UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA LAUREL, CASERÍO EL LAUREL, JAÉN, 2024

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores: Bach. Juan Jhordyn Huaman Heredia
Bach. Williams Jiménez Ramírez

Asesor : Dr. Marco Antonio Martínez Serrano

Línea de investigación: LI_IC_ 03 Gestión y Tecnología

JAÉN – PERÚ

2025

Huaman Heredia Juan Jhordyn Jiménez Ramírez W...

DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS D...

Quick Submit

Quick Submit

Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::1:3273716434

Fecha de entrega
10 jun 2025, 11:05 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
10 jun 2025, 11:12 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
INFORME_DE_TESIS_HUAMAN_Y_JIM_NEZ.pdf

Tamaño de archivo
9.4 MB

162 Páginas

51.255 Palabras

188.684 Caracteres

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

19% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet

0% Publicaciones

17% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alerta de integridad para revisión

Texto oculto
49 caracteres sospechosos en N.º de páginas
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Fuentes principales

15% Fuentes de Internet
0% Publicaciones
17% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Trabajos del estudiante uncedu	8%
2	Internet repositorio.unc.edu.pe	3%
3	Internet mycity.s3.sbg.io.cloud.ovh.net	1%
4	Trabajos del estudiante Universidad Nacional Hermilio Valdizan	<1%
5	Trabajos del estudiante Universidad Cesar Vallejo	<1%
6	Internet repositorio.unj.edu.pe	<1%
7	Trabajos del estudiante Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	<1%
8	Internet www.alimos.gov.gr	<1%
9	Internet repositorio.upao.edu.pe	<1%
10	Internet pdfcookie.com	<1%
11	Trabajos del estudiante University of Exeter	<1%

12 Internet
www.lifeaiakoharria.net <1%

13 Internet
repositorio.unsch.edu.pe <1%

14 Internet
www.gobierno.pr <1%

15 Internet
bibliotecadigital.ciren.cl <1%

16 Internet
transparencia.martindelajara.es <1%

17 Internet
www.comune.lauria.pz.it <1%

18 Internet
www.vaughan.ca <1%

19 Internet
repositorio.ucv.edu.pe <1%

20 Internet
www.ayto-torrejon.es <1%

21 Internet
www.castelfrancodisotto.gov.it <1%

22 Internet
www.provincia.nuoro.it <1%

23 Trabajos del estudiante
Heriot-Watt University <1%

24 Internet
ikee.lib.auth.gr <1%

25 Internet
www.aytoastorga.es <1%

26 Trabajos del estudiante
unsaac <1%

27 Internet
dspace.ucuenca.edu.ec <1%

28 Internet
www.comune.azeglio.to.it <1%

29 Internet
riunet.upv.es <1%

30 Internet
www.jbic.go.jp <1%

31 Trabajos del estudiante
Universidad Santo Tomas <1%

32 Internet
www2.pr.gov <1%

33 Internet
ayto.briviesca.es <1%

34 Internet
portcolborne.ca <1%

35 Internet
www.comune.gambasca.cn.it <1%

36 Internet
voda.hr <1%

37 Internet
web.comune.peschieraborromeo.mi.it <1%

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 17 de junio del año 2025, siendo las 12:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Manuel Emilio Milla Pino.
Secretario : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Vocal : M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban, para evaluar la Sustentación del **Informe Final**:

( ) Trabajo de Investigación
(X) **Tesis**
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA LAUREL, CASERÍO EL LAUREL, JAÉN, 2024"**, presentado por los bachilleres: **Bach. Juan Jhordyn Huaman Herodia y Bach. Williams Jiménez Ramírez** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(✓) Aprobar ( ) Desaprobar (✓) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

a)	Excelente	18, 19, 20	( )
b)	Muy bueno	16, 17	( )
c)	Bueno	14, 15	(14)
d)	Regular	13	( )
e)	Desaprobado	12 ò menos	( )

Siendo las 13:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. Manuel Emilio Milla Pino
Presidente

Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Secretaria

M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban
Vocal

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ANEXO N°06:

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS

Yo, **Bach. Huaman Heredia Juan Jhordyn y Bach. Jiménez Ramírez Williams**, egresados de la carrera Profesional de ingeniería civil de la Facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Jaén, identificados con DNI 70074979 y 74637446 respectivamente.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos Autores del trabajo titulado:

   "DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA LAUREL, CASERÍO EL LAUREL, JAÉN, 2024".
   Asesorado por **Dr. Martínez Serrano Marco Antonio**.
   El mismo que presentamos bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional de ingeniero civil.

2. El texto de nuestro trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de nuestro trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.

3. El texto del trabajo final que presentamos no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.

4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a nuestra autoría son veraces.

5. Declaramos que nuestro trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.

6. Somos conscientes de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumimos frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 09-07-2025.

Bach. Juan Jhordyn Huaman Heredia

Bach. Williams Jiménez Ramírez

ÍNDICE

ÍNDICE ii
RESUMEN viii
ABSTRACT ix
I. INTRODUCCIÓN 10
1.1. Situación problemática 10
1.2. Planteamiento del problema 11
1.3. Justificación 12
1.4. Antecedentes 12
1.5. Objetivos 19
II. MATERIAL Y MÉTODOS 20
2.1. Tipo y diseño de investigación 20
2.2. Población, muestra y muestreo 20
2.3. Hipótesis 20
2.4. Variables 21
2.5. Materiales 21
2.6. Métodos 21
2.7. Técnicas 21
2.8. Instrumentos 22
2.9. Procedimiento de recolección de datos 22
III. RESULTADOS 27
IV. DISCUSIÓN 70
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 72
5.1. Conclusiones 72
5.2. Recomendaciones 72
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 74
AGRADECIMIENTO 79
DEDICATORIA 80
ANEXOS 81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estados posibles de un proceso en Model Builder 24
Tabla 2. Características topográficas del río 28
Tabla 3. Áreas según la altitud de la cuenca 32
Tabla 4. Áreas parciales entre curvas de nivel 33
Tabla 5. Áreas parciales y ancho para rectángulo equivalente 34
Tabla 6. Índice de Pendiente 35
Tabla 7. Perfil Longitudinal del Cauce del río 36
Tabla 8. Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación Chontalí 38
Tabla 9. Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación La Cascarilla 39
Tabla 10. Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación Jaén 40
Tabla 11. Información de precipitaciones con Datos completos – Estación Chontalí 41
Tabla 12. Información de precipitaciones con Datos completos – Estación La Cascarilla . 42
Tabla 13. Información de precipitaciones con Datos completos – Estación Jaén 43
Tabla 14. Precipitación Media Anual 43
Tabla 15. Factor de Correlación por altitud 44
Tabla 16. Precipitación máxima en 24 horas – Estación Arial Laurel 45
Tabla 17. Análisis Probabilístico 46
Tabla 18. Tormenta de Diseño en 24 horas 47
Tabla 19. Intensidades Máximas (mm/h) – Estación Arial Cuenca Laurel 47
Tabla 20. Porcentaje de uso de suelos 48
Tabla 21. Clasificación del suelo 48
Tabla 22. Cálculo del número de curva 49
Tabla 23. Precipitación máxima corregida 50
Tabla 24. Intensidad Precipitación 51
Tabla 25. Coeficiente de escorrentía 51
Tabla 26. Caudales en diferentes tiempos de retorno Estación Arial Laurel 52
Tabla 27. Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación (27) 53
Tabla 28. Coeficiente Manning en el cauce de la quebrada Laurel 54
Tabla 29. Coeficiente de Manning para el margen izquierdo de la quebrada Laurel 54
Tabla 30. Coeficiente de Manning para el margen derecho de la quebrada Laurel 55
Tabla 31. Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 430 58
Tabla 32. Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 400 60

Tabla 33. Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 370 63
Tabla 34. Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 260 65
Tabla 35. Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 150 68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Levantamiento de la quebrada Laurel 23
Figura 2. Entrada de elementos en Model Builder 23
Figura 3. Procesamiento de elementos en Model Builder 24
Figura 4. Estado de proceso de elementos en Model Builder 25
Figura 5. Modelos digitales 27
Figura 6. Estaciones meteorológicas 27
Figura 7. Precipitaciones en mm 28
Figura 8. Creacion del DEM 29
Figura 9. Dirección de flujo 29
Figura 10. Acumulación de flujo 30
Figura 11. Condición de flujo 30
Figura 12. Condición del raster 31
Figura 13. Curva Hipsométrica de la cuenca 32
Figura 14. Histograma de Frecuencia de Altitudes 33
Figura 15. Rectángulo Equivalente 35
Figura 16. Pendiente de la quebrada principal 36
Figura 17. Cauces de la quebrada Laurel 37
Figura 18. Tramo del cauce principal de la quebrada Laurel 38
Figura 19. Análisis de regresión polinomial de 2º grado 44
Figura 20. Curva Intensidad – Duración – Frecuencia. Estación Laurel 48
Figura 21. Asignación de Valores de coeficiente de rugosidad de Manning ingresados en HEC-RAS 55
Figura 22. Generación del eje del cauce y secciones transversales 56
Figura 23. Geometría del tramo en estudio de la quebrada Laurel 56
Figura 24. Asignación de los caudales para los tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años 57
Figura 25. Nivel de inundación en la progresiva 430 de la quebrada Laurel 57
Figura 26. Nivel de inundación en la progresiva 400 de la quebrada Laurel 60
Figura 27. Nivel de inundación en la progresiva 370 de la quebrada Laurel 62
Figura 28. Nivel de inundación en la progresiva 260 de la quebrada Laurel 65
Figura 29. Nivel de inundación en la progresiva 150 de la quebrada Laurel 67
Figura 30. Identificación de BM-1 157

Figura 31. Identificación de BM-2 157
Figura 32. Configuración de estación total 158
Figura 33. Altura de estación para configuración de estación total 158
Figura 34. Levantamiento topográfico con respecto al BM-1 159
Figura 35. Levantamiento topográfico al eje de la quebrada Laurel 159
Figura 36. Levantamiento topográfico al borde izquierdo de la quebrada Laurel 160
Figura 37. Levantamiento topográfico al borde derecho de la quebrada Laurel 160
Figura 38. Levantamiento topográfico de la sección de la quebrada Laurel 161
Figura 39. Levantamiento topográfico del borde de las casas limitantes con la quebrada Laurel 161
Figura 40. Levantamiento topográfico de la iglesia existente del caserío El Laurel 162
Figura 41. Levantamiento topográfico de la plaza del caserío El Laurel 162

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Operacionalización de variables 82
Anexo 2. Matriz de consistencia 84
Anexo 3. Solicitud para ejecución de tesis 86
Anexo 4. Plano de ubicación y localización de la zona de estudio 88
Anexo 5. Plano topográfico 90
Anexo 6. Plano de delimitación de la sub cuenca 92
Anexo 7. Data topogáfica 94
Anexo 8. Delimitación de cuenca mediante el lenguaje model builder 113
Anexo 9. Parámetros geomorfológicos 118
Anexo 10. Data de precipitaciones máximas en 24 horas 128
Anexo 11. Estudio hidrológico 153
Anexo 12. Panel fotográfico 156

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar las áreas de inundación mediante el lenguaje Model Builder ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, se abordó la problemática debido a que dicho caserío se encuentra ubicado muy cerca de las riberas existentes a la quebrada, y es muy susceptible ante crecidas de caudal lo cual ya han ocurrido desbordes años atrás afectando a las viviendas cercanas y parte de sus áreas de cultivo, de acuerdo con el método de investigación fue básica, cuantitativa y no experimental. Como resultados se obtuvo un área de cuenca de 104.455km2, un perímetro de 53.725 km, tiempo de concentración de 1.69 horas y una pendiente de cauce de cuenca de 11.15%; los caudales para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años fueron de 94.428 m3/s, 147.532 m3/s, 181.463 m3/s, 207.091 y 232.860 m3/s; las áreas de inundación que se presentan son en su mayoría al margen izquierdo de la quebrada donde se encuentra el caserío El Laurel, afectando parte de las viviendas, producto de ello también se genera inundación en su plaza principal. Se concluye que las áreas de inundación ante máximas avenidas en el caserío El Laurel es muy propensa ante periodos de fuertes lluvias ya que tiende a subir el caudal del agua y causar daños a las viviendas que están ubicados cerca de la quebrada y todo esto provoca desastres.

Palabras clave: Áreas de inundación, lenguaje Model Builder, máximas avenidas.

ABSTRACT

The present investigation had as objective to determine the flood areas by means of the Model Builder language before maximum avenues of the Laurel stream, the problem was addressed because said hamlet is located very close to the existing banks of the stream, and is very susceptible to floods of which have already occurred years ago affecting nearby homes and part of their cultivation areas, according to the research method it was basic, quantitative and not experimental. As results, a basin area of 104,455 km2, a perimeter of 53,725 km, concentration time of 1.69 hours and a basin channel slope of 11.15% were obtained; The flows for return periods of 10, 25, 50, 100 and 200 years were 94,428 m3 / s, 147,532 m3 / s, 181,463 m3 / s, 207,091 and 232,860 m3 / s; the flooding areas that occur are mostly on the left bank of the ravine where the hamlet of El Laurel is located, affecting part of the homes, as a result of which flooding is also generated in its main square. It is concluded that the flooding areas during maximum avenues in the hamlet of El Laurel are very prone to periods of heavy rains since it tends to increase the water flow and cause damage to the homes that are located near the ravine and all this causes disasters.

Keywords: Flood areas, Model Builder language, maximum floods.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación problemática

Como realidad problemática a nivel internacional, en Estados Unidos durante la primavera del 2019, el río Mussouri se inundó gravemente produciendo daños y generando pérdidas económicas a empresas, hogares e infraestructuras públicas (carreteras, diques, puentes, servicios públicos), casi el 40% de los agricultores informaron pérdidas financieras de 100.00 dólares a más, la agricultura se vio especialmente afectada por la humedad y las inundaciones sin precedentes (Skevas et al., 2023). China, es un país significativamente afectado al cambio climático, siendo las inundaciones uno de los mayores desastres naturales de los que ocurren con alta frecuencia, después de 2010, la incidencia de inundaciones en las ciudades chinas aumentó rápidamente, alcanzando el 76% en 2015, lo que significa que alrededor del 76% de las ciudades de todo el país tuvieron al menos una inundación, desde junio de 2020, la parte sur de China experimentó numerosas lluvias intensas, que provocaron inundaciones torrenciales repentinas en muchas partes del sur, especialmente en la cuenca del río Yangtze (Huicong et al., 2022). La provincia de Quang Binh en Vietnam, se ha visto ampliamente afectado por inundaciones, sufriendo grandes pérdidas de vidas humanas y propiedades, tal es el caso la inundación de octubre de 2010, que causó 74 muertes, 210 heridos, el mapa final de riesgo de inundación mostró un área total de 64,348 ha de las cuales el área de riesgo fue 8.3% bajo, 16.3% medio, 12.0% alto, 37.1% muy alto y 26.2% extremadamente alto (Luu et al., 2020).

A nivel nacional el centro poblado de Písac en la región de Cusco es muy propenso a sufrir daños por las intensas precipitaciones pluviales, tal es el caso del año 2010 donde el incremento del caudal y tras el desborde del río Vilcanota hicieron colapsar el puente provocando daños en las viviendas y cultivos, quedando aislados por consiguiente no podían vender sus artesanías que es una de las principales fuentes de ingreso para las familias, en este sentido es necesario la implementación de medidas estructurales y no estructurales para prevenir pérdidas (Luna et al., 2020). La ciudad de Huancayo también sufre el impacto de estas inundaciones, los ríos que atraviesan dicha ciudad junto con el deficiente o inexistente sistema de drenaje hacen que la ocurrencia de fuertes lluvias genere verdaderos desastres, no obstante, la corriente principal que atraviesa dicha ciudad suele ser la más responsable de las inundaciones (Yuli et al., 2023). La región de Moquegua la ocurrencia de eventos de máximas avenidas, causan problemas hidrológicos como es el caso de inundaciones en las partes bajas de la cuenca, destrucción de obras hidráulicas, deterioros de los suelos por

erosión, riesgo de la vida útil en las obras esto debido a los excesos de las lluvias que se presentan en los meses de enero, febrero y marzo; es por ello que es necesario implementar modelos regionales para precipitaciones máximas (Flores et al., 2022).

A nivel regional el caserío Bella Unión de la ciudad de Cajamarca, se encuentra expuesto a fenómenos de tipo inundación generados por las fuertes lluvias, con la falta de sistemas de drenaje y muros de contención y tras las constantes crecidas del río san lucas, las zonas más afectadas directamente son las viviendas y las construcciones que se encuentran al borde del rio (Malaver, 2023). En San Ignacio existe el río Tamborapa que en tiempos de invierno se producen desbordes tras el aumento de los caudales, no obstante, las personas por aprovechar el riego para sus cultivos realizan trabajos agrícolas y no respetan las franjas del río, tras lo cual el aumento de cauce tiende a sedimentar o socavar las zonas generando problemas de desbordamiento (Chávez y Quispe, 2021). El distrito de Cochabamba en la provincia de Chota, se ve frecuentemente afectada por eventos pluviales extremos en la que terminan desencadenando fenómenos con un alto peligro de inundación fluvial por el desborde que se produce de las quebradas Lancheconga – Yumaluc, que confluyen en la quebrada Machaypumgo, y por la quebrada Alcunis, que confluye al rio Chotano, ambas situadas dentro del área urbana (Gonzáles y Olivera, 2023).

A nivel local, el caserío El Laurel está influenciado por la quebrada laurel, siendo este una de las principales fuentes de la población, en tiempos de sequía la quebrada presenta bajos niveles de flujo no llegando a secarse, mientras que en temporadas de lluvia esta aumenta considerablemente logrando alcanzar su caudal máximo. El caserío de El Laurel se encuentra ubicado muy cerca al cauce de la quebrada y es muy susceptible ante crecidas del caudal, por lo que en el año 2015 según cuentan sus pobladores tras fuertes lluvias y por varias horas seguidas, dicha quebrada aumento su caudal trayendo consigo desbordes, generando inundación y daños materiales en sus viviendas tras su recorrido, hasta la actualidad no se cuentan con estudios realizados para el análisis de inundaciones de máximas avenidas en dicha zona, por lo que estos habitantes se encuentran expuestos al peligro de un nuevo evento de inundación.

1.2. Planteamiento del problema

¿Cuáles serán las áreas de inundación ante máximas avenidas mediante el lenguaje model builder de la quebrada Laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024?

1.3. Justificación

1.3.1. Metodológica

Es relevante porque permitió utilizar técnicas metodológicas para explicar las variables de estudio de las que se evaluaron. Asimismo, nuestro objetivo es permitir que otros investigadores consideren nuestro estudio, garantizando la plena fiabilidad de los datos obtenidos mediante la validación de sus resultados con respecto a la determinación de las áreas de inundación por máximas avenidas.

1.3.2. Científica

La presente investigación se justifica científicamente porque tuvo como fin aportar nuevo conocimiento en la población, mediante datos claros y precisos sobre áreas de inundación por máximas avenidas, de las cuales se evaluaron en porcentajes que ya existen en el mundo científico pero que de alguna manera se obtuvieron dichos resultados en base al lugar que se ha estudiado.

1.3.3. Económica

En relación a lo económico el caserío El Laurel posee gran cantidad de sembríos como es el café que se encuentran cerca al cauce de la quebrada, de los cuales también se verían afectados en un eventual desborde de la quebrada, registrando todo ello pérdidas económicas.

1.3.4. Social

Socialmente la justificación radica en que se pudieron determinar cuáles son las áreas de inundación para diferentes periodos de retorno, para de esa manera la población conozca cuales son las áreas que generan más riesgo ante un desborde de la quebrada y estén preparados ante dichos eventos de gran envergadura

1.4. Antecedentes

1.4.1. Internacionales

Tripailaf (2022) en su tesis realizada en Chile, tuvo como objetivo analizar las medidas de gestión del riesgo de inundaciones en el área urbana del río Chillán, según su metodología fue de tipo aplicada y no experimental. Como resultados obtuvo áreas con riesgo de inundación de 777.5 ha, de los cuales el nivel de peligrosidad fueron el 38% alto, 47.3% medio y 39.1% bajo, además los niveles de vulnerabilidad fueron 54% media, 35% baja y 10% alta, los sectores con niveles bajos de vulnerabilidad y sin vulnerabilidad representaron el 4% y 10%, respectivamente. Concluyó que la existencia de áreas con niveles de peligro y riesgo alto no están incluidas en los instrumentos de planificación y medidas de

gestión existentes, por lo tanto, se hace necesaria una actualización de los Planes Reguladores (Intercomunal y Comunales) y los Planes de Emergencia (Regional y Comunales).

Herrera y Navarro (2021) en su tesis ejecutada en la ciudad de Villavicencio de Colombia, plantearon como objetivo evaluar el riesgo de desastre por inundación para el Distrito de Conservación de Suelos "Kirpas, Pinilla - La Cuerera" ubicado en la ciudad de Villavicencio – Meta, según su metodología fue la desarrollada por Herrera 18. Como resultados obtuvieron un área total de cuenca de 445.169 km2, perímetro de 114.280 km, longitud de cauce de 50.610 km, tiempo de concentración de 6.651 horas, los caudales para los tiempos de retorno de 2.33, 25 y 100 años fueron de 850, 1268 y 1710 m3/s. Concluyeron que el uso de herramientas SIG y Modelación Hidráulica permitirá formular alternativas de mitigación y mejoras en las condiciones de los asentamientos anormales que se desarrollan actualmente en el área de interés.

Estrada (2021) en su tesis realizada en Ecuador, tuvo como objetivo evaluar el riesgo de inundación en la cuenca baja del río Esmeraldas, según su metodología fue de tipo no experimental transversal teniendo la finalidad de seguir un proceso técnico- científico. Como resultados obtuvo áreas de estudio de 80% de condición media de vulnerabilidad ante amenazas naturales y 20% correspondiente a la condición de vulnerabilidad baja, la obtención de mapas de distribución espacial demostró que el 10% del área es propensa a inundación, siendo un 8.8% que afectaron áreas de cultivos y pastizales, así como áreas urbanas. Concluyó que existe una relación social, económica y cultural vinculada a los desastres de inundación y en ese contexto deben intervenir las autoridades en base a las estrategias que determinan este estudio.

Rodríguez (2021) en su tesis ejecutada en los Ángeles, planteó como objetivo estimar las zonas de riesgo de inundación del estero Quilque, basado en la reconstrucción del evento hidrometeorológico ocurrido en mayo del año 2018, según su metodología fue de tipo descriptiva y diseño no experimental. Como resultados obtuvo que la superficie inundable total, desde amenaza baja a un alta, es de aproximadamente 46,771 Ha, de esta superficie el 70% corresponde a un uso urbano por lo que da una idea del impacto social del problema de estudio. Además, se puede inferir de la superficie inundable total, que el 16,84% es de amenaza alta, el 38,18% de amenaza media y el 44,98% de amenaza baja. Concluyó que las áreas inundables obtenidas se clasificaron según su probabilidad de ocurrencia asignándoles distintos niveles de amenaza por inundación.

Sevillano (2020) en su tesis ejecutada en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia, tuvo como objetivo zonificar la amenaza por inundación a partir de un método de evaluación multicriterio, según su metodología corresponde a la evaluación multicriterio (EMC). Como resultados obtuvo clasificaciones de amenazas en zonas inundables con periodos de retorno de precipitaciones de 1.1 anual, de los cuales fueron 6% (123 ha) alta, 22% (436 ha) media y 72 % (1423 ha) baja, las áreas más vulnerables son sectores ubicados en 37 barrios localizados principalmente en la zona oriental de la ciudad, las mayores afectaciones se localizan en asentamientos ubicados en las comunas 2, 5, 6, 7, 8 y 12 de dicho barrio. Concluyó que la metodología de EMC, demostró ser un instrumento apropiado para la valoración de zonas inundables y su clasificación, además que los siguientes trabajos de investigación se deben se tomar más en énfasis el tema de vulnerabilidad y riesgo por inundación para la ciudad de Cali.

1.4.2. Nacionales

Revelo (2023) en su tesis realizada en Ancash, tuvo como objetivo determinar las áreas inundables por ocurrencia de avenidas máximas de la subcuenca Milagros, mediante modelización hidrológico e hidráulico, en un tramo de 215 m del cauce principal, según su metodología fue de alcance descriptico y diseño no experimental. Como resultados obtuvo un área de subcuenca de 8.46 km2, pendiente de la cuenca de 32.83%, pendiente del cauce principal de 20.62%, tiempo de concentración de 0.337 horas, los caudales para los tiempos de retorno de 50, 100, 200, 500 y 1000 años fueron de 9.00, 11.00, 13.40, 16.90 y 20.00 m3/s, profundidades máximas de flujo fue de 1.81, 2.04, 2.18, 2.35 y 2.50 m, áreas de inundación de 3.43, 3.80, 4.13, 4.60 y 5.23 Has. Concluyó que el cauce de la subcuenca Milagros está expuesto a nivel de peligro Medio.

García (2022) en su tesis ejecutada en Tacna, tuvo como objetivo desarrollar la simulación hidrológica de la Quebrada del Diablo para estimar el hidrograma de caudal máximo producido, determinando las causas que generaron el aluvión del 21 de febrero del 2020 en la ciudad de Tacna, según su metodología fue de tipo cuantitativa y diseño no experimental. Como resultados obtuvo parámetros para la cuenca con un área de 52.84 km2, longitud de 22.54 km, perímetro de 55.49 km, forma de cuenca oval a rectangular con un valor de compacidad de 2.15, un valor de forma de Horton de 0.10, los caudales para los diferentes periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 200 años fueron de 31.00, 57.20, 79.15, 126.10, 175.35, 290.60 y 350.00. Concluyó la colocación de estructuras hidráulicas

que disipen la energía acumulada que viene en el transporte de masa de lodo por el cauce de la quebrada del Diablo.

Roque (2022) en su tesis realizada en Lima, planteó como objetivo determinar el riesgo de inundaciones fluviales por máximas avenidas en la cuenca baja del río Lurín, según su metodología fue de tipo cuantitativa y diseño no experimental. Como resultados obtuvo máximas avenidas de 94.78, 142.0, 213.35 m3/s para periodos de retorno de 50, 100 y 200 años respectivamente, áreas de inundación de 50.18, 213.76 y 511.12 ha para un tramo de río de 16.64 km, los niveles de riesgo para los periodos de retorno de 50, 100 y 200 años fueron medio con 52.77% de inundación en los distritos de Pachacamac y Lurín , alto comprendiendo un 36.27% de inundación de caminos y carreteras y muy alto con 36.27% de inundación en los cultivos y las zonas urbanas. Concluyó la formulación de tres estrategias de mejora ante el riesgo de inundaciones fluviales tales como el mantenimiento de cauces, consolidación de defensas ribereñas, entre otras.

Oswaldo (2021) en su investigación realizada en Puno, planteó como objetivo determinar las áreas vulnerables a inundaciones ocasionado por máxima avenida en la cuenca del río Huancané parcialidad Azangarillo, según su metodología fue de tipo aplicada y diseño no experimental. Como resultados obtuvo áreas vulnerables para los sectores 5, 6, 3 y 2 las cuales fueron de 405506.33, 455440.59, 432898.28 y 248443.10 m2, como método estadístico se aplicó la prueba de análisis de varianza, cuyo resultado el p valor es 0.000; regresión lineal múltiple del p valor de 0.042 y 0.000 y finalmente el p valor de 0.000 respectivamente, existe alto grado de vulnerabilidad a inundaciones el sector 5, sector 3 y sector 2 que están ubicadas en la margen derecha, mientras que el sector 6 se ubica en la margen izquierda, estos sectores presentar una topografía plana en la cuenca del río Huancané aguas abajo. Concluyó que los sectores 5, 6 y 3 son más vulnerables a inundaciones y presenta una vulnerabilidad alta.

Farfán y Villena (2021) en su tesis ejecutada en Lambayeque, tuvieron como objetivo estimar áreas de inundación por máximas avenidas para distintos periodos de retorno en la subcuenca Pacherrez - cuenca Chancay, según su metodología fue tipo aplicada y diseño experimental. Como resultados obtuvo un área de cuenca de 72.80 km2, longitud de cauce principal de 15 km, pendiente media de 7.45%, tiempo de concentración de 3.46 horas, los caudales para los diferentes periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 200 años fueron de 32.00, 56.10, 84.20, 123.90, 178.80, 283.30 y 310.00 m3/s, la llanura de inundación para TR= 100 y 200 años tiene un tirante promedio de 0.30 y 0.45 m y velocidad de agua de 1.10

y 2.10 m/s afectando 5.63 y 7.30 ha, la intensidad de inundación es de nivel medio. Concluyeron que las áreas de inundación para diferentes periodos de retorno generan peligrosidades para dicha región trayendo consigo mismos retrasos en la población.

1.4.3. Regionales

Contreras (2023) en su investigación realizada en Cutervo, tuvo como objetivo estimar la gestión de riesgo que reduzca la inundación por desborde de la quebrada Cujaca en la localidad de Cuyca, distrito de Choros, provincia de Cutervo, región Cajamarca, según su metodología fue hipotético deductivo con enfoque cuantitativo. Como resultados obtuvo los caudales para los diferentes periodos de retorno de 5, 10, 30, 50, 100 y 200 años fueron de 63.21, 79.78, 103.97, 114.20, 127.01 y 139.92 m3/s, las áreas de inundación para el margen derecho e izquierdo con un Tr= 100 años fueron de 2.24 y 2.38 ha. Concluyó que el nivel de riesgo de inundación con la proyección de la defensa ribereña baja del nivel "medio" y "alto" al nivel "bajo"; asimismo, el nivel de riesgo con la estrategia de limpieza y descolmatación del cauce, en 20 edificaciones baja del nivel "medio" y "alto" al nivel "bajo" y solamente en las dos edificaciones del margen izquierdo se mantiene en nivel medio.

Dilas (2021) en su tesis ejecutada en Contumazá, tuvo como objetivo identificar las áreas inundables de la zona urbana del distrito de Chilete, provincia de Contumazá, Región Cajamarca, según su metodología fue de tipo descriptiva. Como resultados obtuvo para riesgo de fallas de 30, 20 y 15% caudales de 171.84, 202.89 y 233.94 m3/s, los caudales para los tiempos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 y 200 años fueron de 9.56, 23.85, 41.19, 76.50, 115.17, 165.81 y 351.17 m3/s. Concluyó que las áreas de inundación para un periodo de retorno de 100 años son la plaza pecuaria, el estadio municipal, el parque infantil Cosme Pretell, el jr. Contumazá, jr. Sánchez Carrión, jr. Ferrocarril cdra. 1; toda la av. 10 de enero, toda la plazuela José Gálvez, todo el jr. Pacasmayo, av. Miraflores, jr. Independencia, jr. Santa rosa, jr. Progreso, urb. Los pinos y el jr. Cajamarca.

Chavez y Tucto (2021) en su investigación realizada en Cajamarca, plantearon como objetivo identificar las zonas inundables por desborde de la quebrada Ingamayo en el caserío Ayopampa, para diferentes tiempos de retornos, según su metodología fue tipo descriptiva. Como resultados obtuvieron un área de cuenca de 357 ha, un perímetro de 8.7 km, cauce principal de 4.00 km, tiempo de concentración de 25.75 minutos, las áreas de inundación y los caudales para los periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 140 y 200 años fueron de 1.06, 1.33, 1.42, 1.63, 3.41 y 4.72 has, 19.9, 22.40, 24.10, 25.80, 26.60 y 29.50 m3/s, las zonas críticas de inundación en los márgenes derecho e izquierdo para tiempos de retorno de 140

y 200 años fueron de 534.03 y 677.74 m , 763.01 y 816.05m. Concluyeron que se debe implementar la construcción de muro de gaviones donde el desborde del cauce de la quebrada Ingamayo es evidente, implementar planes de contingencia para las zonas afectadas.

Goicochea (2021) en su tesis ejecutada en la ciudad de Cajamarca, tuvo como objetivo estimar el nivel de riesgo por inundación de la zona urbana adyacente al cauce de la quebrada Cruz Blanca ubicada en la zona sur del distrito, provincia y departamento de Cajamarca, según su metodología fue de tipo descriptiva. Como resultados obtuvo que el área de estudio tiene un nivel de riesgo por inundación alto, cuyo valor es de 0.0337, la zona más afectada es la que se encuentra en la margen izquierda del río y es de 48.4 ha, de las cuales se tienen los siguientes usos: 16.1 ha de calles, 31.4 ha de vivienda, 0.45 ha de lotes sin construcción, 0.17 ha de áreas de recreación y 0.297 ha de centros educativos. Concluyó que, debido al alto nivel de riesgo por inundación, existe una probabilidad alta de ocurrencias perjudiciales, así como pérdidas económicas, afectando a la población que habita en esta zona de la ciudad.

Peña y Núñez (2020) en su investigación realizada en San Ignacio, plantearon como objetivo determinar el área de inundación ante una máxima avenida de la quebrada Pindo en la zona urbana del C.P Perico, según su metodología fue de carácter descriptivo y no experimental. Como resultados obtuvieron un área de cuenca de 21.38 km2, longitud de cauce principal de 12.99 km, pendiente del cauce de 9.23%, tiempo de concentración de 3.31horas, los caudales para los diferentes tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años fueron de 56.061, 69.877, 85.059 y 101.648 m3/s; las áreas de inundación para los tiempos de retorno fueron de 18 058.055, 20 512.277, 21 760.196 y 24 488.547 m2. Concluyeron que el tramo de la quebrada Pindo, que recorre por la zona urbana del C. P. Perico, ante eventos de máximas avenidas, generarán caudales que sí ocasionarán áreas de inundación.

1.4.4. Locales

Valdivia (2023) en su tesis ejecutada en la ciudad de Jaén, tuvo como objetivo estimar la gestión de riesgo que reduzca la inundación por desborde de la quebrada Amojú en el sector El Parral de la ciudad de Jaén en el año 2018, según su metodología fue de diseño Cuasi- experimental. Como resultados obtuvo un área de cuenca de 151.911 km2, perímetro de cuenca de 58.271 km, pendiente del cauce principal de 10.98%, tiempo de concentración de 5.07 horas, los caudales para los tiempos de retorno de 50, 100 y 200 años fueron de 227.683, 254.605 y 284.458 m3/s. Concluyó que la Gestión de riesgo reduce es más del 50%

la inundación de la quebrada Amojú en el sector El Parral de la ciudad de Jaén en el año 2018, ya que las áreas de inundación se han reducido desde un 65% y llegado hasta un 96% en la modelación hidráulica.

Delgado (2023) en su tesis realizada en la ciudad de Jaén, tuvo como objetivo determinar el nivel de riesgo por inundación del río la Envinada en el sector Pueblo Nuevo, distrito Chontalí, Jaén, Cajamarca; según su metodología fue de tipo aplicada y diseño no experimental. Como resultados obtuvo un área de cuenca de 79.48 km2, longitud de cauce principal de 25.485 km, pendiente del cauce de 5.41%, tiempo de concentración de 2.296 horas, los caudales para diferentes tiempos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años fueron de 26.709, 62.324, 72.246 y 82.030 m3/s, las áreas de inundación fueron de 537.406, 1332.171, 1724.281 y 2362.400 m2. Concluyó que existe un riesgo por inundación de 0.61 calificado como nivel alto ante máximas avenidas para los períodos de retorno estudiados que puede afectar no sólo los cultivos cercanos sino también viviendas y lo más importante la vida de los pobladores.

Alarcón y Gonzáles (2022) en su investigación realizada en Jaén, plantearon como objetivo determinar las zonas de inundación en el asentamiento humano de Fila Alta ocasionado por un caudal de máxima avenida de la quebrada zanja honda, según su metodología fue de tipo inductivo- deductivo. Como resultados obtuvieron un área de cuenca de 11.171km2, longitud de 6.314 km, perímetro de 16.047 km, pendiente de cauce de 8.51%, cauce principal de 2.2 km, tiempo de concentración de 0.618 horas, los caudales para los periodos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años fueron de 19.864, 25.037, 30.503 y 36.272 m3/s, las áreas de inundación de 0.765, 0.918, 1.237 y 1.610 ha. Concluyeron que la zona más afectada es el margen derecho por lo que se produce desbordes debido a que se presenta mayor área de inundación.

Villalobos (2021) en su tesis ejecutada en Jaén, tuvo como objetivo realizar un estudio hidrológico e hidráulico para analizar y obtener mapas de inundación por efectos del desborde del río Amojú en la ciudad de Jaén, aplicando los modelos matemáticos de HEC-RAS y HEC-HMS, según su metodología fue de tipo aplicada y nivel descriptivo. Como resultados obtuvo un área de cuenca de 150.51 km2 con un perímetro de 56.64 km, longitud del cauce principal de 11.44 km, pendiente de cuenca de 1.81%, tiempo de concentración de 1.26 horas, las zonas a inundar en la parte alta oeste son las calles San Martín, Simón Bolívar, Diego Palomino, Sánchez Carrión, Túpac Amaru, Luna Pizarro, Francisco Orellana, Prol. Lambayeque, San Luis y en la parte baja este las calles son la Mariano Melgar, Roberto

Segura, Pedro Vergara, pje. San José, pje. Federico Villa Real, Iquitos, Tulipanes, Las Begonias. Concluyó que la inundación critica se da para el periodo de retorno de 200 años.

Neyra (2021) en su investigación realizada en la ciudad de Jaén, tuvo como objetivo realizar el modelamiento hidráulico para poder identificar las áreas inundables en el Sector San Camilo, según su metodología fue de carácter descriptivo no experimental. Como resultados obtuvo que la cuenca presenta un área de 156.3539 km2, un perímetro de 59.9823 km, factor de forma de 0.25, los caudales para los tiempos de retorno de 10, 30, 50, 100, 200 y 200 años fueron de 105.05, 193.62, 243.27, 319.91 y 542.78 m3/s, las zonas de riesgo para el margen derecho e izquierdo para los periodos de retorno de 100 y 20 años fue de 9 458.83 y 5 007.84 m2, 5343.96 y 7 438.12. Concluyó del levantamiento topográfico la existencia de viviendas aledañas al margen del río, poniendo en alto riesgo de inundación dichas viviendas por falta de obras de protección, convirtiendo en un alto riesgo para la población que ahí habitan.

1.5. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar las áreas de inundación mediante el lenguaje model builder ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Recopilar información cartográfica, meteorológica y topográfica de la quebrada Laurel.

b) Evaluar los parámetros morfológicos de la micro cuenca de la quebrada Laurel.

c) Realizar el estudio hidrológico para determinar caudales de máxima avenida para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años de la quebrada Laurel.

d) Realizar el modelamiento hidráulico para identificar las posibles zonas con riesgo de inundación ante diferentes probabilidades de ocurrencia de la quebrada Laurel.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Según su finalidad. Básica, porque los resultados obtenidos formaron parte de información esencial para que en base a ello las entidades correspondientes puedan tomar las acciones necesarias para solucionar la problemática existente.

Según su enfoque. Cuantitativa, porque los resultados de cada uno de los objetivos planteados estuvieron expresados en valores numéricos y porcentuales, partiendo desde los parámetros de diseño de la cuenca, caudales de diseño y las áreas de inundación ante máximas avenidas para los diferentes períodos de retorno.

2.1.2. Diseño

No experimental. Porque no se manipularon las variables de estudio, debido a que serán estudiadas en las condiciones que se presentan, para que de esta forma se pueda conocer el área de inundación por máximas avenidas de la quebrada laurel y como esta puede perjudicar a las viviendas que se encuentran construidas cerca al cauce.

2.2. Población, muestra y muestreo

2.2.1. Población

La población estuvo conformada por las quebradas existentes a nivel del distrito de Jaén.

2.2.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por la quebrada Laurel, comprendida por un tramo adyacente de aguas arriba iniciando desde la parte más baja de dicho caserío.

2.2.3. Muestreo

Se aplico un muestreo no probabilístico, porque no fue posible determinar las áreas de inundación que produce la quebrada en toda su trayectoria (lugar donde nace hasta donde desemboca), es por ello que se eligió un determinado tramo a juicio crítico por parte de los autores, la cual estuvo definido por un tramo aguas arriba iniciando desde el punto más bajo del caserío el Laurel.

2.3. Hipótesis

Las áreas de inundación ante máximas avenidas mediante el lenguaje model builder de la quebrada Laurel, llega a generar desbordes abarcando gran parte del caserío El Laurel, Jaén, 2024.

2.4. Variables

2.4.1. Variable dependiente

Área de inundación

2.4.2. Variable independiente

Máximas avenidas

2.4.3. Operacionalización de variables

La operacionalización de variables se presenta en el anexo 1, de igual forma se presenta la respectiva matriz de consistencia en el anexo 2.

2.5. Materiales y equipos

Los materiales, equipos e instrumentos que se utilizaron para la recolección de datos fueron de acuerdo a las actividades que se realizaron para dar desarrollo a los objetivos relacionados con trabajo en campo, los cuales se describen a continuación:

- Estación total: Leyca TS06
- 2 prismas con sus respectivos bastones
- 1 trípode
- GPS GARMIN modelo map 64s
- Cámara fotográfica
- Pizarra
- Wincha Stanley de 5 metros
- 02 spray color rojo
- 1 machete
- Estacas de madera

2.6. Métodos

Inductivo, porque se pudo aplicar luego de realizar todas las actividades de campo y gabinete; para posterior de ello tener que inducir cuales son las áreas de inundación ante máximas avenidas

2.7. Técnicas

La observación: Esta técnica fue utilizada durante las actividades, principalmente para la realización del levantamiento topográfico, la recolección de datos de precipitaciones máximas del Servicio Nacional de Meteorología del Perú (SENAMHI), las cuales fueron informaciones de suma importancia para lograr identificar las áreas de inundación por máximas avenidas y demás objetivos planteados.

2.8. Instrumentos

Softwares: Para procesar los datos recolectados en campo, se utilizaron los siguientes softwares: Excel, para calcular los parámetros de la cuenca y la realización del estudio hidrológico con el fin de obtener los caudales para los tiempos de retorno; AutoCAD Civil 3D, para importar los puntos del levantamiento topográfico, dibujar el alineamiento de la quebrada como es el eje central y los bordes tanto izquierdo y derecho, para posterior tener que realizar las secciones transversales de la quebrada; Arc Gis con su complemento de (Model Builder), la cual permite dibujar la cuenca y determinar el área y perímetro de la misma y finalmente el software de HEC-RAS, que nos servirá para la simulación del caudal de máxima avenida en los diferentes tiempos de retorno.

2.9. Procedimiento de recolección de datos

2.9.1. Etapa 1: Recopilación de información cartográfica, meteorológica y topográfica de la quebrada Laurel.

Al iniciar el estudio hidrológico fue necesario definir la cuenca Hidrográfica, que tiene influencia directa sobre el escurrimiento superficial, para definir la cuenca fue necesario adquirir información cartográfica que la abarque en su totalidad. La información cartográfica procesada constituye:

- ✓ Mapas de las cartas nacionales a escala 1/100,000, con equidistancia de curvas de nivel a 50.00 m, obtenidas del Instituto Geográfico Nacional, confeccionadas por métodos estereofotogramétricos con control terrestre – 1971.
- ✓ Se realizó trabajos de campo, consistentes en el levantamiento topográfico del caserío, incluye accesos y las estructuras existentes. Los trabajos fueron realizados con una estación total.

Figura 1

Levantamiento de la quebrada Laurel

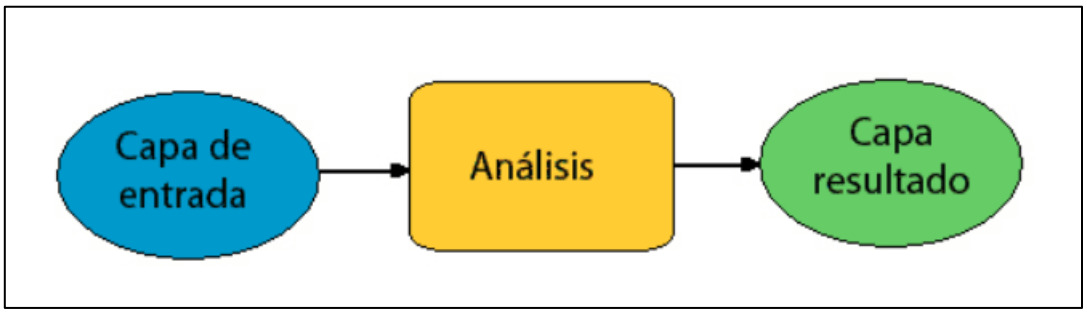
Nota. En la figura 1, se observa el levantamiento topográfico realizado en la quebrada Laurel, la cual nos sera útil para determinar mas adelante nuestras areas de inundación.

2.9.2. Etapa 2: Delimitación de la cuenca mediante el lenguaje de Model Builder.

Model Builder es un lenguaje de programación visual para crear flujos de trabajo de geoprocesamiento. Los modelos de geoprocesamiento automatizan y documentan los procesos de análisis espacial y de administración de datos. Los modelos de geoprocesamiento se crean y modifican en Model Builder, donde un modelo se representa como un diagrama que encadena secuencias de procesos y herramientas de geoprocesamiento, utilizando la salida de un proceso como la entrada de otro proceso.

Figura 2

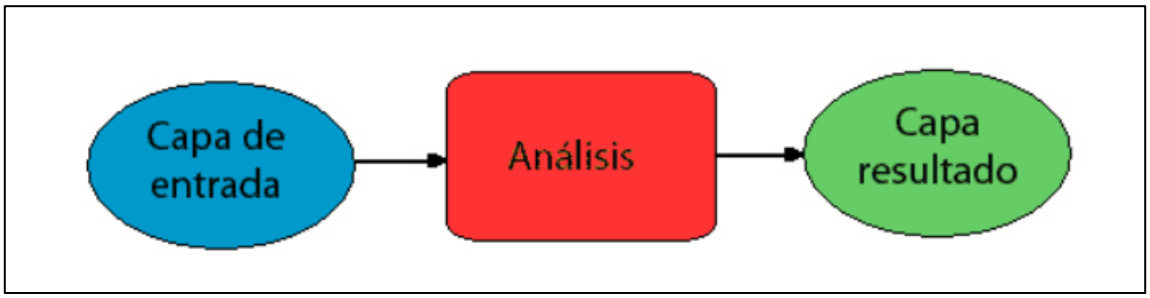
Entrada de elementos en Model Builder



Nota. La figura representa los modelos de entrada de una capa inicial que es sometida a un análisis concreto para generar una capa resultante. A su vez, la capa resultante puede ser susceptible de ser nuevamente analizada por más herramientas o tareas para dar capas secundarias y ampliar el modelo de análisis.

Figura 3

Procesamiento de elementos en Model Builder



Nota. La figura muestra el cambio de color respecto al análisis, es decir cuando el modelo comienza a trabajar, el diagrama de flujo comienza a activarse de manera secuencial según el orden de trabajo establecido. Podemos identificar la herramienta que está analizando la información en un determinado momento cuando observemos el elemento de herramienta de análisis activado en color rojo.

Tabla 1

Estados posibles de un proceso en Model Builder

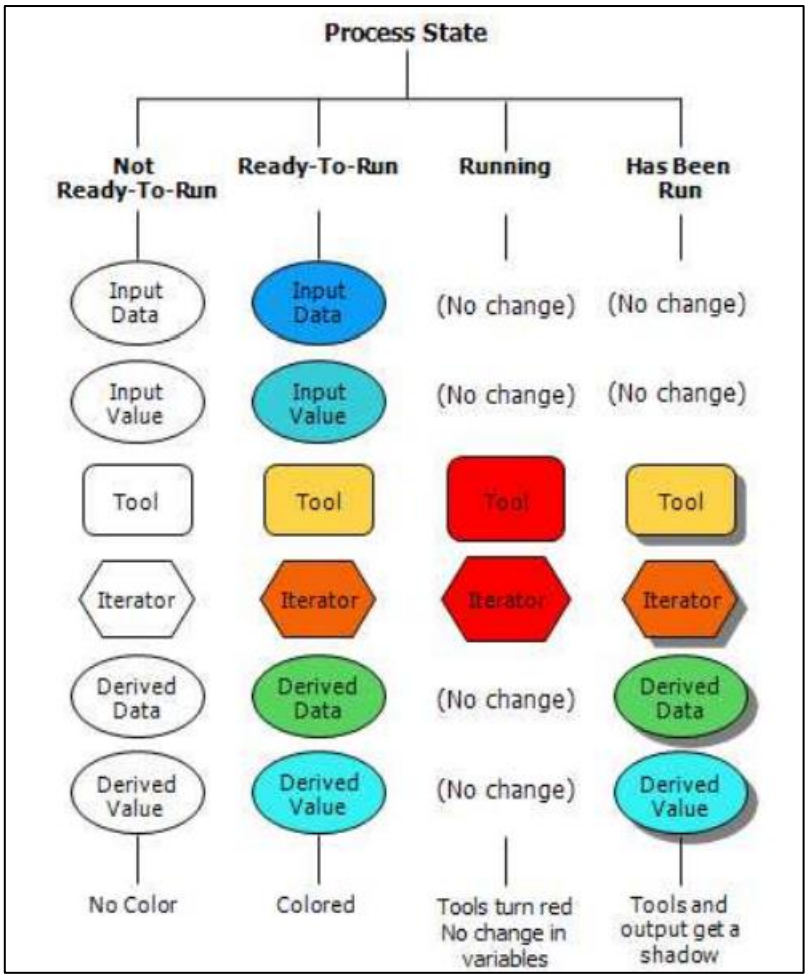
No preparado para ejecutarse	Al arrastrar inicialmente una herramienta a una ventana de Model Builder, el proceso se encuentra en estado de no preparado para ejecutarse (La herramienta es de color blanco), ya que no se han especificado los valores de parámetros necesarios. Este estado significa que el modelo no se puede ejecutar dentro del Model Builder.
Preparado para ejecutarse	Un proceso está preparado para ejecutarse cuando se han especificado todos los valores de parámetros necesarios. Los procesos que están en este estado se simbolizan con colores; los elementos de datos de entrada son de color azul, los elementos de herramienta son de color amarillo o naranja y los datos de salida (datos derivados) son de color verde.
En ejecución	El proceso está ejecutando actualmente. Las herramientas que se están ejecutando aparecen en estado rojo.

Ejecutado	Si el modelo se ejecuta en Model Builder, los elementos de la herramienta y de los datos de salida o derivados se visualizan con sombras para indicar que el proceso se ha ejecutado.

Nota. La tabla muestra todos los posibles casos que se generan al momento de realizar una ejecución de un trabajo en Model Builder.

Figura 4

Estado de proceso de elementos en Model Builder



Nota. La tabla figura muestra el resumen de estados de un proceso para los distintos elementos con los respectivos colores.

2.9.3. Etapa 3: Evaluación de los parámetros morfológicos de la micro cuenca de la quebrada Laurel.

En esta segunda etapa se realizó los cálculos en Excel para la obtención de los parámetros morfológicos como serian el área de la cuenca, el perímetro, tiempo de concentración, pendiente, altitud máxima y mínima.

2.9.4. Etapa 4: Realización del estudio hidrológico para la determinación de caudales de máxima avenida.

Para esta etapa, se obtuvieron datos de las precipitaciones máximas en 24 horas de las tres estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio, las cuales son administradas por SENAMHI: Estación Jaén, estación Chontalí y estación La Cascarilla. Con esta información se realizó el análisis estadístico para determinar los datos más consistentes, luego se delimitó la micro cuenca de la zona de estudio utilizando el software ArGis con su complemento de Model Builder, con los que se obtuvo los parámetros de la cuenca; con esta y demás información complementaria para el estudio hidrológico se determinaron los caudales máximos para los períodos de retorno indicados.

2.9.5. Etapa 5: Realización del modelamiento hidráulico para la identificación de las posibles zonas con riesgo de inundación.

Con la información que se obtuvo en las etapas anteriores, se realizó el modelamiento hidráulico utilizando el software HEC-RAS, los resultados que se obtuvieron en esta etapa fueron las áreas de inundación para los diferentes períodos de retorno.

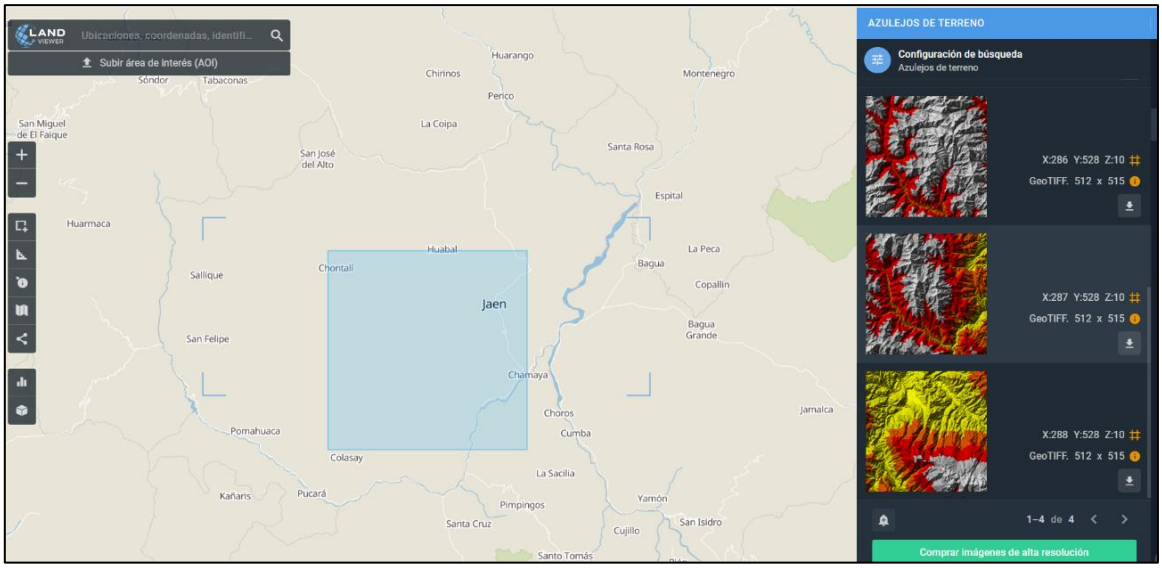
III. RESULTADOS

3.1. Objetivo específico 1: Recopilar información cartográfica, meteorológica y topográfica de la quebrada Laurel.

3.1.1. Información cartográfica

Figura 5

Modelos digitales

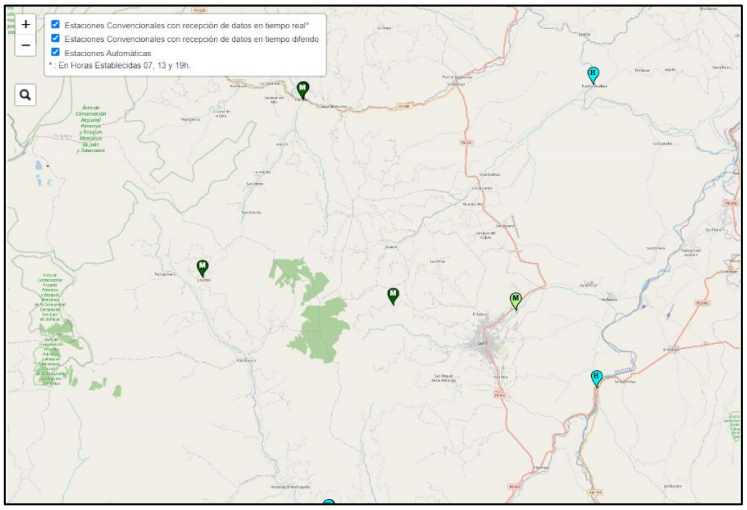


Nota. La figura representa los modelos digitales de elevación (DEM) con una resolución espacial de 30x30m que se obtuvo del servicio LAND VIEWER de imágenes satelitales de los Estados Unidos, que posteriormente servirán para generar una data ráster.

3.1.2. Información meteorológica

Figura 6

Estaciones meteorológicas



Nota. La figura representa las estaciones meteorológicas que se van a utilizar.

Figura 7

Precipitaciones en mm

Estación : CHONTALI

Departamento : CAJAMARCA Provincia : JAEN Distrito : CHONTALI Ir : 2024-11

Latitud : 5°38'38'' S Longitud : 79°5'24'' W Altitud : 1627 msnm.

Tipo : Convencional - Meteorológica Codigo : 105065

Exportar a Excel Exportar a CSV

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
2024-11-01	30	14.4	74.3	4.1
2024-11-02	22.4	14.6	82.0	1.0
2024-11-03	22.5	15	84.3	0.0
2024-11-04	29.9	13.4	72.5	0.8
2024-11-05	26.5	15.2	78.3	0.0
2024-11-06	29.1	16.2	72.8	0.0
2024-11-07	29.4	16.2	65.0	0.0
2024-11-08	28.5	13.6	50.6	0.0
2024-11-09	29.9	11.7	64.8	0.0
2024-11-10	30.3	11.8	67.9	0.0
2024-11-11	31.8	10.9	48.8	0.0

Nota. La figura representa las precipitaciones por día que son obtenidas de la página de SENAMHI.

3.1.3 Estudio topográfico del Río

Tabla 2

Características topográficas del río

Característica	Descripción
Longitud total del río	439.84m
Altitud máxima	1738.068 m.s.n.m.
Altitud mínima	1709.331 m.s.n.m.
Coordenadas y altitud de inicio de vía (BM - 1)	Norte: 9358004.165 Este: 729207.989 Altitud: 1733.88 m
Coordenadas y altitud de fin de vía (BM - 2)	Norte: 9357807.317 Este: 729204.1963 Altitud: 1727.0424 m
Ancho de río promedio	20.00 m.

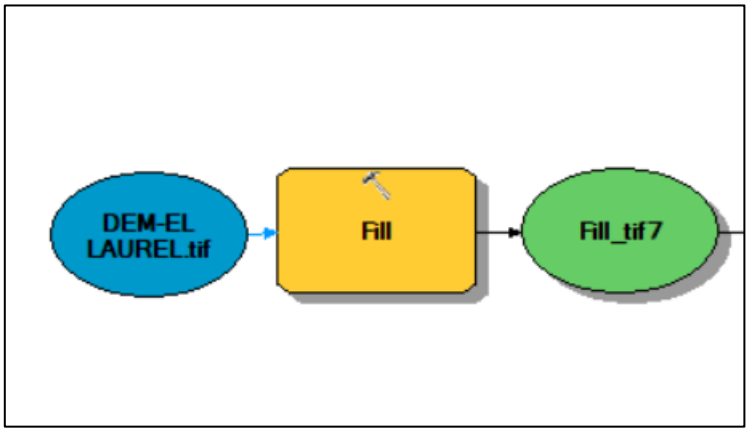
Nota. En la tabla, se presentan los datos topográficos de los BMs establecidos durante el estudio topográfico, así como también la altitud máxima y mínima.

3.2. Objetivo específico 2: Evaluar los parámetros morfológicos de la micro cuenca de la quebrada Laurel.

3.2.1. Delimitamos la cuenca con la Programación MODEL BUILDER

Figura 8

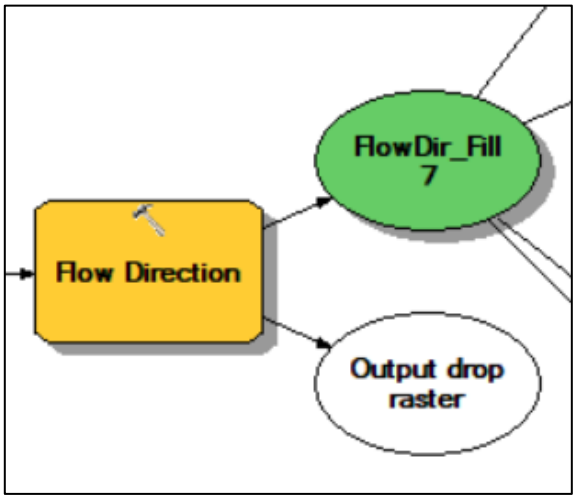
Creación del DEM



Nota. La figura representa la creación del DEM mediante el lenguaje Model Builder.

Figura 9

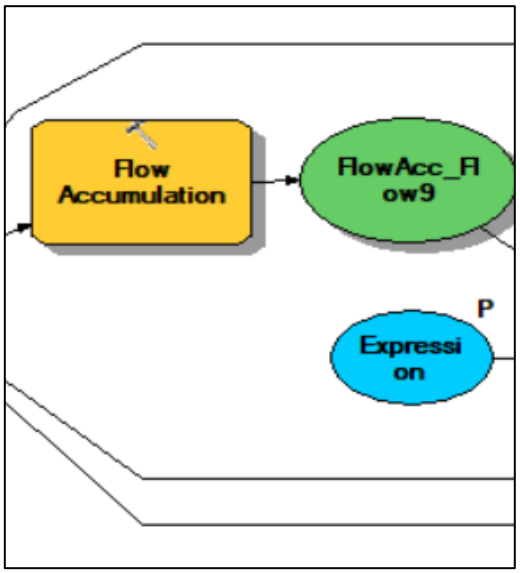
Dirección de flujo



Nota. La figura representa la dirección de flujo mediante el lenguaje Model Builder.

Figura 10

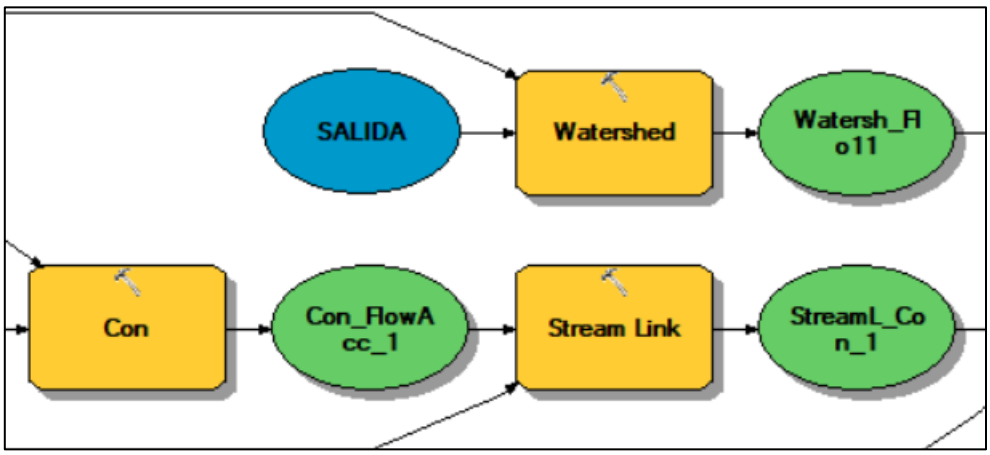
Acumulación de flujo



Nota. La figura representa la acumulación de flujo mediante el lenguaje Model Builder.

Figura 11

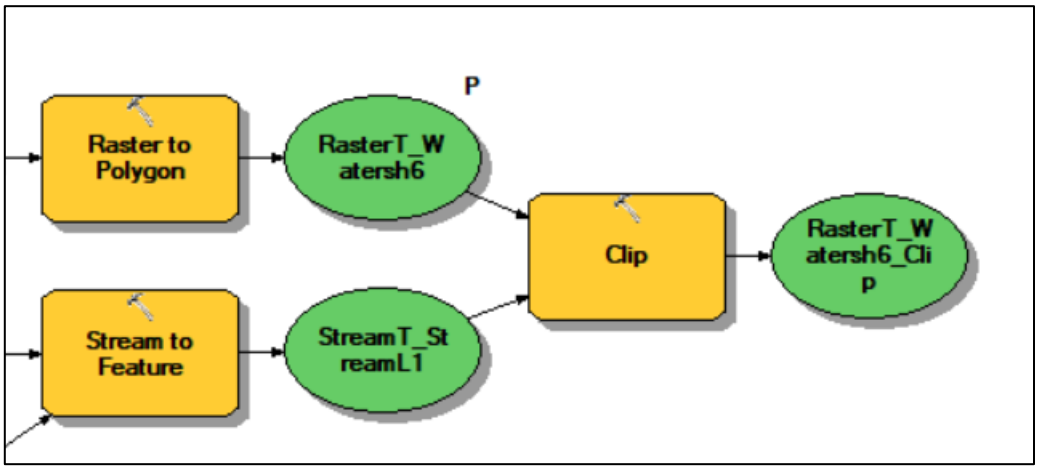
Condición de flujo



Nota. La figura representa la condición de flujo que se ingresa para que nos permita la realización de la quebrada mediante el lenguaje Model Builder.

Figura 12

Condición del raster



Nota. La figura representa la condición del raster la cual permite organizar la formación de la cuenca mediante el lenguaje Model Builder.

3.2.2. Parámetros morfológicos de la micro cuenca hidrográfica

Parámetros de forma

Superficie total de la cuenca (At): 104.455 km2

Perímetro (P): 53.725 km

Lado menor del rectángulo equivalente (I): 4.66 km

Lado mayor del rectángulo equivalente (L): 22.40 km

Factor de Forma (Ft):

$$Ft = \frac{I}{L} \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$Ft = 0.2082$$

Índice de Gravelius (K)

$$K = 0.28 \frac{P}{\sqrt{At}} \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$K = 1.4829$$

Parámetros de relieve

Tabla 3

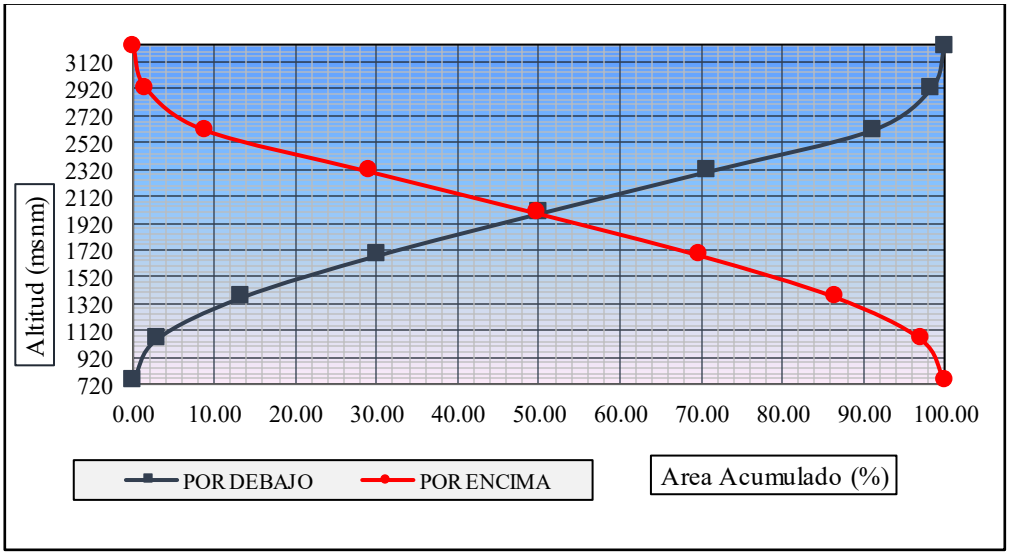
Áreas según la altitud de la cuenca

Altitud	Áreas Parciales		Áreas Acumuladas			
			Por Debajo		Por Encima	
m.s.n.m.	km2	(%)	(km2)	(%)	km2	(%)
Punto más bajo						
739	0.00	0.00	0.00	0.00	106.20	100.00
1052	3.09	2.91	3.09	2.91	103.11	97.09
1364	11.13	10.48	14.23	13.40	91.97	86.60
1676	17.80	16.76	32.03	30.16	74.17	69.84
1989	21.20	19.96	53.23	50.12	52.97	49.88
2301	22.00	20.71	75.23	70.84	30.97	29.16
2613	21.68	20.42	96.91	91.26	9.29	8.74
2925	7.61	7.17	104.53	98.43	1.67	1.57
3237	1.67	1.57	106.20	100.00	0.00	0.00
Punto más alto						
TOTAL	**106.20**	**100.00**				

Nota. Datos tomados de la topografía y calculados según formulas.

Figura 13

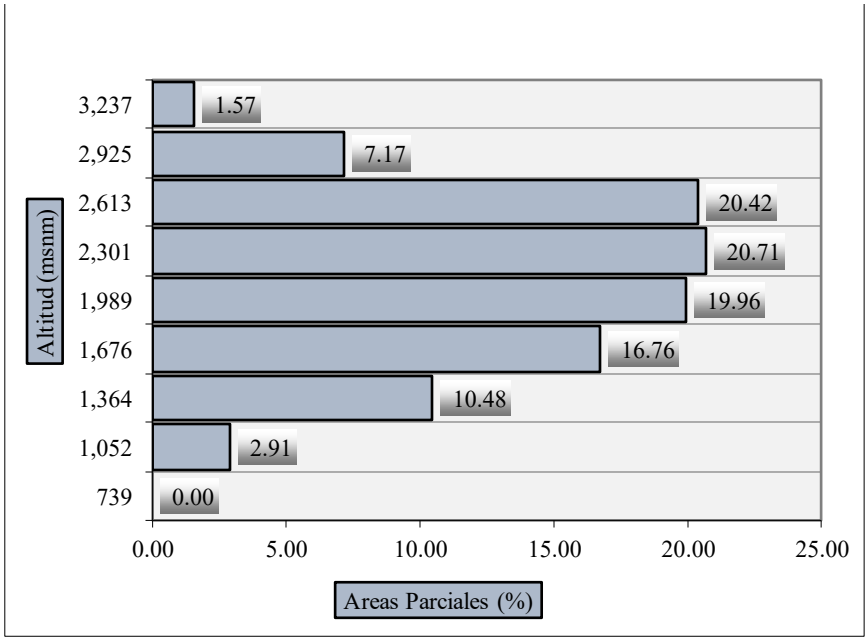
Curva Hipsométrica de la cuenca



Nota. La figura representa las curvas hipsométricas para las áreas acumuladas por debajo y por encima, dichas curvas muestran cuanta área esta por encima y por debajo de los intervalos de elevación marcados.

Figura 14

Histograma de Frecuencia de Altitudes



Nota. La figura representa resultados del histograma de frecuencia de altitud.

Cálculos de la Altitud media Ponderada

Tabla 4

Áreas parciales entre curvas de nivel

ai	ci(altitud media)	ai*ci
3.09	895.5	2769.07
11.13	1208.0	13450.56
17.80	1520.0	27059.74
21.20	1832.5	38848.90
22.00	2145.0	47187.69
21.68	2457.0	53279.75
7.61	2769.0	21084.26
1.67	3081.0	5148.32
106.20	Σ	208828.29

Nota. Esta tabla muestra las áreas que se generan en las curvas.

$$\text{Em} = \frac{\sum \text{ai} * \text{ci}}{\text{A}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\text{Em} = 1966.40 \text{ msnm}$$

Cálculos de la Altitud media Simple

$$\text{CM} = \text{Cota o altitud más alta de la cuenca}$$

$$\text{Cm} = \text{Cota o altitud más baja de la cuenca}$$

$$H_{ms} = \frac{(CM + Cm)}{2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(4)$$

$$\mathrm{H_{ms}} = 1988.00 \text{ msnm}$$

Rectángulo equivalente

Coeficiente de Gravelius (k) = 1.4269

Área de la cuenca (A) = 41.03 km2

Lado mayor del rectángulo equivalente:

$$\mathrm{L} = \frac{\mathrm{K}\sqrt{\mathrm{A}}}{1.12}\left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{\mathrm{K}}\right)^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(5)$$

$$\mathrm{L} = 22.40 \text{ km}$$

Lado menor del rectángulo equivalente:

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{K}\sqrt{\mathrm{A}}}{1.12}\left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{\mathrm{K}}\right)^2}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(6)$$

$$\mathrm{I} = 4.66 \text{ km}$$

Tabla 5

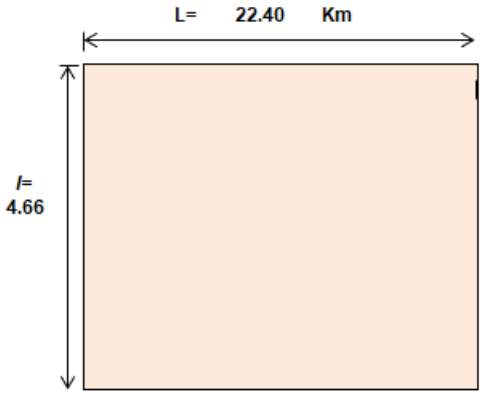
Áreas parciales y ancho para rectángulo equivalente

Cota (msnm)	Área Parcial, ai (Km2)	Ancho, ci (Km)
739.00	0.00	0.00
1052.00	3.09	0.66
1364.00	11.13	2.39
1676.00	17.80	3.82
1989.00	21.20	4.55
2301.00	22.00	4.72
2613.00	21.68	4.65
2925.00	7.61	1.63
3237.00	1.67	0.36
	Suma ci= L=	22.77

Nota. Esta tabla muestra el ancho representativo para la cuenca.

Figura 15

Rectángulo Equivalente



Nota. La figura representa la clasificación de forma de la cuenca.

Índice de pendiente

$$\mathrm{Ip} = \sum_{i=2}^{n} \sqrt{\mathrm{Bi}(a_i - a_{i-1})} * \frac{1}{\sqrt{L}} \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

Tabla 6

Índice de Pendiente

Ai	Bi = Ai/At	ai - ai-1	Bi* (ai -Ai-1)	Raíz (4)	5 * 1/(L)^0.5
1	2	3	4	5	6
0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3.09	0.03	313.00	9.11	3.02	0.64
11.13	0.10	312.00	32.71	5.72	1.21
17.80	0.17	312.00	52.30	7.23	1.53
21.20	0.20	313.00	62.48	7.90	1.67
22.00	0.21	312.00	64.63	8.04	1.70
21.68	0.20	312.00	63.71	7.98	1.69
7.61	0.07	312.00	22.37	4.73	1.00
1.67	0.02	312.00	4.91	2.22	0.47
106.20				***Ip =***	**9.89687**

Nota. La tabla muestra los resultados para el índice de pendiente.

Pendiente de la cuenca

$$S = \frac{H}{L} \ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

$$H = 2\,498.00 \;\; ; \;\; L = 22\,400.82$$

$$S = 11.15\%$$

Perfil longitudinal del cauce del río

Tabla 7

Perfil Longitudinal del Cauce del río

Progresiva	Long. (m)	Long Acum (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5
0+000	0.00	0.00	750.00			
2+000	2000.00	2000.00	870.00	120.00	0.1379	2.6926
4+000	2000.00	4000.00	1020.00	150.00	0.1471	2.6077
6+000	2000.00	6000.00	1140.00	120.00	0.1053	3.0822
8+000	2000.00	8000.00	1250.00	110.00	0.0880	3.3710
10+000	2000.00	10000.00	1350.00	100.00	0.0741	3.6742
12+000	2000.00	12000.00	1475.00	125.00	0.0847	3.4351
14+000	2000.00	14000.00	1600.00	125.00	0.0781	3.5777
16+000	2000.00	16000.00	1725.00	125.00	0.0725	3.7148
17+750	1750.00	17750.00	1850.00	125.00	0.0676	3.8471
						30.0024

Nota. En la tabla se realiza los cálculos que representa la forma del río vista en perfil.

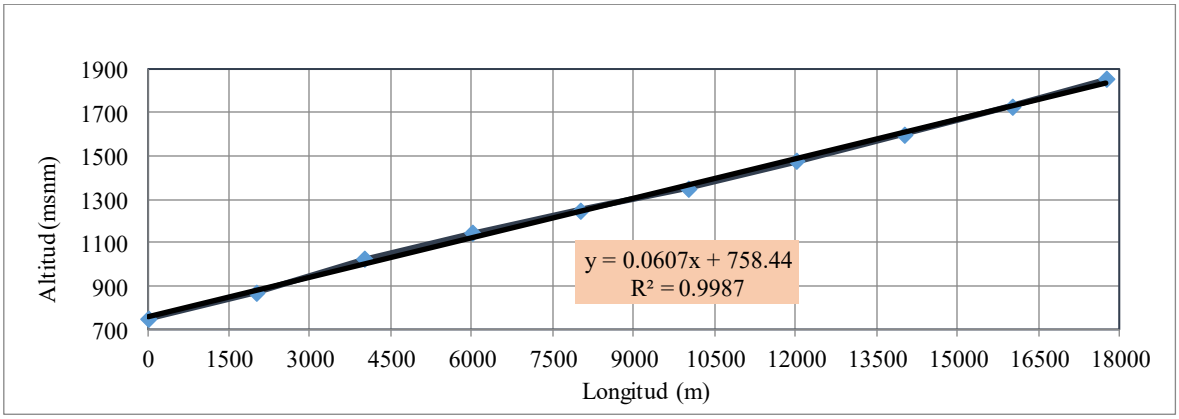
Según Taylor y Schwarz

$$S = \left[\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} \ldots\ldots \frac{1}{\sqrt{S_1}}}\right]^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

$$S = 8.51\%$$

Figura 16

Pendiente de la quebrada principal



Nota. La figura representa la pendiente del cauce principal de la quebrada Laurel.

a) Parámetros relativos

Densidad de drenaje

Longitud total de ríos (Li) = 112.46 km

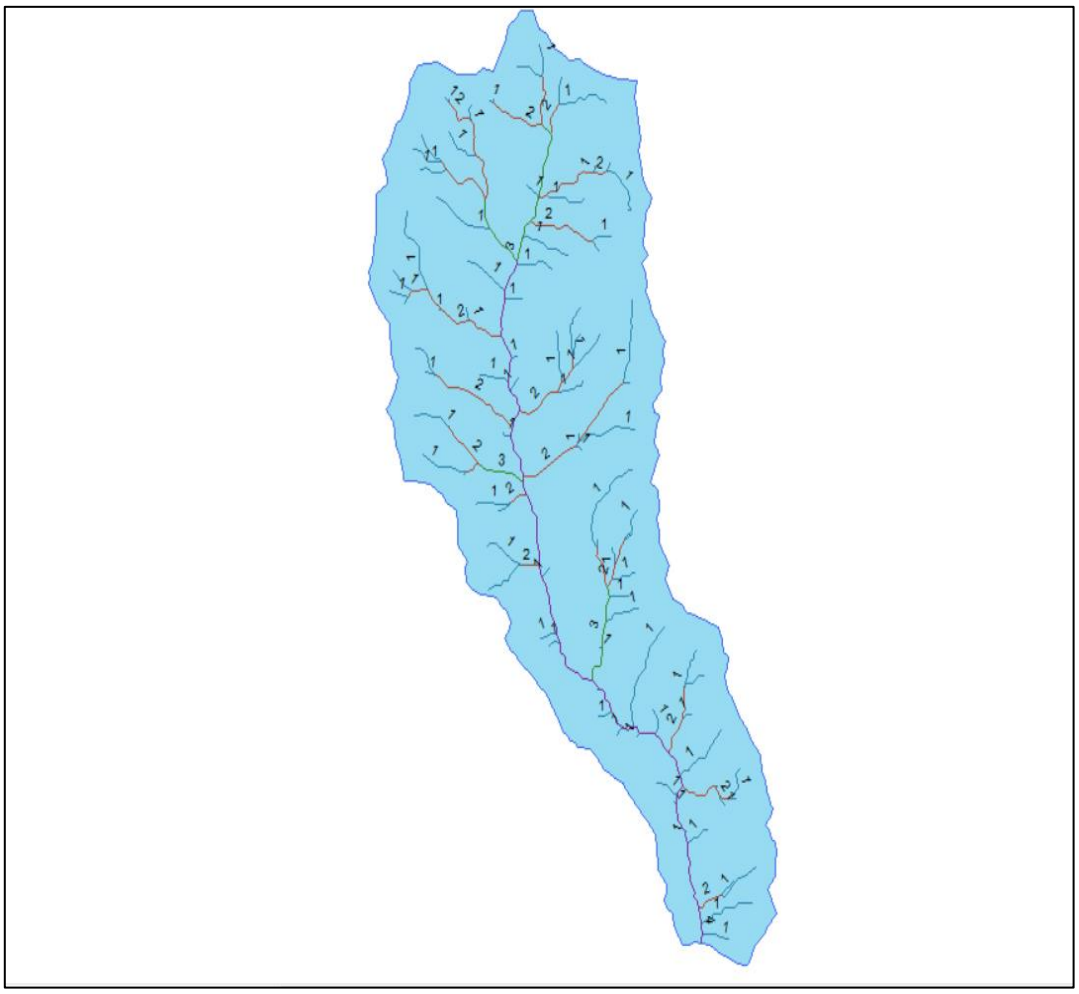
Área de la cuenca (A) = 104.46 km2

$$Dd = \frac{Li}{A} \ldots\ldots\ldots\ldots..(10)$$

$$Dd = 1.08$$

Figura 17

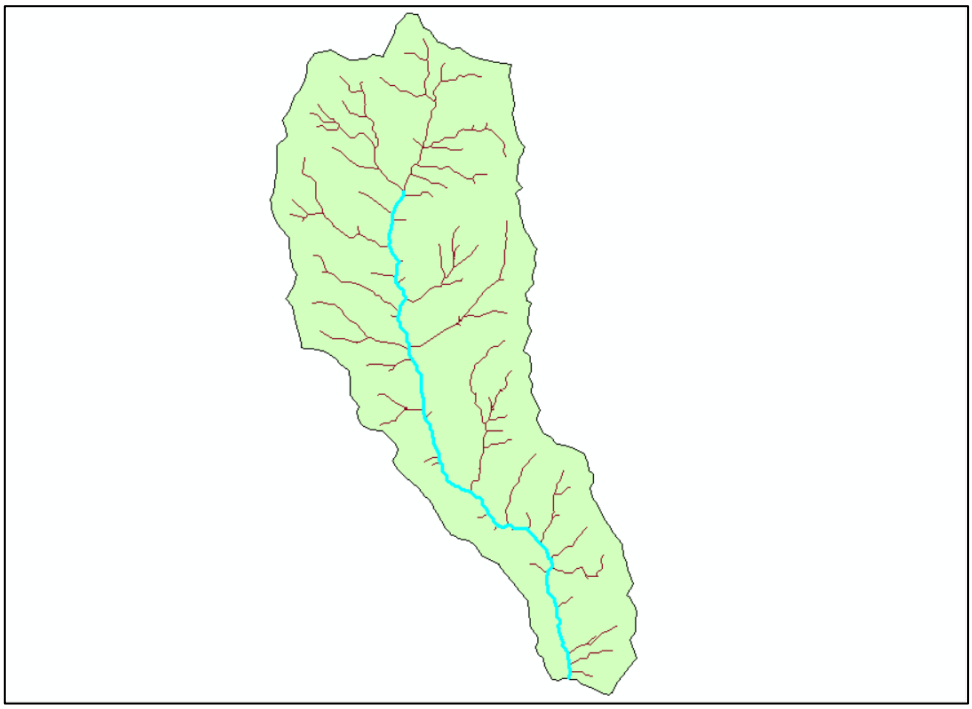
Cauces de la quebrada Laurel



Nota. La figura representa todos los cauces que llegan a la quebrada Laurel.

Figura 18

Tramo del cauce principal de la quebrada Laurel



Nota. La figura representa el cauce principal de color más resaltante. Longitud del cauce principal (L) = 17.75 km.

3.3. Objetivo específico 3: Realizar el estudio hidrológico para determinar caudales de máxima avenida para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años de la quebrada Laurel.

3.3.1. Análisis Hidrológico

La información sobre las precipitaciones registradas en 24 horas en la zona de estudio se obtiene de tres estaciones meteorológicas más cercanas al lugar de estudio (Chontalí, La Cascarilla y Jaén), Las estaciones miden las tormentas con pluviómetros con lecturas cada 24 horas.

Tabla 8

Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación Chontalí

Estación "A"												
Estación: Chontali						**Lat.: 5º 38' "S"**			**Dpto.: Cajamarca**			
Código: 000250 / Dz-02						**Long.: 79º 5' "W"**			**Prov.: Jaén**			
Param.:	**:Precip. Max. En 24 Horas (Mm)**					**Alt.: 1626.5 Msnm**			**Dist.: Chontalí**			
Años	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**
2004	46.6	7.8	33.1	S/D	17.8	12.3	S/D	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3

2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	S/D	3.2	S/D	28	45.6	21.9
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7
2019	23.9	52.8	57.7	S/D	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6
2020	31.3	14.5	S/D	21	37.3	34.8	17.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	61.5	27.6	48.4
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4
2023	42.4	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8

Nota. Datos tomados de la Oficina General de Estadística e Informática – SENAMHI.

Tabla 9

Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación La Cascarilla

Estación "B"

Estación: La Cascarilla **Lat.:** 5º 40' "S" **Dep.:** Cajamarca

Código: 000349 / Dz-02 **Long.:**78º 53' "W" **Prov.:** Jaén

Param.: :Precip. Max.En 24 Horas (Mm) **Alt.:** 1991 Msnm **Dist.:** Jaén

Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4
2006	45	47.7	39	33.3	S/D	S/D	3.3	8.3	S/D	41.1	S/D	50.4
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7

2016	S/D	23.5	S/D	62	25	14	S/D	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9
2020	47.9	49.7	S/D	28	35.7	36.3	12.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4

Nota. Datos tomados de la Oficina General de Estadística e Informática – SENAMHI.

Tabla 10

Tabla de Precipitaciones máximas en 24 horas – Estación Jaén

Estación "C"

Estación: Jaén **Lat.: 5º 40' "35.89"** **Dep.: Cajamarca**

Código: 153106 / Dz-02 **Long.: 78° 46' "27.05"** **Prov.: Jaén**

Param.: :Precip. Max. En 24 Horas (Mm) **Alt.: 618 Msnm** **Dist.: Jaén**

Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	S/D	11.7	15.5	16
2007	7.6	27	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5
2015	49.5	16.6	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6
2016	25.6	14.5	S/D	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23
2017	19.2	11.2	37.8	26.8	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4
2020	10	5	S/D	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2

Nota. Datos tomados de la Oficina General de Estadística e Informática – SENAMHI.

Se completaron los datos faltantes de las tres estaciones con el Método de Proporción Normal:

Proporción normal con estaciones vecinas

$$P_x = \frac{N_X}{n}\left(\frac{P_A}{N_A} + \frac{P_B}{N_B}\right) \ldots\ldots\ldots..(12)$$

Proporción con la misma estación

$$P_i = \frac{(\sum P_n) * Ni}{N} \ldots\ldots\ldots(13)$$

Tabla 11

Información de precipitaciones con Datos completos – Estación Chontalí

Estación "A"												
Estacion: Chontalí						**Lat.: 5º 38' "S"**			**Dpto.: Cajamarca**			
Código: 000250 / Dz-02						**Long.: 79º 5' "W"**			**Prov.: Jaén**			
Param.:	**:Precip. Max. En 24 Horas (Mm)**					**Alt.: 1626.5 Msnm**			**Dist.: Chontalí**			
Años	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**
2004	46.6	7.8	33.1	35.37	17.8	12.3	7.57	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3
2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	2.08	3.2	13.80	28	45.6	21.9
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7
2019	23.9	52.8	57.7	18.01	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6
2020	31.3	14.5	23.80	21	37.3	34.8	17.2	5.13	7.50	15.50	16.79	13.91
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	34.2	27.6	48.4
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4
2023	42.2	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8
Suma	639.8	611.8	945.0	711.3	475.5	454.0	284.3	203.6	296.4	615.5	666.7	552.3
Prom.	32.0	30.6	47.3	35.6	23.8	22.7	14.2	10.2	14.8	30.8	33.3	27.6

Nota. Datos tomados de la Oficina General de Estadística e Informática – SENAMHI.

Tabla 12

Información de precipitaciones con Datos completos – Estación La Cascarilla

Estación "B"

Estación: La Cascarilla **Lat.: 5º 40' "S"** **Dep.: Cajamarca**

Código: 000349 / Dz-02 **Long.:78º 53' "W"** **Prov.: Jaén**

Param.: :Precip. Max.En 24 Horas (Mm) **Alt.: 1991 Msnm** **Dist.: Jaén**

Años	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4
2006	45	47.7	39	33.3	24.69	36.34	3.3	8.3	16.37	41.1	36.77	50.4
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7
2016	52.53	23.5	19.27	62	25	14	17.10	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9
2020	47.9	49.7	23.76	28	35.7	36.3	12.4	8.41	10.44	22.66	23.46	19.87
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4
Suma	924.1	890.2	869.5	850.4	738.0	462.5	375.8	317.3	390.1	854.7	876.3	749.6
Prom.	46.2	44.5	43.5	42.5	36.9	23.1	18.8	15.9	19.5	42.7	43.8	37.5

Nota. Datos tomados de la Oficina General de Estadística e Informática – SENAMHI.

Tabla 13

Información de precipitaciones con Datos completos – Estación Jaén

Estación "C"												
Estación: Jaén						**Lat.: 6º 2' "S"**				**Dep.: Cajamarca**		
Código: 153106 / Dz-02						**Long.: 78° 46' "27.05"**				**Prov.: Jaén**		
Param.:	**:Precip. Max. En 24 Horas (Mm)**					**Alt.: 618 Msnm**				**Dist.: Jaén**		
Años	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	17.82	11.7	15.5	16
2007	7.6	27.00	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5
2015	49.5	16.60	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6
2016	25.6	14.5	17.20	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23
2017	19.2	11.2	37.8	26.80	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4
2020	10	5	9.11	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2
Suma	324.2	523.1	569.7	489.1	412.2	304.9	266.4	183.6	212.5	415.3	440.8	417.9
Prom.	16.2	26.2	28.5	24.5	20.6	15.2	13.3	9.2	10.6	20.8	22.0	20.9

Nota. Datos tomados de SENAMHI

De la información obtenida de las tres estaciones Meteorológicas se desarrolla una correlación precipitación / Altitud para así obtener una Estación Arial de la cuenca Laurel por medio de las precipitaciones medias anuales y la altitud de cada estación.

Tabla 14

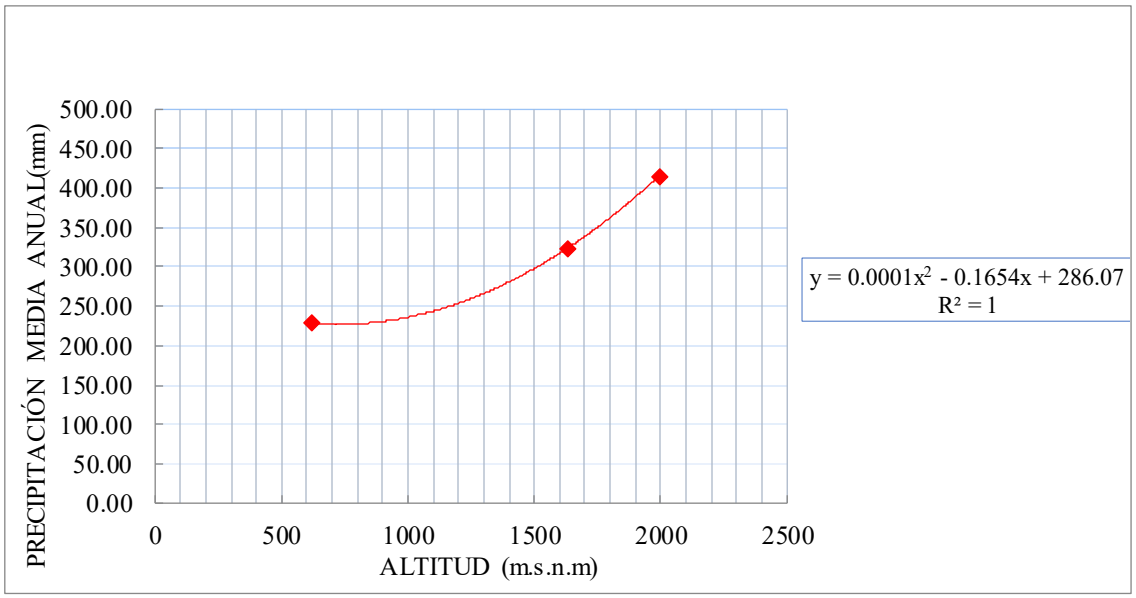
Precipitación Media Anual

Estación	Precip. Media Anual	Altitud (m.s.n.m)
Chontalí	322.81	1626.5
Las Cascarilla	414.93	1991.0
Jaén	227.99	618.0

Nota. La tabla muestra el resumen de las precipitaciones.

Figura 19

Análisis de regresión polinomial de 2º grado



Nota. La figura representa la forma que engloba las precipitaciones de las tres estaciones.

$$y = 0.0001x^2 - 0.1654x + 286.07 \ldots\ldots\ldots\ldots (14)$$

Tabla 15

Factor de Correlación por altitud

Estación	Precip. Media Anual	Altitud (M.S.N.M)
Chontalí	353.17	1991.0
El Laurel	347.50	1966.4

Nota. La tabla muestra cálculos para hallar el factor de correlación.

$$FC = \frac{Pa\ (Cuenca\ Laurel)}{Pa\ (Cuenca\ Chontalí)} = 0.98$$

Dicho factor de altitud es aplicado en cada dato de precipitación máxima en 24 horas de la estación Chontalí, obteniendo de esta manera la estación Arial Cuenca Laurel.

Tabla 16

Precipitación máxima en 24 horas – Estación Arial Laurel

Estación: Cuenca Laurel						**Lat.:** 5º 38' "S"				**Dpto.:** Cajamarca				
Código:						**Long.:** 79º 5' "W"				**Prov.:** Jaén				
Param.:	**:Precip. Max. En 24 Horas (Mm)**					**Alt.:** **663.8** Msnm				**Dist.:** Jaén				
Años	**Ene.**	**Feb.**	**Mar.**	**Abr.**	**May.**	**Jun.**	**Jul.**	**Ago.**	**Set.**	**Oct.**	**Nov.**	**Dic.**	**P. Anual**	**Max.**
2004	71.5	24.9	27.3	28.6	48.9	24.1	12.2	12.0	28.1	29.8	44.6	44.9	396.9	71.5
2005	19.2	32.0	46.8	60.6	25.4	16.3	10.5	18.0	30.3	53.1	72.7	34.8	419.9	72.7
2006	44.3	46.9	38.4	32.8	24.3	35.8	3.2	8.2	16.1	40.4	36.2	49.6	376.1	49.6
2007	17.4	21.5	31.4	47.7	48.5	15.5	27.6	25.6	26.1	79.2	52.8	45.2	438.6	79.2
2008	36.3	66.8	41.1	19.9	41.9	33.5	27.9	17.0	8.1	51.7	37.7	5.1	387.0	66.8
2009	55.2	26.3	72.4	42.9	46.0	19.1	23.4	32.5	22.9	86.5	26.8	42.2	496.2	86.5
2010	23.4	49.4	17.4	65.6	17.4	13.8	3.7	11.2	14.0	37.7	15.3	35.4	304.4	65.6
2011	77.3	34.0	31.2	81.7	27.3	16.5	15.3	10.2	40.8	31.5	55.1	52.7	473.8	81.7
2012	69.2	48.2	66.2	60.0	17.4	24.7	27.0	12.4	8.1	27.3	39.9	46.9	447.2	69.2
2013	18.0	43.8	30.6	14.4	51.4	29.5	22.9	28.5	17.8	79.2	10.8	38.0	384.9	79.2
2014	24.6	39.5	57.8	22.7	88.8	24.2	8.7	12.1	13.9	28.8	32.8	27.6	381.4	88.8
2015	62.6	37.4	57.9	41.3	30.7	12.5	60.7	25.3	15.0	17.2	30.5	20.4	411.4	62.6
2016	51.7	23.1	19.0	61.0	24.6	13.8	16.8	23.3	32.9	12.6	54.3	37.0	370.1	61.0
2017	65.0	29.7	47.9	39.4	20.7	43.1	8.1	13.7	16.5	55.1	37.6	33.1	409.8	65.0
2018	40.5	57.9	25.3	22.8	55.9	15.6	10.7	17.1	7.0	82.4	64.0	17.1	416.3	82.4
2019	31.7	97.6	51.8	65.4	29.0	11.5	32.2	6.8	12.8	14.3	45.9	60.9	459.8	97.6
2020	47.1	48.9	23.4	27.6	35.1	35.7	12.2	8.3	10.3	22.3	23.1	19.6	313.5	48.9
2021	70.1	25.8	43.0	32.9	26.1	19.3	16.1	8.9	30.8	48.1	99.4	33.0	453.3	99.4
2022	53.1	44.8	78.5	27.6	49.7	28.7	17.9	8.5	24.2	23.6	51.0	36.6	444.2	78.5
2023	31.0	77.4	48.3	41.9	17.1	21.8	12.4	12.7	8.3	20.2	32.0	57.5	380.6	77.4

Nota. La tabla es el reajuste de precipitaciones de la estación más cercana para encontrar la estación Arial, que este caso sería la estación Laurel.

3.3.1.1. Análisis Probabilístico

El análisis probabilístico se basa en los resultados estadísticos del inciso anterior. Por cada estación se probarán los modelos de distribución probabilística: normal, log normal, log normal de 2 parámetros, log normal de 3 parámetros y Gumbel. Desarrollando la Estación Laurel, se seleccionó como mejor modelo aquella distribución que tuviera el menor valor de la desviación estándar del error, procedimiento que se conoce como prueba de bondad de ajuste. El resultado del análisis probabilístico son las tormentas de diseño en 24 horas para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100 y 200 años, según la siguiente tabla:

Tabla 17

Análisis Probabilístico

Datos	P(X)	Probabilidades De Excedencia F(X)				Diferencia Delta D			
	Empírica	Normal	Ln2	Ln3	Gumbel	Normal	Ln2	Ln3	Gumbel
1	0.048	0.03258	0.05320	0.06362	0.075	0.015	0.006	0.016	0.0273
2	0.095	0.04322	0.06416	0.07463	0.086	0.052	0.031	0.021	0.0094
3	0.143	0.14311	0.15283	0.15938	0.167	0.000	0.010	0.017	0.0240
4	0.190	0.18384	0.18685	0.19105	0.197	0.007	0.004	0.001	0.0061
5	0.238	0.27479	0.26304	0.26166	0.263	0.037	0.025	0.024	0.0247
6	0.286	0.29185	0.27753	0.27511	0.275	0.006	0.008	0.011	0.0103
7	0.333	0.35645	0.33339	0.32713	0.325	0.023	0.000	0.006	0.0087
8	0.381	0.35645	0.33339	0.32713	0.325	0.025	0.048	0.054	0.0563
9	0.429	0.37541	0.35013	0.34279	0.339	0.053	0.078	0.086	0.0891
10	0.476	0.40581	0.37732	0.36833	0.364	0.070	0.099	0.108	0.1123
11	0.524	0.54272	0.50635	0.49162	0.484	0.019	0.017	0.032	0.0403
12	0.571	0.57680	0.54037	0.52481	0.516	0.005	0.031	0.047	0.0551
13	0.619	0.64301	0.60894	0.59274	0.584	0.024	0.010	0.026	0.0347
14	0.667	0.70517	0.67647	0.66109	0.654	0.039	0.010	0.006	0.0128
15	0.714	0.73426	0.70916	0.69473	0.689	0.020	0.005	0.020	0.0258
16	0.762	0.74824	0.72511	0.71129	0.706	0.014	0.037	0.051	0.0563
17	0.810	0.80205	0.78794	0.77742	0.775	0.007	0.022	0.032	0.0350
18	0.857	0.83252	0.82441	0.81646	0.816	0.025	0.033	0.041	0.0416
19	0.905	0.96403	0.97796	0.98216	0.985	0.059	0.073	0.077	0.0806
20	0.952	0.96784	0.98153	0.98563	0.988	0.015	0.029	0.033	0.0361
						0.07038	0.09887	0.10786	0.11231
						Aceptada	Aceptada	Aceptada	Aceptada
							0.3041		

Nota. La tabla muestra el análisis estadístico, donde para cálculos posteriores se utiliza la de Gumbel por menor que la propuesta.

Los datos se ajustan a la función de Gumbel, siendo este dato 0.11231 menor a 0.3041. El resultado del análisis probabilístico son las tormentas de diseño en 24 horas para los diferentes periodos de retorno, según la siguiente tabla.

Tabla 18

Tormenta de Diseño en 24 horas

Tr	P Excedido	P No Excedido	Valor Z	Y	X=Lni
2	0.5	0.5	0	4.29	72.94
5	0.2	0.8	0.841621	4.45	85.70
10	0.1	0.9	1.281552	4.54	93.24
20	0.05	0.95	1.644854	4.60	99.96
25	0.04	0.96	1.750686	4.63	102.00
50	0.02	0.98	2.053749	4.68	108.10
100	0.01	0.99	2.326348	4.74	113.90
140	0.007	0.99	2.449998	4.76	116.63
200	0.005	0.995	2.575829	4.78	119.48
500	0.002	0.998	2.878162	4.84	126.60

Nota. La tabla muestra los cálculos de tormenta desde un TR2 hasta un TR500.

4.1.2.3. Intensidad de lluvia

La intensidad de lluvia se define como la precipitación registrada en un intervalo de tiempo y su valor varia durante el transcurso de la tormenta.

Tabla 19

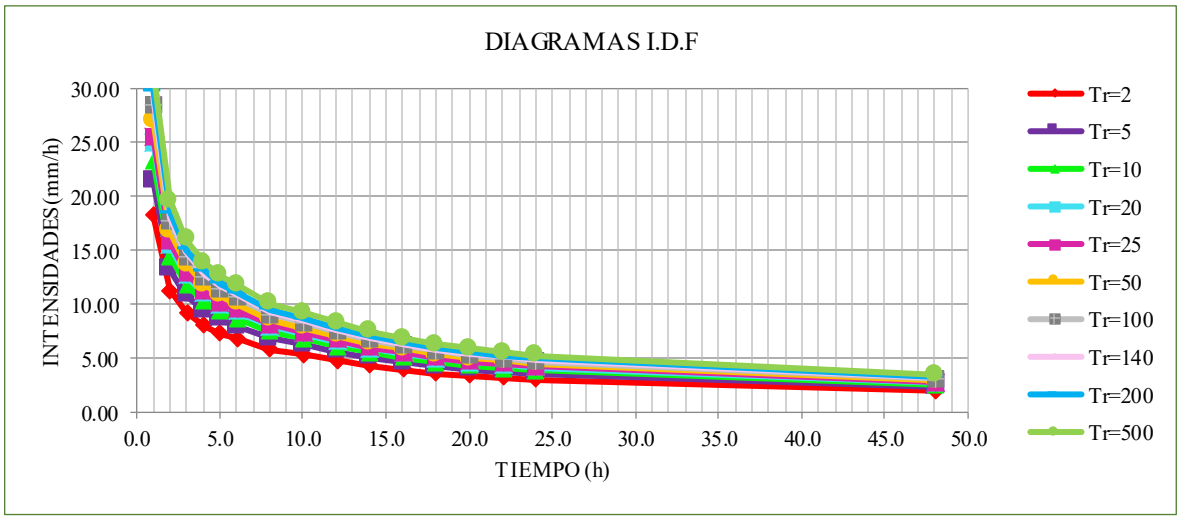
Intensidades Máximas (mm/h) – Estación Arial Cuenca Laurel

		Intensidades (mm/hora)															
Tr	**P(mm)**	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	48.0
		0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.73	0.79	0.83	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.32
2	72.94	18.23	11.31	9.24	8.02	7.29	6.81	5.83	5.32	4.80	4.32	3.97	3.65	3.39	3.22	3.04	2.01
5	85.70	21.42	13.28	10.86	9.43	8.57	8.00	6.86	6.26	5.64	5.08	4.66	4.28	3.99	3.78	3.57	2.36
10	93.24	23.31	14.45	11.81	10.26	9.32	8.70	7.46	6.81	6.14	5.53	5.07	4.66	4.34	4.11	3.88	2.56
20	99.96	24.99	15.49	12.66	11.00	10.00	9.33	8.00	7.30	6.58	5.93	5.44	5.00	4.65	4.41	4.16	2.75
25	102.00	25.50	15.81	12.92	11.22	10.20	9.52	8.16	7.45	6.72	6.05	5.55	5.10	4.74	4.50	4.25	2.81
50	108.10	27.03	16.76	13.69	11.89	10.81	10.09	8.65	7.89	7.12	6.41	5.88	5.41	5.03	4.77	4.50	2.97
100	113.90	28.47	17.65	14.43	12.53	11.39	10.63	9.11	8.31	7.50	6.75	6.19	5.69	5.30	5.02	4.75	3.13
140	116.63	29.16	18.08	14.77	12.83	11.66	10.89	9.33	8.51	7.68	6.91	6.34	5.83	5.42	5.14	4.86	3.21
200	119.48	29.87	18.52	15.13	13.14	11.95	11.15	9.56	8.72	7.87	7.08	6.50	5.97	5.56	5.27	4.98	3.29
500	126.60	31.65	19.62	16.04	13.93	12.66	11.82	10.13	9.24	8.33	7.51	6.88	6.33	5.89	5.58	5.28	3.48

Nota. La tabla muestra intensidades máximas desde un tiempo de retorno de 2 años hasta 200 años.

Figura 20

Curva Intensidad – Duración – Frecuencia. Estación Laurel



Nota. La figura representa mediante una curva las duraciones de las intensidades.

Número Adimensional de Curvas (CN)

Para determinar los porcentajes de los usos de suelos se hizo el recorrido por la cuenca de la quebrada Laurel y se ha determinado los números de curvas para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana.

Tabla 20

Porcentaje de uso de suelos

Uso de suelo	Porcentaje
Bosque, con cubierta buena	40%
Pastizales o campo de animales en condiciones bueno	20%
Vegas de ríos y praderas en condiciones buenas	20%
Tierra cultivada sin tratamiento de conservación	20%

Nota. La tabla muestra porcentajes tomados respecto a la ubicación de la cuenca.

Veremos la clasificación del suelo y que porcentaje de estos tenemos.

Tabla 21

Clasificación del suelo

Grupo A:	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
Grupo B:	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
Grupo C:	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa. con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenido de arcilla.

Grupo D:	Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos

Nota. Datos tomados de Soil Conservation Service.

Grupos hidrológicos:

A= 30%

B= 70%

Ahora calculamos el numero adimensional de curvas (CN). Consideraremos condiciones húmedas, por lo que tendremos que utilizar las siguientes ecuaciones

$$CN\ (III) = \frac{23\ CN\ (II)}{10 + 0.13CN\ (II)} \ldots\ldots\ldots. (16)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \ldots\ldots\ldots\ldots (17)$$

Tabla 22

Cálculo del número de curva

Uso de suelo	Grupo hidrológico de suelo					
	0.3 * A			0.7 * B		
	%	CN	Prod.	%	CN	Prod.
Bosques	12	25	3	28	55	15.4
Pastizales	6	39	2.34	14	61	8.54
Vegas de ríos y praderas	6	30	1.8	14	58	8.12
Tierra cultivada	6	72	4.32	14	81	11.34
30	∑=	11.46	70	∑=	43.4	37.685

Nota. La tabla muestra valores asignados respecto al número de curva de la cuenca.

El CN ponderado será entonces:

CN (II) = 54.86

Calculamos el CN (III)

$$CN\ (III) = \frac{23\ CN\ (II)}{10 + 0.13\ CN\ (II)} \ldots\ldots\ldots\ldots.. (18)$$

$$CN\ (III) = 73.65$$

Calculamos S

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. (19)$$

$$S = 3.58\ pulg = 90.87\ mm$$

4.1.2.4. Estimación de caudales

Para la estimación de caudales se usó el Método Racional Modificado. Para poder aplicar el método, se ha determinado:

Tiempo de Concentración (Tc)

$$\mathrm{Tc} = 0.3\left(\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{S}^{0.25}}\right)^{0.76} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (20)$$

Coeficiente de Uniformidad (K)

$$K = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25} + 14} \ldots\ldots\ldots. (21)$$

$$K = 1.115$$

Coeficiente de simulación o factor reductor (Ka)

$$Ka = 1 - \left(\frac{log_{10}A}{15}\right) \ldots\ldots\ldots\ldots (22)$$

$$Ka = 0.865$$

Precipitación máxima corregida sobre la cuenca

$$P = K_A + P_d \ldots\ldots\ldots\ldots (23)$$

Tabla 23

Precipitación máxima corregida

Tr	***Precip. LN2***	***P corregida***
5	72.936	63.12
10	85.699	74.16
20	93.236	80.69
25	99.957	86.50
30	102.005	88.28
50	108.103	93.55
100	113.899	98.57
140	116.630	100.93
200	119.476	103.40
500	126.601	109.56

Nota. La tabla muestra los valores corregidos de precipitaciones de la estación Arial de la cuenca Laurel.

Intensidad de precipitación

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - TC^{0.1}}{28^{0.1} - 1}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (24)$$

Tabla 24

Intensidad Precipitación

Tr	P corregida	Int.
10	74.16	25.234
20	80.69	27.454
25	86.50	29.433
30	88.28	30.036
50	93.55	31.831
100	98.57	33.538
140	100.93	34.342
200	103.40	35.180
500	109.56	37.278

Nota. La tabla muestra los valores de intensidad de la estación Arial de la cuenca Laurel.

Coeficiente de escorrentía

$$C = \frac{(P_d - P_o) * (P_d + 23 * P_o)}{(P_d + 11 * P_o)^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (25)$$

$$CN = 54.86$$

$$PO = \frac{500}{CN} - 49 = 42.14$$

Tabla 25

Coeficiente de escorrentía

Tr	P corregida	C
10	74.164	0.1156
20	80.687	0.1366
25	86.503	0.1548
30	88.275	0.1602
50	93.553	0.1761
100	98.569	0.1907
140	100.932	0.1975
200	103.395	0.2044
500	109.562	0.2214

Nota. La tabla muestra los coeficientes de escorrentía de la estación Arial de la cuenca Laurel.

$$Q = 0.278\ CIAK \ldots\ldots\ldots\ldots (26)$$

$$A = 104.455\ km2$$

$$K = 1.115$$

Tabla 26

Caudales en diferentes tiempos de retorno Estación Arial Laurel

Tr	C	Int.	Q (m3/s)
10	0.116	25.234	94.428
25	0.155	29.433	147.532
50	0.176	31.831	181.463
100	0.191	33.538	207.091
200	0.204	35.180	232.860

Nota. La tabla representa el caudal de flujo de agua para diferentes tiempos de retorno de la Estación Laurel.

3.4. Objetivo específico 4: Realizar el modelamiento hidráulico para identificar las posibles zonas con riesgo de inundación ante diferentes probabilidades de ocurrencia de la quebrada Laurel.

3.4.1. Áreas de inundación ante máximas avenidas para los periodos de retorno

Coeficiente de Rugosidad de Manning en el cauce

A partir del reconocimiento de varios factores primordiales que afectan el coeficiente de rugosidad, Cowan desarrollo un procedimiento para estimar el valor de n mediante la siguiente ecuación:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5 \dots \dots \dots (27)$$

Donde $n0$ es un valor básico para un canal recto, uniforme y liso en los materiales naturales involucrados, $n1$ es un valor que se usa para corregir el efecto de las rugosidades superficiales, $n2$ considera las variaciones en forma y tamaño de la sección transversal del canal, $n3$ considera las obstrucciones, $n4$ considera la vegetación y las condiciones de flujo y $m5$ es un factor de corrección de los efectos por meandros en el canal.

Tabla 27

Valores para el cálculo del coeficiente de rugosidad mediante la ecuación (27)

condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Tierra	n0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n2	0.000
	Ocasionalmente altamente		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010 - 0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n3	0.000
	Menor		0.010 - 0.015
	Apreciable		0.020 - 0.030
	Severo		0.040 - 0.060
Vegetación	Baja	n4	0.005 - 0.010
	Media		0.010 - 0.025

	Alta		0.025 - 0.050
	Muy alta		0.050 - 0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

Nota. Datos tomados de Hidráulica de canales abiertos (Chow, 2004)

Tabla 28

Coeficiente Manning en el cauce de la quebrada Laurel

Condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Grava gruesa	n0	0.028
Grado de irregularidad	Moderado	n1	0.010
Variaciones de la sección transversal	Ocasionalmente altamente	n2	0.005
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3	0.015
Vegetación	Baja	n4	0.010
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5	1.150
valor de n			**0.078**

Nota. La tabla muestra el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

Tabla 29

Coeficiente de Manning para el margen izquierdo de la quebrada Laurel

Condiciones del canal			Valores
Material involucrado	Tierra	n0	0.02
Grado de irregularidad	Moderado	n1	0.010
Variaciones de la sección transversal	Ocasionalmente altamente	n2	0.005
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3	0.015
Vegetación	Media	n4	0.025
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5	1.150
valor de n			**0.086**

Nota. La tabla muestra el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

Tabla 30

Coeficiente de Manning para el margen derecho de la quebrada Laurel

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n0	0.02
Grado de irregularidad	Moderado	n1	0.010
Variaciones de la sección transversal	Ocasionalmente altamente	n2	0.005
Efecto relativo de las obstrucciones	Menor	n3	0.015
Vegetación	Alta	n4	0.050
Grado de los efectos por meandros	Apreciable	m5	1.150
valor de n			**0.115**

Nota. La tabla muestra el coeficiente de Manning calculado de acuerdo a parámetros.

Figura 21

Asignación de Valores de coeficiente de rugosidad de Manning ingresados en HEC-RAS

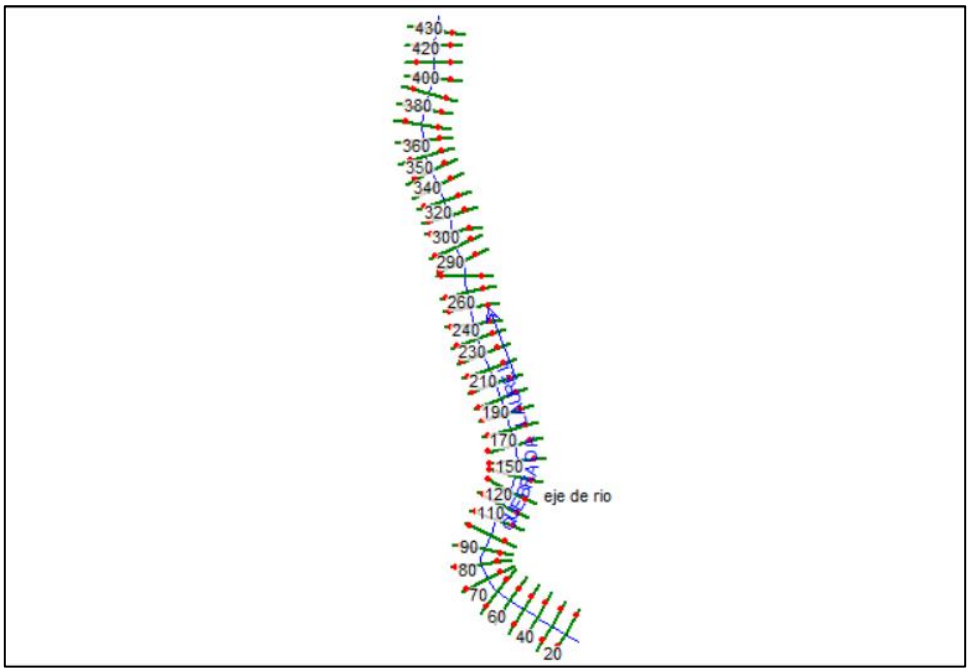
	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	430	n	0.086	0.078	0.115
2	420	n	0.086	0.078	0.115
3	410	n	0.086	0.078	0.115
4	400	n	0.086	0.078	0.115
5	390	n	0.086	0.078	0.115
6	380	n	0.086	0.078	0.115
7	370	n	0.086	0.078	0.115
8	360	n	0.086	0.078	0.115
9	350	n	0.086	0.078	0.115
10	340	n	0.086	0.078	0.115
11	330	n	0.086	0.078	0.115
12	320	n	0.086	0.078	0.115
13	310	n	0.086	0.078	0.115
14	300	n	0.086	0.078	0.115
15	290	n	0.086	0.078	0.115
16	280	n	0.086	0.078	0.115
17	270	n	0.086	0.078	0.115
18	260	n	0.086	0.078	0.115
19	250	n	0.086	0.078	0.115
20	240	n	0.086	0.078	0.115
21	230	n	0.086	0.078	0.115
22	220	n	0.086	0.078	0.115
23	210	n	0.086	0.078	0.115
24	200	n	0.086	0.078	0.115
25	190	n	0.086	0.078	0.115
26	180	n	0.086	0.078	0.115
27	170	n	0.086	0.078	0.115
28	160	n	0.086	0.078	0.115
29	150	n	0.086	0.078	0.115
30	140	n	0.086	0.078	0.115
31	130	n	0.086	0.078	0.115
32	120	n	0.086	0.078	0.115
33	110	n	0.086	0.078	0.115

Nota. La figura representa los valores de Manning calculados anteriormente que son ingresados al programa HEC-RAS.

Geometría del cauce en estudio

Figura 22

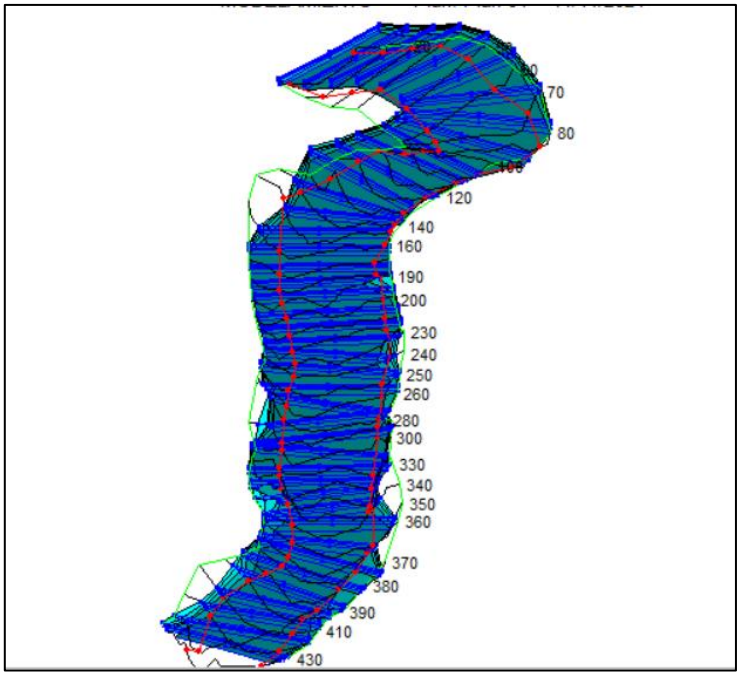
Generación del eje del cauce y secciones transversales



Nota. La figura representa las secciones del tramo de la quebrada Laurel cada 10m.

Figura 23

Geometría del tramo en estudio de la quebrada Laurel



Nota. La figura representa el flujo del cauce de agua vista en planta y las inundaciones que se genera en los respectivos tramos.

Caudales Máximos

Se ha determinado el nivel de agua que genera una inundación en el tramo urbano de la quebrada Laurel, llevando los datos obtenidos en el cálculo hidrológico, caudal para distintos tiempos de retorno: TR 10 años, TR 25 años, TR 50 años, TR 100 años y TR 200 años, modelación que ha generado los siguientes resultados

Figura 24

Asignación de los caudales para los tiempos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años

Locations of Flow Data Changes

River: QUEBRADA LAUREL | Add Multiple...

Reach: eje de rio | River Sta.: 430 | Add A Flow Change Location

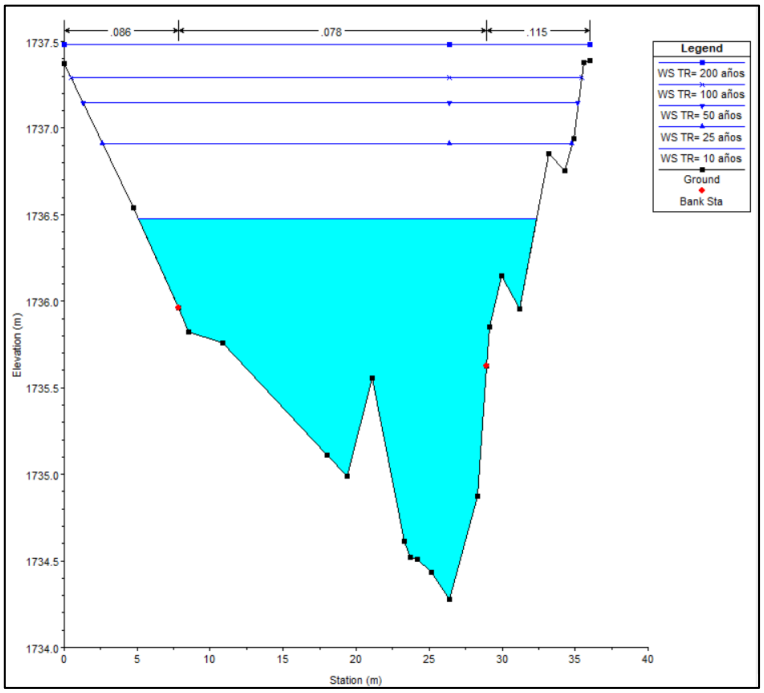
Flow Change Location				Profile Names and Flow Rates				
	River	Reach	RS	TR= 10 años	TR= 25 años	TR= 50 años	TR= 100 años	TR= 200 años
1	QUEBRADA LAURE	eje de rio	430	94.428	147.532	181.463	207.091	232.86

Nota. La figura representa los caudales ingresados al programa para los tiempos de retorno.

Áreas de inundaciones en las secciones más críticas para los TR= 10, 25, 50, 100 y 200 años.

Figura 25

Nivel de inundación en la progresiva 430 de la quebrada Laurel



Nota. En la siguiente figura la cual muestra el modelamiento hidráulico del cauce en el tramo de la sección 430, se evidencia áreas de inundación para ambos tramos a partir de

un tiempo de retorno de 200 años, en el tramo izquierdo donde se encuentra dicho pueblo y al derecho donde existen áreas de cultivo son las afectadas.

Tabla 31

Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 430

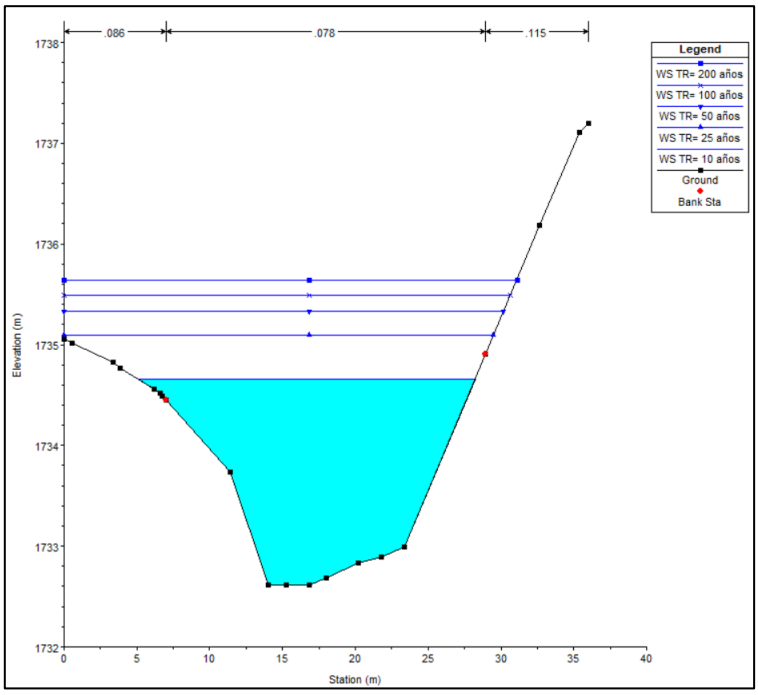
	Q. Laurel	**RS: 430**	**Profile: TR= 10 años**		
E.G. Elev (m)	1737.05	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1736.48	Reach Len. (m)	11.68	10	8.12
Crit W.S. (m)	1736.47	Flow Area (m2)	0.7	27.26	1.36
E.G. Slope (m/m)	0.052221	Area (m2)	0.7	27.26	1.36
Q Total (m3/s)	94.43	Flow (m3/s)	0.74	92.3	1.39
Top Width (m)	27.26	Top Width (m)	2.71	21.13	3.42
Vel Total (m/s)	3.22	Avg. Vel. (m/s)	1.06	3.39	1.02
Max Chl Dpth (m)	2.2	Hydr. Depth (m)	0.26	1.29	0.4
Conv. Total (m3/s)	413.2	Conv. (m3/s)	3.2	403.9	6.1
Length Wtd. (m)	9.92	Wetted Per. (m)	2.76	21.94	3.71
Min Ch El (m)	1734.28	Shear (N/m2)	129.5	636.3	188.13
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)	137.61	2154.58	191.76
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m3)	0.58	12.13	2.62
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	1.1	9.67	2.01
	Q. Laurel	**RS: 430**	**Profile: TR = 25 años**		
Vel Head (m)	0.72	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1736.91	Reach Len. (m)	11.68	10	8.12
Crit W.S. (m)	1736.91	Flow Area (m2)	2.41	36.48	3.22
E.G. Slope (m/m)	0.045579	Area (m2)	2.41	36.48	3.22
Q Total (m3/s)	147.53	Flow (m3/s)	3.56	140.12	3.85
Top Width (m)	32.14	Top Width (m)	5.17	21.13	5.84
Vel Total (m/s)	3.5	Avg. Vel. (m/s)	1.48	3.84	1.2
Max Chl Dpth (m)	2.63	Hydr. Depth (m)	0.47	1.73	0.55
Conv. Total (m3/s)	691	Conv. (m3/s)	16.7	656.3	18
Length Wtd. (m)	9.96	Wetted Per. (m)	5.26	21.94	6.23
Min Ch El (m)	1734.28	Shear (N/m2)	204.98	743.17	230.91
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	302.61	2854.87	276
Frctn Loss (m)	0.49	Cum Volume (1000 m3)	1.12	16.02	3.47
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	1.58	9.8	2.38
Vel Head (m)	0.72	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
	Q. Laurel	**RS: 430**	**Profile: TR = 50 años**		
E.G. Elev (m)	1737.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.79	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1737.15	Reach Len. (m)	11.68	10	8.12
Crit W.S. (m)	1737.15	Flow Area (m2)	3.79	41.45	4.65
E.G. Slope (m/m)	0.043087	Area (m2)	3.79	41.45	4.65
Q Total (m3/s)	181.46	Flow (m3/s)	6.3	168.6	6.57
Top Width (m)	33.91	Top Width (m)	6.51	21.13	6.26

Vel Total (m/s)	3.64	Avg. Vel. (m/s)	1.66	4.07	1.41
Max Chl Dpth (m)	2.87	Hydr. Depth (m)	0.58	1.96	0.74
Conv. Total (m3/s)	874.2	Conv. (m3/s)	30.3	812.2	31.6
Length Wtd. (m)	9.97	Wetted Per. (m)	6.62	21.94	6.72
Min Ch El (m)	1734.28	Shear (N/m2)	241.63	798.38	292.36
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	401.81	3247.27	412.83
Frctn Loss (m)	0.49	Cum Volume (1000 m3)	1.49	18.21	4.02
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.69	9.85	2.53
Q. Laurel RS: 430 Profile: TR = 100 años					
E.G. Elev (m)	1738.15	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.86	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1737.29	Reach Len. (m)	11.68	10	8.12
Crit W.S. (m)	1737.29	Flow Area (m2)	4.81	44.58	5.59
E.G. Slope (m/m)	0.042856	Area (m2)	4.81	44.58	5.59
Q Total (m3/s)	207.09	Flow (m3/s)	8.63	189.79	8.67
Top Width (m)	34.99	Top Width (m)	7.36	21.13	6.5
Vel Total (m/s)	3.77	Avg. Vel. (m/s)	1.79	4.26	1.55
Max Chl Dpth (m)	3.02	Hydr. Depth (m)	0.65	2.11	0.86
Conv. Total (m3/s)	1000.4	Conv. (m3/s)	41.7	916.8	41.9
Length Wtd. (m)	10	Wetted Per. (m)	7.48	21.94	7
Min Ch El (m)	1734.28	Shear (N/m2)	270.42	853.92	335.86
Alpha	1.19	Stream Power (N/m s)	485.17	3635.74	520.67
Frctn Loss (m)	0.5	Cum Volume (1000 m3)	1.76	19.73	4.42
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.79	9.85	2.64
Q. Laurel RS: 430 Profile: TR = 200 años					
E.G. Elev (m)	1738.6	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.94	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1737.67	Reach Len. (m)	11.68	10	8.12
Crit W.S. (m)	1737.67	Flow Area (m2)	7.7	52.45	8.18
E.G. Slope (m/m)	0.038576	Area (m2)	7.7	52.45	8.18
Q Total (m3/s)	267.3	Flow (m3/s)	16.83	236.12	14.35
Top Width (m)	36	Top Width (m)	7.81	21.13	7.06
Vel Total (m/s)	3.91	Avg. Vel. (m/s)	2.19	4.5	1.75
Max Chl Dpth (m)	3.39	Hydr. Depth (m)	0.99	2.48	1.16
Conv. Total (m3/s)	1360.9	Conv. (m3/s)	85.7	1202.2	73
Length Wtd. (m)	10.03	Wetted Per. (m)	8.23	21.94	7.86
Min Ch El (m)	1734.28	Shear (N/m2)	354.02	904.39	393.81
Alpha	1.2	Stream Power (N/m s)	773.53	4071.68	690.84
Frctn Loss (m)	0.41	Cum Volume (1000 m3)	2.4	23.08	5.36
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.92	9.85	2.84

Nota. La figura muestra la tabla de resultados de la progresiva 0+430.00

Figura 26

Nivel de inundación en la progresiva 400 de la quebrada Laurel



Nota. En la siguiente figura la cual muestra la simulación del cauce en el tramo de la sección 400, se muestra áreas de inundación, provocando desbordes para todos los diferentes tiempos de retorno, donde el margen izquierdo es el afectado en su totalidad, siendo este margen donde se encuentra dicho caserío.

Tabla 32

Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 400

	Q. Laurel	**RS: 400**	**Profile: TR= 10 años**		
E.G. Elev (m)	1735.23	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1734.66	Reach Len. (m)	7.92	10	12.11
Crit W.S. (m)	1734.59	Flow Area (m2)	0.17	28.24	
E.G. Slope (m/m)	0.048142	Area (m2)	0.17	28.24	
Q Total (m3/s)	94.43	Flow (m3/s)	0.08	94.35	
Top Width (m)	23.12	Top Width (m)	1.88	21.25	
Vel Total (m/s)	3.32	Avg. Vel. (m/s)	0.5	3.34	
Max Chl Dpth (m)	2.05	Hydr. Depth (m)	0.09	1.33	
Conv. Total (m3/s)	430.4	Conv. (m3/s)	0.4	430	
Length Wtd. (m)	10	Wetted Per. (m)	1.89	21.82	
Min Ch El (m)	1732.61	Shear (N/m2)	41.21	610.97	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	20.69	2041	
Frctn Loss (m)	0.45	Cum Volume (1000 m3)	0.53	11.34	2.57
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.97	9.02	1.97
	Q. Laurel RS: 400	**Profile: TR = 25 años**			

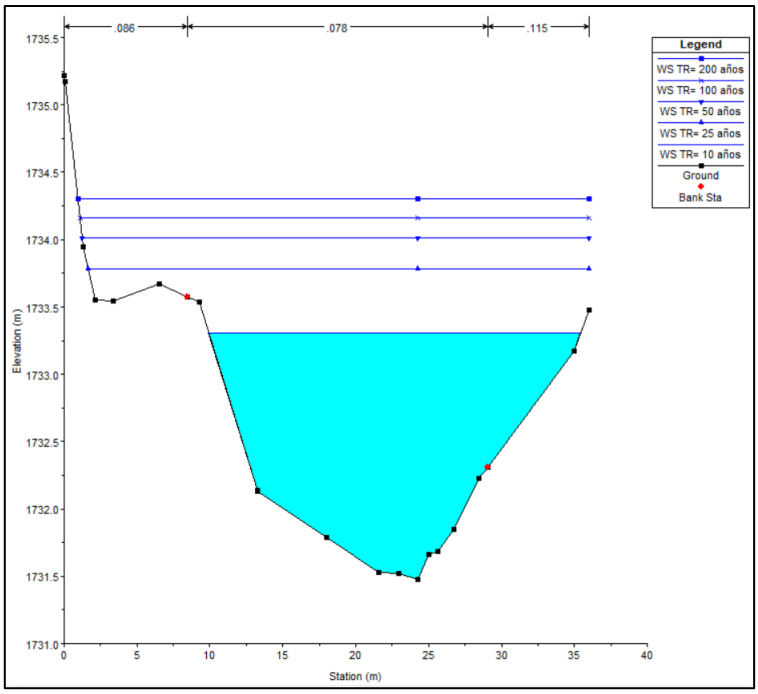
E.G. Elev (m)	1735.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.74	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1735.1	Reach Len. (m)	7.92	10	12.11
Crit W.S. (m)	1735.1	Flow Area (m2)	2.13	37.76	0.05
E.G. Slope (m/m)	0.045269	Area (m2)	2.13	37.76	0.05
Q Total (m3/s)	147.53	Flow (m3/s)	2.37	145.14	0.02
Top Width (m)	29.5	Top Width (m)	6.98	21.96	0.56
Vel Total (m/s)	3.69	Avg. Vel. (m/s)	1.11	3.84	0.37
Max Chl Dpth (m)	2.48	Hydr. Depth (m)	0.31	1.72	0.1
Conv. Total (m3/s)	693.4	Conv. (m3/s)	11.1	682.2	0.1
Length Wtd. (m)	9.97	Wetted Per. (m)	7.06	22.58	0.59
Min Ch El (m)	1732.61	Shear (N/m2)	134.04	742.47	40.34
Alpha	1.07	Stream Power (N/m s)	149.24	2853.63	15.08
Frctn Loss (m)	0.44	Cum Volume (1000 m3)	1	14.96	3.4
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.36	9.15	2.31
Q. Laurel RS: 400 Profile: TR = 50 años					
E.G. Elev (m)	1736.16	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.82	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1735.34	Reach Len. (m)	7.92	10	12.11
Crit W.S. (m)	1735.34	Flow Area (m2)	3.81	43.03	0.27
E.G. Slope (m/m)	0.042748	Area (m2)	3.81	43.03	0.27
Q Total (m3/s)	181.46	Flow (m3/s)	5.93	175.36	0.17
Top Width (m)	30.2	Top Width (m)	6.98	21.96	1.26
Vel Total (m/s)	3.85	Avg. Vel. (m/s)	1.56	4.07	0.62
Max Chl Dpth (m)	2.72	Hydr. Depth (m)	0.55	1.96	0.22
Conv. Total (m3/s)	877.7	Conv. (m3/s)	28.7	848.2	0.8
Length Wtd. (m)	9.94	Wetted Per. (m)	7.3	22.58	1.33
Min Ch El (m)	1732.61	Shear (N/m2)	218.73	799.01	85.68
Alpha	1.09	Stream Power (N/m s)	340.82	3255.85	53.45
Frctn Loss (m)	0.41	Cum Volume (1000 m3)	1.33	17.02	3.93
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.47	9.2	2.45
Q. Laurel RS: 400 Profile: TR = 100 años					
E.G. Elev (m)	1736.38	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.89	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1735.49	Reach Len. (m)	7.92	10	12.11
Crit W.S. (m)	1735.49	Flow Area (m2)	4.89	46.43	0.5
E.G. Slope (m/m)	0.042274	Area (m2)	4.89	46.43	0.5
Q Total (m3/s)	207.09	Flow (m3/s)	8.82	197.89	0.38
Top Width (m)	30.65	Top Width (m)	6.98	21.96	1.71
Vel Total (m/s)	4	Avg. Vel. (m/s)	1.8	4.26	0.76
Max Chl Dpth (m)	2.88	Hydr. Depth (m)	0.7	2.11	0.29
Conv. Total (m3/s)	1007.2	Conv. (m3/s)	42.9	962.5	1.9
Length Wtd. (m)	9.92	Wetted Per. (m)	7.45	22.58	1.81
Min Ch El (m)	1732.61	Shear (N/m2)	271.85	852.42	115.02
Alpha	1.1	Stream Power (N/m s)	490.55	3633.37	87.47
Frctn Loss (m)	0.41	Cum Volume (1000 m3)	1.57	18.45	4.32

C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.57	9.21	2.53
Q. Laurel RS: 400 Profile: TR = 200 años					
E.G. Elev (m)	1736.87	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.03	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1735.84	Reach Len. (m)	7.92	10	12.11
Crit W.S. (m)	1735.84	Flow Area (m2)	7.3	54.01	1.27
E.G. Slope (m/m)	0.040624	Area (m2)	7.3	54.01	1.27
Q Total (m3/s)	267.3	Flow (m3/s)	16.37	249.65	1.28
Top Width (m)	31.66	Top Width (m)	6.98	21.96	2.71
Vel Total (m/s)	4.27	Avg. Vel. (m/s)	2.24	4.62	1.02
Max Chl Dpth (m)	3.22	Hydr. Depth (m)	1.05	2.46	0.47
Conv. Total (m3/s)	1326.2	Conv. (m3/s)	81.2	1238.6	6.4
Length Wtd. (m)	9.89	Wetted Per. (m)	7.8	22.58	2.87
Min Ch El (m)	1732.61	Shear (N/m2)	372.94	953.01	175.61
Alpha	1.11	Stream Power (N/m s)	836.41	4404.79	178.26
Frctn Loss (m)	0.39	Cum Volume (1000 m3)	2.12	21.56	5.21
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.69	9.21	2.69

Nota. La figura muestra la tabla de resultados de la progresiva 0+400.00

Figura 27

Nivel de inundación en la progresiva 370 de la quebrada Laurel



Nota. En dicha figura la sección de la quebrada se ve afecta el tramo de la sección 370, existe seguridad para un tiempo de retorno de 10 años, no obstante, para los tiempos de retorno de 25, 50, 100 y 200 años produce inundación en su margen derecho afectando áreas de cultivo.

Tabla 33

Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 370

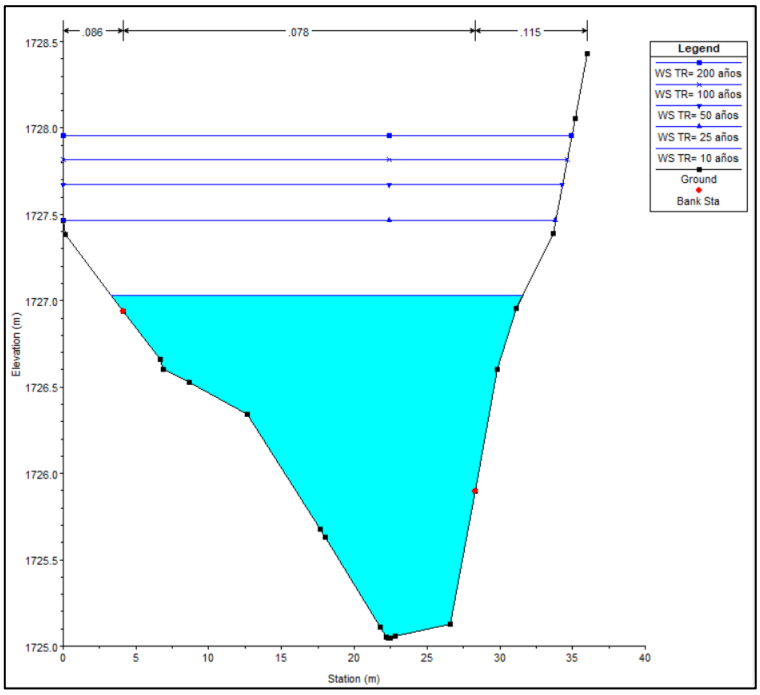
	Q. Laurel	**RS: 370**	**Profile: TR= 10 años**		
E.G. Elev (m)	1733.9	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.59	Wt. n-Val.		0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1733.31	Reach Len. (m)	12.55	10	7.11
Crit W.S. (m)	1733.31	Flow Area (m2)		25.88	3.38
E.G. Slope (m/m)	0.050418	Area (m2)		25.88	3.38
Q Total (m3/s)	94.43	Flow (m3/s)		90.14	4.29
Top Width (m)	25.52	Top Width (m)		19.15	6.37
Vel Total (m/s)	3.23	Avg. Vel. (m/s)		3.48	1.27
Max Chl Dpth (m)	1.83	Hydr. Depth (m)		1.35	0.53
Conv. Total (m3/s)	420.5	Conv. (m3/s)		401.4	19.1
Length Wtd. (m)	9.91	Wetted Per. (m)		19.45	6.45
Min Ch El (m)	1731.48	Shear (N/m2)		657.9	259.03
Alpha	1.12	Stream Power (N/m s)		2291.21	328.68
Frctn Loss (m)	0.45	Cum Volume (1000 m3)	0.53	10.48	2.55
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.94	8.41	1.91
	Q. Laurel	**RS: 370**	**Profile: TR= 25 años**		
E.G. Elev (m)	1734.48	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.7	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1733.78	Reach Len. (m)	12.55	10	7.11
Crit W.S. (m)	1733.78	Flow Area (m2)	1.2	35.35	6.62
E.G. Slope (m/m)	0.044345	Area (m2)	1.2	35.35	6.62
Q Total (m3/s)	147.53	Flow (m3/s)	0.91	135.33	11.29
Top Width (m)	34.36	Top Width (m)	6.82	20.59	6.95
Vel Total (m/s)	3.42	Avg. Vel. (m/s)	0.76	3.83	1.71
Max Chl Dpth (m)	2.3	Hydr. Depth (m)	0.18	1.72	0.95
Conv. Total (m3/s)	700.6	Conv. (m3/s)	4.3	642.6	53.6
Length Wtd. (m)	9.84	Wetted Per. (m)	6.88	20.93	7.36
Min Ch El (m)	1731.48	Shear (N/m2)	75.71	734.31	391.13
Alpha	1.17	Stream Power (N/m s)	57.81	2811.18	667.37
Frctn Loss (m)	0.4	Cum Volume (1000 m3)	0.95	13.85	3.34
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.17	8.52	2.2
	Q. Laurel	**RS: 370**	**Profile: TR= 50 años**		
E.G. Elev (m)	1734.78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.76	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1734.01	Reach Len. (m)	12.55	10	7.11
Crit W.S. (m)	1734.01	Flow Area (m2)	2.85	40.15	8.24
E.G. Slope (m/m)	0.041763	Area (m2)	2.85	40.15	8.24
Q Total (m3/s)	181.46	Flow (m3/s)	3.59	162.41	15.46
Top Width (m)	34.79	Top Width (m)	7.25	20.59	6.95
Vel Total (m/s)	3.54	Avg. Vel. (m/s)	1.26	4.04	1.88
Max Chl Dpth (m)	2.54	Hydr. Depth (m)	0.39	1.95	1.19
Conv. Total (m3/s)	888	Conv. (m3/s)	17.6	794.7	75.7
Length Wtd. (m)	9.84	Wetted Per. (m)	7.37	20.93	7.59

Min Ch El (m)	1731.48	Shear (N/m2)	158.17	785.57	444.54
Alpha	1.19	Stream Power (N/m s)	199.34	3177.4	834.33
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)	1.22	15.75	3.85
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	1.26	8.57	2.31
Q. Laurel RS: 370 Profile: TR= 100 años					
E.G. Elev (m)	1734.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.83	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1734.16	Reach Len. (m)	12.55	10	7.11
Crit W.S. (m)	1734.16	Flow Area (m2)	3.91	43.16	9.25
E.G. Slope (m/m)	0.04154	Area (m2)	3.91	43.16	9.25
Q Total (m3/s)	207.09	Flow (m3/s)	5.97	182.65	18.47
Top Width (m)	34.93	Top Width (m)	7.39	20.59	6.95
Vel Total (m/s)	3.68	Avg. Vel. (m/s)	1.53	4.23	2
Max Chl Dpth (m)	2.68	Hydr. Depth (m)	0.53	2.1	1.33
Conv. Total (m3/s)	1016.1	Conv. (m3/s)	29.3	896.2	90.6
Length Wtd. (m)	9.83	Wetted Per. (m)	7.57	20.93	7.73
Min Ch El (m)	1731.48	Shear (N/m2)	210.51	839.74	487.14
Alpha	1.2	Stream Power (N/m s)	321.27	3554.1	972.69
Frctn Loss (m)	0.37	Cum Volume (1000 m3)	1.43	17.08	4.21
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.35	8.58	2.38
Q. Laurel RS: 370 Profile: TR= 200 años					
E.G. Elev (m)	1735.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.97	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1734.47	Reach Len. (m)	12.55	10	7.11
Crit W.S. (m)	1734.47	Flow Area (m2)	6.24	49.5	11.39
E.G. Slope (m/m)	0.041468	Area (m2)	6.24	49.5	11.39
Q Total (m3/s)	267.3	Flow (m3/s)	12.51	229.36	25.43
Top Width (m)	35.23	Top Width (m)	7.69	20.59	6.95
Vel Total (m/s)	3.98	Avg. Vel. (m/s)	2.01	4.63	2.23
Max Chl Dpth (m)	2.99	Hydr. Depth (m)	0.81	2.4	1.64
Conv. Total (m3/s)	1312.6	Conv. (m3/s)	61.4	1126.3	124.9
Length Wtd. (m)	9.83	Wetted Per. (m)	8	20.93	8.04
Min Ch El (m)	1731.48	Shear (N/m2)	316.99	961.52	575.9
Alpha	1.2	Stream Power (N/m s)	635.75	4455.31	1286.03
Frctn Loss (m)	0.36	Cum Volume (1000 m3)	1.91	19.98	5.04
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	1.47	8.58	2.51

Nota. La figura muestra la tabla de resultados de la progresiva 0+370.00

Figura 28

Nivel de inundación en la progresiva 260 de la quebrada Laurel



Nota. En la sección 260, la cual se muestra en la figura podemos observar que soporta los caudales para los tiempos de retorno de 10 años, pero para un caudal con un tiempo de retorno de 25, 50, 100 y 200 años dicha sección no es suficiente, lo cual produce desborde en la franja de la margen izquierda produciendo inundación para la parte media del caserío Laurel.

Tabla 34

Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 260

Q. Laurel RS: 260 Profile: TR= 10 años					
E.G. Elev (m)	1727.59	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.56	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1727.03	Reach Len. (m)	8.64	10	11.07
Crit W.S. (m)	1727.03	Flow Area (m2)	0.04	27.74	1.57
E.G. Slope (m/m)	0.057134	Area (m2)	0.04	27.74	1.57
Q Total (m3/s)	94.43	Flow (m3/s)	0.01	92.51	1.91
Top Width (m)	28.31	Top Width (m)	0.86	24.16	3.29
Vel Total (m/s)	3.22	Avg. Vel. (m/s)	0.36	3.33	1.22
Max Chl Dpth (m)	1.99	Hydr. Depth (m)	0.05	1.15	0.48
Conv. Total (m3/s)	395.1	Conv. (m3/s)	0.1	387	8
Length Wtd. (m)	10.07	Wetted Per. (m)	0.86	24.44	3.5
Min Ch El (m)	1725.05	Shear (N/m2)	26.27	636	250.78
Alpha	1.06	Stream Power (N/m s)	9.5	2120.86	305
Frctn Loss (m)	0.41	Cum Volume (1000 m3)	0.39	7.28	2.39

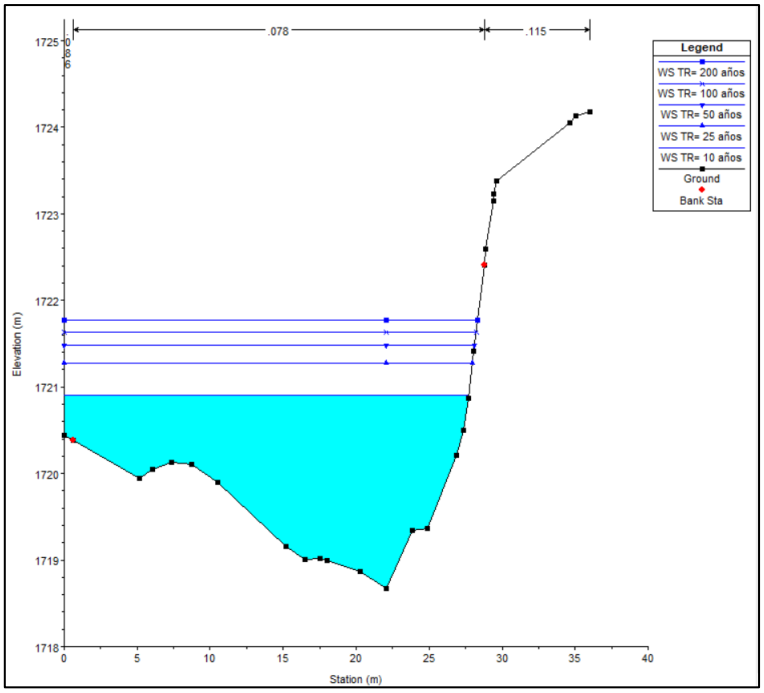
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	0.75	5.93	1.59
Q. Laurel RS: 260 Profile: TR= 25 años					
E.G. Elev (m)	1728.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.68	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1727.46	Reach Len. (m)	8.64	10	11.07
Crit W.S. (m)	1727.46	Flow Area (m2)	1.23	38.15	3.51
E.G. Slope (m/m)	0.046185	Area (m2)	1.23	38.15	3.51
Q Total (m3/s)	147.53	Flow (m3/s)	1.36	141.46	4.71
Top Width (m)	33.81	Top Width (m)	4.14	24.16	5.52
Vel Total (m/s)	3.44	Avg. Vel. (m/s)	1.1	3.71	1.34
Max Chl Dpth (m)	2.42	Hydr. Depth (m)	0.3	1.58	0.64
Conv. Total (m3/s)	686.5	Conv. (m3/s)	6.3	658.3	21.9
Length Wtd. (m)	10.07	Wetted Per. (m)	4.19	24.44	5.78
Min Ch El (m)	1725.05	Shear (N/m2)	132.88	707.07	275.4
Alpha	1.12	Stream Power (N/m s)	146.62	2621.73	369.4
Frctn Loss (m)	0.37	Cum Volume (1000 m3)	0.71	9.58	3.01
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)	0.86	6.01	1.67
Q. Laurel RS: 260 Profile: TR= 50 años					
E.G. Elev (m)	1728.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.76	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1727.67	Reach Len. (m)	8.64	10	11.07
Crit W.S. (m)	1727.67	Flow Area (m2)	2.09	43.19	4.71
E.G. Slope (m/m)	0.044717	Area (m2)	2.09	43.19	4.71
Q Total (m3/s)	181.46	Flow (m3/s)	3.14	171.18	7.15
Top Width (m)	34.29	Top Width (m)	4.14	24.16	6
Vel Total (m/s)	3.63	Avg. Vel. (m/s)	1.5	3.96	1.52
Max Chl Dpth (m)	2.63	Hydr. Depth (m)	0.51	1.79	0.79
Conv. Total (m3/s)	858.1	Conv. (m3/s)	14.8	809.5	33.8
Length Wtd. (m)	10.06	Wetted Per. (m)	4.4	24.44	6.3
Min Ch El (m)	1725.05	Shear (N/m2)	208.61	775.05	328.38
Alpha	1.13	Stream Power (N/m s)	312.58	3071.59	497.94
Frctn Loss (m)	0.36	Cum Volume (1000 m3)	0.91	10.9	3.37
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	0.91	6.06	1.68
Q. Laurel RS: 260 Profile: TR= 100 años					
E.G. Elev (m)	1728.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.83	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1727.82	Reach Len. (m)	8.64	10	11.07
Crit W.S. (m)	1727.82	Flow Area (m2)	2.69	46.67	5.6
E.G. Slope (m/m)	0.044075	Area (m2)	2.69	46.67	5.6
Q Total (m3/s)	207.09	Flow (m3/s)	4.63	193.35	9.12
Top Width (m)	34.62	Top Width (m)	4.14	24.16	6.33
Vel Total (m/s)	3.77	Avg. Vel. (m/s)	1.72	4.14	1.63
Max Chl Dpth (m)	2.77	Hydr. Depth (m)	0.65	1.93	0.89
Conv. Total (m3/s)	986.4	Conv. (m3/s)	22	921	43.4
Length Wtd. (m)	10.06	Wetted Per. (m)	4.54	24.44	6.65
Min Ch El (m)	1725.05	Shear (N/m2)	255.78	825.4	363.86

Alpha	1.14	Stream Power (N/m s)	440.12	3419.59	592.21
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)	1.05	11.82	3.62
C & E Loss (m)	0.08	Cum SA (1000 m2)	0.97	6.07	1.69
Q. Laurel RS: 260 Profile: TR= 200 años					
E.G. Elev (m)	1729.1	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.97	Wt. n-Val.	0.086	0.078	0.115
W.S. Elev (m)	1728.13	Reach Len. (m)	8.64	10	11.07
Crit W.S. (m)	1728.13	Flow Area (m2)	3.97	54.17	7.67
E.G. Slope (m/m)	0.042995	Area (m2)	3.97	54.17	7.67
Q Total (m3/s)	267.3	Flow (m3/s)	8.38	244.77	14.14
Top Width (m)	35.33	Top Width (m)	4.14	24.16	7.03
Vel Total (m/s)	4.06	Avg. Vel. (m/s)	2.11	4.52	1.84
Max Chl Dpth (m)	3.08	Hydr. Depth (m)	0.96	2.24	1.09
Conv. Total (m3/s)	1289.1	Conv. (m3/s)	40.4	1180.5	68.2
Length Wtd. (m)	10.05	Wetted Per. (m)	4.85	24.44	7.42
Min Ch El (m)	1725.05	Shear (N/m2)	345.15	934.49	435.84
Alpha	1.15	Stream Power (N/m s)	728.24	4222.99	803.42
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	1.39	13.83	4.18
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m2)	1.04	6.07	1.72

Nota. La figura muestra la tabla de resultados de la progresiva 0+260.00

Figura 29

Nivel de inundación en la progresiva 150 de la quebrada Laurel



Nota. En la sección 150, la cual se muestra en la figura podemos observar que existe inundación para todos los periodos de retorno de la franja izquierda, donde estaría afectando la parte baja de las viviendas que se encuentran cerca al margen de la quebrada Laurel.

Tabla 35

Resultados del modelamiento HEC-RAS Sección 150

Q. Laurel RS: 150 Profile: TR= 10 años					
E.G. Elev (m)	1721.26	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1720.9	Reach Len. (m)	4.1	10	13.78
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	0.3	35.41	
E.G. Slope (m/m)	0.03113	Area (m2)	0.3	35.41	
Q Total (m3/s)	94.43	Flow (m3/s)	0.26	94.17	
Top Width (m)	27.73	Top Width (m)	0.61	27.12	
Vel Total (m/s)	2.64	Avg. Vel. (m/s)	0.88	2.66	
Max Chl Dpth (m)	2.23	Hydr. Depth (m)	0.49	1.31	
Conv. Total (m3/s)	535.2	Conv. (m3/s)	1.5	533.7	
Length Wtd. (m)	9.99	Wetted Per. (m)	1.08	27.78	
Min Ch El (m)	1718.68	Shear (N/m2)	85.1	389.09	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	74.5	1034.64	
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	0.32	4.53	1.4
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	0.55	3.29	0.83
Q. Laurel RS: 150 Profile: TR= 25 años					
E.G. Elev (m)	1721.81	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1721.27	Reach Len. (m)	4.1	10	13.78
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	0.53	45.49	
E.G. Slope (m/m)	0.033602	Area (m2)	0.53	45.49	
Q Total (m3/s)	147.53	Flow (m3/s)	0.57	146.96	
Top Width (m)	27.97	Top Width (m)	0.61	27.36	
Vel Total (m/s)	3.21	Avg. Vel. (m/s)	1.09	3.23	
Max Chl Dpth (m)	2.6	Hydr. Depth (m)	0.86	1.66	
Conv. Total (m3/s)	804.8	Conv. (m3/s)	3.1	801.7	
Length Wtd. (m)	9.97	Wetted Per. (m)	1.45	28.22	
Min Ch El (m)	1718.68	Shear (N/m2)	119.97	531.1	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	130.39	1715.76	
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	0.56	5.87	1.74
C & E Loss (m)	0	Cum SA (1000 m2)	0.62	3.32	0.88
Q. Laurel RS: 150 Profile: TR= 50 años					
E.G. Elev (m)	1722.12	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.63	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1721.49	Reach Len. (m)	4.1	10	13.78
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	0.66	51.33	
E.G. Slope (m/m)	0.034383	Area (m2)	0.66	51.33	
Q Total (m3/s)	181.46	Flow (m3/s)	0.76	180.7	
Top Width (m)	28.11	Top Width (m)	0.61	27.5	
Vel Total (m/s)	3.49	Avg. Vel. (m/s)	1.16	3.52	
Max Chl Dpth (m)	2.81	Hydr. Depth (m)	1.07	1.87	
Conv. Total (m3/s)	978.6	Conv. (m3/s)	4.1	974.5	
Length Wtd. (m)	9.96	Wetted Per. (m)	1.66	28.48	

Min Ch El (m)	1718.68	Shear (N/m2)	133.49	607.65	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	155.19	2139.29	
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	0.71	6.63	1.94
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.65	3.33	0.89
Q. Laurel RS: 150 Profile: TR= 100 años					
E.G. Elev (m)	1722.34	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.7	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1721.63	Reach Len. (m)	4.1	10	13.78
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	0.75	55.38	
E.G. Slope (m/m)	0.035037	Area (m2)	0.75	55.38	
Q Total (m3/s)	207.09	Flow (m3/s)	0.9	206.19	
Top Width (m)	28.21	Top Width (m)	0.61	27.6	
Vel Total (m/s)	3.69	Avg. Vel. (m/s)	1.21	3.72	
Max Chl Dpth (m)	2.96	Hydr. Depth (m)	1.22	2.01	
Conv. Total (m3/s)	1106.4	Conv. (m3/s)	4.8	1101.6	
Length Wtd. (m)	9.96	Wetted Per. (m)	1.81	28.66	
Min Ch El (m)	1718.68	Shear (N/m2)	142.09	663.94	
Alpha	1.01	Stream Power (N/m s)	171.66	2471.85	
Frctn Loss (m)	0.34	Cum Volume (1000 m3)	0.81	7.17	2.08
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.67	3.33	0.89
Q. Laurel RS: 150 Profile: TR= 200 años					
E.G. Elev (m)	1722.82	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.88	Wt. n-Val.	0.086	0.078	
W.S. Elev (m)	1721.95	Reach Len. (m)	4.1	10	13.78
Crit W.S. (m)	1721.73	Flow Area (m2)	0.94	64.06	
E.G. Slope (m/m)	0.03656	Area (m2)	0.94	64.06	
Q Total (m3/s)	267.3	Flow (m3/s)	1.21	266.09	
Top Width (m)	28.44	Top Width (m)	0.61	27.82	
Vel Total (m/s)	4.11	Avg. Vel. (m/s)	1.29	4.15	
Max Chl Dpth (m)	3.27	Hydr. Depth (m)	1.53	2.3	
Conv. Total (m3/s)	1398	Conv. (m3/s)	6.3	1391.6	
Length Wtd. (m)	9.96	Wetted Per. (m)	2.12	29.04	
Min Ch El (m)	1718.68	Shear (N/m2)	158.79	790.8	
Alpha	1.02	Stream Power (N/m s)	205.12	3284.79	
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)	1.06	8.33	2.4
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.71	3.33	0.91

Nota. La figura muestra la tabla de resultados de la progresiva 0+300.00

IV. DISCUSIÓN

Luego de desarrollar el primer objetivo específico, se ha obtenido como resultados una longitud de la quebrada de 439.84m, ancho de la quebrada promedio de 20.00m, altitud máxima de 1738.068 m.s.n.m. y altitud mínima de 1709.331 m.s.n.m. Realizando la comparación de los resultados, con los que obtuvieron otros investigadores como Neyra (2021) que obtuvo del levantamiento topográfico viviendas aledañas al margen del rio las cuales podrían ser propensas a inundaciones por falta de obras de protección, por su parte Goicochea (2021) obtuvo una longitud de 850.00 m de la quebrada, altitud máxima de 2125.01 m.s.n.m. y altitud mínima de 2095.25 m.s.n.m. y un ancho de quebrada de 25.00m. Luego de haber presentado los resultados y haber realizado la comparación respectiva con los autores citados, se puede deducir que es de suma importancia la realización de un levantamiento topográfico, ya que nos servirá para obtener las áreas de inundaciones.

Luego de desarrollar el segundo objetivo específico, se ha obtenido como resultado un área total de cuenca de 104.455 Km2, un perímetro de 53.725 km, la cota más alta y las más baja son 739.00 y 3 237.00 msnm, el cauce principal presenta una longitud de 17.75 km con una pendiente de 11.15 %, presenta una altitud media ponderada de 1966.40 msnm, según el factor de forma nos encontramos con una cuenca alargada, con un orden del rio igual a 3 y con un tiempo de concentración según Kirpich de 1.69 horas. Realizando la comparación de los resultados, con los que obtuvieron otros investigadores como Herrera y Navarro (2021) que obtuvieron un área total de cuenca de 445.169 km2, perímetro de 114.280 km, longitud de cauce principal de 50.610 km, tiempo de concentración según Kirpich de 6.651 horas, por su parte Revelo (2023) obtuvo un área de subcuenca de 8.46 km2, pendiente de la cuenca de 32.83%, pendiente del cauce principal de 20.62%, tiempo de concentración según Kirpich de 0.337 horas, por último también se puede comparar con Chavez y Tucto (2021) que obtuvieron un área de cuenca de 357 ha, un perímetro de 8.7 km, cauce principal de 4.00 km, tiempo de concentración de 25.75 minutos. Luego de haber presentado los resultados y haber realizado la comparación respectiva con los autores citados, se puede deducir que el tiempo de concentración está en función del área de la cuenca es decir a mayor área se tiene mayor tiempo de concentración.

Luego de desarrollar el tercer objetivo específico, se tuvo como resultados que, para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años, los caudales fueron de 94.428 m3/s, 147.532 m3/s, 181.463 m3/s, 207.091 m3/s y 232.860 m3/s. Realizando la comparación de

los resultados con los que obtuvieron otros investigadores como García (2022) obtuvo caudales para los diferentes periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 200 años los cuales fueron de 31.00 m3/s, 57.20 m3/s, 79.15 m3/s, 126.10 m3/s, 175.35 m3/s, 290.60 m3/s y 350.00 m3/s, por su parte Farfán y Villena (2021) obtuvieron caudales para los diferentes periodos de retorno de 10, 25, 50, 100, 200 y 200 años los cuales fueron de 32.00, 56.10, 84.20, 123.90, 178.80, 283.30 y 310.00 m3/s y por último Contreras (2023) obtuvo caudales para los diferentes periodos de retorno de 5, 10, 30, 50, 100 y 200 años los cuales fueron de 63.21, 79.78, 103.97, 114.20, 127.01 y 139.92 m3/s. Luego de haber presentado y evaluado los resultados, comparándolo con la de otros investigadores se puede deducir que los caudales están en función a los tiempos de retorno, es decir a mayor tiempo de retorno se obtienen mayores caudales.

Luego de desarrollar el cuarto objetivo específico, se ha obtenido como resultados que las áreas de inundaciones para los periodos de retorno son producidas con mayor facilidad en el margen izquierdo de dicha quebrada donde existe dicho caserío y con menor facilidad en su margen derecho donde existen áreas de cultivo. Realizando la comparación de los resultados con los que obtuvieron otros investigadores como Contreras (2023) que obtuvo áreas de inundación para el margen derecho e izquierdo con un Tr= 100 años fueron de 2.24 y 2.38 ha, por su parte Dilas (2021) obtuvo que las áreas de inundación para un periodo de retorno de 100 años son la plaza pecuaria, el estadio municipal, el parque infantil Cosme Pretell, el jr. Contumazá, jr. Sánchez Carrión, jr. Ferrocarril cdra. 1; toda la av. 10 de enero, toda la plazuela José Gálvez, todo el jr. Pacasmayo, av. Miraflores, jr. Independencia, jr. Santa rosa, jr. Progreso, urb. Los pinos y el jr. Cajamarca, y por último Villalobos (2021) obtuvo que las zonas a inundar en la parte alta oeste son las calles San Martín, Simón Bolívar, Diego Palomino, Sánchez Carrión, Túpac Amaru, Luna Pizarro, Francisco Orellana, Prol. Lambayeque, San Luis y en la parte baja este las calles son la Mariano Melgar, Roberto Segura, Pedro Vergara, pje. San José, pje. Federico Villa Real, Iquitos, Tulipanes, Las Begonias. Luego de haber presentado y evaluado los resultados, comparándolo con la de otros investigadores se puede deducir que las áreas de inundación son proporcionales a las áreas de inundación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Después de recopilar información topográfica de la quebrada Laurel se obtuvo los siguientes resultados una longitud de la quebrada de 439.84m, ancho de la quebrada promedio de 20.00m, altitud máxima de 1738.068 m.s.n.m. y altitud mínima de 1709.331 m.s.n.m.

Después de evaluar los parámetros morfológicos de la microcuenca de la quebrada Laurel, se determinó un área total de cuenca de 104.455 Km2, un perímetro de 53.725 km, la cota más alta y las más baja son 739.00 y 3 237.00 msnm, el cauce principal presenta una longitud de 17.75 km con una pendiente de 11.15 %, presenta una altitud media ponderada de 1966.40 msnm, según el factor de forma nos encontramos con una cuenca alargada, con un orden del rio igual a 3 y con un tiempo de concentración según Kirpich de 1.69 horas.

Después de evaluar el estudio hidrológico, se determinó los caudales máximos para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años los cuales fueron de 94.428 m3/s, 147.532 m3/s, 181.463 m3/s, 207.091 y 232.860 m3/s.

Después de realizar el modelamiento hidráulico, se concluye que las áreas altamente vulnerables a inundaciones son las ubicadas en el margen izquierdo de la quebrada, las viviendas construidas en la ribera de la quebrada, se encuentran cimentadas sobre rellenos, que estrechan el cauce, y ante un evento de esta magnitud podrían ser arrasadas por el flujo, ya que la quebrada en esta zona se desborda prácticamente en todas las secciones, la inundación se torna más pronunciada a partir de la progresiva 0+200.00 km aguas abajo del tramo analizado.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda utilizar otros equipos topográficos para la realización de un levantamiento topográfico como es el caso de la fotogrametría para acceder a puntos de difícil acceso a las orillas de la quebrada y realizar en un menor tiempo dicha actividad.

Se recomienda utilizar otros parámetros o programas que nos permitan determinar con mayor exactitud el tiempo de concentración, la pendiente y la forma que tiene dicha cuenca.

Con los caudales que se han obtenido a través del estudio hidrológico se recomienda realizar el diseño de una infraestructura hidráulica como es la construcción de muros de concreto en los puntos más críticos, esto con el fin de permitir disminuir los impactos de

máximas avenidas sobre los canales de riego que pudiesen existir en la parte baja de dicho sector.

Utilizar otros programas de simulación hidráulica para identificar las áreas de inundación ante máximas avenidas, como por ejemplo el programa de Iber, que es de gran utilidad en las secciones de cualquier tramo que se desea estudia y establecer diferencias significativas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre - Beltrán, B. G., & Guerra - Pozo, D. J. (2023). *Aplicación de la norma de diseño geométrico MOP 2003 en el programa Civil 3D utilizado en el diseño vial en Ecuador* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador]. Repositorio institucional. http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24452

Alarcón - Matta, A., & Carranza - Becerra, H. M. (2023). *Evaluación de la Geométrica Vial y Condición de la Carretera Zonanga–Tabacal, Jaén, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio institucional UNJ. http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/562

Albornoz - Hilario, Y. A., & Miñano - Travezaño, E. A. (2023). *Evaluación del cumplimiento de las normas dg-2018 en el diseño geométrico de las carreteras departamentales de la Provincia de Lauricocha, Región Huánuco - 2022* [Tesis de pregradp, Universidad Nacional Herminio Valdizán]. Repositorio Institucional UNHEVAL. https://hdl.handle.net/20.500.13080/8963

Alvaron - Robles, A. J. (2022). *Evaluaciòn de los paràmetros del diseño geòmetrico de la carretera Huaraz-Santo Toribio (L= 16 Km) con el Manual de Diseño Geomètrico 2018, año 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo]. Repositorio institucional UNASAM. http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5427

Arévalo-Córdova, R. A. (2023). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Tablón – El Triunfo - Perico, distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio – Cajamarca, de acuerdo con la normatividad peruana* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/6166

Arias-Mateus, L. S., & Sanabria-Ríos, A. C. (2020). *Análisis de la estructura de pavimento y del diseño geométrico del segmento vial, localizado en la carrera 11D este entre la calle 71 A SUR hasta la calle 72 A Bis Sur, barrio Juan Rey* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio institucional UCC. https://hdl.handle.net/10983/24799

Basu, S., & Saha, P. (2022). Evaluation of risk factors for road accidents under mixed traffic: Case study on Indian highways. *IATSS Research, 46*(4), 559-573. doi:https://doi.org/10.1016/j.iatssr.2022.09.004

Becerra-Salazar, E. A. (2023). *Evaluación del diseño geométrico y su relación con la seguridad vial de la carretera Cajamarca - Jesús, tramo Iscoconga-Jesús, Cajamarca 2022* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio institucional USP. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/22986

Berrospi - Novoa, S. F. (2020). *Diseño de la carretera Aramango - San Francisco - sector La fila - Buenos Aires - Chinganza, distrito de Aramango, provincia de Bagua, departamento de Amazonas, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional USAT. http://hdl.handle.net/20.500.12423/3030

Burgos - Julca, H. A. (2022). *Evaluación de las características geométricas actuales y propuesta de diseño geométrico de la carretera Llullapuquio – Chetilla, distrito de Chetilla, Cajamarca 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/4786

Carrera - Terrones, J. W. (2019). *Evaluación de la seguridad vial de la carretera La Shita - Atumpata km 00 + 00 - km 05 + 00 en función a sus parámetros de diseño geométrico* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/3038

Chávez - Alvarez, L. F. (2023). *Análisis de la seguridad vial de la carretera del C.P. Guayao – C.P. Machaypungo en función a la consistencia de la geometría Celendín – Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. http://hdl.handle.net/20.500.14074/5792

Cordova - Alvarado, J. B. (2019). *Evaluaciòn de las caracterìsticas geometricas del camino vecinal cruce Tamborillo,caserìo, El Faique Santa Fe,distrito de San Josè del Alto, provincia de Jaèn-Cajamarca, de acuerdo con las normas de diseño geomètrico* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional UNC. https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/2827

Cubas - Becerra, A. (2022). *Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén en la seguridad vial-Cajamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego] Repositorio institucional UPAO. https://hdl.handle.net/20.500.12759/8684

Davila - Perez, J. J. (2021). *Diseño de la infraestructura vial entre los Caseríos Pan de Azúcar y San José Alto, distrito Copallín, Bagua, Amazonas* [Tesis de pregrado,

Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/52875

Guevara - Cubas, E., & Terrones - Portocarrero, H. G. (2022). *Diseño de la trocha carrozable, El Hebrón-El Nogal-La Flor-Guayaquil, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo] Repositorio institucional USAT. http://hdl.handle.net/20.500.12423/5012

Guevara - Tafur, E. (2021). *Diseño de la carretera Leiva-Chálua para mejorar la transitabilidad vehicular, distrito San Nicolas, Rodríguez De Mendoza, Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional. https://hdl.handle.net/20.500.12692/68027

Huanca - Peralta, J. R., & Llatas - Tello, W. (2020). *Diseño de infraestructura vial tramo San Antonio km 0+000 al km 11+736, El Porvenir, Aramango-Bagua-Amazonas 2019* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/49997

Huetras - Aragon, J. F., & Rojas - Chisaguano, S. D. (2023). *Rediseño geométrico vial para la vereda Camalá del municipio de Flandes entre el K0+867,00 hasta el K2+217,00* [Tesis de grado, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio institucional UPC. http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/12804

Jacob, A., Akkara, J., J, J. K., & Therattil , J. P. (2022). Effect of Non-urban Two Lane Highway Geometry on Car and Bus Drivers – A Physiological Study. *Transportation Research Procedia, 62*, 358-365. doi:https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.045

Llamo - Irigoin, N. (2020). *Diseño de la trocha carrozable El Progreso-El Venceremos-Nuevo Paraiso, distrito de Cajaruro, provincia de Utcubamba, departamento de Amazonas, 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional USAT. http://hdl.handle.net/20.500.12423/2909

Muñoz - Cubas, D. Y. (2023). *Evaluación de la influencia del diseño geométrico en los accidentes de la carretera Pomalca - Saltur - Sipán Pampagrande – distritos de Pomalca – Zaña - Chongoyape, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional USAT. http://hdl.handle.net/20.500.12423/6641

Otiniano - Ocampo, J. A. (2022). *Diseño de la carretera Salinas–Yania–Gajmal-Huancapampa, distrito de cheto, provincia de Chachapoyas, departamento Amazonas, 2016* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional USAT. http://hdl.handle.net/20.500.12423/5050

Perez - Zuñiga, M. K. (2023). *Análisis del diseño geométrico y evaluación de consistencia de la carretera HU-112 tramo Molino – Huarichaca de acuerdo al manual de carreteras DG-2018. Pachitea, Huánuco – 2022* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Herminio Valdizán]. Repositroio institucional. https://hdl.handle.net/20.500.13080/8566

Quiroz - Goveya, P. M., & Gutierrez - Capcha, M. (2021). *Evaluación del diseño geométrico para el trazo de la carretera Calla - Ccochapata en Cotabambas – Apurímac, 2020* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/59614

Romero - Morales, M. A. (2022). *Análisis y evaluación de las características geométricas de una carretera para la seguridad vial* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio institucional UNASAM. http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/5428

Santisteban - Carrasco, M. J. (2021). *Diseño de la infraestructura vial, Caserío San Antonio - Caserío El Aliso - Centro Poblado El Ron-distrito Cajaruro, Utcubamba - Amazonas* [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/63098

Silmaba, W. C., & Iskandar, I. (2023). Geometric evaluation and analysis of road pavement on the buper - kemp road section, wolker waena. *Journal of Mechanical, Civil and Industrial Engineering, 4*(1), 10-49. doi:https://doi,org/10.32996/jmcie.2023.4.1.5

Suárez-Choéz, A. A. (2019). *Diseño geométrico y estructural de la vía Pueblo Nuevo – Las Casitas de la parroquia Campozano del cantón Paján* [Tesis de pregrado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Respositorio institucional UESM. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1729

Zárate - Cuba, K. R., & Fernández - Molocho, W. B. (2021). *Evaluación geométrica de la carretera Andamarca – Las Juntas, de acuerdo con el diseño geométrico de*

carreteras dg-2018 [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional UCV. https://hdl.handle.net/20.500.12692/75237

Zúñiga-Velásquez, J. (2021). *Diagnóstico para el mejoramiento del diseño geométrico de la vía Ubaté – Cucunubá (K0+000.000 al K7+975.799) Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Respositorio institucional UCC. https://hdl.handle.net/10983/25817

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme vida y salud, permitiéndome así, poder cumplir con cada meta trazada durante este proceso de formación profesional y personal.

A mis queridos padres, por el apoyo incondicional que me brindaron durante el transcurso de esta etapa de mi vida, quienes con mucho sacrificio apoyaron mi formación profesional. A su vez, por ser mi motivación e inspiración para seguir adelante.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, quienes siempre están a mi lado acompañándome en cada logro.

Juan Jhordyn Huaman Heredia

En primer lugar, agradecer a Dios por la vida y la salud, además por brindarme fortaleza y voluntad para hacer realidad mi sueño y convertirme en un profesional con valores y útil para la sociedad.

A mis padres, por el apoyo incondicional en todo el proceso de mi carrera.

Al Dr. Marco Antonio Martínez Serrano por aceptar ser mi asesor y por su colaboración desinteresada en el desarrollo de la investigación durante la elaboración del proyecto de tesis.

A los miembros del jurado revisor: Dr. Manuel Emilio Milla Pino, Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña y el Mg. Geoffrey Wigberto Salas Delgado.

A los docentes y administrativos de la escuela profesional de ingeniería civil de la universidad nacional de jaén.

A mis compañeros y amigos que estuvieron presentes durante el proceso de estudio y elaboración del proyecto de tesis.

Williams Jiménez Ramírez

DEDICATORIA

A Dios por su infinita compañía y permitirme gozar de buena salud en todo momento, por haberme dado fortaleza de seguir adelante y luchar por mis sueños.

A mis queridos padres; William Huaman Bure Y Miriam Heredia Rangel quienes me brindaron su cariño y apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional, sin dicha ayuda no habría sido posible lograr esta meta, a su vez fueron mi motivación e inspiración para seguir adelante.

A mi hermano y mi abuelo por su apoyo incondicional y estar siempre presentes en cada uno de mis logros.

Juan Jhordyn Huaman Heredia

Principalmente dedico este trabajo de tesis a Dios por brindarme sabiduría, paciencia y mucho amor, en los momentos más difíciles.
A mis padres, quienes me brindaron su cariño y apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional, sin dicha ayuda no habría sido posible lograr esta meta.

A todos mis hermanos por el apoyo que me brindaron de corazón el cual lo he valorado siempre y estoy agradecido por ser parte de esta gran meta.

Williams Jiménez Ramírez

ANEXOS

Anexo 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Dimensión	Indicadores	Unidad	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Variable dependiente: Áreas de inundación	Topografía	Curvas de nivel	msnm	La observación	Software de AutoCAD Civil 3D
		Perfil longitudinal	m		
		Secciones transversales	m2		
	Estudio Hidrológico	Parámetros morfológicos de la micro cuenca	-	La observación	software Excel y ArcGIS
		Precipitaciones	mm		
		Periodos de retorno	años		
Variable independiente: Máximas avenidas	Caudales máximos	Caudales	m3/s	La observación	Software Hec- Ras
	Plano topográfico	Planos a curvas de nivel	-		Software de AutoCAD Civil 3D

Anexo 2. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO GENERAL	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DA DATOS
Determinación de las áreas de inundación mediante el lenguaje model builder ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024	En temporadas de lluvias el caudal de la quebrada laurel aumenta considerablemente trayendo consigo desbordes y generando inundación en sus viviendas cercanas. **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** ¿Cuáles son las áreas de inundación ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024?	Las áreas de inundación ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, llega a generar desbordes abarcando gran parte del caserío El Laurel, Jaén, 2024. **JUSTIFICACIÓN** La presente investigación se justifica debido a que en los últimos años el caserío El Laurel acido testigo de acontecimientos desastrosos producto de intensas y prolongadas lluvias, generado por la activación del caudal de la quebrada laurel.	Determinar las áreas de inundación mediante el lenguaje model builder ante máximas avenidas de la quebrada Laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** - Recopilar información cartográfica, meteorológica y topográfica de la quebrada Laurel. - Evaluar los parámetros morfológicos de la micro cuenca de la quebrada Laurel. - Realizar el estudio hidrológico para determinar caudales de máxima avenida para periodos de retorno de 10, 25, 50, 100 y 200 años de la quebrada Laurel. - Realizar el modelamiento hidráulico para identificar las posibles zonas con riesgo de inundación ante diferentes probabilidades de ocurrencia de la quebrada Laurel.	Esta Investigación es de tipo aplicada y diseño no experimental **VARIABLES** Dependiente: Área de Inundación Independientes: Máximas avenidas	Técnica: observación. Instrumento: Softwares como AutoCAD Civil 3D, ArcGIS, Hec-Ras y Excel **MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS** Estadística descriptiva **POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO** Población: La población está conformada por la quebrada Laurel. Muestra: La muestra está constituida por el tramo de la quebrada Laurel. Muestreo: La selección de la muestra se determinará mediante el muestreo no probabilístico.

Anexo 3. SOLICITUD PARA EJECUCIÓN DE TESIS

"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CARTA – 01 – TG – 2024

El Laurel, 24 de junio del 2024

Señores: Jurados de proyecto de tesis Universidad Nacional de Jaén.

ASUNTO: CONFIRMACIÓN QUE NO SE HA DESARROLLADO NINGÚN PROYECTO DE INVERSIÓN PÚBLICA NI INVESTIGACIÓN EN NUESTRA QUEBRADA LAUREL UBICADA EN EL CASERIO EL LAUREL DEL DISTRITO DE JAÉN.

Por medio de la presente:

Le hago llegar mi cordial saludo a nombre de toda la población del caserío El Laurel, distrito Jaén, provincia Jaén, región Cajamarca y a la vez manifestarle que ante lo solicitado por los tesistas **Huaman Heredia Juan Jhordyn y Jiménez Ramírez Williams** con su título de tesis titulado: **"Determinación de las áreas de inundación mediante el lenguaje Model Builder ante máximas avenidas de la quebrada laurel, caserío El Laurel, Jaén, 2024"**, debo manifestarle mediante la presente que no se ha desarrollado ningún proyecto de inversión pública ni investigación en nuestra quebrada laurel ubicada en el Caserío El Laurel y que nos llena de satisfacción que dos egresados de la Universidad Nacional de Jaén se preocupen por la problemática de los pueblos más alejados, en la que aparte de que pondrán sus conocimientos para desarrollar su investigación estamos seguros que brindarán un buen aporte para poder solucionar la problemática existente, que es el peligro de inundación de la quebrada la cual es provocado por las fuertes lluvias que se suscitan.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para expresar a usted mis consideraciones

Atentamente:

Melaño Pérez Cubas
DNI. N° 46327777
TENIENTE GOBERNADOR

TENIENTE GOBERNADOR

Anexo 4. PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA LAUREL, CASERÍO EL LAUREL, JAÉN, 2024"

UBICACION:
REGION : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN

PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

LAMINA: U-01

AUTOR : BACH. HUAMAN HEREDIA JUAN JHORDYN
BACH. JIMÉNEZ RAMÍREZ WILLIAMS

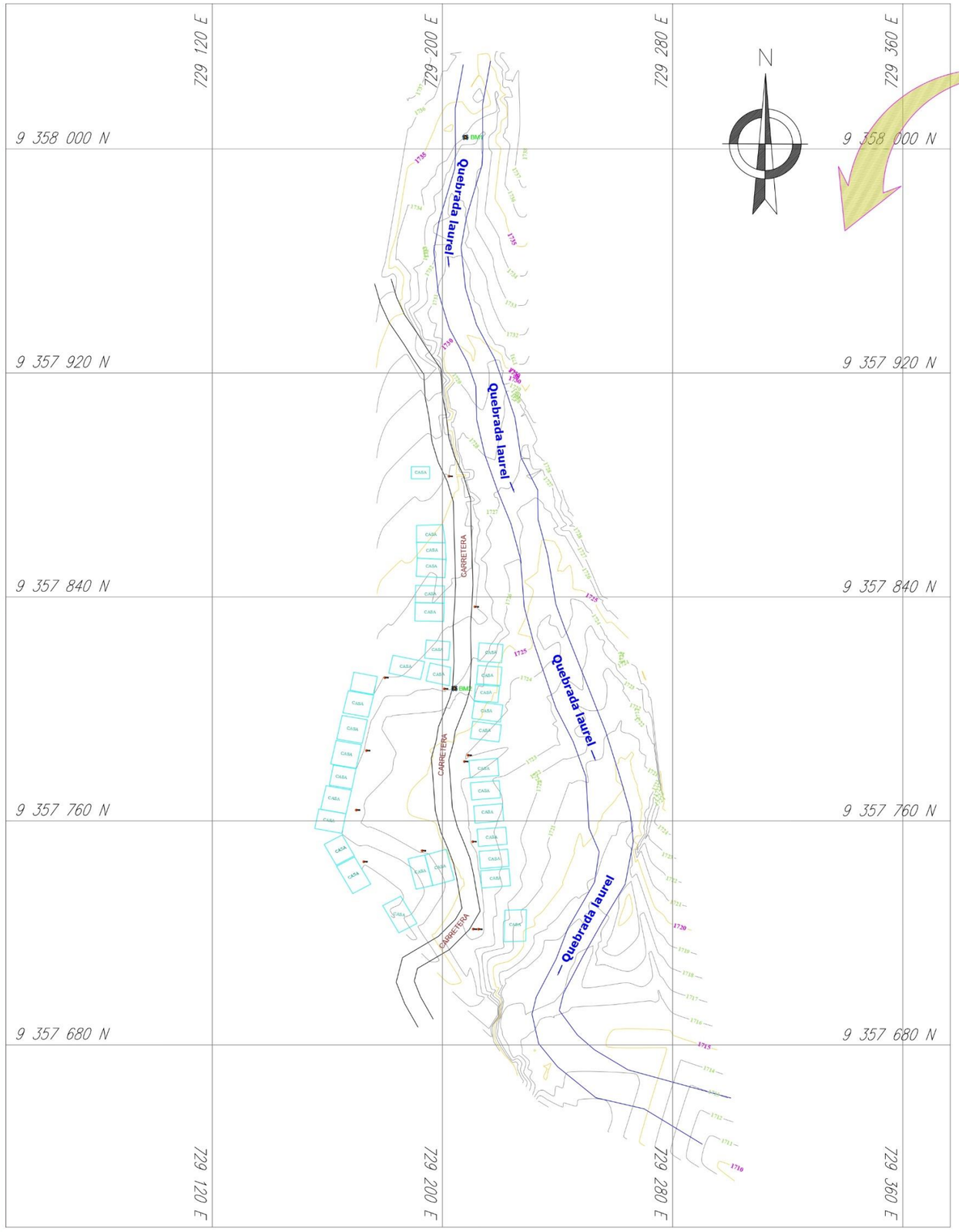
ASESOR: DR. MARCO ANTONIO MARTÍNEZ SERRANO

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO - 2024

DATUM: WGS 84 SISTEMA DE COORDENADAS: UTM HEMISFERIO: Sur ZONA: 17

Anexo 5. PLANO TOPOGRÁFICO



LEYENDA

- TROCHA CARROZABLE
- CURVAS MAESTRAS
- CURVAS SECUNDARIAS
- RIO, QUEBRADA
- SEÑAL GEODÉSICA, COTA
- C.P. CON UBICACIÓN APROXIMADA
- VIVIENDAS EXISTENTES
- POSTES DE LUZ
- GAVIONES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

TESIS: "DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER ANTE MÁXIMAS AVENIDAS DE LA QUEBRADA LAUREL, CASERÍO EL LAUREL, JAÉN, 2024"

UBICACION:
REGION : CAJAMARCA
PROVINCIA : JAÉN
DISTRITO : JAÉN

PLANO: TOPOGRÁFICO

LAMINA: T-01

AUTOR : BACH. HUAMAN HEREDIA JUAN JHORDYN
BACH. JIMÉNEZ RAMÍREZ WILLIAMS

ASESOR: DR. MARCO ANTONIO MARTÍNEZ SERRANO

ESCALA: INDICADA

FECHA: JULIO - 2024

DATUM: WGS 84 SISTEMA DE COORDENADAS: UTM HEMISFERIO: Sur ZONA: 17

Anexo 6. PLANO DE DELIMITACIÓN DE LA SUB CUENCA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
N
1:140,000
Legend
SALIDA
orden
<all other values>
Orden de rio
1
2
3
4
cuenca_laurel
Mapa de la cuenca de el laurel
0 0.75 1.5 3 4.5 6
Km
Autores:Bach. Huaman Heredia Juan Jhordyn
Bach. Jiménez Ramírez Williams
Proyección: UTM Zona 17 S
Datum: WGS 84

Anexo 7. DATA TOPOGÁFICA

Punto	Norte	Este	Altura	Descripción
1	9358018.97	729212.964	1736.58	E1
2	9358004.17	729207.989	1733.88	BM1
3	9358018.97	729212.964	1734.6562	E1
4	9358032.67	729199.322	1736.4274	RIO
5	9358034.01	729198.213	1736.4907	RIO
6	9358031.67	729193.832	1737.3787	RIO
7	9358027.55	729187.316	1737.9972	RIO
8	9358023.57	729188.05	1737.7696	RIO
9	9358020.93	729189.538	1737.4083	RIO
10	9358014.84	729188.591	1736.5198	RIO
11	9358011.95	729187.997	1736.3591	RIO
12	9358013.24	729192.411	1735.9389	RIO
13	9358014.8	729197.211	1735.3513	RIO
14	9358016.69	729202.042	1735.0484	RIO
15	9358017.32	729206.623	1735.034	RIO
16	9358032.92	729209.377	1735.6317	RIO
17	9358033.75	729212.277	1735.0092	RIO
18	9358033.76	729221.417	1737.6619	RIO
19	9358034.01	729222.826	1737.5048	RIO
20	9358033.12	729224.508	1737.2721	RIO
21	9358030.76	729226.529	1737.1041	RIO
22	9358028.52	729224.072	1737.4471	RIO
23	9358027.06	729222.245	1737.2549	RIO
24	9358024.83	729224.11	1737.0511	RIO
25	9358023.89	729221.675	1736.8725	RIO
26	9358018.16	729225.693	1736.6255	RIO
27	9358018.16	729222.484	1736.7353	RIO
28	9358013.88	729222.883	1736.5518	RIO
29	9358011.07	729226.494	1736.761	RIO
30	9358005.43	729222.64	1736.5877	RIO
31	9358002.5	729225.283	1736.6283	RIO
32	9357997.55	729228.889	1738.0683	RIO
33	9358026.28	729212.862	1734.9717	RIO
34	9358027.16	729214.298	1734.5611	RIO
35	9358035.1	729217.594	1735.3495	RIO
36	9358033.58	729215.224	1734.8956	RIO
37	9358029.92	729215.939	1734.7408	RIO
38	9358027.96	729220.119	1735.5439	RIO
39	9358026.78	729217.013	1734.4903	RIO
40	9358024.37	729220.586	1735.4913	RIO
41	9358023.5	729217.93	1734.3686	RIO
42	9358022.4	729215.719	1734.5109	RIO
43	9358019.23	729221.672	1734.881	RIO
44	9358019.26	729219.167	1733.8328	RIO
45	9358017.54	729218.549	1733.9818	RIO
46	9358013.89	729222.148	1734.3434	RIO

47	9358013.34	729219.08	1733.8822	RIO
48	9358007.29	729217.556	1733.3339	RIO
49	9358010.43	729216.113	1733.4323	RIO
50	9358009.59	729209.647	1734.2953	RIO
51	9358009.64	729206.323	1734.4045	RIO
52	9358008.16	729202.935	1735.1669	RIO
53	9358005.15	729197.925	1734.8202	RIO
54	9358009.8	729203.055	1734.514	RIO
55	9358004.26	729213.476	1732.809	RIO
56	9358001.15	729212.727	1732.6921	RIO
57	9358001.35	729203.112	1734.5256	RIO
58	9357995.87	729201.482	1733.9915	RIO
59	9357995.36	729196.883	1734.5332	RIO
60	9357994.89	729193.917	1734.7626	RIO
61	9357991.6	729191.644	1734.6696	RIO
62	9357986.08	729191.138	1734.3765	RIO
63	9357979.62	729188.025	1733.9761	RIO
64	9357970.03	729185.611	1733.5474	RIO
65	9357961.77	729184.923	1733.5648	RIO
66	9357963.62	729188.25	1733.5381	RIO
67	9357970.6	729191.395	1733.8129	RIO
68	9357978.51	729193.364	1733.9686	RIO
69	9357987.62	729197.874	1733.6596	RIO
70	9357990.45	729202.557	1732.6589	RIO
71	9357996.05	729204.891	1732.5978	RIO
72	9357995.73	729206.43	1732.6064	RIO
73	9358001.09	729206.708	1732.8879	RIO
74	9357988.89	729209.63	1732.6281	RIO
75	9357993.51	729211.817	1732.9067	RIO
76	9357997.3	729213.415	1732.7947	RIO
77	9357986.6	729203.762	1732.1358	RIO
78	9357982.75	729202.953	1731.9226	RIO
79	9357981.81	729199.494	1732.4541	RIO
80	9357977.04	729200.987	1732.1681	RIO
81	9357986.2	729214.022	1733.4148	RIO
82	9357984.51	729210.736	1732.5537	RIO
83	9357982.17	729207.689	1732.1546	RIO
84	9357976.81	729207.238	1731.8124	RIO
85	9357976.53	729205.777	1731.3188	RIO
86	9357972.4	729197.316	1731.9281	RIO
87	9357965.92	729196.412	1732.134	RIO
88	9357962.34	729193.538	1733.2418	RIO
89	9357955.74	729191.914	1732.7846	RIO
90	9357972.22	729207.07	1731.5186	RIO
91	9357972.27	729210.025	1732.3611	RIO
92	9357972.24	729211.52	1733.0202	RIO
93	9357955.8	729196.264	1731.7083	RIO

94	9357955.76	729201.053	1730.9493	RIO
95	9357955.31	729203.793	1730.3123	RIO
96	9357962.06	729201.018	1731.0557	RIO
97	9357961.6	729204.173	1731.0489	RIO
98	9357968.18	729210.741	1732.3574	RIO
99	9357965.9	729209.928	1732.4721	RIO
100	9357965.13	729211.069	1732.3133	RIO
101	9357959.94	729205.708	1730.5177	RIO
102	9357956.89	729203.796	1730.5547	RIO
103	9357949.25	729202.743	1730.1295	RIO
104	9357945.12	729197.677	1730.9162	RIO
105	9357943.89	729203.212	1730.1651	RIO
106	9357938.72	729204.526	1730.0928	RIO
107	9357938.55	729198.996	1730.8842	RIO
108	9357941	729194.358	1731.0233	RIO
109	9357940.55	729190.959	1731.4334	RIO
110	9357937.78	729193.15	1731.1248	RIO
111	9357933.17	729193.586	1731.4753	RIO
112	9357932.79	729200.393	1730.5602	RIO
113	9357933.12	729204.447	1730.3118	RIO
114	9357926.64	729202.766	1729.3472	RIO
115	9357926.19	729199.423	1730.4306	RIO
116	9357921.61	729198.002	1733.982	E2
117	9357917.1	729199.693	1733.4234	REF2
118	9357921.61	729198.002	1733.869	
119	9357966.21	729210.114	1732.4564	RIO
120	9357966.68	729207.507	1731.9119	RIO
121	9357963.31	729207.209	1731.3272	RIO
122	9357950.92	729214.186	1731.5576	RIO
123	9357948.49	729215.229	1731.7783	RIO
124	9357945.09	729214.54	1731.3434	RIO
125	9357940.47	729217.699	1731.7969	RIO
126	9357938.83	729213.333	1730.7945	RIO
127	9357933.24	729211.943	1730.1325	RIO
128	9357945.16	729209.725	1730.7711	RIO
129	9357942.34	729209.21	1730.2766	RIO
130	9357938.67	729210.029	1730.1472	RIO
131	9357953.49	729182.199	1736.729	CAR
132	9357952.6	729179.772	1736.5811	CAR
133	9357951.85	729176.948	1736.8445	CAR
134	9357945.74	729178.359	1735.9555	CAR
135	9357946.18	729181.342	1735.6939	CAR
136	9357946.77	729184.146	1735.6623	CAR
137	9357940.8	729186.832	1734.9433	CAR
138	9357938.68	729184.541	1734.7998	CAR
139	9357937.43	729182.524	1734.8445	CAR
140	9357931.49	729185.915	1734.3882	CAR

141	9357932.16	729188.721	1734.0936	CAR
142	9357933.62	729191.594	1733.9773	CAR
143	9357928.47	729194.73	1733.8033	CAR
144	9357926.08	729192.245	1733.9208	CAR
145	9357924.04	729190.384	1734.6815	CAR
146	9357918.05	729193.785	1734.0849	CAR
147	9357912.32	729194.537	1733.286	CAR
148	9357912.91	729197.154	1733.0814	CAR
149	9357912.22	729199.921	1732.8729	CAR
150	9357905.17	729201.257	1732.2142	CAR
151	9357904.82	729198.525	1732.2366	CAR
152	9357904.31	729196.078	1732.2609	CAR
153	9357896.78	729197.725	1732.0154	CAR
154	9357896.81	729199.888	1731.9738	CAR
155	9357896.7	729202.247	1731.8612	CAR
156	9357890.19	729204.176	1731.4491	CAR
157	9357889.77	729201.738	1731.4446	CAR
158	9357888.07	729199.265	1731.5813	CAR
159	9357883.08	729202.265	1730.9863	POS
160	9357883.26	729204.319	1730.4187	CAR
161	9357883.31	729207.347	1730.4469	CAR
162	9357874.91	729209.775	1729.709	CAR
163	9357874.34	729206.68	1729.6558	CAR
164	9357873.49	729204.261	1729.7371	CAR
165	9357864.54	729202.452	1729.4649	CAR
166	9357864.75	729206.284	1729.3155	CAR
167	9357864.61	729210.009	1729.2532	CAR
168	9357855.35	729210.301	1729.0543	CAR
169	9357855.75	729206.784	1729.0895	CAR
170	9357854.94	729202.727	1729.1242	CAR
171	9357844.76	729203.75	1728.9654	CAR
172	9357844.29	729207.944	1728.4783	CAR
173	9357844.18	729210.639	1728.5677	CAR
174	9357836.47	729211.311	1728.128	POS
175	9357834.4	729204.312	1728.199	CAR
176	9357825.9	729206.392	1727.7395	CAS
177	9357823.72	729212.627	1727.6477	CAS
178	9357934.7	729206.598	1730.1126	RIO
179	9357935.78	729206.005	1730.1169	RIO
180	9357939.84	729206.461	1730.1597	RIO
181	9357941.45	729206.165	1730.1962	RIO
182	9357944.97	729206.515	1730.2786	RIO
183	9357860.02	729209.832	1729.1511	E3
184	9357851.01	729210	1729.0644	REF3
185	9357926.78	729210.778	1730.0938	RIO
186	9357927.36	729214.156	1729.4915	RIO
187	9357924.01	729214.554	1729.3257	RIO

188	9357922.01	729210.629	1729.9214	RIO
189	9357921.86	729206.918	1729.52	RIO
190	9357918.08	729213.771	1729.6203	RIO
191	9357919.55	729216.931	1728.8458	RIO
192	9357914.93	729219.983	1728.389	RIO
193	9357914.24	729216.273	1728.9831	RIO
194	9357913.97	729212.051	1729.612	RIO
195	9357912.4	729208.065	1728.8283	RIO
196	9357906.58	729209.567	1728.6442	RIO
197	9357906.22	729214.061	1728.9475	RIO
198	9357901.63	729216.319	1728.6432	RIO
199	9357900.38	729212.414	1728.4409	RIO
200	9357897.44	729208.988	1728.0281	RIO
201	9357892.52	729211.316	1727.8861	RIO
202	9357893.5	729216.923	1728.4339	RIO
203	9357889.23	729218.13	1728.0318	RIO
204	9357887.58	729213.36	1727.6418	RIO
205	9357885.4	729211.035	1727.7302	RIO
206	9357880.11	729213.913	1727.4873	RIO
207	9357875.12	729216.22	1727.271	RIO
208	9357875.99	729219.375	1726.8386	RIO
209	9357878.78	729223.137	1727.0016	RIO
210	9357881.31	729227.714	1726.4715	RIO
211	9357884.59	729227.029	1726.8877	RIO
212	9357883.8	729224.2	1727.3726	RIO
213	9357882.13	729219.626	1727.4168	RIO
214	9357886.83	729218.003	1727.7455	RIO
215	9357888.3	729221.542	1727.4442	RIO
216	9357889.88	729227.295	1727.0186	RIO
217	9357894.35	729226.657	1727.1984	RIO
218	9357894.62	729222.822	1727.5901	RIO
219	9357893.02	729218.676	1728.061	RIO
220	9357899.19	729221.251	1727.8311	RIO
221	9357930.39	729218.403	1731.1133	RIO
222	9357933.1	729217.48	1731.3842	RIO
223	9357933.61	729219.748	1731.7159	RIO
224	9357931.9	729221.235	1731.3593	RIO
225	9357930.58	729222.245	1731.6568	RIO
226	9357934.63	729215.577	1730.961	RIO
227	9357933.78	729214.569	1730.3182	RIO
228	9357931.34	729212.195	1729.807	RIO
229	9357928.48	729215.092	1729.5533	RIO
230	9357930.04	729216.868	1730.1931	RIO
231	9357928.25	729217.457	1729.8779	RIO
232	9357926.46	729216.992	1729.1908	RIO
233	9357925.56	729217.692	1729.2703	RIO
234	9357924.74	729217.81	1729.0989	RIO

235	9357924.16	729219.471	1728.6203	RIO
236	9357924.95	729219.981	1729.4053	RIO
237	9357922.18	729217.971	1728.3772	RIO
238	9357920.55	729220.482	1728.7421	RIO
239	9357921.11	729222.444	1729.4332	RIO
240	9357924.25	729222.031	1730.6751	RIO
241	9357923.74	729224.092	1730.9191	RIO
242	9357922.26	729222.955	1730.5538	RIO
243	9357921.87	729224.174	1730.9083	RIO
244	9357919.95	729225.156	1729.9676	RIO
245	9357918.29	729223.195	1730.178	RIO
246	9357918.47	729227.671	1730.0753	RIO
247	9357917.04	729228.498	1730.4036	RIO
248	9357916.94	729226.49	1730.0151	RIO
249	9357915.45	729228.694	1730.1627	RIO
250	9357914.61	729228.301	1730.0019	RIO
251	9357912.75	729227.239	1729.6848	RIO
252	9357911.17	729227.636	1729.6344	RIO
253	9357911.2	729229.114	1729.8207	RIO
254	9357909.5	729228.729	1729.5938	RIO
255	9357909.54	729230.407	1729.3827	RIO
256	9357908.42	729230.696	1729.7183	RIO
257	9357908.3	729229.232	1729.5202	RIO
258	9357907.11	729228.771	1729.1463	RIO
259	9357906.91	729229.709	1729.5297	RIO
260	9357916.3	729224.295	1728.7615	RIO
261	9357913.95	729222.953	1728.0559	RIO
262	9357914.95	729225.59	1729.1331	RIO
263	9357913.24	729225.042	1728.1354	RIO
264	9357912.88	729226.747	1728.548	RIO
265	9357911.16	729224.705	1727.5535	RIO
266	9357910.01	729226.826	1728.0638	RIO
267	9357907.89	729225.268	1727.5393	RIO
268	9357907.78	729228.313	1728.1934	RIO
269	9357905.69	729228.812	1728.0404	RIO
270	9357893.8	729224.228	1727.4623	RIO
271	9357886.39	729224.074	1727.6772	REE4
272	9357860.02	729209.832	1729.059	
273	9357874.43	729218.284	1727.3164	RIO
274	9357877.12	729220.58	1726.7549	RIO
275	9357877.78	729226.49	1726.7994	RIO
276	9357878.04	729229.395	1726.3121	RIO
277	9357894.62	729233.93	1728.4309	RIO
278	9357896.95	729233.972	1728.3688	RIO
279	9357893.94	729231.943	1728.285	RIO
280	9357891.67	729232.694	1728.1981	RIO
281	9357889.4	729235.18	1728.1706	RIO

282	9357894.66	729230.306	1727.1485	RIO
283	9357893.67	729229.301	1726.8359	RIO
284	9357889.45	729230.327	1727.003	RIO
285	9357885.45	729231.22	1726.8942	RIO
286	9357882.56	729230.643	1727.0694	RIO
287	9357885.56	729234.767	1727.0159	RIO
288	9357881.4	729236.25	1726.972	RIO
289	9357879.89	729233.327	1726.4756	RIO
290	9357877.14	729232.533	1726.1382	RIO
291	9357879.75	729238.533	1727.1234	RIO
292	9357876.48	729236.722	1726.4421	RIO
293	9357876.09	729240.493	1727.5613	RIO
294	9357872.95	729237.865	1726.5045	RIO
295	9357870.65	729238.941	1726.2751	RIO
296	9357871.24	729234.029	1725.7276	RIO
297	9357868.8	729234.748	1725.3478	RIO
298	9357868.41	729238.018	1725.9764	RIO
299	9357868.43	729240.791	1726.6626	RIO
300	9357864.35	729236.81	1725.1978	RIO
301	9357865.66	729241.925	1726.4245	RIO
302	9357866.42	729246.657	1728.6459	RIO
303	9357870.72	729244.587	1729.2539	RIO
304	9357870.55	729242.47	1728.654	RIO
305	9357864.63	729242.451	1727.5311	RIO
306	9357861.12	729241.978	1725.6108	RIO
307	9357860.98	729238.751	1725.077	RIO
308	9357857.95	729239.182	1724.8836	RIO
309	9357856.44	729244.048	1725.3793	RIO
310	9357854.14	729241.34	1724.9817	RIO
311	9357853.84	729239.041	1724.7331	RIO
312	9357850.12	729241.1	1725.1166	RIO
313	9357847.54	729240.279	1724.6905	RIO
314	9357845.96	729244.609	1724.6079	RIO
315	9357845.23	729246.623	1725.6527	RIO
316	9357843.67	729249.758	1725.2443	RIO
317	9357842.07	729249.047	1725.003	RIO
318	9357841.57	729252.907	1725.6388	RIO
319	9357838.2	729253.81	1724.8564	RIO
320	9357837	729252.587	1724.5937	RIO
321	9357838.25	729248.698	1724.0259	RIO
322	9357836.08	729248.336	1723.538	RIO
323	9357834.22	729251.412	1723.7578	RIO
324	9357827.88	729258.27	1724.2438	RIO
325	9357825	729261.301	1724.2437	RIO
326	9357823.24	729261.781	1724.4324	RIO
327	9357826.03	729256.419	1723.9576	RIO
328	9357824.32	729255.582	1722.7422	RIO

329	9357823.9	729253.751	1722.4552	RIO
330	9357827.38	729251.757	1722.6149	RIO
331	9357829.94	729249.698	1723.2792	RIO
332	9357832.35	729247.769	1723.657	RIO
333	9357830.51	729244.914	1723.8969	RIO
334	9357830.68	729242.279	1724.5414	RIO
335	9357834.81	729242.138	1724.4206	RIO
336	9357835.52	729238.812	1724.1245	RIO
337	9357839.09	729240.578	1724.68	RIO
338	9357839.82	729244.005	1724.0957	RIO
339	9357841.57	729239.982	1724.5531	RIO
340	9357841.43	729236.8	1724.6692	RIO
341	9357838.19	729235.911	1724.5329	RIO
342	9357842.44	729232.224	1724.924	RIO
343	9357844.6	729236.816	1724.7515	RIO
344	9357847.18	729237.592	1724.7126	RIO
345	9357848.93	729233.101	1724.9917	RIO
346	9357845.53	729229.465	1724.8873	RIO
347	9357846.66	729225.506	1725.4747	RIO
348	9357850.34	729227.408	1725.6644	RIO
349	9357854.82	729226.118	1726.1567	RIO
350	9357851.68	729220.856	1726.0633	RIO
351	9357845.56	729222.013	1726.2577	RIO
352	9357840.3	729223.338	1725.981	RIO
353	9357836.7	729222.913	1725.8877	RIO
354	9357847.05	729217.256	1726.2909	RIO
355	9357852.09	729217.035	1726.3031	RIO
356	9357853.75	729212.28	1727.2248	RIO
357	9357857.08	729219.006	1726.5949	RIO
358	9357859.45	729224.182	1726.3699	RIO
359	9357861.28	729229.977	1725.5703	RIO
360	9357861.51	729233.638	1725.0553	RIO
361	9357864.63	729232.017	1725.3004	RIO
362	9357865.41	729228.442	1725.949	RIO
363	9357869.11	729230.87	1725.5075	RIO
364	9357870.37	729226.69	1725.9019	RIO
365	9357870.48	729221.554	1726.5994	RIO
366	9357865.49	729222.179	1726.5432	RIO
367	9357867.92	729218.152	1726.7997	RIO
368	9357862.84	729215.966	1726.7609	RIO
369	9357861.09	729212.396	1727.8499	RIO
370	9357882.83	729201.578	1730.8443	CAS
371	9357865.82	729200.15	1729.9535	CAS
372	9357859.41	729201.009	1729.2494	CAS
373	9357853.37	729201.25	1729.1386	CAS
374	9357843.93	729200.704	1729.1929	CAS
375	9357837.78	729200.563	1728.5872	CAS

376	9357830.58	729200.721	1728.114	CAS
377	9357825.84	729206.397	1727.6622	CAS
378	9357796.27	729205.906	1725.6848	E5
379	9357809.45	729210.43	1726.3939	REF5
380	9357839.07	729257.565	1726.9829	E7
381	9357838.47	729250.578	1724.4597	REF7
382	9357843.56	729236.025	1724.8745	E6
383	9357850.08	729228.423	1725.883	REF6
384	9357893.8	729224.228	1727.3904	
385	9357924.86	729200.554	1729.9223	RIO
386	9357921.61	729201.391	1729.3027	RIO
387	9357922	729204.735	1729.3114	RIO
388	9357917.6	729204.949	1728.968	RIO
389	9357913.17	729201.945	1728.5547	RIO
390	9357913.03	729204.785	1728.7306	RIO
391	9357910.67	729206.77	1728.4969	RIO
392	9357907.84	729203.245	1728.2749	RIO
393	9357906.49	729205.424	1728.4319	RIO
394	9357907.16	729209.581	1728.6077	RIO
395	9357901.73	729204.27	1728.1979	RIO
396	9357901.46	729206.689	1728.0504	RIO
397	9357896.67	729205.303	1728.0207	RIO
398	9357896.39	729207.462	1727.9604	RIO
399	9357891.86	729205.8	1727.7716	RIO
400	9357892.02	729208.063	1727.8706	RIO
401	9357889.06	729206.998	1727.6667	RIO
402	9357885.64	729208.121	1727.6953	RIO
403	9357881.41	729209.221	1727.4323	RIO
404	9357882.28	729211.291	1727.5557	RIO
405	9357877.46	729209.597	1728.0244	RIO
406	9357877.78	729211.088	1727.3776	RIO
407	9357872.23	729212.575	1727.171	RIO
408	9357874.21	729214.458	1727.3353	RIO
409	9357867.19	729211.463	1728.3189	RIO
410	9357796.27	729205.906	1725.6227	
411	9357807.32	729204.196	1727.0424	BM2
412	9357808.25	729202.427	1727.2953	CAS
413	9357810.03	729194.357	1727.3951	CAS
414	9357807.16	729200.668	1727.1629	POS
415	9357810.51	729192.394	1727.7451	CAS
416	9357812.83	729181.353	1728.1823	CAS
417	9357811.49	729177.394	1728.167	CAS
418	9357811.16	729179.967	1727.9571	POS
419	9357811.54	729177.462	1728.1359	CAS
420	9357804.91	729176.094	1727.9835	CAS
421	9357797.05	729174.184	1727.4272	CAS
422	9357796.06	729173.989	1727.2988	CAS

423	9357787.65	729172.119	1727.2566	CAS
424	9357787.2	729172.048	1727.3219	CAS
425	9357785.1	729173.591	1726.7993	POS
426	9357778.59	729170.118	1726.9894	CAS
427	9357771.52	729168.526	1726.8896	CAS
428	9357771.02	729168.381	1726.8853	CAS
429	9357763.48	729166.693	1726.9363	CAS
430	9357762.56	729166.476	1726.9359	CAS
431	9357755.65	729165.02	1727.018	CAS
432	9357755	729165.151	1727.0291	CAS
433	9357747.59	729169.378	1727.5347	CAS
434	9357737.5	729175.177	1728.541	CAS
435	9357730	729179.117	1728.5654	CAS
436	9357731.76	729182.82	1728.5116	CAS
437	9357746.51	729188.053	1726.7798	CAS
438	9357747.79	729193.806	1726.2607	CAS
439	9357749.35	729192.937	1725.828	POS
440	9357745.41	729172.661	1727.9064	POS
441	9357763.88	729170.056	1726.6866	POS
442	9357761.68	729175.57	1725.4147	CAMP
443	9357762.4	729203.519	1724.6343	CAMP
444	9357749.83	729203.205	1724.733	CAS
445	9357738.72	729206.235	1725.266	CAS
446	9357721.31	729212.551	1724.2463	POS
447	9357721.34	729210.709	1724.2651	POS
448	9357721.31	729210.713	1724.2659	E8
449	9357715.2	729209.646	1723.8232	REF8
450	9357736.35	729213.668	1723.9986	CAS
451	9357742.35	729212.871	1723.9325	CAS
452	9357749.33	729212.847	1723.8042	CAS
453	9357757.56	729211.85	1723.6566	CAS
454	9357759.22	729211.602	1723.7152	CAS
455	9357765.44	729210.72	1723.7613	CAS
456	9357773.81	729209.593	1723.5459	CAS
457	9357775.47	729209.736	1724.0129	CAS
458	9357781.46	729209.171	1724.2321	CAS
459	9357781.19	729207.621	1724.0723	POS
460	9357752.57	729210.537	1723.8766	POS
461	9357783.44	729208.875	1723.8856	POS
462	9357783.45	729208.854	1723.8895	CAS
463	9357796.9	729209.551	1725.5083	CAS
464	9357802.84	729210.729	1725.7445	CAS
465	9357803.17	729210.882	1726.0099	CAS
466	9357808.58	729211.451	1726.1991	CAS
467	9357809.28	729211.55	1726.5497	CAS
468	9357815.24	729212.375	1726.7367	CAS
469	9357816.2	729212.651	1726.8418	CAS

470	9357795.34	729180.722	1725.7367	CAMP
471	9357793.08	729204.452	1725.1881	CAMP
472	9357807.42	729205.025	1726.2516	CAR
473	9357807.11	729206.643	1726.0661	CAR
474	9357806.6	729209.488	1726.1108	CAR
475	9357801.98	729208.237	1725.7105	CAR
476	9357802.37	729206.427	1725.8265	CAR
477	9357802.72	729204.328	1725.8424	CAR
478	9357798.7	729202.848	1725.7485	CAR
479	9357793.38	729200.958	1725.2538	CAR
480	9357792.63	729202.531	1725.1747	CAR
481	9357792.03	729204.45	1725.1858	CAR
482	9357787.67	729203.787	1724.972	CAR
483	9357787.98	729201.963	1724.9772	CAR
484	9357788.38	729199.897	1725.0106	CAR
485	9357783.24	729198.635	1724.8534	CAR
486	9357782.57	729200.14	1724.8213	CAR
487	9357781.82	729202.21	1724.8272	CAR
488	9357776.21	729202.659	1724.7074	CAR
489	9357776.36	729200.822	1724.7344	CAR
490	9357776.45	729198.436	1724.7005	CAR
491	9357770.05	729202.172	1724.6644	CAR
492	9357764.59	729203.47	1724.6257	CAR
493	9357764.24	729201.466	1724.6075	CAR
494	9357763.59	729199.399	1724.6469	CAR
495	9357757.41	729201.284	1724.6506	CAR
496	9357757.51	729203.23	1724.53	CAR
497	9357757.86	729205.178	1724.4882	CAR
498	9357752.62	729207.339	1724.4077	CAR
499	9357752.19	729205.625	1724.3975	CAR
500	9357751.11	729203.613	1724.6429	CAR
501	9357746.36	729204.977	1724.6648	CAR
502	9357746.56	729207.199	1724.4002	CAR
503	9357746.75	729209.542	1724.4598	CAR
504	9357741.06	729210.783	1724.5364	CAR
505	9357740.61	729209.188	1724.4855	CAR
506	9357740.19	729206.778	1724.7433	CAR
507	9357732.54	729208.603	1724.4848	CAR
508	9357732.79	729210.448	1724.4241	CAR
509	9357733.18	729212.114	1724.3708	CAR
510	9357727.77	729213.082	1724.3173	CAR
511	9357727.43	729210.718	1724.2352	CAR
512	9357727.45	729208.309	1724.1993	CAR
513	9357843.56	729236.025	1724.8214	
514	9357836.25	729230.39	1724.922	RIO
515	9357834.88	729226.17	1725.7395	RIO
516	9357832.81	729222.681	1725.4327	RIO

517	9357830.45	729220.696	1726.4154	RIO
518	9357832.38	729231.96	1724.3957	RIO
519	9357830.02	729232.447	1724.2256	RIO
520	9357830.23	729235.2	1723.7899	RIO
521	9357826.14	729232.412	1724.1215	RIO
522	9357827.15	729236.077	1723.2336	RIO
523	9357823.84	729235.741	1723.4043	RIO
524	9357824.12	729236.925	1723.3394	RIO
525	9357824.63	729241.527	1723.9158	RIO
526	9357825.2	729246.305	1723.5649	RIO
527	9357821.09	729249.576	1723.1166	RIO
528	9357821.75	729253.638	1722.4716	RIO
529	9357817.8	729254.799	1722.373	RIO
530	9357815.15	729252.046	1722.6489	RIO
531	9357812.81	729246.229	1723.2497	RIO
532	9357811.24	729242.202	1723.0666	RIO
533	9357809.27	729238.002	1723.033	RIO
534	9357803.14	729239.367	1722.6152	RIO
535	9357803.09	729243.656	1722.1312	RIO
536	9357798.47	729240.706	1722.2634	RIO
537	9357794.75	729241.881	1722.5299	RIO
538	9357792.91	729244.908	1722.4552	RIO
539	9357791.79	729248.698	1720.8595	RIO
540	9357793.6	729252.336	1721.4311	RIO
541	9357797.93	729251.685	1721.8032	RIO
542	9357799.29	729257.335	1721.8365	RIO
543	9357800.26	729259.24	1721.0248	RIO
544	9357793.93	729257.739	1721.9354	RIO
545	9357791.08	729255.362	1721.1925	RIO
546	9357792.09	729260.182	1720.9348	RIO
547	9357792.08	729263.76	1721.0542	RIO
548	9357793.03	729268.102	1721.1594	RIO
549	9357796.28	729266.403	1721.3219	RIO
550	9357797.24	729262.821	1721.0244	RIO
551	9357804.34	729261.382	1721.4602	RIO
552	9357806.01	729263.634	1722.1082	RIO
553	9357808.76	729262.404	1721.8707	RIO
554	9357808.24	729259.799	1721.6857	RIO
555	9357812.2	729259.928	1722.0479	RIO
556	9357812.6	729257.502	1721.7761	RIO
557	9357814.85	729257.566	1722.034	RIO
558	9357788.73	729268.281	1720.9854	RIO
559	9357786.63	729265.889	1720.5769	RIO
560	9357784.68	729269.324	1721.153	RIO
561	9357783.48	729271.549	1721.2058	RIO
562	9357778.93	729273.123	1721.1659	RIO
563	9357774.73	729274.688	1720.8033	RIO

564	9357771.83	729274.117	1721.0937	RIO
565	9357768.52	729271.696	1720.6262	RIO
566	9357764.48	729271.424	1720.7463	RIO
567	9357760.83	729270.256	1720.5195	RIO
568	9357754.83	729269.23	1720.0142	RIO
569	9357750.14	729267.095	1719.3351	RIO
570	9357743.93	729266.874	1719.2082	RIO
571	9357738.72	729265.604	1718.9423	RIO
572	9357749.63	729265.593	1718.9853	E9
573	9357759.87	729267.78	1719.5686	REF9
574	9357756.92	729265.183	1718.6144	RIO
575	9357750.82	729263.987	1718.7272	RIO
576	9357752.71	729263.271	1718.7926	RIO
577	9357761.06	729265.832	1719.1287	RIO
578	9357764.39	729265.383	1719.3347	RIO
579	9357764.46	729268.551	1719.664	RIO
580	9357767.81	729266.349	1719.4344	RIO
581	9357768.95	729269.642	1720.2992	RIO
582	9357772.68	729269.03	1720.2467	RIO
583	9357772.91	729266.38	1719.7519	RIO
584	9357775.85	729265.686	1719.8712	RIO
585	9357777.04	729263.582	1719.6665	RIO
586	9357780.13	729262.609	1719.7512	RIO
587	9357781.39	729265.032	1719.9627	RIO
588	9357778.45	729267.7	1720.2704	RIO
589	9357779.47	729270.221	1720.9895	RIO
590	9357782.66	729268.785	1720.5651	RIO
591	9357784	729265.784	1719.8329	RIO
592	9357787.22	729266.266	1720.6475	RIO
593	9357786.51	729269.013	1721.068	RIO
594	9357791.21	729264.858	1720.9977	RIO
595	9357840.34	729255.372	1726.9872	RIO
596	9357827.89	729256.971	1724.3161	RIO
597	9357823.06	729263.124	1724.6313	RIO
598	9357839.07	729257.565	1726.9754	
599	9357824.79	729230.318	1725.1553	RIO
600	9357824.41	729226.514	1725.1689	RIO
601	9357826.22	729225.16	1725.1528	RIO
602	9357822.88	729223.438	1725.027	RIO
603	9357823.45	729220.696	1725.4927	RIO
604	9357824.91	729216.458	1727.8126	RIO
605	9357829.12	729218.986	1727.8993	RIO
606	9357827.11	729213.44	1727.9362	RIO
607	9357822.08	729214.659	1727.6797	RIO
608	9357820.04	729226.279	1725.0097	RIO
609	9357816.86	729221.738	1724.5198	RIO
610	9357819.27	729235.087	1724.4321	RIO

611	9357817.2	729231.584	1724.7768	RIO
612	9357815.53	729230.898	1724.5087	RIO
613	9357812.68	729234.643	1723.9183	RIO
614	9357808.51	729231.791	1723.6943	RIO
615	9357807.81	729229.328	1723.6929	RIO
616	9357802.35	729225.927	1723.512	RIO
617	9357800.39	729227.286	1723.4613	RIO
618	9357804.93	729232.03	1723.4777	RIO
619	9357806.82	729235.893	1723.4567	RIO
620	9357808.41	729237.685	1723.4562	RIO
621	9357803.91	729238.319	1722.7779	RIO
622	9357800.02	729236.581	1723.2958	RIO
623	9357796.69	729235.374	1723.281	RIO
624	9357794.53	729236.94	1723.1929	RIO
625	9357795.92	729239.037	1723.1364	RIO
626	9357789.63	729240.526	1722.8331	RIO
627	9357790.79	729236.934	1723.7597	RIO
628	9357786.17	729241.849	1722.794	RIO
629	9357786.25	729244.831	1722.8505	RIO
630	9357780.81	729242.808	1721.7348	RIO
631	9357777.73	729242.711	1721.285	RIO
632	9357789.28	729246.37	1722.6181	RIO
633	9357807.54	729248.103	1723.0947	E10
634	9357817.32	729244.552	1723.6791	REF10
635	9357807.54	729248.103	1723.0933	
636	9357816.48	729260.352	1723.1695	RIO
637	9357816.27	729261.439	1724.0793	RIO
638	9357816.78	729264.092	1724.0133	RIO
639	9357819.07	729263.081	1724.3307	RIO
640	9357823.95	729261.657	1724.3037	RIO
641	9357826.74	729259.624	1724.1872	RIO
642	9357828.03	729259.311	1724.2885	RIO
643	9357822.37	729260.074	1724.1153	RIO
644	9357821.59	729266.418	1724.48	RIO
645	9357818.44	729267.038	1724.4499	RIO
646	9357811.23	729264.41	1723.3456	RIO
647	9357811.81	729264.003	1723.5198	RIO
648	9357812.51	729267.499	1723.6847	RIO
649	9357811.26	729270.289	1725.1473	RIO
650	9357806.53	729264.793	1722.716	RIO
651	9357806.66	729266.171	1722.8619	RIO
652	9357806.74	729268.146	1722.9369	RIO
653	9357806.88	729269.389	1722.9538	RIO
654	9357806.41	729272.389	1724.4283	RIO
655	9357795.65	729268.215	1721.9957	RIO
656	9357794.81	729269.99	1722.2452	RIO
657	9357794.43	729271.224	1722.1438	RIO

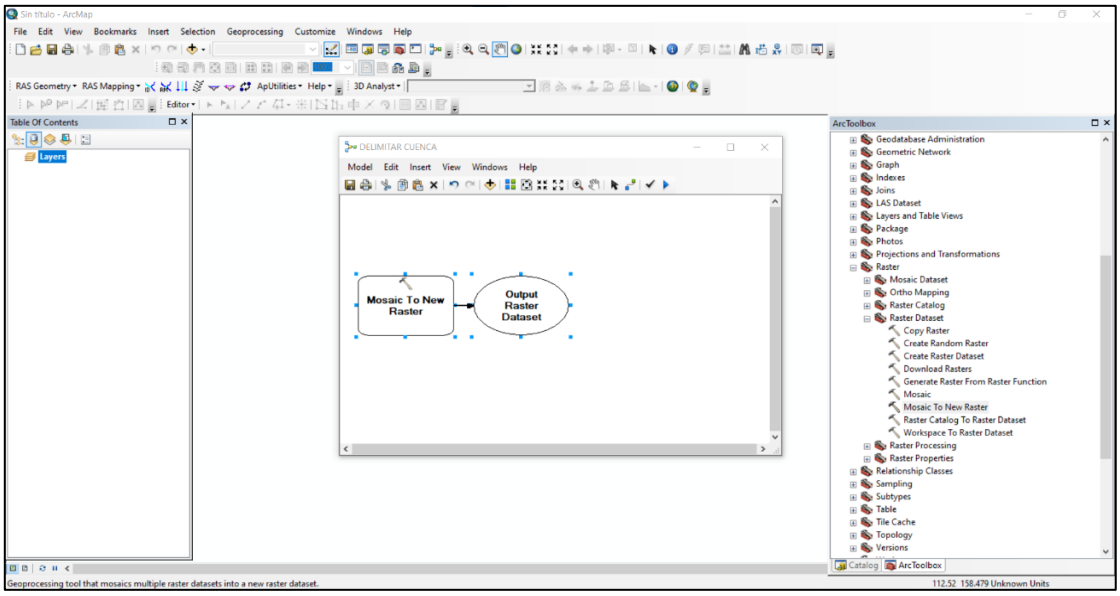
658	9357793.34	729272.879	1722.5442	RIO
659	9357766.19	729273.295	1722.0754	RIO
660	9357766.58	729274.552	1723.0976	RIO
661	9357766.99	729275.177	1723.8079	RIO
662	9357765.77	729277.165	1725.2435	RIO
663	9357764.18	729271.507	1721.2032	RIO
664	9357761.32	729271.033	1721.692	RIO
665	9357759.83	729271.209	1721.7948	RIO
666	9357758.34	729272.027	1722.8728	RIO
667	9357757.36	729271.795	1722.7273	RIO
668	9357755.87	729271.88	1723.2986	RIO
669	9357751.65	729268.602	1721.6155	RIO
670	9357751.76	729269.296	1722.5964	RIO
671	9357752.25	729269.563	1722.8205	RIO
672	9357750.64	729267.891	1721.9289	RIO
673	9357749.8	729268.288	1722.7117	RIO
674	9357753.25	729268.631	1720.7579	RIO
675	9357755.47	729269.927	1720.485	RIO
676	9357756.83	729270.476	1721.3303	RIO
677	9357756.5	729270.883	1721.9646	RIO
678	9357757.89	729269.488	1720.5349	RIO
679	9357749.63	729265.593	1718.9964	
680	9357769.72	729255.329	1720.5699	RIO
681	9357764.84	729249.528	1720.4217	RIO
682	9357762.38	729248.113	1720.1994	RIO
683	9357761.62	729249.248	1720.42	RIO
684	9357761.78	729252.514	1720.6852	RIO
685	9357760.3	729255.808	1719.8389	RIO
686	9357757.45	729250.932	1720.2724	RIO
687	9357755.39	729252.148	1720.1533	RIO
688	9357755.93	729258.761	1719.1099	RIO
689	9357759.14	729260.267	1719.2724	RIO
690	9357758.95	729262.053	1718.9627	RIO
691	9357751.33	729259.98	1718.6584	RIO
692	9357751.8	729255.128	1719.2994	RIO
693	9357750.39	729248.857	1719.9848	RIO
694	9357748.8	729247.544	1719.8063	RIO
695	9357747.61	729250.969	1719.8306	RIO
696	9357746.28	729255.345	1718.9902	RIO
697	9357745.24	729258.542	1718.4354	RIO
698	9357741.7	729255.744	1718.3685	RIO
699	9357737.85	729254.242	1718.1803	RIO
700	9357740.61	729252.754	1719.2898	RIO
701	9357741.82	729249.911	1719.6239	RIO
702	9357737.4	729246.175	1719.3974	RIO
703	9357738.33	729248.188	1719.5017	RIO
704	9357733.5	729247.799	1719.1424	RIO

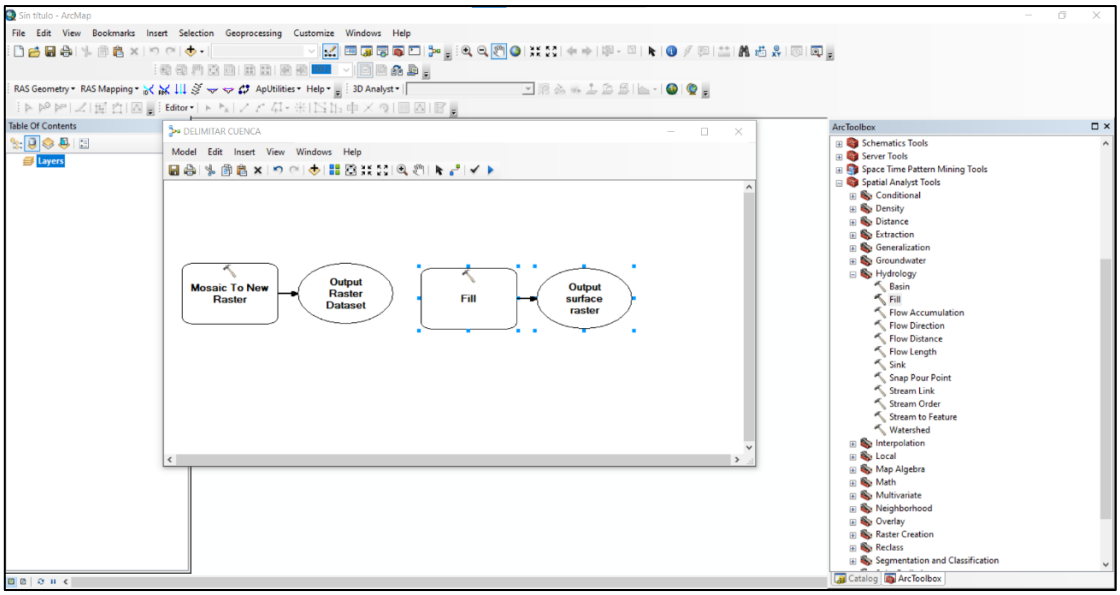
705	9357734.97	729249.8	1719.1982	RIO
706	9357730.8	729251.342	1717.9769	RIO
707	9357730.05	729246.767	1718.741	RIO
708	9357727.03	729249.604	1718.0636	RIO
709	9357725.19	729251.333	1717.4796	RIO
710	9357720.78	729252.019	1717.1589	RIO
711	9357721.68	729248.667	1717.967	RIO
712	9357722.73	729245.408	1717.9289	RIO
713	9357724.09	729242.012	1718.5543	RIO
714	9357720.94	729238.557	1718.5314	RIO
715	9357717.53	729235.346	1718.0277	RIO
716	9357714.08	729232.804	1718.2897	RIO
717	9357709.02	729229.157	1718.1758	RIO
718	9357702.46	729222.7	1717.5632	RIO
719	9357698.51	729220.387	1717.9959	RIO
720	9357695.95	729221.543	1717.3447	RIO
721	9357689.88	729220.607	1716.8194	RIO
722	9357690.22	729220.579	1716.9909	RIO
723	9357683.67	729219.594	1717.2164	RIO
724	9357678.68	729221.923	1717.299	RIO
725	9357675.21	729224.225	1717.177	RIO
726	9357677.18	729227.105	1716.1415	RIO
727	9357682.14	729225.947	1716.2183	RIO
728	9357688.98	729225.004	1716.2295	RIO
729	9357680.9	729229.138	1715.7025	RIO
730	9357678.15	729231.861	1714.987	RIO
731	9357674.42	729231.369	1715.1697	RIO
732	9357669.96	729228.804	1716.4619	RIO
733	9357661.71	729231.759	1715.6633	RIO
734	9357665.22	729233.468	1715.0694	RIO
735	9357665.73	729235.79	1715.0286	RIO
736	9357671.64	729236.673	1714.9352	RIO
737	9357674.63	729235.762	1715.1039	RIO
738	9357678.15	729240.274	1715.1805	RIO
739	9357683.81	729240.931	1715.5147	RIO
740	9357688.34	729242.992	1715.1937	RIO
741	9357692.81	729243.794	1716.1763	RIO
742	9357695.91	729246.021	1716.4007	RIO
743	9357699.05	729245.666	1716.415	RIO
744	9357699.51	729242.75	1716.9381	RIO
745	9357695.48	729238.749	1717.0259	RIO
746	9357690.4	729238.51	1716.0505	RIO
747	9357688.55	729235.114	1715.7567	RIO
748	9357683.35	729234.753	1715.359	RIO
749	9357682.35	729232.202	1715.4106	RIO
750	9357686.37	729229.308	1716.5475	RIO
751	9357691.19	729229.048	1717.0446	RIO

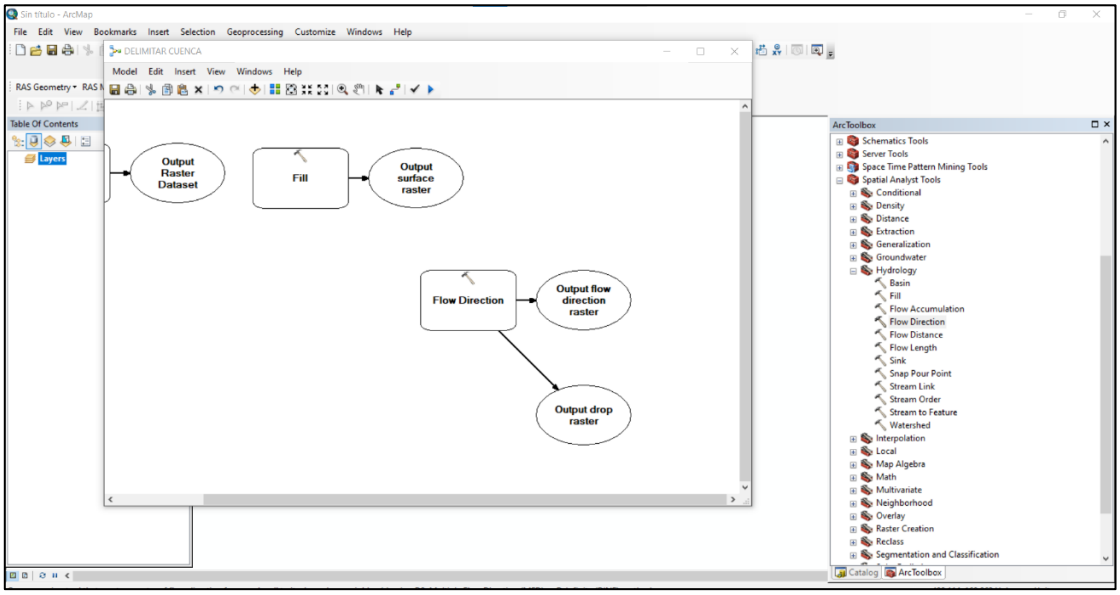
752	9357695.83	729228.409	1717.1481	RIO
753	9357700.77	729228.067	1717.226	RIO
754	9357705.31	729232.88	1717.3508	RIO
755	9357702.02	729236.836	1717.3849	RIO
756	9357699.93	729241.176	1717.1763	RIO
757	9357704.18	729243.346	1717.028	RIO
758	9357705.97	729246.387	1716.5823	RIO
759	9357708.16	729241.928	1717.5431	RIO
760	9357710.41	729237.914	1717.4156	RIO
761	9357715.63	729241.683	1717.6395	RIO
762	9357713.23	729245.496	1717.4137	RIO
763	9357711.56	729249.06	1716.3472	RIO
764	9357705.72	729248.641	1716.6577	RIO
765	9357711.21	729251.238	1716.8392	RIO
766	9357715.5	729252.42	1717.015	RIO
767	9357715.23	729253.626	1717.2551	RIO
768	9357718.34	729253.596	1717.201	RIO
769	9357722.48	729253.846	1717.4184	RIO
770	9357726.91	729254.264	1717.858	RIO
771	9357726.91	729259.56	1718.2414	RIO
772	9357730.7	729255.64	1718.2294	RIO
773	9357734.41	729256.349	1718.1935	RIO
774	9357733.01	729259.62	1718.4197	RIO
775	9357731.12	729262.153	1719.3339	RIO
776	9357733.69	729263.789	1719.7271	RIO
777	9357731.28	729264.608	1720.5428	RIO
778	9357738	729263.093	1718.4492	RIO
779	9357738.88	729259.854	1718.5732	RIO
780	9357738.24	729256.988	1718.1846	RIO
781	9357741.3	729259.757	1718.3525	RIO
782	9357741.62	729263.017	1718.7277	RIO
783	9357743.73	729259.551	1718.4427	RIO
784	9357746.07	729260.849	1718.5697	RIO
785	9357743.57	729263.866	1718.7113	RIO
786	9357744.19	729265.743	1718.9604	RIO
787	9357692.05	729216.143	1723.4992	E11
788	9357693.71	729219.228	1723.2822	REF11
789	9357692.05	729216.143	1723.4828	
790	9357713.28	729208.626	1723.7849	RIO
791	9357716.55	729215.906	1723.6359	RIO
792	9357714.61	729203.781	1723.4593	RIO
793	9357726.6	729207.249	1724.1853	RIO
794	9357697.67	729211.455	1724.3601	RIO
795	9357696.92	729214.741	1723.9748	RIO
796	9357693.75	729219.029	1723.3369	RIO
797	9357690.21	729219.18	1722.9557	RIO
798	9357685.77	729216.213	1722.9903	RIO

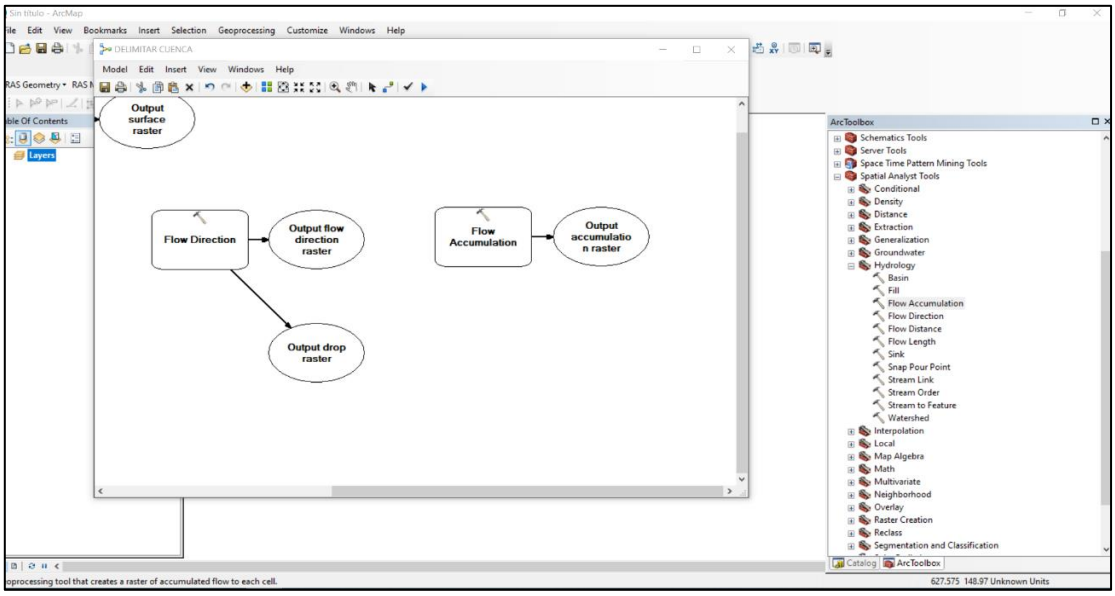
799	9357681.08	729217.613	1721.3609	RIO
800	9357677.48	729220.14	1720.9658	RIO
801	9357672.74	729224.72	1720.1312	RIO
802	9357667.67	729226.974	1719.8393	RIO
803	9357659.63	729233.426	1718.1333	RIO
804	9357657.35	729237.662	1717.9662	RIO
805	9357654.94	729244.058	1717.7207	RIO
806	9357653.86	729249.773	1717.6683	RIO
807	9357649.84	729255.489	1717.3741	RIO
808	9357635.78	729297.213	1709.7118	RIO
809	9357629.68	729305.794	1709.3305	RIO
810	9357692.46	729276.523	1715.489	RIO
811	9357681.41	729280.345	1714.7488	RIO
812	9357710.14	729254.33	1718.2225	RIO
813	9357714.32	729254.9	1718.878	RIO
814	9357714.67	729258.293	1719.5037	RIO
815	9357714.16	729223.195	1721.4016	RIO
816	9357713.5	729212.875	1722.5218	RIO

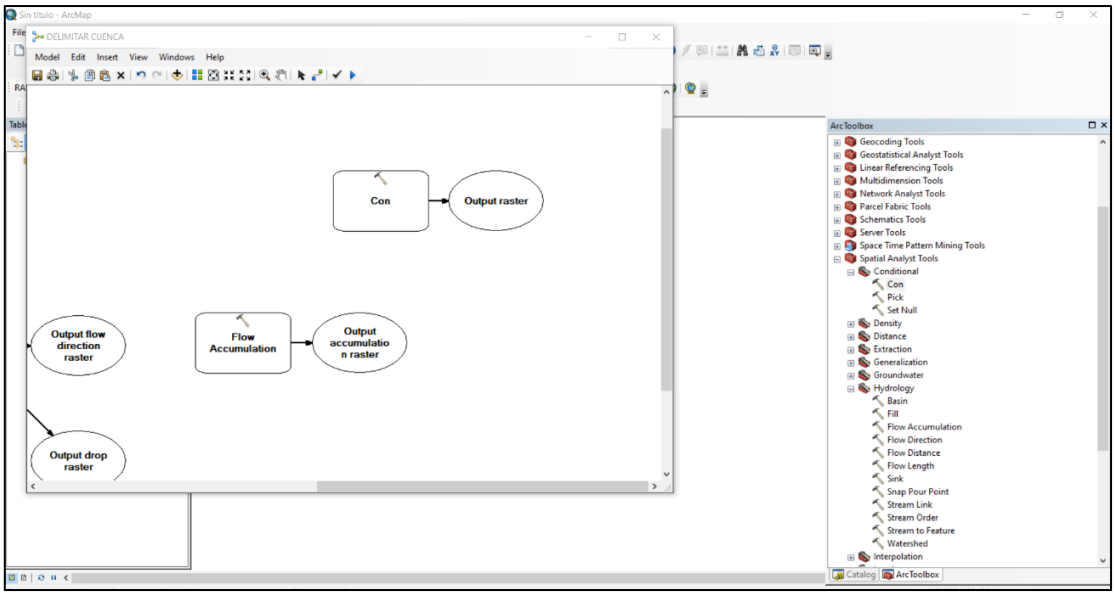
Anexo 8. DELIMITACIÓN DE CUENCA MEDIANTE EL LENGUAJE MODEL BUILDER

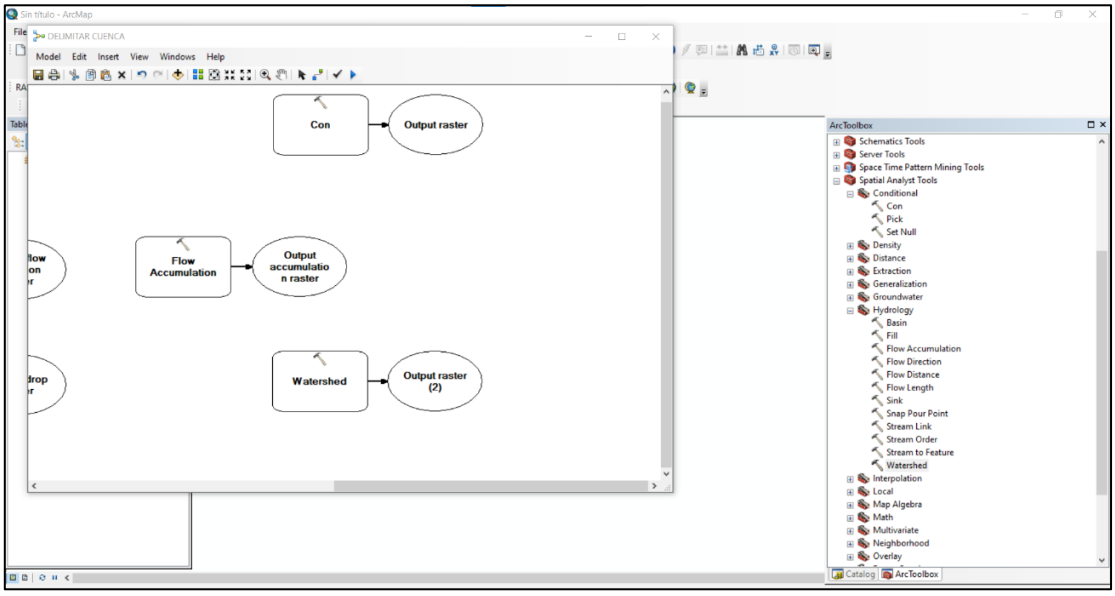

Sin título - ArcMap
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Mosaic To New Raster
Output Raster Dataset
ArcToolbox
Geoprocessing tool that mosaics multiple raster datasets into a new raster dataset.

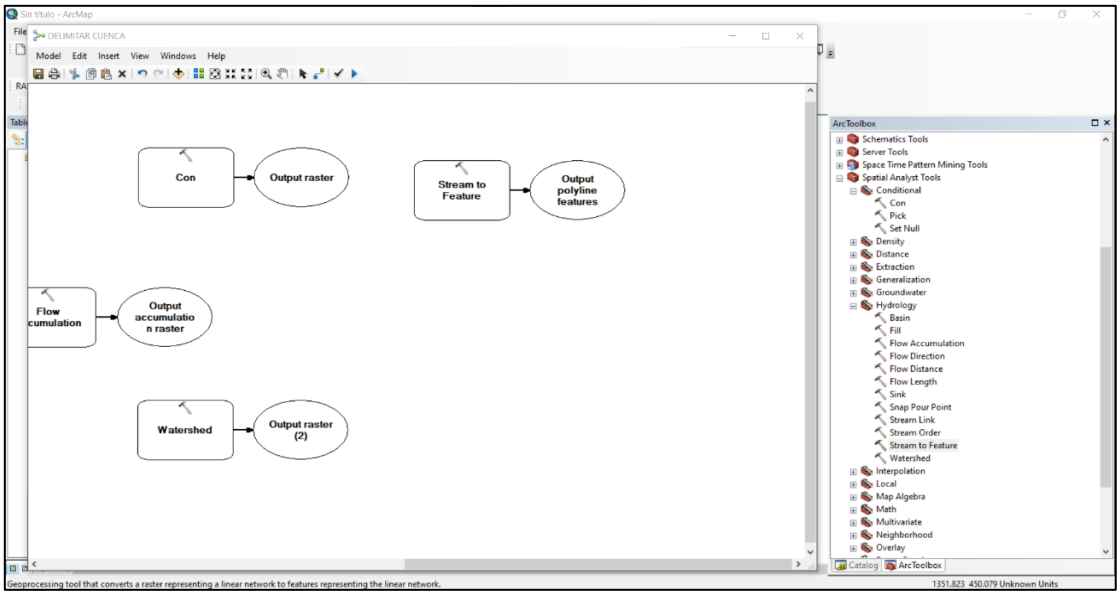

Sin título - ArcMap
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Mosaic To New Raster
Output Raster Dataset
Fill
Output surface raster
ArcToolbox

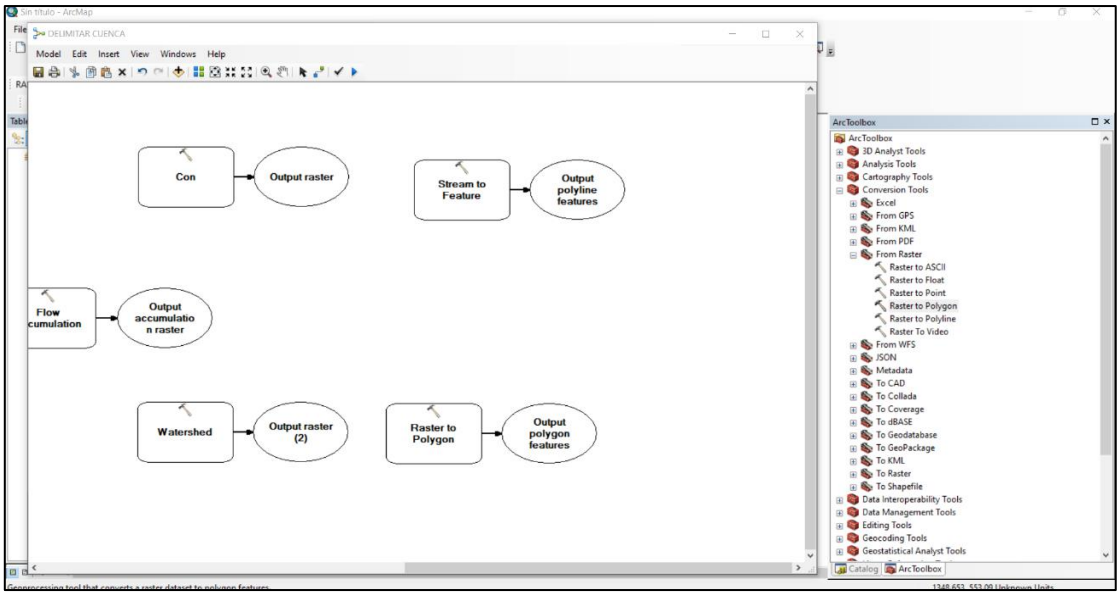

Sin título - ArcMap
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Output Raster Dataset
Fill
Output surface raster
Flow Direction
Output flow direction raster
Output drop raster
ArcToolbox

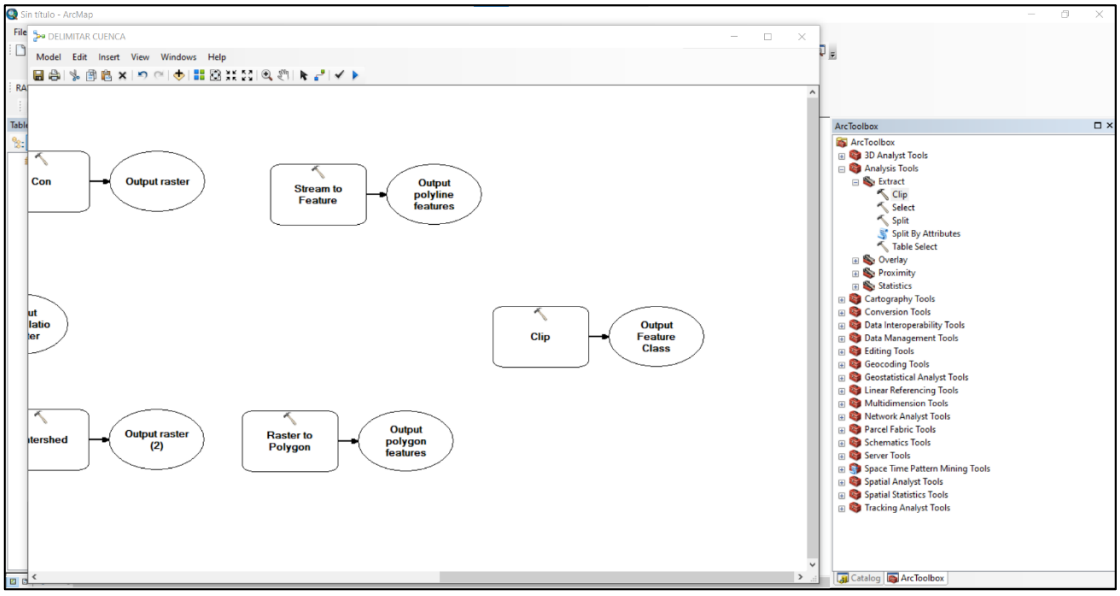

Sin título - ArcMap
File Edit View Bookmarks Insert Selection Geoprocessing Customize Windows Help
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Output surface raster
Flow Direction
Output flow direction raster
Output drop raster
Flow Accumulation
Output accumulatio n raster
ArcToolbox
Schematics Tools
Server Tools
Space Time Pattern Mining Tools
Spatial Analyst Tools
Conditional
Density
Distance
Extraction
Generalization
Groundwater
Hydrology
Basin
Fill
Flow Accumulation
Flow Direction
Flow Distance
Flow Length
Sink
Snap Pour Point
Stream Link
Stream Order
Stream to Feature
Watershed
Interpolation
Local
Map Algebra
Math
Multivariate
Neighborhood
Overlay
Raster Creation
Reclass
Segmentation and Classification
Catalog
ArcToolbox
627.575 148.97 Unknown Units

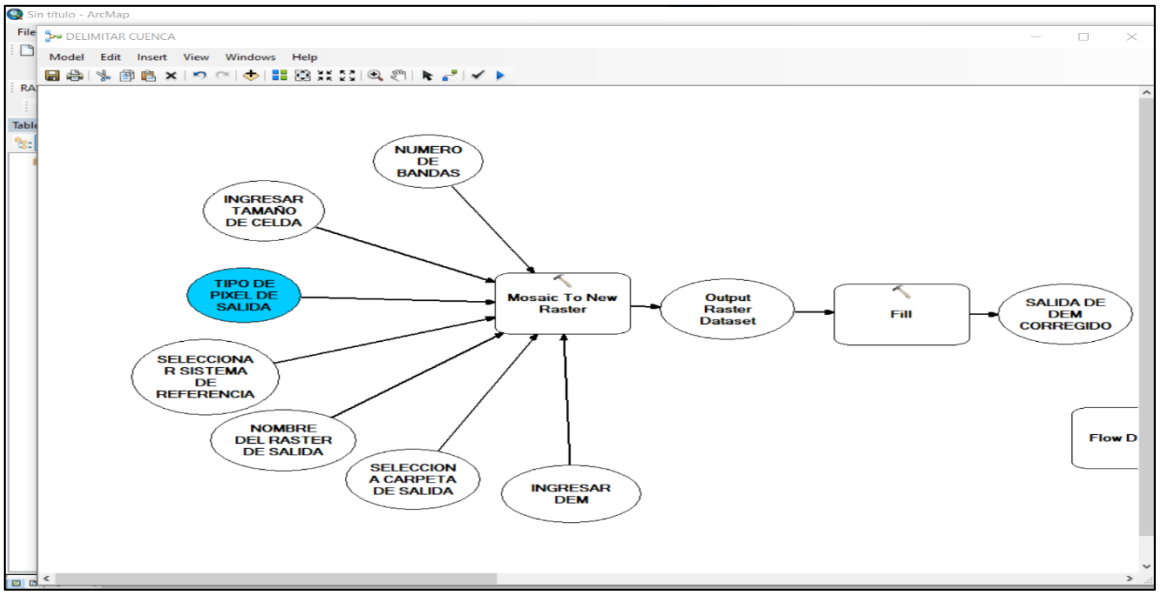

Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Con
Output raster
Output flow direction raster
Flow Accumulation
Output accumulatio n raster
Output drop raster
ArcToolbox
Geocoding Tools
Geostatistical Analyst Tools
Linear Referencing Tools
Multidimension Tools
Network Analyst Tools
Parcel Fabric Tools
Schematics Tools
Server Tools
Space Time Pattern Mining Tools
Spatial Analyst Tools
Conditional
Con
Pick
Set Null
Density
Distance
Extraction
Generalization
Groundwater
Hydrology
Basin
Fill
Flow Accumulation
Flow Direction
Flow Distance
Flow Length
Sink
Snap Pour Point
Stream Link
Stream Order
Stream to Feature
Watershed
Interpolation
Catalog
ArcToolbox

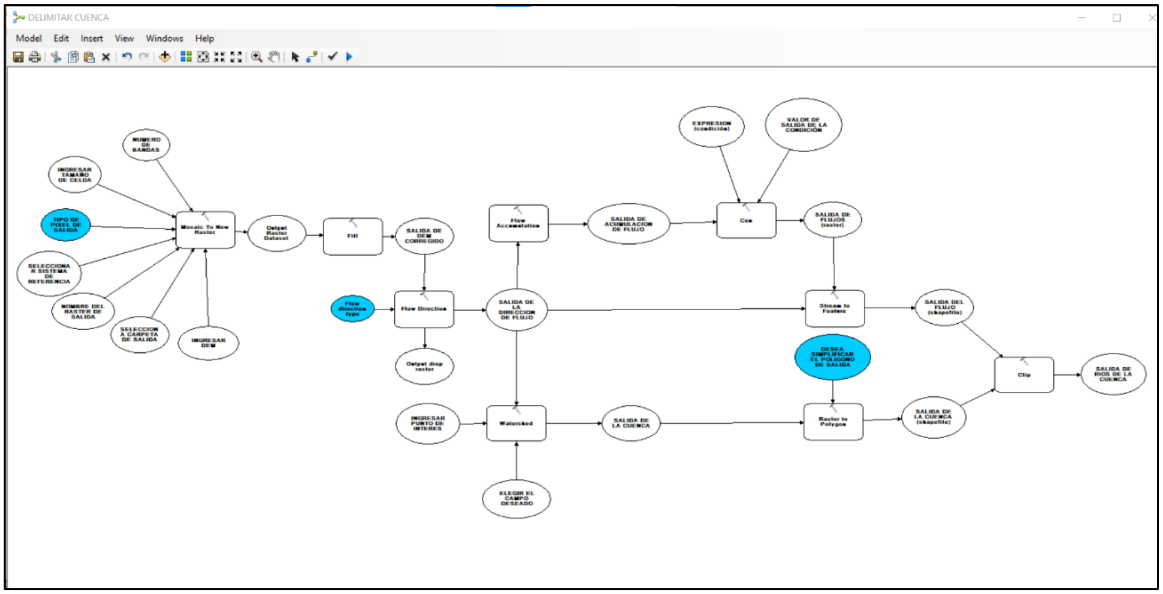

Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Con
Output raster
Flow Accumulation
Output accumulatio n raster
Watershed
Output raster (2)
ArcToolbox
Schematics Tools
Server Tools
Space Time Pattern Mining Tools
Spatial Analyst Tools
Conditional
Con
Pick
Set Null
Density
Distance
Extraction
Generalization
Groundwater
Hydrology
Basin
Fill
Flow Accumulation
Flow Direction
Flow Distance
Flow Length
Sink
Snap Pour Point
Stream Link
Stream Order
Stream to Feature
Watershed
Interpolation
Local
Map Algebra
Math
Multivariate
Neighborhood
Overlay
Catalog
ArcToolbox

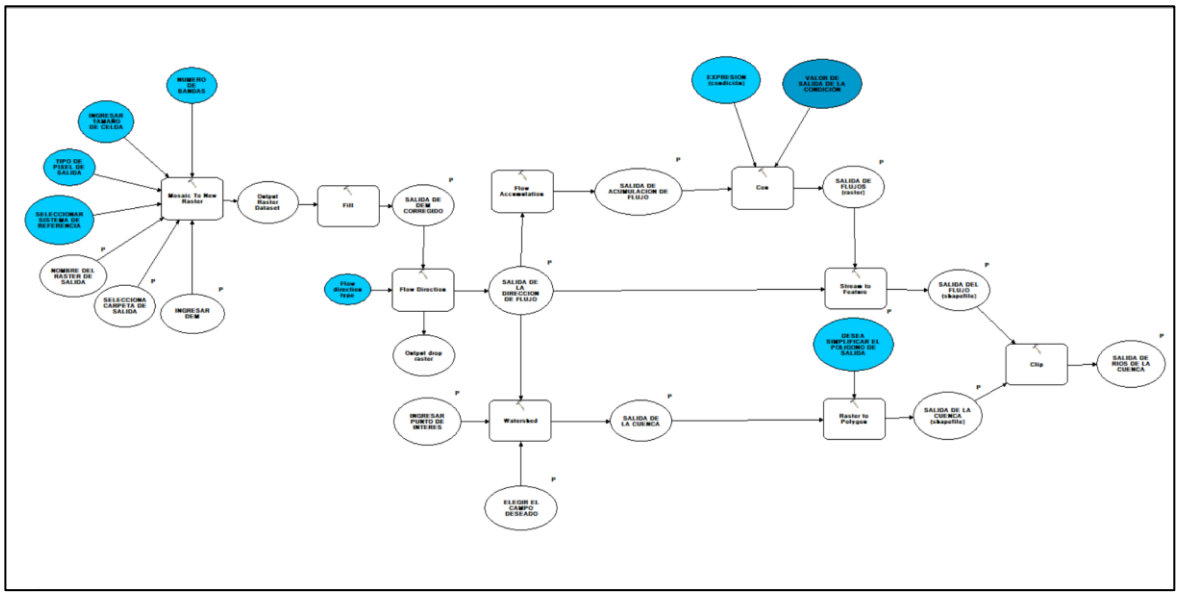

Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Con
Output raster
Stream to Feature
Output polyline features
Flow cumulation
Output accumulatio n raster
Watershed
Output raster (2)
ArcToolbox
Schematics Tools
Server Tools
Space Time Pattern Mining Tools
Spatial Analyst Tools
Conditional
Con
Pick
Set Null
Density
Distance
Extraction
Generalization
Groundwater
Hydrology
Basin
Fill
Flow Accumulation
Flow Direction
Flow Distance
Flow Length
Sink
Snap Pour Point
Stream Link
Stream Order
Stream to Feature
Watershed
Interpolation
Local
Map Algebra
Math
Multivariate
Neighborhood
Overlay
Catalog
ArcToolbox
Geoprocessing tool that converts a raster representing a linear network to features representing the linear network.
1351.823 450.079 Unknown Units


Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Con
Output raster
Stream to Feature
Output polyline features
Flow cumulation
Output accumulatio n raster
Watershed
Output raster (2)
Raster to Polygon
Output polygon features
ArcToolbox
ArcToolbox
3D Analyst Tools
Analysis Tools
Cartography Tools
Conversion Tools
Excel
From GPS
From KML
From PDF
From Raster
Raster to ASCII
Raster to Float
Raster to Point
Raster to Polygon
Raster to Polyline
Raster To Video
From WFS
JSON
Metadata
To CAD
To Collada
To Coverage
To dBASE
To Geodatabase
To GeoPackage
To KML
To Raster
To Shapefile
Data Interoperability Tools
Data Management Tools
Editing Tools
Geocoding Tools
Geostatistical Analyst Tools
Catalog
ArcToolbox


Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
Con
Output raster
Stream to Feature
Output polyline features
Clip
Output Feature Class
Output raster (2)
Raster to Polygon
Output polygon features
ArcToolbox
ArcToolbox
3D Analyst Tools
Analysis Tools
Extract
Clip
Select
Split
Split By Attributes
Table Select
Overlay
Proximity
Statistics
Cartography Tools
Conversion Tools
Data Interoperability Tools
Data Management Tools
Editing Tools
Geocoding Tools
Geostatistical Analyst Tools
Linear Referencing Tools
Multidimension Tools
Network Analyst Tools
Parcel Fabric Tools
Schematics Tools
Server Tools
Space Time Pattern Mining Tools
Spatial Analyst Tools
Spatial Statistics Tools
Tracking Analyst Tools
Catalog
ArcToolbox


Sin título - ArcMap
DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help
NUMERO DE BANDAS
INGRESAR TAMAÑO DE CELDA
TIPO DE PIXEL DE SALIDA
SELECCIONAR SISTEMA DE REFERENCIA
NOMBRE DEL RASTER DE SALIDA
SELECCION A CARPETA DE SALIDA
INGRESAR DEM
Mosaic To New Raster
Output Raster Dataset
Fill
SALIDA DE DEM CORREGIDO
Flow D


DELIMITAR CUENCA
Model Edit Insert View Windows Help



Anexo 9. PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

PRINCIPALES PARAMETROS DE LA CUENCA APORTANTE EL LAUREL

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

1.- AREA DE LA CUENCA

1.1.- DATOS OBTENIDOS DE LA CUENCA DEL RIO:

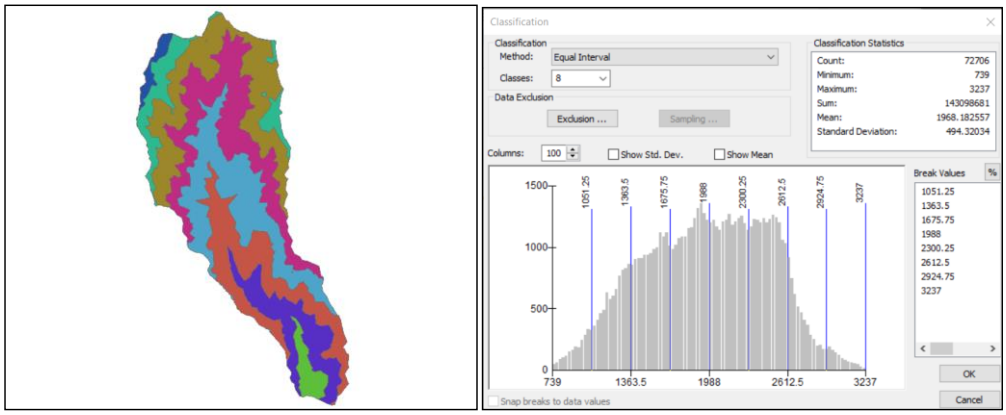
A través del programa ArcGis 10.8, obtenemos lo siguiente:

Área total de la cuenca	***104.455000***	***Km2***
Perímetro de la cuenca	***53.7247000***	***Km***

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

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

Grafico N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboracion de Curva Hipsometrica



Fuente: ArcGis 10.8

Cuadro N° 01: Areas parciales y acumuladas para elaboracion de Curva Hipsometrica

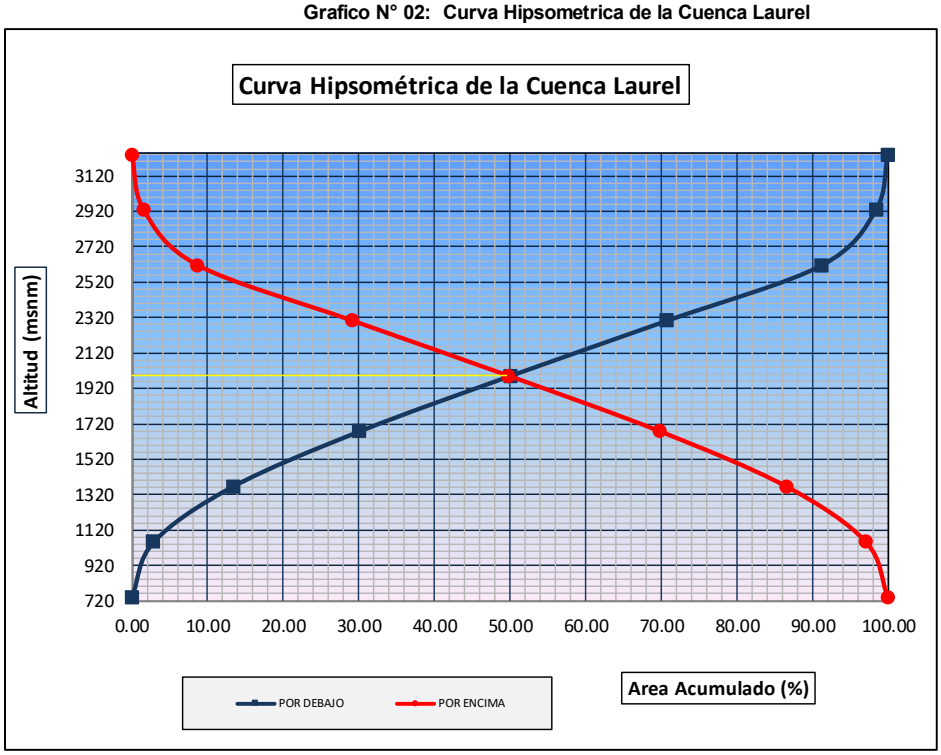
ALTITUD	AREAS PARCIALES		AREAS ACUMULADAS			
			POR DEBAJO		POR ENCIMA	
m.s.n.m.	Km2	(%)	(KM2)	(%)	KM2	(%)
Punto más bajo						
739	0.00	0.00	0.00	0.00	106.20	100.00
1052	3.09	2.91	3.09	2.91	103.11	97.09
1364	11.13	10.48	14.23	13.40	91.97	86.60
1676	17.80	16.76	32.03	30.16	74.17	69.84
1989	21.20	19.96	53.23	50.12	52.97	49.88
2301	22.00	20.71	75.23	70.84	30.97	29.16
2613	21.68	20.42	96.91	91.26	9.29	8.74
2925	7.61	7.17	104.53	98.43	1.67	1.57
3237	1.67	1.57	106.20	100.00	0.00	0.00
Punto más alto						
TOTAL	106.20	100.00				

2498

2.- FACTOR DE RELIEVE

2.1.- Cálculo de la curva Hipsométrica

Grafico N° 02: Curva Hipsometrica de la Cuenca Laurel



2.2.- Cálculo de la Altitud Mediana

Altitud Mediana = **2,000.00** msnm (Intersección de las curvas hipsométicas)

2.3.- Cálculo de la Altitud Media Ponderada

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

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
	3.09	895.5	2769.07
	11.13	1208.0	13450.56
	17.80	1520.0	27059.74
	21.20	1832.5	38848.90
	22.00	2145.0	47187.69
	21.68	2457.0	53279.75
	7.61	2769.0	21084.26
	1.67	3081.0	5148.32
Σ	106.20	Σ	208828.29

***H* =** **1,966.40** 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

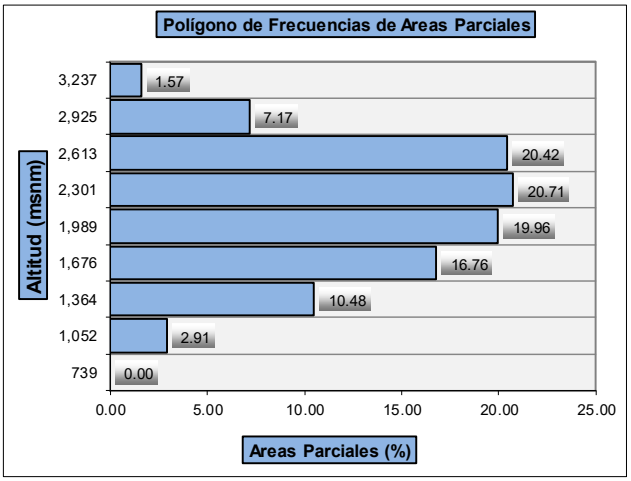
CM =	3,237.00
Cm =	739.00

Hms = **1,988.00** msnm

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

COTA (msnm)	A. PARCIAL (%)
739.00	0.00
1052.00	2.91
1364.00	10.48
1676.00	16.76
1989.00	19.96
2301.00	20.71
2613.00	20.42
2925.00	7.17
3237.00	1.57

Grafico N° 03: Poligono de Frecuencias



Altitud mas Frecuente:

Porcentaje de Incidencia:

3.- PARAMETROS DE FORMA:

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

El Indice de Gravelious (K):

$$K = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Donde :

P =	Perímetro de la cuenca en Km	53.72	Km
A =	Area de la cuenca en Km2	104.46	Km2

Entonces:

K = 1.4829 *(Alargada)*

Si el valor de K se encuentra entre los rangos de 1.00 - 1.25, la forma de la cuenca es REDONDA, caso contrario es 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:

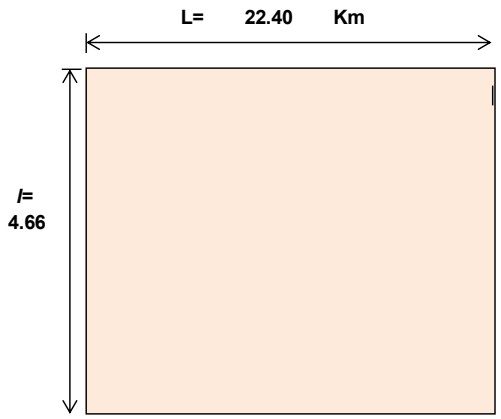
K =	Coeficiente de Compacidad o Indice de Gravelious	1.4829
A =	Area de la cuenca en Km2	104.46

$\frac{K\sqrt{A}}{1.12}$ = 13.532 ***(1.12/K)^2 =*** 0.570 $\left(\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right)$ = 0.655

L =	22.40
l =	4.66

Cuadro N° 03: Rectangulo Equivalente

Cota (msnm)	Area Parcial ai (Km2)	Ancho, ci (Km)
739.00	0.00	0.00
1052.00	3.09	0.66
1364.00	11.13	2.39
1676.00	17.80	3.82
1989.00	21.20	4.55
2301.00	22.00	4.72
2613.00	21.68	4.65
2925.00	7.61	1.63
3237.00	1.67	0.36
	Suma ci= L=	22.77



3.3.- Cálculo del Factor Forma:

Factor Forma:

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

Donde:

l =	Lado menor del rectángulo equivalente	4.66	Km
L =	Lado mayor del rectángulo equivalente	22.40	Km
A =	Area de la cuenca	104.46	Km2

Ff = 0.2082

0.2082

4.- PERFIL LONGITUDINAL DE LA QUEBRADA

	Progresiva	Long. (m)	Long Acum (m)	Cota	Desnivel	S	1/(S)^0.5
0	0+000	0.00	0.00	750.00			
1	2+000	2000.00	2000.00	870.00	120.00	0.1379	2.6926
2	4+000	2000.00	4000.00	1020.00	150.00	0.1471	2.6077
3	6+000	2000.00	6000.00	1140.00	120.00	0.1053	3.0822
4	8+000	2000.00	8000.00	1250.00	110.00	0.0880	3.3710
5	10+000	2000.00	10000.00	1350.00	100.00	0.0741	3.6742
6	12+000	2000.00	12000.00	1475.00	125.00	0.0847	3.4351
7	14+000	2000.00	14000.00	1600.00	125.00	0.0781	3.5777
8	16+000	2000.00	16000.00	1725.00	125.00	0.0725	3.7148
9	17+750	1750.00	17750.00	1850.00	125.00	0.0676	3.8471
							30.0024

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

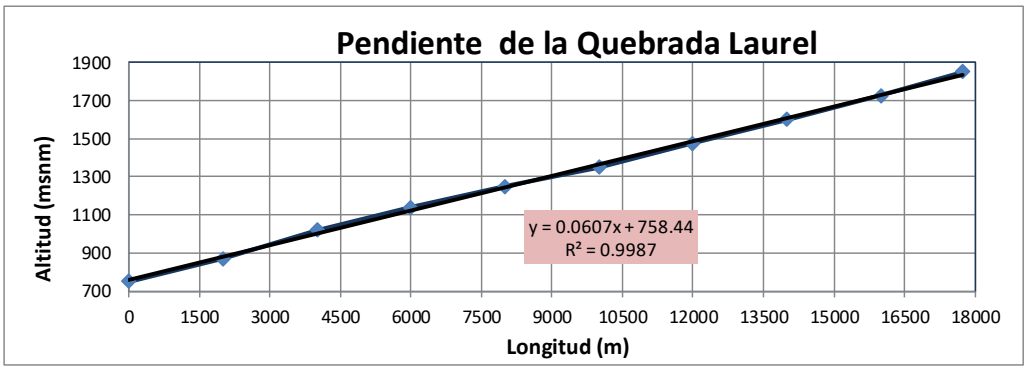
S = **0.0900**

S = **9.00** %

(Según Taylor y Schwarz)

Pendiente del rio (%)= **8.51** %

Grafico N° 04: Pendiente del quebrada Principal



5.- PARAMETROS RELACIONADOS CON LA RED HIDROGRÁFICA

5.1.- Cálculo de la Densidad de Drenaje:

Densidad de Drenaje:

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

112.456065	17.74943

Donde:

L =	Longitud del cauce principal	17.75	Km
	Longitud de cauces aportantes	94.71	Km
Li =	Longitud total de ríos	**112.46**	
A=	Area de la Cuenca	**104.46**	Km2

Dd = 1.08

5.2.- Cálculo de la Frecuencia de los Ríos:

Frecuencia de los Ríos: Fr = Nº cauces/A

Nº Cauces = 242

Fr = 2.317

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

Extensión media del Escurrimiento Superficial

Es = A/4Li

Es = 0.232

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

Tiempo de Concentración (Tc)

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

	1.9475
Tc (Horas) =	1.293
Tc (Min) =	77.553

6.- OTROS PARAMETROS :

6.1 - Cálculo del Indice de Pendiente (Ip)

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

Indice de Pendiente (Ip):

$$\beta_i = \frac{A_i}{A_t}$$

Cuadro N° 04: Cuadro para el calculo de Indice de pendiente

1/(L)^0.5 0.211285

Ai 1	Bi = Ai/At 2	ai - ai-1 3	Bi* (ai -Ai-1) 4	Raíz (4) 5	5 * 1/(L)^0.5 6
0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
3.09	0.03	313.00	9.11	3.02	0.64
11.13	0.10	312.00	32.71	5.72	1.21
17.80	0.17	312.00	52.30	7.23	1.53
21.20	0.20	313.00	62.48	7.90	1.67
22.00	0.21	312.00	64.63	8.04	1.70
21.68	0.20	312.00	63.71	7.98	1.69
7.61	0.07	312.00	22.37	4.73	1.00
1.67	0.02	312.00	4.91	2.22	0.47
106.20				***Ip =***	**9.89687**

6.2.- Cálculo de la Pendiente de la Cuenca

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

H =	2,498.00
L =	22,400.82

S =	0.1115
	11.15 %

Indica la pendiente del cauce

CUADRO PARA EL CÁLCULO DE PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA

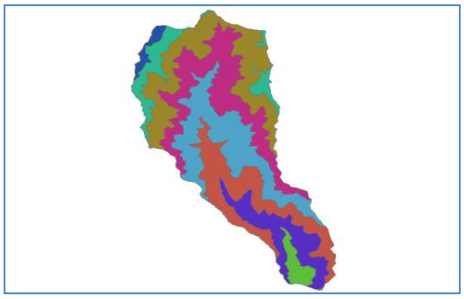
Nº	RANGO PENDIENTE		PROMEDIO	NÚMERO DE OCURRENCIA	PROMEDIO x OCURRENCIA
	INFERIOR	SUPERIOR			
1	0	5	2.5	626	1565
2	5	12	8.5	5447	46300
3	12	18	15.0	11289	169335
4	18	24	21.0	15063	316323
5	24	32	28.0	20068	561904
6	32	44	38.0	15576	591888
7	44	100	72.0	3352	241344
				71421	1928659

Pendiente media de la Cuenca: **27.00 %** Escarpado

Indica la pendiente de la cuenca

PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA CUENCA EL LAUREL

I .- ORDEN DE LA RED HIDRICA



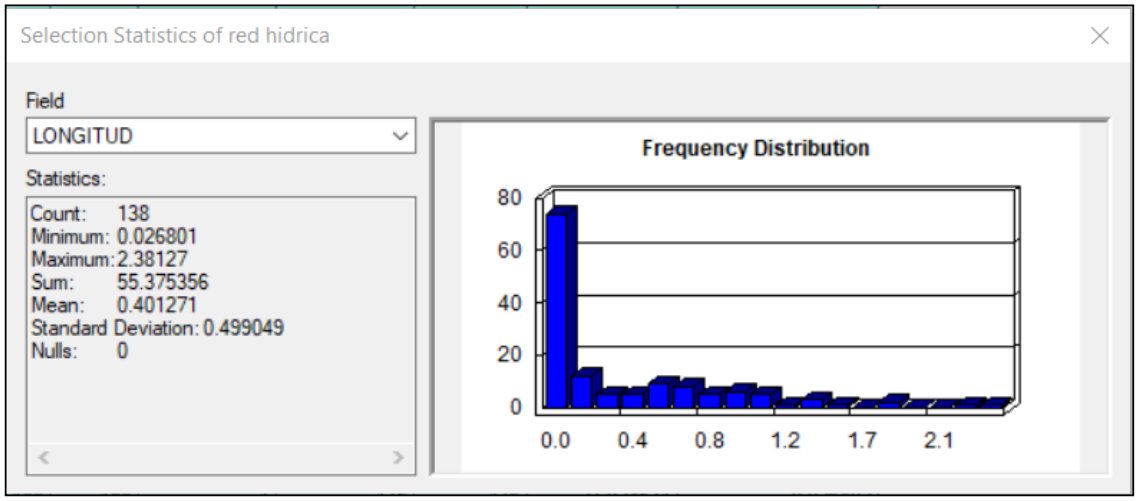
Metodo empleado en Arcgis v.10.8

STRAHLER

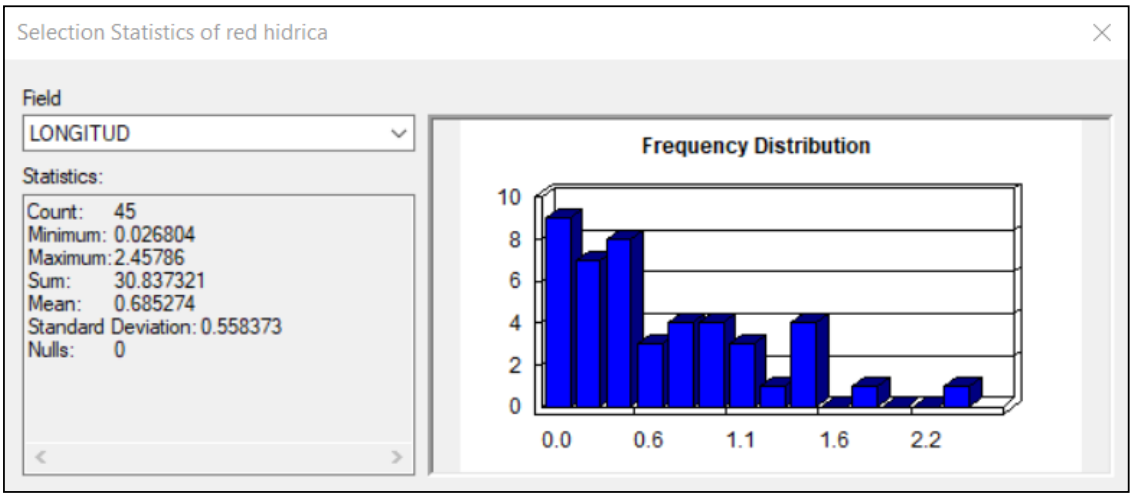
SHEREVE

Estos autores hablan del "orden de ríos de Strahler", que usan para definir el tamaño de un río en función de la jerarquía de afluentes.

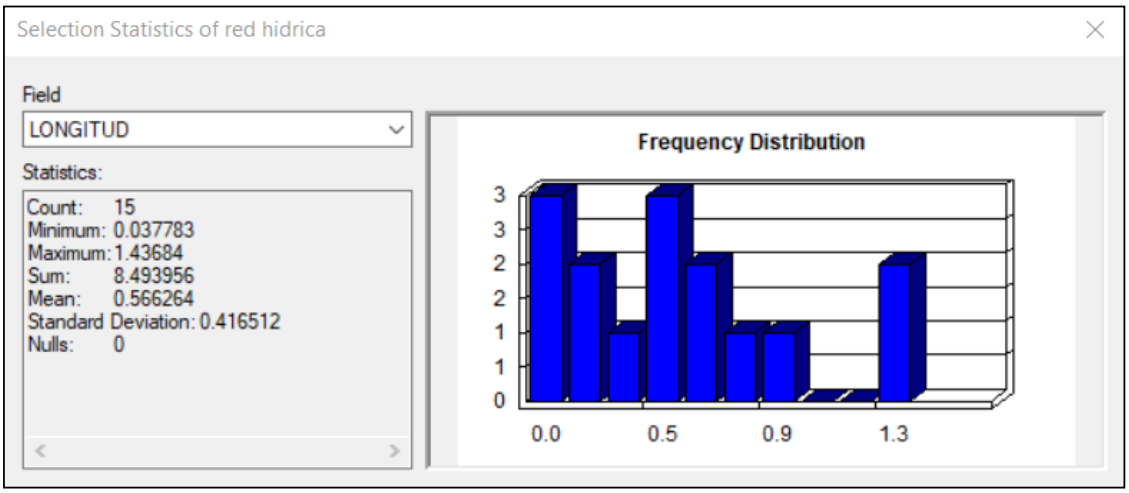
A.- ORDEN 1 DE RED HIDRICA EN ARGIS



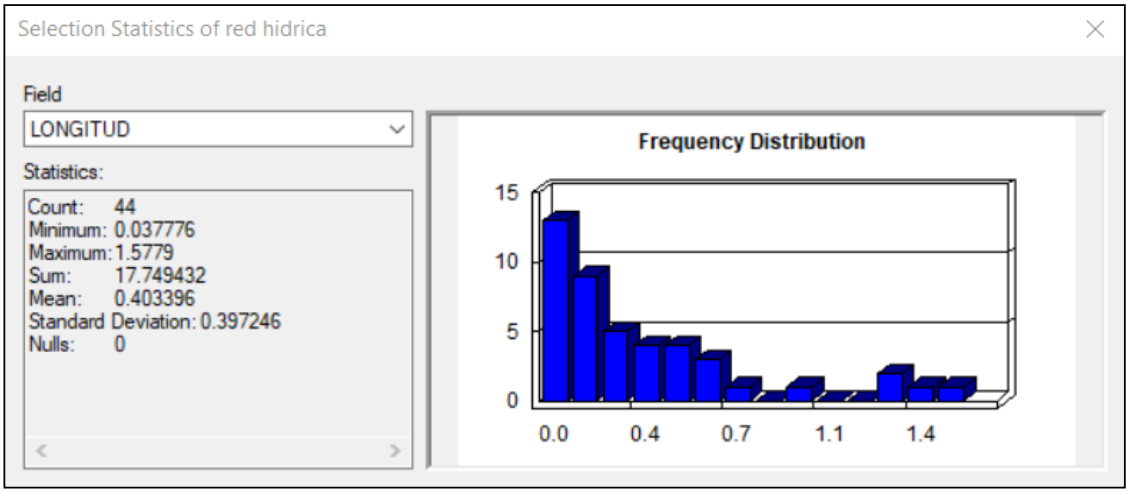
B.- ORDEN 2 DE RED HIDRICA EN ARGIS



C.- ORDEN 3 DE RED HIDRICA EN ARGIS



D.- ORDEN 4 DE RED HIDRICA EN ARGIS



Orden

Orden de la Red hidrica	Cnt_GRID_C	LONGIT en Km
1	138	55.375
2	45	30.837
3	15	8.494
4	44	17.749
Total=		*112.456*

RESUMEN: PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS DE LA MICROCUENCA EL LAUREL

Cuadro N° 05: Resumen de los Calculos Geomorfologicos de la cuenca El Laurel

PARAMETROS				UND	NOMENCLATURA	CUENCA
Superficie total de la cuenca				Km²	At	104.455
Perímetro				Km.	P	53.725
UBICACIÓN	Zona de Proyeccion UTM			s/U	Zona	17
	X			m	Coord. Y	729197.73
	Y			m	Coord. X	9357896.78
RELACIONES DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		s/U	Kc = 0.28 P / $(At)^{1/2}$	1.483
		FACTOR DE FORMA	Longitud de la Cuenca	Km.	LB	22.401
			Ancho Medio de la Cuenca	Km.	AM = At / LB	4.663
			Factor de Forma	s/U	Kf = AM / LB	0.208
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1+(1-4/pi*Kc^2))$	22.401
			Lado Menor	Km.	$Kc*(pi*A)^{1/2}/2*(1-(1-4/pi*Kc^2))$	4.663
	Densidedad de drenaje			Km./Km².	Dd = Lt / At	1.077
Desnivel total de la cuenca				Km.	Ht	2.498
Altura media de la cuenca				m.s.n.m.	Hm	1966
Pendiente cuenca (Met. Rectangulo Equivalente)				%	Ht / Lma	11.15%
Tiempo de Concentracion Kirpich				min.	0.0195(L^3/h)^0.385	101.51

Anexo 10. DATA DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN "A"

ESTACION: CHONTALI — **LAT.:** 5º 38' "S" — **DPTO.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000250 / DZ-02 — **LONG.:** 79º 5' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1626.5 msnm — **DIST.:** CHONTALÍ

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	46.6	7.8	33.1	S/D	17.8	12.3	S/D	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8	234.1
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3	359.6
2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	S/D	3.2	S/D	28	45.6	21.9	285.1
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8	273.8
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5	318.8
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8	310.7
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6	338.0
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5	458.6
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4	411.3
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4	285.2
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4	254.7
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8	305.3
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5	222.6
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8	351.3
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7	320.7
2019	23.9	52.8	57.7	S/D	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6	351.6
2020	31.3	14.5	S/D	21	37.3	34.8	17.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	156.1
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	61.5	27.6	48.4	344.6
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4	477.6
2023	42.4	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8	264.5
SUMA	**640.0**	**611.8**	**921.2**	**657.9**	**475.5**	**454.0**	**274.6**	**198.5**	**275.1**	**627.3**	**649.9**	**538.4**	**6324.2**
PROM.	**32.0**	**30.6**	**48.5**	**36.6**	**23.8**	**22.7**	**15.3**	**10.4**	**15.3**	**33.0**	**34.2**	**28.3**	**316.2**

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN "B"

ESTACION: LA CASCARILLA — **LAT.:** 5º 40' "S" — **DEP.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000349 / DZ-02 — **LONG.:**78º 53' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX.EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1991 msnm — **DIST.:** JAÉN

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6	403.4
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4	426.7
2006	45	47.7	39	33.3	S/D	S/D	3.3	8.3	S/D	41.1	S/D	50.4	268.1
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9	445.8
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2	393.3
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9	504.3
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36	309.4
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6	481.5
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7	454.5
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6	391.2
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1	387.6
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7	418.1
2016	S/D	23.5	S/D	62	25	14	S/D	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6	287.2
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6	416.5
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4	423.1
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9	467.3
2020	67.9	49.7	S/D	28	35.7	36.3	12.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	230.0
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5	460.7
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2	451.4
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4	386.8
SUMA	**891.6**	**890.2**	**826.5**	**850.4**	**713.3**	**426.2**	**358.7**	**308.9**	**363.3**	**832.0**	**816.1**	**729.7**	**8006.9**
PROM.	**46.9**	**44.5**	**45.9**	**42.5**	**37.5**	**22.4**	**18.9**	**16.3**	**20.2**	**43.8**	**45.3**	**38.4**	**400.3**

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACION "C"

ESTACION: JAÉN — **LAT.: 5º** 40' "35.89" — **DEP.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 47269398/ DZ-02 — **LONG.:** 78° 46' "27.05" — **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 618 msnm — **DIST.: JAÉN**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12	196.9
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5	317.2
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	S/D	11.7	15.5	16	182.6
2007	7.6	27	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6	287.7
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6	277.9
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2	320.4
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6	219.9
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7	323.4
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8	207.0
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4	223.2
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5	269.7
2015	49.5	16.6	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6	293.5
2016	25.6	14.5	S/D	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23	176.2
2017	19.2	11.2	37.8	26.8	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6	236.8
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6	274.0
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4	219.7
2020	10	5	S/D	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7	99.0
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7	110.4
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2	171.6
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2	108.5
SUMA	**324.2**	**523.1**	**543.4**	**489.1**	**412.2**	**304.9**	**266.4**	**183.6**	**194.7**	**415.3**	**440.8**	**417.9**	**4515.6**
PROM.	**16.2**	**26.2**	**30.2**	**24.5**	**20.6**	**15.2**	**13.3**	**9.2**	**10.2**	**20.8**	**22.0**	**20.9**	**225.8**

CÁLCULO DE DATOS FALTANTES

MÉTODO DE PROPORCIÓN NORMAL CON ESTACIONES VECINAS

Para hallar el dato faltante recurrimos a la siguiente fórmula:

$$\frac{P_X}{\overline{P_X}} = \frac{1}{N}\left(\frac{P_A}{\overline{P_A}} + \frac{P_B}{\overline{P_B}} + \frac{P_C}{\overline{P_C}} + \ldots \frac{P_N}{\overline{P_N}}\right)$$

Dónde:

P_A = *Dato de precipitación del mes de la estación A.*

P_B = *Dato de precipitación del mes de la estacion B.*

P_X = ***Dato faltante de precipitación del mes de la estación x***

= *Promedio anual del mes de la estación A.*

= *Promedio anual del mes de la estación B.*

= *Promedio anual del mes de la estación x*

N = *Número de estaciones con datos completos.*

Despejando en la formula se tiene lo siguiente:

$$Px = \frac{\overline{Px}}{N} * \left(\frac{PA}{\overline{PA}} + \frac{PB}{\overline{PB}}\right)$$

1.- ESTACION LA CASCARILLA

1.1 Año 2006 meses mencionados

EST. LA CASCARILLA MES DE MAYO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	15.70	X	13.5
PROMEDIO	**23.78**	37.54	20.61
CÁLCULO DE P(x)	24.69		

EST. LA CASCARILLA MES DE JUNIO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	34.10	X	26.5
PROMEDIO	**22.70**	22.43	15.25
CÁLCULO DE P(x)	36.34		

1.1 Año 2006 meses mencionados

EST. LA CASCARILLA MES DE MAYO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	15.70	X	13.5
PROMEDIO	**23.78**	37.54	20.61
CÁLCULO DE P(x)	24.69		

EST. LA CASCARILLA MES DE JUNIO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	34.10	X	26.5
PROMEDIO	**22.70**	22.43	15.25
CÁLCULO DE P(x)	36.34		

1.2 Año 2016 meses mencionados

EST. LA CASCARILLA MES DE ENERO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	21.10	X	25.6
PROMEDIO	**32.00**	46.93	16.21
CÁLCULO DE P(x)	52.53		

EST. LA CASCARILLA MES DE JULIO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	8.40	X	16.8
PROMEDIO	**15.26**	18.88	13.32
CÁLCULO DE P(x)	17.10		

2.- ESTACION CHONTALI

2.1 Año 2004 meses mencionados

EST. CHONTALI MES DE ABRIL

	A	B	C
PRECIPITACIONES	X	29.10	30.60
PROMEDIO	36.55	42.52	24.46
CÁLCULO DE P(x)	35.37		

EST. CHONTALI MES DE JULIO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	X	12.40	2.40
PROMEDIO	15.26	15.26	13.32
CÁLCULO DE P(x)	7.57		

2.2 Año 2006 meses mencionados

EST. CHONTALI MES DE JULIO

	A	B	C
PRECIPITACIONES	X	3.30	1.30
PROMEDIO	15.26	18.88	13.32
CÁLCULO DE P(x)	2.08		

2.3 Año 2019 meses mencionados

EST. CHONTALI MES DE ABRIL

	A	B	C
PRECIPITACIONES	X	28.00	8.00
PROMEDIO	36.55	42.52	24.46
CÁLCULO DE P(x)	18.01		

DATOS COMPLETOS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACION "A"

ESTACION: CHONTALÍ | **LAT.:** 5º 38' "S" | **DPTO.:** CAJAMARCA
CÓDIGO: 000250 / DZ-02 | **LONG.:** 79º 5' "W" | **PROV.:** JAÉN
PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) | **ALT.:** 1626.5 msnm | **DIST.:** CHONTALÍ

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	46.6	7.8	33.1	35.37	17.8	12.3	7.57	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8	277.0
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3	359.6
2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	2.08	3.2	S/D	28	45.6	21.9	287.2
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8	273.8
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5	318.8
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8	310.7
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6	338.0
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5	458.6
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4	411.3
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4	285.2
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4	254.7
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8	305.3
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5	222.6
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8	351.3
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7	320.7
2019	23.9	52.8	57.7	18.01	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6	369.6
2020	31.3	14.5	S/D	21	37.3	34.8	17.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	156.1
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	34.2	27.6	48.4	317.3
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4	477.6
2023	42.2	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8	264.3
SUMA	**639.8**	**611.8**	**921.2**	**711.3**	**475.5**	**454.0**	**284.3**	**198.5**	**275.1**	**600.0**	**649.9**	**538.4**	**6359.7**
PROM.	**32.0**	**30.6**	**48.5**	**35.6**	**23.8**	**22.7**	**14.2**	**10.4**	**15.3**	**31.6**	**34.2**	**28.3**	**318.0**

DATOS COMPLETOS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN "B"

ESTACION: LA CASCARILLA | **LAT.:** 5º 40' "S" | **DEP.:** CAJAMAI
CÓDIGO: 000349 / DZ-02 | **LONG.:**78º 53' "W" | **PROV.:** JAÉN
PARAM. :PRECIP. MAX.EN 24 HORAS (mm) | **ALT.:** 1991 msnm | **DIST.:** JAÉN

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6	403.4
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4	426.7
2006	45	47.7	39	33.3	24.69	36.34	3.3	8.3	S/D	41.1	S/D	50.4	329.1
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9	445.8
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2	393.3
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9	504.3
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36	309.4
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6	481.5
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7	454.5
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6	391.2
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1	387.6
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7	418.1
2016	52.53	23.5	S/D	62	25	14	17.10	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6	356.8
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6	416.5
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4	423.1
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9	467.3
2020	47.9	49.7	S/D	28	35.7	36.3	12.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	210.0
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5	460.7
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2	451.4
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4	386.8
SUMA	924.1	890.2	826.5	850.4	738.0	462.5	375.8	308.9	363.3	832.0	816.1	729.7	8117.6
PROM.	46.2	44.5	45.9	42.5	36.9	23.1	18.8	16.3	20.2	43.8	45.3	38.4	405.9

DATOS COMPLETOS PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACION "C"

ESTACION: JAÉN
CÓDIGO: 153106 / DZ-02
PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm)

LAT.: 5º 40' "35.89"
LONG.: 78° 46' "27.05"
ALT.: 618 msnm

DEP.: CAJAMAI
PROV.: JAÉN
DIST.: JAÉN

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12	196.9
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5	317.2
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	S/D	11.7	15.5	16	182.6
2007	7.6	27.00	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6	287.7
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6	277.9
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2	320.4
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6	219.9
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7	323.4
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8	207.0
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4	223.2
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5	269.7
2015	49.5	16.60	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6	293.5
2016	25.6	14.5	S/D	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23	176.2
2017	19.2	11.2	37.8	26.80	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6	236.8
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6	274.0
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4	219.7
2020	10	5	S/D	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7	99.0
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7	110.4
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2	171.6
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2	108.5
SUMA	324.2	523.1	543.4	489.1	412.2	304.9	266.4	183.6	194.7	415.3	440.8	417.9	4515.6
PROM.	16.2	26.2	30.2	24.5	20.6	15.2	13.3	9.2	10.2	20.8	22.0	20.9	225.8

CÁLCULO DE ÚLTIMOS DATOS FALTANTES

MÉTODO DE PROPORCIÓN NORMAL CON LA MISMA ESTACIÓN

Para hallar el dato faltante con este método recurrimos a la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Precipitación durante el mes i del año en estudio}}{\text{Promedio de precipitación durante el mes i para todos los años de registro}} = \frac{\text{Suma de todas la precipitaciones mensuales del año en estudio}}{\text{Promedio anual de precipitación para todos los años de registro}}$$

1.- ESTACIÓN LA CASCARILLA

AÑO	MES	Px
2006	setiembre	16.37
	noviembre	36.77

AÑO	MES	Px
2016	Marzo	19.27

AÑO	MES	Px
2020	marzo	23.76
	agosto	8.41
	setiembre	10.44
	octubre	22.66
	noviembre	23.46
	diciembre	19.87

2.- ESTACIÓN CHONTALI

AÑO	MES	Px
2006	septiembre	13.80

AÑO	MES	Px
2020	marzo	23.80
	agosto	5.13
	setiembre	7.50
	octubre	15.50
	noviembre	16.79
	diciembre	13.91

3.- ESTACIÓN JAÉN

AÑO	MES	Px
2006	septiembre	17.82

AÑO	MES	Px
2016	marzo	17.20

AÑO	MES	Px
2020	septiembre	9.11

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS OK

ESTACIÓN "A"

ESTACION: CHONTALÍ — **LAT.:** 5º 38' "S" — **DPTO.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000250 / DZ-02 — **LONG.:** 79º 5' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM.:PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1626.5 msnm — **DIST.:** CHONTALÍ

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
2004	46.6	7.8	33.1	35.37	17.8	12.3	7.57	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8	277.0	50.3	5.6	21.1
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3	359.6	66.3	4.3	26.2
2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	2.08	3.2	13.80	28	45.6	21.9	301.0	45.6	2.1	22.9
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8	273.8	51.6	4.6	23.5
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5	318.8	69.5	6.9	23.0
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8	310.7	49.5	10.2	21.4
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6	338.0	59.7	5.5	23.2
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5	458.6	104.0	4.0	35.4
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4	411.3	82.5	4.0	28.4
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4	285.2	38.8	8.0	22.2
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4	254.7	51.8	6.8	18.5
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8	305.3	63.2	5.5	18.6
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5	222.6	41.5	7.6	19.0
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8	351.3	72.1	8.4	24.0
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7	320.7	83.6	2.8	24.8
2019	23.9	52.8	57.7	18.01	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6	369.6	60.3	5.5	26.1
2020	31.3	14.5	23.80	21	37.3	34.8	17.2	5.13	7.50	15.50	16.79	13.91	238.7	37.3	5.1	18.8
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	34.2	27.6	48.4	317.3	59.4	6.4	24.0
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4	477.6	103.1	8.7	35.6
2023	42.2	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8	264.3	42.2	2.3	16.7
SUMA	**639.8**	**611.8**	**945.0**	**711.3**	**475.5**	**454.0**	**284.3**	**203.6**	**296.4**	**615.5**	**666.7**	**552.3**	**6456.2**			
PROM.	**32.0**	**30.6**	**47.3**	**35.6**	**23.8**	**22.7**	**14.2**	**10.2**	**14.8**	**30.8**	**33.3**	**27.6**	**322.8**			

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS OK

ESTACIÓN "B"

ESTACION: LA CASCARILLA — **LAT.:** 5º 40' "S" — **DEP.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000349 / DZ-02 — **LONG.:**78º 53' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM.:PRECIP. MAX.EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1991 msnm — **DIST.:** JAÉN

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO	PROMEDIO
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6	403.4	72.7	12.2	30.9
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4	426.7	73.9	10.7	36.3
2006	45	47.7	39	33.3	24.69	36.34	3.3	8.3	16.37	41.1	36.77	50.4	382.3	50.4	3.3	27.8
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9	445.8	80.5	15.8	41.6
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2	393.3	67.9	5.2	27.4
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9	504.3	87.9	19.4	38.7
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36	309.4	66.7	3.8	24.2
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6	481.5	83.0	10.4	37.4
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7	454.5	70.3	8.2	29.8
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6	391.2	80.5	11.0	33.0
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1	387.6	90.2	8.8	29.3
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7	418.1	63.6	12.7	28.6
2016	52.53	23.5	19.27	62	25	14	17.10	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6	376.1	62.0	12.8	31.2
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6	416.5	66.1	8.2	30.2
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4	423.1	83.7	7.1	33.0
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9	467.3	99.2	6.9	31.5
2020	47.9	49.7	23.76	28	35.7	36.3	12.4	8.41	10.44	22.66	23.46	19.87	318.6	49.7	8.4	21.9
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5	460.7	101.0	9.0	35.5
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2	451.4	79.8	8.6	30.2
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4	386.8	78.7	8.4	25.3
SUMA	924.1	890.2	869.5	850.4	738.0	462.5	375.8	317.3	390.1	854.7	876.3	749.6	8298.6			
PROM.	46.2	44.5	43.5	42.5	36.9	23.1	18.8	15.9	19.5	42.7	43.8	37.5	414.9			

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS OK

ESTACION "C"
ESTACION: JAÉN — **LAT.:** 6º 2' "S" — **DEP.:** CAJAMARCA
CÓDIGO: 153106 / DZ-02 — **LONG.:** 78° 46' "27.05" — **PROV.:** JAÉN
PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 618 msnm — **DIST.:** JAÉN

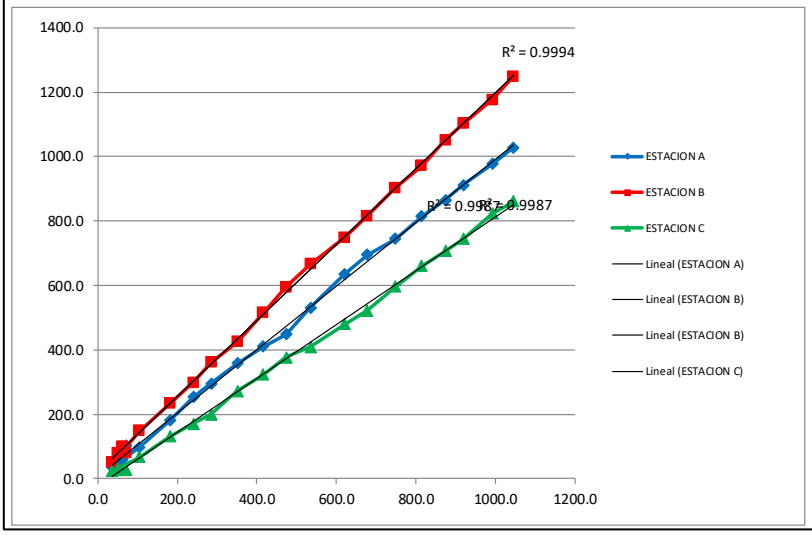
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL	MÁXIMO	MÍNIMO	ROMEDIO
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12	196.9	38.1	2.4	18.1
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5	317.2	78.5	1.9	25.8
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	17.82	11.7	15.5	16	200.4	38.7	1.3	13.4
2007	7.6	27.00	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6	287.7	45.9	7.2	24.5
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6	277.9	63.7	3.4	17.8
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2	320.4	75.0	10.3	27.7
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6	219.9	41.5	4.0	18.0
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7	323.4	70.6	3.5	24.8
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8	207.0	32.6	4.4	13.9
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4	223.2	54.4	0.7	17.8
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5	269.7	50.3	6.5	21.7
2015	49.5	16.60	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6	293.5	73.0	4.0	17.2
2016	25.6	14.5	17.20	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23	193.4	28.6	5.5	15.1
2017	19.2	11.2	37.8	26.80	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6	236.8	39.6	3.4	18.7
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6	274.0	63.8	6.8	20.5
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4	219.7	44.0	3.5	15.9
2020	10	5	9.11	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7	108.1	23.0	1.7	9.3
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7	110.4	26.7	0.2	7.9
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2	171.6	28.2	2.2	12.1
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2	108.5	30.2	0.2	8.9
SUMA	324.2	523.1	569.7	489.1	412.2	304.9	266.4	183.6	212.5	415.3	440.8	417.9	4559.7			
PROM.	16.2	26.2	28.5	24.5	20.6	15.2	13.3	9.2	10.6	20.8	22.0	20.9	228.0			

ANALISIS DE CONSISTENCIA

ANALISIS DE CONSISTENCIA MÁXIMAS DE 24 HORAS

AÑO	ANUAL			ACUMULADO				
	A	B	C	PP	A	B	C	PPA
2004	50.3	72.7	38.1	53.7	1027.6	1248.3	861.3	1045.7
2005	66.3	73.9	78.5	72.9	977.3	1175.6	823.2	992.0
2006	45.6	50.4	38.7	44.9	911.0	1101.7	744.7	919.1
2007	51.6	80.5	45.9	59.3	865.4	1051.3	706.0	874.2
2008	69.5	67.9	63.7	67.0	813.8	970.8	660.1	814.9
2009	49.5	87.9	75.0	70.8	744.3	902.9	596.4	747.9
2010	59.7	66.7	41.5	56.0	694.8	815.0	521.4	677.1
2011	104.0	83.0	70.6	85.9	635.1	748.3	479.9	621.1
2012	82.5	70.3	32.6	61.8	531.1	665.3	409.3	535.2
2013	38.8	80.5	54.4	57.9	448.6	595.0	376.7	473.4
2014	51.8	90.2	50.3	64.1	409.8	514.5	322.3	415.5
2015	63.2	63.6	73.0	66.6	358.0	424.3	272.0	351.4
2016	41.5	62.0	28.6	44.0	294.8	360.7	199.0	284.8
2017	72.1	66.1	39.6	59.3	253.3	298.7	170.4	240.8
2018	83.6	83.7	63.8	77.0	181.2	232.6	130.8	181.5
2019	60.3	99.2	44.0	67.8	97.6	148.9	67.0	104.5
2020	37.3	49.7	23.0	36.7	37.3	49.7	23.0	36.7
2021	59.4	101.0	26.7	62.4	59.4	101.0	26.7	62.4
2022	103.1	79.8	28.2	70.4	103.1	79.8	28.2	70.4
2023	42.2	78.7	30.2	50.4	42.2	78.7	30.2	50.4

ANALISIS DE DOBLE MASA:



R2 = *Regresión Lineal*

SI SE OBTIENE ***R2 > 0.99***
LA MUESTRA ES CONSISTENTE
SI SE OBTIENE ***R2 < 0.99***
LA MUESTRA ES INCONSISTENTE

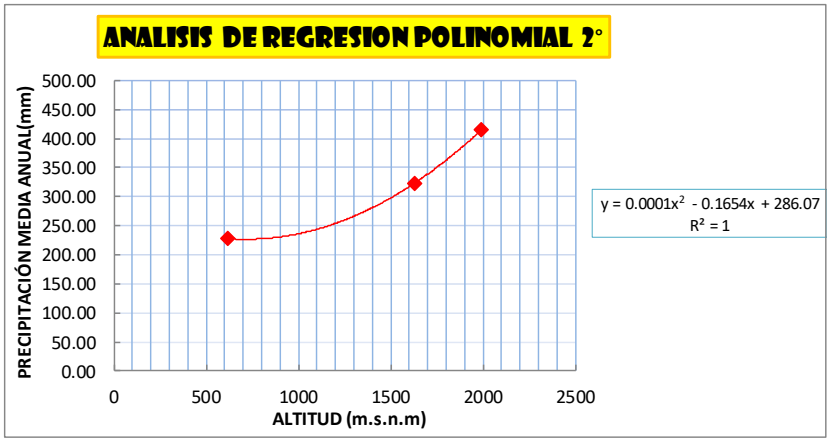
POR LO TANTO LA MUESTRA
ES CONSISTENTE

CORRELACIÓN PRECIPITACION/ALTITUD

ESTACIONES DE LA CUENCA DE LA QUEBRADA EL LAUREL

PRECIPITACIONES MEDIAS ANUALES DE LAS MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN	PRECIP. MEDIA ANUAL	ALTITUD (m.s.n.m)
CHONTALI	322.81	1626.5
LAS CASCARILLA	414.93	1991.0
JAÉN	227.99	618.0



$$y = 0.0001x^2 - 0.1654x + 286.07$$

ESTACIÓN	PRECIP. MEDIA ANUAL	ALTITUD (m.s.n.m)
CHONTALI	353.17	1991.0
EL LAUREL	347.50	1966.4

Utilizamos la ecuacion polinómica para determinar las precipitaciones medias anuales de la estación La Cascarilla y la cuenca El Laurel.

CALCULO DEL FACTOR ALTITUD

$$f1 = \frac{Pa\ (Cuenca\ El\ Laurel)}{Pa\ (Cuenca\ La\ Cascarilla)} = 0.98$$

PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS DE LA CUENCA EL LAUREL

PRECIP.DE ESTACIÓN CUENCA EL LAUREL=(FACTOR DE ALTITUD) X (PRECIP.DE ESTACION LA CASCARILA)

SE SELECCIONÓ LA ESTACION "LA CASCARILLA" POR SER DE ALTITUD MÁS CERCANA A LA CUENCA DE LA QUEBRADA EL LAUREL

FACTOR DE ALTITUD = 0.98

ESTACION: CUENCA EL LAUREL
CÓDIGO:
PARAM.: :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm)

LAT.: 5º 38' "S"
LONG.: 79º 5' "W"
ALT.: 1966.4 msnm

DPTO.: CAJAMARCA
PROV.: JAÉN
DIST.: JAÉN

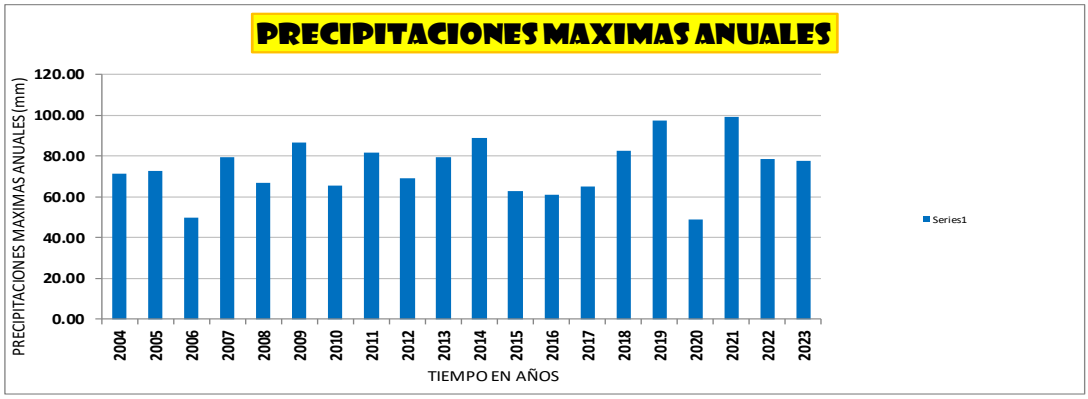
AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL	MAX.	MIN.	PROM.
2004	71.5	24.9	27.3	28.6	48.9	24.1	12.2	12.0	28.1	29.8	44.6	44.9	396.9	71.5	12.0	33.1
2005	19.2	32.0	46.8	60.6	25.4	16.3	10.5	18.0	30.3	53.1	72.7	34.8	419.9	72.7	10.5	35.0
2006	44.3	46.9	38.4	32.8	24.3	35.8	3.2	8.2	16.1	40.4	36.2	49.6	376.1	49.6	3.2	31.3
2007	17.4	21.5	31.4	47.7	48.5	15.5	27.6	25.6	26.1	79.2	52.8	45.2	438.6	79.2	15.5	36.6
2008	36.3	66.8	41.1	19.9	41.9	33.5	27.9	17.0	8.1	51.7	37.7	5.1	387.0	66.8	5.1	32.2
2009	55.2	26.3	72.4	42.9	46.0	19.1	23.4	32.5	22.9	86.5	26.8	42.2	496.2	86.5	19.1	41.4
2010	23.4	49.4	17.4	65.6	17.4	13.8	3.7	11.2	14.0	37.7	15.3	35.4	304.4	65.6	3.7	25.4
2011	77.3	34.0	31.2	81.7	27.3	16.5	15.3	10.2	40.8	31.5	55.1	52.7	473.8	81.7	10.2	39.5
2012	69.2	48.2	66.2	60.0	17.4	24.7	27.0	12.4	8.1	27.3	39.9	46.9	447.2	69.2	8.1	37.3
2013	18.0	43.8	30.6	14.4	51.4	29.5	22.9	28.5	17.8	79.2	10.8	38.0	384.9	79.2	10.8	32.1
2014	24.6	39.5	57.8	22.7	88.8	24.2	8.7	12.1	13.9	28.8	32.8	27.6	381.4	88.8	8.7	31.8
2015	62.6	37.4	57.9	41.3	30.7	12.5	60.7	25.3	15.0	17.2	30.5	20.4	411.4	62.6	12.5	34.3
2016	51.7	23.1	19.0	61.0	24.6	13.8	16.8	23.3	32.9	12.6	54.3	37.0	370.1	61.0	12.6	30.8
2017	65.0	29.7	47.9	39.4	20.7	43.1	8.1	13.7	16.5	55.1	37.6	33.1	409.8	65.0	8.1	34.2
2018	40.5	57.9	25.3	22.8	55.9	15.6	10.7	17.1	7.0	82.4	64.0	17.1	416.3	82.4	7.0	34.7
2019	31.7	97.6	51.8	65.4	29.0	11.5	32.2	6.8	12.8	14.3	45.9	60.9	459.8	97.6	6.8	38.3
2020	47.1	48.9	23.4	27.6	35.1	35.7	12.2	8.3	10.3	22.3	23.1	19.6	313.5	48.9	8.3	26.1
2021	70.1	25.8	43.0	32.9	26.1	19.3	16.1	8.9	30.8	48.1	99.4	33.0	453.3	99.4	8.9	37.8
2022	53.1	44.8	78.5	27.6	49.7	28.7	17.9	8.5	24.2	23.6	51.0	36.6	444.2	78.5	8.5	37.0
2023	31.0	77.4	48.3	41.9	17.1	21.8	12.4	12.7	8.3	20.2	32.0	57.5	380.6	77.4	8.3	31.7
PROM.	45.5	43.8	42.8	41.8	36.3	22.8	18.5	15.6	19.2	42.0	43.1	36.9	408.3			
MAX.	77.3	97.6	78.5	81.7	88.8	43.1	60.7	32.5	40.8	86.5	99.4	60.9	496.2			
MIN.	17.4	21.5	17.4	14.4	17.1	11.5	3.2	6.8	7.0	12.6	10.8	5.1	304.4			

RESUMEN DE PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES DE LAS MAXIMAS EN 24 HORAS DE LA CUENCA EL LAUREL

AÑOS	P med. (mm)
2004	71.53
2005	72.71
2006	49.59
2007	79.21
2008	66.81
2009	86.49
2010	65.63
2011	81.67
2012	69.17
2013	79.21
2014	88.75
2015	62.58
2016	61.01
2017	65.04
2018	82.36
2019	97.61
2020	48.90
2021	99.38
2022	78.52
2023	77.44

ANALISIS ESTADISTICA	
Media	74.2
Mediana	75.1
Desviación estándar	13.7
Mínimo	48.9
Máximo	99.4
Suma	1483.6
Cuenta	20

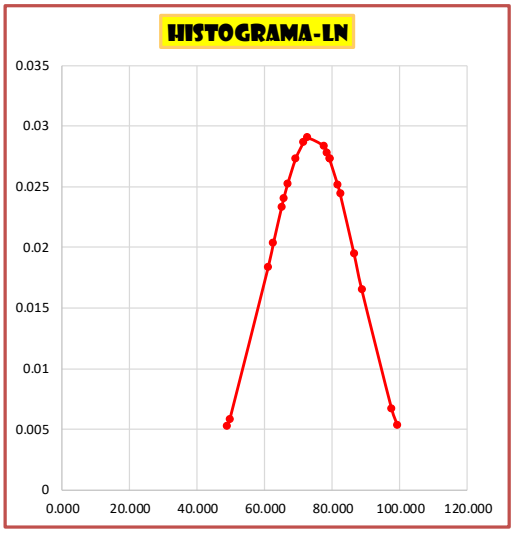
DATOS	P.ORDENADAS
1	99.38
2	97.61
3	88.75
4	86.49
5	82.36
6	81.67
7	79.21
8	79.21
9	78.52
10	77.44
11	72.71
12	71.53
13	69.17
14	66.81
15	65.63
16	65.04
17	62.58
18	61.01
19	49.59
20	48.90



DISTRIBUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES MAX. EN 24 HORAS

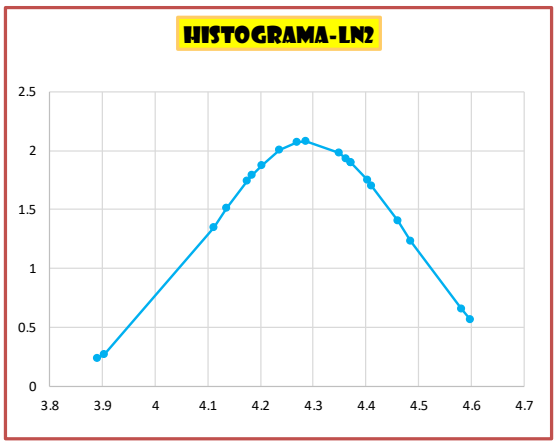
ANALISIS CON DISTRIBUCION LOG - NORMAL

DATOS	PP-OREDNADAS	F(x)	f(x)
1	99.380	0.967418	0.00533135
2	97.608	0.956783	0.00671425
3	88.753	0.856888	0.01653314
4	86.490	0.816159	0.01945834
5	82.357	0.72521	0.02440975
6	81.668	0.708148	0.02512528
7	79.208	0.643549	0.02728451
8	79.208	0.643549	0.02728451
9	78.520	0.624589	0.02776001
10	77.437	0.594194	0.02837796
11	72.714	0.457279	0.02902802
12	71.534	0.423204	0.02865297
13	69.172	0.356988	0.02729895
14	66.811	0.294825	0.0252436
15	65.630	0.265739	0.02400434
16	65.039	0.251761	0.02334226
17	62.580	0.197947	0.02036129
18	61.005	0.167475	0.01834185
19	49.591	0.035971	0.0057831
20	48.903	0.032164	0.00527493
MEDIA	74.18		
DESV.EST.	13.66		



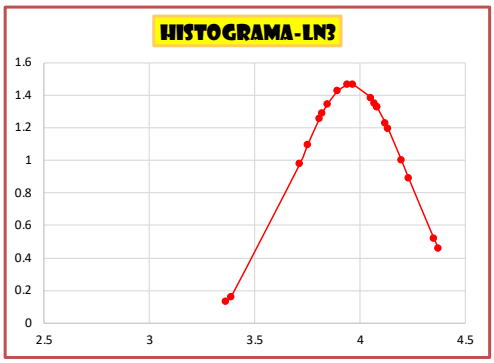
ANALISIS CON DISTRIBUCION LOG - NORMAL DE 2 PARAMETROS

DATOS	PP-OREDNADAS	y = ln (x)	F(x)	f(x)
1	99.38	4.598946	0.9468018	0.565486
2	97.61	4.580963	0.93583874	0.65512
3	88.75	4.485855	0.84716745	1.232133
4	86.49	4.460025	0.81314638	1.401795
5	82.36	4.411064	0.73696438	1.703043
6	81.67	4.402666	0.72246568	1.749354
7	79.21	4.372083	0.66660629	1.897832
8	79.21	4.372083	0.66660629	1.897832
9	78.52	4.363349	0.64987333	1.933438
10	77.44	4.349469	0.62268275	1.982909
11	72.71	4.286538	0.49365266	2.081892
12	71.53	4.270167	0.45963362	2.071488
13	69.17	4.236597	0.39105788	2.00403
14	66.81	4.201861	0.32352814	1.874961
15	65.63	4.18403	0.2908445	1.788984
16	65.04	4.174994	0.27489295	1.741163
17	62.58	4.136439	0.21205582	1.512792
18	61.01	4.11096	0.17559371	1.348271
19	49.59	3.903817	0.02203583	0.274308
20	48.90	3.88983	0.01847096	0.236185
MEDIA	4.2896			
DESV.EST.	0.1916			
C.ASIMETRIA	(0.5177)			



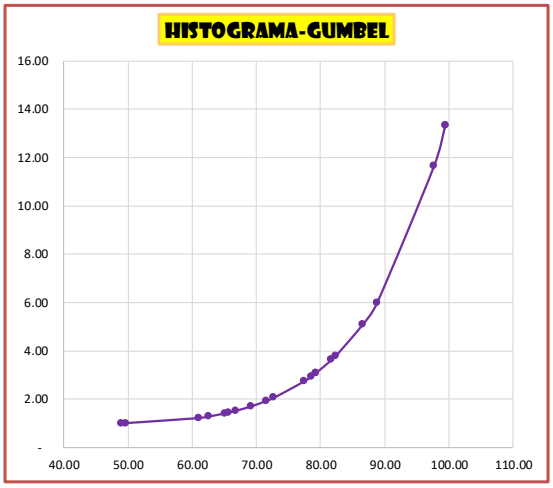
ANALISIS CON DISTRIBUCION LOG - NORMAL DE 3 PARAMETROS

DATOS	PP-OREDNADAS	y = ln (x-a)	F(x)	f(x)
1	99.38	4.37424	0.93638055	0.458171
2	97.61	4.351676	0.925373	0.518142
3	88.75	4.230517	0.8406178	0.891739
4	86.49	4.197047	0.80894634	1.000468
5	82.36	4.132877	0.73834175	1.195718
6	81.67	4.12177	0.72489017	1.226251
7	79.21	4.081064	0.67287418	1.325954
8	79.21	4.081064	0.67287418	1.325954
9	78.52	4.069363	0.6572135	1.350484
10	77.44	4.050694	0.63166855	1.385253
11	72.71	3.964887	0.50837549	1.465509
12	71.53	3.942233	0.47518569	1.462996
13	69.17	3.895326	0.40726248	1.426047
14	66.81	3.846109	0.33891395	1.344648
15	65.63	3.820562	0.30527166	1.287537
16	65.04	3.807539	0.28871333	1.255102
17	62.58	3.751375	0.222579	1.095212
18	61.01	3.7137	0.18354434	0.975969
19	49.59	3.387482	0.0178398	0.161419
20	48.90	3.363931	0.01436783	0.134087
MEDIA	3.9592			
DESV.EST.	0.2722			
a	20.0000			
C.ASIMETRIA	(0.72141)			



ANALISIS CON DISTRIBUCION GUMBEL

DATOS	VAR. REDUCIDA		
	PP-OREDNADAS	y = (x - u)/a	Tr
1	99.38	2.55	13.36
2	97.61	2.41	11.66
3	88.75	1.70	5.99
4	86.49	1.52	5.09
5	82.36	1.19	3.81
6	81.67	1.13	3.63
7	79.21	0.94	3.08
8	79.21	0.94	3.08
9	78.52	0.88	2.95
10	77.44	0.79	2.75
11	72.71	0.41	2.07
12	71.53	0.32	1.94
13	69.17	0.13	1.71
14	66.81	-0.06	1.53
15	65.63	-0.15	1.45
16	65.04	-0.20	1.42
17	62.58	-0.40	1.29
18	61.01	-0.52	1.23
19	49.59	-1.44	1.01
20	48.90	-1.50	1.01
x medio		74.1804	
Desv. Est x (Sx)		13.6645	



n =número de datos	20.00
yn medio =	0.5320
Sn =	1.0961

VALORES GUMBEL

Parámetros, según n:

a =Sx / Sn	12.4664
u =x-yn*a	67.5483

Media reducida Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5230	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600									

Desviación tipica reducida Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1086
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.2260	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.3880
40	1.1413	1.1430	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065									

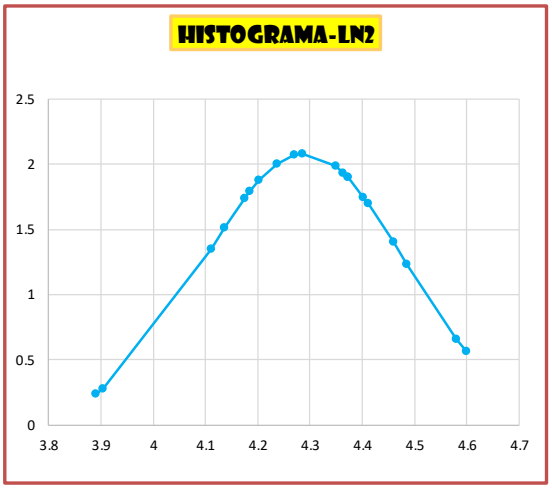
PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOROV-SMIRNOV

DATOS	P(x)	PROBABILIDADES DE EXCEDENCIA F(X)				DIFERENCIA DELTA D			
	Empírica	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Normal	LN2	LN3	Gumbel
1	0.048	0.03258	0.05320	0.06362	0.075	0.015	0.006	0.016	0.0273
2	0.095	0.04322	0.06416	0.07463	0.086	0.052	0.031	0.021	0.0094
3	0.143	0.14311	0.15283	0.15938	0.167	0.000	0.010	0.017	0.0240
4	0.190	0.18384	0.18685	0.19105	0.197	0.007	0.004	0.001	0.0061
5	0.238	0.27479	0.26304	0.26166	0.263	0.037	0.025	0.024	0.0247
6	0.286	0.29185	0.27753	0.27511	0.275	0.006	0.008	0.011	0.0103
7	0.333	0.35645	0.33339	0.32713	0.325	0.023	0.000	0.006	0.0087
8	0.381	0.35645	0.33339	0.32713	0.325	0.025	0.048	0.054	0.0563
9	0.429	0.37541	0.35013	0.34279	0.339	0.053	0.078	0.086	0.0891
10	0.476	0.40581	0.37732	0.36833	0.364	0.070	0.099	0.108	0.1123
11	0.524	0.54272	0.50635	0.49162	0.484	0.019	0.017	0.032	0.0403
12	0.571	0.57680	0.54037	0.52481	0.516	0.005	0.031	0.047	0.0551
13	0.619	0.64301	0.60894	0.59274	0.584	0.024	0.010	0.026	0.0347
14	0.667	0.70517	0.67647	0.66109	0.654	0.039	0.010	0.006	0.0128
15	0.714	0.73426	0.70916	0.69473	0.689	0.020	0.005	0.020	0.0258
16	0.762	0.74824	0.72511	0.71129	0.706	0.014	0.037	0.051	0.0563
17	0.810	0.80205	0.78794	0.77742	0.775	0.007	0.022	0.032	0.0350
18	0.857	0.83252	0.82441	0.81646	0.816	0.025	0.033	0.041	0.0416
19	0.905	0.96403	0.97796	0.98216	0.985	0.059	0.073	0.077	0.0806
20	0.952	0.96784	0.98153	0.98563	0.988	0.015	0.029	0.033	0.0361
						0.07038	*0.09887*	*0.10786*	*0.11231*
						Aceptada	*Aceptada*	*Aceptada*	*Aceptada*
						0.3041			

SE AJUSTA A:

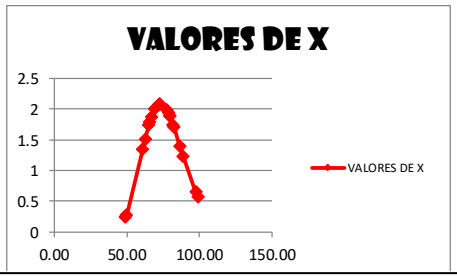
ANALISIS CON DISTRIBUCION LOG - NORMAL DE 2 PARAMETROS-MENOR DE TODAS

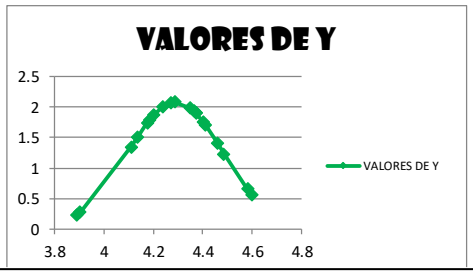
DATOS	PP ORDENADOS	y = ln (x)	F(x)	f(x)
1	99.38	4.598946	0.946801799	0.56548602
2	97.61	4.5809635	0.935838737	0.65512008
3	88.75	4.4858549	0.847167445	1.23213306
4	86.49	4.4600253	0.813146379	1.40179531
5	82.36	4.4110644	0.736964379	1.70304292
6	81.67	4.4026661	0.722465675	1.74935391
7	79.21	4.3720826	0.666606289	1.89783245
8	79.21	4.3720826	0.666606289	1.89783245
9	78.52	4.363349	0.649873329	1.93343785
10	77.44	4.3494686	0.622682753	1.98290921
11	72.71	4.2865383	0.493652656	2.08189249
12	71.53	4.2701668	0.459633616	2.07148826
13	69.17	4.2365972	0.391057884	2.00403049
14	66.81	4.2018615	0.323528138	1.87496144
15	65.63	4.1840304	0.290844498	1.78898402
16	65.04	4.1749942	0.274892947	1.74116334
17	62.58	4.1364389	0.21205582	1.51279207
18	61.01	4.1109598	0.175593708	1.34827086
19	49.59	3.9038166	0.022035832	0.27430816
20	48.90	3.8898304	0.018470956	0.23618499
MEDIA	4.2896			
DESV.EST.	0.1916			
C.ASIMETRI	(0.5177)			



Tr	P EXCEDIDO	P NO EXCEDIDO	VALOR Z	Y	X=Lnl
2	0.5	0.5	0	4.29	72.94
5	0.2	0.8	0.841621	4.45	85.70
10	0.1	0.9	1.281552	4.54	93.24
20	0.05	0.95	1.644854	4.60	99.96
25	0.04	0.96	1.750686	4.63	102.00
50	0.02	0.98	2.053749	4.68	108.10
100	0.01	0.99	2.326348	4.74	113.90
140	0.007	0.99	2.449998	4.76	116.63
200	0.005	0.995	2.575829	4.78	119.48
500	0.002	0.998	2.878162	4.84	126.60

Precipitaciones Maximas obtenidas con LN2





CURVAS IDF PARA PRECIPITACIONES CON DURACIONES MENORES A 1 HORA

METODO DICK:

$$P_d = P_{24h}\left(\frac{d}{1440}\right)^{0.25}$$

Donde:

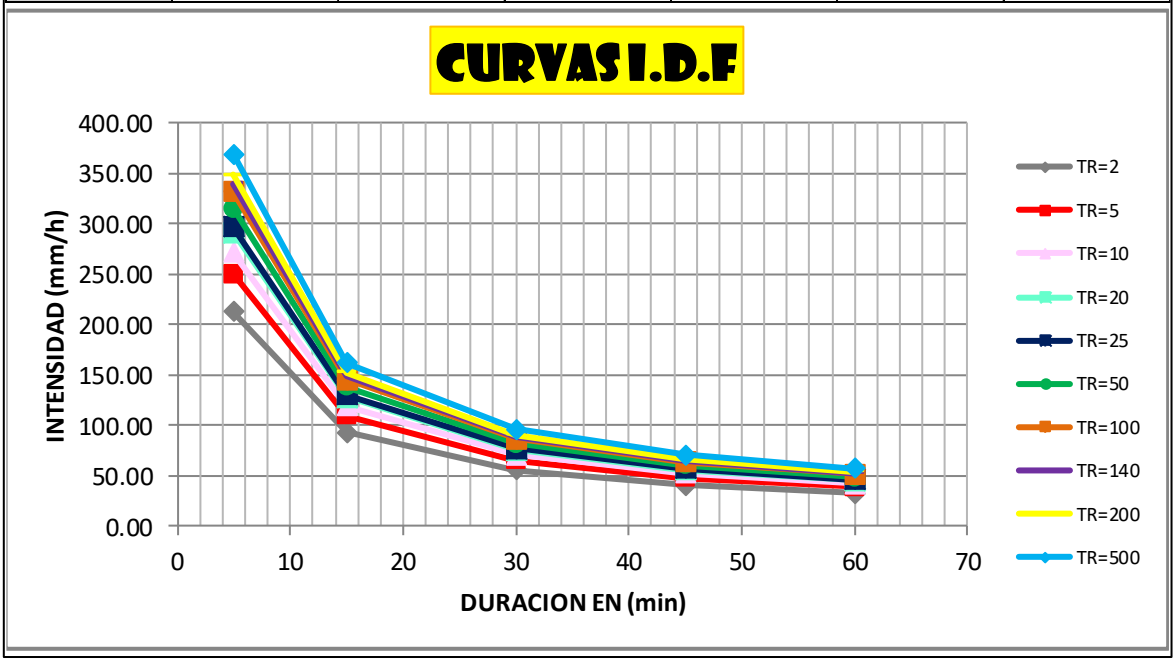
Pd= *precipitacion total (mm)*

d= *duracion en (m)*

P24h= *precip. Maxima en 24 horas(mm) LN2*

TR	PRECP. MAX.	PRECIPITACION TOTAL (mm)				
		DURACION EN MINUTOS				
		5	15	30	45	60
2	72.94	17.70	23.30	27.71	30.67	32.95
5	85.70	20.80	27.38	32.56	36.03	38.72
10	93.24	22.63	29.79	35.42	39.20	42.12
20	99.96	24.26	31.93	37.98	42.03	45.16
25	102.00	24.76	32.59	38.75	42.89	46.09
50	108.10	26.24	34.54	41.07	45.45	48.84
100	113.90	27.65	36.39	43.27	47.89	51.46
140	116.63	28.31	37.26	44.31	49.04	52.69
200	119.48	29.00	38.17	45.39	50.23	53.98
500	126.60	30.73	40.45	48.10	53.23	57.20

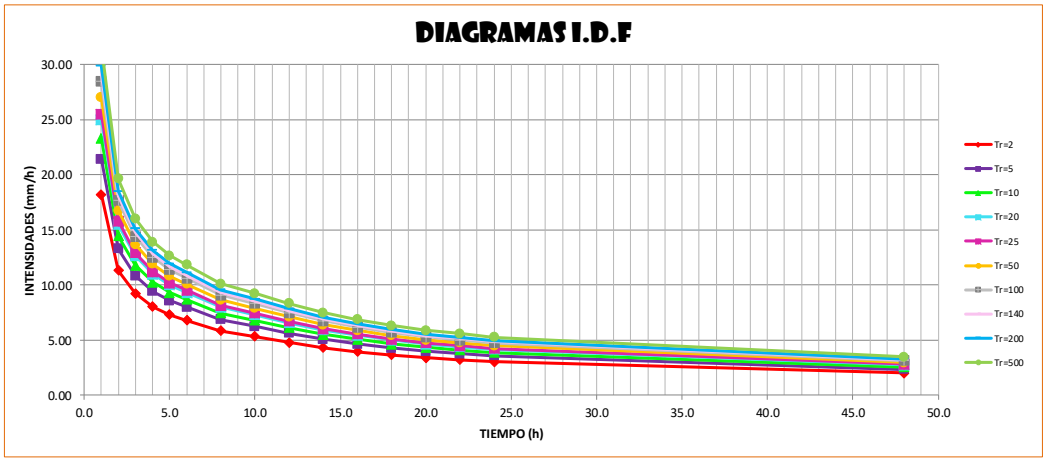
TR	PRECP. MAX.	INTENSIDAD (mm/h)				
		DURACION EN MINUTOS				
		5	15	30	45	60
2	72.94	212.46	93.20	55.42	40.89	32.95
5	85.70	249.64	109.51	65.12	48.04	38.72
10	93.24	271.59	119.14	70.84	52.27	42.12
20	99.96	291.17	127.73	75.95	56.04	45.16
25	102.00	297.13	130.35	77.51	57.18	46.09
50	108.10	314.90	138.14	82.14	60.60	48.84
100	113.90	331.78	145.55	86.54	63.85	51.46
140	116.63	339.74	149.04	88.62	65.38	52.69
200	119.48	348.03	152.68	90.78	66.98	53.98
500	126.60	368.78	161.78	96.20	70.97	57.20



CURVAS IDF PARA PRECIPITACIONES CON DURACIONES ENTRE 1 HORA Y 48 HORAS

P(mm)= *Es la obtenidad en la distribucion LN2*
I(mm/hora)= *P*coef/duracion*

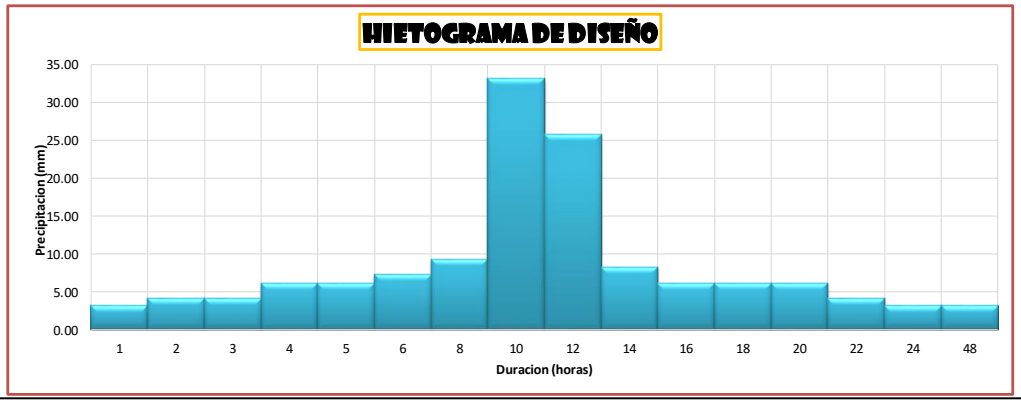
Tr	P(mm)	Intensidades (mm/hora)															
		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0	48.0
		0.25	0.31	0.38	0.44	0.50	0.56	0.64	0.73	0.79	0.83	0.87	0.90	0.93	0.97	1.00	1.32
2	72.94	18.23	11.31	9.24	8.02	7.29	6.81	5.83	5.32	4.80	4.32	3.97	3.65	3.39	3.22	3.04	2.01
5	85.70	21.42	13.28	10.86	9.43	8.57	8.00	6.86	6.26	5.64	5.08	4.66	4.28	3.99	3.78	3.57	2.36
10	93.24	23.31	14.45	11.81	10.26	9.32	8.70	7.46	6.81	6.14	5.53	5.07	4.66	4.34	4.11	3.88	2.56
20	99.96	24.99	15.49	12.66	11.00	10.00	9.33	8.00	7.30	6.58	5.93	5.44	5.00	4.65	4.41	4.16	2.75
25	102.00	25.50	15.81	12.92	11.22	10.20	9.52	8.16	7.45	6.72	6.05	5.55	5.10	4.74	4.50	4.25	2.81
50	108.10	27.03	16.76	13.69	11.89	10.81	10.09	8.65	7.89	7.12	6.41	5.88	5.41	5.03	4.77	4.50	2.97
100	113.90	28.47	17.65	14.43	12.53	11.39	10.63	9.11	8.31	7.50	6.75	6.19	5.69	5.30	5.02	4.75	3.13
140	116.63	29.16	18.08	14.77	12.83	11.66	10.89	9.33	8.51	7.68	6.91	6.34	5.83	5.42	5.14	4.86	3.21
200	119.48	29.87	18.52	15.13	13.14	11.95	11.15	9.56	8.72	7.87	7.08	6.50	5.97	5.56	5.27	4.98	3.29
500	126.60	31.65	19.62	16.04	13.93	12.66	11.82	10.13	9.24	8.33	7.51	6.88	6.33	5.89	5.58	5.28	3.48



CALCULO DEL HIETOGRAMA A PARTIR DE LAS CURVAS I.D.F

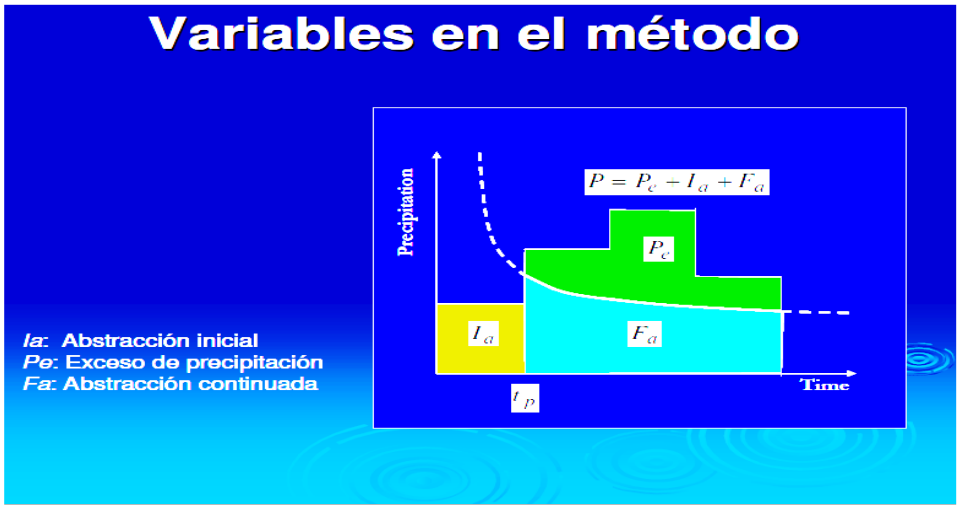
METODO DEL BLOQUE ALTERNO PARA TR = 25 AÑOS

DURACION (h)	INTENSIDAD	P. ACUMULADA (mm)	PROFUNDIDAD INCREMENTADA	PROFUNDIDAD ORDENADA	TIEMPO (min)		PRECIPITACION
					de	a	
1	28.47	28.47	28.47	33.08	0	1	3.10
2	17.65	35.31	6.83	25.84	1	2	4.13
3	14.43	43.28	7.97	9.30	2	3	4.13
4	12.53	50.12	6.83	8.27	3	4	6.20
5	11.39	56.95	6.83	7.24	4	5	6.20
6	10.63	63.78	6.83	6.20	5	6	7.24
8	9.11	72.90	9.11	6.20	6	8	9.30
10	8.31	83.15	10.25	6.20	8	10	33.08
12	7.50	89.98	6.83	6.20	10	12	25.84
14	6.75	94.54	4.56	6.20	12	14	8.27
16	6.19	99.09	4.56	4.13	14	16	6.20
18	5.69	102.51	3.42	4.13	16	18	6.20
20	5.30	105.93	3.42	4.13	18	20	6.20
22	5.02	110.48	4.56	3.10	20	22	4.13
24	4.75	113.90	3.42	3.10	22	24	3.10
48	3.13	150.35	36.45	3.10	24	48	3.10



CALCULO DE LA PRECIPITACION TOTAL Y EFECTIVA

METODO SCS PARA ABSTRACCIONES



EL PROCESO QUE VAMOS A SEGUIR PARA HALLAR LA PRECIPITACION EFECTIVA ES EL SIGUIENTE:

I.- Primeramente veremos la clasificación de suelos; que porcentajes de cada uno de estos tenemos :

GRUPO HIDROLOGICO DE SUELO

Grupo A:	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
Grupo B:	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
Grupo C:	Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenido de arcilla.
Grupo D:	Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Supongamos que tenemos los siguientes grupos hidrológicos :
Grupo A = 30%
Grupo B = 70%

II.- Veamos el uso de suelos:

CN para usos selectos de suelo agrícola, urbanos y suburbanos-REF MTC (AMC(II) Ia=0.25)

Supongamos el siguiente uso de suelo:

- *bosque, con cubierta buena..... **40%***
- *Pastizales o campo de animales en condiciones bueno..... **20%***
- *vegas de rios y praderas en condiciones buenas..... **20%***
- *tierra cultivada sin tratamiento de conservacion..... **20%***

Ahora calcularemosdel Numero adimensional de curvas (CN)
*Consideraremos **condiciones húmedas** ; por lo que tendremos que utilizar las siguientes ecuaciones*

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10$$

NOTA: S y CN dependen de las condiciones antecentes de lluvia.

*CN (I) ..... **Condiciones Secas***
*CN (II) ..... **Condiciones Naturales***
*CN (III) ..... **Condiciones Húmedas***

Uso de suelo	Grupo hidrologico de suelo					
	0.3 * A			0.7 * B		
	%	CN	Prod.	%	CN	Prod.
Bosques	12	25	3	28	55	15.4
Pastizales	6	39	2.34	14	61	8.54
Vegas de rios y prad.	6	30	1.8	14	58	8.12
Tierra cultivada	6	72	4.32	14	81	11.34
	30	∑ =	11.46	70	∑ =	43.4

El CN ponderado será entonces : → CN (II)= 54.86

Ahora calculamos CN(III)

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

CN(III)= 73.65

Ahora calculamos S

$$S = \frac{1000}{CN(III)} - 10$$

S= 3.58 Pulg.
S= 90.87 mm.

PRECIPITACIÓN EFECTIVA PARA 25 AÑOS

Hallando Ia, con la siguiente formula:

$$Ia = 0.2S$$

Ia= 18 mm

Hallamos Fa, con la siguiente formula:

$$Fa = \frac{S(P - Ia)}{P - Ia + S}$$

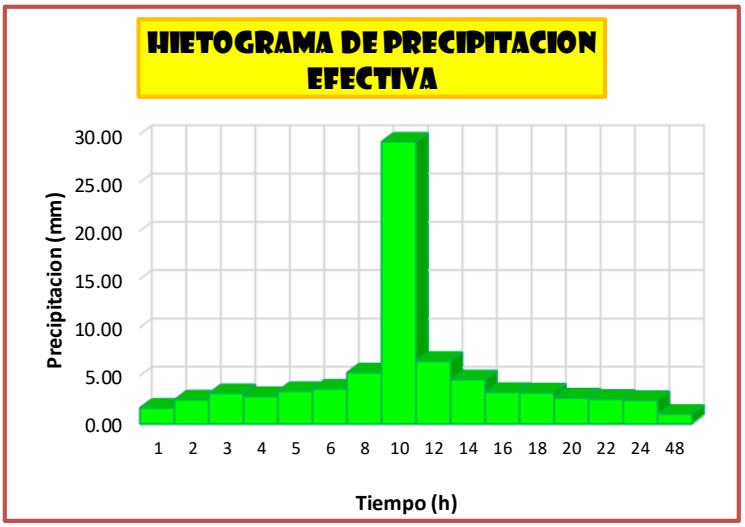
S= 91 mm

Hallamos Precipitación efectiva, con la siguiente formula:

$$Pe = P - Ia - Fa$$

Tiempo (h)	Lluvia acumulada (mm)	Abstracciones acumuladas		Exceso de lluvia acumulado (mm)	Hietograma de exceso de lluvia (mm)	Hietograma de exceso de lluvia (Cm)	Hietog. de exceso de lluvia Ordenado(mm)
		Ia	Fa				
1	28.47	18	9.25	1.05	1.05	0.10	29.22
2	35.31	18	14.42	2.72	1.67	0.17	6.52
3	43.28	18	19.67	5.44	2.72	0.27	5.33
4	50.12	18	23.63	8.31	2.87	0.29	4.61
5	56.95	18	27.18	11.60	3.29	0.33	3.64
6	63.78	18	30.37	15.24	3.64	0.36	3.29
8	72.90	18	34.15	20.57	5.33	0.53	3.41
10	83.15	18	37.88	27.09	6.52	0.65	3.25
12	89.98	18	40.11	31.70	4.61	0.46	2.87
14	94.54	18	41.49	34.87	3.17	0.32	2.72
16	99.09	18	42.80	38.12	3.25	0.32	3.17
18	102.51	18	43.74	40.60	2.48	0.25	2.59
20	105.93	18	44.64	43.11	2.52	0.25	2.52
22	110.48	18	45.79	46.52	3.41	0.34	2.48
24	113.90	18	46.62	49.11	2.59	0.26	1.67
48	150.35	18	53.85	78.33	29.22	2.92	1.05

Tiempo (horas)		pe
de	a	
0.00	1.00	1.67
1.00	2.00	2.52
2.00	3.00	3.17
3.00	4.00	2.87
4.00	5.00	3.41
5.00	6.00	3.64
6.00	8.00	5.33
8.00	10.00	29.22
10.00	12.00	6.52
12.00	14.00	4.61
14.00	16.00	3.29
16.00	18.00	3.25
18.00	20.00	2.72
20.00	22.00	2.59
22.00	24.00	2.48
24.00	48.00	1.05



1° METODO: RACIONAL MODIFICADO

FORMULA:

$$Q = 0.278\ CIAK$$

Donde:

Q= *Descarga Máxima de Diseño (m3/s)*

C= *Coeficiente de Escorrentía para el intervalo en que se produce I.*

I= *Intensidad de Precipitación Máxima Horaria (mm/h)*

A= *Area de la Cuenca (Km2)*

Las fórmulas que definen los factores de la fórmula general, son los siguientes:

A) Tiempo de Concenración (Tc)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76} \qquad \text{.....Ec. 1}$$

Donde:

L = Longitud del Cauce Mayor (Km)

S = Pendiente Promedio del cauce mayor (m/m)

Tc = ***1.615 h***

B) Coeficiente de Uniformidad (Tc)

$$K = 1 + \frac{Tc^{1.25}}{Tc^{1.25}+14} \qquad \text{.....Ec. 2}$$

Donde:

Tc = Tiempo de Concentración (horas)

K = ***1.1151164***

C) Coeficiente de Simultaniedad o Factor reductor (K_A)

$$K_A = 1 - (\log_{10} A/15)$$

Donde:

A = Area de la cuenca (Km2) *104.46 km2*

KA = ***0.8654047***

D) Precipitación máxima corregida sobre la cuenca (P)

$$P = k_A P_d$$

Donde:

K_A = Factor reductor

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

Precipitación máxima corregida

ESTACION CUENCA LA ENVINADA		
Tr	***Precip. LN2***	***P corregida***
5	72.936	63.12
10	85.699	74.16
20	93.236	80.69
25	99.957	86.50
30	102.005	88.28
50	108.103	93.55
100	113.899	98.57
140	116.630	100.93
200	119.476	103.40
500	126.601	109.56

E) Intensidad de Precipitación (I)

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) * (11)^{\frac{28^{0.1} - Tc^{0.1}}{28^{0.1} - 1}}$$

Donde:

P = Precipitación máxima corregida (mm)

Tc= Tiempo de concentración (horas)

Intensidad de Precipitación

Tr	P corregida	Int.
5	63.12	21.476
10	74.16	25.234
20	80.69	27.454
25	86.50	29.433
30	88.28	30.036
50	93.55	31.831
100	98.57	33.538
140	100.93	34.342
200	103.40	35.180
500	109.56	37.278

F) Coeficiente de Escorrentía (C)

$$C = \frac{(P_d - P_o)*(P_d + 23*P_o)}{(p_d + 11*P_o)^2}$$

Donde:

Pd = Precipitación máxima diaria (mm)

Po = Umbral de Escorrentía = (5000/CN) - 49

CN = Número de curva

CN = 54.86

Po= 42.14

Coeficiente de Escorrentia

Tr	P corregida	C
5	63.119	0.0781
10	74.164	0.1156
20	80.687	0.1366
25	86.503	0.1548
30	88.275	0.1602
50	93.553	0.1761
100	98.569	0.1907
140	100.932	0.1975
200	103.395	0.2044
500	109.562	0.2214

G) CAUDAL

Q = 0.278 CIAK

A= 104.455 km2

K = 1.11512

Caudales en diferentes tiempos de retorno.

Tr	C	Int.	Q(m3/s)
5	0.078	21.476	54.297
10	0.116	25.234	94.428
20	0.137	27.454	121.465
25	0.155	29.433	147.532
30	0.160	30.036	155.825
50	0.176	31.831	181.463
100	0.191	33.538	207.091
140	0.197	34.342	219.576
200	0.204	35.180	232.860
500	0.221	37.278	267.302

2° METODO: HIDROGRAMA UNITARIO

HIDROGRAMA UNITARIO SINTETICO TRIANGULAR SCS

FÓRMULAS:

El tiempo de recesión, tr, puede aproximarse a:

$$tr = 1.67T$$

Como el área bajo el HU debe ser igual a una escorrentía de 1 cm,puede demostrarse que:

$$q_p = \frac{2.08A}{Tp}$$

Donde:

A : *es el área de drenaje en Km2*

Tp : *es el tiempo de ocurrencia del pico en horas*

Donde:

$$tp = 0{,}6tc$$

Donde:

tp: *Tiempo de retardo (entre el centroide del hietograma y el pico de caudal) (h)*

tc: *Tiempo de concentración de la cuenca.*

El tiempo de ocurrencia del pico, ***Tp****, se puede expresar así:*

$$Tp = \frac{D}{2} + tp$$

Donde:

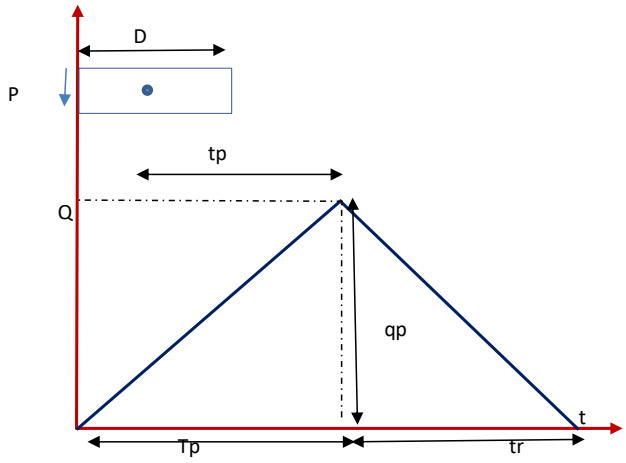
$D = 2\sqrt{t_c}$ *para cuencas grandes*

$D = t_c$ *para cuencas pequeñas*

Además:

D: duración de la lluvia (h)

HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR DEL SCS



CALCULO DE HIDROGRAMA SINTETICO TRIANGULAR DEL SCS

Datos de entrada:

Long cauce	17749.4	***m***	17.7494
Cota max	3237	***m***	3237
Cota min.....	***739***	***m***	739
Superficie.....	***104.46***	***km²***	104.455
Duración P neta.....	***2.27***	***horas***	

Cálculos:

Tiempo de concentración:

$$t_C = 0.01947\left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

FÓRMULA DE KIRPICH

T c = ***77.46*** ***minutos***

T c = ***1.29*** ***horas***

Tiempo pico:

$$Tp = \frac{D}{2} + tp$$

Tp= ***1.91*** ***horas***

Tiempo base:

$$t_b = 2.67tp$$

Tb= ***5.10*** ***horas***

Tiempo de retraso ***Tr=*** ***0.77*** ***horas***

Caudal pico:

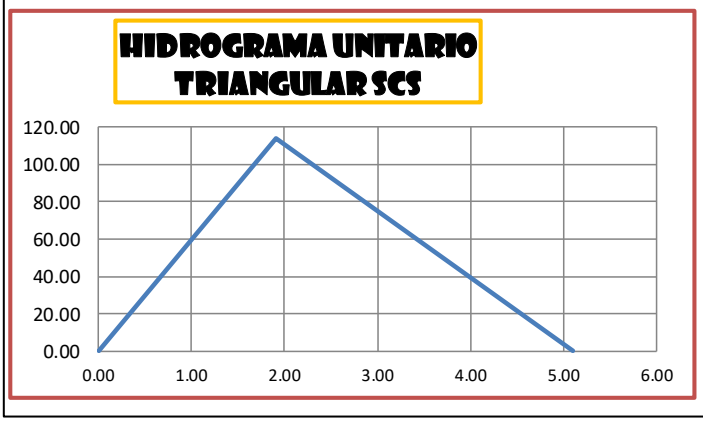
$$q_p = \frac{2.08A}{Tp}$$

(Manual de hidrologia)

QP= ***113.70*** ***m³/s***

DATOS H.U.

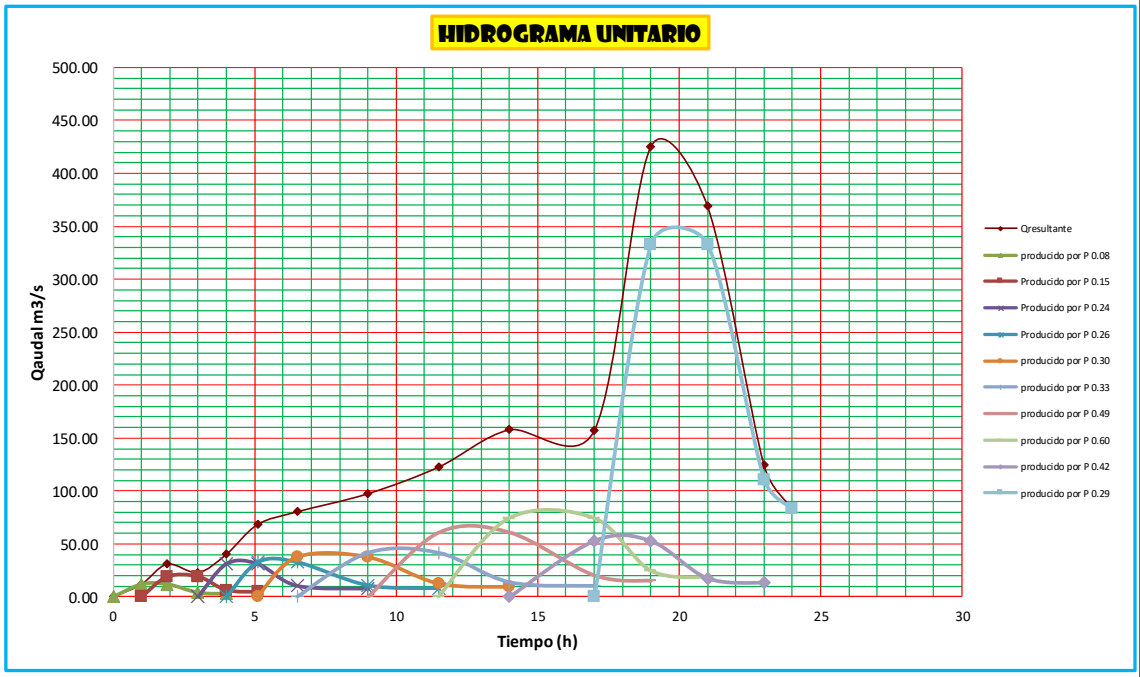
Tiempo	*Caudal (m³/s)*
0	*0*
1	*113.70*
1.91	*113.70*
3	*37.900*
4.00	*28.42*
5.10	*0.00*



Datos para dibujar el triángulo	
0.00	*0.00*
1.91	*113.70*
5.10	*0.00*

CALCULO DE HIDROGRAMA UNITARIO TR=25

Tiempo	Caudal (m^3/s)	Precipitación en (cm)										Q. Resultante (m3/s)
		0.10	0.17	0.27	0.29	0.33	0.36	0.53	0.65	0.46	2.93	
0	0	0.00										0.00
1	113.70	11.93	0.00									11.93
1.91	113.70	11.93	18.98									30.91
3	37.90	3.98	18.98	0.00								22.96
4	28.42	2.98	6.33	30.89	0.00							40.20
5.10			4.75	30.89	32.66	0.00						68.30
6.5				10.30	32.66	37.41	0.00					80.36
9				7.72	10.89	37.41	41.44	0.00				97.46
11.5					8.16	12.47	41.44	60.55	0.00			122.62
14						9.35	13.81	60.55	74.14	0.00		157.85
17							10.36	20.18	74.14	52.39	0.00	157.07
19								15.14	24.71	52.39	333.14	425.38
21									18.53	17.46	333.14	369.14
23										13.10	111.05	124.14
24											83.28	83.28



Q. RESULTANTE =	425.38

CÁLCULO DE TIEMPO DE CONCENTRACION

Hallando el Tiempo de concentracion por la ***fórmula de Kirpich*** *:*

AREA	Hmax	Hmin	DESNIVEL	LONG MAYOR	PENDIENTE	TC min
Km2	msnm	msnm	m	m	%	Kirpich
104.46	3237	739	2498	17749.40	14.07	77.46

$$Tc = 0.0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$$

L = 17749.40 m
H = 2498.00 m.s.n.m

Tc = 78 min.
Tc = 1.29 horas

Anexo 11. ESTUDIO HIDROLÓGICO

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN "A"

ESTACION: CHONTALI — **LAT.:** 5º 38' "S" — **DPTO.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000250 / DZ-02 — **LONG.:** 79º 5' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1626.5 msnm — **DIST.:** CHONTALÍ

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	46.6	7.8	33.1	S/D	17.8	12.3	S/D	5.6	15.5	50.3	20.3	24.8	234.1
2005	34.4	47.3	41.9	66.3	25.8	15	4.3	5.8	29.1	23.8	32.6	33.3	359.6
2006	25.8	24.6	44.2	42	15.7	34.1	S/D	3.2	S/D	28	45.6	21.9	285.1
2007	17.2	10.7	34.8	28.7	20.7	22.7	13.3	10.8	4.6	37.9	51.6	20.8	273.8
2008	20.8	66.2	25.1	31.4	11.4	12.2	11.9	6.9	15	36.9	69.5	11.5	318.8
2009	49.5	20.2	48.2	42	27.4	17.3	15.2	10.2	12.4	22.3	20.2	25.8	310.7
2010	12.7	59.7	56.8	54.5	17.6	15.5	5.5	9.5	11.7	40	18.9	35.6	338.0
2011	44.9	54	41	52	17.4	104	14.8	4	44.4	19.2	27.4	35.5	458.6
2012	72.8	45.6	37.6	82.5	25.7	12.6	12.5	9.2	4	43.2	46.2	19.4	411.3
2013	17.9	33.6	34.1	8	33.7	12.6	38.8	22.8	11.7	31.1	19.5	21.4	285.2
2014	16.4	19.9	51.8	15.1	25.2	23.3	11.7	12.5	6.8	25	19.6	27.4	254.7
2015	45.5	29.5	63.2	12.4	56.6	5.5	18	11.2	28.7	8.2	11.7	14.8	305.3
2016	21.1	10.5	20.1	41.5	16.1	8	8.4	24.5	7.6	9.7	18.6	36.5	222.6
2017	27.4	35.9	72.1	46.1	21.6	20.4	8.4	18.8	15.3	48	12.5	24.8	351.3
2018	27.6	11.4	58.5	17.8	31.1	5.2	8	2.8	38	22	83.6	14.7	320.7
2019	23.9	52.8	57.7	S/D	13.6	18.5	46.3	10.6	5.5	19.8	60.3	42.6	351.6
2020	31.3	14.5	S/D	21	37.3	34.8	17.2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	156.1
2021	23.4	18.2	59.4	35.5	23.9	16.2	11.6	6.4	12.5	61.5	27.6	48.4	344.6
2022	38.4	15.8	103.1	34.1	22.1	52.3	19.4	8.7	10	69.7	49.6	54.4	477.6
2023	42.4	33.6	38.5	27	14.8	11.5	9.3	15	2.3	30.7	14.6	24.8	264.5
SUMA	**640.0**	**611.8**	**921.2**	**657.9**	**475.5**	**454.0**	**274.6**	**198.5**	**275.1**	**627.3**	**649.9**	**538.4**	**6324.2**
PROM.	**32.0**	**30.6**	**48.5**	**36.6**	**23.8**	**22.7**	**15.3**	**10.4**	**15.3**	**33.0**	**34.2**	**28.3**	**316.2**

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACIÓN "B"

ESTACION: LA CASCARILLA — **LAT.:** 5º 40' "S" — **DEP.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 000349 / DZ-02 — **LONG.:**78º 53' "W" — **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX.EN 24 HORAS (mm) — **ALT.:** 1991 msnm — **DIST.:** JAÉN

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	72.7	25.3	27.7	29.1	49.7	24.5	12.4	12.2	28.6	30.3	45.3	45.6	403.4
2005	19.5	32.5	47.6	61.6	25.8	16.6	10.7	18.3	30.8	54	73.9	35.4	426.7
2006	45	47.7	39	33.3	S/D	S/D	3.3	8.3	S/D	41.1	S/D	50.4	268.1
2007	17.7	21.9	31.9	48.5	49.3	15.8	28.1	26	26.5	80.5	53.7	45.9	445.8
2008	36.9	67.9	41.8	20.2	42.6	34	28.4	17.3	8.2	52.5	38.3	5.2	393.3
2009	56.1	26.7	73.6	43.6	46.8	19.4	23.8	33	23.3	87.9	27.2	42.9	504.3
2010	23.8	50.2	17.7	66.7	17.7	14	3.8	11.4	14.2	38.3	15.6	36	309.4
2011	78.6	34.6	31.7	83	27.7	16.8	15.6	10.4	41.5	32	56	53.6	481.5
2012	70.3	49	67.3	61	17.7	25.1	27.4	12.6	8.2	27.7	40.5	47.7	454.5
2013	18.3	44.5	31.1	14.6	52.2	30	23.3	29	18.1	80.5	11	38.6	391.2
2014	25	40.1	58.7	23.1	90.2	24.6	8.8	12.3	14.1	29.3	33.3	28.1	387.6
2015	63.6	38	58.8	42	31.2	12.7	61.7	25.7	15.2	17.5	31	20.7	418.1
2016	S/D	23.5	S/D	62	25	14	S/D	23.7	33.4	12.8	55.2	37.6	287.2
2017	66.1	30.2	48.7	40	21	43.8	8.2	13.9	16.8	56	38.2	33.6	416.5
2018	41.2	58.8	25.7	23.2	56.8	15.9	10.9	17.4	7.1	83.7	65	17.4	423.1
2019	32.2	99.2	52.6	66.5	29.5	11.7	32.7	6.9	13	14.5	46.6	61.9	467.3
2020	67.9	49.7	S/D	28	35.7	36.3	12.4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	230.0
2021	71.2	26.2	43.7	33.4	26.5	19.6	16.4	9	31.3	48.9	101	33.5	460.7
2022	54	45.5	79.8	28	50.5	29.2	18.2	8.6	24.6	24	51.8	37.2	451.4
2023	31.5	78.7	49.1	42.6	17.4	22.2	12.6	12.9	8.4	20.5	32.5	58.4	386.8
SUMA	**891.6**	**890.2**	**826.5**	**850.4**	**713.3**	**426.2**	**358.7**	**308.9**	**363.3**	**832.0**	**816.1**	**729.7**	**8006.9**
PROM.	**46.9**	**44.5**	**45.9**	**42.5**	**37.5**	**22.4**	**18.9**	**16.3**	**20.2**	**43.8**	**45.3**	**38.4**	**400.3**

PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS

ESTACION "C"

ESTACION: JAÉN | **LAT.: 5º** 40' "35.89" | **DEP.:** CAJAMARCA

CÓDIGO: 47269398/ DZ-02 | **LONG.:** 78° 46' "27.05" | **PROV.:** JAÉN

PARAM. :PRECIP. MAX. EN 24 HORAS (mm) | **ALT.:** 618 msnm | **DIST.: JAÉN**

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	P. ANUAL
2004	7.5	6.8	19.7	30.6	38.1	18	2.4	7.2	17	19.4	18.2	12	196.9
2005	6.5	42	36.2	31	10.2	18.3	1.9	14.5	18.7	27.9	78.5	31.5	317.2
2006	18.5	38.7	23	9.4	13.5	26.5	1.3	8.5	S/D	11.7	15.5	16	182.6
2007	7.6	27	32.5	29	29.3	13	27.2	7.5	7.2	45.9	38.9	22.6	287.7
2008	17	37.2	63.7	10.2	15.8	26.9	17.4	3.4	18.4	26.7	20.6	20.6	277.9
2009	20.5	11.5	38.8	37.6	10.3	75	14.6	19.5	13	44.6	13.8	21.2	320.4
2010	16.6	35.8	5.5	41.5	12.5	10	4	18.3	9.6	24	21.5	20.6	219.9
2011	25.9	39.5	34.7	39.8	70.6	4.5	21.7	3.5	7.2	25.8	23.5	26.7	323.4
2012	23.8	32.6	25.5	27.5	4.4	16.8	6.4	6.8	5.2	22	23.2	12.8	207.0
2013	5.8	47	10.3	18.8	39.9	9	6.2	8.2	8.5	54.4	0.7	14.4	223.2
2014	14.6	20	39.6	50.3	47.8	8	10	11.9	6.5	9.7	30.8	20.5	269.7
2015	49.5	16.6	73	15.6	21.6	4	51	7	6	13.6	15	20.6	293.5
2016	25.6	14.5	S/D	28.6	12.5	9.2	16.8	13.2	15.6	5.5	11.7	23	176.2
2017	19.2	11.2	37.8	26.8	22.5	12.8	9.4	21.7	3.4	17.4	15	39.6	236.8
2018	15.7	63.8	10	27.8	23.6	6.8	16.3	7.4	11.4	21.2	54.4	15.6	274.0
2019	10.2	44	22.4	17.4	19.4	6	41.4	3.5	10.6	8.4	7	29.4	219.7
2020	10	5	S/D	4.5	6.7	4.5	9	2.9	9	1.7	23	22.7	99.0
2021	7.2	5.7	26.5	4.5	5.5	9.7	1.7	9.2	0.2	1	12.5	26.7	110.4
2022	16.5	18.2	28.2	8	3	21.2	5.7	2.2	16.2	17.7	13.5	21.2	171.6
2023	6	6	16	30.2	5	4.7	2	7.2	11	16.7	3.5	0.2	108.5
SUMA	**324.2**	**523.1**	**543.4**	**489.1**	**412.2**	**304.9**	**266.4**	**183.6**	**194.7**	**415.3**	**440.8**	**417.9**	**4515.6**
PROM.	**16.2**	**26.2**	**30.2**	**24.5**	**20.6**	**15.2**	**13.3**	**9.2**	**10.2**	**20.8**	**22.0**	**20.9**	**225.8**

Anexo 12. PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 30

Identificación de BM-1

Figura 31

Identificación de BM-2

Figura 32

Configuración de estación total

Figura 33

Altura de estación para configuración de estación total

Figura 34

Levantamiento topográfico con respecto al BM-1

Figura 35

Levantamiento topográfico al eje de la quebrada Laurel

Figura 36

Levantamiento topográfico al borde izquierdo de la quebrada Laurel

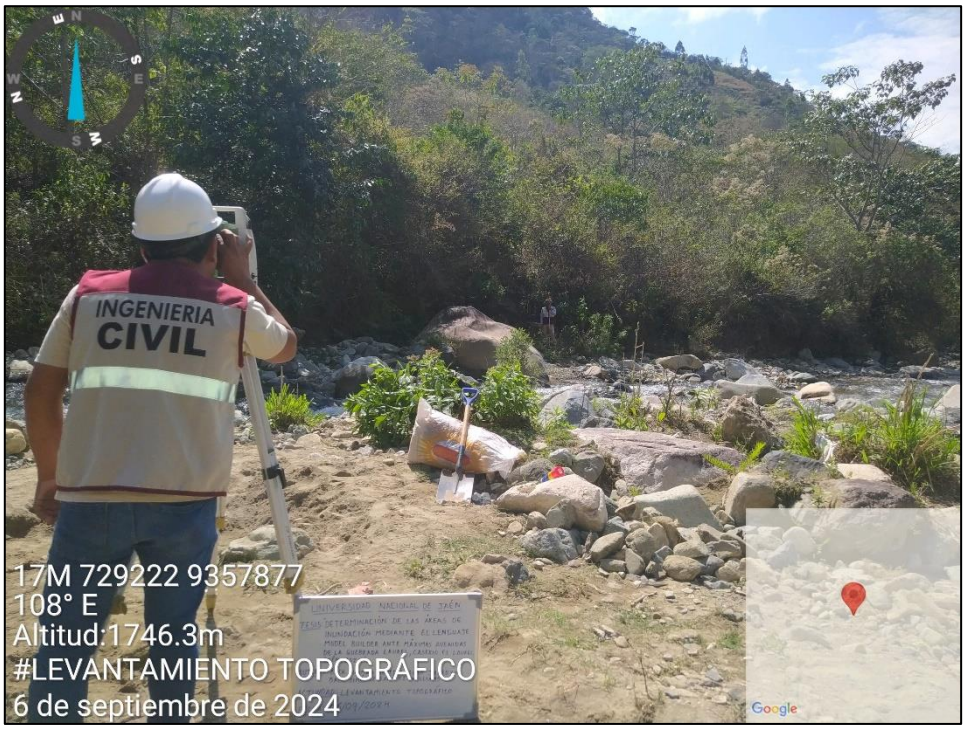


Figura 37

Levantamiento topográfico al borde derecho de la quebrada Laurel

Figura 38

Levantamiento topográfico de la sección de la quebrada Laurel

Figura 39

Levantamiento topográfico del borde de las casas limitantes con la quebrada Laurel

Figura 40

Levantamiento topográfico de la iglesia existente del caserío El Laurel

Figura 41

Levantamiento topográfico de la plaza del caserío El Laurel