



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

Análisis hidrológico del río Chipillico y estrategias de mitigación en el canal Chipillico, Subsector Poechos-Pelados, 2025

**Para optar por el Título Profesional de
INGENIERO AGRÍCOLA**

Autores:

Bach. De la Cruz De la Cruz, Robert Fabian

Bach. Fernandez Laserna, Mayk kevin

Asesor:

Ing. Dr. Díaz Córdova, Wilfredo

Lambayeque, 18 de setiembre de 2026

Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

**Análisis hidrológico del río Chipillico y estrategias
de mitigación en el canal Chipillico, Subsector
Poechos-Pelados, 2025**

Para optar por el título profesional de:
INGENIERO AGRÍCOLA

Autores:

Bach. De la Cruz De la Cruz Robert Fabian
Bach. Fernandez Laserna Mayk kevin

Aprobado por:

.....
Ing. Dr. Enoch A. Montes Bances
Presidente

.....
Ing. M.Sc. Víctor A. Jiménez Drago
Secretario

.....
Ing. M.Sc. Hebert E. Tejada Espinoza
Vocal

.....
Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
Asesor



ACTA DE SUSTENTACIÓN N°033-2026-UINV-FIA



Siendo las 11:00 horas del día 18 de Septiembre de 2026, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería Agrícola, se reunieron los Miembros del Jurado designado mediante Resolución N°390-2025-FIA, conformado por:

ING. DR. ENOCH ABRAHAM OSWALDO MONTES BANCES
ING. M.SC. VICTOR ANDRES JIMENEZ DRAGO
ING. M.SC. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA

Presidente
Secretario
Vocal



Para llevar a cabo la sustentación de tesis, citados mediante Resolución N°280-2026-FIA; denominado **"ANÁLISIS HIDROLÓGICO DEL RÍO CHIPILICO Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL CANAL CHIPILICO, SUBSECTOR POECHOS-PELADOS, 2025"**, bajo la responsabilidad de los bachilleres **ROBERT FABIAN DE LA CRUZ DE LA CRUZ y MAYK KEVIN FERNANDEZ LASERNA**, asesorado por el **Ing.Dr. Wilfredo Díaz Córdova y Ing. M.Sc. Jolver Alberto Barrantes Burga (asesor Metodológico)**; para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola.

Luego de culminar la sustentación, el Jurado procedió a realizar las preguntas a los sustentantes y si hubiera observaciones, anotándolas para su corrección respectiva, el jurado luego de evaluar las rubricas decidió Aprobar la tesis con el calificativo de Dieciocho correspondiente a la nota de 18 (Muy Buena).

En consecuencia, los referidos Bachilleres quedan aptos para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agrícola, de acuerdo a la Ley Universitaria N°30220, el Estatuto y Reglamento de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

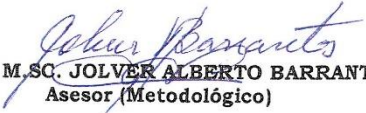
Siendo las 12:15 p.m horas del mismo día, se dio por finalizado el acto de sustentación y se procedió a firmar la presente acta los que en ella han intervenido.


ING. DR. ENOCH ABRAHAM O. MONTES BANCES
Presidente de jurado


ING. M.SC. VICTOR ANDRES JIMENEZ DRAGO
Secretario de jurado


ING. M.SC. HEBERT ENRIQUE TEJADA ESPINOZA
Vocal del jurado


ING. DR. WILFREDO DIAZ CORDOVA
Asesor


ING. M.SC. JOLVER ALBERTO BARRANTES BURGA
Asesor (Metodológico)


Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
Director de la Unidad de Investigación -FIA

CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD

Yo, **WILFREDO DÍAZ CÓRDOVA**, usuario revisor de la tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ y/o Trabajo Académico ☐ titulado : “ **ANÁLISIS HIDROLÓGICO DEL RÍO CHIPILLICO Y ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN EL CANAL CHIPILLICO, SUBSECTOR POECHOS-PELADOS, 2025**”, cuyos autores son: **DE LA CRUZ DE LA CRUZ, ROBERT FABIAN Y FERNANDEZ LASERNA, MAYK KEVIN** ; con DNI N° 74730393 y 75931151 ; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud **8 %**, verificables en el Resumen del reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizo el reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido con constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el recibo digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 07 de octubre del 2026



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor

Adjunta:

Resumen del Reporte automatizado de similitudes

Recibo digital

Análisis hidrológico del río Chipillico y estrategias de mitigación en el canal Chipillico, Subsector Poechos-Pelados, 2025

INFORME DE ORIGINALIDAD

8% INDICE DE SIMILITUD	8% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	4% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
2	pdfcookie.com Fuente de Internet	1%
3	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
6	1library.co Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	psc.ky.gov Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad de Piura Trabajo del estudiante	<1%
11	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
12	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1%
13	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1%
14	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1%

repositorio.unfv.edu.pe



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor

15	Fuente de Internet	<1 %
16	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
17	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
18	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unprg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
24	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad del Valle de Guatemala Trabajo del estudiante	<1 %
28	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
29	redi.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	Submitted to uncedu Trabajo del estudiante	<1 %



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor

		<1 %
33	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
34	portal.amelica.org Fuente de Internet	<1 %
35	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
36	www.lapiazzavvenimenti.com Fuente de Internet	<1 %
37	editorialeidec.com Fuente de Internet	<1 %
38	Claudia Patricia Romero Hernández. "Análisis del impacto del crecimiento de las megaciudades sobre el ciclo hidrológico bajo escenarios de cambio climático. Aplicación a la cuenca del río Bogotá (Colombia).", Universitat Politècnica de Valencia, 2022 Publicación	<1 %
39	Pizano Quispe, Rogelio. "Determinación de frecuencias de sequía en la Provincia de Puno con fines de planeamiento del uso de recursos hídricos", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru) Publicación	<1 %
40	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
41	KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.. "EIA del Proyecto Plataforma de Lixiviación 4B-PAD 4B-IGA0003158", R.D. N° 274-2010-MEM/AAM, 2020 Publicación	<1 %
42	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
43	bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
44	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
45	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
46	www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor

47	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
48	Submitted to Universidad Da Vinci de Guatemala Trabajo del estudiante	<1 %
49	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
50	pdffox.com Fuente de Internet	<1 %
51	Submitted to Universidad Nacional Hermilio Valdizan Trabajo del estudiante	<1 %
52	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
53	dspace.ucacue.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
54	SAENZ JARA LUIS ERNESTO. "EIA-SD de la Infraestructura de Disposición Final, Planta de Valorización y Centro de Acopio de Residuos Sólidos Municipales del Proyecto Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Puerto Maldonado, Provincia de Tambopata, Región Madre de Dios-IGA0018822", R.G. N° 021-2019-MPT-GGA, 2022 Publicación	<1 %
55	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
56	vdocuments.com.br Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas
Excluir bibliografía

Activo
Activo

Excluir coincidencias

< 15 words



Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: De La Cruz De La Cruz, Robert Fabian Fernandez Laserna, May...
Título del ejercicio: Quick Submit
Título de la entrega: Análisis hidrológico del río Chipillico y estrategias de mitigació...
Nombre del archivo: TESIS.docx
Tamaño del archivo: 43.95M
Total páginas: 191
Total de palabras: 20,123
Total de caracteres: 112,206
Fecha de entrega: 06-oct-2026 04:23p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 3052517552



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



TESIS

Análisis hidrológico del río Chipillico y estrategias
de mitigación en el canal Chipillico, Subsector
Poechos-Pelados, 2025

Para optar por el Título Profesional de
INGENIERO AGRÍCOLA

Autores:
Bach. De la Cruz De la Cruz, Robert Fabian
Bach. Fernandez Laserna, Mayk Kevin

Asesor:
Ing. Dr. Díaz Córdova, Wilfredo

Lambayeque – Perú
2026

Derechos de autor 2026 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova
DNI N° 17525273
Asesor

DEDICATORIA

En primer lugar, dedicamos este trabajo a nuestros padres por su apoyo inquebrantable, esfuerzo constante y amor sin condiciones durante nuestro proceso de formación personal y profesional. En cada fase de este camino, ellos han sido el pilar esencial que nos ha motivado a seguir avanzando.

A nuestras familias, que nos aportaron la fuerza necesaria para alcanzar este objetivo tan significativo en nuestras vidas a través de su comprensión, paciencia y aliento constante.

También queremos dedicar este logro a todos los que, de una forma u otra, nos apoyaron y nos alentaron a no rendirnos ante las adversidades.

Bach. De la Cruz De la Cruz Robert Fabian

&

Bach. Fernandez Laserna Mayk kevin

AGRADECIMIENTO

Primero agradecemos a Dios por dirigirnos, darnos fortaleza y permitirnos terminar esta etapa académica de manera satisfactoria.

A nuestros papás y hermanos, por su apoyo incondicional, entendimiento y sacrificio; siempre han sido nuestra principal motivación para lograr nuestras metas.

A nuestro asesor, Ing. Dr. Wilfredo Díaz Córdova, por su guía, conocimientos y apoyo a lo largo del desarrollo de esta investigación, que fueron esenciales para completarla.

A nuestra universidad, por proporcionarnos la educación académica y los instrumentos requeridos para nuestro crecimiento profesional.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a nuestros compañeros y amigos, quienes nos alentaron e hicieron que este proceso fuera más fácil.

Bach. De la Cruz De la Cruz Robert Fabian

&

Bach. Fernandez Laserna Mayk kevin

Índice de contenido

DEDICATORIA.....	x
AGRADECIMIENTO	xi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
2.1. Planteamiento del problema.....	2
2.2. Formulación del problema.....	3
2.3. Objetivos	3
2.3.1. <i>Objetivo general</i>	3
2.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	3
2.4. Justificación del estudio.....	3
2.5. Limitaciones de la investigación.....	4
III. MARCO TEORICO	5
3.1. Antecedentes del estudio	5
3.1.1. <i>Nivel internacional</i>	5
3.1.2. <i>Nivel nacional</i>	6
3.1.3. <i>Nivel regional y/o local</i>	7
3.2. Bases teóricas	9
3.2.1. <i>La hidrología</i>	9
3.2.2. <i>La cuenca hidrográfica</i>	10
3.2.3. <i>Las precipitaciones</i>	14
3.2.4. <i>Escorrentía y generación de caudales</i>	16
3.2.5. <i>Métodos estadísticos para determinar caudales</i>	18
3.2.6. <i>Medidas de mitigación frente a inundaciones</i>	23
3.3. Bases conceptuales	24
3.4. Operacionalización de variables	25
3.5. Hipótesis	27
3.5.1. <i>Hipótesis general</i>	27
3.5.2. <i>Hipótesis específicas</i>	27
IV. METODOLOGIA.....	28
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	28
4.2. Población y muestra	28
4.3. Descripción general del área del proyecto	29

4.3.1. Aspectos climáticos	31
4.4. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales	31
4.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento	32
4.5. Procesamiento de datos	33
V. RESULTADOS Y DISCUSION	39
5.1. RESULTADOS	39
5.1.1. Análisis del historial de precipitaciones y caudales máximos	39
5.1.1.1. Datos históricos de precipitaciones	39
5.1.1.2. Datos de caudales máximos	43
5.1.2. Descripción geomorfológica de la cuenca hidrográfica rio Chipillico	44
5.1.3. Determinación de caudales máximos para diferentes TR	46
5.1.3.1. Caudales máximos para diferentes TR por estación	46
5.1.3.2. Caudales máximos para diferentes TR con HEC-HMS	48
5.1.4. Medidas de mitigación en puntos críticos ante máximas crecidas ...	49
5.2. DISCUSIONES	56
VI. CONCLUSIONES	61
VII. RECOMENDACIONES	62
VIII. REFERENCIAS	63
IX. ANEXOS	67

Índice figuras

Figura 1 Determinación de la pendiente	11
Figura 2 Curva hipsométrica.....	12
Figura 3 Hidrograma y sus partes.....	16
Figura 4 Función de densidad de probabilidad	21
Figura 5 Ubicación del sector Riecito, lugar donde se concentra la problemática de estudio	30
Figura 6 Precipitación anual acumulada.....	42
Figura 7 Caudal máximo anual	43
Figura 8 Paso del dren Tarzán bajo el canal mediante tubería.....	49
Figura 9 Daños por erosión en tramo crítico del canal construido con material propio.....	50
Figura 10 Margen del río Chipillico afectada por aumento de caudal y erosión	52
Figura 11 Captación rústica del canal Chipillico con materiales locales	53
Figura 12 Vista general del canal Chipillico afectado por el río Chipillico	55
Figura 13 Plano de delimitación de la cuenca	167
Figura 14 Plano base de HMS.....	168
Figura 15 Plano de estaciones meteorológicas – polígono de Thiessen	169
Figura 16 Canal Chipillico	170
Figura 17 Ingreso de agua excedente de la piscigranja al canal Chipillico	170
Figura 18 Zona de influencia del dren Tarzan y desborde del río Chipillico	171
Figura 19 Desnivel final del canal Chipillico y diseño de pendiente para flujo eficiente	171
Figura 20 Margen del río Chipillico afectada por aumento de caudal y erosión	172
Figura 21 Entrevista sobre fenómenos críticos y reparaciones anuales en el canal Chipillico.....	172

Índice de tablas

Tabla 1 Valores Kn para la prueba de datos dudosos	19
Tabla 2 Medias esperadas y desviaciones estándar de extremos reducidos	20
Tabla 3 Valores de W en función del periodo de retorno (Tr).....	20
Tabla 4 Valores para el factor Skew	21
Tabla 5 Definición de las variables y sus dimensiones e indicadores de evaluación en el presente estudio	26
Tabla 6 Ubicación geográfica del sector Riecito	29
Tabla 7 Características de las estaciones meteorológicas empleadas en el análisis hidrológico	33
Tabla 8 Parámetros del modelo utilizados en cada subcuenca	37
Tabla 9 Resumen de los parámetros geomorfológicos de la cuenca Chipillico.....	45
Tabla 10 Caudal máximo para diferentes periodos de retorno.....	48
Tabla 11 Precipitación acumulada estación Lancones	67
Tabla 12 Precipitación acumulada estación Mallares	73
Tabla 13 Precipitación acumulada estación Santo Domingo	80
Tabla 14 Precipitación acumulada estación Amor.....	85
Tabla 15 Precipitación acumulada estación Sapillica.....	90
Tabla 16 Resumen de los datos pluviométricos.....	96
Tabla 17 Cálculo del caudal máximo en la bocatoma Chipillico	97
Tabla 18 Principales parámetros geomorfológicos de la cuenca Chipillico	98
Tabla 19 Precipitaciones máximas de 24 h para estación Amor	103
Tabla 20 Precipitaciones máximas de 24 h para estación Lancones.....	109
Tabla 21 Precipitaciones máximas de 24 h para estación Sapillica	116
Tabla 22 Precipitaciones máximas de 24 h para estación Santo Domingo.....	123
Tabla 23 Modelamiento hidrológico con HEC – HMS para diferentes periodos de retorno	129

RESUMEN

Se realizó un estudio hidrológico de la cuenca del río Chipillico de acuerdo a la problemática que se presenta cada año en el sector Riecito, donde las máximas avenidas y el peligro de inundación afecta directamente al canal Chipillico y alrededores. El objetivo principal fue realizar un análisis hidrológico de máximas avenidas del río Chipillico para diferentes periodos de retorno y proponer medidas para mitigar daños; para ello, se aplicó una metodología tipo aplicada con un nivel descriptivo-explicativo. Los datos fueron recopilados mediante revisión documental, observación directa y entrevistas a pobladores; para el procesamiento se empleó el software ArcGIS 10.8, HEC-HMS, HidroEsta 2, Hydrognomon 4, Excel Office 16 y Google Earth Pro; que permitieron caracterizar la cuenca, analizar el historial de precipitación y estimar los caudales máximos. Los resultados indicaron que la cuenca es alargada, $K_c = 2.23$; $F_f = 0.07$; densidad de drenaje = 0.21 km/km^2 ; pendiente = 13.40% , mientras que, el caudal máximo fue de $3472.2 \text{ m}^3/\text{s}$ para $TR=100$ años, cifra muy alta que supera el registro histórico de $496.40 \text{ m}^3/\text{s}$ (2023) calculado en la bocatoma Chipillico; demostrando la magnitud de sucesos extremos en la cuenca. Se planteó medidas de mitigación en puntos críticos del canal. Se concluye que la cuenca tiene condiciones hidrológicas extremas que sobrepasan los registros históricos, por lo que es esencial tener en cuenta estos valores al diseñar y planificar. Además, se debe complementar el análisis con estudios técnicos especializados para gestionar correctamente el riesgo.

Palabras clave: Análisis hidrológico Caudal máximo, Cuenca Chipillico, Inundación.

ABSTRACT

A hydrological study of the Chipillico River basin was conducted in response to the problems that arise annually in the Riecito sector, where peak flows and the risk of flooding directly affect the Chipillico canal and surrounding areas. The main objective was to perform a hydrological analysis of peak flows in the Chipillico River for different return periods and to propose measures to mitigate damage. To this end, an applied methodology with a descriptive-explanatory level was used. Data were collected through document review, direct observation, and interviews with residents. The software used for processing was ArcGIS 10.8, HEC-HMS, HidroEsta 2, Hydrognomon 4, Excel Office 16, and Google Earth Pro, which allowed for the characterization of the basin, analysis of precipitation history, and estimation of peak flows. The results indicated that the basin is elongated, with a K_c value of 2.23, an F_f value of 0.07, and a drainage density of 0.21 km/km². The slope was 13.40%, while the maximum flow rate was 3472.2 m³/s for a 100-year return period (TR), a very high figure that exceeds the historical record of 496.40 m³/s (2023) calculated at the Chipillico intake; demonstrating the magnitude of extreme events in the basin. Mitigation measures were proposed for critical points in the canal. It is concluded that the basin has extreme hydrological conditions that exceed historical records, making it essential to consider these values in design and planning. Furthermore, the analysis should be complemented with specialized technical studies to properly manage the risk.

Keywords: Hydrological analysis, Maximum flow rate, Chipillico Basin, Flooding

I. INTRODUCCIÓN

Para gestionar correctamente los recursos hídricos, en particular en cuencas de ríos que están expuestas a la variabilidad climática, eventos extremos y a presiones provocadas por el hombre, la hidrología es un elemento clave. Esta describe el ciclo del agua, permite definir los procesos de lluvia-escorrentía, escurrimiento superficial y transporte de sedimentos. Un estudio reciente muestra que minimizar la crecida máxima es una de las metas más frecuentemente tratadas en investigaciones sobre gestión de inundaciones, lo cual indica la importancia de utilizar métodos cuantitativos y diversos para evaluar estrategias de mitigación de riesgos hidrológicos (Mestanza & Castro, 2025).

La región Piura presenta un sistema fluvial de gran relevancia para las comunidades locales, su agricultura y las estructuras relacionadas, el río Chipillico. Este es objeto de estudio de investigaciones recientes sobre su dinámica hídrica. Los datos hidrológicos obtenidos a través de estaciones en el área son un elemento esencial para calcular los límites de inundación y simular escenarios de riesgo, al igual que se hace con frecuencia en los estudios hidrológicos de cuencas para la toma de decisiones técnicas indica (Vidal, 2023).

La GIRH es una forma de gestionar el agua que ayuda a utilizar los datos sabiamente y planificar para diferentes situaciones. Puede ayudar a lidiar con problemas como inundaciones y sequías (Arellano, 2010). Este método funciona bien en las zonas costeras del Perú que enfrentan cambios en el caudal y demanda de agua debido a El Niño Costero.

La mitigación de riesgos hidrológicos abarca elementos físicos, como la descolmatación de diques u obras de ingeniería fluvial, también medidas no estructurales, como son, los sistemas de alerta temprana y la planificación del territorio. Para proteger a las comunidades y los cultivos frente a crecidas, la Autoridad Nacional del Agua llevó a cabo labores de limpieza y descolmatación en secciones críticas del río Chipillico, demostrando así principios hidrológicos para gestionar sistemas fluviales (Plataforma del Estado Peruano, 2025).

En ese sentido, es esencial desarrollar modelos hidrológicos y cuantificar variables fundamentales como la escorrentía, la precipitación y los caudales máximos; esto junto con el monitoreo constante y las herramientas SIG, no solo posibilitan la caracterización dinámica de un río, sino también la proyección de escenarios futuros en diversas condiciones climáticas.

II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Planteamiento del problema

Los ríos y sus procesos dinámicos representan una amenaza que cada vez es más notoria en muchas regiones del mundo, particularmente son peligrosos frente a sucesos de avenidas máximas o extraordinarias; estos cambios se deben a los efectos en el cambio climático que da origen la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos, como las inundaciones en zonas urbanas y rurales. El caudal máximo, que se refiere al flujo más alto que un río puede tener en una crecida, es una variable esencial para el diseño de estructuras defensivas que disminuyan el riesgo de erosión, la pérdida de cultivos, bienes materiales y otros peligros asociados mencionan (Vazquez et al., 2024). Para prevenir y mitigar estos riesgos, se requiere de estimaciones precisas de dichos caudales, ya que estos constituyen la base para el diseño eficiente de infraestructuras de defensa indica (Velásquez, 2006). La precisión en estos cálculos es fundamental, pues errores en su estimación pueden ocasionar fallos estructurales, pérdidas humanas y económicas (Chow, 1994).

En el Perú, la ocurrencia de los eventos relacionados con los ríos se ve favorecida por la diversidad climática y geomorfológica. Existen muchos ríos que actualmente no cuentan con estaciones hidrométricas, por lo que, ante la falta de datos in situ, es necesario la aplicación de técnicas indirectas o de modelación para calcular los caudales máximos, así como le demuestra un análisis en el río Paucartambo que utilizó métodos indirectos para determinar el caudal de retorno a 50 años debido a la falta de registros (ANA, 2015). Para la ejecución de proyectos de protección contra erosiones o inundaciones es necesario un sustento de estudios hidrológicos e hidráulicos que consideren factores como periodo de retorno y niveles máximos extraordinarios menciona el (Ministerio de economía y finanzas, 2021). El ANA también exige que estos datos se obtengan mediante registros históricos y mediciones específicos de la cuenca, a fin de garantizar que las obras proyectadas respondan a las condiciones reales del río (Autoridad Nacional del Agua, 2014). No obstante, en diversas cuencas del país, existe la carencia de datos hidrométricos que obliga a recurrir a extrapolaciones, lo que incrementa la vulnerabilidad ante eventos extremos.

En la región Piura, la vulnerabilidad a las inundaciones es alta debido a su clima árido y a la influencia recurrente del Fenómeno “El Niño”. Los datos históricos demuestran que las crecidas de ríos han provocado daños significativos a la

infraestructura, cultivos y viviendas (INDECI, 2006). Un caso particular se presenta en el río Chipillico, tiene un comportamiento hidrológico variable por su ubicación en la red hidrográfica lo que genera que su dinámica lluvia – caudal sea irregular. Este río, cruza el sector Riecito, y las crecidas de cada año provocan inundaciones que afectan directamente al canal Chipillico y zonas aledañas, dañando la infraestructura y áreas de cultivo.

El Río Chipillico carece de estudios específicos para determinar el caudal máximo in situ, esto dificulta la implementación de alternativas de protección en el lugar. Ante esta problemática es esencial el desarrollo de un estudio puntual que pueda emplear datos históricos del comportamiento hidrológico. Esta información permitirá plantear soluciones técnicas eficientes para mitigar los daños en los puntos críticos del canal Chipillico y garantizar una alternativa sostenible y sustentable en el tiempo.

2.2. Formulación del problema

¿Cuál es el caudal máximo del río Chipillico sector Riecito, en diferentes tiempos de retorno para plantear medidas de mitigación basadas en reducir el riesgo de daños en el canal Chipillico y zonas aledañas?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

- Realizar un análisis hidrológico de máximas avenidas del río Chipillico para diferentes periodos de retorno y proponer medidas para mitigar daños en el canal Chipillico, sector Riecito en la zona Poechos-Pelados.

2.3.2. Objetivos específicos

- Analizar datos históricos de precipitaciones y caudales máximos que provengan de estaciones meteorológicas cercanas al río Chipillico.
- Describir la cuenca hidrográfica río Chipillico a través de importantes parámetros geomorfológicos e hidrológicos.
- Determinar el caudal máximo para diferentes tiempos de retorno a través de métodos estadísticos de frecuencia hidrológica.
- Plantear medidas de mitigación en los puntos críticos o áreas más vulnerables ante crecidas máximas en el entorno del canal Chipillico.

2.4. Justificación del estudio

El presente estudio tiene se desarrolla en base a los siguientes criterios:

- a) **Justificación científica.** – La investigación presenta información específica sobre el comportamiento del río Chipillico en términos hidrológicos, que hasta ahora existe poca información relacionada al estudio hidrológico y el análisis de caudales extremos en el lugar. Esto ayudará a entender mejor la dinámica fluvial en cuencas costeras que son vulnerables.
- b) **Justificación técnica.** – Los resultados podrán emplearse en otros estudios, sobre todo para diseño hidráulico de las obras de mitigación en el canal Chipillico, que son necesarios para disminuir los peligros de desbordes que dañan la infraestructura y las áreas agrícolas.
- c) **Justificación metodológica.** – El estudio combina un análisis de frecuencia hidrológica, caudales máximos, información hidrometereológica y caracterización geomorfológica. Esta metodología puede aplicarse en cuencas parecidas, con el fin de analizar eventos extremos y plantear acciones para mitigar sus efectos.
- d) **Justificación social.** – Responde a la necesidad de mitigar daños en las áreas agrícolas causando pérdidas de cultivos y afectando la producción familiar en su canasta básica. La implementación de las medidas de mitigación fortalecerá la gestión del riesgo y la planificación hídrica local.

2.5. Limitaciones de la investigación

- Para el presente estudio, no se contó con información hidrométrica actualizada del reservorio San Lorenzo, en particular sobre la relación entre altura y volumen. Por lo tanto, se utilizó como base de análisis la información batimétrica de 2008, lo que influye en la estimación de volúmenes por los potenciales procesos sedimentarios no tomados en cuenta al actualizar la capacidad del embalse.
- La cuenca del río Chipillico tiene una escasa cobertura de estaciones meteorológicas en su unidad hidrográfica, ya que solo posee una estación representativa en su área, estación meteorológica Sapillica. Por eso, se hizo necesario agregar información de estaciones cercanas al análisis y hacer una triangulación. Además, al no contar con datos directos en la parte alta de la cuenca, fue necesario extender a toda el área la distribución espacial de las precipitaciones, lo cual podría impactar en la exactitud de la caracterización hidrológica, sobre todo en cuanto a la estimación de eventos extremos.

III. MARCO TEORICO

3.1. Antecedentes del estudio

3.1.1. Nivel internacional

En EE. UU, se desarrolló una investigación por Levin (2025); el cual tuvo como objetivo evaluar si un enfoque no estacionario de frecuencia de crecidas, basado en regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios, mejora la estimación del caudal de diseño frente a métodos estacionarios en 9 estados del centro y norte de Estados Unidos. En la metodología, se hizo uso del método probabilístico “Análisis de Frecuencia de Inundaciones” (FFA), el cual resulta ser una estimación de la magnitud de una determinada inundación para la probabilidad de excedencia en un año. Se analizó series de picos anuales de 153 estaciones del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) con ajuste de Log-Pearson type III (LP-III) y regresiones de Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) para tendencias y para el Análisis de Frecuencia de Inundaciones No Estacionarias (NFFA) con predictores climáticos (precipitación, temperatura y nieve), y, por último, una comparación de cuantiles de crecida estacionarios versus no estacionarios para el año 2020. De la investigación se concluyó que, en la mayoría de estaciones donde se aplicó, los cuantiles no estacionarios difieren de los estacionarios, por lo que no se debe ignorar la no estacionalidad, pues se puede sobrestimar o subestimar el caudal de diseño comprometiendo el costo de inversión y la seguridad de la población.

En el país de Bangladesh, Dey et al. (2025), desarrollaron un tema de investigación, el cual tuvo como finalidad principal el análisis y estimación de caudales pico de diseño en cuencas no aforadas y la definición de regiones hidrológicamente homogéneas. El método que se utilizó fue el de análisis de frecuencia de inundaciones (RFFA), en el sureste australiano, utilizando la metodología picos-sobre-umbral (POT), que se considera más sólida para calcular caudales de inundaciones frecuentes en comparación con el modelo convencional de máximos anuales (AMF). Se analizaron datos de 151 cuencas (11-1010 km²) con un historial que abarca un período de 27 a 82 años. Se realizaron 1512 modelos de regresión múltiple (MLR) usando métodos de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y ponderados (WLS), analizando diferentes niveles POT ($k=1$ a 5) y nueve intervalos de retorno (12 eventos al año hasta 10 años ARI). Los resultados indicaron que el modelo POT3 proporcionó el equilibrio óptimo entre inundaciones frecuentes e inundaciones muy comunes. El método OLS, con errores relativos medianos de 31-38% y R^2 entre 0.75 y 0.79, fue

superior al WLS. El error medio fue del 35 al 37% para el retorno de 12 eventos por año, pero solamente del 20 al 30% para el retorno de 0.5EY. En la validación, más del 70% de las cuencas presentaron errores absolutos por debajo del 50%, y hasta el 38% tuvieron errores menores al 25%. Se concluyó que el POT-RFFA mejora la exactitud en comparación con las técnicas sugeridas por Australian Rainfall and Runoff (49-59% de error). Para pronósticos prácticos, se sugiere utilizar los modelos regionales desarrollados (en particular el de la Región 1) con cuatro variables fundamentales: intensidad de lluvia, precipitación media anual, densidad de cauces y área de cuenca.

Otro estudio en el país de Eslovenia, realizado por Bezak et al. (2023) el cual tuvo como objetivo principal analizar hidrológicamente las inundaciones extremas ocurridas en el mes de agosto del año 2023, identificando factores causantes y definir acciones para mitigar consecuencias negativas en el futuro. La metodología consistió en una revisión de condiciones actuales en el lugar, como anomalías en las precipitaciones; luego se realizó un análisis preliminar de lluvias extremas y respuestas hidrológicas a nivel de cuenca, adicional se revisó información operativa de alertas o reportes ARSO, para caracterizar la severidad y considerar medidas de mitigación. Los resultados mostraron que, las precipitaciones excepcionales y antecedentes húmedos son los que producen crecidas extraordinarias; una red de 13 estaciones meteorológicas mostró que una intensidad de lluvia de 12 horas se excedió los 100 mm y la erosividad de la lluvia superó a la media anual en 14 estaciones meteorológicas siendo el periodo de retorno mayor a 250 y/o 500 años en diversos lugares de Eslovenia; para mitigar los impactos de este tipo de eventos se recomienda que el diseño de protección y la gestión del riesgo incorporen las condiciones extremas recientes en la estimación del caudal de diseño.

3.1.2. Nivel nacional

En Huancavelica Espinoza & Huaman (2024), desarrollaron una investigación enfocada en la determinación de áreas propensas a inundarse por caudales máximos en un tramo del río Chahuarma y en la proposición de defensas ribereñas adecuadas. La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel explicativo y con diseño no experimental. La longitud del tramo estudiado fue de 1644 metros, estimando el caudal de retorno para 140 años, con una modelación en el programa HEC-RAS, para mapear zonas inundables y evaluar tipos de defensas. Se concluyó que, el caudal de diseño estimado fue de 376.30 m³/s, proyectando áreas inundables que se categorizaron por niveles de peligrosidad. Además, indicaron que, el muro de

contención de concreto armado presenta mejores respuestas estructurales e hidráulicas con un mayor factor de seguridad, recomendándose para proteger zonas agrícolas, viviendas y centro comunales.

En Áncash, Rojas (2024) realizó una investigación con el fin de determinar y evaluar la resistencia del diseño de gaviones frente las crecidas, a partir del cálculo del caudal máximo del río Buin. El estudio presentó un diseño no experimental, con un enfoque cuantitativo y empleó métodos hidrológicos con series históricas, un estudio topográfico y mecánico de suelos. El cálculo del caudal de diseño dio un valor de $81.07 \text{ m}^3/\text{s}$ para un periodo de retorno de 100 años y la modelación hidráulica se realizó en el software HEC-RAS, contrastando que el diseño de los gaviones puede soportar picos de hasta $137.40 \text{ m}^3/\text{s}$. Del estudio se concluyó que, el caudal máximo calculado permitió comprobar que los gaviones son técnicamente viables y seguros frente a eventos climáticos extremos, validando su eficacia como defensa ribereña.

En Lima Mayhua & Salazar (2023), también realizaron un estudio que tuvo como objetivo determinar el caudal de avenida del río Rímac que afecta al puente Dueñas, como base para seleccionar la defensa ribereña más apropiada. En la investigación se realizó un análisis hidrológico con registros históricos y criterios hidráulicos para estimar caudales máximos de diseño, evaluando la respuesta del cauce ante avenidas y proponiendo alternativas de protección como enrocados y gaviones. A partir de los resultados, se diseñaron dos sistemas de defensa ribereña para el puente Dueñas: un muro de enrocado y otro con gaviones, tomando en cuenta las características que tienen las rocas de resistir el empuje hidrostático. Se logró un 25% de aplicabilidad para el enrocado y un 100% para los gaviones. Bajo condiciones pseudoestáticas, la defensa con gaviones demostró tener un rendimiento estructural superior y más estabilidad con un aumento de capacidad del 1% y el 5%, respectivamente, en comparación con el enrocado en las progresivas 0+296.49 y 0+480.00. Se concluyó que, la defensa ribereña por gaviones es la mejor alternativa para dar protección y estabilización a los estribos del puente Dueñas.

3.1.3. Nivel regional y/o local

El estudio realizado por Paredes (2024) en Piura, cuya investigación se centra en conocer el comportamiento hidrológico de la cuenca río Bigote. La finalidad principal fue realizar el estudio hidrológico y determinar el caudal máximo para diseñar infraestructuras de protección a zonas inundables teniendo en cuenta los periodos de retorno. La metodología empleada por el autor fue cuantitativa. El recojo de

información consistió en adquirir datos hidrometeorológicos de las siguientes estaciones: Barrios, Hacienda Bigote, Chalaco, Huarmaca, Morropón y Sondorillo; también se identificó el uso de suelos para la agricultura considerando aspectos económicos y sociales; esto permite que el estudio se enfoque en delimitar los daños como inundaciones en áreas agrícolas, infraestructuras, erosiones, entre otros. Para la validación, estos datos fueron sometidos a un análisis estadístico teniendo como referencia el historial de caudales Proyecto Especial Río Chira. Los resultados indicaron que, después de realizar el estudio de valoración, solamente las estaciones Huarmaca y Morropón tuvieron un nivel de significancia inferior al 5%, permitiendo completar los datos faltantes de la estación Bigote, aplicando el método de polígonos de Thiessen en QGIS. Los datos de precipitación en la estación Bigote fue validada por el análisis de consistencia. Se utilizó el Curve Number (CN) del proyecto GCN250 y modelos de hidrograma unitario en Bigote y Barrios para comprobar un comportamiento hidrológico parecido. Se determinó que el caudal máximo diario en Barrios se relaciona con un periodo de retorno de 25 años. Finalmente, la conclusión del estudio fue que los métodos hidrológicos aplicados confirmaron que los caudales máximos calculados son consistentes representando un comportamiento adecuado de la cuenca, esta información es básica para definir el diseño de obras hidráulicas como las defensas ribereñas en la zona.

Otra investigación que se llevó a cabo en Sullana - Piura en a cargo de García (2023), quien identificó la necesidad de mitigar daños frente a las inundaciones por la ocurrencia de fuertes lluvias cada año, y genera pérdidas significativas. Ante esto, se planteó como objetivo principal calcular los caudales máximos del río Chira aplicando los métodos estadísticos de Gumbel y Pearson Tipo III. Este estudio corresponde a una investigación con enfoque cuantitativo y un diseño no experimental con corte transeccional descriptivo. Para la colecta de datos se empleó el información de cuatro estaciones hidrométricas que son: Puente Internacional Macara, El Ciruelo, Entrada Ardilla R. Poechos y Puente Sullana considerando un historial de caudales máximos desde 1972 - 2021, que para su procesamiento se aplicó la estadística de distribución teórica para la validación de datos, además de emplear el software HidroEsta 2.0 para la completación de datos faltantes mediante una regresión lineal. Los resultados de este procesamiento permitieron medir los caudales máximos instantáneos del río Chira. Los datos trabajados en HidroEsta 2.0, fueron de 7 301 m³/s en 1998, esto correlacionando también con información de El Niño y la estación Ardilla. La valoración

de $R=0.955$ y $R^2=0.913$ demuestra una relación lineal positiva casi perfecta, lo que valida la predicción. Las distribuciones teóricas de Gumbel ($\Delta=0.0901$) y Pearson Tipo III ($\Delta=0.0844$), ambas ajustadas a la serie, demostraron eficiencia en su aplicación. Para 100 años de retorno, el caudal de diseño máximo fue de 6 057,34 m³/s según Gumbel y de 6 029,44 m³/s según Pearson. La evaluación concluyó que, es posible calcular de forma confiable los caudales máximos del río Chira mediante el uso de la regresión lineal simple y métodos de distribución teórica.

Panta (2022) desarrolló otro estudio en Piura cuyo principal propósito fue hacer un modelamiento hidrológico empleando el software WEAP y así conocer los caudales de tres ríos en subcuencas que alimentan al río Piura. Este trabajo empleó una metodología no definida, sin embargo, se basó en la recolección de datos de caudales históricos y climáticos, empleando interpolación espacial y procesándolos a través de Hydroaccess. Se procesó información de las subcuencas y los ríos utilizando el software WEAP, estableciendo así conexiones y diagramas hidrológicos; también se calibró el modelo con datos de 1972 a 1981 y se validó con datos de 1982 a 1991; para ello, se emplearon indicadores como el NASH y el PBIAS. Luego, se graficaron curvas de persistencia de caudales mensuales con el objetivo de estudiar la repetición de caudales altos y bajos. Los resultados indicaron que un NASH próximo a 0.8 y un PBIAS de -15%, que evidencian un ajuste adecuado, mostraron la buena actuación del modelo calibrado y validado. En las subcuencas del río Bigote no se sobrepasaron los caudales históricos, pero en 1983 y 2017 se evaluaron de manera insuficiente los picos extremos. Además, las tendencias fueron representadas apropiadamente y se observó que había recurrencia en las curvas de persistencia. El estudio logra probar que el modelo WEAP, debidamente calibrado y validado, es un instrumento eficaz para calcular los caudales mensuales en las subcuencas del río Piura.

3.2. Bases teóricas

3.2.1. La hidrología

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011), es una rama de las ciencias geográficas que se ocupa de analizar cómo se distribuye el agua en el espacio y en el tiempo, así como sus características en la atmósfera y en la superficie terrestre. Dentro de su estudio se consideran fenómenos como las lluvias, la escorrentía, humedad presente en los suelos, la evapotranspiración y el balance de los glaciares.

3.2.2. La cuenca hidrográfica

Echegaray & Quiroz (2022) mencionan que es aquella superficie delimitada por divisorias naturales, dentro de la cual el agua proveniente de las precipitaciones se desplaza siguiendo la pendiente del terreno. Dicho escurrimiento converge hacia un punto en común, concentrándose hasta conformar una corriente principal que al final desemboca en un río, lago o el mar.

3.2.2.1. Parámetros geomorfológicos de la cuenca. – Estas comprenden: el área, que se define como la superficie que recoge y transporta escurrimientos hacia un cauce común; la longitud, que representa la distancia del cauce principal desde el punto de salida hasta el sitio más distante en sentido ascendente; el perímetro, también llamado línea divisoria de aguas, que es útil para caracterizar su morfología; y el ancho, calculado como la proporción entre el área y la longitud de la cuenca (Apacla, 2010).

a) Parámetros de forma

Horton. – Este planteó el uso de un factor adimensional “Kf”, para representar la forma característica de la cuenca (Apacla, 2010). La fórmula para su cálculo es la siguiente:

$$Kf = 1.41 (A^{0.568})$$

Donde:

A: Es el área de la cuenca, en Km².

Kf: Es el parámetro de forma.

Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius (K). – Este índice se define como la relación entre el perímetro de la cuenca (P) y el perímetro de un círculo cuya área sea equivalente a la de dicha cuenca (A) (Apacla, 2010).

La fórmula es la siguiente:

$$K = 0.282 \left(\frac{P}{\sqrt{A}} \right)$$

Donde:

A: Es el área de la cuenca, en Km².

L: Es la longitud de la cuenca, en Km.

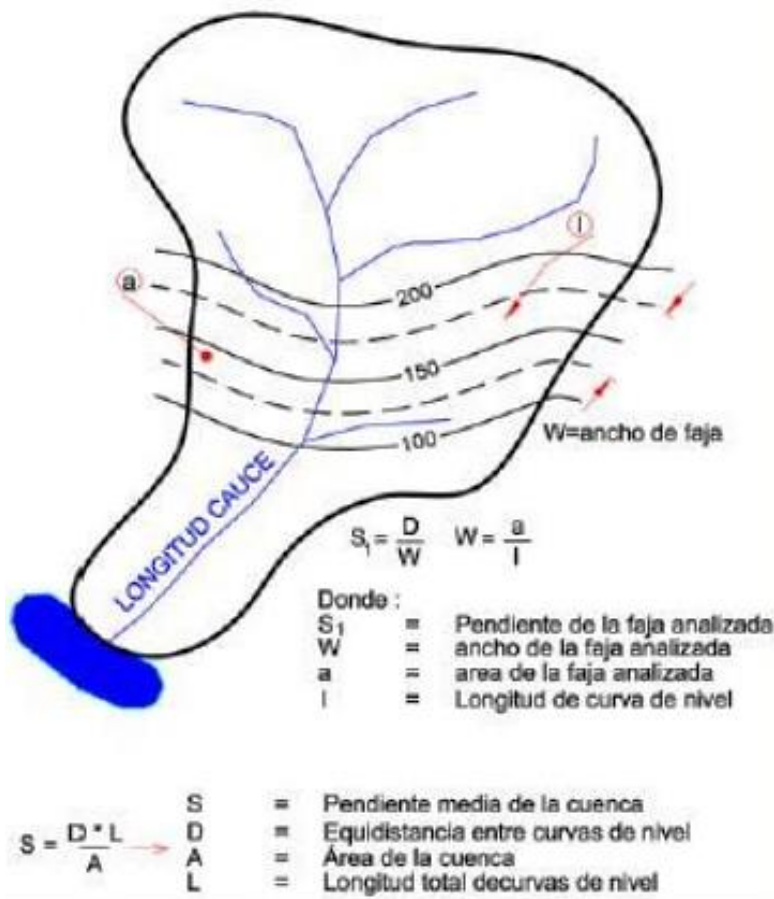
P: Es el perímetro de la cuenca, en Km.

b) Parámetros de relieve

Pendiente media de la cuenca-Criterio de Alvort (S). – Para su cálculo se puede utilizar el criterio de J.W. Alvort, así mismo también se puede determinar mediante el uso de un modelo digital de terreno aplicado en un sistema de información geográfica. Apacla (2010) menciona que, el cálculo de la pendiente de la cuenca se fundamenta en la identificación previa de las pendientes formadas entre curvas de nivel cada 50 metros, considerando la franja delimitada por las líneas medias que se ubican entre dichas curvas como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Determinación de la pendiente



Nota. Tomado de (Apacla, 2010)

La fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{D * L}{A}$$

Donde:

A: Es el área de la cuenca, en Km^2 .

S: Es la pendiente media de la cuenca.

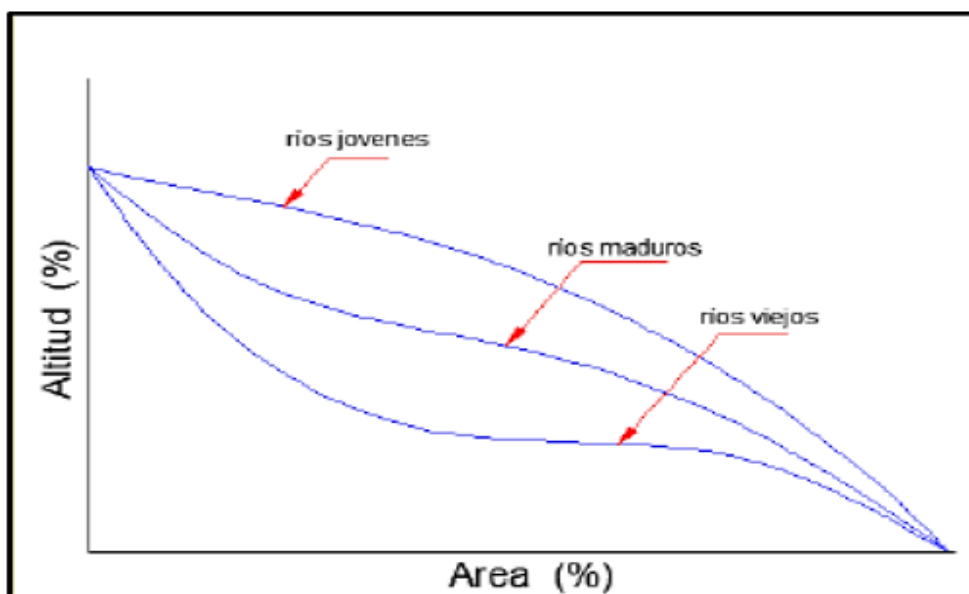
D: Equidistancia entre las curvas de nivel, en Km.

L: Es la longitud total de todas las curvas de nivel, en Km.

Curva hipsométrica. – Muestra cómo varía el área drenada de una cuenca respecto a su altitud, reflejando el comportamiento medio del relieve. Para construirla, se representa en el eje horizontal el área acumulada de drenaje y en el eje vertical la altura correspondiente. Por lo general, los extremos de la curva presentan cambios bruscos: si la concavidad es hacia arriba, indica cuencas con valles amplios y cumbres empinadas; en cambio, si es hacia abajo señala valles profundos y llanuras extensas.

Figura 2

Curva hipsométrica



Nota. Tomado de (Apaclla, 2010)

Altitud media de la cuenca. – Este parámetro se calcula a partir de la curva hipsométrica y corresponde a la cota en que se alcanza el 50% del área total de la cuenca (Apaclla, 2010).

c) Parámetros de drenaje

Orden de ríos – Métodos de Strahler. – De La Torre (2018) menciona que, el río de orden 1, es aquel que no reciba ningún aporte, un orden 2 se forma a

partir de 2 tributarios, y consecuentemente así con los demás. Siendo el criterio: para ascender un orden, se tienen que juntar 2 ríos del mismo orden.

Frecuencia de densidad de ríos (Dr). – Según la Autoridad Nacional del Agua (2010) menciona que la fórmula es la siguiente:

$$Dr = \frac{N^{\circ} \text{ Ríos}}{A}$$

Donde:

N° ríos = Numero de ríos de la unidad.

A = Área de la cuenca (km²).

Densidad de drenaje (Dd). – Se obtiene a partir de la relación entre la longitud total de los ríos y el área de la cuenca (Autoridad Nacional del Agua, 2010):

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

Donde:

Dd = Densidad de drenaje (km/km²).

Lt = Longitud total de ríos de la cuenca (km).

A = Área de la cuenca (km²).

Monsalve (1999, citado por Ancco Carita, 2010) define que la densidad de drenaje usualmente toma los siguientes valores:

- 0.5 km/km², para cuencas con drenaje pobre.

- 3.5 km/km², para cuencas bien drenadas.

Tiempo de concentración. – De acuerdo con la Autoridad Nacional del Agua (2010), se puede calcular con la Fórmula desarrollada por Kirpich, es la siguiente:

$$T_c = 0.06628 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Dónde:

Te = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce en kilómetros

S = Pendiente en m/m.

A = Área en kilómetros cuadrados km².

D= Duración de la lluvia (horas)

3.2.3. Las precipitaciones

La Autoridad Nacional del Agua (2010) menciona que la precipitación es una variable hidrológica primaria y que es una forma de agua que desciende desde las nubes hacia la superficie, ya sea en forma líquida (lluvia) o sólido (nieve y granizo), con excepción de neblina y el rocío.

3.2.3.1. Características de la precipitación.

a) Influencia del cambio climático

Según Brown et al. (2015) mencionan que el cambio climático surge como consecuencia de múltiples desequilibrios ambientales y sociales, generados principalmente por el acelerado crecimiento poblacional, los diversos avances tecnológicos y el modelo de desarrollo industrial con el uso de combustibles fósiles. Siendo estas las que han intensificado el calentamiento global, lo que influye directamente con la disponibilidad y la dinámica de los recursos hídricos, siendo las precipitaciones uno de los fenómenos más afectados.

b) Pluviometría

Renom (2011) menciona que se encarga de registrar y analizar la lluvia con el fin de conocer cómo se distribuye en el tiempo y el espacio, considerando aspectos como la intensidad, frecuencia, duración, tipo sólida o líquida y volumen precipitado en mm.

1. Pluviómetro

Becerra (2009), menciona que la medición con pluviómetros ofrece datos localizados y específicos sobre una tormenta en el nivel del suelo. Alvarez & Macgregor (2023) mencionan que los pluviómetros permiten obtener los datos de lluvia registrados en una determinada zona. A partir de esta información es posible efectuar un análisis de frecuencia, el cual requiere contrastar diversos modelos estadísticos, entre ellos: normal, log-normal de dos parámetros, log-normal de tres parámetros, Person III, Gumbel, log Gumbel, etc, con el fin de identificar el que mejor se ajusta.

2. Pluviógrafo

Sánchez (2016) menciona que el pluviógrafo monitorea el comportamiento de la precipitación en un determinado tiempo, ya sea de forma digital o con tinta.

3.2.3.2. Parámetros que caracterizan la precipitación.

a) *Periodos de retorno*

Guamachín et al. (2019), comentan que estos son el número de años en el cual un evento específico de mayor o igual intensidad se presenta. Este parámetro es muy importante para diseños de obras hidráulicas que van a soportar avenidas. La fórmula es la siguiente:

$$TR = \frac{1}{1 - P(x < xi)}; TR = \frac{1}{P(x \geq xi)}$$

Donde:

TR: es el tiempo de retorno.

P ($x < xi$): es la probabilidad de que el valor no sea igualado o no superado.

P ($x \geq$): es la probabilidad de que el valor sea igualado o superado.

b) *Intensidad*

Guamachín et al. (2019) definen a la intensidad como la cantidad de lluvia o precipitación media (mm), por unidad de tiempo (h). Esta intensidad puede ser instantánea o media. Su fórmula es la siguiente:

$$i = \frac{P}{t}$$

Donde:

i: intensidad (mm/h).

P: Precipitación (mm).

t: duración (h).

c) *Duración*

Hebmerma (2020) menciona que, el tiempo de duración hace referencia al lapso comprendido entre el inicio y la finalización de una tormenta. Dentro de este intervalo total, se define un periodo específico, medido en minutos u horas. Este parámetro influye directamente en la estimación de las intensidades máximas de precipitación.

d) *Frecuencia*

Hebmerma (2020) comenta que, la frecuencia de una tormenta es aquella cantidad de ocasiones en que un evento de lluvia, con características específicas de intensidad y duración, ocurre dentro de un intervalo temporal determinado, el cual suele expresarse en años para fines de análisis hidrológicos.

e) Tormenta de diseño

Es una representación de un acontecimiento de recepción con propiedades definidas por adelantado, como intensidad, duración, distribución temporal y periodo de retorno. Se usa información inicial en los modelos hidrológicos con el fin de calcular la reacción de una cuenca ante sucesos extremos. fundamenta en el análisis estadístico de los registros históricos de precipitación máxima, posibilitando la generación de situaciones hidrológicas que sean representativas para dimensionar obras hidráulicas y evaluar el riesgo de inundaciones. esencial su uso cuando no hay registros constantes de tormentas reales o cuando es necesario examinar sucesos vinculados a distintas probabilidades de ocurrencia (Chow, 1994).

3.2.4. Escorrentía y generación de caudales

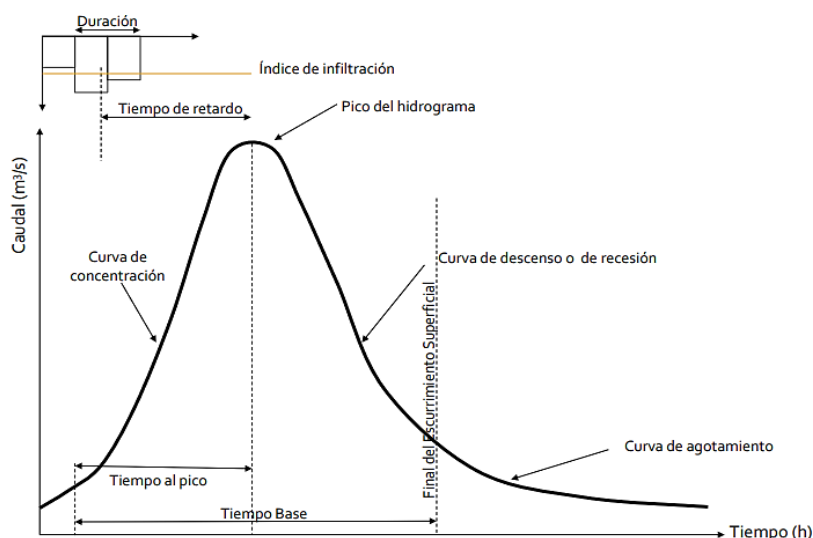
Sparrow (s.f.), menciona que la escorrentía superficial se refiere al agua de lluvia que fluye sobre el terreno hasta acumularse en cauces naturales (caudal). Su magnitud y comportamiento depende de: la topográfica, el clima, la cobertura vegetal y la geología de la cuenca. Así también se puede presentar como: escorrentía subsuperficial y subterránea.

a) Hidrograma

Ramírez (2003) menciona que, es la representación de la variación de los caudales de descarga en un tiempo y sección determinados.

Figura 3

Hidrograma y sus partes



Nota. Tomado de Ovalles (2008, citado por Ramírez, 2003).

b) Caudales picos

Ramos (2018) menciona que se entiende como caudal pico al caudal máximo que circula por una cuenca en un tiempo específico. Siendo este valor resultante de la integración de los distintos hidrogramas unitarios que se generan dentro de la cuenca, siempre que se cuente con información sobre el nivel máximo alcanzado por el agua en las márgenes del río o quebrada, las condiciones de rugosidad del cauce y las características topográficas del área de drenaje.

c) Volúmenes de avenidas

Rivera & Escalante (1999) comentan que, el volumen total de avenida, también conocido como volumen de avenida, se refiere a la cantidad acumulativa de agua desplazada durante un evento de creciente extrema. Junto con el caudal pico, son fundamentales para la planificación y dimensionamiento de infraestructuras hidráulicas de protección, como presas, diques, enrocados, gaviones, etc.

d) Hietograma de diseño

Para determinar la precipitación total de una tormenta de diseño y su distribución en el tiempo, se utiliza un gráfico llamado hietograma, que muestra los cambios en la intensidad de la lluvia a lo largo del evento. Alabama (1994), este es un recurso fundamental para la modelación hidrológica, ya que ilustra la respuesta de la cuenca y el comportamiento temporal de la tormenta. Según USACE (2023), en modelos de lluvia y escorrentía, el volumen del hidrograma, el caudal pico y el tiempo al pico están influenciados. Los métodos más utilizados son Chicago, bloques alternados, Huff y SCS; los dos últimos son muy comunes cuando no hay registros pluviográficos continuos (FA Huff, 1959).

e) Método SCS Curve Number (CN)

El método Número de curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN) se emplea ampliamente para estimar las pérdidas por infiltración y la escorrentía superficial directa generada por una precipitación. Fue desarrollado por el Soil Conservation Service, ahora Natural Resources Conservation Service (NRCS) y relaciona las características físicas de la cuenca con su capacidad de producir escorrentía (USDA-SCS, 1986). Su parámetro principal es el Número de curva (CN), el cual depende del uso del suelo, grupo

hidrológico, vegetación y humedad antecedente, y considera que parte de la precipitación se retiene antes de generar escorrentía (USDA-SCS, 1986).

f) Hidrograma Unitario del SCS

Uno de los métodos más empleados en modelamiento hidrológico es el Hidrograma unitario del SCS, que convierte la precipitación efectiva en escorrentía directa. Creado por el SCS (hoy denominado NRCS), se fundamenta en los principios de superposición y proporcionalidad, teniendo en cuenta la morfología física de la cuenca y el tiempo de concentración (USDA-SCS, 1986). Se basa en el hidrograma unitario que Sherman propuso en 1932 y que después se ajustó a un modelo adimensional que se puede usar en cuencas con escasa información (Sherman, 1932; USDA-SCS, 1986). Para obtener resultados confiables, actualmente se usa extensamente en HEC-HMS y necesita que el tiempo de retardo y la precipitación efectiva sean estimados correctamente (Chow et al., 1994; USACE, 2023).

3.2.5. Métodos estadísticos para determinar caudales

a) Análisis de datos dudosos

Los datos dudosos (outliers) son puntos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante. Estos pueden darse debido a errores en la toma del registro o en la recolección de datos causan dificultad al momento de ajustar una distribución a los datos.

Agredo (2024) menciona las siguientes ecuaciones de frecuencia para detectar datos dudosos altos y bajos:

- Ecuación 1:

$$H = \bar{x} + K_n * S_x$$

- Ecuación 2:

$$xL = \bar{x} - K_n * S_x$$

Donde:

xH : umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

xL : umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

$\bar{x}$: promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas registradas.

S_x : desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

K_n : valor tabulado para un tamaño de muestra n .

P_l : umbral superior de unidad logarítmica para datos dudosos en mm.

P_L : umbral inferior de unidad logarítmica para datos dudosos en mm.

Tabla 1

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Nota. Obtenido de U.S. Water Resources Council (1981, citado por Agredo Campuzano, 2024).

3.2.5.1. Métodos estadísticos, estocásticos y matemáticos

a) *Método de Gumbel – Valor Extremo*

Villón (2002), citado por (Atoche & Alemán, 2019) presentan la formula siguiente en su estudio:

$$QTr = \bar{Q} + \frac{\sigma Q}{\sigma n} (W - \bar{Y}n)$$

Donde:

xH : umbral

QTr : Valor de la Variable o Caudal de Diseño y predicción en un tiempo determinado.

$\bar{Q}$: Media de la Serie de Valore Q.

σQ : Desviación Típica de Valores Q.

σn : Desviación típica de la Variable Reducida.

W: Variable Reducida.

$\bar{Y}_n$: Media de la Variable Reducida.

Tabla 2

Medias esperadas y desviaciones estándar de extremos reducidos

N (Años)	$\bar{Y}_n$	σ_n
10	0,4952	0,9496
12	0,5035	0,9833
15	0,5128	1,0206
20	0,5236	1,0628
30	0,5362	1,1124
40	0,5436	1,1413
50	0,5485	1,1607

Nota. Tomado de (Atoche & Alemán, 2019)

Tabla 3

Valores de W en función del periodo de retorno (Tr)

Tr (Años)	W
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
25	3,1986
50	3,9019
100	4,6002

Nota. Tomado de (Atoche & Alemán, 2019)

b) Modelo de Ley Pearson Tipo III

(Villón, 2002, como se citó en Atoche & Alemán, 2019) presentan la fórmula siguiente en su estudio:

$$\log Q_{Tr} = \overline{\log Q} + K_{Tr} (\sigma)(\log Q)$$

Donde:

$\log Q_{Tr} = \frac{\sum \log Q}{n}$: n es el número de datos, logaritmo de la media.

$(\sigma)(\log Q) = \sqrt{\frac{\sum (\log Q - \overline{\log Q})^2}{n-1}}$; logaritmo de la desviación

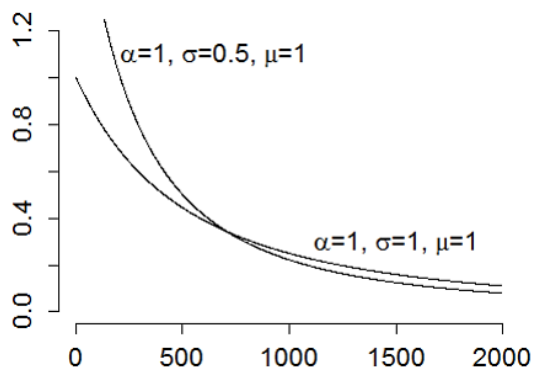
KTr: Factor de Skew, f (tr), p, está en función del tiempo de retorno y la probabilidad de ocurrencia.

Tabla 4*Valores para el factor Skew*

T_r	$P = \left(\frac{1}{T_r}\right) * 100$	K_{T_r}
2	50	0,0136
5	20	0,8372
10	10	1,2724
25	4	1,7230
50	2	2,0108
100	1	2,2668
200	0,5	2,5008
1000	0,1	2,9780

Nota. Tomado de (Atoche & Alemán, 2019)**c) Pot – GPD**

Bedoya & Poveda (2008), menciona que la Distribución Generalizada de Pareto, necesita de dos criterios, estos son: se tiene que disponer de un umbral (u) lo suficientemente elevado y que exista una cantidad representativa de datos que superen dicho límite.

Figura 4*Función de densidad de probabilidad**Nota.* Tomado de Bermudez & Kotz (2009, citado por Salazar Revelo, 2017)

(Bermúdez & Kotz, 2009, Salazar Revelo, 2017), detalla lo siguiente: Sea X una variable aleatoria. La función de distribución acumulada (f.d.a) de la distribución de Pareto Generalizada que tiene parámetros de forma α ($\alpha \in \mathbb{R}$), localización μ ($\mu \in \mathbb{R}$) y escala, σ ($\sigma > 0$), es definida como:

$$F(x|\alpha, \mu, \sigma) = \begin{cases} 1 - \left(1 - \alpha \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{1/\alpha}, & \alpha \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x - \mu}{\sigma}\right), & \alpha = 0 \end{cases}$$

Para $\alpha \leq 0$, el rango es $\mu \leq x < \infty$, mientras para $\alpha > 0$, $\mu \leq x \leq \mu + \sigma/\alpha$. La Distribución Generalizada se reduce a la Distribución de Pareto cuando $\alpha < 0$. Cuando $\alpha > 0$, la distribución tiene un límite por derecha finito, $\mu + \sigma/\alpha$. Nótese que cuando $\alpha = 0$ se tiene la distribución exponencial.

La función de densidad de probabilidad (f.d.p.) de tres parámetros está dada por:

$$f(x|\alpha, \mu, \sigma) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 - \alpha \frac{x - \mu}{\sigma}\right)^{1/\alpha - 1}, & \alpha \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{x - \mu}{\sigma}\right), & \alpha = 0 \end{cases}$$

y la función cuantil correspondiente, $x(F)$:

$$x(F) = \begin{cases} \mu + \frac{\sigma}{\alpha} [1 - (1 - F)^\alpha], & \alpha \neq 0 \\ \mu + \sigma [-\ln(1 - F)], & \alpha = 0 \end{cases}$$

mientras que la esperanza y varianza se calculan como sigue:

$$E[X] = \frac{\sigma}{\alpha + 1} + \mu$$

$$V(X) = \frac{(\sigma + \mu\alpha)^2}{\alpha^2} - \frac{2\sigma(\sigma + \mu\alpha)}{\alpha^2(\alpha + 1)} + \frac{\sigma^2}{\alpha^2(2\alpha + 1)} - \left(\frac{\sigma}{\alpha + 1} + \mu\right)^2$$

Tomando $\mu = 0$, se tiene la función de Pareto de dos parámetros con $\alpha < 0$ y $\sigma > 0$. La función de distribución correspondiente se encuentra definida como:

$$F(x|\alpha, \sigma) = \begin{cases} 1 - \left(1 - \alpha \frac{x}{\sigma}\right)^{1/\alpha}, & \alpha \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right), & \alpha = 0 \end{cases}$$

y la función de densidad correspondiente se expresa:

$$f(x|\alpha, \sigma) = \begin{cases} \frac{1}{\sigma} \left(1 - \alpha \frac{x}{\sigma}\right)^{1/\alpha-1}, & \alpha \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right), & \alpha = 0 \end{cases}$$

Considere que cuando $\alpha = 0$ se tiene la distribución Exponencial.

d) Pruebas de bondad de ajuste método de Smirnov – Kolmogorov

Municipalidad de Jaén (2022) indica que este método consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$:

$$D = \max / F_o(x_m) - F(x_m)$$

El valor crítico d, varía en función tanto del número de datos disponibles como del nivel de significancia elegido. Cuando $D < d$, se acepta la hipótesis nula. La distribución de probabilidad observada se determina mediante la siguiente expresión:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n + 1)$$

Donde m es el número de orden de dato x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos. (Aparicio, 1996, citado por Municipalidad de Jaén, 2022).

3.2.6. Medidas de mitigación frente a inundaciones

Espinoza & Huaman (2024), mencionan que la implementación de obras de protección constituye una medida esencial para enfrentar los problemas de inestabilidad fluvial y al mismo tiempo aprovechar mejor los ríos y zonas aledañas. Siendo la finalidad de estas obras la mitigación del riesgo a inundaciones, salvaguardando tanto viviendas como los terrenos próximos que podrían resultar perjudicados.

3.2.6.1. Criterios de selección de medidas de protección

Arévalo (2019) comenta lo siguiente: la formulación del Plan de Gestión de Riesgos a nivel regional corresponde a los Gobiernos Regionales junto con la Autoridad Nacional del Agua, a través de sus respectivas instancias. Dado que estas entidades tienen la responsabilidad de implementar dichos planes en todo el ámbito territorial bajo su jurisdicción, incluso a escala local, resulta indispensable que coordinen de manera estrecha con los Gobiernos Locales,

los sectores competentes y los organismos técnicos que integran el SINAGRED y CENEPRED.

3.2.6.2. Tipos de estructura de protección

a) Gaviones

(Soto, 2017, citado por Espinoza & Huaman, 2024), dice que los gaviones con estructuras empleadas generalmente como muros de contención, cuya figura escalonada les permite cumplir simultáneamente funciones de soporte del terreno y de evacuación de aguas.

En este tipo de estructuras se debe seguir algunas recomendaciones tales como:

- Que no se debe emplear piedras o materiales que posean óxido de hierro o excesiva alcalinidad o compuestos salidos ya que cualquiera de esos elementos puede dañar el alambre de los gaviones.
- También las piedras a colocarse deben ser homogéneas y relativamente grandes para que no haya pérdidas del material.
- El muro de gaviones debe contar con un colchón anti socavante que va sobre la orilla de forma horizontal una distancia mínima de 1.5 veces la profundidad de socavación esperada.

b) Muro de concreto armado y ciclópeo

(Ballón, 2017, citado por Espinoza & Huaman, 2024), describe a los muros de contención como estructuras capaces de controlar el desbordamiento del agua y garantiza la estabilidad de plataformas frente a posibles fallas en macizos de suelo o roca. Este cumple con la función de brindar soporte y evitar desplazamientos o deslizamientos de materiales, que pueden incluir tierra, agua u otros sedimentos. Presenta una geometría de diseño acorde a la necesidad específica y adecuada para cumplir con los fines de la obra. Además, su aplicación es amplia dentro de la ingeniería, utilizándose en proyectos como: quebradas, encauzamiento de ríos y demás corrientes hídricas.

3.3. Bases conceptuales

- **Altura máxima del agua.** – Es el nivel más alto que llega el agua en un punto o cauce determinado durante una avenida o crecida y está relacionado con el

pico de descarga en un hidrograma. Este valor es esencial para diseñar obras hidráulicas y analizar áreas susceptibles a inundaciones.

- **Coeficiente de correlación.** – Es un indicador estadístico que mide la intensidad y el sentido de la evaluación lineal entre dos variables cuantitativas, como, por ejemplo, el escurrimiento y la precipitación.
- **Delimitación de la cuenca.** – Proceso geográfico y topográfico que establece los límites de una cuenca hidrográfica, determinando la zona terrestre cuyos escurrimientos confluyen en un punto determinado. Esta delimitación es fundamental para la modelización de las respuestas hidrológicas y el cálculo de los parámetros morfométricos.
- **Estación meteorológica.** – Instalación dotada con herramientas que registran variables atmosféricas como la humedad, la temperatura y la precipitación en un lugar determinado, lo que genera series de datos fundamentales para el estudio del clima y la hidrología.
- **Pluviometría.** – Es la medida de la precipitación pluvial que ocurre en un lugar y un periodo específico, generalmente expresada en milímetros de lámina de agua.
- **Ráster.** – Es una estructura de datos espaciales que consiste en una matriz de celdas o píxeles y que representan valores discretos o continuos, como la lluvia o la altitud. Es crucial para modelar la hidrología y analizar el terreno.
- **Software HEC – HMS.** – Es un software que simula los procesos de recepción - esorrentía en cuencas hidrográficas. Con este software se pueden calcular volúmenes de avenida e hidrogramas y analizar situaciones de Diseño hidráulico e hidrológico.
- **Volumen de avenida.** – En el ámbito de la hidrología de inundaciones, se conoce como el volumen total de agua que fluye a través de un punto de control durante una avenida o crecida, lo cual se obtiene al integrar el hidrograma de caudal durante todo el periodo del evento. Es fundamental para dimensionar proyectos de mitigación y calcular balances de agua.

3.4. Operacionalización de variables

En la Tabla 5 se describe las dos variables de estudio; donde cada una se ha definido conceptualmente, identificado sus dimensiones, indicadores y escala de medición.

Tabla 5

Definición de las variables y sus dimensiones e indicadores de evaluación en el presente estudio

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala	Instrumentos		
Dependiente	Caudal máximo	Volumen de agua más grande que atraviesa una sección transversal del río en un tiempo específico, en(m³/s). Representa el nivel más alto que alcanza una avenida o crecida.	Será calculado mediante datos históricos de caudales registrados en las estaciones más cercanas, para luego hacer un análisis estadístico	Magnitud	Caudales pico (m³/s) Volumen de avenidas (hm³) Altura máxima del agua (m) TR = 5, 10, 25, 50, 100 años	Razón	Datos hidrométricos, HidroEsta 2.0, ajuste estadístico (Gumbel, Pearson III), hidrogramas, HEC-HMS, Excel	
				Temporalidad	T. Concentración (h) Duración del caudal (h) Ocurrencia (mes/año) Tiempo retorno (años)	Razón		
				Precipitación	Intensidad (mm/h) Frecuencia (año) Duración (h) Distribución estacional	Razón		Datos SENAMHI, análisis estadístico (IDF)
				Geomorfología	Área (km²) Pendiente (%) Longitud (km) Densidad drenaje (km/km²)	Razón		Software ArcGIS, análisis del DEM
Independiente	Condiciones hidrológicas	Elementos que definen la disponibilidad, distribución y comportamiento del agua dentro de una cuenca hidrográfica. Comprende: precipitación, escurrimiento, infiltración, evapotranspiración y dinámica de los caudales en superficie.	Se evaluará mediante datos meteorológicos, modelos hidrológicos haciendo uso de los softwares ArcGIS, HEC- HMS	Cobertura suelo	Área agrícola afectada (%) Área urbana afectada (%) Cobertura protectora (ha) Coeficiente escurrimiento	Razón - Ordinal	Entrevistas, inspección en campo, mapas de uso de suelo local	

3.5. Hipótesis

3.5.1. Hipótesis general

- La estimación del caudal máximo del río Chipillico en el sector Riecito mediante un análisis hidrológico basado en datos históricos y métodos estadísticos permitirá plantear las estrategias necesarias para la mitigación y reducción de daños en el canal Chipillico.

3.5.2. Hipótesis específicas

- El comportamiento hidrológico del río Chipillico se podrá definir de forma confiable si se analizan las series históricas de lluvias y caudales disponibles.
- La aplicación de métodos estadísticos de frecuencia hidrológica para distintos periodos de retorno, permitirán calcular caudales máximos representativos que sirvan para el diseño de propuestas de mitigación.
- Al identificar los puntos críticos en el río Chipillico, que estén relacionados con los caudales máximos calculados, será posible plantear estrategias de mitigación efectivas y sostenibles.

IV. METODOLOGIA

4.1. Tipo y nivel de investigación

a) Tipo

La investigación aplicada, según Hernández et al. (2014), es la que tiene como objetivo producir conocimientos para solucionar problemas puntuales. En ese sentido, el presente estudio se define como tipo aplicado ya que se realizó un análisis hidrológico del río Chipillico y, según los resultados, proponer medidas preliminares de mitigación para proteger tanto al canal Chipillico como las áreas cercanas; disminuyendo los daños al canal de riego.

b) Nivel

Hernández et al. (2014) afirman que el nivel explicativo tiene como objetivo "dar respuesta a las causas de los sucesos sociales o físicos, describiendo por qué sucede un fenómeno y en qué circunstancias". Considerando este concepto, el presente estudio presenta un nivel descriptivo-explicativo; ya que describe la geomorfología, aspectos físicos e hidrológicos de la cuenca del río Chipillico y explica como se determinó el caudal máximo, mediante métodos estadísticos.

c) Diseño

Según Hernández et al. (2014), un diseño no experimental es aquel que "observa los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin manipular las variables". De manera similar, Bernal (2010) sostuvo que estos diseños "facilitan el análisis y la descripción de las relaciones entre variables en un espacio y tiempo específicos, basándose en la observación de datos ya existentes".

Por lo tanto, el diseño de este estudio es no experimental porque las variables no se alteran, sino que se analizarán mediante el análisis de datos. Además, se considera un diseño proyectivo porque los resultados no solo describirán la situación actual, sino que también facilitan la formulación de propuestas técnicas enfocadas en prevenir y reducir riesgos a corto plazo.

4.2. Población y muestra

a) Población

De acuerdo con Tamayo (2003), la población "es el total de elementos que comparten rasgos comunes y son objeto de una investigación científica". Hernández Sampieri et al. (2014), la describen de manera parecida: "la totalidad de los casos que se ajustan a ciertas especificaciones". En esos lineamientos la población del presente estudio está formada por la cuenca del río Chipillico, ubicada en el sector Riecito.

b) Muestra

Según Arias (2012), la muestra es "un subconjunto de la población que se utiliza para obtener información". Bernal (2010) añade que, esta debe incluir los rasgos fundamentales de la población. De acuerdo con los conceptos, la muestra consiste en considerar el historial hidrológico de las estaciones cercanas, así como los datos de la topografía del tramo más crítico elegido en el estudio.

c) Muestreo

De acuerdo con lo que afirmó Hernández et al. (2014), es el procedimiento que se aplica para escoger la muestra y obtener información que permita estimar las características de la población. Para este análisis, se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, porque las estaciones elegidas no se determinaron al azar, sino que dependió de la presencia de datos históricos confiables y el tramo del río como punto crítico que afecta directamente al canal Chipillico.

4.3. Descripción general del área del proyecto

a) Ubicación de la zona de estudio

Políticamente el área de estudio se encuentra ubicado de la siguiente manera:

Departamento : Piura
Provincia : Sullana
Distrito : Sullana
Caserío : Riecito

Como el presente estudio es exclusivamente hidrológico, no es necesario llevar a cabo una evaluación directa de un sector particular del río. Sin embargo, en la Tabla 6 se referencia las coordenadas de un tramo crítico del río que se identificó ya que este atraviesa el canal Chipillico y genera daños en tiempos de máximas avenidas.

Tabla 6

Ubicación geográfica del sector Riecito

Localidad	Coordenadas UTM				Altitud
	Inicio		Fin		
Riecito	Este (m)	Norte (m)	Este (m)	Norte (m)	77 msnm
	554834	9478967	554264	9478816	

Límites Colindantes:

Norte : Río Chipillico

Sur : Caserío Somate

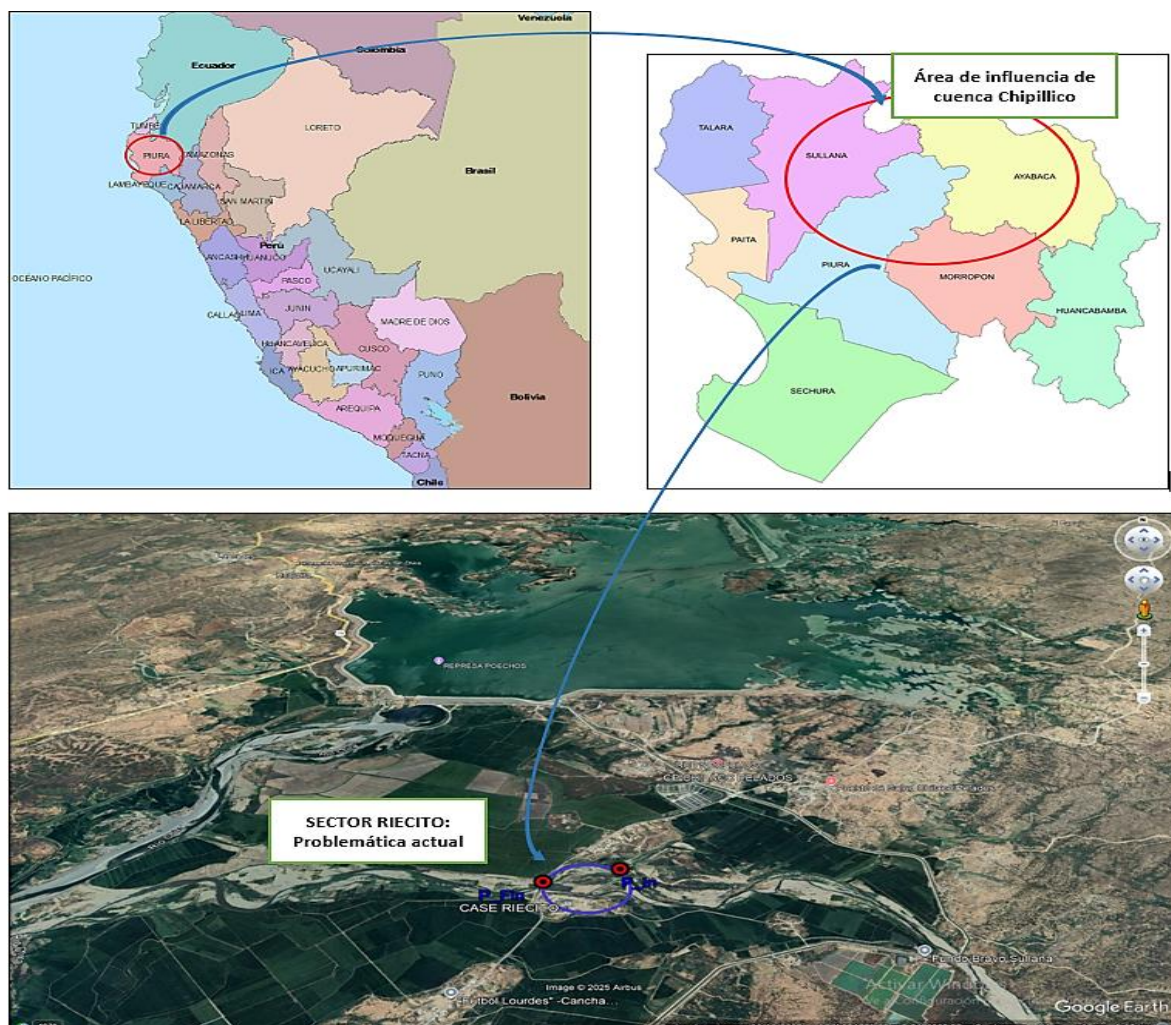
Este : Canal Derivación Daniel Escobar

Oeste : Vía Latina

En la Figura 5 se muestra el mapa de ubicación del caserío Riecito, que se encuentra a 85 m.s.n.m al margen derecho del río Chipillico entre la hacienda Chilaco y caserío Lourdes. Tiene 558 moradores aproximadamente según datos de INEI (2017) indica (InfoMidis, 2025) y alrededor de 180 viviendas. Este lugar enfrenta desafíos frente a la ocurrencia de fuertes precipitaciones; las inundaciones e incomunicación son las consecuencias más fuertes que afectan a la población, esto debido al desborde del río Chipillico.

Figura 5

Ubicación del sector Riecito, lugar donde se concentra la problemática de estudio



4.3.1. Aspectos climáticos

a) Clima

La zona donde se encuentra el río presenta un clima cálido y seco, típico del bosque seco ecuatorial del norte peruano, con periodos de escasas lluvias y altas temperaturas, aunque con episodios intensos de precipitaciones en temporada de lluvias que pueden causar crecidas.

b) Topografía

La elevación de la cuenca del río Chipillico es diversa: En las zonas más elevadas, puede comenzar alrededor de los 3200 msnm. En dirección al valle, la altura disminuye a aproximadamente 300–500 msnm, con pendientes variables que facilitan la creación de escorrentía y la formación de cauces ((IECO); Olazabal & León S.A.; Bustamante Williams y Asociados; International Resources & Geotechnics; Inc., White Plains; New York, 1967).

c) Hidrografía y red fluvial

El río Chipillico se origina de la unión de varios afluentes a lo largo de su recorrido. Su caudal y variabilidad, sobre todo en tiempos de lluvia, se ven favorecidos por el aporte de quebradas más pequeñas y afluentes a través del margen izquierdo y derecha (Ordinola, 2019).

d) Uso del suelo y actividades productivas

La región de la subcuenca se caracteriza principalmente por ser agrícola y ganadera. Los pobladores cultivan granos y frutas, como el limón y el mango, a la vez que la ganadería de caprinos y vacunos también tiene importancia. Las crecidas del río pueden ocasionar inundaciones que afectan la producción agrícola en temporadas lluviosas (Ordinola, 2019).

4.4. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

a) Técnicas

- Revisión documental, se aplicó para recopilar, analizar y sistematizar información técnica y científica relacionada con el análisis hidrológico del río Chipillico, ya que esto contribuye al marco teórico en las metodologías aplicadas.
- Observación directa en campo, permitió identificar la problemática in situ tales como: Las condiciones físicas del río Chipillico en el caserío Riecito, además el estado actual del canal Chipillico, los puntos críticos de desbordamiento y obras existentes en el lugar.

- Entrevista a pobladores y autoridades locales, su propósito fue obtener datos cualitativos del comportamiento del río a lo largo del tiempo, identificación de áreas afectadas por inundaciones, daños registrados y la existencia o no de medidas preventivas aplicadas, esto para complementar la información recogida mediante la observación directa.

b) Instrumentos

- Cuaderno de registro, para llevar un control de la información observada en campo.
- Software: ArcGIS 10.8, HEC-HMS, HidroEsta 2, Hydrognomon 4 y Google Earth Pro; en este caso se empleó para lo siguiente:
 - ArcGIS 10.8: Para la delimitación de cuenca, elaboración de mapas, el análisis espacial y el cálculo de los parámetros morfométricos que se requieren en la modelización hidrológica.
 - HEC-HMS: Para realizar el modelamiento hidrológico y crear hidrogramas de avenida, además calcular caudales de diseño para diferentes TR, y en base a ello plantear medidas de mitigación.
 - HidroEsta 2: Para el análisis estadístico de precipitaciones y caudales, la predicción de períodos de retorno y la creación de curvas IDF.
 - Google Earth Pro: Para la verificación preliminar de las características geomorfológicas.
- Microsoft Office Word, Excel y Power Point, para organizar, procesar y analizar datos, así como para presentar los resultados, asegurando la claridad y la coherencia en la documentación de la investigación.

4.4.1. Validez y confiabilidad del instrumento

a) Validez

Para garantizar que la recolección de datos tenga correspondencia con los fines del estudio, se llevó un registro en el cuaderno de campo teniendo en cuenta variables climáticas, geomorfológicas e hidrológicas que son significativas para la investigación del río Chipillico. Además, la información reunida a través de la revisión documental se contrastó con fuentes oficiales y académicas. Por otro lado, los datos adquiridos por medio de la observación directa en el terreno y las entrevistas a autoridades locales y habitantes permitieron confirmar que había coherencia entre la información secundaria y lo observado.

b) Confiabilidad

Para registrar las variables y minimizar errores de interpretación, el registro en cuaderno de campo se fue ordenado y considerando fechas aproximadas de los daños sufridos en Riecito, en tiempos anteriores. Por otra parte, el uso de softwares especializados (HidroEsta 2.0, Hydrognomon, HEC-HMS y ArcGIS 10.8) garantiza resultados que pueden ser replicados en estudios similares, pues estos softwares emplean procedimientos y algoritmos con reconocimiento mundial para el análisis hidrológico. Por último, la utilización de herramientas ofimáticas (Microsoft Excel, Word y PowerPoint) permitió que los datos estén organizados, verificados y presentados de manera sistemática, ayudando a mantener la consistencia y el seguimiento de los resultados.

4.5. Procesamiento de datos

a) Análisis del historial de precipitaciones

Se recopilaron series históricas de precipitación mensual de las estaciones Lancones, Mallares, Santo Domingo, Alamor y Sapollica. Los factores que se tuvieron en cuenta para elegir las estaciones meteorológicas fueron: la cercanía geográfica, la presencia de datos históricos disponibles, la continuidad temporal de los registros y su representatividad respecto a la cuenca del río Chipillico. La estación Sapollica es la única que se encontró dentro de los límites de la cuenca, siendo indispensable completar el estudio con datos obtenidos de estaciones cercanas situadas en áreas con condiciones climáticas similares. La estación Mallares, no fue considerada en el análisis mediante polígonos de Thiessen ya que su participación dentro de la cuenca representó un 0.001 % del área total, siendo prácticamente nula. Pero si fue considerada en el estudio hidrológico.

Tabla 7

Características de las estaciones meteorológicas empleadas en el análisis hidrológico

Id	Estación	Entidad	Este (x)	Norte (y)	Altura (z)	Periodo (años)	Datos faltantes (%)	Distancia a la cuenca (km)	Peso Thiessen (km ²)
1	Alamor	Senamhi	568005	9503836	150	1961-2025	4.8	14.14	250.7
2	Lancones	Senamhi	550219.4	9486815	150	1998-2025	6.25	11.44	221.95
3	Santo domingo	Senamhi	625126	9444587	160	2000-2025	28.9	8.57	82.03
4	Sapollica	Senamhi	612744.4	9471202	1456	1963-2017	9.3	0	568.97

El método de polígonos de Thiessen se utilizó para determinar la representatividad espacial de cada estación, lo que permitió calcular los pesos de influencia dentro del área analizada. Estos pesos permitieron calcular la contribución proporcional de cada estación a la caracterización espacial de las precipitaciones, disminuyendo así el margen de error relacionado con la escasa densidad de estaciones meteorológicas en la cuenca.

Estos datos fueron sometidos a un proceso de depuración que incluyó la eliminación de valores atípicos y la completación de datos faltantes con el software Easyfit. Posteriormente, la información fue organizada en hojas de cálculo para el cálculo de estadísticas descriptivas, como media, máximos, mínimos y desviación estándar. Finalmente, se evaluó la homogeneidad y consistencia de las series, garantizando su confiabilidad para el análisis hidrológico. Los detalles del procesamiento se encuentran en anexos, específicamente en la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13, Tabla 14 y **Tabla 15**.

b) Análisis de frecuencia de precipitación máxima

Utilizando el software Hydrognomon, se llevó a cabo la evaluación de la bondad de ajuste de las precipitaciones máximas en un período de 24 horas. Para ello, se aplicaron los tests Chi-cuadrado y Kolmogorov-Smirnov, con un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

Por cada distribución teórica analizada (Normal, Log Normal, Gumbel, Pearson III, Log Pearson III y Gamma), se planteó la hipótesis nula de un ajuste apropiado a la distribución empírica.

Los resultados indicaron que todas las distribuciones son aceptadas desde el punto de vista estadístico, por debajo del nivel de significancia del 5%. No obstante, la distribución Gamma tuvo el valor más bajo de Dmax (0.12452) y el nivel más alto de ajuste relativo (87.43%).

Además, la prueba Chi-cuadrado corroboró la estabilidad del ajuste al mostrar el valor estadístico de Pearson más bajo en relación con las otras distribuciones.

Utilizando como base estos parámetros (menor Chi-cuadrado, menor Dmax y consistencia entre pruebas), la distribución Gamma fue elegida por ser la que mejor representaba el comportamiento de los datos.

También se calcularon las precipitaciones/caudales para diferentes periodos de retorno, tomando en cuenta la función de distribución elegida y sus correspondientes intervalos de confianza al 95%.

En los anexos, Tabla 16, se encuentra el procedimiento detallado y siguiendo el orden de cómo se aplicaron los métodos estadísticos para cada estación.

c) Registro hidrométrico de caudales máximos

La Bocatoma Chipillico tuvo registros hidrométricos en el periodo 2015-2025 como se puede ver en la Tabla 17, de modo que su duración no es suficientemente larga para llevar a cabo un análisis de frecuencia de caudales destinados a calcular eventos relacionados con periodos de retorno altos. Por lo tanto, esos registros solo se utilizaron para comparar y verificar el comportamiento hidrológico simulado.

Se llevó a cabo la modelación hidrológica lluvia–escorrentía por medio del programa HEC-HMS para calcular los caudales máximos de diversos periodos de retorno, utilizando como fundamento las series históricas de precipitaciones a largo plazo obtenidas de las estaciones meteorológicas elegidas. Los caudales de diseño no se extrapolaron directamente a partir de la serie hidrométrica de Bocatoma Chipillico, sino que se siguieron otros métodos.

d) Calibración y validación del modelo HEC-HMS

La calibración del modelo hidrológico se realizó utilizando información hidrométrica disponible para el período 2015–2025. Dado que la longitud del registro fue de aproximadamente 10 años, la comparación se efectuó con eventos de magnitud equivalente a un período de retorno cercano a 10 años, evitando comparar directamente los caudales observados con caudales de diseño asociados a períodos de retorno mayores de 25, 50 o 100 años, los cuales representan condiciones hidrológicas más extremas y de menor probabilidad de ocurrencia.

La calibración se efectuó en la estación de aforo disponible dentro de la cuenca, debido a que constituyó el único punto con información hidrométrica observada. Para ello se compararon los caudales simulados y observados correspondientes al área de drenaje aguas arriba de dicha estación, ajustando los parámetros hidrológicos hasta obtener un comportamiento satisfactorio del modelo.

Asimismo, dicha calibración no se realizó mediante el módulo de optimización de HEC-HMS debido a que los registros hidrométricos disponibles correspondían a caudales diarios, mientras que el modelo de eventos fue desarrollado con un intervalo de cálculo de 15 minutos. Esta diferencia en la resolución temporal impedía una comparación directa entre hidrogramas observados y simulados. Por tal motivo, la calibración se efectuó externamente en una hoja de cálculo Excel, comparando los caudales simulados y observados en la estación hidrométrica disponible mediante indicadores estadísticos de desempeño usando el error porcentual del caudal pico. Los parámetros hidrológicos ajustados fueron posteriormente incorporados al modelo HEC-HMS.

- Se utilizó el Error Porcentual del Caudal Pico (PEP), que se calcula con la siguiente fórmula, para medir el rendimiento del modelo:

$$PEP = (Q_{pico\ sim} - Q_{pico\ obs} / Q_{pico\ obs}) * 100$$

$$Q_{obs} = 496.4\ m^3/s$$

$$Q_{sim} = 503.5\ m^3/s$$

$$PEP = 1.4\ \%$$

La calibración del modelo hidrológico presentó un error porcentual del caudal pico de 1.4 %, evidenciando una adecuada representación de los caudales máximos observados y un ajuste satisfactorio de los parámetros hidrológicos empleados.

e) Determinación del caudal máximo para diferentes TR con HEC-HMS

El software HEC-HMS se utilizó para realizar la simulación hidrológica de la cuenca del río Chipillico, empleando una discretización en subcuencas que fue obtenida a través del modelo digital de elevación. La estimación de las pérdidas se llevó a cabo utilizando el método SCS Curve Number (CN), mientras que la conversión de lluvia a escorrentía se realizó con el método SCS Unit Hydrograph. El método Muskingum se utilizó para modelar el tránsito de caudales en los canales, así mismo se empleó una tormenta de diseño del tipo "Specified Hyetograph" y un período de cálculo de quince minutos. La Tabla 8 muestra los parámetros que se emplearon en cada subcuenca.

Tabla 8*Parámetros del modelo utilizados en cada subcuenca*

Subcuenca	Área (km ²)	CN*	Abstracción inicial	TR (min)	Método de pérdida	Método de transformación	Tránsito	Baseflow	Intervalo de cálculo	Tormenta
W260	148.67	77	15.17	169.751	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W240	235.43	71	20.75	223.32	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W220	37.188	69	22.82	162.267	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W200	50.332	72	19.76	162.486	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W170	55.299	63	29.83	262.25	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W210	54.535	63	29.83	219	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W160	205.6	66	26.17	261.06	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W140	109.74	67	25.02	218.25	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W190	49.416	63	29.83	160.28	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W150	33.726	67	25.02	156.86	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W250	103.44	65	27.35	285.03	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W180	24.406	69	22.82	129.82	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph
W230	15.839	56	39.91	285.03	SCS Curve Number	SCS Unit Hydrograph	Muskingum	None	15	Specified Hyetograph

El método que se utilizó para calcular el CN, teniendo en cuenta la cobertura y el uso del suelo, así como el grupo hidrológico de la cuenca. ajustaron los parámetros tomando como referencia los caudales observados en el periodo de retorno de diez años.

f) Descripción de la cuenca hidrográfica

Para la delimitación de la cuenca del río Chipillico en el programa ArcGIS 10.8, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (MDE) del área a investigar, empleando herramientas hidrológicas como Fill, Flow Direction, Flow Accumulation y Basin. Se determinaron parámetros geomorfológicos: la longitud del cauce, el área, el perímetro, la pendiente media (13.40%), el coeficiente de compacidad ($K_c = 2.23$), la densidad de drenaje (0.21 km/km^2) y el factor de forma ($F_f = 0.07$). Se llevaron a cabo los cálculos con fórmulas hidrológicas estándar y herramientas geoespaciales, lo cual permitió caracterizar la morfología de la cuenca y su respuesta en términos hidrológicos. Por último, se elaboró planos de morfología, mapa base de HMS, y mapa de polígono de Thiessen.

V. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. RESULTADOS

5.1.1. Análisis del historial de precipitaciones y caudales máximos

5.1.1.1. *Datos históricos de precipitaciones*

A los datos corregidos, se realizó la evaluación de consistencia utilizando el método de curva de doble masa, lo que permitió analizar la coherencia de cada estación con respecto a los registros de referencia. También, se realizó el análisis de saltos en la serie para confirmar que los parámetros estadísticos, en particular la media y la desviación estándar, sean estables.

Se realizó un análisis de tendencias en la media con la prueba t de Student para detectar cualquier cambio importante en el comportamiento temporal de la precipitación. Finalmente, luego de los ajustes y validaciones aplicadas, se obtuvo una serie de precipitaciones corregidas, homogéneas y consistentes, las cuales fueron adecuadas para ser empleadas en la investigación. Estos criterios se aplicaron al historial de datos para todas las estaciones meteorológicas consideradas en este estudio, y se describen a continuación.

a) Estación Lancones

El procesamiento de las precipitaciones corregidas fue para un periodo de 62 años, quien mostró valores máximos mensuales de 1,103.00 mm en enero de 1998 y 986.60 mm en abril de 1983, y los valores máximos anuales, fueron de 3509.80 mm en 1983 y 3277.50 mm en 1998, demostrando el impacto de eventos climáticos extremos. El análisis de doble masa desde 1971 al 2025, presentó un comportamiento lineal sin cambios, lo que confirma su coherencia. La homogeneidad, medida con el estadístico T de Student ($2.01 > 0.64$) y F de Fisher ($1.90 > 1.35$), mostró que no hay diferencias notables entre los periodos cuyas medias fueron: 350.91 y 346.39 mm.

Finalmente, la tendencia no es significativa ya que $T_c = -0.47 < T_t = 2.01$ y $R = -0.06$, lo que demuestra estabilidad a través del tiempo. En general, la serie es cambiante pero estable, uniforme y adecuada para el análisis hidrológico. Los detalles del procedimiento se pueden ver en la Tabla 11 ubicada en la sección de anexos.

b) Estación Mallares

Se consideró un periodo de 64 años de registro, donde el análisis de doble masa demostró un acumulado no corregido de 9,995.49 mm hasta el 2025, y se ajustó ligeramente después de la corrección.

Las pruebas T de Student y F de Fisher evidenciaron homogeneidad en la serie, con una correlación cercana a cero, donde $R = -0.05$, lo que sugiere que no existe una tendencia relevante a lo largo del tiempo.

Finalmente, el promedio de precipitaciones corregidas mostró un ajuste importante reflejando un control de calidad sobre los datos originales, ya que se corrigieron algunas anomalías en los datos primarios como se ve en la Tabla 12. Los valores máximos corregidos por cada mes fueron: enero, con 623.97 mm, y marzo, con 430.10 mm, lo que confirmó la tendencia de acumularse los fenómenos de lluvia al comienzo del año hidrológico.

c) Estación Santo Domingo

Presentó un patrón de lluvias muy variable en un periodo de 27 años, con totales anuales que van desde 533.20 mm en el 2003 hasta 2,552.60 mm en 1998, y una media de $Yx = 1,203.07$ mm y una desviación estándar de 518.66 mm, lo cual mostró una gran variabilidad entre años. Después se analizó la consistencia en la media siendo $x_2 = 1,070.40$ y la desviación estándar de $S_2 = 338.20$. El análisis de saltos indicó que las medias son homogéneas con la prueba t de Student ($Tt = 2.06 > Tc = 1.90$), y que las varianzas también lo son mediante el test de Fisher ($Ft = 3.87 > Fc = 1.00$). Por último, el análisis de tendencia mostró un coeficiente de correlación $R = -0.16$ y un estadístico $Tc = -0.85 < Tt = 2.06$, lo que indica que no hay una tendencia significativa en la precipitación; por lo tanto, la serie corregida es consistente, uniforme y adecuada para estudios hidrológicos. Ver la Tabla 13 los detalles calculados.

d) Estación Alamor

Esta estación se trabajó con un registro de datos de 25 años, obteniéndose un promedio mensual anual de precipitaciones de 35.82 mm, siendo los máximos valores encontrados en marzo con 175.19 mm y febrero con 113.87 mm confirmando los meses más lluviosos. También se obtuvo una desviación estándar de 200.72, siendo alta; esto indicó que existe una dispersión de datos asociada a eventos extremos. Por otro lado, varios meses tienen valores

próximos a cero, lo que demuestra irregularidad hídrica. En cuanto a la curva de doble masa presentó variaciones de pendiente y puntos de inflexión, justificando la corrección de los datos. Después de la corrección, la serie es homogénea según las pruebas t ($Tt = 2.06 < Tc = 3.11$) y F ($Ft = 2.74 > Fc = 1.12$). Finalmente, el coeficiente de correlación $R = 0.05$ mostró que no hay una tendencia significativa, demostrando que las precipitaciones no aumentan ni disminuyen de manera sistemática a lo largo del tiempo. El procedimiento y cálculos detallados se encuentran en la Tabla 14.

e) Estación Sapollica

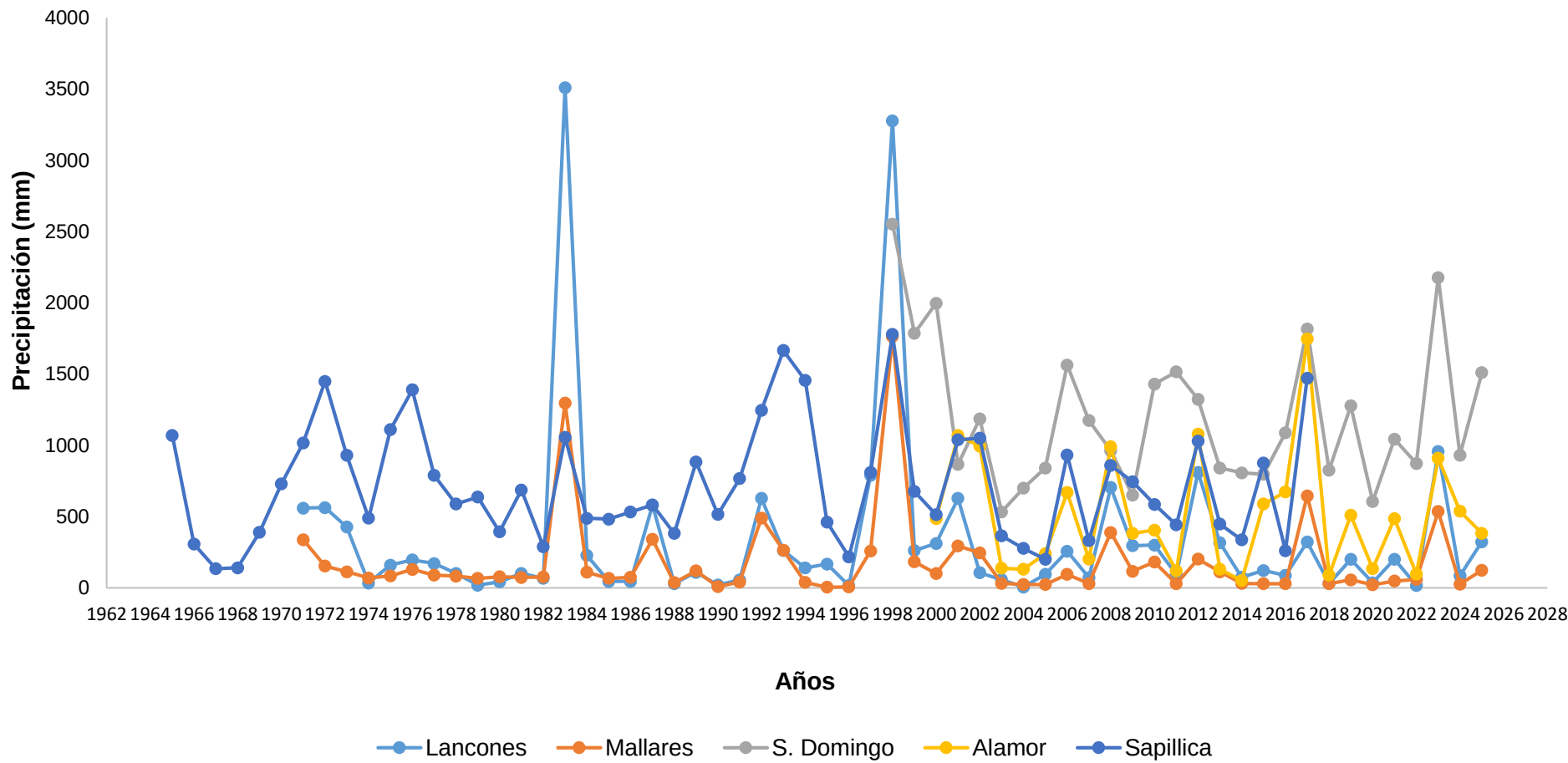
Se evaluó datos de precipitación para un periodo de 54 años, y presentó el valor más alto en marzo con 218.48 mm; seguido del mes de febrero con un 157.59 mm y abril con 116.61 mm, demostrando una elevada concentración estacional. La desviación estándar en este caso fue de 179.41 mm en marzo, lo que demostró que hay una gran dispersión de datos y la presencia de eventos extremos. Los episodios intensos relacionados con eventos extraordinarios se confirmaron cuando los valores máximos llegaron a 507.60 mm en abril y 821.10 mm en marzo.

En cuanto al análisis de doble masa mostró una alineación uniforme, sin interrupciones, lo que valida la consistencia de los datos. La serie se considera estadísticamente homogénea, pues en la prueba de homogeneidad se halló una $Tt = 2.01 < Tc = 29.68$ y $Ft = 1.95 > Fc = 1.26$. Por último, el coeficiente de correlación $R = 0.01$ mostró que no hay una tendencia significativa, lo que indica que el régimen de lluvias se mantiene constante a través del tiempo. Los cálculos realizados se encuentran en la Tabla 15.

En resumen, se encontró que existe una variabilidad interanual significativa mediante el análisis de datos históricos para las cinco estaciones meteorológicas, con picos importantes en los años 1983, 1998, 2017 y 2023. Estos picos se presentan en todas las estaciones analizadas y confirman la influencia de eventos hidrometeorológicos a gran escala como se puede ver en la Figura 6.

Figura 6

Precipitación anual acumulada



5.1.1.2. Datos de caudales máximos

En la estación hidrométrica Bocatoma Chipillico se evaluó datos a partir de los periodos 2015 – 2025, donde el análisis del caudal máximo mostró valores fluctúan entre 54.00 m³/s en el 2020 y 496.40 m³/s en el 2023. En el mes de marzo del 2023 se verificó la ocurrencia del evento más extremo, con un caudal de 496.40 m³/s, después le sigue 2017 con un caudal de 333.80 m³/s y luego 2025 con un 184.70 m³/s; lo que demuestra la influencia de los eventos hidrometeorológicos intensos.

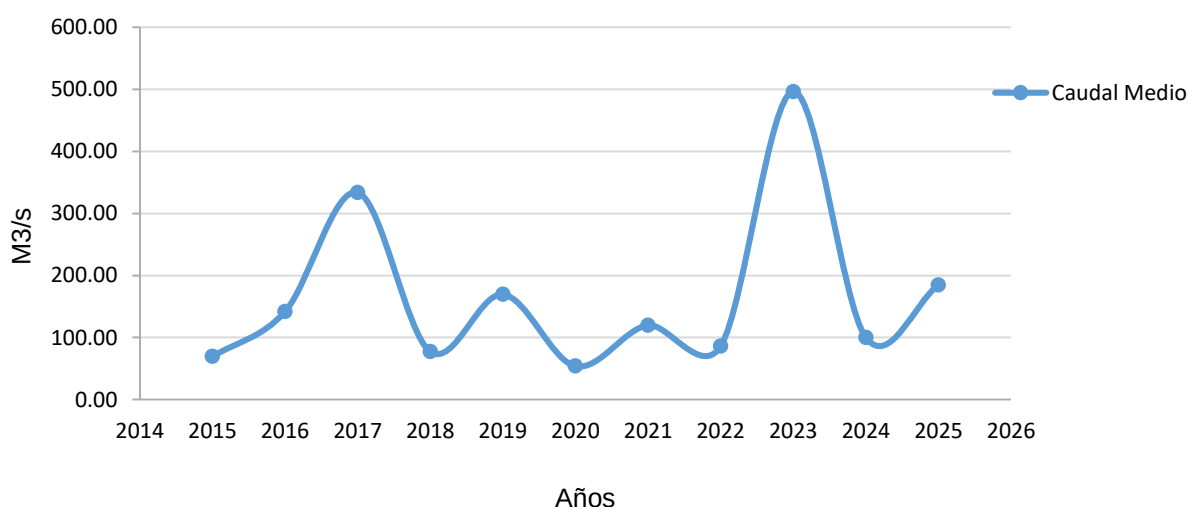
En marzo, el caudal promedio fue de 159.00 m³/s, lo que lo convierte en el mes con más caudal, seguido por febrero con 93.20 m³/s y abril con 80.34 m³/s; estos valores demuestran que existe una estacionalidad concentrada en los tres primeros meses del año. Los meses de estiaje, en cambio, como octubre con un caudal de 22.03 m³/s, septiembre con un caudal de 18.57 m³/s y agosto con un 29.45 m³/s, muestran los registros más bajos del año.

El hidrograma anual que se visualiza en la Figura 7 revela picos abruptos en años concretos como el 2017 y el 2023, lo cual señala aumentos extraordinarios que corresponden a presencia de eventos el niño, a diferencia de los otros años evaluados, que demuestran máximos moderados. En conjunto, los resultados mostraron un régimen altamente variable, este dato es fundamental para el diseño hidráulico y la gestión del riesgo hídrico en la cuenca.

Los procedimientos de cálculos se muestran en la Tabla 17 para mayor detalle.

Figura 7

Caudal máximo anual



5.1.2. Descripción geomorfológica de la cuenca hidrográfica río Chipillico

a) Características generales

Se constató que la cuenca del río Chipillico, con un perímetro de 265.54 km y una superficie total de 1,123.64 km², constituyendo una unidad hidrográfica de gran tamaño. El 33.31% del área se concentró en la cota de 259 m.s.n.m, según los resultados del análisis de la distribución altitudinal, lo que sugiere que predominan las áreas bajas. Además, se encontró que el 52.62% del área está por debajo de los 480 m.s.n.m, lo que indica una proporción más alta de superficie a altitudes bajas dentro de la cuenca.

b) Parámetros hipsométricos

La altitud media ponderada fue de 986.14 m.s.n.m, lo cual mostró un desarrollo moderado en términos de altitud. En cuanto a la altitud media, esta fue de 450 m.s.n.m, lo que demuestra que más de la mitad del área se encuentra por debajo de este nivel. La altura más frecuente fue de 259 m.s.n.m, con un 33,31% de incidencia, lo que confirma el predominio de áreas bajas. Por el contrario, la altitud máxima fue de 3600.57 m.s.n.m, lo que mostró un importante gradiente altitudinal en el interior de la cuenca.

c) Parámetros de forma

Con el índice de Gravelius calculado ($K = 2.235$), la cuenca se clasificó como alargada. El factor de forma ($F_f = 0.07$) corroboró esta condición, señalando una compacidad reducida. Además, el rectángulo equivalente tuvo un lado más largo de 124.76 km y uno más corto de 9.01 km, lo que reitera la forma alargada. Estas características significan que las escorrentías simultáneas sean menores, reduciendo la respuesta hidrológica frente a las precipitaciones.

d) Parámetros de relieve y drenaje

La pendiente del cauce principal fue de 13.40%, lo que significa un flujo con una gran capacidad de transporte. En cambio, la pendiente de la cuenca fue de 2.82%, lo que la categoriza como plana a ligeramente inclinada. La frecuencia de ríos fue 0.03, confirmando la baja cantidad de cauces por unidad de área; en contraste, la densidad de drenaje fue 0.21 km/km², mostrando una red hidrográfica poco densa. El tiempo de concentración fue de 9.69 h., lo que evidenció una respuesta hidrológica relativamente lenta.

En la Tabla 9 se muestra el resumen de los parámetros de cuenca calculados y en la Tabla 18 se encuentran los procedimientos detallados.

Tabla 9

Resumen de los parámetros geomorfológicos de la cuenca Chipillico

Parámetros				Und	Nomenclatura	Cuenca
Superficie total de la cuenca				Km²	At	1123.64
Perímetro				Km.	P	265.54
Ubicación	Zona de proyección UTM			s/U	Zona	17.00
	X			m	Coord. X	741767.00
	Y			m	Coord. X	9419391.00
Relaciones de forma	Factor de cuenca	coeficiente de compacidad (Gravelius)		s/U	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	2.23
		Factor de forma	Longitud de la Cuenca	Km.	LB	124.76
			Ancho Medio de la Cuenca	Km.	AM = At / LB	9.01
			Factor de Forma	s/U	Kf = AM / LB	0.07
	Rectángulo equivalente		Lado Mayor	Km.	$Kc \cdot (\pi \cdot A)^{1/2} / 2 \cdot (1 + (1 - 4 / \pi \cdot Kc^2))$	124.76
			Lado Menor	Km.	$Kc \cdot (\pi \cdot A)^{1/2} / 2 \cdot (1 - (1 - 4 / \pi \cdot Kc^2))$	9.01
	Densidad de drenaje			Km./Km².	Dd = Lt / At	0.21
Desnivel total de la cuenca				Km.	Ht	3521.07
Altura media de la cuenca				m.s.n.m.	Hm	986.14
Pendiente cuenca (Método Rectángulo Equivalente)				%	Ht / Lma	0.04
Tiempo de Concentración Kirpich				min.	$0.0195(L^3/h)^{0.385}$	581.58

5.1.3. Determinación de caudales máximos para diferentes TR

Se realizó un análisis de precipitaciones máximas en 24 horas por estaciones para caracterizar la variabilidad hidrológica local y mediante el modelamiento con HEC-HMS que integra la cuenca Chipillico, cuyos procedimientos detallados se encuentran en la Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22 y Tabla 23.

5.1.3.1. Caudales máximos para diferentes TR por estación

a) Estación Alamor

Se registró una precipitación máxima de 216.8 mm en 2017, con un promedio de 87.58 mm y una desviación estándar de 51.28 mm, lo que muestra una variabilidad interanual alta. Se verificó con el test de valores atípicos que todos los datos se encuentren dentro del rango permisible, por lo cual la serie fue considerada consistente.

Se eligió la distribución Gamma por su mejor ajuste general, según la prueba de bondad de ajuste (Chi-cuadrado y Kolmogorov-Smirnov); luego se calculó la precipitación máxima para varios periodos de retorno, obteniendo así: para un T=2 años fue 77.80 mm, para T=10 años un 156.34 mm, para un T=50 años un 221.66 mm y para T=1000 años fue de 332.42 mm. Se observó un aumento gradual a medida que el evento se vuelve más recurrente.

La concentración de eventos extremos en tiempos cortos se evidencia en las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF), que mostraron que la intensidad máxima es de 113.17 mm/h durante 1 hora, pero baja a 10.44 mm/h tras un día completo.

b) Estación Lancones

El análisis de las precipitaciones máximas mostró un promedio de 56.24 mm, lo cual representa la lluvia máxima diaria típica a lo largo del año. Para este caso, la distribución Gamma fue la que más se ajustó ($D_{\text{máx}} = 0.08881$), de acuerdo con el ajuste probabilístico, lo cual representó de manera precisa la naturaleza asimétrica de los datos. Desde este punto, se calcularon precipitaciones para varios períodos de retorno: 43.92 mm (TR2 años) como suceso frecuente, 118.28 mm (TR 10 años) como evento moderado y 216.50 mm (TR 100 años) como evento extremo.

Las curvas IDF revelaron que la intensidad disminuye conforme se extiende la duración. Para un TR=10 años, se registraron las siguientes cifras: 389.34 mm/h para 5 min., 60.39 mm/h para una hora y 5.57 mm/h para 24 horas; esto

sugiere que las lluvias breves producen intensidades más altas y, por ende, escorrentías más elevadas y esa misma tendencia fue para el resto de periodos de retorno evaluados.

c) Estación Sapolilca

Se analizó las precipitaciones en base a 46 años de datos históricos mostrando una media de 35.77 mm y una desviación estándar de 21.02 mm, lo que muestra un alto grado de variabilidad. El coeficiente de asimetría ($C_s = 1.37$) mostró la existencia de sucesos extremos poco comunes, mientras que el ajuste estadístico más adecuado fue el de la distribución Log Pearson tipo III. Los valores estimados de precipitación, que van desde 29.93 mm (TR=2 años) hasta 123.43 mm (TR=100 años) y 213.29 mm (TR=1000 años), mostraron un incremento no lineal que revela una mayor gravedad en eventos extremos. El valor para 100 años excede el máximo histórico (100.3 mm), lo que sugiere la posibilidad de que ocurran eventos más severos.

Las curvas IDF, con intensidades elevadas en tiempos cortos, indicaron que las tormentas son fuertes y que la escorrentía se genera rápidamente. En general, estos valores mostraron un régimen hidrológico con una alta variabilidad y con la capacidad de generar eventos extremos importantes.

d) Estación Santo Domingo

El estudio de las precipitaciones máximas mostró un promedio de 71.32 mm y una desviación estándar de 21.01 mm; esto indica que la variabilidad es moderada si se compara con las otras estaciones estudiadas. El coeficiente de asimetría ($C_s = 0.67$) reveló que la distribución está un poco inclinada hacia valores altos, lo cual muestra que hay eventos extremos presentes, aunque con una dispersión relativa más baja. El ajuste estadístico que se eligió fue la distribución Log Normal como la más representativa porque mostró un ajuste apropiado.

Los valores de precipitación presentaron un incremento no lineal, pasando de 68.42 mm para un TR=2 años y a 133.85 mm para un TR=100 años. La estimación para 100 años es mayor que el máximo observado (118.1 mm), lo cual sugiere la posibilidad de que sucedan eventos más severos que no se hayan registrado en la historia.

5.1.3.2. Caudales máximos para diferentes TR con HEC-HMS

La estimación de los caudales máximos para diferentes períodos de retorno en la Cuenca Chipillico, se realizó con la sección de salida (Outlet2) realizado con el software HEC-HMS cuyos valores finales se muestran en la Tabla 10. Los resultados y detalles del procesamiento se presentan en el Tabla 23.

Tabla 10

Caudal máximo para diferentes periodos de retorno

TR	Q (m ³ /s)
10	1311.9
25	1968.1
50	2622.1
100	3472.2

Los caudales estimados incrementaron a medida que el periodo de retorno aumenta, ya que las simulaciones toman en cuenta eventos de precipitación de diseño relacionados con distintas probabilidades de excedencia. Las probabilidades de excedencia anuales, para los periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, son cercanas a un 10%, un 4%, un 2% y un 1%, en ese orden. Se procesaron estas precipitaciones de diseño utilizando el modelo lluvia-escorrentía HEC-HMS, logrando caudales máximos de 1311.9, 1968.1, 2622.1 y 3472.2 m³/s.

Por otro lado, en marzo de 2023, durante el periodo de 2015 a 2025, la estación Bocatoma Chipillico (código 13811018) registró un caudal máximo de 496.4 m³/s. Este valor es un registro de la estación hidrométrica, en tanto que los caudales de la Tabla 10 son estimaciones de diseño del Outlet2. Ambos valores no deben ser comparados directamente sin tener en cuenta las áreas que aportan y las condiciones hidrológicas, ya que son distintos puntos de análisis e informaciones.

La información hidrométrica disponible también se utilizó de acuerdo con el procedimiento de calibración del modelo que se definió en la investigación. Los valores que figuran en la Tabla 10 son el resultado de simulaciones efectuadas con HEC-HMS para distintos periodos de retorno, no son una extrapolación directa del caudal observado de 496.4 m³/s.

5.1.4. Medidas de mitigación en puntos críticos ante máximas crecidas

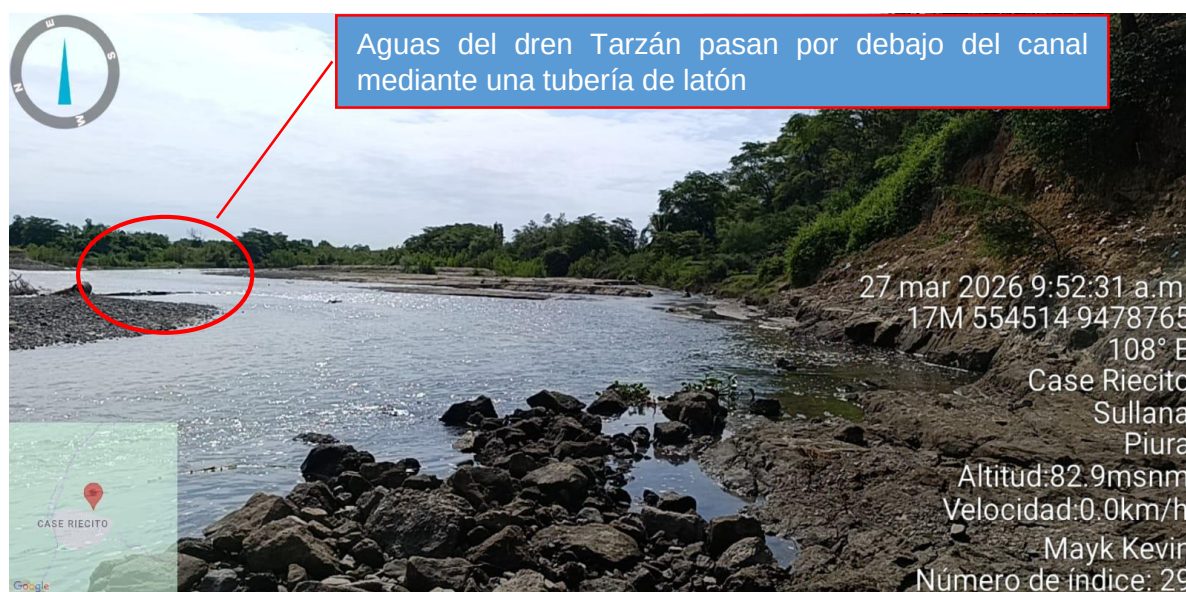
5.1.4.1. *En el cruce del río, la zona de desvío y cruce del dren Tarzán bajo el canal Chipillico*

a) Construcción de estructura de cruce hidráulico

Se propone diseñar una estructura hidráulica para el cruce del río que es un punto vulnerable debido a la interacción directa entre el canal Chipillico y el dren Tarzán, con el fin de asegurar que los caudales sean conducidos de manera segura frente a eventos de crecida. Según la evaluación de campo, no hay infraestructuras, solo elementos rústicos, como cilindros metálicos que están dañados y tienen una capacidad hidráulica inadecuada para el aumento de caudales. En este marco, se sugiere reemplazar esas estructuras por un sifón invertido o, en su defecto, una alcantarilla del tipo cajón, que deberá ser evaluada en términos de su viabilidad a través de un estudio hidráulico específico que tenga en cuenta los caudales obtenidos en este estudio. Además, se propone sustituir las tuberías de metal por tubos de acero galvanizado, de acuerdo al diseño hidráulico que se desarrolle posteriormente. También, se contempla la remodelación del sistema de cruce para posibilitar el paso controlado del dren Tarzán. Esto previene la sobrepresión, las acumulaciones de flujo y posibles fallos estructurales, asegurando de este modo que el sistema hidráulico funcione correctamente y sea seguro.

Figura 8

Paso del dren Tarzán bajo el canal mediante tubería



b) Protección contra erosión

En este sector, la erosión provocada por el flujo en los periodos de crecida ocasiona que se socaven tanto las orillas como el lecho, lo que pone en peligro la estabilidad de la estructura del cruce. Se propone evaluar la instalación de enrocado por encima y por debajo del agua para disminuir el riesgo, con el objetivo de disipar la energía del flujo y minimizar la eliminación de material.

También, se sugiere como alternativa el uso de colchones de gaviones en el lecho del cauce, que facilitan la estabilización del fondo frente a condiciones de flujo turbulento. Además, se sugiere la opción de construir una losa protectora en la cimentación de la estructura hidráulica para prevenir el socavamiento directo en su base.

Además, se debe implementar protecciones en taludes y márgenes utilizando gaviones o muros de contención. Esto ayudará a disminuir la erosión lateral y a resguardar las zonas adyacentes, así como la estructura del canal.

Figura 9

Daños por erosión en tramo crítico del canal construido con material propio



c) Estabilización de estribos

Los estribos de los cruces hidráulicos están expuestos a la erosión lateral y a fuerzas hidráulicas, lo cual puede poner en riesgo su estabilidad. En este

contexto, se propone compactar apropiadamente el material de relleno alrededor de los estribos, garantizando condiciones ideales de resistencia y densidad.

También se propone proteger estos elementos a través de estructuras de gaviones o concreto ciclópeo, que funcionan como barreras contra la erosión del agua, esto según lo determinen estudios complementarios de diseño hidráulico. Además de elevar la estabilidad estructural de los estribos, estas medidas se combinan con las protecciones de margen, lo que permite un comportamiento integral más seguro ante sucesos extremos.

d) Control de sedimentación

La capacidad de conducción se ve disminuida y la posibilidad de desbordes aumenta debido a la acumulación de sedimentos alrededor del cruce hidráulico. Con el fin de reducir este problema, se sugiere elaborar un programa de mantenimiento periódico que contemple la limpieza del cauce, lo cual implica la eliminación de sedimentos, residuos y material vegetal que puedan bloquear el flujo. Además, se propone la remoción del material acumulado tras sucesos de avenida, ya que estos aportan una cantidad considerable de sedimentos que tienen el potencial de alterar la forma del cauce.

Es importante resaltar que el futuro diseño hidráulico del sistema de cruce del dren Tarzán ayudará indirectamente a controlar la sedimentación, ya que evitará áreas de estancamiento y acumulación de material sólido.

En general, estas medidas posibilitarán conservar la capacidad hidráulica del sistema, disminuir el peligro de atascos y garantizar que el cruce funcione eficientemente a través del tiempo.

5.1.4.2. *Tramo paralelo al río, zona erosionada y desbordes por aumento del caudal*

a) Construcción de defensa ribereña

Se identificó un alto riesgo de erosión lateral y socavación en las secciones donde el canal Chipillico pasa al lado del río, debido a la cercanía con el cauce y la intervención directa de avenidas. Se propone evaluar la construcción de defensas ribereñas a través de gaviones longitudinales, que ofrecen estabilidad flexible ante las fluctuaciones del flujo, con el fin de atenuar estos efectos.

Además, se plantea como alternativa la implementación de enrocado pesado en los taludes expuestos para disminuir la erosión y disipar la energía del agua,

según lo determinen los estudios posteriores. Evaluar la implementación de muros de contención en áreas donde la proximidad entre el río y el canal estén afectados, para que sirvan como barreras rígidas protectoras.

Estas medidas podrían contribuir a reducir daños en el canal contra procesos de erosión lateral, disminuyendo así el peligro de que se colapse la estructura.

Figura 10

Margen del río Chipillico afectada por aumento de caudal y erosión



b) Revestimiento del canal

El tramo evaluado tiene secciones construidas con materiales propios y soluciones rústicas, las cuales han mostrado un deterioro gradual ante eventos de crecida. Con este propósito, se plantea evaluar el revestimiento del canal con concreto armado o simple, con la finalidad de aumentar su resistencia tanto estructural como hidráulica y disminuir las pérdidas por erosión e infiltración.

Además, se propone estabilizar los taludes utilizando geomembranas o protección vegetal, lo que ayudará a disminuir la erosión y aumentar la resistencia superficial. Además, se recomienda que el diseño de taludes sea mediante estudios técnicos específicos: geotecnia e hidráulica, para reducir la velocidad del flujo y prevenir fallas en la estructura debido a inestabilidad.

Con estas medidas se tendrá una mayor durabilidad del canal y se optimizará su desempeño hidráulico ante eventos extremos.

Figura 11

Captación rústica del canal Chipillico con materiales locales



c) Elevación del bordo del canal

Dado que los niveles de agua aumentan durante las crecidas, se propone elevar el borde del canal para aumentar la rasante por encima de lo estimado como nivel máximo de crecida. El objetivo de esta medida es prevenir desbordamientos y resguardar las zonas cercanas.

Para lograrlo, es preciso asegurar una altura libre mínima definida mediante el diseño hidráulico correspondiente, entre el nivel más alto del agua y el borde del canal para garantizar condiciones de seguridad hidráulica. En secciones donde el canal tiene una baja capacidad de contención ante caudales extremos, esta intervención es crucial.

d) Conformación de dique de separación

En las áreas donde el canal está muy cerca del río, se sugiere construir un dique de separación que sirva como elemento de protección contra inundaciones. Si se considera viable, el dique debe ser proyectado a través de investigaciones geotécnicas e hidráulicas específicas. Además, se sugiere la protección superficial del dique para prevenir que la erosión ocurra debido al flujo y diseñar posteriormente otras medidas estructurales que amortigüen el flujo en áreas estratégicas, permitiendo disminuir la energía hidráulica en

situaciones extremas, lo que reducirá el impacto directo sobre el dique y el canal.

5.1.5. Actividades complementarias

a) Monitoreo hidrológico del caudal

Implementar un sistema de monitoreo continuo de niveles y caudales en el río Chipillico para optimizar la administración del riesgo ante acontecimientos extremos, esto con el fin de tener de datos en tiempo real acerca del comportamiento hidrológico, lo que permitirá tomar decisiones adecuadas y planear intervenciones preventivas.

b) Implementación de sistema de alerta temprana

Este sistema debe ser con la finalidad de notificar a los usuarios y a las autoridades locales sobre posibles crecientes y debe estar basado en umbrales de caudal que se hayan establecido con anterioridad y en los datos producidos por la monitorización hidrológica, lo cual posibilitaría poner en marcha protocolos de respuesta en casos de riesgo.

Además, desarrollar campañas educativas y de capacitación para los usuarios del canal, enfocadas en la identificación de señales de alerta, el mantenimiento preventivo y la actuación en situaciones de emergencia.

c) Inspección periódica post-crecida

Para identificar obstrucciones, erosión, sedimentos acumulados y daños estructurales, se debe llevar a cabo revisiones técnicas después de las avenidas. Estas evaluaciones permitirán la detección temprana de fallas y la implementación de medidas correctivas antes de que estas se conviertan en problemas más graves, y asegurar el funcionamiento del sistema hidráulico.

d) Plan de mantenimiento anual

Se propone la creación y aplicación de un plan anual de mantenimiento que incluya tareas como limpiar el canal, reparar los revestimientos, reforzar las estructuras y descolmatación. Esta acción es el resultado de la necesidad observada en campo de llevar a cabo intervenciones periódicas, que hoy en día generan costos anuales cercanos a los 70,000 según indicaron los moradores de la zona, mediante la entrevista aplicada.

En este sentido, se debe planificar y presupuestar correctamente estas actividades, dándole prioridad a los materiales más duraderos para disminuir los costos a largo plazo y evitar reparaciones constantes.

e) Reforestación en margen vulnerable

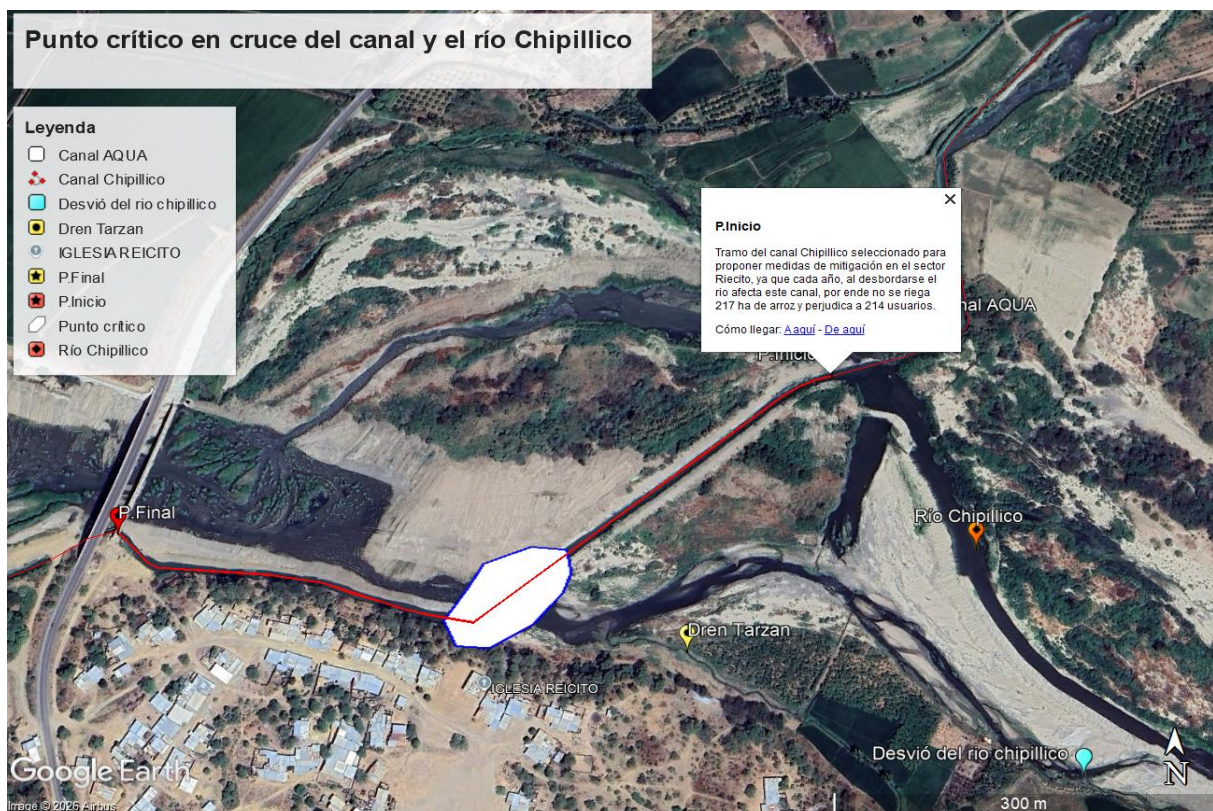
Se sugiere la puesta en marcha de programas de reforestación con las especies apropiadas, los cuales ayuden a disminuir el desgaste del material y a optimizar la cohesión del suelo, en aquellas zonas donde se observó erosión ribereña e inestabilidad de taludes. Esta acción hará posible la estabilización de las márgenes, la reducción de la velocidad del escurrimiento superficial y el logro de más beneficios medioambientales.

f) Mejora en la captación y manejo de excedentes

Optimizar del sistema de captación y gestión de excedentes del canal a través de la instalación de estructuras hidráulicas apropiadas, como vertederos, aliviaderos o disipadores de energía. Esto posibilitaría el control de los caudales en exceso y prevenir desviaciones no deseadas. Esta medida es esencial para asegurar que el canal opere de manera eficaz, evitar perjuicios a su infraestructura y disminuir los peligros relacionados con sobrecargas hidráulicas durante las crecidas.

Figura 12

Vista general del canal Chipillico afectado por el río Chipillico



5.2. DISCUSIONES

En el primero objetivo del estudio se analizó los resultados del historial de precipitaciones y caudales máximos, que mostraron un comportamiento hidrológico muy variable, pero que es consistente desde el punto de vista estadístico en las cinco estaciones estudiadas, lo cual es esencial para asegurar la fiabilidad de los análisis futuros. Para cualquier análisis hidrológico riguroso es indispensable que los datos sean homogéneos y de calidad señalan (Guamachín et al., 2019). Además, Atoche y Alemán (2019) señalaron que la estabilidad estadística de las series temporales se asegura mediante la implementación de pruebas como t de Student y F de Fisher.

En la estación Lancones, se observó una gran influencia de los eventos climáticos extremos debido a las precipitaciones mensuales y anuales muy altas. No obstante, a pesar de la variabilidad significativa, el régimen no muestra alteraciones estructurales en el tiempo, ya que es homogénea y la falta de una tendencia importante ($R = -0.06$). Este comportamiento concuerda con lo dicho por Brown et al., (2015), que las series de precipitación pueden experimentar aumentos en eventos extremos sin necesariamente cambiar su tendencia media. En el caso de la estación Mallares, la homogeneidad de la serie y la falta de tendencia ($R = -0.05$) confirmó que hay estabilidad a lo largo del tiempo, en cambio los máximos mensuales corregidos de 623.97 mm en enero y 430.10 mm en marzo mostraron una estacionalidad destacada. Este patrón es consistente con lo descrito por el ANA (2010), que señaló, en las cuencas peruanas, las precipitaciones suelen concentrarse durante los primeros meses del año hidrológico, produciendo picos claramente definidos.

La estación Santo Domingo también presentó una variabilidad interanual elevada, sin embargo, el uso de los valores obtenidos está respaldada por la falta de tendencia ($R = -0.16$) y la homogeneidad estadística. Este comportamiento es parecido a lo que se observó Ordinola (2019), donde mencionó que los cambios extremos tienen más relación con la variabilidad en las cuencas del norte de Perú que con las transformaciones sistemáticas a través del tiempo. En la estación Alamor, se observó que en varios meses los valores están cerca de cero y la desviación estándar es alta. No obstante, después de la corrección, la serie fue homogénea y no mostró una tendencia significativa ($R = 0.05$). Esta combinación de estabilidad estadística y alta variabilidad se alinea con lo que señaló García (2023), que es frecuente encontrar series muy dispersas en las cuencas del norte del Perú a causa de la incidencia de sucesos extremos como El Niño.

En cuanto a la estación de Sopillica, mostró una notable concentración estacional con picos mensuales en marzo de 218.48 mm y 157.59 mm en febrero, así como eventos extremos que llegan hasta los 821.10 mm, lo cual demuestra un alto grado de variabilidad. La desviación estándar de 179.41 mm valida esta dispersión; no obstante, la estabilidad en el tiempo del régimen se evidencia a través de la consistencia (curva de doble masa lineal), homogeneidad ($T_t = 2.01 < T_c = 29.68$; $F_t = 1.95 > F_c = 1.26$) y falta de tendencia ($R = 0.01$). Lo descrito por Apaclla (2010) señala que la gran variabilidad de precipitaciones no conlleva obligatoriamente modificaciones en la estructura estadística de la serie, lo cual es consistente con esta conducta.

Los picos observados en las estaciones analizadas durante años como 1983, 1998, 2017 y 2023 corroboran el impacto de acontecimientos hidrometeorológicos de gran magnitud. Arellano (2010) investigó extensamente este patrón, resaltando que estos eventos resultan en incrementos considerables de las precipitaciones y, por lo tanto, de los caudales.

Respecto a los caudales máximos en la estación Bocatoma Chipillico, las cifras que se han registrado desde 54.00 m³/s (en 2020) hasta 496.40 m³/s (en 2023) mostraron una variabilidad extrema; el evento de marzo del año 2023 corresponde a un caudal casi nueve veces más alto que el mínimo registrado. Asimismo, se confirma la repetición de eventos extremos con los picos de 333.80 m³/s (2017) y 184.70 m³/s (2025). Marzo es el mes más crítico, con un promedio de 159.00 m³/s, seguido por abril y febrero; en cambio, los meses de estiaje tienen valores mínimos (por ejemplo, septiembre tiene 18.57 m³/s). Este comportamiento concuerda con lo que señala Chow (1994), que establece una relación directa entre la concentración de precipitaciones en periodos cortos y los caudales máximos.

Respecto al segundo objetivo específico del estudio, la cuenca tiene un perímetro de 265.54 km y una superficie de 1123.64 km², por lo que se considera una cuenca extensa. La distribución altitudinal indica que el 33.31% del área se concentra en los 259 m.s.n.m. y que por debajo de los 480 m.s.n.m. se encuentra el 52.62%. Esto señala un predominio evidente de áreas bajas. Este patrón indica que en las zonas de menor altitud se acumula más escorrentía, lo cual concuerda con lo afirmado por Chow (1994), los flujos superficiales suelen concentrarse en las áreas bajas de una cuenca, lo que hace que estas sean más propensas a inundaciones.

Esta interpretación es corroborada por los parámetros hipsométricos, pues la altitud media ponderada de 986.14 m.s.n.m. contrasta con una altitud media de 450 m.s.n.m., lo que muestra que más de la mitad de la cuenca está en niveles bajos, aunque se llegue a una altitud máxima de 3600.57 m.s.n.m. Este extenso intervalo de altitud muestra que la cuenca tiene áreas de cabecera claramente definidas y regiones de valle amplias, algo propio de las cuencas andinas. De acuerdo con el estudio Agredo (2024), esta configuración favorece la generación de escorrentías diferenciadas. En este proceso, las áreas elevadas proporcionan caudales de forma rápida y las áreas bajas los almacenan o amortiguan.

El índice de Gravelius ($K = 2.235$) y el factor de forma ($Ff = 0.07$) indicaron que la cuenca es alargada, lo que significa que tiene poca compacidad. Dado que disminuye la posibilidad de que las escorrentías de diferentes zonas lleguen al punto de salida al mismo tiempo, por lo tanto, reduciendo los picos de caudal, esta condición geomorfológica es importante. Chow (1994), señala que los hidrogramas de las cuencas alargadas suelen ser más atenuados que los de las cuencas circulares. Además, el estudio de Paredes (2024) confirma que los factores de forma más bajos se vinculan a respuestas hidrológicas más lentas y a picos de caudal más reducidos.

Por otra parte, las condiciones mixtas se reflejan en los parámetros de drenaje y relieve. La inclinación del río principal (13.40%) señala que tiene una gran capacidad para transportar sedimentos y energía del flujo, mientras que, la pendiente media de la cuenca (2.82%) la caracteriza como plana o ligeramente inclinada. Esta combinación indica que, a pesar de que el caudal puede ser rápido en el cauce principal, la producción de escorrentía dentro de la cuenca ocurre con una velocidad relativamente baja. Según Sparrow Alamo, (s.f.), la escorrentía superficial disminuye su velocidad cuando hay pendientes bajas en la cuenca, lo que propicia la infiltración y retrasa la reacción hidrológica.

Una red hidrográfica menos desarrollada se refleja en la densidad de drenaje (0.21 km/km²) y en la frecuencia de ríos (0.03), lo que implica una menor capacidad para evacuar el agua. Este resultado concuerda con lo señalado por Rivera & Escalante (1999) que, las cuencas con baja densidad de drenaje tienen respuestas hidrológicas más lentas y una conducción del flujo superficial menos eficiente. En este escenario, el tiempo de concentración de 9.69 h. demuestra que la cuenca necesita un período extenso para que toda el agua aporte al caudal en la salida.

Asimismo, la posibilidad de que los picos de caudal se reduzcan en condiciones normales puede estar relacionada con una respuesta hidrológica amortiguada, que se evidencia a través de una forma alargada, pendientes moderadas y baja densidad de drenaje. No obstante, si ocurren eventos extremos de precipitación, como los mencionados anteriormente, esta capacidad de amortiguamiento puede verse sobrepasada y surgir así riesgos de inundación. Arellano (2010) mencionó esta conducta, resaltando que las cuencas con rasgos geomorfológicos favorables pueden experimentar situaciones críticas en circunstancias extremas hidrometeorológicas.

El tercer objetivo consistió en la determinación de caudales máximos para distintos períodos de retorno, los resultados demostraron una conducta hidrológica consistente con la naturaleza altamente variable de cuencas influenciadas por acontecimientos extremos. La estación Alamor mostró una notable asimetría y variabilidad ($\sigma = 51.28$ mm) en su precipitación máxima de 216.8 mm (2017) y su aumento a 332.42 mm para un TR=1000 años, lo cual concuerda con la afirmación hecha por Bedoya y Poveda (2008), que indican que las series hidrológicas suelen tener colas pesadas vinculadas a fenómenos extremos. Además, la conveniencia de la distribución Gamma concuerda con lo que Chow (1994) afirmó, quien resaltó su utilidad en variables hidrológicas sesgadas y positivas.

En Lancones, las cifras estimadas fluctúan entre 43.92 mm (TR=2 años) y 216.50 mm (TR=100 años), y las intensidades extremas alcanzaron los 389.34 mm/h en 5 min., lo que demuestra una gran dependencia con respecto a la duración; este comportamiento es coherente con las curvas IDF que Guamachín et al. (2019) describieron, en las cuales se observó un descenso de la intensidad conforme el tiempo de duración se incrementa. Esta conducta conlleva una generación rápida de escorrentía, particularmente en sucesos de corta duración, lo que aumenta la probabilidad de inundaciones repentinas.

En Sapollica, se observó la posibilidad de que ocurran eventos más severos que no han sido registrados, ya que existe una alta asimetría ($C_s = 1.37$) y se estima que TR=100 años es de 123.43 mm, lo que sobrepasa el máximo histórico (100.3 mm). Esto concuerda con lo mencionado por Dey et al. (2025), quienes señalan que los métodos probabilísticos posibilitan la extrapolación de eventos extremos en cuencas con gran incertidumbre. En Santo Domingo, de forma parecida, el aumento de 68.42 mm (TR=2 años) a 133.85 mm (TR=100 años) verificó una tendencia no lineal habitual en los análisis de frecuencia, tal como lo indican Rivera y Escalante (1999).

El modelado con HEC-HMS mostró caudales máximos de entre 1311.9 m³/s (TR10) y 3472.2 m³/s (TR100), lo que demuestra una relación directamente proporcional entre la magnitud y el período de retorno. Esta conducta es consistente con los fundamentos de la hidrología estadística establecidos Chow (1994), según los cuales los eventos que ocurren con menor frecuencia tienen magnitudes más altas. Asimismo, estos valores exceden con creces los caudales históricos registrados (496.40 m³/s en 2023), lo cual evidencia la relevancia de la modelación para el diseño hidráulico, como lo indicó Álvarez & Macgregor (2023) al subrayar que, es necesario tener en cuenta eventos extremos al planificar infraestructuras.

Finalmente, como último objetivo específico se planteó propuestas de mitigación en la cuenca del río Chipillico, las medidas se basan en el análisis de resultados y problemática identificada en campo; donde se conoció que los caudales máximos calculados llegan hasta 3472.2 m³/s para un periodo de retorno TR=100 años, que son considerablemente más altos que el registro histórico de 496.40 m³/s en el 2023. Esto respalda el diseño de infraestructuras para situaciones extremas, siguiendo las pautas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2011) y la Autoridad Nacional del Agua (2010), que sugieren periodos de retorno mayores o iguales a 50 años.

La sustitución de estructuras rústicas por un sifón invertido o alcantarilla tipo cajón en el dren Tarzán concuerda con lo que afirman Echegaray y Quiroz (2022), quienes mencionan sobre cómo el subdimensionamiento aumenta la probabilidad de fallo. De acuerdo con Velásquez (2006), la utilización de gaviones y enrocado es apropiada para pendientes del 13.40% porque estos métodos disminuyen la socavación.

El transporte sólido disminuye la capacidad hidráulica, la estabilización de estribos y el control de sedimentación, señala Vázquez et al. (2024), además que, en este estudio, esto se debe a la escasa densidad de drenaje calculado 0.21 km/km² de la cuenca. En tramos paralelos, la ribera del río, el revestimiento del canal y el ancho de la ribera, deben cumplir con los criterios de seguridad como se sugiere en la investigación de Rojas, (2024); Espinoza y Huamán (2024).

Finalmente, la gestión integral del riesgo se fortalece con medidas no estructurales como el monitoreo y el mantenimiento (Arellano, 2010); INDECI (2006).

VI. CONCLUSIONES

1. Se analizó el historial de precipitaciones y caudales máximos de las 5 estaciones más próximas al río Chipillico, y, se conoció que existe una gran variabilidad interanual de precipitaciones, además, se determinó que el caudal máximo registrado en la estación hidrométrica Bocatoma Chipillico fue de 496.40 m³/s en 2023. Estos resultados demostraron que sucedieron eventos extremos poco comunes, lo cual justificó el uso de métodos probabilísticos para calcular los caudales de diseño relacionados con períodos de retorno más largos.
2. Se describió la cuenca hidrográfica estableciendo que tiene una pendiente de cauce del 13.40%, una densidad de drenaje de 0.21 km/km² y parámetros geomorfológicos $K_c = 2.23$ y $F_f = 0.07$, lo que indica que se trata de una cuenca alargada con capacidad para concentrar volúmenes importantes de escorrentía, aunque su respuesta hidrológica no es simultánea.
3. Se determinó el caudal máximo para diferentes periodos de retorno, donde se obtuvo un valor de 3472.2 m³/s para TR = 100 años en la cuenca Chipillico, correspondiente a un escenario hidrológico extremo calculado a través del estudio. Ese volumen de escorrentía corroboró la magnitud de los eventos vinculados a períodos de retorno prolongados en la cuenca.
4. Se plantearon medidas de mitigación preliminares de acuerdo al análisis hidrológico en puntos críticos, como sifones invertidos, defensas ribereñas, alcantarillas del tipo cajón entre otras. Estas medidas deberán ser evaluadas mediante un diseño hidráulico específico posterior; ya que se entiende que estas acciones son necesarias desde el punto de vista técnico para mitigar los peligros de erosión, desbordes y fallos hidráulicos.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar actualizaciones periódicas del análisis de frecuencia hidrológica, incluyendo nuevos registros, con la finalidad de disminuir la incertidumbre en la estimación de caudales extremos relacionados con periodos de retorno elevados.
2. Realizar estudios hidráulicos adicionales que comprendan modelamiento hidráulico, análisis de erosión, socavación y transporte de sedimentos, con el objetivo de determinar las obras de protección que podrían resultar del estudio hidrológico actual.
3. Impulsar líneas de investigación en hidrología aplicada a la cuenca, con el objetivo de promover la producción constante de información actualizada y socializar los resultados con las entidades correspondientes para la toma de decisiones.
4. A las academias, centros de investigación y universidades de la región Piura, deben promover el desarrollo de estudios complementarios que permitan validar y actualizar informaciones hidrológicas, de tal manera que esta información sea un insumo técnico para la toma de decisiones en la región.

VIII. REFERENCIAS

- Agredo, O. F. (2024). *Modelo para estimación de caudales máximos a partir de parámetros morfológicos e hidráulicos en cuencas hidrográficas del departamento del Cauca, Colombia*. Popayán: Universidad del Cauca.
- Alvarez, M. A., & Macgregor, A. A. (2023). Determinación de los periodos de retorno utilizando el ajuste de distribución de probabilidad para la estación meteorológica de La Playa Norte de Santander. *ResearchGate*.
- ANA. (abril de 2015). *Tratamiento de cauce del río Paucartambo para el control de inundación y erosión fluvial*.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2178?>
- Apaclla, R. (Diciembre de 2010). Estudio de máximas avenidas en las cuencas de la zona centro de la vertiente del pacífico. Lima, Perú.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/informe_final_zona_centro_0_2.pdf
- Arellano, J. L. (2010). Gestión integral de recursos hídricos para reducir la vulnerabilidad a deslizamientos e inundaciones en las cuencas de la Sierra Madre de Chiapas. *Revista Ingeniería Agrícola y Biosistemas* , vol. 2(n°1), pp. 23-37. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=688675946004>
- Arévalo, L. J. (2019). *Criterios de diseño de la faja marginal de un río amazónico para funcionar*. Lima: Pontífica Universidad Católica del Perú.
- Arias, F. (2012). El Proyecto de Investigación. En F. Arias. 6.^a ed. Caracas: Episteme.
<https://books.google.com.co/books?id=W5n0BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Atoche, M. G., & Alemán, W. J. (2019). *Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños*. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.
- Autoridad Nacional del Agua. (Diciembre de 2010). *Evaluación de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Huancané y Suches: Estudio hidrológico de las cuencas Huancané y Suches*.
<https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/1736>
- Autoridad Nacional del Agua. (02 de abril de 2014). Tratamiento del cauce del río Cumbaza para el control de inundaciones. Perú.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/3_0_0.pdf
- Becerra, L. (2009). *Estimación de lluvia en el distrito federal utilizando datos de pluviógrafos y de radar meteorológico*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bedoya, J. M., & Poveda, G. (2008). Aplicación de la distribución generalizada de pareto para la detección de colas pesadas en series de caudales máximos en ríos del amazonas y de la zona andina Colombiana. *Researchgate*.

- Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. En C. Bernal. 3.^a ed. Pearson. <https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Bezak, N., Panagos, P., Liakos, L., & Mikoš, M. (2023). Brief communication: A first hydrological investigation of extreme August 2023 floods in Slovenia, Europe. *Natural Hazards and Earth System Science*, vol. 23(n°12), pág. 3885–3893. <https://doi.org/https://doi.org/10.5194/nhess-23-3885-2023>
- Brown, O., Gallardo, Y., Correa, A., & Barrios, S. (2015). El cambio climático y sus evidencias en las precipitaciones. *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol. 36(n°1), pág. 88-101. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v36n1/riha07115.pdf>
- Chow, V. T. (1994). Hidrología aplicada. McGRAW-HILL.
- De La Torre, A. A. (junio de 2018). *Marco metodológico: criterios técnicos para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca "Ley 30640"*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4423>
- Dey, S., Zahid, S. M., Dey, S., Rahaman, K. M., & Islam, A. K. (2025). Análisis de la frecuencia regional de inundaciones en el noreste de Bangladesh mediante momentos L para la estimación del caudal máximo en diversos períodos de retorno en cuencas no aforadas. *Revista Water*, vol. 17(n° 12), pág. 1-30. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w17121771>
- Echegaray G., C. R., & Quiroz C., P. B. (2022). *Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del Río Reque en el sector Eten - Monsefú*. Repositorio Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/10279>
- Espinoza, S. G., & Huaman, M. (2024). *Identificación de zonas inundables por caudales máximos y propuesta de defensa ribereña en un tramo del río Chahuarma, Lircay, Huancavelica 2021*. Repositorio Universidad Continental. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/16352>
- García, E. G. (2023). *Estimación de caudales máximos en el Río Chira, utilizando métodos estadísticos de Gumbel y de Pearson tipo III*. Repositorio Universidad Nacional de Piura. <https://repositorio.unp.edu.pe/items/94a44e2e-c53b-4feb-ac3b-c4d8700a7677>
- Guamachín, W., García, F., Arteaga, M., & Cadena, J. (2019). *Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación*. https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDAD_DES_V_FINAL.pdf
- Hebmerma. (2020). *Precipitación*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. 6.^a ed. McGraw-Hill. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

- INDECI. (2006). Manual básico para la estimación del riesgo. Perú.
https://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319_contenido.pdf?
- InfoMidis. (20 de Agosto de 2025). *Reportes Interactivos / Territorial*.
<https://app.midis.gob.pe/RedInforma/Reporte/Reporte/14>
- International Engineering Company (IECO); Olazabal & León S.A.; Bustamante Williams y Asociados; International Resources & Geotechnics; Inc., White Plains; New York. (1967). *studio de planificación y aprovechamiento de agua de las cuencas Piura y Chira y estudio de factibilidad valle de Chira desarrollado*.
https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/ANAI_52864dbe4c09caba10f674cf810843cf/Description
- Levin, S. B. (2025). *Nonstationary Flood Frequency Analysis Using Regression in the North-Central United States*. Servicio Geológico de Estados Unidos.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3133/sir20255034>
- Mayhua, Y., & Salazar, G. A. (2023). *Defensas ribereñas y encauzamiento para proteger y estabilizar los estribos del puente Dueñas*. Repositorio Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/entities/publication/2fb02ca9-dc46-4596-9f76-de4d7cf47e21>
- Mestanza, J. B., & Castro, F. A. (2025). Análisis hidrológico e hidráulico para la identificación de zonas de inundaciones en el área urbana del Cantón Ambato e integrar estrategias de mitigación. *Revista científica Yachasun*, vol. 9(nº17), pp. 1676 - 1701. <https://doi.org/https://doi.org/10.46296/yc.v9i17.0777>
- Ministerio de economía y finanzas. (2021). Sector: prevención y atención de emergencias post desastre. Perú.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/faq/FAQ-Sector_prevenccion_y_atencion_de_emergencias_post_desastre.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (12 de setiembre de 2011). *Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje*. <https://www.gob.pe/institucion/mtc/normas-legales/4443017-20-2011-mtc-14>
- Ordinola, K. J. (2019). *Estudio hidrológico de la subcuenca Chipillico, para prevención de desastres en el distrito de Las Lomas, provincia y departamento de Piura*. Repositorio Universidad Nacional de Piura.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/renati/964642>
- Panta, N. F. (2022). *Estimación de caudales mensuales en 3 subcuencas del río Piura mediante el modelo hidrológico de WEAP*. Repositorio Universidad de Piura.
<https://gestionrepo.udep.edu.pe/items/09bf7dfc-679e-4b46-b139-b3f1468751e5/full>
- Paredes, K. M. (2024). *Determinación de los caudales máximos de diseño de la cuenca del río Bigote*. Repositorio Universidad de Piura.
<https://gestionrepo.udep.edu.pe/items/a264c5b2-fcd6-46bb-ba0a-fb4447337ca3>

- Plataforma del Estado Peruano. (20 de marzo de 2025). *ANA inicia limpieza y descolmatación del río Chipillico para proteger a 400 familias y 50 hectáreas de cultivos*. <https://www.gob.pe/institucion/ana/noticias/1129649-ana-inicia-limpieza-y-descolmatacion-del-rio-chipillico-para-proteger-a-400-familias-y-50-hectareas-de-cultivos>
- Ramírez, M. (2003). *Hidrología Aplicada*.
- Ramos, J. J. (2018). *Determinación del caudal pico utilizando el hidrograma unitario de salida total para la cuenca del río Higuera-Húanuco-2018*. Húanuco: Universidad Alas Peruanas.
- Renom, M. (2011). *Principios básicos de las mediciones atmosféricas*. http://www.meteorologia.edu.uy/wp-content/uploads/2019/principios_bas_medicones_atms/Bolilla6-PLUVIOMETRIA.pdf
- Rivera, F., & Escalante, C. (1999). Análisis comparativo de técnicas de estimación de avenidas de diseño. *Researchgate*, 49-54.
- Rojas, E. Y. (2024). *Resistencia de defensa ribereña con gaviones y fuerza de caudal en Río Buin, Toma Rumi, Provincia de Carhuaz Ancash, 2024*. Repositorio Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/153134>
- Sánchez, J. (2016). *Hidrología: Precipitaciones*. <https://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf>
- Sparrow Alamo, E. G. (s.f.). *Escorrentía*. <http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/publicacionez/escorrentia.pdf>
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica*. 6.^a ed. Limusa. <https://books.google.com/cu/books?id=BhymmEqkkJwC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Vazquez, D., Ruiz, V., Garrote, J., Benito, G., Calle, M., Lucía, A., & Díez Herrero, A. (2024). Efectos del transporte de sedimentos en los riesgos de inundaciones: lecciones aprendidas y desafíos pendientes. *Revista Geomorfología*, vol. 446, pág. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108976>
- Velásquez, T. (2006). *Guía metodológica para proyectos de protección y/o control de inundaciones en áreas agrícolas o urbanas*. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/agricultura/GuiaInundaciones.pdf
- Vidal, J. D. (2023). *Estimación de umbrales de Inundación en las cuencas del Chira y Piura*. Senamhi. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01403SENA-38.pdf>

IX. ANEXOS

Tabla 11

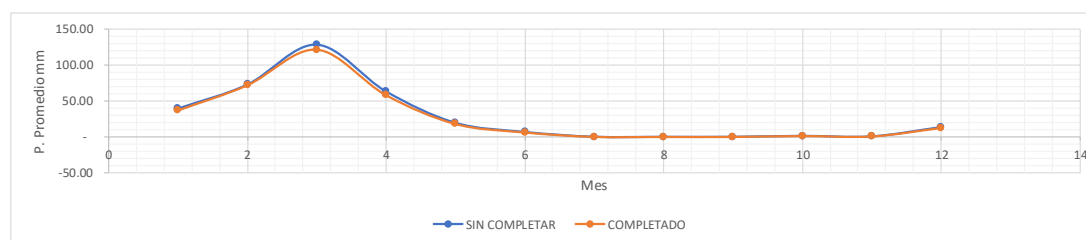
Precipitación acumulada estación Lancones

ESTACION LANCONES													
Estación:	Lancones (Código: 152103)												
Variable:	Precipitación Acumulada 1 Día (mm)												
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología												
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -4.642778 / Longitud: -80.547222 / Altitud(msnm): 150												
Tipo:	Convencional / Climática												
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Querecotillo												
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira												
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Chira												
Nombre de la Fuente:	:												
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.													
1 DATOS DE PRECIPITACION ACUMULADA.													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963									-	10.40	-	0.20	10.60
1964	-	4.70	-	28.50	-	-	-	-	-	1.40	-	-	34.60
1965	-	11.20	560.60	231.80	87.80	5.20	-	-	1.40	-	6.40	4.20	908.60
1966	2.50	13.00	72.80	-	-	-	-	-	-	15.20	-	3.00	106.50
1967	6.50	23.20	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-	0.40	30.90
1968	-	11.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	0.10	-	-	11.71
1969	14.10	7.70	84.71	19.80	-	2.80	-	-	-	-	2.80	1.81	133.72
1970	3.20	12.50	15.12	-	8.12	-	0.01	-	-	3.50	-	2.41	44.86
1971	11.90	70.80	438.11	34.70	3.50	0.02	-	-	-	-	-	1.22	560.25
1972	0.02	37.22	504.11	10.30	1.00	0.70	-	-	-	-	5.60	4.60	563.55
1973	231.40	83.42	105.50	7.62	-	0.02	-	-	-	0.02	-	-	427.98
1974	14.71	5.00	-	14.80	-	-	-	-	-	-	-	-	34.51
1975	1.30	8.60	138.30	6.50	-	-	-	-	-	5.30	-	-	160.00
1976	27.80	83.10	37.70	22.00	26.00	-	-	-	-	-	-	-	196.60
1977	0.01	58.20	3.60	13.70	95.50	-	-	-	-	-	-	-	171.01
1978	-	-	101.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1979	7.00	-	0.01	12.20	-	-	-	-	-	-	-	-	19.21
1980	-	-	16.60	26.10	-	-	-	-	-	-	-	-	42.70
1981	-	4.00	96.50	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1982	-	-	-	7.40	-	-	-	-	-	1.61	2.30	55.70	67.01
1983	522.40	313.10	613.80	986.60	683.20	373.70	5.40	-	-	3.40	-	8.20	3,509.80
1984	-	156.70	72.30	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	229.03
1985	-	10.20	35.40	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	45.63
1986	4.40	12.60	-	23.00	-	-	-	-	-	-	-	5.20	45.20
1987	84.10	283.40	-	191.80	0.03	-	-	-	-	-	-	-	559.33
1988	-	-	-	30.30	-	-	-	-	-	-	-	-	30.30
1989	26.00	41.00	36.61	5.60	-	0.01	-	-	-	-	-	-	109.22
1990	-	-	1.40	3.40	-	-	-	-	-	-	7.35	8.50	20.65
1991	-	32.81	22.60	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60	57.01
1992	5.50	60.61	252.70	289.11	20.70	-	-	-	-	-	-	-	628.62
1993	-	78.50	113.00	63.10	7.50	-	-	-	-	-	-	-	262.10
1994	-	55.70	79.30	4.50	-	-	-	-	-	-	-	1.20	140.70
1995	9.40	137.91	4.40	9.00	-	-	-	-	-	-	1.00	5.70	167.41
1996	2.60	0.50	6.60	6.80	-	-	-	-	-	-	-	-	16.50
1997	-	16.00	138.60	54.20	4.50	-	-	-	-	18.00	2.00	55.20	790.50
1998	1,103.00	719.30	924.90	426.90	100.20	-	-	-	-	3.20	-	-	3,277.50
1999	15.30	172.00	13.20	51.00	3.80	-	-	-	-	1.60	-	5.20	262.10
2000	5.60	39.80	53.20	160.40	23.00	2.80	-	-	-	-	-	27.70	312.50
2001	31.60	113.50	422.70	57.70	-	-	-	-	-	-	-	-	625.50
2002							0.03		-	5.40		-	5.43
2003	-	54.10	-	-	-	0.04	0.02	-	-	-	3.80	-	57.96
2004	-	-	-	6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.50
2005	-	-	93.33	-	-	-	-	-	-	1.70	-	-	95.03
2006	3.90	156.60	83.80	2.50	-	-	-	-	-	0.20	2.41	8.20	257.61
2007	9.60	-	61.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.50
2008	26.20	304.93	265.70	98.60	9.50	0.01	-	-	-	-	-	-	704.94
2009	83.70	31.80	175.70	-	-	-	-	-	-	-	1.00	3.00	295.20
2010	1.30	140.60								2.60		-	144.50
2011	-	35.20	15.20	43.30								-	93.70
2012	23.40	402.70	320.90	62.50							1.61	-	811.11
2013	3.40	-	295.70		18.10							-	317.20
2014	-	-		3.20								-	3.20
2015													
2016													
2017													
2018		0.40	-	18.60	2.20	-	-	-	-	-	-	10.50	31.70
2019	1.20	165.10	24.40	2.80	0.40	-	-	-	-	-	0.50	5.80	200.20
2020	-	9.90	6.00								-	13.30	29.20
2021	0.60	-	181.00	12.60	-	-	0.80				-	6.50	201.50
2022	-	1.10	11.90	0.70		1.30				0.80	0.80	0.80	17.40
2023	-	81.70	381.50	477.80	0.60					2.90		12.40	956.90
2024	1.90	73.20	5.20			1.50						4.00	85.80
2025	1.20	95.00	196.20	23.60	0.40								316.40
N° DATOS	58.00	58.00	55.00	56.00	56.00	57.00	58.00	57.00	59.00	57.00	57.00	56.00	
PROM	39.43	72.93	128.82	63.44	19.59	6.81	0.11	-	0.02	1.36	0.66	13.55	28.89
DES. EST	160.69	123.48	190.79	159.19	92.87	49.47	0.71	-	0.18	3.47	1.61	74.46	
MAX	1,103.00	719.30	924.90	986.60	683.20	373.70	5.40	-	1.40	18.00	7.35	55.20	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

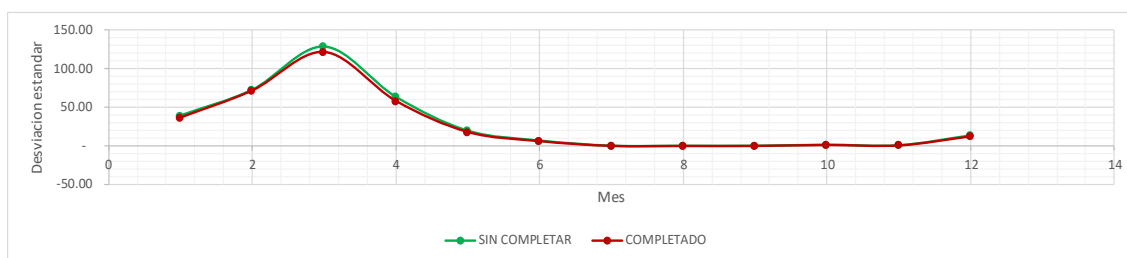
2 COMPLETACION DE DATOS FALTANTES (SOFTWARE EASYFIT)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963	2.20	30.20	111.70	23.70	0.80	0.01	0.02	-	-	10.40	-	0.20	179.23
1964	-	4.70	-	28.50	-	-	-	-	-	1.40	-	-	34.60
1965	-	11.20	560.60	231.80	87.80	5.20	-	-	1.40	-	6.40	4.20	908.60
1966	2.50	13.00	72.80	-	-	-	-	-	-	15.20	-	3.00	106.50
1967	6.50	23.20	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-	0.40	30.90
1968	-	11.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	0.10	-	-	11.71
1969	14.10	7.70	84.71	19.80	-	2.80	-	-	-	-	2.80	1.81	133.72
1970	3.20	12.50	15.12	-	8.12	-	0.01	-	-	3.50	-	2.41	44.86
1971	11.90	70.80	438.11	34.70	3.50	0.02	-	-	-	-	-	1.22	560.25
1972	0.02	37.22	504.11	10.30	1.00	0.70	-	-	-	-	5.60	4.60	563.55
1973	231.40	83.42	105.50	7.62	-	0.02	-	-	-	0.02	-	-	427.98
1974	14.71	5.00	-	14.80	-	-	-	-	-	-	-	-	34.51
1975	1.30	8.60	138.30	6.50	-	-	-	-	-	5.30	-	-	160.00
1976	27.80	83.10	37.70	22.00	26.00	-	-	-	-	-	-	0.50	197.10
1977	0.01	58.20	3.60	13.70	95.50	-	-	-	-	-	-	-	171.01
1978	-	-	101.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1979	7.00	-	0.01	12.20	-	-	-	-	-	-	-	-	19.21
1980	-	-	16.60	26.10	-	-	-	-	-	-	-	-	42.70
1981	-	4.00	96.50	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1982	-	-	-	7.40	-	-	-	-	-	1.61	2.30	55.70	67.01
1983	522.40	313.10	613.80	986.60	683.20	373.70	5.40	-	-	3.40	-	8.20	3,509.80
1984	-	156.70	72.30	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	229.03
1985	-	10.20	35.40	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	45.63
1986	4.40	12.60	-	23.00	-	-	-	-	-	-	-	5.20	45.20
1987	84.10	283.40	22.20	191.80	0.03	-	-	-	-	-	-	-	581.53
1988	-	-	-	30.30	-	-	-	-	-	-	-	-	30.30
1989	26.00	41.00	36.61	5.60	-	0.01	-	-	-	-	-	-	109.22
1990	-	-	1.40	3.40	-	-	-	-	-	-	7.35	8.50	20.65
1991	-	32.81	22.60	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60	57.01
1992	5.50	60.61	252.70	289.11	20.70	-	-	-	-	-	-	-	628.62
1993	-	78.50	113.00	63.10	7.50	-	-	-	-	-	-	-	262.10
1994	-	55.70	79.30	4.50	-	-	-	-	-	-	-	1.20	140.70
1995	9.40	137.91	4.40	9.00	-	-	-	-	-	-	1.00	5.70	167.41
1996	2.60	0.50	6.60	6.80	-	-	-	-	-	-	-	-	16.50
1997	-	16.00	138.60	54.20	4.50	-	-	-	-	18.00	2.00	557.20	790.50
1998	1,103.00	719.30	924.90	426.90	100.20	-	-	-	-	3.20	-	-	3,277.50
1999	15.30	172.00	13.20	51.00	3.80	-	-	-	-	1.60	-	5.20	262.10
2000	5.60	39.80	53.20	160.40	23.00	2.80	-	-	-	-	-	27.70	312.50
2001	31.60	113.50	422.70	57.70	-	-	-	-	-	-	1.80	0.60	627.90
2002	11.10	48.20	13.20	21.60	3.70	3.30	0.03	-	-	5.40	-	-	106.53
2003	-	54.10	-	-	-	0.04	0.02	-	-	-	3.80	-	57.96
2004	-	-	-	6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.50
2005	-	-	93.33	-	-	-	-	-	-	1.70	-	-	95.03
2006	3.90	156.60	83.80	2.50	-	-	-	-	-	0.20	2.41	8.20	257.61
2007	9.60	-	61.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.50
2008	26.20	304.93	265.70	98.60	9.50	0.01	-	-	-	-	-	-	704.94
2009	83.70	31.80	175.70	-	-	-	-	-	-	1.30	1.00	3.00	296.50
2010	1.30	140.60	132.90	23.10	-	-	-	-	-	2.60	-	-	300.50
2011	-	35.20	15.20	43.30	-	-	-	-	-	-	-	-	93.70
2012	23.40	402.70	320.90	62.50	-	-	-	-	-	-	1.61	-	811.11
2013	3.40	-	295.70	-	18.10	-	-	-	-	-	-	-	317.20
2014	-	-	50.40	3.20	18.70	-	0.01	-	-	1.04	1.01	0.80	75.16
2015	6.12	44.10	42.80	16.10	4.60	0.02	0.01	-	-	-	1.11	7.67	122.53
2016	7.90	32.10	28.30	7.90	7.70	0.05	0.05	-	-	-	1.30	2.98	88.28
2017	4.10	138.80	160.90	8.50	3.40	-	0.01	-	-	-	0.80	6.04	322.55
2018	-	0.40	-	18.60	2.20	-	-	-	-	-	-	10.50	31.70
2019	1.20	165.10	24.40	2.80	0.40	-	-	-	-	-	0.50	5.80	200.20
2020	-	9.90	6.00	5.10	1.70	0.19	-	-	-	-	-	13.30	36.19
2021	0.60	-	181.00	12.60	-	-	0.80	-	-	-	-	6.50	201.50
2022	-	1.10	11.90	0.70	-	1.30	-	-	-	0.80	0.80	0.80	17.40
2023	-	81.70	381.50	477.80	0.60	-	-	-	-	2.90	-	12.40	956.90
2024	1.90	73.20	5.20	-	-	1.50	-	-	-	-	-	4.00	85.80
2025	1.20	95.00	196.20	23.60	0.40	-	-	-	-	1.13	0.70	5.23	323.46
N° DATOS	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	63.00	
PROM	36.80	71.80	121.39	58.08	18.06	6.22	0.10	-	0.02	1.28	0.70	12.42	
DES.EST	154.34	119.02	180.14	150.74	87.60	47.05	0.69	-	0.18	3.31	1.54	70.21	
MAX	1,103.00	719.30	924.90	986.60	683.20	373.70	5.40	-	1.40	18.00	7.35	557.20	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Comparacion de Promedio de la Estacion Completa y sin Completar



Comparacion de Desviacion Estandar de la Estacion Completa y sin Completar



3 ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS HIDROLOGICOS.

3.1 ANALISIS DE DOBLE MASA

AÑO	EST 01 (Mallares)	EST 02 (Miraflores)	Promedio	Acumulado
1971	559.08	19.81	289.45	289.45
1972	186.00	181.50	183.75	473.20
1973	105.40	140.10	122.75	595.95
1974	17.09	12.20	14.65	610.59
1975	45.21	41.20	43.21	653.80
1976	139.00	70.50	104.75	758.55
1977	57.41	60.80	59.11	817.65
1978	44.40	40.40	42.40	860.05
1979	11.63	15.00	13.32	873.37
1980	34.10	60.80	47.45	920.82
1981	25.90	32.30	29.10	949.92
1982	30.41	24.30	27.36	977.27
1983	2,492.82	2,273.30	2,383.06	3,360.33
1984	99.40	43.20	71.30	3,431.63
1985	12.60	26.50	19.55	3,451.18
1986	27.01	35.40	31.21	3,482.39
1987	340.90	223.40	282.15	3,764.54
1988	37.21	14.50	25.86	3,790.39
1989	119.71	61.50	90.61	3,881.00
1990	9.21	10.10	9.66	3,890.65
1991	41.61	8.70	25.16	3,915.81
1992	490.40	342.20	416.30	4,332.11
1993	264.20	1.00	132.60	4,464.71
1994	38.80	56.00	47.40	4,512.11
1995	5.10	18.30	11.70	4,523.81
1996	7.00	2.20	4.60	4,528.41
1997	259.90	229.20	244.55	4,772.96
1998	1,764.20	1,849.90	1,807.05	6,580.01
1999	183.90	73.10	128.50	6,708.51
2000	101.00	67.10	84.05	6,792.56
2001	295.61	213.80	254.71	7,047.26
2002	245.80	299.85	272.83	7,320.09
2003	32.50	44.43	38.47	7,358.55
2004	24.01	16.50	20.26	7,378.81
2005	24.37	21.10	22.74	7,401.54
2006	95.73	58.20	76.97	7,478.51
2007	30.80	23.22	27.01	7,505.52
2008	389.20	192.20	290.70	7,796.22
2009	116.80	74.80	95.80	7,892.02
2010	182.10	101.70	141.90	8,033.92
2011	29.90	23.65	26.78	8,060.69
2012	202.60	111.10	156.85	8,217.54
2013	113.20	47.90	80.55	8,298.09
2014	31.33	17.80	24.57	8,322.66
2015	30.07	51.10	40.59	8,363.24
2016	30.13	102.10	66.12	8,429.36
2017	646.20	742.61	694.41	9,123.76
2018	29.60	12.40	21.00	9,144.76
2019	57.00	57.90	57.45	9,202.21
2020	21.90	4.47	13.19	9,215.40
2021	48.83	14.20	31.52	9,246.91
2022	60.06	12.60	36.33	9,283.24
2023	536.80	655.30	596.05	9,879.29
2024	26.60	55.18	40.89	9,920.18
2025	123.43	30.23	76.83	9,997.01

EST. LANCONE S	Acumulado
560.25	560.25
563.55	1,123.80
427.98	1,551.78
34.51	1,586.29
160.00	1,746.29
197.10	1,943.39
171.01	2,114.40
101.80	2,216.20
19.21	2,235.41
42.70	2,278.11
101.80	2,379.91
67.01	2,446.92
3,509.80	5,956.72
229.03	6,185.75
45.63	6,231.38
45.20	6,276.58
581.53	6,858.11
30.30	6,888.41
109.22	6,997.63
20.65	7,018.28
57.01	7,075.29
628.62	7,703.91
262.10	7,966.01
140.70	8,106.71
167.41	8,274.12
16.50	8,290.62
790.50	9,081.12
3,277.50	12,358.62
262.10	12,620.72
312.50	12,933.22
627.90	13,561.12
106.53	13,667.65
57.96	13,725.61
6.50	13,732.11
95.03	13,827.14
257.61	14,084.75
71.50	14,156.25
704.94	14,861.19
296.50	15,157.69
300.50	15,458.19
93.70	15,551.89
811.11	16,363.00
317.20	16,680.20
75.16	16,755.36
122.53	16,877.89
88.28	16,966.17
322.55	17,288.72
31.70	17,320.42
200.20	17,520.62
36.19	17,556.81
201.50	17,758.31
17.40	17,775.71
956.90	18,732.61
85.80	18,818.41
323.46	19,141.87



* No se observa cambio notable de pendiente.

* No se observa punto de quiebre evidente.

* Alineación bastante uniforme.

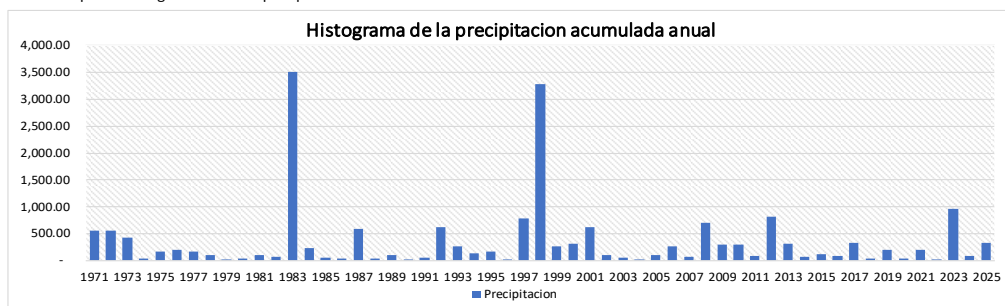
3.2 ANÁLISIS DE SALTOS.

3.2.1. Consistencia en la media y la desviación estándar.

AÑO	P. TOTAL (mm)	PERIODO MUESTRAL
1971	560.25	Período 1
1972	563.55	
1973	427.98	
1974	34.51	
1975	160.00	
1976	197.10	
1977	171.01	
1978	101.80	
1979	19.21	
1980	42.70	
1981	101.80	
1982	67.01	
1983	3,509.80	
1984	229.03	
1985	45.63	
1986	45.20	
1987	581.53	
1988	30.30	
1989	109.22	
1990	20.65	
1991	57.01	
1992	628.62	
1993	262.10	
1994	140.70	
1995	167.41	
1996	16.50	
1997	790.50	
1998	3,277.50	
1999	262.10	
2000	312.50	
2001	627.90	
2002	106.53	
2003	57.96	
2004	6.50	
2005	95.03	
2006	257.61	
2007	71.50	
2008	704.94	
2009	296.50	
2010	300.50	
2011	93.70	
2012	811.11	
2013	317.20	
2014	75.16	
2015	122.53	
2016	88.28	
2017	322.55	
2018	31.70	
2019	200.20	
2020	36.19	
2021	201.50	Período 2
2022	17.40	
2023	956.90	
2024	85.80	
2025	323.46	

PRUEBA "T" DE STUDENT				
Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad				
Tc=	0.64	GL=	53.00	Sp= 25.31
Tt=	2.01	a=	0.05	Sd= 7.09
Estadísticamente homogenea				
PRUEBA "F" DE FISHER				
Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad				
Fc=	1.35	GL		53.00
Ft=	1.90			
Estadísticamente homogenea				

* No se requiere corregir los datos de precipitación



I.3. ANALISIS DE TENDENCIAS.

3.3.1. Tendencia en la media. (t de STUDENT)

AÑOS	TIEMPO ti (años)	PP TOTAL ANUAL Yi (mm)	TIEMPO * PP ti*Yi	PARAMETROS	MEDIA	DESV. EST	COEF CORRELACION : R
1971	1	560.25	560.25	PRECIPITACION (y) : Yi TIEMPO (t): ti PRODUCTO Y*T: Yi*Ti N° DE DATOS (n)	Yx= 348.03 tx = 28 Yi*Ti= 9,083.62 N= 55	Yds= 641.547 Tds= 16.0208 Tt= 2.01	R=(Yi*Ti-x-Yx*Tx)/(Yds/tds) R= - 0.06 Tc= -0.4694 Tt= 2.01
1972	2	563.55	1,127.10				
1973	3	427.98	1,283.94				
1974	4	34.51	138.04				
1975	5	160.00	800.00				
1976	6	197.10	1,182.60	CONDICION			
1977	7	171.01	1,197.07				
1978	8	101.80	814.40				
1979	9	19.21	172.89				
1980	10	42.70	427.00				
1981	11	101.80	1,119.80	RESULTADO			
1982	12	67.01	804.12				
1983	13	3,509.80	45,627.40				
1984	14	229.03	3,206.42				
1985	15	45.63	684.45				
1986	16	45.20	723.20	Tendencia en la media no significativa			
1987	17	581.53	9,886.01				
1988	18	30.30	545.40				
1989	19	109.22	2,075.18				
1990	20	20.65	413.00				
1991	21	57.01	1,197.21				
1992	22	628.62	13,829.64				
1993	23	262.10	6,028.30				
1994	24	140.70	3,376.80				
1995	25	167.41	4,185.25				
1996	26	16.50	429.00				
1997	27	790.50	21,343.50				
1998	28	3,277.50	91,770.00				
1999	29	262.10	7,600.90				
2000	30	312.50	9,375.00				
2001	31	627.90	19,464.90				
2002	32	106.53	3,408.96				
2003	33	57.96	1,912.68				
2004	34	6.50	221.00				
2005	35	95.03	3,326.05				
2006	36	257.61	9,273.96				
2007	37	71.50	2,645.50				
2008	38	704.94	26,787.72				
2009	39	296.50	11,563.50				
2010	40	300.50	12,020.00				
2011	41	93.70	3,841.70				
2012	42	811.11	34,066.62				
2013	43	317.20	13,639.60				
2014	44	75.16	3,307.04				
2015	45	122.53	5,513.85				
2016	46	88.28	4,060.88				
2017	47	322.55	15,159.71				
2018	48	31.70	1,521.60				
2019	49	200.20	9,809.80				
2020	50	36.19	1,809.50				
2021	51	201.50	10,276.50				
2022	52	17.40	904.80				
2023	53	956.90	50,715.70				
2024	54	85.80	4,633.20				
2025	55	323.46	17,790.30				

3.4 PRECIPITACION CORREGIDA, HOMOGENEA Y CONSISTENTE.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1971	11.90	70.80	438.11	34.70	3.50	0.02	-	-	-	-	-	1.22	560.25
1972	0.02	37.22	504.11	10.30	1.00	0.70	-	-	-	-	5.60	4.60	563.55
1973	231.40	83.42	105.50	7.62	-	0.02	-	-	-	0.02	-	-	427.98
1974	14.71	5.00	-	14.80	-	-	-	-	-	-	-	-	34.51
1975	1.30	8.60	138.30	6.50	-	-	-	-	-	5.30	-	-	160.00
1976	27.80	83.10	37.70	22.00	26.00	-	-	-	-	-	-	0.50	197.10
1977	0.01	58.20	3.60	13.70	95.50	-	-	-	-	-	-	-	171.01
1978	-	-	101.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1979	7.00	-	0.01	12.20	-	-	-	-	-	-	-	-	19.21
1980	-	-	16.60	26.10	-	-	-	-	-	-	-	-	42.70
1981	-	4.00	96.50	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	101.80
1982	-	-	-	7.40	-	-	-	-	-	1.61	2.30	55.70	67.01
1983	522.40	313.10	613.80	986.60	683.20	373.70	5.40	-	-	3.40	-	8.20	3,509.80
1984	-	156.70	72.30	-	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	229.03
1985	-	10.20	35.40	-	0.02	0.01	-	-	-	-	-	-	45.63
1986	4.40	12.60	-	23.00	-	-	-	-	-	-	-	5.20	45.20
1987	84.10	283.40	22.20	191.80	0.03	-	-	-	-	-	-	-	581.53
1988	-	-	-	30.30	-	-	-	-	-	-	-	-	30.30
1989	26.00	41.00	36.61	5.60	-	0.01	-	-	-	-	-	-	109.22
1990	-	-	1.40	3.40	-	-	-	-	-	-	7.35	8.50	20.65
1991	-	32.81	22.60	-	-	-	-	-	-	-	-	1.60	57.01
1992	5.50	60.61	252.70	289.11	20.70	-	-	-	-	-	-	-	628.62
1993	-	78.50	113.00	63.10	7.50	-	-	-	-	-	-	-	262.10
1994	-	55.70	79.30	4.50	-	-	-	-	-	-	-	1.20	140.70
1995	9.40	137.91	4.40	9.00	-	-	-	-	-	-	1.00	5.70	167.41
1996	2.60	0.50	6.60	6.80	-	-	-	-	-	-	-	-	16.50
1997	-	16.00	138.60	54.20	4.50	-	-	-	-	18.00	2.00	557.20	790.50
1998	1,103.00	719.30	924.90	426.90	100.20	-	-	-	-	3.20	-	-	3,277.50
1999	15.30	172.00	13.20	51.00	3.80	-	-	-	-	1.60	-	5.20	262.10
2000	5.60	39.80	53.20	160.40	23.00	2.80	-	-	-	-	-	27.70	312.50
2001	31.60	113.50	422.70	57.70	-	-	-	-	-	-	1.80	0.60	627.90
2002	11.10	48.20	13.20	21.60	3.70	3.30	0.03	-	-	5.40	-	-	106.53
2003	-	54.10	-	-	-	0.04	0.02	-	-	-	3.80	-	57.96
2004	-	-	-	6.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.50
2005	-	-	93.33	-	-	-	-	-	-	1.70	-	-	95.03
2006	3.90	156.60	83.80	2.50	-	-	-	-	-	0.20	2.41	8.20	257.61
2007	9.60	-	61.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71.50
2008	26.20	304.93	265.70	98.60	9.50	0.01	-	-	-	-	-	-	704.94
2009	83.70	31.80	175.70	-	-	-	-	-	-	1.30	1.00	3.00	296.50
2010	1.30	140.60	132.90	23.10	-	-	-	-	-	2.60	-	-	300.50
2011	-	35.20	15.20	43.30	-	-	-	-	-	-	-	-	93.70
2012	23.40	402.70	320.90	62.50	-	-	-	-	-	-	1.61	-	811.11
2013	3.40	-	295.70	-	18.10	-	-	-	-	-	-	-	317.20
2014	-	-	50.40	3.20	18.70	-	0.01	-	-	1.04	1.01	0.80	75.16
2015	6.12	44.10	42.80	16.10	4.60	0.02	0.01	-	-	-	1.11	7.67	122.53
2016	7.90	32.10	28.30	7.90	7.70	0.05	0.05	-	-	-	1.30	2.98	88.28
2017	4.10	138.80	160.90	8.50	3.40	-	0.01	-	-	-	0.80	6.04	322.55
2018	-	0.40	-	18.60	2.20	-	-	-	-	-	-	10.50	31.70
2019	1.20	165.10	24.40	2.80	0.40	-	-	-	-	-	0.50	5.80	200.20
2020	-	9.90	6.00	5.10	1.70	0.19	-	-	-	-	-	13.30	36.19
2021	0.60	-	181.00	12.60	-	-	0.80	-	-	-	-	6.50	201.50
2022	-	1.10	11.90	0.70	-	1.30	-	-	-	0.80	0.80	0.80	17.40
2023	-	81.70	381.50	477.80	0.60	-	-	-	-	2.90	-	12.40	956.90
2024	1.90	73.20	5.20	-	-	1.50	-	-	-	-	-	4.00	85.80
2025	1.20	95.00	196.20	23.60	0.40	-	-	-	-	1.13	0.70	5.23	323.46
N° DATOS	59.00	59.00	59.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	
PROM	41.63	80.17	123.67	61.00	18.91	6.98	0.12	-	-	0.91	0.64	14.01	
DES. EST	164.81	125.27	180.51	158.76	93.18	50.37	0.73	-	-	2.67	1.40	75.10	
MAX	1,103.00	956.90	50,715.70	986.60	683.20	373.70	5.40	-	-	18.00	7.35	557.20	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

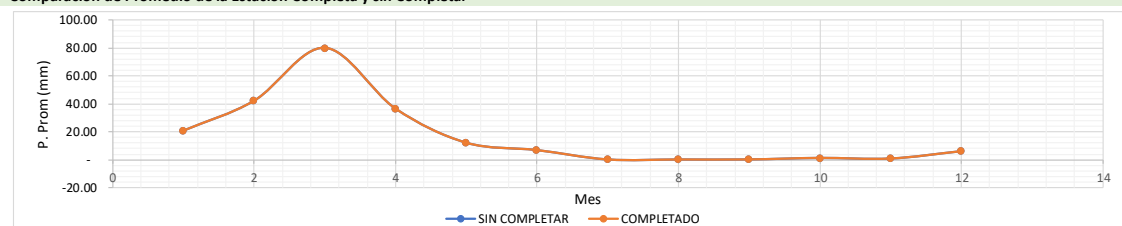
Tabla 12

Precipitación acumulada estación Mallares

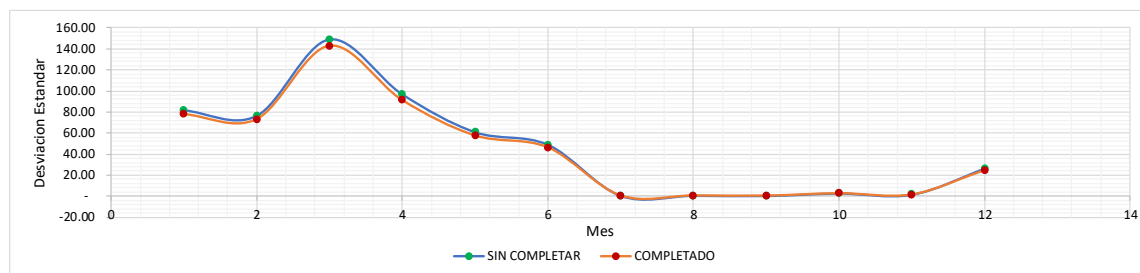
ESTACION MALLARES													
Estación:	Mallares (Código: 000208)												
Variable:	Precipitación Acumulada 1 Día (mm)												
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología												
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -4.857111 / Longitud: -80.714694 / Altitud(msnm): 47												
Tipo:	Convencional / Climática												
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Marcavelica												
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira												
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Chira												
Nombre de la Fuente:	:												
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.													
1 DATOS DE PRECIPITACION ACUMULADA.													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1961	20.60	1.80	28.00										50.40
1962													
1963													
1964	-	4.70	-	28.50	-	-	-	-	-	1.40	-	-	34.60
1965	-	11.20	560.60	231.80	87.80	5.20	-	-	1.40	-	6.40	4.20	908.60
1966	2.50	13.00	72.80	-	-	-	-	-	-	15.20	-	3.00	106.50
1967	6.50	23.20	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-	0.40	30.90
1968	-	11.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	0.10	-	-	11.71
1969	14.10	7.70	84.71	19.80	-	2.80	-	-	-	-	2.80	1.81	133.72
1970	3.20	12.50	15.12	-	8.12	-	0.01	-	-	3.50	-	2.41	44.86
1971	11.90	70.80	438.11	34.70	3.50	-	-	0.05	0.02	-	-	-	559.08
1972	-	0.20	158.40	18.00	1.30	0.10	-	-	0.40	-	-	7.60	186.00
1973	50.70	17.14	29.80	5.50	0.01	-	-	-	0.72	0.21	0.31	1.01	105.40
1974	2.30	7.60	0.90	0.60	0.31	0.43	-	0.02	1.40	2.71	0.82	-	17.09
1975	2.70	4.31	32.10	0.90	0.10	0.50	-	3.50	0.10	0.40	0.60	-	45.21
1976	24.60	99.70	3.10	4.90	6.70	-	-	-	-	-	-	-	139.00
1977	1.00	39.50	9.80	5.00	1.10	0.20	-	-	0.80	0.01	-	-	57.41
1978	-	0.20	41.10	0.40	1.20	1.50	-	-	-	-	-	-	44.40
1979	2.70	0.20	5.21	1.50	0.61	-	-	-	1.20	0.01	-	0.20	11.63
1980	-	0.50	4.60	29.00	-	-	-	-	-	-	-	-	34.10
1981	-	4.10	19.90	0.90	1.00	-	-	-	-	-	-	-	25.90
1982	-	0.60	-	1.10	-	-	-	-	1.10	2.60	2.30	22.71	30.41
1983	321.00	218.20	500.00	608.70	458.50	373.70	4.00	-	-	5.40	0.20	3.12	2,492.82
1984	1.50	67.60	11.70	12.70	-	0.20	0.70	3.20	0.90	0.30	0.60	-	99.40
1985	0.30	-	5.10	0.20	3.20	-	-	1.30	-	0.70	-	1.80	12.60
1986	2.30	7.70	1.40	12.61	2.00	-	-	0.10	-	-	0.80	0.10	27.01
1987	9.60	203.80	92.20	33.40	-	-	0.30	-	-	0.90	0.70	-	340.90
1988	9.60	2.40	1.40	20.21	0.10	-	-	-	1.80	-	1.70	-	37.21
1989	9.50	63.30	36.61	5.60	-	-	-	-	0.40	4.30	-	-	119.71
1990	0.10	0.90	1.40	1.10	-	0.10	-	-	-	1.30	-	4.31	9.21
1991	3.30	5.90	26.90	0.21	-	0.20	-	-	-	-	0.20	4.90	41.61
1992	8.80	42.50	202.40	230.80	4.20	1.40	-	-	-	-	-	0.30	490.40
1993	-	78.50	113.00	63.10	7.50	0.20	1.00	-	-	0.90	-	-	264.20
1994	1.20	9.70	19.20	1.10	0.70	-	-	-	0.30	-	-	6.60	38.80
1995	-	2.10	1.80	-	-	-	-	-	-	-	1.20	-	5.10
1996	2.60	0.20	1.30	-	-	0.10	-	-	-	2.80	-	-	7.00
1997	-	11.50	25.00	13.90	-	-	-	-	-	8.40	1.80	199.30	259.90
1998	548.00	434.60	681.40	60.60	34.10	2.70	0.10	-	-	1.40	1.00	0.30	1,764.20
1999	8.00	130.80	13.20	17.50	4.60	2.00	-	-	0.20	2.20	-	5.40	183.90
2000	1.80	12.60	8.30	39.20	21.30	0.80	-	-	-	-	-	17.00	101.00
2001	7.90	5.80	238.10	35.41	-	-	-	-	0.30	-	3.90	4.20	295.61
2002	0.10	5.00	103.00	131.20	-	-	-	-	-	2.50	2.70	1.30	245.80
2003	4.80	13.20	2.00	-	-	2.00	0.30	-	-	-	1.60	8.60	32.50
2004	7.50	1.70	1.10	4.80	-	-	-	-	-	1.30	-	7.61	24.01
2005	0.02	0.03	23.41	0.30	0.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	24.37
2006	0.03	57.50	27.20	1.30	-	-	0.60	-	0.30	0.20	4.40	4.20	95.73
2007	6.40	-	18.60	3.40	0.20	-	-	-	-	-	0.90	1.30	30.80
2008	55.60	215.80	98.10	11.40	6.40	0.20	0.10	0.60	-	0.10	0.90	-	389.20
2009	34.00	32.50	35.90	0.60	2.10	0.40	0.10	-	-	0.80	8.50	1.90	116.80
2010	3.20	100.70	51.90	15.60	6.70	0.60	0.10	0.30	-	0.90	-	2.10	182.10
2011	3.00	1.30	0.90	21.10	0.70	0.20	1.20	-	-	0.70	0.40	0.40	29.90
2012	10.80	135.40	45.20	9.10	0.30	0.10	-	-	-	-	1.40	0.30	202.60
2013	0.90	2.50	90.70	-	16.40	-	0.20	-	-	-	-	2.50	113.20
2014	1.80	1.70	5.80	8.50	4.60	-	-	-	-	-	-	-	22.40
2015													
2016													
2017	12.30	166.90	448.80	11.00	5.60	-	0.50	0.20	-	0.40	0.50	-	646.20
2018	1.90	3.00	-	17.60	0.80	-	-	-	-	-	0.20	6.10	29.60
2019	0.40	39.40	10.20	0.20	0.40	0.30	0.70	-	-	-	-	5.40	57.00
2020	-	3.70	1.00										4.70
2021													
2022					1.00	0.60	-	-	-	-	0.20	0.30	2.10
2023	-	34.60	180.20	298.30	9.70	0.30	-	-	-	0.60	1.60	11.50	536.80
2024	1.20	5.30	17.00	-	-	0.80	-	-	-	-	-	2.30	26.60
2025	1.80	36.10	68.50	6.10	0.60	-	-	-	-	-	-	-	113.10
N° DATOS	59.00	59.00	59.00	57.00	58.00	58.00	57.00	57.00	58.00	57.00	57.00	57.00	
PROM	20.75	42.11	79.91	36.48	12.14	6.86	0.17	0.16	0.20	1.27	0.85	6.08	17.25
DES. EST	81.70	76.25	148.79	96.90	60.95	49.02	0.58	0.64	0.42	2.75	1.62	26.40	
MAX	548.00	434.60	681.40	608.70	458.50	373.70	4.00	3.50	1.80	15.20	8.50	199.30	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

2 COMPLETACION DE DATOS FALTANTES (SOFTWARE EASYFIT)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1961	20.60	1.80	28.00	0.74	1.25	-	-	0.10	0.12	2.01	2.90	0.39	57.91
1962	8.90	23.30	34.90	1.21	2.80	-	-	0.00	0.10	5.62	1.15	1.63	79.61
1963	9.50	28.40	17.80	6.06	0.90	0.30	0.11	0.00	-	10.40	-	0.20	73.67
1964	-	4.70	-	28.50	-	-	-	-	-	1.40	-	-	34.60
1965	-	11.20	560.60	231.80	87.80	5.20	-	-	1.40	-	6.40	4.20	908.60
1966	2.50	13.00	72.80	-	-	-	-	-	-	15.20	-	3.00	106.50
1967	6.50	23.20	-	-	0.80	-	-	-	-	-	-	0.40	30.90
1968	-	11.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	0.10	-	-	11.71
1969	14.10	7.70	84.71	19.80	-	2.80	-	-	-	-	2.80	1.81	133.72
1970	3.20	12.50	15.12	-	8.12	-	0.01	-	-	3.50	-	2.41	44.86
1971	11.90	70.80	438.11	34.70	3.50	-	-	0.05	0.02	-	-	-	559.08
1972	-	0.20	158.40	18.00	1.30	0.10	-	-	0.40	-	-	7.60	186.00
1973	50.70	17.14	29.80	5.50	0.01	-	-	-	0.72	0.21	0.31	1.01	105.40
1974	2.30	7.60	0.90	0.60	0.31	0.43	-	0.02	1.40	2.71	0.82	-	17.09
1975	2.70	4.31	32.10	0.90	0.10	0.50	-	3.50	0.10	0.40	0.60	-	45.21
1976	24.60	99.70	3.10	4.90	6.70	-	-	-	-	-	-	-	139.00
1977	1.00	39.50	9.80	5.00	1.10	0.20	-	0.80	0.01	-	-	-	57.41
1978	-	0.20	41.10	0.40	1.20	1.50	-	-	-	-	-	-	44.40
1979	2.70	0.20	5.21	1.50	0.61	-	-	-	1.20	0.01	-	0.20	11.63
1980	-	0.50	4.60	29.00	-	-	-	-	-	-	-	-	34.10
1981	-	4.10	19.90	0.90	1.00	-	-	-	-	-	-	-	25.90
1982	-	0.60	-	1.10	-	-	-	-	1.10	2.60	2.30	22.71	30.41
1983	321.00	218.20	500.00	608.70	458.50	373.70	4.00	-	-	5.40	0.20	3.12	2,492.82
1984	1.50	67.60	11.70	12.70	-	0.20	0.70	3.20	0.90	0.30	0.60	-	99.40
1985	0.30	-	5.10	0.20	3.20	-	-	1.30	-	0.70	-	1.80	12.60
1986	2.30	7.70	1.40	12.61	2.00	-	-	0.10	-	-	0.80	0.10	27.01
1987	9.60	203.80	92.20	33.40	-	-	0.30	-	-	0.90	0.70	-	340.90
1988	9.60	2.40	1.40	20.21	0.10	-	-	-	1.80	-	1.70	-	37.21
1989	9.50	63.30	36.61	5.60	-	-	-	-	0.40	4.30	-	-	119.71
1990	0.10	0.90	1.40	1.10	-	0.10	-	-	-	1.30	-	4.31	9.21
1991	3.30	5.90	26.90	0.21	-	0.20	-	-	-	-	0.20	4.90	41.61
1992	8.80	42.50	202.40	230.80	4.20	1.40	-	-	-	-	-	0.30	490.40
1993	-	78.50	113.00	63.10	7.50	0.20	1.00	-	-	0.90	-	-	264.20
1994	1.20	9.70	19.20	1.10	0.70	-	-	-	0.30	-	-	6.60	38.80
1995	-	2.10	1.80	-	-	-	-	-	-	-	1.20	-	5.10
1996	2.60	0.20	1.30	-	-	0.10	-	-	-	2.80	-	-	7.00
1997	-	11.50	25.00	13.90	-	-	-	-	-	8.40	1.80	199.30	259.90
1998	548.00	434.60	681.40	60.60	34.10	2.70	0.10	-	-	1.40	1.00	0.30	1,764.20
1999	8.00	130.80	13.20	17.50	4.60	2.00	-	-	0.20	2.20	-	5.40	183.90
2000	1.80	12.60	8.30	39.20	21.30	0.80	-	-	-	-	-	17.00	101.00
2001	7.90	5.80	238.10	35.41	-	-	-	-	0.30	-	3.90	4.20	295.61
2002	0.10	5.00	103.00	131.20	-	-	-	-	-	2.50	2.70	1.30	245.80
2003	4.80	13.20	2.00	-	-	2.00	0.30	-	-	-	1.60	8.60	32.50
2004	7.50	1.70	1.10	4.80	-	-	-	-	-	1.30	-	7.61	24.01
2005	0.02	0.03	23.41	0.30	0.10	0.50	-	-	-	-	-	0.01	24.37
2006	0.03	57.50	27.20	1.30	-	-	0.60	-	0.30	0.20	4.40	4.20	95.73
2007	6.40	-	18.60	3.40	0.20	-	-	-	-	-	0.90	1.30	30.80
2008	55.60	215.80	98.10	11.40	6.40	0.20	0.10	0.60	-	0.10	0.90	-	389.20
2009	34.00	32.50	35.90	0.60	2.10	0.40	0.10	-	-	0.80	8.50	1.90	116.80
2010	3.20	100.70	51.90	15.60	6.70	0.60	0.10	0.30	-	0.90	-	2.10	182.10
2011	3.00	1.30	0.90	21.10	0.70	0.20	1.20	-	-	0.70	0.40	0.40	29.90
2012	10.80	135.40	45.20	9.10	0.30	0.10	-	-	-	-	1.40	0.30	202.60
2013	0.90	2.50	90.70	-	16.40	-	0.20	-	-	-	-	2.50	113.20
2014	1.80	1.70	5.80	8.50	4.60	-	-	-	1.30	5.90	0.50	1.23	31.33
2015	1.90	6.33	8.61	2.10	0.50	0.60	-	-	1.90	0.78	4.10	3.25	30.07
2016	2.70	12.60	3.08	6.89	3.30	-	0.05	-	-	-	1.30	0.21	30.13
2017	12.30	166.90	448.80	11.00	5.60	-	0.50	0.20	-	0.40	0.50	-	646.20
2018	1.90	3.00	-	17.60	0.80	-	-	-	-	-	0.20	6.10	29.60
2019	0.40	39.40	10.20	0.20	0.40	0.30	0.70	-	-	-	-	5.40	57.00
2020	-	3.70	1.00	8.39	0.25	2.60	0.60	0.10	-	0.70	1.12	3.44	21.90
2021	10.20	16.60	7.80	2.27	0.36	0.10	-	1.00	-	1.40	1.30	7.80	48.83
2022	5.08	6.90	36.68	9.30	1.00	0.60	-	-	-	-	0.20	0.30	60.06
2023	-	34.60	180.20	298.30	9.70	0.30	-	-	-	0.60	1.60	11.50	536.80
2024	1.20	5.30	17.00	-	-	0.80	-	-	-	-	-	2.30	26.60
2025	1.80	36.10	68.50	6.10	0.60	-	-	-	-	0.80	0.20	9.33	123.43
N° DATOS	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	65.00	
PROM	19.42	39.67	74.21	32.56	10.98	6.18	0.16	0.16	0.23	1.38	0.94	5.75	
DES. EST	77.90	73.04	142.84	91.26	57.62	46.31	0.54	0.61	0.47	2.70	1.59	24.74	
MAX	548.00	434.60	681.40	608.70	458.50	373.70	4.00	3.50	1.90	15.20	8.50	199.30	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Comparacion de Promedio de la Estacion Completa y sin Completar


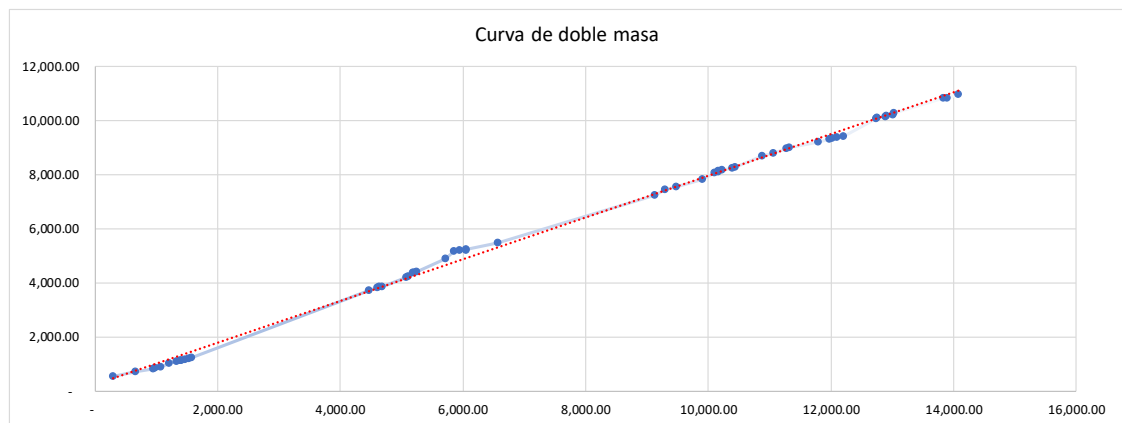
Comparacion de Desviacion Estandar de la Estacion Completa y sin Completar



3 ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS HIDROLOGICOS.

1 ANALISIS DE DOBLE MASA

AÑO	EST 01 (Lancones)	EST 02 (Miraflores)	Promedio	Acumulado	EST. MALLARES	Acumulado
1971	560.25	19.81	290.03	290.03	559.08	559.08
1972	563.55	181.50	372.53	662.56	186.00	745.08
1973	427.98	140.10	284.04	946.60	105.40	850.48
1974	34.51	12.20	23.36	969.95	17.09	867.57
1975	160.00	41.20	100.60	1,070.55	45.21	912.78
1976	197.10	70.50	133.80	1,204.35	139.00	1,051.78
1977	171.01	60.80	115.91	1,320.26	57.41	1,109.19
1978	101.80	40.40	71.10	1,391.36	44.40	1,153.59
1979	19.21	15.00	17.11	1,408.46	11.63	1,165.22
1980	42.70	60.80	51.75	1,460.21	34.10	1,199.32
1981	101.80	32.30	67.05	1,527.26	25.90	1,225.22
1982	67.01	24.30	45.66	1,572.92	30.41	1,255.63
1983	3,509.80	2,273.30	2,891.55	4,464.47	2,492.82	3,748.45
1984	229.03	43.20	136.12	4,600.58	99.40	3,847.85
1985	45.63	26.50	36.07	4,636.65	12.60	3,860.45
1986	45.20	35.40	40.30	4,676.95	27.01	3,887.46
1987	581.53	223.40	402.47	5,079.41	340.90	4,228.36
1988	30.30	14.50	22.40	5,101.81	37.21	4,265.57
1989	109.22	61.50	85.36	5,187.17	119.71	4,385.28
1990	20.65	10.10	15.38	5,202.55	9.21	4,394.49
1991	57.01	8.70	32.86	5,235.40	41.61	4,436.10
1992	628.62	342.20	485.41	5,720.81	490.40	4,926.50
1993	262.10	1.00	131.55	5,852.36	264.20	5,190.70
1994	140.70	56.00	98.35	5,950.71	38.80	5,229.50
1995	167.41	18.30	92.86	6,043.57	5.10	5,234.60
1996	16.50	2.20	9.35	6,052.92	7.00	5,241.60
1997	790.50	229.20	509.85	6,562.77	259.90	5,501.50
1998	3,277.50	1,849.90	2,563.70	9,126.47	1,764.20	7,265.70
1999	262.10	73.10	167.60	9,294.07	183.90	7,449.60
2000	312.50	67.10	189.80	9,483.87	101.00	7,550.60
2001	627.90	213.80	420.85	9,904.72	295.61	7,846.21
2002	106.53	299.85	203.19	10,107.91	245.80	8,092.01
2003	57.96	44.43	51.20	10,159.10	32.50	8,124.51
2004	6.50	16.50	11.50	10,170.60	24.01	8,148.52
2005	95.03	21.10	58.07	10,228.67	24.37	8,172.89
2006	257.61	58.20	157.91	10,386.57	95.73	8,268.62
2007	71.50	23.22	47.36	10,433.93	30.80	8,299.42
2008	704.94	192.20	448.57	10,882.50	389.20	8,688.62
2009	296.50	74.80	185.65	11,068.15	116.80	8,805.42
2010	300.50	101.70	201.10	11,269.25	182.10	8,987.52
2011	93.70	23.65	58.68	11,327.93	29.90	9,017.42
2012	811.11	111.10	461.11	11,789.03	202.60	9,220.02
2013	317.20	47.90	182.55	11,971.58	113.20	9,333.22
2014	75.16	17.80	46.48	12,018.06	31.33	9,364.55
2015	122.53	51.10	86.82	12,104.88	30.07	9,394.62
2016	88.28	102.10	95.19	12,200.07	30.13	9,424.75
2017	322.55	742.61	532.58	12,732.64	646.20	10,070.95
2018	31.70	12.40	22.05	12,754.69	29.60	10,100.55
2019	200.20	57.90	129.05	12,883.74	57.00	10,157.55
2020	36.19	4.47	20.33	12,904.07	21.90	10,179.45
2021	201.50	14.20	107.85	13,011.92	48.83	10,228.28
2022	17.40	12.60	15.00	13,026.92	60.06	10,288.34
2023	956.90	655.30	806.10	13,833.02	536.80	10,825.14
2024	85.80	55.18	70.49	13,903.51	26.60	10,851.74
2025	323.46	30.23	176.85	14,080.36	123.43	10,975.17



* No se observa cambio notable de pendiente.

* No se observa punto de quiebre evidente.

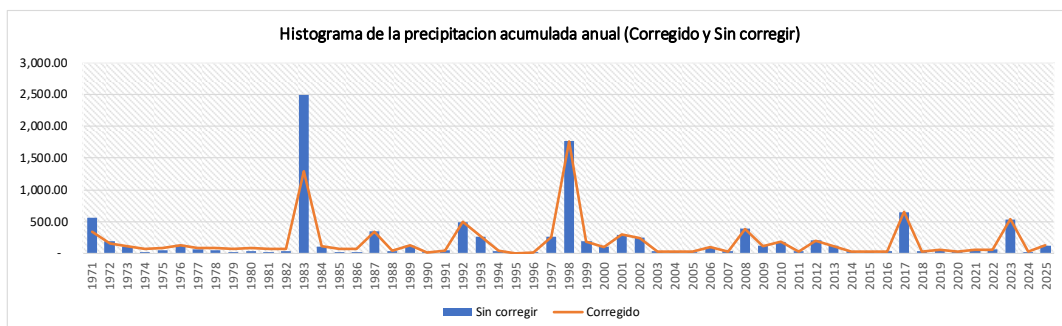
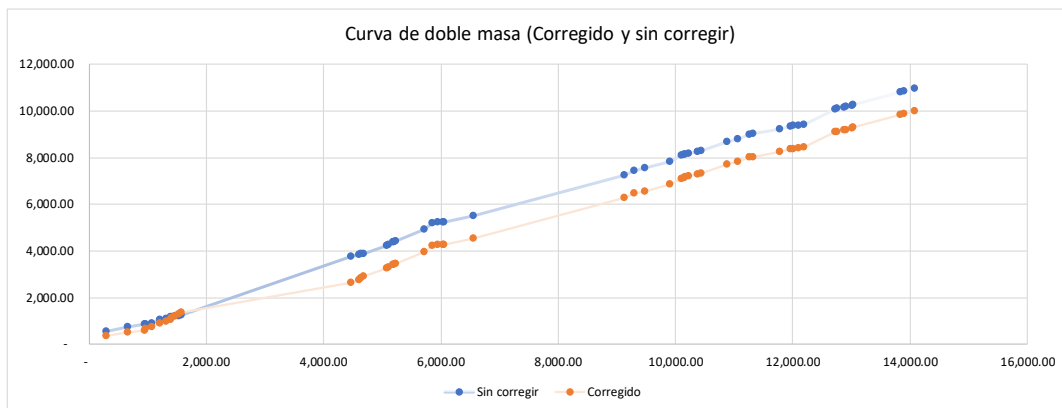
* Alineacion bastante uniforme.

3.2 ANALISIS DE SALTOS.

3.1. Consistencia en la media y la desviacion estandar.

AÑO	P. TOTAL (mm)	PERIODO MUESTRAL	P. CORREGIDA	PERIODO MUESTRAL	P. CORR ACUMULA DA
1971	559.08	Perido 1 N° DATOS: N1= 16.00 MEDIA: X1= 242.97 DES. EST: S1= 614.74 GL= 15.00	338.46	Perido 1 N° DATOS: N1= 16.00 MEDIA: X1= 181.74 DES. EST: S1= 304.77 GL= 15.00	338.46
1972	186.00		153.49		491.95
1973	105.40		113.53		605.49
1974	17.09		69.75		675.24
1975	45.21		83.69		758.93
1976	139.00		130.19		889.12
1977	57.41		89.74		978.86
1978	44.40		83.29		1,062.15
1979	11.63		67.04		1,129.20
1980	34.10		78.18		1,207.38
1981	25.90		74.12		1,281.50
1982	30.41		76.35		1,357.85
1983	2,492.82		1,297.17		2,655.03
1984	99.40		110.56		2,765.58
1985	12.60		67.52		2,833.11
1986	27.01		74.67		2,907.78
1987	340.90		340.90		3,248.68
1988	37.21		37.21		3,285.89
1989	119.71		119.71		3,405.60
1990	9.21		9.21		3,414.81
1991	41.61		41.61		3,456.42
1992	490.40		490.40		3,946.82
1993	264.20		264.20		4,211.02
1994	38.80		38.80		4,249.82
1995	5.10		5.10		4,254.92
1996	7.00		7.00		4,261.92
1997	259.90		259.90		4,521.82
1998	1,764.20		1,764.20		6,286.02
1999	183.90		183.90		6,469.92
2000	101.00		101.00		6,570.92
2001	295.61		295.61		6,866.53
2002	245.80		245.80		7,112.33
2003	32.50		32.50		7,144.83
2004	24.01		24.01		7,168.84
2005	24.37		24.37		7,193.21
2006	95.73		95.73		7,288.94
2007	30.80		30.80		7,319.74
2008	389.20		389.20		7,708.94
2009	116.80		116.80		7,825.74
2010	182.10		182.10		8,007.84
2011	29.90		29.90		8,037.74
2012	202.60		202.60		8,240.34
2013	113.20		113.20		8,353.54
2014	31.33		31.33		8,384.87
2015	30.07		30.07		8,414.94
2016	30.13		30.13		8,445.07
2017	646.20		646.20		9,091.27
2018	29.60		29.60		9,120.87
2019	57.00		57.00		9,177.87
2020	21.90		21.90		9,199.77
2021	48.83	Perido 2 N° DATOS: N2= 39.00 MEDIA: X2= 181.74 DES. EST: S2= 304.77 GL= 38.00	48.83	Perido 2 N° DATOS: N2= 39.00 MEDIA: X2= 181.74 DES. EST: S2= 304.77 GL= 38.00	9,248.60
2022	60.06		60.06		9,308.66
2023	536.80		536.80		9,845.46
2024	26.60		26.60		9,872.06
2025	123.43		123.43		9,995.49

PRUEBA "T" DE STUDENT					PRUEBA "T" DE STUDENT						
Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad					Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad						
Tc=	10.41	GL=	53.00	Sp=	19.81	Tc=	-	GL=	53.00	Sp=	17.46
Tt=	2.01	a=	0.05	Sd=	5.88	Tt=	2.01	a=	0.05	Sd=	5.18
Corregir precipitacion en la media					Estadisticamente homogenea						
PRUEBA "F" DE FISHER					PRUEBA "F" DE FISHER						
Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad					Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad						
Fc=	2.02		GL	53.00	Fc=	1.00		GL	53.00		
Ft=	1.94				Ft=	1.94					
Corregir datos de precipitacion en la desviacion estandar					Estadisticamente homogenea						



3.3. ANALISIS DE TENDENCIAS.

3.3.1. Tendencia en la media. (t de STUDENT)

AÑOS	TIEMPO ti (años)	PP TOTAL ANUAL Yi (mm)	TIEMPO * PP ti*Yi	PARAMETROS	MEDIA	DESV. EST	COEF CORRELACION : R			
1971	1	338.46	338.46	PRECIPITACION (y) : Yi TIEMPO (t): ti PRODUCTO Y*T: Yi*Ti N° DE DATOS (n)	Yx= tx = Yi*Ti= N=	Yds= Tds= Tc= Tt=	R=(Yi*TiX-Yx*Tx)/(Yds/tds) R= - Tc= Tt=			
1972	2	153.49	306.99					181.74	301.94	
1973	3	113.53	340.60							0.05
1974	4	69.75	279.00					28	16.0208	-0.3292982
1975	5	83.69	418.46							2.01
1976	6	130.19	781.15		4,870.03					
1977	7	89.74	628.18							
1978	8	83.29	666.32							
1979	9	67.04	603.39							
1980	10	78.18	781.84		55					
1981	11	74.12	815.30	CONDICION						
1982	12	76.35	916.25							
1983	13	1,297.17	16,863.26	Si Tt>Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es no significativa						
1984	14	110.56	1,547.82	Si Tt<Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es significativa						
1985	15	67.52	1,012.87	RESULTADO						
1986	16	74.67	1,194.70							
1987	17	340.90	5,795.30							
1988	18	37.21	669.78	Tendencia en la media no significativa						
1989	19	119.71	2,274.49							
1990	20	9.21	184.20							
1991	21	41.61	873.81							
1992	22	490.40	10,788.80							
1993	23	264.20	6,076.60							
1994	24	38.80	931.20							
1995	25	5.10	127.50							
1996	26	7.00	182.00							
1997	27	259.90	7,017.30							
1998	28	1,764.20	49,397.60							
1999	29	183.90	5,333.10							
2000	30	101.00	3,030.00							

2001	31	295.61	9,163.91
2002	32	245.80	7,865.60
2003	33	32.50	1,072.50
2004	34	24.01	816.34
2005	35	24.37	852.95
2006	36	95.73	3,446.28
2007	37	30.80	1,139.60
2008	38	389.20	14,789.60
2009	39	116.80	4,555.20
2010	40	182.10	7,284.00
2011	41	29.90	1,225.90
2012	42	202.60	8,509.20
2013	43	113.20	4,867.60
2014	44	31.33	1,378.52
2015	45	30.07	1,353.15
2016	46	30.13	1,385.98
2017	47	646.20	30,371.40
2018	48	29.60	1,420.80
2019	49	57.00	2,793.00
2020	50	21.90	1,095.00
2021	51	48.83	2,490.33
2022	52	60.06	3,123.12
2023	53	536.80	28,450.40
2024	54	26.60	1,436.40
2025	55	123.43	6,788.65

3.4 PRECIPITACION CORREGIDA, HOMOGENEA Y CONSISTENTE.

3.4.1 VALORES UNITARIOS.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1971	0.36	0.03	0.48	0.01	0.02	-	-	0.00	0.00	0.03	0.05	0.01	1.00
1972	0.11	0.29	0.44	0.02	0.04	-	-	0.00	0.00	0.07	0.01	0.02	1.00
1973	0.13	0.39	0.24	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	-	0.14	-	0.00	1.00
1974	-	0.14	-	0.82	-	-	-	-	-	0.04	-	-	1.00
1975	-	0.01	0.62	0.26	0.10	0.01	-	-	0.00	-	0.01	0.00	1.00
1976	0.02	0.12	0.68	-	-	-	-	-	-	0.14	-	0.03	1.00
1977	0.21	0.75	-	-	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	1.00
1978	-	0.95	0.04	-	-	-	-	-	0.00	0.01	-	-	1.00
1979	0.11	0.06	0.63	0.15	-	0.02	-	-	-	-	0.02	0.01	1.00
1980	0.07	0.28	0.34	-	0.18	-	0.00	-	-	0.08	-	0.05	1.00
1981	0.02	0.13	0.78	0.06	0.01	-	-	0.00	0.00	-	-	-	1.00
1982	-	0.00	0.85	0.10	0.01	0.00	-	-	0.00	-	-	0.04	1.00
1983	0.48	0.16	0.28	0.05	0.00	-	-	-	0.01	0.00	0.00	0.01	1.00
1984	0.13	0.44	0.05	0.04	0.02	0.03	-	0.00	0.08	0.16	0.05	-	1.00
1985	0.06	0.10	0.71	0.02	0.00	0.01	-	0.08	0.00	0.01	0.01	-	1.00
1986	0.18	0.72	0.02	0.04	0.05	-	-	-	-	-	-	-	1.00
1987	0.02	0.69	0.17	0.09	0.02	0.00	-	-	0.01	0.00	-	-	1.00
1988	-	0.00	0.93	0.01	0.03	0.03	-	-	-	-	-	-	1.00
1989	0.23	0.02	0.45	0.13	0.05	-	-	-	0.10	0.00	-	0.02	1.00
1990	-	0.01	0.13	0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00
1991	-	0.16	0.77	0.03	0.04	-	-	-	-	-	-	-	1.00
1992	-	0.02	-	0.04	-	-	-	-	0.04	0.09	0.08	0.75	1.00
1993	0.13	0.09	0.20	0.24	0.18	0.15	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	1.00
1994	0.02	0.68	0.12	0.13	-	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.01	-	1.00
1995	0.02	-	0.40	0.02	0.25	-	-	0.10	-	0.06	-	0.14	1.00
1996	0.09	0.29	0.05	0.47	0.07	-	-	0.00	-	-	0.03	0.00	1.00
1997	0.03	0.60	0.27	0.10	-	-	0.00	-	-	0.00	0.00	-	1.00
1998	0.26	0.06	0.04	0.54	0.00	-	-	-	0.05	-	0.05	-	1.00
1999	0.08	0.53	0.31	0.05	-	-	-	-	0.00	0.04	-	-	1.00
2000	0.01	0.10	0.15	0.12	-	0.01	-	-	-	0.14	-	0.47	1.00
2001	0.08	0.14	0.65	0.01	-	0.00	-	-	-	-	0.00	0.12	1.00
2002	0.02	0.09	0.41	0.47	0.01	0.00	-	-	-	-	-	0.00	1.00
2003	-	0.30	0.43	0.24	0.03	0.00	0.00	-	-	0.00	-	-	1.00
2004	0.03	0.25	0.49	0.03	0.02	-	-	-	0.01	-	-	0.17	1.00
2005	-	0.41	0.35	-	-	-	-	-	-	-	0.24	-	1.00
2006	0.37	0.03	0.19	-	-	0.01	-	-	-	0.40	-	-	1.00
2007	-	0.04	0.10	0.05	-	-	-	-	-	0.03	0.01	0.77	1.00
2008	0.31	0.25	0.39	0.03	0.02	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	1.00
2009	0.04	0.71	0.07	0.10	0.03	0.01	-	-	0.00	0.01	-	0.03	1.00
2010	0.02	0.12	0.08	0.39	0.21	0.01	-	-	-	-	-	0.17	1.00
2011	0.03	0.02	0.81	0.12	-	-	-	-	0.00	-	0.01	0.01	1.00
2012	0.00	0.02	0.42	0.53	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	1.00
2013	0.15	0.41	0.06	-	-	0.06	0.01	-	-	-	0.05	0.26	1.00
2014	0.31	0.07	0.05	0.20	-	-	-	-	-	0.05	-	0.32	1.00
2015	0.00	0.00	0.96	0.01	0.00	0.02	-	-	-	-	-	0.00	1.00
2016	0.00	0.60	0.28	0.01	-	-	0.01	-	0.00	0.00	0.05	0.04	1.00
2017	0.21	-	0.60	0.11	0.01	-	-	-	-	-	0.03	0.04	1.00
2018	0.14	0.55	0.25	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	-	1.00
2019	0.29	0.28	0.31	0.01	0.02	0.00	0.00	-	-	0.01	0.07	0.02	1.00
2020	0.02	0.55	0.29	0.09	0.04	0.00	0.00	0.00	-	0.00	-	0.01	1.00
2021	0.10	0.04	0.03	0.71	0.02	0.01	0.04	-	-	0.02	0.01	0.01	1.00
2022	0.05	0.67	0.22	0.04	0.00	0.00	-	-	-	-	0.01	0.00	1.00
2023	0.01	0.02	0.80	-	0.14	-	0.00	-	-	-	-	0.02	1.00
2024	0.06	0.05	0.19	0.27	0.15	-	-	-	0.04	0.19	0.02	0.04	1.00
2025	0.06	0.21	0.29	0.07	0.02	0.02	-	-	0.06	0.03	0.14	0.11	1.00

3.5 PRECIPITACION CORREGIDA.

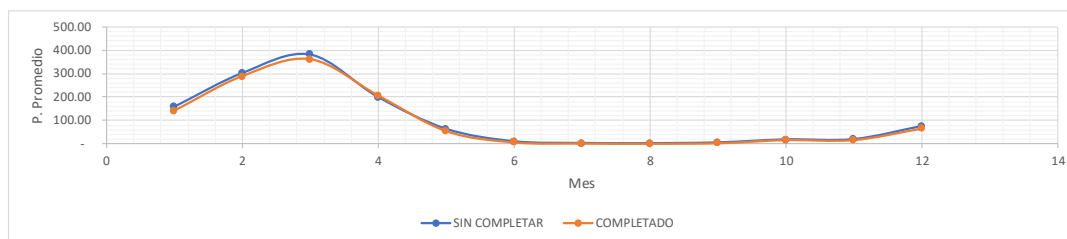
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1971	120.40	10.52	163.65	4.32	7.31	-	-	0.58	0.70	11.75	16.95	2.28	338.46
1972	17.16	44.92	67.29	2.33	5.40	-	-	0.00	0.19	10.84	2.22	3.14	153.49
1973	14.64	43.77	27.43	9.34	1.39	0.46	0.17	0.00	-	16.03	-	0.31	113.53
1974	-	9.47	-	57.45	-	-	-	-	-	2.82	-	-	69.75
1975	-	1.03	51.64	21.35	8.09	0.48	-	-	0.13	-	0.59	0.39	83.69
1976	3.06	15.89	88.99	-	-	-	-	-	-	18.58	-	3.67	130.19
1977	18.88	67.38	-	-	2.32	-	-	-	-	-	-	1.16	89.74
1978	-	78.95	3.56	-	-	-	-	-	0.07	0.71	-	-	83.29
1979	7.07	3.86	42.47	9.93	-	1.40	-	-	-	-	1.40	0.91	67.04
1980	5.58	21.79	26.35	-	14.15	-	0.02	-	-	6.10	-	4.20	78.18
1981	1.58	9.39	58.08	4.60	0.46	-	-	0.01	0.00	-	-	-	74.12
1982	-	0.08	65.02	7.39	0.53	0.04	-	-	0.16	-	-	3.12	76.35
1983	623.97	210.94	366.75	67.69	0.12	-	-	-	8.86	2.58	3.82	12.43	1,297.17
1984	14.88	49.17	5.82	3.88	2.01	2.78	-	0.13	9.06	17.53	5.30	-	110.56
1985	4.03	6.44	47.94	1.34	0.15	0.75	-	5.23	0.15	0.60	0.90	-	67.52
1986	13.21	53.56	1.67	2.63	3.60	-	-	-	-	-	-	-	74.67
1987	5.94	234.55	58.19	29.69	6.53	1.19	-	-	4.75	0.06	-	-	340.90
1988	-	0.17	34.44	0.34	1.01	1.26	-	-	-	-	-	-	37.21
1989	27.79	2.06	53.63	15.44	6.28	-	-	-	12.35	0.10	-	2.06	119.71
1990	-	0.14	1.24	7.83	-	-	-	-	-	-	-	-	9.21
1991	-	6.59	31.97	1.45	1.61	-	-	-	-	-	-	-	41.61
1992	-	9.68	-	17.74	-	-	-	-	17.74	41.93	37.09	366.23	490.40
1993	34.02	23.13	52.99	64.51	48.59	39.61	0.42	-	-	0.57	0.02	0.33	264.20
1994	0.59	26.39	4.57	4.96	-	0.08	0.27	1.25	0.35	0.12	0.23	-	38.80
1995	0.12	-	2.06	0.08	1.30	-	-	0.53	-	0.28	-	0.73	5.10
1996	0.60	2.00	0.36	3.27	0.52	-	-	0.03	-	-	0.21	0.03	7.00
1997	7.32	155.38	70.29	25.46	-	-	0.23	-	-	0.69	0.53	-	259.90
1998	455.16	113.79	66.38	958.20	4.74	-	-	-	85.34	-	80.60	-	1,764.20
1999	14.59	97.24	56.24	8.60	-	-	-	-	0.61	6.61	-	-	183.90
2000	1.10	9.87	15.35	12.06	-	1.10	-	-	-	14.26	-	47.26	101.00
2001	23.44	41.92	191.11	1.49	-	1.42	-	-	-	-	1.42	34.81	295.61
2002	4.41	21.30	101.45	115.68	2.11	0.70	-	-	-	-	-	0.15	245.80
2003	-	9.66	13.90	7.76	0.92	0.02	0.12	-	-	0.11	-	-	32.50
2004	0.74	6.00	11.88	0.68	0.43	-	-	-	0.19	-	-	4.08	24.01
2005	-	10.03	8.60	-	-	-	-	-	-	-	5.73	-	24.37
2006	35.56	2.74	17.78	-	-	1.37	-	-	-	38.29	-	-	95.73
2007	-	1.36	2.96	1.65	-	-	-	-	-	1.00	0.21	23.62	30.80
2008	120.89	95.88	150.32	13.37	7.52	0.60	0.02	-	-	0.31	0.22	0.07	389.20
2009	5.08	83.07	8.38	11.11	2.92	1.27	-	-	0.13	1.40	-	3.43	116.80
2010	3.25	22.72	14.96	70.68	38.40	1.44	-	-	-	-	-	30.65	182.10
2011	0.80	0.59	24.08	3.58	-	-	-	-	0.03	-	0.39	0.42	29.90
2012	0.08	4.12	84.90	108.14	-	-	-	-	-	2.06	2.23	1.07	202.60
2013	16.72	45.98	6.97	-	-	6.97	1.04	-	-	-	5.57	29.95	113.20
2014	9.79	2.22	1.44	6.26	-	-	-	-	-	1.70	-	9.93	31.33
2015	0.02	0.04	28.89	0.37	0.12	0.62	-	-	-	-	-	0.01	30.07
2016	0.01	18.10	8.56	0.41	-	-	0.19	-	0.09	0.06	1.38	1.32	30.13
2017	134.28	-	390.24	71.33	4.20	-	-	-	-	-	18.88	27.27	646.20
2018	4.23	16.41	7.46	0.87	0.49	0.02	0.01	0.05	-	0.01	0.07	-	29.60
2019	16.59	15.86	17.52	0.29	1.02	0.20	0.05	-	-	0.39	4.15	0.93	57.00
2020	0.38	12.11	6.24	1.88	0.81	0.07	0.01	0.04	-	0.11	-	0.25	21.90
2021	4.90	2.12	1.47	34.46	1.14	0.33	1.96	-	-	1.14	0.65	0.65	48.83
2022	3.20	40.14	13.40	2.70	0.09	0.03	-	-	-	-	0.42	0.09	60.06
2023	4.27	11.86	430.10	-	77.77	-	0.95	-	-	-	-	11.86	536.80
2024	1.53	1.44	4.92	7.22	3.91	-	-	-	1.10	5.01	0.42	1.04	26.60
2025	7.80	25.98	35.34	8.62	2.05	2.46	-	-	7.80	3.20	16.83	13.34	123.43
Nº DATOS	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	55.00	
PROM	32.54	32.72	55.40	32.92	4.73	1.21	0.10	0.14	2.72	3.76	3.79	11.69	
DES. EST	104.68	49.88	92.61	129.86	13.09	5.39	0.32	0.73	11.85	8.56	12.29	49.79	
MAX	623.97	234.55	430.10	958.20	77.77	39.61	1.96	5.23	85.34	41.93	80.60	366.23	
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 13

Precipitación acumulada estación Santo Domingo

ESTACION SAN DOMINGO													
Estación:	Santo Domingo (Código: 002110)												
Variable:	Precipitación Acumulada 1 Día (mm)												
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología												
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -5.023889 / Longitud: -79.871389 / Altitud(msnm): 1607												
Tipo:	Convencional / Climática												
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Morropon / Dist.: Santo Domingo												
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Alto Piura												
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Piura												
Nombre de la Fuente:	:												
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.													
1 DATOS DE PRECIPITACION ACUMULADA.													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1998	749.10	482.70	409.80	599.00	158.50	6.30	-	10.10	25.90	27.30	2.60	81.30	2,552.60
1999	100.10	563.80	351.90	333.50	231.20	59.00	3.80	-	1.50	11.00	2.30	128.50	1,786.60
2000	73.60	303.50	923.90	421.50	154.70	25.30	1.30	-	21.20	-	-	72.10	1,997.10
2001	140.90	156.00	344.90	106.30	11.80	2.70	3.30	1.00	0.30	8.00	50.10	41.80	867.10
2002	39.60	243.90	446.90	249.70	23.70	2.50	1.90	0.50	-	56.70	29.20	91.80	1,186.40
2003	158.00	184.50	101.80	43.70	22.30	2.50	-	-	-	0.50	11.60	8.30	533.20
2004	18.70	159.70	154.10	130.50	52.70	-	2.30	-	25.00	15.20	18.90	122.70	699.80
2005	59.20	229.40	446.20	32.00	8.50	1.70	-	-	0.60	9.70	-	54.10	841.40
2006	71.10	516.00	591.10	166.70	26.60	22.80	1.20	2.50	6.80	3.40	45.40	110.40	1,564.00
2007	357.60	122.80	344.00	189.20	24.10	6.10	1.20	2.90	3.40	48.80	69.30	4.70	1,174.10
2008													
2009													
2010													
2011													
2012													
2013													
2014													
2015													
2016													
2017	240.10	493.30	683.90	191.80	139.50	0.30	-	0.60	-	17.50	14.40	35.50	1,816.90
2018	132.20	245.60	180.40	102.00	55.40	1.00	-	-	-	3.80	41.40	64.10	825.90
2019	167.30	397.80	199.80	184.60	37.10	0.20	2.00	-	-	26.30	17.70	86.50	1,119.30
2020	115.80	141.90	129.10				11.00	1.60	0.60	1.00	16.90	125.40	543.30
2021	184.40	111.80	418.70	116.40	35.30	11.90	8.80	0.50	1.80	22.00	6.10	49.20	966.90
2022	75.70	153.90	401.30	97.90	27.50	12.70	6.10	5.00	2.20	10.70	0.50	61.80	855.30
2023	70.80	334.10	639.80	372.80	69.70	6.90	7.10	7.50	5.00	56.20	21.60	114.50	1,706.00
2024	113.60	384.70	113.20	136.90	27.60	3.30	-	-	2.00	4.80	0.60	106.30	893.00
2025	129.70	519.50	379.70	122.20	38.20	14.30	-	3.20	-				1,206.80
N° DATOS	19.00	19.00	19.00	18.00	18.00	18.00	19.00	19.00	19.00	18.00	18.00	18.00	
PROM	157.76	302.36	382.13	199.82	63.58	9.97	2.63	1.86	5.07	17.94	19.37	75.50	103.17
DES. EST	162.94	154.74	217.31	146.18	63.28	14.38	3.31	2.85	8.68	18.57	20.30	38.64	
MAX	749.10	563.80	923.90	599.00	231.20	59.00	11.00	10.10	25.90	56.70	69.30	128.50	
MIN	18.70	111.80	101.80	32.00	8.50	-	-	-	-	-	-	4.70	
2 COMPLETACION DE DATOS FALTANTES (SOFTWARE EASYFIT)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1998	749.10	482.70	409.80	599.00	158.50	6.30	-	10.10	25.90	27.30	2.60	81.30	2,552.60
1999	100.10	563.80	351.90	333.50	231.20	59.00	3.80	-	1.50	11.00	2.30	128.50	1,786.60
2000	73.60	303.50	923.90	421.50	154.70	25.30	1.30	-	21.20	-	-	72.10	1,997.10
2001	140.90	156.00	344.90	106.30	11.80	2.70	3.30	1.00	0.30	8.00	50.10	41.80	867.10
2002	39.60	243.90	446.90	249.70	23.70	2.50	1.90	0.50	-	56.70	29.20	91.80	1,186.40
2003	158.00	184.50	101.80	43.70	22.30	2.50	-	-	-	0.50	11.60	8.30	533.20
2004	18.70	159.70	154.10	130.50	52.70	-	2.30	-	25.00	15.20	18.90	122.70	699.80
2005	59.20	229.40	446.20	32.00	8.50	1.70	-	-	0.60	9.70	-	54.10	841.40
2006	71.10	516.00	591.10	166.70	26.60	22.80	1.20	2.50	6.80	3.40	45.40	110.40	1,564.00
2007	357.60	122.80	344.00	189.20	24.10	6.10	1.20	2.90	3.40	48.80	69.30	4.70	1,174.10
2008	44.16	251.64	421.51	208.26	11.37	2.13	1.39	2.01	1.37	4.39	4.34	10.25	962.83
2009	62.71	105.47	169.05	179.15	77.01	0.42	5.18	1.41	2.57	5.61	6.03	36.14	650.74
2010	54.92	122.35	376.18	688.76	75.06	0.38	6.68	0.97	0.72	3.86	18.45	82.45	1,430.78
2011	204.35	469.39	503.99	192.12	30.00	4.60	1.64	2.60	1.85	11.67	27.05	66.46	1,515.74
2012	130.45	308.39	646.48	135.53	24.00	4.90	0.67	0.49	0.46	55.51	2.15	14.90	1,323.93
2013	47.27	181.64	296.45	183.29	61.26	0.30	1.74	0.72	2.32	0.39	4.23	61.33	840.94
2014	123.88	133.66	103.89	313.50	64.43	4.12	1.40	0.67	0.73	2.76	5.62	53.10	807.75
2015	126.62	356.13	57.38	113.62	26.68	0.06	2.37	1.75	0.86	1.21	31.11	79.80	797.59
2016	182.09	407.81	265.31	66.86	25.45	8.27	2.95	1.88	1.27	56.85	23.12	47.15	1,089.01
2017	240.10	493.30	683.90	191.80	139.50	0.30	-	0.60	-	17.50	14.40	35.50	1,816.90
2018	132.20	245.60	180.40	102.00	55.40	1.00	-	-	-	3.80	41.40	64.10	825.90
2019	167.30	397.80	199.80	184.60	37.10	0.20	2.00	-	-	26.30	17.70	86.50	1,119.30
2020	115.80	141.90	129.10	118.82	16.30	3.05	11.00	1.60	0.60	1.00	16.90	125.40	681.47
2021	184.40	111.80	418.70	116.40	35.30	11.90	8.80	0.50	1.80	22.00	6.10	49.20	966.90
2022	75.70	153.90	401.30	97.90	27.50	12.70	6.10	5.00	2.20	10.70	0.50	61.80	855.30
2023	70.80	334.10	639.80	372.80	69.70	6.90	7.10	7.50	5.00	56.20	21.60	114.50	1,706.00
2024	113.60	384.70	113.20	136.90	27.60	3.30	-	-	2.00	4.80	0.60	106.30	893.00
2025	129.70	519.50	379.70	122.20	38.20	14.30	-	3.20	-	12.98	15.13	35.89	1,270.80
N° DATOS	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
PROM	141.93	288.62	360.74	207.02	55.57	7.42	2.64	1.71	3.87	17.08	17.35	65.95	97.49
DES. EST	138.94	147.12	208.42	155.21	53.43	12.04	2.91	2.37	7.31	19.42	17.47	36.27	
MAX	749.10	563.80	923.90	688.76	231.20	59.00	11.00	10.10	25.90	56.85	69.30	128.50	
MIN	18.70	105.47	57.38	32.00	8.50	-	-	-	-	-	-	4.70	

2.1. Comparacion de Promedio de la Estacion Completa y sin Completar



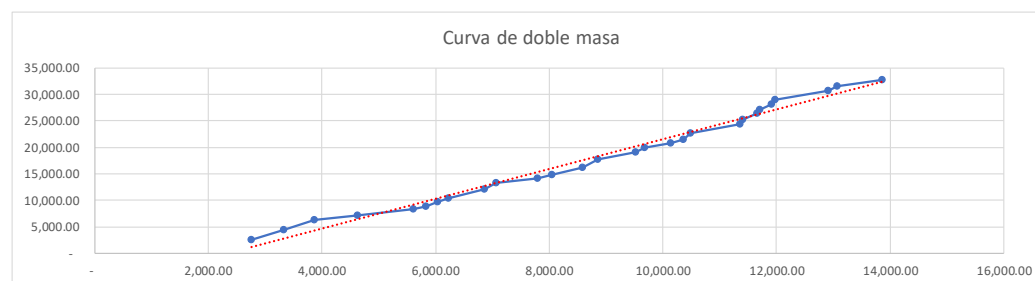
2.2. Comparacion de Desviacion Estandar de la Estacion Completa y sin Completar



3 ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS HIDROLOGICOS.

3.1 ANALISIS DE DOBLE MASA

AÑO	EST 01 (San Pedro)	EST 02 (Morropon)	Promedio	Acumulado	EST. Santo Domingo	Acumulado
1998	2,996.40	2,523.89	2,760.15	2,760.15	2,552.60	2,552.60
1999	522.30	612.50	567.40	3,327.55	1,786.60	4,339.20
2000	491.00	594.40	542.70	3,870.25	1,997.10	6,336.30
2001	808.80	717.00	762.90	4,633.15	867.10	7,203.40
2002	1,176.00	773.30	974.65	5,607.80	1,186.40	8,389.80
2003	306.50	141.90	224.20	5,832.00	533.20	8,923.00
2004	199.90	208.00	203.95	6,035.95	699.80	9,622.80
2005	224.30	143.70	184.00	6,219.95	841.40	10,464.20
2006	682.80	600.10	641.45	6,861.40	1,564.00	12,028.20
2007	224.50	188.80	206.65	7,068.05	1,174.10	13,202.30
2008	257.61	1,181.20	719.41	7,787.45	962.83	14,165.13
2009	71.50	454.70	263.10	8,050.55	650.74	14,815.87
2010	704.94	371.40	538.17	8,588.72	1,430.78	16,246.65
2011	295.20	243.30	269.25	8,857.97	1,515.74	17,762.39
2012	144.50	1,194.10	669.30	9,527.27	1,323.93	19,086.32
2013	93.70	215.23	154.47	9,681.74	840.94	19,927.26
2014	811.11	96.37	453.74	10,135.48	807.75	20,735.01
2015	317.20	143.67	230.44	10,365.91	797.59	21,532.60
2016	3.20	247.85	125.53	10,491.44	1,089.01	22,621.61
2017	-	1,723.60	861.80	11,353.24	1,816.90	24,438.51
2018	-	104.20	52.10	11,405.34	825.90	25,264.41
2019	-	510.70	255.35	11,660.69	1,119.30	26,383.71
2020	31.70	57.64	44.67	11,705.36	681.47	27,065.18
2021	200.20	208.36	204.28	11,909.64	966.90	28,032.08
2022	29.20	107.90	68.55	11,978.19	855.30	28,887.38
2023	201.50	1,674.80	938.15	12,916.34	1,706.00	30,593.38
2024	17.40	302.80	160.10	13,076.44	893.00	31,486.38
2025	956.90	622.51	789.71	13,866.14	1,270.80	32,757.18

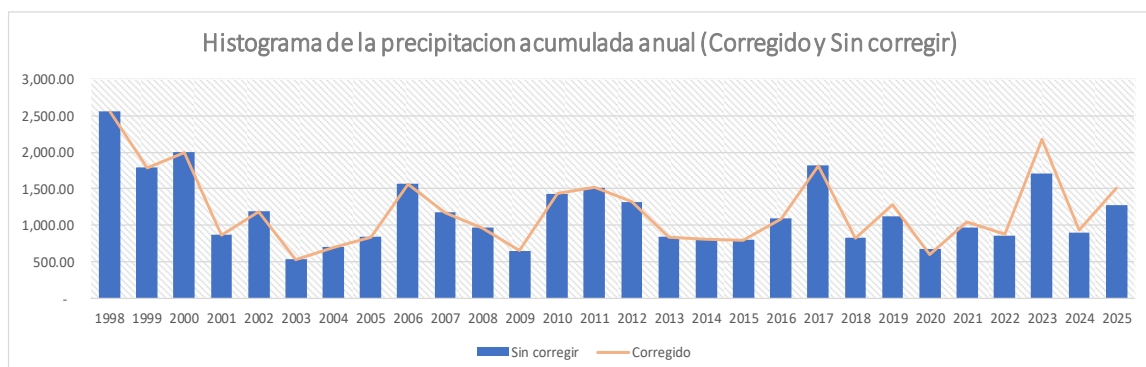
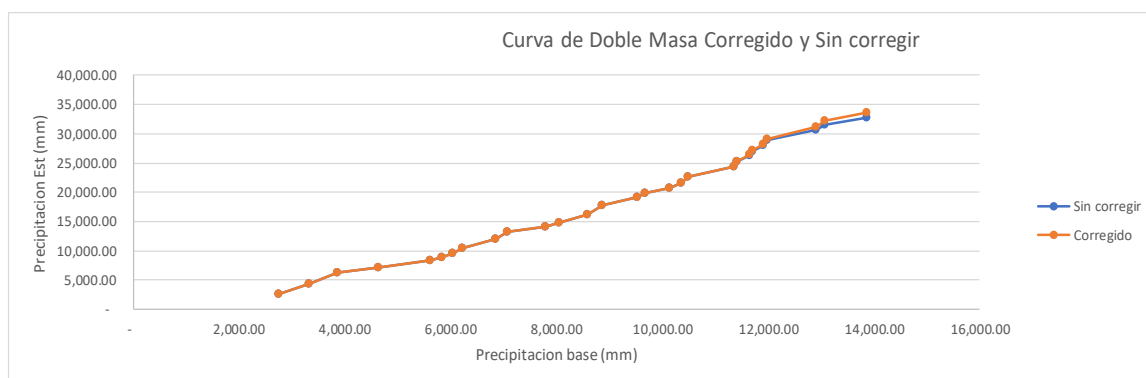


- * Se observa cambio notable de pendiente.
- * Se observa punto de quiebre evidente.
- * Alineacion bastante uniforme.

3.2 ANALISIS DE SALTOS.

3.2.1. Consistencia en la media y la desviacion estandar.

AÑO	P. TOTAL (mm)	PERIODO MUESTRAL	P. CORREGI DA	PERIODO MUESTRAL	P. CORR ACUMULADA
1998	2,552.60	Perido 1	2,552.60	Perido 1	2,552.60
1999	1,786.60		1,786.60		4,339.20
2000	1,997.10	N° DATOS: N1= 21.00	1,997.10	N° DATOS: N1= 21.00	6,336.30
2001	867.10	MEDIA: X1= 1,203.07	867.10	MEDIA: X1= 1,221.93	7,203.40
2002	1,186.40	DES. EST: S1= 518.66	1,186.40	DES. EST: S1= 518.66	8,389.80
2003	533.20	GL= 20.00	533.20	GL= 20.00	8,923.00
2004	699.80		699.80		9,622.80
2005	841.40		841.40		10,464.20
2006	1,564.00		1,564.00		12,028.20
2007	1,174.10		1,174.10		13,202.30
2008	962.83		962.83		14,165.13
2009	650.74		650.74		14,815.87
2010	1,430.78		1,430.78		16,246.65
2011	1,515.74		1,515.74		17,762.39
2012	1,323.93		1,323.93		19,086.32
2013	840.94		840.94		19,927.26
2014	807.75		807.75		20,735.01
2015	797.59		797.59		21,532.60
2016	1,089.01		1,089.01		22,621.61
2017	1,816.90		1,816.90		24,438.51
2018	825.90		825.90		25,264.41
2019	1,119.30		1,278.07		26,542.48
2020	681.47		606.61		27,149.08
2021	966.90	Perido 2	1,044.34	Perido 2	28,193.43
2022	855.30	N° DATOS: N2= 7.00	873.19	N° DATOS: N2= 7.00	29,066.62
2023	1,706.00	MEDIA: X2= 1,070.40	2,177.84	MEDIA: X2= 1,203.07	31,244.46
2024	893.00	DES. EST: S2= 338.20	931.01	DES. EST: S2= 518.66	32,175.47
2025	1,270.80	GL= 6.00	1,510.41	GL= 6.00	33,685.88
PRUEBA "T" DE STUDENT			PRUEBA "T" DE STUDENT		
Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad			Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad		
Tc=	13.92	GL= 26.00 Sp= 21.84	Tc=	1.90	GL= 26.00 Sp= 22.77
Tt=	2.06	a= 0.05 Sd= 9.53	Tt=	2.06	a= 0.05 Sd= 9.94
Corregir precipitacion en la media			Estadisticamente homogenea		
PRUEBA "F" DE FISHER			PRUEBA "F" DE FISHER		
Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad			Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad		
Fc=	1.53	GL 26.00	Fc=	1.00	GL 26.00
Ft=	3.87		Ft=	3.87	
Estadisticamente homogenea			Estadisticamente homogenea		



3.3. ANALISIS DE TENDENCIAS.

3.3.1. Tendencia en la media. (t de STUDENT)

AÑOS	TIEMPO ti (años)	PP TOTAL ANUAL Yi (mm)	TIEMPO * PP ti*Yi	PARAMETROS	MEDIA	DESV. EST	COEF CORRELACION : R
1998	1	2,552.60	2,552.60	PRECIPITACION (y) : Yi	Yx=	1,203.07	Yds= 508.965
1999	2	1,786.60	3,573.20				
2000	3	1,997.10	5,991.30				
2001	4	867.10	3,468.40				
2002	5	1,186.40	5,932.00	TIEMPO (t): ti	tx =	14.5	Tds= 8.22598
2003	6	533.20	3,199.20	PRODUCTO Y*T: Yi*Ti	Yi*Tix=	16,756.27	R= - 0.16 Tc= -0.849721515 Tt= 2.06
2004	7	699.80	4,898.60				
2005	8	841.40	6,731.20				
2006	9	1,564.00	14,076.00				
2007	10	1,174.10	11,741.00	Nº DE DATOS (n)	N=	28	
2008	11	962.83	10,591.14				
2009	12	650.74	7,808.93				
2010	13	1,430.78	18,600.10				
2011	14	1,515.74	21,220.32				
2012	15	1,323.93	19,858.91				
2013	16	840.94	13,455.06				
2014	17	807.75	13,731.76	CONDICION			
2015	18	797.59	14,356.60				
2016	19	1,089.01	20,691.24	Si Tt>Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es no significativa			
2017	20	1,816.90	36,338.00	Si Tt<Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es significativa			
2018	21	825.90	17,343.90				
2019	22	1,278.07	28,117.48	RESULTADO			
2020	23	606.61	13,951.93				
2021	24	1,044.34	25,064.27	Tendencia en la media no significativa			
2022	25	873.19	21,829.84				
2023	26	2,177.84	56,623.79				
2024	27	931.01	25,137.29				
2025	28	1,510.41	42,291.47				

3.4 PRECIPITACION CORREGIDA, HOMOGENEA Y CONSISTENTE.

3.4.1 VALORES UNITARIOS.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1998	0.29	0.19	0.16	0.23	0.06	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.03	1.00
1999	0.06	0.32	0.20	0.19	0.13	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.07	1.00
2000	0.04	0.15	0.46	0.21	0.08	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.04	1.00
2001	0.16	0.18	0.40	0.12	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	0.05	1.00
2002	0.03	0.21	0.38	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.08	1.00
2003	0.30	0.35	0.19	0.08	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	1.00
2004	0.03	0.23	0.22	0.19	0.08	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.03	0.18	1.00
2005	0.07	0.27	0.53	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.06	1.00
2006	0.05	0.33	0.38	0.11	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.07	1.00
2007	0.30	0.10	0.29	0.16	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.04	0.06	0.00	1.00
2008	0.05	0.26	0.44	0.22	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2009	0.10	0.16	0.26	0.28	0.12	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	1.00
2010	0.04	0.09	0.26	0.48	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.06	1.00
2011	0.13	0.31	0.33	0.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	1.00
2012	0.10	0.23	0.49	0.10	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.01	1.00
2013	0.06	0.22	0.35	0.22	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	1.00
2014	0.15	0.17	0.13	0.39	0.08	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	1.00
2015	0.16	0.45	0.07	0.14	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.10	1.00
2016	0.17	0.37	0.24	0.06	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.04	1.00
2017	0.13	0.27	0.38	0.11	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	1.00
2018	0.16	0.30	0.22	0.12	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.08	1.00
2019	0.15	0.36	0.18	0.16	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.08	1.00
2020	0.17	0.21	0.19	0.17	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.18	1.00
2021	0.19	0.12	0.43	0.12	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.05	1.00
2022	0.09	0.18	0.47	0.11	0.03	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.07	1.00
2023	0.04	0.20	0.38	0.22	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.07	1.00
2024	0.13	0.43	0.13	0.15	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.12	1.00
2025	0.10	0.41	0.30	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	1.00

3.5 PRECIPITACION CORREGIDA.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1998	749.10	482.70	409.80	599.00	158.50	6.30	-	10.10	25.90	27.30	2.60	81.30	2,552.60
1999	100.10	563.80	351.90	333.50	231.20	59.00	3.80	-	1.50	11.00	2.30	128.50	1,786.60
2000	73.60	303.50	923.90	421.50	154.70	25.30	1.30	-	21.20	-	-	72.10	1,997.10
2001	140.90	156.00	344.90	106.30	11.80	2.70	3.30	1.00	0.30	8.00	50.10	41.80	867.10
2002	39.60	243.90	446.90	249.70	23.70	2.50	1.90	0.50	-	56.70	29.20	91.80	1,186.40
2003	158.00	184.50	101.80	43.70	22.30	2.50	-	-	-	0.50	11.60	8.30	533.20
2004	18.70	159.70	154.10	130.50	52.70	-	2.30	-	25.00	15.20	18.90	122.70	699.80
2005	59.20	229.40	446.20	32.00	8.50	1.70	-	-	0.60	9.70	-	54.10	841.40
2006	71.10	516.00	591.10	166.70	26.60	22.80	1.20	2.50	6.80	3.40	45.40	110.40	1,564.00
2007	357.60	122.80	344.00	189.20	24.10	6.10	1.20	2.90	3.40	48.80	69.30	4.70	1,174.10
2008	44.16	251.64	421.51	208.26	11.37	2.13	1.39	2.01	1.37	4.39	4.34	10.25	962.83
2009	62.71	105.47	169.05	179.15	77.01	0.42	5.18	1.41	2.57	5.61	6.03	36.14	650.74
2010	54.92	122.35	376.18	688.76	75.06	0.38	6.68	0.97	0.72	3.86	18.45	82.45	1,430.78
2011	204.35	469.39	503.99	192.12	30.00	4.60	1.64	2.60	1.85	11.67	27.05	66.46	1,515.74
2012	130.45	308.39	646.48	135.53	24.00	4.90	0.67	0.49	0.46	55.51	2.15	14.90	1,323.93
2013	47.27	181.64	296.45	183.29	61.26	0.30	1.74	0.72	2.32	0.39	4.23	61.33	840.94
2014	123.88	133.66	103.89	313.50	64.43	4.12	1.40	0.67	0.73	2.76	5.62	53.10	807.75
2015	126.62	356.13	57.38	113.62	26.68	0.06	2.37	1.75	0.86	1.21	31.11	79.80	797.59
2016	182.09	407.81	265.31	66.86	25.45	8.27	2.95	1.88	1.27	56.85	23.12	47.15	1,089.01
2017	240.10	493.30	683.90	191.80	139.50	0.30	-	0.60	-	17.50	14.40	35.50	1,816.90
2018	132.20	245.60	180.40	102.00	55.40	1.00	-	-	-	3.80	41.40	64.10	825.90
2019	191.03	454.23	228.14	210.78	42.36	0.23	2.28	-	-	30.03	20.21	98.77	1,278.07
2020	103.08	126.31	114.92	105.77	14.51	2.71	9.79	1.42	0.53	0.89	15.04	111.62	606.61
2021	199.17	120.75	452.24	125.72	38.13	12.85	9.50	0.54	1.94	23.76	6.59	53.14	1,044.34
2022	77.28	157.12	409.70	99.95	28.08	12.97	6.23	5.10	2.25	10.92	0.51	63.09	873.19
2023	90.38	426.50	816.75	475.91	88.98	8.81	9.06	9.57	6.38	71.74	27.57	146.17	2,177.84
2024	118.44	401.07	118.02	142.73	28.77	3.44	-	-	2.09	5.00	0.63	110.82	931.01
2025	154.15	617.45	451.29	145.24	45.40	17.00	-	3.80	-	15.43	17.98	42.66	1,510.41
Nº DATOS	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	28.00	
PROM	144.65	297.90	371.79	212.61	56.80	7.62	2.71	1.81	3.93	17.93	17.71	67.61	
DES. EST	139.07	157.95	220.20	159.88	53.58	12.13	2.99	2.60	7.32	20.82	17.55	37.83	
MAX	749.10	617.45	923.90	688.76	231.20	59.00	9.79	10.10	25.90	71.74	69.30	146.17	
MIN	18.70	105.47	57.38	32.00	8.50	-	-	-	-	-	-	4.70	

Tabla 14

Precipitación acumulada estación Alamor

ESTACION ALAMOR

Estación:Alamor (Código: 152153)

Variable:Precipitación Acumulada 1 Día (mm)

Operador:Servicio Nacional Meteorología E Hidrología

WGS 84 Geográficas:Latitud: -4.488689 / Longitud: -80.387 / Altitud(msnm): 150

Tipo:Convencional / Climática

Ámbito Político:Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Lancones

Ámbito Administrativo:AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira

Unidad Hidrográfica:Cuenca Chira

Nombre de la Fuente:Río: Alamor

Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.

1 DATOS DE PRECIPITACION ACUMULADA.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	22.70	119.80	130.80	146.40	2.30	3.60	-	-	-	-	-	32.70	458.30
2001	100.70	123.90	603.20	144.00	0.40	-	-	-	-	2.00	1.00	6.30	981.50
2002	-	62.60	591.50	252.40	-	-	-	-	-	1.60	0.40	6.60	915.10
2003	5.40	81.50	31.40	6.70	-	-	-	-	-	-	3.10	19.20	147.30
2004	23.60	44.10	42.80	16.80	1.30	-	2.30	-	-	6.70	-	2.90	140.50
2005	-	13.30	222.90	-	-	0.90	-	-	-	-	-	1.10	238.20
2006	35.70	342.60	260.00	27.70	-	-	-	-	-	-	0.90	2.90	669.80
2007	59.40	2.00	111.00	27.20	-	-	-	-	-	-	0.90	1.90	202.40
2008	68.50	376.40	491.50	42.60	0.70	0.70	-	-	-	3.70	6.60	-	990.70
2009	-	128.20	229.90	1.20	14.20	-	-	-	-	-	3.50	0.20	377.20
2010	7.20	96.20	226.50	38.70	31.60	-	-	-	-	3.20	2.10	-	405.50
2011	3.70	46.40	8.80	55.80	-	3.20	-	-	1.10	-	0.90	-	119.90
2012	34.40	590.50	273.00	163.70	-	-	-	-	-	1.80	11.30	5.40	1,080.10
2013	7.80	1.30	101.90	2.30	10.60	-	-	-	-	0.80	-	6.00	130.70
2014	-	11.30	14.40	2.40	17.60	-	-	-	-	2.80	-	3.40	51.90
2015	10.00	25.90	504.80	30.30	6.50	-	-	-	-	-	4.70	6.80	589.00
2016	38.40	274.80	281.10	55.80	-	7.70	-	-	-	-	-	10.10	667.90
2017	158.00	416.10	970.40	141.00	54.50	0.20	0.80	0.10	-	3.80	0.90	0.90	1,746.70
2018	7.60	5.90	1.30	34.60	4.20	-	-	-	-	-	2.30	33.70	89.60
2019	22.30	428.50	40.30	14.20	0.40	0.10	-	0.20	-	-	0.50	3.30	509.80
2020	-	56.50	20.50	-	-	-	0.10	-	-	-	3.40	23.80	104.30
2021	7.20	0.60	315.60	125.10	2.00	11.80	0.30	-	0.50	0.20	0.20	22.70	486.20
2022	0.50	1.30	66.40	0.50	0.80	0.20	-	-	-	-	-	-	69.70
2023	-	-	-	-	-	-	-	1.80	-	2.50	0.10	33.10	37.50
2024	-	-	-	18.50	3.20	1.80	-	-	-	-	-	7.20	30.70
2025	7.60	252.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	259.60
N° DATOS	58.00	57.00	57.00	55.00	58.00	54.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	55.00	674.00
PROM	37.47	113.87	175.19	74.94	10.75	2.39	0.22	0.30	0.21	2.22	1.67	10.58	35.82
DES. EST	82.81	149.10	200.72	164.84	49.01	13.26	0.82	1.10	0.67	3.02	3.09	32.78	-
MAX	574.80	639.90	879.00	1,030.70	372.20	97.60	5.90	7.80	3.50	12.50	13.50	219.90	-
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

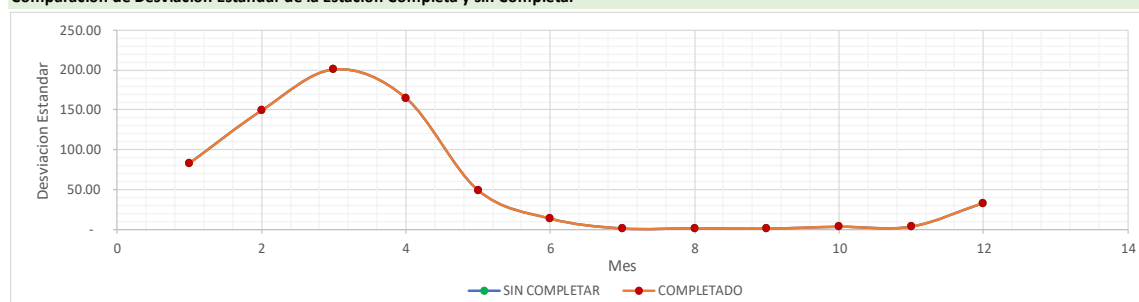
2 COMPLETACION DE DATOS FALTANTES (SOFTWARE EASYFIT)

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	22.70	119.80	130.80	146.40	2.30	3.60	-	-	-	-	-	32.70	458.30
2001	100.70	123.90	603.20	144.00	0.40	-	-	-	-	2.00	1.00	6.30	981.50
2002	-	62.60	591.50	252.40	-	-	-	-	-	1.60	0.40	6.60	915.10
2003	5.40	81.50	31.40	6.70	-	-	-	-	-	-	3.10	19.20	147.30
2004	23.60	44.10	42.80	16.80	1.30	-	2.30	-	-	6.70	-	2.90	140.50
2005	-	13.30	222.90	-	-	0.90	-	-	-	-	-	1.10	238.20
2006	35.70	342.60	260.00	27.70	-	-	-	-	-	-	0.90	2.90	669.80
2007	59.40	2.00	111.00	27.20	-	-	-	-	-	-	0.90	1.90	202.40
2008	68.50	376.40	491.50	42.60	0.70	0.70	-	-	-	3.70	6.60	-	990.70
2009	5.65	128.20	229.90	1.20	14.20	-	-	-	-	-	3.50	0.20	382.85
2010	7.20	96.20	226.50	38.70	31.60	-	-	-	-	3.20	2.10	-	405.50
2011	3.70	46.40	8.80	55.80	-	3.20	-	-	1.10	-	0.90	-	119.90
2012	34.40	590.50	273.00	163.70	-	-	-	-	-	1.80	11.30	5.40	1,080.10
2013	7.80	1.30	101.90	2.30	10.60	-	-	-	-	0.80	-	6.00	130.70
2014	-	11.30	14.40	2.40	17.60	-	-	-	-	2.80	-	3.40	51.90
2015	10.00	25.90	504.80	30.30	6.50	-	-	-	-	-	4.70	6.80	589.00
2016	38.40	274.80	281.10	55.80	-	7.70	-	-	-	-	5.46	10.10	673.36
2017	158.00	416.10	970.40	141.00	54.50	0.20	0.80	0.10	-	3.80	0.90	0.90	1,746.70
2018	7.60	5.90	1.30	34.60	4.20	-	-	-	-	-	2.30	33.70	89.60
2019	22.30	428.50	40.30	14.20	0.40	0.10	-	0.20	-	-	0.50	3.30	509.80
2020	-	56.50	20.50	26.50	3.56	0.84	0.10	-	-	-	3.40	23.80	135.20
2021	7.20	0.60	315.60	125.10	2.00	11.80	0.30	-	0.50	0.20	0.20	22.70	486.20
2022	0.50	1.30	66.40	0.50	0.80	0.20	-	-	0.14	0.15	2.78	25.64	98.41
2023	2.56	315.20	524.20	23.80	4.21	2.56	0.20	1.80	-	2.50	0.10	33.10	910.23
2024	5.26	356.78	145.78	18.50	3.20	1.80	-	0.15	-	-	-	7.20	538.67
2025	7.60	252.00	98.56	12.47	2.13	3.50	0.01	0.10	0.03	0.05	1.74	4.89	383.08
N° DATOS	58.00	57.00	57.00	55.00	58.00	54.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	55.00	674.00
PROM	37.47	113.87	175.19	74.94	10.75	2.39	0.22	0.30	0.21	2.22	1.67	10.58	35.82
DES. EST	82.81	149.10	200.72	164.84	49.01	13.26	0.82	1.10	0.67	3.02	3.09	32.78	-
MAX	574.80	639.90	879.00	1,030.70	372.20	97.60	5.90	7.80	3.50	12.50	13.50	219.90	-
MIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Comparacion de Promedio de la Estacion Completa y sin Completar



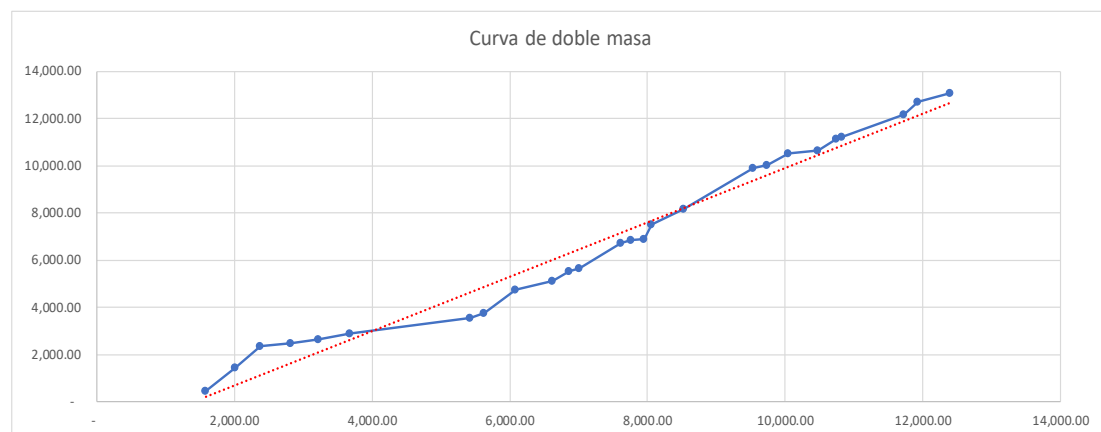
Comparacion de Desviacion Estandar de la Estacion Completa y sin Completar



ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS HIDROLOGICOS.

ANALISIS DE DOBLE MASA

AÑO	EST 01 (Lancones)	EST 02 (Mallares)	Promedio	Acumulado	EST. Alamor	Acumulado
2000	628.62	2,523.89	1,576.26	1,576.26	458.30	458.30
2001	262.10	612.50	437.30	2,013.56	981.50	1,439.80
2002	140.70	594.40	367.55	2,381.11	915.10	2,354.90
2003	167.41	717.00	442.21	2,823.31	147.30	2,502.20
2004	16.50	773.30	394.90	3,218.21	140.50	2,642.70
2005	790.50	141.90	466.20	3,684.41	238.20	2,880.90
2006	3,277.50	208.00	1,742.75	5,427.16	669.80	3,550.70
2007	262.10	143.70	202.90	5,630.06	202.40	3,753.10
2008	312.50	600.10	456.30	6,086.36	990.70	4,743.80
2009	627.90	454.70	541.30	6,627.66	382.85	5,126.65
2010	106.53	371.40	238.97	6,866.63	405.50	5,532.15
2011	57.96	243.30	150.63	7,017.26	119.90	5,652.05
2012	6.50	1,194.10	600.30	7,617.56	1,080.10	6,732.15
2013	95.03	215.23	155.13	7,772.69	130.70	6,862.85
2014	257.61	96.37	176.99	7,949.68	51.90	6,914.75
2015	71.50	143.67	107.59	8,057.26	589.00	7,503.75
2016	704.94	247.85	476.40	8,533.66	673.36	8,177.11
2017	296.50	1,723.60	1,010.05	9,543.71	1,746.70	9,923.81
2018	300.50	104.20	202.35	9,746.06	89.60	10,013.41
2019	93.70	510.70	302.20	10,048.26	509.80	10,523.21
2020	811.11	57.64	434.38	10,482.63	135.20	10,658.41
2021	317.20	208.36	262.78	10,745.41	486.20	11,144.61
2022	75.16	107.90	91.53	10,836.94	98.41	11,243.02
2023	122.53	1,674.80	898.67	11,735.61	910.23	12,153.25
2024	88.28	302.80	195.54	11,931.15	538.67	12,691.92
2025	322.55	622.51	472.53	12,403.67	383.08	13,075.00



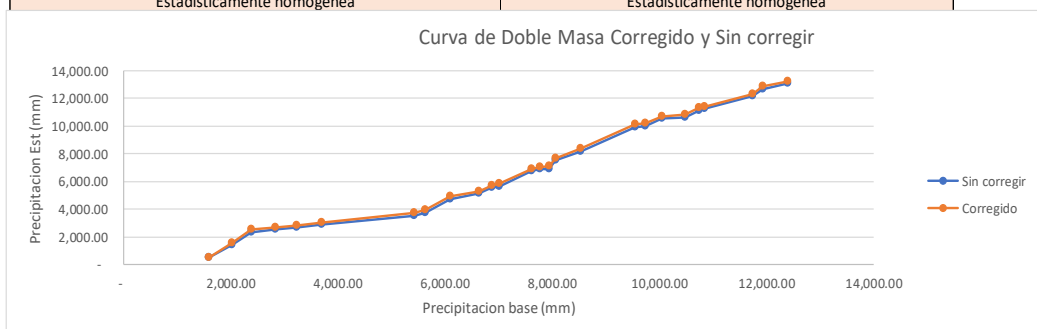
* Se observa 3 cambios notable de pendiente.

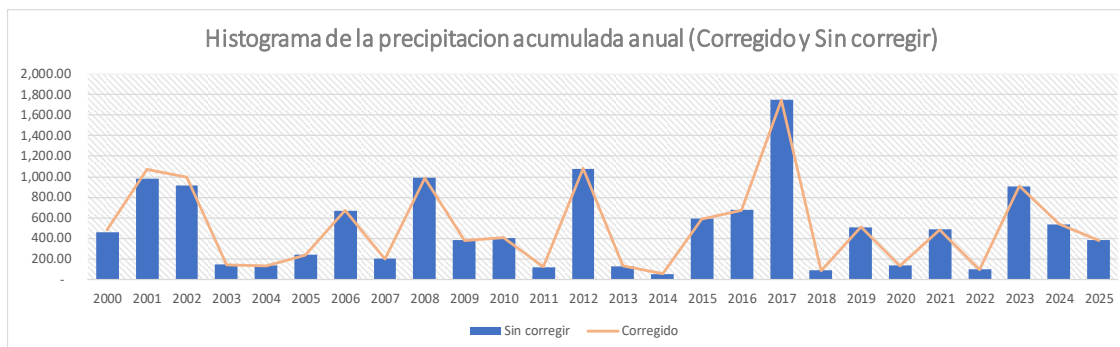
* Se observa 2 puntos de quiebre evidente.

3.2 ANALISIS DE SALTOS

3.2.1. Consistencia en la media y la desviación estandar.

AÑO	P. TOTAL (mm)	PERIODO MUESTRAL	P. CORREGID A	PERIODO MUESTRAL	P. CORR ACUMULA DA
2000	458.30	Perido 1	485.32	Perido 1	485.32
2001	981.50		1,069.32		1,554.64
2002	915.10	N° DATOS: N1= 6.00	995.20	N° DATOS: N1= 6.00	2,549.84
2003	147.30	MEDIA: X1= 480.15	138.17	MEDIA: X1= 509.71	2,688.01
2004	140.50	DES. EST: S1= 380.97	130.58	DES. EST: S1= 425.25	2,818.59
2005	238.20	GL= 5.00	239.64	GL= 5.00	3,058.23
2006	669.80		669.80		3,728.03
2007	202.40		202.40		3,930.43
2008	990.70		990.70		4,921.13
2009	382.85		382.85		5,303.98
2010	405.50		405.50		5,709.48
2011	119.90		119.90		5,829.38
2012	1,080.10		1,080.10		6,909.48
2013	130.70		130.70		7,040.18
2014	51.90		51.90		7,092.08
2015	589.00		589.00		7,681.08
2016	673.36		673.36		8,354.44
2017	1,746.70		1,746.70		10,101.14
2018	89.60		89.60		10,190.74
2019	509.80		509.80		10,700.54
2020	135.20		135.20		10,835.74
2021	486.20	Perido 2	486.20	Perido 2	11,321.94
2022	98.41	N° DATOS: N2= 20.00	98.41	N° DATOS: N2= 20.00	11,420.35
2023	910.23	MEDIA: X2= 509.71	910.23	MEDIA: X2= 509.71	12,330.58
2024	538.67	DES. EST: S2= 425.25	538.67	DES. EST: S2= 425.25	12,869.25
2025	383.08	GL= 19.00	383.08	GL= 19.00	13,252.33
PRUEBA "T" DE STUDENT			PRUEBA "T" DE STUDENT		
Criterio : si $T_t > T_c$: Homogeneidad; si $T_t < T_c$: No Homogeneidad			Criterio : si $T_t > T_c$: Homogeneidad; si $T_t < T_c$: No Homogeneidad		
Tc= 3.11 GL= 24.00 Sp= 20.40			Tc= - GL= 24.00 Sp= 20.62		
Tt= 2.06 a= 0.05 Sd= 9.49			Tt= 2.06 a= 0.05 Sd= 9.60		
Corregir precipitacion en la media			Estadisticamente homogenea		
PRUEBA "F" DE FISHER			PRUEBA "F" DE FISHER		
Criterio: si $F_t > F_c$: Homogeneidad; si $F_t < F_c$: No Homogeneidad			Criterio: si $F_t > F_c$: Homogeneidad; si $F_t < F_c$: No Homogeneidad		
Fc= 1.12 GL= 24.00			Fc= 1.00 GL= 24.00		
Ft= 2.74			Ft= 2.74		
Estadisticamente homogenea			Estadisticamente homogenea		





3.3. ANALISIS DE TENDENCIAS.

1. Tendencia en la media. (t de STUDENT)

AÑOS	TIEMPO ti (años)	PP TOTAL ANUAL Yi (mm)	TIEMPO * PP ti*Yi	PARAMETROS	MEDIA	DESV. EST	COEF CORRELACION : R		
2000	1	485.32	485.32	PRECIPITACION (y) : Yi	Yx=	509.71	Yds=	416.656	R=(Yi*Tix-Yx*Tx)/(Yds/tds)
2001	2	1,069.32	2,138.64						
2002	3	995.20	2,985.61						
2003	4	138.17	552.69	TIEMPO (t): ti	tx =	13.5	Tds=	7.64853	R= - 0.05 Tc= -0.223163 Tt= 2.06
2004	5	130.58	652.91						
2005	6	239.64	1,437.82						
2006	7	669.80	4,688.60	PRODUCTO Y*T: Yi*Ti	Yi*Tix=	#####			
2007	8	202.40	1,619.20						
2008	9	990.70	8,916.30						
2009	10	382.85	3,828.50	N° DE DATOS (n)	N=	26			
2010	11	405.50	4,460.50						
2011	12	119.90	1,438.80						
2012	13	1,080.10	14,041.30						
2013	14	130.70	1,829.80						
2014	15	51.90	778.50						
2015	16	589.00	9,424.00	CONDICION					
2016	17	673.36	11,447.12	Si T>Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es no significativa					
2017	18	1,746.70	31,440.60	Si T<Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es significativa					
2018	19	89.60	1,702.40						
2019	20	509.80	10,196.00						
2020	21	135.20	2,839.20						
2021	22	486.20	10,696.40	RESULTADO					
2022	23	98.41	2,263.43	Tendencia en la media no significativa					
2023	24	910.23	21,845.52						
2024	25	538.67	13,466.75						
2025	26	383.08	9,960.08						

3.4 PRECIPITACION CORREGIDA, HOMOGENEA Y CONSISTENTE.

VALORES UNITARIOS.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	0.05	0.26	0.29	0.32	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	1.00
2001	0.10	0.13	0.61	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2002	0.00	0.07	0.65	0.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2003	0.04	0.55	0.21	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.13	1.00
2004	0.17	0.31	0.30	0.12	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	1.00
2005	0.00	0.06	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2006	0.05	0.51	0.39	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2007	0.29	0.01	0.55	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2008	0.07	0.38	0.50	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00
2009	0.01	0.33	0.60	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00
2010	0.02	0.24	0.56	0.10	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	1.00
2011	0.03	0.39	0.07	0.47	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	1.00
2012	0.03	0.55	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.00
2013	0.06	0.01	0.78	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.05	1.00
2014	0.00	0.22	0.28	0.05	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.07	1.00
2015	0.02	0.04	0.86	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.00
2016	0.06	0.41	0.42	0.08	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.00
2017	0.09	0.24	0.56	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2018	0.08	0.07	0.01	0.39	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.38	1.00
2019	0.04	0.84	0.08	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2020	0.00	0.42	0.15	0.20	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18	1.00
2021	0.01	0.00	0.65	0.26	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	1.00
2022	0.01	0.01	0.67	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.26	1.00
2023	0.00	0.35	0.58	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	1.00
2024	0.01	0.66	0.27	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
2025	0.02	0.66	0.26	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00

3.5 PRECIPITACION CORREGIDA.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
2000	24.04	126.86	138.51	155.03	2.44	3.81	-	-	-	-	-	34.63	485.32
2001	109.71	134.99	657.17	156.88	0.44	-	-	-	-	2.18	1.09	6.86	1,069.32
2002	-	68.08	643.28	274.49	-	-	-	-	-	1.74	0.44	7.18	995.20
2003	5.07	76.45	29.45	6.28	-	-	-	-	-	-	2.91	18.01	138.17
2004	21.93	40.99	39.78	15.61	1.21	-	2.14	-	-	6.23	-	2.70	130.58
2005	-	13.38	224.24	-	-	0.91	-	-	-	-	-	1.11	239.64
2006	35.70	342.60	260.00	27.70	-	-	-	-	-	-	0.90	2.90	669.80
2007	59.40	2.00	111.00	27.20	-	-	-	-	-	-	0.90	1.90	202.40
2008	68.50	376.40	491.50	42.60	0.70	0.70	-	-	-	3.70	6.60	-	990.70
2009	5.65	128.20	229.90	1.20	14.20	-	-	-	-	-	3.50	0.20	382.85
2010	7.20	96.20	226.50	38.70	31.60	-	-	-	-	3.20	2.10	-	405.50
2011	3.70	46.40	8.80	55.80	-	3.20	-	-	1.10	-	0.90	-	119.90
2012	34.40	590.50	273.00	163.70	-	-	-	-	-	1.80	11.30	5.40	1,080.10
2013	7.80	1.30	101.90	2.30	10.60	-	-	-	-	0.80	-	6.00	130.70
2014	-	11.30	14.40	2.40	17.60	-	-	-	-	2.80	-	3.40	51.90
2015	10.00	25.90	504.80	30.30	6.50	-	-	-	-	-	4.70	6.80	589.00
2016	38.40	274.80	281.10	55.80	-	7.70	-	-	-	-	5.46	10.10	673.36
2017	158.00	416.10	970.40	141.00	54.50	0.20	0.80	0.10	-	3.80	0.90	0.90	1,746.70
2018	7.60	5.90	1.30	34.60	4.20	-	-	-	-	-	2.30	33.70	89.60
2019	22.30	428.50	40.30	14.20	0.40	0.10	-	0.20	-	-	0.50	3.30	509.80
2020	-	56.50	20.50	26.50	3.56	0.84	0.10	-	-	-	3.40	23.80	135.20
2021	7.20	0.60	315.60	125.10	2.00	11.80	0.30	-	0.50	0.20	0.20	22.70	486.20
2022	0.50	1.30	66.40	0.50	0.80	0.20	-	-	0.14	0.15	2.78	25.64	98.41
2023	2.56	315.20	524.20	23.80	4.21	2.56	0.20	1.80	-	2.50	0.10	33.10	910.23
2024	5.26	356.78	145.78	18.50	3.20	1.80	-	0.15	-	-	-	7.20	538.67
2025	7.60	252.00	98.56	12.47	2.13	3.50	0.01	0.10	0.03	0.05	1.74	4.89	383.08
Nº DATOS	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	26.00	
PROM	24.71	161.12	246.86	55.87	6.16	1.44	0.14	0.09	0.07	1.12	2.03	10.09	
DES. EST	37.59	171.31	247.49	69.45	12.20	2.78	0.44	0.35	0.23	1.68	2.64	11.45	
MAX	158.00	590.50	970.40	274.49	54.50	11.80	2.14	1.80	1.10	6.23	11.30	34.63	
MIN	-	0.60	1.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 15

Precipitación acumulada estación Sapillica

ESTACION SAPILLICA													
Estación:	Sapillica (Código: 152106)												
Variable:	Precipitación Acumulada 12 Horas (mm)												
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología												
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -4.783333 / Longitud: -79.983333 / Altitud(msnm): 1456												
Tipo:	Convencional / Climática												
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Ayabaca / Dist.: Sapillica												
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: San Lorenzo												
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Chira												
Nombre de la Fuente:	:												
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.													
1 DATOS DE PRECIPITACION ACUMULADA.													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1963								-	-	0.90	0.80	2.10	3.80
1964													
1965	51.60	95.90	294.00	220.00	105.20	18.50	3.00	10.00	5.00	2.50	1.50	16.00	823.20
1966	52.00	62.10	66.10	17.00	1.50	-	1.70	-	-	16.40	0.50	2.30	219.60
1967	20.40	14.70	11.90	3.00	0.50	-	3.60	2.90	2.00	22.50	0.50	1.00	83.00
1968	18.00	5.20	15.30	11.30	10.60	1.20	2.00	0.80	1.00	21.10	-	1.30	87.80
1969	27.50	16.40	77.80	29.40	58.00	20.00	2.00	3.00	5.00	5.00	11.00	29.70	284.80
1970	113.60	79.00	100.00	94.30	72.00	15.00	2.30	1.00	5.00	44.30	7.00	21.00	554.50
1971	58.50	77.00	321.40	184.60	32.30	24.20	3.00	-	3.20	6.00	11.00	60.30	781.50
1972	73.20	195.30	506.90	109.70	32.10	34.30	11.70	14.80	33.20	12.50	14.80	85.10	1,123.60
1973	124.10	140.80	191.80	156.30	15.30	13.50	3.40	15.60	10.50	5.20	6.40	29.80	712.70
1974	73.10	69.80	64.60	29.30	39.40	13.40	7.30	17.00	11.10	6.00	8.30	24.30	363.60
1975	93.50	158.50	367.40	82.70	73.60	17.90	8.10	20.00	-	3.00	15.30	15.40	855.40
1976	261.30	301.10	242.30	148.40	54.90	23.10	11.70	13.30	-	-	2.00	19.10	1,077.20
1977	93.10			86.10	23.40	24.90	-	-	13.70	-	8.30	21.70	271.20
1978	25.10	89.40	169.20	127.20	21.30	-	-	-	2.30	-	2.10	5.80	442.40
1979	62.80	160.30	131.00	91.50	14.40	8.30	1.30	-	-	1.20	1.10	8.90	480.80
1980	2.30	59.00	128.50	23.10	20.90	2.30	-	-	-	1.20	21.10	29.60	288.00
1981	11.70	320.80	234.70	41.90	35.90	11.00	10.30	-	-	-	10.70	10.10	687.10
1982	24.40	58.90											83.30
1983													-
1984	73.90	98.40	108.30	75.70	31.80	21.30	3.00	15.40	-	2.10	5.40	53.10	488.40
1985	89.10	135.60	108.10	61.30	23.60	11.80	2.50	-	6.00	-	2.40	42.60	483.00
1986	109.50	112.70	46.20	159.40	20.70	-	3.70	15.90	-	6.90	19.00	38.30	532.30
1987	123.00	108.00	159.00	122.80	36.70	10.10	2.30	-	-	1.30	2.40	16.70	582.30
1988	77.20	153.90	18.30	78.50	30.70	6.60	-	-	-	7.70	-	9.30	382.20
1989	282.40	157.60	257.70	121.60	64.60	-	-	-	-	-	-	-	883.90
1990	69.00	84.00	205.90	101.30	22.80	-	-	-	-	14.80	11.00	7.00	515.80
1991	4.80	225.00	204.30	149.30	57.00	1.30	-	-	0.70	10.70	12.00	101.70	766.80
1992	209.10	198.40	343.60	245.20	140.10	13.70	2.50	-	7.60	6.40	25.20	53.80	1,245.60
1993	119.40	462.40	587.30	215.60	69.30	4.30	25.40	5.20	42.10	20.90	0.90	113.40	1,666.20
1994	254.70	498.10	422.90	166.30	45.80	-	1.90	3.20	3.30	-	0.70	59.20	1,456.10
1995	76.80	125.60	108.10	59.20	26.50	-	2.40	-	-	0.90	10.70	52.20	462.40
1996	32.80	50.70	103.00	28.00	3.10	0.80	-	-	-	0.10	-	0.20	218.70
1997	23.30	78.30	106.60	169.40	77.70	23.70	3.70	3.00	29.70	10.30	43.90	241.60	811.20
1998	181.30	446.00	542.00	507.60	70.60	6.10	0.70	-	3.10	8.70	0.90	11.50	1,778.50
1999	38.10	208.00	214.60	155.50	32.60	3.30	0.80	-	-	1.50	-	23.00	677.40
2000	36.70	89.10	191.30	150.00	36.60	1.30	-	-	1.50	-	-	7.80	514.30
2001	64.80	147.00	608.00	158.60	7.60	-	0.70	-	0.10	1.50	21.70	29.50	1,039.50
2002	9.40	167.90	485.70	277.10	10.20	-	0.20	-	-	21.90	24.60	53.40	1,050.40
2003	74.30	79.50	113.20	77.70	2.90	2.40	1.50	-	-	-	1.00	13.30	365.80
2004	30.00	88.30	59.50	65.90	29.10	-	-	-	-	1.20	2.10	1.30	277.40
2005	7.60	34.10	132.90	17.00	2.40	0.50	-	-	-	0.20	-	5.60	200.30
2006	193.60	229.30	357.20	135.60	4.20	0.10	0.50	-	-	0.60	3.80	8.30	933.20
2007	62.20	37.80	205.40	21.30	-	-	-	-	-	3.50	2.70	-	332.90
2008	139.90	148.10	215.40	304.10	32.80	6.60	1.60	-	-	3.00	5.20	2.70	859.40
2009	142.00	331.20	158.70	76.60	18.30	-	-	-	-	-	4.00	14.50	745.30
2010	63.00	289.90		170.70	15.00	-	-	-	-	4.60	7.50	6.70	557.40
2011	15.00	82.90	26.70	233.70	6.40	14.20	3.20	-	-	7.30	6.60	46.80	442.80
2012	123.70	481.90	151.60	200.30	23.50	34.40	-	-	-	2.60	4.20	7.90	1,030.10
2013	84.00	66.10	160.20	23.50	93.10	-	-	-	-	14.70	-	6.10	447.70
2014	-	67.60	91.30	42.90	110.60	15.40	-	-	-	6.20	1.20	2.40	337.60
2015	51.00	127.90	502.20	87.20	38.70	16.30	2.40	-	-	8.30	42.10	-	876.10
2016													-
2017	138.60	259.80	821.10	211.90	-	-	-	4.30	-	-	-	-	-
N° DATOS	51.00	50.00	48.00	50.00	50.00	49.00	49.00	51.00	50.00	50.00	50.00	50.00	
PROM	82.09	155.51	223.73	122.53	35.93	8.61	2.66	2.85	3.72	6.31	7.67	28.27	56.66
DES. EST	68.40	122.89	180.75	93.24	31.62	9.82	4.43	5.63	8.69	8.46	10.04	40.57	
MAX	282.40	498.10	821.10	507.60	140.10	34.40	25.40	20.00	42.10	44.30	43.90	241.60	
MIN	-	5.20	11.90	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
2 COMPLETACION DE DATOS FALTANTES (SOFTWARE EASYFIT)													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1965	51.60	95.90	294.00	220.00	105.20	18.50	3.00	10.00	5.00	2.50	1.50	16.00	823.20
1966	52.00	62.10	66.10	17.00	1.50	-	1.70	-	-	16.40	0.50	2.30	219.60
1967	20.40	14.70	11.90	3.00	0.50	-	3.60	2.90	2.00	22.50	0.50	1.00	83.00
1968	18.00	5.20	15.30	11.30	10.60	1.20	2.00	0.80	1.00	21.10	-	1.30	87.80
1969	27.50	16.40	77.80	29.40	58.00	20.00	2.00	3.00	5.00	5.00	11.00	29.70	284.80
1970	113.60	79.00	100.00	94.30	72.00	15.00	2.30	1.00	5.00	44.30	7.00	21.00	554.50
1971	58.50	77.00	321.40	184.60	32.30	24.20	3.00	-	3.20	6.00	11.00	60.30	781.50
1972	73.20	195.30	506.90	109.70	32.10	34.30	11.70	14.80	33.20	12.50	14.80	85.10	1,123.60
1973	124.10	140.80	191.80	156.30	15.30	13.50	3.40	15.60	10.50	5.20	6.40	29.80	712.70
1974	73.10	69.80	64.60	29.30	39.40	13.40	7.30	17.00	11.10	6.00	8.30	24.30	363.60
1975	93.50	158.50	367.40	82.70	73.60	17.90	8.10	20.00	-	3.00	15.30	15.40	855.40

1976	261.30	301.10	242.30	148.40	54.90	23.10	11.70	13.30	-	-	2.00	19.10	1,077.20
1977	93.10	125.40	204.60	86.10	23.40	24.90	-	-	13.70	-	8.30	21.70	601.20
1978	25.10	89.40	169.20	127.20	21.30	-	-	-	2.30	-	2.10	5.80	442.40
1979	62.80	160.30	131.00	91.50	14.40	8.30	1.30	-	-	1.20	1.10	8.90	480.80
1980	2.30	59.00	128.50	23.10	20.90	2.30	-	-	-	1.20	21.10	29.60	288.00
1981	11.70	320.80	234.70	41.90	35.90	11.00	10.30	-	-	-	10.70	10.10	687.10
1982	24.40	58.90	103.88	23.65	7.06	10.24	3.13	0.83	0.58	1.01	7.37	48.62	289.67
1983	134.23	385.70	458.23	15.74	11.72	8.85	1.86	0.50	0.27	1.29	2.82	35.28	1,056.49
1984	73.90	98.40	108.30	75.70	31.80	21.30	3.00	15.40	-	2.10	5.40	53.10	488.40
1985	89.10	135.60	108.10	61.30	23.60	11.80	2.50	-	6.00	-	2.40	42.60	483.00
1986	109.50	112.70	46.20	159.40	20.70	-	3.70	15.90	-	6.90	19.00	38.30	532.30
1987	123.00	108.00	159.00	122.80	36.70	10.10	2.30	-	-	1.30	2.40	16.70	582.30
1988	77.20	153.90	18.30	78.50	30.70	6.60	-	-	-	7.70	-	9.30	382.20
1989	282.40	157.60	257.70	121.60	64.60	-	-	-	-	-	-	-	883.90
1990	69.00	84.00	205.90	101.30	22.80	-	-	-	-	14.80	11.00	7.00	515.80
1991	4.80	225.00	204.30	149.30	57.00	1.30	-	-	0.70	10.70	12.00	101.70	766.80
1992	209.10	198.40	343.60	245.20	140.10	13.70	2.50	-	7.60	6.40	25.20	53.80	1,245.60
1993	119.40	462.40	587.30	215.60	69.30	4.30	25.40	5.20	42.10	20.90	0.90	113.40	1,666.20
1994	254.70	498.10	422.90	166.30	45.80	-	1.90	3.20	3.30	-	0.70	59.20	1,456.10
1995	76.80	125.60	108.10	59.20	26.50	-	2.40	-	-	0.90	10.70	52.20	462.40
1996	32.80	50.70	103.00	28.00	3.10	0.80	-	-	-	0.10	-	0.20	218.70
1997	23.30	78.30	106.60	169.40	77.70	23.70	3.70	3.00	29.70	10.30	43.90	241.60	811.20
1998	181.30	446.00	542.00	507.60	70.60	6.10	0.70	-	3.10	8.70	0.90	11.50	1,778.50
1999	38.10	208.00	214.60	155.50	32.60	3.30	0.80	-	-	1.50	-	23.00	677.40
2000	36.70	89.10	191.30	150.00	36.60	1.30	-	-	1.50	-	-	7.80	514.30
2001	64.80	147.00	608.00	158.60	7.60	-	0.70	-	0.10	1.50	21.70	29.50	1,039.50
2002	9.40	167.90	485.70	277.10	10.20	-	0.20	-	-	21.90	24.60	53.40	1,050.40
2003	74.30	79.50	113.20	77.70	2.90	2.40	1.50	-	-	-	1.00	13.30	365.80
2004	30.00	88.30	59.50	65.90	29.10	-	-	-	-	1.20	2.10	1.30	277.40
2005	7.60	34.10	132.90	17.00	2.40	0.50	-	-	0.70	0.20	-	5.60	201.00
2006	193.60	229.30	357.20	135.60	4.20	0.10	0.50	-	-	0.60	3.80	8.30	933.20
2007	62.20	37.80	205.40	21.30	-	-	-	-	-	3.50	2.70	-	332.90
2008	139.90	148.10	215.40	304.10	32.80	6.60	1.60	-	-	3.00	5.20	2.70	859.40
2009	142.00	331.20	158.70	76.60	18.30	-	-	-	-	-	4.00	14.50	745.30
2010	63.00	289.90	28.99	170.70	15.00	-	-	-	-	4.60	7.50	6.70	586.39
2011	15.00	82.90	26.70	233.70	6.40	14.20	3.20	-	-	7.30	6.60	46.80	442.80
2012	123.70	481.90	151.60	200.30	23.50	34.40	-	-	-	2.60	4.20	7.90	1,030.10
2013	84.00	66.10	160.20	23.50	93.10	-	-	-	-	14.70	-	6.10	447.70
2014	-	67.60	91.30	42.90	110.60	15.40	-	-	-	6.20	1.20	2.40	337.60
2015	51.00	127.90	502.20	87.20	38.70	16.30	2.40	-	-	8.30	42.10	-	876.10
2016	25.04	65.71	44.73	14.49	10.59	12.63	1.98	0.08	0.02	9.71	11.42	64.78	261.18
2017	138.60	259.80	821.10	211.90	8.26	3.11	0.57	4.30	-	2.76	6.02	15.03	1,471.45
N° DATOS	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	
PROM	81.99	157.59	218.48	116.61	34.60	8.62	2.60	2.77	3.54	6.22	7.74	29.72	
DES.EST	67.92	124.17	179.41	93.75	31.14	9.48	4.27	5.54	8.47	8.27	9.74	39.67	
MAX	282.40	498.10	821.10	507.60	140.10	34.40	25.40	20.00	42.10	44.30	43.90	241.60	
MIN	-	5.20	11.90	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	

2.1. Comparacion de Promedio de la Estacion Completa y sin Completar



2.2. Comparacion de Desviacion Estandar de la Estacion Completa y sin Completar

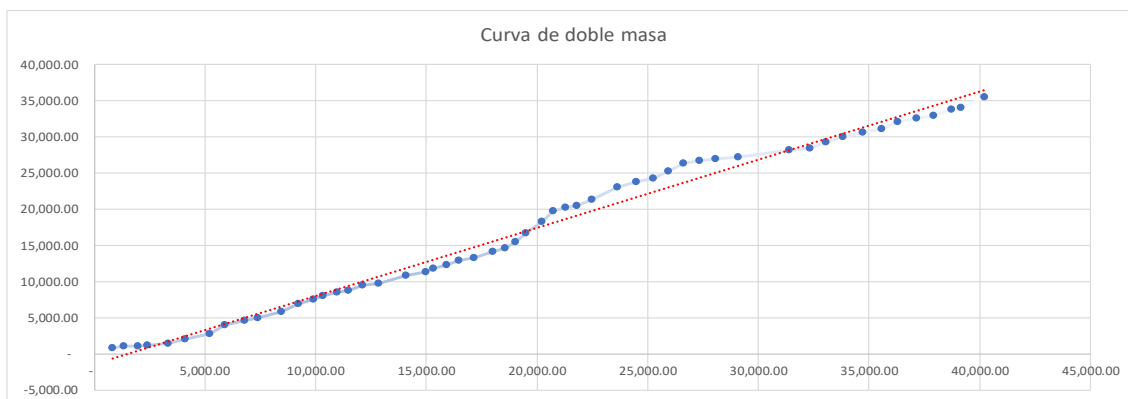


3 ANALISIS DE CONSISTENCIA DE DATOS HIDROLOGICOS.

3.1 ANALISIS DE DOBLE MASA

AÑO	EST 01 (Pacaypa mpa)	EST 02 (Sausal)	Promedio	Acumulado	EST. MALLARES	Acumulado
1965	1,176.60	433.90	805.25	805.25	823.20	823.20
1966	782.20	278.30	530.25	1,335.50	219.60	1,042.80
1967	1,033.40	238.50	635.95	1,971.45	83.00	1,125.80
1968	760.80	117.50	439.15	2,410.60	87.80	1,213.60
1969	1,504.20	325.00	914.60	3,325.20	284.80	1,498.40
1970	1,234.60	348.00	791.30	4,116.50	554.50	2,052.90
1971	1,731.40	444.50	1,087.95	5,204.45	781.50	2,834.40
1972	1,044.40	345.93	695.17	5,899.62	1,123.60	3,958.00
1973	1,480.00	285.52	882.76	6,782.38	712.70	4,670.70
1974	953.80	230.60	592.20	7,374.58	363.60	5,034.30
1975	1,782.00	408.80	1,095.40	8,469.98	855.40	5,889.70

1976	1,249.60	283.50	766.55	9,236.53	1,077.20	6,966.90
1977	1,010.60	341.20	675.90	9,912.43	601.20	7,568.10
1978	711.00	170.30	440.65	10,353.08	442.40	8,010.50
1979	973.00	257.20	615.10	10,968.18	480.80	8,491.30
1980	854.80	162.30	508.55	11,476.73	288.00	8,779.30
1981	969.80	365.40	667.60	12,144.33	687.10	9,466.40
1982	1,134.80	280.60	707.70	12,852.03	289.67	9,756.07
1983	1,773.80	703.48	1,238.64	14,090.67	1,056.49	10,812.56
1984	1,395.60	372.10	883.85	14,974.52	488.40	11,300.96
1985	531.00	139.50	335.25	15,309.77	483.00	11,783.96
1986	960.40	278.40	619.40	15,929.17	532.30	12,316.26
1987	820.40	310.70	565.55	16,494.72	582.30	12,898.56
1988	1,097.80	247.90	672.85	17,167.57	382.20	13,280.76
1989	1,317.00	381.50	849.25	18,016.82	883.90	14,164.66
1990	849.40	277.40	563.40	18,580.22	515.80	14,680.46
1991	697.02	214.58	455.80	19,036.02	766.80	15,447.26
1992	691.26	272.27	481.77	19,517.78	1,245.60	16,692.86
1993	1,001.00	391.44	696.22	20,214.00	1,666.20	18,359.06
1994	744.92	270.68	507.80	20,721.80	1,456.10	19,815.16
1995	888.92	228.60	558.76	21,280.56	462.40	20,277.56
1996	875.02	207.60	541.31	21,821.87	218.70	20,496.26
1997	987.21	328.20	657.71	22,479.58	811.20	21,307.46
1998	1,762.07	576.00	1,169.04	23,648.61	1,778.50	23,085.96
1999	1,115.43	541.80	828.61	24,477.23	677.40	23,763.36
2000	1,184.92	419.20	802.06	25,279.29	514.30	24,277.66
2001	974.98	367.50	671.24	25,950.53	1,039.50	25,317.16
2002	898.77	452.60	675.68	26,626.21	1,050.40	26,367.56
2003	1,246.20	209.10	727.65	27,353.86	365.80	26,733.36
2004	1,201.60	231.20	716.40	28,070.26	277.40	27,010.76
2005	1,718.60	343.40	1,031.00	29,101.26	201.00	27,211.76
2006	4,119.63	463.10	2,291.37	31,392.63	933.20	28,144.96
2007	1,654.61	248.30	951.46	32,344.08	332.90	28,477.86
2008	1,022.99	435.50	729.25	33,073.33	859.40	29,337.26
2009	973.60	546.30	759.95	33,833.28	745.30	30,082.56
2010	1,360.94	399.40	880.17	34,713.45	586.39	30,668.95
2011	1,389.60	319.50	854.55	35,568.00	442.80	31,111.75
2012	989.20	506.40	747.80	36,315.80	1,030.10	32,141.85
2013	1,341.80	354.80	848.30	37,164.10	447.70	32,589.55
2014	1,162.80	367.60	765.20	37,929.30	337.60	32,927.15
2015	1,172.84	412.00	792.42	38,721.72	876.10	33,803.25
2016	486.02	444.23	465.13	39,186.84	261.18	34,064.43
2017	1,496.59	622.08	1,059.34	40,246.18	1,471.45	35,535.88



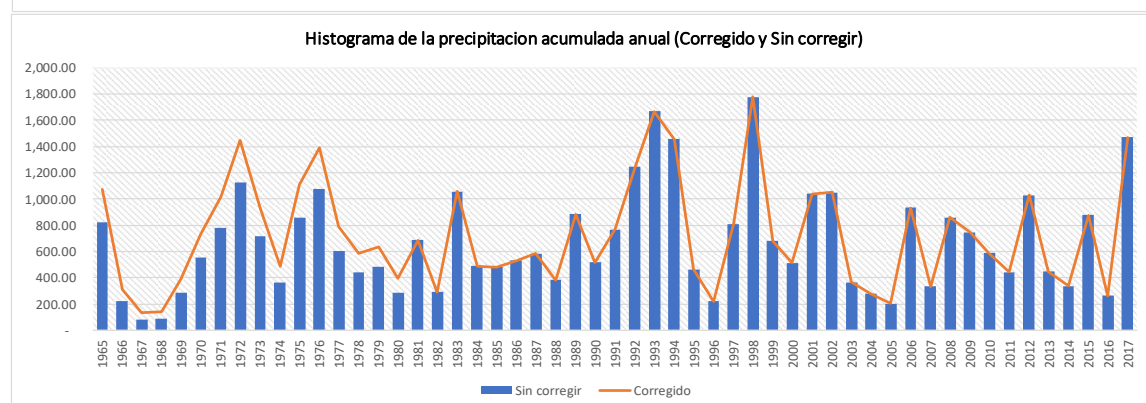
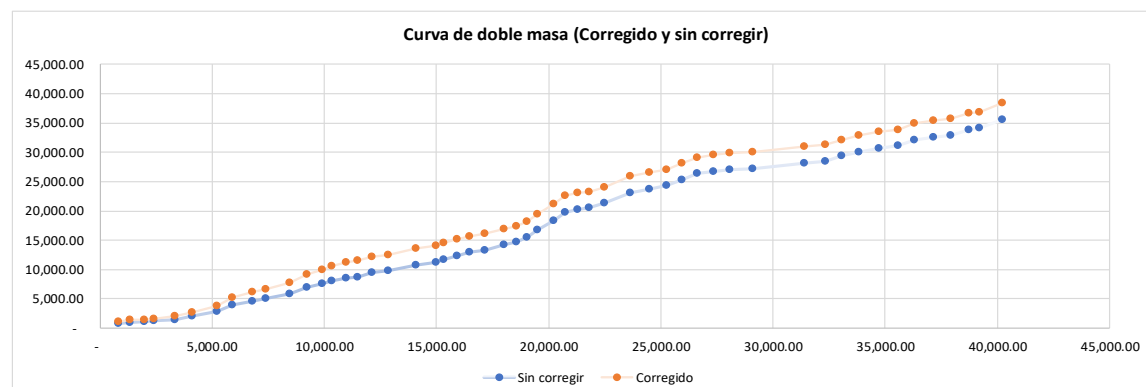
* No se observa cambio notable de pendiente.
 * No se observa punto de quiebre evidente.
 * Alineación bastante uniforme.

2. ANALISIS DE SALTOS.

I. Consistencia en la media y la desviación estandar.

AÑO	P. TOTAL (mm)	PERIODO MUESTRAL	P. CORREGIDA	PERIODO MUESTRAL	P. CORR ACUMULADA
1965	823.20	Perido 1	1,069.80	Perido 1	1,069.80
1966	219.60		307.54		1,377.33
1967	83.00	N° DATOS: N1= 16.00	135.03	N° DATOS: N1= 16.00	1,512.37
1968	87.80	MEDIA: X1= 548.71	141.09	MEDIA: X1= 723.15	1,653.46
1969	284.80	DES. EST: S1= 325.42	389.88	DES. EST: S1= 410.96	2,043.34
1970	554.50	GL= 15.00	730.47	GL= 15.00	2,773.81
1971	781.50		1,017.13		3,790.94
1972	1,123.60		1,449.16		5,240.10
1973	712.70		930.25		6,170.35
1974	363.60		489.39		6,659.74
1975	855.40		1,110.46		7,770.19
1976	1,077.20		1,390.56		9,160.75
1977	601.20		789.44		9,950.20
1978	442.40		588.90		10,539.10
1979	480.80		637.40		11,176.49
1980	288.00		393.92		11,570.41

1981	687.10				687.10				12,257.51		
1982	289.67				289.67				12,547.18		
1983	1,056.49				1,056.49				13,603.67		
1984	488.40				488.40				14,092.07		
1985	483.00				483.00				14,575.07		
1986	532.30				532.30				15,107.37		
1987	582.30				582.30				15,689.67		
1988	382.20				382.20				16,071.87		
1989	883.90				883.90				16,955.77		
1990	515.80				515.80				17,471.57		
1991	766.80				766.80				18,238.37		
1992	1,245.60				1,245.60				19,483.97		
1993	1,666.20				1,666.20				21,150.17		
1994	1,456.10				1,456.10				22,606.27		
1995	462.40				462.40				23,068.67		
1996	218.70				218.70				23,287.37		
1997	811.20				811.20				24,098.57		
1998	1,778.50				1,778.50				25,877.07		
1999	677.40				677.40				26,554.47		
2000	514.30				514.30				27,068.77		
2001	1,039.50				1,039.50				28,108.27		
2002	1,050.40				1,050.40				29,158.67		
2003	365.80				365.80				29,524.47		
2004	277.40				277.40				29,801.87		
2005	201.00				201.00				30,002.87		
2006	933.20				933.20				30,936.07		
2007	332.90				332.90				31,268.97		
2008	859.40				859.40				32,128.37		
2009	745.30				745.30				32,873.67		
2010	586.39				586.39				33,460.06		
2011	442.80				442.80				33,902.86		
2012	1,030.10				1,030.10				34,932.96		
2013	447.70	Perido 2			447.70	Perido 2			35,380.66		
2014	337.60	N° DATOS: N2=	37.00		337.60	N° DATOS: N2=	37.00		35,718.26		
2015	876.10	MEDIA: X2=	723.15		876.10	MEDIA: X2=	723.15		36,594.36		
2016	261.18	DES. EST: S2=	410.96		261.18	DES. EST: S2=	410.96		36,855.54		
2017	1,471.45	GL=	36.00		1,471.45	GL=	36.00		38,326.99		
PRUEBA "T" DE STUDENT					PRUEBA "T" DE STUDENT						
Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad					Criterio : si Tt>Tc : Homogeneidad; si Tt<Tc : No Homogeneidad						
Tc=	29.68	GL=	51.00	Sp=	19.64	Tc=	-	GL=	51.00	Sp=	20.27
Tt=	2.01	a=	0.05	Sd=	5.88	Tt=	2.01	a=	0.05	Sd=	6.07
Corregir precipitacion en la media					Estadisticamente homogenea						
PRUEBA "F" DE FISHER					PRUEBA "F" DE FISHER						
Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad					Criterio: si Ft>Fc: Homogeneidad; si Ft<Fc: No Homogeneidad						
Fc=	1.26		GL	51.00	Fc=	1.00		GL	51.00		
Ft=	1.95				Ft=	1.95					
Estadisticamente homogenea					Estadisticamente homogenea						



3.3. ANALISIS DE TENDENCIAS.

3.3.1. Tendencia en la media. (t de STUDENT)

AÑOS	TIEMPO ti (años)	PP TOTAL ANUAL Yi (mm)	TIEMPO * PP ti*Yi	PARAMETROS	MEDIA	DESV. EST	COEF CORRELACION : R		
1965	1	1,069.80	1,069.80	PRECIPITACION {y} : Yi	Yx=	723.15	Yds=	406.991	R= Yi*Ti-Yx*Tx /(Yds/tds)
1966	2	307.54	615.08						
1967	3	135.03	405.10	TIEMPO {t}: ti	tx =	27	Tds=	15.4434	Tc=
1968	4	141.09	564.38						
1969	5	389.88	1,949.38	PRODUCTO Y*T: Yi*Ti	Yi*Ti=	19,592.80			Tt=
1970	6	730.47	4,382.80						
1971	7	1,017.13	7,119.94	Nº DE DATOS {n}	N=	53			
1972	8	1,449.16	11,593.25						
1973	9	930.25	8,372.25						
1974	10	489.39	4,893.89						
1975	11	1,110.46	12,215.05	CONDICION					
1976	12	1,390.56	16,686.71	Si Tt>Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es no significativa					
1977	13	789.44	10,262.75						
1978	14	588.90	8,244.62	Si Tt<Tc: La tendencia en la media de la precipitacion total anual es significativa					
1979	15	637.40	9,560.93						
1980	16	393.92	6,302.68	RESULTADO					
1981	17	687.10	11,680.70						
1982	18	289.67	5,214.06						
1983	19	1,056.49	20,073.31	Tendencia en la media no significativa					
1984	20	488.40	9,768.00						
1985	21	483.00	10,143.00						
1986	22	532.30	11,710.60						
1987	23	582.30	13,392.90						
1988	24	382.20	9,172.80						
1989	25	883.90	22,097.50						
1990	26	515.80	13,410.80						
1991	27	766.80	20,703.60						
1992	28	1,245.60	34,876.80						
1993	29	1,666.20	48,319.80						
1994	30	1,456.10	43,683.00						
1995	31	462.40	14,334.40						
1996	32	218.70	6,998.40						
1997	33	811.20	26,769.60						
1998	34	1,778.50	60,469.00						
1999	35	677.40	23,709.00						
2000	36	514.30	18,514.80						
2001	37	1,039.50	38,461.50						
2002	38	1,050.40	39,915.20						
2003	39	365.80	14,266.20						
2004	40	277.40	11,096.00						
2005	41	201.00	8,241.00						
2006	42	933.20	39,194.40						
2007	43	332.90	14,314.70						
2008	44	859.40	37,813.60						
2009	45	745.30	33,538.50						
2010	46	586.39	26,973.94						
2011	47	442.80	20,811.60						
2012	48	1,030.10	49,444.80						
2013	49	447.70	21,937.30						
2014	50	337.60	16,880.00						
2015	51	876.10	44,681.10						
2016	52	261.18	13,581.10						
2017	53	1,471.45	77,986.85						

3.4 PRECIPITACION CORREGIDA, HOMOGENEA Y CONSISTENTE.

3.4.1 VALORES UNITARIOS.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1965	0.06	0.12	0.36	0.27	0.13	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	1.00
1966	0.24	0.28	0.30	0.08	0.01	-	0.01	-	-	0.07	0.00	0.01	1.00
1967	0.25	0.18	0.14	0.04	0.01	-	0.04	0.03	0.02	0.27	0.01	0.01	1.00
1968	0.21	0.06	0.17	0.13	0.12	0.01	0.02	0.01	0.01	0.24	-	0.01	1.00
1969	0.10	0.06	0.27	0.10	0.20	0.07	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.10	1.00
1970	0.20	0.14	0.18	0.17	0.13	0.03	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.04	1.00
1971	0.07	0.10	0.41	0.24	0.04	0.03	0.00	-	0.00	0.01	0.01	0.08	1.00
1972	0.07	0.17	0.45	0.10	0.03	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.08	1.00
1973	0.17	0.20	0.27	0.22	0.02	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.04	1.00
1974	0.20	0.19	0.18	0.08	0.11	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.02	0.07	1.00
1975	0.11	0.19	0.43	0.10	0.09	0.02	0.01	0.02	-	0.00	0.02	0.02	1.00
1976	0.24	0.28	0.22	0.14	0.05	0.02	0.01	0.01	-	-	0.00	0.02	1.00
1977	0.15	0.21	0.34	0.14	0.04	0.04	-	-	0.02	-	0.01	0.04	1.00
1978	0.06	0.20	0.38	0.29	0.05	-	-	-	0.01	-	0.00	0.01	1.00
1979	0.13	0.33	0.27	0.19	0.03	0.02	0.00	-	-	0.00	0.00	0.02	1.00
1980	0.01	0.20	0.45	0.08	0.07	0.01	-	-	-	0.00	0.07	0.10	1.00
1981	0.02	0.47	0.34	0.06	0.05	0.02	0.01	-	-	-	0.02	0.01	1.00
1982	0.08	0.20	0.36	0.08	0.02	0.04	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03	0.17	1.00
1983	0.13	0.37	0.43	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	1.00
1984	0.15	0.20	0.22	0.15	0.07	0.04	0.01	0.03	-	0.00	0.01	0.11	1.00
1985	0.18	0.28	0.22	0.13	0.05	0.02	0.01	-	0.01	-	0.00	0.09	1.00
1986	0.21	0.21	0.09	0.30	0.04	-	0.01	0.03	-	0.01	0.04	0.07	1.00
1987	0.21	0.19	0.27	0.21	0.06	0.02	0.00	-	-	0.00	0.00	0.03	1.00
1988	0.20	0.40	0.05	0.21	0.08	0.02	-	-	-	0.02	-	0.02	1.00
1989	0.32	0.18	0.29	0.14	0.07	-	-	-	-	-	-	-	1.00
1990	0.13	0.16	0.40	0.20	0.04	-	-	-	-	0.03	0.02	0.01	1.00

1991	0.01	0.29	0.27	0.19	0.07	0.00	-	-	0.00	0.01	0.02	0.13	1.00
1992	0.17	0.16	0.28	0.20	0.11	0.01	0.00	-	0.01	0.01	0.02	0.04	1.00
1993	0.07	0.28	0.35	0.13	0.04	0.00	0.02	0.00	0.03	0.01	0.00	0.07	1.00
1994	0.17	0.34	0.29	0.11	0.03	-	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.04	1.00
1995	0.17	0.27	0.23	0.13	0.06	-	0.01	-	-	0.00	0.02	0.11	1.00
1996	0.15	0.23	0.47	0.13	0.01	0.00	-	-	-	0.00	-	0.00	1.00
1997	0.03	0.10	0.13	0.21	0.10	0.03	0.00	0.00	0.04	0.01	0.05	0.30	1.00
1998	0.10	0.25	0.30	0.29	0.04	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00
1999	0.06	0.31	0.32	0.23	0.05	0.00	0.00	-	-	0.00	-	0.03	1.00
2000	0.07	0.17	0.37	0.29	0.07	0.00	-	-	0.00	-	-	0.02	1.00
2001	0.06	0.14	0.58	0.15	0.01	-	0.00	-	0.00	0.00	0.02	0.03	1.00
2002	0.01	0.16	0.46	0.26	0.01	-	0.00	-	-	0.02	0.02	0.05	1.00
2003	0.20	0.22	0.31	0.21	0.01	0.01	0.00	-	-	-	0.00	0.04	1.00
2004	0.11	0.32	0.21	0.24	0.10	-	-	-	-	0.00	0.01	0.00	1.00
2005	0.04	0.17	0.66	0.08	0.01	0.00	-	-	0.00	0.00	-	0.03	1.00
2006	0.21	0.25	0.38	0.15	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	0.01	1.00
2007	0.19	0.11	0.62	0.06	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	1.00
2008	0.16	0.17	0.25	0.35	0.04	0.01	0.00	-	-	0.00	0.01	0.00	1.00
2009	0.19	0.44	0.21	0.10	0.02	-	-	-	-	-	0.01	0.02	1.00
2010	0.11	0.49	0.05	0.29	0.03	-	-	-	-	0.01	0.01	0.01	1.00
2011	0.03	0.19	0.06	0.53	0.01	0.03	0.01	-	-	0.02	0.01	0.11	1.00
2012	0.12	0.47	0.15	0.19	0.02	0.03	-	-	-	0.00	0.00	0.01	1.00
2013	0.19	0.15	0.36	0.05	0.21	-	-	-	-	0.03	-	0.01	1.00
2014	-	0.20	0.27	0.13	0.33	0.05	-	-	-	0.02	0.00	0.01	1.00
2015	0.06	0.15	0.57	0.10	0.04	0.02	0.00	-	-	0.01	0.05	-	1.00
2016	0.10	0.25	0.17	0.06	0.04	0.05	0.01	0.00	0.00	0.04	0.04	0.25	1.00
2017	0.09	0.18	0.56	0.14	0.01	0.00	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.01	1.00

PRECIPITACION CORREGIDA.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
1965	67.06	124.63	382.07	285.90	136.71	24.04	3.90	13.00	6.50	3.25	1.95	20.79	1,069.80
1966	72.82	86.97	92.57	23.81	2.10	-	2.38	-	-	22.97	0.70	3.22	307.54
1967	33.19	23.92	19.36	4.88	0.81	-	5.86	4.72	3.25	36.61	0.81	1.63	135.03
1968	28.93	8.36	24.59	18.16	17.03	1.93	3.21	1.29	1.61	33.91	-	2.09	141.09
1969	37.65	22.45	106.50	40.25	79.40	27.38	2.74	4.11	6.84	6.84	15.06	40.66	389.88
1970	149.65	104.07	131.73	124.23	94.85	19.76	3.03	1.32	6.59	58.36	9.22	27.66	730.47
1971	76.14	100.22	418.31	240.26	42.04	31.50	3.90	-	4.16	7.81	14.32	78.48	1,017.13
1972	94.41	251.89	653.77	141.48	41.40	44.24	15.09	19.09	42.82	16.12	19.09	109.76	1,449.16
1973	161.98	183.78	250.35	204.01	19.97	17.62	4.44	20.36	13.71	6.79	8.35	38.90	930.25
1974	98.39	93.95	86.95	39.44	53.03	18.04	9.83	22.88	14.94	8.08	11.17	32.71	489.39
1975	121.38	206.76	476.95	107.36	95.55	23.24	10.52	25.96	-	3.89	19.86	19.99	1,110.46
1976	337.31	388.69	312.79	191.57	70.87	29.82	15.10	17.17	-	-	2.58	24.66	1,390.56
1977	122.25	164.66	268.66	113.06	30.73	32.70	-	-	17.99	-	10.90	28.49	789.44
1978	33.41	119.01	225.23	169.32	28.35	-	-	-	3.06	-	2.80	7.72	588.90
1979	83.25	212.51	173.67	121.30	19.09	11.00	1.72	-	-	1.59	1.46	11.80	637.40
1980	3.15	80.70	175.76	31.60	28.59	3.15	-	-	-	1.64	28.86	40.49	393.92
1981	11.70	320.80	234.70	41.90	35.90	11.00	10.30	-	-	-	10.70	10.10	687.10
1982	24.40	58.90	103.88	23.65	7.06	10.24	3.13	0.83	0.58	1.01	7.37	48.62	289.67
1983	134.23	385.70	458.23	15.74	11.72	8.85	1.86	0.50	0.27	1.29	2.82	35.28	1,056.49
1984	73.90	98.40	108.30	75.70	31.80	21.30	3.00	15.40	-	2.10	5.40	53.10	488.40
1985	89.10	135.60	108.10	61.30	23.60	11.80	2.50	-	6.00	-	2.40	42.60	483.00
1986	109.50	112.70	46.20	159.40	20.70	-	3.70	15.90	-	6.90	19.00	38.30	532.30
1987	123.00	108.00	159.00	122.80	36.70	10.10	2.30	-	-	1.30	2.40	16.70	582.30
1988	77.20	153.90	18.30	78.50	30.70	6.60	-	-	-	7.70	-	9.30	382.20
1989	282.40	157.60	257.70	121.60	64.60	-	-	-	-	-	-	-	883.90
1990	69.00	84.00	205.90	101.30	22.80	-	-	-	-	14.80	11.00	7.00	515.80
1991	4.80	225.00	204.30	149.30	57.00	1.30	-	-	0.70	10.70	12.00	101.70	766.80
1992	209.10	198.40	343.60	245.20	140.10	13.70	2.50	-	7.60	6.40	25.20	53.80	1,245.60
1993	119.40	462.40	587.30	215.60	69.30	4.30	25.40	5.20	42.10	20.90	0.90	113.40	1,666.20
1994	254.70	498.10	422.90	166.30	45.80	-	1.90	3.20	3.30	-	0.70	59.20	1,456.10
1995	76.80	125.60	108.10	59.20	26.50	-	2.40	-	-	0.90	10.70	52.20	462.40
1996	32.80	50.70	103.00	28.00	3.10	0.80	-	-	-	0.10	-	0.20	218.70
1997	23.30	78.30	106.60	169.40	77.70	23.70	3.70	3.00	29.70	10.30	43.90	241.60	811.20
1998	181.30	446.00	542.00	507.60	70.60	6.10	0.70	-	3.10	8.70	0.90	11.50	1,778.50
1999	38.10	208.00	214.60	155.50	32.60	3.30	0.80	-	-	1.50	-	23.00	677.40
2000	36.70	89.10	191.30	150.00	36.60	1.30	-	-	1.50	-	-	7.80	514.30
2001	64.80	147.00	608.00	158.60	7.60	-	0.70	-	0.10	1.50	21.70	29.50	1,039.50
2002	9.40	167.90	485.70	277.10	10.20	-	0.20	-	-	21.90	24.60	53.40	1,050.40
2003	74.30	79.50	113.20	77.70	2.90	2.40	1.50	-	-	-	1.00	13.30	365.80
2004	30.00	88.30	59.50	65.90	29.10	-	-	-	-	1.20	2.10	1.30	277.40
2005	7.60	34.10	132.90	17.00	2.40	0.50	-	-	0.70	0.20	-	5.60	201.00
2006	193.60	229.30	357.20	135.60	4.20	0.10	0.50	-	-	0.60	3.80	8.30	933.20
2007	62.20	37.80	205.40	21.30	-	-	-	-	-	3.50	2.70	-	332.90
2008	139.90	148.10	215.40	304.10	32.80	6.60	1.60	-	-	3.00	5.20	2.70	859.40
2009	142.00	331.20	158.70	76.60	18.30	-	-	-	-	-	4.00	14.50	745.30
2010	63.00	289.90	28.99	170.70	15.00	-	-	-	-	4.60	7.50	6.70	586.39
2011	15.00	82.90	26.70	233.70	6.40	14.20	3.20	-	-	7.30	6.60	46.80	442.80
2012	123.70	481.90	151.60	200.30	23.50	34.40	-	-	-	2.60	4.20	7.90	1,030.10
2013	84.00	66.10	160.20	23.50	93.10	-	-	-	-	14.70	-	6.10	447.70
2014	-	67.60	91.30	42.90	110.60	15.40	-	-	-	6.20	1.20	2.40	337.60
2015	51.00	127.90	502.20	87.20	38.70	16.30	2.40	-	-	8.30	42.10	-	876.10
2016	25.04	65.71	44.73	14.49	10.59	12.63	1.98	0.08	0.02	9.71	11.42	64.78	261.18
2017	138.60	259.80	821.10	211.90	8.26	3.11	0.57	4.30	-	2.76	6.02	15.03	1,471.45
Nº DATOS	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00	53.00
PROM	88.99	167.43	235.59	124.97	38.10	9.89	2.99	3.36	4.10	7.37	8.43	31.94	
DES. EST	72.67	124.99	187.18	96.55	34.35	11.36	4.73	6.85	9.43	10.90	10.20	40.64	
MAX	337.31	498.10	821.10	507.60	140.10	44.24	25.40	25.96	42.82	58.36	43.90	241.60	
MIN	-	8.36	18.30	4.88	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 16
Resumen de los datos pluviométricos

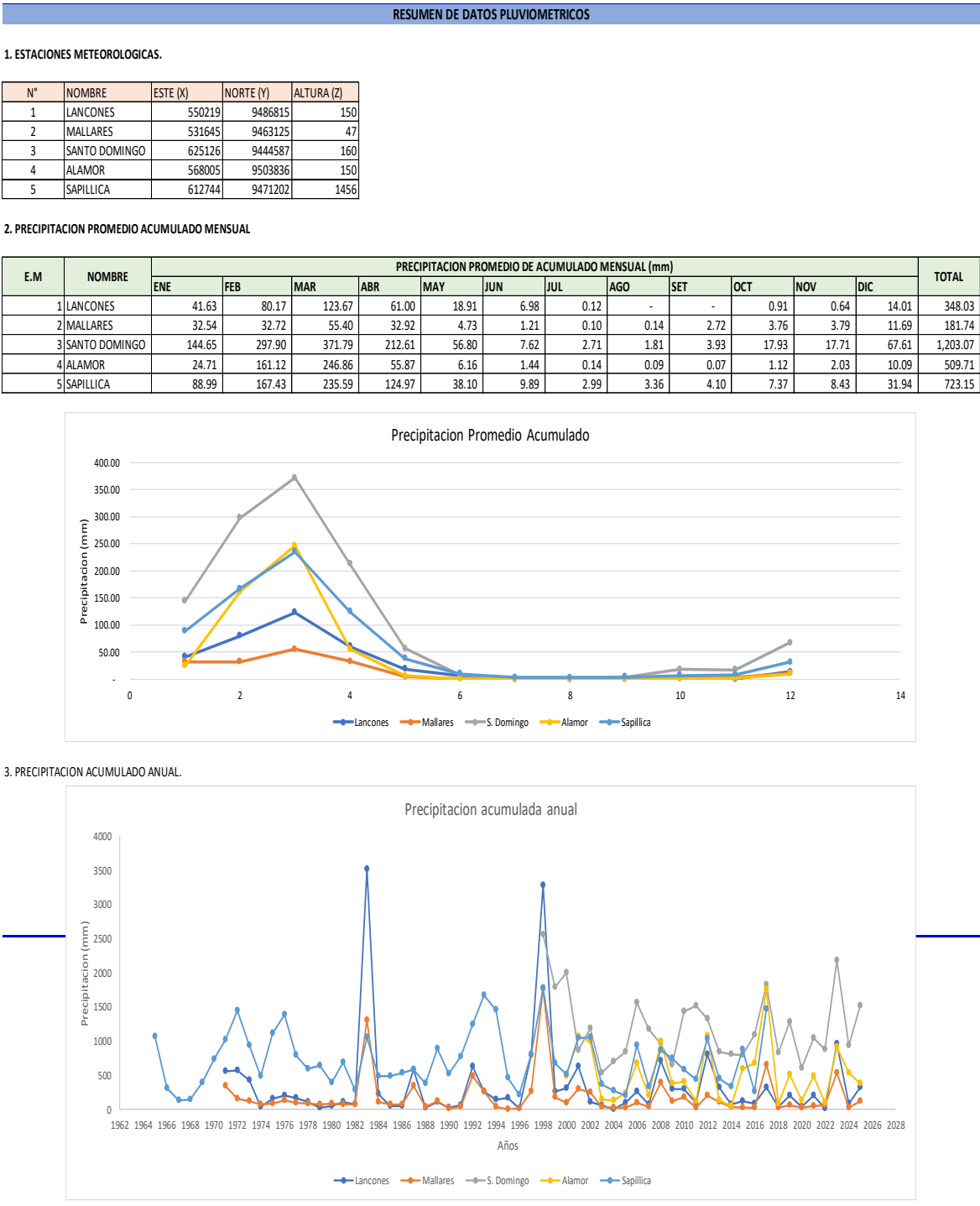


Tabla 17

Cálculo del caudal máximo en la bocatoma Chipillico

ANÁLISIS DE CAUDAL MÁXIMO E.H. BOCATOMA CHIPILICO

Estación:

Variable:

Operador:

WGS 84 Geográficas:

Tipo:

Ámbito Político:

Ámbito Administrativo:

Unidad Hidrográfica:

Nombre de la Fuente:

Bocatoma Chipillico (Código: 13811018)

Caudal Instantáneo (m³/s)

Junta De Usuarios Del Sector Hidráulico Menor San Lorenzo

Latitud: -4.714357 / Longitud: -80.118403 / Altitud(msnm):

Convencional / Hidrométrica

Dpto: Piura / Prov: Piura / Dist.: Las Lomas

AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: San Lorenzo

Cuenca Chira

Río: Chipillico

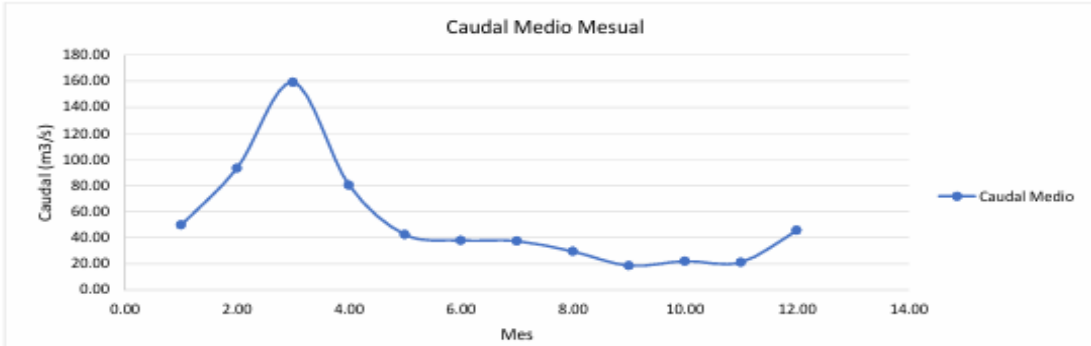
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.

1 DATOS DE CAUDAL MAXIMO.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
2015	45.20	55.80	69.50	55.60	49.40	45.00	46.00	24.00	13.80	39.00	24.00	48.30	69.50
2016	46.00	136.70	142.00	41.00	36.80	38.50	32.40	19.60	8.30	9.00	5.30	21.70	142.00
2017	61.30	182.40	333.80	157.00	31.50	24.50	29.40	39.00	17.10	26.70	25.50	28.20	333.80
2018	43.70	51.00	50.80	77.30	48.20	56.40	36.80	37.80	18.20	6.70	45.00	44.50	77.30
2019	25.00	138.20	169.60	67.00	44.90	41.80	49.60	53.20	14.20	42.30	20.00	54.70	169.60
2020	49.40	54.00	40.70	14.70	41.50	41.10	49.20	15.80	26.40	26.70	11.00	49.50	54.00
2021	60.50	28.10	120.00	60.40	45.20	24.90	47.80	26.10	30.10	12.00	26.40	56.00	120.00
2022	37.70	57.20	86.30	57.70	36.90	42.10	41.00	52.00	23.00	16.00	18.60	53.00	86.30
2023	61.00	82.60	496.40	217.00	58.60	30.20	21.10	18.70	17.80	19.40	13.30	62.20	496.40
2024	49.40	100.20	55.20	36.70	38.90	36.80	30.10	3.30	2.40	7.10	6.00	50.00	100.20
2025	67.00	139.00	184.70	99.30	34.70	36.00	28.60	34.50	33.00	37.40	37.60	33.40	184.70
PROM.	49.65	93.20	159.00	80.34	42.42	37.94	37.45	29.45	18.57	22.03	21.15	45.59	

2 VARIACION ESTACIONAL DE CAUDAL MEDIO MENSUAL.

Caudal Medio Mensual



3 HIDROGRAMA DE CAUDALES ANUALES.

Caudal Máximo anual

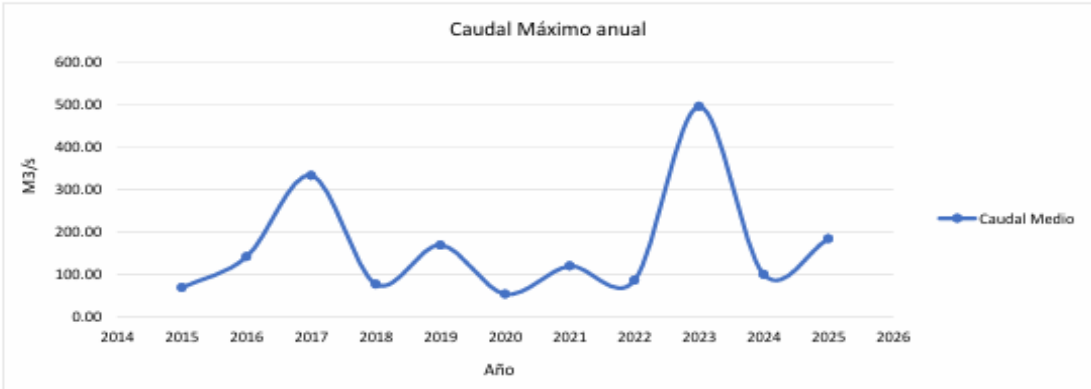


Tabla 18

Principales parámetros geomorfológicos de la cuenca Chipillico

**PRINCIPALES PARAMETROS DE LA CUENCA APORTANTE
CUENCA CHIPILICO**

Se ha utilizado el Software ArcGis 10.8 para obtener las áreas parciales entre curvas de nivel. Para finalmente obtener las principales características de la Cuenca Chipillico, que a continuación de detalla:

1.- AREA DE LA CUENCA

1.1.- DATOS OBTENIDOS DE LA CUENCA DEL RIO:

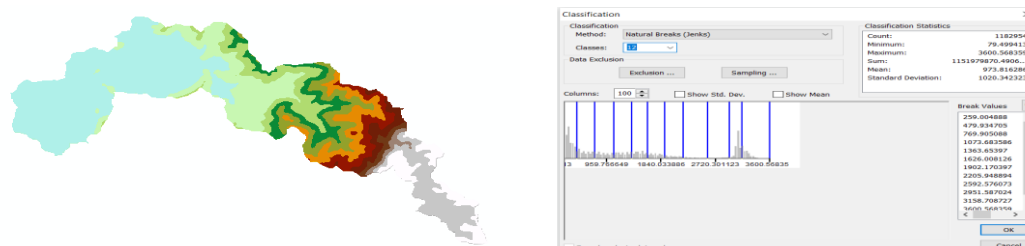
A través del programa ArcGis 10.8, obtenemos lo siguiente:

Área total de la cuenca 1123.64 Km²
Perímetro de la cuenca 265.54 Km

1.2.- CUADRO DE AREAS PARCIALES Y ACUMULADAS SEGÚN LA ALTITUD

Con el Software ArcGis 10.8 obtenemos el Areado entre curvas de nivel o cotas, obtenemos las Areas Parciales:

Gráfico N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica



Fuente: ArcGis 10.8

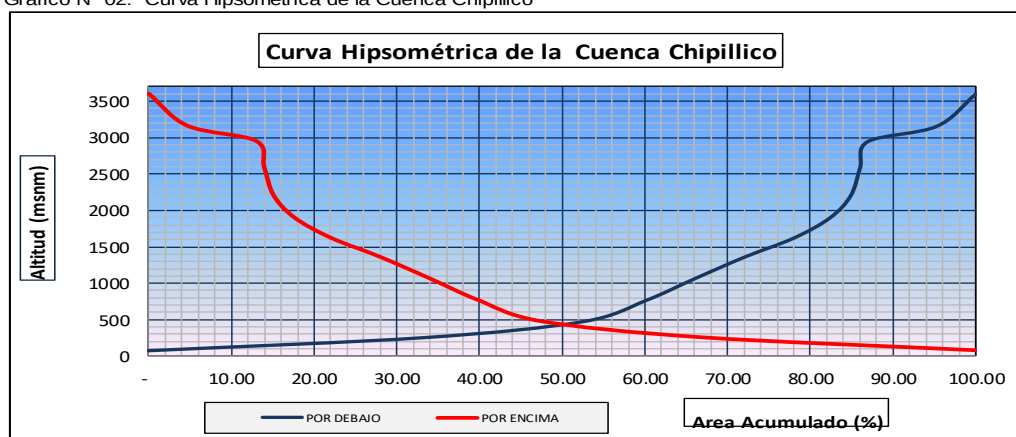
Cuadro N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboración de Curva Hipsométrica

ALTITUD m.s.n.m.	AREAS PARCIALES Km ² (%)		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
	Km ²	(%)	(KM ²)	(%)	KM ²	(%)
Punto más bajo						
79.50	-	-	-	-	1,123.64	100.00
259	374.30	33.31	374.30	33.31	749.34	66.69
480	216.98	19.31	591.28	52.62	532.36	47.38
770	84.89	7.55	676.17	60.18	447.47	39.82
1074	67.21	5.98	743.38	66.16	380.26	33.84
1364	66.33	5.90	809.72	72.06	313.92	27.94
1626	67.13	5.97	876.84	78.04	246.80	21.96
1902	48.90	4.35	925.74	82.39	197.90	17.61
2206	28.20	2.51	953.94	84.90	169.70	15.10
2593	12.78	1.14	966.72	86.03	156.92	13.97
2952	10.89	0.97	977.61	87.00	146.03	13.00
3159	93.09	8.29	1,070.70	95.29	52.93	4.71
3600.57	52.93	4.71	1,123.64	100.00	-	-
Punto más alto						
TOTAL	1,123.64	100.00				

2.- FACTOR DE RELIEVE

2.1.- Cálculo de la curva Hipsométrica

Gráfico N° 02: Curva Hipsométrica de la Cuenca Chipillico



2.2.- Cálculo de la Altitud Mediana

Altitud Mediana = 450 msnm (Intersección de las curvas hipsométricas)

2.3.- Cálculo de la Altitud Media Ponderada

Altitud media Ponderada:
$$H = \frac{(\sum a_i c_i)}{A} \quad c_i = \frac{(c_i + c_{i-1})}{2}$$

Donde :

ai = Area parcial de terreno entre curvas de nivel
ci = Altitud media de cada área parcial entre dos curvas de nivel.
A = Area de la cuenca

Cuadro N° 02: Areas parciales entre curvas de nivel		
ai	ci(altitud media)	ai*ci
374.30	169.25	63,351.84
216.98	369.47	80,166.93
84.89	624.92	53,047.73
67.21	921.80	61,958.46
66.33	1,218.67	80,835.12
67.13	1,494.84	100,341.78
48.90	1,764.10	86,263.92
28.20	2,054.12	57,921.01
12.78	2,399.36	30,669.23
10.89	2,772.14	30,191.63
93.09	3,055.16	284,416.74
52.93	3,379.64	178,900.17
Σ 1,123.64	Σ	1,108,064.55

H = 986.14 msnm

2.4.- Cálculo de la Altitud Media Simple:

Altitud Media Simple:

$$H_{ms} = \frac{(C_M + C_m)}{2}$$

Donde:

CM = Cota o altitud más alta de la cuenca
Cm = Cota o altitud más baja de la cuenca

CM = 3600.57
Cm = 79.50

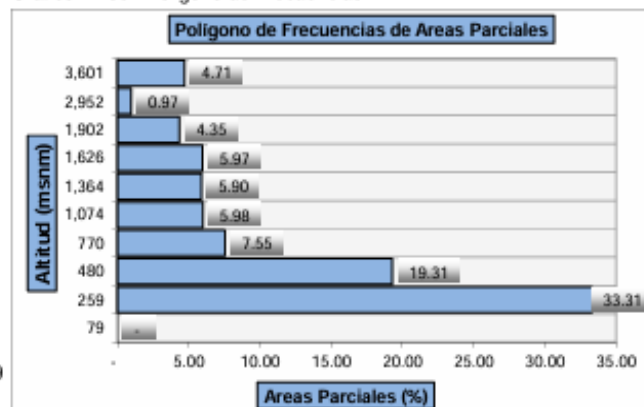
Hms = 1840.03 msnm

2.5.- Cálculo del Polígono de Frecuencia de Areas Parciales:

COTA (msnm)	A. PARCIAL (%)
79	-
259	33.31
480	19.31
770	7.55
1074	5.98
1364	5.90
1626	5.97
1902	4.35
2952	0.97
3600.568359	4.71

Altitud mas Frecuente: 259
Porcentaje de Incidencia: 33.31

Gráfico N° 03: Polígono de Frecuencias



3.- PARAMETROS DE FORMA:

3.1.- Cálculo del Índice de Gravelius (K):

El Índice de Gravelius (K):
$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde :

P = Perímetro de la cuenca en Km

265.54 Km

A = Area de la cuenca en Km²

1,123.64 Km²

Entonces:

K = 2.235
ALARGADA

3.2.- Cálculo del Rectángulo Equivalente:

Rectángulo Equivalente:

Lado Mayor =
$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Lado Menor
$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

Donde:

K = Coeficiente de Compacidad o Índice de Gravelius

2.23

A = Area de la cuenca en Km²

1,123.64

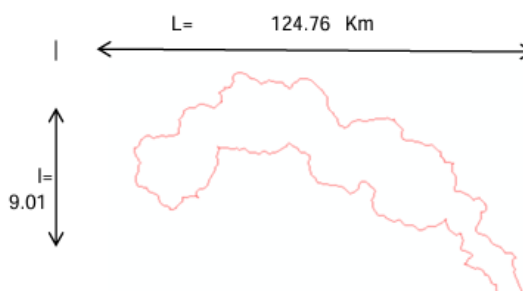
$$\frac{K\sqrt{A}}{1.12} = 66.8828875 \quad (1.12/K)^2 = 0.251187002 \quad \left(\sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right) = 0.86534$$

L = 124.76

l = 9.01

Cuadro N° 03: Rectangulo Equivalente

Cota (msnm)	Area Parcial (Km2)	ai	Ancho, ci (Km)
79.50	-	-	-
259.01	374.30		41.56
479.93	216.98		24.09
769.91	84.89		9.43
1,073.68	67.21		7.46
1,363.66	66.33		7.36
1,626.02	67.13		7.45
1,902.18	48.90		5.43
2,206.05	28.20		3.13
2,592.67	12.78		1.42
2,951.62	10.89		1.21
3,158.71	93.09		10.34
3,600.57	52.93		5.88
	Suma ci= L=		124.76



3.3.- Cálculo del Factor Forma:

Factor Forma:
$$F_f = \frac{l}{L} = \frac{A}{L^2}$$

Donde:

l = Lado menor del rectángulo equivalente

9.01 Km

L = Lado mayor del rectángulo equivalente

124.76 Km

A = Area de la cuenca

1,123.64 Km²

Ff = 0.07 ALARGADA
0.07

4.- PERFIL LONGITUDINAL DEL RIO

Progresiva	Long. (m)	Long Acum (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5
-	-	-	79.50			
7+000.00	7,000.00	7,000.00	118.00	38.50	0.33	1.75
14+000.00	7,000.00	14,000.00	140.00	22.00	0.16	2.52
21+000.00	7,000.00	21,000.00	178.00	38.00	0.21	2.16
28+000.00	7,000.00	28,000.00	183.00	5.00	0.03	6.05
35+000.00	7,000.00	35,000.00	220.00	37.00	0.17	2.44
42+000.00	7,000.00	42,000.00	250.00	30.00	0.12	2.89
49+000.00	7,000.00	49,000.00	292.00	42.00	0.14	2.64
56+000.00	7,000.00	56,000.00	350.00	58.00	0.17	2.46
63+480.00	7,480.00	63,480.00	541.00	191.00	0.35	1.68
						24.59

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right]^2$$

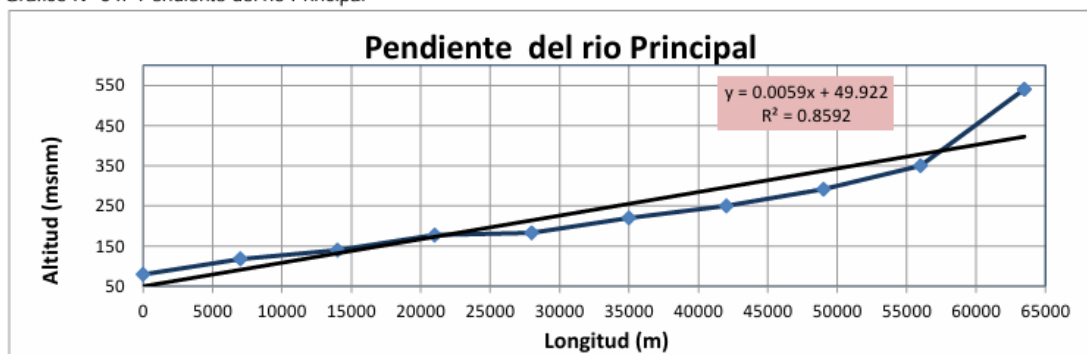
$$S = 0.133970497$$

$$S = 13.3970497 \%$$

(Según Taylor y Schwarz)

$$\text{Pendiente del río (\%)} = 13.40 \%$$

Gráfico N° 04: Pendiente del río Principal



5.- PARAMETROS RELACIONADOS CON LA RED HIDROGRÁFICA

5.1.- Cálculo de la Densidad de Drenaje:

$$D_d = \frac{L_i}{A}$$

Donde:

L =	Longitud del cauce principal	63.48 Km
	Longitud de cauces aportantes	169.40 Km
Li =	Longitud total de ríos	232.88
A =	Area de la Cuenca	1,123.64 Km ²

$$D_d = 0.207255306$$

5.2.- Cálculo de la Frecuencia de los Ríos:

$$\text{Frecuencia de los Ríos: } Fr = \frac{\text{Nº cauces}}{A}$$

Fr = 0.03 Nº Cauces = 29

5.3.- Cálculo de la Extensión media del Esguerrimiento Superficial (Es):

$$\text{Extensión media del Esguerrimiento Superficial: } Es = \frac{A}{4Li}$$

Es = 1.21

5.4.- Cálculo del Tiempo de Concentración (Tc), Según Kirpich

Tiempo de Concentración (Tc)

$$TC = \left(\frac{0.87L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Tc (Horas) = 364.95
Tc (Min) = 581.58

6.- OTROS PARAMETROS :

6.1 - Cálculo del Índice de Pendiente (Ip)

$$I_p = \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i(a_i - a_{i-1})} \frac{1}{\sqrt{L}}$$

Índice de Pendiente (Ip): $\beta_i = \frac{A_i}{A_t}$

Cuadro N° 04: Cuadro para el cálculo de Índice de pendiente

1/(L)^{0.5}

0.09

Ai	Bi = Ai/At	ai - ai-1	Bi* (ai -Ai-1)	Raíz (4)	5 * 1/(L) ^{0.5}
-	-	0	-	-	-
374.30	0.33	179.51	59.80	7.73	0.69
216.98	0.19	220.93	42.66	6.53	0.58
84.89	0.08	289.97	21.91	4.68	0.42
67.21	0.06	303.78	18.17	4.26	0.38
66.33	0.06	289.97	17.12	4.14	0.37
67.13	0.06	262.36	15.67	3.96	0.35
48.90	0.04	276.17	12.02	3.47	0.31
28.20	0.03	303.87	7.63	2.76	0.25
12.78	0.01	386.61	4.40	2.10	0.19
10.89	0.01	358.95	3.48	1.87	0.17
93.09	0.08	207.09	17.16	4.14	0.37
52.93	0.05	441.86	20.82	4.56	0.41
1123.64			Ip =		4.49

6.2.- Cálculo de la Pendiente de la Cuenca

$$S = \frac{H}{L}$$

H = 3521

L = 124,759.31

S = 0.03

2.82 %

PLANO

RESUMEN: PARAMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA CHIPILLICO

PARAMETROS				UND	NOMENCLATURA	CUENCA
Superficie total de la cuenca				Km²	At	1123.64
Perímetro				Km.	P	265.54
UBICACIÓN	Zona de Proyeccion UTM			s/U	Zona	17.00
	X			m	Coord. X	741767.00
	Y			m	Coord. X	9419391.00
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		s/U	$Kc = 0.28 P / (At)^{1/2}$	2.23
		FACTOR DE FORMA	Longitud de la Cuenca	Km.	LB	124.76
	Ancho Medio de la Cuenca		Km.	$AM = At / LB$	9.01	
	Factor de Forma		s/U	$Kf = AM / LB$	0.07	
	RECTANGULO EQUIVALENTE	Lado Mayor		Km.	$Kc^{*}(pi^{*}A)^{1/2}/2^{*}(1+(1-4/pi^{*}Kc^{*}2))$	124.76
		Lado Menor		Km.	$Kc^{*}(pi^{*}A)^{1/2}/2^{*}(1-(1-4/pi^{*}Kc^{*}2))$	9.01
Densidad de drenaje				Km./Km²	$Dd = Lt / At$	0.21
Desnivel total de la cuenca				Km.	Ht	3521.07
Altura media de la cuenca				m.s.n.m.	Hm	986.14
Pendiente cuenca (Met. Rectangulo Equivalente)				%	Ht / Lma	0.04
Tiempo de Concentraci3n Kirpich				min.	$0.0195(L^{*}3/h)^{*}0.385$	581.58

Tabla 19

Precipitaciones máximas de 24 h para estación Alamor

ANÁLISIS DE MAXIMAS AVENIDAS ESTACION ALAMOR

Estación:

Variable:

Operador:

WGS 84 Geográficas:

Tipo:

Ámbito Político:

Ámbito Administrativo:

Unidad Hidrográfica:

Nombre de la Fuente:

Alamor (Código: 152153)

Precipitación Acumulada 1 Día (mm)

Servicio Nacional Meteorología E Hidrología

Latitud: -4.488689 / Longitud: -80.387 / Altitud(msnm): 150

Convencional / Climática

Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Lancones

AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira

Cuenca Chira

Río: Alamor

Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.

1 DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24HR.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
2000	22	53.7	34.8	32.7	2.3	3.6	0	0	0	0	0	29.5	53.7
2001	30	53.8	99.4	84.8	0.3	0	0	0	0	2	0.5	3	99.4
2002	0	28.4	73.3	105.6	0	0	0	0	0	1.6	0.4	6.2	105.6
2003	2.1	55	12.4	3.7	0	0	0	0	0	0	3.1	10.6	55
2004	17.3	35.4	13.5	14.5	1.3	0	2.3	0	0	6.7	0	2.3	35.4
2005	0	11.2	48.9	0	0	0.5	0	0	0	0	0	0.7	48.9
2006	21.1	105.6	53.7	18.3	0	0	0	0	0	0	0.8	2.6	105.6
2007	36.5	1.6	48.2	19.9	0	0	0	0	0	0	0.6	1.9	48.2
2008	17.5	66.7	114.3	34	0.7	0.3	0	0	0	3.7	4.3	0	114.3
2010	2.6	40.2	94.6	12.3	29.3	0	0	0	0	3.2	2.1	0	94.6
2011	2	24.2	5	15.8	0	3.2	0	0	0.6	0	0.9	0	24.2
2012	15.4	123.4	82.2	42.4	0	0	0	0	0	1.8	4.4	2.7	123.4
2013	4.1	1.3	50.3	2.3	3.5	0	0	0	0	0.8	0	4	50.3
2015	5.3	14.5	153.4	10.7	3.7	0	0	0	0	0	4.4	3.9	153.4
2017	61.1	70.8	216.8	72.9	25.4	0.2	0.3	0.1	0	2.9	0.9	0.4	216.8
2018	5.5	2.9	0.7	34	2.5	0	0	0	0	0	1	33.4	34
2019	11	150.7	18.4	5	0.4	0.1	0	0.2	0	0	0.5	3.1	150.7
2021	4	0.4	60.5	63	0.8	3.6	0.1	0	0.5	0.2	0.1	19.7	63

2 PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (TEST DE OUTLIERS)

N°	AÑO	P24	Log(24)
1	2000	53.7	1.73
2	2001	99.4	2.00
3	2002	105.6	2.02
4	2003	55	1.74
5	2004	35.4	1.55
6	2005	48.9	1.69
7	2006	105.6	2.02
8	2007	48.2	1.68
9	2008	114.3	2.06
11	2010	94.6	1.98
12	2011	24.2	1.38
13	2012	123.4	2.09
14	2013	50.3	1.70
15	2015	153.4	2.19
16	2017	216.8	2.34
17	2018	34	1.53
18	2019	150.7	2.18
19	2021	63	1.80

PARAMETROS ESTADISTICOS

P24hr

Log (24hr)

N de datos=

18.00

18.00

SUMA=

1,576.50

33.68

MAX=

216.80

2.34

MIN=

24.20

1.38

PROMEDIO=

87.58

1.87

DES. EST=

51.28

0.26

CS=

0.96

0.08

K=

2.361

Tabla Valores de Kn

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS ALTOS

$X_H = x + K_n * S$

XH=

2.49

Precipitaion maxima aceptada

PH=

307.85

NO EXISTE DATOS DUDOSOS ALTOS

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS BAJOS

$X_L = x - K_n * S$

XL=

1.25

Precipitacion minima aceptada

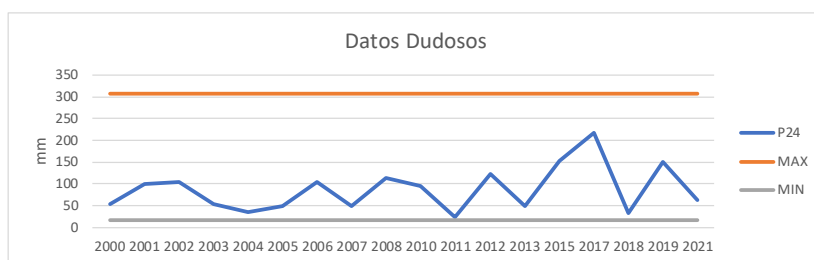
PL=

17.93

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

NO EXISTE DATOS DUDOSOS BAJOS



Se observa que todos los valores estan dentro de los limites de PH y PL, es decir se encuentran dentro del limite de 17.93 y 307.85.

3 ANALISIS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS (SOFTWARE HYDROGNOMON)

3.1 Kolmogorov smirnov

DMAX

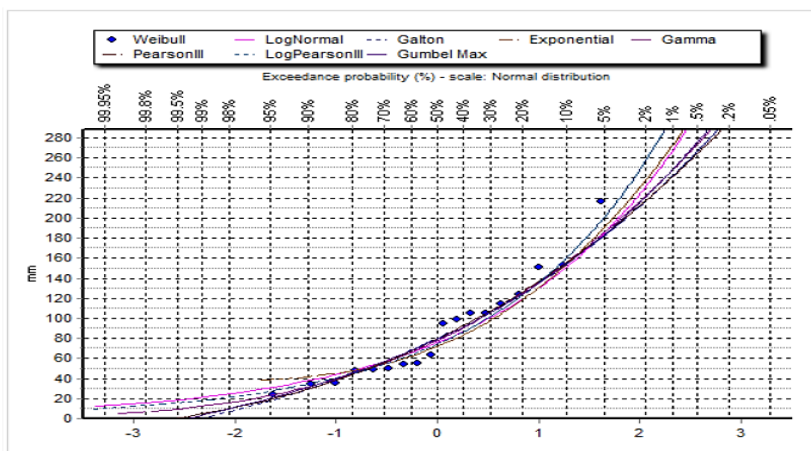
Kolmogorov-Smirnov test for: All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	87.43%	0.12452
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	84.58%	0.12954
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	84.53%	0.12963
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	78.20%	0.13963
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	76.67%	0.14192
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	65.03%	0.15845

3.2 Chi cuadrado

DMAX

X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.637352	0.22222
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.291841	1.11111
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.291841	1.11111
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.291841	1.11111

3.3 GRAFICA



Despues del analisis en Hydrognomon se opto por trabajar con Gamma.

4 TIEMPO DE RETORNO PARA 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 AÑOS. (SOFTWARE HIDROGNOMON)

RETORN O	mm	PROBABILID AD DE EXCEDENCIA	PROBALIDAD DE NO EXCEDENCIA	INTER FIJO
AÑOS	X(mm)	F(x)	1-F(x)	X1 (mm)
2	77.8028	0.50	0.500	87.92
5	125.346	0.20	0.800	141.64
10	156.339	0.10	0.900	176.66
25	194.325	0.04	0.960	219.59
50	221.662	0.02	0.980	250.48
100	248.173	0.01	0.990	280.44
200	274.059	0.01	0.995	309.69
500	307.538	0.00	0.998	347.52
1000	332.417	0.00	0.999	375.63

Según OMM

Numero de Relacion

1	1.13
2	1.04
y-4	1.03
y-8	1.02
y-24	1.01

Se trabajo con valores de 1 dias (24horas)

5 TORMENTA DE DISEÑO (GAMMA)

5.1 CURVA INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA.

MODELO DE DICK PESCHKE

$$P_D = P_{24h} * \left(\frac{D}{1140}\right)^{0.25}$$

PD= Precipitacion maxima de duracion D
 P24h Precipitacion maxima de 24 horas
 D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION (min)	Precipitacion en 24 hr (mm)								
	87.92	141.64	176.66	219.59	250.48	309.69	309.69	347.52	375.63
	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitacion (mm)									
5	21.34	34.38	42.88	53.30	60.80	75.18	75.18	84.36	91.18
10	25.38	40.89	51.00	63.39	72.31	89.40	89.40	100.32	108.44
15	28.09	45.25	56.44	70.15	80.02	98.94	98.94	111.02	120.00
20	30.18	48.62	60.65	75.38	85.99	106.31	106.31	119.30	128.95
25	31.91	51.41	64.13	79.71	90.92	112.41	112.41	126.15	136.35
30	33.40	53.81	67.12	83.43	95.16	117.66	117.66	132.03	142.71
35	34.71	55.93	69.75	86.70	98.90	122.28	122.28	137.22	148.32
40	35.89	57.82	72.12	89.65	102.26	126.43	126.43	141.87	153.35
45	36.96	59.55	74.28	92.33	105.31	130.21	130.21	146.11	157.93
50	37.95	61.14	76.26	94.79	108.12	133.68	133.68	150.01	162.15
55	38.87	62.62	78.10	97.07	110.73	136.91	136.91	153.63	166.06
60	39.72	63.99	79.82	99.21	113.17	139.92	139.92	157.01	169.71
120	47.24	76.10	94.92	117.98	134.58	166.39	166.39	186.72	201.82
180	52.28	84.22	105.04	130.57	148.94	184.14	184.14	206.64	223.35
240	56.17	90.50	112.88	140.30	160.04	197.87	197.87	222.04	240.01
300	59.40	95.69	119.35	148.35	169.22	209.22	209.22	234.78	253.78
360	62.17	100.16	124.92	155.27	177.11	218.98	218.98	245.73	265.61
420	64.61	104.09	129.83	161.37	184.07	227.59	227.59	255.39	276.05
480	66.80	107.62	134.23	166.85	190.32	235.31	235.31	264.06	285.42
540	68.80	110.84	138.25	171.84	196.01	242.34	242.34	271.95	293.95
600	70.64	113.80	141.94	176.42	201.24	248.81	248.81	279.21	301.79
660	72.34	116.54	145.36	180.68	206.09	254.81	254.81	285.94	309.07
720	73.93	119.11	148.56	184.65	210.63	260.41	260.41	292.23	315.87
780	75.42	121.51	151.56	188.38	214.88	265.68	265.68	298.13	322.25
840	76.83	123.79	154.39	191.91	218.90	270.65	270.65	303.71	328.28
900	78.17	125.94	157.08	195.24	222.71	275.35	275.35	308.99	333.99
960	79.44	127.99	159.63	198.42	226.33	279.83	279.83	314.02	339.42
1020	80.66	129.94	162.07	201.45	229.79	284.11	284.11	318.81	344.60
1080	81.82	131.81	164.40	204.35	233.10	288.20	288.20	323.40	349.56
1140	82.93	133.61	166.64	207.13	236.27	292.12	292.12	327.80	354.32
1200	84.00	135.33	168.79	209.80	239.32	295.89	295.89	332.03	358.89
1260	85.03	136.99	170.86	212.38	242.25	299.52	299.52	336.11	363.30
1320	86.03	138.59	172.86	214.86	245.09	303.02	303.02	340.04	367.55
1380	86.99	140.14	174.79	217.26	247.83	306.41	306.41	343.84	371.66
1440	87.92	141.64	176.66	219.59	250.48	309.69	309.69	347.52	375.63

5.2 INTENSIDAD Y CURVA IDF

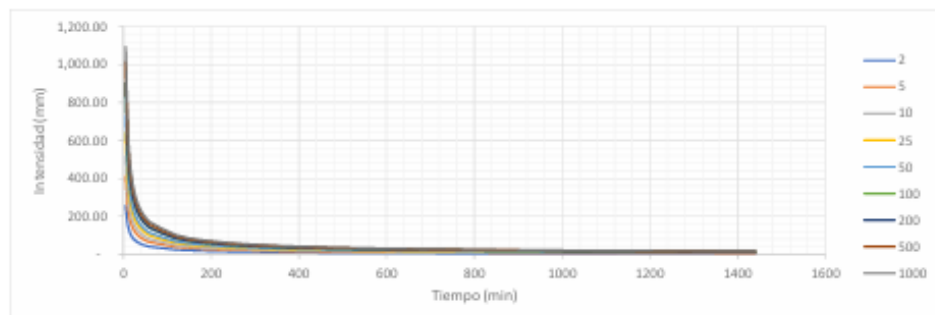
$$I = \frac{PD}{D}$$

PD= Precipitacion maxima de 24hr
 D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION		Periodo de retorno								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	(min)	Intensidad (mm/hr)								
0.08	5	256.10	412.59	514.61	639.65	729.63	902.10	902.10	1,012.30	1,094.20
0.17	10	152.28	245.33	305.99	380.34	433.84	536.39	536.39	601.92	650.61
0.25	15	112.35	181.00	225.76	280.61	320.08	395.74	395.74	444.09	480.01
0.33	20	90.54	145.87	181.94	226.15	257.96	318.94	318.94	357.90	386.86
0.42	25	76.59	123.39	153.90	191.30	218.21	269.79	269.79	302.75	327.24
0.50	30	66.80	107.62	134.23	166.85	190.32	235.31	235.31	264.06	285.42
0.58	35	59.51	95.87	119.58	148.63	169.54	209.62	209.62	235.23	254.26
0.67	40	53.84	86.74	108.18	134.47	153.39	189.64	189.64	212.81	230.03
0.75	45	49.29	79.40	99.04	123.10	140.42	173.61	173.61	194.82	210.58
0.83	50	45.54	73.37	91.51	113.75	129.75	160.42	160.42	180.02	194.58
0.92	55	42.40	68.31	85.20	105.90	120.80	149.35	149.35	167.60	181.15
1.00	60	39.72	63.99	79.82	99.21	113.17	139.92	139.92	157.01	169.71
2.00	120	23.62	38.05	47.46	58.99	67.29	83.19	83.19	93.36	100.91
3.00	180	17.43	28.07	35.01	43.52	49.65	61.38	61.38	68.88	74.45
4.00	240	14.04	22.63	28.22	35.08	40.01	49.47	49.47	55.51	60.00
5.00	300	11.88	19.14	23.87	29.67	33.84	41.84	41.84	46.96	50.76
6.00	360	10.36	16.69	20.82	25.88	29.52	36.50	36.50	40.96	44.27
7.00	420	9.23	14.87	18.55	23.05	26.30	32.51	32.51	36.48	39.44
8.00	480	8.35	13.45	16.78	20.86	23.79	29.41	29.41	33.01	35.68
9.00	540	7.64	12.32	15.36	19.09	21.78	26.93	26.93	30.22	32.66
10.00	600	7.06	11.38	14.19	17.64	20.12	24.88	24.88	27.92	30.18
11.00	660	6.58	10.59	13.21	16.43	18.74	23.16	23.16	25.99	28.10
12.00	720	6.16	9.93	12.38	15.39	17.55	21.70	21.70	24.35	26.32
13.00	780	5.80	9.35	11.66	14.49	16.53	20.44	20.44	22.93	24.79
14.00	840	5.49	8.84	11.03	13.71	15.64	19.33	19.33	21.69	23.45
15.00	900	5.21	8.40	10.47	13.02	14.85	18.36	18.36	20.60	22.27
16.00	960	4.97	8.00	9.98	12.40	14.15	17.49	17.49	19.63	21.21
17.00	1020	4.74	7.64	9.53	11.85	13.52	16.71	16.71	18.75	20.27

18.00	1080	4.55	7.32	9.13	11.35	12.95	16.01	16.01	17.97	19.42
19.00	1140	4.36	7.03	8.77	10.90	12.44	15.37	15.37	17.25	18.65
20.00	1200	4.20	6.77	8.44	10.49	11.97	14.79	14.79	16.60	17.94
21.00	1260	4.05	6.52	8.14	10.11	11.54	14.26	14.26	16.01	17.30
22.00	1320	3.91	6.30	7.86	9.77	11.14	13.77	13.77	15.46	16.71
23.00	1380	3.78	6.09	7.60	9.45	10.78	13.32	13.32	14.95	16.16
24.00	1440	3.66	5.90	7.36	9.15	10.44	12.90	12.90	14.48	15.65

5.3 GRAFICA I-D-F.



ECUACION DE AJUSTE DE I_{max}. (Hidroesta)

$$I_{max} = \frac{948.5155 \cdot T^{-0.7500}}{D^{0.2175}}$$

5.4 HIETOGRAMA DE PRECIPITACION METODO DE BLOQUE ALTERNO

TR = 50

k = 948.52

T = 50

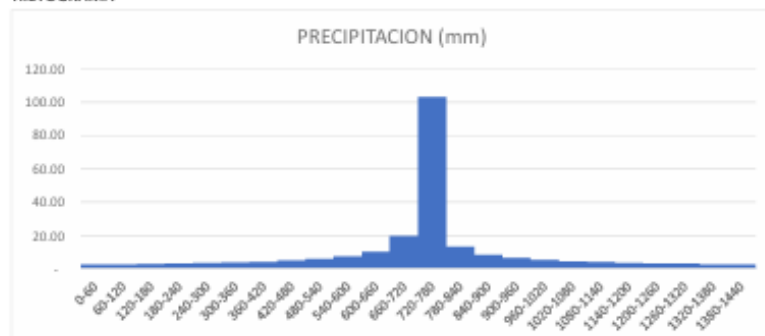
m = 0.7500

n = 0.2175

$$I_{max} = \frac{k \cdot T^m}{D^n}$$

DURACION	Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitacion
(min)	(mm/hr)	(mm)	(min)	(mm)
60	103.03	103.03	0-60	2.41
120	61.26	122.52	60-120	2.58
180	45.20	135.59	120-180	2.78
240	36.43	145.70	180-240	3.01
300	30.81	154.06	240-300	3.30
360	26.87	161.25	300-360	3.66
420	23.94	167.58	360-420	4.13
480	21.66	173.27	420-480	4.76
540	19.83	178.45	480-540	5.69
600	18.32	183.21	540-600	7.18
660	17.06	187.63	600-660	10.11
720	15.98	191.76	660-720	19.49
780	15.05	195.63	720-780	103.03
840	14.24	199.29	780-840	13.07
900	13.52	202.76	840-900	8.36
960	12.88	206.06	900-960	6.34
1020	12.31	209.20	960-1020	5.18
1080	11.79	212.21	1020-1080	4.42
1140	11.32	215.10	1080-1140	3.88
1200	10.89	217.88	1140-1200	3.47
1260	10.50	220.55	1200-1260	3.15
1320	10.14	223.13	1260-1320	2.89
1380	9.81	225.63	1320-1380	2.67
1440	9.50	228.04	1380-1440	2.49

HIETOGRAMA



TR = 25

k= 948.52

T= 25

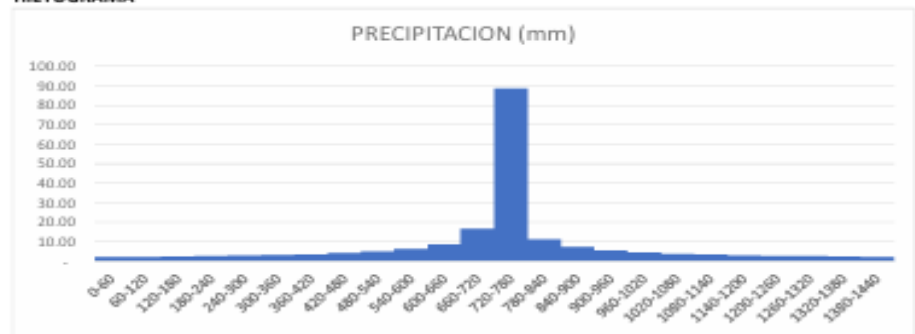
m= 0.7500

n= 0.2175

$$I_{max} = \frac{k \cdot T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	88.61	88.61	88.61	0-60	2.08
120	52.69	105.38	16.77	60-120	2.22
180	38.87	116.62	11.24	120-180	2.39
240	31.33	125.31	8.70	180-240	2.59
300	26.50	132.50	7.19	240-300	2.84
360	23.11	138.68	6.18	300-360	3.15
420	20.59	144.13	5.45	360-420	3.55
480	18.63	149.02	4.89	420-480	4.10
540	17.05	153.48	4.45	480-540	4.89
600	15.76	157.57	4.10	540-600	6.18
660	14.67	161.37	3.80	600-660	8.70
720	13.74	164.92	3.55	660-720	16.77
780	12.94	168.26	3.33	720-780	88.61
840	12.24	171.40	3.15	780-840	11.24
900	11.63	174.38	2.98	840-900	7.19
960	11.08	177.22	2.84	900-960	5.45
1020	10.58	179.93	2.71	960-1020	4.45
1080	10.14	182.52	2.59	1020-1080	3.80
1140	9.74	185.00	2.48	1080-1140	3.33
1200	9.37	187.39	2.39	1140-1200	2.98
1260	9.03	189.69	2.30	1200-1260	2.71
1320	8.72	191.91	2.22	1260-1320	2.48
1380	8.44	194.05	2.14	1320-1380	2.30
1440	8.17	196.13	2.08	1380-1440	2.14

HIETOGRAMA



TR = 50

k= 948.52

T= 50

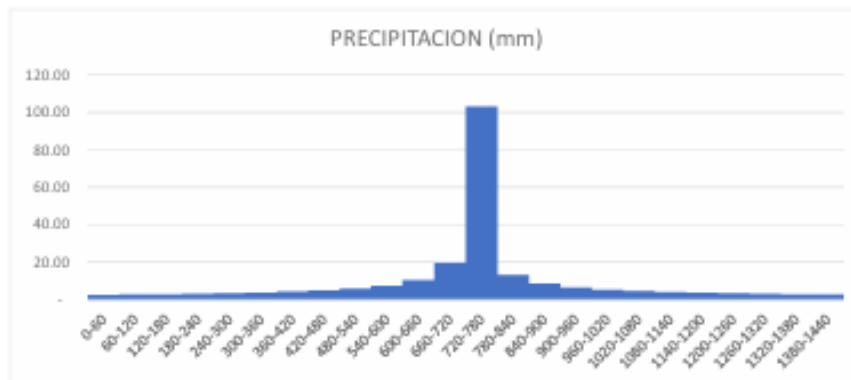
m= 0.7500

n= 0.2175

$$I_{max} = \frac{k \cdot T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	103.03	103.03	103.03	0-60	2.41
120	61.26	122.52	19.49	60-120	2.58
180	45.20	135.59	13.07	120-180	2.78
240	36.43	145.70	10.11	180-240	3.01
300	30.81	154.06	8.36	240-300	3.30
360	26.87	161.25	7.18	300-360	3.66
420	23.94	167.58	6.34	360-420	4.13
480	21.66	173.27	5.69	420-480	4.76
540	19.83	178.45	5.18	480-540	5.69
600	18.32	183.21	4.76	540-600	7.18
660	17.06	187.63	4.42	600-660	10.11
720	15.98	191.76	4.13	660-720	19.49
780	15.05	195.63	3.88	720-780	103.03
840	14.24	199.29	3.66	780-840	13.07
900	13.52	202.76	3.47	840-900	8.36
960	12.88	206.06	3.30	900-960	6.34
1020	12.31	209.20	3.15	960-1020	5.18
1080	11.79	212.21	3.01	1020-1080	4.42
1140	11.32	215.10	2.89	1080-1140	3.88
1200	10.89	217.88	2.78	1140-1200	3.47
1260	10.50	220.55	2.67	1200-1260	3.15
1320	10.14	223.13	2.58	1260-1320	2.89
1380	9.81	225.63	2.49	1320-1380	2.67
1440	9.50	228.04	2.41	1380-1440	2.49

HIETOGRAMA



TR = 100

k= 948.52

T= 100

m= 0.7500

n= 0.2175

$$I_{max} = \frac{k \cdot T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	119.79	119.79	119.79	0-60	2.81
120	71.23	142.46	22.67	60-120	3.00
180	52.55	157.66	15.20	120-180	3.23
240	42.35	169.41	11.76	180-240	3.50
300	35.83	179.13	9.72	240-300	3.83
360	31.25	187.49	8.35	300-360	4.25
420	27.84	194.85	7.37	360-420	4.80
480	25.18	201.47	6.61	420-480	5.54
540	23.05	207.49	6.02	480-540	6.61
600	21.30	213.03	5.54	540-600	8.35
660	19.83	218.16	5.14	600-660	11.76
720	18.58	222.96	4.80	660-720	22.67
780	17.50	227.47	4.51	720-780	119.79
840	16.55	231.72	4.25	780-840	15.20
900	15.72	235.75	4.03	840-900	9.72
960	14.97	239.59	3.83	900-960	7.37
1020	14.31	243.24	3.66	960-1020	6.02
1080	13.71	246.75	3.50	1020-1080	5.14
1140	13.16	250.10	3.36	1080-1140	4.51
1200	12.67	253.33	3.23	1140-1200	4.03
1260	12.21	256.44	3.11	1200-1260	3.66
1320	11.79	259.44	3.00	1260-1320	3.36
1380	11.41	262.34	2.90	1320-1380	3.11
1440	11.05	265.15	2.81	1380-1440	2.90

HIETOGRAMA

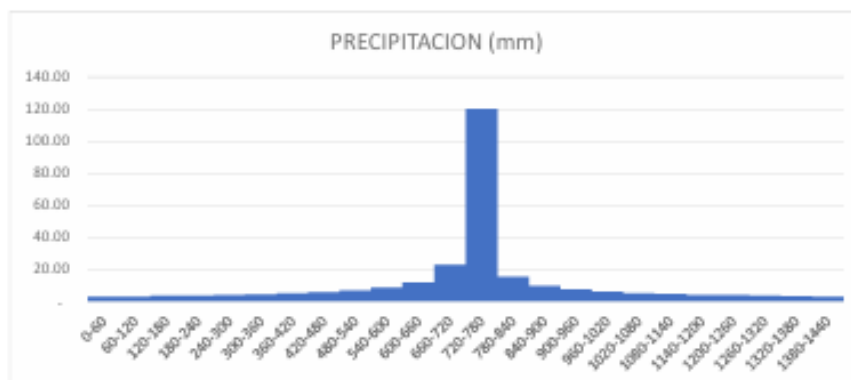


Tabla 20

Precipitaciones máximas de 24 h para estación Lancones

ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS ESTACIÓN LANCONES													
Estación:	Lancones (Código: 152103)												
Variable:	Precipitación Acumulada 1 Día (mm)												
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología												
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -4.642778 / Longitud: -80.547222 / Altitud(msnm): 150												
Tipo:	Convencional / Climática												
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Querecotillo												
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira												
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Chira												
Nombre de la Fuente:	:												
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.													
1 DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24HR.													
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1964	0	3.4	0	7.3	0	0	0	0	0	1.4	0	0	7.3
1965	0	5.5	144.5	41.7	62.7	5.2	0	0	1.4	0	6.4	4.2	144.5
1966	2.5	5.8	38.4	0	0	0	0	0	0	8.1	0	3	38.4
1967	3.9	9.6	0	0	0.8	0	0	0	0	0	0	0.4	9.6
1968	0	11.1	0.5	0	0	0	0	0	0.01	0.1	0	0	11.1
1969	9	7.7	36.6	14	0	2.8	0	0	0	0	1.8	1.8	36.6
1970	2.1	10.5	12.8	0	7.4	0	0.01	0	0	2.2	0	1.3	12.8
1971	5.9	34.5	107.2	26.8	3.5	0.01	0	0	0	0	0	1.2	107.2
1972	0.01	36.2	90	4	1	0.7	0	0	0	0	5.6	4.6	90
1973	80	41.7	46.4	5.5	0	0.01	0	0	0	0.01	0	0	80
1974	13.4	5	0	11.5	0	0	0	0	0	0	0	0	13.4
1975	1.3	5.2	33.3	5.2	0	0	0	0	0	5.3	0	0	33.3
1977	0.01	16.3	2.3	6	58.4	0	0	0	0	0	0	0	58.4
1978	0	0	90.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90.5
1979	7	0	0.01	9.5	0	0	0	0	0	0	0	0	9.5
1980	0	0	8.5	17.4	0	0	0	0	0	0	0	0	17.4
1981	0	4	43	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0	43
1982	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1.6	2.3	21.8	21.8
1983	78.6	82.4	73.6	193.8	121.5	137.2	5.4	0	0	2	0	8.2	193.8
1984	0	107.5	24.3	0	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	107.5
1985	0	10.2	24.2	0	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	24.2
1986	3	3.9	0	9.9	0	0	0	0	0	0	0	5.2	9.9
1988	0	0	0	17.9	0	0	0	0	0	0	0	0	17.9
1989	18.5	21.2	15.1	5.6	0	0.01	0	0	0	0	0	0	21.2
1990	0	0	1.4	1.5	0	0	0	0	0	0	7.3	8.5	8.5
1991	0	18	20.6	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	20.6
1992	5.5	35	49.5	67.3	20	0	0	0	0	0	0	0	67.3
1993	0	45.2	36.4	31	7.5	0	0	0	0	0	0	0	45.2
1994	0	15.5	47.2	2.7	0	0	0	0	0	0	0	1.2	47.2
1995	8.4	103.6	2.6	9	0	0	0	0	0	0	1	3.1	103.6
1996	2.6	0.5	6.6	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	6.6
1997	0	7.5	120.2	15	4.5	0	0	0	0	18	2	130.2	130.2
1998	146.6	139.8	127	162.8	48.8	0	0	0	0	3.2	0	0	162.8
1999	8.2	77.3	6.2	20	2.5	0	0	0	0	1.6	0	4.1	77.3
2000	5.1	21.5	18.1	97	23	2.8	0	0	0	0	0	22	97
2003	0	44.8	0	0	0	0.01	0.01	0	0	0	3.8	0	44.8
2004	0	0	0	5.3	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3
2005	0	0	55.5	0	0	0	0	0	0	1.7	0	0	55.5
2006	2.8	40.9	34.3	2.5	0	0	0	0	0	0.2	2.4	5.6	40.9
2007	4.8	0	35.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35.9
2008	11.3	110.5	94.1	98.6	9.5	0.01	0	0	0	0	0	0	110.5
2011	0	24.8	15.2	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	24.8
2012	5.1	75.2	82.8	32.4	0	0	0	0	0	0	1.5	0	82.8
2013	3.4	0	151.4	0	9.6	0	0	0	0	0	0	0	151.4
2018	0	0.4	0	18.6	1.2	0	0	0	0	0	0	10.5	18.6
2019	0.7	61.7	15	2.8	0.4	0	0	0	0	0	0.5	5.8	61.7
2021	0.5	0	79.3	4.4	0	0	0.8	0	0	0	0	3.8	79.3
2022	0	0.6	6.7	0.5	0	1	0	0	0	0.8	0.8	0.8	6.7
2023	0	75.4	85	71.7	0.6	0	0	0	0	1.9	0	8.4	85
2024	1.9	43.2	5.2	0	0	1.5	0	0	0	0	0	1.8	43.2

2 PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (TEST DE OUTLIERS)

N°	AÑO	P24	Log(24)
1	1964	7.3	0.86
2	1965	144.5	2.16
3	1966	38.4	1.58
4	1967	9.6	0.98
5	1968	11.1	1.05
6	1969	36.6	1.56
7	1970	12.8	1.11
8	1971	107.2	2.03
9	1972	90	1.95
10	1973	80	1.90
11	1974	13.4	1.13
12	1975	33.3	1.52
13	1977	58.4	1.77
14	1978	90.5	1.96
15	1979	9.5	0.98
16	1980	17.4	1.24
17	1981	43	1.63
18	1982	21.8	1.34
19	1983	193.8	2.29
20	1984	107.5	2.03
21	1985	24.2	1.38
22	1986	9.9	1.00
23	1988	17.9	1.25
24	1989	21.2	1.33
25	1990	8.5	0.93
26	1991	20.6	1.31
27	1992	67.3	1.83
28	1993	45.2	1.66
29	1994	47.2	1.67
30	1995	103.6	2.02
31	1996	6.6	0.82
32	1997	130.2	2.11
33	1998	162.8	2.21
34	1999	77.3	1.89
35	2000	97	1.99
36	2003	44.8	1.65
37	2004	5.3	0.72
38	2005	55.5	1.74
39	2006	40.9	1.61
40	2007	35.9	1.56
41	2008	110.5	2.04
42	2011	24.8	1.39
43	2012	82.8	1.92
44	2013	151.4	2.18
45	2018	18.6	1.27
46	2019	61.7	1.79
47	2021	79.3	1.90
48	2022	6.7	0.83
49	2023	85	1.93
50	2024	43.2	1.64

PARAMETROS ESTADISTICOS	P24hr	Log (24hr)
N de datos=	50.00	50.00
SUMA=	2,812.00	78.64
MAX=	193.80	2.29
MIN=	5.30	0.72
PROMEDIO=	56.24	1.57
DES. EST=	46.80	0.43
CS=	1.03	0.31

K= 2.768 Tabla Valores de Kn

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS ALTOS

$$X_H = x + K_n \cdot S$$

XH= 2.76

Precipitacion maxima aceptada

PH= 578.66

NO EXISTE DATOS DUDOSOS ALTOS

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS BAJOS

$$X_L = x - K_n \cdot S$$

XL= 0.38

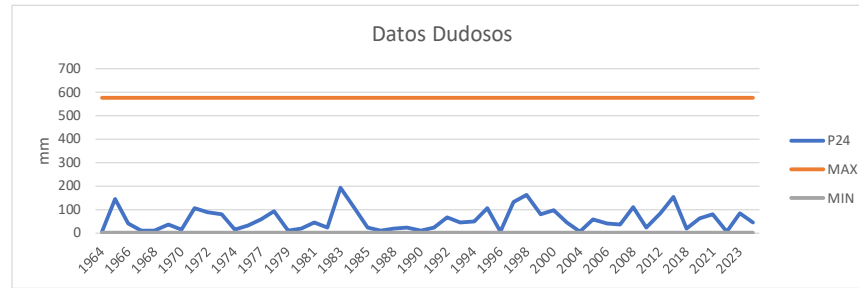
Precipitacion minima aceptada

PL= 2.42

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

NO EXISTE DATOS DUDOSOS BAJOS



Se observa que todos los valores estan dentro de los limites de PH y PL, es decir se encuentran dentro del limite de 2.42 y 578.66.

3 ANALISIS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS (SOFTWARE HYDROGNOMON)

3.1 Kolmogorov smirnov

DMAX

Kolmogorov-Smirnov test for:All data

	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	DMax
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	24.24%	0.14521
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	82.52%	0.08881
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.99%	0.09567
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	60.79%	0.10769
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	58.69%	0.10946
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	14.26%	0.1625

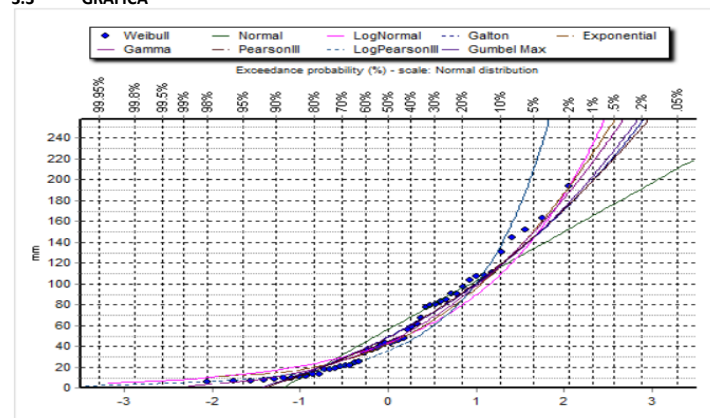
3.2 Chi cuadrado

DMAX

X-Square test for All data

	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a	Pearson Param.
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	55.6%	2.08
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	21.9%	3.04
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	31.8%	3.52
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	10.4%	6.16
Log Pearson III	ACCEPT	REJECT	REJECT	4.6%	6.16
LogNormal	REJECT	REJECT	REJECT	0.3%	13.84

3.3 GRAFICA



Despues del analisis en Hydrognomon se opto por trabajar con GAMMA.

4 TIEMPO DE RETORNO PARA 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 AÑOS. (SOFTWARE HIDROGNOMON)

RETORN O	mm	PROBABILIDA D DE EXCEDENCIA	PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA	INTER FIJO
AÑOS	X(mm)	F(x)	1-F(x)	X1 (mm)
2	43.9236	0.50	0.500	49.63
5	87.3743	0.20	0.800	98.73
10	118.283	0.10	0.900	133.66
25	157.945	0.04	0.960	178.48
50	187.387	0.02	0.980	211.75
100	216.499	0.01	0.990	244.64
200	245.362	0.01	0.995	277.26
500	283.225	0.00	0.998	320.04
1000	311.692	0.00	0.999	352.21

Según OMM

Numero d Relacion	
1	1.13
2	1.04
y-4	1.03
y-8	1.02
y-24	1.01

Se trabajo con valores de 1 dias (24horas)

5 TORMENTA DE DISEÑO (GAMMA)

5.1 CURVA INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA.

MODELO DE DICK PESCHKE

$$P_D = P_{24h} * \left(\frac{D}{1140}\right)^{0.25}$$

PD= Precipitacion maxima de duracion D
P24h Precipitacion maxima de 24 horas
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION (min)	Precipitacion en 24 hr (mm)								
	49.63	98.73	133.66	178.48	211.75	277.26	277.26	320.04	352.21
	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
5	12.05	23.97	32.45	43.32	51.40	67.30	67.30	77.69	85.50
10	14.33	28.50	38.58	51.52	61.13	80.04	80.04	92.39	101.67
15	15.86	31.54	42.70	57.02	67.65	88.58	88.58	102.25	112.52
20	17.04	33.89	45.88	61.27	72.69	95.18	95.18	109.87	120.91
25	18.02	35.84	48.52	64.79	76.86	100.64	100.64	116.17	127.85
30	18.86	37.51	50.78	67.81	80.45	105.34	105.34	121.59	133.81
35	19.60	38.98	52.77	70.47	83.61	109.47	109.47	126.37	139.07
40	20.26	40.31	54.57	72.86	86.45	113.19	113.19	130.66	143.79
45	20.87	41.51	56.20	75.04	89.03	116.57	116.57	134.56	148.09
50	21.43	42.62	57.70	77.04	91.40	119.68	119.68	138.15	152.04
55	21.94	43.65	59.09	78.90	93.61	122.57	122.57	141.48	155.71
60	22.42	44.61	60.39	80.64	95.67	125.27	125.27	144.60	159.13
120	26.67	53.05	71.81	95.89	113.77	148.97	148.97	171.95	189.24
180	29.51	58.71	79.47	106.12	125.91	164.86	164.86	190.30	209.43
240	31.71	63.08	85.40	114.04	135.29	177.15	177.15	204.49	225.04
300	33.53	66.70	90.30	120.58	143.06	187.32	187.32	216.22	237.95
360	35.10	69.81	94.51	126.20	149.73	196.05	196.05	226.31	249.05
420	36.48	72.56	98.23	131.16	155.61	203.75	203.75	235.20	258.84
480	37.71	75.02	101.56	135.61	160.89	210.67	210.67	243.18	267.62
540	38.84	77.26	104.59	139.67	165.70	216.97	216.97	250.45	275.62
600	39.88	79.32	107.39	143.39	170.12	222.76	222.76	257.13	282.98
660	40.84	81.24	109.98	146.85	174.23	228.13	228.13	263.33	289.80
720	41.74	83.02	112.39	150.08	178.06	233.15	233.15	269.12	296.17
780	42.58	84.70	114.67	153.11	181.66	237.86	237.86	274.56	302.16
840	43.38	86.29	116.81	155.98	185.05	242.31	242.31	279.70	307.81
900	44.13	87.79	118.84	158.69	188.27	246.52	246.52	284.56	313.17
960	44.85	89.22	120.78	161.27	191.34	250.53	250.53	289.19	318.26
1020	45.53	90.58	122.62	163.74	194.26	254.36	254.36	293.61	323.12
1080	46.19	91.88	124.38	166.09	197.05	258.02	258.02	297.83	327.77
1140	46.82	93.13	126.08	168.35	199.73	261.53	261.53	301.89	332.23
1200	47.42	94.33	127.70	170.53	202.31	264.91	264.91	305.78	336.52
1260	48.00	95.49	129.27	172.62	204.80	268.16	268.16	309.54	340.65
1320	48.57	96.61	130.78	174.64	207.19	271.29	271.29	313.16	344.63
1380	49.11	97.69	132.25	176.59	209.51	274.32	274.32	316.66	348.48
1440	49.63	98.73	133.66	178.48	211.75	277.26	277.26	320.04	352.21

5.2 INTENSIDAD Y CURVA IDF

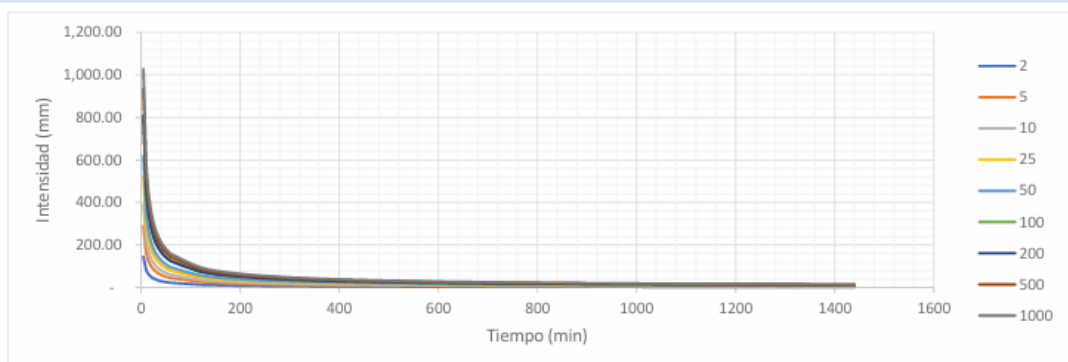
$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD= Precipitacion maxima de 24hr
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION		Periodo de retorno								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	(min)	Intensidad (mm/hr)								
0.08	5	144.58	287.60	389.34	519.90	616.81	807.64	807.64	932.27	1,025.98
0.17	10	85.97	171.01	231.51	309.13	366.76	480.23	480.23	554.33	610.05
0.25	15	63.43	126.17	170.80	228.07	270.59	354.31	354.31	408.98	450.09
0.33	20	51.12	101.68	137.65	183.81	218.08	285.54	285.54	329.61	362.74
0.42	25	43.24	86.01	116.44	155.49	184.47	241.54	241.54	278.81	306.84
0.50	30	37.71	75.02	101.56	135.61	160.89	210.67	210.67	243.18	267.62
0.58	35	33.60	66.83	90.47	120.81	143.33	187.67	187.67	216.63	238.40
0.67	40	30.39	60.46	81.85	109.29	129.67	169.79	169.79	195.99	215.68
0.75	45	27.82	55.35	74.93	100.05	118.71	155.43	155.43	179.42	197.45
0.83	50	25.71	51.14	69.24	92.45	109.69	143.62	143.62	165.78	182.45
0.92	55	23.94	47.62	64.46	86.07	102.12	133.71	133.71	154.35	169.86
1.00	60	22.42	44.61	60.39	80.64	95.67	125.27	125.27	144.60	159.13
2.00	120	13.33	26.52	35.91	47.95	56.88	74.48	74.48	85.98	94.62
3.00	180	9.84	19.57	26.49	35.37	41.97	54.95	54.95	63.43	69.81
4.00	240	7.93	15.77	21.35	28.51	33.82	44.29	44.29	51.12	56.26
5.00	300	6.71	13.34	18.06	24.12	28.61	37.46	37.46	43.24	47.59
6.00	360	5.85	11.64	15.75	21.03	24.95	32.68	32.68	37.72	41.51
7.00	420	5.21	10.37	14.03	18.74	22.23	29.11	29.11	33.60	36.98
8.00	480	4.71	9.38	12.69	16.95	20.11	26.33	26.33	30.40	33.45
9.00	540	4.32	8.58	11.62	15.52	18.41	24.11	24.11	27.83	30.62
10.00	600	3.99	7.93	10.74	14.34	17.01	22.28	22.28	25.71	28.30
11.00	660	3.71	7.39	10.00	13.35	15.84	20.74	20.74	23.94	26.35
12.00	720	3.48	6.92	9.37	12.51	14.84	19.43	19.43	22.43	24.68
13.00	780	3.28	6.52	8.82	11.78	13.97	18.30	18.30	21.12	23.24

14.00	840	3.10	6.16	8.34	11.14	13.22	17.31	17.31	19.98	21.99
15.00	900	2.94	5.85	7.92	10.58	12.55	16.43	16.43	18.97	20.88
16.00	960	2.80	5.58	7.55	10.08	11.96	15.66	15.66	18.07	19.89
17.00	1020	2.68	5.33	7.21	9.63	11.43	14.96	14.96	17.27	19.01
18.00	1080	2.57	5.10	6.91	9.23	10.95	14.33	14.33	16.55	18.21
19.00	1140	2.46	4.90	6.64	8.86	10.51	13.76	13.76	15.89	17.49
20.00	1200	2.37	4.72	6.39	8.53	10.12	13.25	13.25	15.29	16.83
21.00	1260	2.29	4.55	6.16	8.22	9.75	12.77	12.77	14.74	16.22
22.00	1320	2.21	4.39	5.94	7.94	9.42	12.33	12.33	14.23	15.67
23.00	1380	2.14	4.25	5.75	7.68	9.11	11.93	11.93	13.77	15.15
24.00	1440	2.07	4.11	5.57	7.44	8.82	11.55	11.55	13.34	14.68

GRAFICA I-D-F.



ECUACION DE AJUSTE DE I_{max}. (Hidroesta)

$$I_{max} = \frac{577.6173 * T^{-0.7500}}{D^{0.2897}}$$

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION

METODO DE BLOQUE ALTERNO

TR = 10

k= 577.62

T= 10

m= 0.29

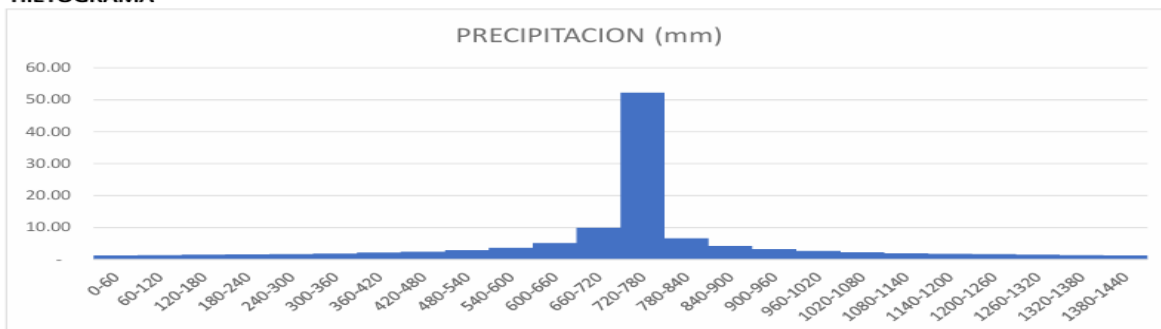
n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	52.21	52.21	52.21	0-60	1.22
120	31.04	62.08	9.88	60-120	1.31
180	22.90	68.71	6.62	120-180	1.41
240	18.46	73.83	5.12	180-240	1.53
300	15.61	78.07	4.24	240-300	1.67
360	13.62	81.71	3.64	300-360	1.85
420	12.13	84.92	3.21	360-420	2.09
480	10.98	87.80	2.88	420-480	2.41
540	10.05	90.42	2.62	480-540	2.88
600	9.28	92.84	2.41	540-600	3.64
660	8.64	95.08	2.24	600-660	5.12
720	8.10	97.17	2.09	660-720	9.88
780	7.63	99.13	1.96	720-780	52.21
840	7.21	100.99	1.85	780-840	6.62
900	6.85	102.74	1.76	840-900	4.24
960	6.53	104.41	1.67	900-960	3.21
1020	6.24	106.01	1.59	960-1020	2.62
1080	5.97	107.53	1.53	1020-1080	2.24
1140	5.74	109.00	1.46	1080-1140	1.96
1200	5.52	110.40	1.41	1140-1200	1.76
1260	5.32	111.76	1.35	1200-1260	1.59
1320	5.14	113.07	1.31	1260-1320	1.46
1380	4.97	114.33	1.26	1320-1380	1.35
1440	4.81	115.55	1.22	1380-1440	1.26

115.55

HIETOGRAMA



TR = 25

k= 577.62

T= 25

m= 0.29

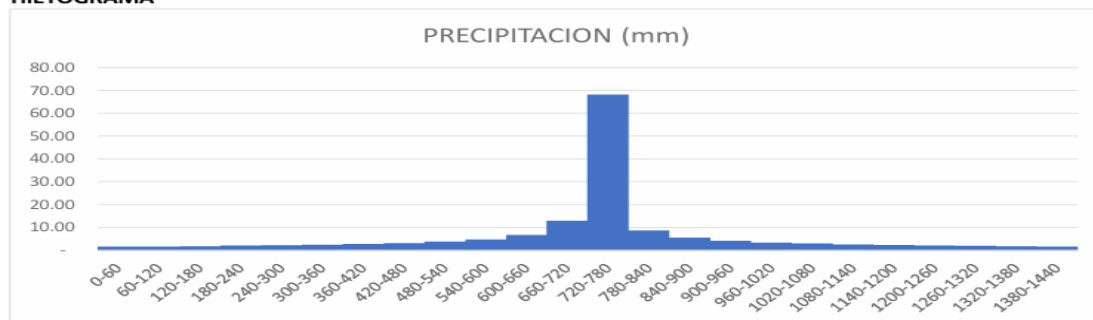
n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	68.08	68.08	68.08	0-60	1.59
120	40.48	80.96	12.88	60-120	1.70
180	29.87	89.60	8.64	120-180	1.83
240	24.07	96.28	6.68	180-240	1.99
300	20.36	101.80	5.52	240-300	2.18
360	17.76	106.55	4.75	300-360	2.42
420	15.82	110.73	4.19	360-420	2.73
480	14.31	114.49	3.76	420-480	3.15
540	13.10	117.92	3.42	480-540	3.76
600	12.11	121.06	3.15	540-600	4.75
660	11.27	123.98	2.92	600-660	6.68
720	10.56	126.71	2.73	660-720	12.88
780	9.94	129.27	2.56	720-780	68.08
840	9.41	131.69	2.42	780-840	8.64
900	8.93	133.98	2.29	840-900	5.52
960	8.51	136.16	2.18	900-960	4.19
1020	8.13	138.24	2.08	960-1020	3.42
1080	7.79	140.23	1.99	1020-1080	2.92
1140	7.48	142.13	1.91	1080-1140	2.56
1200	7.20	143.97	1.83	1140-1200	2.29
1260	6.94	145.74	1.77	1200-1260	2.08
1320	6.70	147.44	1.70	1260-1320	1.91
1380	6.48	149.09	1.65	1320-1380	1.77
1440	6.28	150.68	1.59	1380-1440	1.65

150.68

HIETOGRAMA



TR = 50

k= 577.62

T= 50

m= 0.29

n= 0.75

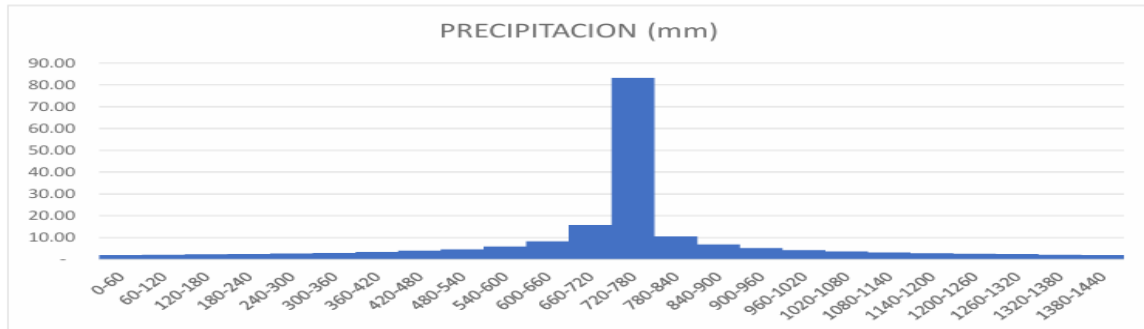
$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	83.22	83.22	83.22	0-60	1.95
120	49.48	98.96	15.75	60-120	2.08
180	36.51	109.52	10.56	120-180	2.24
240	29.42	117.69	8.17	180-240	2.43
300	24.89	124.44	6.75	240-300	2.66
360	21.71	130.24	5.80	300-360	2.95
420	19.34	135.36	5.12	360-420	3.33
480	17.49	139.96	4.59	420-480	3.85

540	16.02	144.14	4.18	480-540	4.59
600	14.80	147.99	3.85	540-600	5.80
660	13.78	151.55	3.57	600-660	8.17
720	12.91	154.89	3.33	660-720	15.75
780	12.16	158.02	3.13	720-780	83.22
840	11.50	160.97	2.95	780-840	10.56
900	10.92	163.77	2.80	840-900	6.75
960	10.40	166.44	2.66	900-960	5.12
1020	9.94	168.98	2.54	960-1020	4.18
1080	9.52	171.41	2.43	1020-1080	3.57
1140	9.14	173.74	2.33	1080-1140	3.13
1200	8.80	175.99	2.24	1140-1200	2.80
1260	8.48	178.14	2.16	1200-1260	2.54
1320	8.19	180.23	2.08	1260-1320	2.33
1380	7.92	182.24	2.01	1320-1380	2.16
1440	7.67	184.19	1.95	1380-1440	2.01

184.19

HIETOGRAMA



TR = 100

k= 577.62

T= 100

m= 0.29

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	101.72	101.72	101.72	0-60	2.38
120	60.49	120.97	19.25	60-120	2.55
180	44.63	133.88	12.91	120-180	2.74
240	35.97	143.86	9.98	180-240	2.97
300	30.42	152.11	8.25	240-300	3.26
360	26.53	159.21	7.09	300-360	3.61
420	23.64	165.46	6.26	360-420	4.07
480	21.39	171.08	5.62	420-480	4.70
540	19.58	176.19	5.11	480-540	5.62
600	18.09	180.90	4.70	540-600	7.09
660	16.84	185.26	4.36	600-660	9.98
720	15.78	189.33	4.07	660-720	19.25
780	14.86	193.16	3.83	720-780	101.72
840	14.05	196.77	3.61	780-840	12.91
900	13.35	200.19	3.42	840-900	8.25
960	12.72	203.45	3.26	900-960	6.26
1020	12.15	206.56	3.11	960-1020	5.11
1080	11.64	209.53	2.97	1020-1080	4.36
1140	11.18	212.38	2.85	1080-1140	3.83
1200	10.76	215.12	2.74	1140-1200	3.42
1260	10.37	217.76	2.64	1200-1260	3.11
1320	10.01	220.31	2.55	1260-1320	2.85
1380	9.69	222.77	2.46	1320-1380	2.64
1440	9.38	225.15	2.38	1380-1440	2.46

225.15

HIETOGRAMA

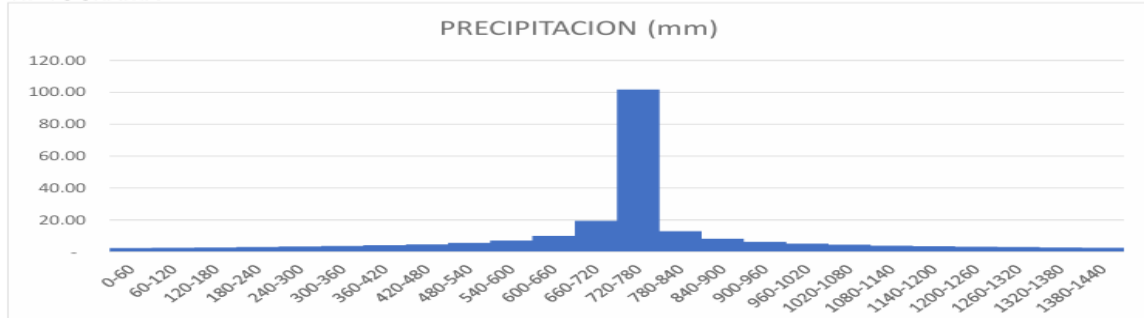


Tabla 21

Precipitaciones máximas de 24 h para estación Sapollica

ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS ESTACION SAPILICA														
Estación:	Sapillica (Código: 152106)													
Variable:	Precipitación Acumulada 12 Horas (mm)													
Operador:	Servicio Nacional Meteorología E Hidrología													
WGS 84 Geográficas:	Latitud: -4.783333 / Longitud: -79.983333 / Altitud(msnm): 1456													
Tipo:	Convencional / Climática													
Ámbito Político:	Dpto: Piura / Prov: Ayabaca / Dist.: Sapillica													
Ámbito Administrativo:	AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: San Lorenzo													
Unidad Hidrográfica:	Cuenca Chira													
Nombre de la Fuente:	:													
Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.														
1 DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24HR.														
AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX	
1965	10.5	20	40	35	27.2	10	2	5	3	1	1	8	40	
1966	8	15	20	2.2	1.5	0	1.7	0	0	10.6	0.5	1	20	
1967	3.5	4	2.5	1	0.5	0	1	2.9	2	20.5	0.5	1	20.5	
1968	10.5	2	10.5	10.5	10.6	0.6	1	0.8	0.7	10.6	0	0.8	10.6	
1969	10.5	2	20.4	10.5	12	10	2	2	3	4	5	10	20.4	
1970	25	15	16	15	20	8	2	1	5	15	5	7	25	
1971	10.3	10	34	40.3	10.3	10.2	3	0	3.2	4	9	10.2	40.3	
1972	16	60.3	58.5	50.2	9.1	10	5.1	6.2	12.2	12.5	5.1	10.1	60.3	
1973	15.1	16	18	70.2	6	7.1	2.1	8.1	9.3	5.2	4.3	12	70.2	
1974	13.2	11	12	10	12	8.1	4.3	10	8.1	6	8.3	10	13.2	
1975	12.3	17.1	23	18.3	15.4	8.3	6.1	7.5	0	3	9	8.1	23	
1976	23	23.1	18.3	18.1	10.5	9.1	6.3	11	0	0	2	10.1	23.1	
1978	8.6	10.2	38.2	12.1	9.3	0	0	0	2.3	0	2.1	4.5	38.2	
1979	8.1	15.1	23.6	22.3	8	8.3	1.3	0	0	1.2	1.1	5.3	23.6	
1980	2.3	10.7	30.7	7	10.1	2.3	0	0	0	1.2	10.2	10.1	30.7	
1981	6	28.7	26	10.3	10.7	8.7	7	0	0	0	5.6	7.1	28.7	
1984	12.3	18.3	20.1	14.3	10	8	3	10.3	0	2.1	5.4	15.2	20.1	
1985	14.3	18.3	17	14.6	7	6	2.5	0	6	0	2.4	12	18.3	
1986	14	15	11.8	16	7.6	0	3.7	6	0	4.2	6.3	10.6	16	
1987	13	15	19.3	25.1	8	5	2.3	0	0	1.3	2.4	7.5	25.1	
1988	12.5	15	8	10.5	8.1	4.6	0	0	0	5.7	0	5	15	
1989	19.5	17	23.2	18.2	9.3	0	0	0	0	0	0	0	23.2	
1990	9	14	17	17	14	0	0	0	0	13	11	3.5	17	
1991	4.8	10	27.4	14	9.3	0.8	0	0	0.5	2.2	2.5	12	27.4	
1992	34.5	26	34	30	30	3	1	0	4.8	3.5	3	6.2	34.5	
1993	20	40	45	23.5	12	1.5	12.5	2.2	15	10	0.5	30	45	
1994	33.5	50	90	28	8	0	1.9	2.5	0.9	0	0.5	11.5	90	
1995	10	11.2	10	12	10	0	0.9	0	0	0.5	8	22.3	22.3	
1996	5.5	24.3	18.3	6	3.1	0.5	0	0	0	0.1	0	0.2	24.3	
1997	18.6	18.5	19.2	35.5	13.8	3.2	1.6	2.5	9.5	2.4	6.5	28.7	35.5	
1998	34.5	64.2	60	62.7	12.7	2.8	0.3	0	2.8	8.7	0.7	2.8	64.2	
1999	9.8	12.3	35.6	28.7	4.6	1.4	0.8	0	0	1.3	0	5.2	35.6	
2000	3.5	11.1	31.2	15.4	12.6	1.2	0	0	1.5	0	0	3.5	31.2	
2001	9.9	17.9	46.3	37.2	1.8	0	0.5	0	0.1	1.5	13	10.5	46.3	
2002	3.5	30.4	48.2	59.6	3.8	0	0.2	0	0	9.6	8.7	8.5	59.6	
2003	15.4	17.5	18.1	16.2	2.3	2.4	1.2	0	0	0	0.6	9.5	18.1	
2004	9.3	15.3	18.5	22.2	15.4	0	0	0	0	0.8	2.1	1.3	22.2	
2006	83	16.3	73.2	37.7	2.4	0.1	0.5	0	0	0.6	1.2	2.6	83	
2007	9.8	11.2	41.5	3.5	0	0	0	0	0	2.2	1.5	0	41.5	
2008	10	35.8	53.2	48.7	25.8	2.3	1.6	0	0	1.8	2.1	1.5	53.2	
2009	31.5	100.3	41.8	41.2	11.1	0	0	0	0	0	1.4	3.6	100.3	
2011	3	18.4	10.3	38.4	4.5	14.2	2	0	0	4.5	6.3	8.6	38.4	
2012	20.9	52.1	38.5	38.7	22.2	18.9	0	0	0	2.6	2	3.7	52.1	
2013	17.1	16.5	17.9	4.4	16	0	0	0	0	11.5	0	4.1	17.9	
2014	0	9.2	16.1	21	20.1	4.8	0	0	0	2.6	1.1	1.3	21	
2015	9.7	18.9	59.5	34.6	9.5	4.1	2.2	0	0	3	10.2	0	59.5	
2 PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (TEST DE OUTLIERS)														
N°	AÑO	P24	Log(24)											
1	1965	40	1.60											
2	1966	20	1.30											
3	1967	20.5	1.31											
4	1968	10.6	1.03											
5	1969	20.4	1.31											
6	1970	25	1.40											
7	1971	40.3	1.61											
8	1972	60.3	1.78											
9	1973	70.2	1.85											
10	1974	13.2	1.12											
11	1975	23	1.36											
12	1976	23.1	1.36											
13	1978	38.2	1.58											
14	1979	23.6	1.37											

15	1980	30.7	1.49
16	1981	28.7	1.46
17	1984	20.1	1.30
18	1985	18.3	1.26
19	1986	16	1.20
20	1987	25.1	1.40
21	1988	15	1.18
22	1989	23.2	1.37
23	1990	17	1.23
24	1991	27.4	1.44
25	1992	34.5	1.54
26	1993	45	1.65
27	1994	90	1.95
28	1995	22.3	1.35
29	1996	24.3	1.39
30	1997	35.5	1.55
31	1998	64.2	1.81
32	1999	35.6	1.55
33	2000	31.2	1.49
34	2001	46.3	1.67
35	2002	59.6	1.78
36	2003	18.1	1.26
37	2004	22.2	1.35
38	2006	83	1.92
39	2007	41.5	1.62
40	2008	53.2	1.73
41	2009	100.3	2.00
42	2011	38.4	1.58
43	2012	52.1	1.72
44	2013	17.9	1.25
45	2014	21	1.32
46	2015	59.5	1.77

PARAMETROS ESTADISTICOS	P24hr	Log (24hr)
N de datos=	46.00	46.00
SUMA=	1,645.60	68.55
MAX=	100.30	2.00
MIN=	10.60	1.03
PROMEDIO=	35.77	1.49
DES. EST=	21.02	0.23
CS=	1.37	0.36

K= 2.736 Tabla Valores de Kn

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS ALTOS

$$X_H = x + Kn * S$$

XH= 2.13

Precipitaion maxima aceptada

PH= 133.57

NO EXISTE DATOS DUDOSOS ALTOS

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS BAJOS

$$X_L = x - Kn * S$$

XL= 0.85

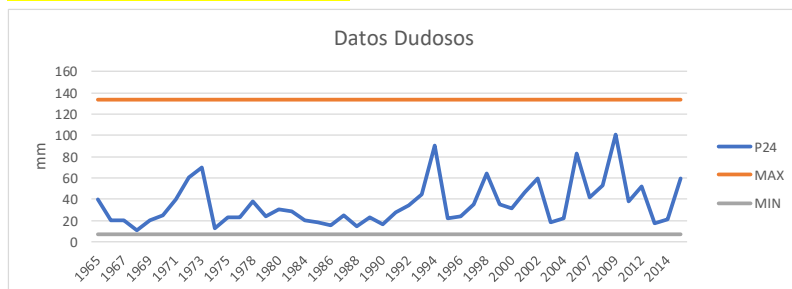
Precipitacion minima aceptada

PL= 7.16

NO EXISTE DATOS DUDOSOS BAJOS

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		



Se observa que todos los valores estan dentro de los limites de PH y PL, es decir se encuentran dentro del limite de 7.16 y 133.57.

3 ANALISIS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS (SOFTWARE HYDROGNOMON)

3.1 Kolmogorov smirnov

DMAX

Kolmogorov-Smirnov test for: All data

	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a DMax	
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.728032	0.10054
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.697722	0.10322
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.604526	0.11139
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.5574	0.11558
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.4325	0.12739
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.170833	0.16233

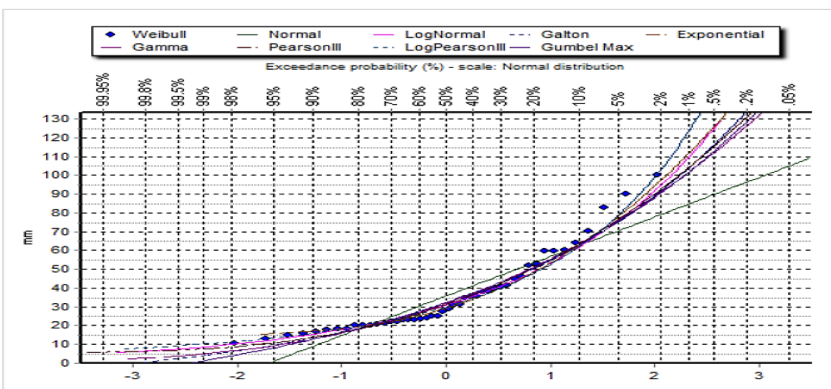
3.2 Chi cuadrado

DMAX

X-Square test for All data

	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a Pearson Param.	
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.129577	4.08696
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	0.129815	5.65217
Pearson III	REJECT	REJECT	REJECT	0.008374	9.56522
Gamma	ACCEPT	REJECT	REJECT	0.020104	9.82609
EV1-Max (Gumbel)	REJECT	REJECT	REJECT	0.006811	12.1739
Normal	REJECT	REJECT	REJECT	5.52E-05	22.3478

3.3 GRAFICA



Despues del analisis en Hydrognomon se opto por trabajar con LOG PEARSON III.

4 TIEMPO DE RETORNO PARA 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 AÑOS. (SOFTWARE HIDROGNOMON)

RETORN O	mm	PROBABILIDA D DE EXCEDENCIA	PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA	INTER FIJO
AÑOS	X(mm)	F(x)	1-F(x)	X1 (mm)
2	29.9346	0.50	0.500	33.83
5	47.9145	0.20	0.800	54.14
10	62.4302	0.10	0.900	70.55
25	83.9948	0.04	0.960	94.91
50	102.566	0.02	0.980	115.90
100	123.43	0.01	0.990	139.48
200	146.897	0.01	0.995	165.99
500	182.472	0.00	0.998	206.19
1000	213.286	0.00	0.999	241.01

Según OMM

Numero d Relacion	
1	1.13
2	1.04
y-4	1.03
y-8	1.02
y-24	1.01

Se trabajo con
valores de 1 dias

5 TORMENTA DE DISEÑO (LOG PEARSON III)

5.1 CURVA INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA.

MODELO DE DICK PESCHKE

$$P_D = P_{24h} * \left(\frac{D}{1140}\right)^{0.25}$$

PD= Precipitacion maxima de duracion D
P24h Precipitacion maxima de 24 horas
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACI ON (min)	Precipitacion en 24 hr (mm)								
	33.83	54.14	70.55	94.91	115.90	165.99	165.99	206.19	241.01
	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitacion (mm)									
5	8.21	13.14	17.12	23.04	28.13	40.29	40.29	50.05	58.50
10	9.76	15.63	20.36	27.40	33.46	47.92	47.92	59.52	69.57
15	10.81	17.30	22.54	30.32	37.03	53.03	53.03	65.87	77.00
20	11.61	18.59	24.22	32.58	39.79	56.98	56.98	70.79	82.74
25	12.28	19.65	25.61	34.45	42.07	60.25	60.25	74.85	87.49
30	12.85	20.57	26.80	36.06	44.03	63.06	63.06	78.34	91.57
35	13.36	21.38	27.85	37.48	45.76	65.54	65.54	81.41	95.16
40	13.81	22.10	28.80	38.75	47.32	67.77	67.77	84.18	98.39
45	14.22	22.76	29.66	39.91	48.73	69.79	69.79	86.69	101.33
50	14.60	23.37	30.45	40.97	50.03	71.65	71.65	89.01	104.04
55	14.95	23.94	31.19	41.96	51.24	73.38	73.38	91.15	106.55

60	15.28	24.46	31.87	42.88	52.36	75.00	75.00	93.16	108.89
120	18.17	29.09	37.90	51.00	62.27	89.19	89.19	110.78	129.49
180	20.11	32.19	41.95	56.44	68.91	98.70	98.70	122.60	143.31
240	21.61	34.59	45.07	60.64	74.05	106.06	106.06	131.75	153.99
300	22.85	36.58	47.66	64.12	78.30	112.15	112.15	139.30	162.83
360	23.92	38.29	49.88	67.11	81.95	117.38	117.38	145.80	170.42
420	24.86	39.79	51.84	69.75	85.17	121.99	121.99	151.53	177.12
480	25.70	41.14	53.60	72.12	88.06	126.13	126.13	156.67	183.13
540	26.47	42.37	55.21	74.27	90.70	129.90	129.90	161.36	188.60
600	27.18	43.50	56.68	76.26	93.12	133.36	133.36	165.66	193.64
660	27.83	44.55	58.05	78.10	95.36	136.58	136.58	169.66	198.31
720	28.44	45.53	59.32	79.81	97.46	139.58	139.58	173.39	202.67
780	29.02	46.45	60.52	81.43	99.43	142.40	142.40	176.89	206.76
840	29.56	47.32	61.65	82.95	101.29	145.07	145.07	180.20	210.63
900	30.08	48.14	62.73	84.39	103.05	147.59	147.59	183.33	214.29
960	30.57	48.92	63.75	85.76	104.73	149.99	149.99	186.32	217.78
1020	31.03	49.67	64.72	87.07	106.33	152.28	152.28	189.16	221.11
1080	31.48	50.39	65.65	88.33	107.86	154.47	154.47	191.88	224.29
1140	31.91	51.07	66.54	89.53	109.32	156.58	156.58	194.50	227.34
1200	32.32	51.73	67.40	90.69	110.74	158.60	158.60	197.01	230.27
1260	32.72	52.37	68.23	91.80	112.09	160.54	160.54	199.42	233.10
1320	33.10	52.98	69.03	92.87	113.41	162.42	162.42	201.76	235.83
1380	33.47	53.57	69.80	93.91	114.67	164.24	164.24	204.01	238.46
1440	33.83	54.14	70.55	94.91	115.90	165.99	165.99	206.19	241.01

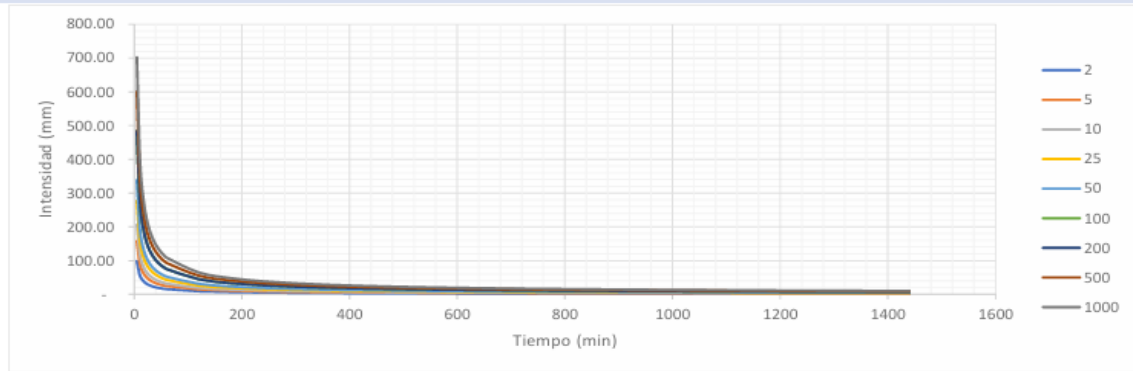
5.2 INTENSIDAD Y CURVA IDF

$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD= Precipitacion maxima de 24hr
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION		Periodo de retorno								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	(min)	Intensidad (mm/hr)								
0.08	5	98.53	157.72	205.50	276.48	337.61	483.53	483.53	600.63	702.06
0.17	10	58.59	93.78	122.19	164.40	200.74	287.51	287.51	357.14	417.45
0.25	15	43.23	69.19	90.15	121.29	148.11	212.12	212.12	263.49	307.99
0.33	20	34.84	55.76	72.65	97.75	119.36	170.95	170.95	212.36	248.22
0.42	25	29.47	47.17	61.46	82.69	100.97	144.61	144.61	179.63	209.96
0.50	30	25.70	41.14	53.60	72.12	88.06	126.13	126.13	156.67	183.13
0.58	35	22.90	36.65	47.75	64.25	78.45	112.36	112.36	139.57	163.14
0.67	40	20.71	33.16	43.20	58.12	70.97	101.65	101.65	126.27	147.59
0.75	45	18.96	30.35	39.55	53.21	64.97	93.06	93.06	115.59	135.11
0.83	50	17.52	28.05	36.54	49.17	60.04	85.99	85.99	106.81	124.85
0.92	55	16.31	26.11	34.02	45.77	55.89	80.05	80.05	99.44	116.23
1.00	60	15.28	24.46	31.87	42.88	52.36	75.00	75.00	93.16	108.89
2.00	120	9.09	14.55	18.95	25.50	31.14	44.59	44.59	55.39	64.75
3.00	180	6.70	10.73	13.98	18.81	22.97	32.90	32.90	40.87	47.77
4.00	240	5.40	8.65	11.27	15.16	18.51	26.52	26.52	32.94	38.50
5.00	300	4.57	7.32	9.53	12.82	15.66	22.43	22.43	27.86	32.57
6.00	360	3.99	6.38	8.31	11.19	13.66	19.56	19.56	24.30	28.40
7.00	420	3.55	5.68	7.41	9.96	12.17	17.43	17.43	21.65	25.30
8.00	480	3.21	5.14	6.70	9.01	11.01	15.77	15.77	19.58	22.89
9.00	540	2.94	4.71	6.13	8.25	10.08	14.43	14.43	17.93	20.96
10.00	600	2.72	4.35	5.67	7.63	9.31	13.34	13.34	16.57	19.36
11.00	660	2.53	4.05	5.28	7.10	8.67	12.42	12.42	15.42	18.03
12.00	720	2.37	3.79	4.94	6.65	8.12	11.63	11.63	14.45	16.89
13.00	780	2.23	3.57	4.66	6.26	7.65	10.95	10.95	13.61	15.90
14.00	840	2.11	3.38	4.40	5.92	7.23	10.36	10.36	12.87	15.04
15.00	900	2.01	3.21	4.18	5.63	6.87	9.84	9.84	12.22	14.29
16.00	960	1.91	3.06	3.98	5.36	6.55	9.37	9.37	11.64	13.61
17.00	1020	1.83	2.92	3.81	5.12	6.25	8.96	8.96	11.13	13.01
18.00	1080	1.75	2.80	3.65	4.91	5.99	8.58	8.58	10.66	12.46
19.00	1140	1.68	2.69	3.50	4.71	5.75	8.24	8.24	10.24	11.97
20.00	1200	1.62	2.59	3.37	4.53	5.54	7.93	7.93	9.85	11.51
21.00	1260	1.56	2.49	3.25	4.37	5.34	7.64	7.64	9.50	11.10
22.00	1320	1.50	2.41	3.14	4.22	5.15	7.38	7.38	9.17	10.72
23.00	1380	1.46	2.33	3.03	4.08	4.99	7.14	7.14	8.87	10.37
24.00	1440	1.41	2.26	2.94	3.95	4.83	6.92	6.92	8.59	10.04

GRAFICA I-D-F.



ECUACION DE AJUSTE DE I_{max}. (Hidroesta)

$$I_{max} = \frac{319.6143 * T^{-0.7500}}{D^{0.3077}}$$

HIETOGRAMA DE PRECIPITACION

METODO DE BLOQUE ALTERNO

TR = 10

k = 319.61

T = 10

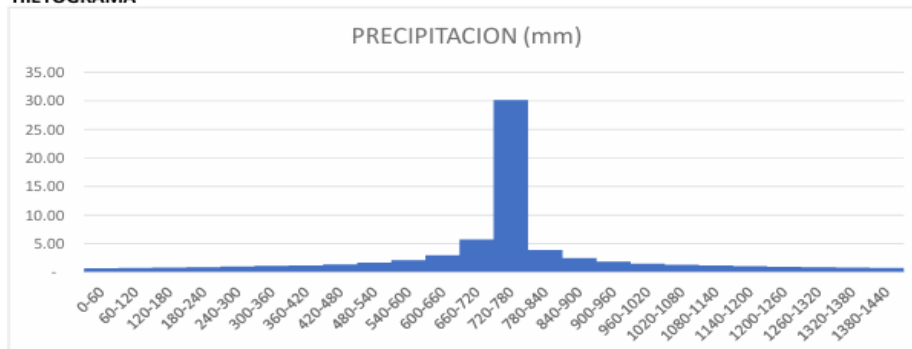
m = 0.31

n = 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	30.11	30.11	30.11	0-60	0.71
120	17.90	35.81	5.70	60-120	0.75
180	13.21	39.63	3.82	120-180	0.81
240	10.65	42.58	2.95	180-240	0.88
300	9.01	45.03	2.44	240-300	0.96
360	7.85	47.12	2.10	300-360	1.07
420	7.00	48.98	1.85	360-420	1.21
480	6.33	50.64	1.66	420-480	1.39
540	5.79	52.15	1.51	480-540	1.66
600	5.35	53.54	1.39	540-600	2.10
660	4.99	54.84	1.29	600-660	2.95
720	4.67	56.04	1.21	660-720	5.70
780	4.40	57.17	1.13	720-780	30.11
840	4.16	58.24	1.07	780-840	3.82
900	3.95	59.26	1.01	840-900	2.44
960	3.76	60.22	0.96	900-960	1.85
1020	3.60	61.14	0.92	960-1020	1.51
1080	3.45	62.02	0.88	1020-1080	1.29
1140	3.31	62.86	0.84	1080-1140	1.13
1200	3.18	63.68	0.81	1140-1200	1.01
1260	3.07	64.46	0.78	1200-1260	0.92
1320	2.96	65.21	0.75	1260-1320	0.84
1380	2.87	65.94	0.73	1320-1380	0.78
1440	2.78	66.64	0.71	1380-1440	0.73

HIETOGRAMA



TR = 25

k= 319.61

T= 25

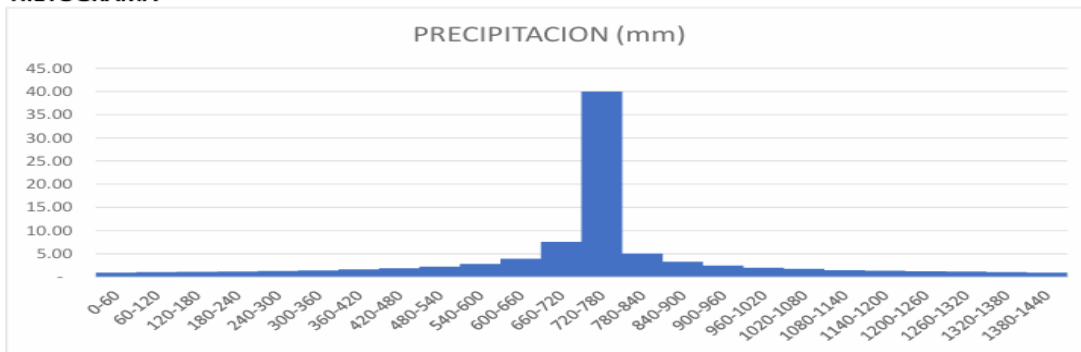
m= 0.31

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	39.92	39.92	39.92	0-60	0.94
120	23.73	47.47	7.55	60-120	1.00
180	17.51	52.53	5.06	120-180	1.08
240	14.11	56.45	3.92	180-240	1.17
300	11.94	59.69	3.24	240-300	1.28
360	10.41	62.47	2.78	300-360	1.42
420	9.28	64.93	2.45	360-420	1.60
480	8.39	67.13	2.20	420-480	1.85
540	7.68	69.14	2.01	480-540	2.20
600	7.10	70.98	1.85	540-600	2.78
660	6.61	72.70	1.71	600-660	3.92
720	6.19	74.29	1.60	660-720	7.55
780	5.83	75.80	1.50	720-780	39.92
840	5.52	77.21	1.42	780-840	5.06
900	5.24	78.56	1.34	840-900	3.24
960	4.99	79.83	1.28	900-960	2.45
1020	4.77	81.05	1.22	960-1020	2.01
1080	4.57	82.22	1.17	1020-1080	1.71
1140	4.39	83.34	1.12	1080-1140	1.50
1200	4.22	84.41	1.08	1140-1200	1.34
1260	4.07	85.45	1.04	1200-1260	1.22
1320	3.93	86.45	1.00	1260-1320	1.12
1380	3.80	87.42	0.97	1320-1380	1.04
1440	3.68	88.35	0.94	1380-1440	0.97

HIETOGRAMA



TR = 50

k= 319.61

T= 50

m= 0.31

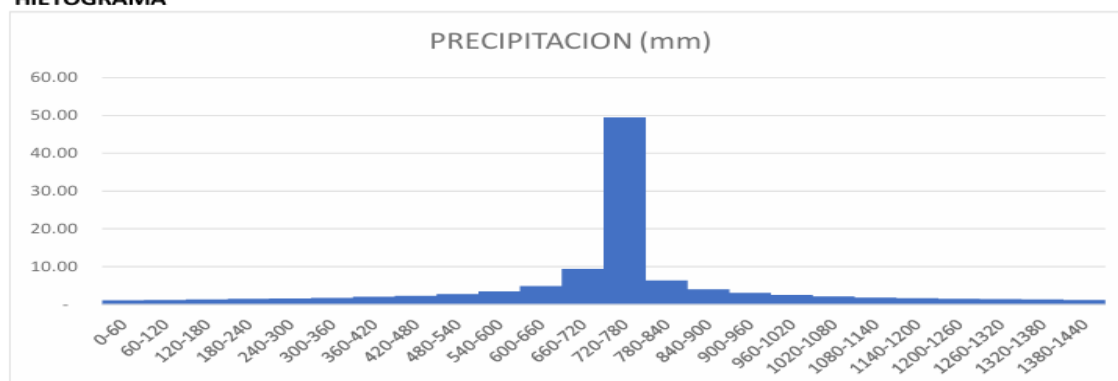
n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	49.41	49.41	49.41	0-60	1.16
120	29.38	58.75	9.35	60-120	1.24
180	21.67	65.02	6.27	120-180	1.33
240	17.47	69.87	4.85	180-240	1.44
300	14.78	73.88	4.01	240-300	1.58
360	12.89	77.33	3.45	300-360	1.75
420	11.48	80.36	3.04	360-420	1.98
480	10.39	83.09	2.73	420-480	2.28
540	9.51	85.57	2.48	480-540	2.73
600	8.79	87.86	2.28	540-600	3.45
660	8.18	89.98	2.12	600-660	4.85
720	7.66	91.96	1.98	660-720	9.35
780	7.22	93.81	1.86	720-780	49.41
840	6.83	95.57	1.75	780-840	6.27
900	6.48	97.23	1.66	840-900	4.01
960	6.18	98.81	1.58	900-960	3.04
1020	5.90	100.32	1.51	960-1020	2.48
1080	5.65	101.77	1.44	1020-1080	2.12
1140	5.43	103.15	1.38	1080-1140	1.86

1200	5.22	104.48	1.33	1140-1200	1.66
1260	5.04	105.76	1.28	1200-1260	1.51
1320	4.86	107.00	1.24	1260-1320	1.38
1380	4.70	108.20	1.20	1320-1380	1.28
1440	4.56	109.36	1.16	1380-1440	1.20

HIETOGRAMA



TR = 100

k= 319.61

T= 100

m= 0.31

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	61.15	61.15	61.15	0-60	1.43
120	36.36	72.72	11.57	60-120	1.53
180	26.83	80.48	7.76	120-180	1.65
240	21.62	86.48	6.00	180-240	1.79
300	18.29	91.44	4.96	240-300	1.96
360	15.95	95.71	4.26	300-360	2.17
420	14.21	99.47	3.76	360-420	2.45
480	12.86	102.85	3.38	420-480	2.83
540	11.77	105.92	3.07	480-540	3.38
600	10.87	108.75	2.83	540-600	4.26
660	10.12	111.37	2.62	600-660	6.00
720	9.48	113.82	2.45	660-720	11.57
780	8.93	116.12	2.30	720-780	61.15
840	8.45	118.29	2.17	780-840	7.76
900	8.02	120.35	2.06	840-900	4.96
960	7.64	122.30	1.96	900-960	3.76
1020	7.30	124.17	1.87	960-1020	3.07
1080	7.00	125.96	1.79	1020-1080	2.62
1140	6.72	127.67	1.71	1080-1140	2.30
1200	6.47	129.32	1.65	1140-1200	2.06
1260	6.23	130.91	1.59	1200-1260	1.87
1320	6.02	132.44	1.53	1260-1320	1.71
1380	5.82	133.92	1.48	1320-1380	1.59
1440	5.64	135.35	1.43	1380-1440	1.48

HIETOGRAMA

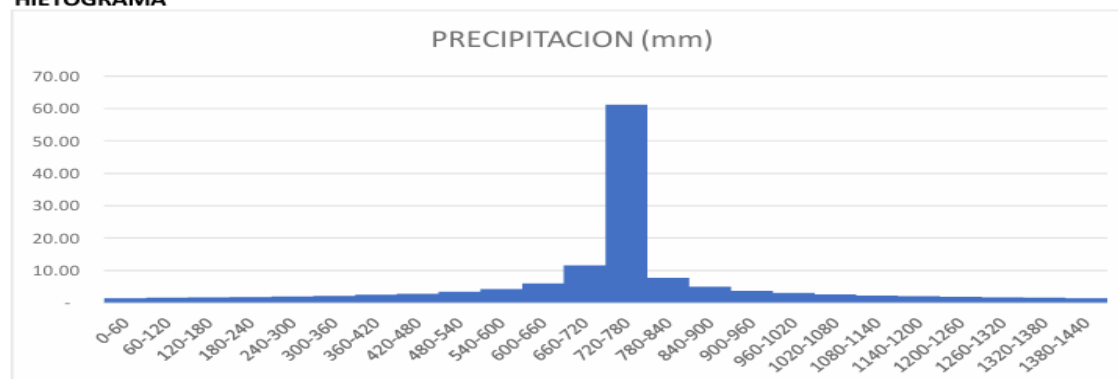


Tabla 22

Precipitaciones máximas de 24 h para estación Santo Domingo

Estación:

Variable:

Operador:

WGS 84 Geográficas:

Tipo:

Ámbito Político:

Ámbito Administrativo:

Unidad Hidrográfica:

Nombre de la Fuente:

Lancones (Código: 152103)

Precipitación Acumulada 1 Día (mm)

Servicio Nacional Meteorología E Hidrología

Latitud: -4.642778 / Longitud: -80.547222 / Altitud(msnm): 150

Convencional / Climática

Dpto: Piura / Prov: Sullana / Dist.: Querecotillo

AAA: Jequetepeque Zarumilla / ALA: Chira

Cuenca Chira

:

Los datos descargados corresponden a información primaria sin control de calidad, la misma que está sujeta a variación según el criterio del operador de la estación.

1 DATOS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24HR.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1998	51.8	118.1	44.5	50.5	47.1	6.3	0	7.4	10.3	11.4	2.6	12.4	118.1
1999	13.5	65.9	71.1	41	36.4	15	2.3	0	1.5	5.2	2.3	17.9	71.1
2000	32.1	32.1	86.5	51.2	37.2	8.4	1.3	0	9.2	0	0	17	86.5
2001	20	20	49	18.2	5.5	1.5	3	1	0.1	6.2	17.3	9.5	49
2002	9.9	47.9	60.9	58.8	6.2	2.5	1.4	0.5	0	28.8	8.2	13.6	60.9
2003	27.7	46.2	38.3	16.5	16.5	2.5	0	0	0	0.5	11.4	3.2	46.2
2004	4.3	41.5	63.3	49.5	23.5	0	2.3	0	22.7	6.4	10.1	33	63.3
2005	17.2	66.3	80.8	13.2	4.3	1.7	0	0	0.6	6.4	0	23.5	80.8
2006	23.8	92	103	91.3	8.1	7.7	0.8	2.3	3.7	2.3	9.2	35	103
2007	61.1	34	30.9	18.3	8.6	4.2	1.2	2.4	1.7	14.8	24.7	0.8	61.1
2017	45.4	84	68.2	40	35.2	0.3	0	0.6	0	5.2	9.6	9.1	84
2018	23.5	39.8	39.9	45.2	9	1	0	0	0	2.4	7.7	10.2	45.2
2019	20.4	60.7	35.3	52.7	10.5	0.2	2	0	0	7.1	6.8	18.4	60.7
2021	25	32.2	58.2	14.5	7.2	2.5	8.8	0.5	1.3	5.7	3.7	19	58.2
2022	8.9	24	49.4	13.3	7.5	6.3	4	3.2	2.2	5	0.5	12.5	49.4
2023	31.4	50	90	45.5	18.7	1.5	3	2.9	2	10.5	9.7	16.5	90
2024	14	85	60.4	15.7	5.5	2	0	0	1.5	3.6	0.6	33.9	85

2 PRUEBA DE DATOS DUDOSOS (TEST DE OUTLIERS)

N°	AÑO	P24	Log(24)
1	1998	118.1	2.07
2	1999	71.1	1.85
3	2000	86.5	1.94
4	2001	49	1.69
5	2002	60.9	1.78
6	2003	46.2	1.66
7	2004	63.3	1.80
8	2005	80.8	1.91
9	2006	103	2.01
10	2007	61.1	1.79
11	2017	84	1.92
12	2018	45.2	1.66
13	2019	60.7	1.78
14	2021	58.2	1.76
15	2022	49.4	1.69
16	2023	90	1.95
17	2024	85	1.93

PARAMETROS ESTADISTICOS

P24hr

Log (24hr)

N de datos=

SUMA=

MAX=

MIN=

PROMEDIO=

DES. EST=

CS=

17.00

1,212.50

118.10

45.20

71.32

21.01

0.67

17.00

31.21

2.07

1.66

1.84

0.13

0.20

K=

2.309

Tabla Valores de Kn

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS ALTOS

$X_H = x + Kn * S$

XH=

2.13

Precipitaion maxima aceptada

PH=

133.42

NO EXISTE DATOS DUDOSOS ALTOS

UMBRAL DE DATOS DUDOSOS BAJOS

$X_L = x - Kn * S$

XL=

1.55

Precipitacion minima aceptada

PL=

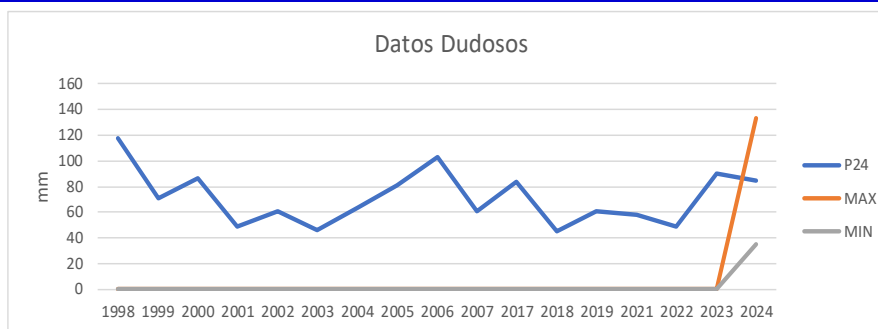
35.23

NO EXISTE DATOS DUDOSOS BAJOS

Valores K_n para la prueba de datos dudosos

Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Valores K_n para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n	Tamaño de muestra n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		



Se observa que todos los valores estan dentro de los limites de PH y PL, es decir se encuentran dentro del limite de 35.23 y 133.42.

3 ANALISIS DE PRECIPITACION MAXIMA DE 24 HORAS (SOFTWARE HYDROGNOMON)

3.1 Kolmogorov smirnov

DMAX

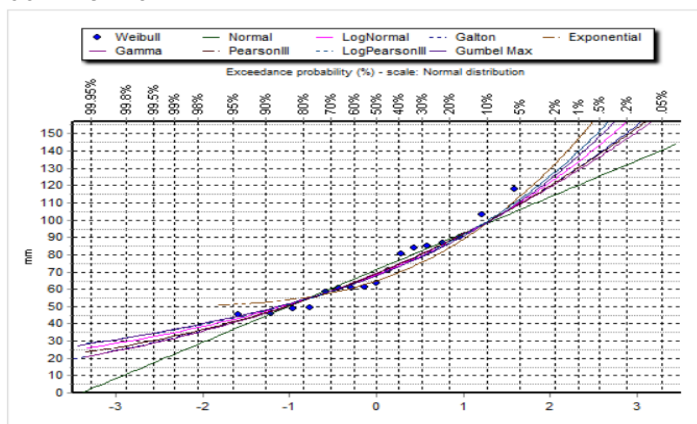
Kolmogorov-Smirnov test for:All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a DMax
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	95.97% 0.10681
Log Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.33% 0.11202
Pearson III	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	94.14% 0.11254
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	92.40% 0.1171
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	91.71% 0.11874
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	74.55% 0.14872

3.2 Chi cuadrado

DMAX

X-Square test for All data	a=1%	a=5%	a=10%	Attained a Pearson Param.
Gamma	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	42.12% 0.64706
Normal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	29.04% 1.11765
LogNormal	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.13% 2.05882
EV1-Max (Gumbel)	ACCEPT	ACCEPT	ACCEPT	15.13% 2.05882

3.3 GRAFICA



Despues del analisis en Hydrognomon se opto por trabajar con LOG NORMAL.

4 TIEMPO DE RETORNO PARA 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 AÑOS. (SOFTWARE HIDROGNOMON)

RETORNO	mm	PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA	PROBABILIDAD DE NO EXCEDENCIA	INTER FIJO
AÑOS	X(mm)	F(x)	1-F(x)	X1 (mm)
2	68.4166	0.50	0.500	77.31
5	87.2177	0.20	0.800	98.56
10	99.0196	0.10	0.900	111.89
25	113.37	0.04	0.960	128.11
50	123.728	0.02	0.980	139.81
100	133.85	0.01	0.990	151.25
200	143.839	0.01	0.995	162.54
500	156.947	0.00	0.998	177.35
1000	166.849	0.00	0.999	188.54

Según OMM

Numero d Relacion

1	1.13
2	1.04
y-4	1.03
y-8	1.02
y-24	1.01

Se trabajo con valores de 1 dias

TORMENTA DE DISEÑO (PEARSON III)
5.1 CURVA INTENSIDAD, DURACION Y FRECUENCIA.
MODELO DE DICK PESCHKE

$$P_D = P_{24h} * \left(\frac{D}{1140}\right)^{0.25}$$

PD= Precipitacion maxima de duracion D
P24h Precipitacion maxima de 24 horas
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION (min)	Precipitacion en 24 hr (mm)								
	77.31	98.56	111.89	128.11	139.81	162.54	162.54	177.35	188.54
	Periodo de retorno (años)								
	2	5	10	25	50	100	200	500	1000
Precipitacion (mm)									
5	18.77	23.92	27.16	31.10	33.94	39.46	39.46	43.05	45.77
10	22.32	28.45	32.30	36.98	40.36	46.92	46.92	51.20	54.43
15	24.70	31.49	35.75	40.93	44.67	51.93	51.93	56.66	60.23
20	26.54	33.83	38.41	43.98	48.00	55.80	55.80	60.88	64.72
25	28.06	35.77	40.62	46.50	50.75	59.00	59.00	64.38	68.44
30	29.37	37.44	42.51	48.67	53.12	61.75	61.75	67.38	71.63
35	30.53	38.91	44.18	50.58	55.20	64.18	64.18	70.03	74.44
40	31.56	40.24	45.68	52.30	57.08	66.36	66.36	72.40	76.97
45	32.51	41.44	47.04	53.86	58.78	68.34	68.34	74.57	79.27
50	33.37	42.54	48.30	55.30	60.35	70.16	70.16	76.56	81.39
55	34.18	43.57	49.47	56.63	61.81	71.85	71.85	78.40	83.35
60	34.93	44.53	50.55	57.88	63.17	73.43	73.43	80.13	85.18
120	41.54	52.95	60.12	68.83	75.12	87.33	87.33	95.29	101.30
180	45.97	58.60	66.53	76.17	83.13	96.65	96.65	105.45	112.11
240	49.40	62.97	71.49	81.85	89.33	103.85	103.85	113.32	120.47
300	52.23	66.58	75.59	86.55	94.46	109.81	109.81	119.82	127.38
360	54.67	69.69	79.12	90.59	98.86	114.93	114.93	125.41	133.32
420	56.81	72.43	82.23	94.15	102.75	119.45	119.45	130.33	138.56
480	58.74	74.89	85.02	97.34	106.23	123.50	123.50	134.76	143.26
540	60.50	77.12	87.56	100.25	109.41	127.19	127.19	138.78	147.54
600	62.11	79.18	89.90	102.93	112.33	130.59	130.59	142.49	151.48
660	63.61	81.09	92.07	105.41	115.04	133.74	133.74	145.92	155.13
720	65.01	82.88	94.09	107.73	117.57	136.68	136.68	149.13	158.54
780	66.32	84.55	95.99	109.90	119.94	139.44	139.44	152.15	161.75
840	67.56	86.13	97.79	111.96	122.19	142.05	142.05	154.99	164.77
900	68.74	87.63	99.49	113.91	124.31	144.52	144.52	157.69	167.64
960	69.86	89.06	101.11	115.76	126.33	146.87	146.87	160.25	170.36
1020	70.93	90.42	102.65	117.53	128.26	149.11	149.11	162.70	172.97
1080	71.95	91.72	104.13	119.22	130.11	151.26	151.26	165.04	175.46
1140	72.92	92.96	105.54	120.84	131.88	153.32	153.32	167.29	177.84
1200	73.87	94.16	106.91	122.40	133.58	155.30	155.30	169.45	180.14
1260	74.77	95.32	108.22	123.90	135.22	157.20	157.20	171.53	182.35
1320	75.65	96.44	109.48	125.35	136.80	159.04	159.04	173.53	184.48
1380	76.49	97.51	110.71	126.75	138.33	160.82	160.82	175.47	186.54
1440	77.31	98.56	111.89	128.11	139.81	162.54	162.54	177.35	188.54

5.2 INTENSIDAD Y CURVA IDF

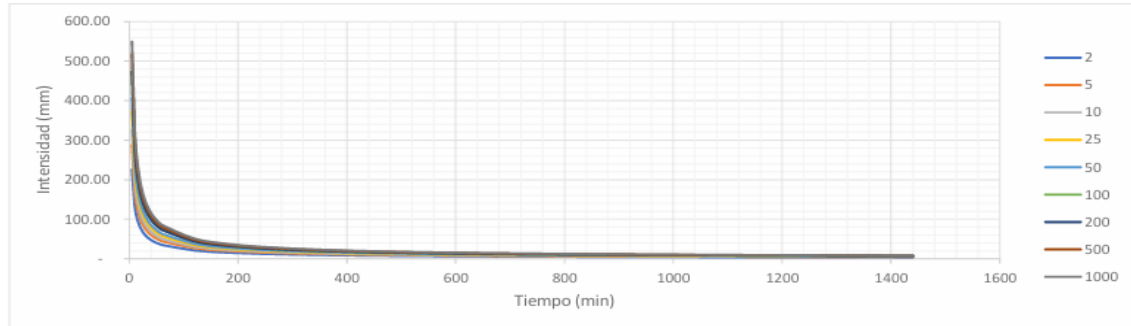
$$I = \frac{P_D}{D}$$

PD= Precipitacion maxima de 24hr
D= Duracion de la precipitacion en horas

DURACION		Periodo de retorno								
		2	5	10	25	50	100	200	500	1000
(hr)	(min)	Intensidad (mm/hr)								
0.08	5	225.20	287.09	325.94	373.17	407.27	473.47	473.47	516.61	549.21
0.17	10	133.91	170.70	193.80	221.89	242.16	281.52	281.52	307.18	326.56
0.25	15	98.79	125.94	142.99	163.71	178.66	207.71	207.71	226.63	240.93
0.33	20	79.62	101.50	115.24	131.94	143.99	167.40	167.40	182.65	194.17
0.42	25	67.35	85.86	97.48	111.60	121.80	141.60	141.60	154.50	164.25
0.50	30	58.74	74.89	85.02	97.34	106.23	123.50	123.50	134.76	143.26
0.58	35	52.33	66.71	75.74	86.71	94.64	110.02	110.02	120.04	127.62
0.67	40	47.34	60.35	68.52	78.45	85.62	99.53	99.53	108.60	115.46
0.75	45	43.34	55.25	62.73	71.82	78.38	91.12	91.12	99.42	105.69
0.83	50	40.05	51.05	57.96	66.36	72.42	84.20	84.20	91.87	97.66
0.92	55	37.28	47.53	53.96	61.78	67.43	78.39	78.39	85.53	90.93
1.00	60	34.93	44.53	50.55	57.88	63.17	73.43	73.43	80.13	85.18
2.00	120	20.77	26.48	30.06	34.42	37.56	43.66	43.66	47.64	50.65
3.00	180	15.32	19.53	22.18	25.39	27.71	32.22	32.22	35.15	37.37
4.00	240	12.35	15.74	17.87	20.46	22.33	25.96	25.96	28.33	30.12
5.00	300	10.45	13.32	15.12	17.31	18.89	21.96	21.96	23.96	25.48
6.00	360	9.11	11.61	13.19	15.10	16.48	19.16	19.16	20.90	22.22
7.00	420	8.12	10.35	11.75	13.45	14.68	17.06	17.06	18.62	19.79
8.00	480	7.34	9.36	10.63	12.17	13.28	15.44	15.44	16.84	17.91
9.00	540	6.72	8.57	9.73	11.14	12.16	14.13	14.13	15.42	16.39
10.00	600	6.21	7.92	8.99	10.29	11.23	13.06	13.06	14.25	15.15
11.00	660	5.78	7.37	8.37	9.58	10.46	12.16	12.16	13.27	14.10
12.00	720	5.42	6.91	7.84	8.98	9.80	11.39	11.39	12.43	13.21
13.00	780	5.10	6.50	7.38	8.45	9.23	10.73	10.73	11.70	12.44
14.00	840	4.83	6.15	6.98	8.00	8.73	10.15	10.15	11.07	11.77
15.00	900	4.58	5.84	6.63	7.59	8.29	9.63	9.63	10.51	11.18
16.00	960	4.37	5.57	6.32	7.23	7.90	9.18	9.18	10.02	10.65

17.00	1020	4.17	5.32	6.04	6.91	7.54	8.77	8.77	9.57	10.17
18.00	1080	4.00	5.10	5.78	6.62	7.23	8.40	8.40	9.17	9.75
19.00	1140	3.84	4.89	5.55	6.36	6.94	8.07	8.07	8.80	9.36
20.00	1200	3.69	4.71	5.35	6.12	6.68	7.76	7.76	8.47	9.01
21.00	1260	3.56	4.54	5.15	5.90	6.44	7.49	7.49	8.17	8.68
22.00	1320	3.44	4.38	4.98	5.70	6.22	7.23	7.23	7.89	8.39
23.00	1380	3.33	4.24	4.81	5.51	6.01	6.99	6.99	7.63	8.11
24.00	1440	3.22	4.11	4.66	5.34	5.83	6.77	6.77	7.39	7.86

3 GRAFICA I-D-F.



ECUACION DE AJUSTE DE Imax. (Hidroesta)

$$I_{max} = \frac{764.5584 * T^{-0.7500}}{D^{0.1375}}$$

4 HIETOGRAMA DE PRECIPITACION T=10 AÑOS METODO DE BLOQUE ALTERNO

TR = 10

k= 764.56

T= 10

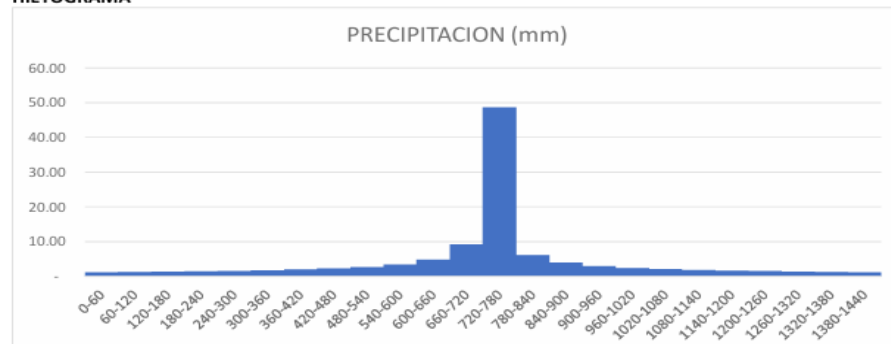
m= 0.14

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION	Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(min)	(mm)
60	48.67	48.67	0-60	1.14
120	28.94	57.88	60-120	1.22
180	21.35	64.06	120-180	1.31
240	17.21	68.84	180-240	1.42
300	14.56	72.78	240-300	1.56
360	12.70	76.18	300-360	1.73
420	11.31	79.17	360-420	1.95
480	10.23	81.86	420-480	2.25
540	9.37	84.31	480-540	2.69
600	8.66	86.56	540-600	3.39
660	8.06	88.64	600-660	4.78
720	7.55	90.59	660-720	9.21
780	7.11	92.42	720-780	48.67
840	6.73	94.15	780-840	6.18
900	6.39	95.79	840-900	3.95
960	6.08	97.35	900-960	2.99
1020	5.81	98.83	960-1020	2.45
1080	5.57	100.26	1020-1080	2.09
1140	5.35	101.62	1080-1140	1.83
1200	5.15	102.93	1140-1200	1.64
1260	4.96	104.20	1200-1260	1.49
1320	4.79	105.42	1260-1320	1.36
1380	4.63	106.59	1320-1380	1.26
1440	4.49	107.73	1380-1440	1.18

HIETOGRAMA



TR = 25

k= 764.56

T= 25

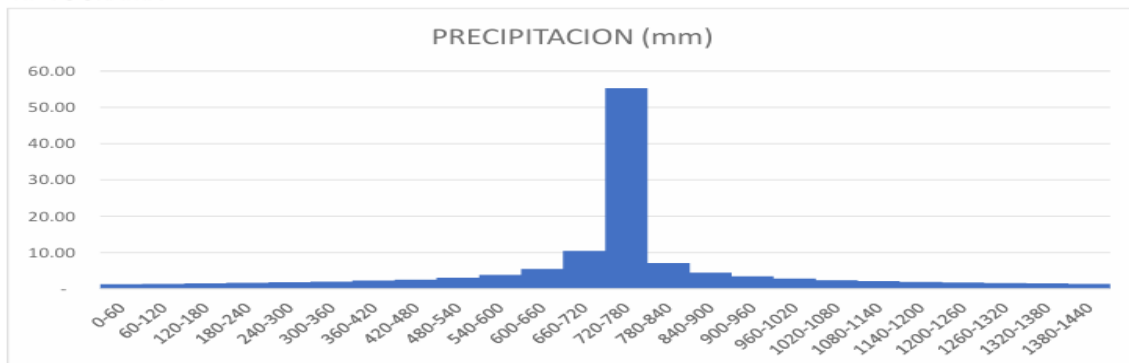
m= 0.14

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	55.21	55.21	55.21	0-60	1.29
120	32.83	65.66	10.45	60-120	1.38
180	24.22	72.66	7.00	120-180	1.49
240	19.52	78.08	5.42	180-240	1.61
300	16.51	82.56	4.48	240-300	1.77
360	14.40	86.41	3.85	300-360	1.96
420	12.83	89.80	3.39	360-420	2.21
480	11.61	92.85	3.05	420-480	2.55
540	10.63	95.63	2.77	480-540	3.05
600	9.82	98.18	2.55	540-600	3.85
660	9.14	100.55	2.37	600-660	5.42
720	8.56	102.76	2.21	660-720	10.45
780	8.06	104.83	2.08	720-780	55.21
840	7.63	106.79	1.96	780-840	7.00
900	7.24	108.65	1.86	840-900	4.48
960	6.90	110.42	1.77	900-960	3.39
1020	6.59	112.11	1.69	960-1020	2.77
1080	6.32	113.72	1.61	1020-1080	2.37
1140	6.07	115.27	1.55	1080-1140	2.08
1200	5.84	116.75	1.49	1140-1200	1.86
1260	5.63	118.19	1.43	1200-1260	1.69
1320	5.43	119.57	1.38	1260-1320	1.55
1380	5.26	120.91	1.34	1320-1380	1.43
1440	5.09	122.20	1.29	1380-1440	1.34

HIETOGRAMA



TR = 50

k= 764.56

T= 50

m= 0.14

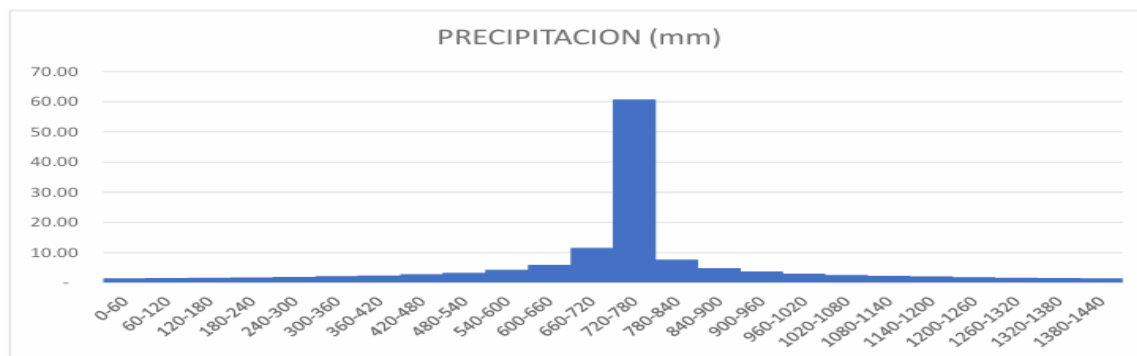
n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitación
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	60.73	60.73	60.73	0-60	1.42
120	36.11	72.22	11.49	60-120	1.52
180	26.64	79.93	7.70	120-180	1.64
240	21.47	85.89	5.96	180-240	1.77
300	18.16	90.81	4.93	240-300	1.94
360	15.84	95.05	4.24	300-360	2.16
420	14.11	98.78	3.73	360-420	2.43
480	12.77	102.14	3.35	420-480	2.81
540	11.69	105.19	3.05	480-540	3.35
600	10.80	108.00	2.81	540-600	4.24
660	10.05	110.60	2.60	600-660	5.96
720	9.42	113.03	2.43	660-720	11.49
780	8.87	115.32	2.28	720-780	60.73
840	8.39	117.47	2.16	780-840	7.70
900	7.97	119.52	2.04	840-900	4.93
960	7.59	121.46	1.94	900-960	3.73

1020	7.25	123.32	1.85	960-1020	3.05
1080	6.95	125.09	1.77	1020-1080	2.60
1140	6.67	126.79	1.70	1080-1140	2.28
1200	6.42	128.43	1.64	1140-1200	2.04
1260	6.19	130.01	1.58	1200-1260	1.85
1320	5.98	131.53	1.52	1260-1320	1.70
1380	5.78	133.00	1.47	1320-1380	1.58
1440	5.60	134.42	1.42	1380-1440	1.47

HIETOGRAMA



TR = 100

k= 764.56

T= 100

m= 0.14

n= 0.75

$$I_{max} = \frac{k * T^m}{D^n}$$

DURACION		Profundidad acumulada	Profundidad incremental	Tiempo	Precipitacion
(min)	(mm/hr)	(mm)	(mm)	(min)	(mm)
60	66.80	66.80	66.80	0-60	1.56
120	39.72	79.44	12.64	60-120	1.67
180	29.31	87.92	8.48	120-180	1.80
240	23.62	94.47	6.56	180-240	1.95
300	19.98	99.89	5.42	240-300	2.14
360	17.43	104.55	4.66	300-360	2.37
420	15.52	108.66	4.11	360-420	2.68
480	14.04	112.35	3.69	420-480	3.09
540	12.86	115.71	3.36	480-540	3.69
600	11.88	118.79	3.09	540-600	4.66
660	11.06	121.66	2.86	600-660	6.56
720	10.36	124.33	2.68	660-720	12.64
780	9.76	126.85	2.51	720-780	66.80
840	9.23	129.22	2.37	780-840	8.48
900	8.76	131.47	2.25	840-900	5.42
960	8.35	133.61	2.14	900-960	4.11
1020	7.98	135.65	2.04	960-1020	3.36
1080	7.64	137.60	1.95	1020-1080	2.86
1140	7.34	139.47	1.87	1080-1140	2.51
1200	7.06	141.27	1.80	1140-1200	2.25
1260	6.81	143.01	1.73	1200-1260	2.04
1320	6.58	144.68	1.67	1260-1320	1.87
1380	6.36	146.29	1.62	1320-1380	1.73
1440	6.16	147.86	1.56	1380-1440	1.62

HIETOGRAMA

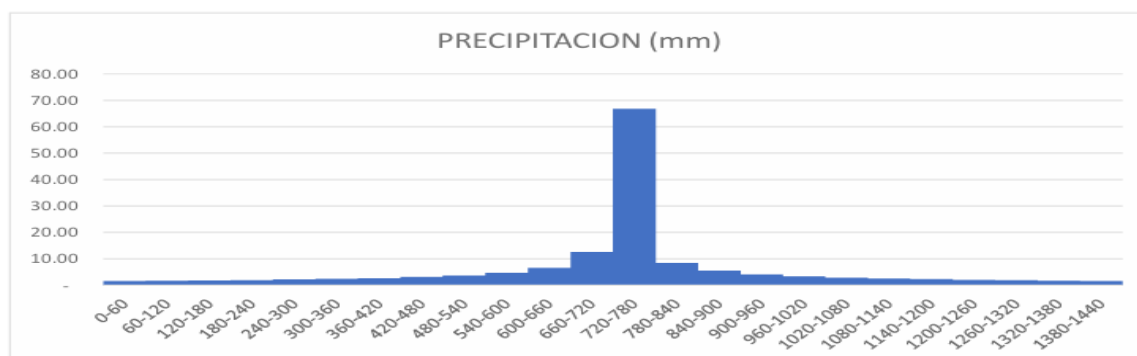
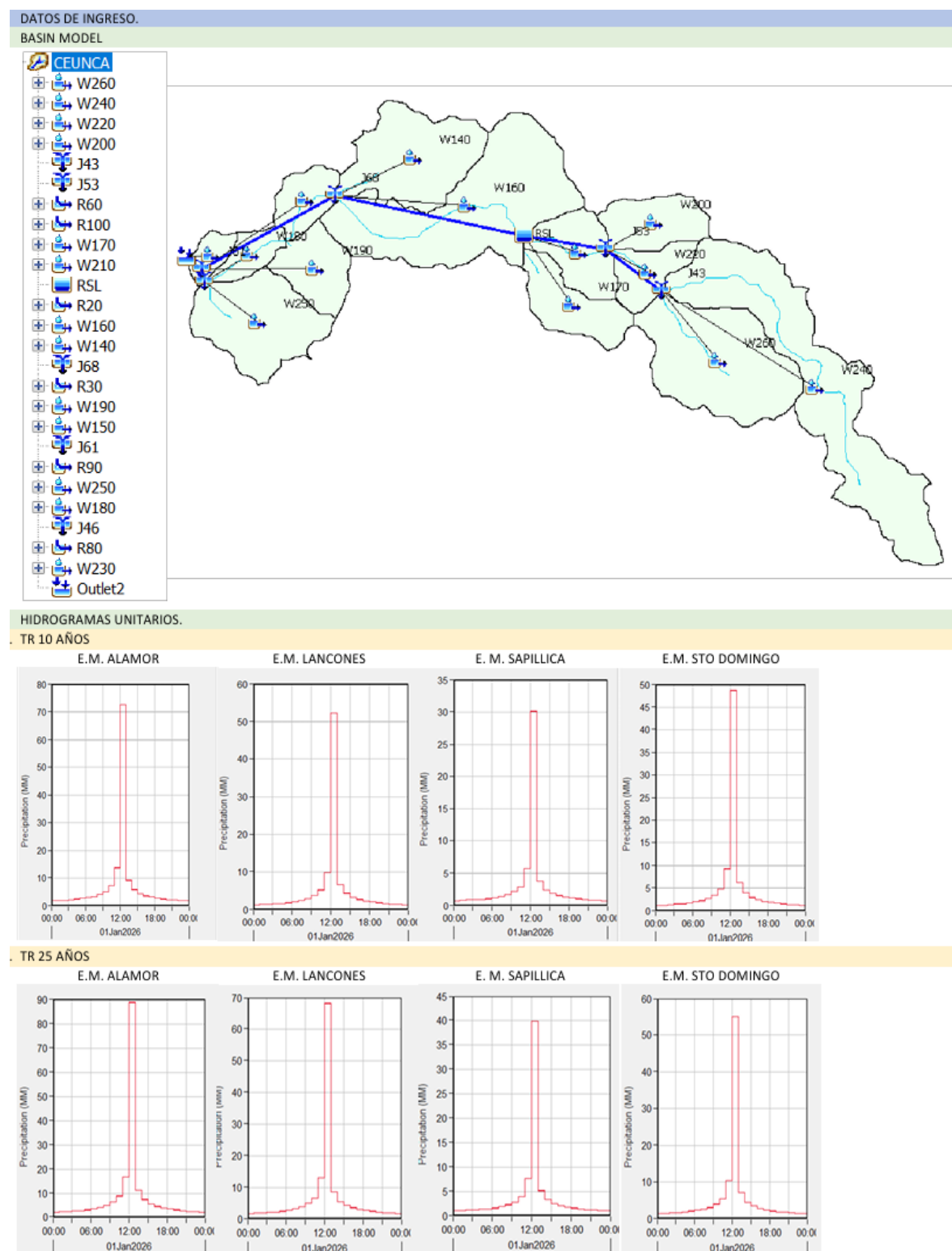
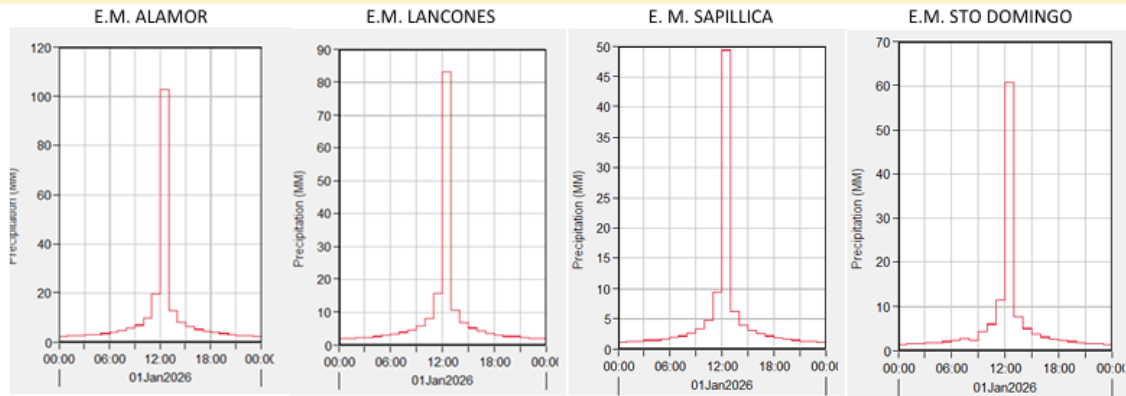


Tabla 23

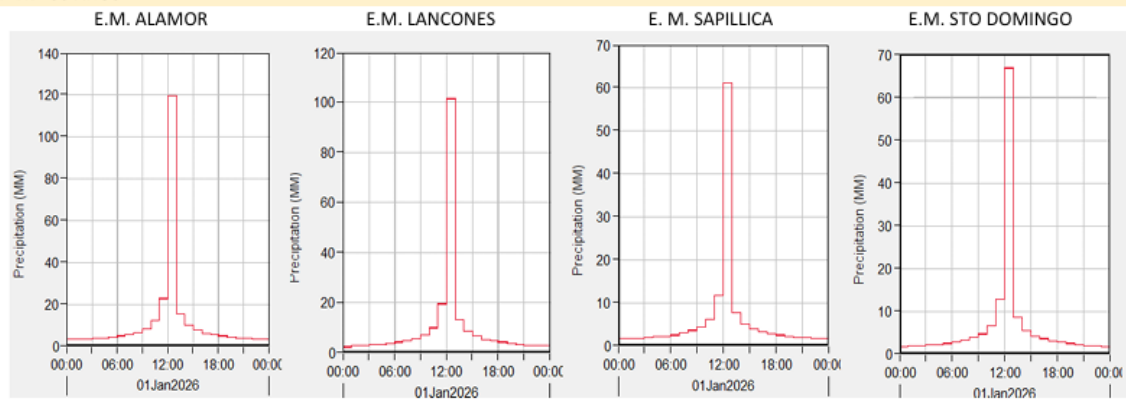
Modelamiento hidrológico con HEC – HMS para diferentes periodos de retorno



1.2.3. TR 50 AÑOS

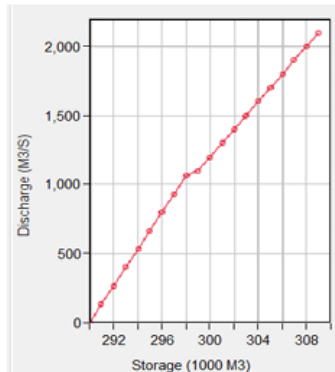


1.2.4. TR 100 AÑOS

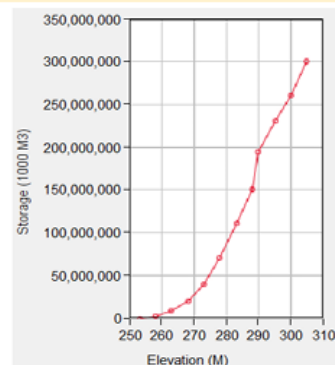


1.3 DATOS PARA RESERVOIRIO. Obtenido de: (https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/acu/article/view/938/pdf_147)

1.3.1. VOLUMEN DESCARGA



1.3.2. ELEVACION VOLUMEN



2 SIMULACION.

2.1 TR 10 AÑOS

Name: TR10_control	
Description:	
*Start Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*End Time (HH:mm)	00:00
Time Interval:	15 Minutes

2.2 TR 25 AÑOS

Name: TR25_control	
Description:	
*Start Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*End Time (HH:mm)	00:00
Time Interval:	15 Minutes

2.3 TR 50 AÑOS

Name: TR50_control	
Description:	
*Start Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMYYYY)	02ene.2026
*End Time (HH:mm)	00:00
Time Interval:	15 Minutes

2.4 TR 100 AÑOS

Name: TR100_control	
Description:	
*Start Date (ddMMYYYY)	01ene.2026
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMYYYY)	02ene.2026
*End Time (HH:mm)	00:00
Time Interval:	15 Minutes

3 RESULTADOS.

3. TR. 10 AÑOS

Resultados del Resumen Global para la Ejecución "TR10"

Global Summary Results for Run "TR10"

Project: CEUNCA Simulation Run: TR10

Start of Run: 01ene.2026, 00:00 Basin Model: CEUNCA
End of Run: 02ene.2026, 00:00 Meteorologic Model: CEUNCA
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE Control Specifications: TR10_control

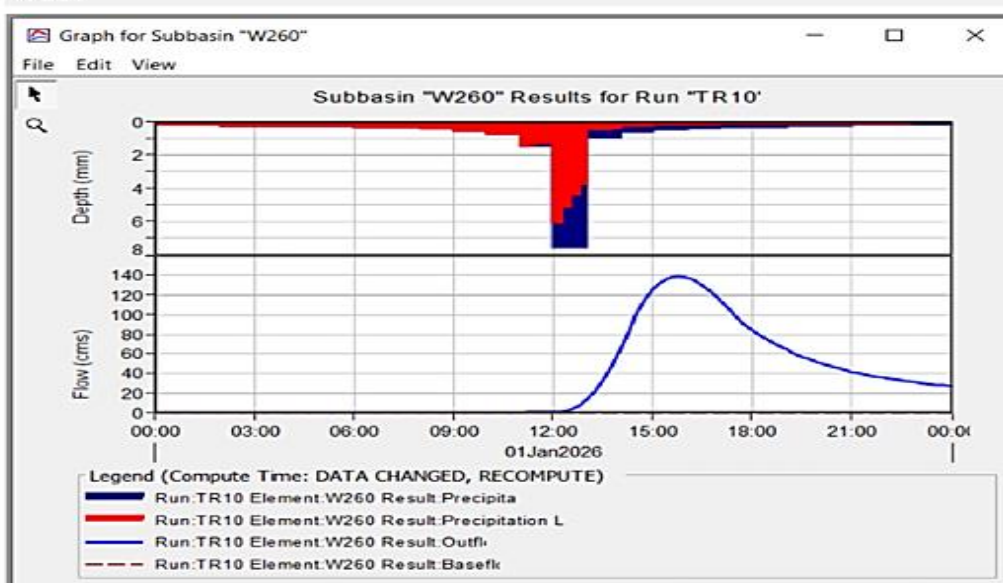
Show Elements: All Elements Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3 Sorting: Watershed Explorer

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
W260	148.7	139.4	1 January 2026, 15:...	2791.8
W240	235.4	349.2	1 January 2026, 16:...	8028.1
W220	37.2	19.1	1 January 2026, 15:...	400.7
W200	50.3	33.5	1 January 2026, 15:...	680.0
J43	384.1	477.2	1 January 2026, 16:...	10819.9
J53	471.6	510.7	1 January 2026, 17:...	11478.1
R60	471.6	503.5	1 January 2026, 18:...	10949.7
R100	384.1	470.5	1 January 2026, 17:...	10397.4
W170	55.3	11.2	1 January 2026, 18:...	296.3
W210	54.5	12.3	1 January 2026, 17:...	315.2
R5L	581.5	526.5	1 January 2026, 18:...	11559.8
R20	581.5	520.1	1 January 2026, 19:...	10900.4
W160	205.6	471.9	1 January 2026, 17:...	11596.9
W140	109.7	300.2	1 January 2026, 16:...	6768.1
J68	896.8	1173.5	1 January 2026, 18:...	29265.4
R30	896.8	1162.9	1 January 2026, 19:...	27674.1
W190	49.4	70.7	1 January 2026, 15:...	1394.0
W150	33.7	61.5	1 January 2026, 15:...	1169.2
J61	979.9	1218.8	1 January 2026, 19:...	30237.2
R90	979.9	1207.4	1 January 2026, 20:...	28265.9
W250	103.4	108.4	1 January 2026, 18:...	2774.4
W180	24.4	56.7	1 January 2026, 15:...	947.1
J46	1107.8	1315.4	1 January 2026, 19:...	31987.3
R80	1107.8	1304.4	1 January 2026, 20:...	29436.2
W230	15.8	9.3	1 January 2026, 18:...	243.6
Outlet2	1123.6	1311.9	1 January 2026, 20:...	29679.8

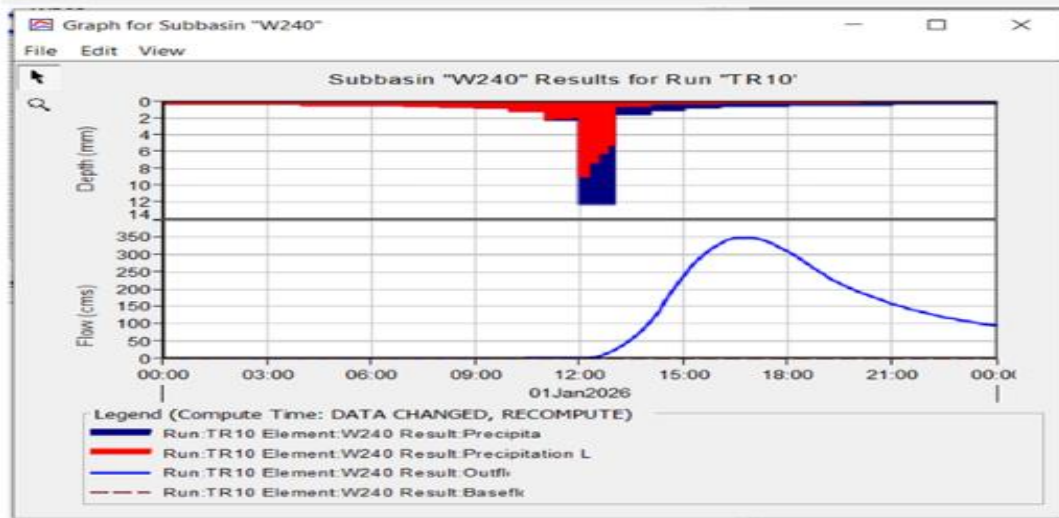
HIDROGRAMAS

CUENCAS

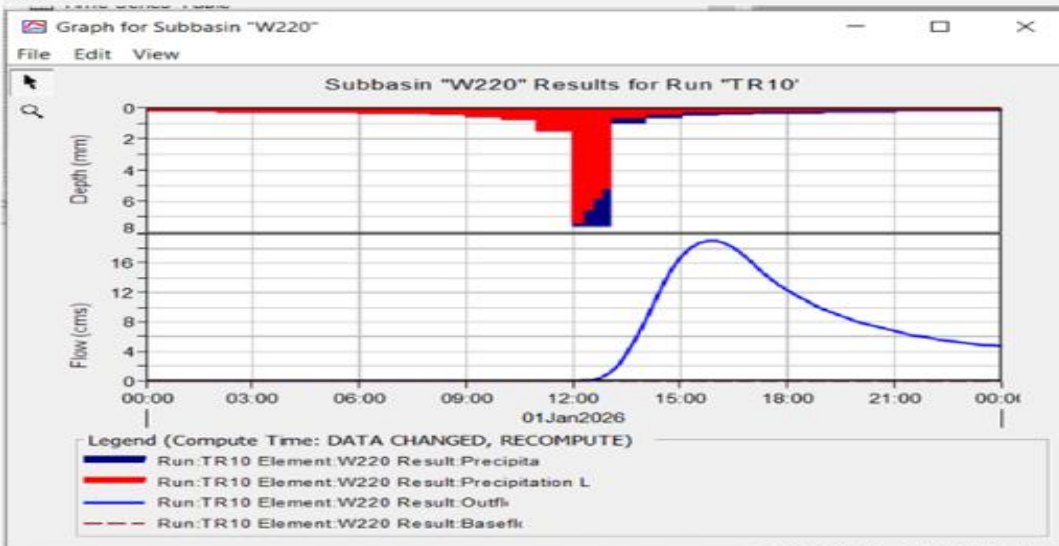
W 260



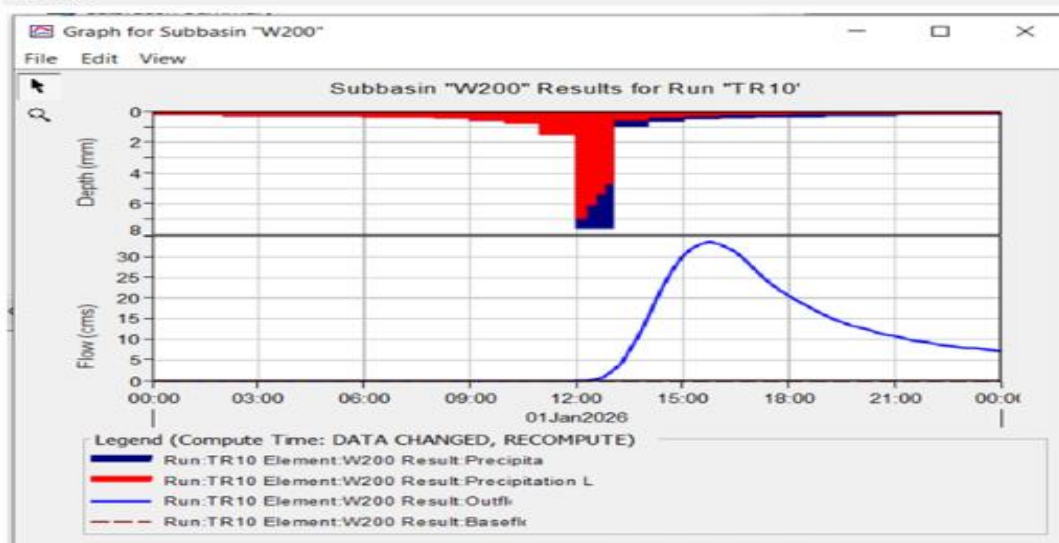
W 240



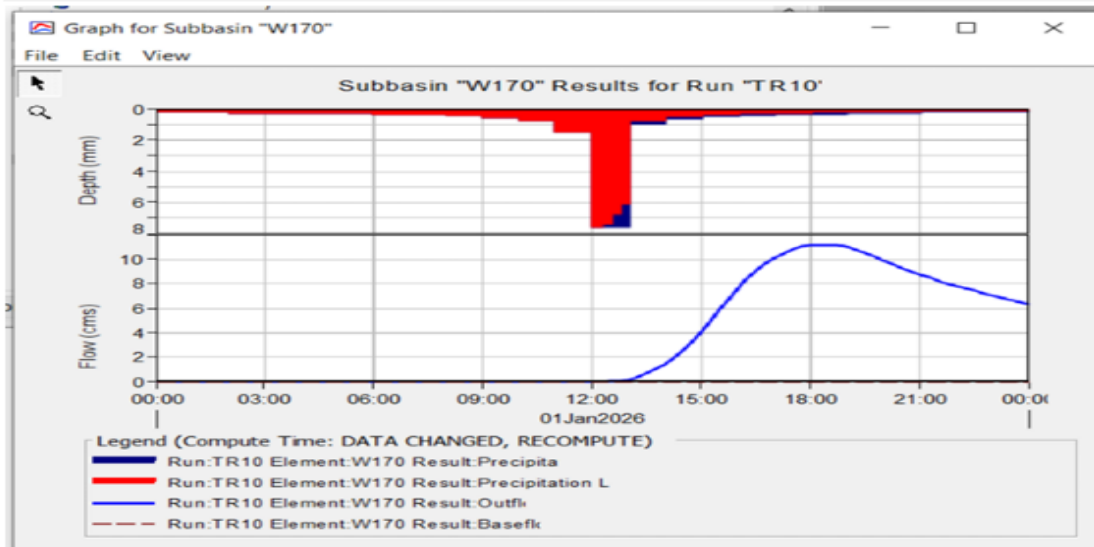
W 220



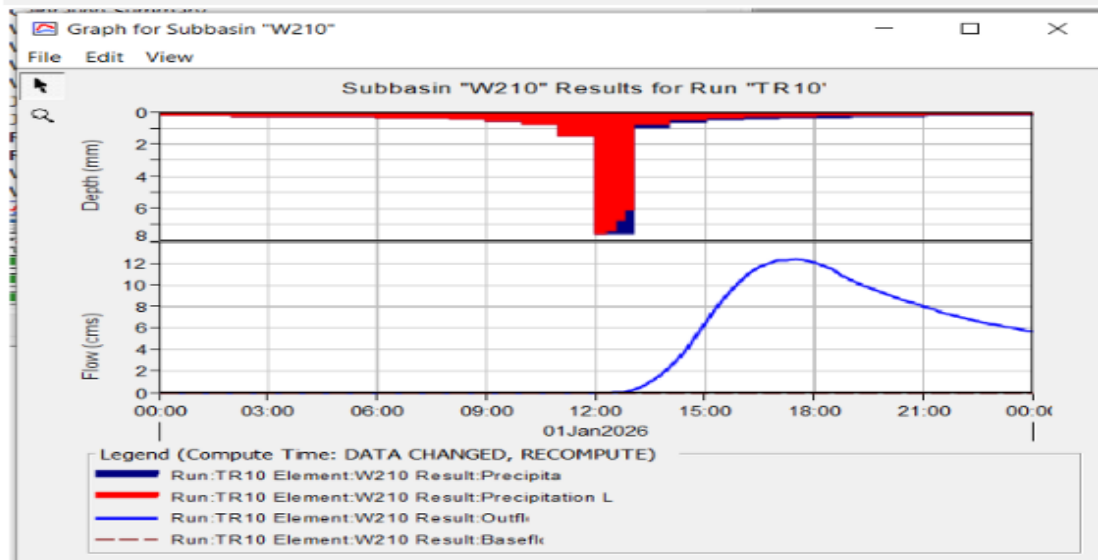
W 200



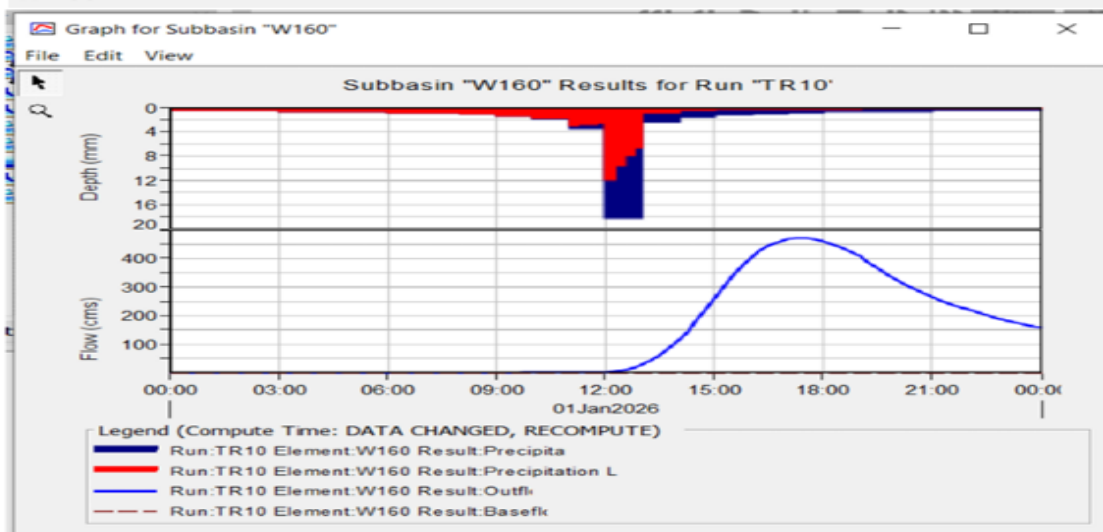
W 170



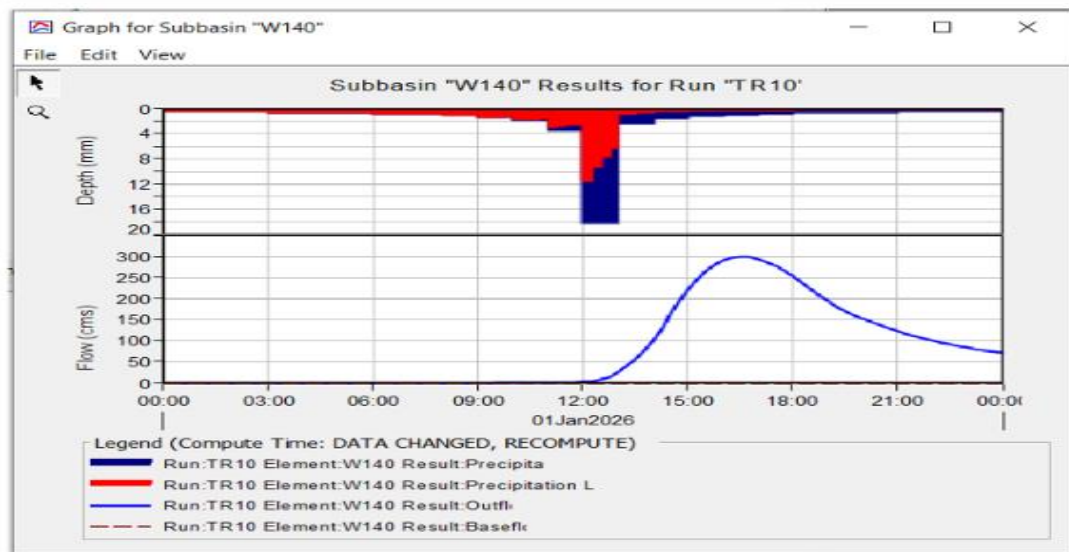
W 10



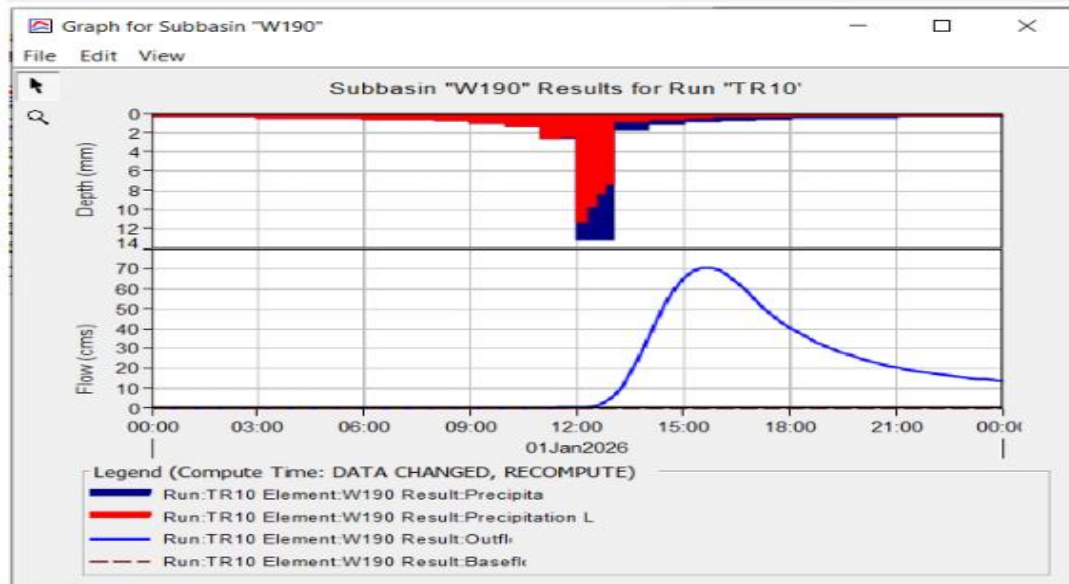
W 160



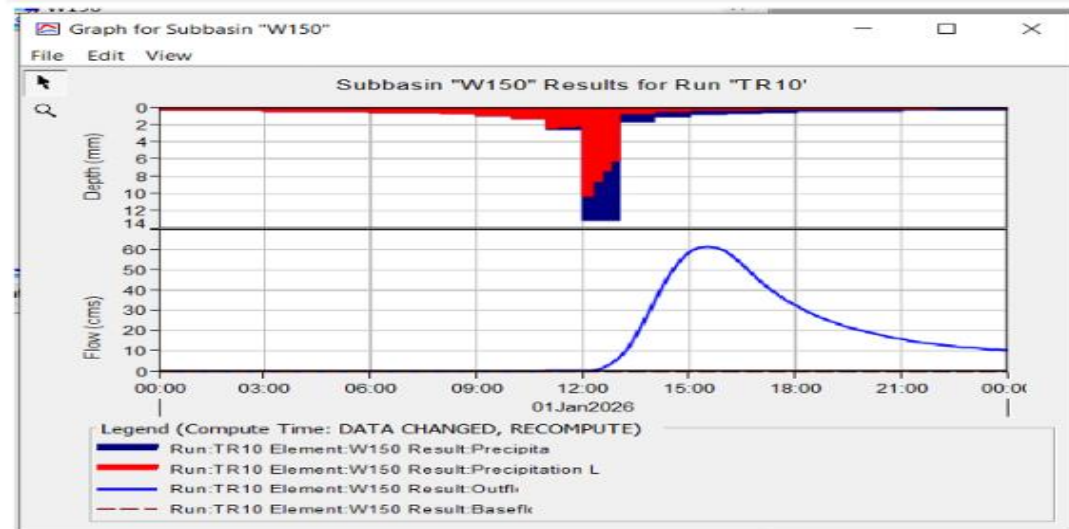
W 140



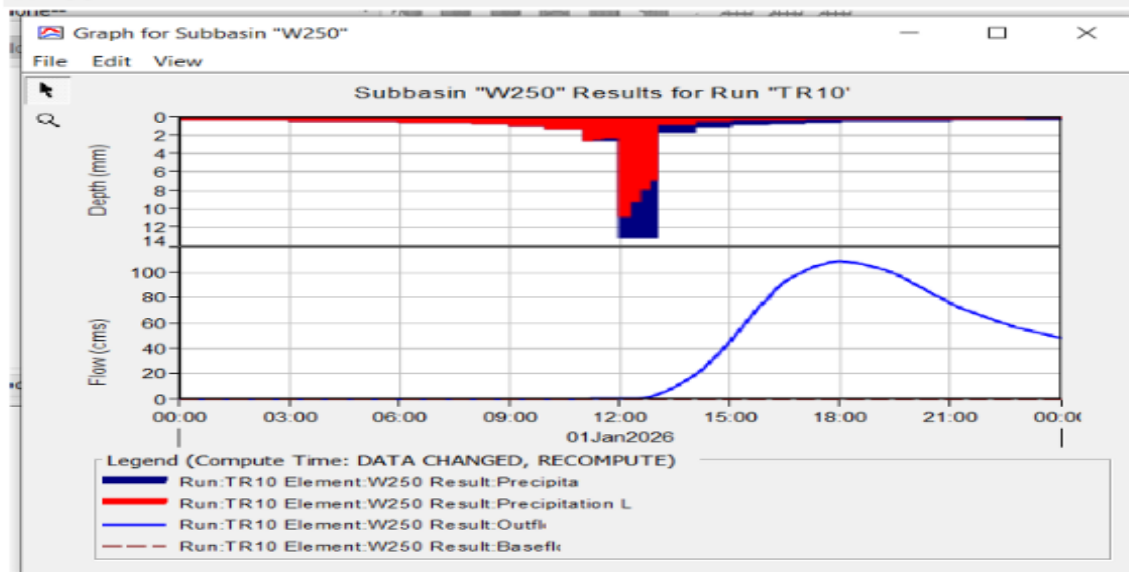
W 190



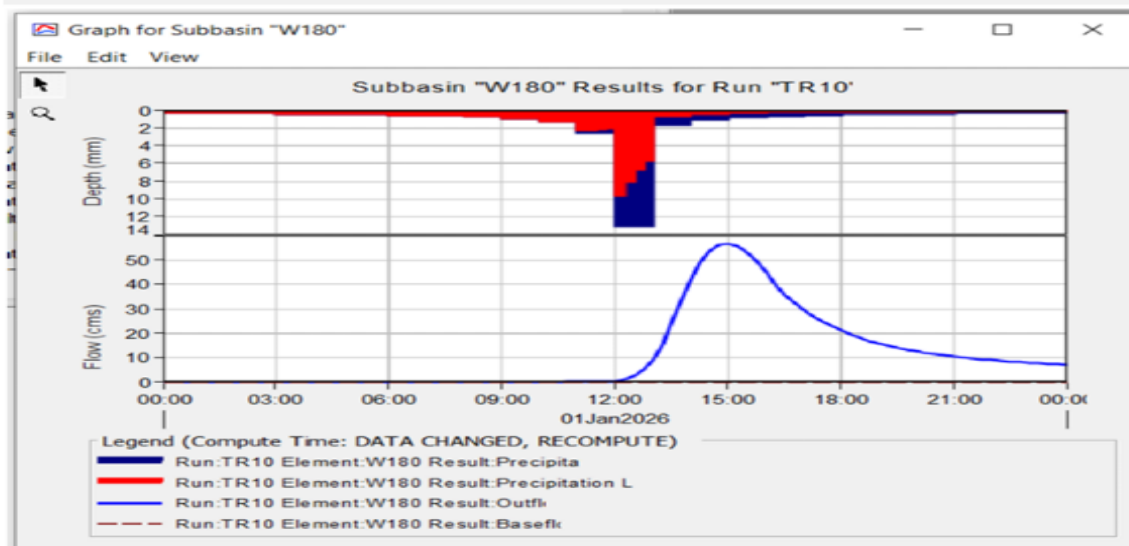
W 150



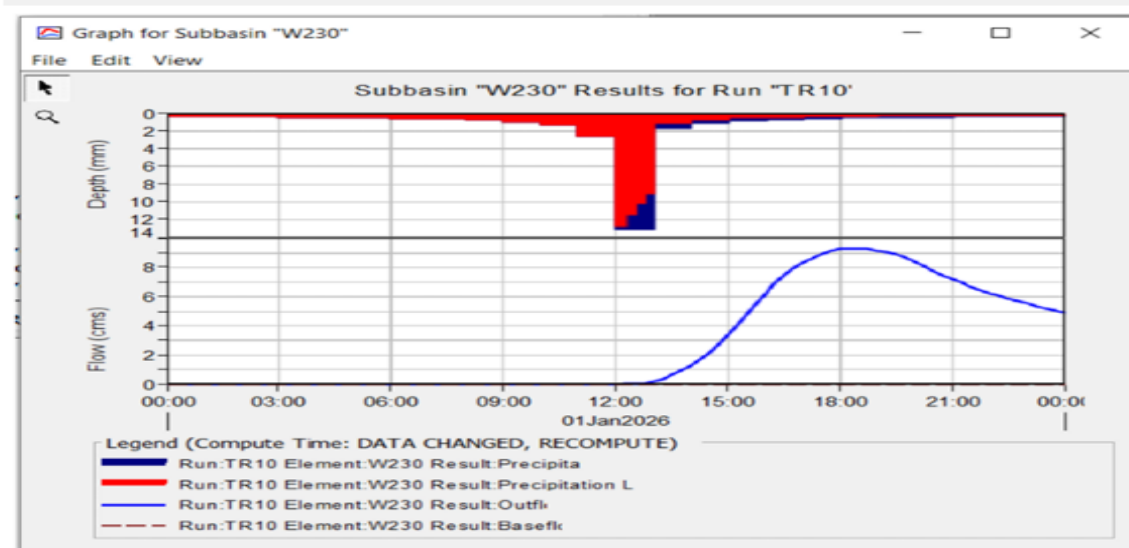
W 250



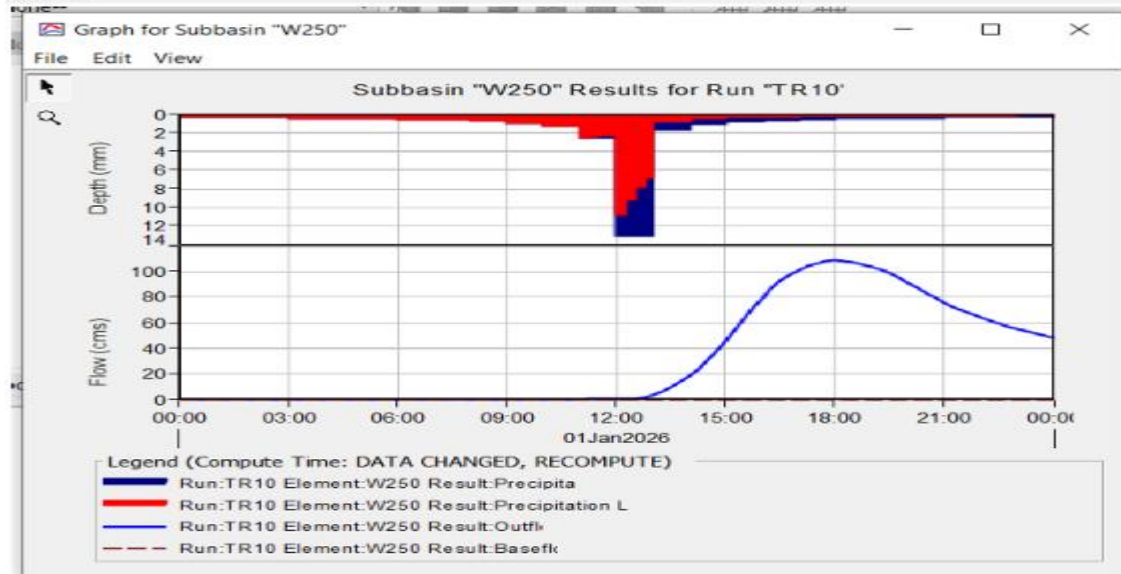
W 180



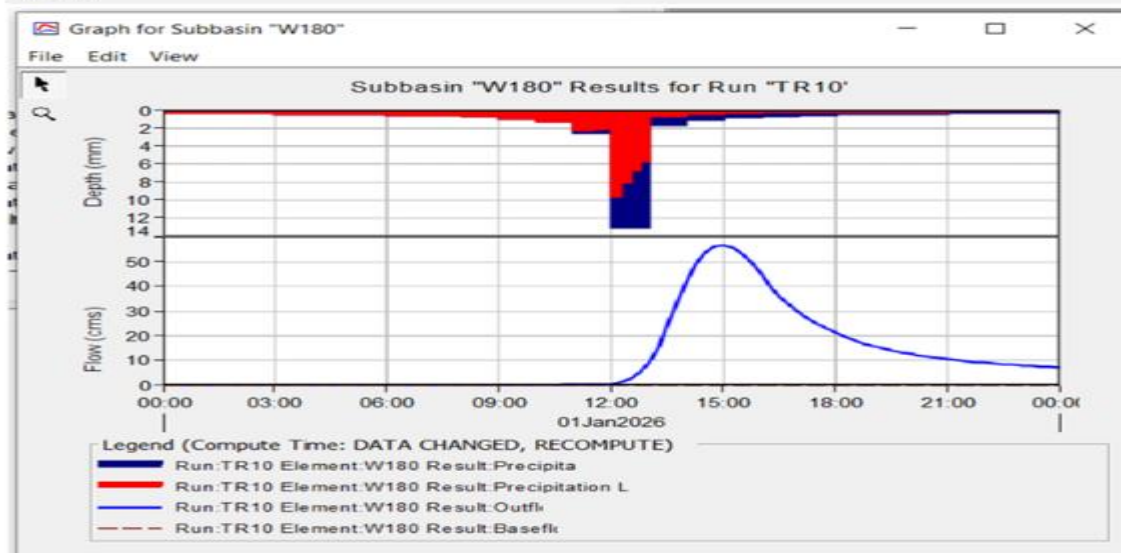
W 230



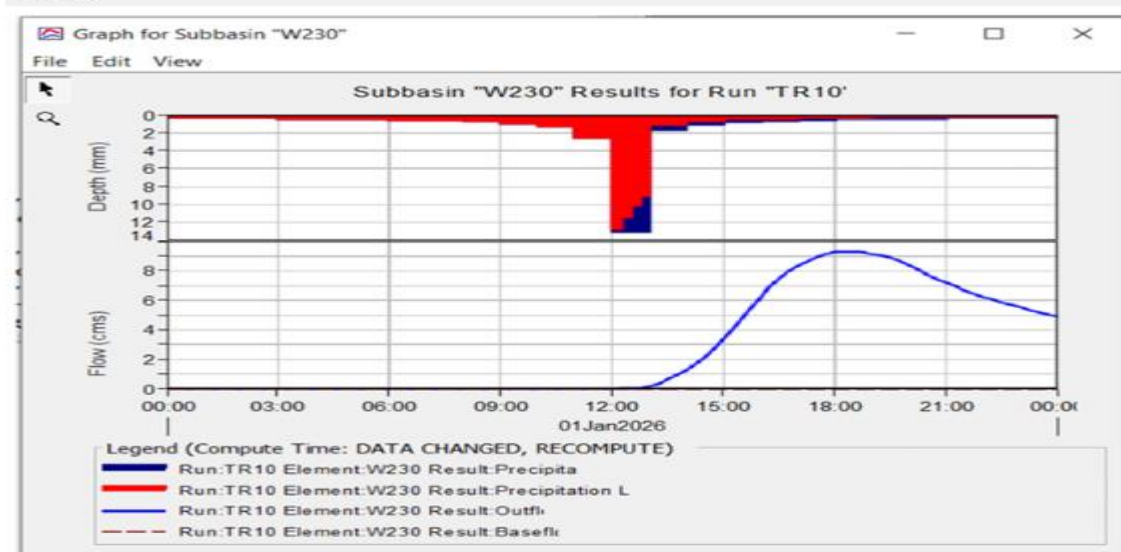
W 250



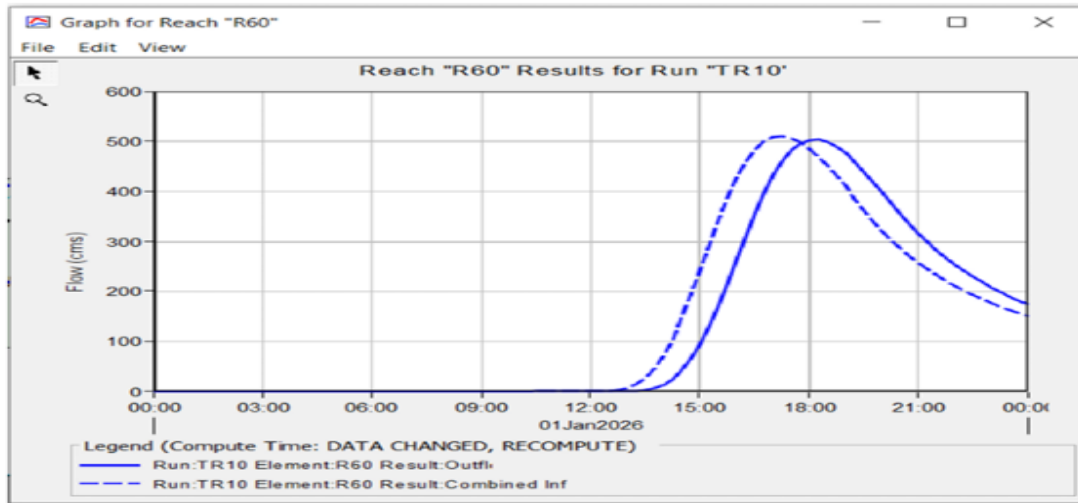
W 180



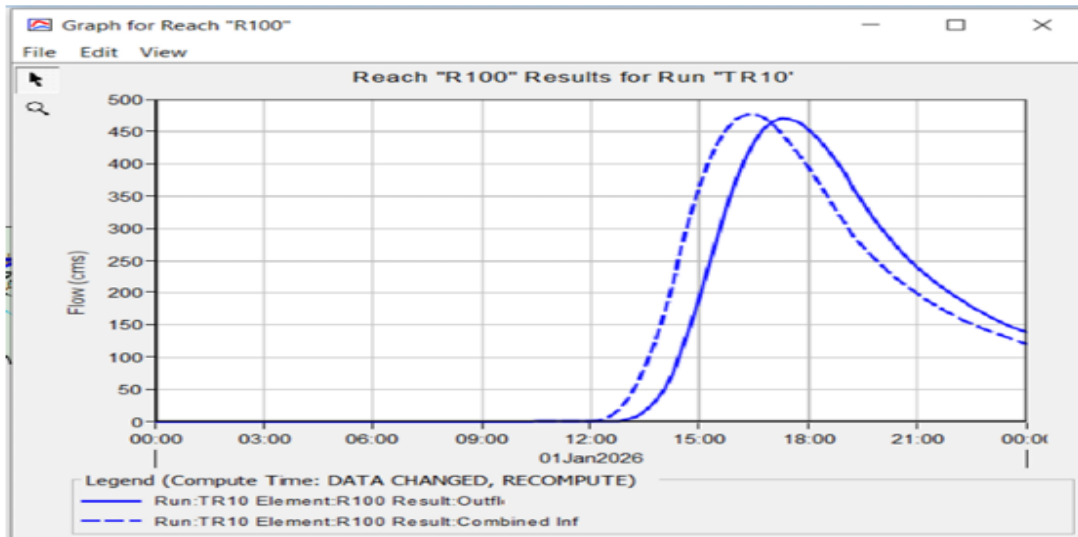
W 230



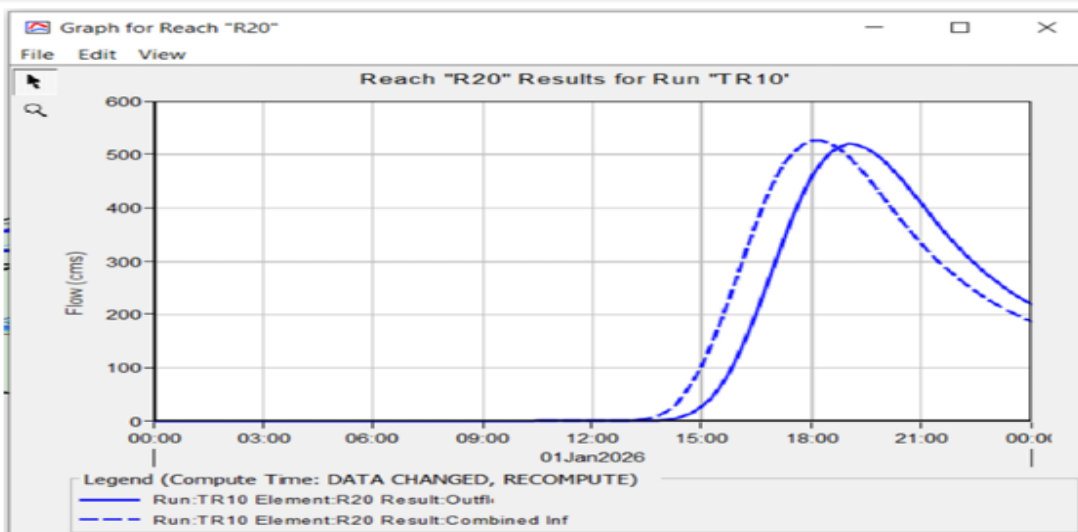
RIOS
R 60



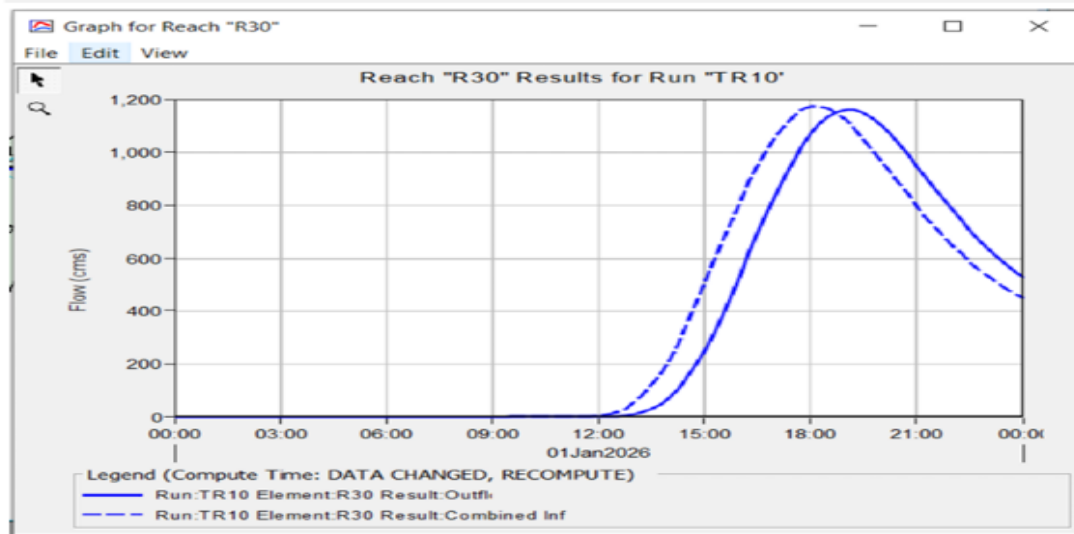
R 100



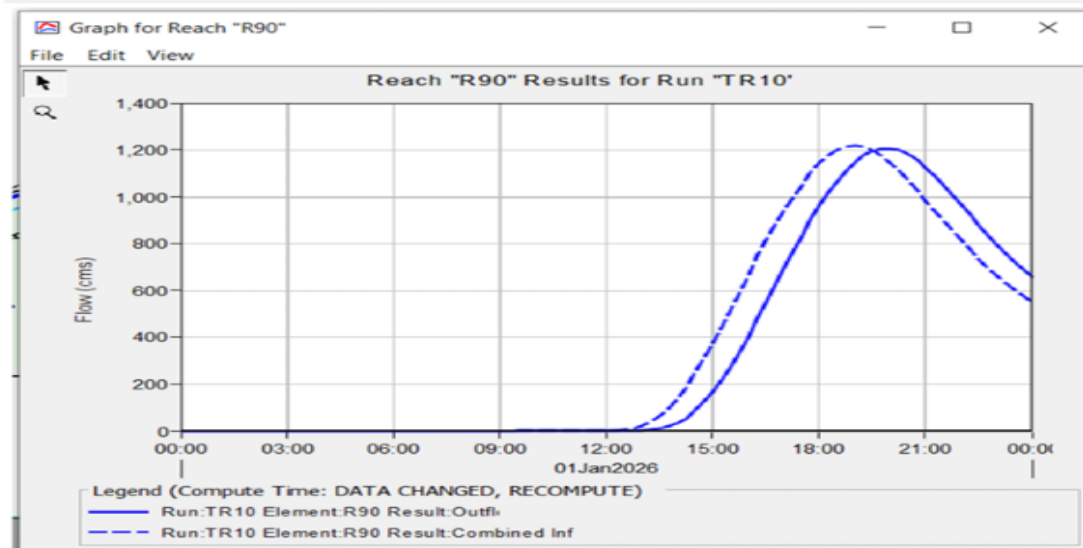
R 20



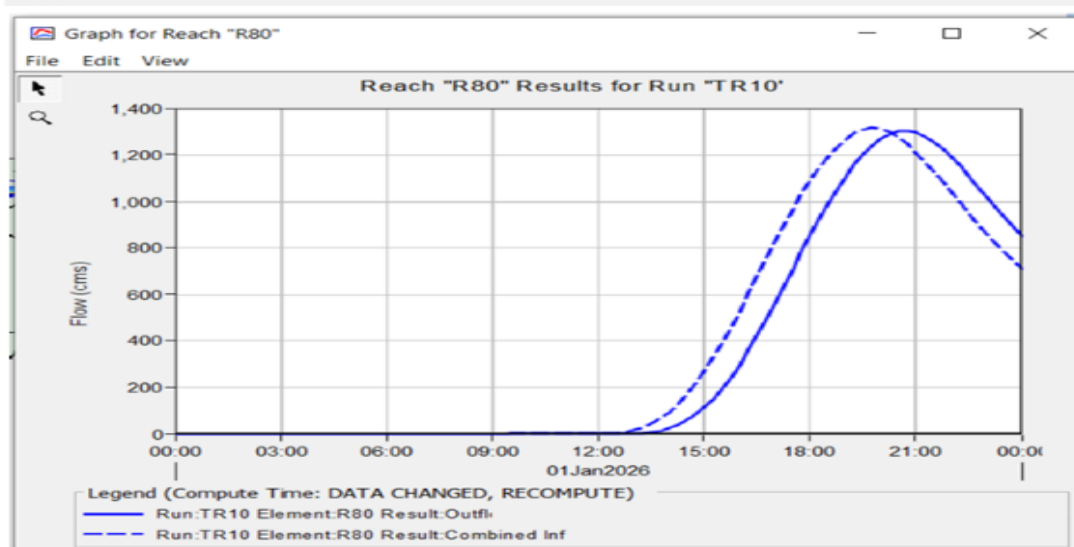
R 30



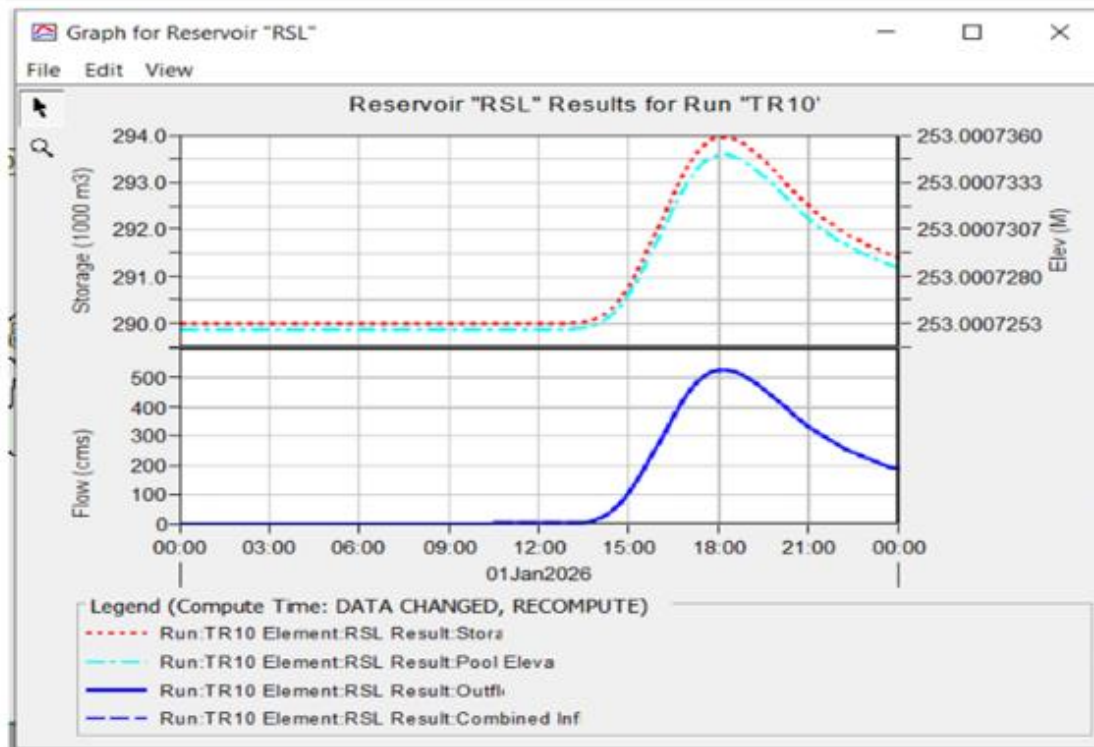
R 90



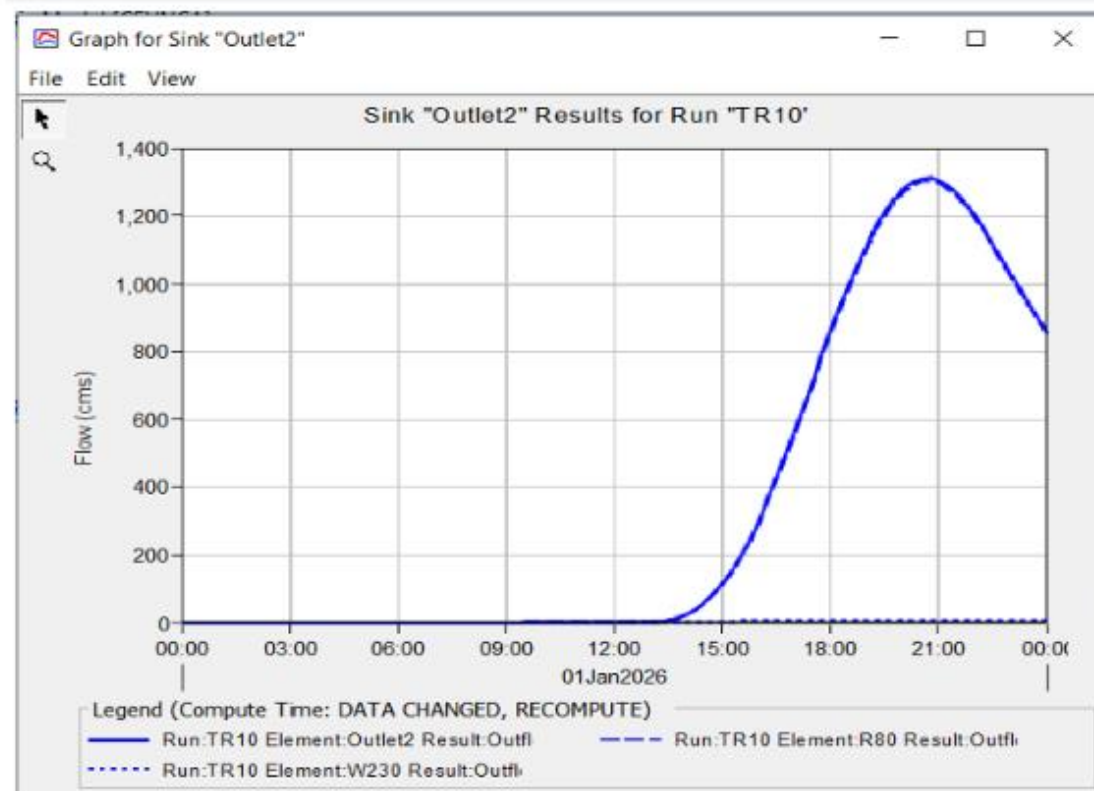
R 80



RESERVORIO SAN LORENZO



SALIDA OUTLER 2



TR. 25 AÑOS

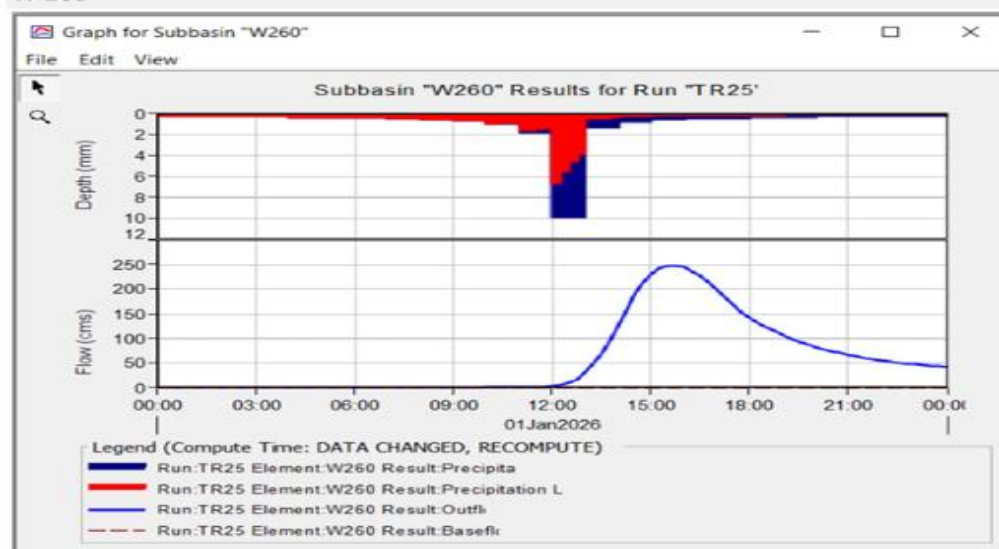
Resultados del Resumen Global para la Ejecución "TR 25"

Global Summary Results for Run "TR25"				
Project: CEUNCA Simulation Run: TR25				
Start of Run: 01ene.2026, 00:00		Basin Model: CEUNCA		
End of Run: 02ene.2026, 00:00		Meteorologic Model: CEUNCA		
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications: TR25_control		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	☐ MM ☒ 1000 M3	Sorting: Watershed Explorer
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
W260	148.7	248.4	1 January 2026, 15:...	4867.7
W240	235.4	446.7	1 January 2026, 16:...	10217.1
W220	37.2	40.3	1 January 2026, 15:...	800.5
W200	50.3	65.7	1 January 2026, 15:...	1283.1
J43	384.1	675.9	1 January 2026, 16:...	15084.8
J53	471.6	746.4	1 January 2026, 17:...	16620.7
R60	471.6	735.5	1 January 2026, 18:...	15917.9
R100	384.1	665.6	1 January 2026, 17:...	14537.0
W170	55.3	27.5	1 January 2026, 17:...	704.9
W210	54.5	30.8	1 January 2026, 17:...	742.6
RSL	581.5	791.7	1 January 2026, 18:...	17363.5
R20	581.5	781.0	1 January 2026, 18:...	16455.5
W160	205.6	673.2	1 January 2026, 17:...	16511.5
W140	109.7	425.5	1 January 2026, 16:...	9558.6
J68	896.8	1726.7	1 January 2026, 18:...	42525.7
R30	896.8	1708.5	1 January 2026, 19:...	40351.0
W190	49.4	127.8	1 January 2026, 15:...	2440.6
W150	33.7	105.0	1 January 2026, 15:...	1956.6
J61	979.9	1802.1	1 January 2026, 18:...	44748.2
R90	979.9	1786.4	1 January 2026, 19:...	42022.7
W250	103.4	188.7	1 January 2026, 18:...	4797.2
W180	24.4	94.3	1 January 2026, 15:...	1550.5
J46	1107.8	1968.6	1 January 2026, 19:...	48370.3
R80	1107.8	1953.5	1 January 2026, 20:...	44777.3
W230	15.8	18.7	1 January 2026, 18:...	480.2
Outlet2	1123.6	1968.1	1 January 2026, 20:...	45257.5

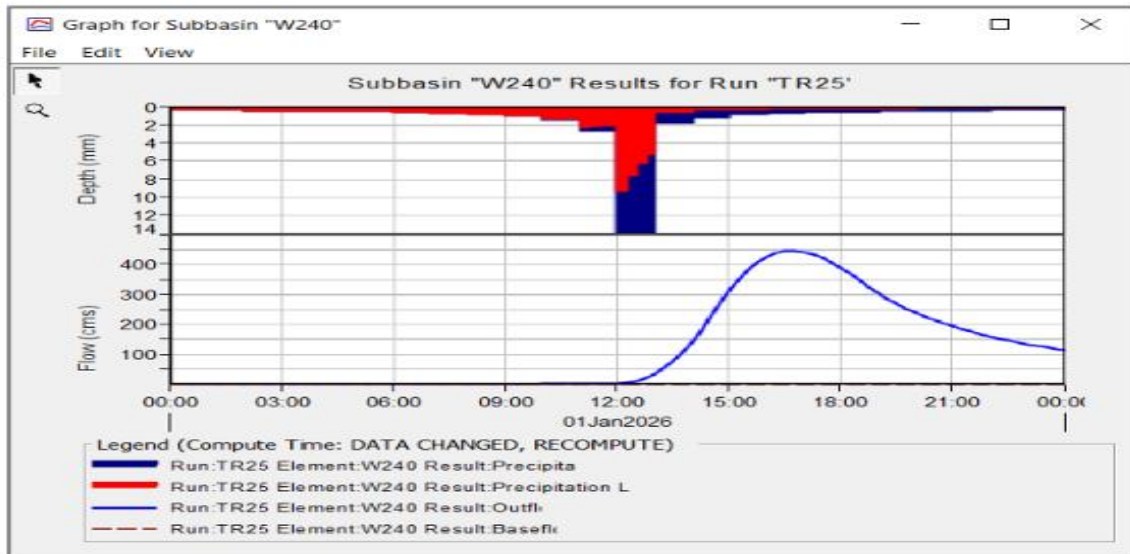
HIDROGRAMAS

CUENCAS

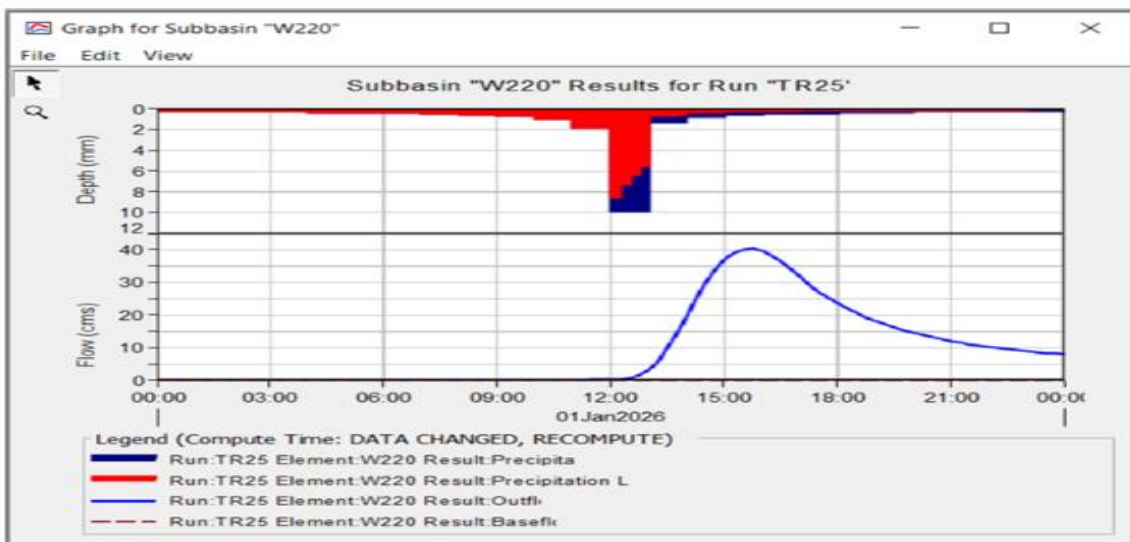
W 260



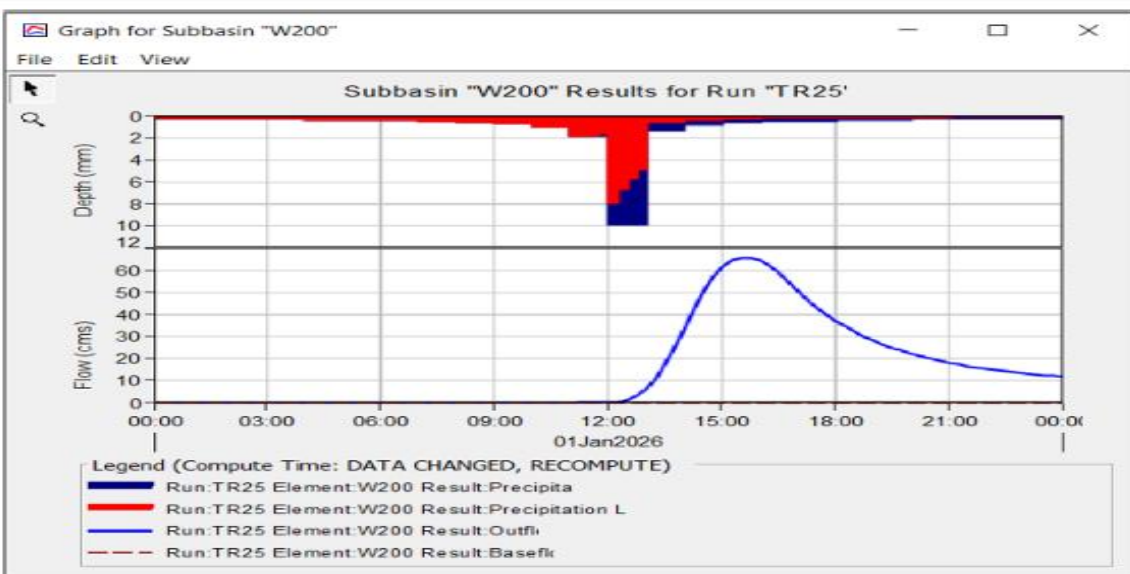
W 240



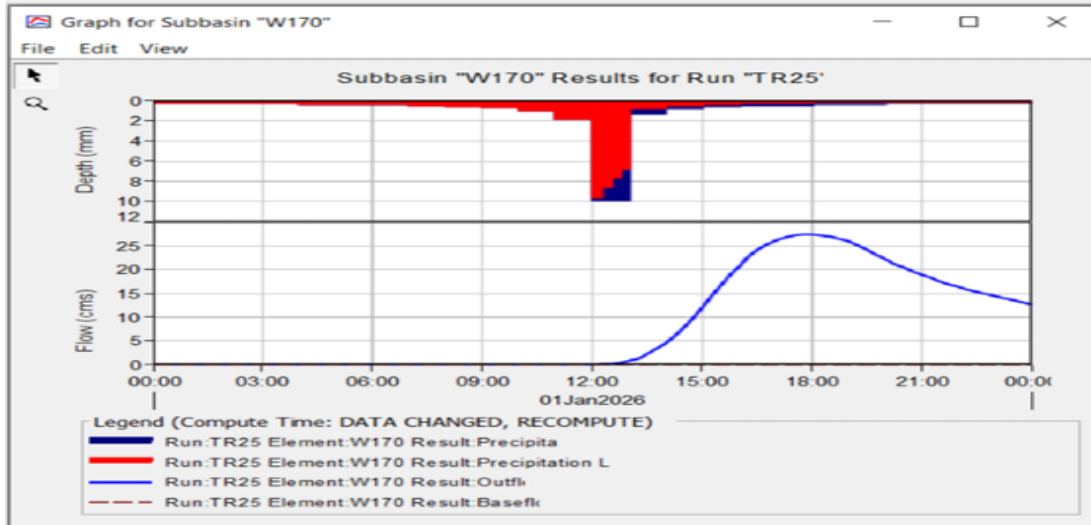
W 220



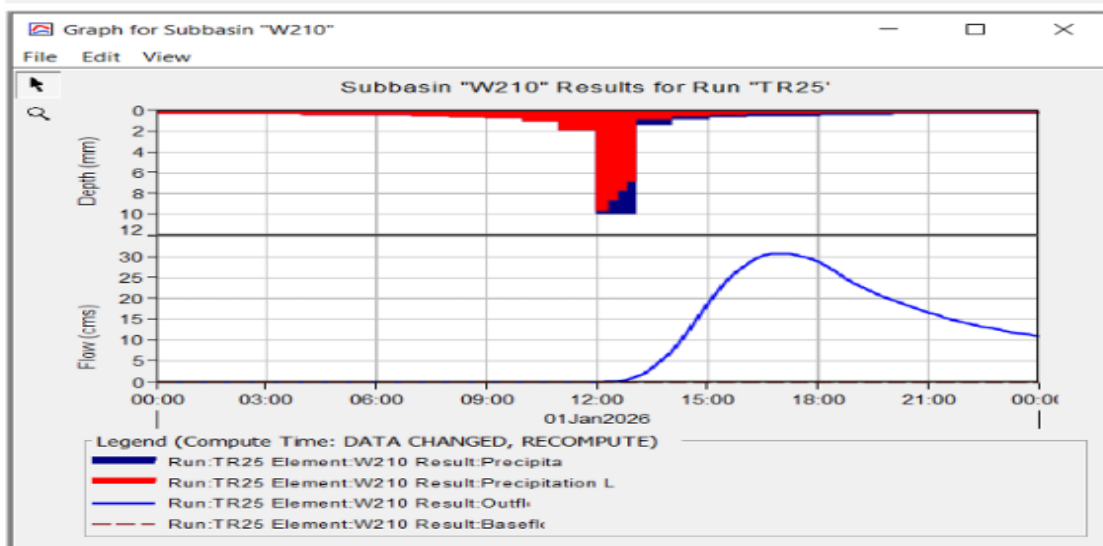
W 200



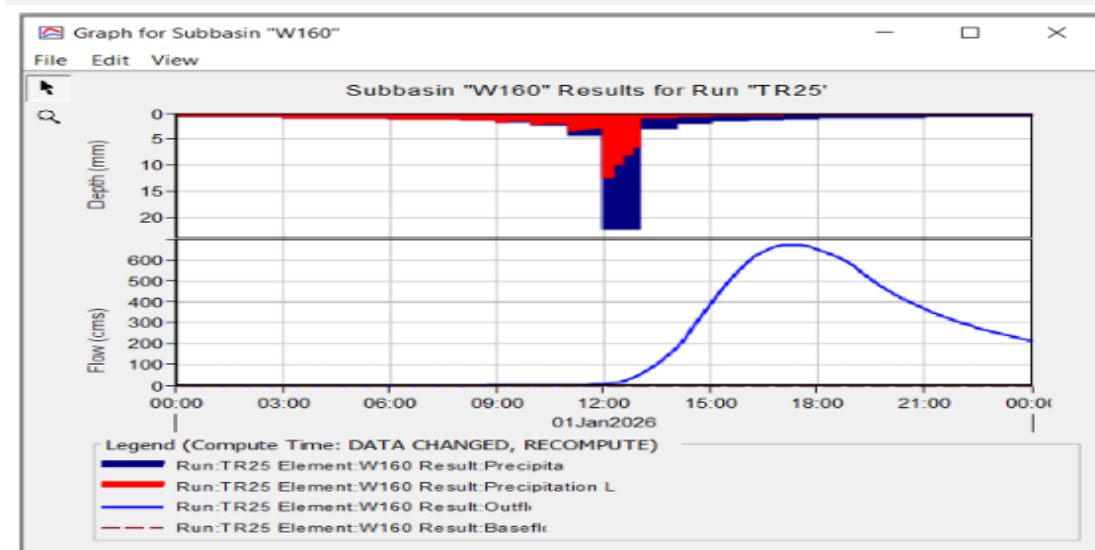
W 170



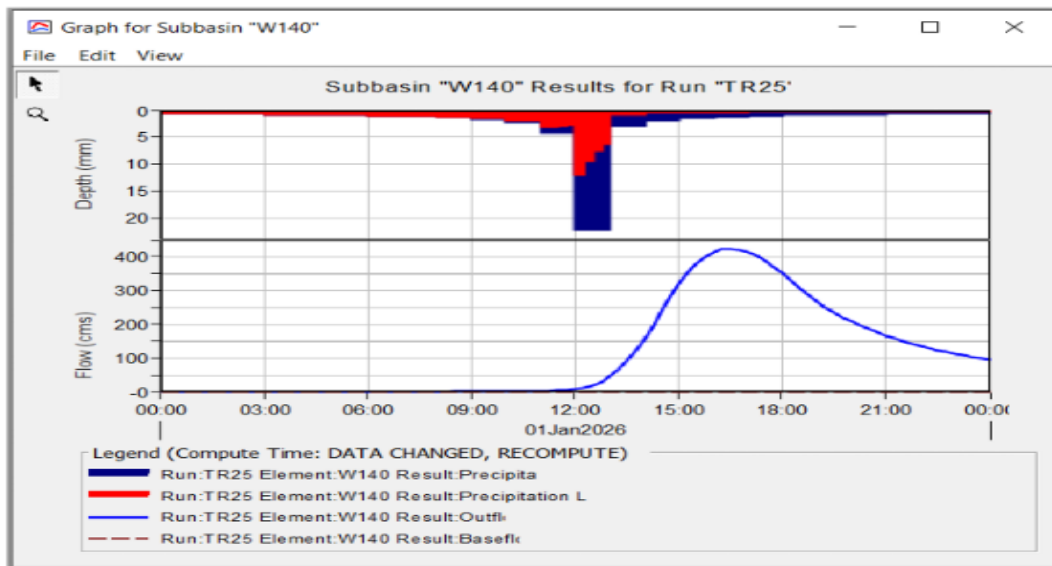
W 210



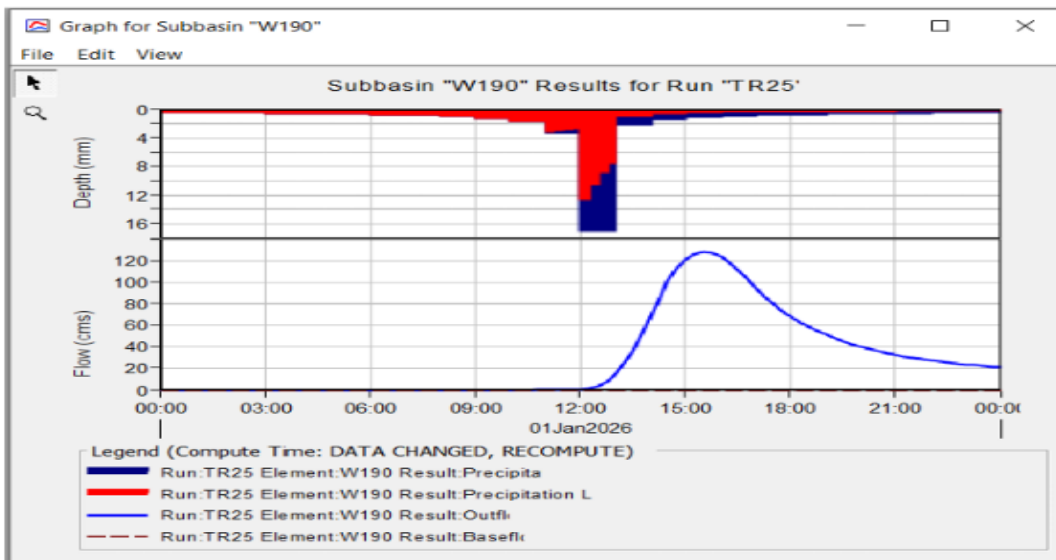
W 160



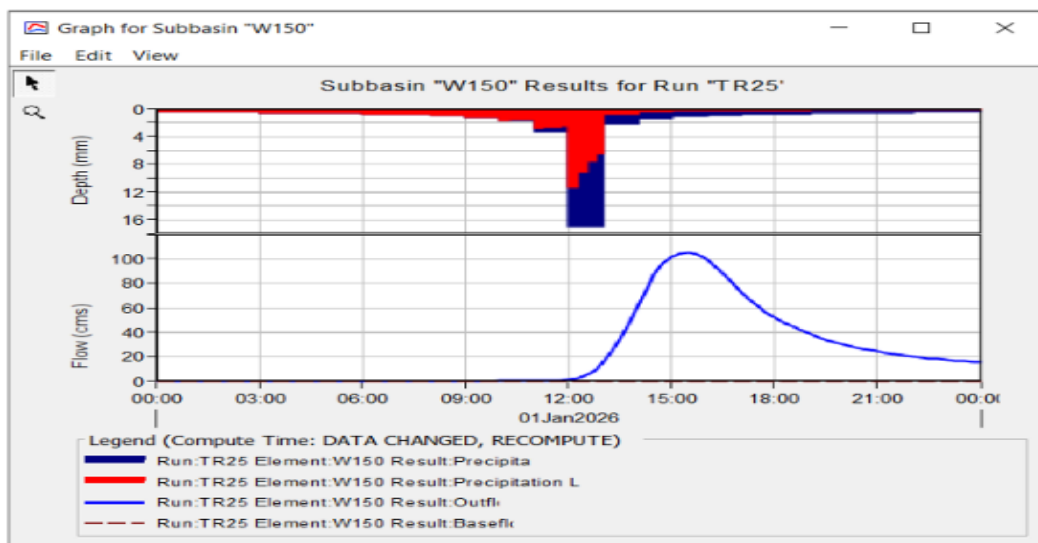
W 140



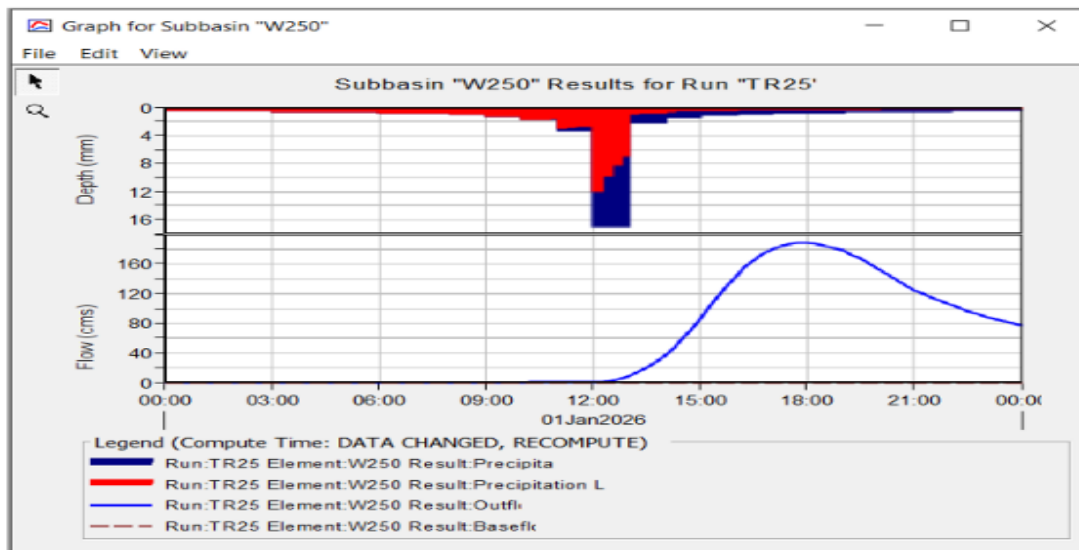
W 190



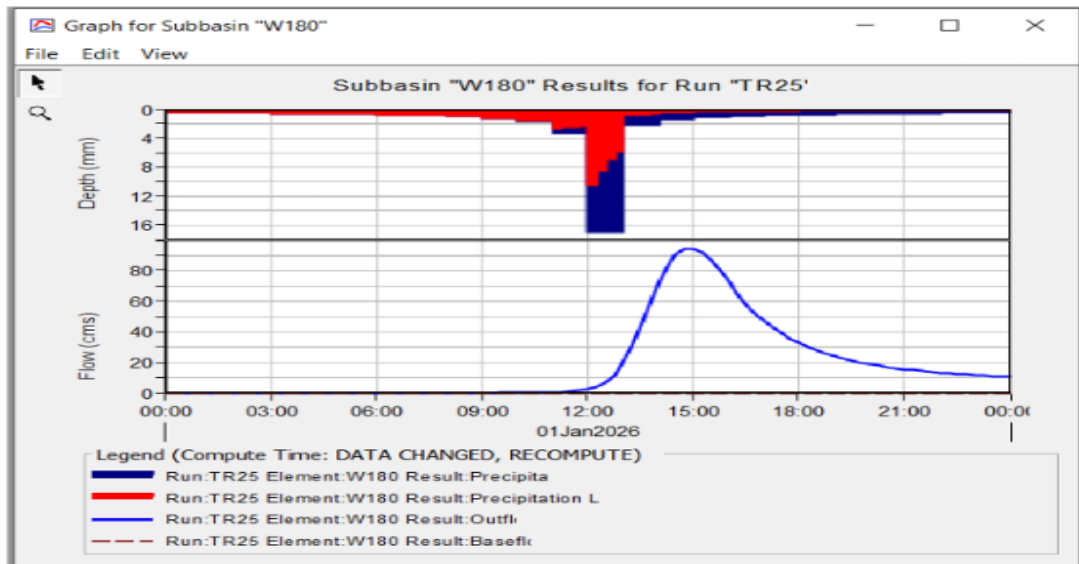
W 150



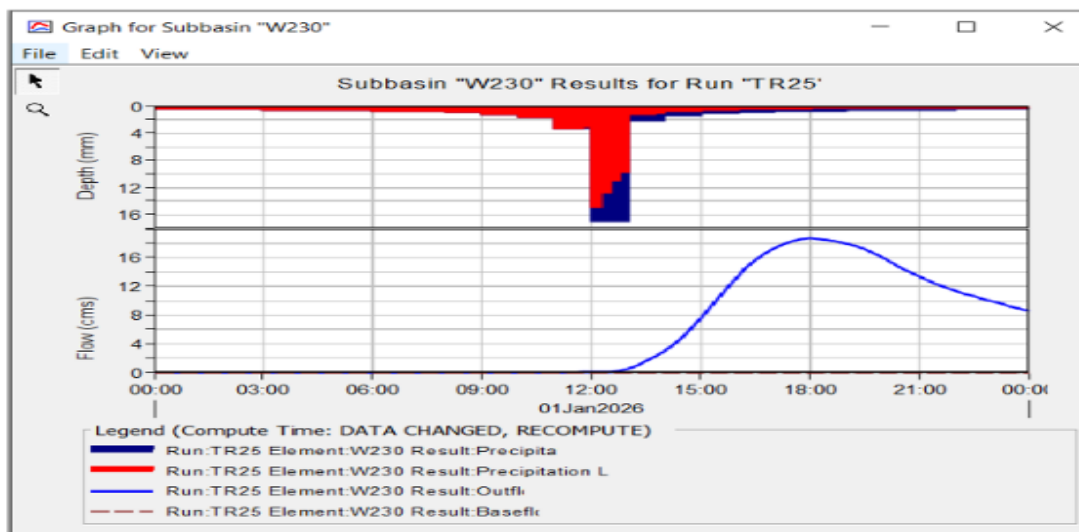
W 250



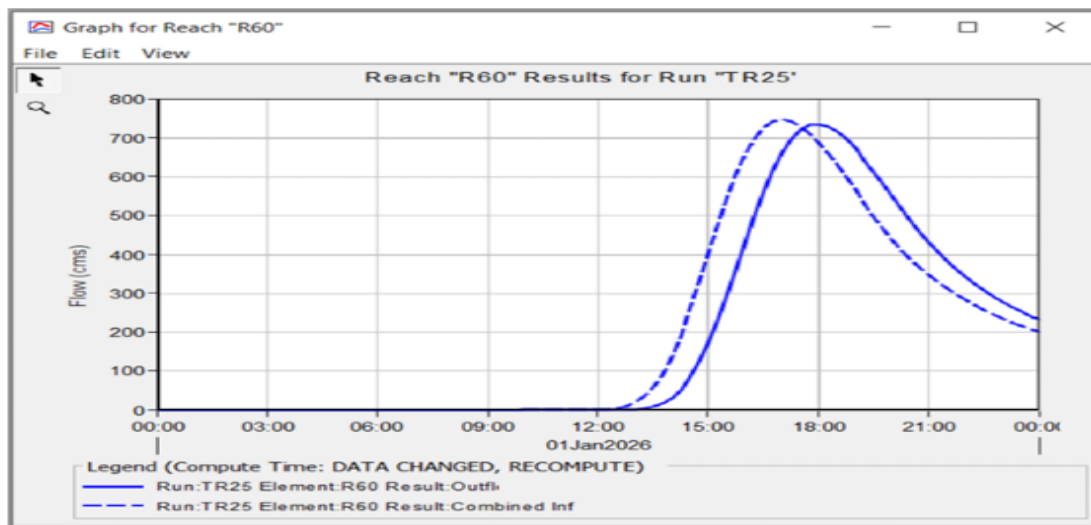
W 180



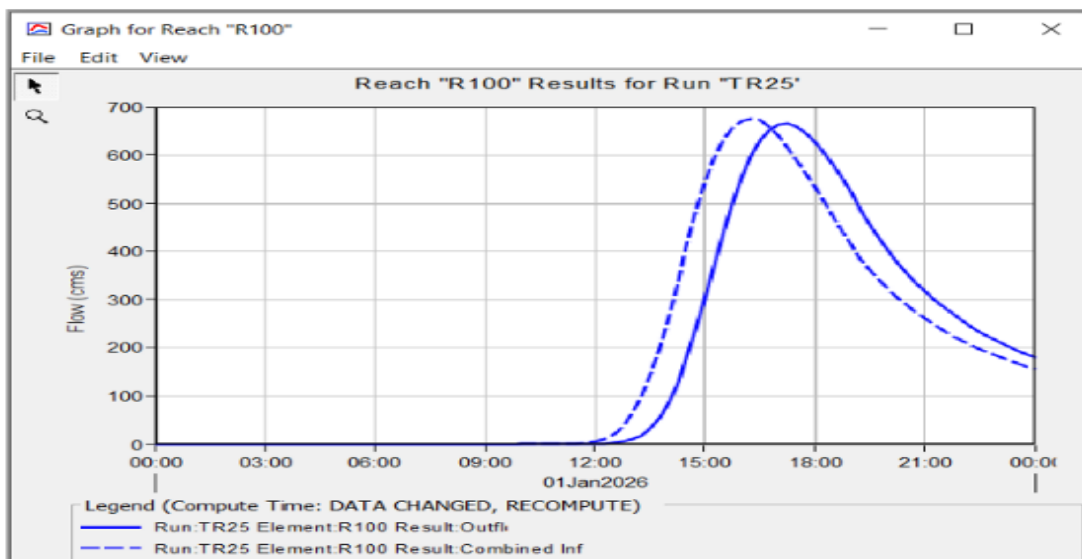
W 230



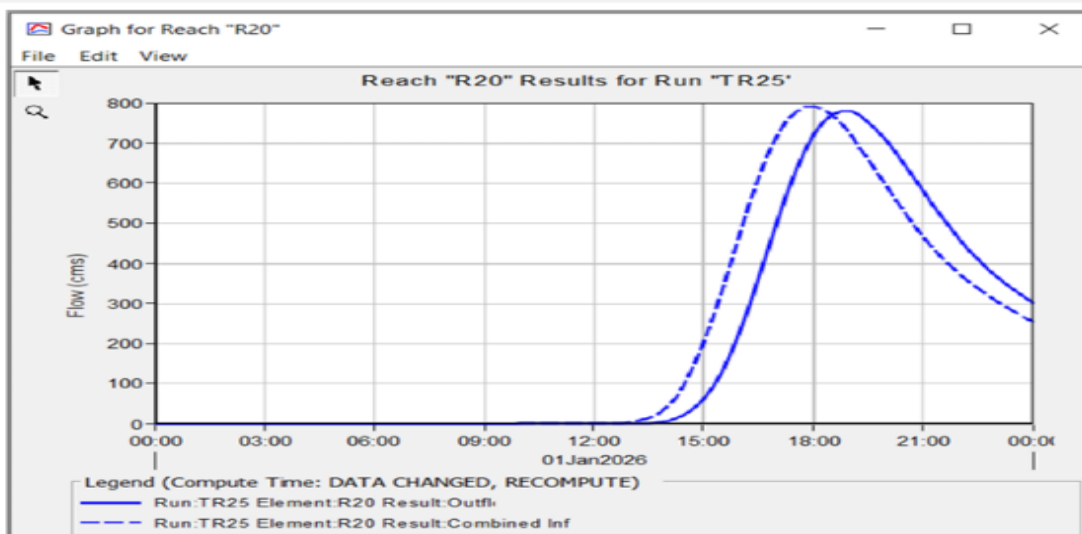
RIOS
R 60



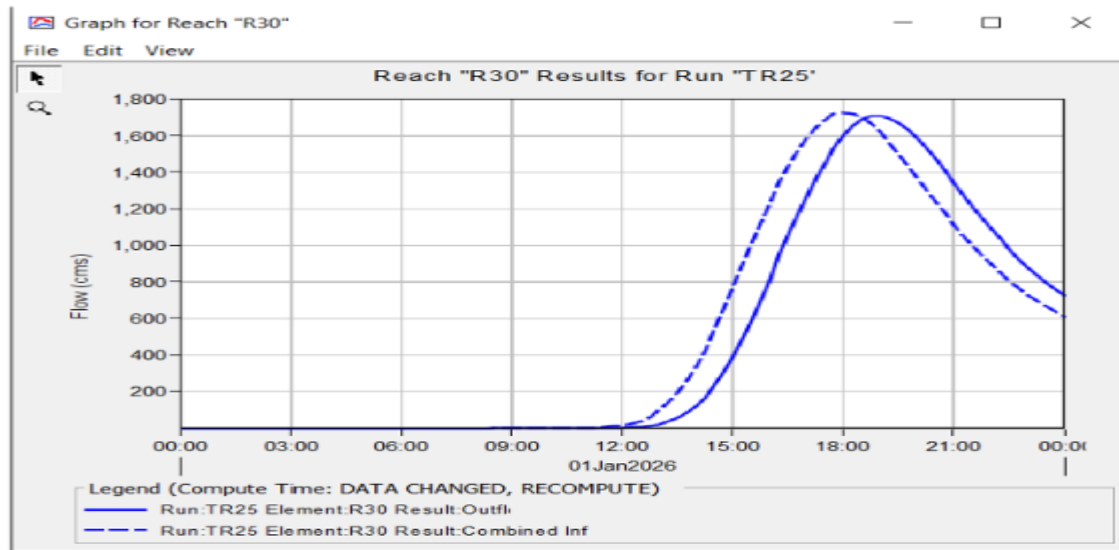
R 100



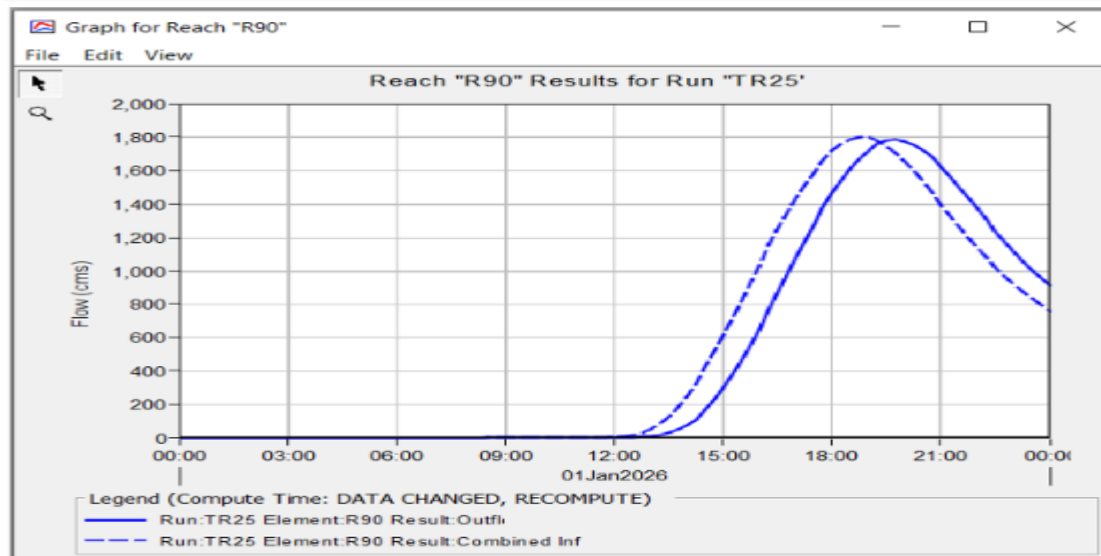
R 20



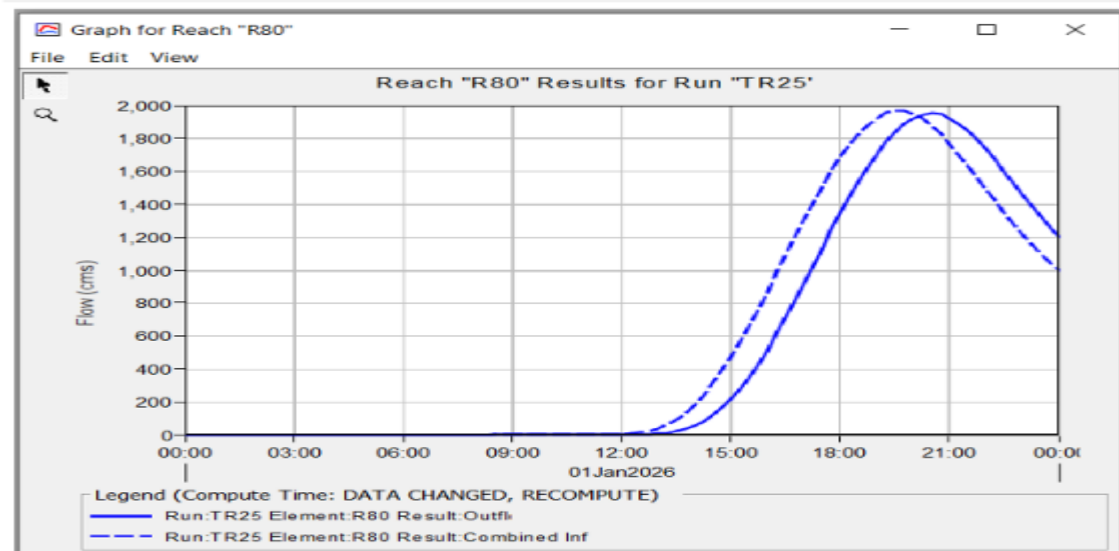
R 30



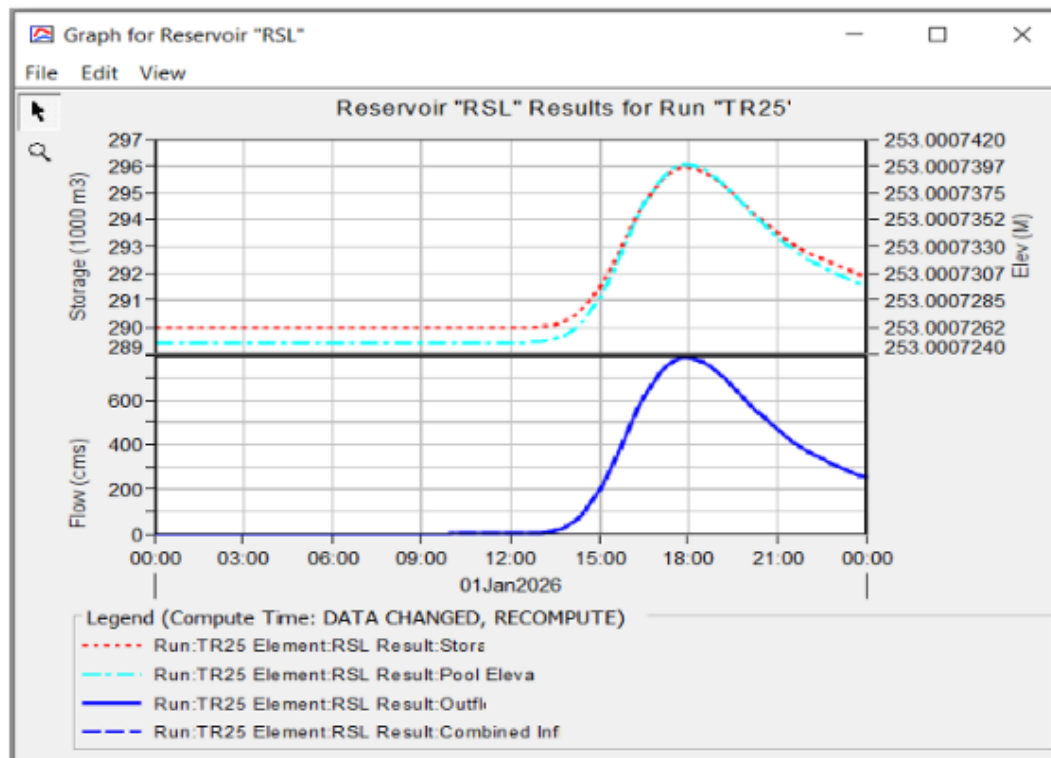
R 90



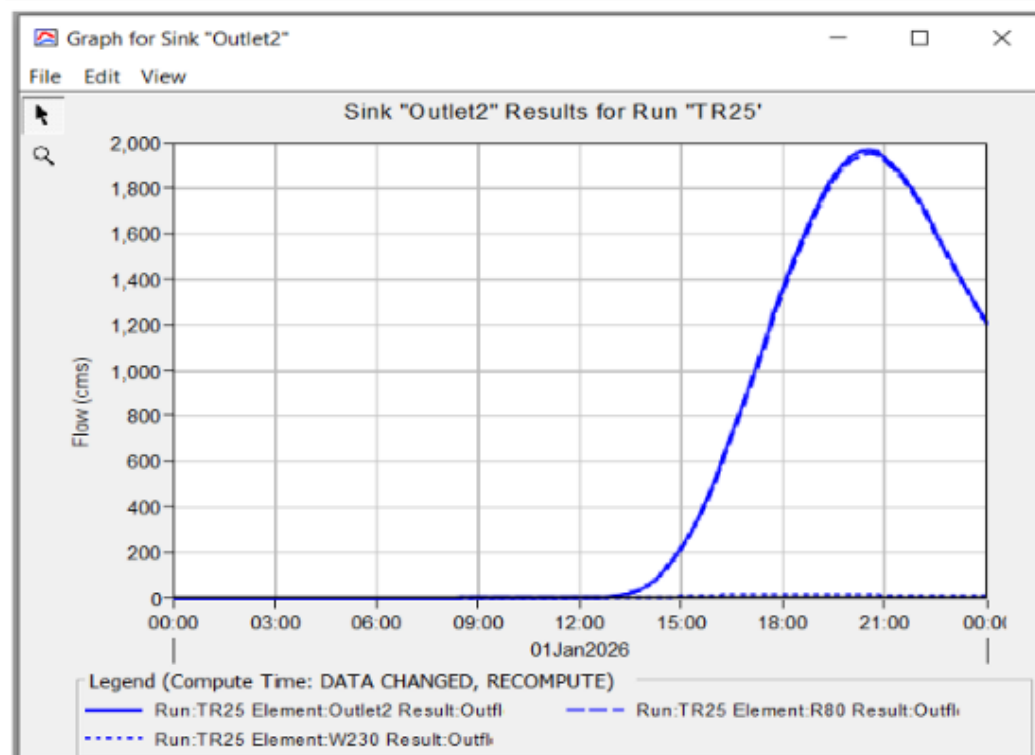
R 80



RESERVORIO SAN LORENZO

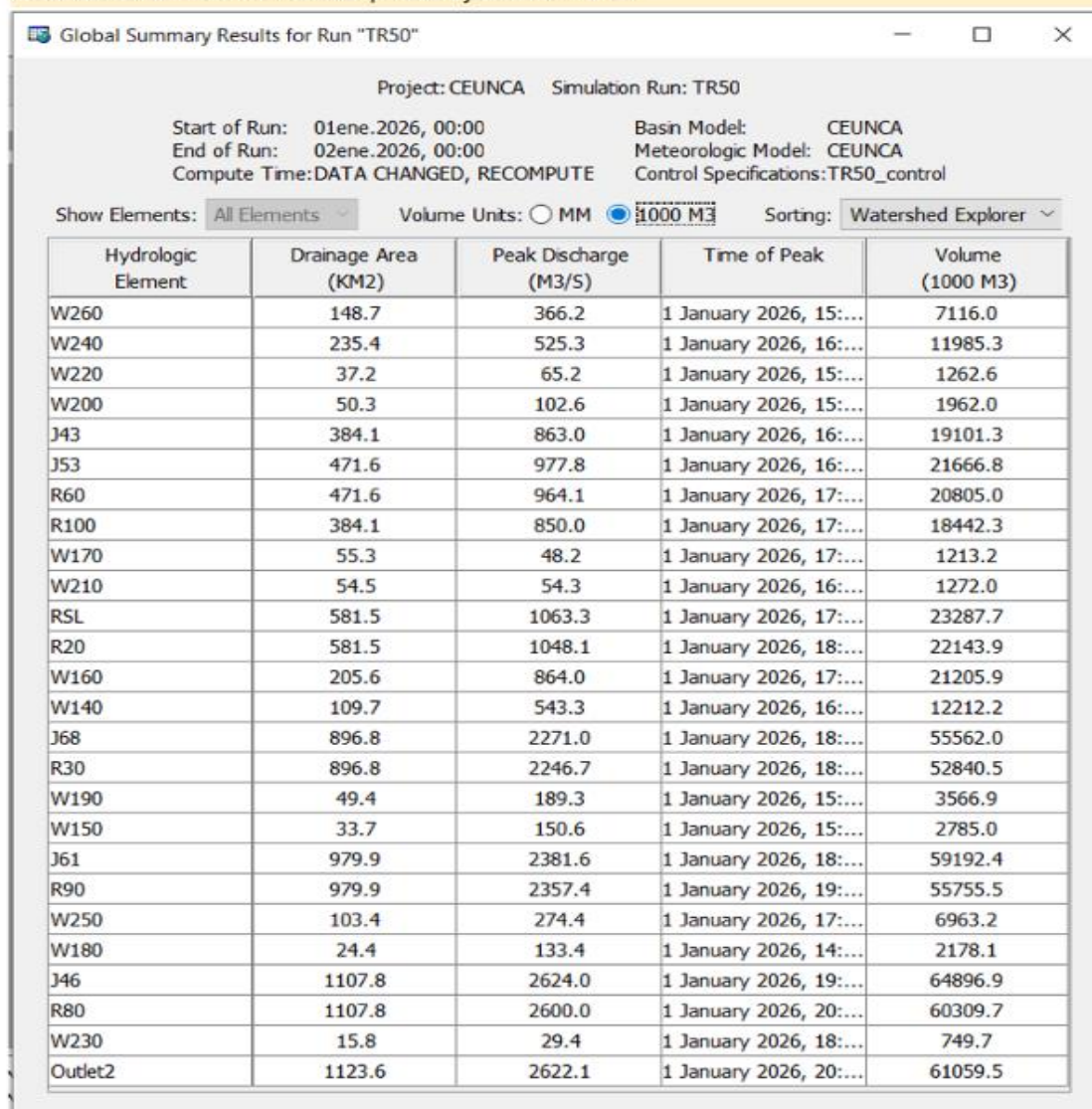


SALIDA OUTLER 2



3 TR. 50 AÑOS

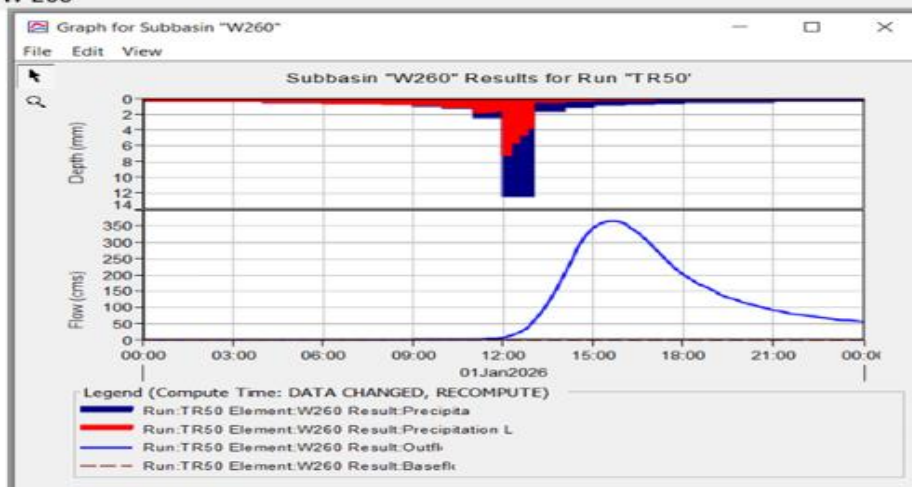
Resultados del Resumen Global para la Ejecución "TR 50"



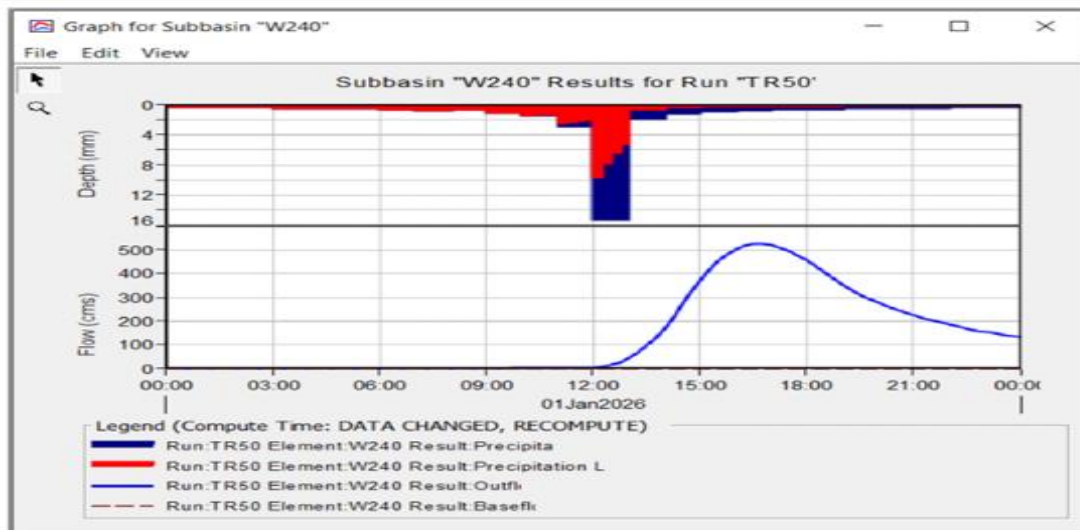
HIDROGRAMAS

CUENCAS

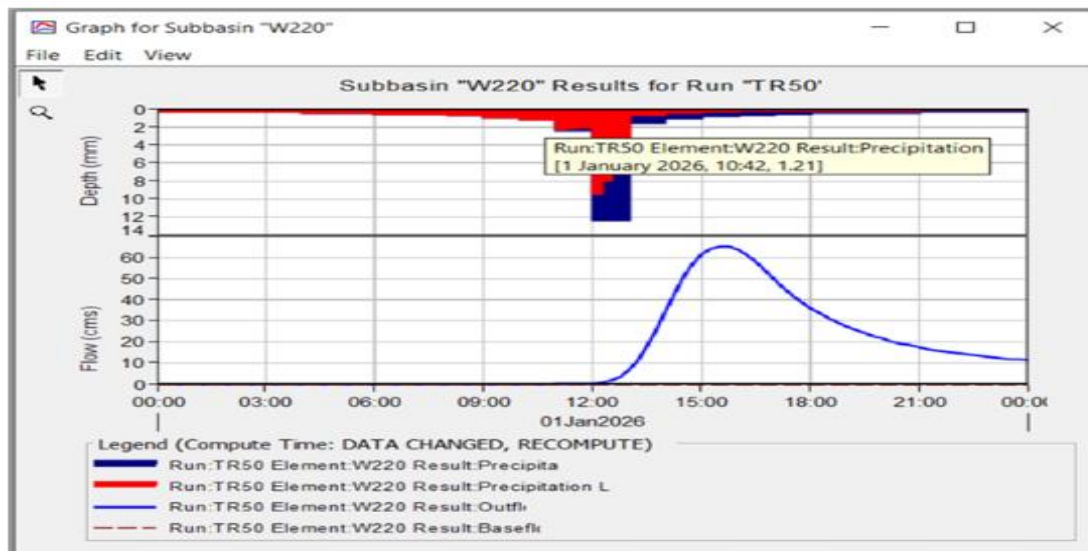
W 260



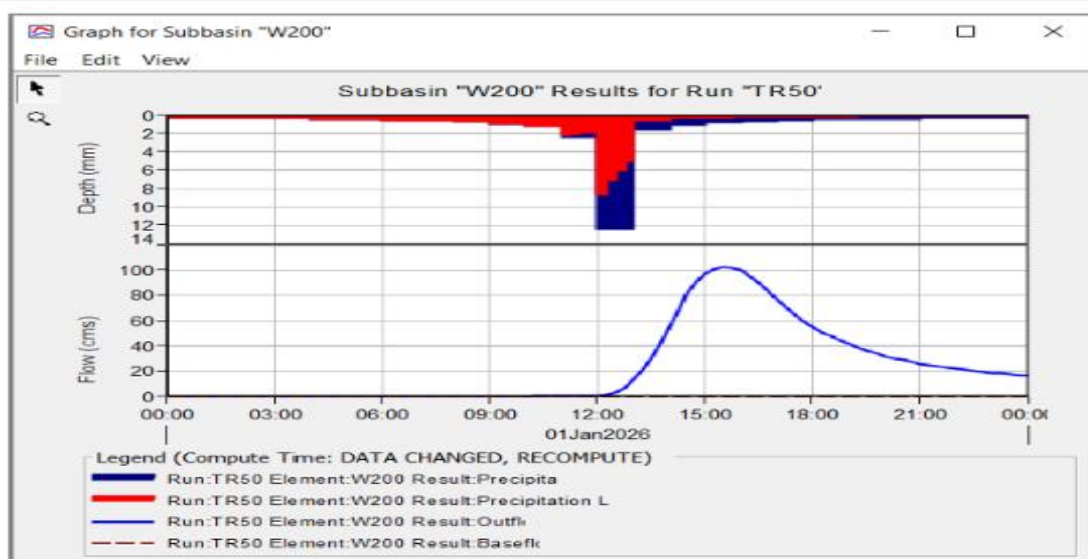
W 240



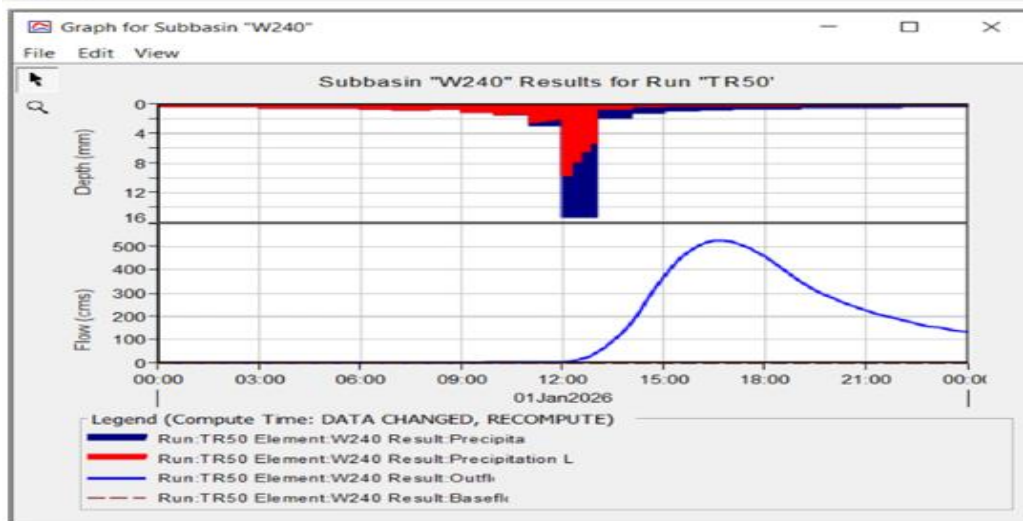
W 220



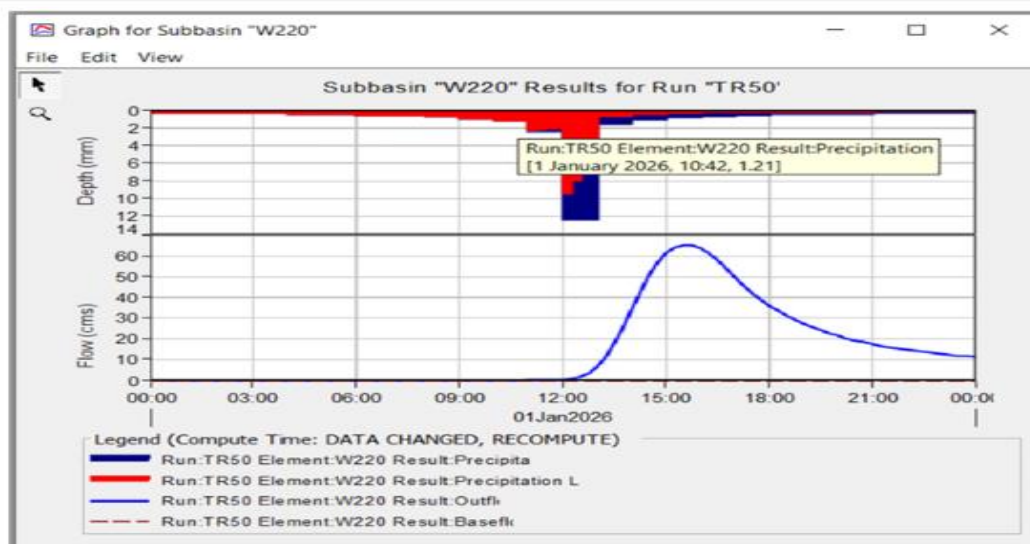
W 200



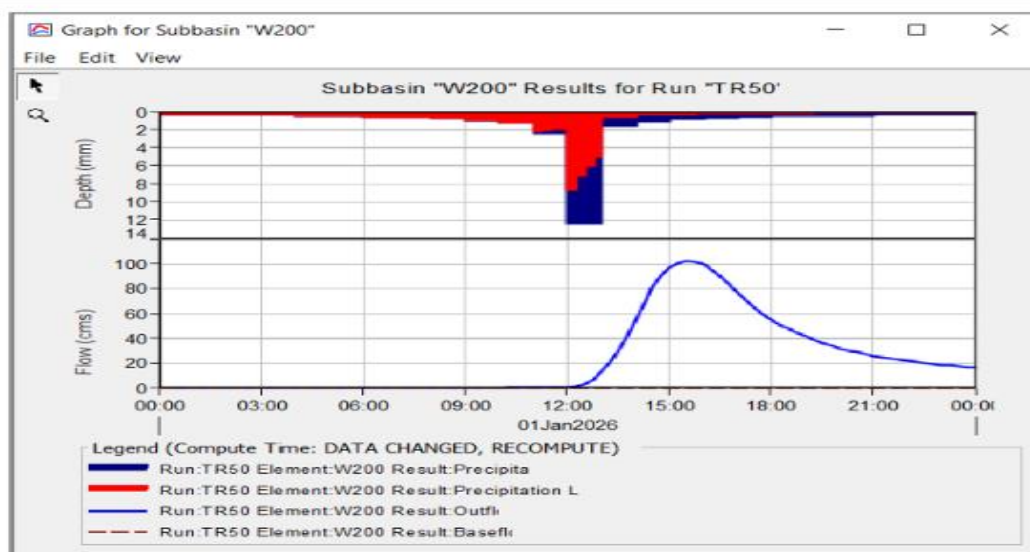
W 240



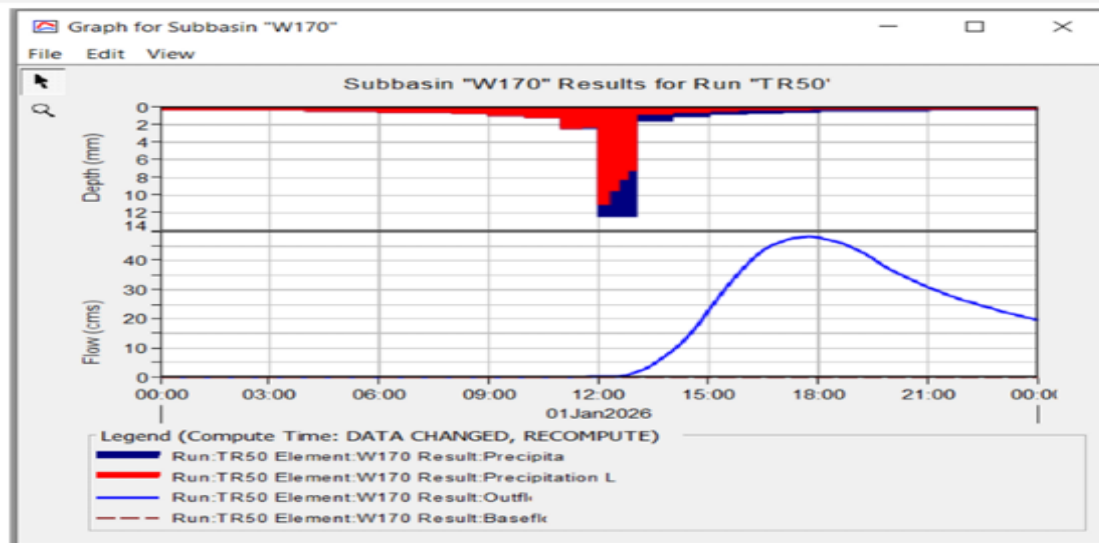
W 220



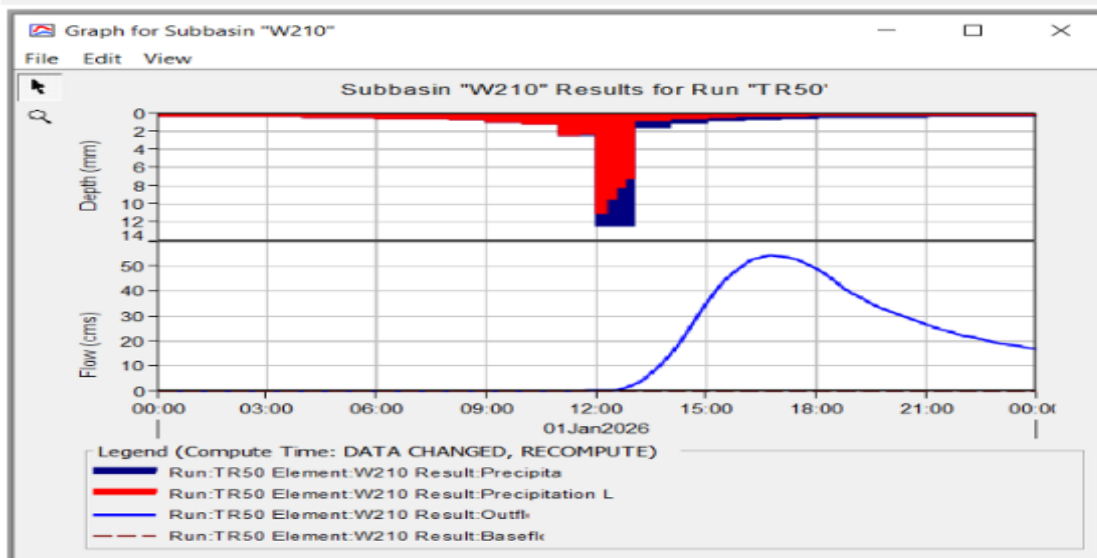
W 200



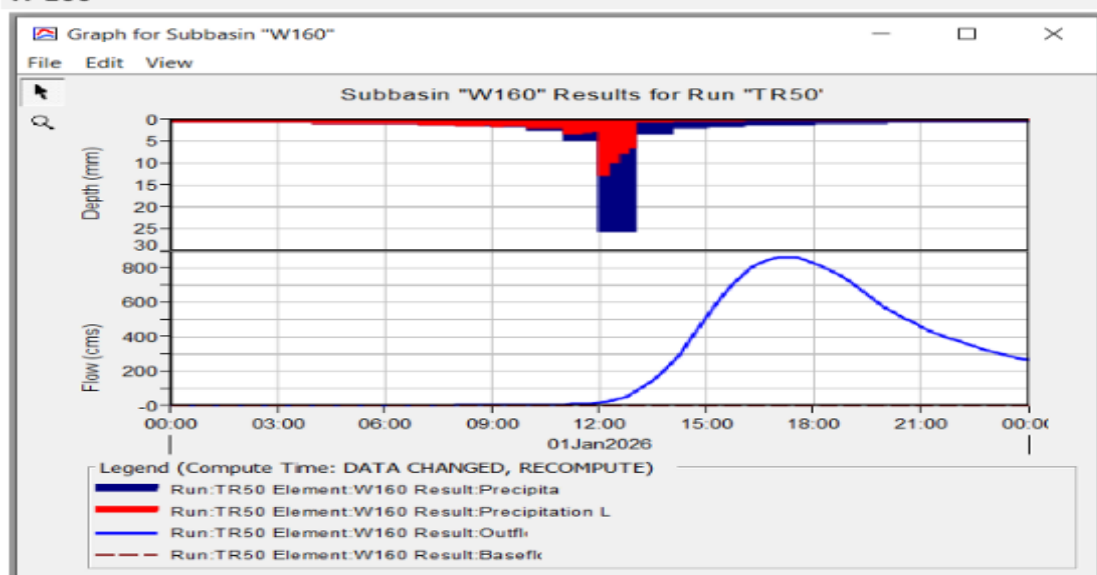
W 170



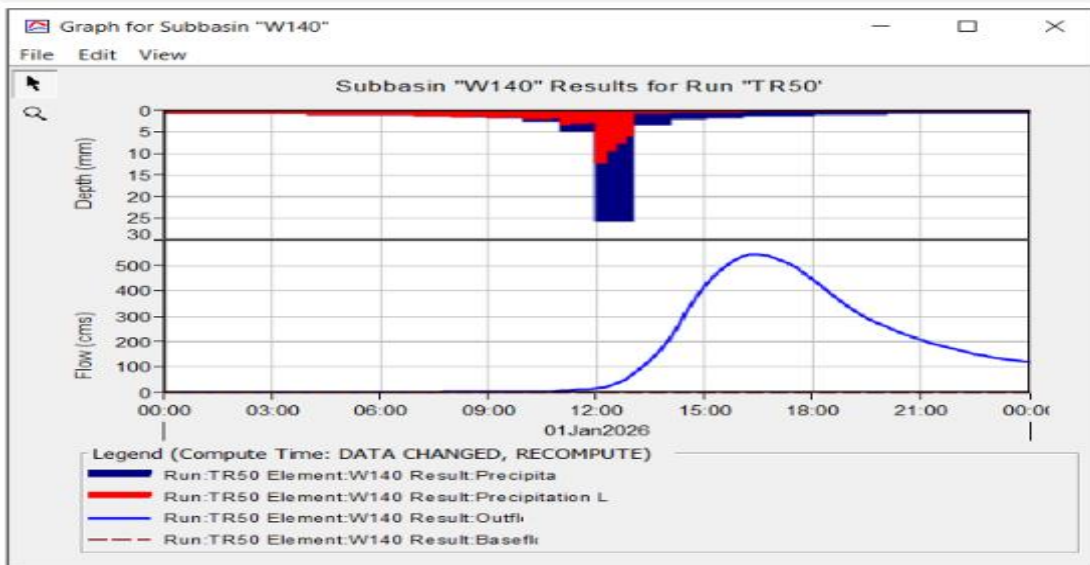
W 10



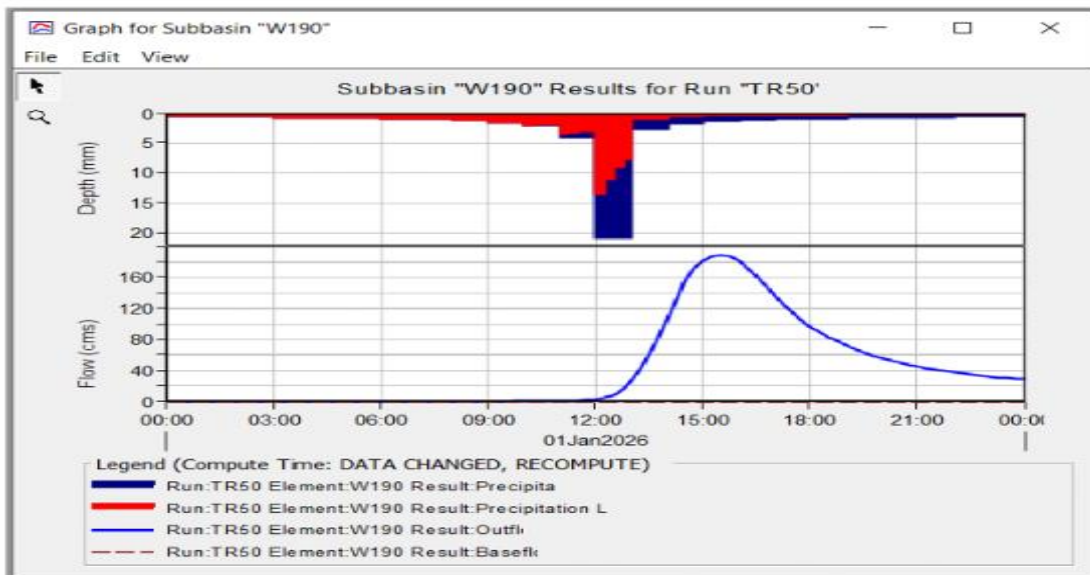
W 160



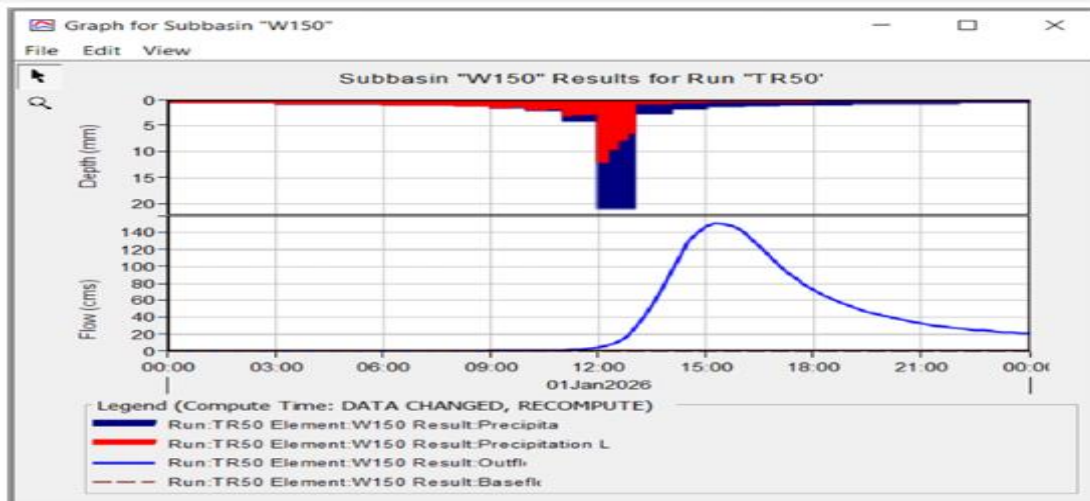
W 140



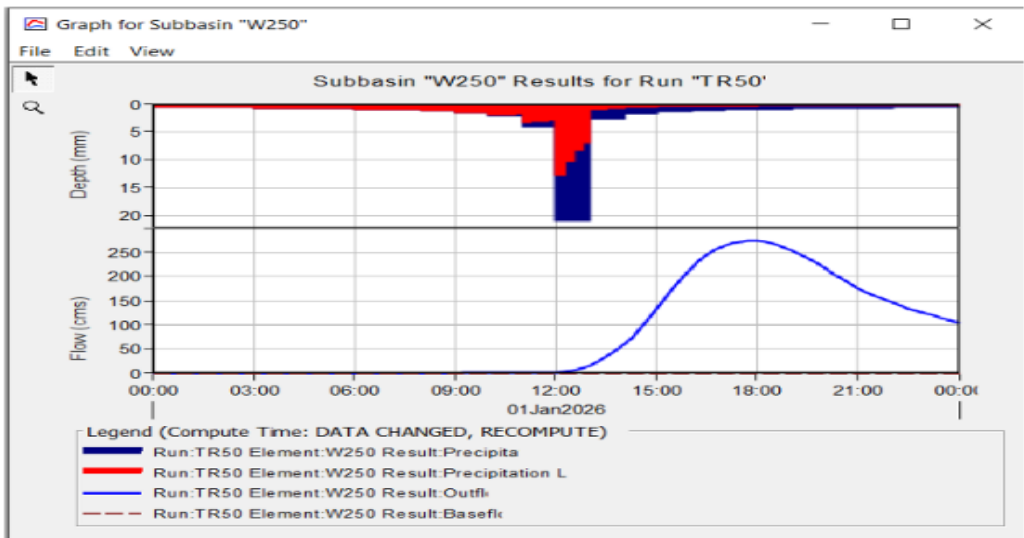
W 190



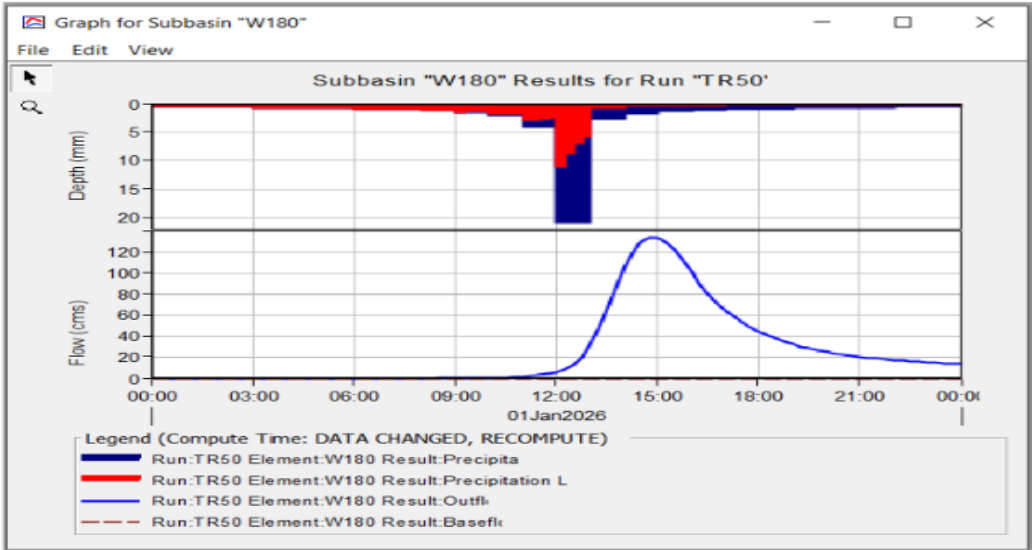
W 150



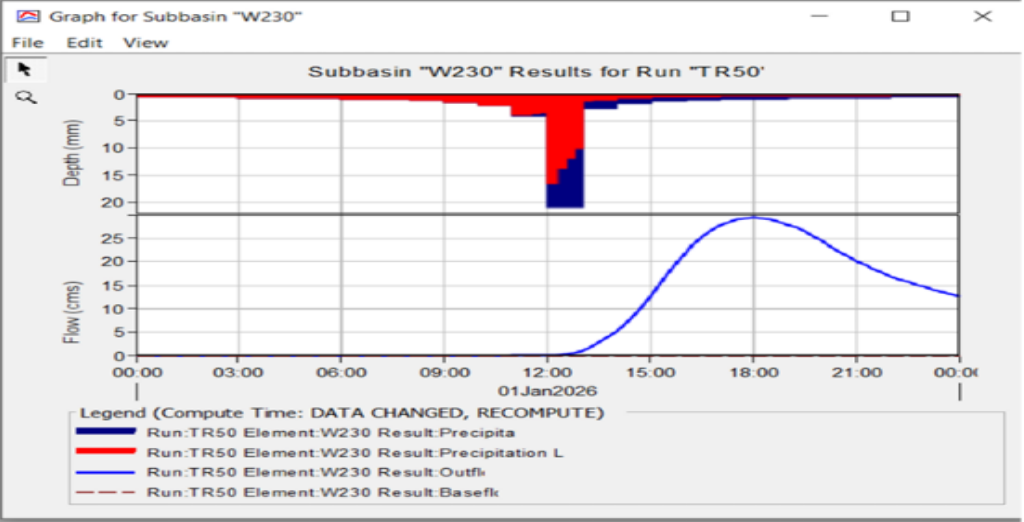
W 250



W 180

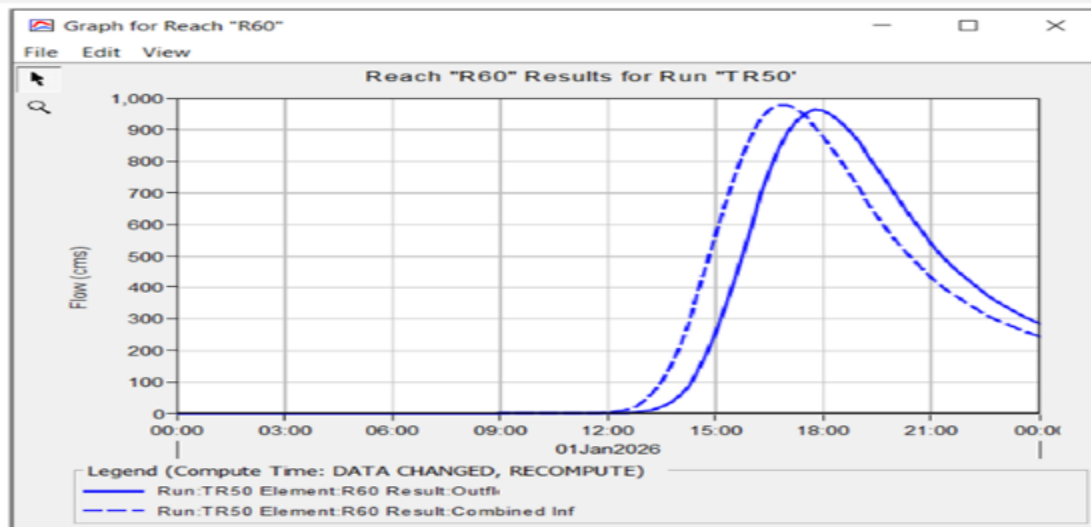


W 230

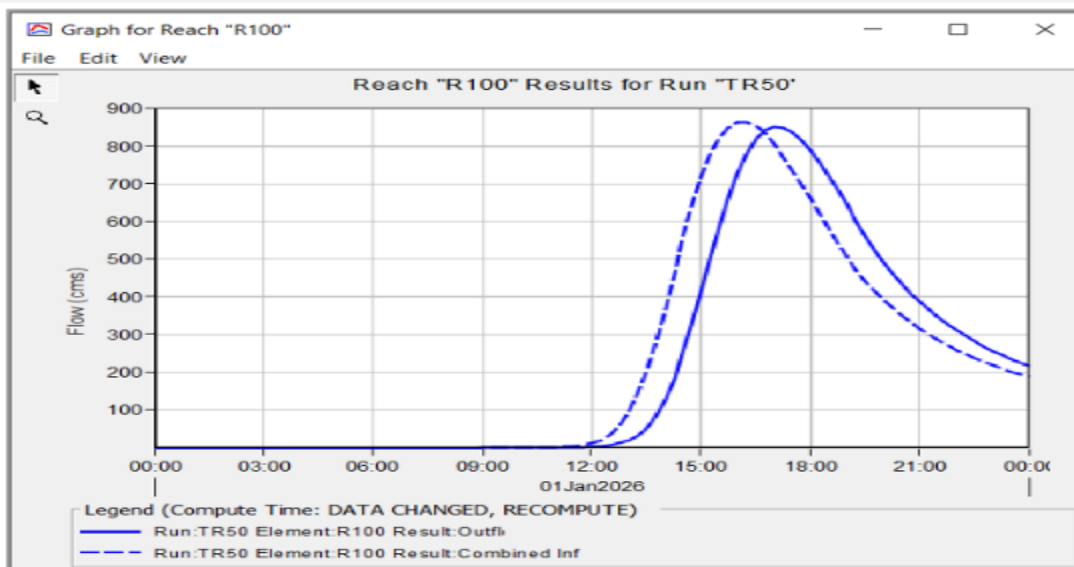


RIOS

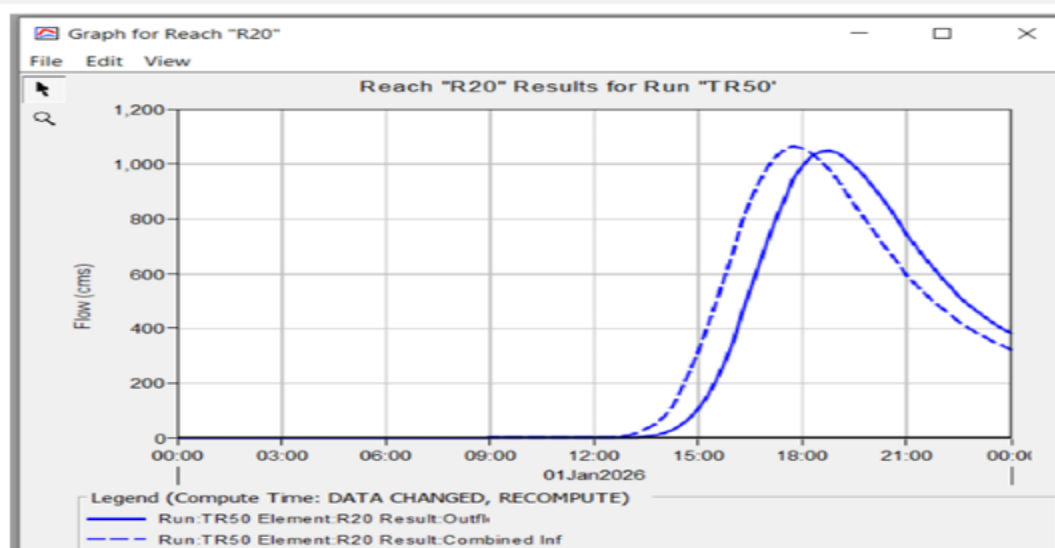
R 60



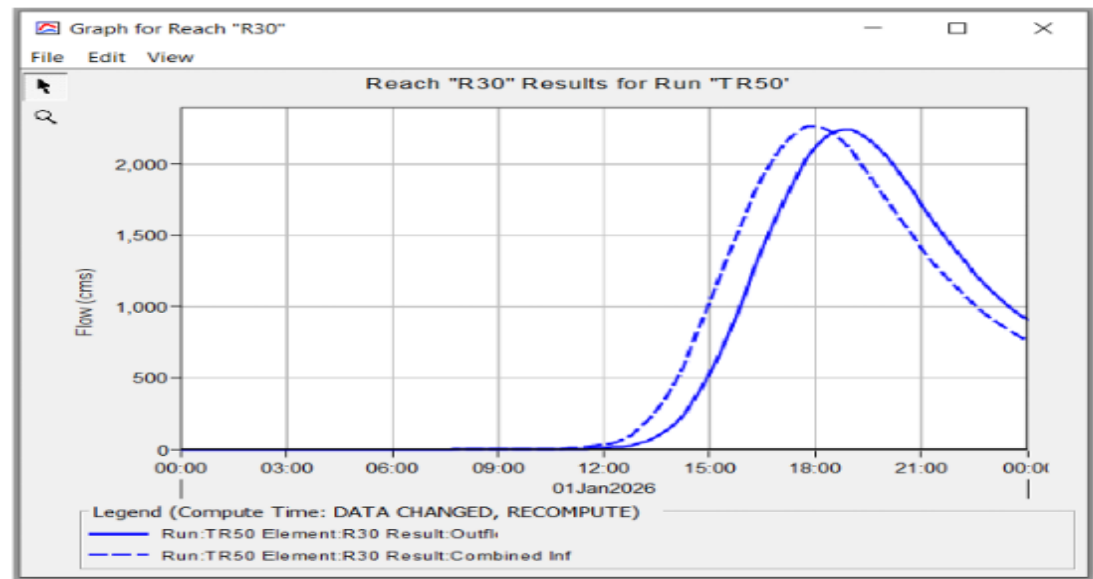
R 100



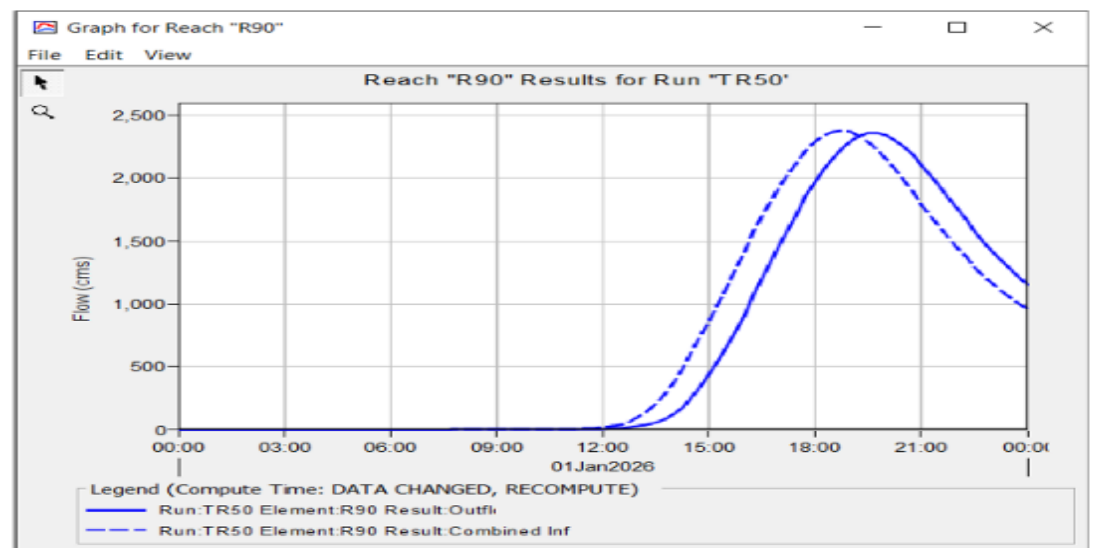
R 20



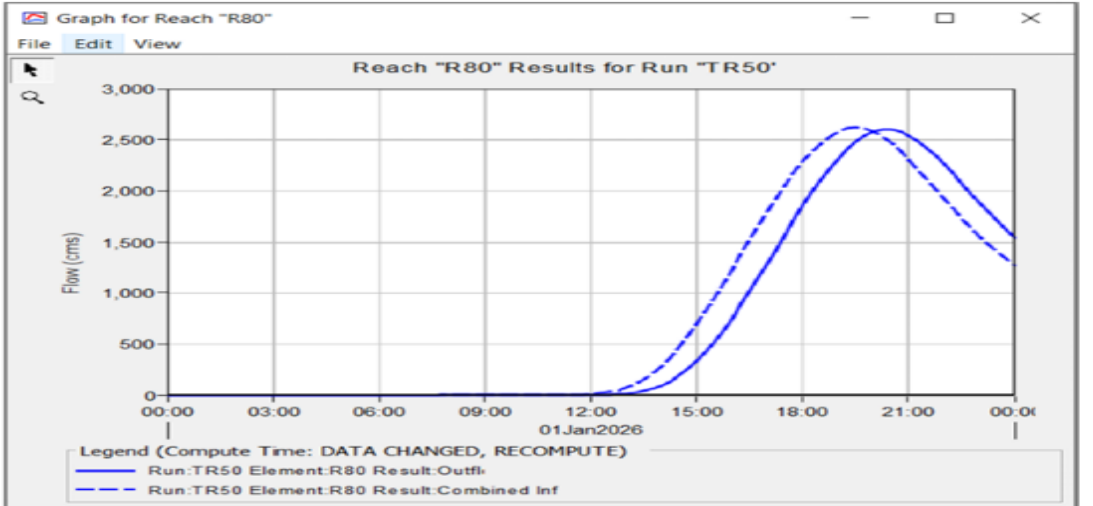
R 30



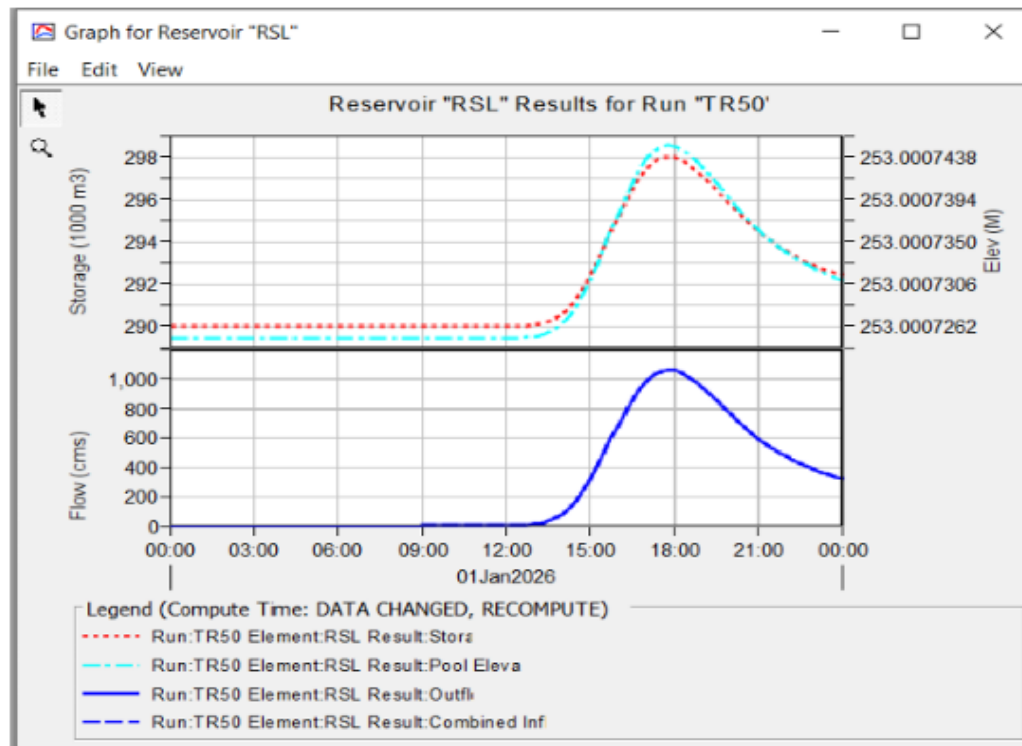
R 90



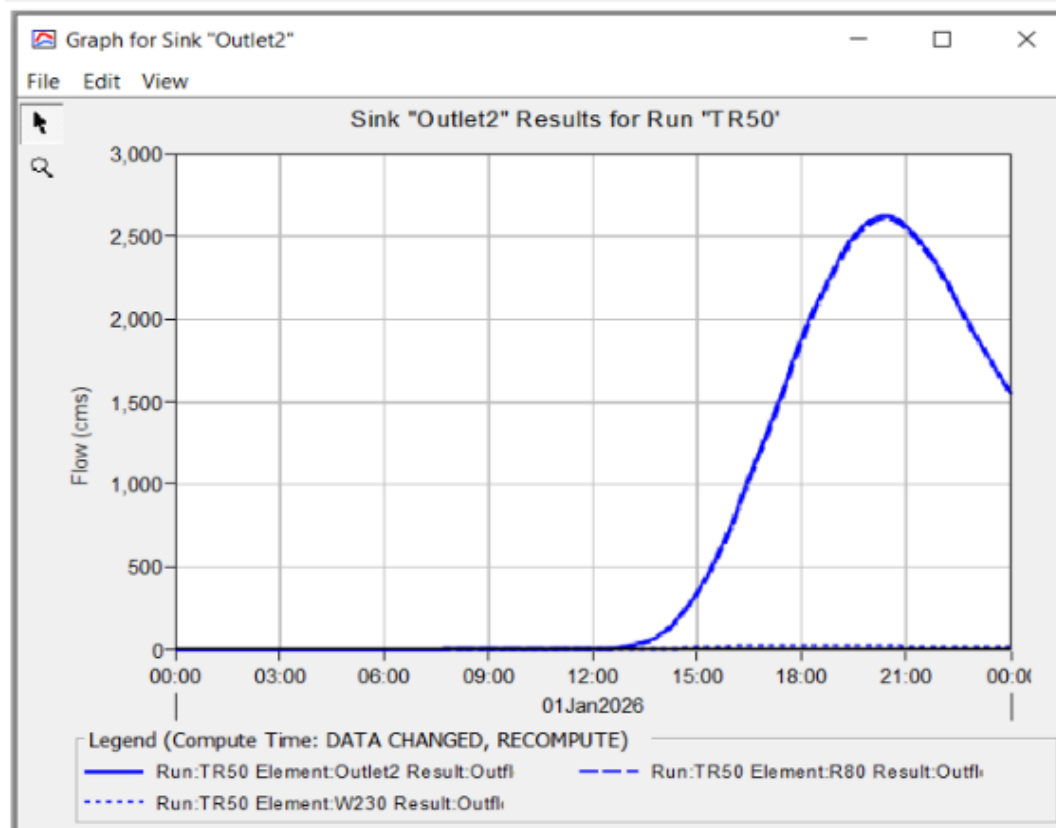
R 80



RESERVORIO SAN LORENZO



SALIDA OUTLER 2



3 TR. 100 AÑOS

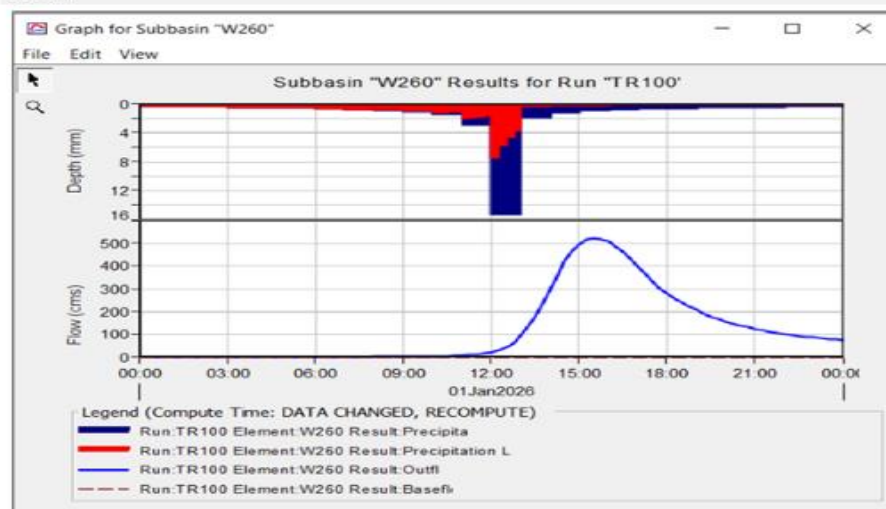
Resultados del Resumen Global para la Ejecución "TR 100"

Global Summary Results for Run "TR100"				
Project: CEUNCA Simulation Run: TR100				
Start of Run: 01ene.2026, 00:00		Basin Model: CEUNCA		
End of Run: 02ene.2026, 00:00		Meteorologic Model: CEUNCA		
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications: TR100_contro		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	☐ MM ☒ 1000 M3	Sorting: Watershed Explorer
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
W260	148.7	522.2	1 January 2026, 15:...	10107.1
W240	235.4	631.3	1 January 2026, 16:...	14385.3
W220	37.2	100.2	1 January 2026, 15:...	1905.3
W200	50.3	152.7	1 January 2026, 15:...	2889.5
J43	384.1	1116.2	1 January 2026, 16:...	24492.4
J53	471.6	1294.3	1 January 2026, 16:...	28489.8
R60	471.6	1273.2	1 January 2026, 17:...	27428.1
R100	384.1	1098.8	1 January 2026, 17:...	23694.9
W170	55.3	78.7	1 January 2026, 17:...	1955.3
W210	54.5	89.0	1 January 2026, 16:...	2042.6
RSL	581.5	1434.4	1 January 2026, 17:...	31423.0
R20	581.5	1414.6	1 January 2026, 18:...	29977.3
W160	205.6	1093.4	1 January 2026, 17:...	26903.5
W140	109.7	684.6	1 January 2026, 16:...	15421.5
J68	896.8	2972.8	1 January 2026, 17:...	72302.3
R30	896.8	2942.5	1 January 2026, 18:...	68906.6
W190	49.4	270.2	1 January 2026, 15:...	5062.1
W150	33.7	210.0	1 January 2026, 15:...	3867.4
J61	979.9	3125.7	1 January 2026, 18:...	77836.1
R90	979.9	3097.9	1 January 2026, 19:...	73516.6
W250	103.4	386.9	1 January 2026, 17:...	9829.2
W180	24.4	183.6	1 January 2026, 14:...	2991.8
J46	1107.8	3466.2	1 January 2026, 19:...	86337.6
R80	1107.8	3438.3	1 January 2026, 20:...	80506.4
W230	15.8	44.1	1 January 2026, 18:...	1121.8
Outlet2	1123.6	3472.2	1 January 2026, 20:...	81628.2

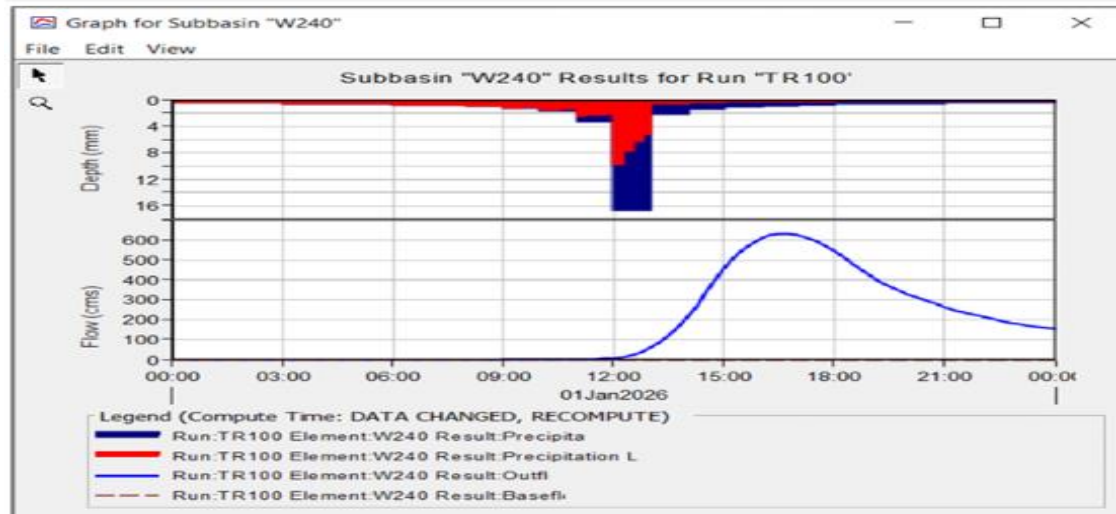
HIDROGRAMAS

CUENCAS

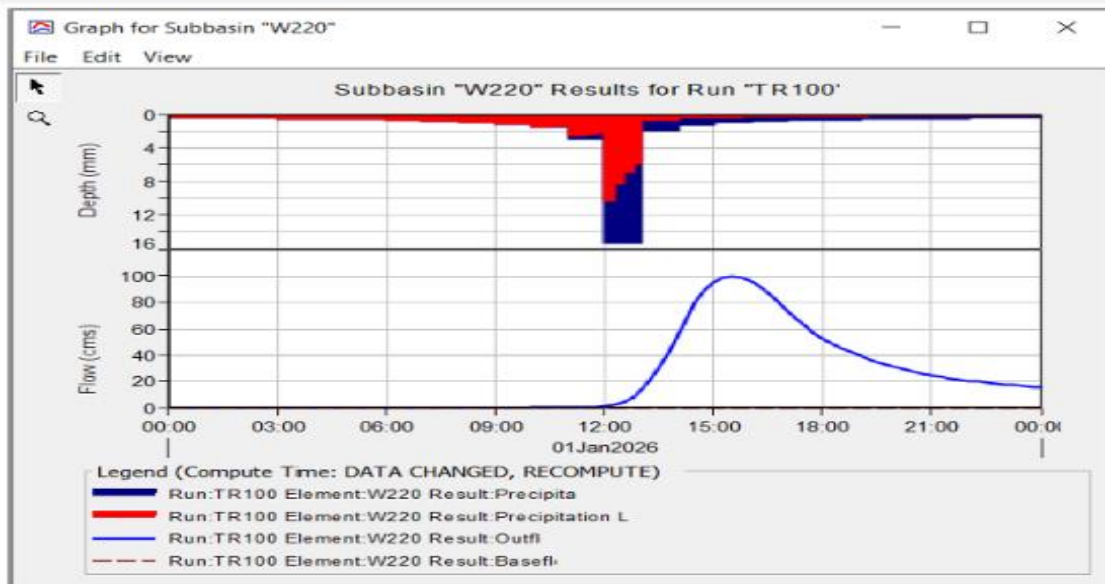
W 260



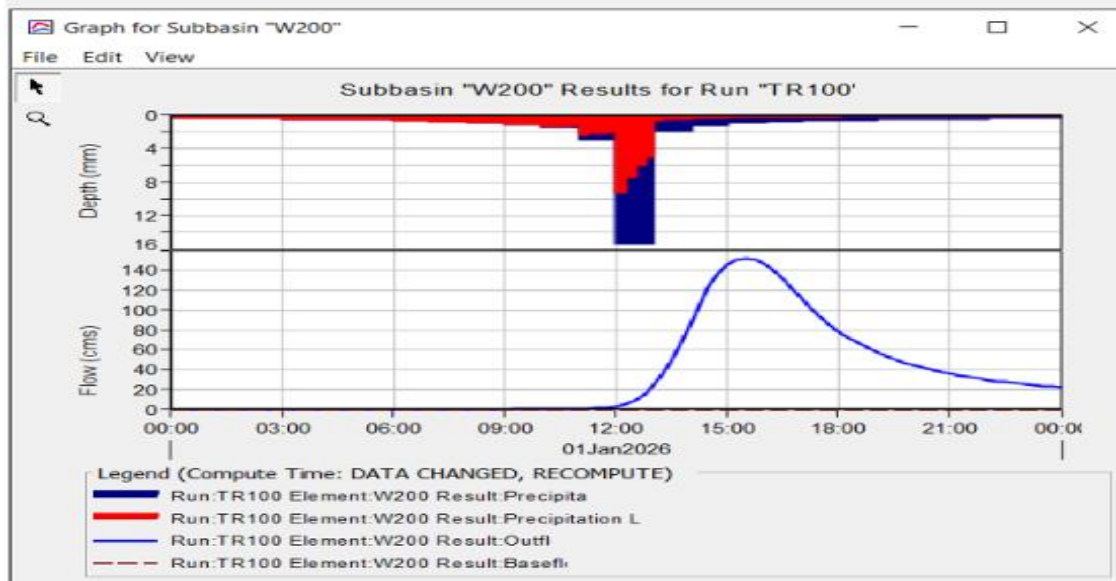
W 240



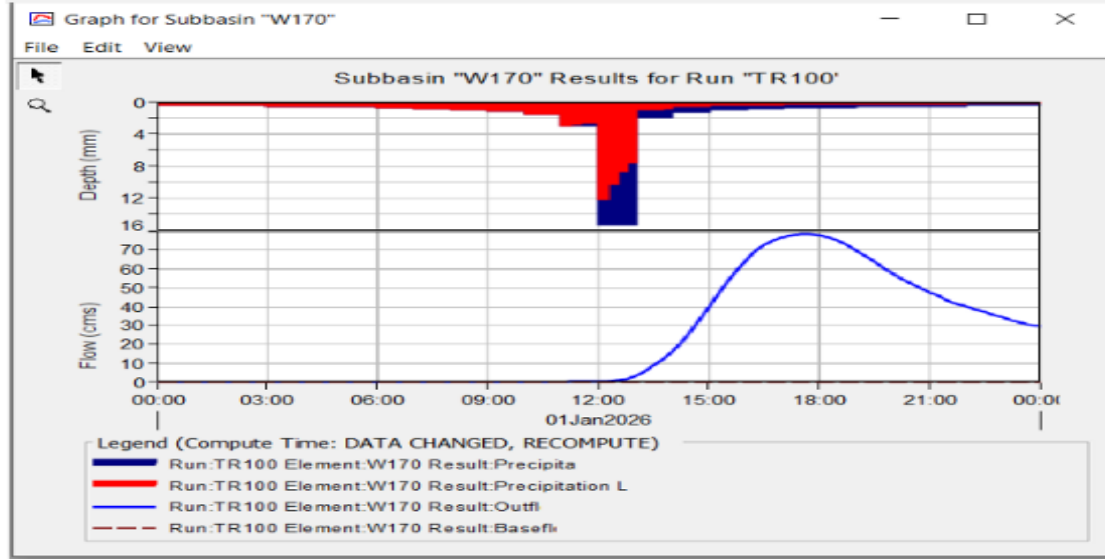
W 220



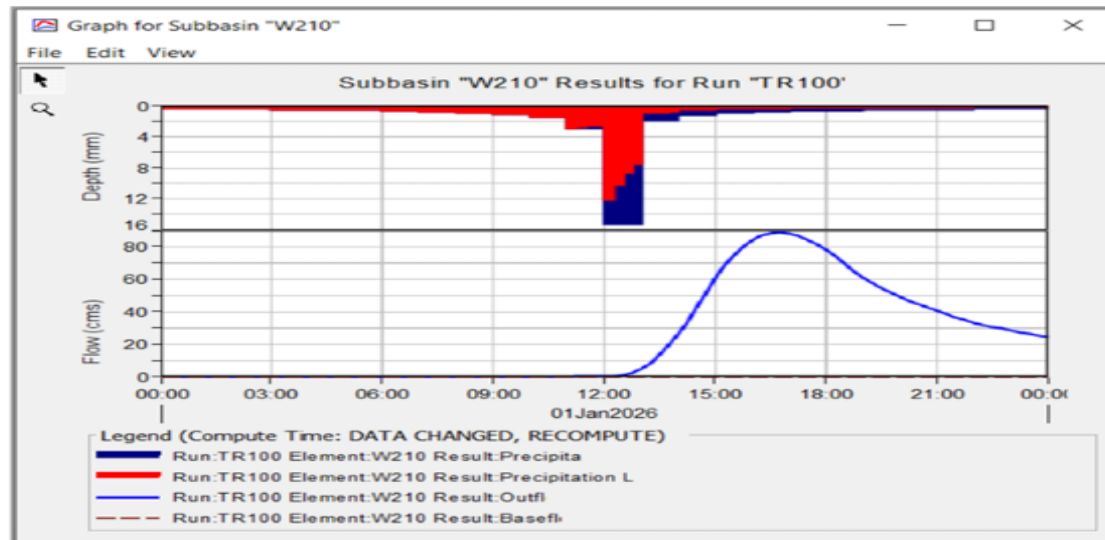
W 200



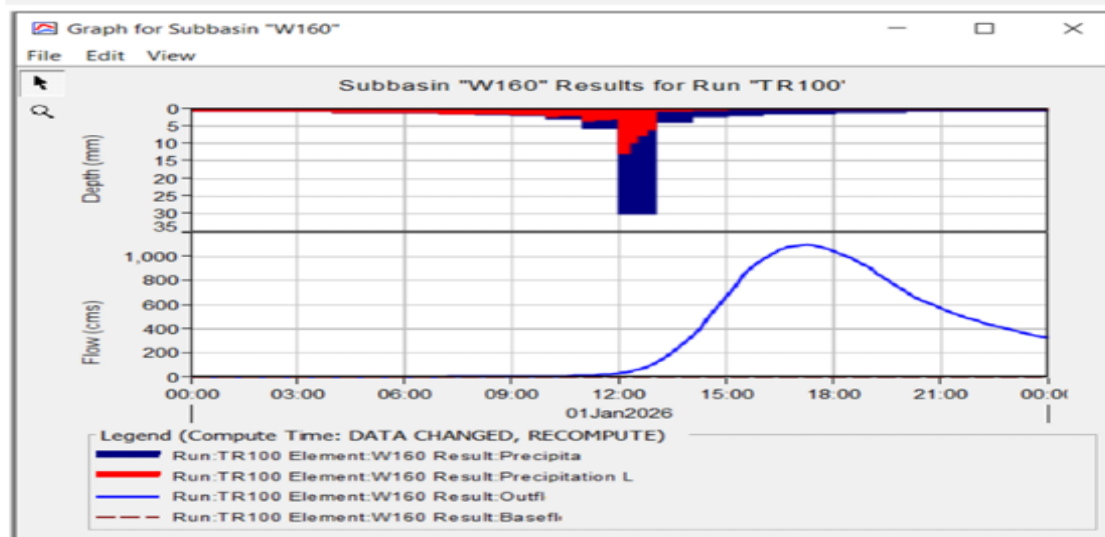
W 170



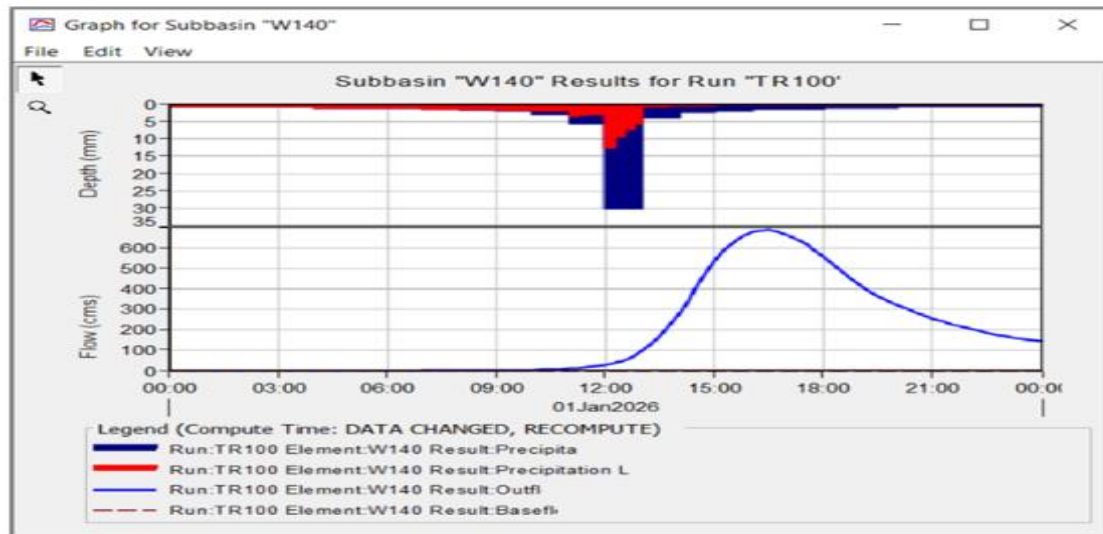
W 210



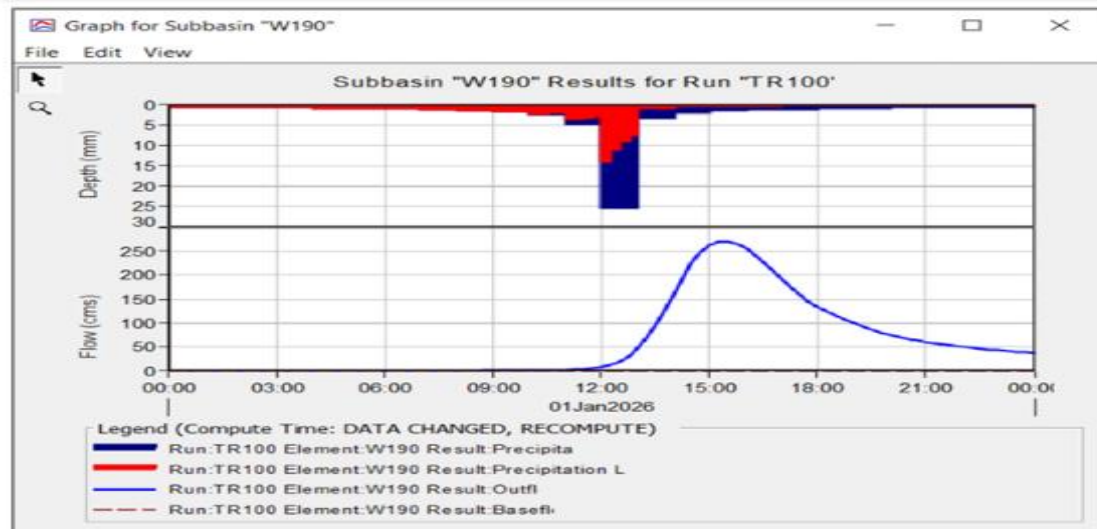
W 160



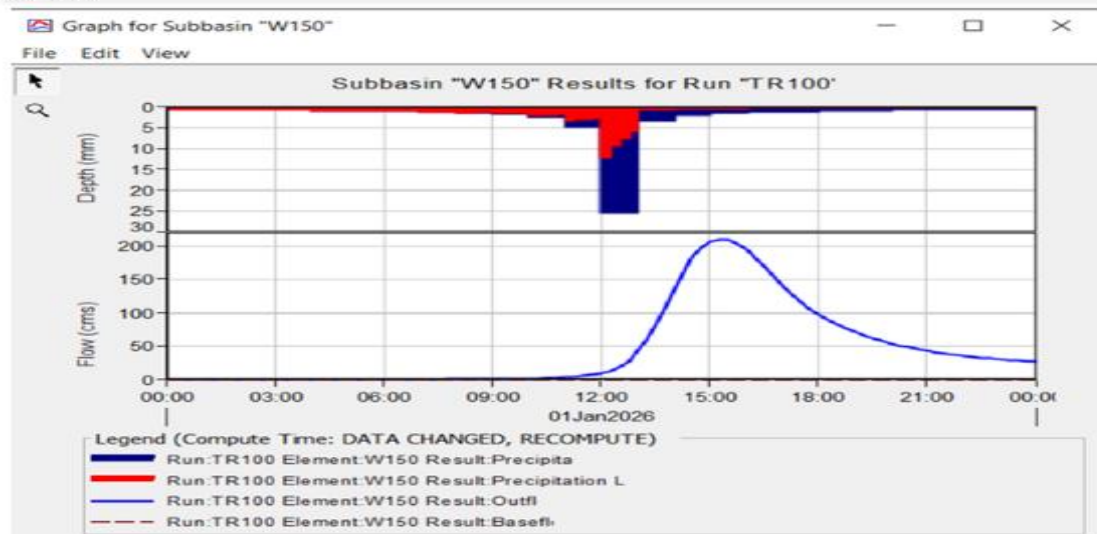
W 140



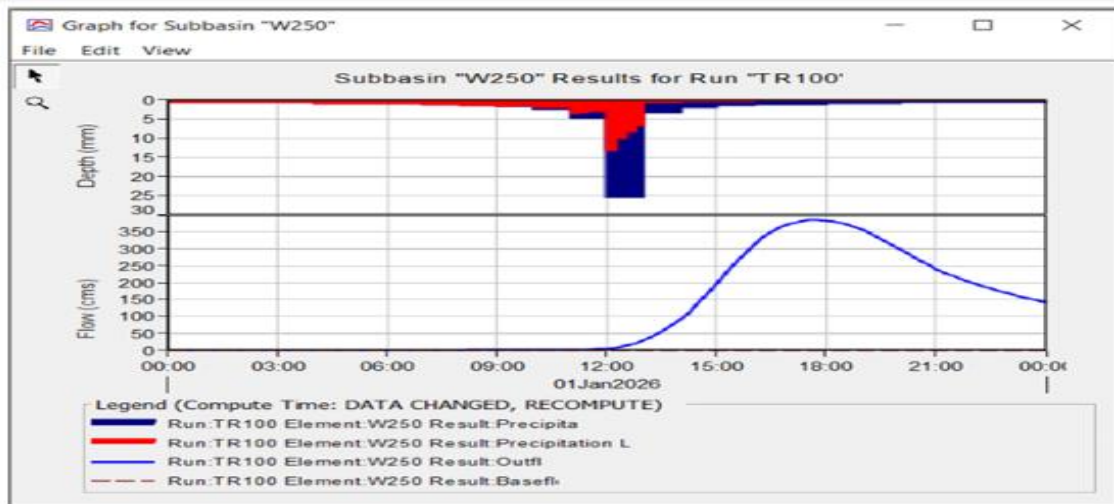
W 190



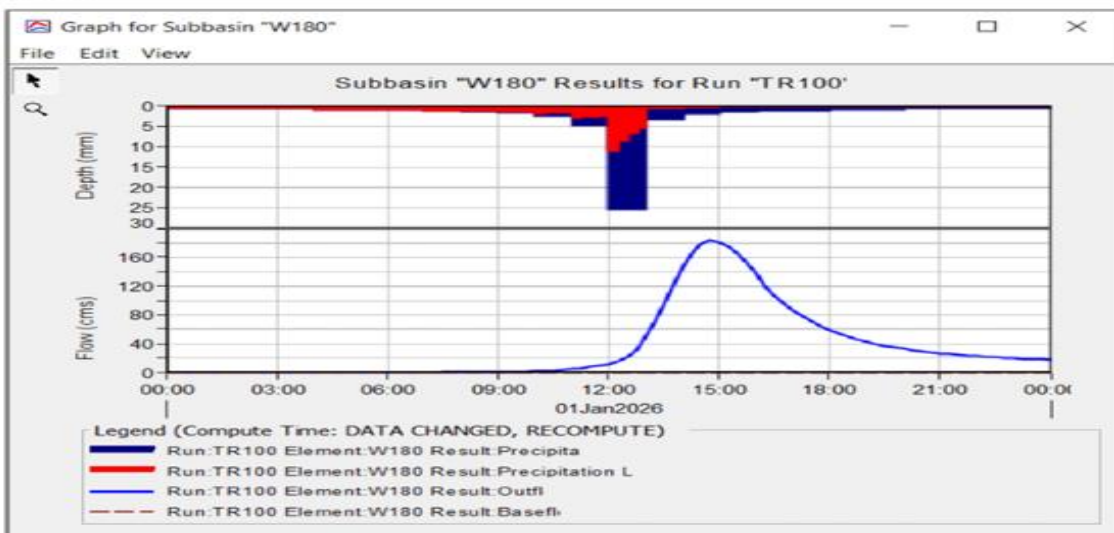
W 150



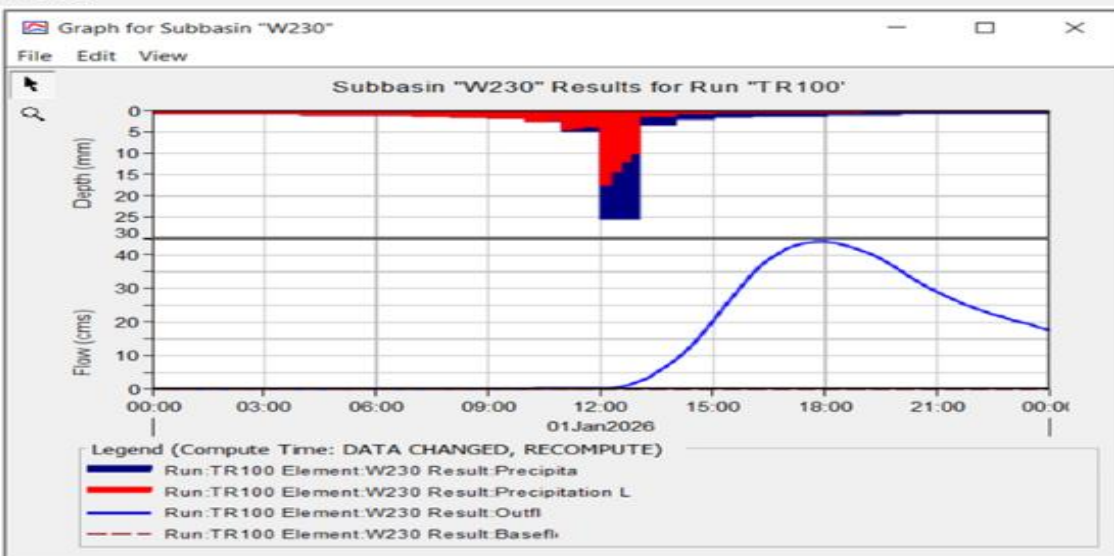
W 250



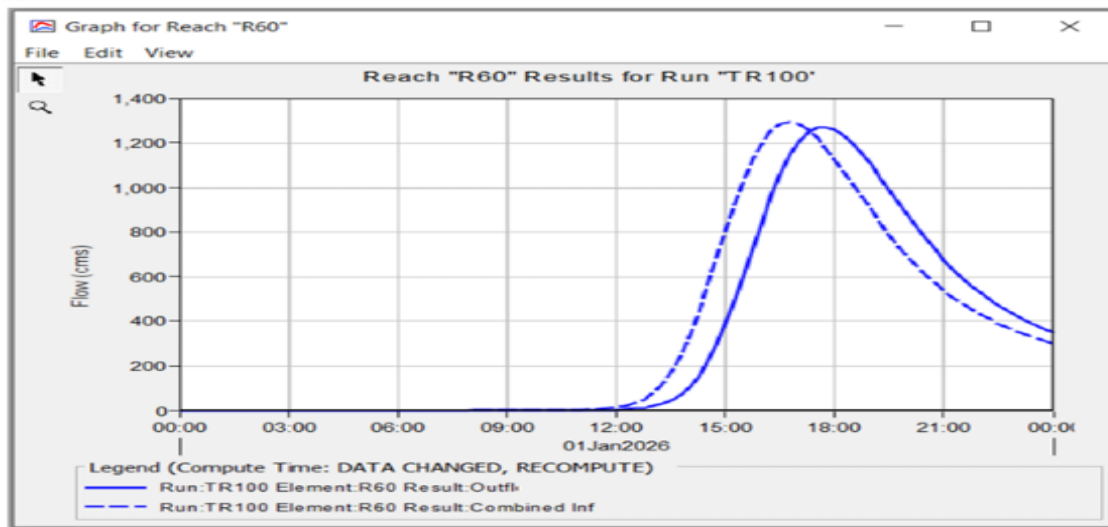
W 180



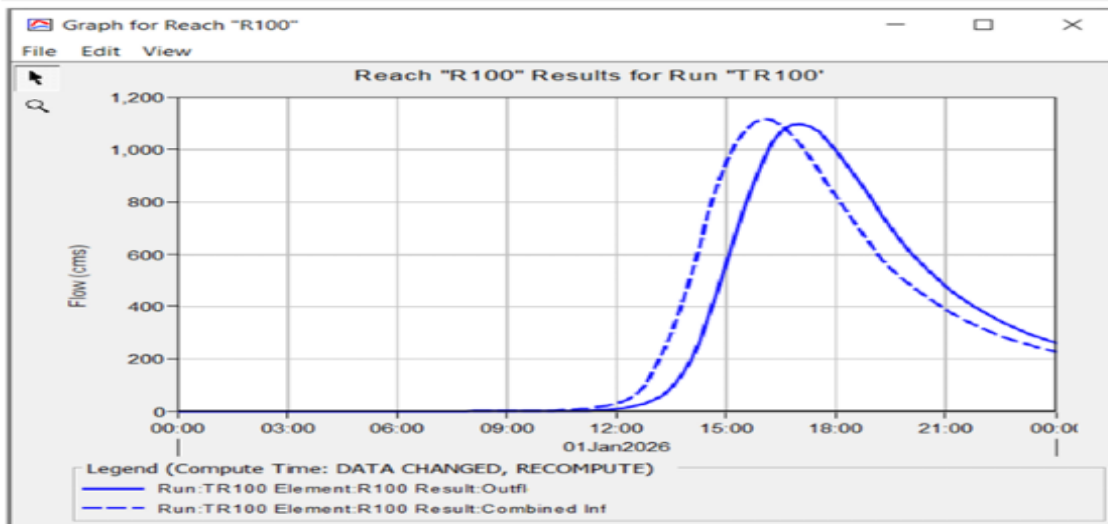
W 230



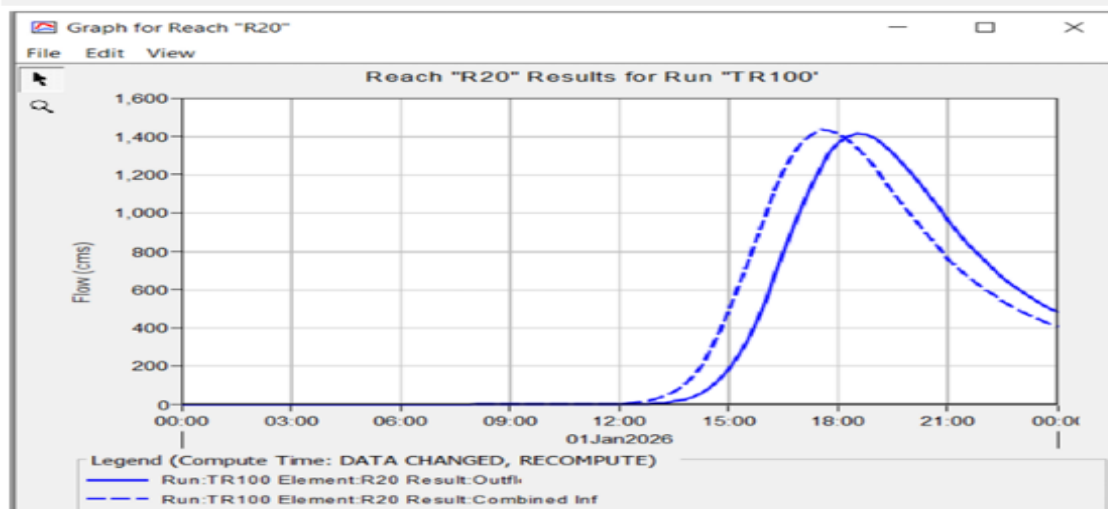
RIOS
R 60



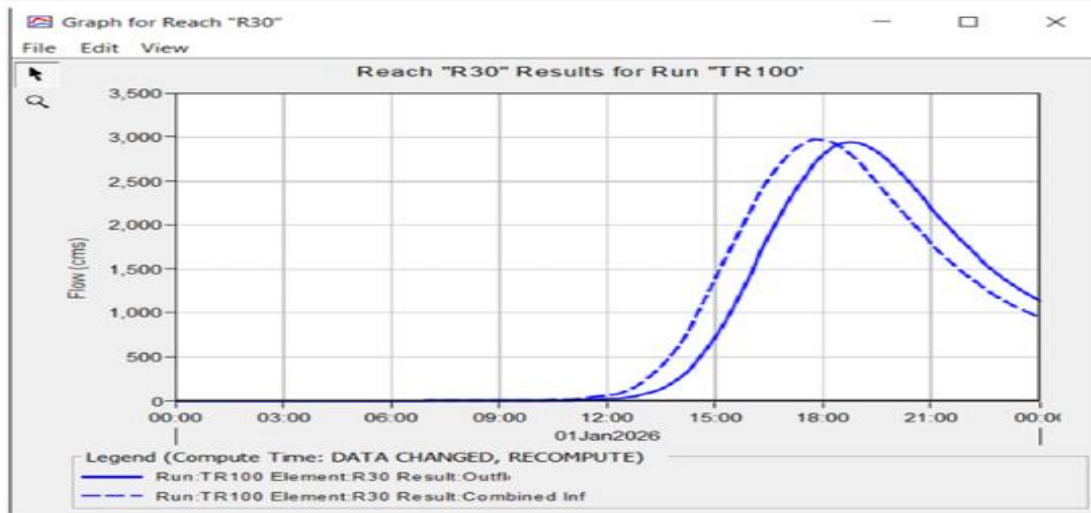
R 100



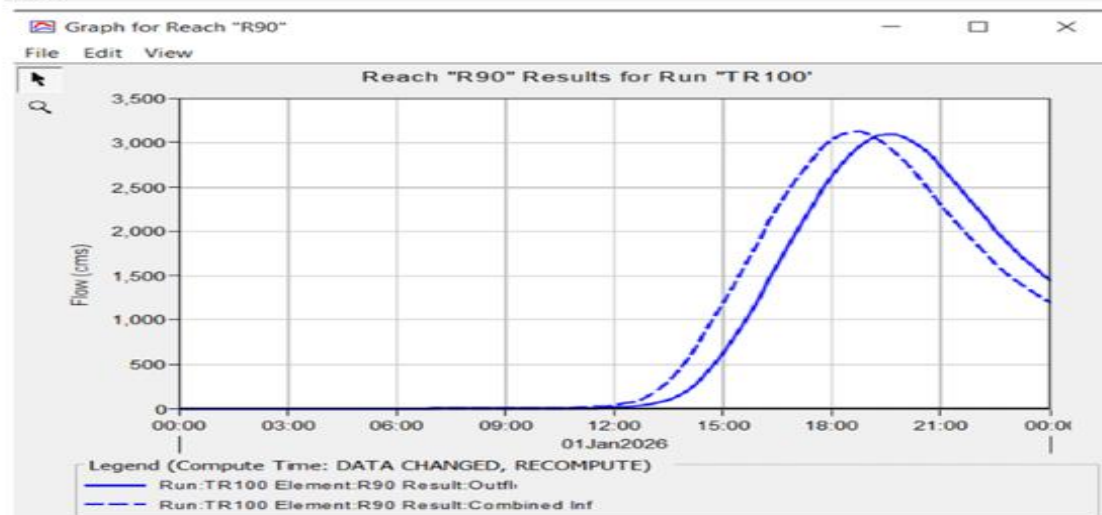
R 20



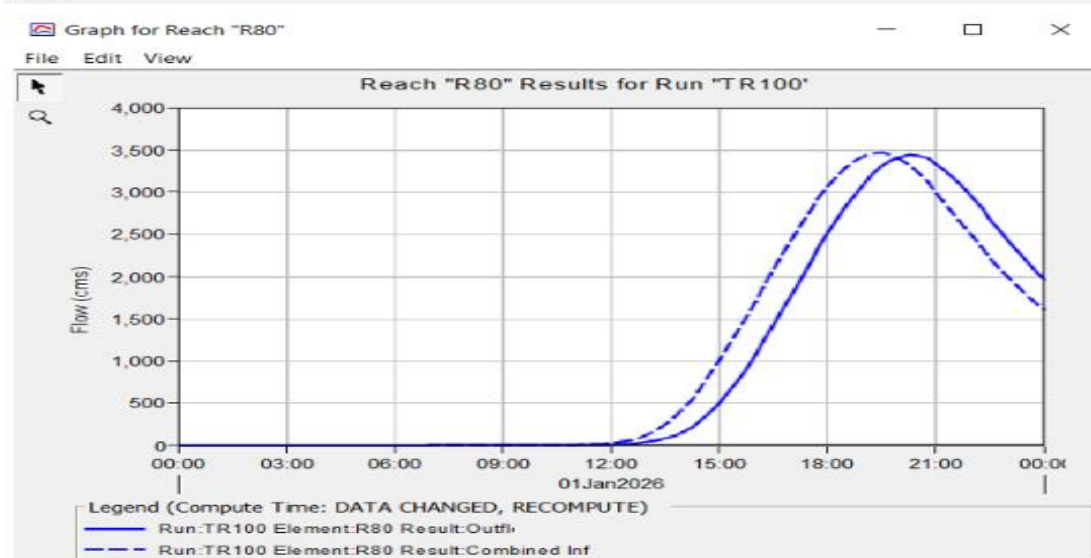
R 30



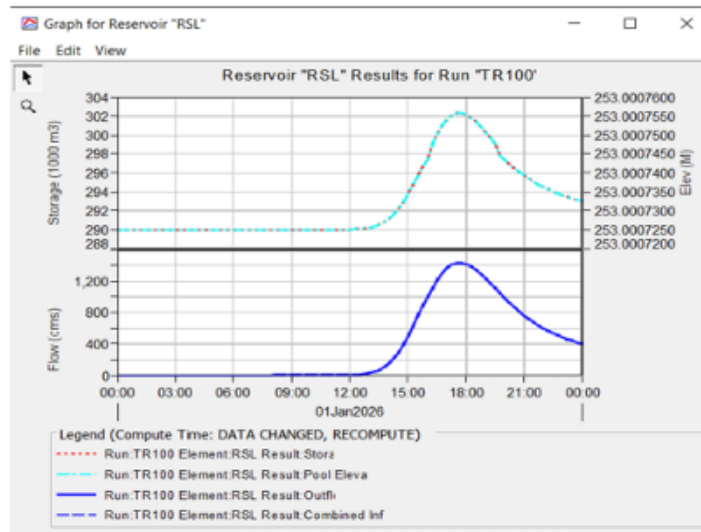
R 90



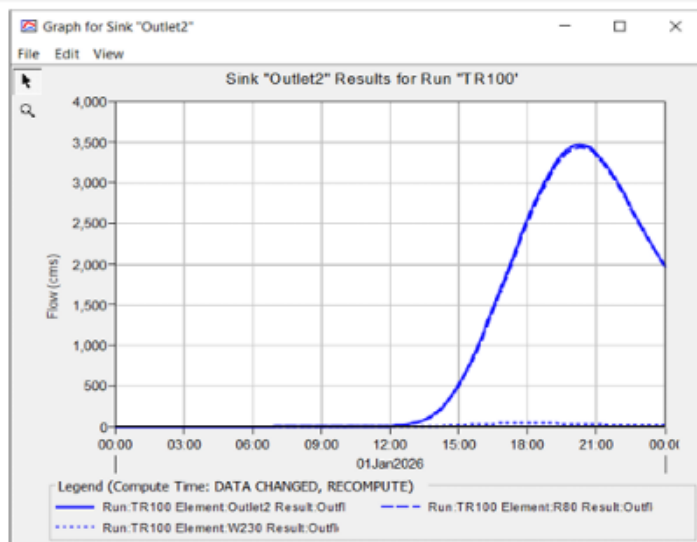
R 80



RESERVORIO SAN LORENZO



SALIDA OUTLER 2



4 CONCLUSIONES

El caudal amximo para diferentes Periodos de retorno es el siguiente.

TR	Q (m3/s)
10	1,311.90
25	1,968.10
50	2,622.10
100	3,472.20

La simulación hidrológica en HEC-HMS muestra que el caudal pico en la sección de salida (Outlet2) aumenta progresivamente conforme se incrementa el periodo de retorno, alcanzando un valor máximo de 3,472.2 m³/s para el evento TR100.

El volumen total evacuado (Outler 2) también presenta una tendencia creciente coherente, pasando de 1,311.9 m³/s (TR10) a 3,472.2 m³/s (TR100).

El comportamiento del modelo es hidrológicamente consistente y estable, sin evidencias de errores numéricos.

Para fines de diseño hidráulico, el evento TR100 representa el escenario crítico, debiendo considerarse un caudal de diseño de aproximadamente 3,473.00 m³/s en la sección de salida.

Figura 13

Plano de delimitación de la cuenca

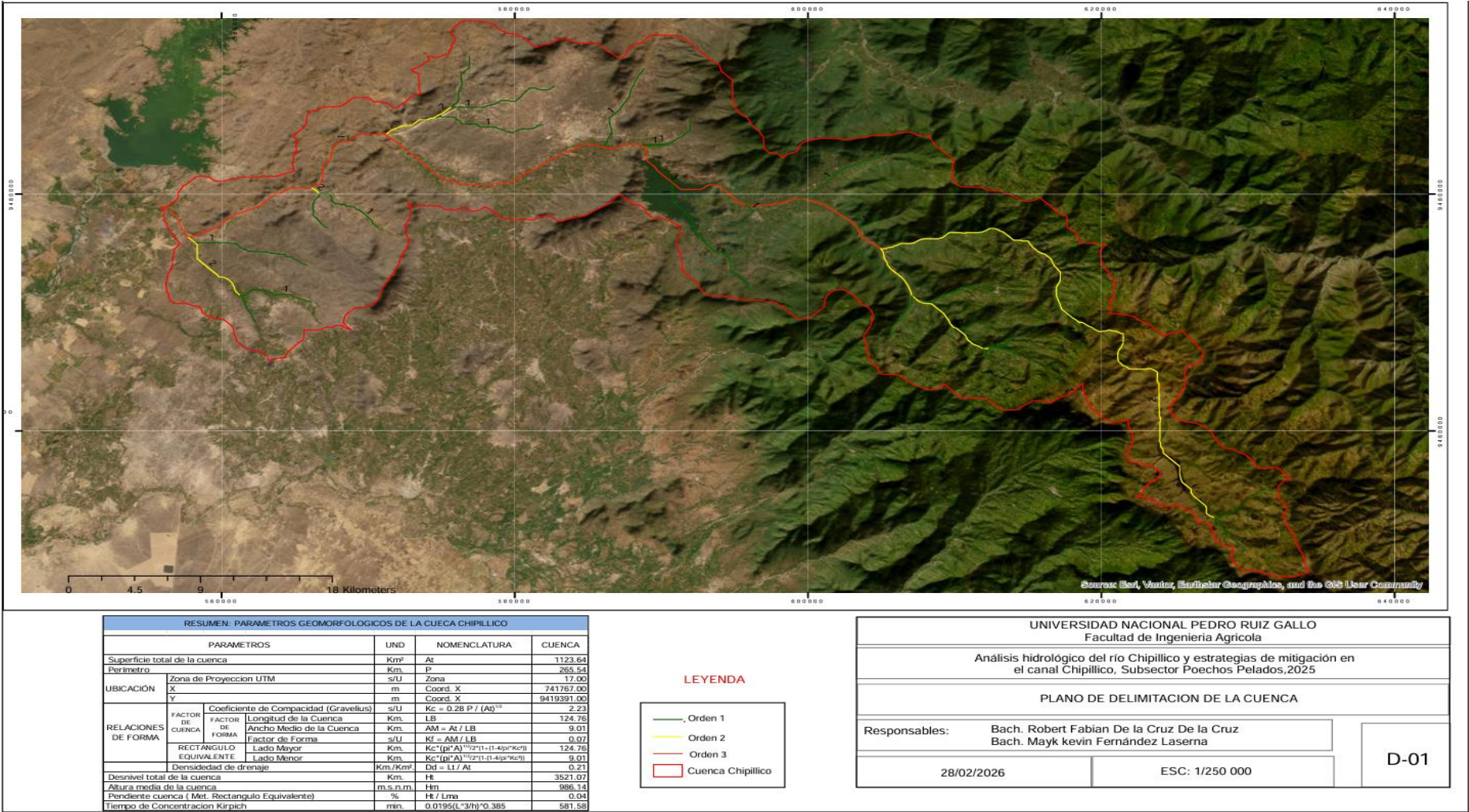


Figura 14

Plano base de HMS

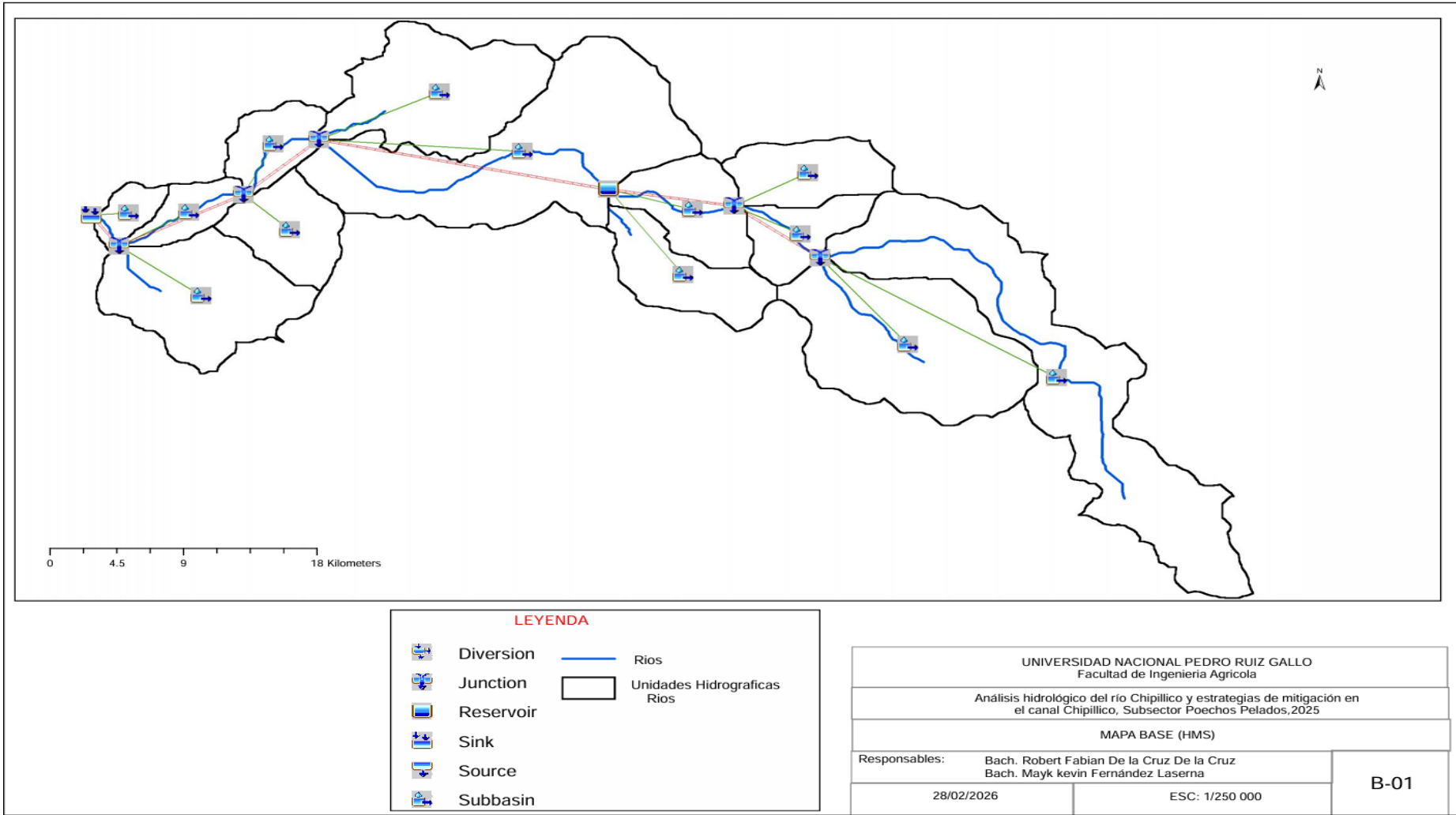


Figura 15

Plano de estaciones meteorológicas – polígono de Thiessen

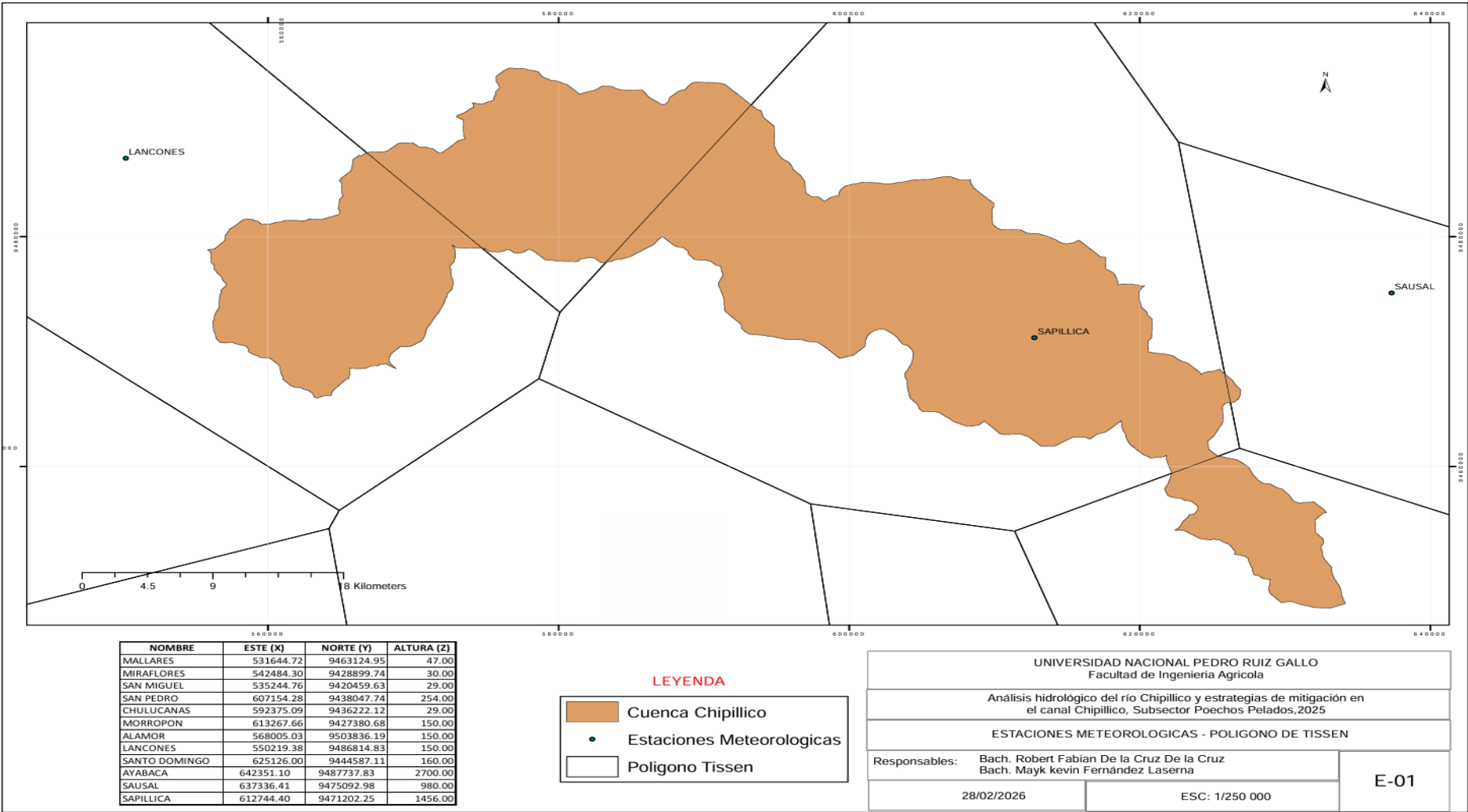


Figura 16

Canal Chipillico



Figura 17

Ingreso de agua excedente de la piscigranja al canal Chipillico



Figura 18

Zona de influencia del dren Tarzan y desborde del río Chipillico



Figura 19

Desnivel final del canal Chipillico y diseño de pendiente para flujo eficiente



Figura 20

Margen del río Chipillico afectada por aumento de caudal y erosión



Figura 21

Entrevista sobre fenómenos críticos y reparaciones anuales en el canal Chipillico

