
2038	4.50	8.14	13.93	6.83	5.18	3.65	1.90	1.12	1.70	3.82	4.21	5.72
2039	5.78	6.84	8.25	8.95	9.52	5.50	5.76	1.83	1.81	5.30	4.58	5.78
2040	6.85	6.38	15.30	9.39	11.23	7.45	4.65	2.60	2.68	5.35	5.66	8.75
2041	7.11	9.63	18.88	16.11	9.10	4.03	5.48	2.10	2.70	4.67	3.38	6.82
2042	4.95	13.67	15.94	12.58	7.13	5.19	3.41	1.76	2.52	6.43	8.84	8.53
2043	7.20	11.62	30.09	21.17	14.81	5.13	2.77	2.57	2.73	3.89	6.13	15.34
2044	9.93	18.67	20.22	18.93	13.17	8.62	5.40	3.42	3.81	7.93	7.76	5.88
2045	6.02	11.23	16.40	13.59	14.54	8.13	5.05	2.99	3.82	11.43	6.18	11.01
2046	10.88	16.23	20.78	12.30	12.89	7.61	3.59	2.90	2.75	8.06	7.11	7.65
2047	5.33	5.41	5.81	9.38	8.43	8.95	4.91	3.63	3.18	4.73	3.73	6.37
2048	5.83	12.96	17.52	14.49	10.33	4.85	5.49	3.81	3.69	7.55	13.19	8.37
2049	9.93	9.67	19.76	23.36	12.40	8.30	4.16	2.71	2.33	7.67	9.78	6.72
2050	12.16	12.93	21.34	11.22	12.87	5.28	3.91	2.76	2.88	9.08	10.25	8.98
2051	6.72	5.51	15.73	13.94	12.75	8.70	4.19	3.59	4.69	9.31	8.07	11.54
2052	10.35	11.67	19.84	17.43	14.99	5.93	5.81	4.20	3.96	5.70	6.95	9.13
2053	7.97	6.53	19.87	11.52	16.22	7.12	5.29	4.14	4.81	5.23	6.20	12.68
2054	10.29	10.27	19.46	17.26	21.62	12.43	6.51	5.48	6.52	11.59	12.12	17.99
2055	17.54	16.40	23.36	23.44	21.20	9.98	8.10	4.33	5.01	9.44	9.61	12.91
2056	12.49	24.81	29.95	29.39	14.92	10.85	5.43	4.05	4.41	10.73	11.75	15.09
2057	11.38	16.59	27.46	19.48	24.74	8.90	8.43	4.42	4.95	7.82	8.62	9.72
2058	6.17	5.17	13.95	13.61	11.42	8.86	7.56	7.00	5.65	10.46	10.66	8.93
2059	9.88	24.87	34.88	23.96	13.77	7.49	9.65	6.49	5.62	8.64	9.67	14.31
2060	13.10	12.83	21.56	20.12	22.68	11.73	8.33	4.50	4.27	9.72	9.78	9.13

**Tabla 17.** Caudales generados en el RCP 8.5

<b>Año</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
2030	3.46	3.69	5.38	8.82	7.24	2.88	1.08	0.88	0.90	2.74	2.18	3.88
2031	6.21	11.72	20.61	8.74	7.86	2.61	1.50	1.13	0.97	1.49	3.39	2.12
2032	2.13	3.91	14.83	8.15	7.05	2.53	1.61	1.01	0.75	1.98	2.43	3.73
2033	9.04	11.60	21.50	11.23	7.66	3.71	1.53	1.03	1.21	4.01	2.85	6.73
2034	4.13	5.16	8.58	5.70	4.12	1.98	2.33	1.18	1.48	3.48	6.68	6.50
2035	8.91	8.47	26.12	11.20	7.11	3.61	1.73	1.40	1.13	2.01	2.39	4.77
2036	5.82	9.01	16.15	9.70	5.61	5.21	2.84	1.34	1.40	2.89	1.77	2.06
2037	2.27	4.18	5.59	7.82	7.87	3.80	1.94	1.17	1.12	3.50	3.66	3.37
2038	2.26	5.49	11.45	7.77	6.58	2.13	1.20	0.94	0.88	2.16	2.76	4.56
2039	6.37	11.63	18.45	9.95	4.05	2.80	1.19	1.09	0.65	2.32	2.58	3.10
2040	8.82	9.37	21.09	9.85	4.44	2.83	2.47	1.47	1.60	2.81	3.32	7.22
2041	7.79	11.35	40.44	10.34	9.70	2.62	2.11	0.83	0.70	2.19	1.82	1.10
2042	2.24	8.52	20.29	10.98	9.20	2.96	2.18	1.48	1.57	3.82	5.05	3.96
2043	4.75	6.12	13.80	9.58	6.20	3.11	2.68	1.07	1.16	2.10	3.36	1.35
2044	3.57	5.31	7.86	6.14	4.70	2.48	0.87	0.84	0.67	2.90	3.37	1.32
2045	4.82	4.05	8.02	6.61	3.78	1.51	1.74	0.95	1.28	4.42	4.28	4.80
2046	3.65	11.78	16.24	9.45	6.64	2.06	1.56	0.90	1.09	1.65	3.41	3.82
2047	3.30	14.17	19.32	14.77	6.46	2.50	1.54	1.20	0.71	1.94	3.41	3.25
2048	9.22	12.19	10.50	9.68	7.68	3.47	1.73	1.38	1.10	3.10	1.85	2.81
2049	1.57	3.72	17.19	12.72	8.70	2.72	2.93	0.98	1.13	2.54	5.22	5.75
2050	6.15	10.04	20.80	12.63	5.31	2.65	1.03	1.00	0.96	2.21	1.82	2.90
2051	4.41	6.43	8.12	7.15	7.71	5.57	1.68	0.97	1.12	4.39	4.97	4.58
2052	3.66	14.74	18.36	7.89	10.17	3.32	2.96	1.24	1.55	3.24	5.33	4.34
2053	6.01	5.48	12.47	5.99	2.86	2.43	0.92	0.91	0.75	1.42	3.71	4.04
2054	4.24	9.95	21.64	10.83	7.12	2.93	1.64	1.20	0.81	1.84	5.00	4.24
2055	5.94	10.56	19.14	12.60	6.53	2.15	1.36	1.10	1.15	5.37	2.69	3.16
2056	5.81	7.92	11.04	10.03	8.49	4.50	2.05	1.34	1.54	4.40	2.16	3.35
2057	4.32	8.25	26.07	9.19	9.48	4.95	2.25	1.12	1.01	4.81	4.20	4.79
2058	3.13	2.15	9.01	8.12	5.60	3.20	1.41	0.94	0.94	2.84	2.03	1.82
2059	2.95	2.77	8.62	11.34	13.26	3.98	1.98	1.40	1.40	4.14	2.02	3.59
2060	6.26	4.41	16.14	9.22	4.01	1.71	0.80	0.66	0.61	2.33	1.98	4.49