



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS

**Facultad de Ingeniería C-I
Coordinación de Investigación y Posgrado**



**“Análisis Hidrológico, E Hidráulico Y De Transporte De
Sedimentos Del Río Grijalva, En El Tramo Del Embarcadero Para
Su Ampliación, En El Municipio De Chiapa De Corzo, Chiapas.”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
Maestría en Ingeniería Con Formación En Hidráulica**

**PRESENTA:
ING. HERMILA ROCIO HERNÁNDEZ ALEGRÍA 10012019**

**DIRECTOR DE TESIS
DR. MIGUEL ÁNGEL SUÁREZ AGUILAR**

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; MAYO 2021.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIAPAS
FACULTAD DE INGENIERÍA C-I



Tuxtla Gutiérrez; Chiapas.
A 31 de mayo del 2021
Oficio. FI. 01/728/2021

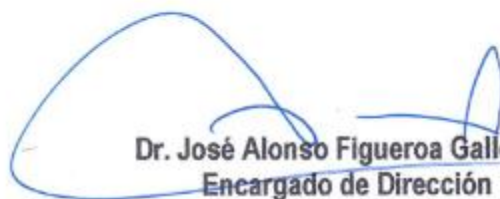
C. Hermila Roció Hernández Alegría
Maestría en Ingeniería con formación en Hidráulica
Presente.

Por este medio comunico a usted, que se autoriza la impresión de su trabajo de tesis denominado: "Análisis hidrológico, e hidráulico y de transporte de sedimentos del río Grijalva, en el tramo del embarcadero para su ampliación, en el municipio de Chiapa de Corzo, Chiapas", para que pueda continuar con los trámites de titulación para la obtención del Grado de la Maestría en Ingeniería con formación en Hidráulica.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

Atentamente.

"Por la conciencia de la necesidad de servir"


Dr. José Alonso Figueroa Gallegos
Encargado de Dirección



C. c. p. Dra. Daisy Escobar Castillejos. Coordinadora de Investigación y Posgrado. - F.I.
Archivo Minutario.
JAFG/DEC/tepg*

Tels. (961) 617-80-00 ext. 1560. (961) 615-03-22. www.ingenieria.unach.mx

Boulevard Belisario Domínguez, Km 1081, Sin Número. | Terán Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. México. C.P. 29050. | www.unach.mx



Código: FO-113-09-05

Revisión: 0

CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LA TESIS DE TÍTULO Y/O GRADO.

El (la) suscrito (a) Ing. Hermila Rocío Hernández Alegria
Autor (a) de la tesis bajo el título de "Análisis Hidrológico, E Hidráulico Y De Transporte De Sedimentos Del Río Grijalva, En El Tramo Del Embarcadero Para Su Ampliación, En El Mpio. De Chiapa De Corzo, Chiapas."
presentada y aprobada en el año 20 21 como requisito para obtener el título o grado de Maestría en Ingeniería con formación en Hidráulica, autorizo a la Dirección del Sistema de Bibliotecas Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH), a que realice la difusión de la creación intelectual mencionada, con fines académicos para que contribuya a la divulgación del conocimiento científico, tecnológico y de innovación que se produce en la Universidad, mediante la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Consulta del trabajo de título o de grado a través de la Biblioteca Digital de Tesis (BIDITE) del Sistema de Bibliotecas de la Universidad Autónoma de Chiapas (SIBI-UNACH) que incluye tesis de pregrado de todos los programas educativos de la Universidad, así como de los posgrados no registrados ni reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.
- En el caso de tratarse de tesis de maestría y/o doctorado de programas educativos que sí se encuentren registrados y reconocidos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional del Ciencia y Tecnología (CONACYT), podrán consultarse en el Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Chiapas (RIUNACH).

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; a los 19 días del mes de Octubre del año 20 21.


Ing. Hermila Rocío Hernández Alegria.
Nombre y firma del Tesista o Tesistas

DEDICATORIAS:

A Dios:

Por la vida y por su infinito amor.

A mis hijos:

María Fernanda y Diego Habib; por ser mi inspiración, mi motor y mi fortaleza.

A mis padres:

Lic. María Fredegunda Alegría Sánchez y Sr. Jorge Luis Hernández Díaz, gracias por todo el apoyo que me han brindado a lo largo de estos años de vida, nunca terminaré de dar gracias a Dios por tenerlos como mi mayor ejemplo, siempre me demuestran que las metas se alcanzan con trabajo y dedicación.

A mi ángel del cielo:

Sra. Hermila Sánchez Domínguez (†)

CON AMOR Y CARIÑO

AGRADECIMIENTOS:

A MI FACULTAD DE INGENIERIA,

A MIS CATEDRÁTICOS.

Por el invaluable conocimiento transmitido en estos años, por la paciencia y por la sabiduría con que me condujeron para poder concluir esta etapa.

Brindo un agradecimiento muy especial a mi Director de Tesis y Asesores.

DR. MIGUEL ÁNGEL SUÁREZ AGUILAR

DRA. DELVA DEL ROCIO GUICHARD ROMERO

M.I. JUAN JOSÉ MUCIÑO PORRAS

“ANÁLISIS HIDROLÓGICO, E HIDRÁULICO Y DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DEL RÍO GRIJALVA, EN EL TRAMO DEL EMBARCADERO PARA SU AMPLIACIÓN EN EL MUNICIPIO DE CHIAPA DE CORZO, CHIAPAS.”

ÍNDICE	Pág.
CAPÍTULO 1.- HIDROGRAFÍA Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	11
CAPÍTULO 2.- INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA Y CLIMATOLÓGICA	12
2.1.- Estaciones hidrométricas dentro de la zona de estudio	12
2.2.- Estaciones climatológicas dentro de la zona de estudio	
CAPÍTULO 3.- CARTOGRAFÍA TEMÁTICA	15
3.1.- Carta topográfica INEGI 1:50,000	15
3.2.- Carta edafológica INEGI 1:250,000	15
3.3.- Carta geológica INEGI 1:250,000	17
3.4.- Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI 1:250,000	18
3.5.- Carta de climática de Chiapas INEGI 1:250,000	19
CAPÍTULO 4.- HIDROLOGÍA DE LA ZONA EN ESTUDIO	21
4.1.- Ajuste de los datos hidrométricos a un modelo de probabilidades	21
4.1.1.- Estación hidrométrica Santo Domingo	21
4.1.2.- Estación hidrométrica Boquerón	22
4.1.3.- Estación hidrométrica Acala	24
4.2.- Cálculos de los gastos de diseño en la cuenca sin hidrometría	25
4.2.1.- Subcuencas sin hidrometría	26
4.2.2.- Transformación de la precipitación en gasto	34
4.2.2.1.- El método de Chow	34
4.2.2.2.- El método del Hidrograma Unitario Triangular	35
4.2.2.3.- Método del Servicio de Conservación de Suelos	36
4.2.3.- Resultados hidrológicos de la cuenca sin hidrometría	38
4.3.- Resultados de la hidrología: Gastos de diseño de toda la cuenca desde la presa la Angostura hasta el malecón de Chiapa de Corzo	39
4.4.- Transformación de la precipitación en hietogramas	40
4.4.1. Método de Chen para obtener las Intensidades	40
4.4.2. Método de Chen para obtener las intensidades	41
CAPÍTULO 5.- TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO	43
CAPÍTULO 6.- HIDRÁULICA	44
6.1.- Aplicación del programa HEC-RAS versión 5.0.7	44
6.1.1.- Resultados de las simulaciones para un caudal de Tr de 5, 100 y año 2010	44
CAPÍTULO 7.- SIMULACIÓN CON IBER 2.5.2 PARA PERIODOS DE RETORNO DE 5, 100 Y CAUDAL DEL AÑO 2010 PARA TIRANTES Y VELOCIDADES	47

CAPÍTULO 8.- EROSIÓN Y DEPÓSITO SIMULADA EN IBER 2.5.2	50
8.1.- Granulometría de las secciones del cauce para determinar socavación o depósito en la sección de un cauce	50
8.2.- Resultados de la Socavación y depósito de material transportado de fondo, para un Tr de 5 y 100 con el programa IBER	52
8.2.1 Resultados de Erosión-Sedimentación para un Tr de 5 años	52
8.2.2. Resultados de Erosión-Sedimentación para un Tr de 100 años	54
 CAPÍTULO 9.- DETERMINACIÓN DE SECCIONES PARA COLECTORES PLUVIALES PARA UN TR DE 100 AÑOS	 57
 CAPÍTULO 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 61
 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 63
 Anexo A.- CÁLCULOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS	 65

INTRODUCCIÓN

El presente proyecto, aplica varias áreas del programa de maestría en Ingeniería Hidráulica, entre ellas, la hidráulica, la hidrología general y estadística y la hidráulica fluvial, ya que para el desarrollo del proyecto propuesto se requiere conocer todas estas disciplinas e integrarlas para saber la factibilidad y viabilidad de la ampliación del malecón de Chiapa de Corzo.

La determinación del área de la cuenca fue de vital importancia, ya que esta tenía por salida la ubicación actual del malecón, para ello fue necesario contar con la información cartográfica de INEGI en escala 1:50,000 para las curvas de nivel, los ríos y arroyos, para el uso de suelo y la edafología, las cartas 1.250,000. Esta información se plantea en el capítulo uno, dos y tres.

Para determinar las series anuales de lluvias máximas en 24 horas se obtuvo de la base de datos CLICOM de la Comisión Nacional del Agua, también se obtuvieron los caudales de tres estaciones hidrométricas que se localizan dentro de la cuenca, Boquerón, Santo Domingo y Acala, en la base de datos BANDAS. Los análisis realizados con las funciones de probabilidad se obtuvieron con el paquete de cómputo AX.exe, se ajustaron los caudales máximos anuales obteniendo la extrapolación con periodo de retornos. Para el caso de áreas de la cuenca que no contaban con hidrometría, se utilizaron modelos lluvia escurrimiento, como el de Chow, del Hidrograma Unitario Triangular y del Servicio de Conservación de Suelos, obteniendo los caudales asociados a periodos de retorno, esto se presenta en el capítulo cuatro.

En el capítulo 5 se analizó la información topobatiométrico para posteriormente realizar las simulaciones hidrodinámicas con los programas Hec Ras 5.0.7 e IBER 2.5.2.

En los capítulos seis y siete, se realizaron las simulaciones con Hec Ras e IBER para obtener las velocidades y los tirantes, asociados a periodos de retorno de 5, 10 y 100 años.

Mientras en el capítulo 8 se muestra la erosión-deposito causada por una avenida con periodo de retorno de 5 y 100 años, con el programa IBER.

El capítulo 9 presenta los análisis realizados para determinar el diámetro de los colectores que descargaran de las calles con pendiente hacia el malecón, esto con el fin de encauzarlas por medio de estas alcantarillas y descargarlas al río.

Finalmente, en el capítulo 10 se presentan las conclusiones del trabajo realizado para la ampliación del malecón de Chiapa de Corzo.

OBJETIVOS GENERALES

Determinar mediante el análisis hidrológico, hidráulico, de socavación y sedimentación, la factibilidad y viabilidad de la ampliación del malecón de Chiapa de Corzo.

OBJETIVOS PARTICULARES

Realizar los estudios relacionados con la geomorfología de la cuenca, hasta el malecón de Chiapa de Corzo.

Obtener la información climatológica e hidrométrica dentro de la cuenca de estudio para desarrollar los modelos hidrológicos y obtener los caudales de diseño.

Simular con los modelos hidrodinámicos Hec Ras 5.0.7 e IBER 2.5.2 para obtener los tirantes y velocidades del tramo en estudio, además de obtener el proceso de sedimentación-erosión, frente al malecón de Chiapa de Corzo.

JUSTIFICACIÓN

La importancia de este proyecto radica en presentar las herramientas que se utilizaron para resolver un caso hidrológico, hidráulico y fluvial. Además de intuir los beneficios que tendría la ampliación del malecón de Chiapa de Corzo, ya que es el lugar donde se abordan las lanchas que realizan el recorrido hacia el Parque Nacional Cañón del Sumidero, siendo un atractivo para el turismo y presentar más espacios para no solo ampliarlo si no convertirlo en un andador.

Los estudios que aquí se realizaron son fundamentales para la nueva presentación de andador turístico, para los lugareños y el turismo internacional que llega al lugar.

CAPÍTULO 1.- HIDROGRAFÍA Y LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DE LA ZONA EN ESTUDIO

La cuenca formada desde la presa hidroeléctrica Angostura hasta la zona de estudio correspondiente al embarcadero de la ciudad de Chiapa de Corzo, tiene un área aproximada de 6866.02 km², desde la coordenada UTM (X=527493.9, 1, 815, 451.0) en la salida de la presa la Angostura y la coordenada UTM (X=498724.1, 1, 847, 995.0) en el embarcadero. La cuenca se encuentra en la región hidrológica número 30 llamada Grijalva-Usumacinta, en la depresión central del estado de Chiapas. Para determinar esta área se utilizaron los planos digitales D15A18, D15A19, E15C87, E15C88, E15C89, E15C78, E15C79, E15D71, E15D72, E15C68, E15C89, E15D41, E15D62, E15C59, E1D51 y E15D52 escala 1:50,000 obtenidos de la página web de INEGI. En la figura 1.1 se muestra el área de la cuenca.

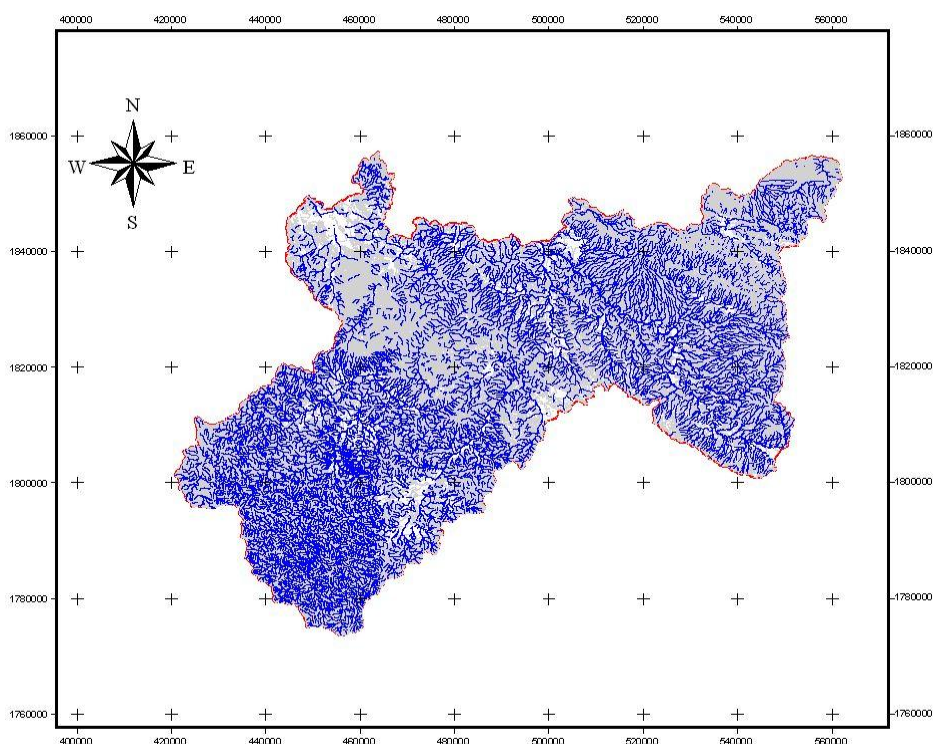


Figura 1.1. Cuenca total desde la presa Angostura hasta el embarcadero de Chiapa de Corzo.
Fuente: INEGI. Elaboración: Propia.

CAPÍTULO 2.- INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA Y CLIMATOLÓGICA

2.1.- Estaciones hidrométricas dentro de la zona de estudio

En la cuenca se encuentran 3 estaciones hidrométricas, en la tabla 2.1 se muestran las claves, nombre, número de datos y ubicación de las estaciones hidrométricas en coordenadas UTM, obtenidas del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales de la página de la Comisión Nacional del Agua y de la red Hidro-climatológica de Comisión Federal de Electricidad.

Tabla 2.1 Estaciones hidrométricas del área en estudio, Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

Clave de estación	Nombre	Número de datos	Años	Ubicación	
				X	Y
30212	Santo Domingo	60	1953-2019	493980.629	1818990.3
30020	Boquerón	66	1952-2019	481897.715	1836972.89
30210	Acala	35	1965-2019	504798.995	1841421.32

En la figura 2.1. se muestra la localización de las estaciones hidrométricas y climatológicas.



Figura 2.1. Cuenca Angostura-Chicoasén con las estaciones hidrométricas y climatológicas operadas por la Comisión Federal de Electricidad. Fuente: Comisión Federal de Electricidad

En el anexo A se muestran los gastos máximos anuales de las tres estaciones hidrométricas en la tabla A.1.

2.2.- Estaciones climatológicas dentro de la zona de estudio

En la cuenca de estudio se localizan 38 estaciones climatológicas en la tabla 2.2 se muestran las claves, número de datos máximos anuales en 24 horas y su ubicación en coordenadas UTM, obtenidas de la base de datos CLICOM de la Comisión Nacional del Agua.

Tabla 2.2 Estaciones climatológicas del área en estudio Fuente: CONAGUA, Elaboración: Propia

Clave estación	Número de datos	Coordenadas	
		X	Y
7003	38	520882.27	1830041.48
7030	40	532319.28	1857136.03
7036	36	554502.55	1844011.08
7039	56	483211.37	1840152.99
7040	57	518312.76	1856144.89
7065	40	448959.4	1809924.02
7076	33	557808.37	1847957.23
7083	28	489342.588	1853745.51
7086	37	524797.44	1815294.15
7087	49	539563.35	1847970.35
7091	54	500874.02	1827057.13
7162	31	508132.54	1867432.93
7175	63	471884.54	1794232.97
7176	22	489054.25	1853348.76
7184	26	529861.95	1831942.01
7188	38	510179.1	1857750.99
7319	23	475833.45	1865516.79
7327	30	455145.69	1799817.38
7358	27	532350.87	1812503.70
7050	47	457091.86	1847430.89
7103	24	461679.86	1832990.31
7109	18	540873.61	1846395.05
7132	45	486671.26	1818549.06
7134	62	496625.32	1850871.61
7174	16	472022.65	1790554.90
7202	58	514211.125	1851903.88
7203	44	546542.88	1806232.04
7207	36	530299.85	1867049.21
7209	18	494100.87	1819143.33
7238	14	490534.3	1852970.03
7343	24	508167.13	1853215.53
7349	29	460728.7	1775435.82
7359	18	460868.74	1832458.91
7372	22	471659.31	1857395.07
7034	59	530360.78	1832830.51
7035	38	489472.28	1873149.62

En la figura 2.2 se muestran la localización de las estaciones climatológicas dentro de la cuenca en estudio.

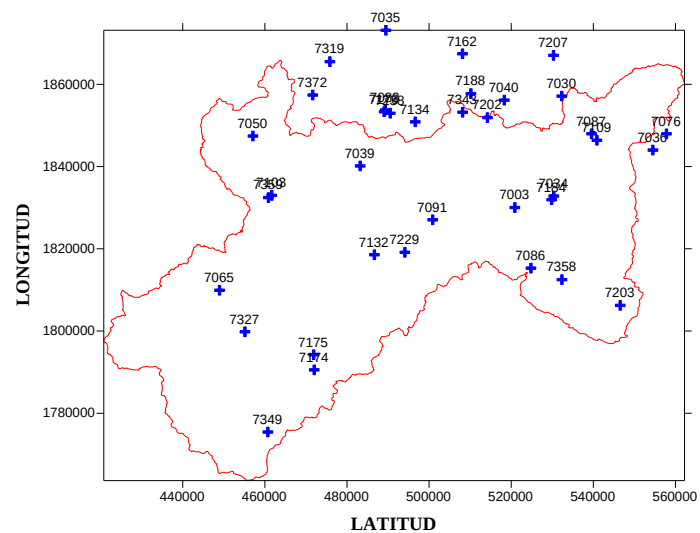


Figura 2.2. Estaciones climatológicas dentro de la cuenca en estudio: Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO 3.- CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

3.1.- Carta topográfica INEGI 1:50,000

La topografía de la zona fue obtenida del Instituto Nacional de estadística Geografía e Informática, corresponde a las cartas D15A18, D15A19, E15C87, E15C88, E15C89, E15C78, E15C79, E15D71, E15D72, E15C68, E15C89, E15D41, E15D62, E15C59, E1D51 y E15D52 escala 1:50,000, la cual trae los vectores de curvas de nivel, ríos y arroyos perennes, intermitentes y efímeros, además diferentes capas de información, como rasgos urbanos, límites prediales, etc.

En la figura 3.1 se muestra la topografía de la zona con las curvas de nivel correspondiente a la depresión central del estado Chiapas entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo.

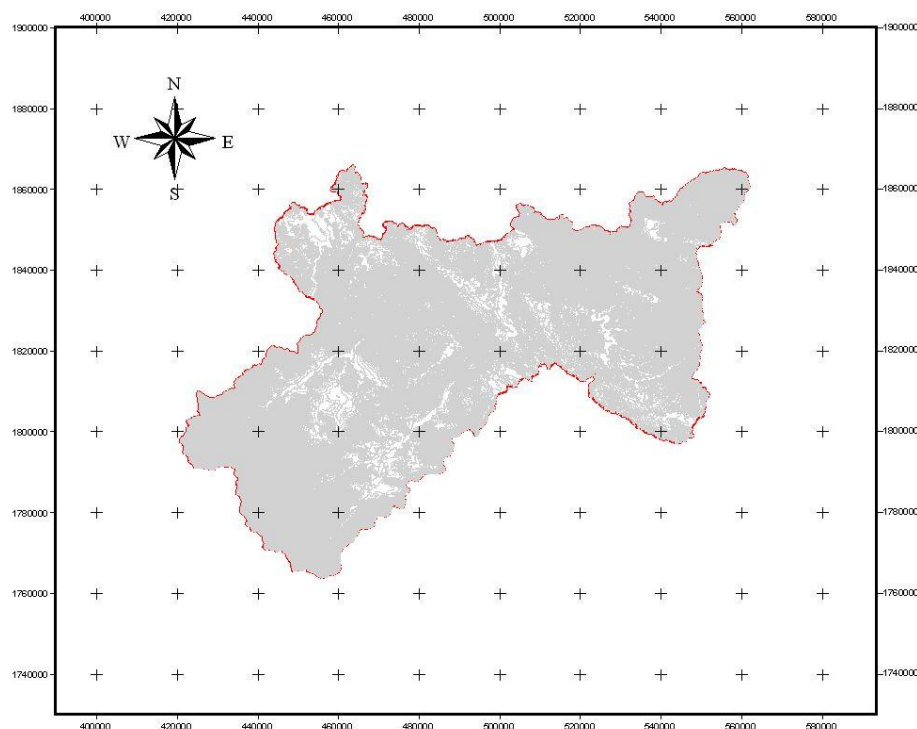


Figura 3.1.- Curvas de nivel de la zona de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo: Fuente INEGI, Elaboración: Propia.

3.2.- Carta edafológica INEGI 1:250,000

La carta edafológica fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática se encuentra en escala 1:250,000, el formato de la carta esta en *.shp para arc view o arc gis, para manipularse en formato de sistemas de información geográfica.

En la figura 3.2 se observa la edafología de la zona de la depresión central del estado Chiapas, más adelante la carta se utilizará para conocer la composición de los suelos de las cuencas no aforadas para determinar los gastos de diseño con modelos lluvia escurrimiento.

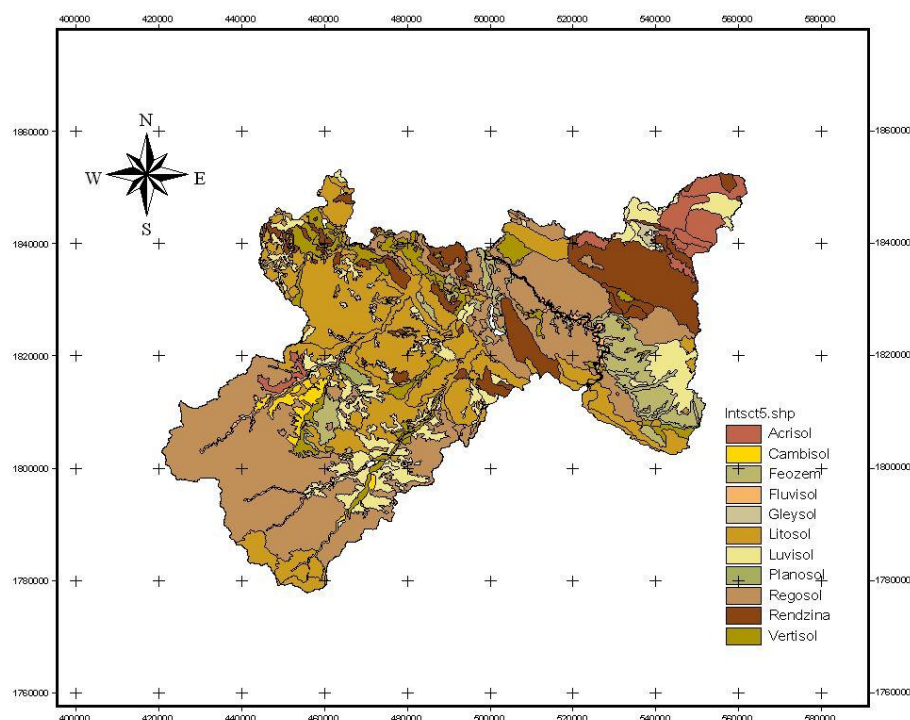


Figura 3.2. Edafología de la zona de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo. Fuente: INEGI. Elaboración: Propia.

La cuenca formada entre la salida de la presa Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo, se encuentra sobre horizontes de suelo como se muestra en la tabla 3.1. En ésta se observa que el tipo de suelo Regosol ocupa en la cuenca un 32.32 % y el suelo Litosol un 26.81 %, el suelo restante compuesto por Vertisol, Rendzina, Planosol, Luvisol, Gleysol, Fluvisol, Feozem, Cambisol, Acrisol y suelo no definido que corresponde a cuerpos de agua o a ciudades.

Tabla 3.1. Tipos de suelo de la cuenca de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo: Fuente INEGI, Elaboración: propia.

Tipo de suelo	Área (m ²)	Porcentaje (%)
Vertisol	405329140	5.90
Rendzina	743386577	10.82
Regosol	2220187058	32.32
Planosol	20152277.3	0.29
Luvisol	713553190	10.39
Litosol	1841762678	26.81
Gleysol	17049188.9	0.25
Fluvisol	94992407	1.38
Feozem	428262900	6.23
Cambisol	84923212.5	1.24
Acrisol	271248628	3.95
Agua	27975307.2	0.41
Total=	6,868,822,564	100.00

3.3.- Carta geológica INEGI 1:250,000

La carta geológica fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática se encuentra en escala 1:250,000, el formato de la carta esta en *.shp para arc view o arc gis para manipularse en formato de sistemas de información geográfica.

En la figura 3.2 se observa la geología de la zona de estudio de la zona de la depresión central del estado Chiapas.

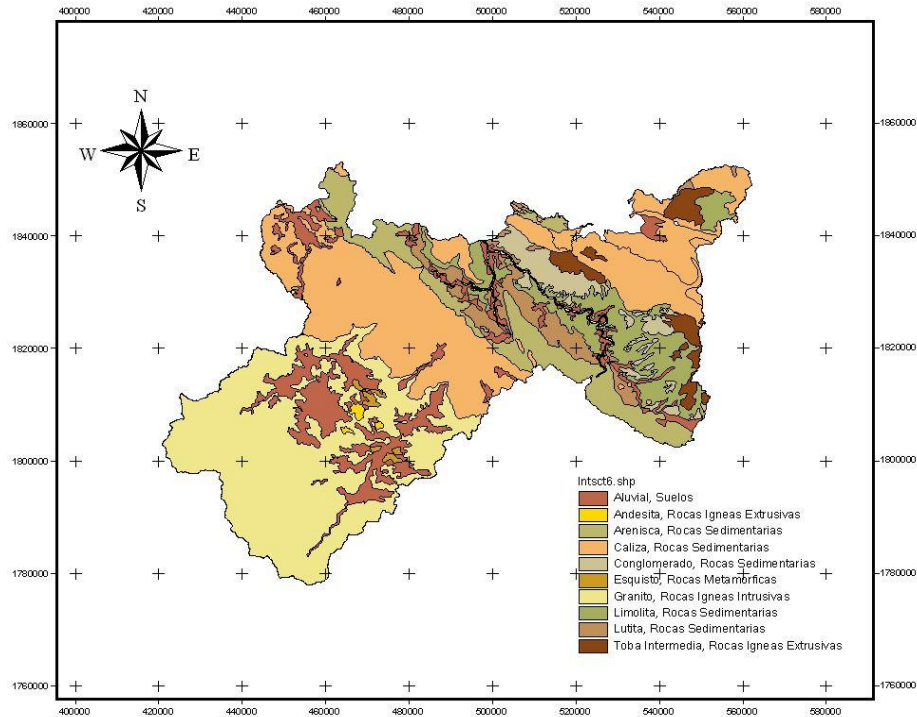


Figura 3.2. Geología de la zona de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo. Fuente: INEGI. Elaboración: Propia.

La cuenca formada entre la salida de la presa Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo, se encuentra sobre los diferentes tipos de roca mostrados en la tabla 3.2. La roca Caliza con sedimentarias corresponde a un 29.35% de la cuenca, el granito y las rocas ígneas intrusivas corresponde a un 28.70 % de la cuenca, los suelos aluviales, la andesita con rocas ígneas sedimentarias, areniscas, limolita, lutita y toba intermedia corresponden a un 41.95 %.

Tabla 3.2. Tipos de rocas de la cuenca de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo, Fuente INEGI, Elaboración: propia.

Tipo de rocas	Áreas (m²)	Porcentaje (%)
Aluvial, Suelos	829203816	12.07
Andesita, Rocas Ígneas Extrusivas	16272608.1	0.24
Arenisca, Rocas Sedimentarias	614351171	8.94
Caliza, Rocas Sedimentarias	2015887160	29.35
Conglomerado, Rocas Sedimentarias	257091746	3.74
Esquisto, Rocas Metamórficas	29213432.1	0.43
Granito, Rocas Ígneas Intrusivas	1971552022	28.70
Limolita, Rocas Sedimentarias	573671166	8.35
Lutita, Rocas Sedimentarias	298702558	4.35
Toba Intermedia, Rocas Ígneas Extrusivas	192712331	2.81
Sin datos	70164553.6	1.02
Total=	6868822564	100

3.4.- Carta de Uso de Suelo y Vegetación INEGI 1:250,000

La carta de Uso de Suelo y Vegetación fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática se encuentra en escala 1:250,000, el formato de la carta esta en *.shp para arc view o arc gis para manipularse en formato de sistemas de información geográfica.

En la figura 3.3 se observa sobre el uso de suelo y vegetación de la zona de estudio.

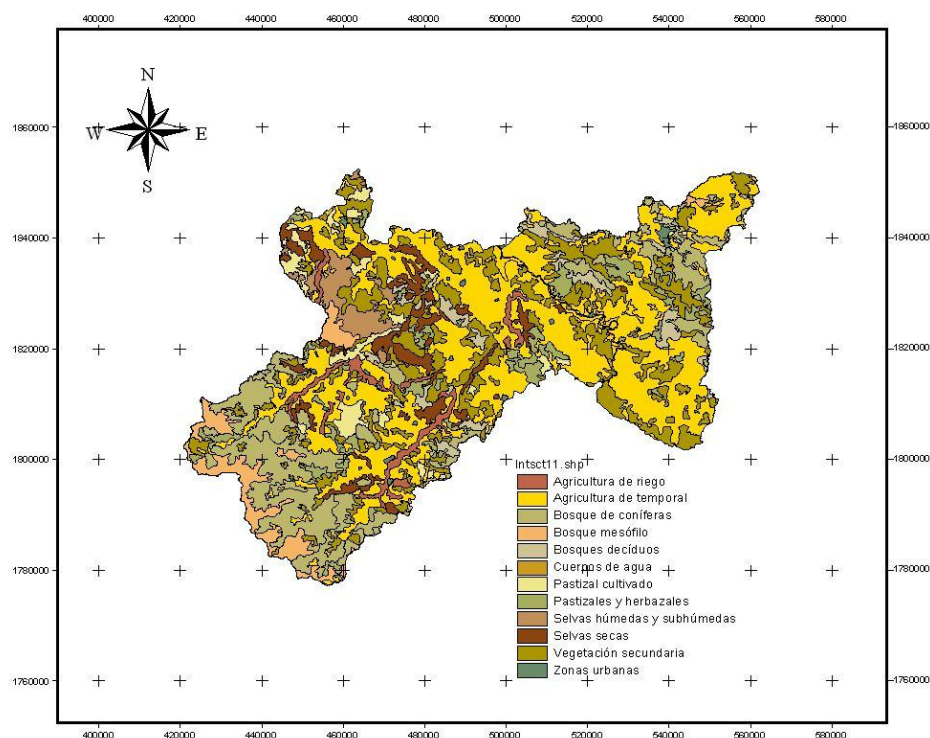


Figura 3.3. Uso de suelo y vegetación de la zona de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo: Fuente INEGI, Elaboración: Propia.

La cuenca formada entre la salida de la presa Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo se encuentra sobre los diferentes tipos de usos de suelo y vegetación mostrados en la tabla 3.3. La agricultura de temporal corresponde a un 35.66 % y el resto a diferentes tipos de vegetación como se muestra en la tabla.

Tabla 3.3 Tipos de uso de suelo y vegetación de la cuenca de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo, Fuente: INEGI, Elaboración: propia.

Comunidad	Área (km ²)	Porcentaje (%)
AGRICULTURA DE RIEGO (INCLUYE RIEGO EVENTUAL)	182598708	2.658
AGRICULTURA DE TEMPORAL CON CULTIVOS ANUALES	2449139758	35.656
AGRICULTURA DE TEMPORAL CON CULTIVOS PERMANENTES Y SEMIPERMANENTES	77536550.7	1.129
ASENTAMIENTO HUMANO	40571037.5	0.591
BOSQUE DE ENCINO	276225855	4.021
BOSQUE DE ENCINO CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	75473295.8	1.099
BOSQUE DE PINO	480964562	7.002
BOSQUE DE PINO CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	41751279	0.608
BOSQUE DE PINO-ENCINO (INCLUYE ENCINO-PINO)	616980349	8.982
BOSQUE DE PINO-ENCINO (INCLUYE ENCINO-PINO) CON VEGETACION SECUNDARIA	153525338	2.235
BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA	315951970	4.600

BOSQUE MESOFILO DE MONTAÑA CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	23682206.4	0.345
CUERPO DE AGUA	15571014.2	0.227
PASTIZAL CULTIVADO	221343320	3.222
PASTIZAL INDUCIDO	300413406	4.374
SABANA	60299704	0.878
SELVA ALTA Y MEDIANA PERENNIFOLIA	240465.206	0.004
SELVA ALTA Y MEDIANA SUBPERENNIFOLIA	14688286.1	0.214
SELVA ALTA Y MEDIANA SUBPERENNIFOLIA CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	18267264.9	0.266
SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA	369253953	5.376
SELVA BAJA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	863614609	12.573
SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA	179080124	2.607
SELVA MEDIANA CADUCIFOLIA Y SUBCADUCIFOLIA CON VEGETACION SECUNDARIA ARBUSTIVA Y HERBACEA	91649508.3	1.334
Total=	6868822564	100

3.5.- Carta de climática de Chiapas INEGI 1:250,000

La carta de Climática de Chiapas fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática se encuentra en escala 1:250,000, el formato de la carta esta en *.shp para arc view o arc gis para manipularse en formato de sistemas de información geográfica.

En la figura 3.4 se observa la región climática la zona de estudio.

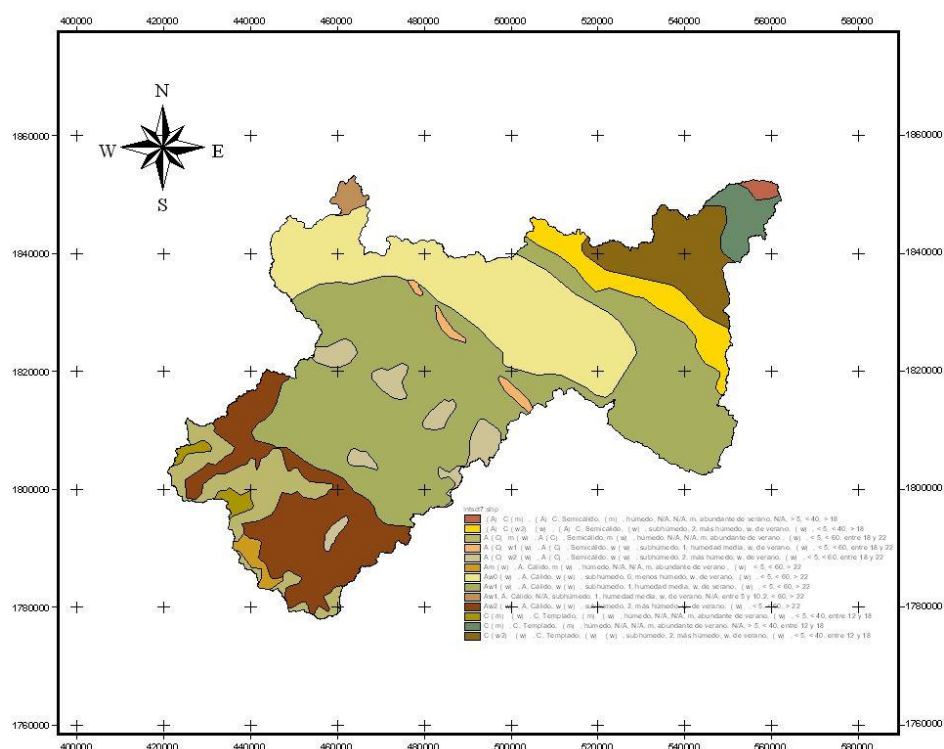


Figura 3.4. Región climática de la zona de estudio de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo: Fuente: INEGI. Elaboración: Propia.

El tipo de clima de la cuenca es variable el 42.41 %, según la modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, elaborada por Enriqueta González; corresponde a un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano.

La temperatura media anual es de mayor de 22 °C, la temperatura promedio máxima es de 35 °C y la temperatura promedio mínima es de 10 °C. Como se observa en la tabla 3.4.

Tabla 3.4. Tipos clima de la cuenca de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo, Fuente: INEGI, Elaboración: propia.

Atributo	Área (m ²)	Porcentaje (%)
(A)C(m), (A)C, Semicálido, (m), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, N/A, > 5, < 40, > 18	28106689.96	0.409
(A)C(w2)(w), (A)C, Semicálido, (w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 40, > 18	315179076.27	4.589
A(C)m(w), A(C), Semicálido, m(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	327636341.34	4.770
A(C)m(w), A(C), Semicálido, m(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	9673697.74	0.141
A(C)m(w), A(C), Semicálido, m(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	48326313.57	0.704
A(C)w1(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	6507514.75	0.095
A(C)w1(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	17595043.28	0.256
A(C)w1(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	20840142.84	0.303
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	45997633.86	0.670
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	43879463.70	0.639
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	31433168.71	0.458
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	73682081.49	1.073
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	20704189.01	0.301
A(C)w2(w), A(C), Semicálido, w(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, entre 18 y 22	18603876.55	0.271
Am(w), A, Cálido, m(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w) < 5, < 60, > 22	48070721.55	0.700
Aw0(w), A, Cálido, w(w), subhúmedo, 0, menos húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, > 22	1340249769.59	19.512
Aw1(w), A, Cálido, w(w), subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, (w), < 5, < 60, > 22	2913313642.23	42.414
Aw1, A, Cálido, N/A, subhúmedo, 1, humedad media, w, de verano, N/A, entre 5 y 10.2, < 60, > 22	43307587.22	0.630
Aw2(w), A, Cálido, w(w), subhúmedo, 2, mñs húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 60, > 22	853532870.86	12.426
C(m)(w), C, Templado, (m)(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w), < 5, < 40, entre 12 y 18	20880993.17	0.304
C(m)(w), C, Templado, (m)(w), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, (w), < 5, < 40, entre 12 y 18	32401097.93	0.472
C(m), C, Templado, (m), húmedo, N/A, N/A, m, abundante de verano, N/A, > 5, < 40, entre 12 y 18	152663610.29	2.223
C(w2)(w), C, Templado, (w)(w), subhúmedo, 2, mas húmedo, w, de verano, (w), < 5, < 40, entre 12 y 18	456237037.99	6.642
Total=	6868822563.90	100

CAPÍTULO 4.- HIDROLOGÍA DE LA ZONA EN ESTUDIO

4.1.- Ajuste de los datos hidrométricos a un modelo de probabilidades

4.1.1.- Estación hidrométrica Santo Domingo

La estación hidrométrica Santo Domingo tiene una cuenca aproximada de 2016.03 km² obtenida de la cartografía escala 1:50,000 INEGI. El número de años de registro de caudales, es de 60 años, que va de 1953-2019. En la tabla 4 se muestran los datos máximos anuales. El área oficial hasta la estación hidrométrica registrada en el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales es de 1415.7 km², sin embargo, el trazo de la cuenca se realizó con el programa AutoCAD, donde el área hasta la estación de aforo es de 1,739.05 km² y el área no aforada es de 276.02 km². la ubicación en coordenadas geográficas o UTM de la estación en BANDAS no ubica a la estación de forma correcta por lo tanto se decidió utilizar la ubicación actual de CFE.

Tabla 4.1. Registros de gastos máximos anuales (m³/s) de la estación hidrométrica Santo Domingo, Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q
1	1953	177	11	1963	1740	21	1979	280	31	1989	534	41	1999	177
2	1954	486	12	1964	675	22	1980	1418	32	1990	187	42	2000	148
3	1955	610	13	1965	625	23	1981	256	33	1991	40.8	43	2001	63.1
4	1956	278	14	1966	898	24	1982	287	34	1992	276	44	2002	315
5	1957	246	15	1967	475	25	1983	204	35	1993	200	45	2003	345
6	1958	255	16	1968	665	26	1984	325	36	1994	35.4	46	2004	235
7	1959	295	17	1969	587	27	1985	191	37	1995	153	47	2005	5980
8	1960	353	18	1976	88.1	28	1986	141	38	1996	111	48	2006	132
9	1961	300	19	1977	118	29	1987	147	39	1997	228	49	2007	238
10	1962	265	20	1978	276	30	1988	474	40	1998	2552	50	2008	250
												60	2019	93.95

Con el registro de gastos máximas anuales, tabla 4.1, se realizó un análisis estadístico empleando los modelos probabilísticos Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel, con el paquete AX. EXE (Jiménez, 1997). A continuación, en la tabla 4.2 se presenta un resumen de los errores estándar proporcionados por el software AX, el cual nos indica el mejor ajuste.

Tabla 4.2. Resumen de errores estándar programa AX

Resumen de errores estándar Archivo analizado: santdom.txt

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	722.832	-----	722.832	-----
Lognormal	419.796	428.182	562.851	565.459
Gumbel	599.901	-----	654.465	-----
Exponencial	514.464	-----	562.704	-----
Gamma	459.289	480.095	589.797	11111.000
Doble Gumbel	339.835			

Mínimo error estándar: 339.835

Calculado por la función: Doble Gumbel

De acuerdo al resumen de errores presentados en la tabla 4.2 del programa AX la función de mejor ajuste es la Doble Gumbel, de datos de la población de gastos extremos, con el mínimo error estándar de 339.835.

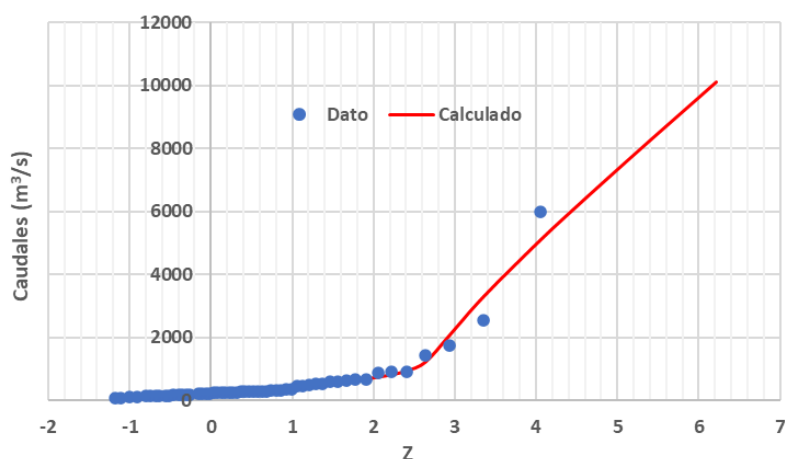


Figura 4.1. Función Doble Gumbel ajustada con el programa AX a la muestra de datos de la estación hidrométrica (30212) Santo Domingo, Elaboración: propia.

Tabla 4.3. Resultados obtenidos de los ajustes con los programas AX

Tr	Gastos (m³/s)
2	305.9
5	571
10	852.3
20	2196.6
50	4734.2
100	6414.9
200	8026.7
500	10113
1000	11675.5

4.1.2.- Estación hidrométrica Boquerón

La estación hidrométrica Boquerón tiene una cuenca aproximada de 2044.89 km² obtenida de la cartografía escala 1:50,000 INEGI. El número de años de registro es de 66 años, que va de 1952-2019. En la tabla 4.4 se muestran los datos máximos anuales. El área oficial de la estación registrada en el Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales es de 1471.6 km², sin embargo, el trazo de la cuenca se realizó con el programa AutoCAD, donde el área hasta la estación de aforo es de 1700.68 km² y el área no aforada es de 276.02 km². la ubicación en coordenadas geográficas o UTM de la estación en BANDAS no ubica a la estación de forma correcta por lo tanto se decidió utilizar la ubicación actual de CFE.

Tabla 4.4. Gastos máximos anuales (m³/s) de la estación hidrométrica Boquerón. Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q
1	1952	282	11	1962	290	21	1972	266.5	31	1982	342	41	1993	259.9	51	2004	203
2	1953	181	12	1963	623	22	1973	501	32	1983	276.5	42	1994	76.4	52	2005	1200
3	1954	260	13	1964	158	23	1974	285.5	33	1985	165.9	43	1995	246.7	53	2006	177
4	1955	272	14	1965	129.6	24	1975	151.02	34	1986	306.4	44	1996	166	54	2007	239
5	1956	222	15	1966	238	25	1976	242.4	35	1987	173.3	45	1997	336.3	55	2008	263
6	1957	80	16	1967	185.4	26	1977	82.34	36	1988	270.5	46	1998	727.4	56	2009	192
7	1958	299	17	1968	181.3	27	1978	263.3	37	1989	767.7	47	1999	307.1	57	2010	543
8	1959	168	18	1969	296	28	1979	218	38	1990	99.84	48	2001	173	58	2011	478
9	1960	239	19	1970	323.4	29	1980	545	39	1991	111.5	49	2002	255	59	2012	299
10	1961	139	20	1971	268.6	30	1981	316.3	40	1992	183.8	50	2003	443	60	2013	385

Con el registro de gastos máximas anuales, tabla 4.4, se realizó un análisis estadístico empleando los modelos probabilísticos Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel, con el paquete AX. EXE (Jiménez, 1997). A continuación, en la tabla 4.5 se presenta un resumen de los errores estándar proporcionados por el software AX, el cual nos indica el mejor ajuste.

Tabla 4.5 Resumen de errores estándar del programa AX (Jiménez, 1997)

Resumen de errores estándar Archivo analizado: Boqueron.txt

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	97.707	-----	97.707	-----
Lognormal	54.178	51.365	64.999	65.574
Gumbel	68.554	-----	81.563	-----
Exponencial	53.874	-----	97.280	-----
Gamma	66.677	57.995	76.697	66.952
Doble Gumbel	42.287			

Mínimo error estándar: 42.287

Calculado por la función: Doble Gumbel

De acuerdo al resumen de errores presentados en la tabla 4.4 del programa AX la función de mejor ajuste es la Doble Gumbel, de datos de la población de gastos extremos, con el mínimo error estándar de 42.287.

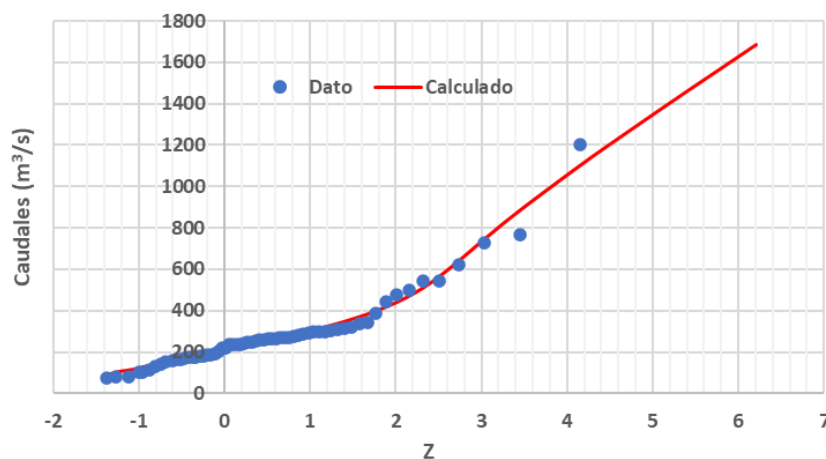


Figura 4.2. Función Doble Gumbel ajustada con el programa AX a la muestra de datos de la estación hidrométrica (30020) Boquerón, Suchiapa.

Tabla 4.6. Resultados obtenidos de los ajustes con el programas AX

Tr	Gastos (m3/s)
2	237.9
5	358.5
10	490.7
20	721.3
50	1024.8
100	1231.3
200	1429.7
500	1686
1000	1878.1

4.1.3.- Estación hidrométrica Acala

La estación hidrométrica Acala tiene una cuenca aproximada de 2080.71 km² obtenida de la cartografía escala 1:50,000 INEGI. El número de años de registro es de 24 años, que va de 1985-2008. En la tabla 4.7 se muestran los datos máximos anuales.

Tabla 4.7. Registros de gastos máximos anuales (m³/s) de la estación hidrométrica Acala.

Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q	No.	Año	Q
1	1985	1048	11	1995	953	21	2005	873	31	2015	1230
2	1986	869	12	1996	855	22	2006	944	32	2016	955
3	1987	813	13	1997	898	23	2007	925	33	2017	1105
4	1988	765	14	1998	835	24	2008	1350	34	2018	918.7
5	1989	1003	15	1999	1161	25	2009	687	35	2019	1115
6	1990	967	16	2000	1049	26	2010	2140			
7	1991	770	17	2001	1044	27	2011	995			
8	1992	847	18	2002	863	28	2012	1033			
9	1993	849	19	2003	909	29	2013	866			
10	1994	700	20	2004	778	30	2014	920			

Con el registro de gastos máximas anuales, tabla 4.8, se realizó un análisis estadístico empleando los modelos probabilísticos Normal, Lognormal, Gumbel, Exponencial, Gamma y Doble Gumbel, con el paquete AX. EXE (Jiménez, 1997). A continuación, en la tabla 17 se presenta un resumen de los errores estándar proporcionados por el software AX, el cual nos indica el mejor ajuste.

Tabla 4.8. Resumen de errores estándar programa AX (Jiménez, 1997)

Función	Momentos		Máxima Verosimilitud	
	2 parámetros	3 parámetros	2 parámetros	3 parámetros
Normal	37.536	-----	37.536	-----
Lognormal	31.262	28.081	34.009	34.082
Gumbel	27.249	-----	25.424	-----
Exponencial	37.530	-----	660.540	-----
Gamma	410.895	28.104	260.000	34.562
Doble Gumbel	31.683			

Mínimo error estándar: 25.424

Calculado por la función: Gumbel (máx. ver.)

De acuerdo al resumen de errores presentados en la tabla 4.8 del programa AX la función de mejor ajuste es la Gumbel, de datos de la población de gastos extremos, con el mínimo error estándar de 25.424.

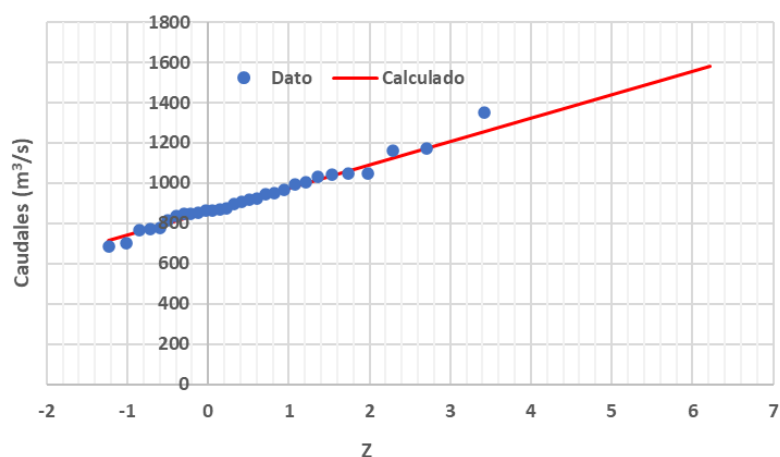


Figura 4.3. Función Doble Gumbel ajustada con el programa AX a la muestra de datos de la estación hidrométrica (30210) Acala, río Grijalva.

La estación hidrométrica se encuentra ubicada en las coordenadas UTM (504798.995, 1841421.318), lo cual abarca el área aguas arriba de la presa hidroeléctrica Angostura es de 2063.92 km².

Tabla 4.9. Resultados obtenidos del ajuste con el programa AX

Tr	Gastos (m ³ /s)
2	902.2
5	1033.7
10	1120.7
20	1204.2
50	1312.3
100	1393.3
200	1474.0
500	1580.4
1000	1660.9

4.2.- Cálculos de los gastos de diseño en la cuenca sin hidrometría

El área de la cuenca total desde el desfogue de la presa La Angostura hasta el embarcadero de Chiapa de Corzo es de 6,353.27 km², en la figura 4.4 se muestra las subcuencas formadas hasta las estaciones hidrométricas, las subcuencas aguas abajo de las estaciones hidrométricas de Boquerón y Santo Domingo, que no tienen estaciones de aforo, la subcuenca hasta la estación hidrométrica Acala y un área que no tiene estación hidrométrica.

Los gastos de las áreas no aforadas diseño se determinaron por medio de modelos lluvia escurrimiento, estas áreas corresponden a las que están aguas abajo de las 3 estaciones hidrométricas.

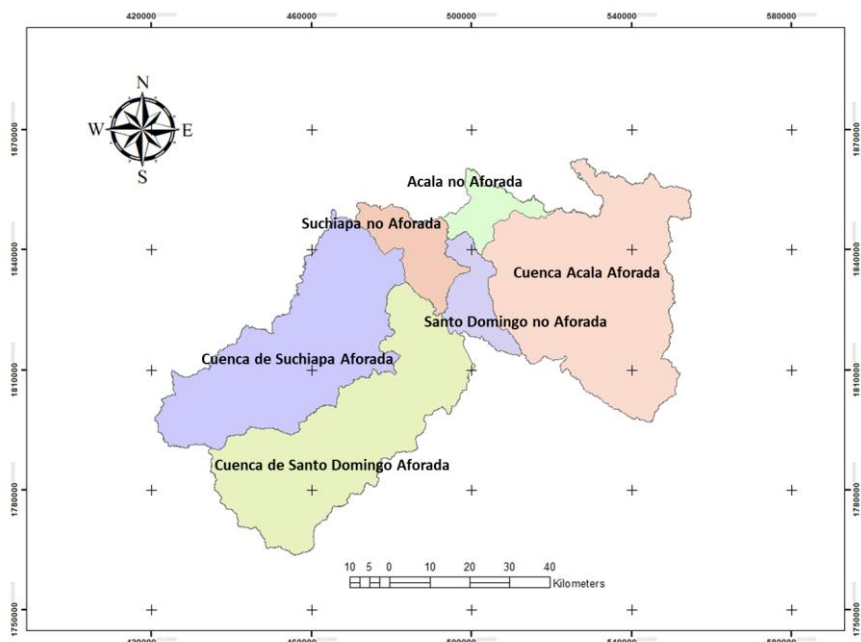


Figura 4.4 Subcuencas que conforman la cuenca de la depresión central del estado Chiapas, entre la presa la Angostura y el embarcadero de Chiapa de Corzo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.

4.2.1.- Subcuencas sin hidrometría

Las cuencas sin hidrometría se muestran sus características geomorfológicas en la tabla 4.10 se muestran los parámetros fisiográficos.

Tabla 4.10. Parámetros de la cuenca sin hidrometría. Elaboración: propia.

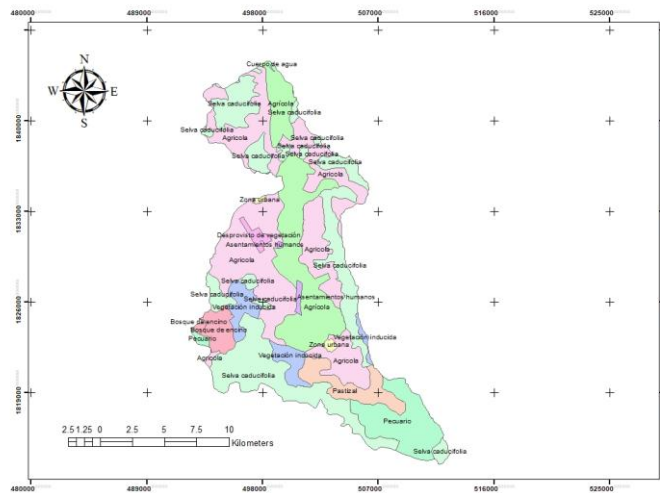
No. de cuenca	Río	Área (km ²)	Long. de cauce (m)	Pendiente	Tiempo de concentración (h)
1	Suchiapa no aforada	344.212	67908.21	0.0044	13.8
2	Santo Domingo no aforada	276.020	42153.38	0.0024	12.0
3	Acala no aforada	212.590	36947.2	0.0460	3.5

Para aplicar los tres modelos lluvia escurrimiento se determinó el tipo de uso de suelo de la cuenca obtenida de la carta de uso de suelo y vegetación serie V determinada por INEGI a escala 1:250,000. También se realizaron los recortes de edafología de la serie II de cada una de las cuencas sin aforos.

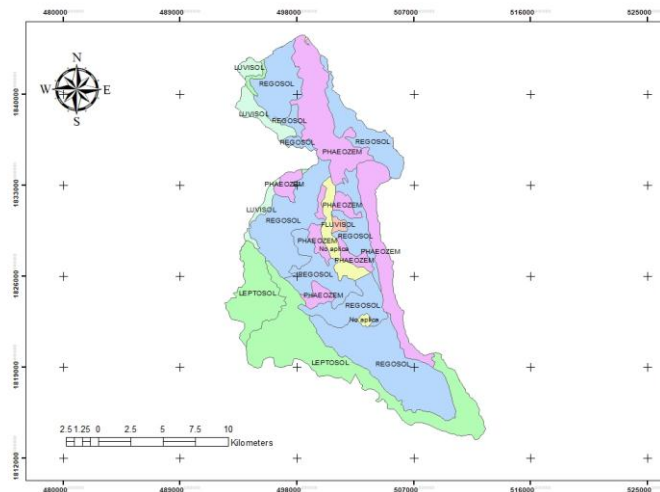
En las figuras 4.5, y 4.6 muestran los usos de suelo de la serie V y edafología serie II de INEGI de la cuenca de Santo Domingo.

En las figuras 4.7, y 4.8 muestran los usos de suelo de la serie V y edafología serie II de INEGI de la cuenca de Suchiapa.

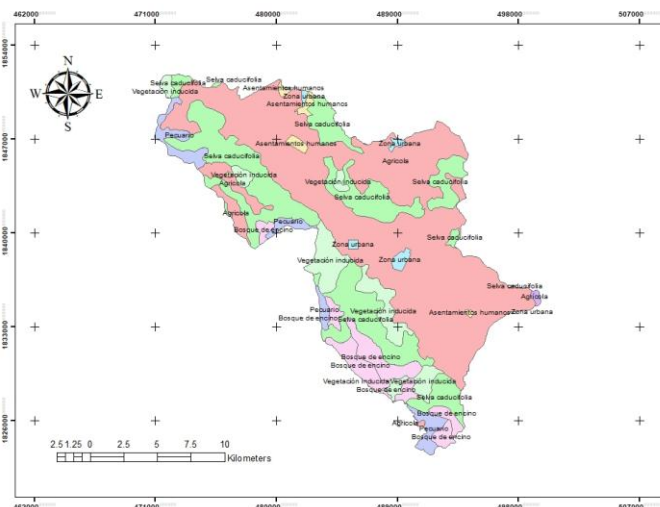
En las figuras 4.9, y 4.10 muestran los usos de suelo de la serie V y edafología serie II de INEGI de la cuenca de Suchiapa.



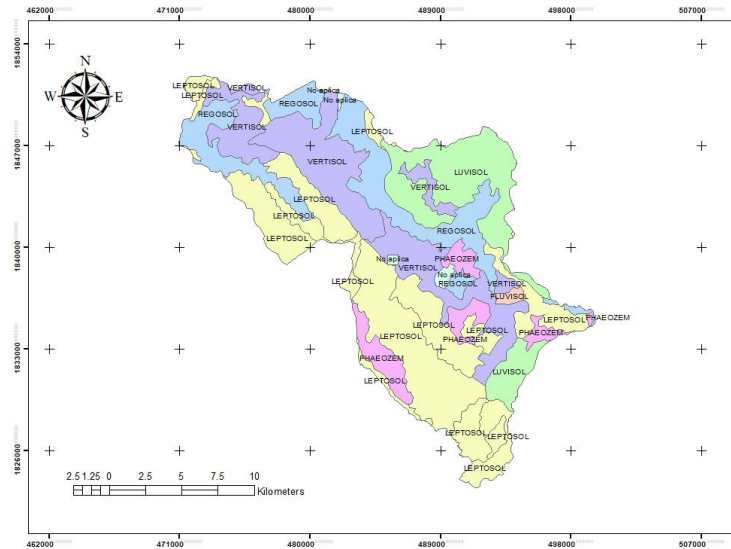
4.5. Usos de suelo y vegetación para la cuenca de Santo Domingo sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.



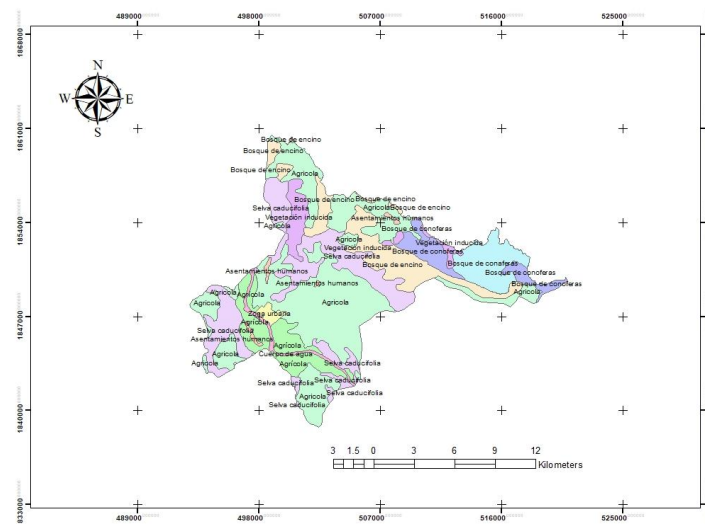
4.6. Edafología para la cuenca de Santo Domingo sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.



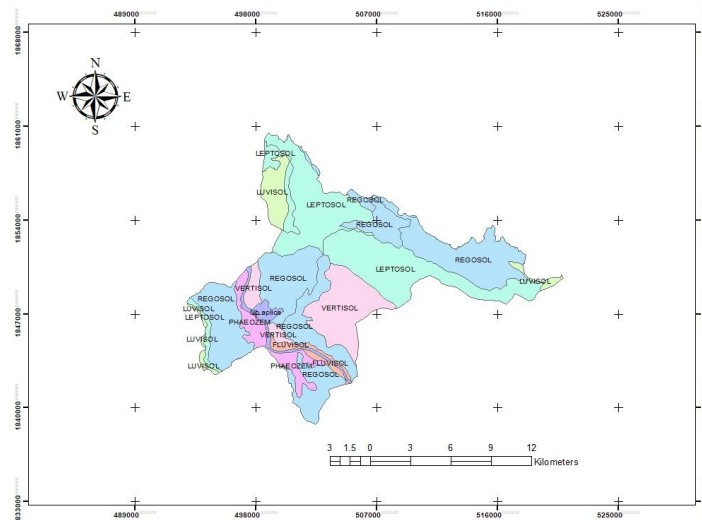
4.7. Usos de suelo y vegetación de la cuenca de Suchiapa sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.



4.8. Edafología para la cuenca de Suchiapa sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.



4.9. Usos de suelo y vegetación para la cuenca de Acala sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.



4.10. Edafología para la cuenca de Acala sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: propia.

Los valores del número de escurrimiento N se trasladaron las cartas de uso de suelo y vegetación y la edafología. En la tabla 4.11 se muestran los valores de N encontradas para cada cuenca no aforada.

Tabla 4.11. Valores del número de escurrimiento N

No. de cuenca	Río	N
1	Suchiapa no aforada	72
2	Santo Domingo no aforada	69
3	Acala no aforada	67

Las precipitaciones asociadas a periodos de retorno se utilizaron las estaciones más cercanas a las subcuencas son las que se presentan en la tabla 4.12.

Tabla 4.12 Estaciones climatológicas cercanas a las cuencas sin aforos. Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

Clave	7039	7132	7202	7176	7134	7343	7040
Nombre	EL BOQUERON	PORTACELI	TUXTLA GUTIERREZ (DGE)	TUXTLA GUTIERREZ (CFE)	PUENTE COLGANTE	CUAUHTEMOC	EL BURRERO
Municipio	SUCHIAPA	VILLAFLORES	TUXTLA GUTIERREZ	TUXTLA GUTIERREZ	CHIAPA DE CORZO	IXTAPA	IXTAPA
UTM	483232.801	486211.375	484308.981	489045.818	496713.389	507993.312	518234.677
	1840220.415	1819261.554	1853371.532	1853214.907	1850907.663	1853951.076	1856200.644
Altitud	500	790	577	532	401	1,141.00	1,333.00

En la figura 4.11 se muestran las estaciones climatológicas con respecto a las cuencas sin aforo.

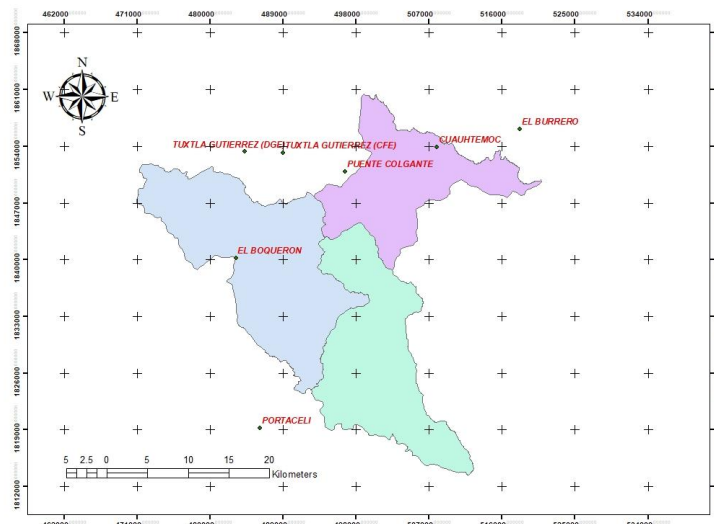


Figura 4.11. Estaciones climatológicas con respecto a las cuencas sin aforo. Fuente: INEGI, Elaboración: Propia.

El número de datos de precipitaciones máximas anuales en 24 horas, de las estaciones climatológicas se presentan en la tabla 4.13.

Tabla 4.13 Número de datos de cada estación. Fuente: CONAGUA, Elaboración: propia.

Clave	Nombre	Datos
7039	EL BOQUERON	68
7132	PORTACELI	51
7202	TUXTLA GUTIERREZ (DGE)	66
7176	TUXTLA GUTIERREZ (CFE)	34
7134	PUENTE COLGANTE	65
7343	CUAUHEMOC	33
7040	EL BURRERO	66

Los ajustes realizados de cada estación fueron Doble Gumbel y se presentan en la tabla 4.14, las precipitaciones están asociadas a periodos de retorno.

Tabla 4.14. Precipitaciones están asociadas a periodos de retorno

7039		7091		7132		7134	
EL BOQUERON	P(mm)	LA ESCALERA	P(mm)	PORTACELI	P(mm)	PUENTE COLGANTE	P(mm)
2	65.9	2	86.1	2	72.7	2	68.9
5	85.4	5	101.8	5	89.2	5	91.4
10	106.5	10	107.7	10	100.2	10	109.5
20	125	20	112.7	20	110.6	20	116.8
50	144.4	50	119.3	50	124.2	50	125
100	157.7	100	124.5	100	134.4	100	131.4
200	170.7	200	129.9	200	144.5	200	138.4
500	187.6	500	137.4	500	157.9	500	148.9
1000	200.3	1000	143.3	1000	168	1000	157.6
2000	212.9	2000	149.3	2000	178.1	2000	166.8
5000	229.5	5000	157.6	5000	191.5	5000	179.6
10000	243	10000	163.7	10000	201.6	10000	189.2
7176		7202		7343		7040	
TUXTLA GUTIERREZ (CFE)	P(mm)	TUXTLA GUTIERREZ (DGE)	P(mm)	CUAUHEMOC	P(mm)	EL BURRERO	P(mm)
2	63.7	2	69.8	2	58.1	2	67.4
5	84.6	5	86.8	5	87.6	5	86.6
10	109.3	10	98	10	112.7	10	103
20	133.1	20	108.8	20	145.1	20	125.5
50	157.6	50	122.8	50	198	50	166.4
100	174.4	100	133.2	100	239.7	100	199.3
200	190.6	200	143.6	200	280.9	200	231.5
500	211.7	500	157.4	500	334.6	500	273.4
1000	227.5	1000	167.8	1000	375	1000	304.8
2000	243.2	2000	178.2	2000	415.3	2000	335.9
5000	263.8	5000	191.9	5000	467.9	5000	376.4
10000	279.5	10000	202.3	10000	510	10000	407.3

En la tabla 4.15 se presenta el promedio aritmético de las estaciones de la tabla 4.14. Con estas precipitaciones medias se calcularon los caudales asociados a diferentes periodos de retorno.

Tabla 4.14. Precipitaciones obtenidas para diferentes periodos de retorno

Tr	P media (mm)
2	69.3
5	89.5
10	106.3
20	121.7
50	141.6
100	156.5
200	171.2
500	190.8
1000	205.6
2000	220.5
5000	240.3
10000	255.6

Los Factores de Reducción por Área (FRA)

Para transformar las precipitaciones en gastos, se tienen que tener en cuenta los Factores de Reducción por Área (FRA) y los Factores de Reducción por Duración (FRD).

Para determinar los FRA se utilizó el trabajo realizado por Guichard 1998, Coello, 2013 y López, 2005. En tesis de posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM y la UNACH. En la tabla 4.15 se pueden observar los valores de las áreas y los coeficientes de FRA, son los valores promedios de los obtenidos por periodo de retorno.

En la figura 4.12 se muestra la curva formada por los FRA en el eje de las ordenadas y las áreas en el eje de las abscisas.

Tabla 4.15 Valores de las áreas y los coeficientes de FRA (Guichard 1998, Coello, 2013 y López, 2005)

Número	AREA (km²)	FRA PROMEDIO	Número	AREA (km²)	FRA PROMEDIO
1	407.42	0.83	12	4162	0.73
2	941.0	0.72	13	5610	0.59
3	1346.0	0.74	14	5622	0.6
4	1792.0	0.73	15	5740	0.48
5	1810.0	0.86	16	7711	0.51
6	2101.0	0.63	17	9862	0.45
7	2387.0	0.63	18	12524	0.39
8	2444.0	0.76	19	12997	0.46
9	2632.0	0.48	20	16570	0.47
10	3151.0	0.44	21	20707	0.38
11	4123.0	0.62	22	30570	0.35

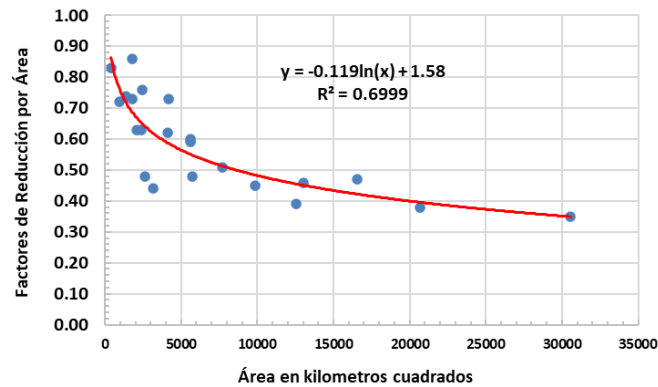


Figura 4.12. Curva formada por los FRA

La ecuación general de ajuste es logarítmica como puede observarse en la figura 4.12 y en la siguiente ecuación:

$$FRA = -0.119 \ln(x) + 1.58 = -0.119 * \ln(212.5) + 1.58 = 0.94$$

El factor de reducción se consideró para las tres cuencas el valor de 212.5 km², por ser el valor más pequeño y el que daría el FRA más alto, por lo tanto, el valor de 0.94 se multiplicó por los valores de las precipitaciones obtenidas en la tabla 4.14.

Los Factores de Reducción por Duración (FRD)

Los FRD se suelen utilizar por que la mayoría de los fenómenos de lluvias en la región central del estado de Chiapas, donde se localiza el sitio de estudio, son de tipo convectivo, por lo tanto las precipitaciones en 24 horas ajustadas a funciones de probabilidad se suelen multiplicar por dicho factor. En este caso se tomó la tabla realizada por el Instituto de Ingeniería para toda la república mexicana, dicha tabla se localiza en los estudios realizados para el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), los cuales pueden obtenerse en la página web de éste.

Los estudios de los factores de conectividad se comenzaron a trabajar a mediados de los 90 del siglo XX, el primer trabajo fue realizado por Mendoza, 2001, en su tesis de maestría, hasta los trabajos realizados por el CENAPRED en 2018.

En la figura 4.13 se observan los factores de conectividad de la república mexicana, para el estado de Chiapas, en la zona central del estado de Chiapas el factor es 0.65 para una hora, como puede observarse en la figura.

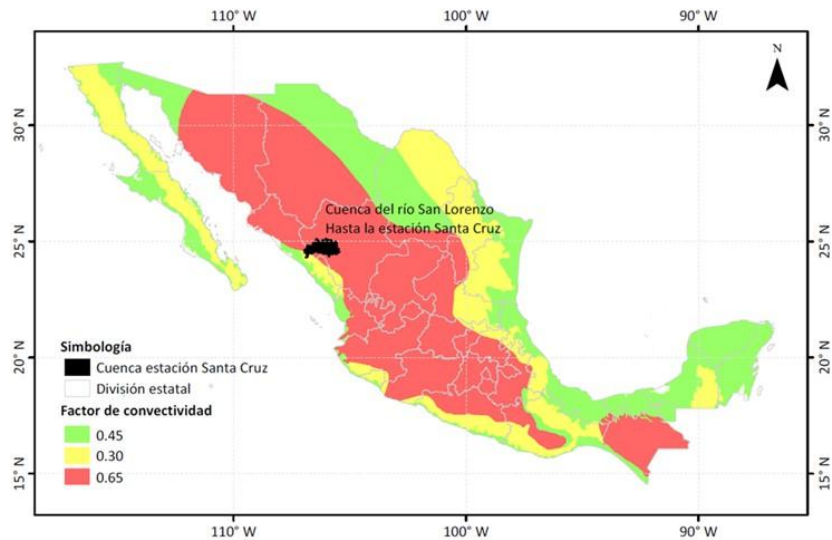


Figura 4.13 Factores de conectividad en México (Fuente: CENAPRED)

Por lo tanto, este factor de 0.65 multiplica a su vez a las precipitaciones obtenidas en la tabla 4.14, obteniendo después de multiplicar por el FRA y el FRD o de conectividad, las precipitaciones utilizadas para utilizar los modelos lluvia escurrimiento asociados a periodos de retorno se muestran en la tabla 4.15.

Tabla 4.15. Precipitaciones afectadas por el Factor de Reducción por área de 1 hora

Tr	Precipitación (mm)
2	42.35
5	54.71
10	64.93
20	74.38
50	86.53
100	95.60
200	104.62
500	116.57
1000	125.65

En el caso de necesitar hietogramas asociados a periodos de retorno, se utiliza el tiempo de concentración para cuencas pequeñas o la duración en exceso, en la tabla 4.16 se pueden obtener los valores de las duraciones en horas o minutos, estas asociadas con el coeficiente de conectividad R , que para nuestro caso fue de 0.65. Tomado del trabajo realizado para CENAPRED “Análisis regional para estimar precipitaciones de diseño en la república mexicana”, Domínguez, et al, 2017.

Tabla 4.16. Factores Kd (1) en función de R y la duración d. Fuente: adaptado de Luna, 2013

d(min)	d(h)	R = 0.10	R = 0.20	R = 0.30	R = 0.40	R = 0.45	R = 0.50	R = 0.60	R = 0.65
10	017	0.293	0.39	0.432	0.454	0.462	469	481	0.487
15	025	0.38	0.485	0.536	0.565	0.575	584	6	0.608
30	05	0.612	0.699	0.745	0.773	0.79	793	809	0.816
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1
90	15	1.378	1.248	1.185	1.146	1.13	1119	1097	1.088
120	2	1.646	1.424	1.317	1.25	122	1203	1166	1.151
150	25	1.934	1.595	1.435	1.337	130	1268	1215	1.193
180	3	2.207	1.75	1.538	1.41	135	1322	1254	1.226
210	35	2.468	1.892	1.631	1.475	141	1367	1286	1.253
240	4	2.719	2.024	1.715	1.532	145	1407	1314	1.275
270	45	2.961	2.148	1.793	1.584	1508	1443	1337	1.294
300	5	3.196	2.266	1.865	1.631	1547	1475	1358	1.311
360	6	3.649	2.485	1.997	1.716	1616	1531	1395	1.339
420	7	4.081	2.686	2.115	1.791	1676	1579	1425	1.362
480	8	4.497	2.874	2.223	1.858	173	1621	1451	1.382
540	9	4.899	3.05	2.322	1.919	1778	1659	1474	1.399
600	10	5.289	3.216	2.414	1.975	1822	1694	1494	1.415
660	11	5.669	3.375	2.501	2.026	1862	1725	1513	1.429
720	12	6.039	3.527	2.582	2.074	19	1754	153	1.441
840	14	6.756	3.812	2.734	2.162	1968	1807	156	1.463
960	16	7.445	4.078	2.872	2.241	2029	1853	1586	1.482
1080	18	8.112	4.328	2.999	2.313	2084	1895	1609	1.499
1200	20	8.758	4.564	3.117	2.379	2134	1933	163	1.513
1320	22	9.388	4.789	3.228	2.441	218	1968	1649	1.527
1440	24	10.001	5.004	3.333	2.498	2223	2	1667	1.539

4.2.2.- Transformación de la precipitación en gasto

Para transformar las precipitaciones en escurrimiento se utilizaron los modelos lluvia-escurrimiento de Chow, Hidrograma Unitario Triangular y del servicio de Conservación de Suelos (Aparicio, 1994). A continuación, se describen los métodos.

4.2.2.1.- El método de Chow

Este método se aplica a cuencas menores a 24.3 km², está basado en la teoría del hidrograma unitario y de la curva S la cual permite obtener otros hidrogramas unitarios con duraciones diferentes. También es un método de los llamados sintéticos.

Se determina mediante la formula:

$$Q = \frac{0.278P_e A}{d_e} Z$$

Donde

P_e es la lluvia en exceso del intervalo, en mm

d_e es la duración en exceso de la lluvia en horas

$Z=d/Tr$ es el factor de reducción

A es el área de la cuenca, en km²

Este método se aplica para cuencas en las cuales no se cuenta con información, menores a 24.3 km², por lo tanto, el procedimiento conveniente para evaluar P_e a partir de la lluvia máxima de diseño con el método de los números de escurrimiento del SCS (Aparicio, 1994). El factor de reducción de pico Z se calcula, según Chow, como una función del tiempo de retraso y la altura de lluvia en exceso como se muestra en la ecuación siguiente:

$$Z1 = 9.046411E10^{-4} + 0.7623037(d / T_r) + 0.09239033(d / T_r)^2 - 0.2785835(d / T_r)^3$$

$$Z = Z1 + 0.08334881(d / T_r)$$

El tiempo de retraso se calcula según Chow

$$T_r = 0.005 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.64}$$

donde

L es la longitud del cauce principal, en metros

S es la pendiente del cauce, en %

T_r es el tiempo de retraso, en h

Procedimiento cálculo:

a). - Se calcula la precipitación en exceso P_e con el método de los números de escurrimientos asociados a un periodo de retorno.

b). - Se calcula el tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich $t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$ si es una

microcuenca, entonces $d_e = t_c$. Además, se calcula el tiempo de retraso T_r

c). - Se determina el valor de Z

d). - Se aplica la fórmula de Chow y se obtiene un gasto de diseño Q asociado a un periodo de retorno.

e). - Se repite el procedimiento para otros periodos de retorno

4.2.2.2- El método del Hidrograma Unitario Triangular

El método del hidrograma unitario triangular ha sido desarrollado para cuencas pequeñas y al igual que el método de Chow y el SCS se requiere conocer las características fisiográficas de la cuenca.

Los gastos de diseño también se calcularon con el método del hidrograma unitario triangular:

$$Q = 0.208 \frac{P_e A}{T_p}$$

Donde

Q gasto pico, en m³/s

P_e lluvia en exceso del intervalo, en mm

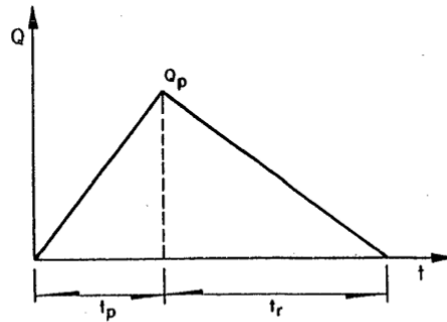
A área de la cuenca, en km².

T_p tiempo pico, en h

En el método del HUT se utiliza la altura de precipitación en exceso calculada por el método SCS (Aparicio, 2009) y el tiempo pico calculado con la siguiente fórmula:

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0.6t_c \text{ donde } t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$$

t_c es el tiempo de concentración, en horas, L es la longitud principal en metros y S su pendiente en %. La figura siguiente muestra la forma que tendría el HUT.



Para determinar el valor de la altura de precipitación en exceso por medio del método de SCS (U.S. Soil Conservation Service) se necesita determinar el valor del número de escurrimiento N , para esto se necesita conocer el uso de suelo de la zona de estudio.

Procedimiento cálculo:

a). - Se calcula la precipitación en exceso Pe con el método de los números de escurrimientos asociados a un periodo de retorno.

b). - Se calcula el tiempo de concentración con la fórmula de Kirpich $t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$ si es una

microcuenca, entonces $d_e = t_c$.

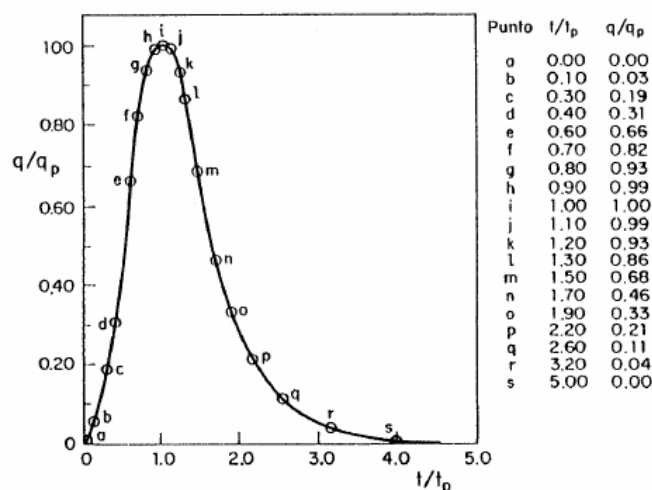
c). - Se calcula el tiempo pico t_p

d). - Se aplica la fórmula del HUT y se obtiene un gasto de diseño Q asociado a un periodo de retorno.

e). - Se repite el procedimiento para otros periodos de retorno

4.2.2.3.- Método del Servicio de Conservación de Suelos

La fórmula del SCS de los E.U. fue propuesta en 1975 y propone utilizar un hidrograma unitario adimensional como se observa en la figura siguiente, este tipo de modelo lluvia escurrimiento se le llama sintético puesto que únicamente se utilizan las precipitaciones en exceso para determinar los gastos de diseño.



Se determina por medio de la fórmula:

$$q_p = \frac{0.208A}{t_p}$$

Donde:

$$t_p = \sqrt{t_c} + 0.6t_c$$

q_p Gasto unitario en $m^3/s/mm$

A Área de la zona de estudio, en km^2

t_p Tiempo pico, en h

En la tabla 4.16 se tiene las abscisas y ordenadas del hidrograma unitario curvilíneo (Aparicio, 2009).

Tabla 4.16. Datos para obtener el hidrograma unitario curvilíneo

t/t_p hr	q/q_p m^3/s	t/t_p hr	q/q_p m^3/s
0.00	0.00	1.50	0.68
0.10	0.03	1.70	0.46
0.30	0.19	1.90	0.33
0.40	0.31	2.20	0.21
0.60	0.66	2.60	0.11
0.70	0.82	3.20	0.04
0.80	0.93	5.00	0.00
0.90	0.99		
1.00	1.00		
1.10	0.99		
1.20	0.93		
1.30	0.86		

Procedimiento de cálculo:

- Se calcula q_p y t_p con las fórmulas del método.
- Se multiplica t_p por t/t_p y q_p por q/q_p y se obtienen las abscisas t y las ordenadas q
- Se repite el procedimiento para cada valor de las líneas de la tabla 4.16, así se obtiene el hidrograma unitario.

d). - Los valores de q se multiplican por la precipitación en exceso Pe asociada a un periodo de retorno obteniendo el hidrograma de diseño.

e). - Se repite el procedimiento para determinar el gasto de diseño Q para los periodos de retorno requeridos.

4.2.3.- Resultados hidrológicos de la cuenca sin hidrometría

Aplicados los tres modelos lluvia escurrimiento y con los parámetros de las cuencas se obtuvieron los resultados de los gastos de diseño para diferentes periodos de retorno, en las tablas 4.17, 4.18 y 4.19, se presentan los caudales de cada una de las tres cuencas sin aforo.

Tabla 4.17. Gastos (m^3/s) de diseño para los tres modelos lluvia escurrimiento de Santo Domingo sin aforo

Tr(años)	CHOW	HUT	SCS
2	15.98	12.28	12.29
5	39.00	29.97	29.99
10	63.57	48.84	48.87
20	89.84	69.03	69.07
50	127.81	98.20	98.26
100	158.73	121.95	122.03
200	191.27	146.95	147.05
500	236.79	181.93	182.05
1000	272.95	209.71	209.85

Tabla 4.18. Gastos (m^3/s) de diseño para los tres modelos lluvia escurrimiento de Suchiapa sin aforo

Tr(años)	CHOW	HUT	SCS
2	26.17	19.86	19.88
5	56.85	43.15	43.17
10	88.21	66.95	66.99
20	121.01	91.84	91.90
50	167.57	127.17	127.26
100	204.99	155.57	155.68
200	244.02	185.20	185.32
500	298.17	226.30	226.45
1000	340.89	258.72	258.89

Tabla 4.19. Gastos (m^3/s) de diseño para los tres modelos lluvia escurrimiento de Acala sin aforo

Tr(años)	CHOW	HUT	SCS
2	28.25	24.22	24.23
5	76.30	65.41	65.45
10	129.34	110.87	110.95
20	187.09	160.38	160.48
50	271.63	232.84	232.99
100	341.13	292.42	292.61
200	414.75	355.52	355.75
500	518.36	444.34	444.63
1000	601.07	515.24	515.57

De los tres métodos utilizados se eligió para llevar a cabo las simulaciones el método del hidrograma del Servicio de Conservaciones de Suelos (SCS) con todos los periodos de retorno, es un método hidrológico agregado ampliamente usado en México y en el mundo, específicamente, en el estado de Chiapas, en estudios hidrológicos desarrollados tanto por el consultor, como por la Universidad

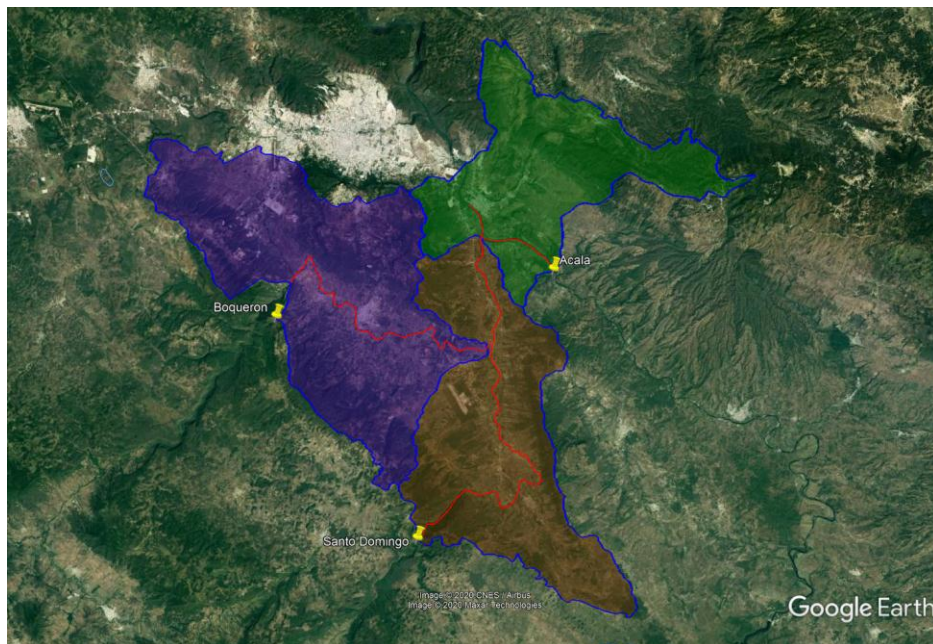
Autónoma de Chiapas (Guichard et al, 1998) y el Instituto de Ingeniería de la UNAM demostrando ser un método robusto (Domínguez et al, 2005).

En el anexo A.2 se muestran los cálculos hidrológicos.

4.3.- Resultados de la hidrología: Gastos de diseño de toda la cuenca desde la presa la Angostura hasta el malecón de Chiapa de Corzo

Los hidrogramas totales asociados a un periodo de retorno hasta el embarcadero de Chiapa de Corzo hay que transitarlos por tramos, se utilizó el método de Muskingum.

En la Fotografía satelital 4.1 se observan los tramos que hay que transitar y las estaciones hidrométricas, la de Boquerón, la de Santo Domingo y la de Acala.



Fotografía 4.1. Tramos que hay que transitar y las estaciones hidrométricas, de Boquerón, de Santo Domingo y de Acala. Fuente: Google Earth, Elaboración: Propia.

En los siguientes textos se presenta los valores que pueden tomar los valores de K , x y Δt , se realizaron los tránsitos de los caudales generados en cada cuenca.

Solís Montero dice:

“El parámetro K tiene unidades de tiempo y su valor es de aproximadamente igual al tiempo de viaje del pico de la avenida a lo largo del tramo:

$$K = L / \omega$$

Donde L es la longitud del tramo en metros y ω es la velocidad promedio del pico de la avenida, ω puede estimarse en relación con la velocidad media del agua v , como:

$$\omega = 1.5v$$

El parámetro x puede oscilar entre 0.0 y 0.5 si $x=0.0$, el volumen de almacenamiento en el tramo sólo es una función de salida O , lo que significa que no existe un almacenamiento en cuña y el tramo se comporta como un vaso, si $x=0.5$, las entradas y las salidas tienen la

misma importancia y no habría ningún abatimiento en el pico. En términos muy generales se puede decir que x se aproxima a cero en cauces muy caudalosos y de pendiente muy pequeña, y a 0.5 en caso contrario. Cuando no se tengan todos los datos es recomendable tomar $x=0.2$ como valor medio”. (Pág. 43).

El método de Muskingum, según Campos Aranda, dice:

“Cuando el almacenamiento es solo función del gasto de salida, como en los embalses, $x=0$ y puede llegar a 0.5 cuando ambos casos tienen el mismo peso. En la mayoría de las corrientes naturales x varía de 0.3 a 0.5, pero la presencia de planicies de inundación lo reducen a 0.2 o menos. Debido a que la estimación convencional de los parámetros K y x de método es bastante subjetiva, al ser gráfica y por tanteos, se han desarrollado procedimientos numéricos objetivos “

Este extracto del libro de Campos Aranda; Hidrología urbana, indica que en planicies de inundación pueden ser valores menores a 0.2. Desafortunadamente ese artículo no está en línea ya que es de 1998 y fue publicado por la revista Agrociencias de COLPOS. Únicamente se encuentra el Abstract. Puede ingresar a la página de COLPOS y buscar en la revista Agrociencias de 1998, es la número 2.

Tabla 4.20. Gastos de diseño para toda la cuenca desde la presa La Angostura hasta el embarcadero de Chiapa de Corzo

Tr (años)	GASTO TOTAL (m³/s)
2	1023
5	1193
10	1752
20	2733
50	4307
100	5710
200	7299
500	9687
1000	11719

Con los gastos de la tabla 4.20 se realizaron las simulaciones para determinar las zonas de inundación y determinar la socavación o deposito en la parte que se ampliará del malecón de Chiapa de Corzo.

En el Anexo A.3 se presentan los hidrogramas con los picos transitados hasta Chiapa de Corzo

4.4.- Transformación de la precipitación en hietogramas

Para determinar los canales superficiales del Malecón, para desalojar las precipitaciones asociada al periodo de retorno de 50 y 100 años, se generan los hietogramas para Chiapa de Corzo, para esto se utilizó la estación climatológica de Puente Colgante (7134) localizada en línea recta a 4.3 km de Chiapa de Corzo, que proporcionó las precipitaciones máximas anuales en 24 horas, para aplicar el modelo de Chen o Bell para lluvias convectivas en la zona del proyecto.

4.4.1. Método de Chen para obtener las Intensidades

La estimación de curvas Intensidad-Duración-Periodo de Retorno puede ser determinada por dos procedimientos, el de F.C. Bell y Cheng-Lung Chen, cuando no se dispone de información pluviográfica, estas fórmulas fueron presentadas en México por Campos Aranda en el artículo “Procedimiento para obtener curvas I-D-Tr a partir de registros pluviométricos” en un artículo publicado en la revista Ingeniería Hidráulica en México, de mayo-agosto de 1990. Además, publicado

en el libro “Introducción a la hidrología urbana” por Campos Aranda en 2010. En estas dos publicaciones se encuentran el sustento teórico de las dos ecuaciones.

Para el estudio utilizaremos la fórmula de Chen ya que los valores en intensidades se pueden considerar que ofrecen seguridad en el diseño de colectores urbanos, debido a que son valores un poco más altos que los del método de Bell.

4.4.2. Método de Chen para obtener las intensidades

Fórmula de Cheng-Lung Chen

Cheng-Lung Chen en 1983, presentó una fórmula general de intensidad de lluvia-duración-período de retorno, útil para las estimaciones dentro del intervalo de 5 minutos a 24 horas y periodos de retorno mayores de un año. Para la aplicación de la fórmula de Chen se requiere del conocimiento de los cocientes lluvia duración ($R = P_{1h}^{Tr} / P_{24h}^{Tr}$) y lluvia periodo de retorno ($F = P_t^{100} / P_t^{10}$).

La fórmula propuesta por Chen para estimar la lluvia en milímetros de duración t (minutos) y periodo de retorno Tr (años) es la siguiente:

$$i_t^{Tr} = \frac{aP_1^{10} \log(10^{2-F} Tr^{F-1})}{(t+b)^c}$$

Con i_t^{Tr} es la intensidad buscada en mm/h, P_1^{10} en milímetros, t es la duración en exceso en minutos, obtenida con la fórmula de Kirpich del tiempo de concentración $t_c = 0.0663 \left[\frac{L}{\sqrt{S}} \right]^{0.77}$, siempre y cuando el área de la cuenca sea pequeña (Aparicio, 2009) y Tr es el periodo de retorno en años.

Los coeficientes a , b y c se determinan por medio de fórmulas (Campos, 2010).

$$\begin{aligned} a &= 21.03 - 186.47R + 825.49R^2 - 1084.85R^3 + 524.06R^4 \\ b &= 3.49 - 68.14R + 389.46R^2 - 612.40R^3 + 315.87R^4 \\ c &= 0.2678 + 0.9482R + 2.11R^2 - 4.83R^3 + 2.46R^4 \end{aligned}$$

El factor de R es un coeficiente de la relación de la precipitación generada en 1 hora asociada a un periodo de retorno entre la precipitación generada en 24 horas asociada a un periodo de retorno, este factor R se encuentra para cada estación climatológica que tenga datos de 1h y 24 h y con él se realizaron planos de Isoyetas (CENAPRED, 2006) así cuando en una región, no se tienen registros de precipitaciones de 1 h, entonces del plano de isoyetas de factores R , tomamos este factor de acuerdo a su ubicación geográfica y obtenemos entonces el valor de $P_{1hora}^{Tr=10años} = RP_{24h}^{Tr=10años}$ que es el valor del término $P_1^{10} = P_{1hora}^{Tr=10años}$ de la ecuación de Cheng-Lung Chen y los coeficientes a , b y c de la fórmula.

En la figura 4.2 se observa las curvas i - d - Tr para realizar los diseños de los drenes superficiales de aguas pluviales.

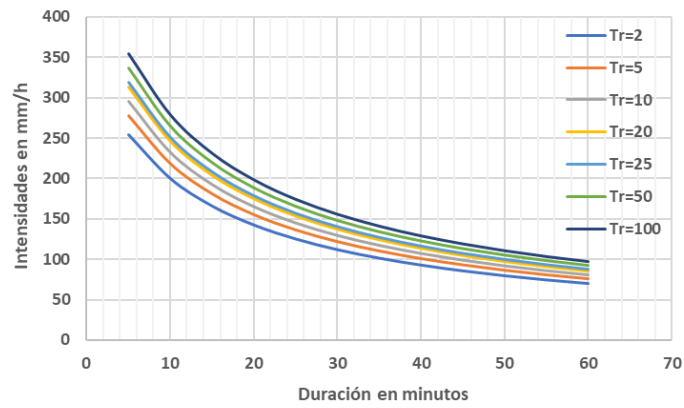


Figura 4.2 Curvas i-d-Tr para realizar los diseños de los drenes superficiales de aguas pluviales

En las figuras siguientes se presentan los hietogramas para periodos de retorno de 5, 10, 20, 50 y 100 años.

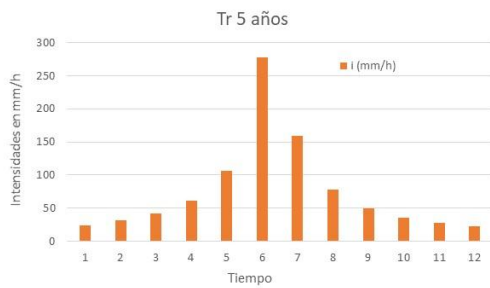


Figura 4.3 Hietograma para un Tr de 5 años



Figura 4.4 Hietograma para un Tr de 10 años



Figura 4.5 Hietograma para un Tr de 20 años

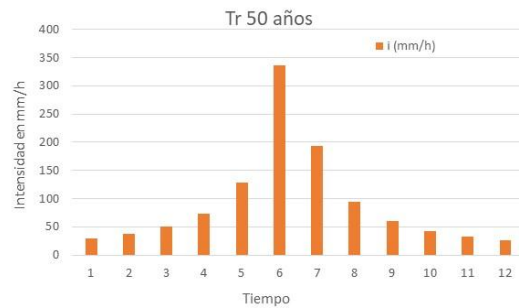


Figura 4.6 Hietograma para un Tr de 50 años



Figura 4.7 Hietograma para un Tr de 100 años

CAPÍTULO 5.- TOPOGRAFÍA DEL TRAMO EN ESTUDIO

Se realizó topografía del tramo del malecón de Chiapa de Corzo obteniendo 200 secciones a cada 20 m de distancia, con curvas de nivel a cada 0.5 m, con una longitud de 4000.0 m de longitud. Con estas secciones se realizaron las simulaciones con el programa HEC-RAS versión 5.0.7 e IBER 2.5.2, para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años. Además de simular con el caudal de 4386.15 m³/s correspondiente al caudal medido el día 28 de setiembre de 2010 en las estaciones hidrométricas. En la figura 5.1 se observa las cotas del levantamiento topográfico.

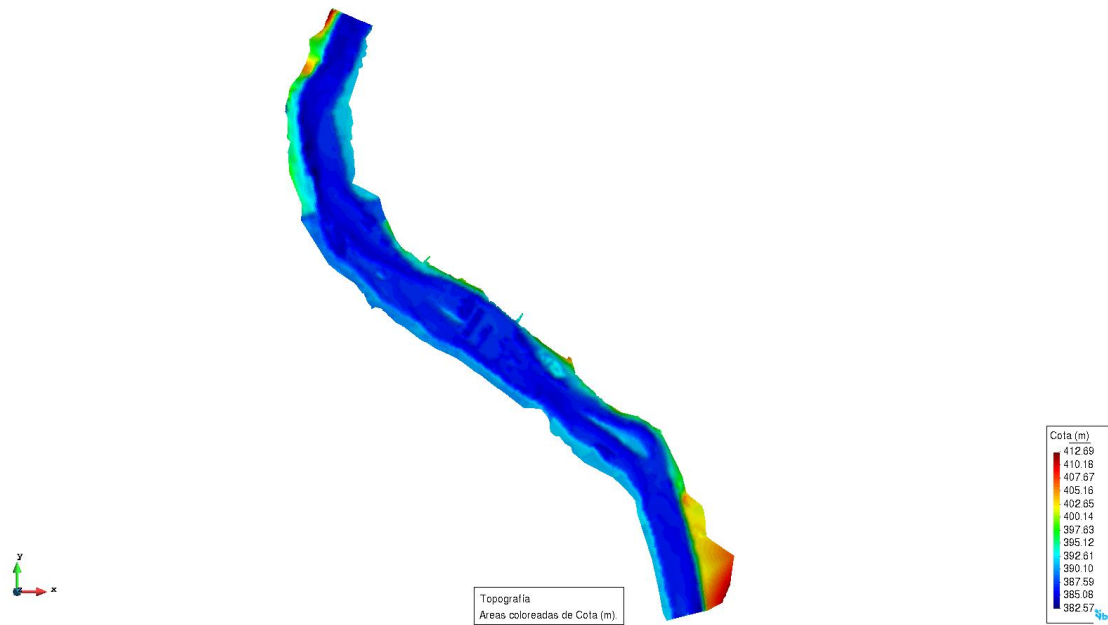


Figura 5.1. Cotas del levantamiento topográfico. Elaboración: Propia

CAPÍTULO 6.- HIDRÁULICA

6.1.- Aplicación del programa HEC-RAS versión 5.0.7

El estudio hidráulico del tramo del río Grijalva en el malecón de Chiapa de Corzo, se realizó con el programa HEC-RAS versión 5.0.7, (creado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de los E.U.), con el cual se determinaron los tirantes para periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, como lo indica el Organismo de Cuenca Frontera Sur, Dirección Técnica; Jefatura de Proyectos de Aguas Superficiales e ingeniería de Ríos. Las simulaciones tanto en Hec Ras como en IBER fueron realizadas en régimen permanente.

Para realizar las simulaciones se determinó que el parámetro de Manning de acuerdo a la bibliografía se tomó el valor de $n= 0.028$ (Sotelo, 2002) que corresponde a ríos (ancho de superficie libre del agua en avenidas > 30 m) en el centro del cauce. El valor de n es menor que la de los bordos ofrecen mayor resistencia:

- a). – Centro secciones regulares sin cantos rodados ni arbustos $n= 0.028$
- b). – Bordos de las secciones rugosas e irregulares con arbustos $n= 0.030$

6.1.1.- Resultados de las simulaciones para un caudal de Tr de 5, 100 y año 2010

Se llevaron a cabo las simulaciones en HEC RAS versión 5.0.7 con la topografía levantada en campo los resultados obtenidos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años como lo indica el Organismo de Cuenca Frontera Sur, Dirección Técnica; Jefatura de Proyectos de Aguas Superficiales e ingeniería de Ríos.

En la figura 6.1 se muestra una perspectiva del cauce del tramo donde se pretende construir la ampliación del malecón de Chiapa de Corzo, con un caudal con periodo de retorno de 5 años. En la figura 6.2 se muestra la simulación para un Tr de 100 años. La Figura 6.3 muestra la simulación para el caudal del año 2010, que es similar al periodo de retorno de 50 años.

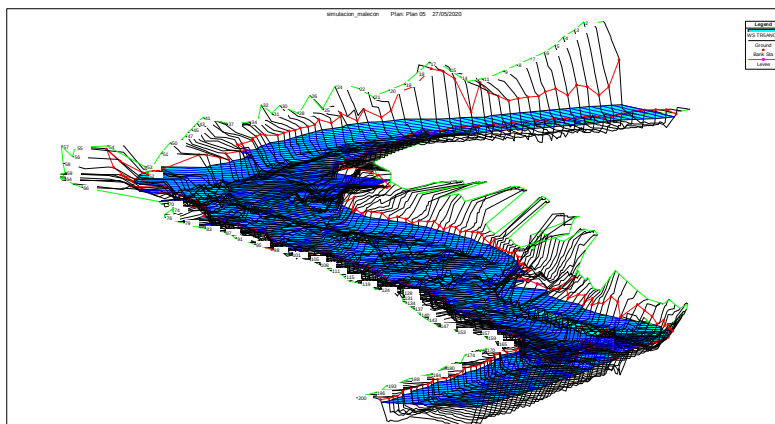


Figura 6.1.- Perspectiva tridimensional para un Tr = 5 años de periodo de retorno. Elaboración: Propia

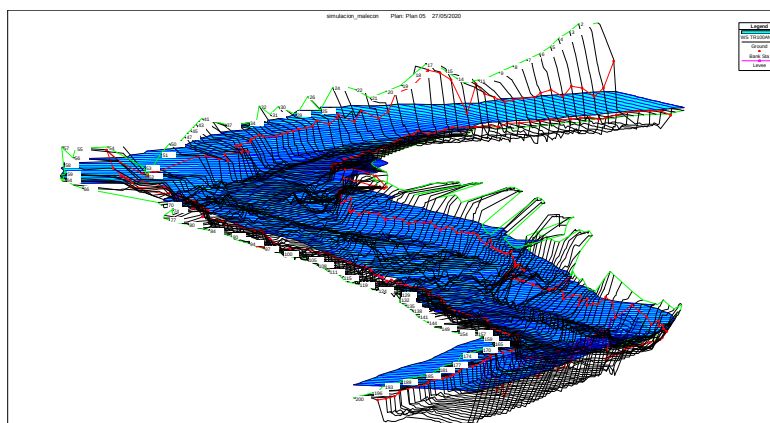


Figura 6.2.- Perspectiva tridimensional para un $Tr = 100$ años de periodo de retorno. Elaboración: Propia

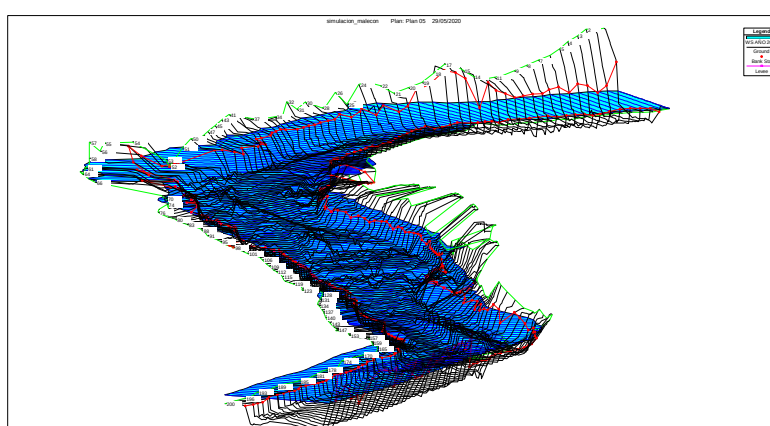


Figura 6.3.- Perspectiva tridimensional para el caudal del año 2010 casi idéntico al Tr de 50 años. Elaboración: Propia

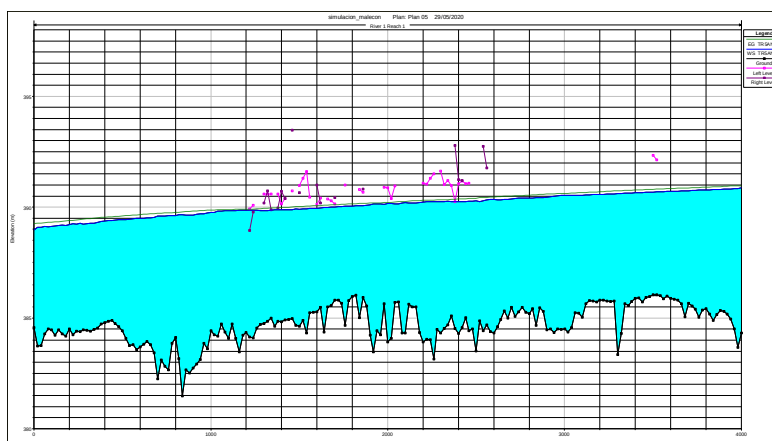


Figura 6.4.- Perfil para un Tr de 5 años. Elaboración: Propia

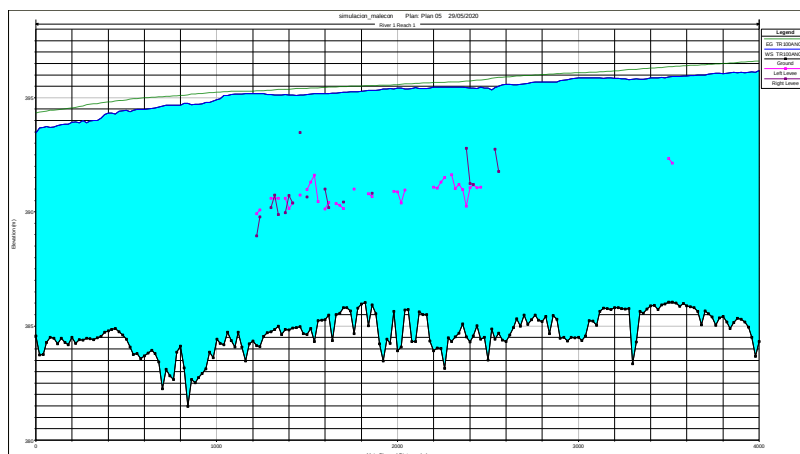


Figura 6.5.- Perfil para un Tr de 100 años. Elaboración: Propia

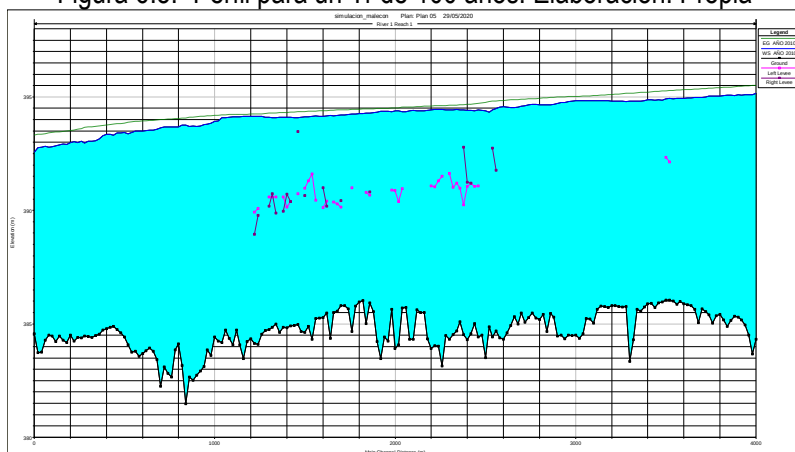


Figura 6.6.- Perfil para el caudal del año 2010 cercano al periodo de retorno de 50 años. Elaboración: Propia

Los perfiles que se muestran en las figuras 6.4, 6.5 y 6.6 corresponden a los periodos de retorno de 5, 100 años y el caudal del año 2010 cercano al periodo de retorno de 50 años.

En el anexo A.4 se presentan todos los parámetros hidráulicos para los periodos de retorno de 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años.

CAPÍTULO 7.- SIMULACIÓN CON IBER 2.5.2 PARA PERIODOS DE RETORNO DE 5, 100 Y CAUDAL DEL AÑO 2010 PARA TIRANTES Y VELOCIDADES

Las simulaciones se realizaron para un caudal de Tr de 5, 100 y el año. 2010. Para realizar la simulación se utilizó en el centro del cauce una n de Manning de 0.028 y en los bancos una n de 0.030. En la figura 7.1 se muestran los tirantes para el periodo de retorno de 5 años, en la figura 7.2 las velocidades para el mismo Tr de 5 años.



Figura 7.1 Tirantes para el periodo de retorno de 5 años. Elaboración: Propia



Figura 7.2. Velocidades el para periodo de retorno de 5 años. Elaboración: Propia

En las figuras 7.3 se presentan los tirantes para un Tr de 100 años y la figura 7.4 las velocidades para un Tr de 100 años.

Las figuras 7.5 se presentan los tirantes para un caudal registrado en el año 2010, el cual esta muy cercano al periodo de retorno de 50 años, en la figura 7.6 se presentan las velocidades.

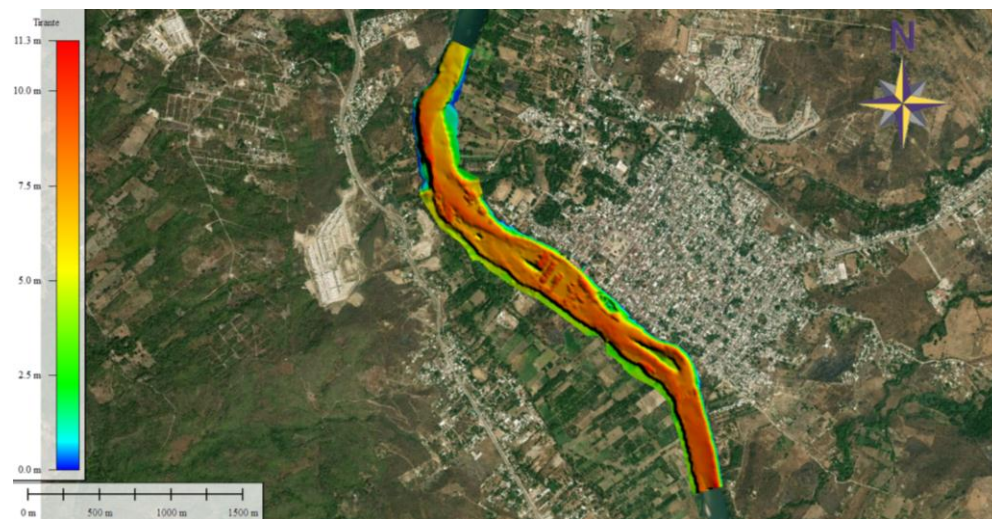


Figura 7.3 Tirantes para el periodo de retorno de 100 años. Elaboración: Propia



Figura 7.4. Velocidades el para periodo de retorno de 100 años. Elaboración: Propia

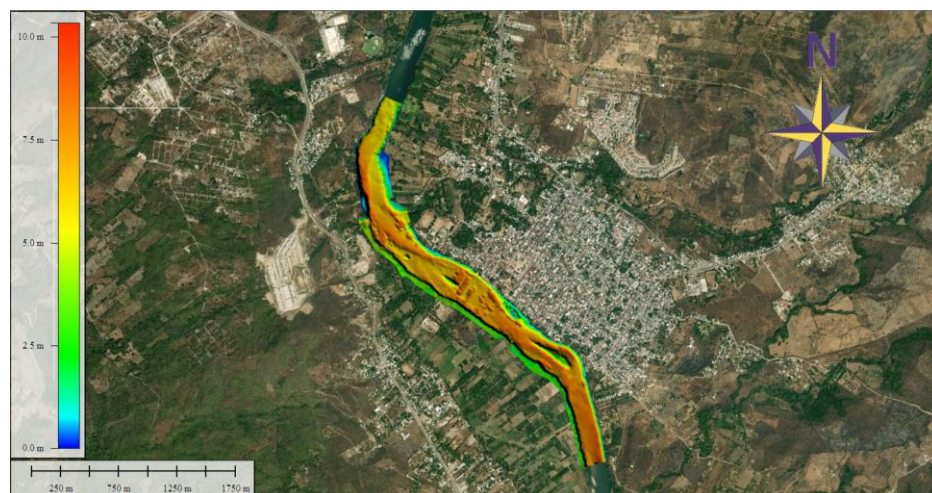


Figura 7.5 Tirantes para el caudal del año 2010. Elaboración: Propia



Figura 7.6. Velocidades para el caudal del año 2010. Elaboración: Propia

CAPÍTULO 8.- EROSIÓN Y DEPÓSITO SIMULADA EN IBER 2.5.2

8.1.- Granulometría de las secciones del cauce para determinar socavación o depósito en la sección de un cauce.

Para las simulaciones para determinar el proceso de erosión y sedimentación, se utilizó solo el transporte de fondo, esto debido a que no se cuenta con datos de transporte en suspensión, además el régimen fue permante.

Para llevar a cabo las simulaciones para transporte o depósito de sedimentos se utilizó la granulometría de los dos sondeos que se llevaron a cabo en la zona propuesta para ampliar el malecón, estos fueron a una profundidad de 10 m.

La granulometría de los dos sondes corresponde a material obtenido y que corresponde a los tamices o mallas que se presentan en la tabla 8.1, la composición del material de los dos sondeos es de gravas y arenas finas en un porcentaje mayor al 50 %, con finos menor al 34 y 44 % como se observa en la tabla. En la última columna se presenta el promedio de los dos sondeos. En las figuras 6.3, 6.4 y 6.5 se muestran las gráficas de granulometría de las dos muestras y la del promedio de las dos.

Tabla 8.1. Granulometría del sondeo No. 1 y 2

	Sondeo 1	Sondeo 2	Promedio
No. De malla (mm)	% que pasa	% que pasa	% que pasa promedio
75	100	100	100
63	100	100	100
50	100	100	100
37.5	100	100	100
25	100	100	100
19	100	100	100
12.5	100	99	99.5
9.5	100	95	97.5
4.75	85	90	87.5
2	70	80	75
0.85	60	70	65
0.425	54	60	57
0.25	40	56	48
0.15	38	47	42.5
0.075	34	44	39
0.001	10	9	9.5
0.0001	5	6	5.5
0.00001	0	0	0
Gravas	15	10	12.5
Arenas	51	46	48.5
Finos	34	44	39
Peso específico	980	950	965
Gs	2.7	2.7	2.7

En las figuras 8.3, 8.4 y 8.5 se muestran las gráficas de granulometría de las dos muestras y la del promedio de las dos.

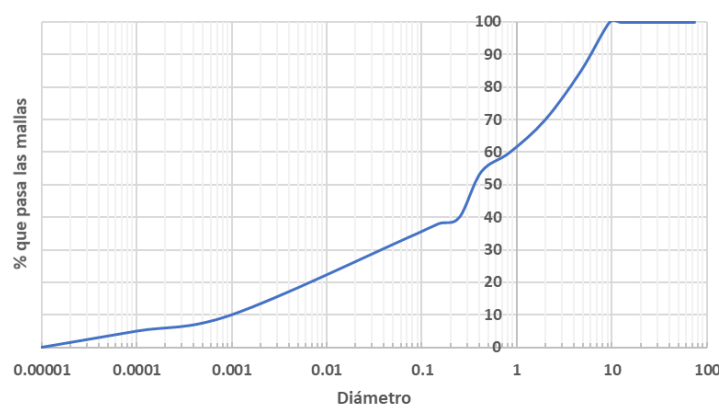


Figura 8.3. Gráfica de granulometría de la primera muestra

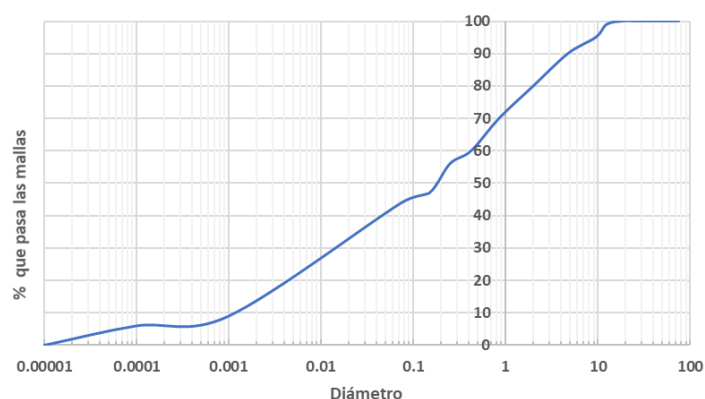


Figura 8.4. Gráfica de granulometría de la segunda muestra

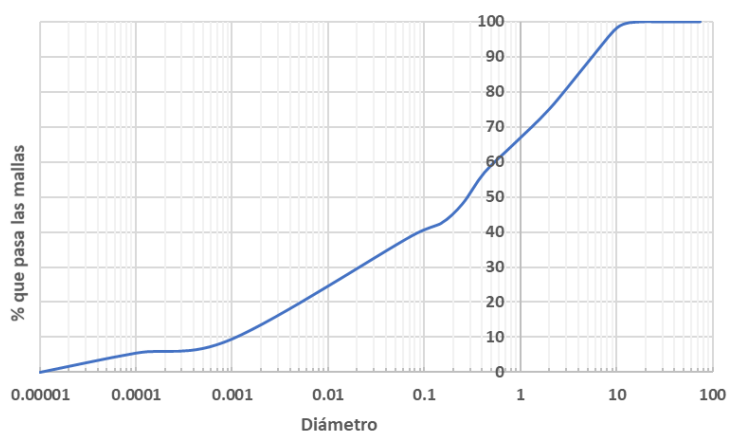


Figura 8.5. Gráfica de granulometría del promedio de las muestras

Para obtener el diámetro D_{50} que se utilizará para realizar las simulaciones con el programa IBER se utilizó la interpolación de Lagrange y se utilizó el primer sondeo, en la tabla 8.2, se observa esta interpolación.

Tabla 8.2 Interpolación de Lagrange para determinar el D_{50} utilizando el sondeo 1. Elaboración:

propia				
		% que pasa	Malla (mm)	Valor a interpolar
	i	xi	f(x)	x
	0	60	0.85	50
	1	54	0.425	
	2	40	0.25	
f(x)=	Resultado=	0.258	mm	
	D ₅₀ =	0.00026	m	

El modelo utilizado para desarrollar el proceso de erosión sedimentación fue el de Meyer-Peter y Müller, para ello se necesitaba el D_{50} , la porosidad, el ángulo de fricción interna en radianes, y la densidad relativa de las partículas del transporte de fondo. En la figura 8.6 se muestran los datos ingresados al modelo propuesto.

The screenshot shows the 'Datos' (Data) window of the IBER software. It features a tabbed interface with the following tabs: 'Parámetros de Tiempo', 'General', 'Resultados', 'Peligrosidad personalizada', 'Turbulencia', 'Sedimentos', 'Via Intenso Desagüe', 'Brecha', and 'Calidad de Agua'. The 'Sedimentos' tab is active. Within this tab, the 'Sedimento en Suspensión' dropdown is set to 'Desa', and the 'Transporte de Fondo' dropdown is set to 'Acta'. The 'Modelo' dropdown is set to 'Meyer-Peter&Müller'. The input fields are as follows: d_{50} [m] is 0.00026, Porosidad T. Fondo is 0.5, Ángulo de Fricción interna [rad] is 0.3, Densidad relativa T.Fondo is 2.65, the 'Modelo de Avalancha' checkbox is checked, and Instante Inicio Transp. Fondo [s] is 2000. At the bottom, there are 'Aceptar' and 'Cerrar' buttons.

Figura 8.6. Datos de ingresados al modelo Meyer-Peter y Müller. Elaboración: Propia

8.2.- Resultados de la Socavación y depósito de material transportado de fondo, para un Tr de 5 y 100 con el programa IBER

8.2.1 Resultados de Erosión-Sedimentación para un Tr de 5 años

En las siguientes figuras se representa el proceso de erosión-sedimentación, se analiza el tramo en el cual se desarrollará el proyecto, realizados con simulaciones en el programa IBER, los valores negativos representan sedimentación y los valores positivos erosión. En la figura 8.7 se muestra este proceso para el periodo de retorno de 5 años.

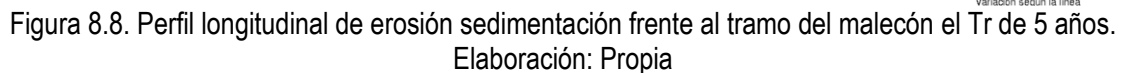


Figura 8.7 Erosión-Sedimentación para el periodo de retorno de 5 años. Elaboración: Propia

En la figura 8.8. se muestra el tramo de sedimentación y erosión en el lugar de estudio para un Tr de 5 años, los datos de presentan con el programa IBER.



En la figura 8.9. se puede observar que para el Tr de 5 años el perfil longitudinal de una longitud de 840 m, este es un perfil localizado frente al proyecto, se observa existe sedimentación causada por el transporte de sedimento de fondo, en rojo el fondo del terreno en azul erosión o sedimentación.



53

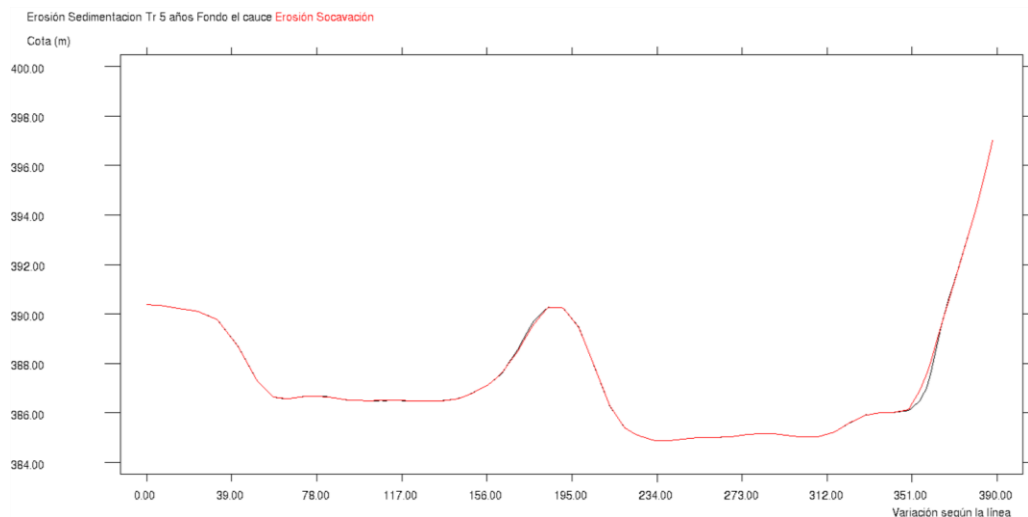


Figura 8.9 Sección característica del tramo donde se presenta erosión socavación frente al embarcadero. Elaboración: Propia



Figura 8.10 Erosión Sedimentación que se presenta en la sección frente al embarcadero actual. Elaboración: Propia

8.2.2. Resultados de Erosión-Sedimentación para un Tr de 100 años

En las siguientes figuras se representa el proceso de erosión-sedimentación para un Tr de 100 años, se, los valores negativos representan sedimentación y los valores positivos erosión. En la figura 8.11 se muestra este proceso para el periodo de retorno de 100 años.



Figura 8.11 Erosión-Sedimentación para el periodo de retorno de 100 años. Elaboración: Propia

En la figura 8.12 se muestra el tramo de sedimentación y erosión en el lugar de estudio para un Tr de 100 años, los datos de presentan con el programa IBER.

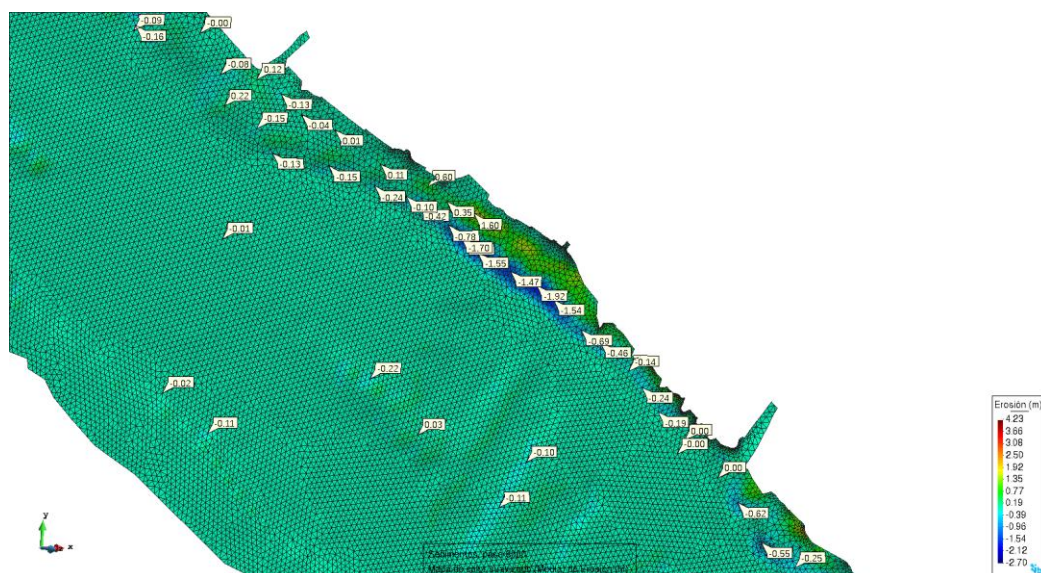


Figura 8.12 Tramo con sedimentación y erosión para un Tr de 100 años. Elaboración: Propia

En la figura 8.12 se puede observar que para el Tr de 100 años el tramo longitudinal, frente al proyecto, se observa existe sedimentación causada por el transporte de sedimento de fondo. El máximo de sedimentación es de 1.92 m, en algunos puntos donde no existe y cuyos valores son 0.0 m.

En la figura 8.13 se puede observar que para el Tr de 100 años el perfil longitudinal de una longitud de 830 m, este es un perfil localizado frente al proyecto, se observa existe sedimentación causada por el transporte de sedimento de fondo, en café el fondo del terreno en azul erosión o sedimentación.

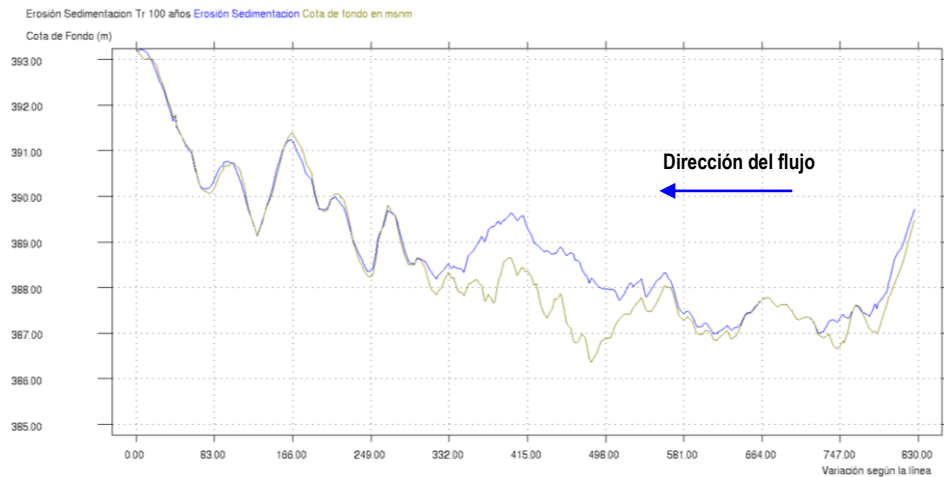


Figura 8.13. Perfil longitudinal de erosión sedimentación frente al tramo del malecón el Tr de 5 años.
Elaboración: Propia

En la figura 8.14 se muestra una sección característica del tramo con el proceso erosión sedimentación, en uno de los puntos más críticos de erosión socavación. Como puede observarse en la figura 8.14 la sedimentación en la margen derecha alcanza los 1.898 m. que corresponde a lo visualizado en la figura 8.15.

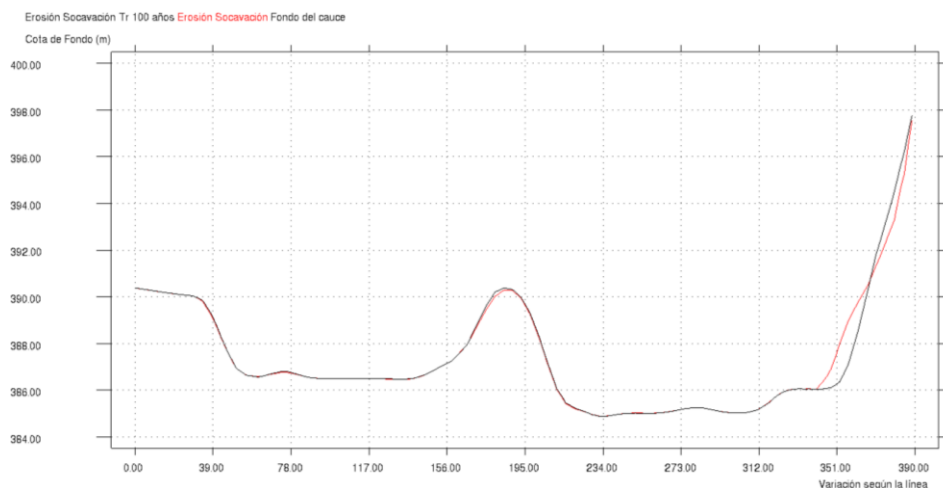


Figura 8.14 Sección característica del tramo donde se presenta erosión socavación frente al embarcadero. Elaboración: Propia

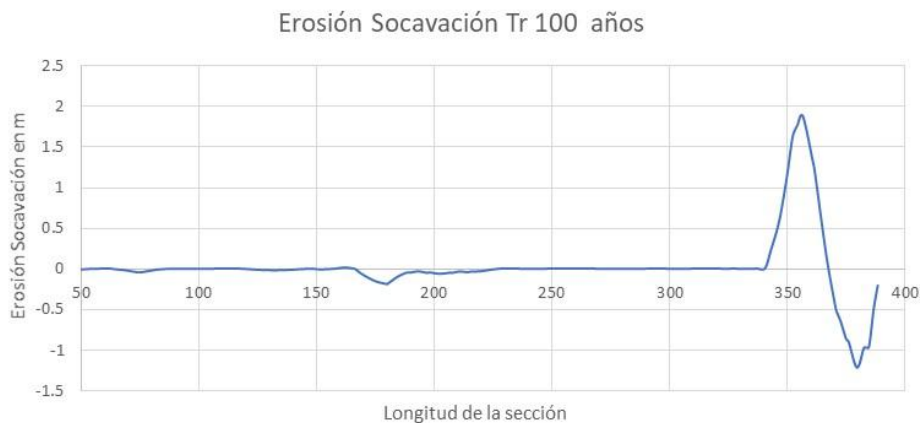


Figura 8.15 Erosión Sedimentación que se presenta en la sección frente al embarcadero actual.
Elaboración: Propia

CAPÍTULO 9.- DETERMINACIÓN DE SECCIONES PARA COLECTORES PLUVIALES PARA UN TR DE 100 AÑOS

Para determinar los drenes de aguas pluviales se obtuvieron 16 polígonos que aportan escurrimiento hacia el Grijalva y por lo tanto hacia la ampliación del Malecón. Cada polígono tiene un área, además del área de las calles en las cuales aportan un caudal hacia la zona del Malecón actual y el proyecto propuesto. En la fotografía 9.1 de Google Earth se pueden observar los 16 polígonos.



Fotografía 9.1. Polígonos que aportan un caudal hacia el actual Malecón y hacia el nuevo proyecto.
Elaboración: Propia

En la tabla 9.1 se presentan las áreas de polígonos en km², el coeficiente de escurrimiento, la intensidad de la lluvia para un Tr de 100 años y el cálculo del gasto en m³/s calculada con el método Racional Americano. El cual tiene por ecuación:

$$Q = 0.278CiA$$

Donde:

Q en m³/s

C es el coeficiente de escurrimiento

i intensidad de la lluvia en mm/h

A área de la microcuenca en km²

Tabla 9.1 Cálculo de los caudales en los polígonos

Polígonos	Área m ²	Área km ²	Coeficiente adimensional	Intensidad Tr 100 años mm/h	Caudales (m ³ /s)
Polígono 1	12625	0.01263	0.85	354.53	1.058
Polígono 2	8594	0.00859	0.85	354.53	0.720
Polígono 3	9418	0.00942	0.85	354.53	0.789
Polígono 4	16088	0.01609	0.85	354.53	1.348
Polígono 5	14335	0.01434	0.85	354.53	1.201
Polígono 6	10907	0.01091	0.85	354.53	0.914
Polígono 7	10915	0.01092	0.85	354.53	0.914
Polígono 8	12933	0.01293	0.85	354.53	1.083
Polígono 9	9874	0.00987	0.85	354.53	0.827
Polígono 10	10713	0.01071	0.85	354.53	0.897
Polígono 11	9022	0.00902	0.85	354.53	0.756
Polígono 12	37400	0.03740	0.85	354.53	3.133
Polígono 13	8988	0.00899	0.85	354.53	0.753

Polígono 14	34406	0.03441	0.85	354.53	2.882
Polígono 15	27600	0.02760	0.85	354.53	2.312
Polígono 16	12320	0.01232	0.85	354.53	1.032
Calles	38152	0.03815	0.85	354.53	3.196

Como cada polígono aporta hacia una de las avenidas o calles se decidió tomar un caudal intermedio entre 0.720 y 3.196 m³/s, que son los caudales mínimos y máximos, para el diseño de los drenes pluviales, siendo para un Tr de 1.9 m³/s.

Para el diseño se requiere de las pendientes así la pendiente de las calles

Calles	Cota máx msnm	Cota mín msnm	Longitud m	Pendiente adimensional
Tomas Cuesta	409	389	298.89	0.067
Mexicanidad de Chiapas	408	393	256.76	0.058
5 de febrero	405	391	211.31	0.066
Benito Juárez	404	393	196.49	0.056
Miguel Negrete	402	394	285.03	0.028
Emiliano Zapata	402	400	164.66	0.012
Vicente López	396	390	389.11	0.015
Calle sin nombre	391	390	105.09	0.010

Para el caso de colectores de sección rectangular se considera estas dimensiones, según lo calculado con el software HydraBas.

Para el caso de considerar colectores rectangulares encofrados o con rejillas superiores, para la entrada de las aguas pluviales, se consideró un caudal pico de 2 m³/s, un ancho de 0.8 m y una altura de 0.5 m, con una pendiente de 0.067. Esta es una opción con pendiente fuerte. Como se observa en la figura 9.2.

Flujo_Normal Hydra-Bas

Archivo Herramientas Ayuda

Trapezoidal Circular Parábola Herradura Conceptos

Datos

Base (b) 0.8 m Pendiente (S) 0.067 m/m Coeficiente de Manning (n) ?

Talud (k1) 0 Gasto (Q) 2 m³/s

Talud (k2) 0

Resultados

Tirante (y) 0.3316 m

Área hidráulica (A) 0.2653 m²

Perímetro mojado (P) 1.4633 m

Ancho de superficie libre (T) 0.8 m

Radio hidráulico (Rh) 0.1813 m

Velocidad (v) 7.5382 m/s

No. Froude (Fr) 4.184

Régimen Supercrítico

Energía específica (E) 3.2279 m

Calcular

Diagrama de canal rectangular con ancho b, tirante y, y ancho de superficie libre T.

Figura 9.2. canal rectangular encofrado o con rejillas de entrada de aguas pluviales para pendientes de 0.067. Elaboración: Propia

Para el caso de colectores rectangulares encofrados o con entrada con rejillas, pero con pendientes más suaves de 0.012 se consideran las dimensiones de 1 m de ancho y 0.7 m de alto. Como puede observarse en la Figura 9.3.

Datos

Base (b) 1 m

Pendiente (S) 0.012 m/m

Gasto (Q) 2 m³/s

Coeficiente de Manning (n) 0.011

Talud (k1) 0

Talud (k2) 0

Resultados

Tirante (y) 0.5045 m

Área hidráulica (A) 0.5045 m²

Perímetro mojado (P) 2.0091 m

Ancho de superficie libre (T) 1 m

Radio hidráulico (Rh) 0.2511 m

Velocidad (v) 3.964 m/s

No. Froude (Fr) 1.782

Régimen Supercrítico

Energía específica (E) 1.3054 m

Calcular

Figura 9.3 Canal rectangular encofrado o con rejillas de entrada de aguas pluviales para pendientes de 0.012. Elaboración: Propia

Si se requiere utilizar una combinación de colectores rectangulares con circulares el diámetro de estos será de 0.7 m o su inmediato superior, para pendientes de 0.067. En la figura 9.4 se observan los cálculos.

Datos

Diámetro (D) 0.7 m

Pendiente (S) 0.067 m/m

Gasto (Q) 2 m³/s

Coeficiente de Manning (n) 0.011

Resultados

Tirante (y) 0.434 m

Área hidráulica (A) 0.2506 m²

Perímetro mojado (P) 1.2691 m

Ancho de superficie libre (T) 0.6796 m

Radio hidráulico (Rh) 0.1975 m

Velocidad (v) 7.9798 m/s

No. Froude (Fr) 4.2

Régimen Supercrítico

Energía específica (E) 3.6795 m

Calcular

Figura 9.4 Colector circular de 0.70 m con una pendiente de 0.067. Elaboración: Propia

Para el caso de una pendiente suave de 0.011 las características del colector circular de 0.9 m o su inmediato superior. En la figura 9.5 se observan los cálculos.

The screenshot shows the 'Flujo_Normal' software window with the following data:

Datos	
Diámetro (D)	0.9 m
Pendiente (S)	0.011 m/m
Gasto (Q)	2 m ³ /s
Coefficiente de Manning (n)	0.011

Calcular

Resultados	
Tirante (y)	0.6621 m
Área hidráulica (A)	0.5017 m ²
Perímetro mojado (P)	1.8555 m
Ancho de superficie libre (T)	0.7937 m
Radio hidráulico (Rh)	0.2704 m
Velocidad (v)	3.9867 m/s
No. Froude (Fr)	1.601
Régimen	Supercrítico
Energía específica (E)	1.4722 m

A diagram of a circular pipe cross-section is shown on the right, with labels for diameter (D), water depth (y), and top width (T). The water level is indicated by a blue line with a triangle symbol.

Figura 9.5 Colector circular de 0.90 m con una pendiente de 0.011. Elaboración: Propia

Cabe mencionar que los diseños fueron hechos para una intensidad de la lluvia con un periodo de retorno de 100 años, y en el proceso constructivo puede haber variaciones en cuanto a las medidas presentadas, las pendientes y longitudes fueron tomadas de Google Earth, así que durante la construcción y con elevaciones en msnm de las calles y avenidas puede hacerse un cálculo más fino.

CAPÍTULO 10.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones del trabajo de tesis se presentan a continuación donde se indican también recomendaciones realizadas de este estudio.

Se realizó un análisis hidrológico, hidráulico, de socavación general y sedimentación en el tramo donde se construirá la ampliación del malecón del municipio de Chiapa de Corzo.

Para llevar a cabo el estudio hidrológico se busco información hidrométrica en la base de datos del Banco Nacional de Datos de Aguas Superficiales, llamado BANDAS, se encontró información de tres estaciones hidrométricas importantes para este estudio, la estación Boquerón, Santo Domingo y Acala. Cada una de ellas cuenta con información de gastos máximos anuales los cuales se procedieron a ajustarlos a diferentes funciones de distribución de probabilidades con el programa AX, también se tomó el valor del caudal aforado en la estación hidrométrica de Acala en el año 2010, que junto con los caudales de Boquerón y Santos Domingo y los caudales calculados con modelos lluvia escurrimiento de tres cuencas sin aforo se obtuvo un caudal similar al encontrado para el periodo de retorno de 50 años.

Con las cartas topográficas INEGI D15A18, D15A19, E15C87, E15C88, E15C89, E15C78, E15C79, E15D71, E15D72, E15C68, E15C89, E15D41, E15D62, E15C59, E1D51 y E15D52 escala 1:50,000 se procedió a determinar el área de la cuenca desde la salida de la presa La Angostura hasta el embarcadero de Chiapa de Corzo, el área total de la cuenca es de 6353.27 km², esta cuenca se subdividió en subcuencas la correspondiente a la estación hidrométrica Boquerón, Santo Domingo y Acala y en tres subcuencas más las cuales no están aforadas, en las cuales se determinó el gasto de aporte de cada una de ellas utilizando tres modelos lluvia escurrimiento (Campos, 2007). Finalmente se obtuvieron los gastos asociados a diferentes periodos de retorno, 2, 5, 10, 20, 50 y 100 años, para la cuenca total.

Para obtener los caudales asociados a periodos de retorno se transitaron estos mismos a través de los tramos correspondientes hasta llegar al lugar del estudio, el método utilizado fue el de Muskingum.

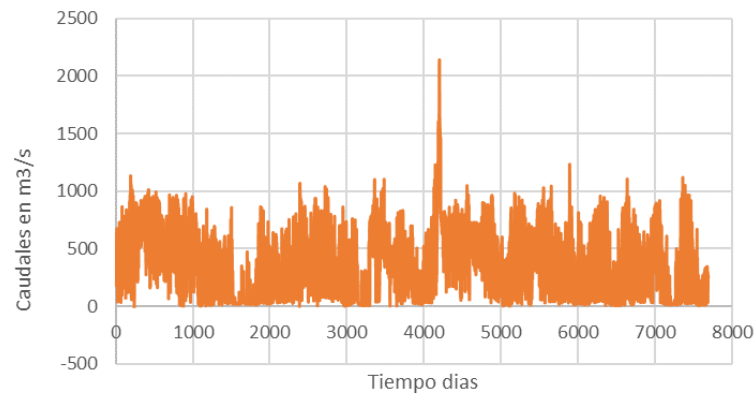
Es importante mencionar que el área de las estaciones hidrométricas Boquerón, Santo Domingo y Acala obtenidas en este estudio no coinciden con las área oficiales, hay que considerar que la información de la ubicación de las estaciones del BANDAS es imprecisa, por lo que se utilizaron las ubicaciones actuales de CFE, que tienden a tener más precisión, con las cuales se trabajaron y se determinaron las áreas de las subcuencas con cartografía escala 1:50000, que puede tener mayor precisión que la escala 1:250,000.

Con los gastos de diseño para diferentes periodos de retorno y las secciones levantadas en campo se procedió a simular con el programa HEC RAS versión 5.0.7 para determinar tirantes y velocidades, y el programa IBER 2.5.2 se obtuvo la mancha de inundación respectiva al periodo de retorno de 5 y 100 años, además de la erosión deposito que podría presentarse con estos dos periodos de retorno.

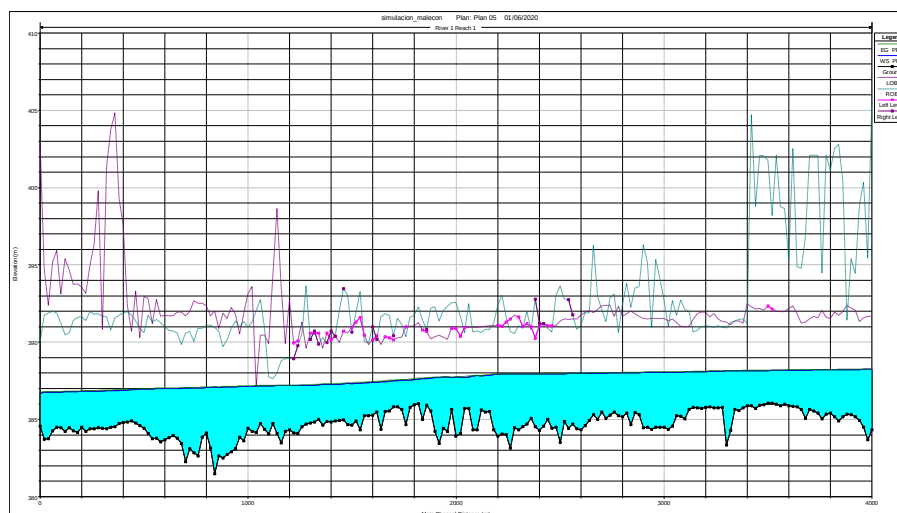
De las simulaciones realizadas con IBER para socavación, se concluye que entre el caudal sea más grande, frente al malecón se presenta deposito, existiendo solo unos pocos lugares donde se presenta erosión, como se demuestra en el capítulo 8. Para el caudal con Tr de 5 años con un deposito máximo de 0.58 m y para un Tr de 100 años un deposito máximo de 1.92 aguas abajo del actual malecón.

Para el diseño estructural de muros y obras de protección:

El NAMIN se considera la cota más baja y depende de la presa de Angostura y de la época del año, para poder en la siguiente figura se presentan los caudales de la estación hidrométrica Acala desde el año 2001 a principios del 2020.



Los caudales más bajos se presentan entre enero y abril con caudales menores a $100 \text{ m}^3/\text{s}$, más los caudales del gasto base de toda el área de aporte son en promedio $200 \text{ m}^3/\text{s}$. La cota se encuentra entre el 387 y 389 msnm.



El NAMO es considerado como el gasto asociado al periodo de retorno de 100 años fue calculado con el caudal de $5710 \text{ m}^3/\text{s}$. Las cotas están entre 394 y 395 msnm.

El NAMO es considerado como el gasto asociado al periodo de retorno de 5 años fue calculado con el caudal de $1193 \text{ m}^3/\text{s}$. Las cotas están entre 389 y 391 msnm.

Las velocidades promedio del cauce se presentan para un T_r de 5 y 100 años en el capítulo 7 de simulaciones con IBER.

La socavación-deposito es presentada en el capítulo 8.

En el capítulo 9 se presentan propuesta de drenaje superficial.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aparicio Mijares F. J.**, "Fundamentos de hidrología de superficie", Editorial Limusa, 1994.
- Breña Puyol, A. F.**, "Manual de hidrología urbana", Universidad Autónoma Metropolitana, 2003.
- Campos Aranda, D. F.**, "Estimación y aprovechamiento del escurrimiento", Universidad Autónoma de san Luis Potosí, 2007.
- Campos Aranda, D. F.**, "Introducción la hidrología Urbana" Universidad Autónoma de San Luis Potosí, 2010.
- Domínguez Mora, R.** "Estudio de aprovechamiento hidráulico integral y de control de inundaciones de la cuenca del río Sabinal" UNACH-INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, 2005.
- "Evaluating Scour at Bridges"** HEC-18. Third Edition, November 1995.
- "Extractor Rápido de Información Climatológica, ERIC III Vol. 2"**, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, IMTA. 2008.
- E. Bladé, et al.** "Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable, una visión a partir del modelo HEC RAS", Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña, España, 2009.
- Grajales López, J.A.**, "Estudio sobre la erosión de avenidas en cauces arenosos", (2003) Tesis de Maestría presentada en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- Guía técnica para realizar el levantamiento topográfico, estudio hidrológico e hidráulico, análisis de socavación para obras de cruces en cauces naturales.** Organismo de Cuenca Frontera Sur, Dirección Técnica. Jefatura de Proyectos de aguas superficiales e ingeniería de ríos, 2011.
- Fuentes Mariles, O. A.** "Estudio hidrológico para obras de protección" Capítulo 3 del manual de Ingeniería de ríos, Series Instituto de Ingeniería de la UNAM, 1999.
- Guichard Romero, D. R.** "Regionalización de lluvias y escurrimientos en la cuenca del Alto Grijalva" (1998) Tesis de Maestría presentada en la Facultad de Ingeniería de la UNAM.
- Guichard R, D.R, Domínguez M., R** "Análisis hidrológico e hidráulico del río Sabinal y sus afluentes" UNACH-INSTITUTO DE INGENIERÍA DE LA UNAM, 1996.
- Jiménez Espinosa, M.**, "Programa AX.EXE ", CENAPRED, Facultad de Ingeniería de la UNAM, 1997.
- Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.** Ingeniería y Gestión, Empresa editora MACRO. Lima Perú, 2011.
- Manual para el control de inundaciones.** Comisión Nacional del Agua. SEMARNAT, Febrero de 2011.
- Martín Vide, J. P.**, "Ingeniería de ríos", Universidad Politécnica de Cataluña, Alfaomega Editores. 2005.

Martínez Ruiz, Sagrario, “Aplicación de un modelo distribuido lluvia-escorrentamiento a las cuencas de los ríos de la Sierra, Tabasco” Tesis de maestría, Facultad de Ingeniería de la UNAM, diciembre de 2010.

Maza Álvarez, J. A., “Erosión en ríos” Manual de Ingeniería de ríos Capítulo 13, CONAGUA, 1996.

Ramírez, et al., “Árboles y arbustos de los bosques de montaña de Chiapas” Departamento de ecología y sistemática terrestre. ECOSUR, Chiapas, México, 2010.

Rodríguez Díaz, H. A., “Hidráulica Fluvial, Fundamentos y Aplicaciones SOCAVACIÓN” Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, enero 2010.

Sotelo Ávila, G., “Hidráulica de canales”, Facultad de Ingeniería de la UNAM, 2002.

Solís Montero, Jadir. “Paquete interactivo para análisis hidrológico” Tesis de Ingeniería civil, Departamento de Ingeniería Civil. Escuela de Ingeniería. Universidad de las Américas, Puebla. Mayo 2003.

Springal Galindo, R. “Hidrología, primera parte” Series Instituto de Ingeniería UNAM. D-7, 1970.

Ven Te Chow , “Hidrología aplicada” Editorial Mac Graw Hill, 2000.

Villón Béjar, M., “HEC RAS ejemplos” Escuela de Ingeniería Agrícola, del Tecnológico de Costa Rica, Segunda edición, Cartago, Costa Rica, diciembre 2011.

Yang, C. T., “Erosion and Sedimentation Manual” U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, Sedimentation and River Hydraulics Group, Denver Colorado, November 2006.

ANEXOS

Anexo A.1.- DATOS HIDROMÉTRICOS DE LAS ESTACIONES BOQUERÓN, SANTO DOMINGO, Acala Y LA ESCALERA (GASTOS EN m³/s)

AÑO	BOQUERO	STO. DOM.	ACALA	AÑO	BOQUERON	STO. DOM	ACALA
1952	282	177		1986	306	141	869
1953	181	486		1987	173	147	813
1954	260	610		1988	270	474	765
1955	272	278		1989	768	534	1003
1956	222	246		1990	100	187	967
1957	80	255		1991	112	40.8	770
1958	299	295		1992	184	276	847
1959	168	353		1993	260	200	849
1960	239	300		1994	76	35.4	700
1961	139	265		1995	247	153	953
1962	290	1740		1996	166	111	855
1963	623	675		1997	336	228	898
1964	158	625		1998	727	2552	835
1965	130	898		1999	307	177	1161
1966	238	475		2000		148	1049
1967	185	665		2001	173	63.1	1044
1968	181	587		2002	255	315	863
1969	296			2003	443	345	909
1970	323			2004	203	235	778
1971	269			2005	1200	5980	873
1972	267			2006	177	132	944
1973	501			2007	239	238	925
1974	286			2008	263	250	1350
1975	151			2009	192		687
1976	242	88.1		2010	543	884	2140
1977	82	118		2011	478	540	995
1978	263	276		2012	299	335	1033
1979	218	280		2013	385	927	866
1980	545	1418		2014	249	220	920.25
1981	316	256		2015	103	166.5	1230
1982	342	287		2016	234	148.39	955
1983	277	204		2017	199	239.2	1105
1984		325		2018	122	192	918.7
1985	166	191	1048	2019	95	93.95	1115

Anexo A.2.- HIDROGRAMAS DE LOS GASTOS DE DISEÑO DE LAS TRES CUENCA TOTAL EN m³/s

CUENCA BOQUERÓN SIN HIDROMÉTRIA

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR				
	Área de cuenca	A =	344.21	km ²
	Número de escurrimiento	N =	72	adimensional
	Longitud del cauce	L =	67908.21	m
	Pendiente del cauce	S =	0.0044	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	13.8	hr
	Tiempo de retraso	Tr =	8.26	hr
	Duración en exceso	de =	13.77	hr
	Tiempo pico	Tp =	15.15	hr
	Tiempo base	Tb =	40.45	hr
Tr	Precipitación	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	4.21	0.10	19.86
5	54.71	9.14	0.17	43.15
10	64.93	14.18	0.22	66.95
20	74.38	19.45	0.26	91.84
50	86.53	26.93	0.31	127.17
100	95.60	32.94	0.34	155.57
200	104.62	39.22	0.37	185.20
500	116.57	47.92	0.41	226.30
1000	125.65	54.79	0.44	258.72

METODO DE CHOW				
	Área de cuenca	A =	344.21	km ²
	Número de escurrimiento	N =	72	adimensional
	Longitud del cauce	L =	67908.21	m
	Pendiente del cauce	S =	0.0044	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	13.77	hr
	Tiempo de retraso	Tr =	8.03	hr
	Duración en exceso	de =	13.77	hr
	Tiempo pico	Tp =	14.92	hr
	Tiempo base	Tb =	39.84	hr
		de/tr =	1.71	adimensional
		Z1 =	0.1755	
		Z =	0.90	
Tr	Precipitación	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax
2	42.35	4.21	0.10	26.17
5	54.71	9.14	0.17	56.85
10	64.93	14.18	0.22	88.21
20	74.38	19.45	0.26	121.01
50	86.53	26.93	0.31	167.57
100	95.60	32.94	0.34	204.99
200	104.62	39.22	0.37	244.02
500	116.57	47.92	0.41	298.17
1000	125.65	54.79	0.44	340.89

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO ADIMENSIONAL				
	Área de cuenca	A =	344.21	km ²
	Número de escurrimiento	N =	72	adimensional
	Longitud del cauce	L =	67908.21	m
	Pendiente del cauce	S =	0.0044	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	13.774	hr
	Tiempo de retraso	Tr =	8.26	hr
	Duración en exceso	de =	7.42	hr
	Tiempo pico	Tp =	15.15	hr
	Tiempo base	Tb =	40.45	hr
Tr	Precipitación	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	4.21	0.10	19.88
5	54.71	9.14	0.17	43.17
10	64.93	14.18	0.22	66.99
20	74.38	19.45	0.26	91.90
50	86.53	26.93	0.31	127.26
100	95.60	32.94	0.34	155.68
200	104.62	39.22	0.37	185.32
500	116.57	47.92	0.41	226.45
1000	125.65	54.79	0.44	258.89

CUENCA SANTO DOMINGO SIN HIDROMÉTRIA

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR				
	Área de cuenca	A =	276.02	km ²
	Número de escurrimiento	N =	69	adimensional
	Longitud del cauce	L=	42153.38	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0024	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	12	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	7.27	hr
	Duración en exceso	de=	12	hr
	Tiempo pico	Tp =	13.33	hr
	Tiempo base	Tb=	35.60	hr
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	2.85	0.07	12.28
5	54.71	6.96	0.13	29.97
10	64.93	11.35	0.17	48.84
20	74.38	16.04	0.22	69.03
50	86.53	22.82	0.26	98.20
100	95.60	28.34	0.30	121.95
200	104.62	34.15	0.33	146.95
500	116.57	42.28	0.36	181.93
1000	125.65	48.74	0.39	209.71

METODO DE CHOW				
	Área de cuenca	A =	276.02	km ²
	Número de escurrimiento	N =	69	adimensional
	Longitud del cauce	L=	42153.38	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0024	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	12.12	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	7.22	hr
	Duración en exceso	de=	12.12	hr
	Tiempo pico	Tp =	13.29	hr
	Tiempo base	Tb=	35.47	hr
		de/tr =	1.68	adimensional
		Z1 =	0.2241	
		Z=	0.88	
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax
2	42.35	2.85	0.07	15.98
5	54.71	6.96	0.13	39.00
10	64.93	11.35	0.17	63.57
20	74.38	16.04	0.22	89.84
50	86.53	22.82	0.26	127.81
100	95.60	28.34	0.30	158.73
200	104.62	34.15	0.33	191.27
500	116.57	42.28	0.36	236.79
1000	125.65	48.74	0.39	272.95

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO ADIMENSIONAL				
	Área de cuenca	A =	276.02	km ²
	Número de escurrimiento	N =	69	adimensional
	Longitud del cauce	L=	42153.38	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0024	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	12.122	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	7.27	hr
	Duración en exceso	de=	6.96	hr
	Tiempo pico	Tp =	13.33	hr
	Tiempo base	Tb=	35.60	hr
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	2.85	0.07	12.29
5	54.71	6.96	0.13	29.99
10	64.93	11.35	0.17	48.87
20	74.38	16.04	0.22	69.07
50	86.53	22.82	0.26	98.26
100	95.60	28.34	0.30	122.03
200	104.62	34.15	0.33	147.05
500	116.57	42.28	0.36	182.05
1000	125.65	48.74	0.39	209.85

CUENCA ACALA SIN HIDROMÉTRIA

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR				
	Área de cuenca	A =	212.59	km ²
	Número de escurrimiento	N =	67	adimensional
	Longitud del cauce	L=	36947.2	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0460	adimencional
	Tiempo de concentración	Tc =	3.5	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	2.10	hr
	Duración en exceso	de=	3.50	hr
	Tiempo pico	Tp =	3.8	hr
	Tiempo base	Tb=	10.3	hr
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	2.11	0.05	24.22
5	54.71	5.69	0.10	65.41
10	64.93	9.65	0.15	110.87
20	74.38	13.96	0.19	160.38
50	86.53	20.27	0.23	232.84
100	95.60	25.46	0.27	292.42
200	104.62	30.95	0.30	355.52
500	116.57	38.69	0.33	444.34
1000	125.65	44.86	0.36	515.24

METODO DE CHOW				
	Área de cuenca	A =	212.59	km ²
	Número de escurrimiento	N =	67	adimensional
	Longitud del cauce	L=	36947.2	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0460	adimensional
	Tiempo de concentración	Tc =	3.50	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	2.57	hr
	Duración en exceso	de=	3.50	hr
	Tiempo pico	Tp =	4.32	hr
	Tiempo base	Tb=	11.53	hr
		de/tr =	1.36	adimensional
		Z1 =	0.5076	
		Z=	0.79	
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax
2	42.35	2.11	0.05	28.25
5	54.71	5.69	0.10	76.30
10	64.93	9.65	0.15	129.34
20	74.38	13.96	0.19	187.09
50	86.53	20.27	0.23	271.63
100	95.60	25.46	0.27	341.13
200	104.62	30.95	0.30	414.75
500	116.57	38.69	0.33	518.36
1000	125.65	44.86	0.36	601.07

METODO DEL HIDROGRAMA UNITARIO ADIMENSIONAL				
	Área de cuenca	A =	212.59	km ²
	Número de escurrimiento	N =	67	adimensional
	Longitud del cauce	L=	36947.2	m
	Pendiente del cauce	S=	0.0460	adimencional
	Tiempo de concentración	Tc =	3.498	hr
	Tiempo de retraso	Tr=	2.10	hr
	Duración en exceso	de=	3.74	hr
	Tiempo pico	Tp =	3.8	hr
	Tiempo base	Tb=	10	hr
Tr	Precipitacion	P máx efectiva (mm)	Ce	Qmax HUT
2	42.35	2.11	0.05	24.23
5	54.71	5.69	0.10	65.45
10	64.93	9.65	0.15	110.95
20	74.38	13.96	0.19	160.48
50	86.53	20.27	0.23	232.99
100	95.60	25.46	0.27	292.61
200	104.62	30.95	0.30	355.75
500	116.57	38.69	0.33	444.63
1000	125.65	44.86	0.36	515.57

Anexo A.3.- HIDROGRAMAS DE TRANSITADOS HASTA EL CHIAPA DE CORZO EN m³/s

CAUDAL PARA TR DE 2 AÑOS

Inputs:

x ==>0.1

K ==>7.4

dt ==>1.5

O1 ==>0

K and dt must have the same units.

Coefficients:

C0 =0.0013

C1 =0.2011

C2 =0.7976

D =7.41

1.48

1.5

7.4

NOTE2Kx < dt < K

C0+C1+C2=1

Must equal one.

Input Inflow Hydrograph:

Time

Inflow

Orig Inflow

Outflow

0	0.0	0.0	0.0
1.5	1.1	1.5	0
3	10.7	3.0	0
4.5	40.7	4.5	2
6	96.0	6.0	10
7.5	182.7	7.5	28
9	303.2	9.0	59
10.5	455.4	10.5	109
12	628.2	12.0	179
13.5	800.5	13.5	270
15	957.9	15.0	378
16.5	1086.5	16.5	495
18	1176.2	18.0	615
19.5	1223.6	19.5	729
21	1231.9	21.0	829
22.5	1206.6	22.5	911
24	1154.0	24.0	970
25.5	1086.3	25.5	1007
27	1009.0	27.0	1023
28.5	926.7	28.5	1020
30	843.1	30.0	1001
31.5	761.3	31.5	969
33	681.1	33.0	927
34.5	598.3	34.5	877
36	524.5	36.0	821
37.5	458.5	37.5	761
39	399.3	39.0	699
40.5	347.0	40.5	638
42	302.4	42.0	579
43.5	263.6	43.5	523
45	229.9	45.0	471
46.5	200.5	46.5	422
48	174.7	48.0	377
49.5	152.1	49.5	336
51	132.3	51.0	299
52.5	114.8	52.5	265
54	99.5	54.0	235
55.5	86.1	55.5	207
57	74.6	57.0	183
58.5	64.8	58.5	161
60	56.4	60.0	141
61.5	49.4	61.5	124
63	43.3	63.0	109
64.5	38.1	64.5	96
66	33.4	66.0	84
67.5	29.0	67.5	74
69	25.2	69.0	65
70.5	22.0	70.5	57
72	19.1	72.0	50
73.5	16.6	73.5	43
75	13.9	75.0	38
76.5	11.4	76.5	33
78	9.3	78.0	29
79.5	5.2	79.5	25
81	4.0	81.0	21
82.5	3.1	82.5	17
84	2.4	84.0	15
85.5	1.9	85.5	12
87	1.4	87.0	10
88.5	1.1	88.5	8
90	2.6	90.0	7
91.5	2.0	91.5	6
93	1.5	93.0	5
94.5	1.1	94.5	4

Título del gráfico

CAUDAL PARA TR DE 5 AÑOS

N is inflow and O is outflow.				
Inputs:				
x ==>	0.1	K and dt must have the same units.		
K ==>	7.4			
dt ==>	1.5			
O1 ==>	0			
Coefficients:				
C0 =	0.0013	1.48	1.5	7.4
C1 =	0.2011	NOTE 2Kx < dt < K		
C2 =	0.7976			
D =	7.41			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		
Input Inflow Hydrograph:		Computed Outflow Hydrograph:		
Time	Inflow		Orig Inflow	Outflow
0	0.0	0.0	0.0	0
1.5	1.0	1.5	1.0	0
3	5.4	3.0	5.4	0
4.5	14.4	4.5	14.4	1
6	33.3	6.0	33.3	4
7.5	66.9	7.5	66.9	10
9	119.9	9.0	119.9	22
10.5	196.1	10.5	196.1	42
12	295.5	12.0	295.5	73
13.5	418.0	13.5	418.0	118
15	557.6	15.0	557.6	179
16.5	706.5	16.5	706.5	256
18	855.3	18.0	855.3	347
19.5	995.1	19.5	995.1	450
21	1117.7	21.0	1117.7	561
22.5	1216.6	22.5	1216.6	674
24	1290.0	24.0	1290.0	784
25.5	1335.6	25.5	1335.6	886
27	1355.1	27.0	1355.1	977
28.5	1351.2	28.5	1351.2	1054
30	1327.4	30.0	1327.4	1114
31.5	1287.1	31.5	1287.1	1157
33	1231.9	33.0	1231.9	1183
34.5	1168.6	34.5	1168.6	1193
36	1096.7	36.0	1096.7	1188
37.5	1019.9	37.5	1019.9	1169
39	941.1	39.0	941.1	1139
40.5	862.8	40.5	862.8	1099
42	786.2	42.0	786.2	1051
43.5	713.0	43.5	713.0	997
45	643.9	45.0	643.9	940
46.5	579.4	46.5	579.4	880
48	519.7	48.0	519.7	819
49.5	464.8	49.5	464.8	758
51	414.7	51.0	414.7	699
52.5	369.1	52.5	369.1	641
54	327.7	54.0	327.7	586
55.5	290.4	55.5	290.4	534
57	256.8	57.0	256.8	484
58.5	226.7	58.5	226.7	438
60	199.9	60.0	199.9	395
61.5	176.1	61.5	176.1	356
63	155.0	63.0	155.0	319
64.5	136.4	64.5	136.4	286
66	119.9	66.0	119.9	256
67.5	105.5	67.5	105.5	228
69	92.7	69.0	92.7	203
70.5	81.3	70.5	81.3	181
72	71.4	72.0	71.4	161
73.5	62.5	73.5	62.5	143
75	54.5	75.0	54.5	126
76.5	47.6	76.5	47.6	112
78	41.2	78.0	41.2	99
79.5	35.4	79.5	35.4	87
81	29.5	81.0	29.5	77
82.5	24.5	82.5	24.5	67
84	20.3	84.0	20.3	58
85.5	16.8	85.5	16.8	51
87	13.9	87.0	13.9	44
88.5	11.5	88.5	11.5	38
90	9.5	90.0	9.5	32
91.5	4.2	91.5	4.2	28
93	3.7	93.0	3.7	23
94.5	3.2	94.5	3.2	19

Título del gráfico

— Orig Inflow — Outflow

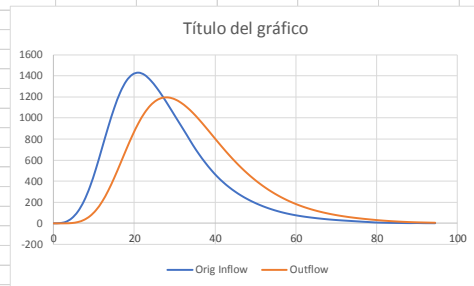


CAUDAL PARA TR DE 10 AÑOS

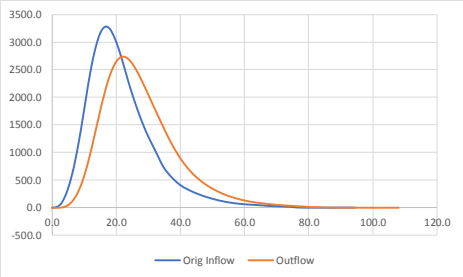
N is inflow and O is outflow.				
Inputs:				
x ==>	0.13	K and dt must have the same units.		
K ==>	5.1			
dt ==>	1.5			
O1 ==>	0			
Coefficients:				
C0 =	0.0168	1.326	1.5	5.1
C1 =	0.2724	NOTE	2Kx < dt < K	
C2 =	0.7108			
D =	5.187			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		
Input Inflow Hydrograph:		Computed Outflow Hydrograph:		
Time	Inflow	Orig Inflow	Outflow	
0	0.0	0.0	0	
1.5	1.7	1.5	0	
3	15.8	3.0	1	
4.5	60.2	4.5	6	
6	142.7	6.0	23	
7.5	272.6	7.5	60	
9	454.4	9.0	124	
10.5	685.4	10.5	224	
12	950.0	12.0	362	
13.5	1217.1	13.5	536	
15	1465.0	15.0	737	
16.5	1672.1	16.5	951	
18	1822.7	18.0	1162	
19.5	1910.1	19.5	1355	
21	1938.2	21.0	1516	
22.5	1913.9	22.5	1638	
24	1846.3	24.0	1716	
25.5	1752.6	25.5	1752	
27	1641.5	27.0	1751	
28.5	1520.1	28.5	1717	
30	1394.3	30.0	1658	
31.5	1269.0	31.5	1580	
33	1144.3	33.0	1488	
34.5	1014.8	34.5	1386	
36	897.5	36.0	1277	
37.5	791.0	37.5	1165	
39	694.4	39.0	1055	
40.5	608.0	40.5	950	
42	533.1	42.0	850	
43.5	467.4	43.5	757	
45	409.6	45.0	672	
46.5	358.8	46.5	595	
48	314.1	48.0	526	
49.5	274.5	49.5	464	
51	239.5	51.0	409	
52.5	208.7	52.5	359	
54	181.5	54.0	315	
55.5	157.7	55.5	276	
57	137.1	57.0	242	
58.5	119.3	58.5	211	
60	104.0	60.0	184	
61.5	91.1	61.5	161	
63	79.9	63.0	140	
64.5	70.3	64.5	123	
66	61.5	66.0	107	
67.5	53.5	67.5	94	
69	46.7	69.0	82	
70.5	40.7	70.5	72	
72	35.5	72.0	63	
73.5	30.7	73.5	55	
75	26.1	75.0	48	
76.5	20.8	76.5	41	
78	16.6	78.0	35	
79.5	10.7	79.5	30	
81	8.5	81.0	24	
82.5	6.8	82.5	20	
84	5.4	84.0	16	
85.5	4.3	85.5	13	
87	3.4	87.0	10	
88.5	2.7	88.5	8	
90	3.4	90.0	7	
91.5	1.6	91.5	6	
93	1.2	93.0	5	
94.5	0.9	94.5	4	

Título del gráfico

1752



CAUDAL PARA TR DE 20 AÑOS

N is inflow and O is outflow.				
Inputs:				
x ==>	0.1	K and dt must have the same units.		
K ==>	5.91			
dt ==>	1.5			
O1 ==>	0			
Coefficients:				
C0 =	0.0262	1.182	1.5	5.91
C1 =	0.2210	NOTE	2Kx < dt < K	
C2 =	0.7528			
D =	6.069			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		
Input Inflow Hydrograph:		Computed Outflow Hydrograph:		
Time	Inflow	Orig Inflow	Outflow	
0	0.0	0.0	0	
1.5	12.1	1.5	12.1	
3	85.7	3.0	85.7	
4.5	263.6	4.5	263.6	30
6	540.5	6.0	540.5	95
7.5	924.6	7.5	924.6	215
9	1403.6	9.0	1403.6	403
10.5	1943.3	10.5	1943.3	664
12	2463.5	12.0	2463.5	994
13.5	2874.8	13.5	2874.8	1368
15	3152.4	15.0	3152.4	1748
16.5	3273.8	16.5	3273.8	2098
18	3239.3	18.0	3239.3	2388
19.5	3079.0	19.5	3079.0	2594
21	2839.5	21.0	2839.5	2708
22.5	2550.6	22.5	2550.6	2733
24	2246.9	24.0	2246.9	2680
25.5	1971.4	25.5	1971.4	2566
27	1720.3	27.0	1720.3	2412
28.5	1492.9	28.5	1492.9	2235
30	1290.9	30.0	1290.9	2046
31.5	1115.2	31.5	1115.2	1855
33	939.0	33.0	939.0	1668
34.5	759.8	34.5	759.8	1483
36	637.6	36.0	637.6	1301
37.5	539.7	37.5	539.7	1134
39	456.3	39.0	456.3	985
40.5	389.9	40.5	389.9	853
42	340.5	42.0	340.5	737
43.5	297.6	43.5	297.6	638
45	260.1	45.0	260.1	553
46.5	226.9	46.5	226.9	480
48	197.2	48.0	197.2	416
49.5	170.4	49.5	170.4	361
51	146.6	51.0	146.6	314
52.5	125.6	52.5	125.6	272
54	107.6	54.0	107.6	235
55.5	92.5	55.5	92.5	203
57	80.1	57.0	80.1	176
58.5	70.3	58.5	70.3	152
60	62.5	60.0	62.5	131
61.5	56.3	61.5	56.3	114
63	50.8	63.0	50.8	100
64.5	45.2	64.5	45.2	87
66	38.8	66.0	38.8	77
67.5	32.5	67.5	32.5	67
69	28.3	69.0	28.3	59
70.5	24.7	70.5	24.7	51
72	21.2	72.0	21.2	44
73.5	17.7	73.5	17.7	39
75	11.7	75.0	11.7	33
76.5	4.0	76.5	4.0	28
78	1.4	78.0	1.4	22
79.5	0.4	79.5	0.4	17
81	0.1	81.0	0.1	13
82.5	0.0	82.5	0.0	10
84	0.0	84.0	0.0	7
85.5	0.0	85.5	0.0	5
87	0.0	87.0	0.0	4
88.5	0.0	88.5	0.0	3
90	2.1	90.0	2.1	2
91.5	1.6	91.5	1.6	2
93	1.2	93.0	1.2	2
94.5	0.9	94.5	0.9	2

CAUDAL PARA TR DE 50 AÑOS

N is inflow and O is outflow.

Inputs:

x ==>	0.1
K ==>	8.86
dt ==>	1.5
O1 ==>	0

K and dt must have the same units.

Coefficients:

C0 =	0.0144	1.2404	1.5	8.86
C1 =	0.1524	NOTE	2Kx < dt < K	
C2 =	0.8331			
D =	8.9898			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		

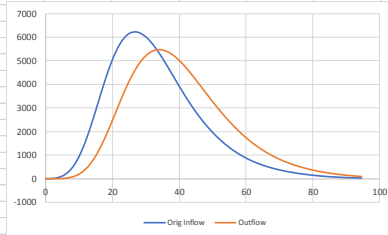
Input Inflow Hydrograph:

Time	Inflow	Orig Inflow	Outflow
0	0.0	0.0	0
1.5	7.0	7.0	0
3	55.0	55.0	2
4.5	190.3	190.3	13
6	435.5	435.5	46
7.5	815.8	815.8	116
9	1342.0	1342.0	241
10.5	2003.6	2003.6	434
12	2749.8	2749.8	707
13.5	3497.0	3497.0	1058
15	4183.4	4183.4	1475
16.5	4750.3	4750.3	1935
18	5155.2	5155.2	2411
19.5	5383.5	5383.5	2872
21	5447.0	5447.0	3292
22.5	5364.9	5364.9	3650
24	5166.5	5166.5	3934
25.5	4897.6	4897.6	4135
27	4581.9	4581.9	4258
28.5	4238.7	4238.7	4307
30	3884.7	3884.7	4291
31.5	3533.5	3533.5	4218
33	3180.0	3180.0	4099
34.5	2819.5	2819.5	3940
36	2492.7	2492.7	3748
37.5	2196.0	2196.0	3535
39	1927.1	1927.1	3307
40.5	1687.8	1687.8	3074
42	1479.9	1479.9	2839
43.5	1297.3	1297.3	2610
45	1136.9	1136.9	2389
46.5	995.9	995.9	2178
48	871.5	871.5	1979
49.5	761.6	761.6	1792
51	664.5	664.5	1619
52.5	578.8	578.8	1458
54	503.4	503.4	1311
55.5	437.4	437.4	1175
57	380.2	380.2	1051
58.5	330.9	330.9	938
60	288.7	288.7	836
61.5	252.8	252.8	745
63	222.0	222.0	662
64.5	195.0	195.0	588
66	170.7	170.7	522
67.5	148.5	148.5	463
69	129.5	129.5	410
70.5	113.0	113.0	363
72	98.4	98.4	321
73.5	85.2	85.2	284
75	71.8	71.8	251
76.5	57.2	57.2	221
78	45.7	45.7	193
79.5	36.4	36.4	168
81	29.0	29.0	146
82.5	23.2	23.2	127
84	18.5	18.5	109
85.5	14.7	14.7	94
87	11.8	11.8	81
88.5	9.4	9.4	69
90	6.4	90.0	59
91.5	5.1	91.5	50
93	4.0	93.0	43
94.5	3.2	94.5	36
96	2.6	96.0	31
97.5	2.1	97.5	26
99	1.6	99.0	22
100.5	1.3	100.5	19
102	1.0	102.0	16
103.5	0.8	103.5	13
105	1.0	105.0	11
106.5	0.9	106.5	10
108	5.0	108.0	8
109.5	4.1	109.5	8
111	3.4	111.0	7
112.5	2.8	112.5	6
114	2.3	114.0	6
115.5	2.0	115.5	5
117	1.7	117.0	5
118.5	1.4	118.5	4
120	1.2	120.0	4

Computed Outflow Hydrograph:

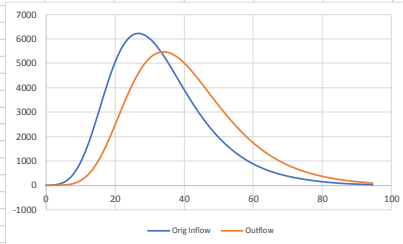
CAUDAL PARA TR DE 100 AÑOS

N is inflow and O is outflow.				
Inputs:				
x ==>	0.1	K and dt must have the same units.		
K ==>	5.71			
dt ==>	1.5			
O1 ==>	0			
Coefficients:				
C0 =	0.0305	1.141	1.5	5.705
C1 =	0.2244	NOTE	2Kx < dt < K	
C2 =	0.7451			
D =	5.8845			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		
Input Inflow Hydrograph:		Computed Outflow Hydrograph:		
Time	Inflow	Orig Inflow	Outflow	
0	0.0	0.0	0	
1.5	4.4	1.5	0	
3	27.2	3.0	2	
4.5	81.6	4.5	10	
6	192.2	6.0	32	
7.5	382.3	7.5	78	
9	673.7	9.0	165	
10.5	1080.5	10.5	307	
12	1596.7	12.0	520	
13.5	2208.7	13.5	813	
15	2882.8	15.0	1189	
16.5	3577.3	16.5	1642	
18	4248.3	18.0	2156	
19.5	4856.3	19.5	2708	
21	5369.1	21.0	3271	
22.5	5764.2	22.5	3818	
24	6036.6	24.0	4322	
25.5	6185.4	25.5	4764	
27	6220.9	27.0	5127	
28.5	6157.1	28.5	5404	
30	6010.0	30.0	5592	
31.5	5796.1	31.5	5692	
33	5522.0	33.0	5710	
34.5	5211.5	34.5	5653	
36	4870.6	36.0	5530	
37.5	4514.2	37.5	5351	
39	4153.7	39.0	5127	
40.5	3798.9	40.5	4868	
42	3455.5	42.0	4585	
43.5	3129.1	43.5	4287	
45	2822.7	45.0	3983	
46.5	2537.7	46.5	3678	
48	2274.7	48.0	3379	
49.5	2033.4	49.5	3090	
51	1813.0	51.0	2814	
52.5	1612.7	52.5	2553	
54	1431.4	54.0	2308	
55.5	1267.8	55.5	2079	
57	1120.8	57.0	1868	
58.5	989.4	58.5	1674	
60	872.4	60.0	1496	
61.5	768.7	61.5	1334	
63	676.9	63.0	1187	
64.5	595.9	64.5	1054	
66	524.2	66.0	935	
67.5	461.0	67.5	829	
69	405.0	69.0	733	
70.5	355.5	70.5	648	
72	311.9	72.0	572	
73.5	273.3	73.5	505	
75	238.2	75.0	445	
76.5	207.0	76.5	391	
78	178.7	78.0	343	
79.5	153.4	79.5	301	
81	131.0	81.0	262	
82.5	111.3	82.5	228	
84	94.3	84.0	198	
85.5	79.6	85.5	171	
87	67.0	87.0	147	
88.5	56.2	88.5	127	
90	47.1	90.0	108	
91.5	39.0	91.5	92	
93	32.3	93.0	79	
94.5	26.7	94.5	67	
96	22.1	96.0	56	
97.5	18.2	97.5	47	
99	15.1	99.0	40	
100.5	12.6	100.5	34	
102	10.4	102.0	28	
103.5	8.7	103.5	24	
105	7.2	105.0	20	
106.5	6.0	106.5	16	
108	5.0	108.0	14	
109.5	4.1	109.5	12	
111	3.4	111.0	10	
112.5	2.8	112.5	8	
114	2.3	114.0	7	
115.5	2.0	115.5	6	
117	1.7	117.0	5	
118.5	1.4	118.5	4	
120	1.2	120.0	3	

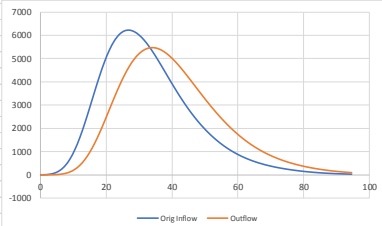


CAUDAL PARA TR DE 200 AÑOS

N is inflow and O is outflow.				
Inputs:				
x ==>	0.1	K and dt must have the same units.		
K ==>	9.24			
dt ==>	1.507			
O1 ==>	0			
Coefficients:				
C0 =	0.0306	0.924	1.507	9.24
C1 =	0.1275	NOTE 2Kx < dt < K		
C2 =	0.8419			
D =	9.5315			
C0+C1+C2=	1	Must equal one.		
Input Inflow Hydrograph:		Computed Outflow Hydrograph:		
Time	Inflow		Orig Inflow	Outflow
0	0.0	0.0	0.0	0
1.507	10.5	1.5	10.5	0
3.014	87.4	3.0	87.4	4
4.521	313.7	4.5	313.7	24
6.028	727.5	6.0	727.5	83
7.535	1373.4	7.5	1373.4	204
9.042	2270.9	9.0	2270.9	417
10.549	3404.3	10.5	3404.3	745
12.056	4690.6	12.1	4690.6	1204
13.563	5983.1	13.6	5983.1	1795
15.07	7175.3	15.1	7175.3	2494
16.577	8164.6	16.6	8164.6	3264
18.084	8876.5	18.1	8876.5	4061
19.591	9282.8	19.6	9282.8	4835
21.098	9403.4	21.1	9403.4	5542
22.605	9271.5	22.6	9271.5	6148
24.112	8934.7	24.1	8934.7	6632
25.619	8474.5	25.6	8474.5	6982
27.126	7932.0	27.1	7932.0	7201
28.633	7340.9	28.6	7340.9	7299
30.14	6730.1	30.1	6730.1	7287
31.647	6123.2	31.6	6123.2	7180
33.154	5515.1	33.2	5515.1	6994
34.661	4890.4	34.7	4890.4	6741
36.168	4324.2	36.2	4324.2	6431
37.675	3810.1	37.7	3810.1	6083
39.182	3343.9	39.2	3343.9	5709
40.689	2928.5	40.7	2928.5	5322
42.196	2567.8	42.2	2567.8	4933
43.703	2251.0	43.7	2251.0	4549
45.21	1972.8	45.2	1972.8	4177
46.717	1728.1	46.7	1728.1	3821
48.224	1512.3	48.2	1512.3	3484
49.731	1321.8	49.7	1321.8	3166
51.238	1153.3	51.2	1153.3	2869
52.745	1004.6	52.7	1004.6	2594
54.252	873.7	54.3	873.7	2338
55.759	759.2	55.8	759.2	2103
57.266	659.8	57.3	659.8	1888
58.773	574.2	58.8	574.2	1691
60.28	501.0	60.3	501.0	1512
61.787	438.6	61.8	438.6	1350
63.294	385.1	63.3	385.1	1205
64.801	338.4	64.8	338.4	1074
66.308	296.2	66.3	296.2	956
67.815	257.7	67.8	257.7	851
69.322	224.8	69.3	224.8	756
70.829	196.1	70.8	196.1	671
72.336	170.8	72.3	170.8	595
73.843	147.9	73.8	147.9	527
75.35	125.0	75.4	125.0	467
76.857	99.7	76.9	99.7	412
78.364	79.5	78.4	79.5	362
79.871	63.4	79.9	63.4	317
81.378	50.6	81.4	50.6	276
82.885	40.3	82.9	40.3	240
84.392	32.2	84.4	32.2	208
85.899	25.7	85.9	25.7	180
87.406	20.5	87.4	20.5	156
88.913	16.3	88.9	16.3	134
90.42	11.4	90.4	11.4	115
91.927	9.1	91.9	9.1	99
93.434	7.3	93.4	7.3	85
94.941	5.8	94.9	5.8	72
96.448	4.6	96.4	4.6	62
97.955	3.7	98.0	3.7	53
99.462	2.9	99.5	2.9	45
100.969	2.3	101.0	2.3	38
102.476	1.9	102.5	1.9	33
103.983	1.5	104.0	1.5	28
105.49	1.5	105.5	1.5	24
106.997	1.3	107.0	1.3	20
108.504	1.3	108.5	1.3	17
110.011	1.3	110.0	1.3	15
111.518	1.3	111.5	1.3	13
113.025	1.3	113.0	1.3	11
114.532	1.3	114.5	1.3	9
116.039	1.3	116.0	1.3	8
117.546	1.3	117.5	1.3	7
119.053	1.3	119.1	1.3	6
120.56	1.3	120.6	1.3	5

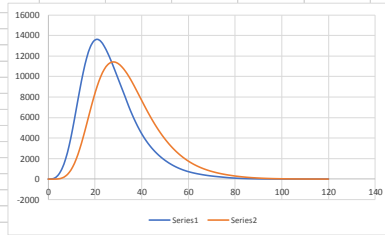


CAUDAL PARA TR DE 500 AÑOS

N is inflow and O is outflow.									
Inputs:									
	X ==>	0.1							
	K ==>	7.8	K and dt must have the same units.						
	dt ==>	1.5							
	O1 ==>	0							
Coefficients:									
	C0 =	0.0255		1.092	1.5	7.8			
	C1 =	0.1619		NOTE 2Kx < dt < K					
	C2 =	0.8126							
	D =	8.004							
	C0+C1+C2=	1	Must equal one.						
Input Inflow Hydrograph:					Computed Outflow Hydrograph:				
Time	Inflow		Orig Inflow	Outflow					
0	0.0	0.0	0.0	0					
1.5	6.4	1.5	6.4	0					
3	77.1	3.0	77.1	3					
4.5	329.6	4.5	329.6	23					
6	808.4	6.0	808.4	93					
7.5	1573.7	7.5	1573.7	247					
9	2656.0	9.0	2656.0	523					
10.5	4044.2	10.5	4044.2	958					
12	5655.0	12.0	5655.0	1577					
13.5	7293.2	13.5	7293.2	2383					
15	8825.4	15.0	8825.4	3343					
16.5	10118.7	16.5	10118.7	4403					
18	11071.3	18.0	11071.3	5498					
19.5	11637.2	19.5	11637.2	6557					
21	11837.2	21.0	11837.2	7514					
22.5	11714.5	22.5	11714.5	8321					
24	11316.3	24.0	11316.3	8947					
25.5	10754.6	25.5	10754.6	9377					
27	10083.1	27.0	10083.1	9618					
28.5	9344.7	28.5	9344.7	9686					
30	8576.9	30.0	8576.9	9603					
31.5	7810.4	31.5	7810.4	9391					
33	7054.7	33.0	7054.7	9075					
34.5	6257.8	34.5	6257.8	8676					
36	5535.8	36.0	5535.8	8205					
37.5	4880.3	37.5	4880.3	7688					
39	4285.3	39.0	4285.3	7147					
40.5	3752.1	40.5	3752.1	6597					
42	3290.0	42.0	3290.0	6052					
43.5	2884.2	43.5	2884.2	5524					
45	2527.9	45.0	2527.9	5020					
46.5	2214.5	46.5	2214.5	4545					
48	1938.4	48.0	1938.4	4101					
49.5	1694.5	49.5	1694.5	3690					
51	1478.9	51.0	1478.9	3310					
52.5	1288.5	52.5	1288.5	2962					
54	1120.8	54.0	1120.8	2644					
55.5	974.0	55.5	974.0	2355					
57	846.3	57.0	846.3	2093					
58.5	736.3	58.5	736.3	1857					
60	642.1	60.0	642.1	1644					
61.5	561.8	61.5	561.8	1454					
63	493.2	63.0	493.2	1285					
64.5	433.5	64.5	433.5	1135					
66	380.0	66.0	380.0	1002					
67.5	330.5	67.5	330.5	885					
69	288.2	69.0	288.2	780					
70.5	251.5	70.5	251.5	687					
72	219.1	72.0	219.1	604					
73.5	190.0	73.5	190.0	531					
75	162.2	75.0	162.2	467					
76.5	132.6	76.5	132.6	409					
78	108.4	78.0	108.4	356					
79.5	88.5	79.5	88.5	309					
81	72.2	81.0	72.2	268					
82.5	58.9	82.5	58.9	231					
84	48.1	84.0	48.1	198					
85.5	39.2	85.5	39.2	170					
87	31.9	87.0	31.9	145					
88.5	26.0	88.5	26.0	124					
90	19.3	90.0	19.3	105					
91.5	15.7	91.5	15.7	89					
93	12.8	93.0	12.8	75					
94.5	10.4	94.5	10.4	63					
96	8.5	96.0	8.5	53					
97.5	6.9	97.5	6.9	45					
99	5.6	99.0	5.6	38					
100.5	4.6	100.5	4.6	32					
102	3.7	102.0	3.7	27					
103.5	3.0	103.5	3.0	22					
105	1.8	105.0	1.8	19					
106.5	1.6	106.5	1.6	16					
108	1.3	108.0	1.3	13					
109.5	1.3	109.5	1.3	11					
111	1.3	111.0	1.3	9					
112.5	1.3	112.5	1.3	8					
114	1.3	114.0	1.3	6					
115.5	1.3	115.5	1.3	5					
117	1.3	117.0	1.3	5					
118.5	1.3	118.5	1.3	4					
120	1.3	120.0	1.3	4					

CAUDAL PARA TR DE 1000 AÑOS

N is inflow and O is outflow.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
-------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



Anexo A.4.- RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES EN HEC RAS

TR DE 2 AÑOS

River Sta	Min Chl El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Tirante (m)	River Sta	Min Chl El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Tirante (m)
200	384.32	390.5		390.58	0.000169	1.28	791.23	169.56	0.19	6.18	99	385.65	389.78	388.04	389.85	0.000304	1.22	830.38	300.19	0.23	4.13		
199	383.67	390.47		390.57	0.000024	1.43	706.04	165.06	0.22	6.8	98	384.24	389.8		389.84	0.000134	0.9	1120.97	337.95	0.16	5.56		
198	384.51	390.46		390.57	0.000048	1.44	703.94	168.16	0.22	5.95	97	384.43	389.79		389.84	0.00013	0.93	1094.24	312.36	0.16	5.36		
197	384.95	390.45		390.56	0.000285	1.49	678.46	170.03	0.24	5.5	96	383.46	389.79		389.83	0.000125	0.92	1096.36	306.93	0.16	6.32		
196	385.18	390.44		390.56	0.000276	1.48	682.36	169.29	0.24	5.26	95	384.22	389.76		389.83	0.000022	1.12	901.89	286.89	0.2	5.54		
195	385.3	390.45		390.55	0.000238	1.4	724.93	176.56	0.22	5.15	94	385.54	389.74		389.82	0.000306	1.24	815.75	287.23	0.24	4.2		
194	385.34	390.43		390.54	0.000263	1.46	694.02	170.4	0.23	5.09	93	385.93	389.72	388.07	389.81	0.000377	1.32	768.16	290.18	0.26	3.79		
193	385.16	390.44		390.53	0.000236	1.38	705.63	181.58	0.22	5.28	92	385.01	389.72	388.01	389.8	0.000359	1.3	777.68	287.35	0.25	4.71		
192	384.89	390.43		390.53	0.000247	1.4	722.62	179.91	0.22	5.54	91	386.02	389.71		389.8	0.00037	1.31	773.28	291.69	0.26	3.69		
191	385.18	390.42		390.52	0.000027	1.45	700.65	177.9	0.23	5.24	90	385.96	389.71		389.79	0.000332	1.27	794.66	287.43	0.24	3.75		
190	385.42	390.41		390.52	0.000278	1.47	690.44	175.49	0.24	4.99	89	385.78	389.69		389.78	0.000362	1.33	760.41	273.87	0.26	3.91		
189	385.35	390.5		390.51	0.000263	1.42	707.21	178.62	0.23	5.05	88	384.66	389.69	387.81	389.77	0.000297	1.36	807.41	267.99	0.23	5.03		
188	385.04	390.4		390.5	0.000242	1.38	734.13	184.89	0.22	5.36	87	385.66	389.68		389.77	0.000312	1.28	788.84	268.78	0.24	4.02		
187	385.4	390.4		390.5	0.000251	1.39	726.75	184.91	0.22	5	86	385.81	389.67		389.76	0.000331	1.33	762.97	258.91	0.25	3.86		
186	385.55	390.39		390.49	0.000253	1.42	711.82	176.54	0.23	4.84	85	385.8	389.66	387.85	389.75	0.000328	1.32	765.54	259.12	0.25	3.86		
185	385.65	390.37		390.48	0.000286	1.48	696.37	176.51	0.24	4.72	84	384.32	389.65	387.82	389.75	0.000336	1.35	747.79	248.91	0.25	4.09		
184	385.06	390.37		390.48	0.000259	1.44	704.67	175.33	0.23	5.31	83	385.51	389.63	387.86	389.74	0.000376	1.42	711.25	238.93	0.26	4.12		
183	385.64	390.37		390.47	0.000246	1.41	717.16	176.86	0.22	4.73	82	384.35	389.63		389.73	0.000334	1.36	754.57	284.7	0.25	5.28		
182	385.81	390.36		390.47	0.000264	1.44	701.98	176.22	0.23	4.55	81	385.47	389.61	387.87	389.72	0.000406	1.46	693.93	238.47	0.27	4.14		
181	385.84	390.36		390.46	0.000269	1.44	704.84	180.88	0.23	4.52	80	385.27	389.6	387.78	389.71	0.000375	1.43	707.65	236.35	0.26	4.33		
180	385.88	390.35		390.46	0.000268	1.44	701.08	177.36	0.23	4.47	79	385.25	389.6	387.77	389.7	0.000365	1.41	718.3	240.24	0.26	4.35		
179	385.99	390.34		390.45	0.000272	1.45	698.91	177.44	0.23	4.35	78	385.23	389.6	387.7	389.69	0.000328	1.34	753.58	250.01	0.25	4.37		
178	385.87	390.37		390.44	0.000285	1.47	690.3	178.43	0.24	4.46	77	384.23	389.59	387.79	389.68	0.000356	1.38	735.48	248.58	0.26	5.27		
177	386	390.33		390.44	0.000273	1.45	697.66	177.39	0.23	4.33	76	384.89	389.58	387.75	389.68	0.000357	1.4	725.61	241.59	0.26	4.69		
176	386.05	390.33	387.84	390.43	0.000268	1.44	705.15	179.96	0.23	4.28	75	384.62	389.57	387.78	389.67	0.000375	1.42	713.05	239.79	0.26	4.95		
175	386.04	390.33		390.43	0.000289	1.48	686.46	177.94	0.24	4.27	74	384.67	389.57		389.66	0.000395	1.33	762.21	232.83	0.23	4.9		
174	385.96	390.31		390.42	0.000295	1.49	680.12	175.93	0.24	4.35	73	384.97	389.53	387.71	389.65	0.000413	1.5	676.93	225.67	0.28	4.56		
173	385.92	390.31		390.41	0.00026	1.41	719.78	185.55	0.23	4.39	72	384.92	389.54		389.64	0.00037	1.41	738.65	241.54	0.26	4.62		
172	385.72	390.31		390.41	0.000263	1.42	715.34	183.03	0.23	4.58	71	384.9	389.53	387.74	389.63	0.000374	1.4	725.29	250.24	0.26	4.63		
171	385.9	390.3		390.4	0.000244	1.36	742.41	190.84	0.22	4.4	70	384.82	389.54	387.35	389.62	0.00027	1.25	808.53	256.44	0.23	4.72		
170	385.9	390.3		390.39	0.000235	1.34	755.8	195.65	0.22	4.4	69	384.86	389.53	387.32	389.61	0.000259	1.23	822.07	259.33	0.22	4.67		
169	385.75	390.28		390.39	0.000288	1.44	702.36	188.09	0.24	4.53	68	384.64	389.53	387.28	389.61	0.000254	1.24	817.31	250.81	0.22	4.89		
168	385.57	390.27		390.38	0.000276	1.45	699.84	180.66	0.23	4.7	67	385	389.51	387.69	389.6	0.000351	1.35	791.64	261.5	0.25	5.71		
167	385.65	390.27		390.37	0.00027	1.43	707.07	182.02	0.23	4.62	66	384.84	389.5	387.66	389.59	0.00035	1.33	760.04	268.83	0.25	4.66		
166	384.3	390.26		390.37	0.000272	1.42	715.26	187.74	0.23	5.96	65	384.75	389.5	387.66	389.58	0.000325	1.28	794.34	281.69	0.24	4.75		
165	383.35	390.26		390.36	0.000282	1.43	707.46	185.57	0.23	6.91	64	384.72	389.5	387.64	389.57	0.000303	1.21	839.69	307.4	0.23	4.78		
164	385.77	390.24		390.35	0.000337	1.51	670.05	188.89	0.26	4.47	63	384.55	389.5	387.6	389.56	0.000317	0.95	1065.51	359.42	0.18	4.36		
163	385.74	390.24		390.34	0.000273	1.39	728.64	199.01	0.23	4.5	62	384.1	389.52	386.49	389.55	0.000105	0.84	1212.54	347.29	0.14	5.42		
162	385.75	390.24		390.34	0.000295	1.41	717.42	202.92	0.24	4.49	61	384.14	389.52	386.33	389.55	0.000096	0.81	1253.61	353.25	0.14	5.38		
161	385.81	390.22		390.33	0.000383	1.49	679.81	215.9	0.27	4.41	60	384.34	389.52		389.55	0.000107	0.81	1257.87	387.47	0.14	5.18		
160	385.79	390.21		390.31	0.000371	1.46	695.05	222.69	0.26	4.42	59	384.69	389.51	386.7	389.54	0.000129	0.85	1185.22	365.12	0.15	5.29		
159	385.73	390.21	387.9	390.43	0.000386	1.4	722.52	229.03	0.25	4.48	58	384.83	389.51		389.54	0.000141	0.85	1191.26	416.11	0.16	6.03		
158	385.76	390.21		390.33	0.000289	1.31	771.93	240.49	0.23	4.45	57	384.08	389.5		389.54	0.000179	0.91	1109.16	416.92	0.18	5.42		
157	385.78	390.2		390.29	0.000357	1.43	706.48	225.18	0.26	4.41	56	384.73	389.49		389.54	0.000194	0.93	1088.65	422.73	0.19	4.76		
156	385.65	390.19		390.28	0.000304	1.38	712.34	218.58	0.24	4.54	55	384.6	389.48		389.53	0.000148	0.89	1123.63	417.97	0.18	5.71		
155	385.03	390.18		390.28	0.000286	1.36	743.88	215.9	0.23	5.15	54	384.35	389.49		389.53	0.000151	0.93	1091.07	353.85	0.17	5.14		
154	385.22	390.18		390.27	0.000281	1.37	741.83	211.32	0.23	4.96	53	384.73	389.47		389.52	0.000205	1.05	961.49	324.6	0.2	4.74		
153	385.23	390.17		390.26	0.000263	1.33	758.88	209.9	0.22	4.94	52	384.17	389.47		389.52	0.000176	0.97	1041.51	349.21	0.18	5.3		
152	384.58	390.18		390.25	0.000225	1.26	806.65	218.95	0.21	5.6	51	384.66	389.42		389.51	0.000262	1.29	956.44	330.92	0.15	5.29		
151	384.36	390.17		390.25	0.000213	1.22	832.7	227.85	0.2	5.81	50	384.43	389.42		389.5	0.000249	1.29	785.01	224.01	0.22	4.99		
150	384.5	390.17		390.25	0.000193	1.2	847.3	219.67	0.19	5.67	49	383.6	389.4		389.5	0.00028	1.38	733.28	204.95	0.23	5.8		
149	384.49	390.17		390.24	0.00018	1.18	858.7	217.5	0.19	5.68	48	383.86	389.37		389.49	0.000357	1.53	663.62	191.86	0.26	5.51		
148	384.52	390.15		390.24	0.000249	1.32	769.37	206.63	0.22	5.63	47	383.92	389.36		389.47	0.00037	1.57	617.14	191.75	0.27	6.24		
147	384.35	390.14		390.23	0.000238	1.35	752.54	190.71	0.22	5.79	46	382.92	389.34										

TR DE 5 AÑOS

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)
200	384.32	390.87		390.97	0.000193	1.4	854.44	170.81	0.2	6.55	99	385.45	390.12		388.16	390.21	0.000204	1.27	945.4	338.21	0.23	4.47	
199	383.67	390.84		390.96	0.000255	1.56	766.99	165.93	0.23	7.17	98	384.24	390.15			390.19	0.000142	0.96	1242.42	357.89	0.16	5.91	
198	384.51	390.83		390.95	0.000262	1.56	766.02	168.96	0.23	6.32	97	384.43	390.14			390.19	0.000143	0.99	1206.96	336.28	0.17	5.71	
197	384.95	390.82		390.95	0.000297	1.61	741.12	170.82	0.25	5.87	96	383.46	390.14			390.19	0.000135	0.99	1205.57	321.83	0.16	6.68	
196	385.18	390.81		390.94	0.000288	1.6	744.72	170.15	0.24	5.63	95	384.22	390.11			390.18	0.000219	1.19	1001.39	290.13	0.2	5.89	
195	385.3	390.82		390.93	0.000251	1.51	790.14	177.34	0.23	5.52	94	385.54	390.09			390.17	0.000204	1.1	915.8	291.45	0.23	4.55	
194	385.34	390.8		390.93	0.000276	1.58	756.64	171.16	0.24	5.46	93	385.93	390.07	388.2		390.17	0.000351	1.37	869.29	293.03	0.25	4.14	
193	385.16	390.8		390.92	0.000247	1.49	801.61	182.51	0.23	5.64	92	385.01	390.07	388.15		390.16	0.000339	1.36	878.07	291.28	0.25	5.06	
192	384.89	390.79		390.91	0.000258	1.51	788.87	180.88	0.23	5.9	91	386.02	390.06			390.15	0.000343	1.36	875.05	293.46	0.25	4.04	
191	385.18	390.78		390.91	0.000281	1.56	765	178.91	0.24	5.6	90	385.96	390.05			390.14	0.000313	1.33	894.97	289.17	0.24	4.09	
190	385.42	390.77		390.9	0.000289	1.58	754.8	176.59	0.24	5.35	89	385.78	390.04			390.14	0.00034	1.39	855.68	274.59	0.25	4.26	
189	385.35	390.77		390.89	0.000274	1.54	772.76	179.71	0.24	5.42	88	384.66	390.04	387.95		390.13	0.000287	1.33	894.58	268.54	0.23	5.38	
188	385.04	390.77		390.88	0.000253	1.49	802.09	186.01	0.23	5.73	87	385.66	390.03			390.12	0.0003	1.35	882.37	269.34	0.24	4.37	
187	385.4	390.76		390.88	0.000261	1.5	794.68	186.13	0.23	5.36	86	382.81	390.02			390.12	0.000318	1.4	852.93	250.4	0.25	4.21	
186	385.55	390.75		390.87	0.000265	1.54	776.4	177.77	0.23	5.2	85	385.8	390.01	387.99		390.11	0.000316	1.39	855.6	259.48	0.25	4.21	
185	385.65	390.74		390.87	0.000297	1.59	750.48	177.68	0.25	5.09	84	385.56	390	387.96		390.1	0.000326	1.43	834.25	249.95	0.25	4.44	
184	385.06	390.74		390.86	0.000272	1.55	768.62	176.37	0.24	5.68	83	385.51	389.98	388.01		390.09	0.000364	1.5	793.97	239.57	0.26	4.47	
183	385.64	390.73		390.85	0.000259	1.53	775.72	178.12	0.23	5.09	82	384.35	389.98			390.09	0.000325	1.42	857.29	239.87	0.25	5.63	
182	385.81	390.72		390.85	0.000277	1.56	766.18	177.47	0.24	4.91	81	385.47	389.95	388.02		390.04	0.000396	1.54	776.97	242.71	0.27	4.48	
181	385.84	390.72		390.84	0.000279	1.55	770.72	181.9	0.24	4.88	80	385.27	389.95	387.93		390.07	0.000367	1.51	789.71	239.22	0.27	4.68	
180	385.88	390.71		390.84	0.000279	1.56	765.53	178.21	0.24	4.83	79	385.25	389.95	387.91		390.06	0.000355	1.48	824.72	307.46	0.26	4.7	
179	385.99	390.71		390.83	0.000283	1.56	763.3	178.13	0.24	5.22	78	384.17	389.95	387.84		390.05	0.000328	1.42	841.57	237.96	0.25	4.72	
178	385.87	390.7		390.82	0.000296	1.58	754.99	179.1	0.25	4.83	77	384.32	389.93	387.93		390.04	0.000344	1.45	821.77	249.99	0.26	5.61	
177	386	390.69		390.82	0.000284	1.57	761.95	178.14	0.24	4.69	76	384.89	389.92	387.9		390.03	0.000347	1.47	809.3	242.91	0.26	5.03	
176	386.05	390.69	388.02	390.81	0.000278	1.55	770.37	182.04	0.24	4.64	75	384.62	389.91	387.93		390.03	0.000363	1.5	796.1	240.88	0.26	5.29	
175	386.04	390.68	388.08	390.8	0.000271	1.59	750.18	178.64	0.25	4.64	74	384.64	389.9			390.03	0.000364	1.5	796.1	240.88	0.26	5.29	
174	385.96	390.67		390.8	0.000306	1.6	743.59	176.55	0.25	4.71	73	384.97	389.88	387.88		390.01	0.000405	1.58	755	227.87	0.28	4.91	
173	385.92	390.67		390.79	0.00027	1.52	786.94	186.19	0.24	4.75	72	384.92	389.88			389.99	0.000358	1.49	802.32	242.6	0.26	4.96	
172	385.72	390.66		390.78	0.000273	1.53	781.45	183.57	0.24	4.94	71	384.9	389.88	387.9		389.99	0.000364	1.47	812.69	255.23	0.26	4.98	
171	385.9	390.66		390.77	0.000253	1.47	811.48	189.48	0.23	4.76	70	384.82	389.88	387.62		389.97	0.000266	1.33	897.66	257.38	0.23	5.06	
170	385.9	390.66		390.77	0.000244	1.44	826.79	186.96	0.22	4.76	69	384.84	389.88	387.58		389.97	0.000268	1.31	912.93	264	0.22	5.02	
169	385.75	390.64		390.76	0.000297	1.55	770.3	189.79	0.25	4.89	68	384.64	389.88	387.48		389.96	0.000247	1.31	940.23	313.7	0.22	5.24	
168	385.57	390.63		390.76	0.000288	1.56	764.76	181.7	0.24	5.06	67	385	389.85	387.83		389.96	0.000341	1.41	843.35	266.75	0.25	4.85	
167	385.65	390.63		390.75	0.000281	1.54	772.45	182.94	0.24	4.98	66	384.84	389.85	387.81		389.95	0.000338	1.4	854.71	275.13	0.25	5.01	
166	384.3	390.62		390.74	0.000282	1.52	782.86	189.21	0.24	5.32	65	384.75	389.85	387.83		389.94	0.000313	1.33	893.77	288.14	0.24	5.1	
165	383.35	390.61		390.74	0.000292	1.54	774.07	186.55	0.24	7.26	64	384.72	389.85	387.78		389.93	0.000281	1.26	958.17	337.44	0.23	5.13	
164	385.77	390.6		390.73	0.000342	1.62	737.8	190.07	0.26	4.83	63	384.55	389.87			389.92	0.000184	1	1198.35	401.07	0.18	5.32	
163	385.74	390.6		390.72	0.000279	1.49	800.22	199.92	0.24	4.86	62	384.1	389.87	386.64		389.91	0.000207	0.89	1335.05	350.13	0.15	5.77	
162	385.75	390.59		390.71	0.000298	1.51	790.48	203.95	0.24	4.84	61	384.14	389.87	386.48		389.91	0.000298	0.87	1378.04	355.1	0.14	5.72	
161	385.81	390.58		390.7	0.000374	1.57	758.02	217.74	0.27	4.77	60	384.34	389.87			389.91	0.00011	0.89	1397.14	402.7	0.15	5.53	
160	385.79	390.57		390.69	0.000362	1.54	775.96	224.94	0.26	4.78	59	384.22	389.86	386.84		389.9	0.000119	0.9	1336.4	417.24	0.15	5.64	
159	385.73	390.57		390.68	0.000329	1.48	805.99	231.87	0.25	4.84	58	383.48	389.86			389.9	0.000134	0.89	1338.31	419.55	0.16	6.38	
158	385.76	390.56		390.67	0.000384	1.39	859.84	243.55	0.24	4.82	57	384.08	389.85			389.9	0.000166	0.95	1256.58	419.57	0.18	5.77	
157	385.78	390.55		390.67	0.000384	1.51	789.65	245.73	0.27	4.77	56	384.73	389.85			389.89	0.000177	0.96	1238.25	425.18	0.18	5.12	
156	385.65	390.55		390.66	0.000314	1.47	812.49	226.61	0.25	4.9	55	384.07	389.84			389.89	0.000167	0.95	1259.73	424.42	0.18	5.77	
155	385.03	390.54		390.65	0.000289	1.45	822.15	218.52	0.24	5.51	54	384.35	389.84			389.89	0.000151	0.98	1236.78	362.54	0.17	5.49	
154	385.22	390.54		390.64	0.000386	1.46	818.22	213.38	0.24	5.32	53	384.73	389.82			389.88	0.000201	1.11	1076.08	330.45	0.21	6.72	
153	385.23	390.53		390.64	0.00027	1.43	834.85	212.52	0.23	5.3	52	384.17	389.82			389.87	0.000169	1.02	1164.04	349.82	0.18	5.65	
152	384.58	390.54		390.63	0.000231	1.35	885.86	220.61	0.21	5.96	51	384.23	389.77			389.87	0.000266	1.38	862.05	323.67	0.23	5.54	
151	384.36	390.54		390.62	0.000226	1.3	916.54	236.66	0.21	6.18	50	384.43	389.76			389.86	0.000254	1.38	861.89	224.9	0.23	5.33	
150	384.5	390.53		390.61	0.000205	1.29	927.68	225.89	0.2	6.03	49	384.6	389.74			389.85	0.000289	1.4	862.99	305.58	0.23	5.74	
149	384.49	390.53		390.61	0.000194	1.27	938.2	224.09	0.2	6.04	48	383.86	389.71			389.84	0.000365	1.64	728.27	192.48	0.27	5.85	
148	384.52	390.5		390.61	0.000263	1.41	845.86	216.58	0.23	5.98	47	383.12	389.69			389.84							

TR DE 10 AÑOS

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)
200	384.32	391.88		392.03	0.000218	1.7	1030.29	179.05	0.22	7.56	99	385.45	391.08	388.51	391.18	0.000246	1.41	1280.29	357.19	0.22	5.43		
199	383.67	391.84		392.02	0.00029	1.87	935.41	168.32	0.25	8.17	98	384.24	391.11		391.17	0.000137	1.1	1589.41	361.63	0.17	6.87		
198	384.51	391.84		392.02	0.000294	1.87	941.12	202.02	0.25	7.33	97	384.43	391.1		391.17	0.000148	1.13	1548.37	361.75	0.17	6.67		
197	384.95	391.82		392.01	0.000323	1.91	927.52	221.36	0.27	6.87	96	383.46	391.1		391.16	0.00015	1.13	1545.45	364.75	0.18	7.64		
196	385.18	391.82		392	0.000318	1.91	925.11	215.09	0.26	6.64	95	384.22	391.06		391.16	0.000225	1.35	1321.39	362.49	0.21	6.84		
195	385.3	391.83		391.99	0.000278	1.8	975.72	202.39	0.25	6.53	94	385.54	391.04		391.15	0.000268	1.45	1230.86	349.97	0.23	5.5		
194	385.34	391.81		391.98	0.000304	1.88	941.52	209.13	0.26	6.46	93	385.93	391.03	388.58	391.14	0.000305	1.5	1192.58	354.22	0.25	5.1		
193	385.16	391.81		391.97	0.000273	1.77	988.95	200.91	0.25	6.65	92	385.01	391.03		391.14	0.00029	1.48	1223.9	354.96	0.24	6.02		
192	384.89	391.8		391.97	0.000283	1.8	987.59	227.74	0.25	6.91	91	386.02	391.01		391.13	0.000297	1.51	1164.16	336.88	0.25	4.99		
191	385.18	391.79		391.96	0.000304	1.84	964.96	225.56	0.26	6.61	90	385.96	391.01		391.12	0.000279	1.49	1175.27	314.55	0.24	5.05		
190	385.42	391.77		391.95	0.000315	1.88	940.93	228.71	0.26	6.35	89	385.78	390.99		391.12	0.000305	1.57	1120.92	291.3	0.25	5.21		
189	385.35	391.77		391.95	0.000301	1.83	961.1	228.89	0.26	6.42	88	384.66	390.99	388.33	391.11	0.00027	1.52	1150.87	270.02	0.24	6.33		
188	385.04	391.78		391.94	0.000277	1.77	990.57	189.07	0.25	6.74	87	385.66	390.99		391.1	0.000271	1.52	1185.08	328.78	0.24	5.33		
187	385.4	391.77		391.93	0.000284	1.78	990.97	200.13	0.25	6.97	86	382.81	390.97		391.9	0.00029	1.58	1144.37	321.56	0.24	5.16		
186	385.55	391.75		391.92	0.000294	1.83	959.01	203.53	0.25	6.2	85	385.8	390.96	388.37	391.09	0.000288	1.57	1144.46	315.03	0.24	5.16		
185	385.65	391.73		391.92	0.000322	1.89	929.86	187.84	0.27	6.08	84	385.56	390.95	388.35	391.08	0.000302	1.62	1115.85	309.93	0.25	5.39		
184	385.06	391.73		391.91	0.0003	1.85	954.25	210.12	0.26	6.67	83	385.51	390.93	388.41	391.08	0.000332	1.69	1073.74	301.39	0.26	5.42		
183	385.64	391.73		391.9	0.000286	1.82	979.29	220.55	0.25	6.09	82	384.35	390.94		391.06	0.000294	1.59	1145.24	302.25	0.25	5.59		
182	385.81	391.72		391.89	0.000306	1.85	952.26	210.53	0.26	5.91	81	385.47	390.91		391.06	0.000346	1.69	1080.27	310.47	0.27	5.44		
181	385.84	391.71		391.89	0.000304	1.84	954.01	192.55	0.26	5.87	80	385.27	390.91	388.35	391.05	0.000327	1.68	1092.7	302.6	0.26	5.64		
180	385.88	391.7		391.88	0.000307	1.86	943.86	184.42	0.26	5.82	79	385.25	390.91	388.33	391.04	0.000311	1.64	1121.64	311.23	0.25	5.66		
179	385.99	391.69		391.87	0.000311	1.86	940.97	180.04	0.26	6.71	78	384.35	390.91		391.03	0.000295	1.56	1162.08	317.34	0.25	5.18		
178	385.87	391.69		391.87	0.000321	1.88	934.34	198.63	0.26	5.82	77	384.32	390.88	388.32	391.02	0.000324	1.65	1061.09	253.87	0.26	6.56		
177	386	391.68		391.86	0.000311	1.86	942.71	211.82	0.26	5.68	76	384.89	390.87	388.3	391.02	0.00033	1.68	1041.36	246.55	0.26	5.98		
176	386.05	391.68	388.51	391.85	0.000304	1.84	950.42	186.61	0.26	5.63	75	384.62	390.86	388.34	391.01	0.000342	1.71	1028.85	244.31	0.27	6.24		
175	386.04	391.67		391.85	0.000305	1.89	928.15	180.48	0.27	6.53	74	384.63	390.86		391.01	0.000299	1.64	1080.29	296.11	0.22	6.18		
174	385.96	391.65		391.84	0.000333	1.91	918.64	178.24	0.27	5.69	73	384.97	390.83	388.32	390.99	0.000413	1.76	1022.81	292.32	0.29	5.86		
173	385.92	391.66		391.83	0.000293	1.8	972.21	187.96	0.25	5.74	72	384.92	390.83		390.98	0.000334	1.69	1048.44	284.16	0.26	5.91		
172	385.72	391.65		391.82	0.000299	1.82	963.62	185.05	0.25	5.93	71	384.9	390.84	388.31	390.97	0.000326	1.62	1112.15	311.25	0.26	5.94		
171	385.9	391.65		391.81	0.000275	1.75	1002.07	193.25	0.25	5.75	70	384.84	390.84		390.96	0.000252	1.52	1185.96	315.43	0.23	6.02		
170	385.9	391.65		391.8	0.000264	1.71	1023.87	200.13	0.24	5.75	69	384.86	390.84	387.98	390.95	0.000268	1.47	1231	318.97	0.25	5.98		
169	385.75	391.63		391.8	0.000317	1.83	961.08	198.32	0.26	5.88	68	384.64	390.84	387.96	390.94	0.000233	1.48	1242.74	318.58	0.22	6.2		
168	385.57	391.61		391.79	0.000313	1.85	945.67	192.44	0.26	6.04	67	385	390.82	388.24	390.94	0.000302	1.55	1161.76	321.42	0.25	5.82		
167	385.65	391.61		391.78	0.000306	1.84	929.76	207.26	0.26	5.96	66	384.84	390.81	388.21	390.93	0.000304	1.54	1165.57	331.12	0.25	5.97		
166	384.3	391.61		391.77	0.000303	1.8	978.22	216.24	0.26	7.31	65	384.75	390.81	388.18	390.92	0.000277	1.47	1217.56	343.88	0.24	6.06		
165	383.35	391.6		391.77	0.000312	1.83	967.17	218.78	0.26	8.25	64	384.72	390.82	388.17	390.91	0.00024	1.39	1292.29	351.01	0.22	6.1		
164	385.77	391.58		391.76	0.000352	1.89	929.97	229.24	0.28	5.81	63	384.55	390.84		390.9	0.00016	1.1	1596.46	415.75	0.18	6.29		
163	385.74	391.59		391.76	0.000292	1.75	1001.11	227.14	0.25	5.85	62	384.1	390.84	387.04	390.89	0.000206	1.03	1745.11	417.97	0.15	6.74		
162	385.75	391.58		391.75	0.000305	1.76	988.19	249.25	0.26	6.83	61	384.14	390.84	386.89	390.89	0.000268	1.08	1792.18	415.34	0.15	6.06		
161	385.81	391.57		391.73	0.000354	1.79	983.35	244.47	0.27	5.76	60	384.34	390.84		390.89	0.000107	0.98	1793.88	413.41	0.15	6.5		
160	385.79	391.57		391.72	0.000339	1.75	1013.52	261.89	0.27	5.78	59	384.22	390.83	387.21	390.89	0.000113	1.03	1749.23	432.42	0.15	6.61		
159	385.73	391.57		391.71	0.00031	1.68	1053.36	271	0.26	5.84	58	383.48	390.83		390.88	0.000122	1	1751.14	429.04	0.16	7.35		
158	385.76	391.57		391.7	0.000269	1.58	1116.8	281.72	0.24	5.81	57	384.08	390.82		390.88	0.000142	1.05	1697.8	425.4	0.17	6.74		
157	385.78	391.55		391.69	0.000344	1.68	1048.93	281.89	0.26	5.77	56	384.73	390.82		390.88	0.000149	1.06	1655.98	431.95	0.17	6.09		
156	385.65	391.55		391.68	0.000332	1.63	1108.37	333.69	0.26	5.9	55	384.07	390.82		390.87	0.00014	1.05	1675.97	429.4	0.17	6.75		
155	385.03	391.54		391.66	0.000343	1.63	1103.12	337.71	0.26	6.51	54	384.35	390.81		390.87	0.000146	1.11	1588.45	407.21	0.17	6.46		
154	385.22	391.53		391.65	0.000365	1.65	1095.4	346.82	0.27	6.13	53	384.73	390.79		390.87	0.000187	1.25	1401.69	365.32	0.15	6.06		
153	385.23	391.53		391.68	0.000361	1.63	1101.07	354.04	0.27	6.3	52	384.17	390.79		390.86	0.000157	1.16	1501.93	351.53	0.18	6.62		
152	384.58	391.53		391.65	0.000316	1.56	1146.82	353.88	0.25	6.95	51	384.23	390.72		390.85	0.000275	1.61	1084.84	237.5	0.24	6.49		
151	384.36	391.53		391.64	0.000253	1.5	1183.3	328.53	0.23	7.17	50	384.43	390.71		390.84	0.000267	1.63	1075.6	227.36	0.24	6.28		
150	384.5	391.52		391.7	0.000322	1.67	1187.18	302.87	0.22	7.03	49	384.68	390.68		390.79	0.000269	1.62	995.36	197.31	0.23	7.18		
149	384.49	391.52		391.63	0.000223	1.49	1203.99	309.97	0.22	7.03	48	383.86	390.63		390.82	0.000385	1.93	907.66	196.17	0.29	6.77		
148	384.52	391.49		391.63	0.000289	1.63	1114.11	327.43	0.24	6.97	47	383.12	390.62		390.82	0.000419	1.96	895.17	200.71	0.3	7.5		
147	384.35	391.47		391.62	0.00031	1.69	1063.71	289.48	0.25	7.12													

TR DE 20 AÑOS

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Tirante (m)	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Tirante (m)
200	384.32	393.29		393.52	0.00026	2.12	1227.34	219.58	0.25	8.97	99	385.45	392.46	389.04	392.59	0.000218	1.6	1173.61	360.77	0.22	6.81
199	383.67	393.24		393.51	0.000332	2.3	1232.34	218.21	0.28	9.57	98	384.24	392.48		392.57	0.000135	1.31	2097.92	364.1	0.17	8.24
198	384.51	393.24		393.5	0.00033	2.28	1249.28	222.3	0.28	8.73	97	384.43	392.48		392.57	0.000143	1.34	2047.53	366.94	0.18	8.05
197	384.95	393.22		393.49	0.00035	2.31	1238.76	223.5	0.29	8.27	96	383.46	392.47		392.56	0.000143	1.33	2049.11	369.09	0.18	9.01
196	385.18	393.22		393.48	0.000348	2.31	1235.6	224	0.29	8.04	95	384.22	392.44		392.56	0.000203	1.55	1821.19	365.55	0.21	8.22
195	385.3	393.22		393.47	0.00031	2.2	1295.87	225.48	0.27	7.92	94	385.54	392.42		392.55	0.000343	1.64	1720.1	363.82	0.23	6.88
194	385.34	393.2		393.46	0.000332	2.29	1254.44	229.73	0.28	7.86	93	385.93	392.41	389.14	392.55	0.000256	1.68	1690.93	363.69	0.24	6.48
193	385.16	393.21		393.45	0.000303	2.16	1303.44	231.77	0.27	8.05	92	385.01	392.4	389.09	392.54	0.000246	1.66	1720.04	362.51	0.23	7.39
192	384.89	393.2		393.44	0.000309	2.17	1308.72	230.49	0.27	8.31	91	386.02	392.39		392.53	0.000258	1.71	1652.65	359.8	0.24	6.37
191	385.18	393.19		393.43	0.000328	2.22	1296.92	231.6	0.28	8.01	90	385.96	392.38		392.53	0.000247	1.71	1658.11	357.12	0.24	6.42
190	385.42	393.17		393.43	0.000341	2.26	1262.44	232.01	0.28	7.75	89	385.78	392.36		392.52	0.000271	1.79	1591.69	354.66	0.25	6.58
189	385.35	393.17		393.42	0.000326	2.21	1286.92	234.92	0.28	7.82	88	384.66	392.36	388.89	392.51	0.000242	1.74	1655.23	346.94	0.23	7.7
188	385.04	393.17		393.41	0.000307	2.15	1308.06	234.89	0.27	8.13	87	385.66	392.36		392.51	0.000246	1.75	1642.76	337.92	0.24	6.7
187	385.4	393.17		393.4	0.000309	2.15	1313.29	232.84	0.27	7.77	86	382.81	392.34		392.5	0.000264	1.81	1590.32	331.04	0.24	6.53
186	385.55	393.14		393.39	0.000327	2.23	1271.32	230.09	0.28	7.59	85	385.8	392.33	388.95	392.5	0.000263	1.81	1580.6	325.29	0.24	6.53
185	385.65	393.12		393.38	0.000354	2.29	1232.95	226.24	0.29	7.47	84	385.56	392.32	388.95	392.49	0.000278	1.86	1545.12	325.46	0.25	6.76
184	385.06	393.12		393.37	0.000331	2.25	1261.45	223.01	0.28	8.06	83	385.51	392.3	389.02	392.48	0.000303	1.94	1493.67	330.03	0.26	6.79
183	385.64	393.12		393.36	0.000317	2.2	1288.08	224.25	0.27	7.48	82	384.35	392.32		392.47	0.00037	1.83	1555.93	319.95	0.25	7.96
182	385.81	393.1		393.36	0.000336	2.24	1265.87	228.95	0.28	7.29	81	385.47	392.28	389.06	392.46	0.000303	1.92	1510.01	317.37	0.26	6.81
181	385.84	393.1		393.35	0.000336	2.23	1259.23	230.9	0.28	7.26	80	385.27	392.28	388.98	392.46	0.000294	1.92	1516.67	319.09	0.26	7.01
180	385.88	393.08		393.34	0.000341	2.26	1245.96	229.39	0.28	7.2	79	385.25	392.28	388.95	392.45	0.000279	1.88	1552.86	322.17	0.25	7.03
179	385.99	393.08		393.34	0.000345	2.27	1244.01	232.33	0.28	7.19	78	385.28	392.28		392.44	0.000262	1.79	1603.67	320.92	0.24	7.05
178	385.87	393.07		393.33	0.00035	2.27	1251.4	234.69	0.29	7.2	77	384.32	392.27	388.93	392.43	0.00028	1.84	1579.06	329.98	0.25	7.95
177	386	393.06		393.32	0.00034	2.26	1262.51	235.06	0.28	7.06	76	384.89	392.25	388.92	392.43	0.000292	1.89	1537.11	331.72	0.26	7.36
176	386.05	393.07	389.26	393.31	0.000326	2.21	1296.33	237.46	0.28	7.02	75	384.62	392.24	388.95	392.42	0.000296	1.92	1522.26	328.19	0.26	7.62
175	386.04	393.07	389.33	393.3	0.000326	2.26	1271.16	236.41	0.28	7.01	74	384.61	392.23		392.41	0.000294	1.9	1504.62	310.06	0.27	7.34
174	385.96	393.02		393.29	0.000372	2.33	1204.06	233.88	0.29	7.06	73	384.97	392.21	388.98	392.41	0.000358	1.97	1437.33	320.51	0.28	7.24
173	385.92	393.03		393.28	0.000329	2.21	1257.02	229.29	0.28	7.11	72	384.92	392.21		392.4	0.000307	1.95	1464.12	330.86	0.26	7.29
172	385.72	393.02		393.27	0.000336	2.23	1248.73	230.5	0.28	7.3	71	384.9	392.22	388.92	392.39	0.000284	1.84	1547.88	319.43	0.25	7.32
171	385.9	393.02		393.26	0.000309	2.15	1295.01	230.22	0.27	7.12	70	384.82	392.22	388.64	392.38	0.000237	1.76	1628.71	326.78	0.23	7.4
170	385.9	393.03		393.25	0.000297	2.1	1318.29	229.9	0.26	7.13	69	384.86	392.23		392.37	0.00027	1.7	1680.53	329.31	0.23	7.37
169	385.75	392.99		393.24	0.000338	2.22	1261.22	229.22	0.28	7.24	68	384.64	392.22		392.36	0.000221	1.72	1693.09	330.04	0.23	7.58
168	385.57	392.97		393.23	0.00034	2.26	1247.37	227.92	0.28	7.4	67	385	392.2	388.84	392.36	0.000262	1.77	1613.92	329.99	0.24	7.2
167	385.65	392.97		393.22	0.000332	2.24	1263.75	224.91	0.28	7.32	66	384.84	392.2	388.83	392.35	0.000259	1.74	1628.12	354.87	0.24	7.36
166	384.3	392.97		393.21	0.000323	1.18	1296.19	224.72	0.27	8.67	65	384.75	392.21	388.76	392.34	0.000237	1.67	1709.13	377.1	0.23	7.46
165	383.35	392.96		393.21	0.000332	2.21	1293.51	241.38	0.28	9.61	64	384.72	392.21	388.73	392.34	0.000212	1.58	1791.12	365.07	0.22	7.49
164	385.77	392.94		393.2	0.000361	2.26	1257.65	243.51	0.29	7.17	63	384.55	392.24		392.32	0.00014	1.25	2187.76	428.74	0.18	7.69
163	385.74	392.96		393.18	0.000306	2.11	1343.21	256.58	0.27	7.22	62	384.1	392.24	387.68	392.31	0.000306	1.22	2340.61	431.29	0.16	8.14
162	385.75	392.95		393.17	0.000331	2.1	1370.2	252.84	0.27	7.2	61	384.14	392.24		392.31	0.0001	1.19	2381.7	427.1	0.15	8.1
161	385.81	392.93		393.17	0.000336	2.09	1367.32	286.96	0.28	7.14	60	384.34	392.24		392.31	0.000107	1.15	2383.68	428.83	0.16	7.9
160	385.79	392.95		393.16	0.000319	2.03	1412.46	294.91	0.27	7.16	59	384.22	392.23	387.75	392.31	0.00011	1.22	2375.89	490.76	0.16	8.01
159	385.73	392.96		393.15	0.000292	1.95	1467.25	305.92	0.26	7.23	58	383.48	392.23		392.3	0.000115	1.16	236.76	442.7	0.16	8.75
158	385.76	392.96		393.14	0.000257	1.85	1543.82	314.22	0.24	7.2	57	384.68	392.22		392.3	0.000128	1.2	2269.6	439.78	0.17	8.14
157	385.78	392.94		393.13	0.000306	1.92	1478.28	325.72	0.26	7.16	56	384.73	392.22		392.3	0.000131	1.2	2268.27	441.68	0.17	7.49
156	385.65	392.95		393.12	0.000282	1.82	1579.82	338.91	0.25	7.3	55	384.07	392.22		392.29	0.000124	1.2	2282.82	436.61	0.17	8.15
155	385.03	392.95		393.11	0.000286	1.82	1579.94	341.69	0.25	7.92	54	384.35	392.21		392.29	0.000132	1.28	2187.75	436.83	0.17	7.86
154	385.22	392.94		393.11	0.000296	1.82	1587.47	359.25	0.25	7.82	53	384.73	392.18		392.28	0.000171	1.4	1924.17	390.98	0.17	7.45
153	385.23	392.94		393.1	0.000291	1.8	1603.06	357.29	0.25	7.71	52	384.17	392.18		392.28	0.000151	1.37	1998.29	383.55	0.18	8.01
152	384.58	392.94		393.09	0.000265	1.74	1647.84	356.71	0.24	8.36	51	384.23	392.07		392.26	0.000287	1.93	1418.6	274.55	0.26	7.84
151	384.36	392.94		393.08	0.000243	1.71	1675.75	354.63	0.23	8.58	50	384.43	392.06		392.26	0.000285	1.97	1394.56	267.6	0.26	7.63
150	384.5	392.93		393.07	0.000247	1.73	1665.26	350.71	0.23	8.43	49	384.63	392.06		392.26	0.000335	2.06	1181.66	246.43	0.24	7.94
149	384.49	392.93		393.07	0.00023	1.72	1683.56	347.39	0.23	8.44	48	383.86	391.96		392.24	0.000406	2.34	1188.61	248.37	0.3	8.1
148	384.52	392.9		393.07	0.000274	1.84	1592.27	343.43	0.25	8.38	47	383.12	391.95		392.23	0.000443	2.34	1173.52	254.93	0.32	8.83
147	384.35	392.87		393.06	0.000289	1.94	1517.58	327.24	0.25	8.52	46	382.92	391.9		392.22	0.000467	2.47	1119.27	244.98	0.33	8.98
146	384.51	392.87		393.04	0.000314	2	1478.2	320.68	0.26	8											

TR DE 50 AÑOS

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chi (m)	Tirante (m)
200	384.32	395.08		395.43	0.000302	2.62	1724.36	222.5	0.38	10.76	99	385.45	394.26	389.77	394.43	0.000198	1.85	2448.86	3172.8	0.22	8.61		
199	383.67	395.03		395.41	0.000369	2.8	1627.44	222.33	0.31	11.16	98	384.24	394.29		394.41	0.000135	1.57	2763.41	378.69	0.18	10.05		
198	384.51	395.03		395.4	0.000364	2.77	1650.22	225.14	0.3	10.52	97	384.43	394.28		394.41	0.000141	1.59	2725.42	378.35	0.19	9.85		
197	384.95	395.02		395.4	0.000377	2.78	1642.17	226.26	0.31	10.07	96	383.46	394.28		394.41	0.000139	1.59	2727.6	377.26	0.19	10.82		
196	385.18	395.01		395.39	0.000374	2.79	1639.93	226.99	0.31	8.83	95	384.22	394.24		394.4	0.000387	1.8	2484.41	376.87	0.21	10.02		
195	385.3	395.02		395.37	0.000341	2.68	1693.01	229.2	0.29	9.72	94	385.54	394.22		394.4	0.000214	1.88	2387.94	373.65	0.23	8.68		
194	385.34	394.99		395.36	0.000355	2.77	1668.97	233.09	0.3	9.65	93	385.93	394.21	389.9	394.39	0.000222	1.91	2356.49	371.27	0.23	8.28		
193	385.16	395.01		395.35	0.000331	2.62	1722.79	235.1	0.29	9.85	92	385.01	394.21	389.86	394.39	0.000216	1.9	2383.38	371.23	0.23	9.2		
192	384.89	395		395.34	0.000336	2.63	1726.04	234.02	0.29	10.11	91	386.02	394.19		394.38	0.000226	1.96	2386.79	365.99	0.24	8.17		
191	385.18	394.96		395.33	0.000352	2.67	1706.29	235.32	0.3	9.8	90	385.96	394.19		394.38	0.000222	1.96	2307.41	361.74	0.23	8.23		
190	385.42	394.96		395.33	0.000365	2.71	1682.5	236.25	0.3	9.54	89	385.78	394.16		394.37	0.000242	2.05	2240.43	362.11	0.24	8.38		
189	385.35	394.97		395.31	0.00035	2.66	1712.57	239.14	0.3	9.62	88	384.66	394.17	389.68	394.36	0.000224	2.01	2292.97	358.97	0.24	9.51		
188	385.04	394.97		395.3	0.00033	2.6	1731.66	239.23	0.29	9.93	87	385.66	394.16		394.36	0.000229	2.03	2258.05	345.09	0.24	8.5		
187	385.4	394.96		395.3	0.000335	2.67	1732.65	239.64	0.29	9.56	86	385.81	394.14		394.35	0.000244	2.1	2193.19	341.2	0.25	8.33		
186	385.55	394.93		395.29	0.000356	2.69	1686.99	234.85	0.3	9.38	85	385.8	394.13	389.76	394.35	0.000245	2.11	2182.66	342.84	0.25	8.33		
185	385.65	394.9		395.28	0.000381	2.75	1640.1	230.7	0.31	9.25	84	385.56	394.12	389.78	394.34	0.000256	2.15	2152.94	342.06	0.25	8.56		
184	385.06	394.9		395.27	0.000362	2.72	1661.98	226.72	0.3	9.84	83	385.51	394.1	389.87	394.33	0.000275	2.23	2103.59	341.33	0.26	8.59		
183	385.64	394.9		395.26	0.000348	2.67	1692.25	228.97	0.3	9.26	82	384.35	394.1		394.32	0.000249	2.12	2177.72	345.5	0.25	9.75		
182	385.81	394.89		395.25	0.000364	2.7	1678.85	233.88	0.3	9.08	81	385.47	394.08	389.94	394.32	0.000276	2.21	2103.45	351.18	0.26	8.61		
181	385.84	394.88		395.24	0.000362	2.69	1674.46	234.79	0.3	9.04	80	385.27	394.08	389.86	394.31	0.000269	2.21	2110.41	336.8	0.26	8.81		
180	385.88	394.86		395.23	0.000369	2.73	1656.66	232.41	0.31	8.98	79	385.25	394.08	389.91	394.3	0.000258	2.17	2148.02	339.72	0.25	8.83		
179	385.99	394.8		395.22	0.000372	2.74	1660.06	235.29	0.31	8.86	78	384.95	394.08	389.71	394.29	0.000242	2.08	2209.9	354.27	0.25	8.85		
178	385.87	394.85		395.22	0.000372	2.73	1671.96	237.5	0.31	8.98	77	384.32	394.07	389.76	394.29	0.000256	2.11	2189.13	355.93	0.25	9.75		
177	386	394.85		395.21	0.000364	2.71	1683.77	237.93	0.3	8.85	76	384.89	394.05	389.77	394.28	0.000264	2.17	2140.34	341.03	0.26	9.16		
176	386.05	394.85	390.28	395.2	0.000348	2.66	1722.05	236.5	0.3	8.8	75	384.62	394.04	389.81	394.27	0.000269	2.2	2132.12	338.76	0.26	9.42		
175	386.04	394.8	390.37	395.1	0.000357	2.71	1695.28	238.63	0.3	8.79	74	384.61	394.03	389.8	394.26	0.000276	2.1	2065.63	317.41	0.26	9.21		
174	385.96	394.79		395.08	0.000398	2.81	1620.23	236.55	0.31	8.83	73	384.97	394.01	389.88	394.26	0.000314	2.25	2011.36	333.84	0.27	9.04		
173	385.92	394.8		395.06	0.000358	2.68	1671.43	235.33	0.3	8.88	72	384.92	394.01		394.25	0.000283	2.25	2040.64	330.79	0.26	9.09		
172	385.72	394.79		395.15	0.000366	2.71	1661.51	234.6	0.3	9.07	71	384.9	394.02	389.76	394.24	0.000259	2.13	2136.61	331.73	0.25	9.12		
171	385.9	394.8		395.14	0.000338	2.63	1704.73	232.37	0.29	8.9	70	384.84	394.03	389.45	394.23	0.000226	2.06	2227.51	334.12	0.24	9.21		
170	385.9	394.79		395.04	0.000316	2.57	1727.93	231.1	0.28	8.9	69	384.86	394.03	389.4	394.22	0.000216	1.99	2285.16	336.74	0.23	9.38		
169	385.75	394.76		395.12	0.000357	2.68	1670.68	234.19	0.3	9.01	68	384.64	394.02	389.78	394.22	0.000214	2.02	2295.78	336.73	0.23	9.38		
168	385.57	394.74		395.1	0.000364	2.74	1653.22	232.62	0.3	9.17	67	385	394.01	389.67	394.21	0.000238	2.04	2217.2	337.41	0.24	9.01		
167	385.65	394.73		395.1	0.000357	2.72	1662.73	228.63	0.3	9.08	66	384.84	394.01	389.66	394.21	0.000227	1.98	2462.15	346.31	0.24	9.17		
166	384.3	394.74		395.09	0.000342	2.64	1714.28	238.27	0.29	10.44	65	384.75	394.02	389.57	394.2	0.00021	1.91	2486.6	471.34	0.23	9.27		
165	383.35	394.73		395.08	0.000349	2.66	1725.91	248.65	0.3	11.38	64	384.72	394.03	389.59	394.19	0.000188	1.81	2618.45	473.44	0.21	9.31		
164	385.77	394.71		395.07	0.000368	2.7	1698	262.18	0.31	8.94	63	384.55	394.06		394.17	0.000127	1.46	3005.07	492.73	0.18	9.51		
163	385.74	394.74		395.05	0.000314	2.53	1825.34	280.26	0.28	9	62	384.1	394.06	388.47	394.16	0.000105	1.44	3286.18	533.85	0.16	9.96		
162	385.75	394.74		395.04	0.000311	2.49	1871.53	280.77	0.28	8.96	61	384.14	394.06	388.27	394.16	0.000104	1.44	3224.07	526.89	0.16	9.85		
161	385.81	394.73		395.03	0.00032	2.44	1891.65	300.05	0.28	8.93	60	384.34	394.07		394.16	0.000102	1.34	3297.32	535.9	0.16	9.73		
160	385.79	394.75		395.02	0.000302	2.37	1949.9	307.97	0.27	8.96	59	384.22	394.06	388.55	394.15	0.000104	1.41	3343.06	533.6	0.16	9.84		
159	385.73	394.76		395.01	0.000276	2.27	2030.96	318.56	0.26	9.03	58	383.48	394.06		394.15	0.00011	1.35	3222.52	521.21	0.16	10.58		
158	385.76	394.77		395	0.000247	2.17	2117.02	323.04	0.25	9.01	57	384.08	394.05		394.15	0.00012	1.4	3075.55	444.7	0.17	9.37		
157	385.78	394.75		394.99	0.000276	2.21	2072.86	331.79	0.26	8.97	56	384.73	394.05		394.15	0.000122	1.4	3085.63	454.34	0.17	9.32		
156	385.65	394.77		394.98	0.00025	2.08	2200.27	345.15	0.25	9.12	55	384.07	394.04		394.14	0.000115	1.41	3087.22	445.97	0.17	9.97		
155	385.03	394.76		394.97	0.000252	2.08	2209.72	351.1	0.25	9.73	54	384.35	394.03		394.14	0.000123	1.49	299.07	445.32	0.18	9.68		
154	385.22	394.75		394.96	0.000253	2.09	2246.14	362.71	0.25	9.54	53	384.73	394.09		394.13	0.000157	1.67	2638.37	427.03	0.18	9.85		
153	385.23	394.73		394.96	0.00025	2.04	2256.27	360.28	0.25	9.53	52	384.17	394		394.13	0.000145	1.61	2760.45	423	0.19	9.83		
152	384.58	394.76		394.95	0.000233	1.99	2300.41	360.13	0.24	10.18	51	384.23	393.86		394.11	0.000284	2.27	2017.25	399.33	0.27	9.63		
151	384.36	394.76		394.95	0.00022	1.97	2323.41	357.3	0.23	10.4	50	384.43	393.84		394.1	0.000285	2.33	1983.59	368.39	0.27	9.41		
150	384.5	394.75		394.95	0.000225	1.99	2307.34	360.74	0.23	10.25	49	384.74	393.77		393.99	0.000491	2.52	1588.23	308.35	0.35	9.68		
149	384.49	394.74		394.94	0.000218	2	2319.85	351.83	0.23	10.25	48	383.86	393.71		394.08	0.000395	2.74	1740.52	335.72	0.31	9.85		
148	384.52	394.72		394.93	0.000253	2.1	2221.96	348.5	0.25	10.2	47	383.12	393.71		394.07	0.000413	2.71	1726.92	336.67	0.32	10.59		
147	384.35	394.68		394.92	0.000269</																		

TR DE 100 AÑOS

River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Tirante (m)	River Sta	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude #	Chl (m)	Tirante (m)
200	384.32	396.29		396.82	0.000394	3.17	1918.29	224.5	0.32	12.66	99	385.65	395.58	390.39	395.79	0.000193	2.05	2934.26	375.43	0.23	9.93		
199	383.67	396.33		396.81	0.000394	3.13	1945.19	227.2	0.32	11.82	98	384.24	395.61		395.77	0.000138	1.77	3264.92	380.98	0.19	11.37		
198	384.95	396.32		396.8	0.000401	3.14	1938.77	228.26	0.33	11.37	97	384.43	395.6		395.76	0.000143	1.79	3228.93	382.62	0.19	11.17		
197	385.18	396.31		396.79	0.000393	3.15	1936.65	228.97	0.32	11.13	96	383.46	395.6		395.76	0.000141	1.78	3227.86	380.13	0.19	12.14		
195	385.3	396.33		396.78	0.000363	3.03	1992.3	230.51	0.31	11.03	95	384.22	395.56		395.75	0.000184	2	2992.93	380.12	0.22	11.34		
194	385.34	396.29		396.77	0.000375	3.13	1974.22	235.53	0.32	10.95	94	385.54	395.54		395.75	0.000206	2.07	2882.25	377.35	0.23	10		
193	385.16	396.31		396.75	0.000354	2.96	2031.82	237.52	0.31	11.15	93	385.93	395.53	390.5	395.74	0.000213	2.11	2846.43	373.28	0.23	9.6		
192	384.89	396.31		396.74	0.000358	2.97	2033.65	236.58	0.31	11.42	92	385.01	395.53	390.47	395.74	0.000209	2.09	2874.9	375.12	0.23	10.52		
191	385.18	396.29		396.73	0.000373	3.01	2015.64	238.03	0.31	11.11	91	386.02	395.51		395.73	0.000218	2.15	2792.16	369.45	0.24	9.49		
190	385.42	396.27		396.72	0.000386	3.05	1993.11	239.34	0.32	10.85	90	385.96	395.5		395.73	0.000216	2.17	2784.78	365.1	0.24	9.54		
189	385.35	396.27		396.71	0.00037	2.99	2027.29	242.22	0.31	10.92	89	385.78	395.48		395.72	0.000235	2.25	2717.26	364.21	0.25	9.7		
188	385.04	396.27		396.7	0.000346	2.94	2048.26	242.37	0.3	11.23	88	384.66	395.48	390.3	395.72	0.000221	2.22	2767.81	362.06	0.24	10.82		
187	385.4	396.27		396.69	0.000356	2.93	2048.61	241.13	0.31	10.87	87	385.66	395.47		395.71	0.000227	2.25	2712.45	348.93	0.24	9.81		
186	385.55	396.23		396.68	0.000379	3.02	1995.04	238.32	0.32	10.88	86	385.81	395.44		395.7	0.000241	2.32	2644.58	347.77	0.25	9.63		
185	385.65	396.2		396.67	0.000404	3.1	1941.36	233.94	0.33	10.55	85	385.8	395.44	390.46	395.7	0.000242	2.33	2632.53	345.28	0.25	9.64		
184	385.06	396.2		396.66	0.000388	3.08	1957.33	229.42	0.32	11.14	84	385.56	395.42	390.52	395.69	0.000251	2.37	2601.7	344.5	0.26	9.86		
183	385.64	396.2		396.65	0.000366	3.02	1991	232.15	0.31	10.56	83	385.51	395.4	390.66	395.69	0.000269	2.45	2551.25	343.77	0.27	9.89		
182	385.81	396.19		396.64	0.000379	3.05	1984.67	237.44	0.32	10.38	82	384.35	395.41		395.68	0.000245	2.35	2630.86	349.45	0.25	11.06		
181	385.84	396.18		396.63	0.000384	3.03	1981.1	237.61	0.32	10.34	81	385.47	395.39	390.71	395.67	0.000268	2.44	2578.07	374.1	0.27	9.92		
180	385.88	396.16		396.62	0.000388	3.08	1958.77	237.68	0.32	10.28	80	385.27	395.38	390.63	395.66	0.000265	2.44	2559.25	353.68	0.26	10.11		
179	385.99	396.15		396.61	0.000394	3.08	1966.09	237.45	0.32	10.16	79	385.25	395.38	390.58	395.66	0.000254	2.4	2613.19	368.24	0.26	10.13		
178	385.87	396.15		396.61	0.000393	3.07	1981.03	239.55	0.32	10.28	78	385.23	395.39	390.47	395.64	0.000217	2.3	2675.58	366.99	0.25	10.16		
177	386	396.14		396.6	0.000385	3.05	1993.41	240.01	0.32	10.14	77	384.32	395.38	390.42	395.64	0.000248	2.32	2669.49	371.37	0.25	11.06		
176	386.05	396.15	391.11	396.58	0.000368	3	2034.2	241.5	0.31	10.1	76	384.89	395.36	390.44	395.63	0.000258	2.39	2596.19	355.9	0.26	10.47		
175	386.04	396.13	391.19	396.57	0.000386	3.04	2005.87	240.86	0.32	10.39	75	384.62	395.35	390.47	395.63	0.000264	2.43	2569.91	346.98	0.26	10.73		
174	385.96	396.07		396.56	0.000419	3.15	1926.19	238.49	0.33	10.11	74	384.67	395.33		395.62	0.00027	2.45	2484.72	337.46	0.26	10.66		
173	385.92	396.09		396.54	0.00038	3.03	1975.77	236.97	0.32	10.17	73	384.97	395.32	390.75	395.61	0.000301	2.47	2449.76	338.51	0.28	10.35		
172	385.72	396.07		396.54	0.000389	3.06	1964.54	236.26	0.32	10.35	72	384.92	395.31		395.61	0.000278	2.49	2473.03	333.11	0.27	10.39		
171	385.9	396.06		396.52	0.000362	2.96	2005.87	236.26	0.31	10.18	71	384.9	395.31	390.51	395.59	0.000285	2.46	2370.73	333.8	0.28	10.42		
170	385.9	396.08		396.51	0.000337	2.92	2029.97	236.09	0.3	10.38	70	384.82	395.33	390.14	395.58	0.000228	2.3	2665.31	336.98	0.25	10.51		
169	385.75	396.04		396.5	0.000375	3.04	1973.44	237.36	0.32	10.29	69	384.86	395.34	390.07	395.58	0.000217	2.22	2724.76	339.48	0.24	10.48		
168	385.57	396.02		396.49	0.000394	3.1	1962.53	236.68	0.32	10.45	68	384.64	395.33	390.13	395.57	0.000217	2.26	2737.16	339.29	0.24	10.69		
167	385.65	396.01		396.48	0.000379	3.08	1962.16	243.16	0.32	10.36	67	385	395.32	390.32	395.57	0.000235	2.27	2661	340.62	0.25	10.32		
166	384.63	396.03		396.47	0.000361	2.99	2026.77	253.61	0.31	11.73	66	384.84	395.34	390.3	395.55	0.000209	2.13	3016.41	468.36	0.23	10.5		
165	383.35	396.02		396.46	0.000366	3	2051.26	260.05	0.31	12.67	65	384.75	395.34	390.19	395.54	0.000194	2.05	3125.54	491.7	0.23	10.59		
164	385.77	396.01		396.45	0.000378	3.03	2050.81	282.2	0.32	10.24	64	384.72	395.35	390.09	395.56	0.000178	1.96	3305.73	536.28	0.21	10.68		
163	385.74	396.04		396.43	0.000323	2.83	2197.87	292.68	0.29	10.33	63	384.55	395.39		395.51	0.000123	1.6	3707.64	540.65	0.18	10.84		
162	385.75	396.04		396.41	0.000316	2.77	2258.11	301.76	0.29	10.29	62	384.1	395.39	389.03	395.51	0.000105	1.59	3994.23	533.85	0.17	11.29		
161	385.81	396.05		396.4	0.000318	2.71	2293.49	312.36	0.29	10.24	61	384.14	395.38	388.94	395.51	0.000104	1.6	3922.09	526.89	0.17	11.24		
160	385.79	396.06		396.39	0.000297	2.62	2362.77	316.34	0.28	10.27	60	384.24	395.39		395.49	0.000121	1.49	4007.67	525.9	0.16	11.09		
159	385.73	396.07		396.38	0.000273	2.52	2451.69	321.51	0.27	10.34	59	384.22	395.39	388.18	395.5	0.000103	1.55	4050.86	533.6	0.16	11.17		
158	385.76	396.08		396.36	0.000247	2.41	2545.42	327.1	0.26	10.32	58	383.48	395.38		395.5	0.000107	1.49	3931.05	541.92	0.17	11.9		
157	385.76	396.07		396.36	0.000269	2.44	2514.38	338.2	0.27	10.29	57	384.08	395.37		395.49	0.000121	1.56	3863.3	452.61	0.17	11.29		
156	385.65	396.09		396.34	0.000243	2.3	2660	349.7	0.25	10.44	56	384.73	395.37		395.49	0.000119	1.55	3718.17	537.61	0.17	10.64		
155	385.03	396.09		396.34	0.000243	2.29	2678.51	356.84	0.25	11.06	55	384.05	395.36		395.49	0.000115	1.57	3680.26	452.76	0.17	11.29		
154	385.23	396.09		396.33	0.000241	2.25	2729.54	367.09	0.25	10.87	54	383.35	395.35		395.48	0.000122	1.66	3582.19	451.46	0.18	11		
153	385.23	396.08		396.32	0.000239	2.24	2742.49	371.75	0.25	10.85	53	384.73	395.31		395.48	0.000154	1.85	3349.58	427.03	0.2	10.58		
152	384.58	396.09		396.32	0.000225	2.19	2780.51	366.21	0.24	11.51	52	384.17	395.31		395.47	0.000145	1.79	3316.39	423	0.19	11.14		
151	384.36	396.08		396.31	0.000216	2.18	2798.98	359.94	0.24	11.72	51	384.23	395.16		395.45	0.000274	2.48	2536.64	399.33	0.27	10.93		
150	384.5	396.07		396.31	0.000221	2.2	2779.47	357.45	0.24	11.57	50	384.43	395.13		395.45	0.000281	2.56	2465.88	376.99	0.27	10.7		
149	384.49	396.07		396.31	0.000215	2.21	2795.85	374.91	0.24	11.58	49	383.6	395.05		395.45	0.000315	2.67	2271.3	359.97	0.3	11.45		
148	384.52	396.07		396.3	0.000247	2.31	2688.65	357.76	0.25	11.52	48	383.86	395		395.42	0.000384	2.99	2186.76	358.09	0.32	11.14		
147	384.35	396		396.29	0.000266	2.47	2553.46	334.87	0.26	11.65	47	383.12	395		395.41	0.000393	2.95	2172.25					