



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE MANABÍ
CARRERA DE HIDRÁULICA**

TEMA:

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN PARA
LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EN LA UPHL MA03 Y MA04.**

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERA HIDRÁULICA

AUTORA:

BELKY JOSEFA MUÑOZ ROMERO

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

MGTR. JOSÉ RAMÓN ALARCÓN LOOR

NOVIEMBRE, 2021

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

Mgr. José Ramón Alarcón Loor

TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de director del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa del Trabajo de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

Mgr. José Ramón Alarcón Loor

TUTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí.

Mgtr. José Ramón Alarcón Loor

PRIMER LECTOR

Mgtr. John Enrique Félix Mera

SEGUNDO LECTOR

Mgtr. Andy Miguel Giler Ormaza

TERCER LECTOR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que ha sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo. Este trabajo es de total responsabilidad de la autora, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

Chone, enero 2021

f. _____
Belky Josefa Muñoz Romero
C.I: 131074064-0
Dir.: Benito Santos y Atahualpa
e-mail: belkymr12@gmail.com
Telf.: +593 989647948

DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

Belky Josefa Muñoz Romero
C.C.: 131074064-0

DEDICATORIA

Me gustaría dedicar esta tesis a las tres personas más importantes de mi vida.

A mi abuela Sr. Edith Vélez Zambrano tengo millones de cosas por las cuales tengo que agradecerte, pero en estas líneas solo quiero plasmar el amor que tuviste hacia mí por tu dedicación en todo momento, porque nunca te rendiste y a pesar de todo siempre estuviste para mí, me cuidaste, me enseñaste y me sigues enseñando. Ojalá pudieras ver tú nombre en este documento. Te quiero por siempre mamita.

A mi mami Sr. Manuela Romero Vélez para ti todo mi amor y admiración, eres la mujer más trabajadora y valiente que he conocido, gracias por inspirarme y enseñarme que todo lo que quiero siempre lo puedo conseguir si trabajo duro por ello. Todo esto no sería posible sin tu esfuerzo, porque me ayudaste en las buenas y en las malas y lo sigues haciendo, además de haberme dado la vida, siempre confiaste en mí y nunca me abandonaste. Te quiero mami.

Y por último al Sr Efrén Romero Vélez para ti tengo un GRACIAS que ni siquiera escribiéndolo o diciéndotelo de frente podría explicar lo grande que es o lo mucho que significa para mí, gracias porque has sido el padre que siempre he deseado, gracias por siempre desear y anhelar lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo. Sé que voy a poder contar contigo siempre para seguir guiándome en cada paso que dé.

Con todo el amor que puedo guardar en mi corazón:

Belky Muñoz Romero

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento sincero al Mgtr. José Ramón Alarcón Looor por su guía durante la ejecución de este trabajo de titulación.

Además, agradezco al Mgtr. Jhon Enrique Félix Mera y al Mgtr. Andy Miguel Giler Ormaza por sus consejos y sugerencias para perfeccionar la presente investigación.

Belky Muñoz Romero

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	i
ACTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	ii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	iii
DECLARACIÓN DE DERECHOS DE AUTOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
Resumen	ix
Abstract	x
1. INTRODUCCIÓN	11
2. DISEÑO METODOLÓGICO.....	18
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
3.1. OE1: Investigar fuentes de información bibliográfica que sirva como base para el desarrollo del estudio.....	26
3.2. OE2: Determinar los factores necesarios para establecer el balance hídrico en las zonas de estudio.....	31
3.3. OE3: Evaluar la calidad y cantidad de información disponible para la determinación del balance hídrico en las zonas de estudio	38
4. CONCLUSIONES.....	59
5. LITERATURA CITADA	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre las variables según el coeficiente de correlación	25
Tabla 2 Métricas de desempeño	30
Tabla 3. Estaciones climatológicas principales y limnimétricas de las UPHL MA03 y MA04....	45
Tabla 4. Diagnóstico en UPHL MA03	47
Tabla 5. Diagnóstico en UPHL MA04	52

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Mapa de ubicación del estudio	18
Gráfico 2. Disponibilidad de datos de precipitación en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013....	38
Gráfico 3. Disponibilidad de datos de temperatura en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.	39
Gráfico 4. Disponibilidad de datos de temperatura en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.	40
Gráfico 5. Disponibilidad de datos de temperatura en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.	41
Gráfico 6 Mapa de la UPHL MA03	43
Gráfico 7 Mapa de la UPHL MA04	44
Gráfico 8 Tipo de cobertura vegetal y usos de suelo en el Ecuador.....	55
Gráfico 9 Mapa de cobertura de la tierra del Ecuador Continental	56
Gráfico 10. Diagrama de correlación de series.....	57
Gráfico 11. Dendrograma de estaciones evaluadas	58

Resumen

Este estudio cuantitativo analizó la accesibilidad y calidad de los datos requeridos para calcular el balance hídrico en las Unidades de Planificación Hidrográfica Local (UPHL) Chone MA03 y Briceño MA04, siendo que la estimación del balance hídrico es fundamental para el análisis de los sistemas hidrográficos, mediante información continua y de calidad. Para realizar este estudio, se ejecutó una búsqueda de información documental mediante los Anuarios Hidrológicos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), periodo 1990-2013, desde enero hasta noviembre de 2021. Además, se utilizó la herramienta Hydro-BID y el paquete *Climatol* para identificar los parámetros requeridos para calcular el balance hídrico, y para evaluar la calidad y disponibilidad de los datos respectivamente. Los resultados indican que la cantidad de información es reducida porque no existen registros de años recientes; la calidad de información es regular para la UPHL MA04 y buena para la UPHL MA03. Igualmente, la disponibilidad de datos de precipitación, temperatura, caudal y nivel medio es interrumpida o inexistente para las 14 estaciones hidrometeorológicas. Los resultados también muestran que los parámetros requeridos por la herramienta Hydro-BID son precipitación, clima, temperatura, uso de suelo, topografía y redes de drenaje. Se concluye que la información hallada es insuficiente para calcular el balance hídrico, al no contar con datos digitalizados recientes, por la falta de gestión de información en las entidades pertinentes. Se recomienda solicitar la digitalización de información a las instituciones encargadas de la demarcación hidrográfica de la provincia de Manabí.

Palabras clave: Hydro-BID, UPHL, calidad, información

Abstract

This quantitative research study evaluated information quality and accessibility to calculate water balance in the Local Hydrographic Planning Units (*UPHL*, for their initials in Spanish) Chone MA03 and Briceño MA04, given that water balance estimation is key for the analysis of hydrographic systems by means of continuous and quality information. So as to achieve this research study, a documentary information search was carried out using the Hydrological Yearbooks of the National Institute for Meteorology and Hydrology (*INAMHI*, for its initials in Spanish), period 1990-2013, from January through November 2021. Also, there were used the Hydro-BID tool and the Climatol software programs to identify the parameters required to calculate water balance and evaluate data quality and availability respectively. The findings point out that the amount of information is limited because there are no records of recent years; the quality of information is fair for *UPHL* MA04 and good for *UPHL* MA03. Similarly, availability of precipitation, temperature, flow, and mean level data is interrupted or non-existent in the 14 hydrometeorological stations. The findings also reveal that the parameters required by Hydro-BID correspond to precipitation, climate, temperature, uses of land, topography, and drainage networks. It is concluded that the information found is insufficient to calculate water balance because there are no recent digitized data due to the lack of information management on behalf of relevant entities. It is recommended requesting the institutions responsible for the hydrographic demarcation of the province of *Manabí* to digitize this information.

Keywords: Hydro-BID, *UPHL*, quality, information

1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador, la entidad que regula la gestión hídrica por sectores dadas las problemáticas que pueden presentarse referente al recurso hídrico es la Secretaría Nacional del Agua quien se encarga de definir y demarcar en los diferentes lugares hidro-geográficas como parte de las Unidades de Planificación Hidrográfica Local (UHPL) (MAA, 2020).

El balance hídrico de una zona puede variar a nivel hidrológicos, climático, de drenaje y riego (MAA, 2020). En este sentido, se abordan diversos ítems tales como precipitación, humedad relativa, radiación solar, entre otros (FAO, 2019). Para efectos del presente estudio se enfoca la precipitación y suelo como factores indispensables para la estimación del balance hídrico de una zona, sin embargo, la problemática latente se enfoca en la escasez o inexistencia de datos afines.

Es importante mencionar que, el estudio de la magnitud y recurrencia de fenómenos hidrológicos extremos como crecidas e inundaciones producidas por lluvias extremas han sido estudiadas a lo largo de la historia porque pueden ocasionar pérdidas económicas y humanas considerables. Los procesos hidrológicos son extremadamente variables en el espacio y en el tiempo, lo que dificulta la modelación hidrológica de un sitio específico. El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur fue uno de los causantes de lluvias intensas en la región costera de países como Ecuador y Perú. Los eventos hidrometeorológicos extremos son considerados como una amenaza para zonas periurbanas que se han establecido de manera desordenada, sin la debida organización y planeación territorial (Serrano, 2016).

No obstante, en el ámbito científico, los datos hidrológicos y climatológicos son limitados y los procesos de tratamiento y análisis de los mismos (preprocesamiento) son escasos. Esto provoca que el análisis de resultados no sea correcto, por lo que es necesario establecer protocolos para recolección de información, preprocesamiento, monitoreo de herramientas con sensores variados y almacenamiento que estén disponibles para la realización de investigaciones académicas y científicas y que potencien la toma de decisiones y con ello la gestión pertinente de ecosistemas (Torres & Proaño, 2018).

Mientras que, en un estudio realizado en la cuenca del río Machángara se evaluaron 3 variables climatológicas que más influyeron en la cantidad de agua, temperatura media, máxima y mínima, precipitación y la evapotranspiración donde se determinaron que las demandas de agua es mayor con el método del polígono de Thiessen en el que revelaron que el nivel de agua de la cuenca alta hay más disponibilidad y almacenamiento que las demás áreas (Carchi, 2015).

Asimismo, en el cantón Gualaceo se apreció que el balance hídrico, las microcuencas de Chaquicay y Mulacapana se ubican cercanas a la superficie del BVPA y la principal estrategia para completar los datos es la regresión lineal. Además, para validar la información se emplea la curva de doble masa y la prueba de racha. Adicionalmente, para el análisis del sistema hídrico se analizaron las variables del suelo y caudal, a través del uso de metodologías gravimétricas y de ignición, y el método de área-velocidad. Empleando estos métodos, uno de los resultados indica que casi en su totalidad poseen un coeficiente de correlación media a buena >5 , a través los criterios de validación (Cajamarca, 2017).

La acción antrópica (ocupar la superficie en zonas fluviales y planicies aluviales) es un ítem indispensable en este estudio, dado que producen modificaciones ambientales significativas lo cual aumenta la vulnerabilidad de la población y la probabilidad de inundaciones. En estos casos no es posible neutralizar la amenaza, sin embargo, se pueden mitigar las consecuencias devastadoras de las crecidas mediante un adecuado manejo de cuencas (Guamushig, 2018).

Es importante destacar que, los modelos hidrológicos son herramientas indispensables para diseño y planificación de proyectos, estimación de disponibilidad y calidad de agua perteneciente a esorrentías, pronóstico hidrológico y la análisis de procedimientos hidrológicos a varias escalas con distintos usos de suelo (Vázquez, 2010) ; (Bâ & Franco-Plata, 2013) esto gracias a que un modelo hidrológicos dentro del sistema físico real generaron representaciones de la cuenca con cada uno de los componentes del ciclo hidrológico.

Es de suma importancia la aplicación de metodologías para el cálculo de tormentas de diseño y el diseño eficaz de infraestructuras hidráulicas urbanas, además del balance hídrico implícito según lo menciona Asayama, (2017) y en base al criterio de este autor, la tormenta de diseño debe seleccionarse de tal manera que se garantice el funcionamiento de la infraestructura ante eventos extremos de lluvia demostrando el balance hídrico existente en la zona de estudio (Asayama, 2017).

También es importante acotar que, dentro del balance hídrico interviene la organización del Régimen de Riego y es fundamental determinar análisis y acoplar los datos concernientes con las tendencias de los parámetros climáticos (Precipitación y Evaporación), los

requerimientos de agua en las plantaciones (Evapotranspiración) y la distancia de las raíces al suelo a lo largo de su ciclo de vida, así como el comportamiento de las propiedades hidrofísicas de los suelos (Capacidad de Retención de Agua, Densidad Aparente, Porosidad y Velocidad de Infiltración) (Pérez, Delgado, & Mendoza, 2018).

Manabí se ubica en la zona noroccidental de la República del Ecuador, específicamente en las coordenadas geoastrómicas 0°55'44" N – 1°55'34" S y 79°23'41" – 80°23'07" Oeste, la provincia ha presentado inundaciones en varios períodos, las aguas provenientes de lluvias provocaron serios daños en las estructuras hidráulicas de los sistemas con varios propósitos, lo que influyó negativamente las zonas rurales y urbanas, impidiendo a sus habitantes realizar actividades cotidianas dado que las consecuencias del fenómeno meteorológico se sumaron a las provocadas por eventos sísmicos. Estas precipitaciones inusuales afectaron en gran medida el suelo causando erosión principalmente en las laderas; es importante reconocer que dado que el suelo es un recurso valioso para las actividades comerciales de los habitantes manabitas fue un gran impacto en el 60% de la población quienes se destinan a las actividades del sector agropecuario (INEC., 2010).

Los efectos de las precipitaciones inusuales sobre el suelo provocan procesos erosivos que se caracterizan por ser frecuentes, progresivos e irreversibles; incluso los registros históricos señalan tendencias determinadas por un aumento en la intensidad de las lluvias que causaron extensos daños como inundaciones que desarticulan medios de producción urbana y rural en todo el mundo a causa de sus

torrenciales y fuertes caídas y que muchas veces no se puede investigar por la disponibilidad de datos en el instante a causa de existir fluctuaciones de calidad, cantidad y eventos indirectos que dificultad la investigación (Vega, 2013).

Según el proyecto de Técnica (2013) sobre la generación de geo información para la gestión del territorio nacional, se visualizó la distribución de las lluvias mensuales durante el año. Esto permitió reconocer los meses con mayores precipitaciones y posibles comportamientos estacionales. Los datos medios por mes de las estaciones están definidos por las precipitaciones que son mayores durante los meses de febrero hasta abril. En función a estos datos de los promedios anuales (serie 1985-2009) donde se trazaron a través del software ArcGis9.3 una red de isoyetas con separación de 100 mm. En que los datos de las isoyetas variaron con un máximo de 2500 mm y un mínimo de 600mm. Se representaron las diferentes temperaturas, cuyas tendencias describen la temperatura promedio del aire durante el año. La temperatura promedio en los sitios definidos es de 24,3°C. Dado que la temperatura se reduce a medida que aumenta altura, en función a las curvas de nivel y utilizando la ecuación establecida, el trazo de las isotermas que poseen valores entre 24 y 25°C a lo largo de todo el cantón. A nivel general se definió que las variaciones de ETP, es desde 1250mm hasta 1550mm.

La ciudad de Chone se localiza en la costa de Ecuador y es la cabecera urbana del cantón con el mismo nombre. Es una ciudad de tamaño medio y se establece en el 0,5 % de la superficie total del cantón aproximadamente con 52 mil habitantes. El 99% de la superficie del cantón corresponde a zonas rurales y la población en general se distribuye en estas localidades. Además, cerca del 70 % de la

población depende de actividades comerciales como la ganadería o agricultura consolidando los cultivos como el principal espacio de asentamiento socioeconómico en el cantón (INEC., 2010).

Con respecto al río Briceño, no se han realizado estudios, sin embargo, acorde a noticias nacionales no presenta problemas de gran importancia como en la ciudad de Chone, sus inundaciones han sido eventuales. Cabe destacar que de acuerdo al Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí (PHIMA); en relación a la demarcación hidrográfica manaba, existe seis Unidades de Planificación Hidrográfica en la provincia, codificadas como MA01, MA02, MA03, MA04, MA05 y MA06. Además, el último balance hídrico calculado en la provincia dio como resultado 947 hm². Sin embargo, los proyectos que se han planificado en la misma tienen una viabilidad económica muy baja. (PHIMA, 2000)

Mientras que, en un estudio para caracterizar hidrogeológicamente la cuenca del Río Chone utilizando los sondeos eléctricos verticales, se determinó que el balance hídrico de la estación Chone indica que durante febrero y abril existe un exceso de 303.4mm de recurso hídrico. La estación Chone se ubica en la subcuenca del Río Grande y debido a la abundancia de agua durante los meses de abundantes precipitaciones los acuíferos aumentan su volumen de agua y existe infiltración de la zona SEVs. Por otra parte, desde junio hasta diciembre existe una ausencia marcada de agua y se calcula una demanda aproximadamente de 602.2 mm (Pumasunta, 2017).

En base a criterios descritos en párrafos anteriores, se plantea la presente investigación, dado que es indispensable conocer estos parámetros hídricos para la identificación del material digital necesario para modelaciones dentro de la UPHL MA03 (Chone) y MA04

(Briceño), puesto que son lugares con problemas a nivel de georreferenciación, por ello se hace hincapié a la utilización de herramientas del Sistema de Información Geográfico como programas útiles en esta temática.

La importancia de la presente investigación radica en la identificación de los cuerpos de agua de la provincia de Manabí en sus respectivas demarcaciones y distribuciones, para así lograr un manejo adecuado de las cuencas hidrográficas, especialmente en el área agrícola en donde es preminente la utilización de los recursos hídricos como potenciamiento de los cultivos.

Según a lo anteriormente establecido se planteó los siguientes objetivos:

Objetivo

Objetivo General

Evaluar la calidad y disponibilidad de información para la estimación del balance hídrico en la UPHL MA03 Y MA04.

Objetivo Especifico

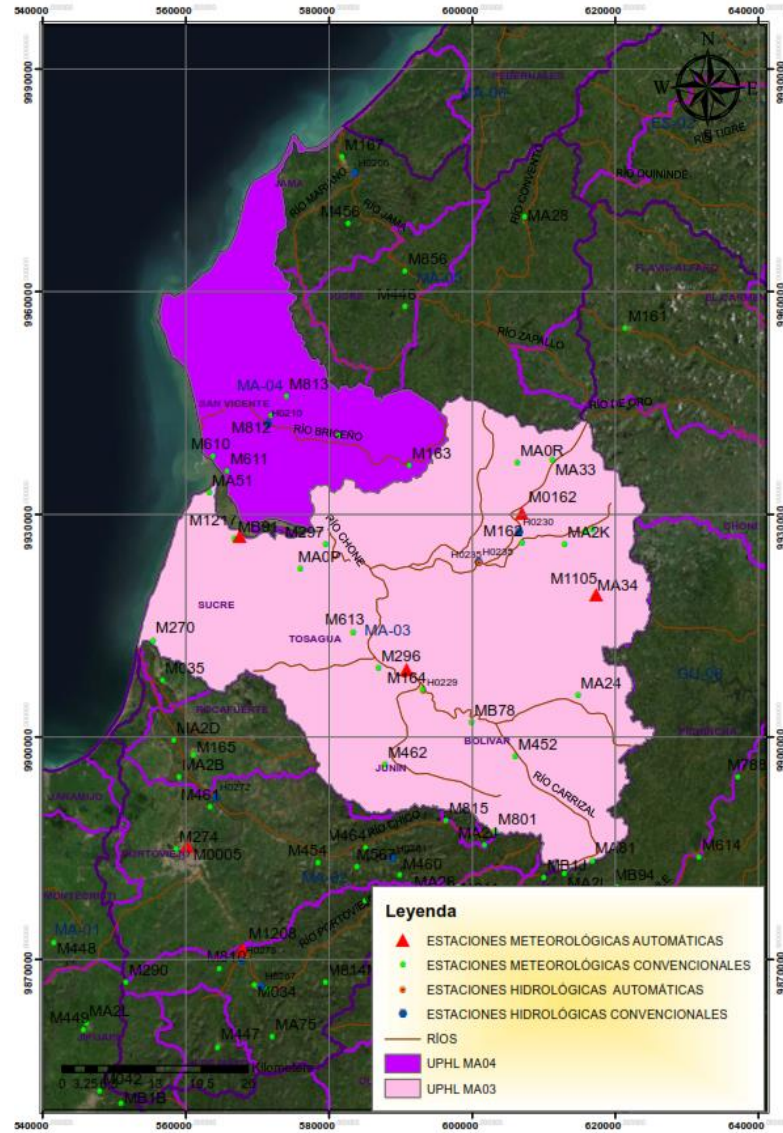
1. Investigar fuentes de información bibliográfica que sirva como base para el desarrollo del estudio.
2. Determinar los factores necesarios para establecer el balance hídrico en las zonas de estudio.
3. Evaluar la calidad y cantidad de información disponible para la determinación del balance hídrico en las zonas de estudio.

2. DISEÑO METODOLÓGICO

Ubicación

La presente investigación se realizó en las Unidades de Planificación Hídrica Local MA03 (Chone) y MA04 (Briceño) mismas que se encuentran delimitadas en la siguiente figura:

Gráfico 1. Mapa de ubicación del estudio



Elaboración: Propia de la autora

Tipo de investigación

Bibliográfica

Para efecto, el tipo investigativo bibliográfico ha sido seleccionado por su cualidad de brindar datos fiables recolectados acerca del campo hídrico mediante estudios documentales de las diferentes fuentes digitales y físicas, de orden; bibliotecas virtuales, repositorios, revistas científicas, entre otros (FAO, 2019). Este tipo de investigación provee información certificada, evaluada y verídica, que permite al investigador contrastar sus hallazgos con antecedentes ya estudiados.

Descriptiva

De manera general, los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de un objeto en específico, mismo que se sometió a un análisis exhaustivo y minucioso evaluado desde diversos enfoques o dimensiones (Mosteiro, 2017). En este sentido, el presente estudio se constituye descriptivo dado que, abarca los factores intervinientes en la estimación del balance hídrico de las UPHL MA03 y MA04.

Documental

Por la naturaleza del presente estudio, se consideró que es una investigación documental. Dado que abarca una variedad de métodos y estrategias de búsqueda, análisis y almacenamiento de la información disponible en documentos. Adicionalmente, se incluirá la presentación sistemática, coherente y suficientemente argumentada de datos actualizados en el documento final (Posada, 2017).

Objeto de estudio

Es importante comprender que el objeto de estudio de la presente temática aborda las unidades de planificación hidrográfica local UPHL MA03 Y MA04 (Chone y Briceño) en las cuales se incluirá la información existente de las mismas a nivel digital. Por el motivo principal que es requerimiento base para el desarrollo adecuado de obras civiles e hidráulicas en las zonas de estudio.

Unidad de Análisis

Se pretendió analizar a nivel de las herramientas del Sistema de Información Geográfico pertinentes tales como QGis, HydroBID, entre otros afines para lograr estimar los parámetros requeridos y existentes acorde al balance hídrico de las zonas de estudio. En este sentido, se incluyó los factores relacionados al balance hídrico.

Se emplearon las imágenes satelitales de Landsat para UPHL MA03 y MA04 como se describe en la Tabla 1 adaptada de Giler-Ormaza, Pimentel y Aguilar (2021). En esta se detallan el número de imágenes para cada filtro de nubosidad.

Tabla 1. Imágenes satelitales de Landstat sin filtro de nubosidad, con filtro del 30% y con filtro del 10%.

Años disponibles	1972 - 2013	1982 - 2013	1999 - 2020	2013 - 2020
Satélite Landsat /				LS 8
Filtro de nubosidad	LS 1 – 5 MSS	LS 4 – 5 TM	LS 7ETM+	OLI/TIRS
Sin filtro	122	800	1610	705
< 30% de nubosidad	17	40	77	24
< 10% de nubosidad	4	3	5	3

Método de procesamiento y análisis

Es importante mencionar que, Hydro-BID se fundamentó sobre la base de datos de Hidrología Analítica (Analytical Hydrographic Dataset, AHD) para las regiones del Caribe y América Latina. La AHD se detalla la Nota Técnica previa de esta serie. Hydro-BID utiliza la composición de información y las topologías de sistema de cuencas y corrientes de la AHD (Moreda & Miralles, 2014). Este software acopla información de uso de tierras, tipos de suelos, precipitaciones y temperatura dentro del área de estudio, así como los flujos de corrientes visualizados para su empleo en calibración. Hydro-BID incluye una interfaz de usuario de pre-procesador para quitar

información de clima mensual en una serie de tiempo diaria de temperatura y precipitación, siendo ésta la forma requerida de ingreso de información (Moreda & Miralles, 2014).

Bajo este preámbulo, la naturaleza del presente estudio aborda un estudio descriptivo y documental en el cual se recopilará la información pertinente al balance hídrico de las zonas definidas y se evaluará la calidad de la misma. Además, es importante recalcar que, para el balance hídrico, los datos se recopilarán de manera anual y a nivel subterráneo de de la Secretaría del Agua, Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología y de la Empresa Pública del agua de Ecuador.

Área de estudio

Algo que caracteriza a la localidad es que se ubica en la zona con menor altitud del valle en la costa del río Chone. Esto provoca que durante las temporadas lluviosa desde diciembre hasta mayo, la ciudad está expuesta a inundaciones por el desbordamiento del río Chone y sus principales tributarios: río Grande, río Garrapata y río Mosquito (Bastidas, 2018). Por este motivo, a inicios de la década de los 80 se han empezado a planificar variantes de infraestructura para mantener el control de las inundaciones de la zona urbana. Cerca del canal de desagüe, se ubica una mega-represa de 59,5 m de altura y 113 millones de m³ sobre el río Grande y fue edificada como parte del proyecto con múltiples propósitos que fue inaugurado por el expresidente Correa en noviembre del 2015 (Bastidas, 2018).

Cantidad y calidad

Por otra parte, la caracterización de la calidad y cantidad de información se evaluaron en base a los siguientes parámetros dispuestos por ASTEC (2017) y Sandoval y Aguilera (2014) respectivamente.

Contiene reiterar que se considera un dato “inconsistente” cuando se hace relación a una exuberancia de datos que no están dentro de las cuantificaciones a causa o por motivo de que son productos negativos que salen en limpio varios espacios o aparecen en cero al instante de alcanzar la pesquisa.

Para ejecutar esta investigación la información de uso de la tierra, se escudriñaron por medio de conocimiento u información pública disponible de manera gubernamental como principal ayuda del mapa de tierras del MAGAP del 2002 con asistencia del formato shapefiles mismo que puede ser editado y trabajado en un sistema de información geográfico.

De esta forma, R Climatol domina cargos para el control de calidad, homogeneización y relleno de los datos carentes en un vinculado de sucesiones de cualquier variable climática (Armenta, 2016). Adicionalmente, el paquete se puede utilizar para estandarizar las mediciones y completar la información que pertenece al conjunto de variables evaluadas (Guijarro, 2018). El paquete Climatol emplea series de tiempo en las cuales elimina los datos anómalos que sobrepasen el umbral y posteriormente se realiza el análisis de la homogeneidad aplicando el Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) propuesto por Alexandersson (1986) que permite obtener histogramas SNHT en ventanas que facilitan la selección de los umbrales en las series. El proceso realizado por climatol es iterativo y a través de la homogenización con la función ‘homogen’ se obtienen gráficos de anomalías, histogramas, figuras sobre la disponibilidad

de los datos y gráficos de calidad/singularidad de las series finales. Adicionalmente, los gráficos de disponibilidad de datos permiten distinguir si, por estaciones o a escala global, la información es continua en el tiempo o si existieron épocas en las cuáles hay vacíos de información (Guijarro, 2018).

Respecto a las anomalías, estas son determinadas en Climatol considerando el umbral de 5 hasta 20 desviaciones estándar considerando el origen de los datos, por ejemplo, los valores de precipitación son variados y por ello se deben fijar umbrales significativos según el problema a analizar (Guijarro, 2018). Los datos que sobrepasan este rango son considerados valores atípicos y son eliminados de la serie para el proceso de homogenización. En los gráficos de anomalías también se pueden determinar estos valores ya que se visualizan lejanos a los demás causando picos y esto permite realizar medidas correctivas en los datos.

Dado lo anterior, la herramienta fue utilizada para analizar el coeficiente de correlación de los parámetros precipitación y temperatura, según los rangos estipulados por Martínez et al. (2009) mostrados a continuación.

Tabla 2. Relación entre las variables según el coeficiente de correlación

Rango	Correlación
--------------	--------------------

0,76 – 1,00	De fuerte a perfecta
0,51 – 0,75	De moderada a fuerte
0,26-0,50	Débil
0 – 0,25	De nula a escasa

Fuente: Martínez *et al.*, (2009)

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1.OE1: Investigar fuentes de información bibliográfica que sirva como base para el desarrollo del estudio.

Ciclo hidrológico y balance del agua.

El recurso hídrico vital (agua) se puede presentar en diferentes estados (sólido, líquido o gaseoso). El agua es un recurso que se encuentra en constante movimiento y está a disposición en ciertos lugares. De hecho, los mares, los ríos, las nubes y las precipitaciones, que poseen agua, están en constante variación (el agua de superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se infiltra en el suelo, etc.) (Vera & Camilloni, 2015).

El ciclo del agua y su distribución a nivel mundial es la forma más contundente de comprender el comportamiento del sistema hídrico en la atmósfera llevado a cabo por la energía proveniente del sol, aquello que es permite el tránsito del recurso hídrico a través de la hidrosfera, la atmósfera, la biosfera y la litosfera. El ciclo del recurso hídrico vital se maneja a mediante procesos sometidos a cambios constantes (García, 2020).

Cálculo del balance hídrico

En esta sección se detallan las fórmulas más usadas para el hallazgo del balance hídrico.

La ecuación general del balance hídrico es:

$$P = ET + Q \pm \Delta S$$

Donde:

P= Precipitación expresado (mm)

ET= Evapotranspiración (mm)

Q= Flujo superficial (mm)

ΔS =Variación de almacenamiento (mm)

1) Fórmula de Hargreaves

Medida de adaptabilidad de precipitación a través del suministro de requisitos de humedad. (Hargreaves y Samani, 1985)

$$ET_o = 0,0023 * (t_{med} + 17,78) * R_o * (t_{dm\acute{a}x} - t_{dmin})^{0,5}$$

Donde:

ET_o: Evapotranspiración potencial, mm/día

T_{med}: Temperatura media diaria, °C

R_o: Radiación solar extraterrestre, en mm/día

T_{dmáx}: Temperatura diaria máxima

T_{dmin}: Temperatura diaria mínima

2) Fórmula de Thornthwaite

Medida para verificar la capacidad del agua para poder cambiar su estado a vapor desde un suelo repleto de vegetación y en situaciones óptimas. (Thornthwaite, 1948)

$$i = \frac{t^{1,514}}{5}$$

Donde:

i: Índice de calor mensual

t: Temperatura media mensual °C

3) Fórmula de Turc y Coutagne

Cálculo para interrelacionar el agotamiento de una zona con la carencia de humedad. (Sánchez, 2001)

$$\text{Turc } ETR = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad \text{Coutagne } ETR = P - X * P^2$$

Donde:

ETR: Evapotranspiración real en mm/año

P: Precipitación en mm/año, para la fórmula de Turc

P: Precipitación en metros /año, para la fórmula de Coutagne

t: Temperatura media anual en °C

4) Fórmula de Hydro-BID

Sistema de predicciones que facilita el planeamiento de los recursos hídricos mediante evaluaciones con parámetros cuantitativos y cualitativos, proyectando predicciones climatológicas y modificaciones en la utilización de la tierra. (Bravo, 2020)

Para la evaluación del trabajo de la simulación, Hydro-BID posee una serie de métricas mediante panoramas en la serie de datos generados (Días & Suárez, 2019). La misma se expone en la siguiente tabla:

Tabla 3 Métricas de desempeño

Métricas	Fórmula	Valor óptimo
Error del Volumen general Error del Volumen anual Error del Volumen mensual	$ove = \frac{\sum_{t=1}^N S_t - \sum_{t=1}^N O_t}{\sum_{t=1}^N O_t} * 100$	Más cercano a 0
Correlación r	$r = \frac{N \sum_{t=1}^N O_t S_t - \sum_{t=1}^N O_t \sum_{t=1}^N S_t}{\sqrt{[N \sum_{t=1}^N S_t^2 - (\sum_{t=1}^N S_t)^2][N \sum_{t=1}^N O_t^2 - (\sum_{t=1}^N O_t)^2]}}$	Más cercano a 1
Correlación modificando r mod	$r_{mod} = r \frac{\min(S_{sim}, S_{obs})}{\max(S_{sim}, S_{obs})}$	Debe acercarse a 1

Índice de eficiencia de Nash-Stcliffe	$r^2 = 1 - \frac{\sum_{t=1}^N (S_t - o_t)^2}{\sum_{t=1}^N (S_t - \mu_o)^2}$	<p><0,2 es insuficiente</p> <p>0.2 – 0.4 es satisfactorio</p> <p>0.4 – 0.6 es bueno</p> <p>0.6 – 0.8 es muy bueno</p> <p>> 0.8 es excelente</p>
---------------------------------------	---	---

Fuente: Díaz y Suárez (2019)

3.2.OE2: Determinar los factores necesarios para establecer el balance hídrico en las zonas de estudio.

La importancia de la herramienta HydroBid está en que permite estimar la oferta y demanda hídrica de una cuenca, procesar datos meteorológicos, calibrar y validar modelos hidrológicos y evaluar opciones de gestión hidráulica presentes y futuras.

Precipitación

Según la IPCC, la precipitación no tuvo variaciones significativas en el siglo XXI pues tuvo incrementos mínimos de 1 a 10% y reducciones del 4% en la zona del Ecuador continental según el escenario RCP 2.6 definido como optimista. En los escenarios intermedios (RCP 4.5 y 6.0), la precipitación obtuvo incrementos entre 3-15%, siendo los más relevantes aquellos mayores al 10% en el norte, centro y sur de la Amazonía y la Costa y la Sierra Central. Las minimizaciones se mantuvieron en la Amazonía Oriental, con valores entre 8-10%. Finalmente, según el escenario “pesimista” (RCP 8.5), las lluvias o precipitaciones aumentaron en un 10% en la

mayoría del territorio nacional, y con los incrementos mayores ubicados en la Sierra Central y en el centro y sur de la Amazonia. Por otra parte, en la región de las Islas Galápagos, las tendencias de precipitación indican aumentos de 10% en la precipitación desde la primera mitad de siglo, e incrementos superiores al 20% para los últimos meses del siglo. Esta región sería la más influenciada por el aumento de las lluvias, ya que en el mejor de los escenarios (RCP 2.6) el volumen aumentaría de 12 a 23% en comparación con la época de 1981-2005. Mientras que, en el escenario pesimista, para finales de siglo las lluvias serían superiores al 30% en comparación a la actualidad (Armenta, 2016).

Este parámetro es de suma importancia para calcular el balance hídrico dentro del modelo e interfaz de la herramienta HydroBid dado que es el factor principal a estudiarse.

Se estima que las precipitaciones disminuyan en el futuro a diferencia de las lluvias que se acrecentarán de sobre manera, lo cual causaría una extensión de la irregularidad pluviométrica y de la escasez hídrica por lo que el estudio de la estructura de la lluvia a escala diaria se la considera de suma importancia (Sarricolea, Herrera, & Araya, 2013).

Temperatura y clima

La temperatura, establece la existencia del equilibrio térmico, debido a que es una propiedad que presenta los grados de caliente y frío de un cuerpo y que al administrar calor a un cuerpo se elevará la temperatura. Asimismo, la temperatura es un parámetro de un cuerpo y está relacionada al clima; y el calor es un movimiento de energía ocasionado por las distintas temperaturas. (Inzunza, S.f.).

Uno de los estados más presentes en la atmosfera del planeta es el clima, ya que es un indicativo de las condiciones meteorológicas de una parte de la superficie. (OMM, 2013). De manera general, el clima indica al sistema climático en total perspectiva, abarcando sus modificaciones y el detalle estadístico (IPCC, S.f.).

Según la IPCC y los parámetros climáticos de tendencia, la temperatura promedio indica un incremento de 0,6°C en el periodo 2011-2040 y un aumento de 1°C en 2041-2070 y 2071- 2100 bajo el escenario “optimista” (RCP 2.6). Por otra parte, en el escenario “pesimista” (RCP 8.5), se estima un aumento de temperatura en 0,8°C en 2011-2040, 1,7°C en 2041-2070 y 2,8°C para los años de 2071-2100. Las regiones territoriales con mayor incremento de la temperatura media serían la Amazonía, la Costa y Galápagos, con incrementos mayores a 1,5°C para la segunda mitad del siglo, y en esta última región, con aumentos mayores a 2°C en temperatura (Armenta, 2016).

Usos

La estructura del suelo incide en gran medida en los movimientos generados por el recurso vital, la retención de recursos hídricos, el drenaje, la oxigenación, la profundidad de las raíces, el ciclo de nutrientes y en el desarrollo de las plantaciones. (Shaoshan, Mentler, Mayer, & Blum, 2010) .

Habiendo así el parámetro más significativo la textura, este alude e indica el contenido de las diferentes partículas con tamaños disímiles, entre ellos se encuentra la arena, limo y arcilla, proporcionando la disposición de poder conocer con qué tipo de suelo se va a afanar, la cuantía de agua a necesitar, el nivel de oxígeno que posee, y la rapidez con que el elemento ingresa en el suelo (FAO, 2016).

Tipos de suelo

La estructura del suelo se forma adquiriendo diferentes parámetros como el tipo de arcilla y la proporción de contenido orgánico. (Zadorova, Jakšík, Kodešová, & Penížek, 2011). Estos parámetros son de gran ayuda para conocer la permeabilidad de la zona de estudio a evaluarse en la herramienta HydroBid y proceder con un adecuado cálculo del equilibrio hídrico.

Red de drenaje superficial y subterráneo

Los excesos volúmenes de precipitación deben ser drenados para que de esta manera no influyan negativamente en la productividad de las tierras. La actividad del drenaje se diseña desde que se planifica la siembra y el sistema de riego a utilizar, con el objetivo de crear una excelente humedad en el suelo, seguido del empleo de agua y aire necesaria, el cultivo adecuado y las ganancias. (Polón, Morales, Jeréz, & Ruiz, 2018). Las redes de drenaje facilitan la visibilidad de corrientes en un área de estudio, esto nos permitirá no presentar dificultades en las demarcaciones o archivos raster procesados en la herramienta HydroBid.

Cartografía

Emplea técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para disminuir riesgos. Además, es factible para manejar las redes de agua y su adecuada limpieza. Además, se muestran las particularidades del estudio, las etapas en las que se trabajó para la creación de las bases del Sistema de Información Geográfica, los resultados preliminares obtenidos y las tendencias del desarrollo a largo plazo (Ordás, 2012) La cartografía digital nos permitirá acceder a la geografía espacial de cualquier sitio que se desee estudiar o procesar mediante el modelo que utiliza la herramienta HydroBid, en este sentido se considera un eje imprescindible en formato shapefile para la modelación respectiva.

HydroBid

Es un software dedicado a la práctica hidrológica y el manejo del recurso hídrico en América Latina y el Caribe. Con un sistema integrado y cuantitativo permite trabajar bajo condiciones variadas de clima, uso de suelo y población, que ayudan a examinar el agua en cuanto a calidad, las necesidades de infraestructura y el diseño de estrategias y respuestas que se adapten a estos cambios. Además, se la utiliza con frecuencia en cuencas hidrográficas debido a que suministran información factible acerca del ciclo hidrológico.

Mediante el uso de HydroBid se puede conseguir el cálculo del balance hídrico y series de caudales de una cuenca o sub-cuenca; además de permitir evaluar los efectos de cambios naturales o antrópicos sobre la disponibilidad y variedad de los recursos hídricos (cambios climáticos, aumento de demanda, usos de suelo) y obtener delimitaciones de cuencas hidrográficas a nivel regional, local o nacional.

Esta herramienta hace uso de diferentes complementos tales como Qgis, AHD TOOLS, SQLite y Java Runtime Environment.

Qgis

Corresponde a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) debido a que se logra observar con georreferenciación un área, se pueden modificar diferentes parámetros morfológicos, hidrológicos y meteorológicos según la necesidad que tenga el mapa (IPCC, S.f.).

Cabe destacar que este software libre tiene limitaciones en el procesamiento de los datos hidrológicos y geográficos respectivamente ya que no posee las extensiones suficientes que almacena GIS. Además de la influencia de la calidad de datos recolectados sobre la obtención del resultado final; un modelo digital de elevación de mala calidad no nos permitirá llegar al resultado esperado, ya que nos generará un resultado con imperfecciones que afectará en la calidad del mapa final (Sánchez, 2020).

AHD TOOLS

De acuerdo con Rinner (2014) , el complemento AHDTtools, es un instrumento que sirve para escoger las cuencas o los ríos de Latino América gracias a un código en la base de Datos proporcionada por las carpetas de instalación del HYDROBID. Así mismo, suministra una guía para la estandarización de modelos que señalen la conectividad del flujo y la información para demostrar los resultados obtenidos en gráficos.

SQLite

SQLite es un sistema que gestiona bases de datos relacionadas y que se utiliza bajo una licencia de dominio público. SQLite permite trabajar en entornos reducidos, en donde lo realmente trascendental es involucrar sistemas incorporados y softwares relacionadas con el Internet de las Cosas. SQLite es una excelente manera de utilizar dispositivos móviles, televisiones, entre otros (Sánchez, 2020).

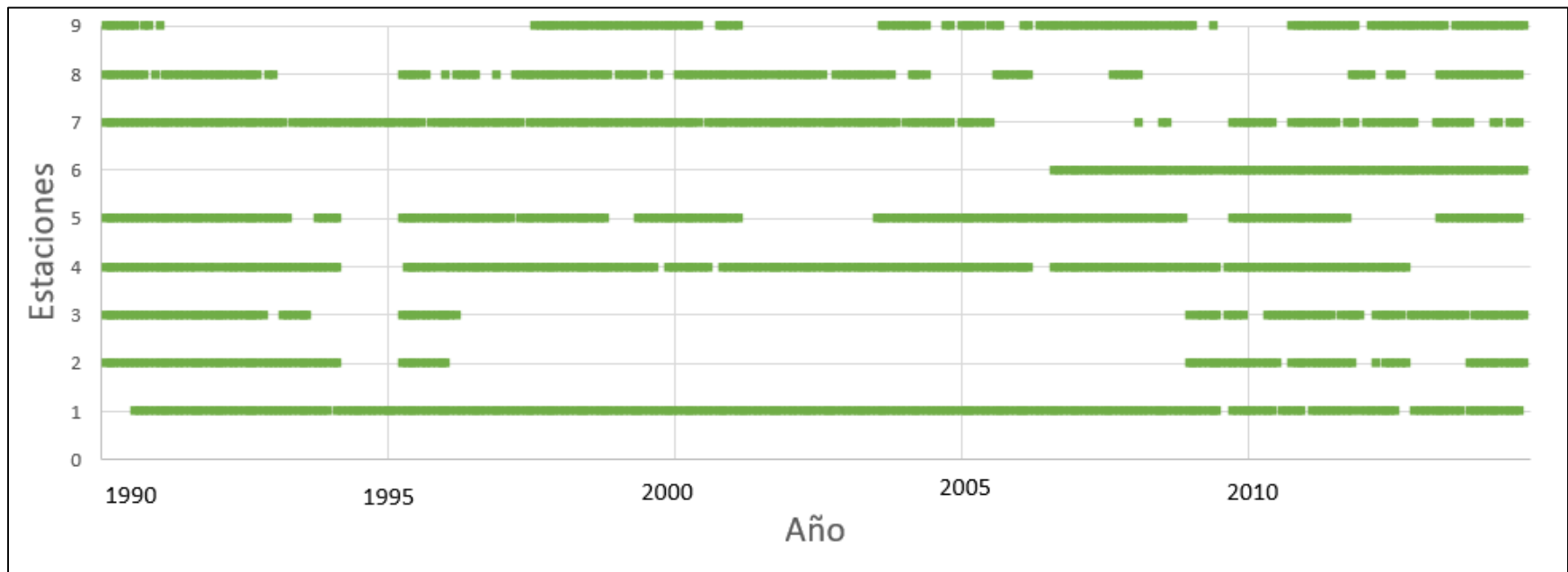
Java Runtime Environment

El Java SE (Standard Edition) involucra el JRE (Java SE Runtime Environment) y el JDK (Java SE Development Kit). El JRE proporciona la máquina virtual de Java (sus siglas en inglés, JVM), el API (Application Programming Interface), asimismo variados mecanismos necesarios para el funcionamiento de las aplicaciones de Java. Por otro lado, el JDK desempeña aplicaciones empleando el lenguaje Java (Bustamante, 2006).

3.3.OE3: Evaluar la calidad y cantidad de información disponible para la determinación del balance hídrico en las zonas de estudio

Gráfico 2. Disponibilidad de datos de precipitación en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.

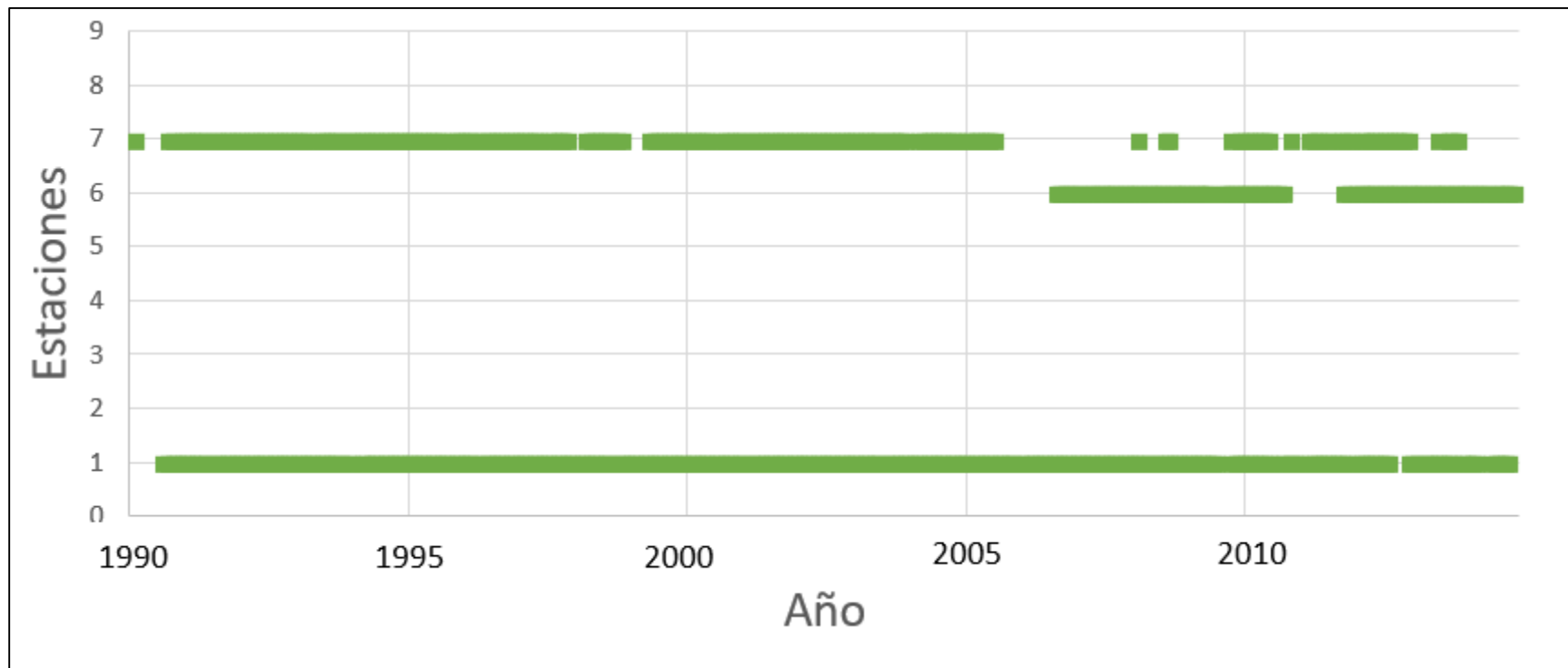
Nota: Las estaciones están numeradas en el siguiente orden: 1) Chone, 2) Río Santo, 3) Rio Grande, 4) Junín, 5) Zapote, 6) PUCE, 7) Jama, 8) San Isidro, 9) Boyacá.



Elaboración: Propia del autor

Gráfico 3. Disponibilidad de datos de temperatura en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.

Nota: Las estaciones están numeradas en el siguiente orden: 1) Chone, 2) Río Santo, 3) Rio Grande, 4) Junín, 5) Zapote, 6) PUCE, 7) Jama, 8) San Isidro, 9) Boyacá.



Elaboración: Propia del autor

Gráfico 4. Disponibilidad de datos de nivel medio en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.

Nota: Las estaciones están numeradas en el siguiente orden: 1) Garrapata a.j. Chone, 2) Mosquito a. j. Grande, 3) Carrizal en Calceta, 4) Junín d.j. es. Palmar, 5) Briceño en Botadero, 6) Jama en Jama.

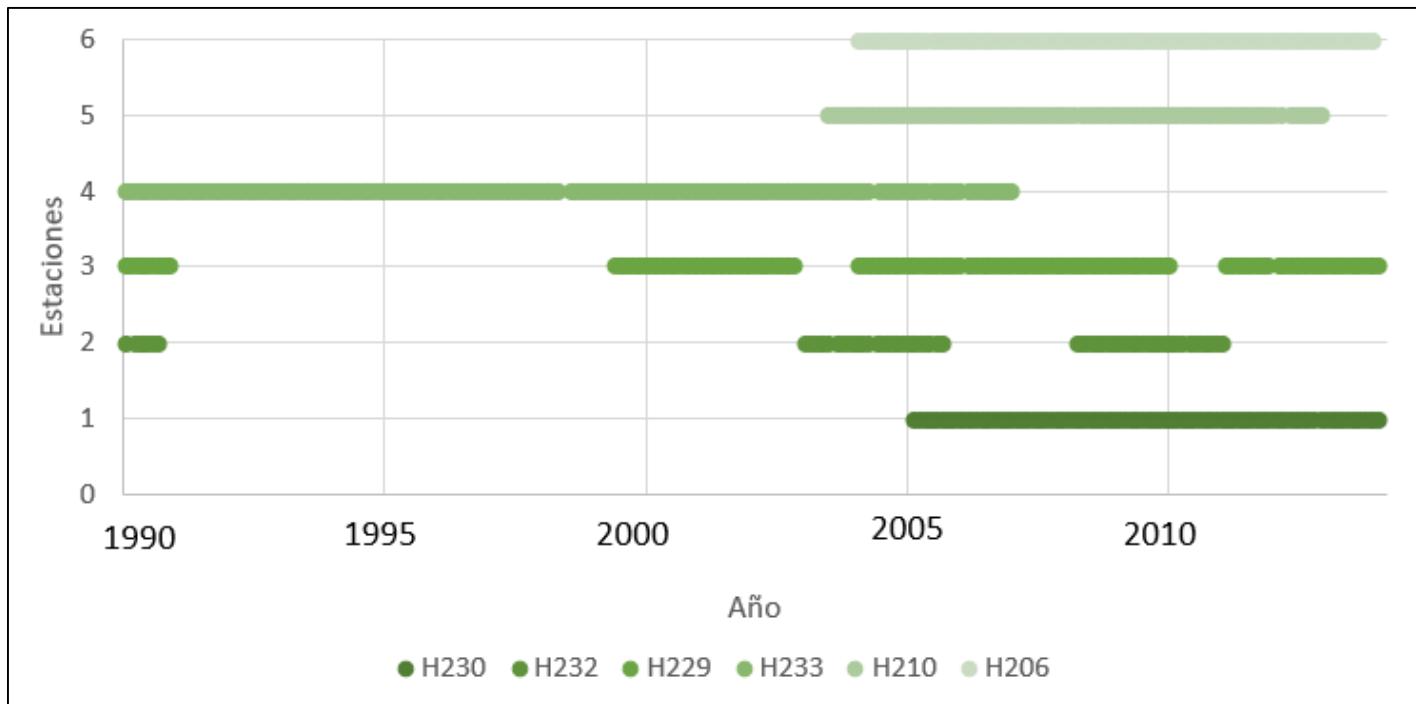
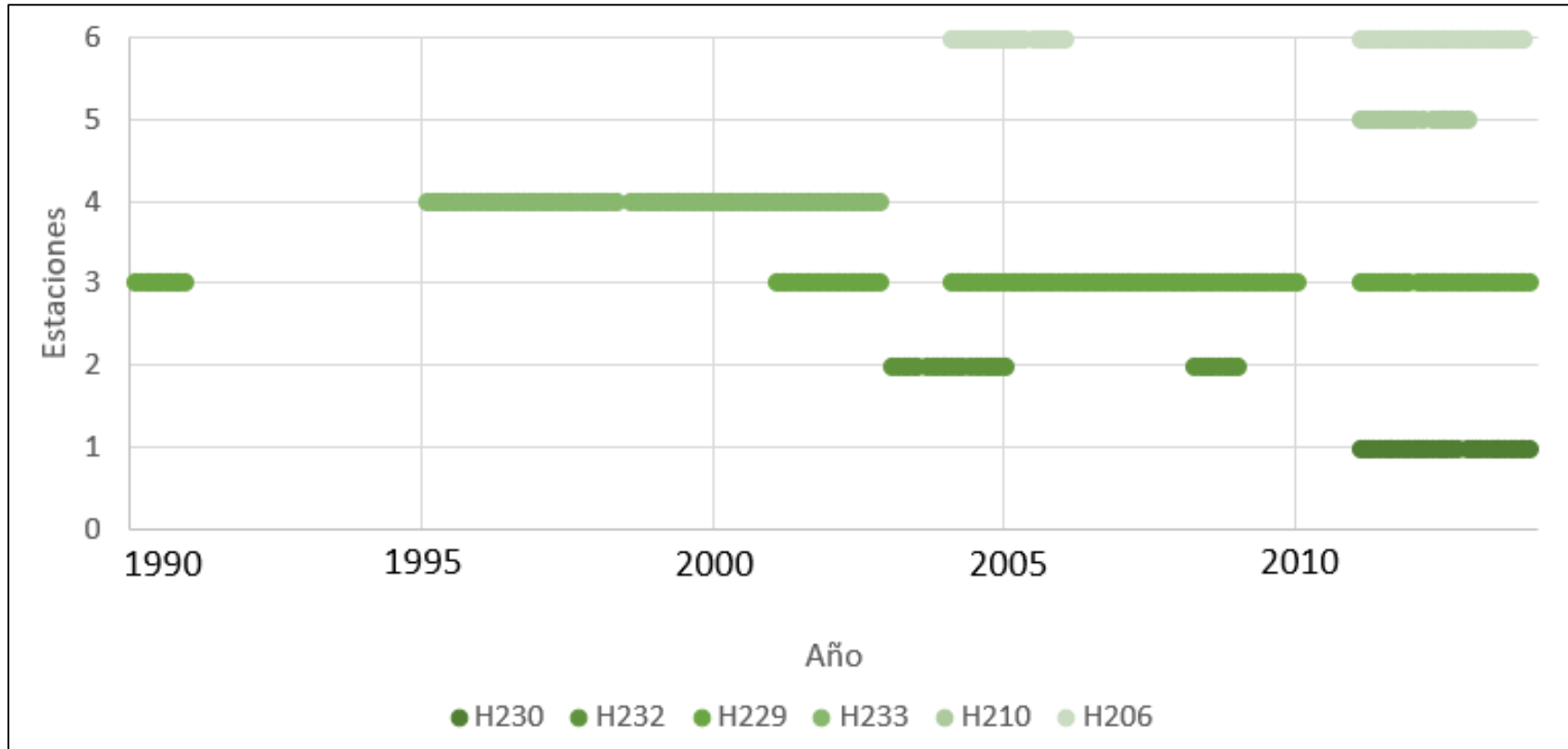


Gráfico 5. Disponibilidad de datos de caudal en las UPHL MA03 y MA04 de 1990 a 2013.

Nota: Las estaciones están numeradas en el siguiente orden: 1) Garrapata a.j. Chone, 2) Mosquito a. j. Grande, 3) Carrizal en Calceta, 4) Junín d.j. es. Palmar, 5) Briceño en Botadero, 6) Jama en Jama.

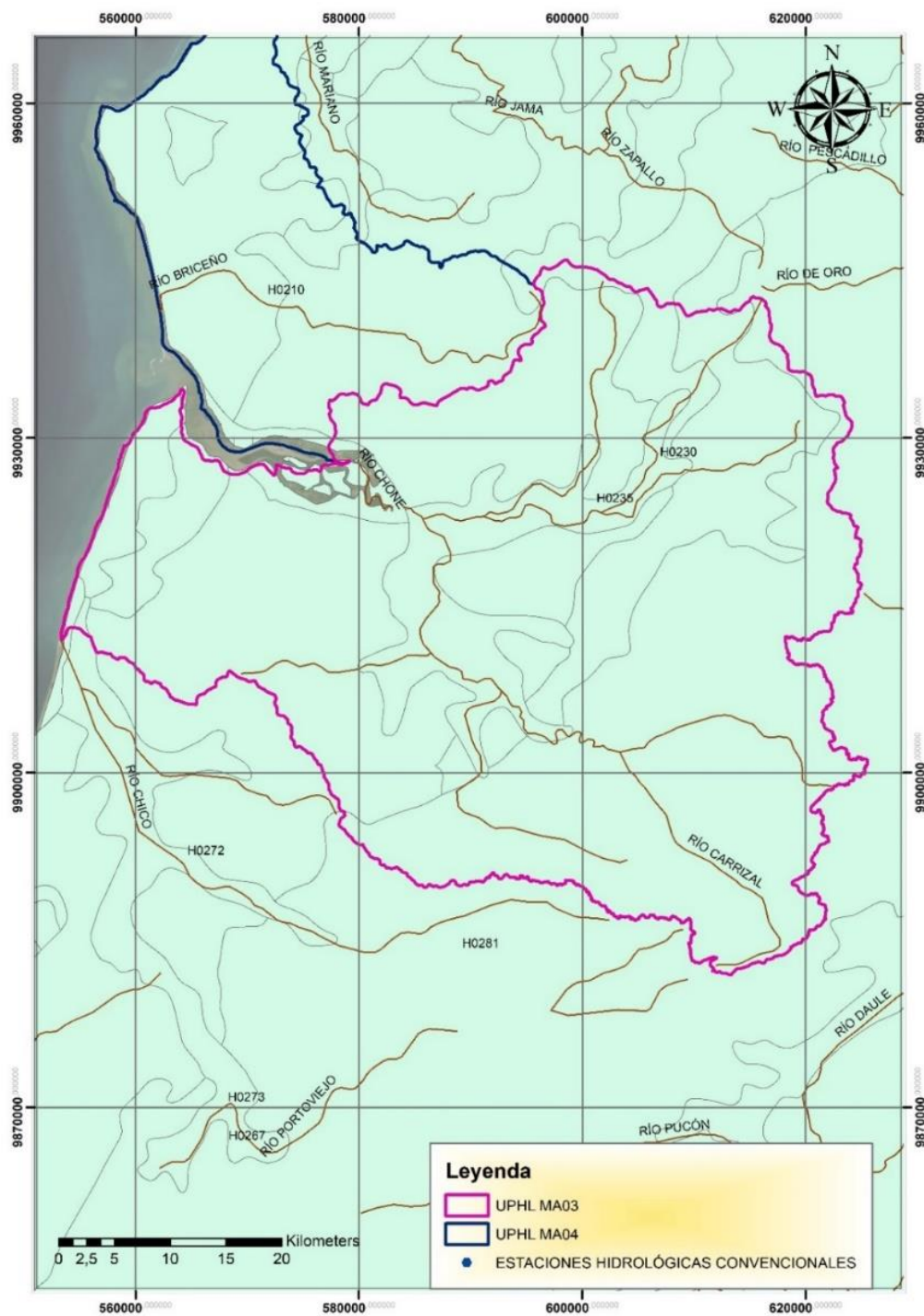


En los Gráficos 2 y 3 se presenta la disponibilidad de datos de precipitación y temperatura para las UPHL MA03 y MA04. El gráfico 2 indica que los datos de precipitación no son continuos, en el caso de las estaciones 2 y 3 que corresponden a Río Santo y Río Grande no tienen datos aproximadamente desde 1996 hasta 2009. Además, la estación 6 empezó sus operaciones en el año 2006 por lo que no se tienen datos previos. En el resto de las estaciones se observa que existen vacíos durante varios de los meses. Asimismo, el gráfico 3 sobre las temperaturas indica que solo las estaciones 1, 6 y 7 correspondientes a Chone, PUCE y Jama poseen información referente a este parámetro.

Por otra parte, los gráficos 4 y 5 muestran la disponibilidad de datos de nivel medio y caudal en las estaciones. Se observa que existe disponibilidad de datos de nivel medio en las estaciones 2, 3 y 4 desde 1990 aunque esta no se mantiene de manera continua hasta 2013. En el caso de la estación 5 se observa que el registro de datos empieza desde 2004 y se interrumpe en 2012. Asimismo, los datos de caudal solo se mantienen durante algunos años en las estaciones. Por ejemplo, la estación 5 solo tuvo datos de este parámetro desde 2011 hasta 2012 y el resto de las estaciones han tenido interrupciones durante el periodo de tiempo estudiado.

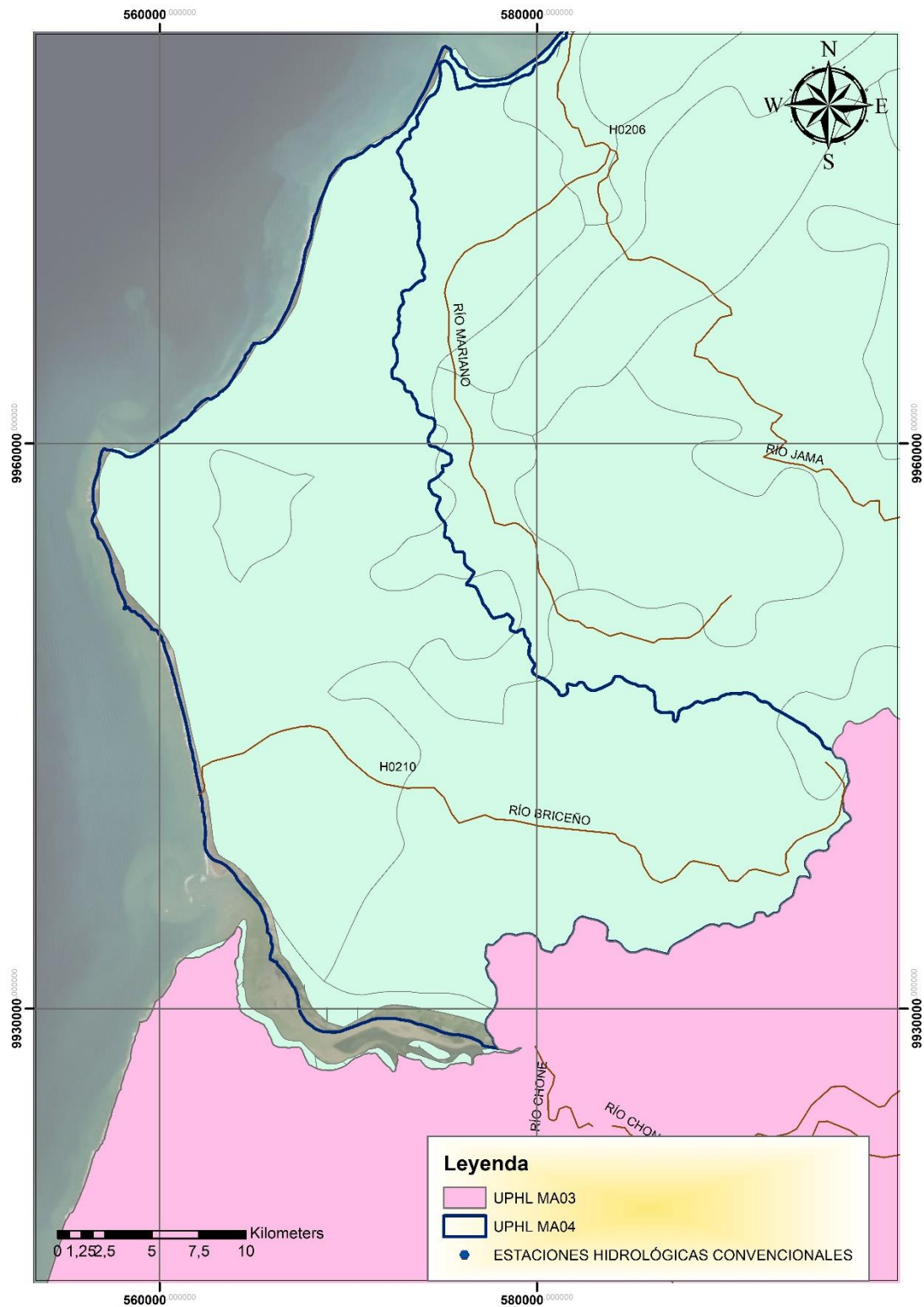
A continuación, se presentan los mapas del área de estudio:

Gráfico 6 Mapa de la UPHL MA03



Elaboración: Propia de la autora

Gráfico 7 Mapa de la UPHL MA04



Elaboración: Propia de la autora

Dentro de las UPHL MA03 (Chone) y MA04 (Briceño) se encuentran diferentes estaciones de tipo climatológicas principales y limnimétricas que se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 4. Estaciones climatológicas principales y limnimétricas de las UPHL MA03 y MA04

MA03		MA04	
CÓDIGO	NOMBRE	CÓDIGO	NOMBRE
M162	Chone	M167	Jama
MA33	Río Santo	M446	San Isidro
MA34	Río Grande	M163	Boyacá
M462	Junín	H210	Briceño en botadero
M452	Zapote	H206	Jama en Jama
H230	Garrapata a.j. Chone		
H232	Mosquito a.j. Grande		
H229	Carrizal en Calceta		
H233	Junín d.j.es.Palmar		
MB91	PUCE-BAHÍA		

Fuente: INAMHI (2009)

Elaboración: Propia de la autora

Es importante recalcar que las estaciones mencionadas anteriormente no funcionan en su totalidad, las más representativas corresponden a PUCE-Bahía, Chone, Calceta y Jama, estas estaciones reportan los datos hidrometeorológicos de la zona de manera oportuna diariamente, lo que permite el registro mensual y anual completo del sitio en referencia a precipitación y temperatura.

Calidad

Buena: Significa que existe información diversa sin complicación alguna.

Regular: Significa que la cantidad de información es inconsistente.

Mala: Significa que el valor de información es rescindido o nulo lo que causaran complicaciones dentro de la investigación.

Se piensa que es un error o indagación nula al momento de que no existen datos, por tal razón aparecen en cero, en blanco o negativos.

Si el caudal y lluvia están con datos negativos o espacios en blanco entonces hay una complicación.

Cantidad

Insuficiente, desactualizada e intermitente: Menos 50 años de información. (Heras, 1981)

Suficiente, actualizada y continua: supera los 50 años de información.

El aporte del paquete Climatol fue fundamental para evaluar el coeficiente de correlación de Pearson de los parámetros temperatura y precipitación de las Unidades de Planificación Hidrográfica Local. Es así que, un valor del coeficiente cercano a cero señala que el relleno de los datos es incongruente mientras que un valor cercano a uno indica que aquella suposición es viable.

Tabla 5. Diagnóstico en UPHL MA03

Estación	Nombre	Temperatura	Precipitación	Observaciones	Calidad	Cantidad	Coef. Pearson	Correlación
M162	Chone	1990 – 2012 2016-2019	1990 – 2012 2016-2019	La estación posee datos digitalizados interrumpidos desde el 2012 hasta el 2016. Cabe destacar que esta información la posee el INAMHI en los pluviogramas respectivos.	Buena	Poca, es necesario aplicar relleno de datos o digitalizar los pluviogramas existentes.	0	Nula
MA33	Río Santo	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran inconsistencias dentro de los mismos denotando cifras 0 en temperatura.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
MA34	Río Grande	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula

				inconsistencias dentro de los mismos denotando cifras 0 en temperatura.				
M462	Junín	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran inconsistencias dentro de los mismos denotando cifras 0 en temperatura.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
M452	Zapote	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran inconsistencias dentro de los mismos denotando cifras 0 en temperatura.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
H230	Garrapata a.j. Chone	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios hidrológicos del INAMHI.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula

H232	Mosquito a.j. Grande	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios hidrológicos del INAMHI.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
H229	Carrizal en Calceta	1990 – 2012 2016-2019	1990 – 2019	La estación posee datos digitalizados interrumpidos desde el 2012 hasta el 2016. Cabe destacar que esta información la posee el INAMHI en los pluviogramas respectivos.	Buena	Poca, sin embargo, es necesario aplicar relleno de datos o digitalizar los pluviogramas existentes.	0	Nula
H233	Junín d.j.es.Palmar	1990 – 2012	1990 – 2006	La estación posee datos publicados en los anuarios hidrológicos.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
MB91	PUCE-BAHÍA	1990 – 2012 2016-2019	1990 – 2012 2016-2019	La estación posee datos digitalizados interrumpidos desde el 2012 hasta el 2016. Cabe destacar que esta información la posee el INAMHI en los pluviogramas respectivos.	Buena	Poca, sin embargo, es necesario aplicar relleno de datos o digitalizar los pluviogramas existentes.	0	Nula

Fuente: INAMHI (2019)

Elaboración: Propia de la autora

La Unidad de planificación Hídrica Local MA03 correspondiente a Chone cuenta con 10 estaciones hidrometeorológicas de las cuales se encuentran en funcionamiento 3 (PUCE-Bahía, Chone y Calceta), mismas que reportan datos diarios que permiten la tabulación correcta y predicción del clima en los años detallados en la tabla anterior. Dentro de los anuarios meteorológicos publicados por el INAMHI se encuentra información de temperatura y precipitación durante el período 1990 -2012 de buena calidad, sin embargo, existen datos en cero que demuestran la discontinuidad de los mismos. A continuación, se muestra en detalle los datos no publicados proporcionados por el INMAHI en las estaciones más destacadas en esta UPHL.

Estación PUCE-Bahía

La estación ubicada en Bahía de Caráquez registra datos digitalizados de 7 años consecutivos correspondientes al período 2006 – 2012 (ver anexo 2), dentro de los cuales la información fue enviada de manera mensual lo que facilita la exposición de datos de precipitación y clima anuales para su procesamiento.

Estación Chone

La estación hidrometeorológica Chone (M0162) cuenta con datos digitalizados de 5 años consecutivos que corresponden al período 2008-2012 (ver anexo 3). Además, presenta información intermitente omitiendo información de varios años lo que provoca una falta de continuidad de precipitación y temperatura dificultando la obtención de una línea base consistente.

Estación Calceta

Con respecto a la estación hidrometeorológica Calceta se puede observar que los datos mensuales de precipitación y temperatura se encuentran registrados durante el período 2011 – 2015 respectivamente (ver anexo 4).

Cabe recalcar que existe información registrada diariamente de estas tres estaciones expuestas durante el período 2016-2019, sin embargo, los datos se encuentran incompletos. Esta problemática se debe a diferentes factores de gestión interna de la entidad encargada.

Tabla 6. Diagnóstico en UPHL MA04

Estación	Nombre	Temperatura	Precipitación	Observaciones	Calidad	Cantidad	Coef. Pearson	Correlación
M167	Jama	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los calendarios meteorológicos.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
M446	San Isidro	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran inconsistencias dentro de los mismos denotando cifras 0 en temperatura.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
M163	Boyacá	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los anuarios meteorológicos del INAMHI, sin embargo, se encuentran inconsistencias dentro de los mismos denotando	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula

				cifras 0 en temperatura.				
H210	Briceño en botadero	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los calendarios hidrológicos.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula
H206	Jama en Jama	1990 – 2012	1990 – 2012	La estación posee datos publicados en los calendarios hidrológicos.	Regular	Poca, es necesario obtener datos de años recientes.	0	Nula

Fuente: INAMHI (2019)

Elaboración: Propia de la autora

En base al diagnóstico de la UPHL se identifica que la Unidad de planificación Hídrica Local MA04 correspondiente a Briceño cuenta con 5 estaciones hidrometeorológicas de las cuales solo se encuentran en funcionamiento la estación Jama, a continuación, se detallan los datos más recientes hallados de la misma.

Estación Jama

La estación hidrometeorológica Jama (M0167) registra datos de 5 años consecutivos (2008-2012) de precipitación y temperatura (ver anexo 5), sin embargo, se observan años ausentes en ciertos períodos, esta falta de datos dificulta el procesamiento de información para futuras investigaciones.

Los problemas principales que se denotan en la búsqueda de información pertinente para el cálculo del balance hídrico de una zona refieren a la ausencia de personal, datos incompletos y problemas de gestión interna en cada entidad. La información documentada es factible para realizar un estudio de corto alcance, sin embargo, se requiere la digitalización de los datos recientes para proporcionar mayor cantidad de parámetros y un estudio de alto alcance (Muñoz, 2015).

Los resultados obtenidos por el INAMHI abarcan entre 5 y 7 años consecutivos de información digitalizada mensual referente a precipitación (mm) y temperatura (°C) para las estaciones más representativas. Estos datos pueden ser utilizados de manera efectiva en el modelo de la herramienta HidroBID de corto alcance, sin embargo, se sugiere revisar los pluviogramas registrados de años recientes para abordar una investigación más completa (INAMHI, 2016).

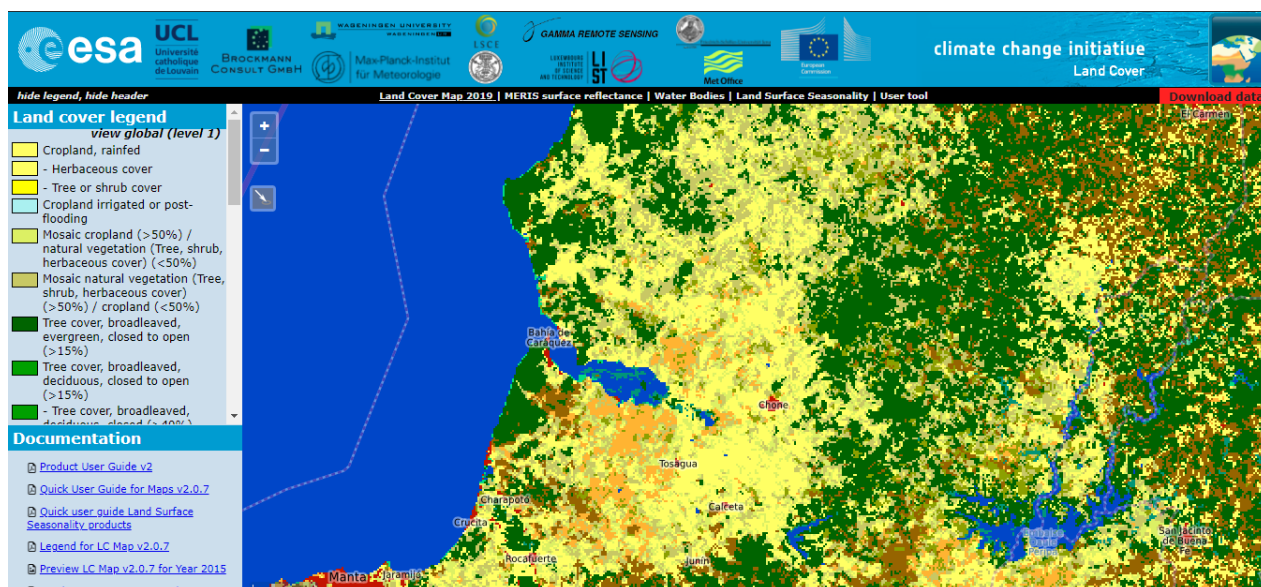
Redes de drenaje

A nivel de la revisión documental con énfasis en las redes de drenaje de la provincia de Manabí, no se obtuvieron índices resultantes significativos, a más de los otorgados por la Secretaría del Agua hasta el 2016, (ver anexo 7).

Tipos y uso de suelos en UPHL MA03 y MA04

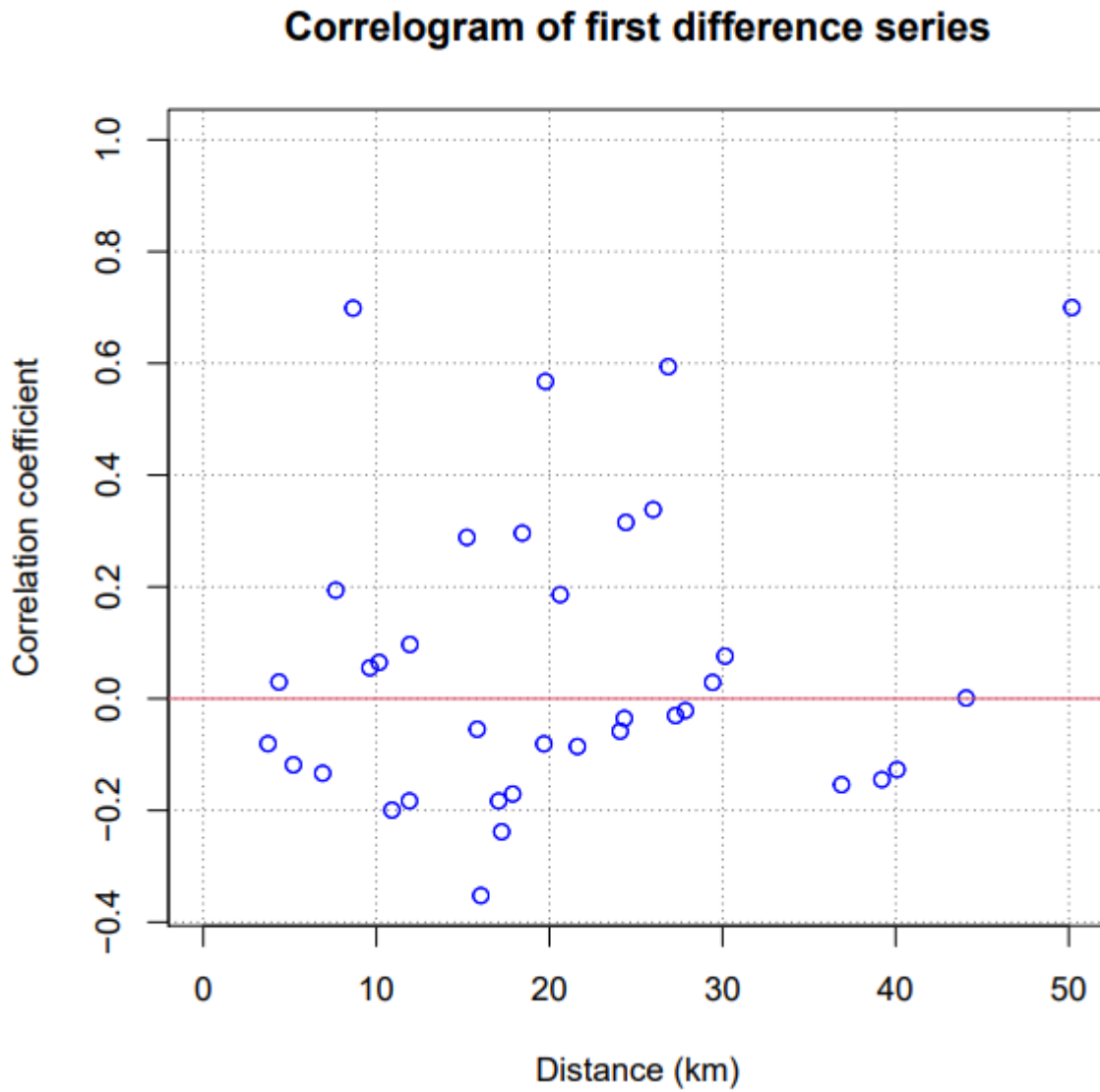
En relación a este ítem se puede identificar en las siguientes figuras que existe información significativa en dos fuentes confiables como lo son Land Cover CCI (2017) con 28 años de registros con una resolución de 300 metros por cuadro; y el MAGAP (2014) que presenta una visualización general del país en relación a los tipos de suelos. La calidad de información hallada se considera de calidad regular, sin embargo, en cantidad es suficiente para realizar estudios próximos a esta investigación. Cabe destacar que en la UPHL MA03 y MA04 predomina la vegetación natural en mosaico y la cubierta arbórea de hoja ancha.

Gráfico 8 Tipo de cobertura vegetal y usos de suelo en el Ecuador



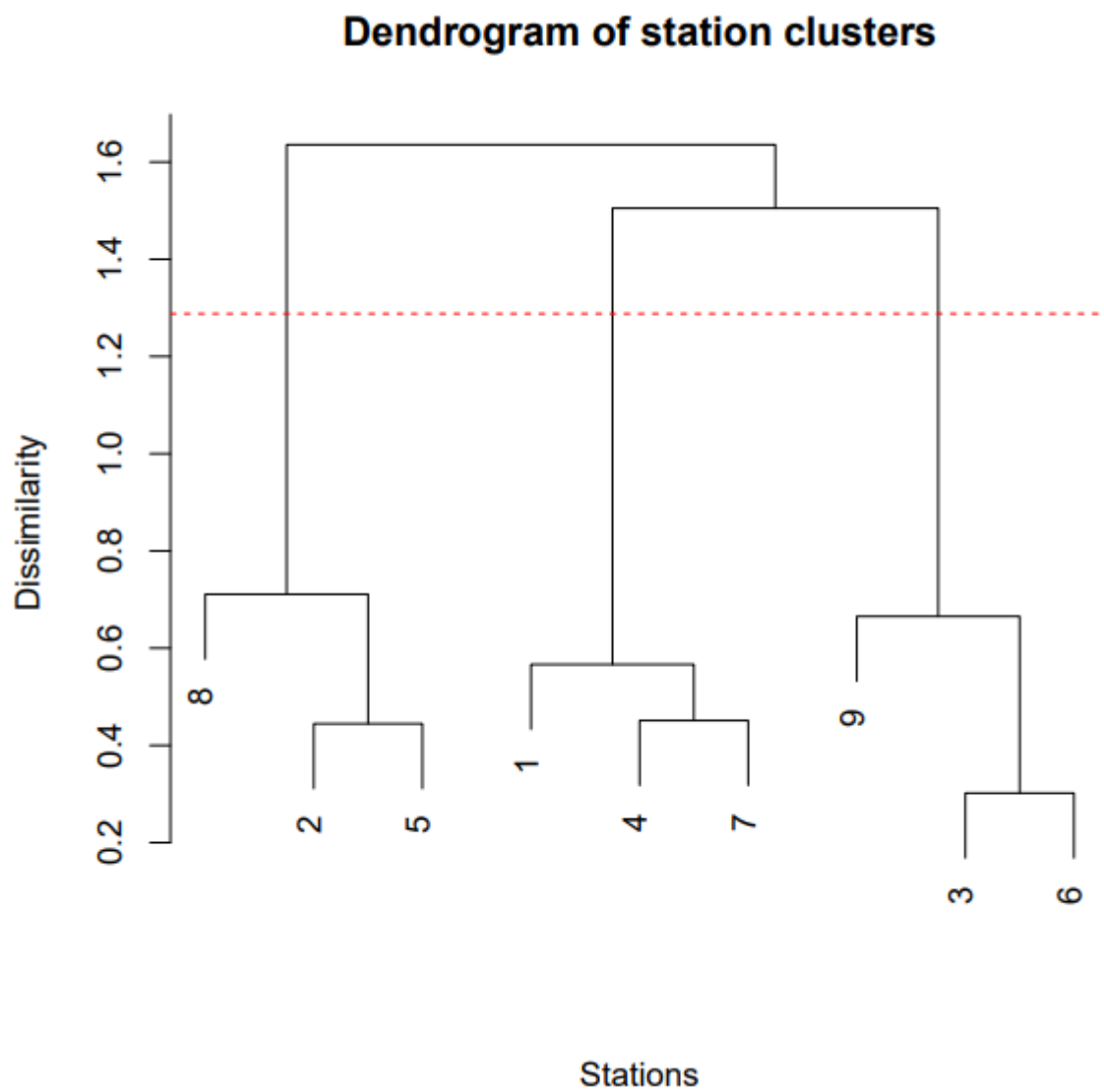
Fuente: Land Cover CCI (2017).

Gráfico 10. Diagrama de correlación de series



Elaboración: Propia de la autora

Gráfico 11. Dendrograma de estaciones evaluadas



Elaboración: Propia de la autora

4. CONCLUSIONES

- La revisión bibliográfica abordó aspectos relacionados a la definición y cálculo del balance hídrico con sus respectivos parámetros relacionados con la herramienta HydroBID. La información fue requerida para el desarrollo de los objetivos planteados.
- El estudio denotó que los parámetros necesarios para el cálculo del balance hídrico en la herramienta HydroBID son precipitación, clima, temperatura, tipo y usos de suelo, modelos digitales de elevación (cartografía) y redes de drenaje de la zona a estudiarse. Estos parámetros se ingresan en la herramienta y mediante los complementos AHD Tools, Java y QGis se logra estimar el balance hídrico correspondiente.
- En base a la investigación realizada, se encontró información de precipitación y temperatura de varios años consecutivos para las estaciones más representativas, sin embargo, no se cuenta con datos recientes digitalizados por la falta de gestión de información en las entidades pertinentes. Cabe resaltar que la información general presenta datos de buena calidad, pero con insuficiente cantidad. El análisis realizado con el paquete Climatol para la temperatura y la precipitación señala la nula correlación entre las variables estudiadas; mientras que con la variable de caudal no se pudieron ejecutar los comandos respectivos debido a que existen estaciones que no cuentan con suficientes datos disponibles en uno o varios periodos temporales.

5. LITERATURA CITADA

- Alexandersson, H. (1986). A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*, 6, 661-675.
- Armenta, E. (2016). Proyecciones climaticas de precipitacion y temperatura para Ecuador, bajo distintos escenarios de cambio climatico. <https://info.undp.org/docs/pdc/Documents/ECU/14%20Proyecciones%20de%20Clima%20Futuro%20para%20Ecuador%20en%20base%20a%20IPCC-AR5.pdf>.
- Asayama, Y. (2017). Flood Risk Reduction Measures in Japan. Myanmar World Water Day; 2017 Mar 13-14. *Naypyidaw, Myanmar. Myanmar: National Water Resources*.
- ASTECC. (2017). Estudio de Impacto Ambiental Definitivo del Aprovechamiento San Antonio, Dudas y Alazán. . *HIDROAZOGUES, Cuenca*.
- Bâ, K. M.-D.-C.-C.-A., & Franco-Plata, R. (2013). Modelado hidrológico de grandes cuencas: caso de estudio del río Senegal, África Occidental. *Tecnología y Ciencias del Agua*.
- Bastidas, J. (2018). Inundaciones políticamente construidas. . *El megaproyecto hidrico Chone en Ecuador*.
- Bravo, V. (2020). *Evaluación de la herramienta de simulación del recurso hídrico Hydro-BID para la cuantificación de la disponibilidad de agua en la cuenca alta del río Guayllabamba y unidades hídricas aportantes de agua para el Distrito Metropolitano de Quito*. Obtenido de Escuela Politécnica Nacional.

- Bustamante, P. (2006). Una Infraestructura Genérica para la Implementación de Aplicaciones Distribuidas en Internet.
- Cajamarca, R. (2017). Estudio del balance hidrico superficial de las cuencas hidrograficas, sector Jadan y Zhidmad en el area de interceptacion con el bosque y vegetacion protectora Aguarongo (BVPA). *Carrera de ingenieria ambiental, Universidad Salesiana* .
- Carchi, E. (2015). Elaboracion de un balance hidrico de la cuenca del rio machangara. *Universidad de Cuenca*.
- Días, G., & Suárez, R. (2019). Modelación hidrológica para el pronóstico de sequias en la cuenca del río Pamplonita bajo escenarios de cambio climátic. Bogotá D.C.,. *Universidad Santo Tomás. Facultad de Ingeniería Ambiental*.
- Giler-Ormaza, A., Pimentel, R., y Aguilar, C. (2021). Assessing changes in land use and their effects on river flows in tropical catchments of Ecuador. Conferencia EGU General Assembly 2021.
- FAO. (2019). Evapotranspiracion del cultivo . *Estudio Fao de riego y drenaje* .
- García, M. S. (2020). El agua. Revista científica del Ecuador.
- Guamushig, D. G. (2018). Percepción social del riesgo frente a inundaciones en el cantón Santa Cruz, provincia de Galápagos, Ecuador. Tesis de Ingeniería Geográfica. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Heras, R. (1981). *Métodos de cálculo del balance hídrico*. Obtenido de Instituto de hidrología España/Unesco.

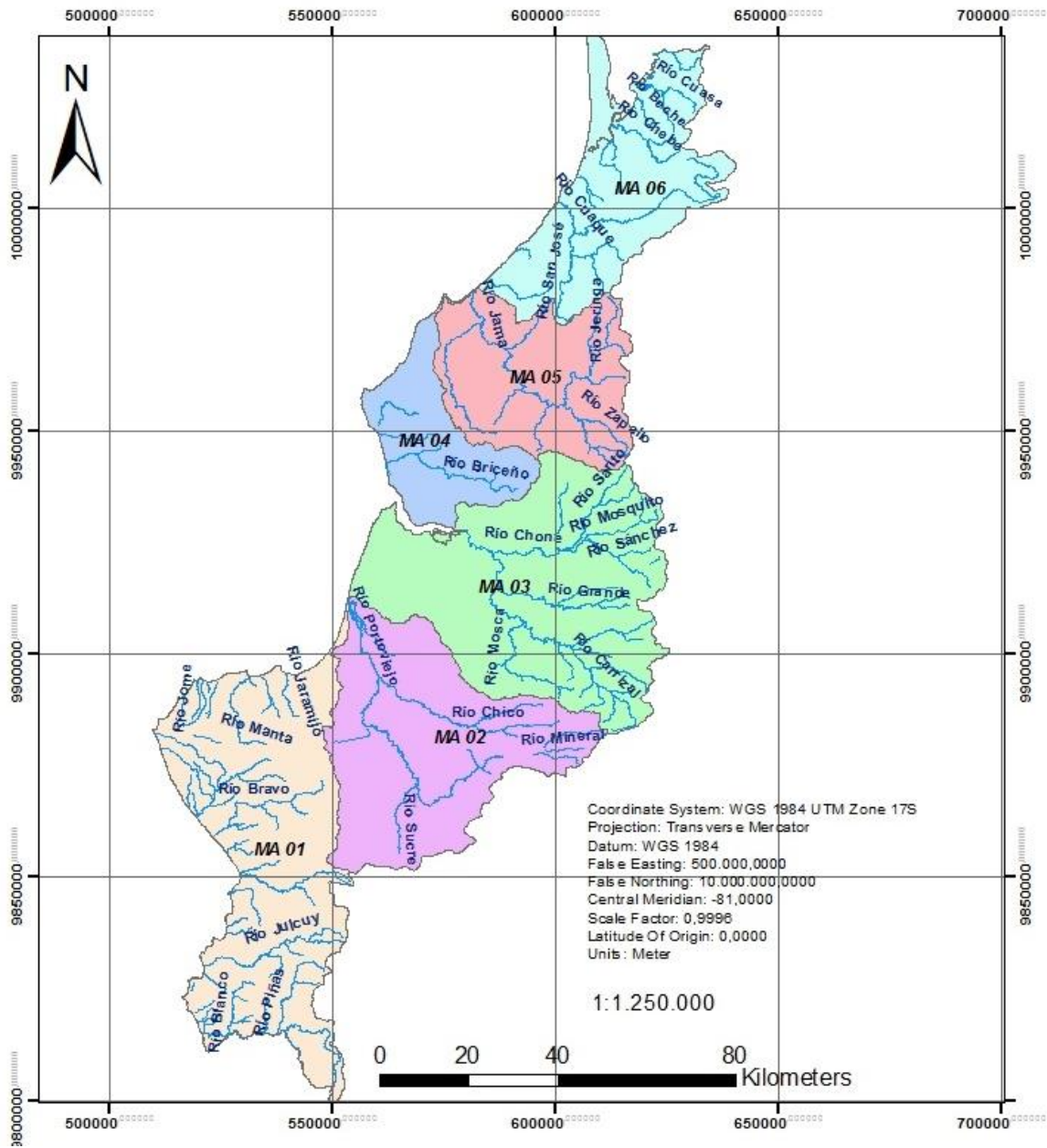
- INAMHI. (2016). Estaciones del Ecuador . *Instituto nacional de meteorologia e hidrologia*.
- INEC. (2010). Reporte de estadísticas en Manabí. *Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos. Quito, Ecuador*.
- Inzunza, J. (S.f.). Temperatura.
- IPCC. (S.f.). Weather and climate. Introduction to the Climate System. *Working Group I: The Scientific Basis*.
- MAA. (2020). Planificación hídrica . *Ministerio del ambiente y del agua* .
- Moreda, F., & Miralles, F. y. (2014). Hydro-BID: Un Sistema Integrado para la Simulación de Impactos del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos. . *Parte 2. Banco Interamericano de Desarrollo*.
- Mosteiro, M. y. (2017). La investigación en educación. . *Notas teórico-metodológicas de pesquisas em educação: concepções e trajetórias. Ilhéus*.
- Muñoz, A. (2015). Hacia un estándar internacional de climatología. *Revista de metodos de la informacion hidrologica* .
- OMM. (2013). Tiempo. *Organización Meteorológica Mundial*. . Obtenido de http://www.wmo.int/pages/themes/weather/index_es.html
- Ordás, J. (2012). Aplicación de SIG en proyecto de gestión de redes hidráulicas en la República de Sudáfrica. *Scielo*.
- Pérez, R. C., Delgado, H., & Mendoza, A. C. (2018). El régimen de riego para cultivos en Manabí, Ecuador: estudio edafológico. . *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 27(4), e01.

- PHIMA. (2000). *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Manabí*.
- Polón, R., Morales, D., Jeréz, E., & Ruiz, M. (2018). Métodos y modos de desecamiento de terrenos húmedos por excesivas precipitaciones y acumulación de agua. *Scielo*.
- Posada, N. (2017). Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte. . *Investigación bibliotecológica, 31(73), 237-263*.
- Pumasunta, J. (2017). Caracterización hidrogeológica de la cuenca del río Chone mediante la aplicación de sondeos eléctricos verticales. *Facultad de ingeniería en geología, minas, petróleo y ambiente*.
- Rineer, J., Bruhn, M., Miralles, F., & Muñoz, R. (2014). Base de datos de hidrología analítica para América latina y el Caribe.
- Sánchez, J. (2001). *Evapotranspiración*. Obtenido de Concepto de evapotranspiración. Utilidad. Unidades.
- Sánchez. (2020). Creación de bases de datos en SQLite.
- Sandoval, W. y. (2014). Determinación de Caudales en cuencas con poca información Hidrológica. . *Revista Ciencia UNEMI*.
- Sarricolea, P., Herrera, M., & Araya, C. (2013). Análisis de la concentración diaria de las precipitaciones en Chile central y su relación con la componente zonal (subtropicalidad) y meridiana (orográfica). *Investigaciones Geográficas*.

- Serrano, S. R.-C.-I. (2016). Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. Caso de estudio: Machala. *La granja: revista de ciencias de la vida*, 24(2), 53-68.
- Shaoshan, A., Mentler, A., Mayer, H., & Blum, W. (2010). Soil aggregation, aggregate stability, organic carbon and nitrogen in different soil aggregate fractions under forest and shrub vegetation on the Loess Plateau, China. *Science Direct*.
- Torres, S., & Proaño, C. (2018). Componentes del balance hídrico en los páramos de Jatunsacha, Ecuador. *La granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 28(2), 52-66.
- Vázquez, R. (2010). Modelación hidrológica de una microcuenca Altoandina ubicada en el Austro Ecuatoriano. *Maskana*, 1(1), 79-90.
- Vega, R. V. (2013). Agresividad de las precipitaciones en la subcuenca del río San Marcos, Puebla. México. . *Invest. Geogr., Bol. Inst. Geogr., UNAM*. 83: 28-40. DOI: 10.14350/rig.33480.
- Vera, C., & Camilloni, I. (2015). El ciclo del agua. *Obtenido de: <http://www.bnm.me.gov.ar/giga1/documentos/EL002315.pdf>*.
- Zadorova, T., Jakšík, O., Kodešová, R., & Penížek, V. (2011). Influence of Terrain Attributes and Soil Properties on Soil Aggregate Stability. *Soil & Water*.

ANEXOS

Anexo 1.: Ubicación de las Unidades de Planificación Hídrica Local de la provincia de Manabí.



Anexo 2.: Estación PUCE-Bahía

Precipitación Total Mensual (mm) ; Temperaturas Mensuales(°C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE: BAHIA DE CARAQUEZ						CODIGO: M1217						
PERIODO: 2008 - 2012 LATITUD: 06 55' 21" S LONGITUD: 80G 26' 55" W ELEVACION: 20.00												
PRECIPITACIONES(mm)ANUALES												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2006	53,40	194,00	163,60	1,00	1,00	5,30	1,70	20,30	0,80	1,40	7,20	24,30
2007	38,20	47,50	78,00	69,10	13,90	7,30	1,70	0,30	0,60	1,40	5,20	24,30
2008	260,80	325,60	117,70	29,50	4,90	2,60	3,10	0,30	2,50	0,10	2,40	0,80
2009	77,00	123,40	56,40	32,00	0,70	0,10	3,10	0,30	2,50	1,10	2,40	9,50
2010	85,40	231,70	114,20	97,40	42,00	3,90	4,90	1,80	0,50	0,10	0,80	92,70
2011	79,60	102,20	19,00	39,60	42,00	3,90	4,90	1,80	3,20	0,10	5,90	0,80
2012	241,50	335,20	239,60	28,60	34,20	34,20	4,90	1,80	23,90	0,20	0,10	0,10
TEMPERATURAS(°C)												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2006	25,70	25,90	26,40	26,10	25,00	24,30	24,30	24,30	24,50	24,70	25,30	25,00
2007	30,60	31,30	31,90	31,40	29,40	27,90	28,20	27,10	27,90	27,70	24,30	22,00
2008	24,50	25,60	25,10	26,20	24,50	24,50	24,60	24,10	24,10	24,50	23,60	25,10
2009	25,70	25,90	26,20	26,60	25,60	25,10	25,10	24,50	24,50	24,80	24,80	25,90
2010	26,50	26,60	27,10	27,10	26,20	24,60	24,20	24,00	23,80	23,60	23,60	24,50
2011	25,50	26,30	26,10	26,10	25,90	25,50	24,20	23,30	24,70	24,10	23,10	25,80
2012	25,80	25,70	26,60	26,60	26,70	25,50	24,40	23,90	24,10	24,10	24,10	25,80

Anexo 3.: Estación Chone

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Precipitación Total Mensual (mm) ; Temperaturas Mensuales(*C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE: CHONE U.CATOLICA						CODIGO: M0162						
PERIODO: 2008 - 2012 LATITUD: 0G 39' 51" S LONGITUD: 80G 2' 11" W ELEVACION: 36.00												
PRECIPITACIONES(mm)ANUALES												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	354,60	393,00	202,20	95,10	25,40	10,50	29,00	12,20	5,40	12,00	12,00	41,90
2009	201,40	206,70	99,90	94,60	23,30	6,60	0,60	27,30	51,20	31,10	12,00	41,90
2010	169,70	379,90	302,30	0,00	104,60	9,80	20,60	4,70	3,70	13,60	7,50	275,50
2011	147,40	379,90	91,60	265,40	4,20	20,80	66,90	6,90	0,30	13,60	346,30	275,50
2012	429,40	388,30	96,00	195,70	59,00	20,80	3,70	0,40	3,90	15,50	346,30	275,50
1997	88,00	285,70	260,20	280,30	54,50	89,30	61,70	159,50	94,80	106,80	346,30	387,70
1998	264,00	381,40	532,20	445,70	269,00	341,90	139,20	8,80	30,10	1,10	14,30	1,10
2001	504,30	318,60	502,10	199,30	26,20	2,50	2,40	1,40	1,20	1,20	4,50	20,90
2003	167,80	337,70	111,50	57,40	56,60	15,70	4,90	4,10	0,20	5,70	10,70	74,20
TEMPERATURAS(*C)												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	24,70	26,10	26,60	26,90	25,80	25,10	25,30	25,00	24,90	24,40	24,40	24,40
2009	26,20	26,30	26,70	26,70	26,10	25,60	25,80	25,90	25,50	23,73	25,70	26,40
2010	26,60	26,70	27,30	26,10	26,70	24,90	24,40	24,60	24,60	24,60	24,30	24,70
2011	25,50	26,82	26,30	26,10	25,90	25,60	25,30	24,80	24,90	24,60	24,75	24,70
2012	25,20	26,80	27,00	26,60	25,70	24,40	24,00	24,40	24,40	24,70	24,75	24,70
1997	25,70	26,40	26,90	26,70	27,10	27,00	27,10	26,80	26,80	27,00	26,90	27,40
1998	27,80	27,90	27,90	28,30	27,90	26,90	25,70	24,90	24,60	24,30	24,30	25,10
2001	25,90	26,60	27,20	26,80	25,40	24,00	24,30	24,20	24,10	24,80	24,80	25,80
2003	26,40	26,80	27,20	27,00	26,60	24,90	24,60	23,50	24,80	25,40	26,30	26,20

Anexo 4.: Estación Calceta

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA												
Precipitación Total Mensual (mm) ; Temperaturas Mensuales(*C)												

SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												

NOMBRE: CALCETA SPAM						CODIGO: M1230						
PERIODO: 2008 - 2012 LATITUD: 0G 39' 51" S LONGITUD: 80G 2' 11" W ELEVACION: 36.00												

PRECIPITACIONES(mm)ANUALES												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	101,70	98,30	54,40	209,50	1,90	10,40	9,30	0,50	0,10	1,20	0,70	37,20
2012	319,10	474,00	369,90	152,20	167,40	91,10	6,50	0,50	0,10	0,90	5,30	29,10
2013	268,00	162,60	370,80	111,20	16,00	3,30	1,20	0,50	0,10	4,20	1,10	21,70
2014	9,40	1,20	54,40	16,00	4,20	0,50	1,10	1,90	0,18	30,20	2,00	37,00
2015	8,00	2,00	0,30	0,32	1,23	0,23	1,00	23,00	3,00	5,00	7,80	0,10

TEMPERATURAS(*C)												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2011	25,20	25,80	26,50	26,30	26,20	25,90	25,60	25,10	25,00	24,70	24,70	26,10
2012	25,40	25,90	27,10	27,10	26,70	25,90	24,60	24,30	24,70	24,90	25,00	25,70
2013	25,40	25,90	26,20	25,00	25,00	24,40	24,40	25,10	24,90	25,40	25,70	25,70
2014	22,34	21,54	23,00	24,10	22,00	22,20	23,00	24,50	23,50	24,60	23,70	24,70
2015	22,00	21,00	22,00	26,70	23,90	22,00	24,00	23,50	21,90	23,10	23,50	22,00

Anexo 5.: Estación Jama

Precipitación Total Mensual (mm) ; Temperaturas Mensuales(°C)												
SERIES MENSUALES DE DATOS METEOROLOGICOS												
NOMBRE: JAMA						CODIGO: M0167						
PERIODO: 2008 - 2012 LATITUD: 06 55' 21" S LONGITUD: 80G 26' 55" W ELEVACION: 20.00												
PRECIPITACIONES(mm)ANUALES												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	123,70	167,10	77,40	34,80	9,70	10,50	4,60	3,50	3,50	168,90	168,90	168,90
2009	123,70	167,10	77,40	34,80	9,70	10,50	4,60	3,50	3,50	168,90	168,90	168,90
2010	143,30	203,20	248,10	101,50	52,10	10,50	6,80	2,10	1,10	1,30	168,90	168,90
2011	77,60	109,40	248,10	39,20	4,20	7,80	22,30	1,00	0,50	2,50	168,90	168,90
2012	375,00	430,90	248,10	39,20	4,20	3,00	22,30	1,00	0,50	2,10	168,90	6,60
1997	80,90	430,90	96,00	30,50	14,50	82,60	82,60	82,60	82,60	82,60	220,50	351,10
2001	193,70	98,20	85,70	209,10	24,60	82,60	82,60	82,60	82,60	82,60	0,70	3,50
2003	115,40	157,10	77,00	113,90	8,20	82,60	0,90	0,50	82,60	3,50	2,30	16,80
TEMPERATURAS(°C)												
AÑOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
2008	25,50	25,52	25,90	26,20	25,60	25,30	25,50	25,50	24,50	24,50	24,55	24,50
2009	25,50	25,52	25,90	26,20	25,60	25,50	25,50	25,50	24,60	24,50	24,50	24,50
2010	26,70	25,52	25,90	26,20	26,20	24,90	24,80	25,50	24,30	23,90	24,50	24,50
2011	25,50	26,10	25,90	26,60	26,40	26,20	25,70	25,30	24,70	24,50	24,50	25,80
2012	25,80	26,40	25,90	26,60	26,40	26,20	25,70	24,60	24,70	25,10	24,90	25,80
1997	26,30	26,40	27,10	26,80	27,80	27,60	26,90	24,60	24,70	25,10	27,40	27,70
2001	25,70	25,90	26,40	26,20	25,50	25,20	25,10	25,20	25,10	25,20	24,70	25,90
2003	26,30	26,20	26,50	26,40	26,20	25,20	25,10	25,00	24,10	24,50	25,20	25,50

Anexo 6.: Mapa de ubicación de la red de estaciones hidrometeorológicas del Ecuador



Anexo 7.: Oficio de solicitud a la Empresa Pública del Agua E.P.

Portoviejo, Febrero 18 del 2021

Econ. Darwin García
COORDINADOR DEL TRASVASE MANABÍ
Ciudad

De mi consideración:

Quien suscribe, **BELKY JOSEFA MUÑOZ ROMERO** con No. de C.I.: 1310740640 con código académico he-525, egresada de la carrera de Ingeniería Hidráulica de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, por medio de la presente solicito de manera encarecida me facilite la información disponible sobre redes de drenaje (mapas, datos numéricos, modelos digitales de elevación entre otros) en la zona correspondiente a la Unidad de Planificación Hídrica Local MA03 (Chone) y MA04 (Briceño). Toda esta información será con fines académicos para el desarrollo de mi Trabajo de Titulación: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN PARA LA ESTIMACIÓN DEL BALANCE HÍDRICO EN LA UPHL MA03 Y MA04.**

Sin otro particular y esperando sea tendida mi solicitud, quedo muy agradecida.

Atentamente,

Belky Muñoz

BELKY JOSEFA MUÑOZ ROMERO
C.I.: 1310740640
Correo: belkymr12@gmail.com
Cel.: 098 964 7948

*Recibido
18/02/2021 - 12h15
[Firma]*

Anexo 7.: Información sobre redes de drenaje de las UPHL

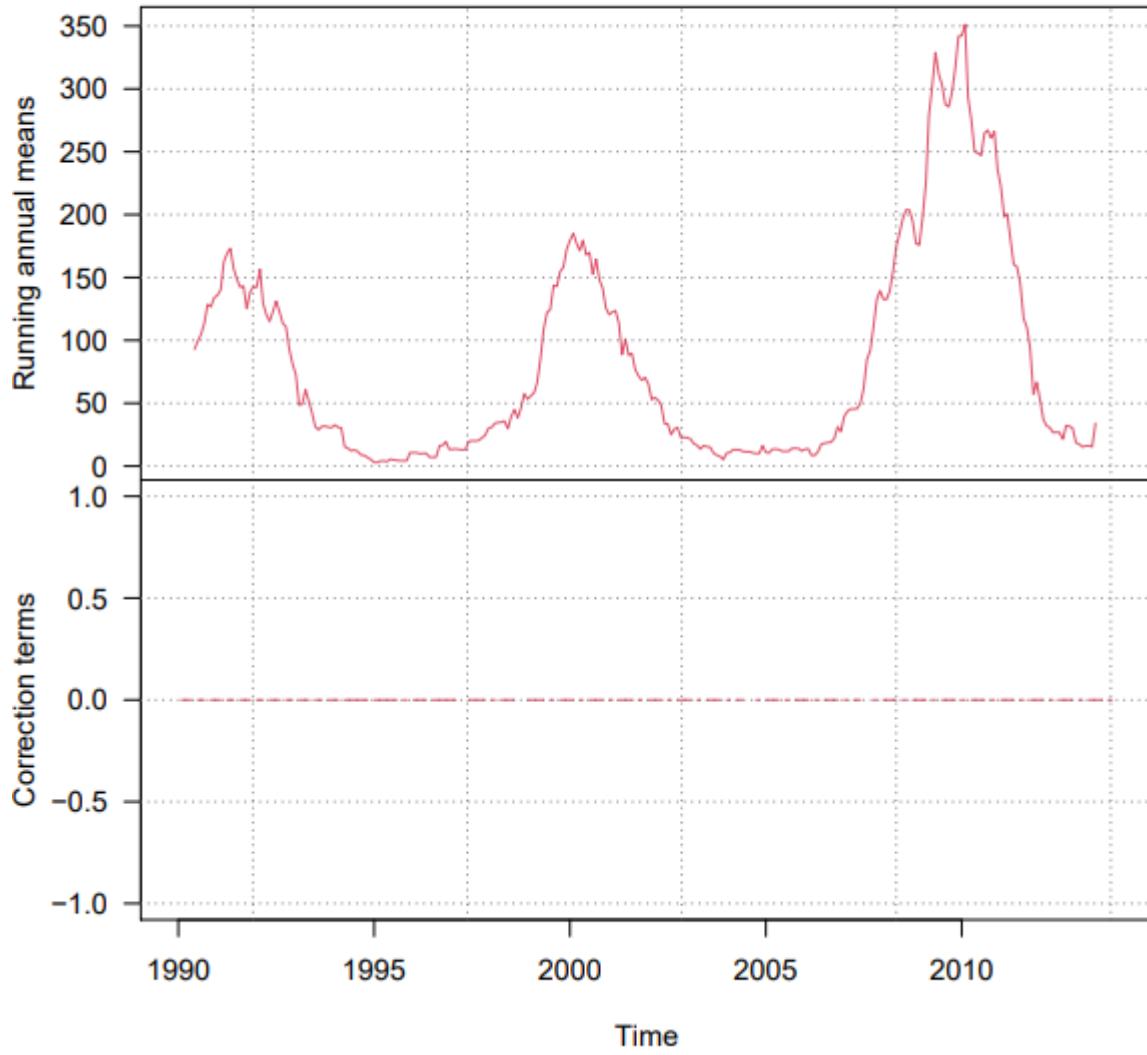
Tabla 6.3-4 Información general de cada cuenca de la DH Manabi bajo el "Escenario I-2" (promedio anual) (Unidad: hm³)

Cuenca	Ítem	Mes												Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic.	
MA-01	Escoventía	18,97	44,16	66,42	49,46	29,41	18,24	10,77	8,58	7,31	7,91	8,77	14,06	284,06
	Agua trasvasada al interior	6,17	5,54	6,17	6,07	6,29	6,09	6,29	6,28	6,08	6,29	6,09	6,27	73,62
	Demanda de agua	12,69	11,85	12,17	12,62	12,96	12,83	12,91	12,89	12,81	12,99	12,93	12,66	152,30
	Déficit de agua	4,75	3,65	4,03	4,33	4,77	4,71	4,94	4,99	4,89	5,11	4,97	4,75	55,89
	Exceso de agua	21,85	46,36	69,29	52,22	32,28	21,08	13,75	11,59	10,26	10,95	11,70	17,08	318,40
MA-02	Escoventía	48,13	125,17	178,82	127,14	77,19	45,17	27,57	22,94	17,86	18,78	23,20	39,92	751,89
	Agua trasvasada al interior	32,14	29,03	32,14	31,10	32,14	31,10	32,14	32,14	31,10	32,14	31,10	32,14	378,43
	Agua trasvasada al exterior	7,55	6,43	7,45	7,25	7,74	7,58	7,86	7,82	7,59	7,89	7,67	7,83	90,67
	Demanda de agua	24,46	17,02	20,18	26,15	29,37	28,70	29,17	28,04	27,56	29,28	29,04	26,43	315,40
	Déficit de agua	4,45	1,24	1,91	6,13	8,57	8,39	8,41	7,39	7,38	8,51	8,72	5,99	77,09
	Exceso de agua	56,71	134,57	189,43	135,50	85,32	52,94	35,60	31,07	25,70	26,75	30,86	48,21	852,67
MA-03	Escoventía	147,29	262,50	387,14	274,45	153,60	117,76	84,87	84,13	72,13	90,27	83,52	96,12	1873,78
	Agua trasvasada al interior	49,86	44,67	49,75	48,10	49,93	48,41	50,05	50,02	48,43	50,08	48,50	50,04	587,85
	Agua trasvasada al exterior	32,14	29,03	32,14	31,10	32,14	31,10	32,14	32,14	31,10	32,14	31,10	32,14	378,43
	Demanda de agua	26,77	20,32	19,96	23,88	32,90	31,66	34,72	34,25	34,87	36,24	35,79	31,71	363,07
	Déficit de agua	15,19	10,00	8,71	12,54	20,85	19,87	22,63	22,28	23,17	24,31	24,08	19,97	223,59
	Exceso de agua	155,90	271,12	368,72	267,85	162,94	129,82	101,43	100,75	88,76	104,66	99,69	113,84	1965,48
MA-04	Escoventía	27,40	54,13	74,02	51,29	24,31	20,37	15,88	16,00	14,89	20,86	16,32	15,02	350,49
	Demanda de agua	3,96	3,04	2,98	3,48	4,55	4,36	4,77	4,83	4,87	5,03	4,91	4,36	51,14
	Déficit de agua	3,52	2,60	2,58	3,06	4,09	3,90	4,30	4,36	4,40	4,57	4,45	3,90	45,74
	Exceso de agua	27,50	47,39	63,89	45,78	24,63	21,78	16,85	16,97	17,96	22,96	19,21	18,33	347,23

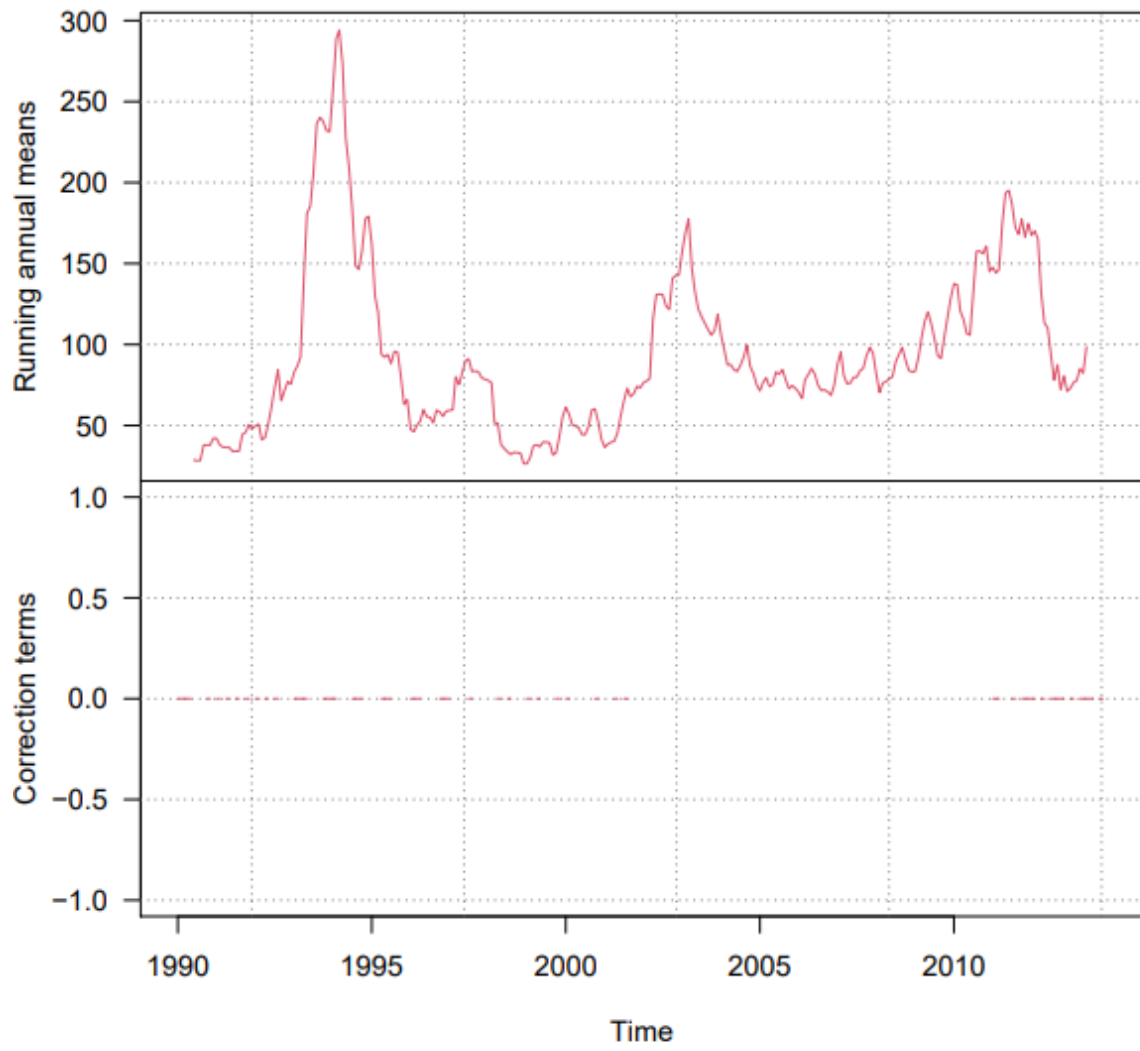
Cuenca	Ítem	Mes												Total
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic.	
MA-05	Escoventía	85,74	169,42	231,68	160,54	76,09	63,75	49,70	50,07	46,60	65,29	51,08	47,02	1096,98
	Demanda de agua	3,40	2,36	2,88	2,82	3,77	3,87	4,20	4,09	4,14	4,42	4,49	4,04	44,48
	Déficit de agua	1,13	0,50	0,86	0,79	1,43	1,55	1,80	1,70	1,81	2,03	2,13	1,66	17,37
	Exceso de agua	84,91	147,46	198,92	142,25	75,91	67,01	57,79	58,17	55,05	70,67	58,93	56,16	1073,25
MA-06	Escoventía	214,39	283,30	307,72	266,83	265,98	118,84	95,96	62,74	70,29	62,48	69,28	95,02	1912,83
	Demanda de agua	5,22	3,50	4,76	4,46	5,49	5,79	6,14	5,88	5,90	6,39	6,58	6,03	66,13
	Déficit de agua	3,37	1,74	2,91	2,65	3,64	3,98	4,29	4,04	4,09	4,55	4,79	4,19	44,25
	Exceso de agua	212,85	280,14	306,18	265,34	264,45	117,35	94,42	61,21	68,81	60,95	67,80	93,49	1892,99

Anexo 8: Gráficos finales del procesamiento en la herramienta climatol

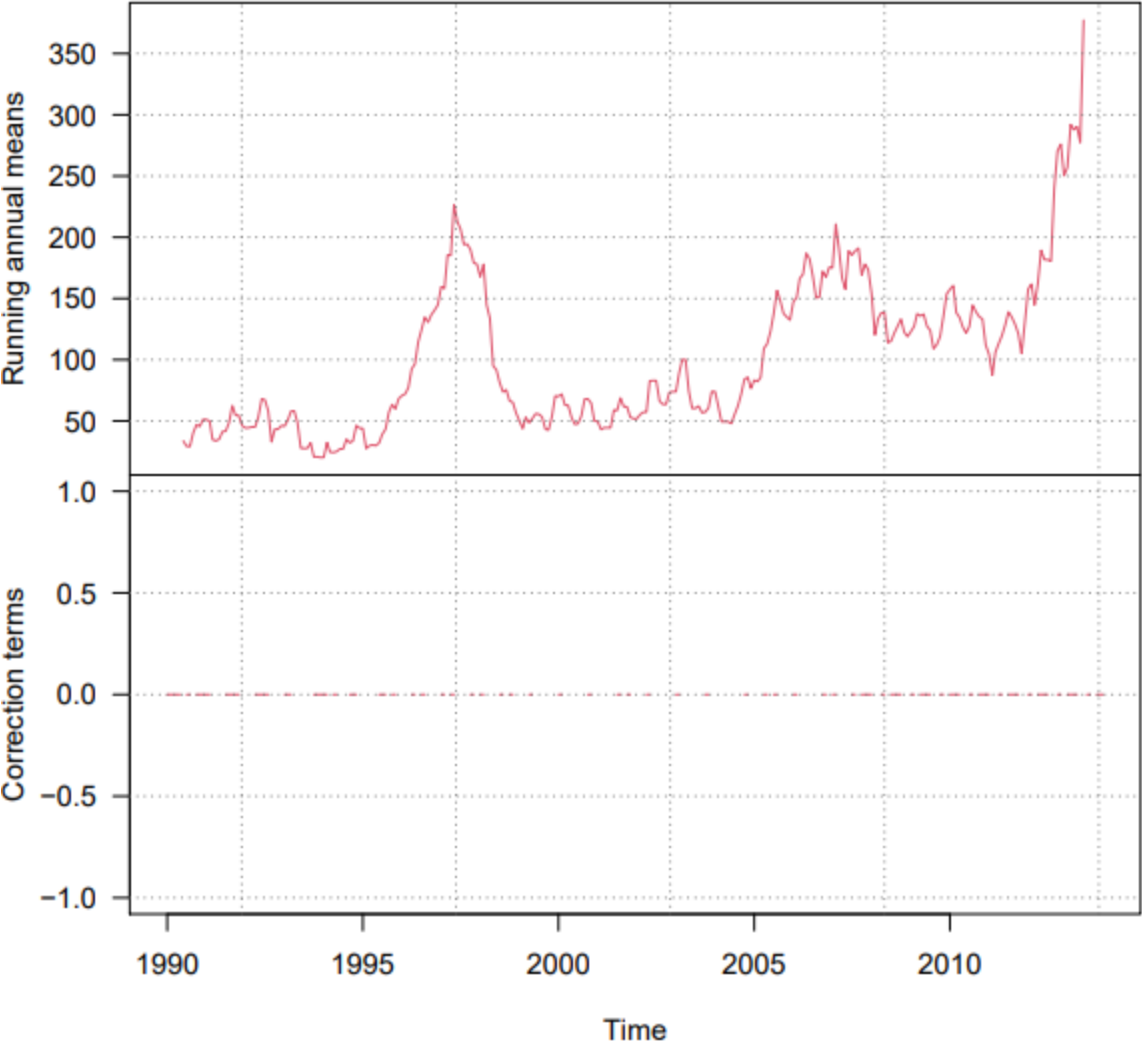
**Resultado 1 (M162)
Chone**



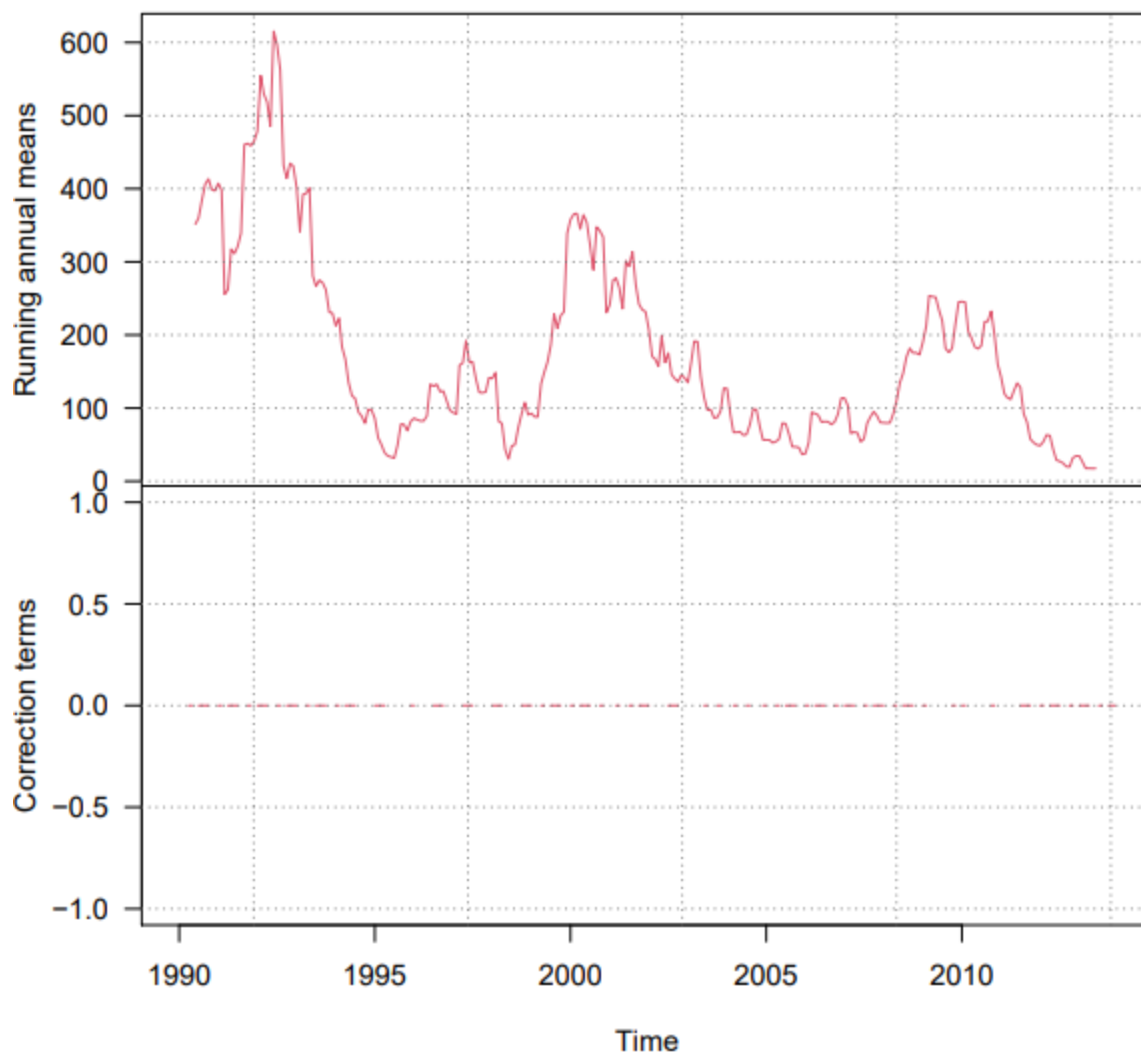
Resultado 2 (MA33) Río Santo



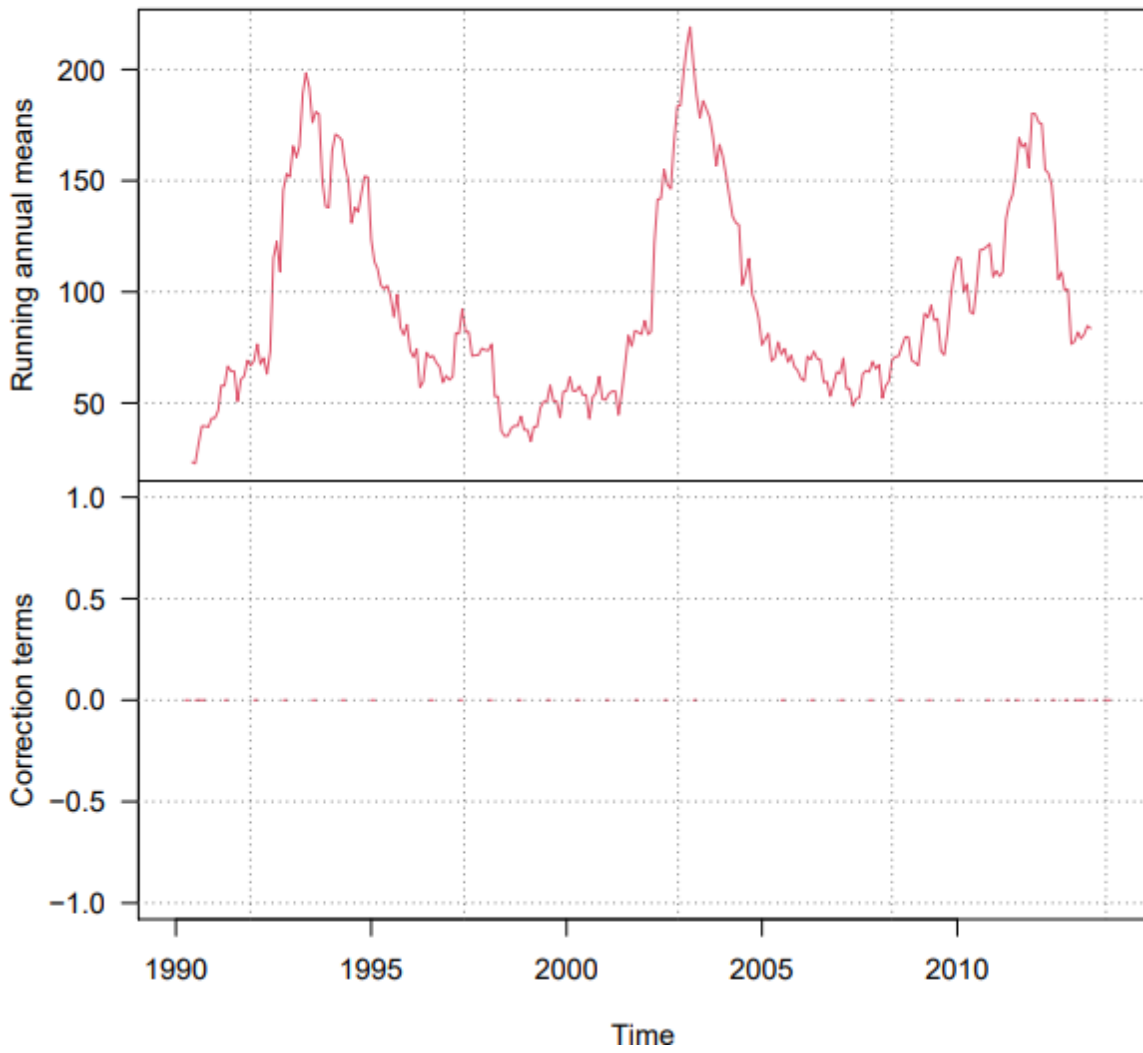
**Resultado 3 (MA34)
Rio Grande**



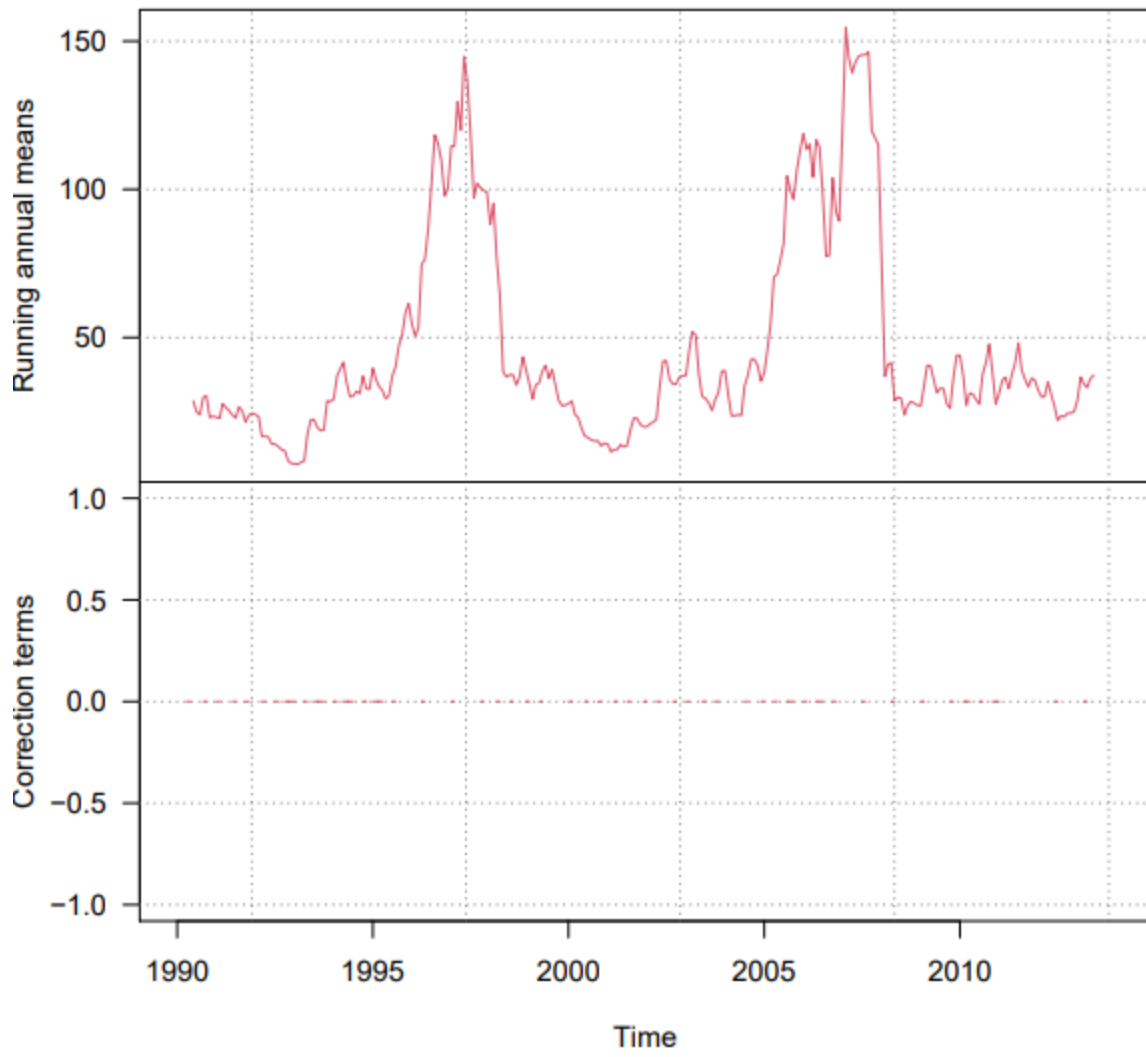
Resultado 4 (M462) Junin



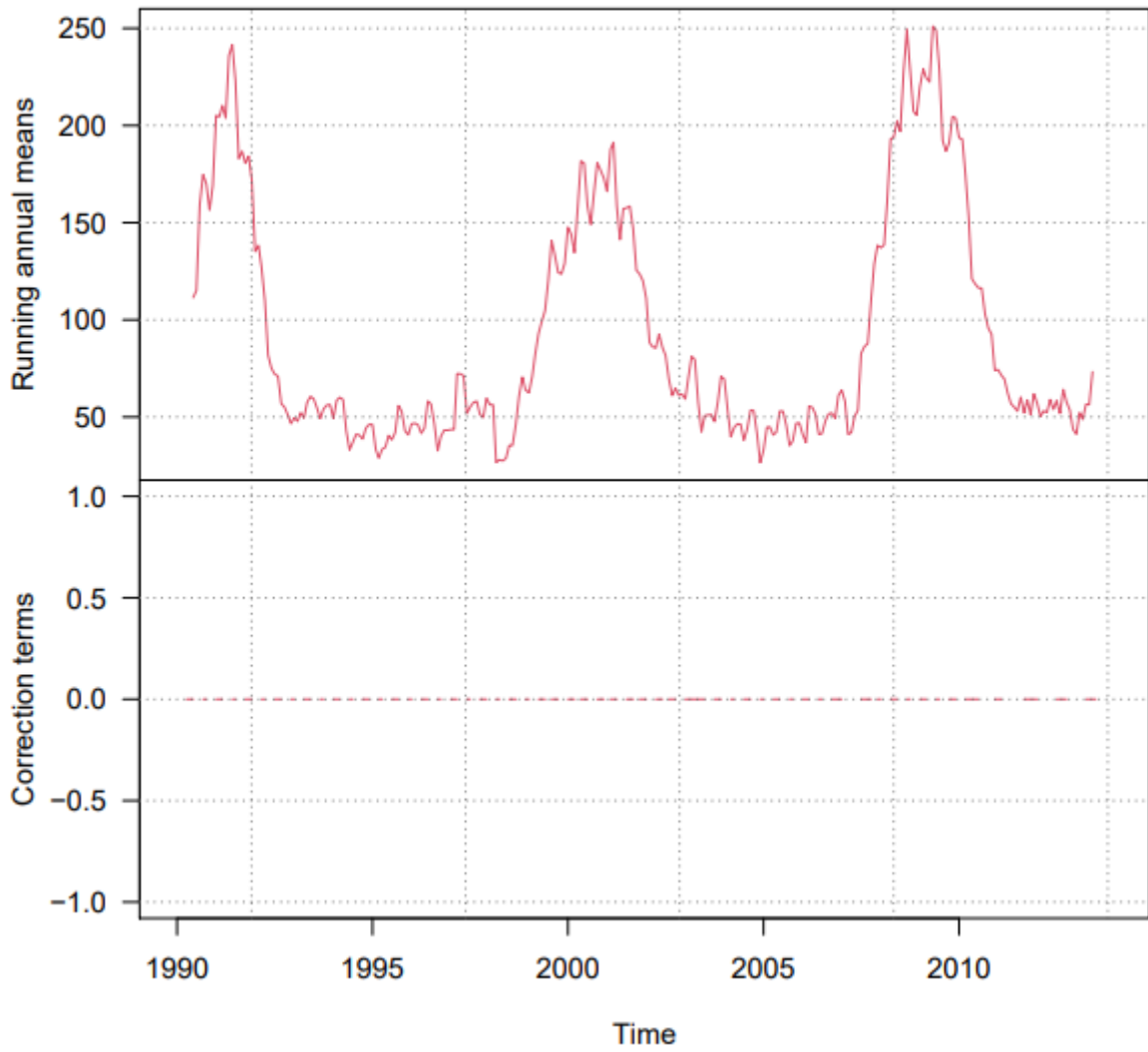
Resultado 5 (M452)
Zapote



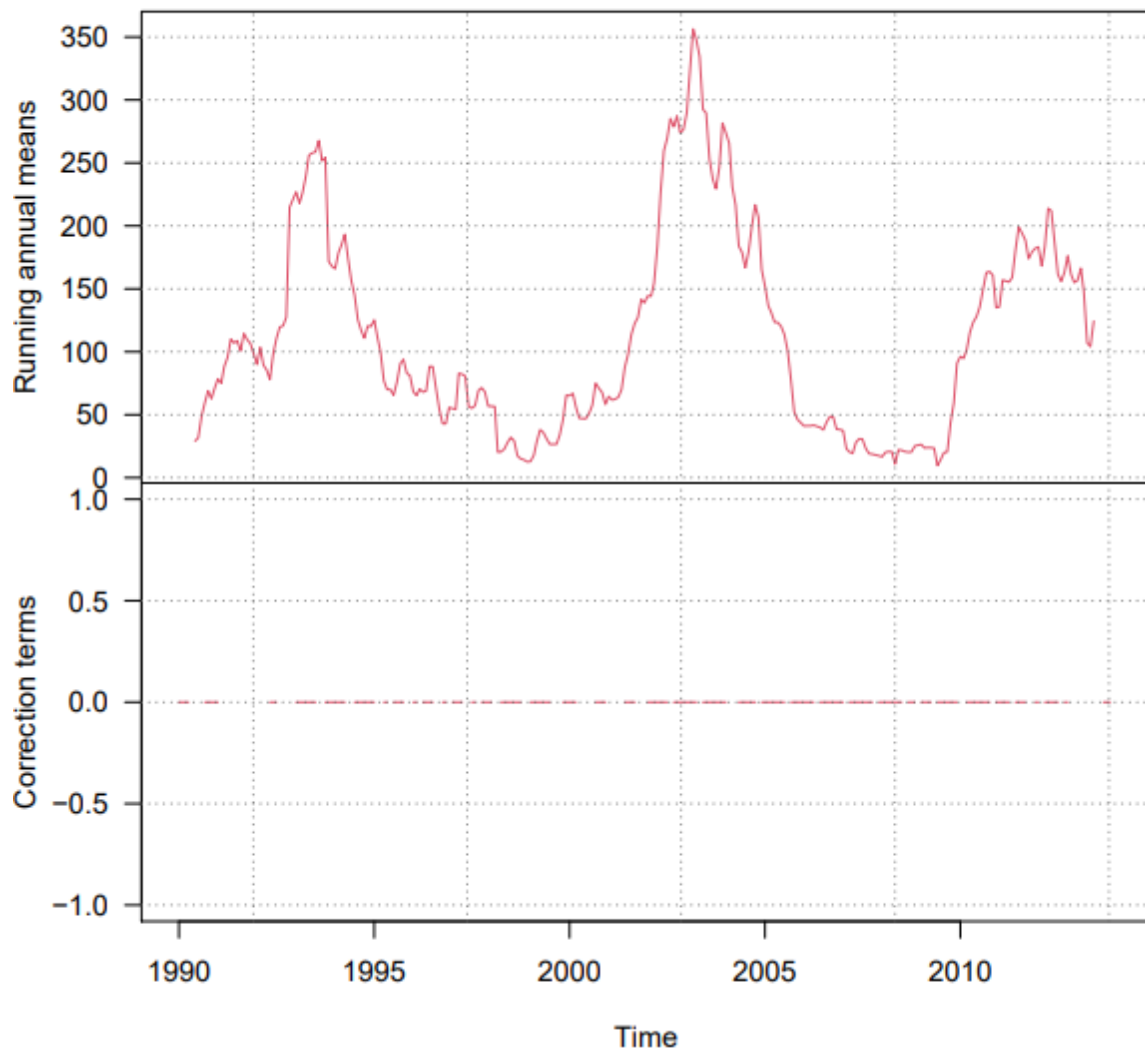
Resultado 6 (MB91)
PUCE_Bahía



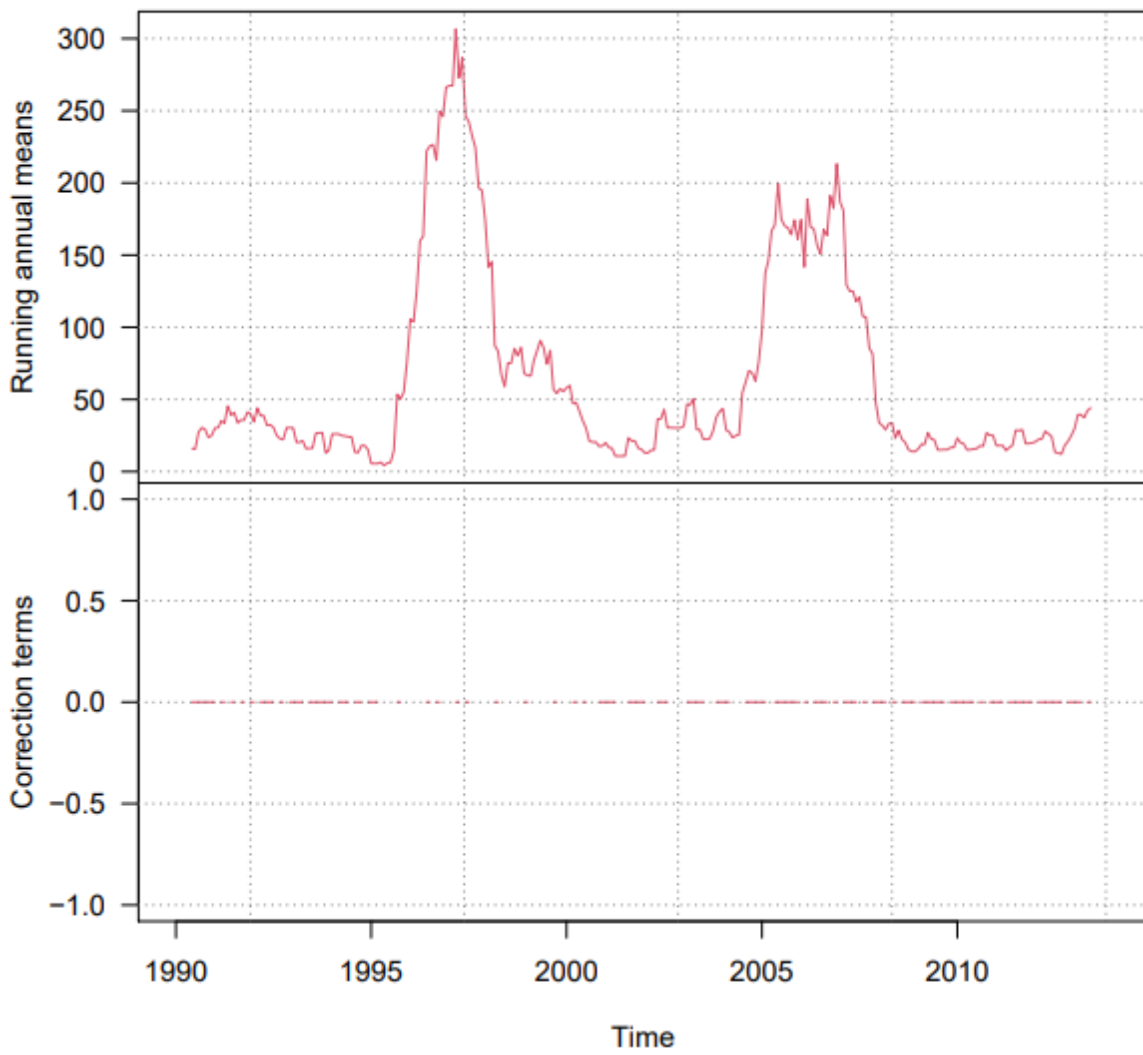
Resultado 7 (M167)
Jama



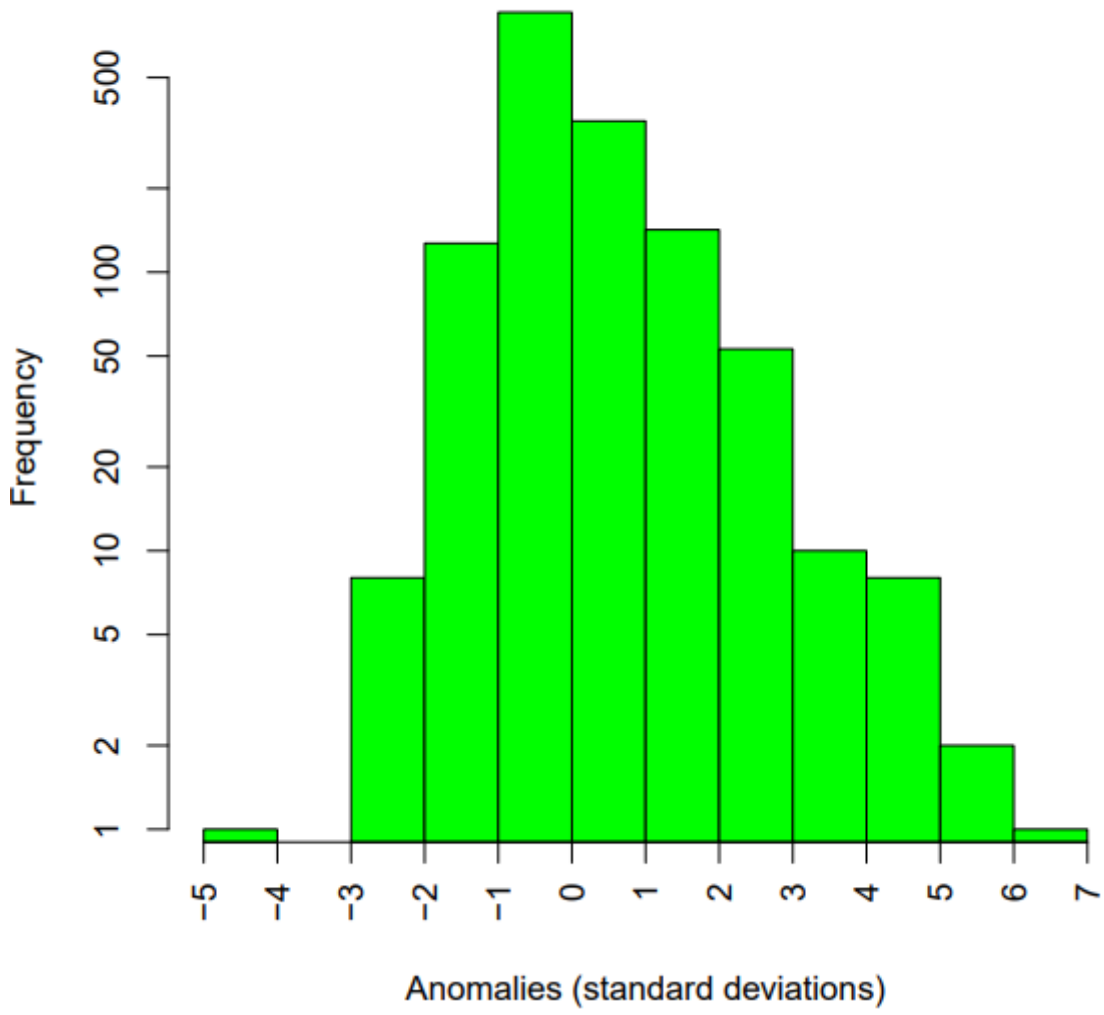
Resultado 8 (M446)
San Isidro



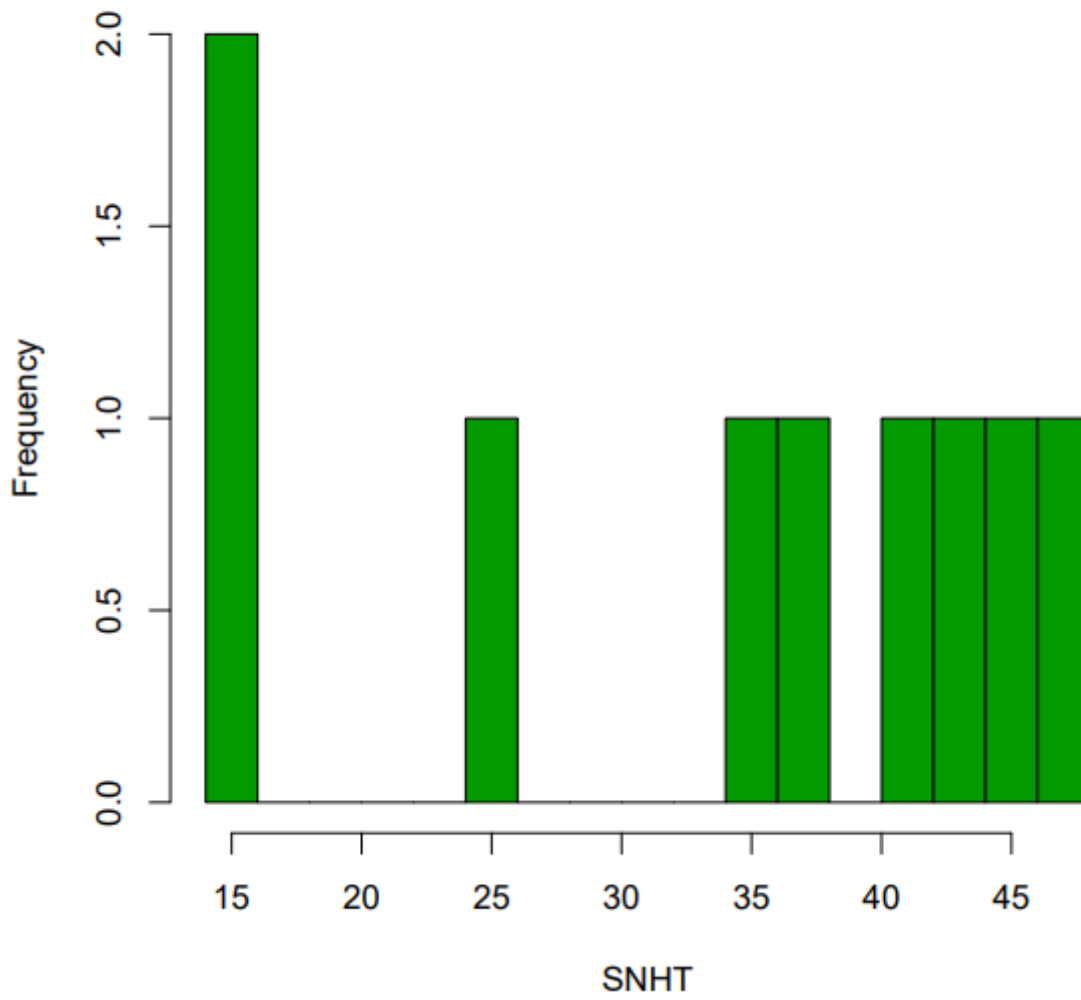
Resultado 9 (M163)
Boyacá



Histogram of normalized anomalies



Histogram of maximum windowed SNHT



Anexo 9: Disponibilidad de datos global de las UPHL MA03 y MA04.

