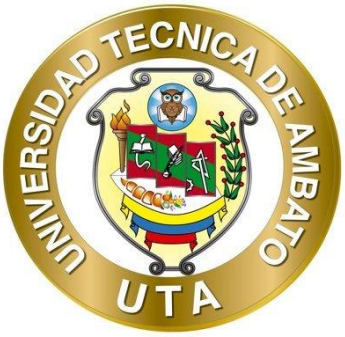


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

"CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR DE TILULÚN Y EL SECTOR DE LAS VIÑAS KM 4+00 A 8+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO"

Autor: Bryan Roberto Aillón Torres

Tutor: Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narváez

AMBATO - ECUADOR
Enero - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo Experimental, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **"CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR DE TILULÚN Y EL SECTOR DE LAS VIÑAS KM 4+00 A 8+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO"**, elaborado por el **Sr. Bryan Roberto Aillón Torres**, portador de la cedula de ciudadanía: C.I. 1804864195, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluído en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narváez

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Bryan Roberto Aillón Torres**, con C.I. 1804864195 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente trabajo experimental con el tema: **"CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR DE TILULÚN Y EL SECTOR DE LAS VIÑAS KM 4+00 A 8+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO",** así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Enero 2021



Bryan Roberto Aillón Torres

C.I. 1804864195

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo experimental o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo Experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, Enero 2021



Bryan Roberto Aillón Torres

C.I. 1804864195

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Bryan Roberto Aillón Torres de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE UN TRAMO DEL RÍO AMBATO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR DE TILULÚN Y EL SECTOR DE LAS VIÑAS KM 4+00 A 8+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO".**

Ambato, Enero 2021

Para constancia firman:





Ing. Mg. Fidel Alberto Castro Solorzano
Miembro del Tribunal

Ing. Mg. Fabian Rodrigo Morales Fiallos
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis amados padres Gladys y Roberto que con su esfuerzo y paciencia han sabido guiarme por la vida motivándome a luchar por mis sueños y ha no rendirme hasta alcanzarlos.

A mis hermanos Brando y Joselyn mi mejor compañía y apoyo diario para disfrutar cada paso de este camino.

A todas las personas que, con el don de la enseñanza transmitieron su conocimiento y permitieron la redacción de este texto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la bendición de estar vivo y contar con mi familia, por darme la fe, fuerza y voluntad para llegar hasta este momento en el que puedo culminar mi carrera universitaria para seguir trabajando por mis sueños.

Agradezco a mis Padres que sin duda alguna son el pilar de mi formación, sin su amor, esfuerzo y valores no podría ser la persona que soy y tengo la suerte de seguir aprendiendo cada día de ellos.

A mis hermanos que como los mejores amigos acompañan mi vida y comparten cada momento.

A toda mi familia por siempre apoyarme en cada proyecto y motivarme cada día.

Al Ingeniero Lenin Maldonado, docente y amigo de esta querida facultad, quien me brindó la oportunidad de concretar el presente proyecto.

A todos los docentes de la Carrera de ingeniería Civil de la facultad por sus enseñanzas y aportes para mi formación profesional.

A la Universidad Técnica de Ambato y la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por la oportunidad de formarme profesionalmente en sus aulas.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN ii

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLAS xii

ÍNDICE DE FIGURAS xiv

ÍNDICE DE ECUACIONES xv

RESUMEN EJECUTIVO xvi

EXECUTIVE SUMMARY xvii

B. CONTENIDO

CAPÍTULO I 1

MARCO TEÓRICO 1

1.1 Antecedentes Investigativos 1

1.1.1 Antecedentes 1

1.1.2 Justificación 2

1.1.3 Fundamentación Teórica 4

1.1.3.1 Hidráulica Fluvial 4

1.1.3.2 Clasificación Morfológica de los Ríos 4

1.1.3.2.1 Ríos Rectos 4

1.1.3.2.2 Ríos Entrelazados 5

1.1.3.2.3 Ríos Meándricos 5

1.1.3.3 Geomorfología Fluvial 5

1.1.3.4 Sedimentación Fluvial 5

1.1.3.5 Bancos de Inundaciones 6

1.1.3.6 Hidrología 7

1.1.3.7 Precipitación 7
1.1.3.7.1 Precipitaciones Convectivas 7
1.1.3.7.2 Precipitaciones Orográficas 8
1.1.3.7.3 Precipitación por convergencia 8
1.1.3.8 Intensidad de precipitación 9
1.1.3.9 Periodo de Retorno 9
1.1.3.10 Curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia 10
1.1.3.11 Escorrentía Superficial 11
1.1.3.12 Coeficiente de Escorrentía 12
1.1.3.13 Caudales Máximos 12
1.1.3.14 Hidrograma 12
1.1.3.15 Hidrograma Unitario 13
1.1.3.16 Flujo en canal abierto 14
1.1.3.17 Estado de flujo 14
1.1.3.17.1 Flujo laminar 14
1.1.3.17.2 Flujo Turbulento 14
1.1.3.18 Numero de Reynolds 15
1.1.3.19 Número de Froude 15
1.1.3.20 Regímenes de Flujo 16
1.1.3.21 Energía del flujo en canales abiertos 16
1.1.3.22 Energía Específica 17
1.1.3.23 Curva de energía específica y relación con el número de Froude. 17
1.1.3.24 Ecuación general de flujo 18
1.1.3.24.1 Ecuación de continuidad 18
1.1.3.25 Ecuación de Manning 19
1.1.3.26 Coeficiente de Manning 19
1.1.3.27 Valores de Manning para modelación 20
1.1.3.28 Estadística Hidrológica 22
1.1.3.29 Variable aleatoria 22
1.1.3.30 Valor medio 22
1.1.3.31 Varianza 23
1.1.3.32 Desviación Típica 23
1.1.3.33 Criterio excluyente de Chauvenet 23
1.1.3.34 Método de Gumbel 25

1.1.3.35 Normativa NEVI 12 25
1.1.3.36 Periodo de diseño 25
1.1.3.37 Modelo Matemático HEC-RAS 26
1.1.3.38 Modelo Matemático HEC Geo-RAS 27
1.2 Objetivos 28
1.2.1 Objetivo General 28
1.2.2 Objetivos Específicos 28
CAPÍTULO II 29
METODOLOGÍA 29
2.1 Materiales y Equipos 30
2.1.1 Materiales 30
2.1.2 Equipos 30
2.2 Métodos 31
2.2.1 Plan de recolección de Datos 31
2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información 32
2.2.2.1 Procesamiento de datos del Terreno 32
2.2.2.2 Procesamiento de datos Hidrométricos 32
2.2.2.3 Procesamiento de datos de infraestructura 32
2.2.2.4 Procesamiento de datos de riesgo y periodo de retorno 33
2.2.2.5 Procesamiento de datos de coeficientes de escorrentía 33
2.2.2.6 Calibración del modelo 33
CAPÍTULO III 34
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 34
3.1 Recolección de Datos 34
3.1.1 Descripción del objeto de estudio 34
3.1.2 Datos Hidrométricos 37
3.1.3 Infraestructura 39
3.2 Plan de procesamiento de datos y análisis de información 39
3.2.1 Datos del terreno 39
3.2.2 Datos hidrométricos 40
3.2.3 Riesgo y periodo de retorno 43
3.3 Modelo numérico HEC-RAS 43
3.3.1 Parámetros del modelo 43

3.4 Análisis de resultados del modelo 45
3.4.1 Perfil longitudinal de flujo 45
3.4.2 Secciones transversales 46
3.4.3 Velocidad de flujo 51
3.4.4 Número de Froude 52
3.4.5 Esfuerzo cortante 54
3.4.6 Curvas de descarga 55
3.4.7 Esquema 3D 56
3.5 Resumen de mapas de inundación para un periodo de diseño de 140 años y caudal de 115.78 m³/s. 57
3.6 Listado de planos 60
CAPÍTULO IV 69
4.1 CONCLUSIONES 69
4.2 RECOMENDACIONES 70
BIBLIOGRAFÍA 72
ANEXOS 74
ANEXO A 74
ANEXO B 98
ANEXO C 153

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Ecuaciones IDF para Ambato 10
Tabla N° 2. Valores del coeficiente de Manning "m" 20
Tabla N° 3. Valores críticos de Chauvenet (d/s) 24
Tabla N° 4. Valores del riesgo admisible máximos recomendados 26
Tabla N° 5. Localización geográfica de las abscisas en el estudio del río Ambato .. 37
Tabla N° 6. Caudales Anuales estación Tilulún 38
Tabla N° 7. Estructuras existentes en el tramo de estudio 39
Tabla N° 8. Criterio de Chauvenet para exclusión de valores atípicos. 40
Tabla N° 9. Caudales Anuales para el cálculo del caudal de diseño 41
Tabla N° 10. Cálculo de la probabilidad Teótica y Empírica 41
Tabla N° 11. Riesgo máximo admisible y periodo de retorno 43
Tabla N° 12. Coeficientes de Manning para la sección de estudio 44
Tabla N° 13. Sección transversal tipo 1 del río Ambato en la Abscisa 4+380 para diferentes periodos de retorno. 46
Tabla N° 14. Sección transversal tipo 2 del río Ambato en la Abscisa 5+120 para los diferentes periodos de retorno. 48
Tabla N° 15 . Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1963 75
Tabla N° 16. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1964 76
Tabla N° 17. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1965 77
Tabla N° 18. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1966 78
Tabla N° 19. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1967 79
Tabla N° 20. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1968 80
Tabla N° 21. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1969 81
Tabla N° 22. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1970 82
Tabla N° 23. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1971 83
Tabla N° 24. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1972 84
Tabla N° 25. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1973 85
Tabla N° 26. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1974 86
Tabla N° 27. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1975 87
Tabla N° 28. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1976 88
Tabla N° 29. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1977 89
Tabla N° 30. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1978 90

Tabla N° 31. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1979 91
Tabla N° 32. Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1980 92
Tabla N° 33. Resultados HEC-RAS 93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Clasificación Morfológica de los Ríos 4
Figura N° 2. Tipos principales de barras 6
Figura N° 3. Precipitación convectiva. 7
Figura N° 4. Precipitación orográfica 8
Figura N° 5. Precipitación por convergencia 8
Figura N° 6. Caudal máximo anual 9
Figura N° 7. Curva de intensidad duración y frecuencia 11
Figura N° 8. Precipitación inicial y precipitación en exceso, P: Precipitación acumulada, E: escurrimiento acumulado 11
Figura N° 9. Hidrograma típico de una tormenta 13
Figura N° 10. Regímenes de flujo 16
Figura N° 11. Energía de un flujo gradualmente variado en canales abiertos 17
Figura N° 12 Curva de energía específica 18
Figura N° 13 Canal de flujo constante 18
Figura N° 14. Ubicación General del Río Ambato 34
Figura N° 15. División Hidrográfica de la subcuenca del río Ambato 35
Figura N° 16. Ubicación específica del proyecto. 36
Figura N° 17. Ubicación de la estación Tilulún 38
Figura N° 18. Probabilidad vs Caudal de diseño 42
Figura N° 19. Perfil longitudinal del rio Ambato para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s 45
Figura N° 20. Velocidad a lo largo del río Ambato en el tramo de estudio para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s. 51
Figura N° 21. Representación del número de Froude en el tramo de estudio para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s. 52
Figura N° 22. Representación de la velocidad y el número de Froude 53
Figura N° 23. Representación del Cortante en el canal principal del río Ambato 54
Figura N° 24. Curva de descarga para la seccion tranversal de la abscisa 4+380 55
Figura N° 25. Curva de descarga para la seccion tranversal de la abscisa 5+120 56
Figura N° 26. Esquema 3D de la sección del río Ambato en estudio 56
Figura N° 27. Secciones tranversales con caudales para los diferentes periodos de Retorno. 99

Figura N° 28. Diagramas de velocidad de flujo en el río Ambato para diferentes periodos de retorno. 129
FIGURA N° 29. Diagramas del número de Froude para los diferentes periodos de retorno. 135
FIGURA N° 30. Diagramas del cortante en el canal central del río Ambato para los diferentes periodos de retorno. 141
FIGURA N° 31. Perfil longitudinal para los diferentes periodos de retorno. 147

ÍNDICE DE ECUACIÓNES

Ecuación N° 1. Probabilidad de Ocurrencia de un evento 10
Ecuación N° 2. Intensidad máxima de precipitación 10
Ecuación N° 3. Coeficiente de escorrentia 12
Ecuación N° 4. Función Kernel 13
Ecuación N° 5. Número de Reynolds 15
Ecuación N° 6. Número de Froude 15
Ecuación N° 8. Energía Específica 17
Ecuación N° 9. Ecuación de continuidad 18
Ecuación N° 10. Ecuación de caudal 19
Ecuación N° 11. Ecuación de Manning 19
Ecuación N° 12. Media Aritmética 23
Ecuación N° 13. Varianza 23
Ecuación N° 14. Desviación Típica 23
Ecuación N° 15. Criterio de Chauvenet 24
Ecuación N° 16. Método de Gumbel 25
Ecuación N° 17. Periodo de Retorno 26

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo experimental forma parte del macro proyecto para analizar 20 km de río Ambato que atraviesa la ciudad de Ambato en la Provincia de Tungurahua.

En este estudio se utilizaron los datos de la estación Hidrológica Tilulún con un registro de 17 años para procesarlos, excluir valores atípicos mediante el criterio de Chauvenet para luego aplicar el método de Gumbel en la proyección del caudal de crecida para los periodos de retorno de 5,10, 25, 50, 100 y 140 años, fundamentados en las recomendaciones de la Normativa NEVI-12-MTOP Volumen N°2 - Libro B, la topografía del proyecto fue generada en base a los modelos de elevación y orto fotos disponibles de la ciudad de Ambato que fueron proporcionadas por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, los coeficientes de escorrentía fueron determinados mediante un reconocimiento en campo guiado por el manual del Centro de Ingeniería Hidrológica de los Estados Unidos para el software HEC-RAS, programa en él se ingresó y calibró toda la información recolectada para generar un modelo de inundación para un caudal de crecida de 115.78 m3/s, el cual se presenta en planos para el análisis de las zonas que pueden ser afectadas por el nivel del flujo o su velocidad y se da recomendaciones para la construcción de estructuras a distancias seguras.

EXECUTIVE SUMMARY

This experimental project is part of the macro project to analyze 20 km of the Ambato river that crosses the city of the same name.

In this work, the data from the Tilulún Hydrological station with a record of 17 years were used to process them, excluding outliers using the Chauvenet criterion and then applying the Gumbel method in projecting the flood flow for the return periods of 5 , 10, 25, 50, 100 and 140 years, based on the recommendations of the NEVI-12-MTOP Regulation Volume N ° 2 - Book B, the topography of the project was generated based on the elevation models and ortho-photos available from In the city of Ambato that were provided by the Honorable Provincial Government of Tungurahua, the runoff coefficients were determined by means of a field survey guided by the manual of the United States Hydrological Engineering Center for the HEC-RAS software, a program that entered and calibrated all the information collected to generate a flood model for a flow of 115.78 m3 / s, which is presented in plans for the analysis of the areas q They can be affected by the level of the flow or its speed and recommendations are given for the construction of structures at safe distances.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

Tema:

"Caracterización del comportamiento hidráulico de un tramo del Río Ambato comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas Km 4+00 a 8+00 mediante un modelo matemático".

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

La modelación numérica del flujo a canal abierto se ha convertido en una de las herramientas de mayor aplicación en el campo de la ingeniería hidráulica y fluvial, la interpretación del comportamiento de los ríos para la prevención y control de fenómenos de inundaciones ha sido objeto de investigaciones en diferentes partes del mundo.[1]

HEC-RAS es uno de los modelos matemáticos unidimensionales de origen estadounidense de mayor difusión, utilizado en el Ecuador en proyectos de Tesis como: "Evaluación del comportamiento hidráulico de obras de captación mediante modelamiento hidrodinámico del flujo en 1-D y 2-D" para el control y aprovechamiento de aguas del rio Quevedo en la provincia de Los Ríos en el año 2015 y la Tesis: "Escenarios hidrológicos en la cuenca del río Guayllabamba: modelación de crecidas, en la provincia de pichincha en el año 2016, entre otros proyectos en los que la modelación numérica de un cauce permite tener información crucial para la protección y desarrollo de los asentamientos humanos.

La ciudad de Ambato, es atravesada por el río de su mismo nombre, el crecimiento de la población y su desarrollo industrial ha impulsado la construcción de importantes obras cercanas al cauce del río, que sumadas a un deficiente control de ocupación y el uso de suelo han generado problemas de contaminación en las aguas y la preocupación de conocer las potenciales amenazas en escenarios de crecidas.

1.1.2 Justificación

El cambio climático a nivel mundial ha generado preocupaciones sobre el aumento de las inundaciones de los ríos como resultado de la mayor capacidad de retención de agua de una atmosfera más cálida. Estas preocupaciones se ven reforzadas por la evidencia del aumento de las pérdidas económicas asociadas con las inundaciones en muchas partes del mundo.[2]

Se ha observado un incremento global considerando el número de inundaciones durante los últimos 20 años dentro del contexto del calentamiento térmico planetario. Los recientes informes dados a conocer del Panel Gubernamental en Cambio Climático (IPCC) por sus siglas en inglés, confirman que el riesgo de inundaciones se incrementará en frecuencia e intensidad causados por eventos de precipitación, sumando factores que incrementan el riesgo e impacto de las inundaciones tales como el crecimiento de asentamientos humanos, modificación del cauce del río y cambio de usos del suelo.[3]

En América latina países como Colombia sufrieron catástrofes producto de las inundaciones en 2010 en las que los niveles de caudal de los ríos superaron los niveles históricos registrados, lo que produjo enormes pérdidas humanas y económicas. Entre las causas que podrían explicar la magnitud de las inundaciones está el cambio climático; el deterioro de los bosques debido al cambio de la cobertura vegetal, las propiedades del suelo, las condiciones de saturación previas a una precipitación; incrementaron la producción de escorrentía, la deforestación, la deficiencia en la gestión de los suelos, de los recursos hídricos y del inadecuado ordenamiento territorial. Todos estos factores permitieron que los fenómenos de inundaciones generaran un impacto negativo aún mayor en muchas ciudades de Colombia.[4]

Bolivia otro país considerado como altamente vulnerable ante amenazas de origen hidrometeorológico (sequías, heladas, lluvias severas y granizadas), presentó en las 2012 pérdidas de 450 millones de dólares y más de 300000 personas afectadas por las inundaciones, estas importantes pérdidas económicas fueron principalmente infraestructura y producción agropecuaria. Estudios en 2014 evaluaron la magnitud e intensidad de los desastres hasta el año 2100 en escenarios de cambio climático estimando que los daños en infraestructura ascenderían a 93000 millones y las perdidas agropecuarias a 32000 millones.[5]

En Ecuador ciudades como Quito presentan precipitaciones en periodos muy cortos de tiempo, sobre todo en los meses de marzo, abril, mayo y octubre. Este fenómeno haría que las capacidades de conducción de agua lluvia por parte del alcantarillado, drenajes y de absorción de los suelos sea sobrepasada y se generen inundaciones en las partes bajas, planas, quebradas y aumento del caudal de los ríos.

El sábado 4 de mayo del 2013, se registraron lluvias que alcanzaron aproximadamente 30 mm en la zona del cerro Punta Loma, de acuerdo a los datos reportados por el INAMHI. Las fuertes precipitaciones registradas en las parroquias El Quinche y Guayllabamba, produjo la crecida súbita del Río Coyago, inundando varios sectores en la cuenca, desde la quebrada Alpacha y Cascajo, se registraron pérdidas económicas por las viviendas cercanas afectadas y áreas de cultivo a lo largo del río. Otro evento similar ocurrió en el río Machángara que cobró vidas humanas tras su desbordamiento debido a las fuertes lluvias que incrementaron el caudal de río.[6]

La modelación del río Ambato mediante un modelo matemático que permita simular su comportamiento hidrológico bajo diferentes escenarios de crecida, lo cual permitirá el análisis del nivel de riesgo al que están sometidas ciertas zonas de la ciudad próximas al río, así como evaluar los asentamientos humanos, industriales, cultivos e infraestructura que pueda ser comprometida.

La vulnerabilidad ante un evento desfavorable como el incremento del caudal del río Ambato hasta niveles críticos aumenta o disminuye a medida que la ciudanía está preparada para minimizar la exposición a una amenaza de inundaciones, como institución la Universidad Técnica de Ambato puede aportar a la sociedad con este estudio de previsión para determinar zonas de riesgo y zonas seguras cercanas al río bajo diferentes escenarios críticos.

El estudio del comportamiento del río Ambato beneficia a demás a las instituciones públicas como el Gobierno Autónomo Descentralizado de Ambato y el Honorable Gobierno provincial de Tungurahua como una herramienta para evaluar la construcción de infraestructura, regulación hídrica, retención de sólidos en laderas y ordenamiento territorial que permitan mitigar riesgos para evitar pérdidas humanas y económicas en caso de que este fenómeno natural llegue a ocurrir.

1.1.3 Fundamentación Teórica

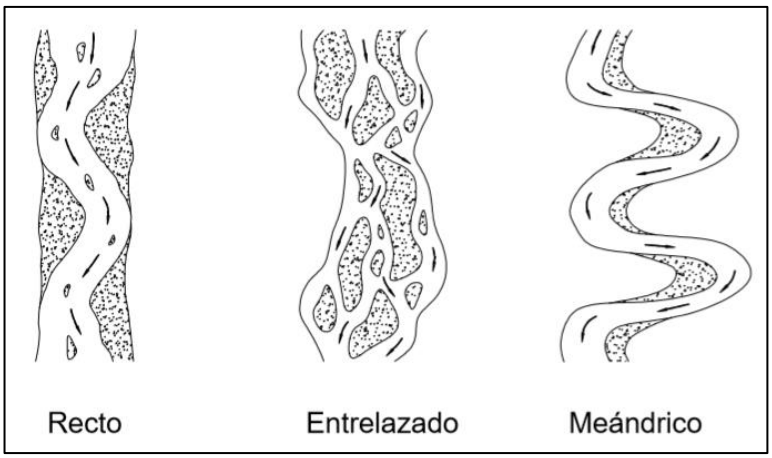
1.1.3.1 Hidráulica Fluvial

La hidráulica fluvial no puede comprenderse ni aplicarse aisladamente de una serie de disciplinas de ingeniería que le son complementarias. Así, la Hidráulica Fluvial se ubica dentro de la Hidráulica general y la Hidráulica de Canales en particular. La Meteorología y la Hidrología resultan indispensables para el estudio de una de las fases del fenómeno fluvial. La Geología, la Geomorfología y disciplinas afines constituyen fundamento importante para la mejor comprensión del comportamiento fluvial.
La teoría del Transporte de Sedimentos resulta indispensable e inseparable de la aproximación al problema. Toda la información que nos da la Hidráulica fluvial tiene que traducirse en acciones concretas para el diseño, construcción y operación de estructuras hidráulicas.[7]

1.1.3.2 Clasificación Morfológica de los Ríos

Desde el punto de vista morfológico hay tres grandes grupos de ríos. Éstos son: rectos, entrelazados y meándricos como se ve en la figura 1.

Figura N° 1. *Clasificación Morfológica de los Ríos*



Fuente: *Introducción a la Hidráulica Fluvial* [7]

1.1.3.2.1 Ríos Rectos

No existen en la naturaleza, a veces sucede que existen sistemas de encauzamiento rectos, constituido por diques paralelos, pero dentro de él, para caudales menores que

el de diseño, el río desarrolla su propia sinuosidad. Para el caudal de diseño el río ocupa toda la sección transversal y se comporta como si fuese recto. En determinados encauzamientos ocurre que lo más peligroso para el sistema de defensas no es el caudal máximo, sino uno menor, para el cual el río desarrolla curvas, una de las cuales puede atacar casi frontalmente los diques de encauzamiento.[7]

1.1.3.2.2 Ríos Entrelazados

A veces se les llama ríos trenzados, corresponden generalmente a ríos anchos, cuya pendiente es fuerte, lo que da lugar a pequeños tirantes (calados) y el río corre en forma de varios canales o brazos alrededor de pequeñas islas. LANE planteó que las dos causas que explican la existencia de un río entrelazado son: 1) exceso de sedimentos que el rio no puede transportar en su totalidad, una parte de los cuales deposita y da lugar a la formación de islas, y 2) pendiente fuerte, lo que origina pequeños tirantes. Uno de estos factores, o los dos juntos son la causa de la aparición de ríos entrelazados.[7]

1.1.3.2.3 Ríos Meándricos

Están formados por una sucesión de curvas. Las características de estas curvas, que son muy dinámicas, es que no se deben esencialmente a las propiedades del terreno, sino a la naturaleza del comportamiento fluvial.[7]

1.1.3.3 Geomorfología Fluvial

La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. El accionar de los ríos está estrechamente relacionado con su régimen de alimentación, el cual depende del clima, también el relieve imprime condiciones de mayor o menor energía cinética que es ocupada por los ríos para la erosión fluvial, el transporte de sedimentos y el depósito de los mismos.[8]

Está relacionada con la dinámica fluvial que es el proceso por el que la acción de los ríos modifica de alguna manera el relieve terrestre y el trazado del río.[8]

1.1.3.4 Sedimentación Fluvial

El sedimento depositado por un río se denomina por lo general aluvión.

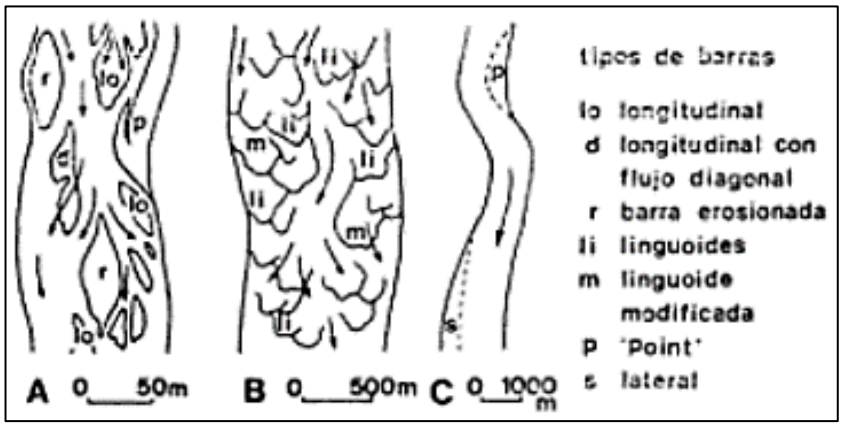
En el momento en que se produzca un aumento de la carga, o descienda la velocidad de transporte por un descenso en la velocidad de la corriente, se producirá un exceso de carga, de forma que se depositarán los sedimentos más gruesos en primer lugar, gravas y guijarros, seguidos de arenas, que producirán la elevación progresiva del lecho del río. Este proceso se denomina agradación. Esto incrementará la pendiente en esta zona, conduciendo el material corriente abajo, alcanzando una distancia cada vez mayor.

El material depositado por una corriente de agua es en general bien seleccionado, Se producen depósitos dentro del propio canal, en general más groseros, en forma de barras, y depósitos de llanuras de inundación, correspondientes a los que se producen en esta zona más extensa ocupada sólo en momentos de avenida. Los materiales depositados en barras y llanuras de inundación pueden re movilizarse esporádicamente en repetidos ciclos de erosión y deposición. [9]

1.1.3.5 Bancos de Inundaciones

Un banco o barra es un depósito alargado de material aluvial, normalmente arenoso o de gravas, depositado en la mitad del canal o en sus márgenes. Se forman por la sedimentación cuando decrece la velocidad de la corriente y durante una avenida el río puede inundarlo fácilmente. [9]

Figura N° 2. *Tipos principales de barras*



Fuente: *Geomorfología Aplicada* [9]

1.1.3.6 Hidrología

La Hidrología es una rama de la geofísica que se preocupa de estudiar el origen, distribución, movimiento, propiedades e influencia del agua en la tierra.
Como ciencia de la ingeniería incluye aquellos aspectos cuantitativos de la Hidrología, que tienen relación con la planificación, diseño y operación de obras de ingeniería y ciencias afines, para el uso y control del agua.[10]

1.1.3.7 Precipitación

La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, roció, etc. Los elementos necesarios para la formación de la precipitación son: humedad atmosférica, radicación solar, mecanismos de enfriamiento del aire y presencia de núcleos higroscópicos para que se produzca condensación.[11]
Las precipitaciones pueden ser clasificada en 3 grupos: convectivas, orográficas y por convergencia

1.1.3.7.1 Precipitaciones Convectivas

Se da cuando las masas de aire bajas se calientan acompañadas de vientos fríos superiores. Esto ocasiona una descompensación muy grande de fuerzas de empuje y de flotación, generando corrientes ascendentes de aire húmedo que al ir ascendiendo llegan a la presión de saturación y el vapor se condensa rápidamente. Los movimientos generados en este fenómeno dan lugar a una rápida coalescencia de las gotas de agua. Las tormentas generadas de esta forma son las culpables del denominado flash flood.[11]

Figura N° 3. *Precipitación convectiva.*

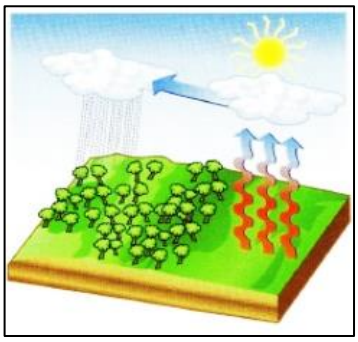


Fuente: *Hidrología Básica y Aplicada*. [11]

1.1.3.7.2 Precipitaciones Orográficas

Cuando corrientes de aire húmedo que circula por los valles y choca contra las montañas. Este aire húmedo se ve forzado a ascender hacia estratos más altos. Es en ese momento que pueden chocar con estratos más fríos y secos ocasionando la condensación súbita del vapor de agua[11]

Figura N° 4. *Precipitación orográfica*

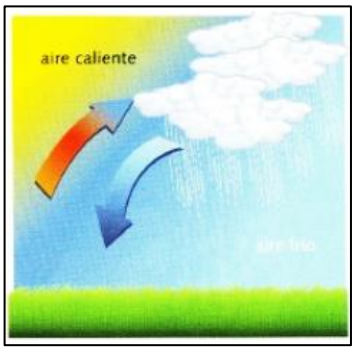


Fuente: *Hidrología Básica y Aplicada*. [11]

1.1.3.7.3 Precipitación por convergencia

Cuando dos masas de aire en movimiento y a diferente temperatura se chocan entre sí. Si una masa de aire frío se encuentra una masa de aire caliente, este tiende a ser desplazado hacia arriba formando un frente frío. Si en cambio es la masa de aire caliente en movimiento que se encuentra con una masa de aire frio, este tiende a moverse en una superficie inclinada formando un frente cálido. [11]

Figura N° 5. *Precipitación por convergencia*



Fuente: *Hidrología Básica y Aplicada*. [11]

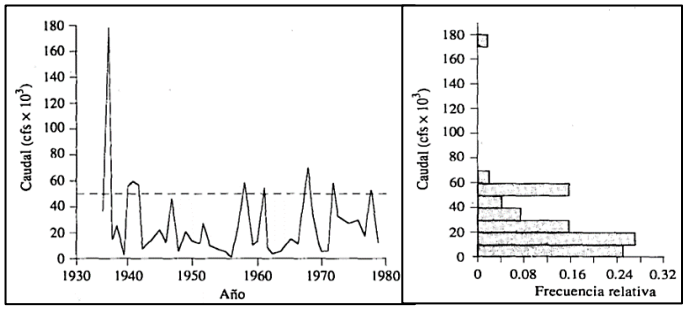
1.1.3.8 Intensidad de precipitación

Es la cantidad de agua que cae en una cierta área por unidad de tiempo. Es decir, se está hablando de ($m^3/m^2/s$). Mide la velocidad con que fluye la lluvia o la velocidad con que se acumula la lluvia en un área determinada. Normalmente se mide en (mm/hora). La intensidad caracteriza el evento ya sea de gran duración o de poca duración. Por ejemplo, se puede caracterizar un evento como la lluvia caída en un día, o un mes o un año. Estas mediadas caracterizan un territorio. Se puede hablar de lluvias medias de 700 mm/año es decir una media de 7 metros de agua en promedio al año de la que gran cantidad se infiltra en el terreno de los sistemas bióticos; la vegetación, los animales y el hombre. El problema también recae en la variabilidad espacial y temporal de la lluvia.[11]

1.1.3.9 Periodo de Retorno

Por definición un evento extremo ocurre si una variable aleatoria X es mayor o igual que un cierto nivel x_T. El intervalo de ocurrencia τ es el tiempo entre la ocurrencias de $X > x_T$. [12]

Figura N° 6. *Caudal máximo anual*



Fuente: *Hidrología Aplicada, Ven te Chow.* [12]

El periodo de retorno T de un evento $X > x_T$ es el valor esperado de τ, E (τ), su valor promedio medido sobre un número de ocurrencias suficientemente grandes.

Se puede definir entonces al periodo de retorno de un evento con una magnitud dada como el intervalo de recurrencia promedio entre eventos que igualan o exceden una magnitud especificada.[12]

Luego E (τ) = T = 1/p; es decir, la probabilidad de ocurrencia de un evento en cualquier observación es el inverso de su periodo de retorno:

$$P(X \geq x_T) = \frac{1}{T} \quad [12]$$

Ecuación N° 1. *Probabilidad de Ocurrencia de un evento*

1.1.3.10 Curvas de Intensidad-Duración y Frecuencia

Determinadas las intensidades máximas para diferentes duraciones y periodos de retorno se aplica logaritmo a cada valor de intensidad máxima, y se produce a graficar estos valores obteniéndose las curvas de intensidad, duración y frecuencia (IDF), en las cuales cada quiebre representa una ecuación tipo.

A continuación se presenta la ecuación general para la determinación de la intensidad máxima llamada también ecuación tipo.[13]

$$I = \frac{K * T^m}{t^n}$$

Ecuación N° 2. *Intensidad máxima de precipitación*

Donde:

I: Intensidad (mm/h)

T: periodo de retorno en años

t: tiempo de duración en minutos

K, m, n: constantes de ajustes propias de cada estación

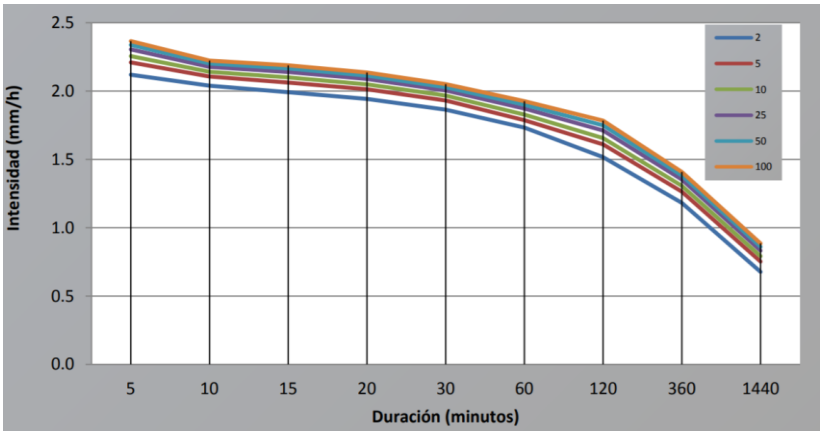
Tabla N° 1. *Ecuaciones IDF para Ambato*

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO	ECUACIONES	R	R^2
CÓDIGO	NOMBRE	(minutos)			
M0066	AMBATO AEROPUERTO	5<30	$i = 95.7035 * T^{0.2644} * t^{-0.5192}$	0.9737	0.948
		30<120	$i = 226.883 * T^{0.2204} * t^{-0.7568}$	0.9897	0.9794
		120<1440	$i = 438.0411 * T^{0.1712} * t^{-0.8664}$	0.9983	0.9966

Fuente: *Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología*. [14]

Las curvas de intensidad duración y frecuencia presentan la característica de que a menor tiempo de duración de un evento mayor es la intensidad con la que se produce. Los eventos serán de mayor intensidad mientras mayor sea el periodo de retorno considerado en un estudio.

Figura N° 7. *Curva de intensidad duración y frecuencia*

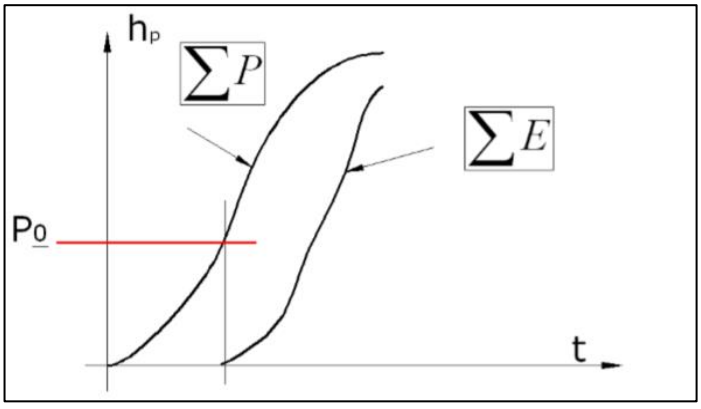


Fuente: *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología*. [14]

1.1.3.11 Escorrentía Superficial

Cuando comienza la lluvia, en primer lugar se empapa el terreno, el agua queda embebida en el terreno y se comienza el proceso de infiltración. Cuando la lluvia comienza a empapar la superficie y empieza a haber dificultad para infiltrar, se ha perdido capacidad de recibir agua en el terreno, y el terreno esta encharcado, comienza el escurrimiento en forma de pequeños cauces por la superficie, en ese momento ha caído una lluvia P0. De todas formas la infiltración continua, a medida que se infiltra se pierde más y más capacidad de infiltrarse el agua. En un diagrama de masas acumulado de la precipitación caída en una cuenca y de la acumulada de la lluvia que escurre se observa la gráfica de la figura 3.

Figura N° 8. *Precipitación inicial y precipitación en exceso, P: Precipitación acumulada, E: escurrimiento acumulado*



Fuente: *Hidrología Básica y Aplicada*. [11]

1.1.3.12 Coeficiente de Escorrentía

Se denomina coeficiente de escorrentía, a la relación promedio entre la columna de agua que escurre superficialmente Ve, en una cuenca a lo largo del periodo de tiempo, dividido por el volumen total precipitado Vg.

$$C = \frac{Ve}{Vp}$$

Esta definición es general y se usa para saber la producción media anual de una cuenca. A nivel de episodio también se puede definir estas cantidades. Si se limita al área de la cuenca A, el volumen precipitado por unidad de tiempo es exactamente el producto de la intensidad de lluvia i por el área de la cuenca. El volumen escurrido medio en la cuenca por unidad de tiempo es el caudal medio medido de la cuenca así:

$$C = \frac{\frac{Ve}{t}}{\frac{Vp}{t}} = \frac{Q}{iA}$$

Ecuación N° 3. *Coeficiente de escorrentía*

t: es la duración del evento [11]

1.1.3.13 Caudales Máximos

El caudal máximo de creciente, es un valor que permite asociar la cantidad de agua que fluye en un determinado tiempo, procedente de una cuenca hidrográfica especificada; dicho valor es útil en una gran diversidad de proyectos de tipo civil e hidráulico.

El cálculo del caudal máximo de creciente, involucra una serie de variables morfométricas de cuenca hidrográfica, la intensidad de la lluvia de diseño determinado por las curvas de intensidad duración y frecuencia, la cobertura vegetal y los factores de escorrentía de la zona de estudio.[15]

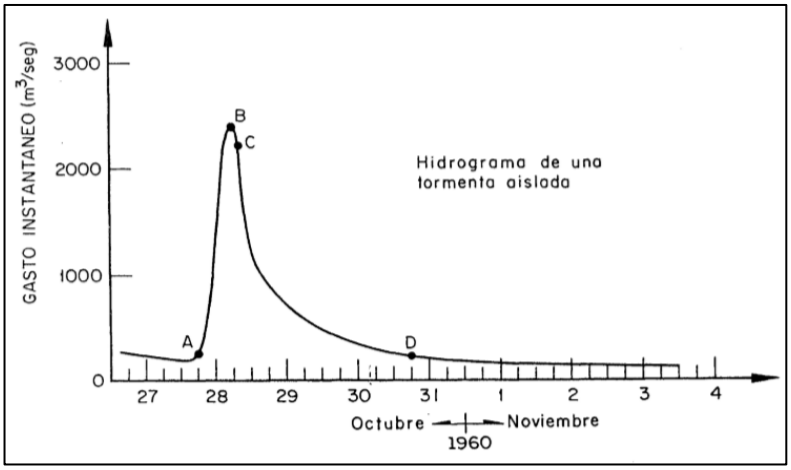
1.1.3.14 Hidrograma

El Hidrograma de una corriente es la representación gráfica de sus variaciones de flujo arregladas en orden cronológico. En general, para expresar el uso se usa el gasto, que es la relación del volumen contra el tiempo.[16]

El Hidrograma de la figura 9 ilustra un Hidrograma típico y sus partes:

- Punto A es el punto de levantamiento, se inicia el escurrimiento directo producido por una tormenta.
- Punto B donde el caudal alcanza su pico.
- Punto C es punto de inflexión donde aproximadamente cesa el flujo de tierra.
- El tramo CD es la curva de vaciado de escurrimiento directo de la tormenta.

Figura N° 9. *Hidrograma típico de una tormenta*



Fuente: *Hidrología.* [16]

El tiempo entre A y B se llama tiempo de pico y el tiempo entre A y D es el tiempo base del Hidrograma.[16]

1.1.3.15 Hidrograma Unitario

En principio un hidrograma resultante de una tormenta tendrá una forma característica y considerando que el hidrograma de salida de la cuenca es la suma de los hidrogramas de la subcuenca, se puede considerar que estos son similares y plantearnos la construcción de un hidrograma unitario en el cual el volumen de escorrentía es 1cm, 1 mm o 1 in.

Se puede expresar a través de la función Kernel U= (t-T):

$$q(t) = \int i(t) * U(t - T) * dt$$

Ecuación N° 4. *Función Kernel*

Donde:

q (t): hidrograma de salida

i (t): hietograma de entrada

U (t-T): Función kernel o de transferencia del sistema

1.1.3.16 Flujo en canal abierto

Un canal abierto es un conducto en el cual el agua fluye con una superficie libre sobre la que actúa la presión atmosférica y puede ser de origen natural o artificial. Se considera canal natural a todos los flujos de agua presentes en la naturaleza y que dada su variabilidad en tamaño y forma dificultan la determinación de sus propiedades hidráulicas.

Las condiciones de flujo en un canal abierto se complican por el hecho de que la profundidad de flujo, el caudal, las pendientes del fondo del canal y de la superficie libre son interdependientes, considerando además que las condiciones físicas del flujo pueden variar y la rugosidad del canal presenta incertidumbre en la selección de los coeficientes de fricción.

El método empírico se considera el más adecuado para la obtención de resultados prácticos y para un estudio completo del comportamiento de un flujo a canal abierto es necesario incluir conocimientos de diversos campos como hidrología, geomorfología, transporte de sedimentos. etc.

1.1.3.17 Estado de flujo

El estado o comportamiento del flujo en canales abiertos está gobernado por los efectos de viscosidad y gravedad.

Un flujo puede ser laminar, turbulento o transicional según el efecto de la viscosidad en relación con la inercia.[17]

1.1.3.17.1 Flujo laminar

En el flujo laminar las partículas de agua se mueven en trayectorias suaves definidas o líneas de corriente, y las capas de fluido con espesor infinitesimal parecen deslizarse sobre capas adyacentes, este efecto es producto de las fuerzas viscosas más fuertes en relación con las fuerzas inerciales, de tal manera que la viscosidad juega un papel importante en determinar el comportamiento del flujo.[17]

1.1.3.17.2 Flujo Turbulento

En el flujo turbulento las partículas de agua se mueven de trayectorias irregulares, que no son ni suave ni fijas, pero que en conjunto todavía representan el movimiento hacia

adelante de la corriente entera, este efecto es resultado de las fuerzas viscosas que son débiles en relación a las fuerzas inerciales. [17]

1.1.3.18 Numero de Reynolds

Representa la relación existente entre el efecto de la viscosidad y la inercia, este puede definirse por la ecuación.

$$\boldsymbol{R}^{*} = \frac{V * L}{\mu}$$

Ecuación N° 5. *Número de Reynolds*

Donde:

$\mathbf{R}^{*}$: Número de Reynolds

V: Velocidad del flujo en ft/s

L: Longitud caracterísitcas en ft, igual al radio hidráulico de un conducto

μ: Viscosidad cinemática del agua en ft^2/s

Experimentalmente se determinó que si el número de Reynolds es pequeño el flujo es laminar, si es grande el flujo es turbulento, y para propósitos prácticos el rango de flujo en transición puede suponerse desde 500 a 2000.

1.1.3.19 Número de Froude

Representa la relación entre las fuerzas inerciales y las fuerzas gravitacionales que actúan en un flujo, se define por la ecuación:

$$\boldsymbol{F} = \frac{V}{\sqrt{g * L}}$$

Ecuación N° 6. *Número de Froude*

Donde:

F: Número de Froude

V: Velocidad media del flujo en ft/s

G: Aceleración de la gravedad

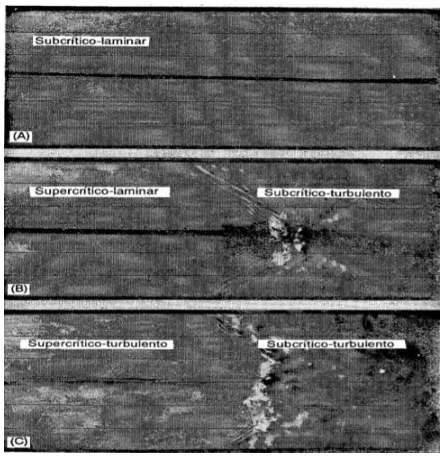
L: Longitud característica en ft, igual a la profundidad hidráulica.

1.1.3.20 Regímenes de Flujo

En un canal abierto el efecto combinado de la viscosidad y de la gravedad puede presentar uno de los 4 regímenes de flujo siguientes:

1. Subcrítico-laminar: Cuando F es menor que la unidad y R está en rango laminar.
2. Supercrítico-laminar: Cunado F es mayor que la unidad y R está en rango laminar.
3. Supercrítico-turbulento: Cuando F es mayor que la unidad y R está en el rango turbulento
4. Subcrítico-turbulento: Cuando F es menor que la unidad y R está en el rango turbulento.

Figura N° 10. *Regímenes de flujo*



Fuente: *Hidráulica de canales abiertos.* [17]

La fotografía A representa el flujo uniforme subcrítico-laminar El flujo es subcrítico debido a que el número de Froude se ajustó ligeramente por debajo del valor crítico. El trazo de tinta no mezclado indica que es laminar. La fotografía B muestra un flujo uniforme supercrítico-laminar que cambia a variado subcrítico turbulento. La fotografía C muestra un flujo uniforme supercrítico-turbulento que cambia a variado-supercrítico turbulento, la tinta evidencia la turbulencia.

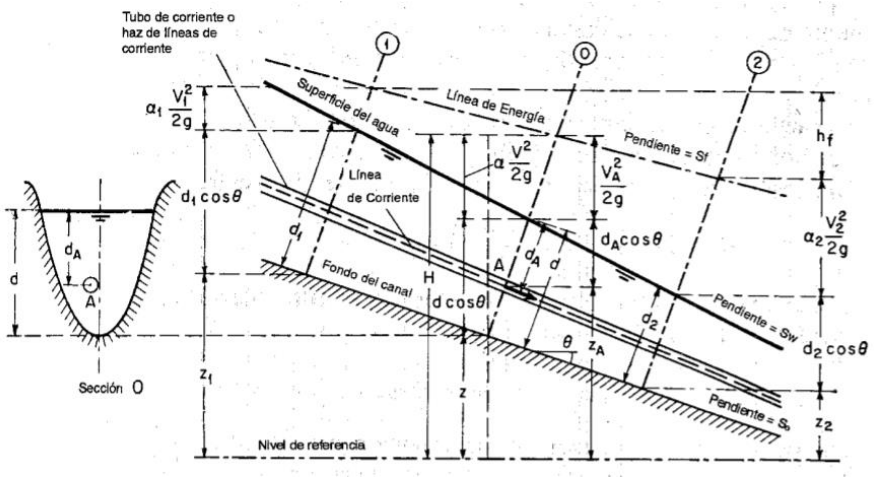
1.1.3.21 Energía del flujo en canales abiertos

La energía de cualquier línea de corriente que circule a través de una sección de canal se puede expresar como la suma de la elevación por encima del nivel de referencia, la altura de presión y la altura de velocidad.[17]

$$H = Z_A + d_A * \cos\theta + \frac{V_{A^2}}{2g}$$

Ecuación N° 8. *Energía de Flujo en canales abiertos*

Figura N° 11. *Energía de un flujo gradualmente variado en canales abiertos*



Fuente: *Hidráulica de canales abiertos.* [17]

1.1.3.22 Energía Específica

En cualquier sección de un canal la energía específica es considerada como la energía por unidad de peso medida con respecto al fondo del mismo, pudiéndose expresar de la siguiente manera:[17]

$$E = d * \cos\theta + \alpha \frac{V_{A^2}}{2g}$$

Para un canal de pendiente pequeña (α=1) se puede determinar la energía específica al sumar la profundidad del flujo más la altura de velocidad.[17]

$$E = y + \frac{V_{A^2}}{2g}$$

Ecuación N° 7. *Energía Específica*

1.1.3.23 Curva de energía específica y relación con el número de Froude.

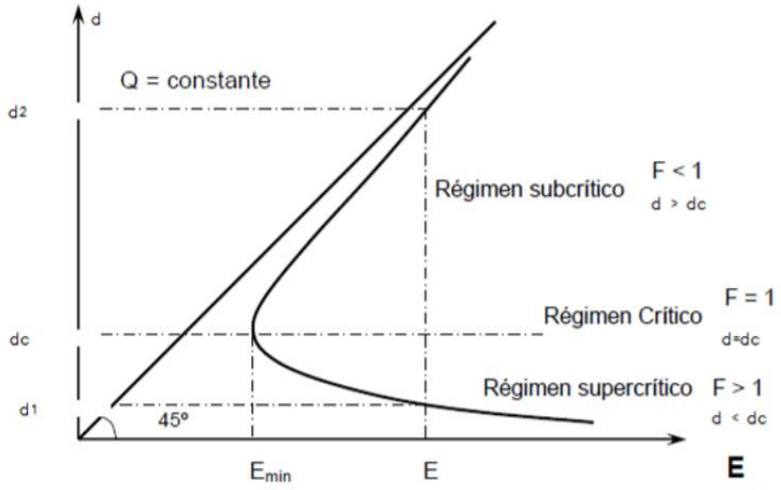
En función de la energía que posee un flujo se puede encontrar en uno de los siguientes estados:

Estado Crítico cuando se cumple la condición que el número de Froude F=1, es decir un flujo para el cuál la energía específica es mínima en determinado caudal.

Estado Subcrítico cuando las condiciones hidráulicas cumplen con el número de Froude menor a 1, velocidades menores a las críticas y tirantes mayores de los críticos, se traduce a un régimen de flujo lento y tranquilo.

Estado supercrítico cuando las condiciones hidráulicas cumplen con el número de Froude mayor a 1, velocidades mayores a las críticas y tirantes menores que los críticos, representa canales de flujo rápido o torrencial, pero perfectamente estable.[18]

Figura N° 12 *Curva de energía específica*



Fuente: Hidráulica de canales abiertos. [17]

1.1.3.24 Ecuación general de flujo

1.1.3.24.1 Ecuación de continuidad

Consecuencia del principio de conservación de la masa aplicada a los fluidos permanentes en movimiento.

$$\rho_1 * A_1 * V_1 = \rho_2 * A_2 * V_2$$

Ecuación N° 8. *Ecuación de continuidad*

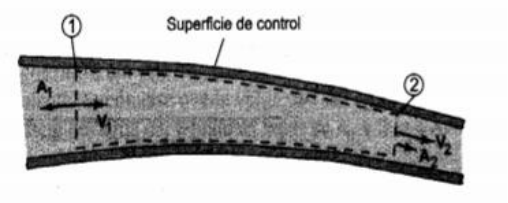
Donde:

V: Velocidad de flujo

A: área de la sección

ρ_1: Caudal que se encuentra circulando

Figura N° 13 *Canal de flujo constante*



Fuente: Ecuaciones generales de la hidráulica.[13]

Al ser la densidad del líquido constante y el caudal o gasto igual al producto de la velocidad por el área tenemos:

$$Q = V * A$$

Ecuación N° 9. *Ecuación de caudal*

1.1.3.25 Ecuación de Manning

Debido a la simplicidad de su forma y a los resultados satisfactorios que arroja en aplicaciones prácticas, se considera la ecuación e Manning como la más utilizada para cálculo de flujos uniformes en canales abiertos.[17]

$$V = \frac{1.49}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{Ecuación 13.}$$

Ecuación N° 10. *Ecuación de Manning*

Donde:

V: velocidad media en ft/s

R: radio hidráulico en ft

S: pendiente de la línea de energía

n: coeficiente de rugosidad

1.1.3.26 Coeficiente de Manning

El coeficiente de rugosidad es la mayor dificultad para la aplicación de la ecuación de Manning al no presentarse una metodología específica para su cálculo, sin embargo se puede recurrir a tablas de valores comunes de n para diferentes tipos de canales. [17]

Los factores que ofrecen mayor influencia sobre el coeficiente de rugosidad son:

1. La rugosidad superficial: forma y tamaños de los granos del material que constituye el perímetro mojado pudiendo producir un efecto retardador de flujo.
2. Vegetación: Depende de la altura, densidad y tipo de vegetación, esta puede reducir de manera considerable la capacidad de un canal y la velocidad de flujo.
3. Irregularidades del canal: En canales naturales la irregularidad y cambio de secciones debido a barras de arena, crestas, depresiones o montículos en el lecho del canal, introducen una rugosidad adicional.

Otros factores importantes que afectan al coeficiente de rugosidad son: alineamiento del canal, sedimentación, socavación, obstrucciones, geometría, caudal, cambio estacional y material en suspensión.[17]

1.1.3.27 Valores de Manning para modelación

En el presente trabajo se consideró la tabla de valores típicos de Manning para diferentes tipos de canales propuesta por el Centro de Ingeniería Hidrológica del ejercito de los Estados Unidos en su sistema de análisis de ríos HEC-RAS.

Tabla N° 2. *Valores del coeficiente de Manning "m"*

A. CANALES NATURALES			
1. Canales Principales	**Min**	**Normal**	**Max**
a. Limpio, recto, lleno, sin grietas o piscinas profundas	0,025	0,030	0,033
b. Igual que el anterior, pero más piedras y malezas.	0,030	0,035	0,040
c. Limpio, sinuoso, algunas piscinas y bancos de arena.	0,033	0,040	0,045
d. Igual que el anterior, pero algunas malezas y piedras	0,035	0,045	0,050
e. Igual que el anterior, etapas más bajas, pendientes y secciones más ineficaces	0,040	0,048	0,055
f. Igual que "d" pero más piedras	0,045	0,050	0,060
g. Alcances lentos, maleza. piscinas profundas	0,050	0,070	0,080
h. Tramos muy maleza, piscinas profundas o inundaciones con grandes masas de madera y matorrales.	0,070	0.1	0.15
2. Llanuras de inundación			
a. Pasto sin pincel			
Hierba corta	0,025	0,030	0,035
Hierba alta	0,030	0,035	0,050
b. Zonas cultivadas			
Sin cultivo	0,020	0,030	0,040
Cultivos en hileras maduras	0,025	0,035	0,045
Cultivos de campo maduros	0,030	0,040	0,050
c. Cepillo			
Cepillo disperso, malezas pesadas	0,035	0,050	0,070
Cepillo ligero y árboles, en invierno.	0,035	0,050	0,060
Cepillo ligero y árboles, en verano.	0,040	0,060	0,080
Cepillo medio a denso, en invierno	0,045	0,070	0.11
Cepillo medio a denso, en verano	0,070	0.1	0.16
d. Árboles			
Tierra despejada con tocones de árboles, sin brotes	0,030	0,040	0,050
Igual que el anterior, pero brotes pesados	0,050	0,060	0,080
Soporte pesado de madera, pocos árboles caídos, poca maleza, flujo debajo de las ramas	0,080	0.1	0.12
Igual que el anterior, pero con flujo hacia las ramas	0.1	0.12	0.16
Sauces densos, verano, rectos	0.11	0.15	0.2

3. Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, bancos generalmente empinados, con árboles y matorrales en bancos sumergidos			
a. Abajo: gravas, adoquines y pocas rocas.	0.03	0.04	0.05
b. Abajo: adoquines con grandes rocas	0,040	0.05	0.07
B. CANALES ALINEADOS O ACUMULADOS			
1. Hormigón			
a. Acabado de llana	0.011	0.013	0.015
b. Acabado flotante	0.013	0.015	0.016
c. Terminado con fondo de grava	0.015	0.017	0.02
d. Inconcluso	0.014	0.017	0.02
e. Gunita buena sección	0.016	0.019	0.023
f. Gunita, sección ondulada	0.018	0.022	0.025
g. En buena roca excavada	0.017	0.02	
h. Sobre toca excavada irregular	0.022	0.027	
2. Flotador de fondo de hormigón terminado con lados de			
a. Piedra revestida en mortero	0.015	0.017	0.02
b. Piedra al azar en mortero	0.017	0.02	0.024
c. Albañilería de escombros de cemento, enlucida	0.016	0.02	0.024
d. Albañilería de escombros de cemento	0.02	0.025	0.03
e. Escombros secos en riprap	0.02	0.03	0.035
3. Fondo de grava con lados de:			
a. Hormigón conformado	0.017	0.02	0.025
b. Piedra al azar en mortero	0.02	0.023	0.026
c. Escombros secos o rasgaduras	0.023	0.033	0.036
4. Ladrillo			
a. Vidriado	0.011	0.013	0.015
b. En mortero de cemento	0.012	0.015	0.018
5. Metal			
a. Superficies lisas de acero	0.011	0.012	0.014
b. Metal corrugado	0.021	0.025	0.03
6. Asfalto			
a. Suave	0.013	0.013	
b. Áspero	0.016	0.016	
7. Revestimiento vegetal	0.03		0.5
C. CANALES EXCAVADOS O DRAGADOS			
1. **Tierra recta y uniforme**			
a. Limpio, recientemente completado	0.016	0.018	0.02
b. Limpio, después de la intemperie	0.018	0.022	0.025
c. Grava, sección uniforme, limpia	0.022	0.025	0.03
e. Con hierba corta, pocas malezas	0.022	0.027	0.033
2. Tierra, sinuosa y lenta			
a. Sin vegetación	0.023	0.025	0.03
b. Hierba, algunas malezas	0.025	0.03	0.033
c. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0.03	0.035	0.04
d. Fondo de tierra y lado de escombros	0.028	0.03	0.035
e. Fondo pedregoso y bancos de malezas	0.025	0.035	0.04
f. Adoquín inferior y lados limpios	0.03	0.04	0.05
3. Dragado-excavado o dragado			
a. Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
b. Cepillo ligero en bancos	0.035	0.05	0.06

4. Cortes de roca			
a. Liso y uniforme	0.025	0.035	0.04
b. Dentado e irregular	0.035	0.04	0.05
5. Canales no mantenidos, malezas y maleza			
a. Limpie el fondo, cepille los lados	0.04	0.05	0.08
b. Igual que el anterior, la etapa más alta de flujo	0.045	0.07	0.110
c. Malezas densas, tan altas como la profundidad del flujo	0.05	0.08	0.120
d. Cepillo denso, etapa alta	0.08	0.100	0.140

Fuente: *HEC-RAS 5.0 Reference Manual.* [19]

1.1.3.28 Estadística Hidrológica

La finalidad de la aplicación de la estadística en hidrología es analizar la información hidrológica disponible, recolectada en forma de muestras para poder estimar un fenómeno que ocurrirá a futuro y las características que presentará.[20]

La estadística hidrológica proporciona soluciones probabilísticas dentro de las cuales se puede demostrar que se encuentra la solución determinística de un problema hidrológico, entre las aplicaciones más destacadas tenemos:

a. Diseño de estructuras hidráulicas
b. Satisfacción de demandas con descargas disponibles en puntos de interés
c. Diseño y operación de embalses

1.1.3.29 Variable aleatoria

Una variable aleatoria puede definirse como una función que relaciona a un valor numérico con cada posible resultado de un experimento aleatorio, esta variable puede ser discreta si toma un número finito de valores o continúa si toma valores infinitos.[21]

La variable principal para el modelo numérico utilizado en el presente trabajo es el caudal o gasto, mismo que se considera una variable aleatoria continúa por las infinitas posibilidades de cambio que puede presentar en función del tiempo y su relación con otros parámetros.

1.1.3.30 Valor medio

El valor medio o esperanza matemática de una variable aleatoria es el centro de gravedad de la masa de distribución. En la correlación lineal, el valor medio de las variables “x”, está dada por:[22]

$$\overline{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

Ecuación N° 11. *Media Aritmética*

Donde:

N: número total de datos

x: variable aleatoria

1.1.3.31 Varianza

La varianza se define como el momento de inercia de la masa de distribución. La varianza en "x" será:[22]

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}{n}$$

Ecuación N° 12. *Varianza*

Donde:

x: variable aleatoria

n: número total de datos

σ: varianza

1.1.3.32 Desviación Típica

La desviación típica, desviación estándar o desvío medio cuadrático, se lo define como la raíz cuadrada positiva de la varianza:[22]

$$\boldsymbol{\sigma^x} = +\sqrt{\sigma_x^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Ecuación N° 13. *Desviación Típica*

Donde:

x: variable aleatoria

n: número total de datos

σ: varianza

1.1.3.33 Criterio excluyente de Chauvenet

Permite determinar si un dato ya homogeneizado es pertinente o debe ser excluido de la serie original.[23]

La metodología de Chauvenet es la siguiente:

1. Determinar la media aritmética y la desviación estándar de los datos corregidos y homogeneizados
2. Calcular la desviación máxima, mediante la relación:

$$S_{max} = |X_{extremos} - X|$$

3. Se determina la relación:

$$\frac{S_{max}}{S}$$

Ecuación N° 14. *Criterio de Chauvenet*

4. Esta relación Smáx/S se compara con los Valores críticos aportados por Chauvenet

Tabla N° 3. *Valores críticos de Chauvenet (d/s)*

n	d/s	n	d/s	n	d/s
5	1.65	20	2.24	5x10^3	3.89
6	1.73	22	2.28	5x10^4	4.42
7	1.8	24	2.31	5x10^5	4.89
8	1.86	26	2.35	5x10^6	5.33
9	1.92	30	2.39	5x10^7	5.73
10	1.96	40	2.5		
12	2.03	50	2.58		
14	2.1	100	2.8		
16	2.16	200	3.02		
18	2.2	500	3.29		

Fuente: *Estadística Básica Aplicada.* [23]

- Si $\frac{S_{max}}{S} \leq$ Chauvenet entonces el valor extremo no es discrepante y por tanto se considera pertinente.
- Si $\frac{S_{max}}{S} >$ Chauvenet entonces el valor extremo es discrepante y debe ser excluido y de ser así, se regresa al paso inicial.[23]

1.1.3.34 Método de Gumbel

Expresa que la probabilidad de ocurrencia de un valor "X", menor que un valor dado "x", está dada por:

$$P(X < x) = F(x) = e^{-e^{-a*(x-x0)}} \quad \text{Ecuación 17.}$$

Los coeficientes "X_0" y "a" están relacionadas con la media "$\bar{x}$", y la desviación típica "σ" por las relaciones:

$$\frac{1}{a} = 0.78 * \sigma \quad y \quad X_0 = \bar{x} - \frac{0.577}{a}$$

Luego la probabilidad de obtener un valor que "x" es:

$$P(X \geq x) = 1 - f(x) \quad \text{Ecuación 18.}$$

Se establece que:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Ecuación 19.}$$

Ecuación N° 15. *Método de Gumbel*

Donde:

x: Magnitud del evento extremo de probabilidad P(X<x)

$\bar{x}$: Promedio aritmético de los valores

n: Número de años de registro

σ: Desviación estándar de la serie y se calcula con la siguiente expresión:[22]

1.1.3.35 Normativa NEVI 12

Constituye un documento normativo técnico aplicable al desarrollo de infraestructura vial y del transporte en el Ecuador bajo principios de equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistémica.

1.1.3.36 Periodo de diseño

NEVI 12 mediante el análisis del riesgo admisible recomienda:

$$Prob(x < Q) = Riesgo = 1 - (1 - \frac{1}{Tr})^n$$

Ecuación de la cual se obtiene el periodo de retorno:

$$Tr = \frac{1}{1 - 10(\frac{Log(1 - Riesgo)}{n})}$$

Ecuación N° 16. *Periodo de Retorno*

Donde:

Riesgo: Riesgo que se asume para la estructura en porcentaje

Tr: Período de retorno en años

n: Vida útil de la estructura en años

Tabla N° 4. *Valores del riesgo admisible máximos recomendados*

Riesgo Máximo Admisible NEVI-12			
Tipo de Obra	Riesgo (%)	n (años)	Tr (años)
Puentes	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de aguade cunetas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Sub drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140
Planta de Tratamiento	25	35	122

Fuente: *NEVI-12.* [24]

1.1.3.37 Modelo Matemático HEC-RAS

HEC-RAS como modelo de cálculo no deja de ser una aproximación al flujo en lámina libre. Por ello lleva asociadas unas limitaciones de cálculo inherente a las hipótesis de partida de las ecuaciones que resuelve.

HEC-RAS resuelve el flujo gradualmente variado a partir de la ecuación de balance de energía (Trinomio de Bernoulli) entre dos secciones dadas, excepto en los casos en los que simulen estructuras como puentes, vertederos o tramos cortos entubados (culverts). En tales casos HEC-RAS resuelve la ecuación de conservación de la cantidad de movimiento, así como ciertas ecuaciones de carácter empírico establecidas para estructuras.

Una hipótesis básica en la que se basa HEC-RAS es que el flujo simulado debe ser unidimensional. Es decir la única componente de la velocidad que se considera es la componente en la dirección del movimiento. Las otras dirección vertical y transversal al movimiento, se consideran despreciables.

El programa contiene tres componentes de análisis hidráulico unidimensional para:

1. Cálculo de perfil de la lámina de agua en régimen permanente gradualmente variado. El sistema puede simular un simple tramo de un río, un sistema arborescente o una red completa de canales. Puede simular el régimen lento, rápido y la combinación simultánea de ambos. El método de cálculo que utiliza es el balance de energía entre dos secciones dadas resuelto por el método iterativo paso a paso. Por otro lado, las pérdidas de energía repartidas las estima a partir de la fórmula de Manning y utiliza por defecto coeficientes de pérdidas localizadas por expansión y contracción. La ecuación de cantidad de movimiento se utiliza en el caso de que se dé régimen rápidamente variado: régimen combinado rápido y lento (resalto hidráulico), hidráulica de puentes, así como la determinación de perfil de lámina de agua en confluencia de ríos.
2. HEC-RAS dispone también de un módulo de simulación en régimen variable (no permanente) que en las versiones más recientes ha ido en robustez y versatilidad de cálculo.
3. También dispone de un módulo para la estimación del transporte de sedimentos en lechos móviles

Las tres componentes utilizan los mismos datos geométricos y rutinas de cálculos hidráulicos.[1]

1.1.3.38 Modelo Matemático HEC Geo-RAS

HEC Geo-RAS 10 es una extensión para ArcGis 10 desarrollada conjuntamente por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del United Stade Army of Engineers y el Enviromental System Research Institute (ESRI). Básicamente es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades especialmente diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten bajo el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), facilitar y complementar el trabajo con HEC-RAS.

HEC Geo-RAS crea un archivo para importar a HEC-RAS datos de geometría del terreno incluyendo cauce del río, secciones transversales. Posteriormente los resultados obtenidos de calados y velocidades se exportan desde HEC-RAS a ArcGis y pueden ser procesados para obtener mapas de inundaciones y riego.[19]

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Caracterizar del comportamiento hidráulico de un tramo del Río Ambato comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas Km 4+00 a 8+00 mediante un modelo matemático unidimensional.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar un análisis hidrológico en el lugar de estudio.
- Procesar información geográfica HEC-GeoRAS para el modelo numérico HEC-RAS.
- Analizar diferentes escenarios en el modelo calibrado.
- Determinar zonas de inundación y posibles estructuras afectadas.
- Elaborar un manual de usuario para la elaboración de modelos numéricos fluviales.

CAPÍTULO II
METODOLOGÍA

El trabajo de investigación documental o bibliográfica constituye una etapa primordial de todo proyecto de investigación y debe garantizar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio, dentro de un universo de documentos que puede ser muy extenso.[25]

Manejar la información de forma eficiente es esencial, dada la cantidad de información científica disponible y su continuo crecimiento exponencial.

Desde una perspectiva estructurada se ha implementado la investigación bibliográfica en el presente trabajo de titulación, enfocándose inicialmente en el cambio climático y su efecto sobre el incremento o decrecimiento de los caudales en los ríos de diferentes partes del mundo, se revisaron artículos científicos, publicaciones de estudios y páginas oficiales de organizaciones internacionales, además se abordó la vulnerabilidad social y económica frente a inundaciones de países como Colombia, Bolivia y Ecuador, que debido a una deficiente gestión integrada del riesgo convierte estos fenómenos naturales en catástrofes que involucran grandes pérdidas humanas y económicas.

La investigación exploratoria tiene como objetivo examinar o explorar un tema o problema de investigación poco estudiado, sirve para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, poco estudiados o novedosos. [26]. En el presente estudio este fue el primer paso para conocer mejor los conceptos y herramientas que permiten reflejar el comportamiento de un rio mediante un modelo matemático y estudiarlo en los diferentes escenarios de crecida.

En un estudio descriptivo se seleccionan las variables y se mide cada una de ellas independientemente para describir su comportamiento, este tipo de estudio busca especificar las propiedades importantes de personas o cualquier otro tipo de fenómeno. [23]. La variable más importante analizada en este documento es el caudal que circula por el río Ambato, para esto se accedió a las mediciones diarias en el periodo comprendido entre 1963 y 1980 de la estación hidrológica Tilulún propiedad del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador, con las cuales se describe el comportamiento y cambios del caudal en función del tiempo.

La investigación correlacional tiene como finalidad medir el grado de relación que eventualmente pueda existir entre dos o más conceptos o variables, buscan establecer si hay o no una correlación, de que tipo es y cuál es su grado o intensidad.[26] Dentro de la simulación del comportamiento del río Ambato se relacionó la variable del caudal con la altura de flujo, velocidad y estado de flujo en las diferentes secciones del río para analizar los puntos críticos en los que puede llegar a producirse inundaciones o desbordamientos.

La investigación explicativa busca explicar un fenómeno en cuestión, estableciendo de manera confiable, la naturaleza de la relación entre uno o más efectos o variables dependientes y una o más causas de variables independientes.[26]. Una vez establecidas las condiciones más relevantes en las que el río Ambato incrementaría su caudal se buscó explicar el comportamiento que tendrá en cada una de ellas y el potencial riesgo que representa para los diferentes sectores y estructuras.

El tramo específico del río Ambato seleccionado para el presente estudio es el comprendido dentro la parroquia Atocha-Ficoa del cantón Ambato de la provincia Tungurahua con una longitud de 4k hasta llegar al sector del Socavón.

2.1 Materiales y Equipos

2.1.1 Materiales

- Computador
- Impresora
- Gps
- Cámara fotográfica
- Anuarios de registro de estaciones hidrológicas del río Ambato.
- Modelo digital de elevación DEM.
- Ortofoto de la ciudad de Ambato.
- Fuentes Bibliográficas

2.1.2 Equipos

No se utilizaron equipos físicos para el presente trabajo, pero si diversos softwares como:

- Software para análisis de ríos HecRas 5.0.7
- Software GIS
- Software Autodesk Civil 3D Student Version.
- Global Mapper
- Microsoft Excel

2.2 Métodos

2.2.1 Plan de recolección de Datos

a). Datos del Terreno

Para el levantamiento de la información topográfica, mediante un oficio dirigido al Departamento de Recursos Hídricos y Conservación Ambiental del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua se obtendrá la Ortofoto de la ciudad de Ambato y el modelo de elevación digital DEM.

b). Datos Hidrométricos

Los datos de las mediciones hidrológicas se tomaron de los anuarios publicados en la biblioteca del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología en su página oficial y se seleccionó las estaciones hidrológicas 61-16 Tilulún, con registros de mediciones diarias en el periodo comprendido entre 1963 y 1980 para la determinación de los caudales de crecida del río Ambato.

c). Datos de Infraestructura

Mediante un recorrido por tramo del río correspondiente al km 4+000 a 8+000 se registrará fotográficamente y se georreferenciará las principales estructuras como puentes y alcantarillas que están en funcionamiento sobre el río Ambato.

d). Datos de Riesgo y Periodos de retorno

La Normativa Ecuatoriana Vial NEVI-12 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador proporcionará los datos necesarios para conocer el riesgo máximo admisible al que deben estar expuestas diferentes tipos de estructuras, además entre sus normas para estudios y diseños viales se indican los periodos de retorno a considerarse para caudales de ríos que estén directamente relacionados con estas estructuras.

2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información

2.2.2.1 Procesamiento de datos del Terreno

Obtenido el modelo de elevación digital DEM de la ciudad de Ambato se ingresará al software Global Mapper, se configurará la proyección correspondiente UTM, WGS84 Zona 17 Sur y se ejecutará la herramienta análisis para generar contornos y obtener las curvas de nivel para exportarlas al software Autodesk Civil 3D.

En Civil 3D versión estudiantil se extraerá específicamente la zona de estudió, se cargará y georreferenciará la ortofoto de la ciudad de Ambato para trazar el eje central y los bordes del río, permitiendo generar cortes con secciones transversales cada 20m y graficar el perfil característico del flujo para finalmente exportar esta información a HEC-RAS 5.0.7.

En el software para análisis de ríos HEC-RAS se importará la información mediante la herramienta Geometry Data, se revisará la forma de las secciones transversales y la dirección del flujo para proceder a ingresar las condiciones de contorno aguas arriba y aguas abajo y finalmente gracias a la herramienta view 3D se comprobará la continuidad en la forma del río.

2.2.2.2 Procesamiento de datos Hidrométricos

Extraídos y tabulados los datos de los registros meteorológicos periodo 1963 - 1980 de la estación 61-16 Tilulún actualmente desactivada propiedad de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, se aplicará el criterio de Chauvenet para descartar aquellos valores que pueden ser considerados atípicos o numéricamente distantes del grupo de datos, luego se utilizará una distribución de Gumbel, la cual es eficiente al predecir valores máximos y se calculará el caudal de crecida que presentará el río Ambato para un periodo de retorno de 140 años.

2.2.2.3 Procesamiento de datos de infraestructura

Registradas fotográficamente y georreferenciaron todas las estructuras existentes y en funcionamiento sobre el río, serán consideradas para el cálculo del riesgo máximo admisible, la obtención del periodo de retorno y el ingreso de sus características al modelo de análisis en HE-CRAS.

2.2.2.4 Procesamiento de datos de riesgo y periodo de retorno

Aplicando la Normativa NEVI-12 se determinará un riesgo máximo admisible para las estructuras existentes y los periodos de retorno en años recomendados para el análisis del caudal de crecida.

2.2.2.5 Procesamiento de datos de coeficientes de escorrentía

Utilizando la ortofoto de la ciudad de Ambato y basándose en el recorrido técnico por el tramo del río en estudio, se identificará el tipo de cobertura superficial que se extiende por las diversas áreas adyacentes al río, guiándose en la tabla de valores típicos para coeficientes de escorrentía proporcionados por el manual de referencias de HEC-RAS 5.0.7 se seleccionará el correspondiente número de Manning para el lecho y orillas del río, se ingresarán valores individualmente para cada tramo de 20 m. en el software HEC-RAS.

2.2.2.6 Calibración del modelo

Con la información completa ingresada en HEC-RAS la calibración se basa en la ejecución del modelo con un valor de caudal medio para obtener la dirección característica del flujo sobre la superficie, el eje central que representa el cauce natural del río debe coincidir con la dirección de la simulación de flujo, de no ser este el caso se debe analizar los puntos críticos de cambio de dirección y corregir con estructuras laterales hasta que el modelo coincida, con la dirección correcta se podrá analizar las zonas de inundación y cambios en las características del flujo.

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Recolección de Datos

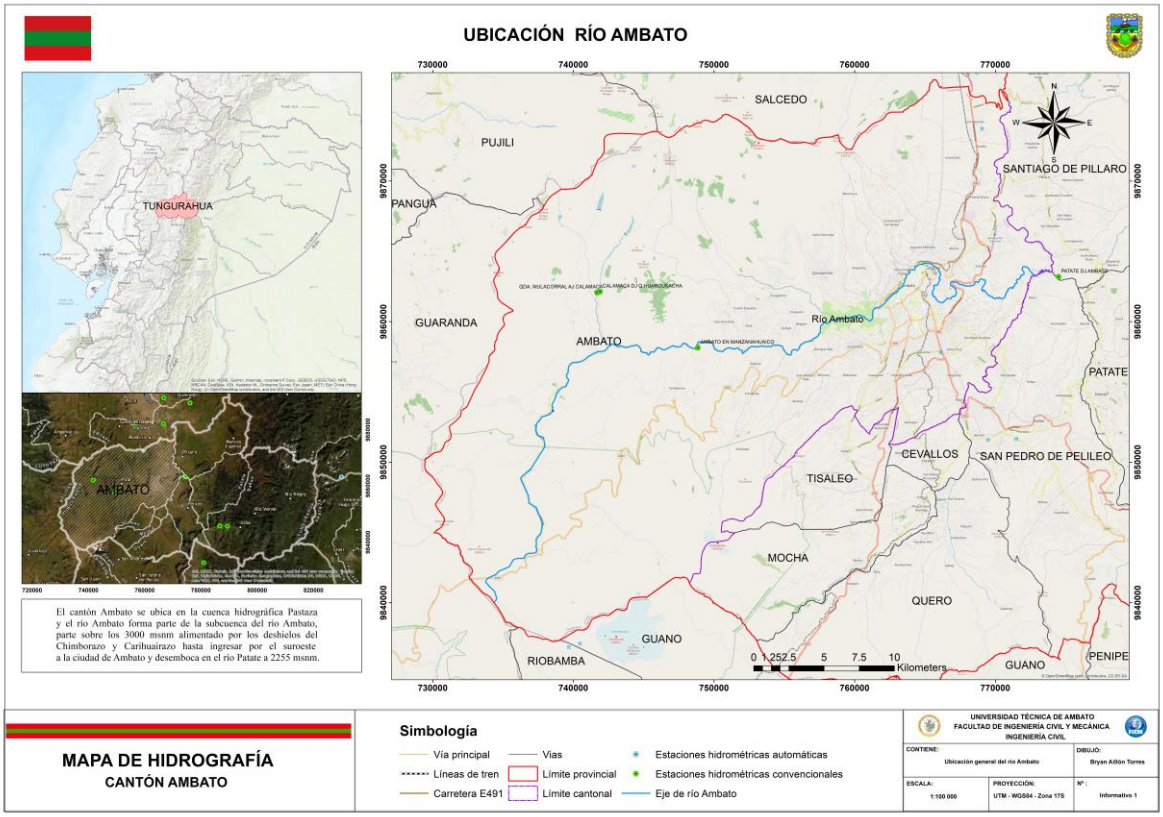
3.1.1 Descripción del objeto de estudio

El río Ambato está ubicado en la cordillera occidental de la región Interandina del Ecuador, con una longitud de 54 Km atraviesa la provincia de Tungurahua y la ciudad de su mismo nombre.

Hidrográficamente este río forma parte de la subcuenta del Rio Ambato, parte sobre los 3000 msnm, alimentado por los deshielos del Chimborazo y Carihuairazo hasta ingresar por el suroeste a la ciudad de Ambato para terminar desembocando en el río Patate a los 2255 msnm.

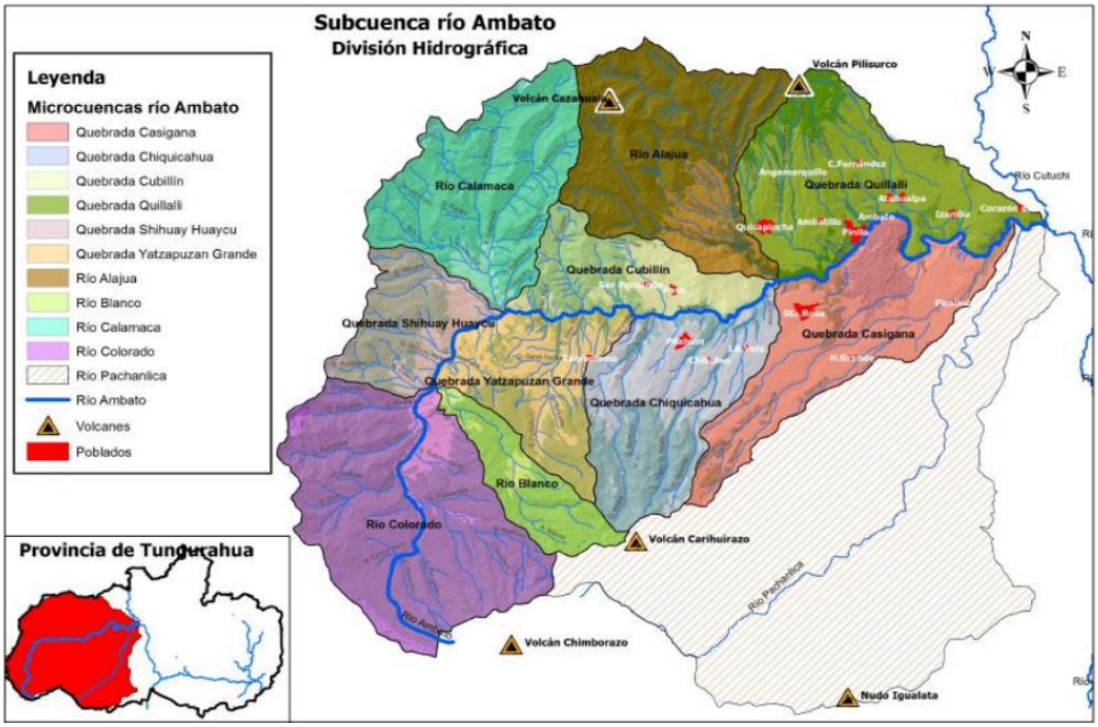
El agua del río Ambato es destinada principalmente para el riego de 13.243 Hectáreas, para el consumo humano de 180.358 habitantes y otra parte del caudal es aprobechado por piscícolas, industrias, termales y abrevaderos. [27]

Figura N° 14. *Ubicación General del Río Ambato*



FUENTE: *Modelo Gis del proyecto con capas proporcionadas por el HGPT y Open Street Map.*

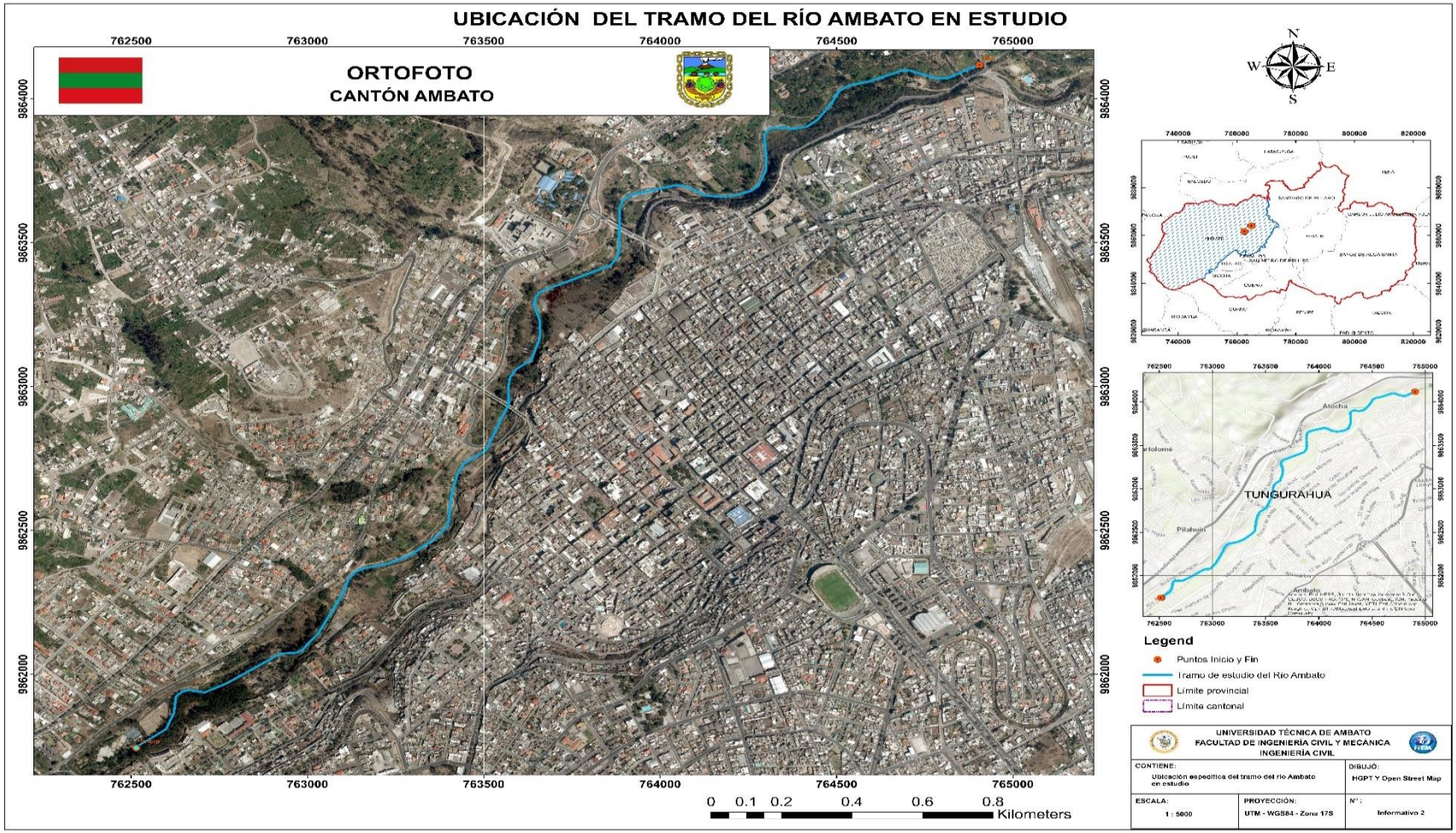
Figura N° 15. *División Hidrográfica de la subcuenca del río Ambato*



FUENTE: *Gestión Actual de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del río Ambato.* [27]

El tramo específico para el estudio se ubica en el cantón Ambato en la parroquia Atocha-Ficoa, con el punto inicial en el interior del Parque Luis A. Martínez en las coordenadas: UTM WGS 84 zona 17 Sur, N: 9861746 y E: 762519, con una elevación de 2573 msnm., y se extiende hasta el sector del Socavón en las coordenadas: N: 9864134 y E: 764944 con una elevación de 2486 msnm. Como se muestra en el Gráfico 16.

Figura N° 16. *Ubicación específica del proyecto.*



FUENTE: *Modelo Gis del proyecto con capas proporcionadas por el HGPT y Open Street Map.*

La topografía de la zona de estudio corresponde a un terreno pronunciado como se muestra en el Anexo C, planos 3-11, la sección relativamente recta del río posee una geometría de artesa en el canal principal de lecho móvil con una pendiente media del 1.95%, las orillas están cubiertas de vegetación y secciones con acumulación de rocas, a continuación, se detalla la ubicación geográfica de las abscisas a lo largo de sus 4 km.

Tabla N° 5. *Localización geográfica de las abscisas en el estudio del río Ambato*

Nº	ABSCISA	ESTE	NORTE	COTA
	km	m	m	m.s.n.m.
1	4+000	762382.231	9861603.59	2557.6
2	4+250	762563.681	9861771.69	2552.7
3	4+500	762696.949	9861938.03	2542.923
4	4+750	762903.009	9862062.14	2539.48
5	5+000	763073.157	9862212	2535.54
6	5+250	763227.98	9862382.46	2530.64
7	5+500	763402.927	9862545.97	2526.57
8	5+750	763494.299	9862763.71	2521.67
9	6+000	763576.551	9862992.06	2514.7
10	6+250	763669.837	9863209.07	2511.21
11	6+500	763767.646	9863376.72	2505.83
12	6+750	763889.871	9863551.99	2501.807
13	7+000	764051.267	9863698.48	2495.23
14	7+250	764267.909	9863707.07	2490.29
15	7+500	764314.079	9863945.36	2484.541
16	7+750	764509.177	9864028.37	2480.52
17	8+000	764736.532	9864085.28	2475.504

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

3.1.2 Datos Hidrométricos

Los registros hidrométricos considerados para el presente estudio provienen de la estación hidrológica 61-16 Tilulún propiedad del Instituto Nacional de

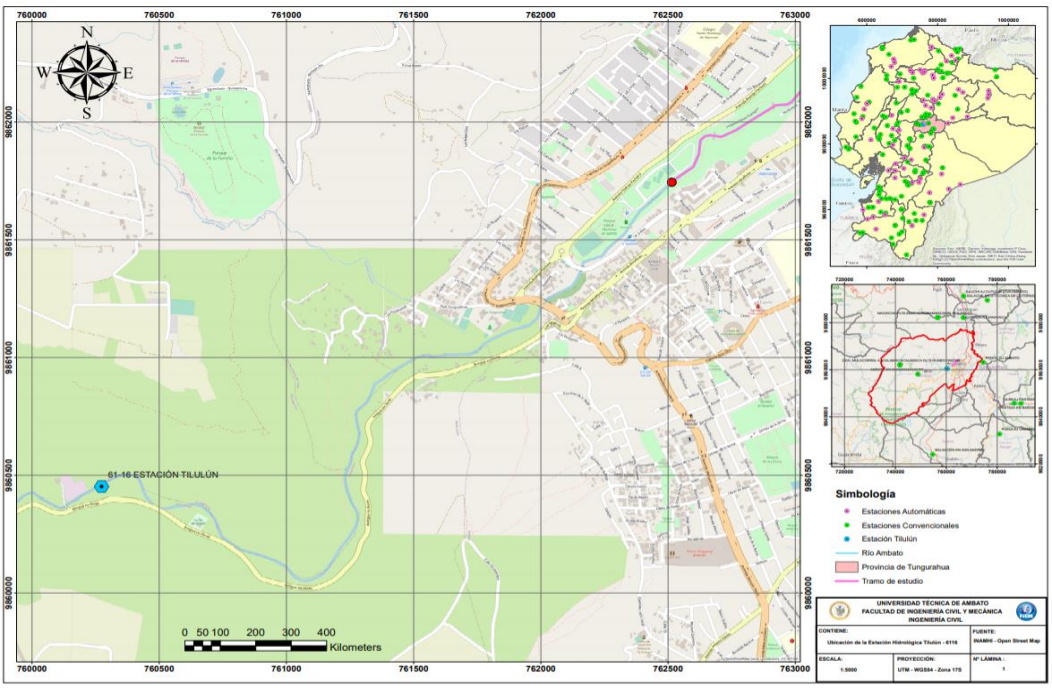
Meteorología e Hidrología del Ecuador ubicada en las coordenadas N: 9860490, E: 760245 en el sistema UTM-WGS84 Zona 17S.

Tabla N° 6. *Caudales Anuales estación Tilulún*

Estación:	**Tilulún**		
Código:	61-16		
Fuente:	INAMHI		
Estado:	Inoperante		
AÑO	Q med.	Q máx	Q min
1963	3.62	1385	1.18
1964	5.95	47.42	1.02
1965	5.54	22.48	0.87
1966	5.2	37.83	1.29
1967	6.6	4962	2.14
1968	4.89	44.85	1.54
1969	5.57	38.87	1.45
1970	9.27	46.23	1.01
1971	6.73	61.73	0.96
1972	6.48	84.71	2.5
1973	4.96	41.62	31
1974	6.13	18.87	1.82
1975	9.58	4947	3.49
1976	7.28	77.06	0.74
1977	4.57	41.84	0.38
1978	5.37	30.52	0.43
1979	2.11	23.11	0.33
1980	4.32	52.84	0.33

FUENTE: *INAMHI.*

Figura N° 17. *Ubicación de la estación Tilulún*



FUENTE: *INAMHI y Open Street Map*

3.1.3 Infraestructura

A lo largo de los 4 Km del tramo en estudio se evidencia la presencia de 8 puentes peatonales de estructura metálica, 6 en buen estado y 2 en estado regular, 1 puente de hormigón armado de 1 carril en buen estado y 2 puentes de hormigón armado de gran altura, de los cuales sus pilas descansan próximas a la orilla del río. En la tabla 7 se detallan las abscisas en las que se localizan las estructuras que serán parte del análisis y en el Anexo C la evidencia fotográfica de las mismas.

Tabla N° 7. *Estructuras existentes en el tramo de estudio*

Abscisa	Código	Tipo de Estructura
4+200	PT-04	Puente peatonal metálico
4+480	PT-05	Puente peatonal metálico
4+760	PT-06	Puente peatonal metálico
5+000	PT-07	Puente peatonal metálico
5+640	PT-08	Puente peatonal metálico
5+800	PT-09	Puente hormigón armado
5+940	PT-10	Puente hormigón armado
6+180	PT-11	Puente peatonal metálico
6+320	PT-12	Puente peatonal metálico
6+740	PT-13	Puente hormigón armado
6+940	PT-14	Puente peatonal metálico

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

3.2 Plan de procesamiento de datos y análisis de información

3.2.1 Datos del terreno

En la Figura 16 se específica la ubicación del tramo de análisis y en el Anexo C, planos 3-9, se detalla la topografía de la zona obtenida en función de los modelos de elevación

proporcionados por el Departamento de Recursos Hídricos del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

3.2.2 Datos hidrométricos

Organizados los datos de caudales máximos de crecida de la estación hidrológica Tilulún en el periodo 1963-1980, se aplicó el criterio de Chauvenet para excluir aquellos datos atípicos que no se ajustan a la tendencia del registro indicado en la Tabla 8.

Tabla N° 8. *Criterio de Chauvenet para exclusión de valores atípicos.*

CAUDALES ANUALES ESTACIÓN TILULUM						
No.	**AÑO**	**Q mc. (m3/s)**	**(Xi-x)**	**(Xi-x)^2**	**|Xi-x|/σ**	**Criterio**
1	1964	67.38	1.66	2.77	0.11	Bien
2	1965	44.06	-21.66	468.97	1.44	Bien
3	1966	50.78	-14.94	223.07	0.99	Bien
4	1967	70.14	4.42	19.58	0.29	Bien
5	1968	66.14	0.42	0.18	0.03	Bien
6	1969	51.77	-13.95	194.48	0.93	Bien
7	1970	68.79	3.07	9.45	0.2	Bien
8	1971	61.73	-3.99	15.89	0.26	Bien
9	1972	92.75	27.03	730.86	1.8	Bien
10	1973	68.79	3.07	9.45	0.2	Bien
11	1975	74.31	8.59	73.86	0.57	Bien
12	1976	101.33	35.61	1268.38	2.37	Excluir
13	1977	65.4	-0.32	0.1	0.02	Bien
14	1978	51.05	-14.67	215.08	0.97	Bien
15	1979	64.19	-1.53	2.33	0.1	Bien
16	1980	52.84	-12.88	165.78	0.86	Bien
		65.72	Σ:	3400.23		
			σ:	15.06		
			Kn:	2.15		

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

Se excluyó el dato correspondiente al año 1976 como valor atípico determinando así los datos que formarán parte del cálculo de caudal de diseño en la Tabla N° 9.

Tabla N° 9. *Caudales Anuales para el cálculo del caudal de diseño*

AÑO	Q mc. (m3/s)
1964	67.38
1965	44.06
1966	50.78
1967	70.14
1968	66.14
1969	51.77
1970	68.79
1971	61.73
1972	92.75
1973	68.79
1975	74.31
1977	65.4
1978	51.05
1979	64.19
1980	52.84

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

La serie original del registro facilita el cálculo de la probabilidad empírica y mediante la distribución de Gumbel se genera la probabilidad teórica indicadas en la Tabla 10.

Tabla N° 10. *Cálculo de la probabilidad Teórica y Empírica*

Tr (años)	Probabilidad		yi	QTr (m3/s)
	Decimal	(%)		
261.20	0.0038	0.38	5.56	123.19
10000.00	0.0001	0.01	9.21	166.40
1000.00	0.0010	0.10	6.91	139.11
200.00	0.0050	0.50	5.30	120.01
140	0.0071	0.71	4.94	115.78
125	0.008	0.80	4.82	114.43
100.00	0.0100	1.00	4.60	111.77
71	0.0141	1.41	4.26	107.69
50.00	0.0200	2.00	3.90	103.50
35	0.0286	2.86	3.54	99.22
30	0.0333	3.33	3.38	97.37
25.00	0.0400	4.00	3.20	95.16
20.00	0.0500	5.00	2.97	92.46
10.00	0.1000	10.00	2.25	83.93
5.00	0.2000	20.00	1.50	75.04
4.00	0.2500	25.00	1.25	72.03
3.00	0.3333	33.33	0.90	67.96
2.50	0.4000	40.00	0.67	65.22

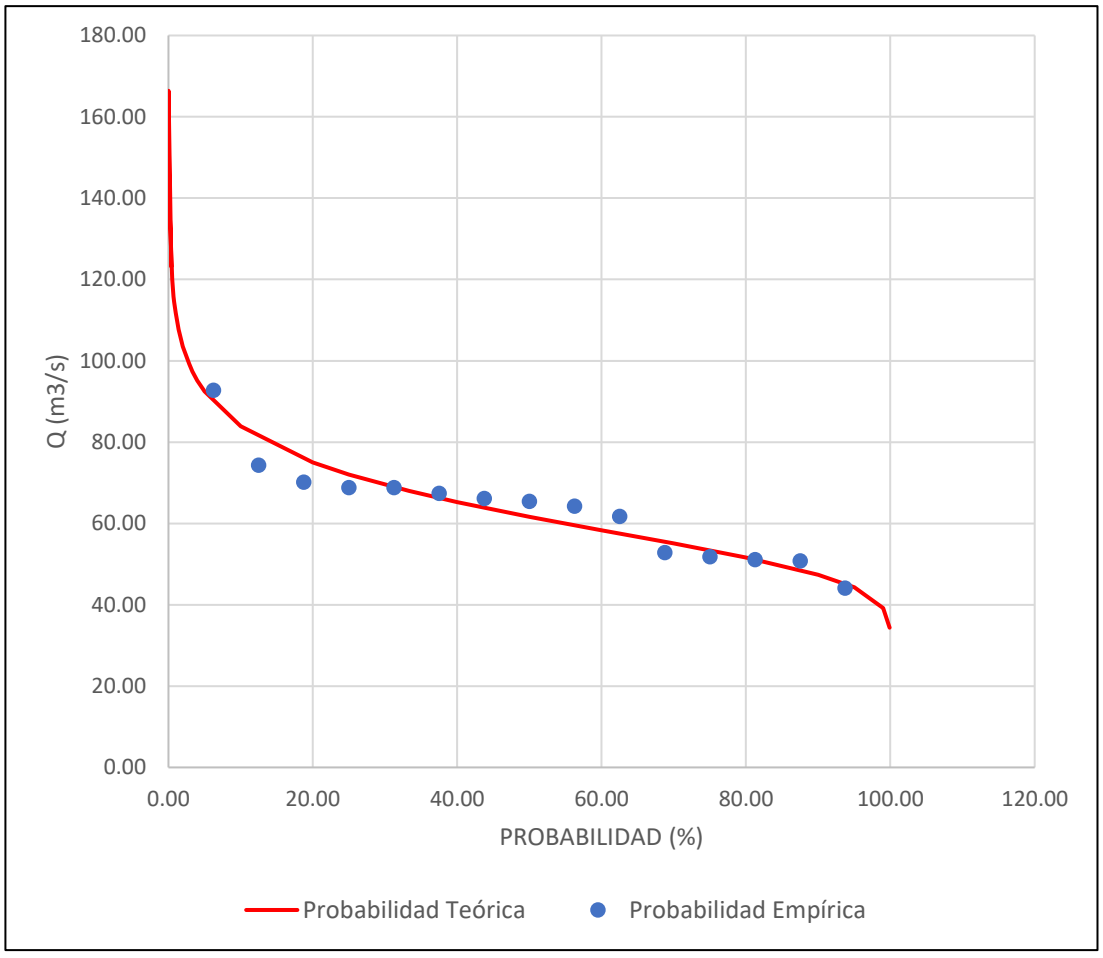
2.00	0.5000	50.00	0.37	61.61
1.25	0.8	80.00	-0.48	51.63
1.00	0.9990	99.90	-1.93	34.36

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

De la tabla 10. se consideraron 6 periodos de retorno recomendados por la normativa NEVI-12, los cuales serán 5,10,25,50,100 y 140 años.

Al analizar el Gráfico 25 se puede observar la relación de probabilidad entre los datos del caudal proyectados y los datos de caudal empíricos determinando que la proyección se ajusta y es válida para seleccionar de los caudales de diseño para el estudio.

Figura N° 18. *Probabilidad vs Caudal de diseño*



Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

3.2.3 Riesgo y periodo de retorno

En función de la infraestructura existente en el río Ambato, únicamente puentes en el tramo de estudio, la Normativa NEVI-12 recomienda un porcentaje de riesgo admisible del 25%.

Con este porcentaje de riesgo admisible se determina un caudal de 115.78 m3/s para un periodo de retorno de 140 años como condición más crítica dentro del análisis.

Tabla N° 11. *Riesgo máximo admisible y periodo de retorno*

Riesgo Máximo Admisible NEVI-12			
Tipo de Obra	**Riesgo (%)**	**n (años)**	**Tr (años)**
Puentes	25	40	140
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30	25	71
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de aguade cunetas	35	15	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40	15	30
Sub drenes	40	15	30
Defensas Ribereñas	25	40	140
Planta de Tratamiento	25	35	122

Fuente: *Normativa NEVI-12.* [24]

3.3 Modelo numérico HEC-RAS

3.3.1 Parámetros del modelo

El software de análisis Hec-Ras cuenta con diferentes módulos para ingresar la información requerida para la modelación del río Ambato, el primero de ellos es Geometric Data en donde se accedió para importar las secciones transversales generadas por un software Civil 3D de las abscisas cada 20 m con una franja de 200 m a lo largo de los 4 km del río con las pendientes propias del terreno.

La implantación de las estructuras indicadas en la Tabla 7, el dimensionamiento de pilas, estribos y tableros fue generado desde este módulo.

En el siguiente paso es necesario ingresar los valores del coeficientes de Manning tanto para la sección del canal principal como para el tipo de superficies que conforman las orillas del río, estos valores fueron determinados mediante una identificación en campo

de las características del terreno y guiados por la tabla de valores recomendados por el mismo manual de usuario de Hec-Ras 5.0.7 indicados en la Tabla 2, así se definió los coeficientes de la tabla 9 para la modelación de la sección de estudio.

Tabla N° 12. *Coeficientes de Manning para la sección de estudio*

Nº	ABSCISA km	Coeficiente de Manning		
		Izquierdo	Central	Derecho
1	4+000	0.06	0.05	0.06
2	4+250	0.03	0.05	0.06
3	4+500	0.06	0.05	0.06
4	4+750	0.06	0.05	0.04
5	5+000	0.04	0.05	0.03
6	5+250	0.05	0.05	0.06
7	5+500	0.05	0.05	0.05
8	5+750	0.05	0.05	0.05
9	6+000	0.06	0.05	0.06
10	6+250	0.06	0.05	0.06
11	6+500	0.05	0.05	0.06
12	6+750	0.06	0.05	0.05
13	7+000	0.05	0.05	0.05
14	7+250	0.05	0.05	0.06
15	7+500	0.06	0.05	0.06
16	7+750	0.06	0.05	0.06
17	8+000	0.06	0.05	0.05

Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

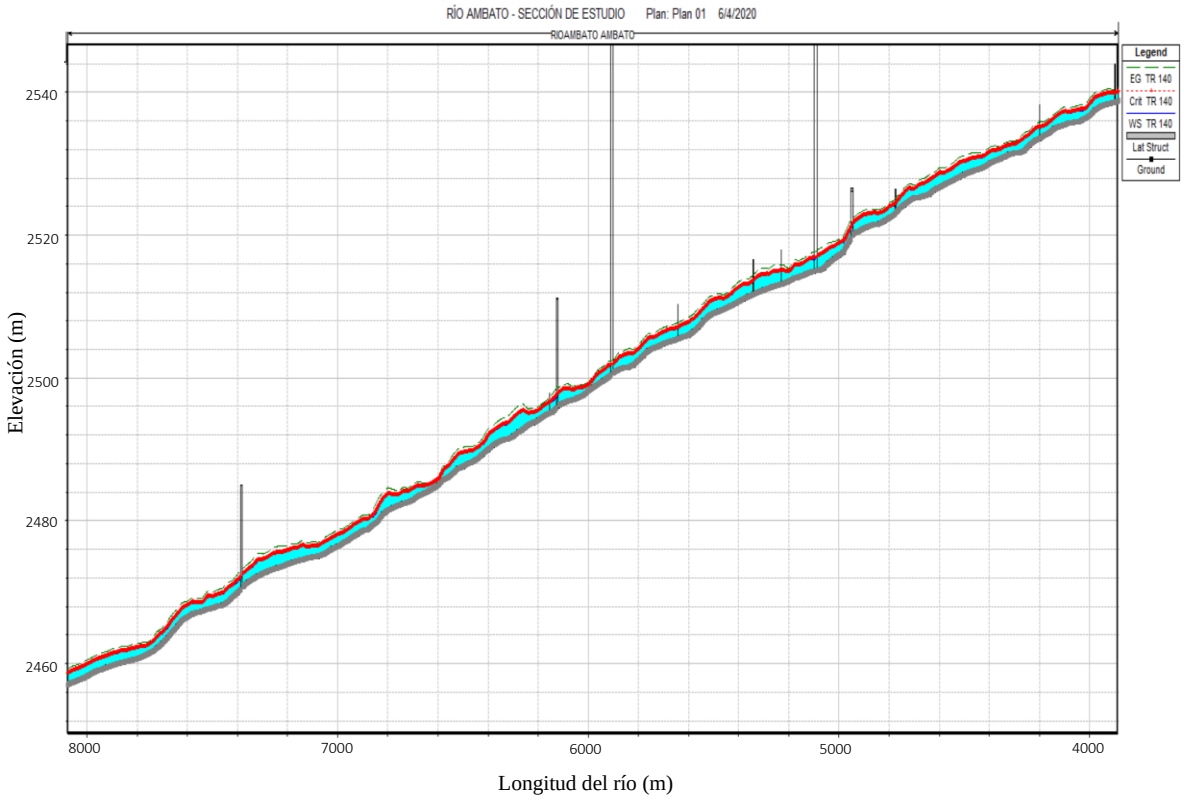
El segundo módulo utilizado es el Steady Flow Data debido a que este análisis será ejecutado como un modelo de flujo constante, ingresamos los periodos de retorno y caudales de diseño indicados en la Tabla 10. adicionalmente en este módulo se debe ingresar las condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo, 0.0246 y 0.00958 respectivamente para este tramo como altura normal de agua en la sección.

El tercer módulo es el Steady Flow Analysis que necesita ser ejecutado, en este caso con un caudal base de 5 m3/s asumiendo un régimen supercritico por las altas velocidades y los bajos calados presentes en el tramo de estudio, para posteriormente ser calibrado desde el primer módulo de Geometric Data, hasta que el modelo se ajuste lo mejor posible al comportamiento real del río, el error más frecuente es un cambio de dirección del flujo respecto al eje determinado para el rio, lo cual se corrige posicionando los bancos izquierdo o derechos en las secciones del problema o incluyendo estructuras laterales que encaminen al flujo por su dirección real.

3.4 Análisis de resultados del modelo

3.4.1 Perfil longitudinal de flujo

Figura N° 19. *Perfil longitudinal del rio Ambato para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s*



Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

En la Figura 19 se evidencian las irregulares en el perfil longitudinal de los 4 km del río Ambato, con una pendiente media del 1.95%, las variaciones más significativas en el comportamiento hidráulico se presentan en las abscisas correspondientes a los puentes de hormigón armado 5+080 y 5+900. que reducen el ancho de la sección

natural del canal, otra peculiaridad en el comportamiento se debe al cambio del coeficiente de Manning de 0.6 a 0.4 entre las abscisas 4+750 y 5+000.

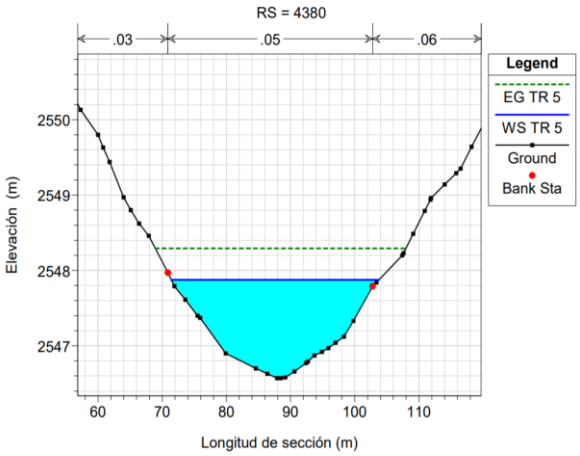
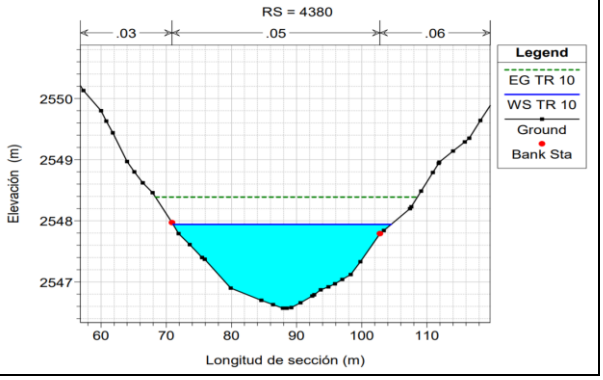
El calado inicial del agua en el tramo es de 1.55 m y el final es de 1.89 m para un caudal de 115.78 m3/s como se evidencia en el Anexo B.

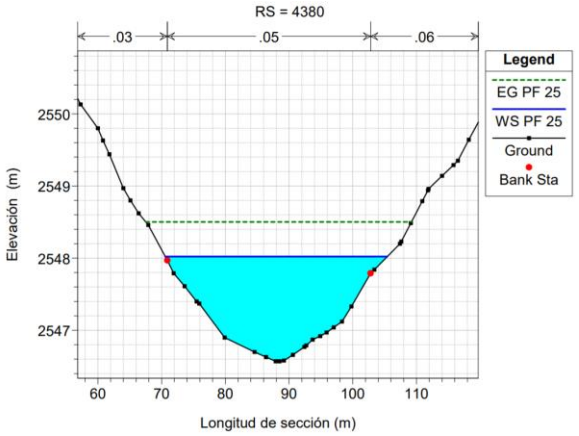
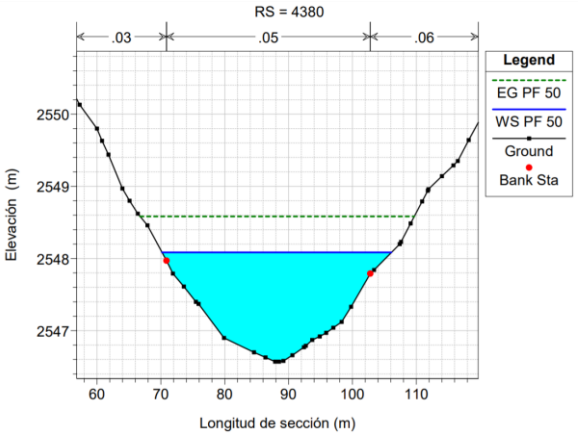
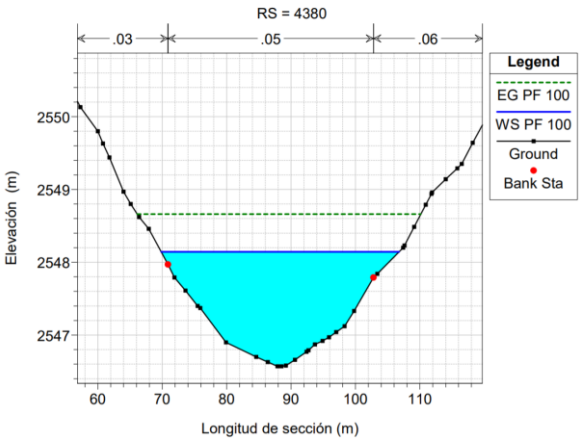
En el Anexo B se presentan los perfiles longitudinales para todos los periodos de retorno y caudales de diseño considerados en el estudio, con los que se aprecian mejor los calados y la variación de energía a lo largo del recorrido del río.

3.4.2 Secciones transversales

Como parte del análisis del comportamiento hidráulico del río Ambato se presentan 2 secciones tipo con la finalidad de apreciar la variación del calado, velocidad y línea de energía para los diferentes períodos de retorno.

Tabla N° 13. *Sección transversal tipo 1 del río Ambato en la Abscisa 4+380 para diferentes periodos de retorno.*

Características		Sección Tipo 1
Periodo de retorno	5 años	
Caudal	75.04 m3/s	
Calado	1.32 m	
Altura de línea de energía	1.73 m	
Velocidad en el canal	3.497 m/s	
Cortante en el canal	275.71 N/m2	
Número de Froude	1	
Periodo de retorno	10 años	
Caudal	83.93 m3/s	
Calado	1.38 m	
Altura de línea de energía	1.83 m	
Velocidad en el canal	3.602 m/s	

Cortante en el canal	300.18 Nm2	
Número de Froude	1	
Periodo de retorno	25 años	
Caudal	95.16 m3/s	
Calado	1.45 m	
Altura de línea de energía	1.95 m	
Velocidad en el canal	3.76 m/s	
Cortante en el canal	295.78 N/m2	
Número de Froude	0.99	
Periodo de retorno	50 años	
Caudal	103.5 m3/s	
Calado	1.52 m	
Altura de línea de energía	2.02 m	
Velocidad en el canal	3.887 m/s	
Cortante en el canal	308.11 N/m2	
Número de Froude	0.99	
Periodo de retorno	100 años	
Caudal	111.77 m3/s	
Calado	1.59 m	
Altura de línea de energía	2.10 m	
Velocidad en el canal	3.984 m/s	
Cortante en el canal	318.79 N/m2	
Número de Froude	0.98	

Periodo de retorno	140 años
Caudal	115.78 m3/s
Calado	1.63 m
Altura de línea de energía	2.13 m
Velocidad en el canal	4.024 m/s
Cortante en el canal	322.92 N/m2
Número de Froude	0.97

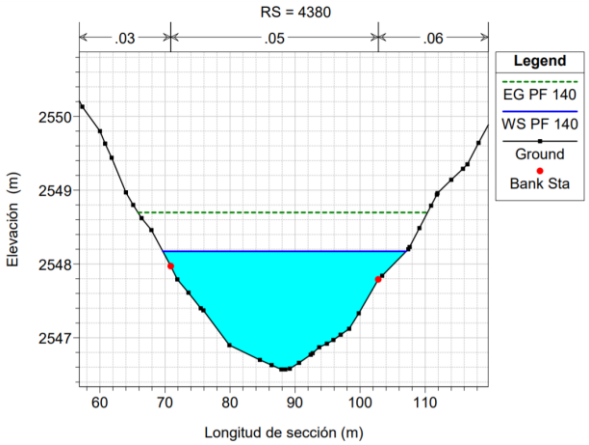
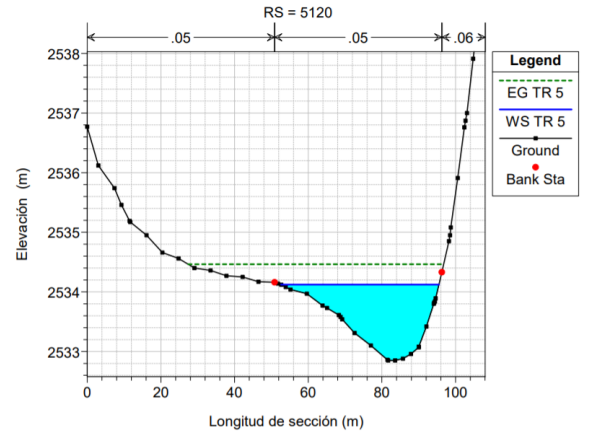
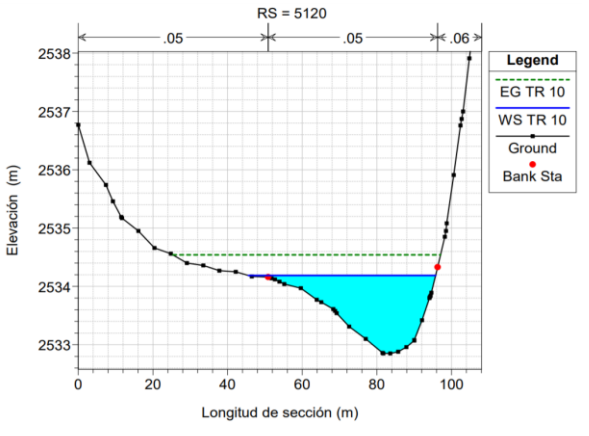
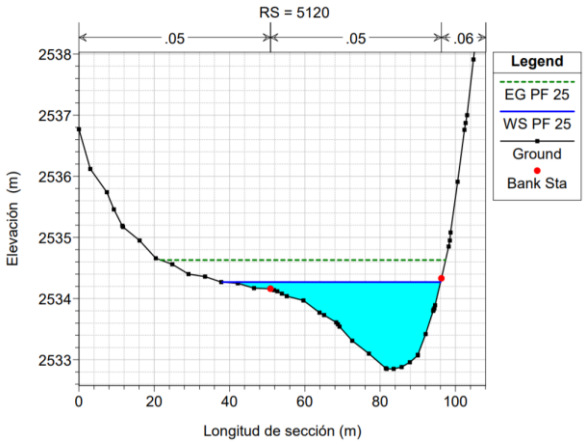
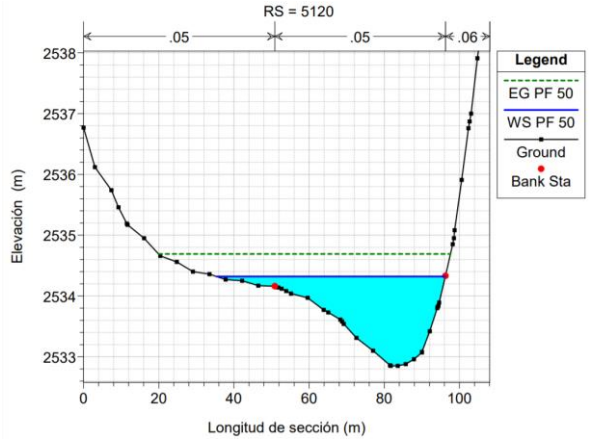
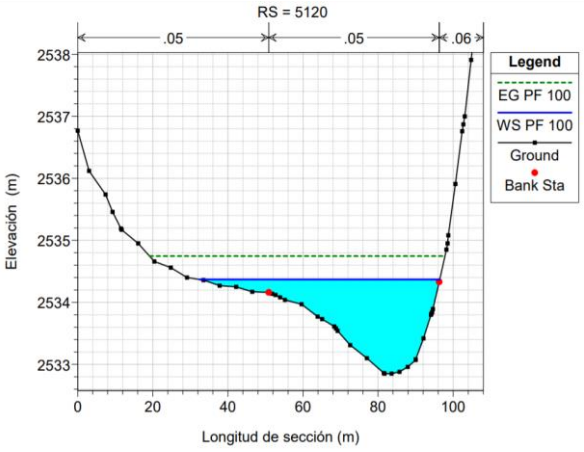


Tabla N° 14. *Sección transversal tipo 2 del río Ambato en la Abscisa 5+120 para los diferentes periodos de retorno.*

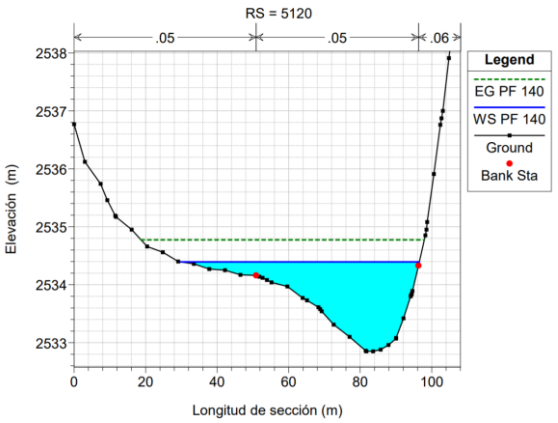
Características		**Sección Tipo 2**
Periodo de retorno	5 años	
Caudal	75.04 m3/s	
Calado	1.28 m	
Altura de línea de energía	1.62 m	
Velocidad en el canal	2.59 m/s	
Cortante en el canal	186.93 N/m2	
Número de Froude	1	
Periodo de retorno	10 años	
Caudal	83.93 m3/s	
Calado	1.36 m	
Altura de línea de energía	1.70 m	
Velocidad en el canal	2.63 m/s	
Cortante en el canal	190.52 N/m2	





Número de Froude	1	
Periodo de retorno	25 años	
Caudal	95.16 m3/s	
Calado	1.43 m	
Altura de línea de energía	1.78 m	
Velocidad en el canal	2.67 m/s	
Cortante en el canal	188.93 N/m2	
Número de Froude	0.96	
Periodo de retorno	50 años	
Caudal	103.5 m3/s	
Calado	1.49 m	
Altura de línea de energía	1.85 m	
Velocidad en el canal	2.71 m/s	
Cortante en el canal	191.25 N/m2	
Número de Froude	0.95	
Periodo de retorno	100 años	
Caudal	111.77 años	
Calado	1.54 m	
Altura de línea de energía	1.90 m	
Velocidad en el canal	2.74 m/s	
Cortante en el canal	192.27 N/m2	
Número de Froude	0.93	

Periodo de retorno	140 años
Caudal	115.78 m3/s
Calado	1.56 m
Altura de línea de energía	1.93 m
Velocidad en el canal	2.76 m/s
Cortante en el canal	192.76 N/m2
Número de Froude	0.92



Los puntos rojos en las secciones representan los bancos de inundación, lugar hasta donde se considera el análisis normal del flujo, los puntos negros representan la forma propia de la sección del canal.

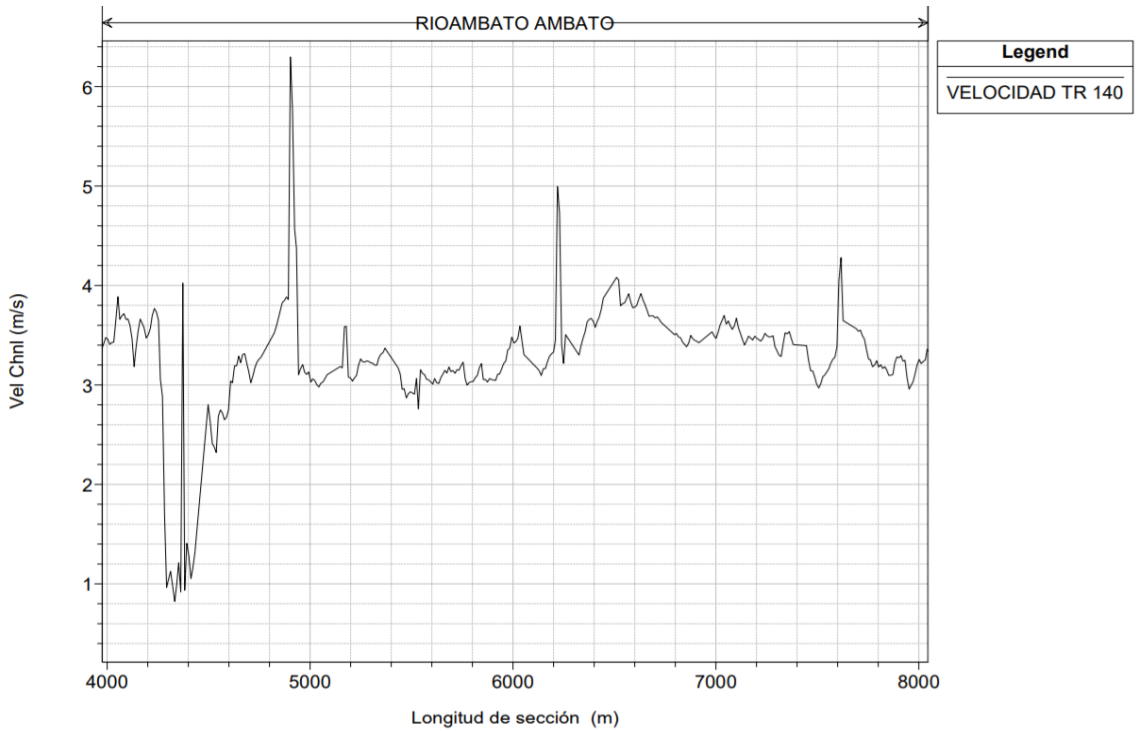
La sección transversal tipo 1 posee un coeficiente de Manning de 0.05 en el canal principal, 0.03 en su orilla izquierda y 0.06 en su orilla derecha y su línea de energía esta 0.5 m sobre el espejo de agua.

La sección transversal tipo 2 posee un coeficiente de Manning de 0.05 en el canal principal, 0.05 en su orilla izquierda y 0.06 en su orilla derecha y su línea de energía esta 0.37 m sobre el espejo de agua.

Se puede apreciar un aumento de calado de 0.31 m entre el periodo de retorno de 5 a 140 años en la sección tipo 1 y la sección tipo 2 aumenta 0.28 m, si bien la diferencia entre el incremento 1 y 2 no son significativas la forma característica del perfil transversal de ciertas zonas, las convierte en más propensas a inundar las orillas y afectar a los terrenos aledaños, el análisis de inundaciones se presenta en el Anexo C, planos 17-23.

3.4.3 Velocidad de flujo

Figura N° 20. *Velocidad a lo largo del río Ambato en el tramo de estudio para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s.*



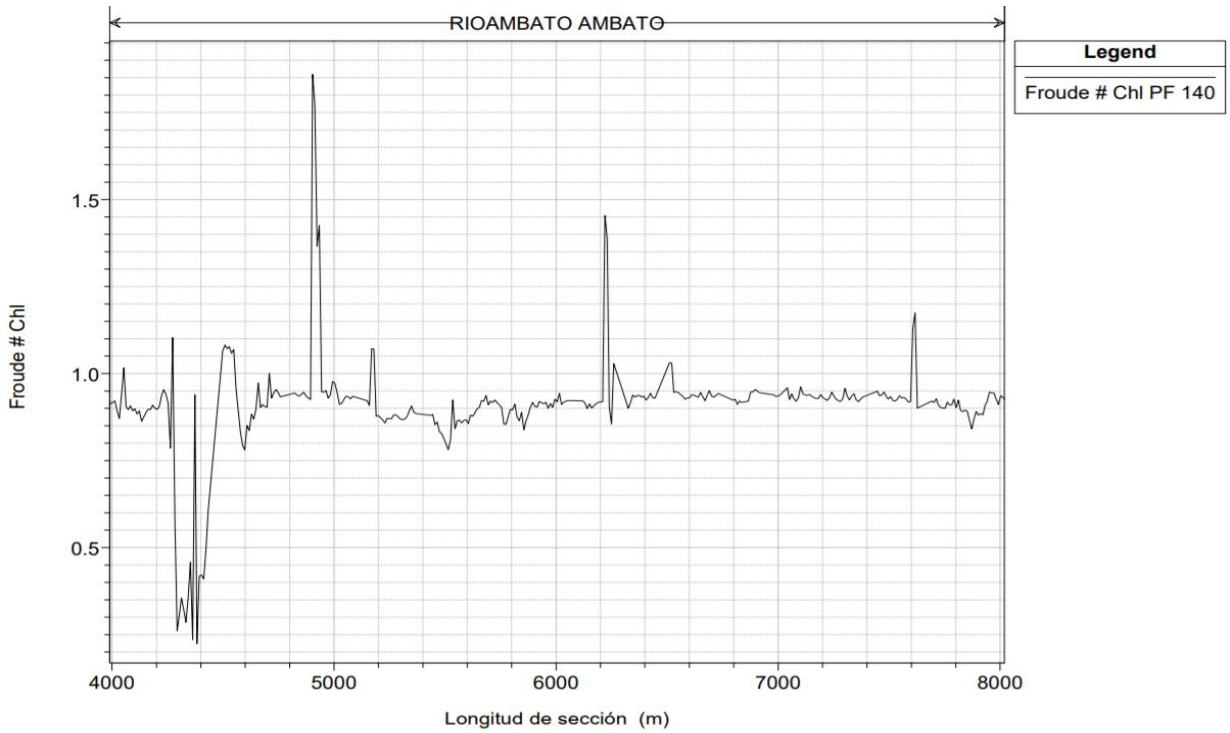
Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

En la Figura 20 se muestran las velocidades en el canal central del río Ambato y sus variaciones a lo largo del trayecto, en donde su pico máximo es de 6.30 m/s en la abscisa 4+903 y su pico mínimo de 0.822 m/s en la abscisa 4+333, los cambios en la velocidad se pueden atribuir a la topografía propia del río, las irregularidades en las secciones transversales y las variaciones en los coeficientes de Manning.

En el Anexo B se adjuntan las velocidades de flujo en el canal del río Ambato para los diferentes periodos de retorno y caudales de diseño.

3.4.4 Número de Froude

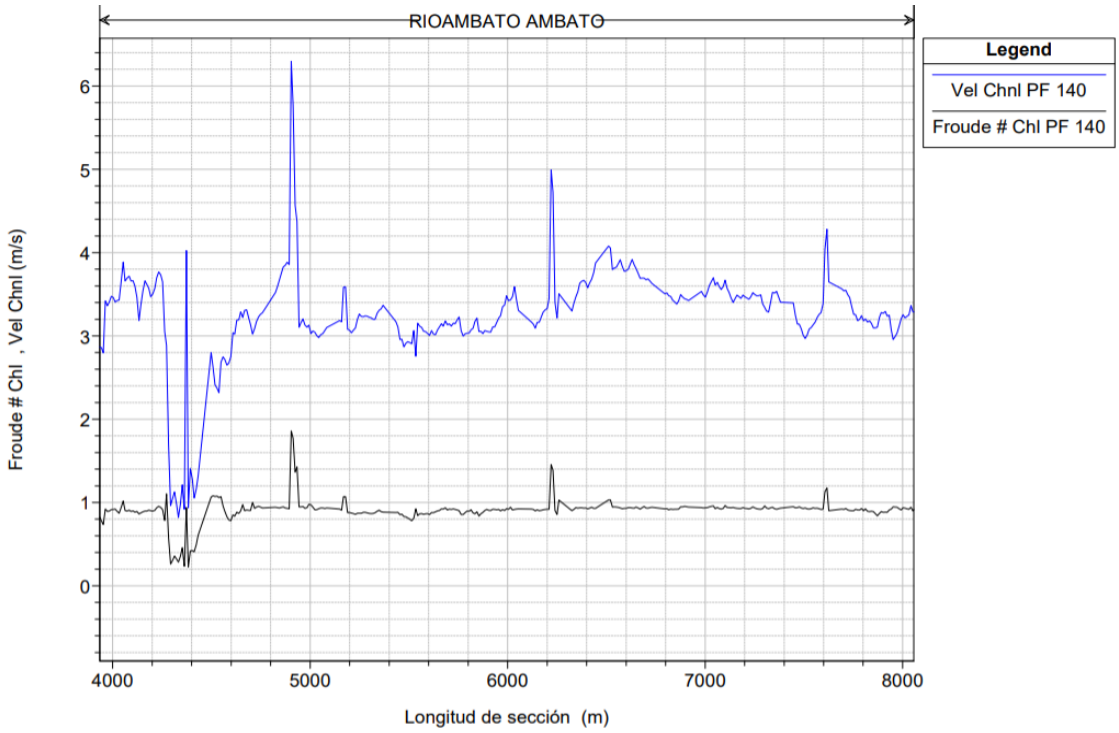
Figura N° 21. *Representación del número de Froude en el tramo de estudio para: Tr=140 años y Q=115.78 m3/s.*



Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

En la Figura 21 se puede analizar la variación del número de Froude que es directamente relacionada con los cambios de velocidad explicados en la figura 20. que se presentan a lo largo del recorrido, la gráfica registra un valor promedio de 0.922, un valor máximo de 1.86 perteneciente a la abscisa 4+580 y un valor mínimo de 0.22 en la abscisa 4+150.

Figura N° 22. *Representación de la velocidad y el número de Froude*



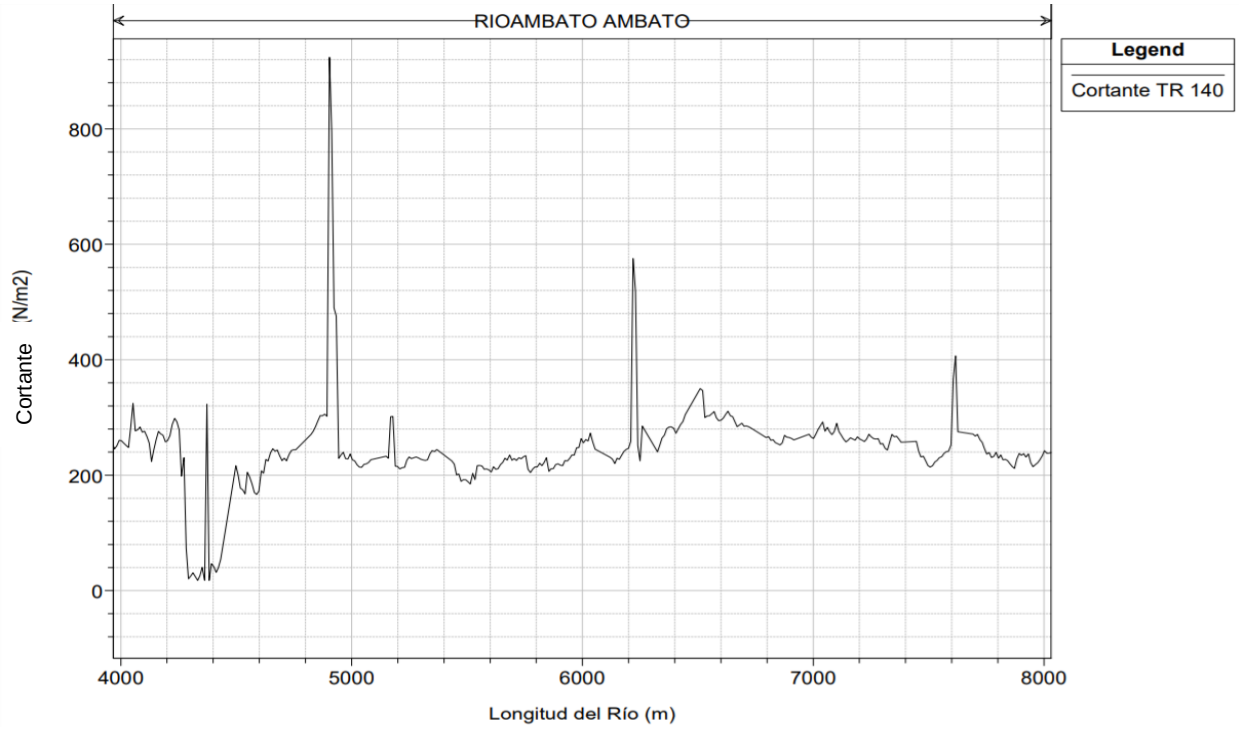
Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

La Figura 22 refleja la relación directa que existe entre la velocidad y el número de Froude, se cumple entonces la ecuación $\frac{F}{V} = \frac{1}{\sqrt{gL}}$ en el comportamiento del río Ambato.

El número de Froude representado en color negro indica el estado de flujo en el que se encuentra el río, las secciones con un valor inferior a uno están en flujo subcritico y las secciones con valores superiores a 1 se encuentran en flujo supercrítico, estas variaciones se dan por las características propias del rio como la topografía y los coeficientes de escorrentía.

3.4.5 Esfuerzo cortante

Figura N° 23. *Representación del Cortante en el canal principal del río Ambato*

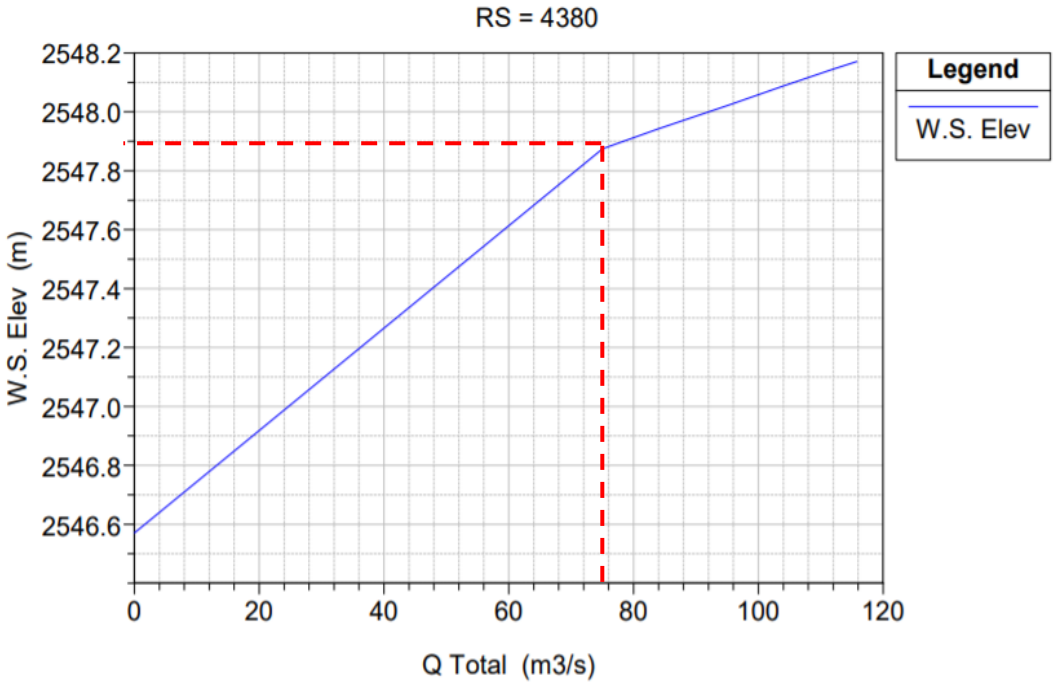


Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

El esfuerzo cortante producido en el fondo del canal se representa en la Figura 23, con un valor promedio de 251.17 N/m2 se encuentra por debajo del límite de 383.04 N/m2 indicado en [28], exceptuando los tramos comprendidos entre las abscisa 7+540 a 7+600 con un cortante medio de 533.04 N/m2, 5+760 a 5+770 con un valor de 546.5 N/m2 y 4+580 a 4+600 con un valor de 670.91 N/m2, secciones del río Ambato en las que se puede estar desarrollando procesos erosivos considerables en el fondo del canal.

3.4.6 Curvas de descarga

Figura N° 24. *Curva de descarga para la sección trasversal de la abscisa 4+380*

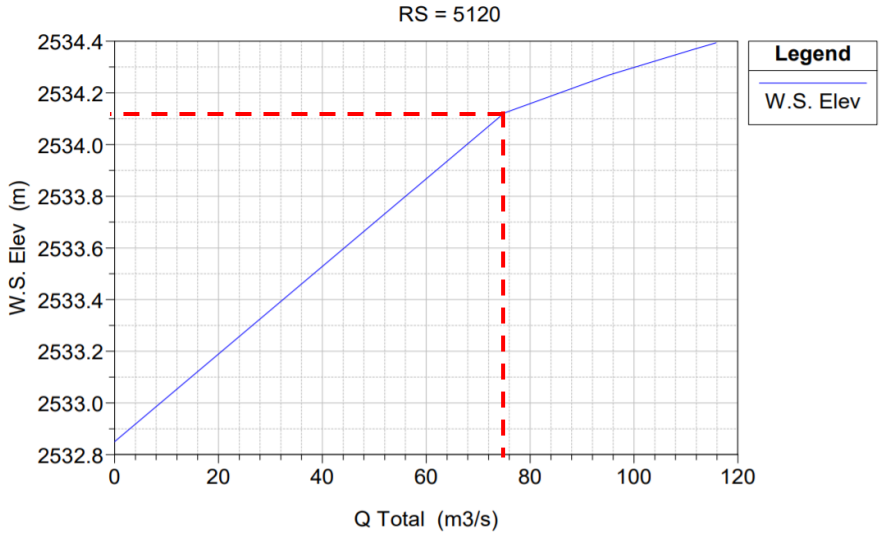


Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

Al graficar el caudal vs el calado en la Figura 24 se muestra para cada elevación su valor correspondiente de caudal que son válidos siempre que se mantengan las condiciones similares a la original en el periodo de estudio.

El punto de cambio en la tendencia del diagrama se da en la cota 2547.85 m para un caudal de 75 m3/s.

Figura N° 25. *Curva de descarga para la sección trasversal de la abscisa 5+120*

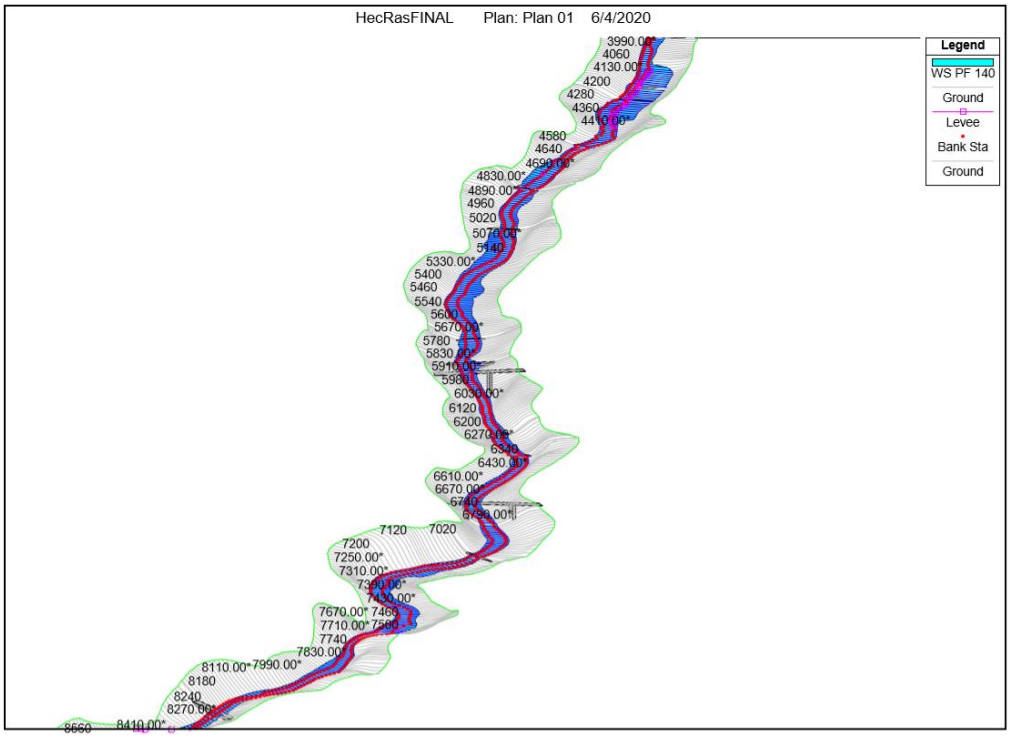


Relazado por: *Bryan Aillón Torres*

La Gráfica 25 muestra para cada elevación su correspondiente caudal en el diagrama de descarga, válido si se mantienen las condiciones originales del estudio, con el punto de inflexión en la cota 2534.12 m con un caudal de 77 m3/s.

3.4.7 Esquema 3D

Figura N° 26. *Esquema 3D de la sección del río Ambato en estudio*



Realizado por: *Bryan Aillón Torres*

3.5 Resumen de mapas de inundación para un periodo de diseño de 140 años y caudal de 115.78 m^3/s.

LÁMINA N°17

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 2.18 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 4+140.

La distancia máxima de inundación alcanza 74.31 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 4+150.

La distancia máxima de inundación alcanza 41.61m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 4+690.

La velocidad máxima del flujo es de 6.30 m/s correspondiente a la abscisa 4+580.

En lámina se observa como la inundación puede afectar al parque “El sueño” con una altura de nivel de agua de hasta 2 metros, con el caudal de crecida de 115.78 m3/s puede causar daños a todas las instalaciones y estructuras en el interior del parque.

LÁMINA N°18

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 1.65 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 5+000.

La distancia máxima de inundación alcanza 60.29 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 5+380.

La distancia máxima de inundación alcanza 50.35 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 5+120.

La velocidad máxima del flujo es de 3.59 m/s correspondiente a la abscisa 4+810.

En la lámina se observa que las zonas afectadas por la inundación corresponden a zonas boscosas a excepción de la comprendida entre las abscisas 5+120 a 5+460 donde alcanza zonas cultivables.

LÁMINA N°19

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 2.02 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 5+940.

La distancia máxima de inundación alcanza 47.54 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 5+460.

La distancia máxima de inundación alcanza 35.58 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 5+680.

La velocidad máxima del flujo es de 4.99 m/s correspondiente a la abscisa 5+760.

El flujo alcanza zonas de poca vegetación como se indica en la lámina y los daños producidos por el caudal de crecida pueden ser menores.

LÁMINA N°20

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 2.0 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 6+080.

La distancia máxima de inundación alcanza 26.89 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 6+240.

La distancia máxima de inundación alcanza 22.68 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 6+480.

La velocidad máxima del flujo es de 4.08 m/s correspondiente a la abscisa 5+960.

El flujo alcanzará los puentes peatonales de estructura metálica poniéndolos en riesgo al producirse el caudal de crecida, el área afectada tiene vegetación boscosa en su mayoría y todos los senderos próximos al río se verán afectados.

LÁMINA N°21

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 1.90 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 6+940.

La distancia máxima de inundación alcanza 46.31 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 7+120.

La distancia máxima de inundación alcanza 30.82 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 6+840.

La velocidad máxima del flujo es de 4.28 m/s correspondiente a la abscisa 6+930.

En la lámina se puede observar que la inundación atravesará 2 puentes de hormigón armado los cuales no serán alcanzados por el nivel de agua que no superará el 1.90 metros en este tramo, aguas abajo la inundación alcanzará algunas zonas cultivables y las pérdidas podrían ser considerables.

LÁMINA N°22

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 2.28 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 7+640.

La distancia máxima de inundación alcanza 50.20 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 7+480.

La distancia máxima de inundación alcanza 21.87 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 7+440.

La velocidad máxima del flujo es de 5.24 m/s correspondiente a la abscisa 7+600.

En la lámina se observa que las áreas afectadas son en su mayor parte zonas de vegetación boscosa y a pesar de que en esta sección el agua alcanza su nivel máximo de inundación con 2.28 metros los daños pueden ser menores.

LÁMINA N°23

El nivel máximo de inundación desde el lecho del río alcanza un nivel de 1.89 m en la sección trasversal correspondiente a la abscisa 8+000.

La distancia máxima de inundación alcanza 16.32 m desde el eje del río al lado izquierdo en sentido ascendente en la sección 7+800.

La distancia máxima de inundación alcanza 41.00 m desde el eje del río al lado derecho en sentido ascendente en la sección 7+790.

La velocidad máxima del flujo es de 3.71 m/s correspondiente a la abscisa 7+980.

3.6 Listado de planos

LÁMINA N°1

Número de lámina: 1

Formato: A1

Contenido: Ubicación de la estación hidrológica Tilulún 6119 del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:5000

LÁMINA N°2

Número de lámina: 2

Formato: A1

Contenido: Ubicación General del río Ambato en el cantón Ambato, provincia de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:100 000

LÁMINA N°3

Número de lámina: 3

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 1 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°4

Número de lámina: 4

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 2 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°5

Número de lámina: 5

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 3 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°6

Número de lámina: 6

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 4 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°7

Número de lámina: 7

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 5 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°8

Número de lámina: 8

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 6 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°9

Número de lámina: 9

Formato: A1

Contenido: Topografía de la zona de estudio, sección 7 generada en base al modelo de elevación digital y Ortofoto de la ciudad de Ambato proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°10

Número de lámina: 10

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 4+000 a 4+760.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°11

Número de lámina: 11

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 4+760 a 5+440.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°12

Número de lámina: 12

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 5+440 a 5+940.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°13

Número de lámina: 13

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 5+940 a 6+600.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°14

Número de lámina: 14

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 6+600 a 7+220.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°15

Número de lámina: 15

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 7+220 a 7+700.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°16

Número de lámina: 16

Formato: A1

Contenido: Implantación y abscisas del tramo en estudio del río Ambato comprendido entre el km 7+700 a 8+000.

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°17

Número de lámina: 17

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 4+000 a 4+760.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°18

Número de lámina: 18

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 4+760 a 5+440.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°19

Número de lámina: 19

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 5+440 a 5+940.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°20

Número de lámina: 20

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 5+940 a 6+600.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°21

Número de lámina: 21

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 6+600 a 7+220.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°22

Número de lámina: 22

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 7+220 a 7+700.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

LÁMINA N°23

Número de lámina: 23

Formato: A1

Contenido: Modelo de inundación con niveles considerados desde el eje central del río para la sección de estudio 7+700 a 8+000.

Periodo de retorno: 140 años

Caudal de Modelo: 115.78 m3/s

Sistema de Coordenadas: UTM WGS84-Zona 17S.

Escala: 1:1000

CAPÍTULO IV

4.1 CONCLUSIONES

***** Los registros hidrológicos de la estación 61-16 Tilulún son adecuados para el cálculo del caudal de crecida del río Ambato, los 17 años no consecutivos de registros se ajustan correctamente por el método de Gumbel al estimar un caudal para un periodo de retorno de 140 años.

* Para los periodos de retorno de 5, 10, 25,50, 100 y 140 años se estiman los caudales de crecida de 75.04, 83.93, 95.16, 103.50, 111.77 y 115.78 m3/s respectivamente, tomando a consideración para el análisis de inundación el caudal para el periodo de retorno de 140 años recomendado por la normativa NEVI-12.

* Para el caudal de 115.78 m3/s con un periodo de retorno de 140 años se determinó una altura máxima de inundación de 2.28 metros medidos desde el lecho del río, con un área de inundación de 15 hectáreas, alcanzando una longitud máxima de inundación de 74.60 metros hacia el lado izquierdo y 54.00 metros al lado derecho del eje del río Ambato en sentido ascendente.

* La inclusión de secciones transversales cada 20 metros, la selección de los coeficientes de escorrentía y la calibración del modelo en HEC-RAS permitió generar resultados válidos para la simulación del fenómeno de inundación bajo el régimen de flujo propuesto en el presente trabajo.

* Un área importante de inundación se da entre las cotas 4+030 a 4+330, afectando casi completamente al parque “El Sueño”, pudiendo generarse daños en toda infraestructura que se encuentre dentro del mismo al producirse el caudal de crecida.

* El nivel del agua para un caudal de crecida de 115.78 m3/s alcanzará el nivel de los puentes peatonales de estructura metálica indicados en la Tabla 7 con la posibilidad de que estos sufran daños en su estructura por los materiales que pueda acarrear el flujo.

4.2 RECOMENDACIONES

- Continuar con la gestión del Macro proyecto del que forma parte este trabajo, los resultados generados a través del software de modelación de flujo HEC-RAS pueden ser de gran beneficio para la población del cantón Ambato.
- Se recomienda a las Autoridades pertinentes considerar la instalación de una estación hidrológica automática que ese ubique en el río Ambato, dado que la estación utilizada en este proyecto se encuentra actualmente fuera de servicio y sus registros serían de gran utilidad para otros estudios en el campo de la hidráulica.
- Entre las abscisas 4+000 a 4+330 indicada en el plano N° 17 es recomendable construir a partir de 75 metros hacia el lado izquierdo y 20 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Se recomienda a las autoridades correspondientes el mejoramiento de los muros de gaviones colocados al costado izquierdo del río que protegen al parque “El Sueño”.
- Entre las abscisas 4+330 a 4+760 indicada en el plano N° 17 es recomendable construir a partir de 22 metros hacia el lado izquierdo y 40 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Entre las abscisas 4+760 a 5+440 indicada en el plano N° 18 es recomendable construir a partir de 22 metros hacia el lado izquierdo y 40 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Entre las abscisas 5+440 a 5+960 indicada en el plano N° 19 es recomendable construir a partir de 22 metros hacia el lado izquierdo y 40 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Entre las abscisas 5+960 a 6+580 indicada en el plano N° 20 es recomendable construir a partir de 30 metros hacia el lado izquierdo y 35 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Entre las abscisas 6+580 a 7+200 indicada en el plano N° 21 es recomendable construir a partir de 43 metros hacia el lado izquierdo y 30 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.

- Entre las abscisas 7+200 a 7+700 indicada en el plano N° 22 es recomendable construir a partir de 45 metros hacia el lado izquierdo y 20 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.
- Entre las abscisas 7+700 a 8+000 indicada en el plano N° 23 es recomendable construir a partir de 15 metros hacia el lado izquierdo y 26 metros hacia el lado derecho del eje del río Ambato consideradas en sentido ascendente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] E. Bladé, M. Sánchez, H. Sánchez, D. Niñerola, y M. Gómez, Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable, Primera. 2009.

[2] G. Blöschl et al., «European river floods».

[3] I. Coninx y K. Bachus, «Integrating social vulnerability to floods in a climate change context», Catholic University of Leuven, 2007.

[4] K. Sedano-cruz y Y. Carvajal-escobar, «Variabilidad climática, cambio climático y gestión integrada del riesgo de inundaciones en Colombia».

[5] O. Ishizawa, J. J. Miranda, L. Jiménez, y A. Villamil, «Análisis cuantitativo del impacto de las inundaciones en Bolivia», 2017.

[6] F. Proaño, «Análisis del comportamiento estructural y funcional par el diseño de un sistema integral a nivel institucional por potenciales inundaciones en el Distrito Metropolitano de Quito», Universidad Andina Simón Bolívar, 2016.

[7] Rocha Arturo, Introducción a la Hidráulica Fluvial, Primera., vol. 1. 1998.

[8] A. F. Morales, «Dinámica Fluvial y Geomorfología», Escuela de Ingenieros Militares, 2015.

[9] S. Gemma, «Geomorfología Aplicada», Univ. A Coruña, pp. 1-39, 2013.

[10] E. Vargas, Hidrología Ambiental. .

[11] A. Bateman-, Hidrología Básica y Aplicada. 2007.

[12] V. Te Chow, Hidrología Aplicada. .

[13] W. Guachamín, F. García, M. Arteaga, y J. Cadena, «Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación», Quito, 2019.

[14] Instituto Nacional de Meteorologia e Hidrologia, «REPUBLICA DEL ECUADOR INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA ANUARIO METEOROLÓGICO», 2017.

[15] P. Gálvez y D. Pimiento, «Cálculo del caudal máximo de crecientes de la quebrada La Artesa que desemboca en la quebrada Ortega, en el municipio de

Guican, con el método racional.», Universidad Distrital Francisco José Caldas, 2015.

[16] R. Springall, PRIMERA PARTE ROLANDO SPRINGALL G* :if.PROFESOR INVESTIGACOR 1 FACULTAD CE INGENIERIA UNAM. .

[17] V. Te Chow, Hidráulica de canales abiertos.pdf. Santafé, 2004.

[18] L. S. Homero, «Hidráulica de canales».

[19] E. Molero, «Manual Básico de HEC - GeoRAS 10», Universidad de Granada, 2013.

[20] W. Chereque Morán, «Elementos de hidrología estadística», en Hidrología, .

[21] «Probabilidad y Variables Aleatorias», en Estadística I, pp. 1-53.

[22] C. Segerer y R. Villodas, «HIDROLOGIA I», en Universidad Nacional de Cuyo, Cuyo, 2007.

[23] A. Facchin, «Estadística Básica Aplicada I», vol. 1, Carabobo, p. 33.

[24] Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, Procedimientos para proyectos viales, Primera., vol. 1. Quito, 2013.

[25] F. N. Luna Gómez, D. Aponte, y G. Betancourt, «Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas cinetíficos, a través de su estructuración y sistematización», Dyna, vol. 81, pp. 158-163, 2014.

[26] P. Cazau, Introducción a la investigación en ciencias sociales, vol. 3. 2006.

[27] S. Pérez, «Gestión Actual de los Recursos Hídricos en la Subcuenca del río Ambato desde los Actores», Ambato, 2015.

[28] United Stades Departament of Agriculture, «Threshold Channel Design», en Stream Restoration Design National Engineering Handbook, vol. Part 654, 2007.

ANEXO A

TABLAS

Tabla N° 15 . *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1963*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1963

DÍA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.45	5.66	1.82	1.87	5.72	3.10
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.16	4.45	1.82	1.82	6.51	3.02
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.90	3.60	1.82	1.55	6.51	2.94
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.56	3.26	1.71	1.55	6.25	2.72
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.06	3.10	1.71	1.55	7.93	2.51
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.69	3.26	1.82	1.50	6.15	2.37
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.97	6.92	1.76	1.55	5.20	2.24
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.69	3.97	1.76	1.45	4.66	5.82
9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.52	3.26	2.11	1.40	4.56	10.71
10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	2.94	3.75	1.36	4.35	12.08
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	3.43	3.60	1.31	4.06	10.25
12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	3.18	3.78	1.27	3.69	6.80
13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	2.87	2.87	1.27	3.26	6.80
14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	2.79	2.24	1.31	2.94	5.20
15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	2.65	1.93	1.36	2.87	4.66
16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	2.72	1.99	1.36	2.72	4.66
17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	3.26	3.75	1.45	2.65	4.66
18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.43	3.87	3.52	1.50	2.65	4.66
19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.01	3.35	3.02	1.22	2.58	4.56
20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87	2.44	2.79	1.18	2.44	3.97
21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	2.11	3.18	1.22	2.37	3.26
22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.87	2.05	3.87	1.27	2.37	12.35
23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.33	1.99	2.87	1.18	2.37	9.12
24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	1.99	2.30	1.18	4.09	8.22
25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79	1.99	1.93	1.18	4.77	9.45
26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44	2.51	1.65	1.27	4.45	9.24
27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.62	2.72	1.65	1.45	3.97	6.28
28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.52	2.30	1.76	1.36	3.60	5.12
29	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	6.59	2.11	1.93	1.36	3.40	13.85
30	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	7.77	2.05	1.93	4.44	3.10	13.79
31	0.00		0.00		0.00		7.77	1.82		5.65		11.70
QMIN.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	1.82	1.65	1.18	2.37	2.24
QMED.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	3.05	2.42	1.63	4.07	6.65
QMAX.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.77	6.92	3.87	5.65	7.93	13.85
QMC.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	11.44	9.66	7.20	19.63	16.58	31.59

Q. ANUAL.
1.18
3.62
13.85
31.69

FUENTE: *Tesis Nº 16 FICM UTA de la carrera de ingeniería civil, datos proporcionados por el INHAMI*

Tabla N° 16. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1964*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1964

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	10.44	1.36	1.14	1.65	9	5.43	9.83	2.79	5.79	4.66	2.11	1.45
2	7.92	1.22	1.1	1.65	6.15	4.98	9	3.1	8.08	5.9	2.11	1.36
3	6.4	1.18	1.02	1.76	5.66	11.11	11.2	4.12	15.21	5.2	2.05	1.4
4	5.31	1.18	1.02	2.03	5.31	23.54	9.33	3.6	11.38	3.26	2.05	2.45
5	4.77	1.18	1.02	2.87	5.09	13.02	8.37	3.97	12.27	4.26	2.87	1.45
6	4.56	1.18	1.02	2.94	4.87	8.76	7.63	3.6	13.86	4.16	2.72	1.45
7	4.56	1.18	1.02	2.37	3.78	6.4	10.4	3.1	16.33	3.78	2.94	1.55
8	4.56	1.14	1.02	4.88	3.1	4.87	11.88	2.65	16.1	3.26	2.79	1.55
9	4.46	1.14	1.1	5.58	4.26	5.31	10	12.45	13.85	3.1	2.44	1.5
10	4.45	1.1	1.1	5.66	5.43	4.45	8.68	24.96	13.85	3.1	1.99	1.5
11	4.35	1.1	1.1	6.4	4.77	4.56	7.77	36.86	18.31	3.1	1.76	1.45
12	4.26	1.14	1.14	5.2	5.54	3.97	7.2	30.89	33.81	3.1	2.24	1.45
13	3.78	1.14	1.27	4.98	6.39	3.78	7.2	23.5	42.42	3.1	1.76	1.5
14	3.1	1.14	1.45	4.77	9.66	4.89	7.2	18.57	33.19	3.1	2.3	1.5
15	2.58	1.14	3.4	4.77	9.66	6.02	6.4	14.29	25.84	3.1	2.37	1.45
16	2.24	1.14	4.77	4.77	9.33	4.77	5.43	11.82	24.87	3.1	1.76	1.45
17	2.18	1.18	4.77	5.31	9.33	8.2	4.56	13.31	22.44	3.1	1.6	1.5
18	2.24	1.18	6.97	4.87	8.37	43.59	3.97	11.82	17.56	3.1	1.93	1.45
19	2.24	1.18	4.87	4.35	7.49	43.62	3.97	8.68	15.17	3.1	2.37	1.38
20	2.24	1.18	3.65	3.97	6.15	47.42	4.16	7.49	13.22	2.94	2.24	1.4
21	2.24	1.45	2.94	4.45	8.78	45.9	3.97	6.66	11.44	2.65	2.05	1.36
22	2.24	1.76	2.65	4.35	10.35	42.21	3.97	6.66	9.66	2.37	1.93	1.45
23	2.11	1.99	2.24	4.06	8.68	30.89	3.97	6.93	8.37	2.51	1.65	1.45
24	1.93	1.99	1.87	4.35	8.07	21.36	3.81	3.78	8.07	2.51	1.55	1.55
25	1.76	1.82	1.55	4.87	7.2	16.34	3.26	5.2	7.49	2.65	1.55	1.55
26	1.76	1.65	1.65	4.77	5.66	14.5	3.26	5.2	6.66	2.94	1.55	1.55
27	1.71	1.45	1.65	5.66	4.98	12.61	4.16	5.66	6.15	2.51	1.45	1.76
28	1.65	1.31	1.65	4.77	5.2	10.17	6.89	4.77	6.15	2.37	1.45	1.55
29	1.65	1.22	1.65	4.56	4.77	14.09	4.77	4.16	5.2	2.18	1.45	1.65
30	1.6		1.65	6.21	4.35	11.82	3.6	3.97	4.77	2.11	1.45	2.15
31	1.5		1.65		5.43		3.02	5.15		2.11		3.14

													Q. ANUAL.
QMIN.	1.5	1.1	1.02	1.65	3.1	3.78	3.02	2.65	4.77	2.11	1.45	1.36	1.02
QMED.	3.44	1.31	2.1	4.29	6.54	15.95	6.41	9.67	14.92	3.18	2.02	1.59	5.95
QMAX.	10.44	1.99	6.97	6.4	10.35	47.42	11.88	36.86	42.42	5.9	2.94	3.14	47.42
QMC.	13.85	2.11	8.84	8.68	12.21	67.38	16.1	44.98	53.86	6.15	3.78	4.98	67.38

FUENTE:

Tabla N° 17. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1965*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1965

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	2.37	1.18	1.27	1.36	9.95	5.43	6.8	6.15	7.2	5.09	4.77	4.77
2	1.55	1.1	1.66	2.13	5.2	4.98	7.2	5.66	5.9	3.78	4.35	4.77
3	1.27	1.18	1.45	1.92	5.43	14.28	6.4	4.77	5.66	3.43	3.97	4.56
4	1.27	1.36	1.45	1.87	8.75	21.42	6.66	4.35	6.15	2.72	3.78	4.56
5	1.27	1.45	1.45	1.35	6.9	12.41	6.15	7.24	5.66	2.58	5.95	4.56
6	1.27	1.27	1.36	4.37	8.26	17.2	6.93	5.56	4.66	2.65	7.33	4.56
7	1.18	1.18	1.36	6.62	6.15	14.29	6.66	4.47	4.16	2.51	5.43	4.56
8	1.18	1.1	1.45	3.69	16.1	15.63	5.9	4.77	3.97	2.3	5.9	4.56
9	1.18	1.1	1.86	2.79	9.66	19.67	5.66	6.01	3.78	2.37	6.93	4.35
10	1.18	1.02	2.37	2.79	6.93	20.17	5.2	7.49	3.97	2.37	10.63	4.35
11	1.36	1.02	1.99	2.79	5.9	14.73	6.77	5.66	3.6	1.99	9.26	4.35
12	1.31	0.95	1.65	2.79	6.4	15.18	10.15	6.5	3.43	1.87	8.45	4.35
13	1.55	0.87	1.45	2.94	7.49	11.07	18.07	9.11	3.43	1.99	9	4.16
14	2.11	0.91	1.55	3.7	7.2	10.71	9.66	6.4	3.26	1.99	8.91	4.16
15	3.3	1.2	1.55	4.94	5.9	12.16	8.68	5.2	2.94	1.93	9.64	4.16
16	2.37	1.45	1.55	9.8	5.43	18.57	10	4.77	2.94	4.18	8.87	3.97
17	1.99	1.27	1.36	5.7	4.98	16.1	9.33	4.35	3.43	7.6	12.4	3.97
18	1.76	1.18	1.36	5.2	4.98	17.56	7.77	3.97	5.53	7.58	17.29	3.97
19	1.93	1.18	1.18	5.68	5.43	14.73	8.37	3.6	4.06	5.66	20.61	3.78
20	1.45	2.37	1.18	5.27	4.77	16.58	11.21	4.19	4.16	5.48	13.82	3.78
21	1.36	1.99	1.55	4.77	4.77	17.56	22.45	9.37	6.66	4.35	22.48	3.6
22	2.01	1.65	1.45	3.69	4.87	13.85	22.39	7.49	5.66	3.78	17.37	3.6
23	1.36	1.45	1.5	2.94	5.78	11.11	16.1	5.43	5.2	7.35	13.85	3.43
24	1.36	1.71	1.36	2.65	6.4	13.02	16.19	4.16	4.35	5.23	11.07	3.43
25	1.31	1.65	1.31	2.72	6.28	10.71	15.63	3.97	4.35	3.64	9.33	3.26
26	1.62	1.36	1.36	2.58	4.98	9.33	13.69	8.91	3.78	2.94	8.07	3.26
27	2.11	1.27	1.36	2.24	6.46	8.68	10.71	4.56	2.94	3.61	6.66	3.26
28	1.93	1.27	1.65	2.24	7.83	7.49	9.33	6.41	2.65	6.5	5.66	3.26
29	1.76		1.18	2.18	6.54	6.93	8.37	21.44	2.94	7.55	5.43	3.26
30	1.46		1.14	5.53	5.66	6.15	8.84	10.98	5.62	7.32	4.98	3.26
31	1.27		1.27		5.2		7.2	8.37		5.66		3.92

QMIN.	1.18	0.87	1.14	1.35	4.77	4.98	5.2	3.6	2.65	1.87	3.78	3.26	0.87
QMED.	1.63	1.31	1.47	3.64	6.66	13.26	10.14	6.49	4.4	4.13	9.41	3.99	5.54
QMAX.	3.3	2.37	2.37	9.8	16.1	21.42	22.45	21.44	7.2	7.6	22.48	4.77	22.48
QMC.	4.77	3.43	4.98	16.1	16.1	31.69	30.96	44.06	9.66	13.85	35.52	7.49	44.06

Q. ANUAL.

FUENTE:

Tabla N° 18. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1966*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1966

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	6.32	2.94	4.56	37.83	9	5.61	6.46	8.61	3.18	2.79	1.54	1.54
2	6.16	2.65	4.56	25.5	5.9	6.9	6.93	13.09	3.11	8.39	1.63	1.45
3	4.77	2.37	4.35	19.63	4.77	4.56	5.66	7.49	3.04	8.34	1.63	1.41
4	4.56	2.51	5.66	16.1	4.56	4.56	4.56	6.15	3.04	4.17	1.54	1.37
5	4.56	1.99	4.56	13.12	4.98	4.35	4.77	7.2	3.04	3.65	1.54	1.77
6	4.56	2.79	4.98	11.07	4.77	4.35	4.56	7.77	2.9	3.49	1.54	2.77
7	4.35	5.9	4.56	9.66	4.35	4.16	4.56	13.02	2.9	2.97	1.59	2.63
8	4.35	8.96	4.16	9.33	4.16	4.16	4.45	11.44	2.76	2.56	1.54	2.14
9	4.16	5.9	5.9	14.03	11.06	3.97	4.45	10.35	3.76	2.44	1.45	1.93
10	4.16	5.9	5.43	12.62	8.14	3.78	5.43	8.37	2.89	2.5	1.73	1.82
11	4.16	6.66	5.43	9.66	6.66	3.78	6.28	7.77	1.93	2.38	2.26	1.78
12	3.97	7.2	5.66	8.71	6.66	3.78	6.19	8.69	1.93	2.94	2.26	1.45
13	3.78	6.93	4.56	9.59	4.98	3.6	7.98	8.37	2.03	3.63	1.68	1.45
14	3.78	6.4	4.16	7.92	4.77	3.6	18.87	7.77	2.14	4.28	1.5	1.45
15	3.78	6.15	4.35	6.93	4.77	3.6	18.37	6.66	1.98	4.36	1.45	1.68
16	3.6	5.9	3.6	7.2	5.31	3.43	12.21	5.43	1.93	3.57	1.41	1.45
17	3.6	3.97	5.43	6.66	4.77	3.78	9.66	4.87	1.82	2.9	1.37	1.63
18	3.6	3.78	5.43	6.4	4.77	3.6	8.68	4.66	1.82	2.9	1.33	2.97
19	3.6	3.43	4.98	5.9	4.56	15.17	8.77	4.77	1.78	3.04	1.37	3.15
20	3.43	5.66	4.35	5.2	4.56	7.77	6.15	5.9	1.78	2.38	1.37	3.34
21	3.43	4.35	3.78	5.66	4.35	5.43	5.2	6.66	1.82	2.14	1.29	2.5
22	3.43	3.78	4.98	5.43	4.16	4.98	4.77	5.9	1.88	1.82	1.29	2.14
23	3.43	3.43	3.78	4.98	4.16	4.98	4.66	5.66	3.53	1.73	1.29	2.14
24	3.43	5.9	3.43	4.98	3.97	4.56	4.77	6.4	2.69	1.63	1.29	2.03
25	3.43	4.16	3.97	4.98	3.97	13.43	11.86	6.66	2.14	1.63	1.29	2.03
26	11.44	4.56	21.45	4.98	3.97	8.37	16.12	6.66	1.98	1.59	3.97	2.26
27	14.12	3.6	32.43	4.87	3.78	4.56	9.54	5.66	2.2	1.73	4.25	3.22
28	7.09	4.56	19.63	4.77	3.78	4.56	6.93	4.98	2.2	1.59	2.9	3.34
29	4.98		19.1	5.43	3.78	4.56	7.49	4.77	2.66	1.54	2.38	3.04
30	4.16		15.08	7.43	3.6	4.35	6.8	4.45	2.56	1.63	1.93	3.04
31	3.43		35.45		3.6		8.37	4.35		1.59		5.05
QMIN.	3.43	1.99	3.43	4.77	3.6	3.43	4.45	4.35	1.78	1.54	1.29	1.37
QMED.	4.76	4.73	8.38	9.89	5.05	5.28	7.79	7.11	2.45	2.98	1.79	2.26
QMAX.	14.12	8.96	35.45	37.83	11.06	15.17	18.87	13.09	3.76	8.39	4.25	5.05
QMC.	21.86	10.71	41.37	50.78	18.06	15.17	30.24	17.56	6.52	21.63	14.27	10.03

Q. ANUAL.
1.29
5.2
37.83
50.78

FUENTE:

Tabla N° 19. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1967*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1967

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	8.42	6.58	3.18	3.04	3.26	4.16	26.14	27.07	11.89	3.49	6.77	2.83
2	6.95	4.74	3.18	3.04	3.18	3.49	36.51	33.88	11.02	3.34	6.77	2.9
3	4.54	4.75	3.97	2.97	3.18	3.49	33.79	42.57	8.44	3.34	5.36	2.83
4	3.82	4.77	3.49	3.49	3.18	3.41	41.63	31.43	6.77	3.49	4.36	2.9
5	3.49	5.16	3.41	3.41	3.11	4.41	24.41	29.19	8.74	3.34	3.74	2.9
6	3.34	4.36	3.34	3.41	3.11	4.54	24.41	21.95	7.85	3.34	3.41	2.9
7	3.34	3.65	3.26	3.41	3.11	3.74	24.41	20.79	6.04	3.49	3.26	2.9
8	3.34	3.49	3.62	3.41	3.04	3.57	15.62	21.95	5.58	3.74	2.97	2.83
9	3.34	3.65	4.17	3.41	3.04	4.15	14.71	21.36	5.58	3.74	2.9	2.76
10	3.34	3.82	3.66	3.34	3.04	4.68	12.61	16.57	5.36	7.02	2.76	2.76
11	3.34	7.03	3.49	3.34	2.97	3.57	10.37	13.84	4.94	10.31	2.76	2.76
12	3.34	3.49	3.34	3.34	2.97	3.49	8.44	12.21	4.54	8.93	2.76	2.76
13	3.34	6.15	3.34	3.26	2.83	3.83	8.74	10.37	3.82	7.32	2.76	2.69
14	4.47	5.66	4.17	3.18	2.63	6.2	12.97	8.74	3.65	5.58	2.76	2.69
15	5.15	6.65	4.6	3.18	2.56	7.05	9.7	8.44	3.99	4.94	2.76	2.69
16	6.04	6.41	10.53	3.11	2.56	7.89	7.3	8.14	4.17	4.45	2.69	2.69
17	9.86	6.49	7.79	3.04	2.56	10.15	6.52	9.93	3.74	4.17	2.69	2.69
18	6.28	5.36	4.84	4.73	2.63	7.03	5.58	10.51	3.65	4.08	3.73	2.63
19	5.36	4.08	4.08	4.26	2.63	6.28	4.54	8.14	3.99	4.17	4.15	2.63
20	4.54	3.82	3.65	3.37	2.63	6.61	4.36	7.14	4.36	3.74	8.79	2.56
21	4.77	3.41	3.49	3.65	2.56	6.04	4.17	8.14	3.82	6.48	9.58	2.5
22	3.99	3.34	3.49	5.1	2.56	8.57	12.21	7.85	4.17	4.54	5.08	2.44
23	3.65	3.34	3.49	3.99	2.5	7.57	8.14	7.19	3.99	4.54	4.54	2.38
24	3.49	3.34	3.41	3.49	2.5	8.9	13.3	11.04	3.65	3.99	3.74	2.38
25	3.34	3.34	3.41	3.41	2.5	36.57	12.21	9.37	3.65	3.82	2.9	2.32
26	3.34	3.34	3.34	3.41	3.6	47.99	13.84	7.85	3.65	3.65	2.9	2.26
27	3.34	3.34	3.34	3.41	3.74	31.08	18.07	6.8	3.65	3.65	2.76	2.26
28	3.34	3.34	3.34	3.34	3.49	22.55	13.84	6.33	3.65	4.49	2.76	2.26
29	3.34		3.36	3.34	3.49	17.06	24.41	6.52	4.54	21.36	2.76	2.26
30	4.18		3.18	3.26	3.34	15.17	49.62	9.05	3.49	8.44	2.76	2.2
31	6.77		3.11		3.34		49.43	8.14		10.03		2.14

													Q. ANUAL.
QMIN.	3.34	3.34	3.11	2.97	2.5	3.41	4.17	6.33	3.49	3.34	2.69	2.14	2.14
QMED.	4.49	4.53	3.94	3.47	2.96	10.11	17.81	14.6	5.21	5.52	3.93	2.6	6.6
QMAX.	9.86	7.03	10.53	5.1	3.74	47.99	49.62	42.57	11.89	21.36	9.58	2.9	49.62
QMC.	17.56	11.45	18.6	7.3	4.36	70.14	56.28	46.5	17.56	28.47	23.16	3.82	70.14

FUENTE:

Tabla N° 20. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1968*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1968

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	2.09	2.9	3.04	10.03	3.34	2.38	6.04	26.86	3.34	6.77	3.18	1.73
2	2.03	2.76	3.18	11.05	3.65	2.38	5.36	13.54	3.34	8.14	3.04	1.73
3	2.03	4.36	4.17	9.05	3.34	2.14	4.94	10.03	3.34	6.04	3.04	1.73
4	2.03	5.15	6.77	7.3	3.34	2.14	5.15	9.05	3.34	6.28	3.04	1.63
5	2.03	7.03	5.47	6.52	3.18	2.14	4.54	8.14	3.18	6.28	3.04	1.54
6	3.04	3.87	3.18	9.05	3.18	2.63	5.58	7.85	3.18	7.03	3.04	1.63
7	7.96	3.65	3.04	7.3	3.34	2.26	7.03	6.77	3.34	5.58	3.04	1.63
8	8.5	3.18	3.04	6.04	3.04	4.39	14.08	6.28	3.18	7.46	2.9	1.63
9	9.03	3.18	3.04	4.94	3.04	2.9	11.45	5.36	3.18	10.96	2.5	1.63
10	6.23	3.04	6.28	3.99	2.9	2.63	19.52	5.15	3.04	8	2.9	1.73
11	4.54	3.04	7.03	5.15	2.76	3.88	37.18	5.15	2.76	6.04	3.04	1.73
12	4.08	2.9	4.74	3.99	2.76	3.18	44.85	5.15	2.76	7.03	2.5	1.93
13	3.34	2.9	4.45	3.34	2.63	2.76	31.43	4.36	2.63	8.74	2.63	1.73
14	3.04	2.76	3.65	4.17	2.63	2.63	23.16	3.82	2.63	8.59	2.5	1.73
15	3.04	2.76	3.99	4.36	2.63	3.36	26.65	3.82	2.63	8.35	2.38	1.73
16	3.04	2.63	3.99	4.36	2.63	3.04	24.41	3.65	2.63	7.57	2.38	1.73
17	2.97	2.63	14.27	4.36	2.63	2.76	19.67	5.07	3.04	6.77	2.09	1.73
18	2.9	2.63	6.04	3.49	2.63	2.5	26.98	4.17	2.63	6.04	2.03	1.73
19	2.93	2.63	4.74	3.65	2.5	4.06	17.56	5.7	2.5	6.04	2.03	1.73
20	2.76	2.63	4.36	3.34	2.5	3.99	18.6	5.81	2.5	4.94	2.03	1.73
21	2.69	2.63	3.99	3.34	2.38	3.34	20.79	4.36	2.63	4.36	2.03	1.73
22	2.63	2.5	3.99	3.34	1.93	5.67	18.6	3.82	2.63	4.3	1.82	1.93
23	2.5	3.99	3.49	3.18	2.38	15.11	16.09	3.65	2.76	3.65	1.82	2.14
24	2.5	3.49	4.17	3.18	2.38	10.72	13.42	3.82	2.5	3.49	2.03	2.14
25	2.76	3.04	4.36	3.18	2.26	8.74	13.84	3.65	2.38	3.34	1.93	2.03
26	2.76	2.76	3.82	3.04	2.38	7.03	12.61	4.17	2.26	3.34	1.93	1.93
27	2.76	2.76	8.77	3.04	2.26	5.15	12.61	3.82	2.26	3.93	1.93	2.03
28	2.76	2.63	6.04	3.04	2.26	4.54	10.03	3.49	2.26	4.72	1.82	1.93
29	2.63	2.76	6.28	2.9	2.76	5.57	9.05	3.49	2.5	3.49	1.82	1.93
30	2.63		5.15	2.76	3.18	6.77	8.14	3.49	5.58	3.34	1.73	1.93
31	3.04		5.15		2.5		7.85	3.34		3.18		1.82

													Q. ANUAL.
QMIN.	2.03	2.5	3.04	2.76	1.93	2.14	4.54	3.34	2.26	3.18	1.73	1.54	1.54
QMED.	3.46	3.21	4.96	4.88	2.75	4.36	16.04	6.03	2.9	5.93	2.41	1.8	4.89
QMAX.	9.03	7.03	14.27	11.05	3.65	15.11	44.85	26.86	5.58	10.96	3.18	2.14	44.85
QMC.	12.61	7.03	14.27	12.61	3.82	21.95	66.14	45.5	5.58	18.6	4.94	2.32	66.14

FUENTE:

Tabla N° 21. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1969*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1969

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	1.82	1.45	1.63	4.81	6.04	7.03	15.19	4.94	10.03	4.54	3.99	6.17
2	1.82	1.54	1.73	3.34	6.52	5.15	13.58	8.51	9.86	4.84	3.74	4.17
3	2.03	2.07	1.93	3.34	6.77	5.98	9.53	7.85	6.52	4.17	3.57	3.82
4	1.82	4.32	2.03	3.34	7.3	9.19	7.85	6.04	6.04	3.99	3.57	3.74
5	1.82	4.32	1.82	5.15	6.77	6.28	7.85	4.94	6.28	3.99	5.22	3.65
6	1.93	2.5	1.93	6.28	6.28	5.58	8.14	4.74	5.58	3.82	6.19	3.65
7	2.03	3.77	1.82	8.74	6.04	5.15	7.85	7.99	5.58	3.57	3.99	5.27
8	1.93	2.69	1.73	6.04	6.04	4.94	6.77	12.31	5.58	3.18	3.34	13.31
9	1.82	2.76	1.73	7.03	5.81	5.15	6.52	16.49	6.52	3.18	4.17	13.32
10	1.82	3.99	1.73	5.81	5.58	6.04	8.14	11.83	7.65	3.18	3.57	8.66
11	1.73	4.92	1.82	6.8	5.36	5.15	7.03	8.74	8.16	3.18	9.25	7.03
12	1.82	3.34	1.82	6.77	5.15	5.36	5.81	8.14	8.73	3.18	5.5	5.81
13	2.15	5.64	1.73	10.68	5.25	5.81	4.94	9.37	6.28	3.18	4.17	5.25
14	2.9	3.34	5.17	10.77	5.58	5.58	4.74	10.2	6.28	3.18	3.99	5.15
15	2.38	2.9	7.69	11.5	5.58	4.74	4.54	10.78	7.3	3.8	4.22	5.8
16	2.03	2.63	6.19	9.05	5.58	4.54	4.36	11.01	7.03	4.04	4.36	9.69
17	2.03	2.5	7.19	12.49	5.58	4.54	5.39	8.74	5.81	3.18	3.74	6.52
18	1.93	2.26	4.94	9.05	5.36	3.99	5.15	12.03	5.15	3.03	3.34	5.58
19	1.82	1.98	3.65	8.44	5.36	3.82	4.36	8.74	4.74	2.9	3.26	5.18
20	1.82	1.93	3.34	6.77	5.36	6.23	4.94	8.14	6.69	2.76	3.18	7.86
21	1.82	1.98	3.34	6.04	5.15	6.52	4.74	7.3	6.52	2.76	3.18	12
22	1.82	1.82	3.34	5.81	5.15	6.04	6.01	7.03	5.36	2.63	3.7	9.5
23	1.73	1.73	3.34	10.71	4.26	5.15	7.3	8.14	5.15	2.97	5.03	8.74
24	1.63	1.73	3.34	8.29	3.99	5.61	9.7	13.77	4.54	3.16	3.85	6.52
25	1.63	1.82	3.34	7.3	3.65	27.33	7.3	12.02	5.59	4.27	4.09	6.28
26	1.63	1.82	3.34	8.87	3.99	38.87	9.6	9.05	4.54	4.08	6.9	6.69
27	1.63	1.73	3.34	6.77	3.99	28.47	9.69	8.74	4.17	3.57	4.54	5.81
28	1.63	1.73	3.34	5.81	4.36	19.67	7.57	8	4.17	3.65	5.15	5.04
29	1.63		3.34	5.15	8.86	15.17	6.77	7.57	4.74	5.85	4.26	4.64
30	1.63		3.34	5.15	5.36	14.27	5.92	7.03	4.74	5.57	5.89	4.08
31	1.45		3.34		7.18		5.58	12.83		4.65		3.57

QMIN.	1.45	1.45	1.63	3.34	3.65	3.82	4.36	4.74	4.17	2.63	3.18	3.57	1.45
QMED.	1.86	2.69	3.17	7.2	5.59	9.25	7.19	9.13	6.18	3.68	4.43	6.53	5.57
QMAX.	2.9	5.64	7.69	12.49	8.86	38.87	15.19	16.49	10.03	5.85	9.25	13.32	38.87
QMC.	3.99	10.72	12.61	19.13	15.17	51.77	18.6	21.95	15.17	10.03	15.62	23.78	51.77

Q. ANUAL.

FUENTE:

Tabla N° 22. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1970*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1970

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	3.65	3.49	14.37	6.77	9.01	27.61	0	7.3	4.94	4.17	3.04	3.65
2	4.92	3.99	13.63	6.04	6.77	41.03	0	7.03	4.84	3.82	3.99	3.34
3	7.61	5.15	11.03	5.81	7.03	28.47	0	7.3	7.06	3.65	3.34	3.74
4	16.6	7.66	8.74	5.36	6.04	38	0	7.03	21.14	3.49	4.74	8.26
5	15.07	20.58	7.85	5.36	5.81	24.43	0	7.03	15.05	3.34	5.09	5.81
6	9.05	15.97	7.17	7.03	5.15	21.36	0	9.24	10.2	3.34	5.61	6.65
7	10.36	8.76	8.07	8.14	4.74	18.6	0	9.37	8.74	3.34	4.17	6.04
8	13.57	7.44	7.71	10.03	4.36	46.23	0	10.72	7.03	3.41	3.82	5.15
9	16.22	9.16	6.77	7.85	3.99	23.89	0	8.74	7.3	5.48	5.06	4.17
10	11.08	23.75	6.77	6.77	3.99	20.22	0	8.74	6.52	6.52	4.92	3.82
11	9.26	28.81	7.03	6.04	3.99	16.57	0	8.14	8.74	0	4.54	2.26
12	23.3	36.42	16.71	12.61	15.62	14.71	0	7.57	6.77	0	4.17	2.14
13	15.78	22.29	10.72	19.67	9.05	13.01	0	6.28	6.04	0	4.91	1.93
14	13.63	18.07	8.74	15.17	7.57	10.72	0	6.28	5.58	0	15.37	1.82
15	16.33	13.42	7.71	12.21	6.52	10.03	0	35.78	6.77	0	11.12	1.93
16	11.64	12.21	6.77	12.61	7.3	23.78	0	32.18	19.22	0	12.09	1.73
17	9.37	11.24	6.16	14.95	8.74	16.52	0	18.55	9.86	0	16.73	1.45
18	8.74	15.86	5.69	13.01	8.74	13.42	0	13.63	7.03	0	9.4	1.63
19	7.44	12.83	5.81	9.7	32.3	17.99	0	12.21	7.03	0	7.85	5.58
20	7.71	10.03	8.2	9.05	12.21	10.72	0	10.03	6.77	0	6.77	4.94
21	8.62	12.61	6.28	9.37	9.37	9.37	0	8.14	6.28	0	5.81	3.99
22	8.1	9.05	6.28	9.05	13.84	18.51	0	8.14	6.04	0	6.52	3.18
23	6.28	10.38	7.3	8.44	10.03	13.84	0	6.77	5.81	0	5.36	1.93
24	5.69	10.37	14.71	8.14	10.37	11.45	0	5.92	5.25	0	4.36	1.45
25	5.47	15.32	10.03	7.57	19.09	11.45	0	5.92	6.16	0	3.74	1.29
26	6.65	15.02	10.03	7.03	15.62	19.67	0	5.81	5.36	0	4.36	1.45
27	5.47	14.63	13.01	7.03	21.95	11.45	0	5.15	5.04	0	4.58	1.22
28	4.64	12.58	10.72	7.03	21.95	10.03	0	4.94	5.15	0	3.82	1.14
29	4.17		9.05	6.52	16.57	8.74	0	4.84	5.15	0	3.65	1.07
30	3.82		7.57	6.52	13.42	8.14	0	6.61	4.54	0	4.74	1.01
31	3.65		7.57		30.67		0	5.58		0		1.01

													Q. ANUAL.
QMIN.	3.65	3.49	5.69	5.36	3.99	8.14	0	4.84	4.54	3.34	3.04	1.01	1.01
QMED.	9.48	13.82	8.97	9.03	11.35	18.67	0	9.71	7.71	4.06	6.12	3.06	9.27
QMAX.	23.3	36.42	16.71	19.67	32.3	46.23	0	35.78	21.14	6.52	16.73	8.26	46.23
QMC.	36.27	61.07	25.95	21.95	38.88	52.87	0	68.79	32.99	0	25.72	14.71	68.79

FUENTE:

Tabla N° 23. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1971*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1971

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	1.49	2.45	2.45	11.2	3.64	5.03	7.65	4.85	19.56	4.14	3.15	5.17
2	1.49	2.45	2.21	9.54	3.81	4.64	7.94	8.2	18.5	3.98	3.15	5.59
3	1.17	2.68	1.98	8.09	3.98	4.8	7.94	6.16	17.62	3.98	3.15	4.66
4	1.07	2.68	1.66	10.12	4.14	11.19	6.61	8.23	14.5	4.3	3.56	4.3
5	0.96	5.7	1.9	14.73	3.64	9.45	5.93	6.83	12.8	10.24	3.65	3.98
6	2.68	5.03	2.1	12.03	4.44	6.38	7.7	5.48	9.71	13.57	4.22	3.98
7	2.1	3.81	3.03	8.53	4.14	8.97	36.78	4.8	8.24	8.87	6.79	4.14
8	2.92	5.03	3.32	7.94	3.81	10.26	61.73	5.7	7.35	6.13	9.37	4.3
9	4.47	5.03	3.81	7.06	3.48	6.38	34.12	8.87	13.84	5.25	4.97	3.98
10	3.81	4.8	3.32	6.72	3.64	6.16	24	9.99	8.5	4.8	4.06	3.72
11	3.15	3.7	3.98	6.61	7.9	8.82	22.2	7.65	6.61	5.41	3.64	3.64
12	2.45	5.03	5.03	6.16	5.03	9.49	38.22	6.16	6.38	9.4	3.24	3.64
13	2.1	6.16	6.16	5.93	3.98	6.83	32.48	5.17	6.38	8.82	3.15	3.89
14	1.98	3.81	7.06	5.7	4.3	6.61	24	5.25	5.7	5.93	3.15	3.4
15	3.32	3.98	12	6.16	4.14	6.38	18	5.2	5.03	5.03	3.15	3.23
16	2.8	3.48	19	5.93	3.81	6.61	15.5	9.35	5.25	4.64	3.15	3.15
17	2.45	3.15	18	5.48	3.64	23.31	12.4	8.53	6.77	4.47	3.23	3.15
18	2.1	3.48	12	8.63	3.48	15.6	10	6.38	5.48	4.56	3.89	3.15
19	2.56	3.32	10	7.06	3.48	9.41	9.12	5.25	4.8	0	3.64	3.15
20	2.45	3.03	6.61	5.97	3.32	9.15	8.53	5.48	4.8	0	5.36	3.23
21	2.21	3.32	6.16	5.25	3.48	7.65	8.82	5.25	13.69	0	4.87	3.39
22	1.9	3.81	8.53	4.8	8.15	6.61	7.35	4.64	6.61	0	4.39	3.15
23	4.47	5.03	13.6	5.76	3.15	6.42	6.83	4.8	5.48	0	3.8	3.48
24	4.14	4.14	9.41	6.16	3.15	9.86	6.16	5.73	5.7	0	3.97	4.05
25	3.32	3.48	14.5	5.25	3.15	7.8	5.48	6.11	5.25	0	3.97	5.7
26	2.1	2.48	13.2	5.25	3.32	7.65	5.48	15	8.76	0	3.75	5.74
27	2.45	3.81	18.5	4.47	3.98	17.21	6.61	7.62	6.16	0	3.56	5.81
28	2.21	3.32	19	4.14	11.58	15.73	5.25	5.7	5.25	0	4.14	3.72
29	2.45		15	3.98	10.18	10	4.8	7.67	4.8	0	4.64	3.72
30	2.31		9.71	3.81	7.5	8.53	4.64	26.93	4.47	0	4.63	3.31
31	2.45		11.4		6.16		4.41	11.44		0		3.81

QMIN.	0.96	2.45	1.66	3.81	3.15	4.64	4.41	4.64	4.47	3.98	3.15	3.15
QMED.	2.5	3.86	8.54	6.95	4.7	9.1	14.73	7.56	8.47	6.31	4.11	3.98
QMAX.	4.47	6.16	19	14.73	11.58	23.31	61.73	26.93	19.56	13.57	9.37	5.81
QMC.	4.8	6.61	10	19.2	31.5	37.8	61.73	36.9	33.4	13.57	10.8	5.93

Q. ANUAL.
0.96
6.73
61.73
61.73

FUENTE:

Tabla N° 24. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1972*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1972

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	5.14	5.58	4.74	11.45	6.04	5.15	27.07	14.94	4.45	3.99	3.18	4.54
2	6.28	4.74	4.54	9.05	6.77	5.58	29.93	15.62	6.78	3.34	2.9	4.74
3	6.77	4.74	4.36	6.28	5.36	6.52	16.09	9.37	8.2	3.49	2.76	3.82
4	7.3	4.36	4.36	6.28	5.15	4.54	13.01	8.44	5.58	3.34	3.04	3.49
5	5.58	4.36	3.99	6.28	5.15	5.58	11.45	7.71	4.94	3.34	3.18	4.74
6	4.94	3.99	3.65	5.36	4.36	5.58	9.21	10.54	4.36	4.81	3.34	5.81
7	4.36	3.99	3.65	4.74	4.74	5.81	8.74	7.85	4.45	3.65	3.34	6.04
8	5.15	9.31	3.99	4.17	4.74	7.57	7.57	6.65	4.45	3.65	3.65	3.99
9	13.84	20.94	6.77	4.74	4.36	7.03	7.03	5.81	5.25	3.99	6.19	3.49
10	8.44	10.55	6.04	8.88	4.36	6.52	7.03	5.58	3.99	3.34	3.65	3.18
11	7.85	8.44	3.65	8.86	5.58	6.52	19.67	5.58	3.65	3.49	4.36	3.49
12	7.3	6.52	3.34	6.28	12.9	6.04	29.23	6.77	3.49	3.34	8.14	7.03
13	7.57	7.87	3.34	6.28	10.03	6.04	9.05	5.15	7.81	3.99	7.57	5.15
14	8.14	6.28	3.49	7.57	7.57	27.77	7.3	5.92	6.28	3.34	5.81	4.74
15	6.04	6.04	3.65	6.52	7.3	13.41	10.8	5.25	4.74	5.36	4.36	3.99
16	5.58	7.3	3.65	8.44	6.28	9.37	9.86	4.84	3.04	8.14	4.17	3.65
17	6.04	6.94	3.65	9.33	6.28	7.85	13.58	4.74	3.65	3.65	5.36	3.34
18	5.81	6.52	3.65	7.03	4.36	7.85	15.12	4.54	4.36	3.34	4.54	9.95
19	6.28	12.71	3.82	7.57	4.36	25.92	13.17	3.99	3.82	3.18	3.99	7.03
20	7.03	15.62	4.54	7.03	7.57	12.21	9.86	4.08	3.65	3.34	7.03	6.04
21	6.75	8.14	3.99	6.52	7.03	9.05	8	6.2	3.34	3.18	6.52	8.14
22	8.44	10.03	3.99	5.58	6.04	15.17	10.53	7.79	6.04	3.04	6.52	5.14
23	5.36	7.57	3.99	5.15	8.74	38.88	45.67	6.16	10.03	3.18	7.32	4.17
24	4.74	6.28	3.99	4.94	7.57	84.71	31.81	4.94	8.14	3.04	11.45	3.99
25	5.15	6.04	10.62	4.54	7.57	18.07	14.27	3.99	7.57	3.04	6.28	3.04
26	19.18	6.04	9.05	3.82	6.28	13.84	19.34	3.65	6.52	3.99	6.52	2.76
27	12.94	5.58	5.58	4.74	6.04	11.45	29.88	3.65	6.52	3.04	7.03	2.5
28	8.74	6.04	7.57	4.74	4.94	10.72	23.07	3.74	5.58	3.34	6.04	2.9
29	9.05	4.49	7.3	4.49	4.49	31.79	25.69	3.82	5.15	3.34	5.15	3.04
30	8.75		13.3	5.58	5.36	39.4	17.06	3.74	4.54	3.34	4.36	3.04
31	6.28		7.57		5.36		18.81	3.99		3.04		3.49

													Q. ANUAL.
QMIN.	4.36	3.99	3.34	3.82	4.36	4.54	7.03	3.65	3.04	3.04	2.76	2.5	2.5
QMED.	7.45	7.48	5.16	6.41	6.22	15.2	16.74	6.29	5.35	3.67	5.26	4.53	7.48
QMAX.	19.18	20.94	13.3	11.45	12.9	84.71	45.67	15.62	10.03	8.14	11.45	9.95	84.71
QMC.	29.93	22.55	17.06	12.61	17.06	84.71	92.75	16.57	12.61	9.05	11.45	16.57	92.75

FUENTE:

Tabla N° 25. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1973*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1973

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	3.82	12.21	3.49	8.44	3.65	3.82	4.45	6.12	5.66	3.82	3.57	3.85
2	4.42	38.92	3.34	11.45	3.74	4.26	3.04	3.74	4.17	4.95	3.5	3.99
3	6.66	8.63	3.34	11.45	3.82	4.54	1.51	4.74	3.66	4.26	3.49	3.74
4	7.32	8.3	2.97	9.7	3.91	4.17	1.22	10.23	2.9	4.56	3.26	3.58
5	4.94	7.3	2.97	8.16	3.9	4.54	1.82	41.62	2.9	4.17	2.97	4.17
6	6.02	7.44	2.69	7.3	4.08	4.74	0.31	39.86	2.97	4.47	2.69	4.17
7	5.27	8.6	2.83	6.66	4.17	4.74	0.95	20.01	2.76	7.07	2.9	3.11
8	6.67	8.01	2.97	8.74	4.26	4.08	1.45	13.69	2.63	5.26	3.5	3.19
9	6.55	6.4	4.36	11.09	4.36	4.17	0.72	11.65	2.56	4.17	2.9	3.19
10	4.94	6.16	5.94	9.7	4.45	4.45	1.37	8.01	2.9	3.19	2.97	6.05
11	4.94	5.69	4.45	9.21	4.64	4.54	1.82	6.78	4.17	2.2	2.91	4.45
12	4.94	6.16	3.91	8.8	4.94	4.74	2.32	5.59	4.55	2.09	2.76	4
13	4.65	5.16	3.41	9.32	4.94	4.54	3.04	5.15	8.53	2.77	2.76	3.91
14	3.58	4.57	3.34	8.6	1.84	3.01	3.18	4.74	5.1	3.41	2.76	4
15	3.26	4.02	3.57	8.44	1.72	2	3.65	4.45	5.94	3.74	2.76	3.34
16	2.9	3.34	3.49	8.76	2.9	3.99	4.17	4.45	6.54	2.9	2.69	3.82
17	3.42	3.65	3.49	8.44	3.04	4.74	4.36	4.08	5.18	2.51	2.77	3.99
18	3.34	3.41	3.41	7.3	0.5	4.94	4.36	3.65	24.28	2.5	2.76	4.26
19	3.19	4.47	4.46	7.17	1.46	1.7	4.17	3.74	20.82	2.97	2.77	3.91
20	3.49	7.59	13.66	6.78	2.14	1.82	4.17	4.09	8.16	3.26	2.84	3.74
21	3.99	7.71	11.09	6.28	2.63	1.98	3.92	7.33	6.28	2.97	2.9	4
22	3.49	6.52	7.86	6.28	2.26	3.18	3.04	4.64	6.66	2.5	3.66	4.97
23	2.65	5.83	6.54	5.81	2.63	3.99	3.5	5.83	25.36	2.26	2.82	5.58
24	2.83	4.47	5.93	5.36	3.18	4.36	3.34	4.55	8.31	2.38	3.04	5.04
25	3.49	4.46	4.94	4.94	3.49	3.49	2.83	3.99	6.16	2.09	3.26	4.26
26	4.26	4.26	4	4.55	3.57	4.36	3.92	3.19	5.58	2.2	3.26	3.91
27	5.06	3.82	3.82	4.17	3.74	4.36	3.11	2.83	6.05	2.2	3.34	3.49
28	4.45	3.19	3.57	4.08	3.65	4.84	3.34	3.26	5.48	2.09	3.58	3.49
29	5.93		3.74	3.99	3.57	3.99	3.34	3.19	4.46	2.09	3.34	3.85
30	4.75		3.57	3.82	3.57	4.17	3.26	6.68	4.08	2.26	3.49	2.86
31	4.26		5.81		3.65		3.66	9.98		3.19		2.63

QMIN.	2.65	3.19	2.69	3.82	0.5	1.7	0.31	2.83	2.56	2.09	2.69	2.63	0.31
QMED.	4.5	7.15	4.61	7.49	3.37	3.94	2.88	8.45	6.83	3.24	3.07	3.95	4.96
QMAX.	7.32	38.92	13.66	11.45	4.94	4.94	4.45	41.62	25.36	7.07	3.66	6.05	41.62
QMC.	9.05	68.79	14.71	11.45	7.57	5.15	4.74	63.57	29.93	7.85	3.99	6.52	68.79

Q. ANUAL.

FUENTE:

Tabla N° 26. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1974*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1974

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	3.65	5.58	3.49	3.34	5.47	0	0	0	0	0	4.54	7.3
2	3.65	6.77	3.34	3.34	7.81	0	0	0	0	0	5.15	7.44
3	3.65	7.03	3.34	3.82	18.87	0	0	0	0	0	4.74	5.81
4	3.65	6.52	3.18	4.08	14.92	0	0	0	0	0	4.45	5.69
5	3.34	6.16	2.9	3.57	12.03	0	0	0	0	0	4.45	5.81
6	3.18	6.04	4.94	3.49	8.29	0	0	0	0	0	4.17	5.36
7	3.65	6.16	4.36	3.49	7.03	0	0	0	0	0	4.36	4.49
8	3.49	7.83	3.99	3.34	6.52	0	0	0	0	0	4.17	4.54
9	4.26	8.4	7.03	3.34	6.9	0	0	0	0	0	6.79	4.45
10	3.49	11.16	9.37	3.91	5.81	0	0	0	0	0	8.47	4.17
11	3.34	9.2	8.14	3.65	5.81	0	0	0	0	0	6.85	4.17
12	3.49	9.71	6.52	3.34	4.36	0	0	0	0	0	5.58	4.26
13	3.34	15.14	3.04	3.82	0	0	0	0	0	0	5.15	3.99
14	3.49	10.21	3.65	3.91	0	0	0	0	0	0	6.39	3.65
15	3.65	7.03	3.18	3.99	0	0	0	0	0	0	9.05	3.41
16	3.82	6.28	11.25	6.17	0	0	0	0	0	0	7.3	3.49
17	3.34	7.97	8.14	4.97	0	0	0	0	0	0	9.4	3.65
18	3.38	14.41	10.51	3.91	0	0	0	0	0	0	7.17	4.54
19	2.56	9.77	8.62	3.57	0	0	0	0	0	0	5.81	5.58
20	2.76	7.44	6.77	3.34	0	0	0	0	0	0	5.04	8.3
21	2.5	7.71	17.08	3.34	0	0	0	0	0	0	5.64	12.34
22	1.82	7.3	13.71	3.34	0	0	0	0	0	0	4.94	12.82
23	2.09	6.77	8.74	3.34	0	0	0	0	0	0	11.32	12.81
24	3.18	7.03	7.85	3.18	0	0	0	0	0	0	13.83	7.57
25	3.91	6.52	6.28	2.97	0	0	0	0	0	0	7.85	6.28
26	3.82	6.28	5.58	2.63	0	0	0	0	0	0	6.28	5.69
27	3.91	5.36	5.15	5.69	0	0	0	0	0	0	5.81	5.81
28	3.91	5.15	4.54	6.83	0	0	0	0	0	0	5.68	7.39
29	4.54		3.99	4.84	0	0	0	0	0	0	6.73	7.71
30	4.64		3.65	5.81	0	0	0	0	0	0	6.77	6.52
31	4.54		3.49		0		0	0		0		6.04

													Q. ANUAL.
QMIN.	1.82	5.15	2.9	2.63	4.36	0	0	0	0	0	4.17	3.41	1.82
QMED.	3.49	7.89	6.32	3.95	8.65	0	0	0	0	0	6.46	6.16	6.13
QMAX.	4.64	15.14	17.08	6.83	18.87	0	0	0	0	0	13.83	12.82	18.87
QMC.	5.36	25.72	41.63	14.71	54.5	0	0	0	0	0	32.99	15.62	54.5

FUENTE:

Tabla N° 27. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1975*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1975

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	6.86	3.65	13.01	3.65	3.99	11.83	24.09	18.1	11.08	4.74	8.14	4.36
2	13.16	3.82	16.18	4.08	3.82	9.7	18.74	13.42	9.05	4.36	8.74	4.74
3	14.24	3.99	48.03	4.91	3.99	8.74	17.3	11.83	8.44	4.17	8.44	3.99
4	8.44	13.42	22.6	4.69	3.65	8.74	18.49	21.82	7.57	3.99	7.85	3.99
5	7.3	10.72	23.47	6.73	3.99	7.03	21.52	13.63	6.52	4.54	8.74	3.99
6	10.07	6.52	16.82	5.92	4.54	6.28	21.99	11.45	7.85	4.74	7.03	3.82
7	10.03	5.81	12.61	5.36	3.99	9.05	14.43	15.77	10.72	5.15	7.3	4.17
8	7.57	11.08	10.2	4.94	7.03	13.01	19.74	11.83	12.21	5.15	6.52	4.54
9	6.52	7.03	9.53	5.25	4.74	11.11	14.71	10.72	7.57	11.08	7.03	3.99
10	6.77	6.04	9.05	4.74	4.36	13.84	11.82	9.21	7.57	9.37	6.04	4.17
11	6.52	5.58	8	5.25	3.99	18.07	13.84	8	8.74	8.74	7.57	3.99
12	6.52	5.15	6.9	8	3.99	22.34	12.02	12.6	29.19	6.28	6.28	3.99
13	6.28	4.74	6.28	5.36	4.39	22.76	12.74	14.45	6.77	6.52	6.04	3.65
14	6.04	4.74	5.69	4.45	3.82	22.55	18.07	25.33	7.85	7.57	5.81	3.65
15	9.37	6.7	7.44	3.99	3.82	10.34	12.61	29.08	9.37	6.77	5.58	3.65
16	10.72	3.99	6.52	3.65	3.82	21.02	12.51	22.7	6.77	44.51	5.58	3.65
17	8.14	4.08	5.81	3.49	4.36	16.33	15.08	19.25	5.81	21.36	5.15	3.65
18	7.57	4.17	5.36	3.49	4.36	15.62	27.98	17.71	5.36	13.84	5.15	3.65
19	6.52	4.45	4.74	4.45	4.36	12.81	24.27	13.01	5.58	11.08	5.58	3.65
20	6.52	6	4.74	10.17	3.82	13.1	15.39	11.45	5.58	9.05	5.58	4.54
21	6.28	13.24	4.74	6.4	4.36	34.13	12.41	11.08	5.58	8.44	5.58	4.54
22	5.81	11.78	4.74	4.94	4.74	49.47	10.72	13.42	5.15	11.83	7.3	3.49
23	5.58	11.97	4.45	4.54	7.85	45.48	9.7	10.03	5.15	8.14	7.3	3.65
24	6.04	16.9	5.04	5.79	13.01	29.93	8.89	16.7	6.28	7.3	13.01	3.65
25	5.36	11.13	5.15	5.58	15.62	29.93	8.44	11.45	6.28	8.74	8.74	3.82
26	4.74	15.87	5.81	4.74	10.03	21.63	8.65	9.37	8.14	6.52	6.52	7.3
27	4.74	13.42	4.94	4.36	9.05	19.13	27.79	10.03	5.58	5.81	5.81	7.57
28	4.36	16.07	4.54	8.44	13.42	15.86	13.01	8.74	5.15	5.36	5.36	5.81
29	4.17		4.17	4.74	11.45	30.74	10.72	10.03	5.15	14.71	4.94	5.81
30	4.74		3.91	4.74	10.03	28.65	19.4	23.16	4.74	8.44	4.74	8.74
31	3.99		3.82		8.14		22.6	19.13		11.45		5.15

													Q. ANUAL.
QMIN.	3.99	3.65	3.82	3.49	3.65	6.28	8.44	8	4.74	3.99	4.74	3.49	3.49
QMED.	7.13	8.29	9.49	5.23	6.21	19.31	16.12	14.66	7.89	9.35	6.78	4.5	9.58
QMAX.	14.24	16.9	48.03	10.17	15.62	49.47	27.98	29.08	29.19	44.51	13.01	8.74	49.47
QMC.	20.79	31.43	58.64	13.42	19.67	66.14	49.62	38	74.31	48.56	14.71	10.72	74.31

FUENTE:

Tabla N° 28. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1976*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1976

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	4.17	4.74	3.34	3.91	8.14	14.18	18.07	6.04	8.55	3.83	1.62	3.833
2	4.17	4.84	3.99	4.17	7.17	9.81	17.56	5.15	8.55	3.03	2.26	2.63
3	4.71	4.64	4.74	4.08	7.47	8.47	10.72	7.03	6.29	2.63	3.45	8.09
4	3.82	4.17	4.36	6.89	7.26	14.21	9.7	5.58	6.29	2.33	2.94	4.64
5	3.34	3.99	3.99	5.04	8.92	9.42	9.05	4.94	5.79	2.7	3.44	4.03
6	3.65	4.54	4.74	4.45	7.57	6.77	8.44	5.36	6.04	2.48	3.26	6.29
7	3.34	5.15	5.15	4.26	10.56	7.78	11.45	4.74	5.09	2.88	2.33	4.03
8	3.34	4.74	5.15	3.91	35.54	21.56	8.14	4.74	5.31	2.48	2.4	2.94
9	3.65	5.81	6.74	4.32	16.84	24.49	9.05	4.17	4.64	1.99	4.36	2.78
10	3.34	4.45	4.64	8.1	18.33	25.69	32.19	5.96	4.43	1.74	2.63	3.28
11	3.34	4.36	4.08	8.3	32.16	23.38	48.17	5.15	3.83	1.57	3.55	3.11
12	3.34	5.93	6.04	6.53	35.23	13.84	77.06	4.94	4.43	1.57	2.4	2.63
13	3.82	5.15	4.74	9.83	21.36	11.45	36.11	3.99	6.82	1.51	1.99	2.06
14	14.71	4.17	4.17	6.2	19.4	9.37	20.22	3.65	4.43	2.25	2.63	1.93
15	5.95	3.82	3.82	5.25	13.91	7.3	17.56	10.37	4.03	2.86	2.06	1.93
16	4.84	3.65	3.65	4.26	12.36	5.15	14.71	8.74	3.37	2.94	1.8	1.93
17	7.25	3.65	3.34	5.15	6.44	7.57	31.3	4.94	2.78	3.03	2.94	1.57
18	5.81	3.65	3.34	4.64	16.6	8.44	62.87	3.99	2.4	3.11	1.93	1.35
19	5.15	3.34	3.34	4.08	9.37	8.44	63.57	3.65	2.33	2.78	1.35	1.57
20	3.5	3.34	3.65	4.17	8.14	7.03	23.65	3.99	3.86	2.63	1.35	1.44
21	3.82	3.49	3.34	5.68	7.57	10.9	14.27	8.38	5.91	2.33	1.57	1.25
22	4.45	6.3	3.34	8.48	7.03	27.29	10.72	3.65	4.43	1.99	2.33	1.57
23	9.57	4.8	4.17	6.77	6.52	36.27	11.4	3.49	3.74	1.8	3.46	1.8
24	10.59	3.74	4.36	5.25	8.14	41	13.84	3.65	3.37	1.99	4.03	1.15
25	6.65	3.34	4.28	7.12	17.9	18.6	9.37	3.34	3.2	3.08	2.78	0.97
26	5.58	3.34	6.06	8.44	9.37	17.56	8.44	2.76	2.94	2.7	5.31	0.81
27	5.25	3.49	5.6	17.64	6.52	19.63	6.04	2.26	5.34	3.1	3.83	0.81
28	6.16	3.34	5.04	18.19	6.04	18.86	4.36	14.35	12	2.92	2.94	0.74
29	6.16	3.18	4.54	9.53	5.47	14.71	5.58	12.73	8.19	1.93	2.63	0.74
30	6.28		3.82	8.29	5.04	15.45	5.15	11.23	5.43	1.8	3.46	0.74
31	6.04		3.65		5.81		3.16	9.84		1.68		0.89
QMIN.	3.34	3.18	3.34	3.91	5.04	5.15	3.16	2.26	2.33	1.51	1.35	0.74
QMED.	5.35	4.25	4.36	6.76	12.52	15.49	20.06	5.9	5.13	2.44	2.77	2.37
QMAX.	14.71	6.3	6.74	18.19	35.54	41	77.06	14.35	12	3.83	5.31	8.09
QMC.	23.78	8.74	9.7	31.43	57.45	74.31	101.33	10.72	24.22	7.09	6.82	10.87

Q. ANUAL.
0.74
7.28
77.06
101.33

FUENTE:

Tabla N° 29. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1977*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1977

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.81	0.74	1.15	6.04	3.93	3.46	21.12	3.28	3.64	10.55	1.8	1.06
2	0.67	0.67	0.97	4.86	3.2	3.03	15.42	2.38	4.86	7.66	1.68	1.06
3	0.67	0.74	0.81	3.83	2.78	2.94	12.54	3.11	4.23	6.04	1.45	1.11
4	0.67	0.6	0.81	3.11	2.19	3.03	10.52	3.37	6.82	5.55	1.68	1.25
5	0.81	0.54	0.97	2.63	1.99	3.11	11.41	2.95	6.82	5.09	1.57	1.57
6	0.74	0.54	2.19	3.11	1.93	2.86	22.77	2.63	6.55	2.23	1.93	1.74
7	0.67	0.97	1.93	3.64	1.8	2.4	12.01	2.63	13.13	4.86	1.57	1.68
8	0.97	1.15	3.56	2.48	1.8	2.55	11.52	3.83	7.09	4.86	1.25	1.62
9	1.15	1.15	7.35	2.06	2.06	2.55	10.7	2.94	7.37	14.71	0.97	1.74
10	1.35	2.75	9.18	1.68	2.46	2.12	8.1	2.63	7.09	10.97	0.97	1.68
11	0.77	4.03	7.95	6.29	4.67	2.06	8.25	2.19	6.04	6.29	0.97	1.8
12	0.81	4.23	6.29	10.87	6.99	1.99	7.95	2.06	5.79	7.37	0.89	2.26
13	0.67	1.93	6.29	9.18	7.22	2.78	6.96	10.17	5.09	5.55	0.89	2.55
14	0.67	2.06	2.63	7.09	4.13	1.93	7.59	11.15	3.83	4.86	1.06	2.94
15	0.67	1.8	1.93	17.83	3.03	1.68	13.53	9.96	5.09	4.23	1.14	2.86
16	0.67	4.43	2.33	7.09	2.7	2.48	10.7	7.66	5.31	3.64	1.06	2.55
17	0.38	5.66	3.64	7.37	2.33	4.96	8.25	5.79	4.23	3.64	0.97	2.4
18	0.74	4.03	5.55	7.37	2.19	2.48	7.66	3.64	3.83	4.03	0.97	2.48
19	1.57	2.78	9.96	5.55	1.93	1.93	7.23	4.43	3.46	3.64	1.82	2.12
20	1.57	1.8	9.84	4.43	1.8	1.8	7.09	4.03	2.78	3.83	1.86	1.67
21	1.8	2.06	8.55	3.83	1.62	2.26	7.22	3.83	2.63	4.43	2.49	0.81
22	1.57	4.86	5.09	3.83	1.45	2.25	6.55	3.28	5.8	4.23	1.8	0.74
23	1.8	2.48	4.03	6.29	2.7	3.62	5.43	3.28	3.46	3.83	1.25	2.78
24	1.51	1.93	4.03	7.66	2.91	4.13	4.75	2.63	2.94	2.63	1.3	3.91
25	1.15	1.57	4.86	5.55	4.86	17.57	4.43	2.94	2.94	2.63	1.4	2.33
26	1.15	1.45	3.64	8.57	2.94	25.31	4.75	9.29	41.84	11.64	1.68	1.93
27	1.06	1.45	2.94	7.78	2.19	26.05	4.23	7.37	19.4	4.03	1.4	2.06
28	0.97	1.25	2.33	6.58	2.82	15.86	3.93	6.29	19.21	3.11	1.15	3.82
29	0.81		4.43	8.63	5.24	40.8	3.93	4.86	12.73	2.48	1.25	3.58
30	0.74		18.24	5.79	8.18	34.36	4.03	4.23	9.84	2.19	1.11	2.94
31	0.81		9.51		5.31		3.74	5.31		1.93		2.55

													Q. ANUAL.
QMIN.	0.38	0.54	0.81	1.68	1.45	1.68	3.74	2.06	2.63	1.93	0.89	0.74	0.38
QMED.	0.98	2.13	4.93	6.03	3.27	7.48	8.85	4.65	7.79	5.25	1.38	2.12	4.57
QMAX.	1.8	5.66	18.24	17.83	8.18	40.8	22.77	11.15	41.84	14.71	2.49	3.91	41.84
QMC.	2.63	6.04	22.54	24.79	13.13	65.4	30.33	15.2	43.43	19.91	4.03	7.09	65.4

FUENTE:

Tabla N° 30. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1978*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1978

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	2.7	6.88	3.44	9.51	9.18	4.54	8.86	4.43	2.19	9.02	1.02	0.81
2	2.33	8.42	6.12	10	10.99	4.13	10.35	4.86	2.33	10.92	1.02	0.6
3	1.93	6.69	2.55	8.4	8.71	3.83	7.37	4.43	3.28	10.03	1.11	0.6
4	1.68	4.33	2.06	7.95	7.95	3.64	7.73	3.83	2.63	9.92	0.97	0.6
5	1.62	3.2	1.62	7.37	7.09	4.86	6.46	26.39	2.19	10.06	1.02	0.81
6	1.57	3.01	1.51	6.96	7.09	30.52	7.74	27.75	2.06	7.23	1.2	0.81
7	1.45	2.78	1.35	7.66	8.83	21.34	19.61	15.7	1.8	6.29	1.2	0.54
8	1.35	3.28	1.3	6.42	7.95	11.93	18.91	11.41	1.93	6.04	1.2	0.48
9	1.3	2.94	1.45	5.55	9.67	9.18	18.85	12.76	1.8	5.55	1.06	0.48
10	1.78	2.7	1.45	5.09	7.51	10.18	17.46	12.54	2.33	4.75	0.93	0.54
11	1.68	2.78	1.25	8.76	6.69	10.35	13.73	8.86	4.3	4.03	0.89	0.48
12	1.3	2.06	1.2	11.8	6.96	8.55	12.93	8.86	4.67	3.46	1.25	0.43
13	1.06	1.68	1.2	12.32	6.42	9.67	14.25	10.51	3.69	3.11	0.93	0.43
14	0.89	1.4	1.06	9.67	6.29	12.08	13.53	11.97	2.13	2.78	0.74	0.48
15	0.89	1.25	1.2	8.1	6.29	10.01	14.74	10.52	1.8	2.78	0.67	2.55
16	0.89	1.2	1.74	7.23	5.91	8.55	13.13	8.25	2.63	2.4	0.67	1.8
17	0.81	1.3	2.12	10.65	6.72	7.37	7.09	6.82	4.03	2.06	0.6	1.3
18	0.74	1.93	3.59	21.36	9.1	6.69	6.82	6.29	2.37	1.8	0.77	1.3
19	0.67	2.33	4.6	13.3	6.29	6.82	6.82	6.17	2.06	1.8	1.3	1.39
20	0.67	2.12	5.41	14.43	6.04	9.51	4.64	9.55	1.68	1.8	1.11	2.62
21	0.6	1.62	8.89	13.52	5.79	12.84	4.43	6.44	2.02	1.8	0.81	1.8
22	0.6	1.51	6.96	17.39	6.17	16.83	4.43	5.79	3.64	1.93	0.48	1.45
23	0.85	1.25	14.82	22.87	6.69	18.83	4.43	4.43	3.28	1.99	0.43	1.86
24	1.2	1.25	11.67	20.32	8.02	19.72	4.03	4.64	4.03	1.8	0.48	1.68
25	0.97	1.68	7.37	19.95	7.05	15.86	3.83	4.43	2.19	1.57	0.48	1.2
26	1.07	1.57	8.04	15.91	6.17	11.97	3.14	4.03	2.63	1.57	0.43	1.85
27	2.47	1.51	6.04	13.13	6.42	10.18	3.46	2.94	2.63	1.45	0.43	0.54
28	2.21	1.4	6.29	16.22	6.29	8.71	3.46	3.64	2.06	1.35	0.81	0.43
29	2.97		5.31	11.6	5.91	8.1	2.78	2.63	1.93	1.25	0.6	0.43
30	5.33		20.25	10.35	5.55	7.66	3.64	2.48	3.11	1.2	0.54	0.43
31	3.93		12.7		5.09		4.03	2.33		1.15		0.43

QMIN.	0.6	1.2	1.06	5.09	5.09	3.64	2.78	2.33	1.68	1.15	0.43	0.43	0.43
QMED.	1.6	2.65	4.99	11.79	7.12	10.82	8.8	8.25	2.65	3.96	0.84	1	5.37
QMAX.	5.33	8.42	20.25	22.87	10.99	30.52	19.61	27.75	4.67	10.92	1.3	2.62	30.52
QMC.	6.29	14.14	41.45	34.04	13.94	51.05	33	36.53	6.55	22.27	1.45	3.64	51.05

FUENTE:

Tabla N° 31. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1979*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1979

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.43	0.33	0.97	2.78	7.2	11.78	3.83	2.7	1.93	1.06	0.48	0.67
2	0.43	0.33	0.97	0.82	6.82	8.55	3.11	2.94	1.57	0.89	0.48	0.54
3	0.43	0.33	0.97	0.48	5.55	6.29	2.78	3.03	1.45	0.89	0.43	0.48
4	0.43	0.33	0.81	0.79	5.09	5.09	2.86	2.78	1.45	0.89	0.33	0.33
5	0.43	0.33	0.6	0.96	4.45	4.43	5.69	2.48	2.63	0.81	0.33	0.33
6	0.43	0.33	0.67	1.34	6.76	4.64	5.2	3.47	2.78	0.81	0.33	0.65
7	0.6	0.33	2.4	0.81	5.09	4.23	4.64	7.21	3.2	0.81	0.33	0.74
8	0.6	0.33	2.33	1.97	4.86	3.2	3.74	5.67	2.63	2.23	0.33	0.67
9	0.43	0.33	2.78	1.74	4.23	2.7	3.64	7.53	2.33	3.28	0.33	1.15
10	0.43	0.33	1.93	0.54	3.37	3.11	3.46	4.97	2.06	2.19	0.33	1.97
11	0.33	0.33	1.35	0.54	3.28	2.33	5	4.33	2.48	1.8	0.33	0.54
12	0.33	0.33	1.15	0.74	2.78	1.93	4.03	4.13	2.19	1.51	0.33	1.33
13	0.33	0.33	1.01	1.11	3.11	1.45	2.94	3.93	1.93	1.35	0.33	0.33
14	0.33	0.33	0.89	1.5	2.86	6.39	2.4	3.28	1.93	0.89	0.33	0.33
15	0.33	0.33	0.81	3.31	2.26	7.01	2.26	2.7	2.06	1.51	0.33	0.33
16	19.17	0.33	0.57	3.93	1.8	4.86	2.33	2.4	1.86	1.45	0.33	0.33
17	0.33	0.33	0.6	3.188	1.62	4.64	2.63	2.19	1.57	0.97	0.33	0.33
18	0.33	0.33	1.25	1.93	1.8	3.64	2.63	2.06	1.2	0.97	0.33	0.33
19	0.33	0.33	0.81	2.97	1.35	2.7	1.93	1.93	1.15	0.97	0.33	0.33
20	0.33	0.33	0.6	2.79	1.15	1.35	2.33	1.86	1.15	0.81	0.54	0.33
21	0.33	0.33	0.6	4.63	1.15	2.33	3.74	1.93	1.15	0.81	0.43	0.33
22	0.33	0.33	1.3	5.07	1.15	3.55	4.03	2.48	1.15	0.74	0.33	0.33
23	0.33	0.33	1.37	3.74	1.35	4.13	2.26	3.11	1.35	0.67	0.33	0.33
24	0.33	0.33	2.23	2.33	2.26	2.78	2.06	6.91	1.25	0.6	0.33	0.33
25	0.33	0.33	3.33	1.74	1.51	2.55	1.8	4.86	0.93	0.6	0.33	0.33
26	0.33	0.43	1.57	1.51	2.06	4.57	1.86	3.46	0.93	0.54	0.33	0.33
27	0.33	1.15	0.81	15.07	3.34	6.46	7.56	2.33	1.15	0.48	1.71	0.33
28	0.33	1.97	0.6	11.21	2.78	7	5.43	3.3	1.35	0.48	4.57	0.33
29	0.33		0.57	9.73	3.43	4.64	4.43	4.23	1.58	0.48	1.15	0.33
30	0.33		1.14	9.93	5.32	3.74	3.83	3.2	1.06	0.43	0.81	0.33
31	23.11		0.54		7.07		2.94	2.33		0.48		0.43

													Q. ANUAL.
QMIN.	0.33	0.33	0.54	0.48	1.15	1.35	1.8	1.86	0.93	0.43	0.33	0.33	0.33
QMED.	1.72	0.42	1.21	3.31	3.45	4.4	3.46	3.54	1.72	1.05	0.58	0.51	2.11
QMAX.	23.11	1.97	3.33	15.07	7.2	11.78	7.56	7.53	3.2	3.28	4.57	1.97	23.11
QMC.	45.89	1.57	5.91	26.57	11.97	23.09	14.77	10.87	3.37	3.64	7.09	1.57	64.19

FUENTE:

Tabla N° 32. *Caudales medios diarios de la estación Tilulún para el año 1980*

CAUDALES MEDIOS DIARIOS m3/s. ESTACIÓN: TILULÚN RÍO AMBATO CÓDIGO: 61-19 AÑO:1980

#. DÍA.	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB.	OCTUBR.	NOVIEMB.	DICIEMB.
1	0.33	2.22	1.54	6.04	7.09	3.93	4.23	3.46	2.48	1.8	2.19	4.03
2	0.33	8.2	1.54	5.31	12.02	3.2	5.43	3.2	2.12	1.86	2.26	4.86
3	0.54	4.23	0.43	4.86	7.32	3.18	5.91	2.78	1.93	1.62	2.33	3.11
4	0.81	4.97	0.81	4.43	8.55	2.48	9.15	2.63	1.68	1.4	4.18	1.8
5	0.97	5.79	1.25	4.64	8.55	2.4	11.91	2.55	1.74	1.62	3.46	1.93
6	0.81	4.64	1.57	4.86	7.66	2.63	8.71	2.55	2.4	4.7	2.86	1.8
7	0.6	3.46	0.54	4.86	9.51	8.9	7.23	2.94	2.33	4.29	2.26	1.35
8	0.54	27.45	0.54	10.18	8.25	14.27	6.55	7.09	2.33	6.6	1.93	1.35
9	0.54	52.84	0.43	5.79	6.82	10.9	6.69	5.79	2.86	21.06	1.68	2
10	0.43	2.06	0.33	4.86	5.79	12.35	12.64	4.86	5.23	17.45	1.35	1.35
11	0.33	0.97	0.43	5.09	6.29	16.35	7.95	3.11	5.55	14.16	0.97	0.97
12	0.33	0.6	0.81	4.43	3.83	15.2	6.69	2.63	4.54	11.23	0.97	0.97
13	0.33	0.54	0.54	4.03	4.86	11.6	6.04	2.33	3.46	8.55	0.97	0.97
14	0.33	0.48	0.54	3.46	4.03	10.52	6.04	2.33	2.86	8.25	1.57	1.06
15	0.33	0.54	0.54	2.94	4.03	9.18	9.1	2.94	2.48	6.29	1.15	0.97
16	0.6	0.43	0.6	2.33	3.46	7.51	10.78	2.48	2.26	5.31	0.97	0.67
17	0.97	0.43	1.78	2.63	2.94	8.71	9.02	2.48	2.33	4.86	1.15	0.6
18	0.43	0.67	1.35	7.95	2.94	6.29	11.13	3.28	1.99	5.2	0.89	0.67
19	0.33	1.3	6.29	25.71	3.28	5.31	8.35	3.28	2.58	5.79	0.74	0.6
20	0.33	2.63	5.8	18.42	2.78	4.54	7.8	2.86	2.48	6.98	1.26	0.54
21	0.33	3.64	2.63	16.99	2.63	4.23	8.1	2.48	1.8	6.83	1.06	0.97
22	0.33	2.78	2.06	13.13	4.83	6.77	10.23	2.4	1.62	4.86	3.62	0.89
23	0.33	1.88	2.78	9.84	11.58	4.75	11.24	2.33	1.74	4.33	2.06	0.67
24	0.33	0.81	2.33	7.09	6.69	3.83	8.55	2.33	1.57	3.83	2.78	0.6
25	0.33	0.67	6.82	7.95	4.97	3.55	7.23	2.06	1.45	3.55	2.63	0.54
26	0.33	0.54	7.09	18.59	5.97	3.68	6.17	1.8	1.57	3.64	2.06	0.97
27	0.33	0.54	8.25	16.83	4.86	13.98	5.79	1.86	1.15	3.46	1.8	2.06
28	0.33	0.54	13.59	5.55	3.93	7.74	5.55	4.44	1.06	3.28	2.06	0.67
29	0.33	0.54	15.94	5.09	3.46	5.79	4.54	2.89	1.55	3.28	1.68	0.67
30	0.33		13.94	4.43	3.37	4.54	3.93	2.33	2.33	2.78	2.28	0.54
31	3.64		9.18		3.74		3.64	2.33		2.48		0.67

QMIN.	0.33	0.43	0.33	2.33	2.63	2.4	3.64	1.8	1.06	1.4	0.74	0.54	0.33
QMED.	0.55	4.7	3.62	7.94	5.68	7.28	7.62	2.99	2.38	5.85	1.91	1.32	4.32
QMAX.	3.64	52.84	15.94	25.71	12.02	16.35	12.64	7.09	5.55	21.06	4.18	4.86	52.84
QMC.	3.64	52.84	19.91	33	17.94	22	17.46	12.35	6.82	27.79	9.18	6.04	52.84

FUENTE

Tabla N° 33. *Resultados HEC-RAS*

Abscisa	Tr	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Levee Left	Levee Right	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl	Hydr Radius	W.P. Total
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)		(m)	(m)
8000	5	75.04	2474	2476	2476	2476.5	0.0204			3.35	24.98	25.55	0.98	0.95	0.97	25.81
8000	10	83.93	2474	2476	2476	2476.6	0.0197			3.44	27.42	26.5	1.03	0.94	1.02	26.79
8000	25	95.16	2474	2476	2476	2476.8	0.0191			3.57	30.34	27.6	1.1	0.94	1.09	27.92
8000	50	103.5	2474	2476	2476	2476.9	0.0181			3.61	32.85	28.52	1.15	0.92	1.14	28.85
8000	100	111.8	2474	2476	2476	2477	0.0176			3.68	35.02	29.04	1.21	0.92	1.19	29.4
8000	140	115.8	2474	2476	2476	2477	0.0175			3.71	36	29.23	1.23	0.92	1.22	29.61
7900	5	75.04	2475	2477	2477	2477.4	0.0209			3.26	24.76	25.5	0.97	0.95	0.96	25.75
7900	10	83.93	2475	2477	2477	2477.5	0.0206			3.38	26.91	26.13	1.03	0.95	1.02	26.4
7900	25	95.16	2475	2477	2477	2477.6	0.0199			3.5	29.75	27.07	1.1	0.95	1.09	27.36
7900	50	103.5	2475	2477	2477	2477.7	0.0194			3.59	31.8	27.72	1.15	0.95	1.13	28.03
7900	100	111.8	2475	2477	2477	2477.8	0.019			3.67	33.82	28.35	1.19	0.94	1.18	28.68
7900	140	115.8	2475	2477	2477	2477.9	0.0187			3.69	34.9	28.68	1.22	0.94	1.2	29.02
7800	5	75.04	2477	2478	2478	2478.7	0.0231			2.7	31.13	48.6	0.64	0.94	0.64	48.67
7800	10	83.93	2477	2478	2478	2478.7	0.0219			2.76	34.35	50.17	0.68	0.93	0.68	50.25
7800	25	95.16	2477	2478	2478	2478.8	0.0211			2.86	37.96	51.22	0.74	0.92	0.74	51.31
7800	50	103.5	2477	2478	2478	2478.9	0.0212			2.95	40.18	51.76	0.78	0.93	0.77	51.86
7800	100	111.8	2477	2479	2479	2479	0.0212			3.02	42.4	52.3	0.81	0.94	0.81	52.4
7800	140	115.8	2477	2479	2479	2479	0.0209			3.05	43.65	52.59	0.83	0.93	0.83	52.7
7700	5	75.04	2480	2481	2481	2481.7	0.0222			3.05	26.5	31.05	0.85	0.96	0.85	31.21
7700	10	83.93	2480	2481	2481	2481.8	0.0216			3.15	28.9	31.71	0.91	0.95	0.91	31.88
7700	25	95.16	2480	2481	2481	2482	0.0211			3.27	31.72	32.46	0.98	0.95	0.97	32.66
7700	50	103.5	2480	2482	2482	2482	0.0207			3.36	33.77	33	1.02	0.95	1.02	33.22
7700	100	111.8	2480	2482	2482	2482.1	0.0204			3.44	35.78	33.52	1.07	0.95	1.06	33.75
7700	140	115.8	2480	2482	2482	2482.2	0.0202			3.48	36.77	33.77	1.09	0.95	1.08	34.01
7600	5	75.04	2485	2486	2486	2487.1	0.0404			4.43	17.99	18.72	0.96	1.31	0.95	19.04
7600	10	83.93	2485	2486	2486	2487.3	0.0409			4.64	19.35	19.22	1.01	1.33	0.99	19.56
7600	25	95.16	2485	2486	2487	2487.4	0.0415			4.88	21.02	19.77	1.06	1.36	1.04	20.13
7600	50	103.5	2485	2486	2487	2487.6	0.0413			5.03	22.31	20.18	1.11	1.36	1.09	20.56
7600	100	111.8	2485	2486	2487	2487.7	0.0412			5.17	23.58	20.58	1.15	1.37	1.12	20.98
7600	140	115.8	2485	2486	2487	2487.8	0.0411			5.24	24.18	20.77	1.16	1.38	1.14	21.17
7500	5	75.04	2483	2484	2484	2484.1	0.0221			2.56	34.15	59.67	0.57	0.91	0.57	59.73
7500	10	83.93	2483	2484	2484	2484.2	0.022			2.65	37.08	61.1	0.61	0.92	0.61	61.16
7500	25	95.16	2483	2484	2484	2484.2	0.0208			2.72	41.49	63.78	0.65	0.91	0.65	63.85
7500	50	103.5	2483	2484	2484	2484.3	0.021			2.81	43.9	64.62	0.68	0.92	0.68	64.69
7500	100	111.8	2483	2484	2484	2484.3	0.0209			2.88	46.39	65.49	0.71	0.92	0.71	65.56
7500	140	115.8	2483	2484	2484	2484.4	0.0206			2.9	47.87	66.03	0.72	0.92	0.72	66.11
7400	5	75.04	2486	2487	2487	2487.5	0.022			2.78	30.45	45.42	0.67	0.93	0.67	45.49
7400	10	83.93	2486	2487	2487	2487.6	0.0206			2.84	33.8	47.37	0.71	0.91	0.71	47.46
7400	25	95.16	2486	2487	2487	2487.7	0.0202			2.94	37.31	48.89	0.76	0.91	0.76	48.98
7400	50	103.5	2486	2487	2487	2487.8	0.02			3.02	39.77	49.83	0.8	0.92	0.8	49.93
7400	100	111.8	2486	2487	2487	2487.8	0.0198			3.09	42.18	50.74	0.83	0.92	0.83	50.84
7400	140	115.8	2486	2487	2487	2487.8	0.0199			3.13	43.15	51.1	0.84	0.92	0.84	51.21
7300	5	75.04	2488	2490	2490	2490.1	0.0218			2.9	28.07	37.5	0.75	0.94	0.75	37.62
7300	10	83.93	2488	2490	2490	2490.2	0.0204			2.96	31.18	39.23	0.79	0.92	0.79	39.36
7300	25	95.16	2488	2490	2490	2490.3	0.02			3.07	34.34	40.27	0.85	0.92	0.85	40.42
7300	50	103.5	2488	2490	2490	2490.3	0.0198			3.16	36.58	40.98	0.89	0.92	0.89	41.15
7300	100	111.8	2488	2490	2490	2490.4	0.0192			3.22	39.01	41.75	0.93	0.92	0.93	41.93
7300	140	115.8	2488	2490	2490	2490.4	0.0192			3.25	40.05	42.07	0.95	0.92	0.95	42.26

Abscisa	Tr	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Levee Left	Levee Right	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl	Hydr Radius	W.P. Total
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)		(m)	(m)
7200	5	75.04	2491	2493	2493	2493	0.0188			2.83	31.87	47.52	0.67	0.88	0.67	47.65
7200	10	83.93	2491	2493	2493	2493.1	0.0184			2.91	35.06	49.36	0.71	0.88	0.71	49.5
7200	25	95.16	2491	2493	2493	2493.2	0.018			3.01	38.92	51.34	0.76	0.88	0.76	51.5
7200	50	103.5	2491	2493	2493	2493.3	0.018			3.1	41.47	52.64	0.79	0.89	0.79	52.8
7200	100	111.8	2491	2493	2493	2493.3	0.0186			3.21	43.51	53.83	0.81	0.91	0.81	53.99
7200	140	115.8	2491	2493	2493	2493.3	0.0186			3.25	44.67	54.49	0.82	0.91	0.82	54.66
7100	5	75.04	2494	2495	2495	2495.2	0.0187			2.82	31.54	47.34	0.67	0.88	0.66	47.47
7100	10	83.93	2494	2495	2495	2495.2	0.0201			2.99	33.35	48.32	0.69	0.92	0.69	48.45
7100	25	95.16	2494	2495	2495	2495.3	0.0171			2.95	39.23	53.09	0.74	0.86	0.74	53.23
7100	50	103.5	2494	2495	2495	2495.4	0.0168			3.01	42.01	54.22	0.77	0.86	0.77	54.38
7100	100	111.8	2494	2495	2495	2495.5	0.0175			3.12	43.79	55	0.8	0.88	0.79	55.16
7100	140	115.8	2494	2495	2495	2495.5	0.0179			3.18	44.58	55.34	0.81	0.89	0.8	55.5
7000	5	75.04	2495	2496	2496	2496.9	0.0198			3.11	26.95	32.09	0.84	0.92	0.84	32.25
7000	10	83.93	2495	2497	2497	2497	0.0182			3.15	30.18	33.84	0.89	0.89	0.89	34
7000	25	95.16	2495	2497	2497	2497.1	0.018			3.27	33.09	34.72	0.95	0.9	0.95	34.91
7000	50	103.5	2495	2497	2497	2497.2	0.0179			3.36	35.21	35.36	1	0.9	0.99	35.56
7000	100	111.8	2495	2497	2497	2497.3	0.0177			3.43	37.36	36	1.04	0.9	1.03	36.22
7000	140	115.8	2495	2497	2497	2497.3	0.0175			3.46	38.44	36.32	1.06	0.9	1.05	36.54
6900	5	75.04	2497	2498	2498	2498.7	0.0225			2.96	26.88	33.59	0.8	0.95	0.8	33.71
6900	10	83.93	2497	2498	2498	2498.8	0.0214			3.04	29.55	35.18	0.84	0.94	0.84	35.31
6900	25	95.16	2497	2498	2498	2498.9	0.0202			3.12	32.95	36.98	0.89	0.93	0.89	37.12
6900	50	103.5	2497	2498	2498	2499	0.0198			3.2	35.19	37.9	0.93	0.93	0.92	38.05
6900	100	111.8	2497	2499	2499	2499.1	0.0191			3.25	37.59	38.81	0.97	0.92	0.96	38.97
6900	140	115.8	2497	2499	2499	2499.1	0.0189			3.28	38.67	39.21	0.99	0.92	0.98	39.38
6800	5	75.04	2500	2501	2501	2501.1	0.023			2.73	29.57	43.04	0.69	0.94	0.69	43.12
6800	10	83.93	2500	2501	2501	2501.2	0.0222			2.81	32.33	44.58	0.73	0.94	0.72	44.67
6800	25	95.16	2500	2501	2501	2501.3	0.0212			2.9	35.79	46.05	0.78	0.93	0.78	46.15
6800	50	103.5	2500	2501	2501	2501.3	0.0211			2.98	37.99	46.8	0.81	0.93	0.81	46.9
6800	100	111.8	2500	2501	2501	2501.4	0.0208			3.05	40.2	47.54	0.85	0.93	0.84	47.65
6800	140	115.8	2500	2501	2501	2501.4	0.0207			3.08	41.3	47.9	0.86	0.93	0.86	48.01
6700	5	75.04	2501	2503	2503	2503.2	0.0212			3.09	26.55	30.43	0.87	0.94	0.87	30.6
6700	10	83.93	2501	2503	2503	2503.3	0.0214			3.23	28.62	31.2	0.92	0.96	0.91	31.37
6700	25	95.16	2501	2503	2503	2503.4	0.0207			3.35	31.65	32.62	0.97	0.95	0.96	32.81
6700	50	103.5	2501	2503	2503	2503.5	0.0201			3.42	33.99	33.81	1.01	0.95	1	34.01
6700	100	111.8	2501	2503	2503	2503.6	0.0197			3.5	36.15	34.89	1.04	0.95	1.03	35.1
6700	140	115.8	2501	2503	2503	2503.6	0.0194			3.52	37.33	35.47	1.05	0.94	1.05	35.68
6600	5	75.04	2504	2505	2505	2505.9	0.0209			3.07	27.16	32.11	0.85	0.94	0.84	32.26
6600	10	83.93	2504	2506	2506	2506	0.0208			3.19	29.42	32.92	0.89	0.94	0.89	33.08
6600	25	95.16	2504	2506	2506	2506.1	0.0207			3.33	32.24	34.18	0.94	0.95	0.94	34.36
6600	50	103.5	2504	2506	2506	2506.2	0.0199			3.4	34.72	35.47	0.98	0.94	0.97	35.65
6600	100	111.8	2504	2506	2506	2506.3	0.0198			3.48	36.82	36.52	1.01	0.95	1	36.71
6600	140	115.8	2504	2506	2506	2506.3	0.0196			3.52	37.89	37.05	1.02	0.95	1.02	37.25
6500	5	75.04	2506	2507	2507	2507.2	0.0216			3	27.44	33.6	0.82	0.94	0.81	33.73
6500	10	83.93	2506	2507	2507	2507.3	0.0213			3.11	29.79	34.53	0.86	0.95	0.86	34.67
6500	25	95.16	2506	2507	2507	2507.4	0.021			3.24	32.71	35.81	0.91	0.95	0.91	35.96
6500	50	103.5	2506	2507	2507	2507.5	0.02			3.29	35.3	36.92	0.96	0.94	0.95	37.08
6500	100	111.8	2506	2507	2507	2507.6	0.0198			3.36	37.39	37.63	0.99	0.94	0.99	37.8
6500	140	115.8	2506	2507	2507	2507.6	0.0197			3.4	38.37	37.96	1.01	0.94	1.01	38.13

Abscisa	Tr	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Levee Left	Levee Right	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl	Hydr Radius	W.P. Total
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)		(m)	(m)
6400	5	75.04	2508	2509	2509	2509.7	0.0203			3.2	26.77	29.67	0.9	0.94	0.9	29.87
6400	10	83.93	2508	2509	2509	2509.8	0.0201			3.32	29.09	30.38	0.96	0.94	0.95	30.59
6400	25	95.16	2508	2509	2509	2510	0.0195			3.44	32.12	31.27	1.03	0.94	1.02	31.51
6400	50	103.5	2508	2510	2510	2510.1	0.0193			3.53	34.2	31.87	1.07	0.94	1.06	32.13
6400	100	111.8	2508	2510	2510	2510.1	0.0194			3.63	36.07	32.43	1.11	0.95	1.1	32.71
6400	140	115.8	2508	2510	2510	2510.2	0.0197			3.7	36.78	32.69	1.12	0.96	1.12	32.97
6300	5	75.04	2510	2511	2511	2511.8	0.0218			3	26.66	32.18	0.83	0.95	0.82	32.33
6300	10	83.93	2510	2511	2511	2511.9	0.0212			3.1	29.12	32.87	0.89	0.94	0.88	33.03
6300	25	95.16	2510	2512	2512	2512	0.0208			3.23	31.97	33.65	0.95	0.94	0.95	33.83
6300	50	103.5	2510	2512	2512	2512.1	0.0203			3.3	34.18	34.24	1	0.94	0.99	34.44
6300	100	111.8	2510	2512	2512	2512.2	0.0204			3.4	35.97	34.71	1.04	0.95	1.03	34.92
6300	140	115.8	2510	2512	2512	2512.2	0.0204			3.45	36.85	34.94	1.05	0.95	1.05	35.16
6200	5	75.04	2512	2514	2514	2514	0.0201			3.1	27.33	32.47	0.84	0.93	0.84	32.63
6200	10	83.93	2512	2514	2514	2514.1	0.0192			3.17	30.17	33.59	0.9	0.91	0.89	33.77
6200	25	95.16	2512	2514	2514	2514.2	0.019			3.3	33.15	34.55	0.96	0.92	0.95	34.74
6200	50	103.5	2512	2514	2514	2514.3	0.0188			3.39	35.34	35.23	1	0.92	1	35.44
6200	100	111.8	2512	2514	2514	2514.4	0.0187			3.48	37.39	35.86	1.04	0.93	1.04	36.08
6200	140	115.8	2512	2514	2514	2514.4	0.0185			3.5	38.55	36.21	1.06	0.92	1.06	36.44
6100	5	75.04	2513	2514	2514	2515	0.0209			3.37	23.87	23.32	1.02	0.96	1.01	23.61
6100	10	83.93	2513	2515	2515	2515.2	0.0195			3.43	26.45	24.31	1.09	0.94	1.07	24.62
6100	25	95.16	2513	2515	2515	2515.3	0.019			3.56	29.16	24.89	1.17	0.94	1.15	25.25
6100	50	103.5	2513	2515	2515	2515.4	0.0191			3.68	30.85	25.25	1.22	0.94	1.2	25.64
6100	100	111.8	2513	2515	2515	2515.5	0.0187			3.76	32.78	25.74	1.27	0.94	1.25	26.15
6100	140	115.8	2513	2515	2515	2515.6	0.0187			3.81	33.6	25.95	1.29	0.95	1.27	26.37
6000	5	75.04	2515	2516	2516	2516.6	0.02			3.35	24.82	24.58	1.01	0.94	1	24.86
6000	10	83.93	2515	2516	2516	2516.7	0.0196			3.46	27.06	25.15	1.08	0.94	1.06	25.45
6000	25	95.16	2515	2516	2516	2516.9	0.0192			3.6	29.73	25.78	1.15	0.94	1.14	26.12
6000	50	103.5	2515	2516	2516	2517	0.0189			3.69	31.67	26.22	1.21	0.94	1.19	26.58
6000	100	111.8	2515	2516	2516	2517.1	0.0186			3.78	33.6	26.64	1.26	0.94	1.24	27.03
6000	140	115.8	2515	2516	2516	2517.1	0.0186			3.83	34.45	26.83	1.28	0.95	1.27	27.23
5900	5	75.04	2517	2518	2518	2518.4	0.021			3.2	25.71	28.24	0.91	0.95	0.9	28.44
5900	10	83.93	2517	2518	2518	2518.5	0.0203			3.3	28.17	29.33	0.96	0.94	0.95	29.55
5900	25	95.16	2517	2518	2518	2518.6	0.0195			3.41	31.24	30.63	1.02	0.94	1.01	30.87
5900	50	103.5	2517	2518	2518	2518.7	0.0187			3.47	33.69	31.49	1.07	0.93	1.06	31.75
5900	100	111.8	2517	2518	2518	2518.8	0.0185			3.55	35.73	31.97	1.12	0.93	1.11	32.25
5900	140	115.8	2517	2518	2518	2518.9	0.0182			3.58	36.83	32.23	1.14	0.92	1.13	32.51
5800	5	75.04	2522	2524	2524	2524.1	0.0164			2.67	33.66	52.38	0.64	0.83	0.64	52.51
5800	10	83.93	2522	2524	2524	2524.2	0.0164			2.76	36.52	53.09	0.69	0.83	0.69	53.23
5800	25	95.16	2522	2524	2524	2524.3	0.017			2.9	39.51	53.84	0.73	0.85	0.73	53.99
5800	50	103.5	2522	2524	2524	2524.3	0.0181			3.04	41.14	54.55	0.75	0.88	0.75	54.7
5800	100	111.8	2522	2524	2524	2524.4	0.0215			3.31	40.85	54.43	0.75	0.96	0.75	54.58
5800	140	115.8	2522	2524	2524	2524.4	0.0246			3.5	39.86	54	0.74	1.03	0.74	54.15
5700	5	75.04	2522	2523	2523	2523.2	0.0209			2.83	28.77	39.14	0.74	0.92	0.73	39.23
5700	10	83.93	2522	2523	2523	2523.3	0.0211			2.95	31.07	40.27	0.77	0.93	0.77	40.37
5700	25	95.16	2522	2523	2523	2523.4	0.0201			3.04	34.58	42.48	0.81	0.92	0.81	42.59
5700	50	103.5	2522	2523	2523	2523.5	0.019			3.07	37.57	44.25	0.85	0.9	0.85	44.36
5700	100	111.8	2522	2523	2523	2523.6	0.0186			3.13	39.99	45.2	0.88	0.9	0.88	45.32
5700	140	115.8	2522	2523	2523	2523.6	0.0185			3.16	41.1	45.63	0.9	0.9	0.9	45.76

Abscisa	Tr	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Levee Left	Levee Right	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl	Hydr Radius	W.P. Total
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)		(m)	(m)
5600	5	75.04	2525	2526	2526	2526.6	0.0222			3.03	26.04	31.03	0.84	0.95	0.83	31.19
5600	10	83.93	2525	2526	2526	2526.7	0.0212			3.11	28.59	32.2	0.89	0.94	0.88	32.36
5600	25	95.16	2525	2526	2526	2526.8	0.0204			3.22	31.67	33.42	0.95	0.94	0.94	33.6
5600	50	103.5	2525	2526	2526	2526.9	0.0204			3.32	33.62	34.22	0.98	0.94	0.98	34.41
5600	100	111.8	2525	2526	2526	2527	0.0197			3.38	35.97	35.29	1.02	0.94	1.01	35.5
5600	140	115.8	2525	2526	2526	2527	0.0199			3.43	36.77	35.65	1.03	0.94	1.03	35.87
5500	5	75.04	2526	2528	2528	2527.8	0.0206			2.69	31.05	46.51	0.67	0.9	0.67	46.6
5500	10	83.93	2526	2528	2528	2527.9	0.0206			2.8	33.59	47.5	0.71	0.91	0.71	47.6
5500	25	95.16	2526	2528	2528	2528	0.0213			2.95	36.27	48.49	0.75	0.93	0.75	48.59
5500	50	103.5	2526	2528	2528	2528.1	0.0205			3	39.04	50.18	0.78	0.93	0.78	50.3
5500	100	111.8	2526	2528	2528	2528.1	0.0195			3.03	42.03	51.79	0.81	0.91	0.81	51.92
5500	140	115.8	2526	2528	2528	2528.2	0.0191			3.05	43.45	52.38	0.83	0.9	0.83	52.51
5400	5	75.04	2529	2530	2530	2530.3	0.0202			2.7	33.59	55.02	0.61	0.89	0.61	55.12
5400	10	83.93	2529	2530	2530	2530.3	0.0197			2.78	36.89	56.91	0.65	0.89	0.65	57.02
5400	25	95.16	2529	2530	2530	2530.4	0.0194			2.88	40.72	58.75	0.69	0.9	0.69	58.87
5400	50	103.5	2529	2530	2530	2530.5	0.0195			2.96	43.28	59.96	0.72	0.9	0.72	60.08
5400	100	111.8	2529	2530	2530	2530.5	0.0193			3.03	45.98	61.2	0.75	0.91	0.75	61.34
5400	140	115.8	2529	2530	2530	2530.6	0.0195			3.07	47.02	61.69	0.76	0.91	0.76	61.83
5300	5	75.04	2530	2531	2531	2531	0.0222			2.79	29.84	43.62	0.68	0.93	0.68	43.69
5300	10	83.93	2530	2531	2531	2531.1	0.0211			2.86	32.9	45.37	0.73	0.92	0.72	45.45
5300	25	95.16	2530	2531	2531	2531.2	0.0207			2.96	36.3	47.1	0.77	0.92	0.77	47.19
5300	50	103.5	2530	2531	2531	2531.3	0.0205			3.05	38.68	48.31	0.8	0.93	0.8	48.41
5300	100	111.8	2530	2531	2531	2531.3	0.0199			3.1	41.35	49.56	0.83	0.92	0.83	49.67
5300	140	115.8	2530	2531	2531	2531.4	0.0195			3.12	42.68	50.14	0.85	0.92	0.85	50.24
5200	5	75.04	2531	2532	2532	2532.7	0.02			2.76	31.31	48.35	0.65	0.9	0.65	48.42
5200	10	83.93	2531	2532	2532	2532.8	0.0213			2.92	33.3	49.66	0.67	0.93	0.67	49.73
5200	25	95.16	2531	2533	2533	2532.9	0.0174			2.86	39.86	56.81	0.7	0.86	0.7	56.9
5200	50	103.5	2531	2533	2533	2532.9	0.0181			2.97	41.88	58.14	0.72	0.88	0.72	58.23
5200	100	111.8	2531	2533	2533	2533	0.0186			3.08	44.01	59.77	0.74	0.9	0.74	59.86
5200	140	115.8	2531	2533	2533	2533	0.0177			3.06	46.27	62.58	0.74	0.88	0.74	62.68
5100	5	75.04	2533	2535	2535	2535	0.0169			2.79	30.65	47.47	0.65	0.84	0.64	47.61
5100	10	83.93	2533	2535	2535	2535.1	0.0164			2.85	34.07	52.22	0.65	0.84	0.65	52.37
5100	25	95.16	2533	2535	2535	2535.2	0.0145			2.84	39.67	59.07	0.67	0.8	0.67	59.22
5100	50	103.5	2533	2535	2535	2535.2	0.0151			2.94	41.74	60.49	0.69	0.82	0.69	60.65
5100	100	111.8	2533	2535	2535	2535.3	0.0134			2.88	46.65	65.61	0.71	0.78	0.71	65.78
5100	140	115.8	2533	2535	2535	2535.3	0.0134			2.91	47.94	66.33	0.72	0.78	0.72	66.5
5000	5	75.04	2535	2537	2537	2537.2	0.0185			3.01	26.34	30.71	0.86	0.89	0.85	30.87
5000	10	83.93	2535	2537	2537	2537.3	0.0181			3.1	28.61	31.62	0.91	0.89	0.9	31.78
5000	25	95.16	2535	2537	2537	2537.4	0.018			3.23	31.26	32.81	0.95	0.9	0.95	32.99
5000	50	103.5	2535	2537	2537	2537.5	0.0176			3.29	33.39	33.77	0.99	0.89	0.98	33.96
5000	100	111.8	2535	2537	2537	2537.5	0.0172			3.35	35.49	34.7	1.02	0.89	1.02	34.9
5000	140	115.8	2535	2537	2537	2537.6	0.0169			3.37	36.55	35.16	1.04	0.88	1.03	35.36
4900	5	75.04	2536	2537	2537	2537.8	0.019			2.9	27.12	34.01	0.8	0.89	0.79	34.14
4900	10	83.93	2536	2537	2537	2537.9	0.0186			2.98	29.46	34.97	0.84	0.89	0.84	35.12
4900	25	95.16	2536	2538	2538	2538	0.018			3.08	32.36	36.17	0.89	0.89	0.89	36.33
4900	50	103.5	2536	2538	2538	2538.1	0.0177			3.15	34.47	37.23	0.93	0.89	0.92	37.4
4900	100	111.8	2536	2538	2538	2538.1	0.0176			3.22	36.45	38.2	0.95	0.89	0.95	38.39
4900	140	115.8	2536	2538	2538	2538.2	0.0172			3.23	37.7	39.02	0.97	0.88	0.96	39.21

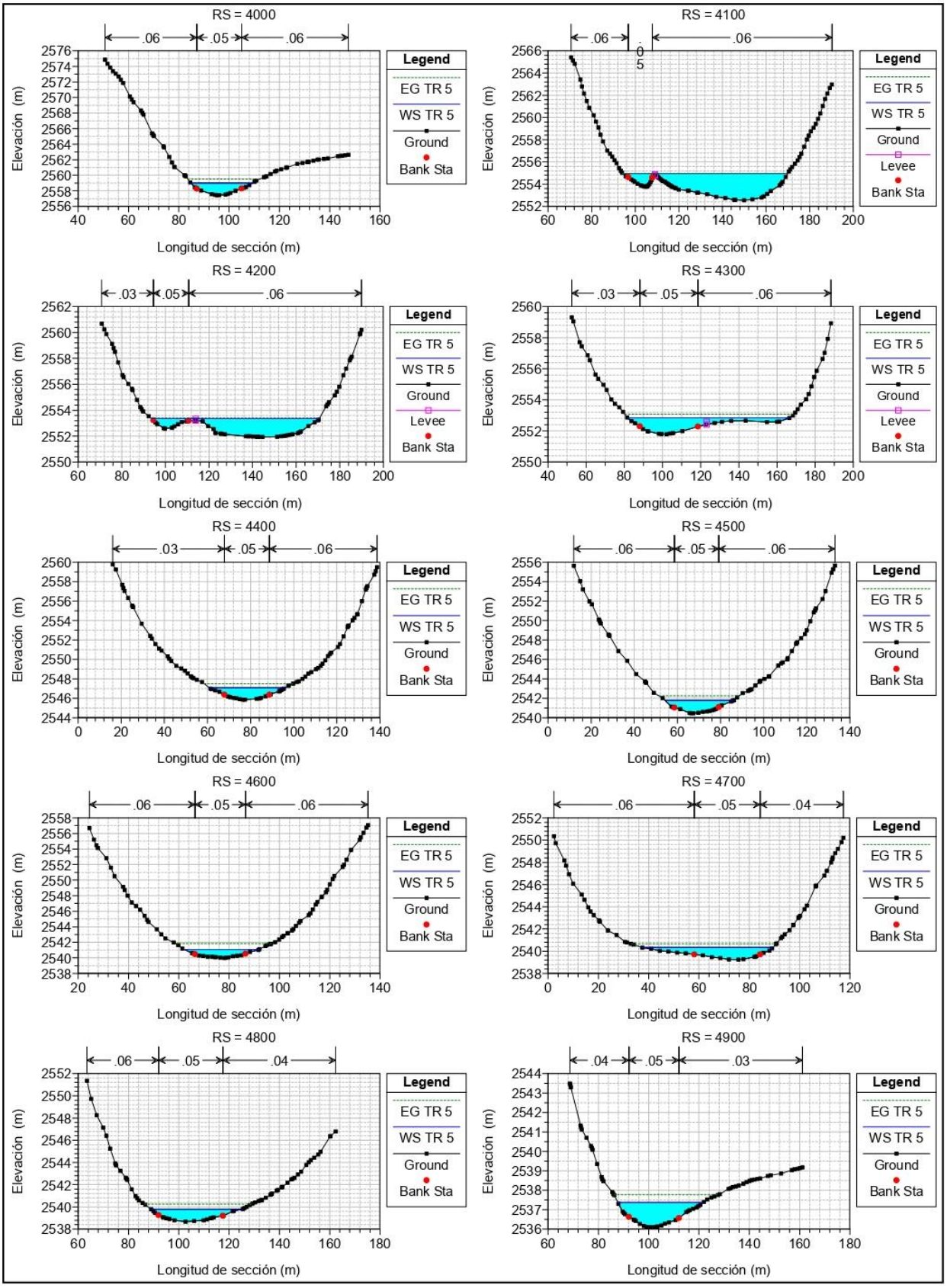
Abscisa	Tr	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Levee Left	Levee Right	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Hydr Depth	Froude # Chl	Hydr Radius	W.P. Total
		(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m)	(m)	(m/s)	(m2)	(m)	(m)		(m)	(m)
4800	5	75.04	2539	2540	2540	2540.3	0.0264			3.05	26.03	35.98	0.72	1.02	0.72	36.09
4800	10	83.93	2539	2540	2540	2540.3	0.0258			3.15	28.33	37.11	0.76	1.02	0.76	37.23
4800	25	95.16	2539	2540	2540	2540.5	0.0265			3.33	30.6	38	0.81	1.04	0.8	38.13
4800	50	103.5	2539	2540	2540	2540.5	0.0266			3.43	32.36	38.72	0.84	1.05	0.83	38.85
4800	100	111.8	2539	2540	2540	2540.6	0.0274			3.56	33.8	39.26	0.86	1.08	0.86	39.4
4800	140	115.8	2539	2540	2540	2540.6	0.0269			3.58	34.81	39.59	0.88	1.07	0.88	39.73
4700	5	75.04	2539	2540	2540	2540.7	0.0202			2.66	32.85	52.17	0.63	0.89	0.63	52.25
4700	10	83.93	2539	2540	2540	2540.7	0.0201			2.76	35.59	53	0.67	0.9	0.67	53.09
4700	25	95.16	2539	2540	2540	2540.8	0.0199			2.87	39.01	54.03	0.72	0.91	0.72	54.13
4700	50	103.5	2539	2541	2541	2540.9	0.0195			2.93	41.7	54.82	0.76	0.9	0.76	54.93
4700	100	111.8	2539	2541	2541	2540.9	0.0199			3.02	43.74	55.41	0.79	0.92	0.79	55.52
4700	140	115.8	2539	2541	2541	2541	0.0196			3.04	45.08	55.79	0.81	0.91	0.81	55.91
4600	5	75.04	2540	2541	2541	2541.8	0.0456			3.95	20.71	29.78	0.7	1.34	0.69	29.89
4600	10	83.93	2540	2541	2541	2542	0.046			4.13	22.34	30.43	0.73	1.36	0.73	30.55
4600	25	95.16	2540	2541	2541	2542.1	0.0449			4.29	24.61	31.32	0.79	1.36	0.78	31.45
4600	50	103.5	2540	2541	2542	2542.2	0.0446			4.41	26.17	31.79	0.82	1.36	0.82	31.93
4600	100	111.8	2540	2541	2542	2542.3	0.0441			4.52	27.73	32.24	0.86	1.36	0.86	32.4
4600	140	115.8	2540	2541	2542	2542.3	0.0439			4.57	28.47	32.46	0.88	1.37	0.87	32.62
4500	5	75.04	2540	2542	2542	2542.3	0.0207			3.07	26.93	31.75	0.85	0.93	0.84	31.92
4500	10	83.93	2540	2542	2542	2542.4	0.0202			3.17	29.39	32.58	0.9	0.93	0.9	32.76
4500	25	95.16	2540	2542	2542	2542.5	0.0198			3.3	32.37	33.48	0.97	0.93	0.96	33.68
4500	50	103.5	2540	2542	2542	2542.6	0.0199			3.4	34.31	34.06	1.01	0.94	1	34.26
4500	100	111.8	2540	2542	2542	2542.7	0.0195			3.47	36.53	34.88	1.05	0.94	1.04	35.09
4500	140	115.8	2540	2542	2542	2542.7	0.0195			3.52	37.44	35.22	1.06	0.94	1.06	35.44
4400	5	75.04	2546	2547	2547	2547.5	0.0196			2.92	27.87	35.3	0.79	0.9	0.79	35.42
4400	10	83.93	2546	2547	2547	2547.6	0.0189			3	30.46	36.27	0.84	0.9	0.84	36.4
4400	25	95.16	2546	2547	2547	2547.7	0.0185			3.11	33.45	37.36	0.9	0.9	0.89	37.5
4400	50	103.5	2546	2547	2547	2547.8	0.0184			3.19	35.49	38.04	0.93	0.9	0.93	38.19
4400	100	111.8	2546	2547	2547	2547.9	0.0186			3.28	37.27	38.74	0.96	0.91	0.96	38.89
4400	140	115.8	2546	2547	2547	2547.9	0.0184			3.31	38.31	39.19	0.98	0.91	0.97	39.35
4300	5	75.04	2552	2553	2553	2553.1	0.0158		2552.6	2.3	40.91	84.97	0.48	0.79	0.48	85.37
4300	10	83.93	2552	2553	2553	2553.1	0.016		2552.6	2.38	44.47	85.79	0.52	0.79	0.52	86.2
4300	25	95.16	2552	2553	2553	2553.2	0.0168		2552.6	2.51	47.93	86.52	0.55	0.82	0.55	86.93
4300	50	103.5	2552	2553	2553	2553.2	0.0162		2552.6	2.54	51.71	87.31	0.59	0.81	0.59	87.72
4300	100	111.8	2552	2553	2553	2553.3	0.0166		2552.6	2.62	54.13	87.76	0.62	0.83	0.61	88.18
4300	140	115.8	2552	2553	2553	2553.3	0.0167		2552.6	2.65	55.41	87.94	0.63	0.83	0.63	88.36
4200	5	75.04	2553	2553	2553	2553.4	0.0049		2553.3	0.85	67.19	76.77	0.88	0.39	0.87	77.29
4200	10	83.93	2553	2553	2553	2553.4	0.0061		2553.3	0.95	67.19	76.77	0.88	0.44	0.87	77.29
4200	25	95.16	2553	2553	2553	2553.5	0.0078		2553.3	1.08	67.19	76.77	0.88	0.5	0.87	77.29
4200	50	103.5	2553	2553	2553	2553.5	0.0093		2553.3	1.17	67.19	76.77	0.88	0.54	0.87	77.29
4200	100	111.8	2553	2553	2553	2553.5	0.0108		2553.3	1.27	67.19	76.77	0.88	0.59	0.87	77.29
4200	140	115.8	2553	2553	2553	2553.5	0.0116		2553.3	1.31	67.19	76.77	0.88	0.61	0.87	77.29
4100	5	75.04	2554	2555	2555	2555	0.0009		2554.9	0.53	111.1	75.44	1.47	0.18	1.45	76.4
4100	10	83.93	2554	2555	2555	2555	0.0011		2554.9	0.6	111.1	75.44	1.47	0.21	1.45	76.4
4100	25	95.16	2554	2555	2555	2555	0.0015		2554.9	0.68	111.1	75.44	1.47	0.23	1.45	76.4
4100	50	103.5	2554	2555	2555	2555	0.0017		2554.9	0.73	111.1	75.44	1.47	0.26	1.45	76.4
4100	100	111.8	2554	2555	2555	2555	0.002		2554.9	0.79	111.1	75.44	1.47	0.28	1.45	76.4
4100	140	115.8	2554	2555	2555	2555	0.0022		2554.9	0.82	111.1	75.44	1.47	0.29	1.45	76.4
4000	5	75.04	2557	2559	2559	2559.5	0.021			3.3	24.35	24.39	1	0.95	0.99	24.66
4000	10	83.93	2557	2559	2559	2559.7	0.0205			3.41	26.54	25.07	1.06	0.95	1.05	25.36
4000	25	95.16	2557	2559	2559	2559.8	0.0198			3.54	29.3	25.84	1.13	0.95	1.12	26.17
4000	50	103.5	2557	2559	2559	2559.9	0.0196			3.64	31.18	26.34	1.18	0.95	1.17	26.69
4000	100	111.8	2557	2559	2559	2560	0.0195			3.73	32.97	26.84	1.23	0.96	1.21	27.21
4000	140	115.8	2557	2559	2559	2560.1	0.0192			3.77	33.95	27.19	1.25	0.95	1.23	27.57

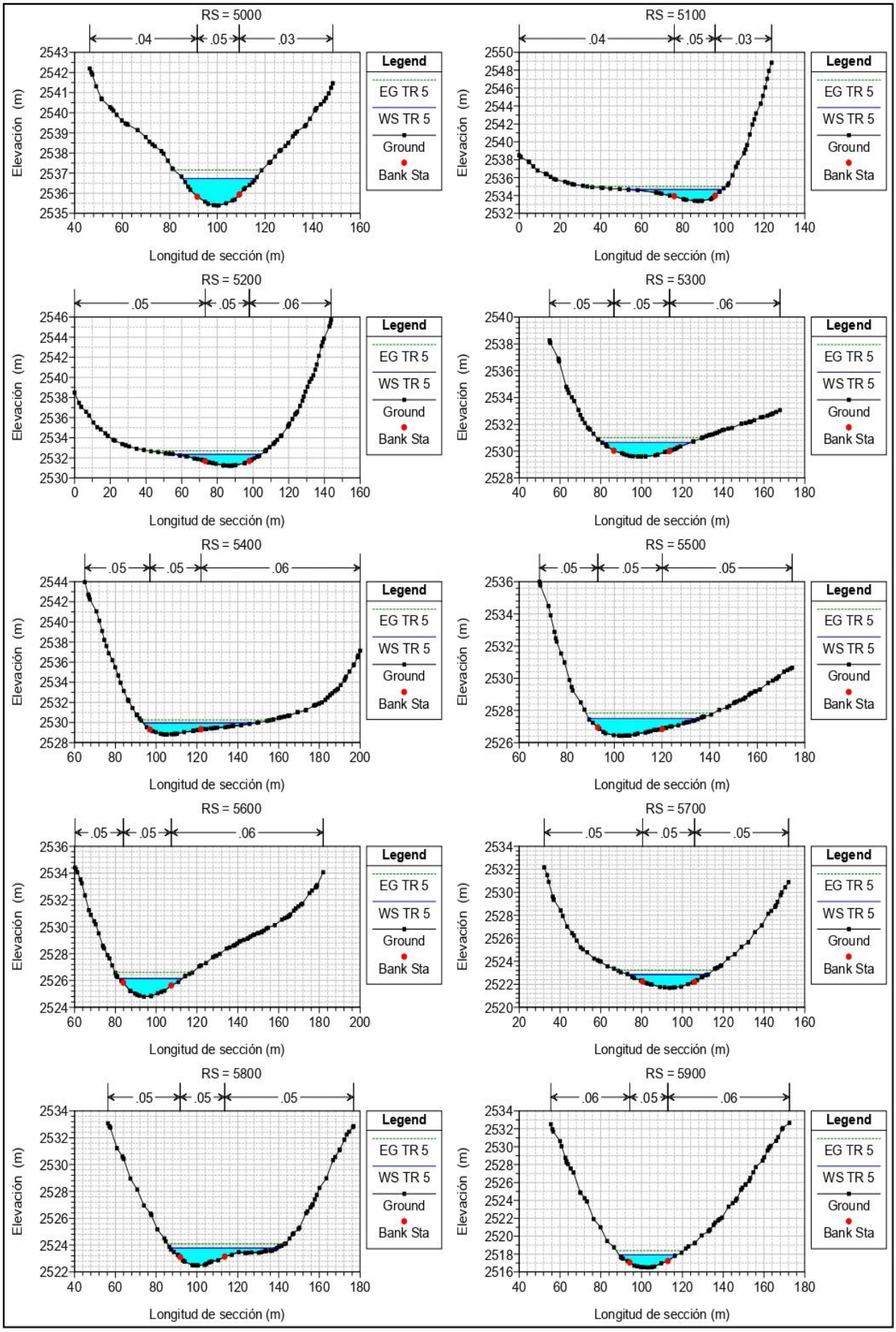
ANEXO B

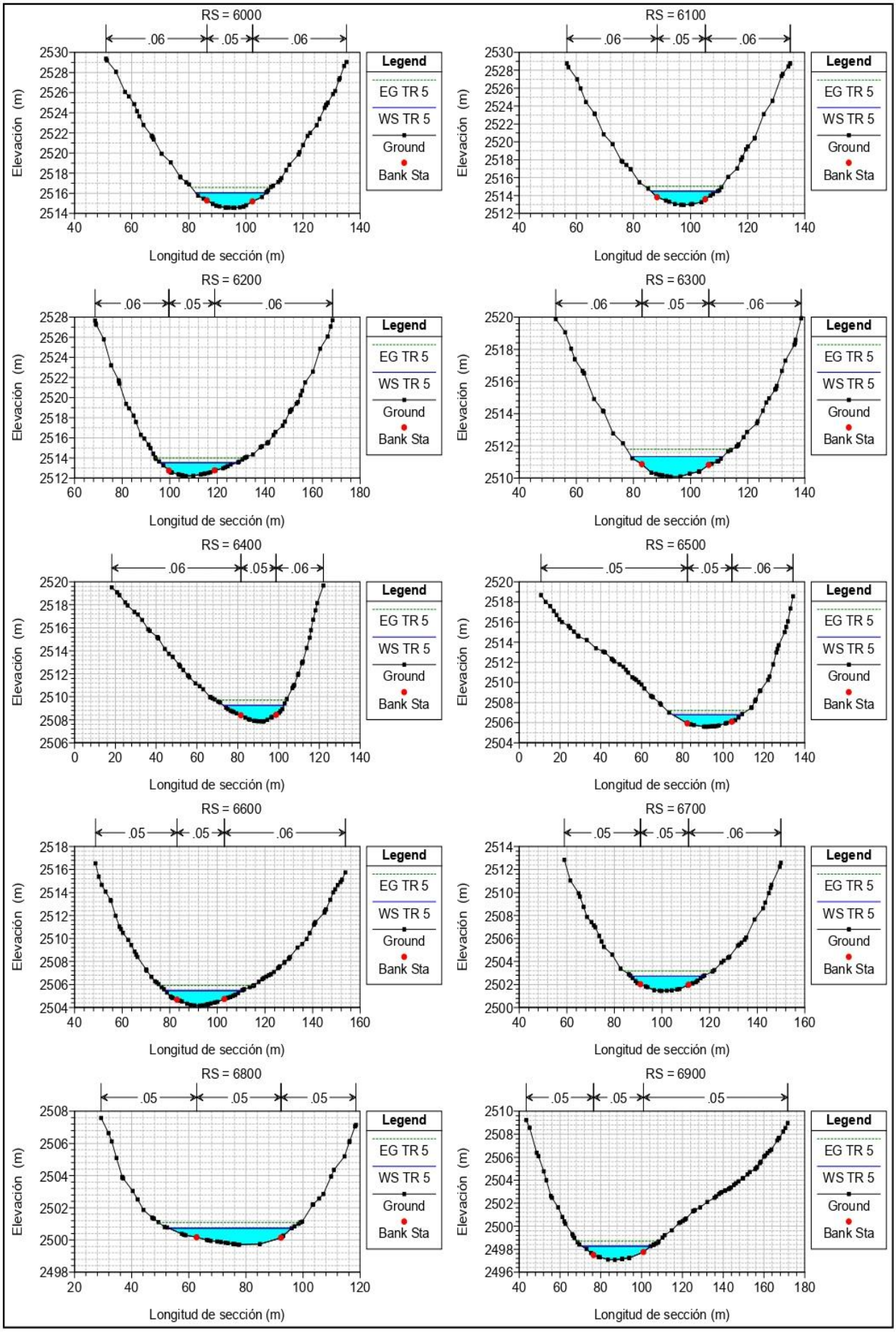
FIGURAS

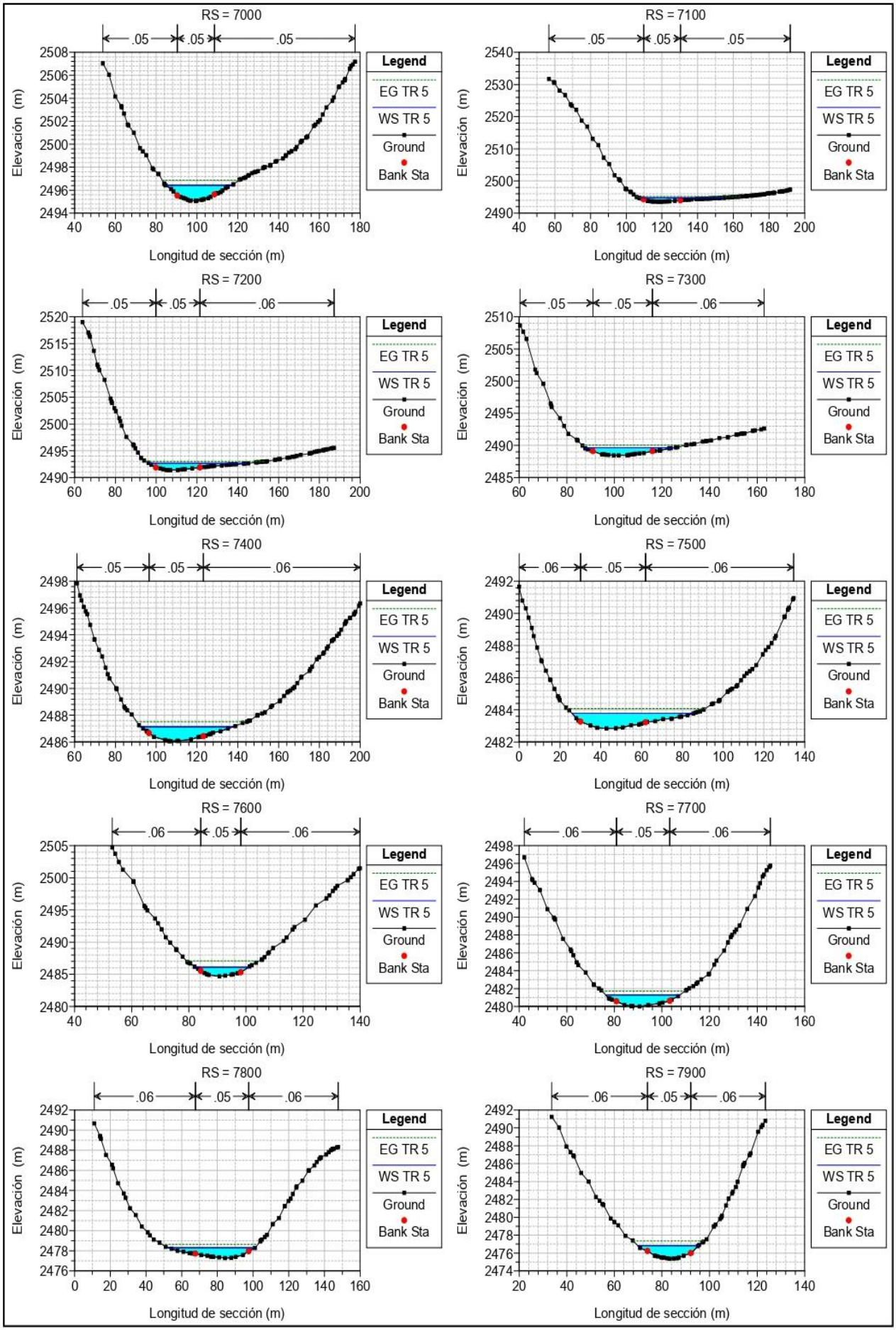
Figura N° 27. *Secciones transversales con caudales para los diferentes periodos de Retorno*.

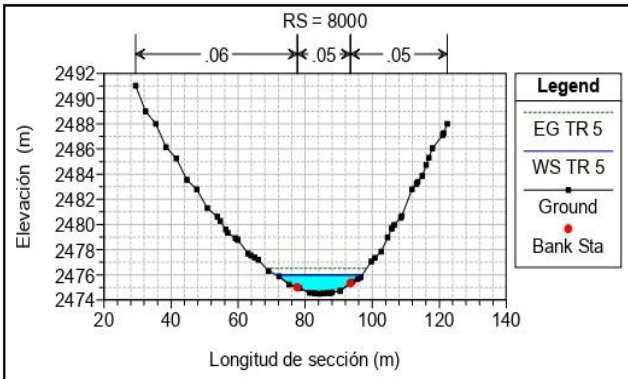
Tr=5 años y Q=75.04 m3/s



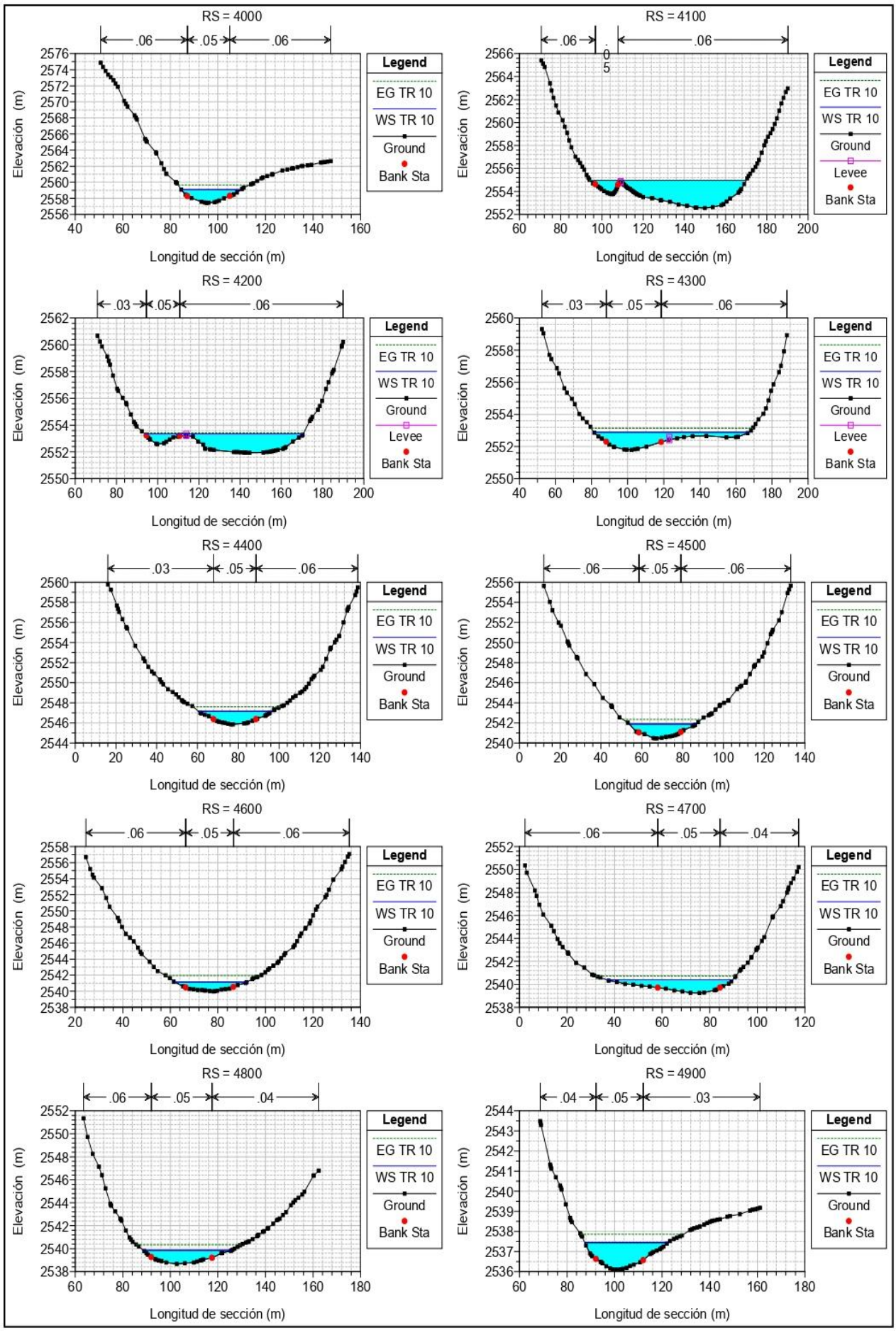

RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 5
WS TR 5
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900

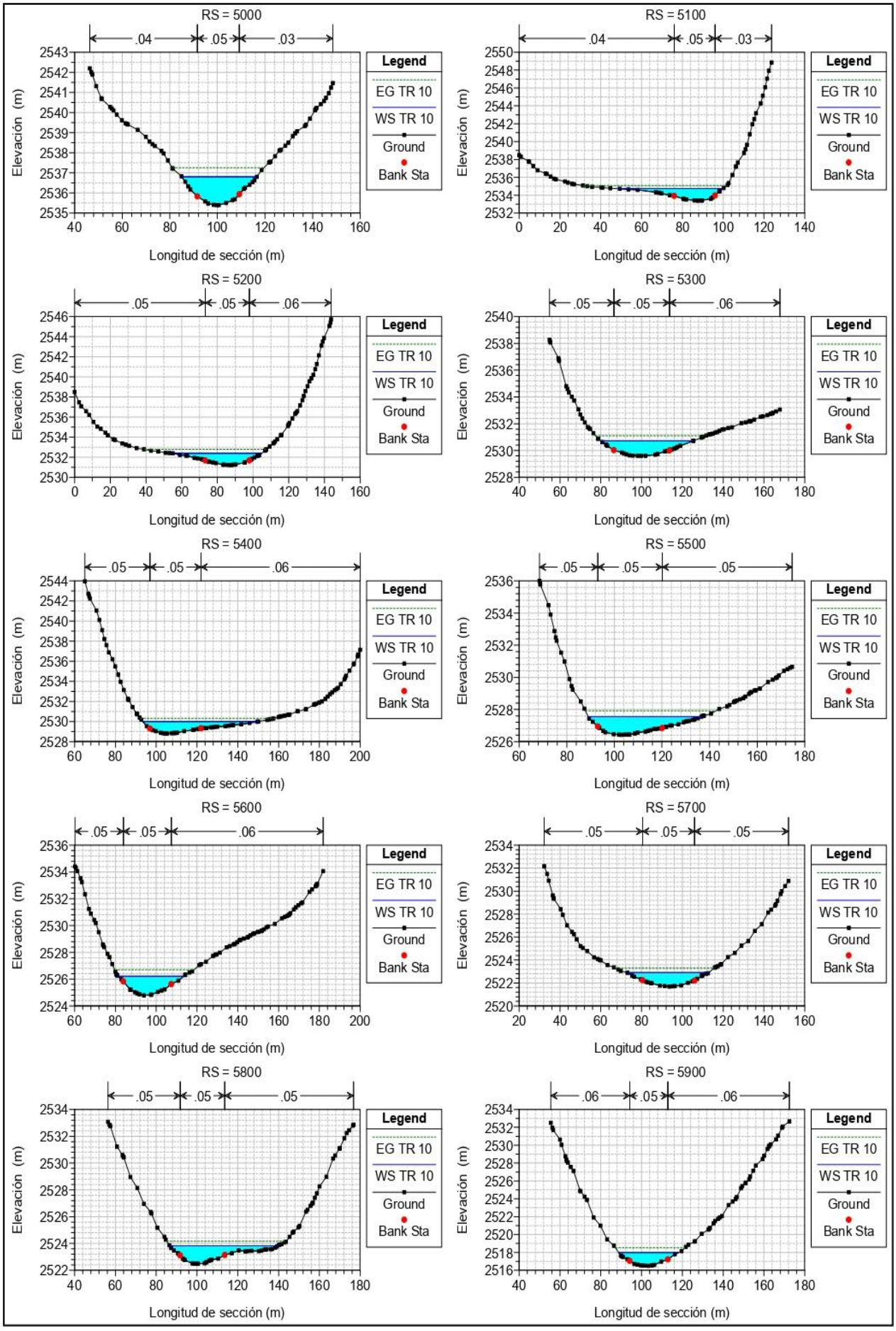

RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 5
WS TR 5
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900

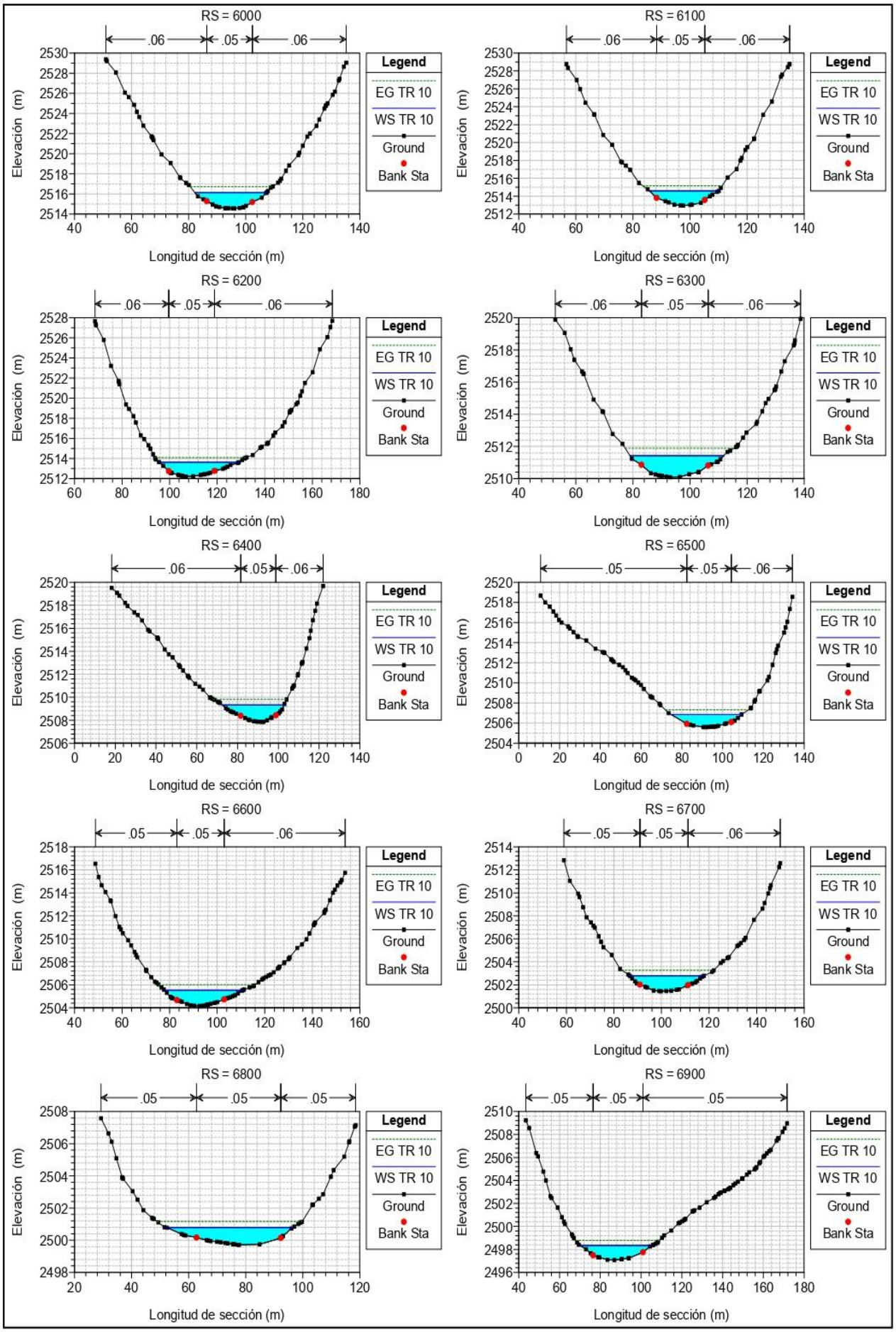

RS = 7000
.05
.05
.05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 5
WS TR 5
Ground
Bank Sta
RS = 7100
RS = 7200
.06
RS = 7300
RS = 7400
RS = 7500
RS = 7600
RS = 7700
RS = 7800
RS = 7900

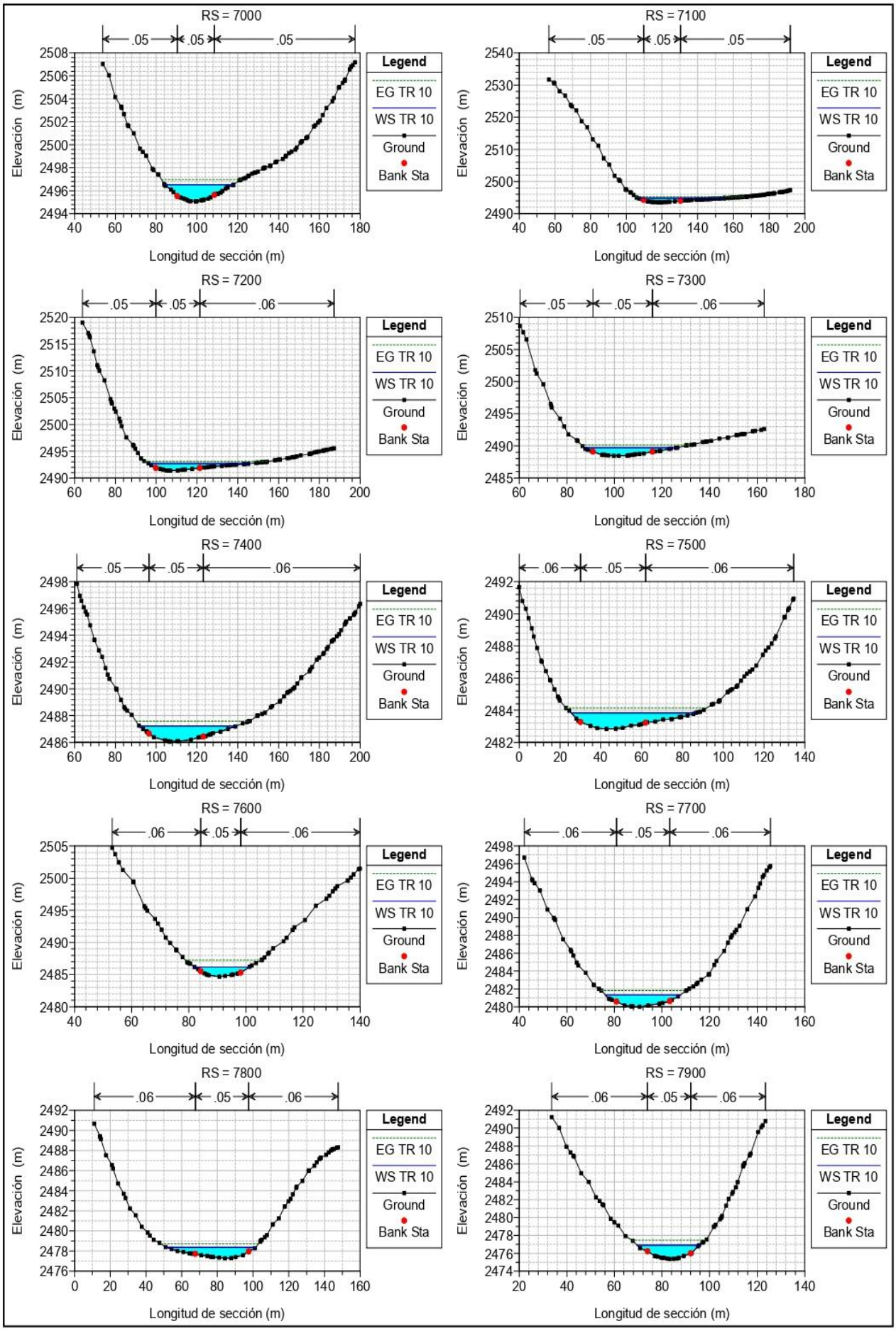

RS = 8000
.06
.05
.05
Elevación (m)
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 5
WS TR 5
Ground
Bank Sta

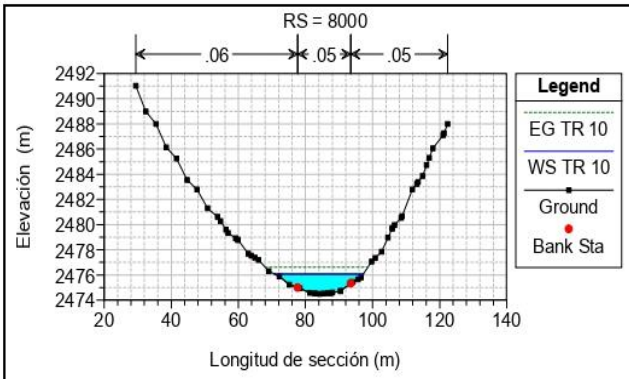
Tr=10 años y Q=83.93 m3/s



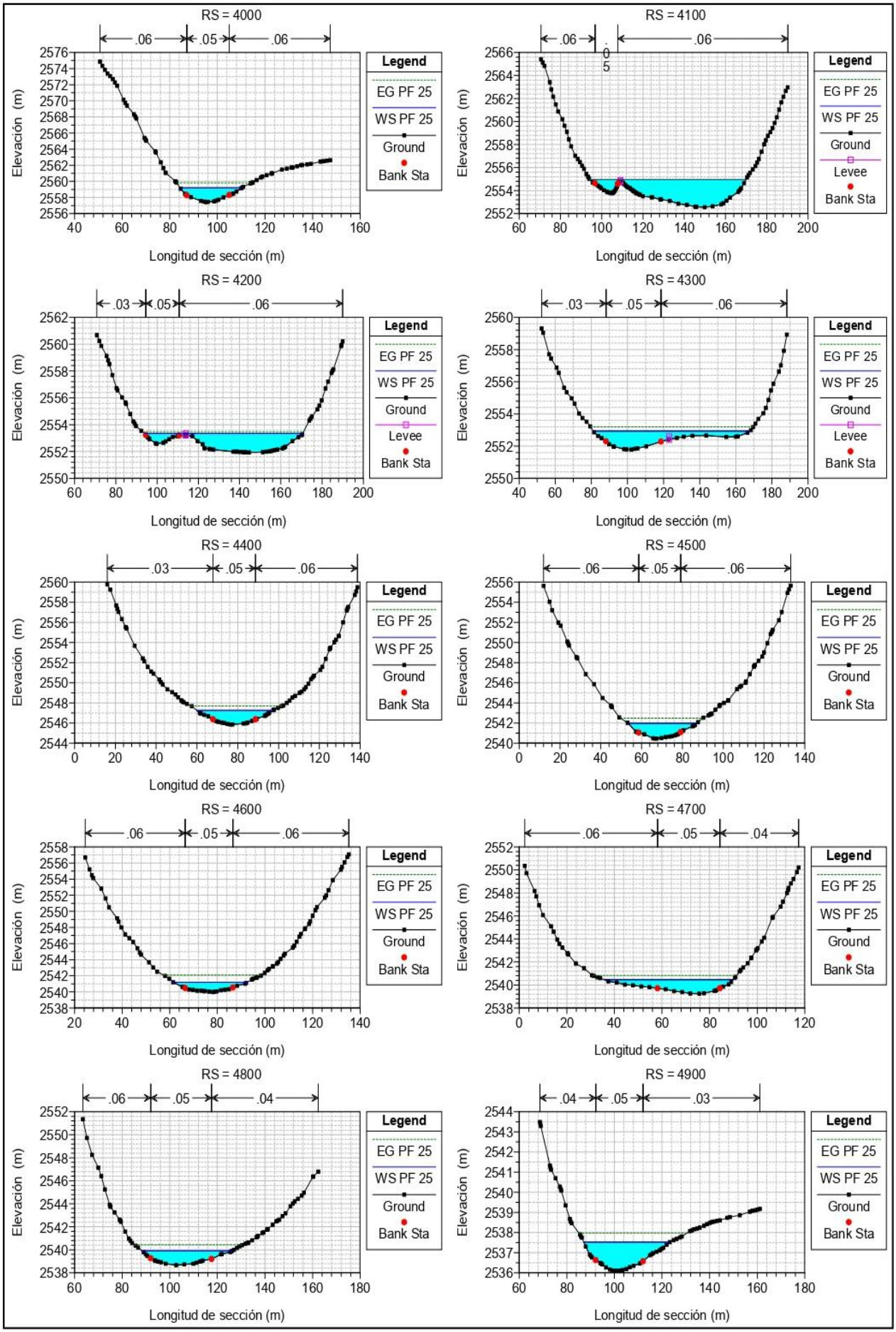

RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900

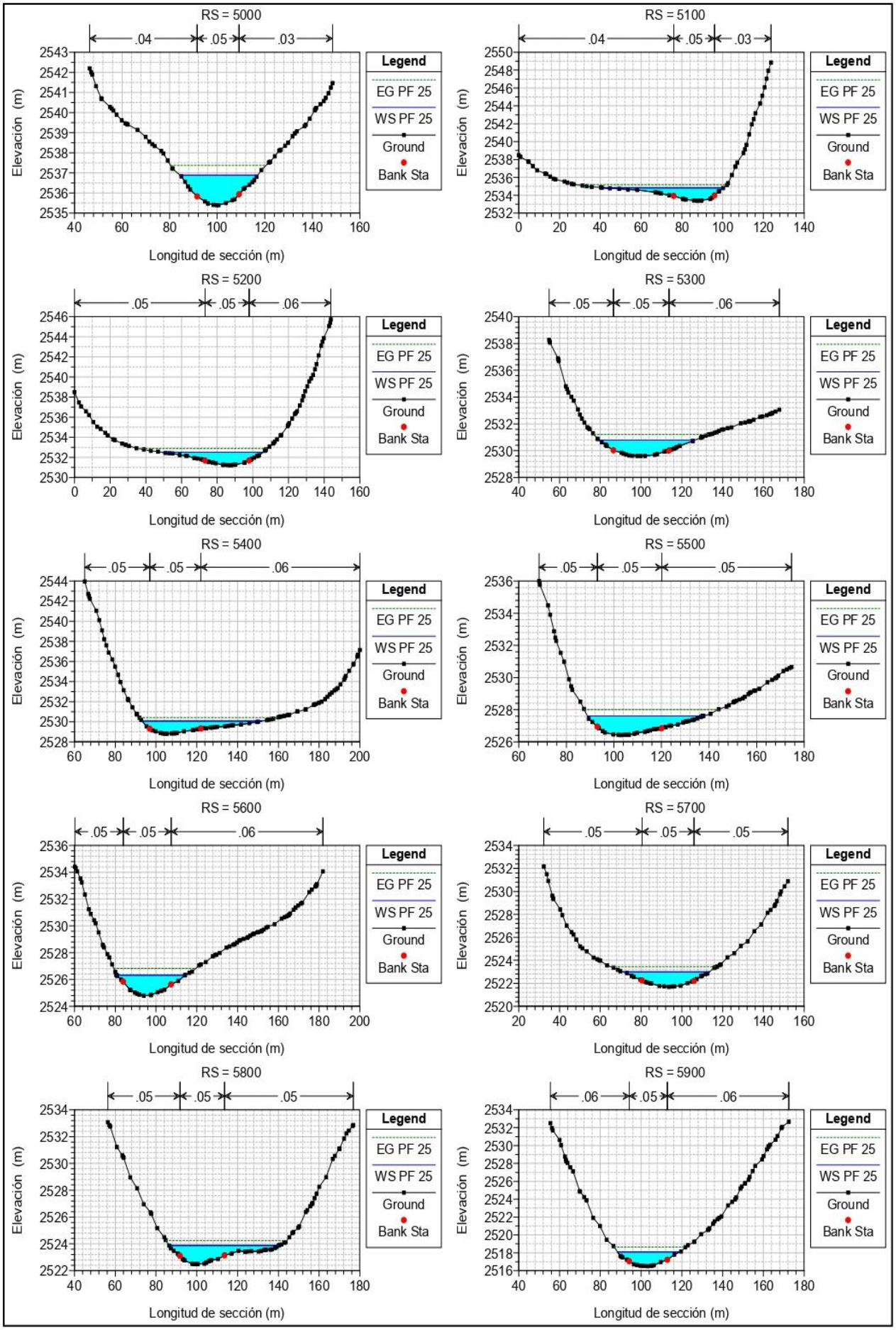

RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900

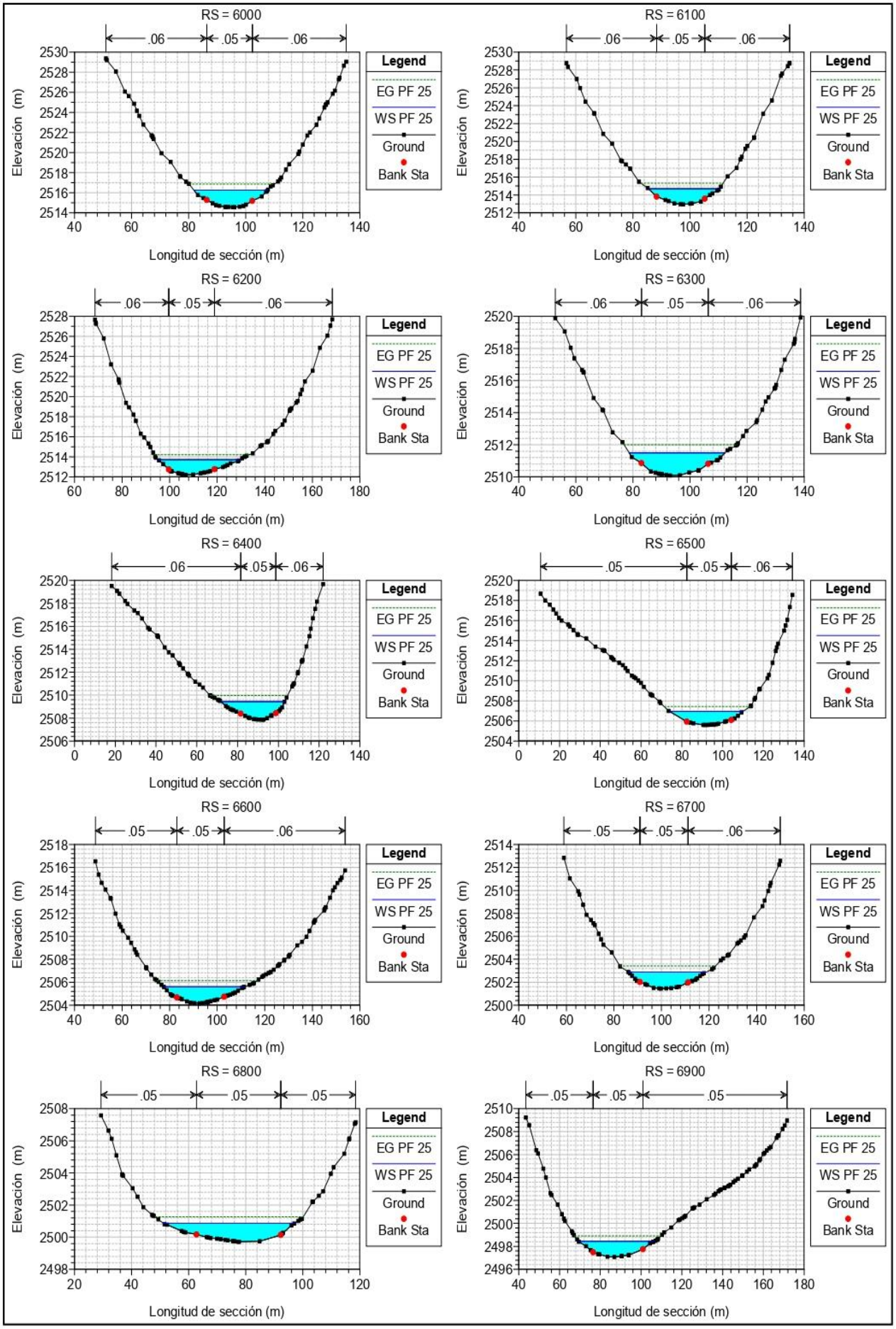

RS = 7000
.05 .05 .05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7100
.05 .05 .05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7200
.05 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7300
.05 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7400
.05 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7500
.06 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7600
.06 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7700
.06 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7800
.06 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta
RS = 7900
.06 .05 .06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta

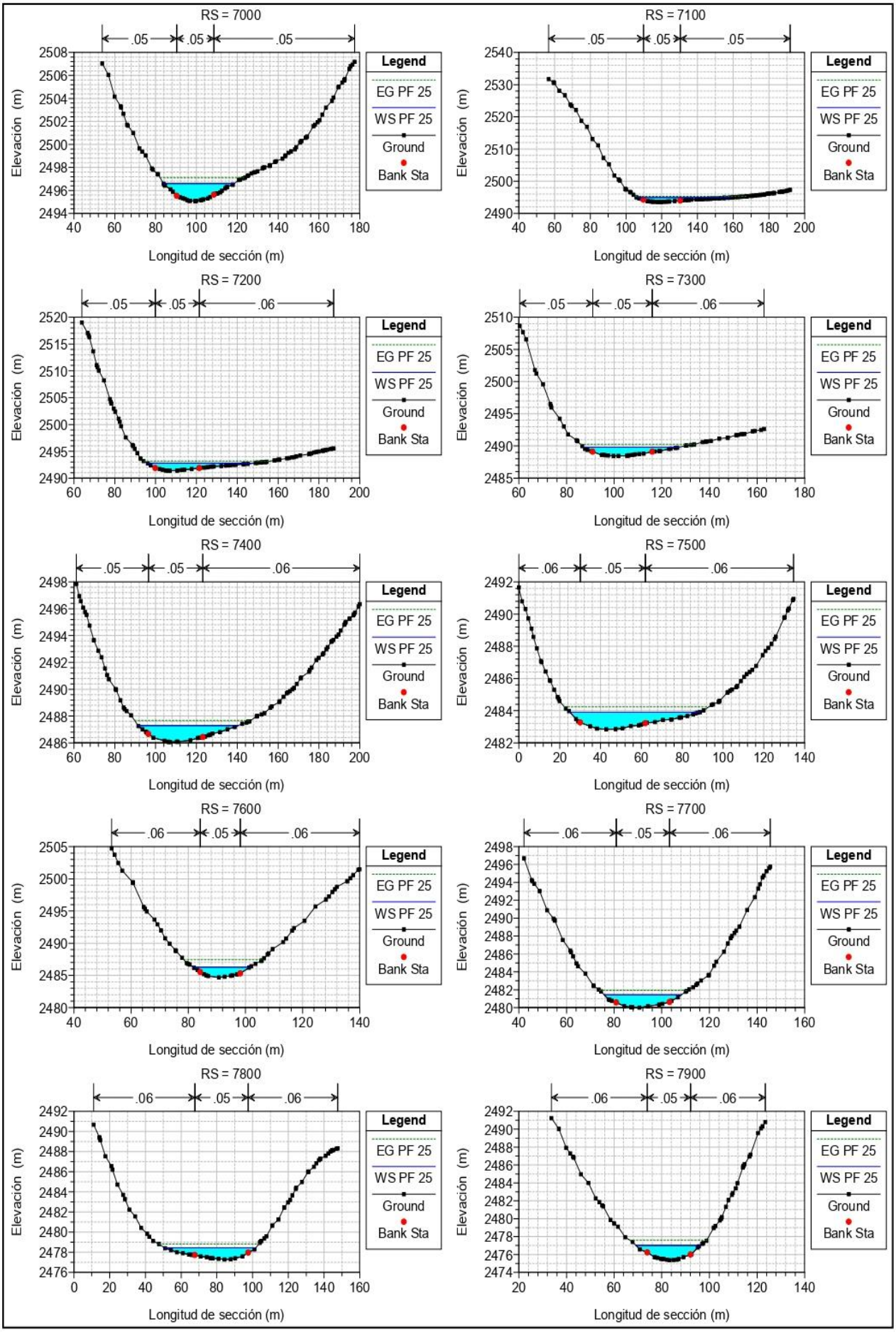

RS = 8000
.06
.05
.05
Elevación (m)
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG TR 10
WS TR 10
Ground
Bank Sta

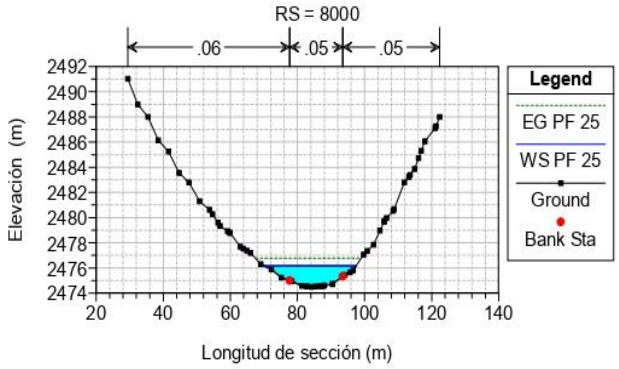
Tr=25 años y Q=95.16 m3/s



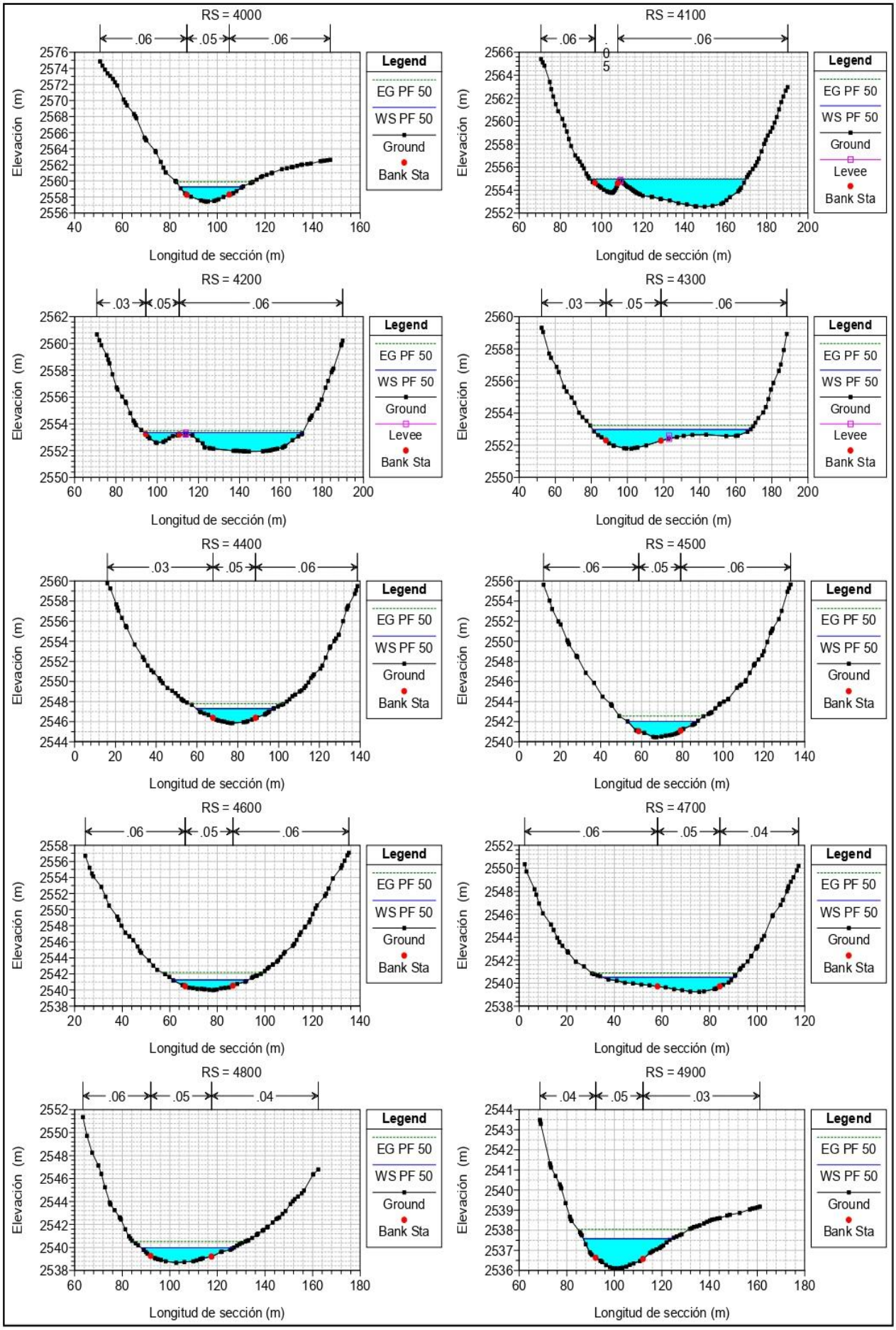

RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 25
WS PF 25
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900

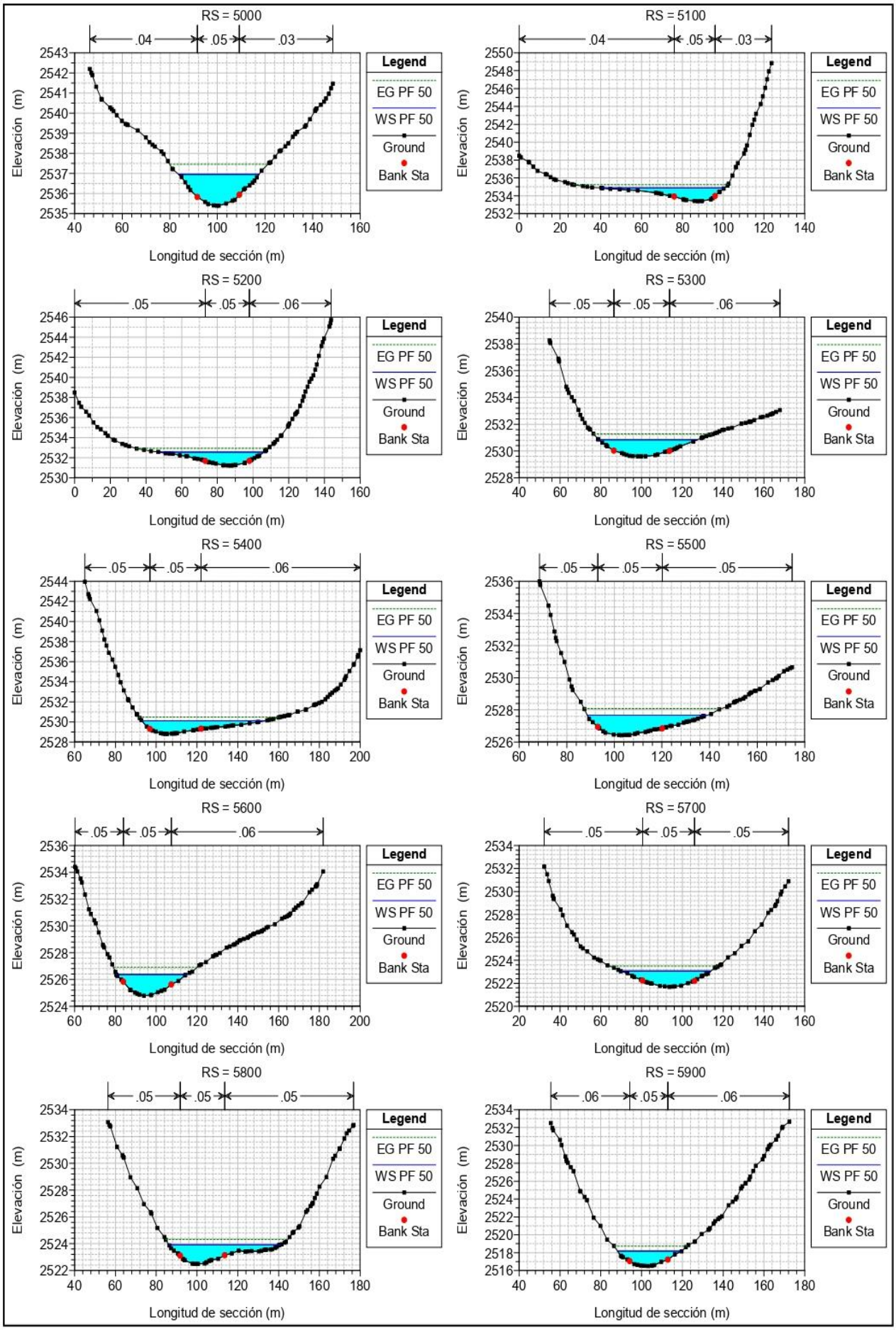

RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 25
WS PF 25
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900

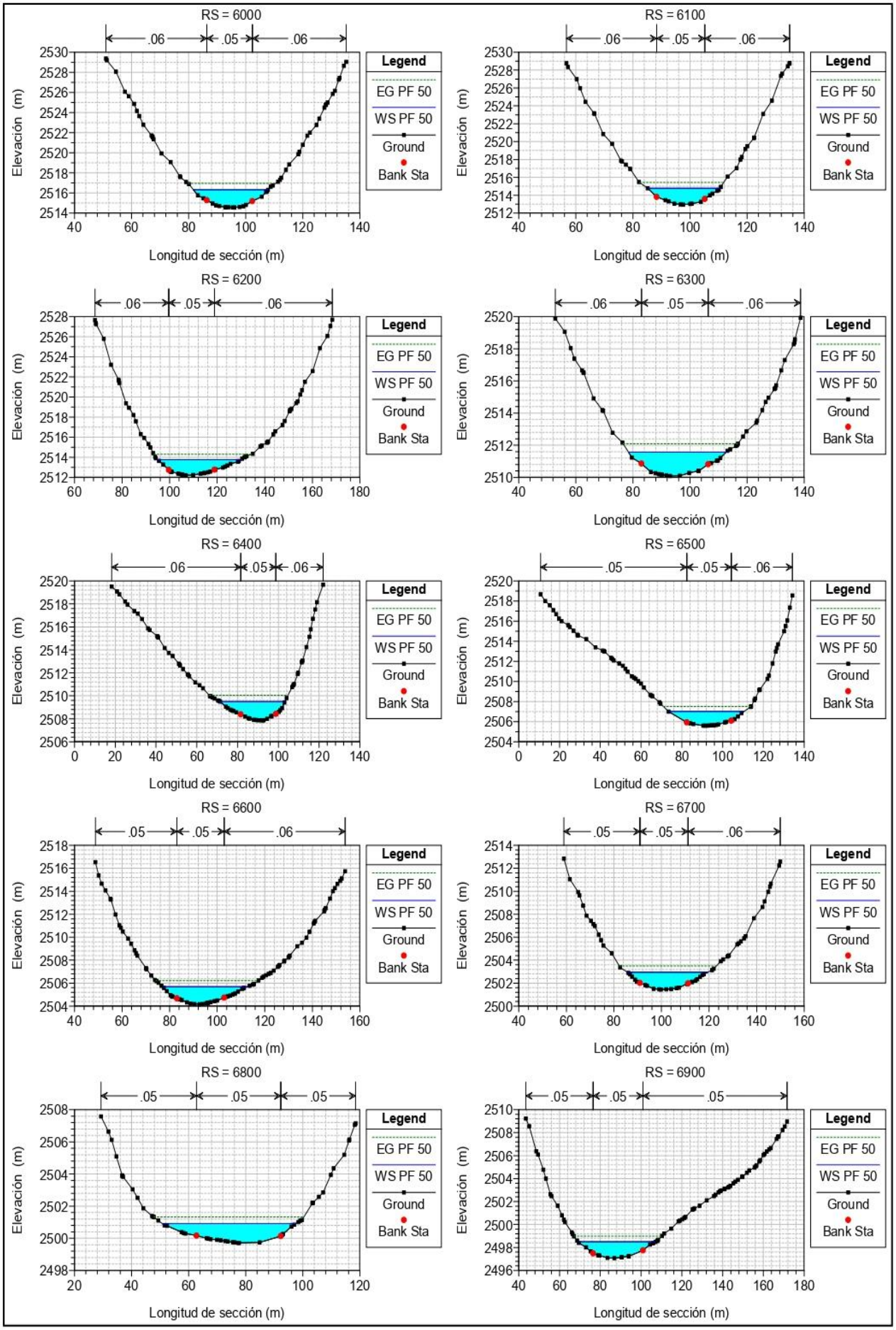

RS = 7000
.05
.05
.05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 25
WS PF 25
Ground
Bank Sta
RS = 7100
RS = 7200
.06
RS = 7300
RS = 7400
RS = 7500
RS = 7600
RS = 7700
RS = 7800
RS = 7900

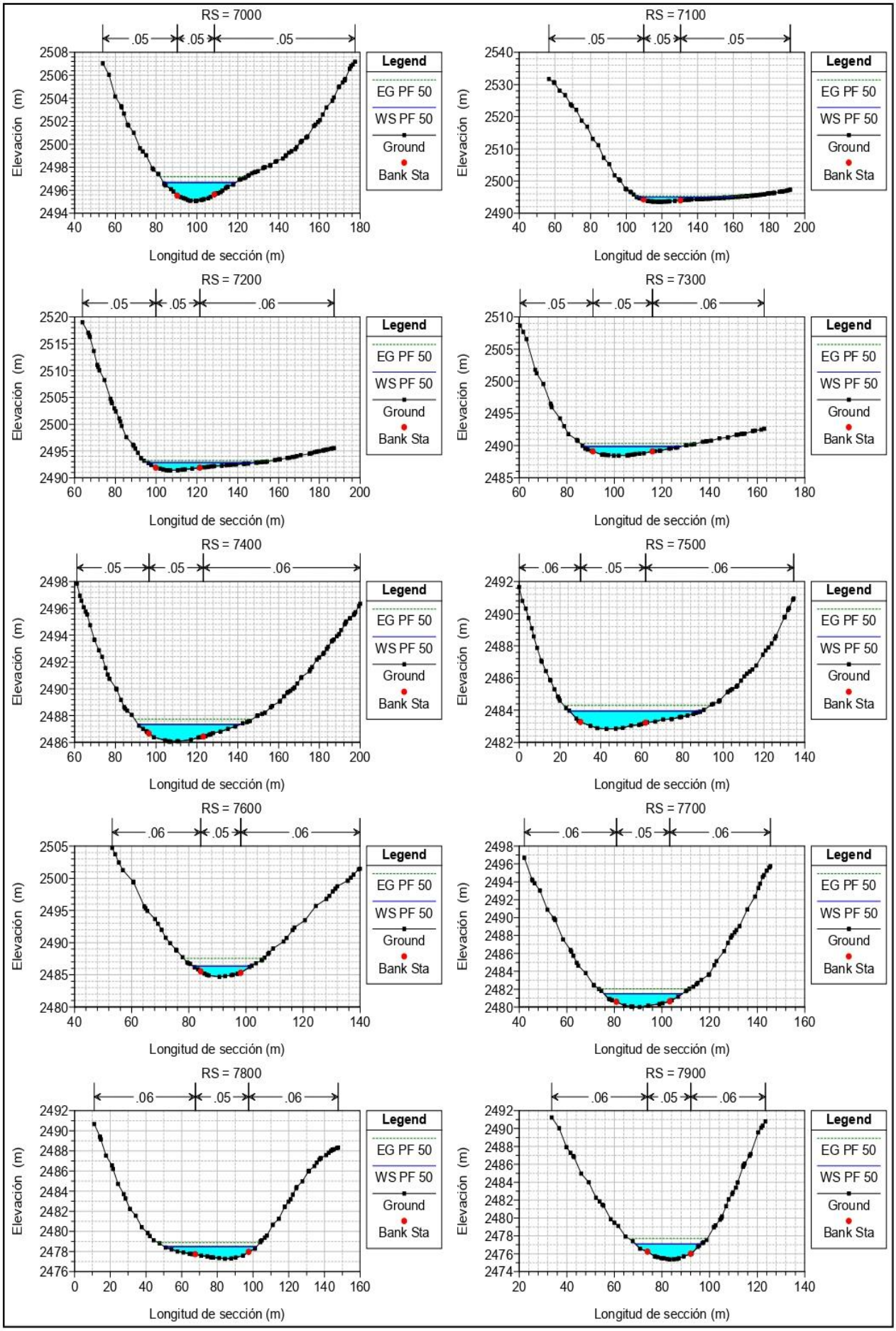

RS = 8000
.06
.05
.05
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
Elevación (m)
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 25
WS PF 25
Ground
Bank Sta

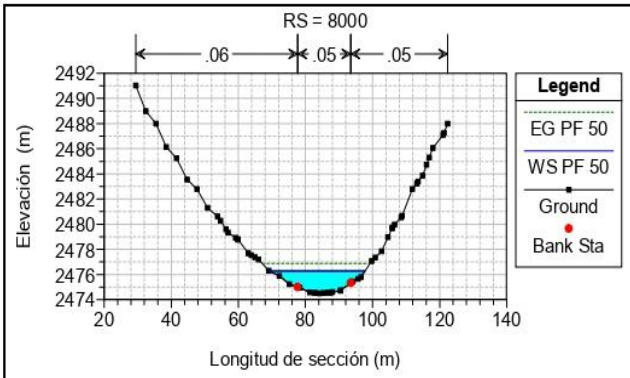
Tr=50 años y Q=103.5 m3/s



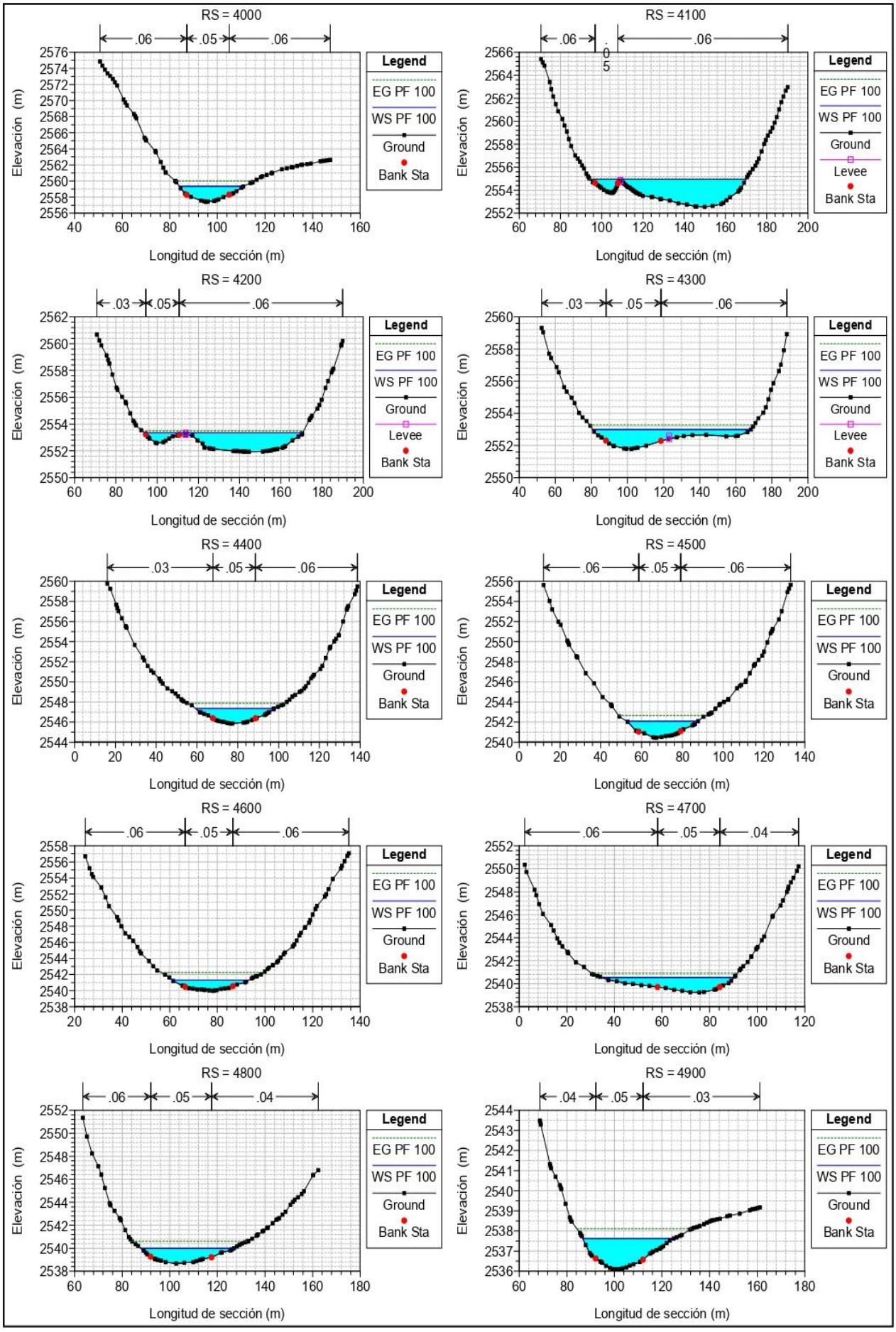

RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 50
WS PF 50
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.05
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900

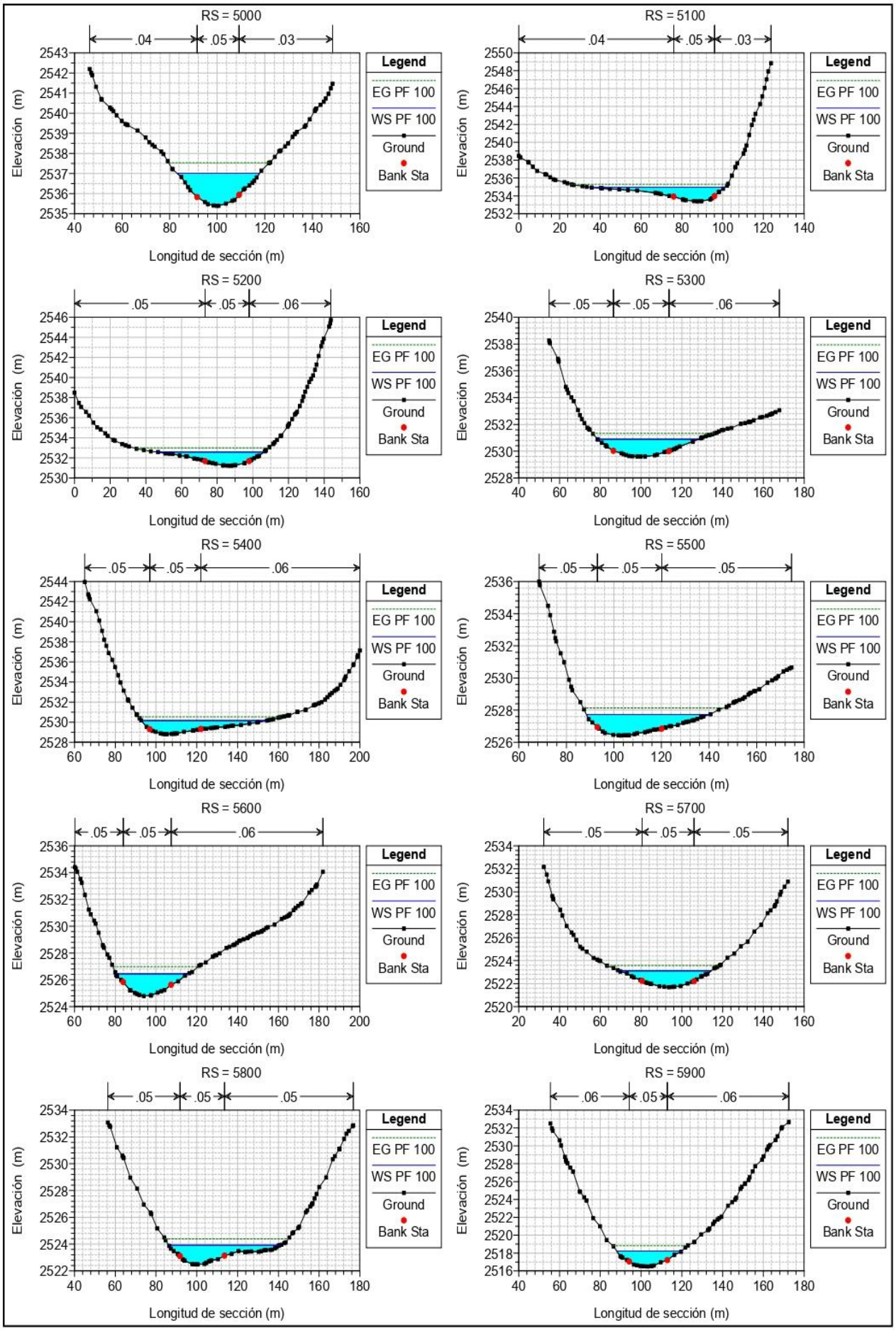

RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 50
WS PF 50
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900

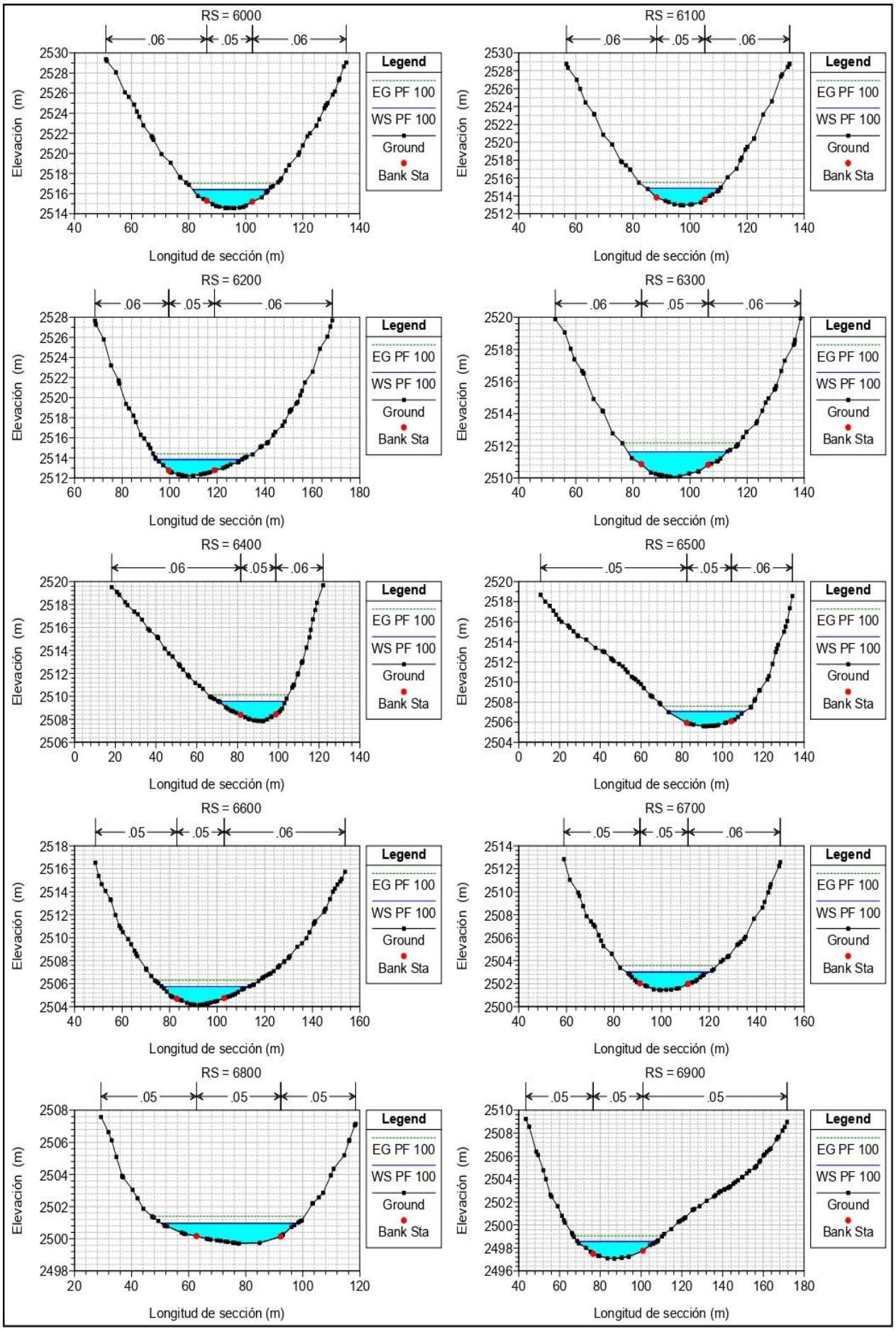

RS = 7000
.05
.05
.05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 50
WS PF 50
Ground
Bank Sta
RS = 7100
RS = 7200
.06
RS = 7300
RS = 7400
RS = 7500
RS = 7600
RS = 7700
RS = 7800
RS = 7900

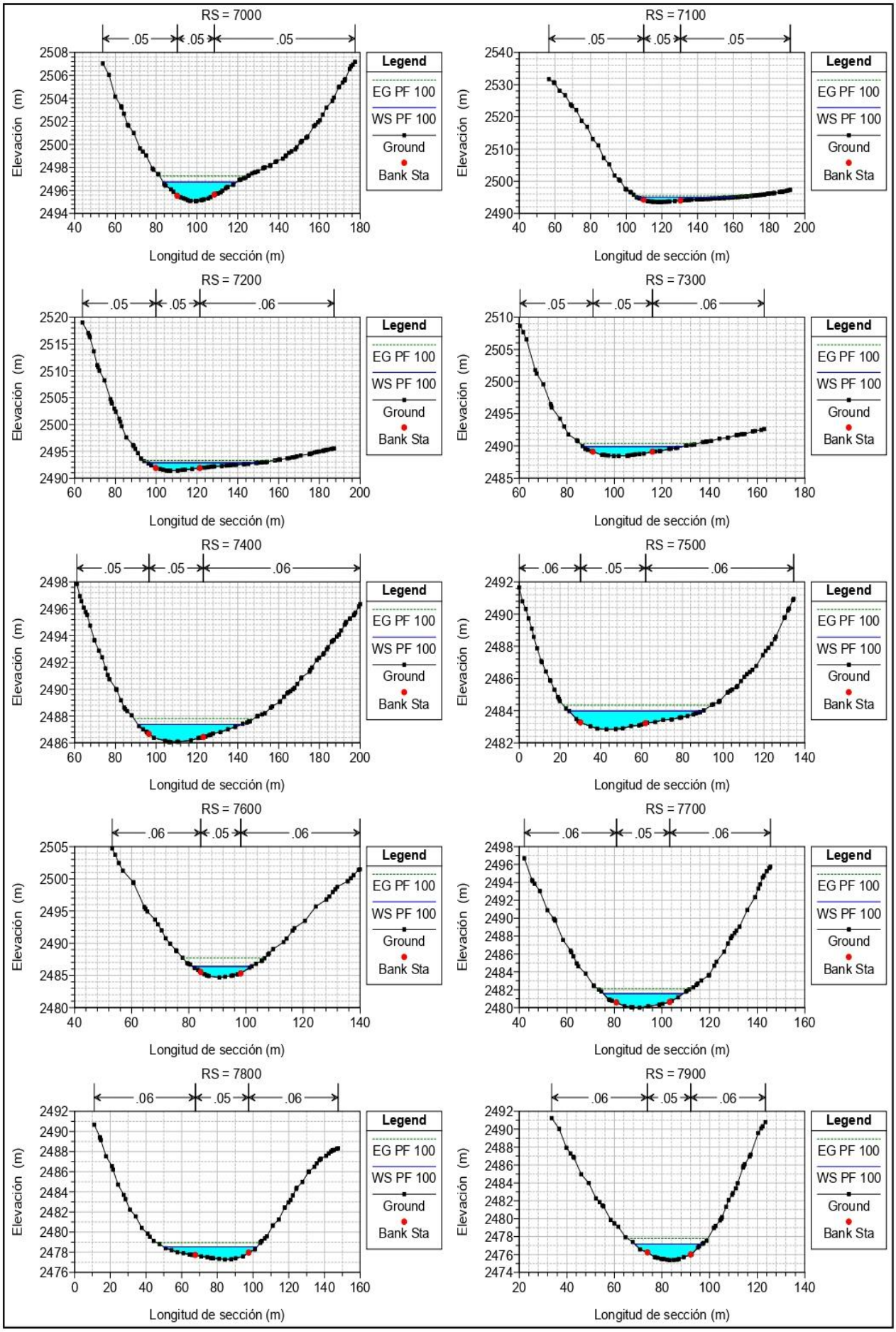

RS = 8000
.06
.05
.05
Elevación (m)
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 50
WS PF 50
Ground
Bank Sta

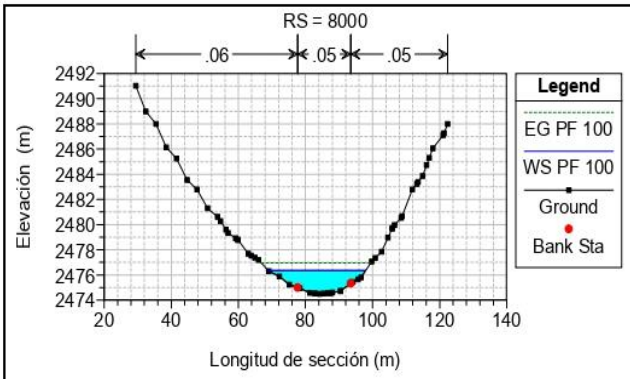
Tr=100 años y Q=111.77 m3/s



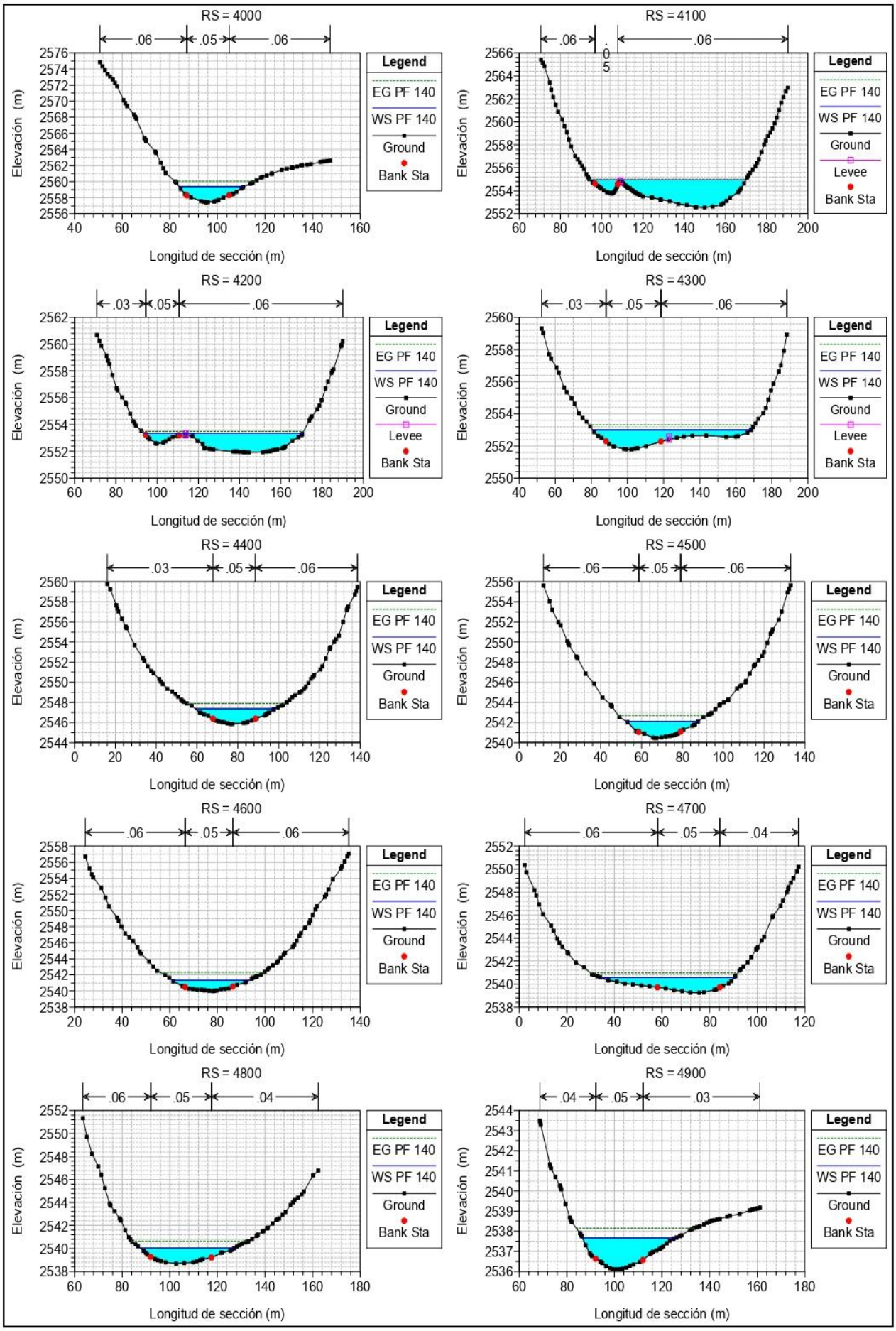

RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 100
WS PF 100
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.05
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900

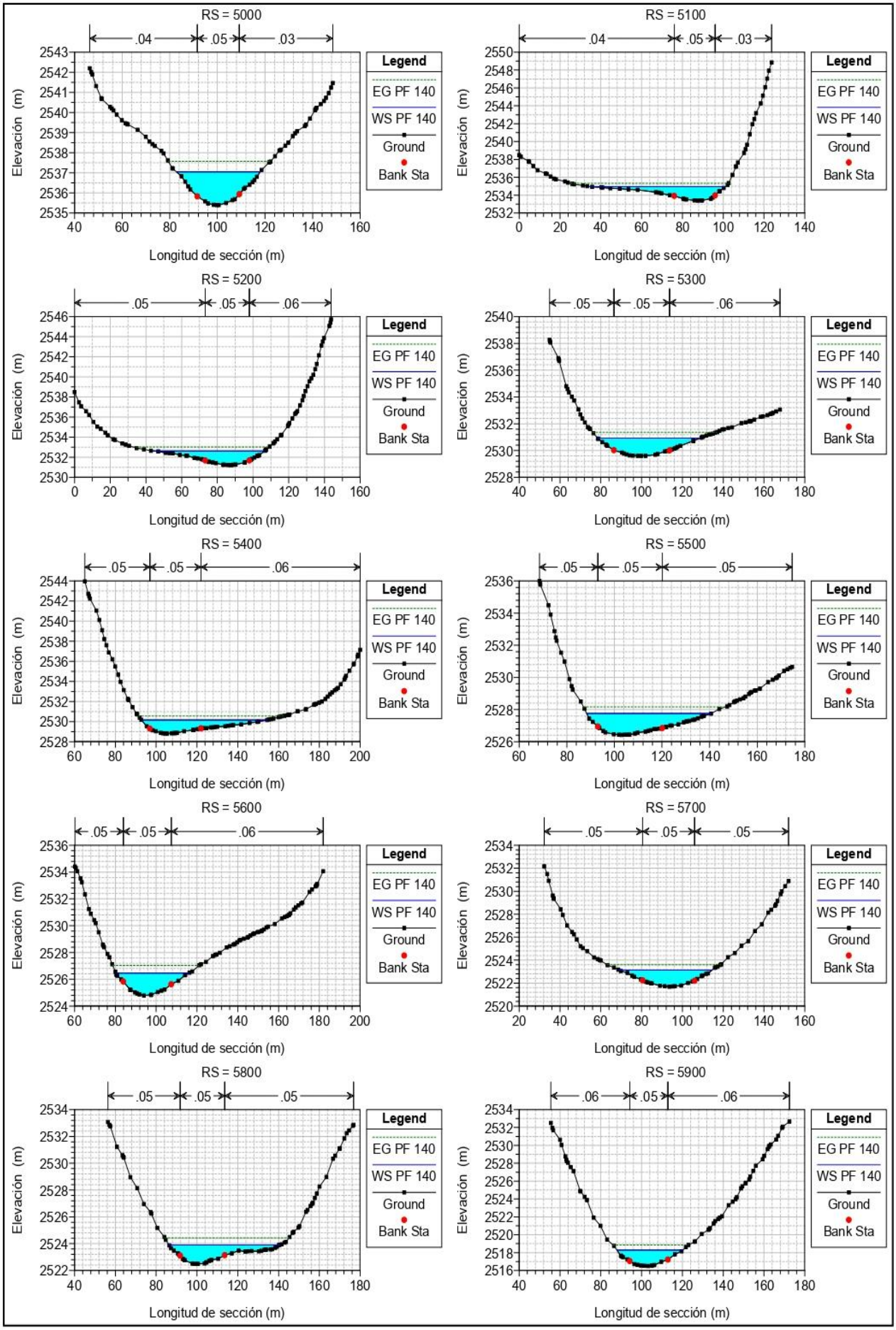

RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 100
WS PF 100
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900

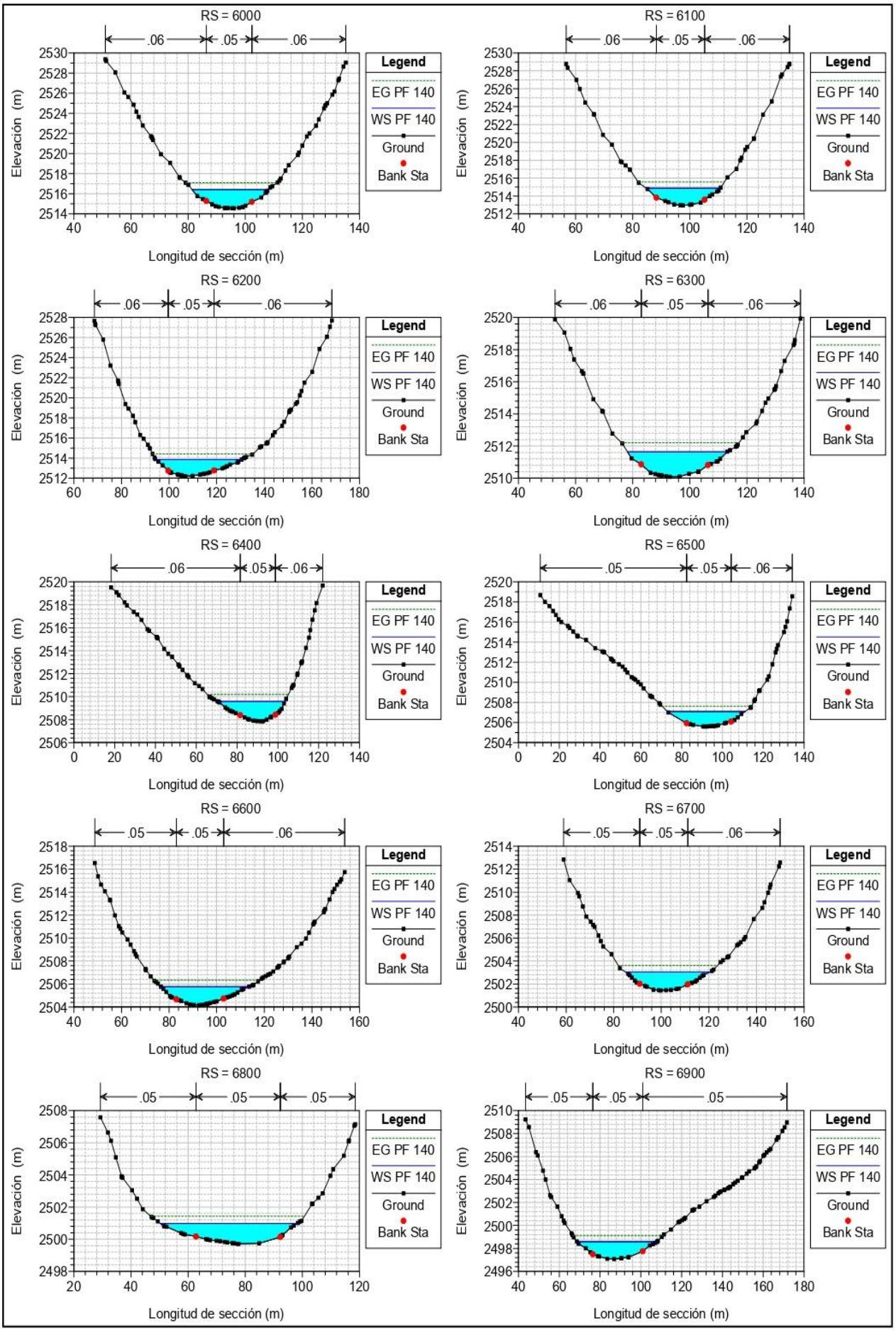

RS = 7000
.05
.05
.05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 100
WS PF 100
Ground
Bank Sta
RS = 7100
RS = 7200
.06
RS = 7300
RS = 7400
RS = 7500
RS = 7600
RS = 7700
RS = 7800
RS = 7900

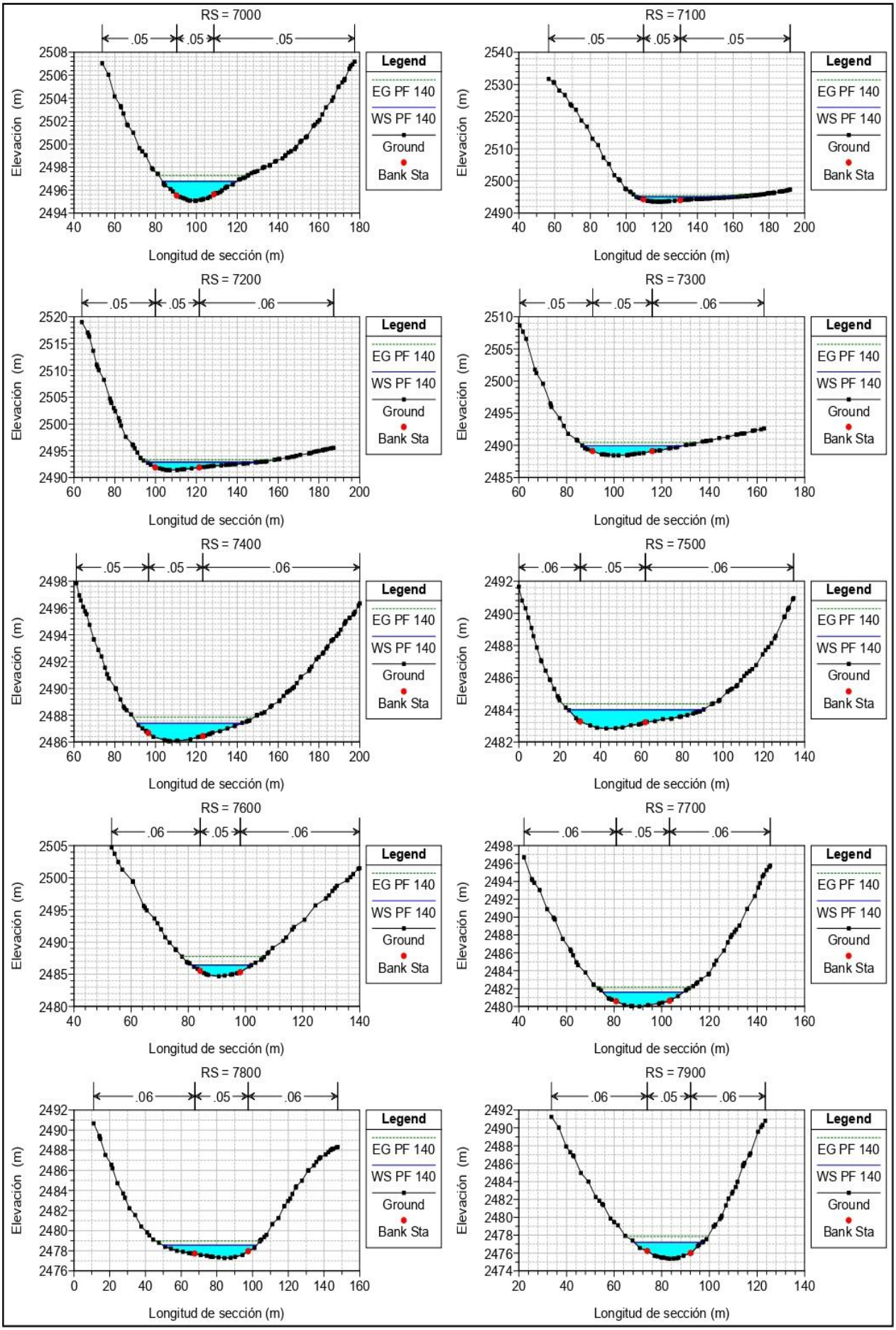

RS = 8000
.06
.05
.05
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
Elevación (m)
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 100
WS PF 100
Ground
Bank Sta

Tr=140 años y Q=115.78 m3/s




RS = 5000
.04
.05
.03
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 140
WS PF 140
Ground
Bank Sta
RS = 5100
RS = 5200
.05
.06
RS = 5300
RS = 5400
RS = 5500
RS = 5600
RS = 5700
RS = 5800
RS = 5900


RS = 6000
.06
.05
.06
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 140
WS PF 140
Ground
Bank Sta
RS = 6100
RS = 6200
RS = 6300
RS = 6400
RS = 6500
RS = 6600
RS = 6700
RS = 6800
RS = 6900


RS = 7000
.05
.05
.05
Elevación (m)
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 140
WS PF 140
Ground
Bank Sta
RS = 7100
RS = 7200
.06
RS = 7300
RS = 7400
RS = 7500
RS = 7600
RS = 7700
RS = 7800
RS = 7900

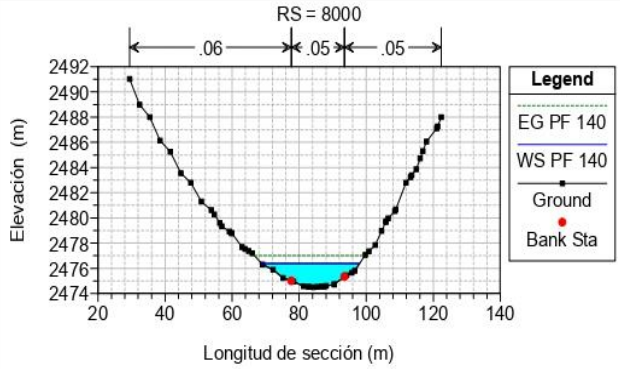
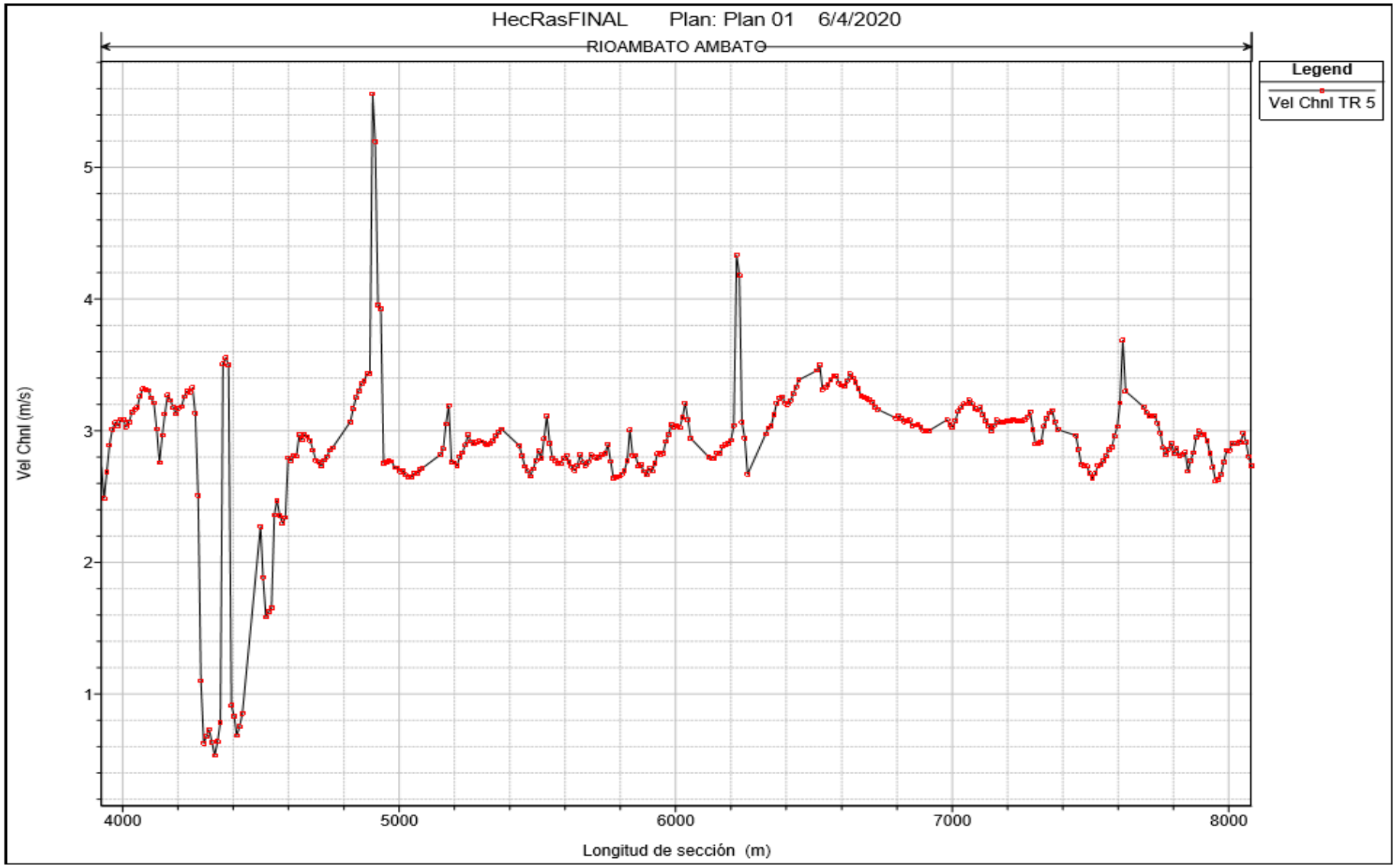

RS = 8000
.06
.05
.05
Elevación (m)
2492
2490
2488
2486
2484
2482
2480
2478
2476
2474
20
40
60
80
100
120
140
Longitud de sección (m)
Legend
EG PF 140
WS PF 140
Ground
Bank Sta

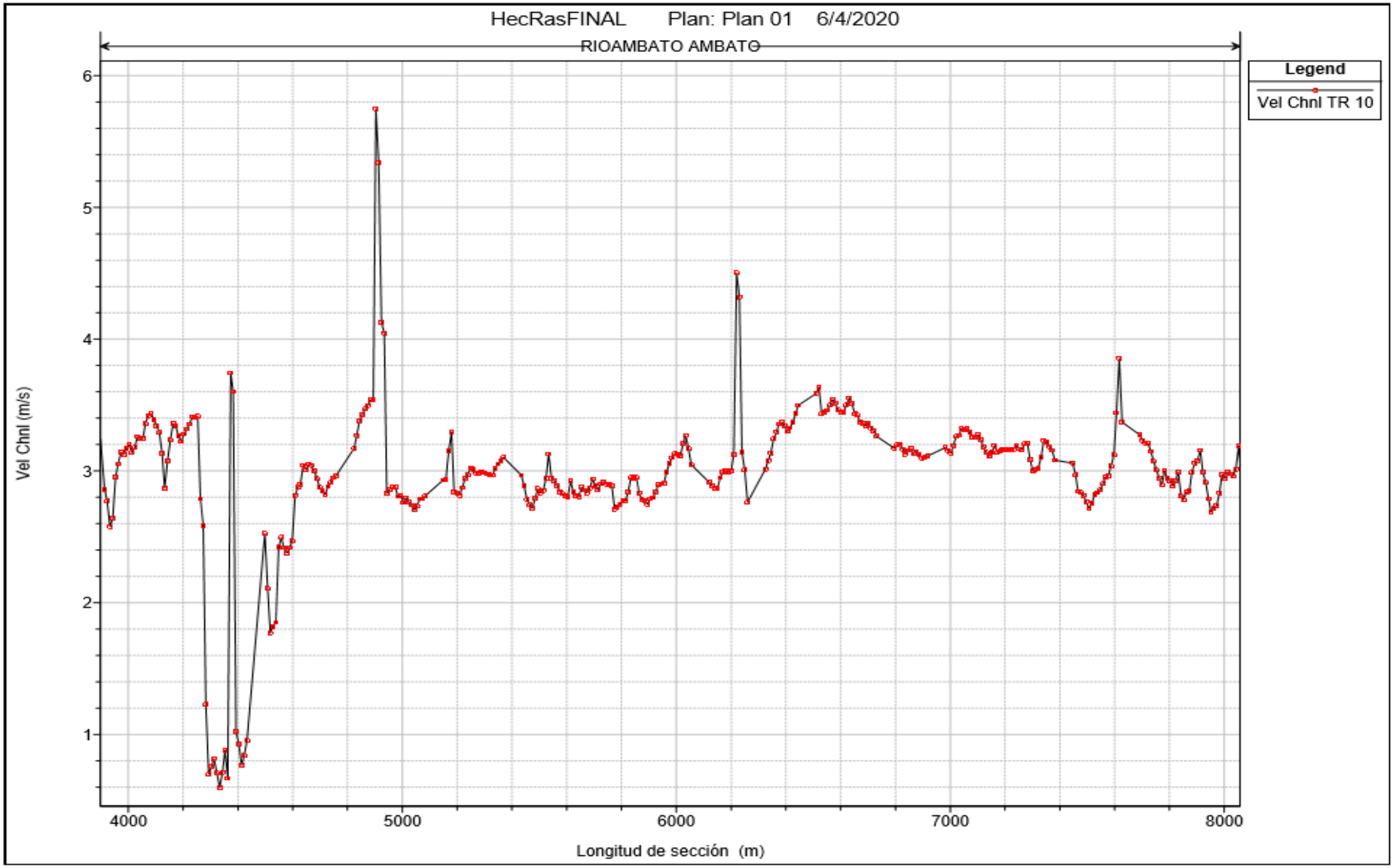
Figura N° 28. *Diagramas de velocidad de flujo en el río Ambato para diferentes periodos de retorno.*

Tr=5 años y Q=75.04 m3/s



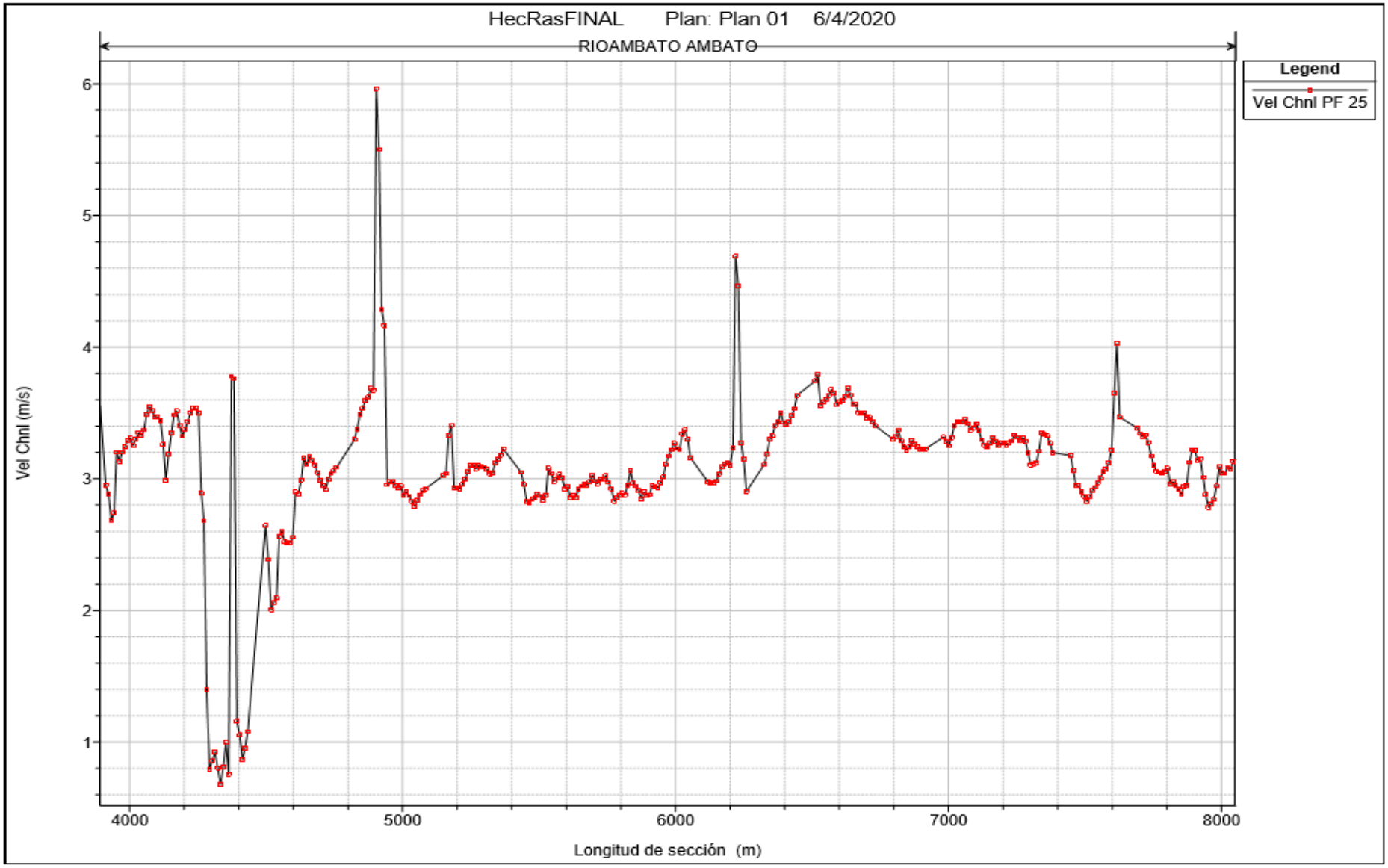
Velocidad máxima: 5.559 m/s en la abscisa: 4+903.74 Velocidad mínima: 0.533 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=10 años y Q=83.93 m3/s



Velocidad máxima: 5.748 m/s en la abscisa: 4+903.74 Velocidad mínima: 0.596 m/s en la abscisa 4+332.95

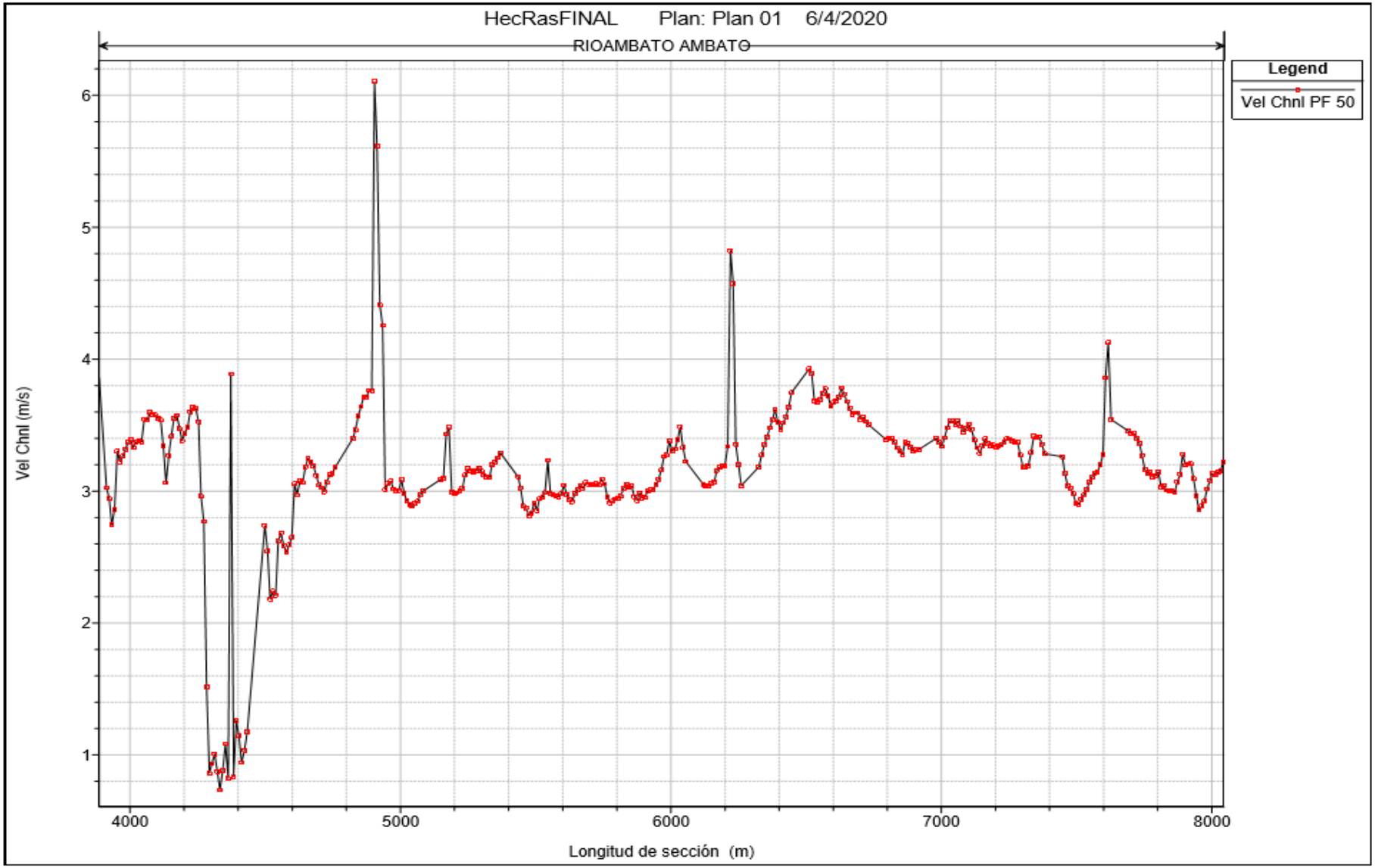
Tr=25 años y Q=95.16 m3/s



Velocidad máxima: 5.963 m/s en la abscisa: 4+903.74

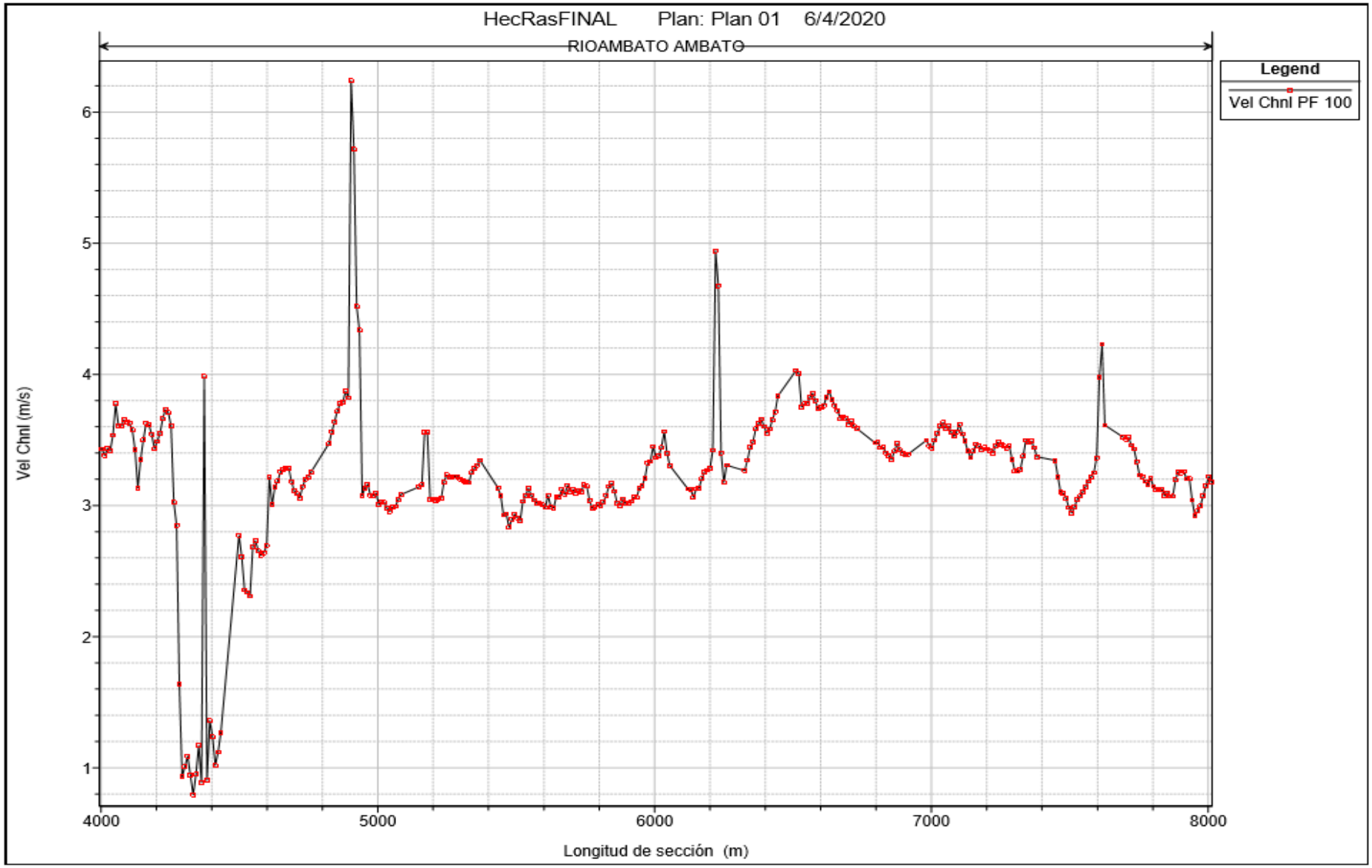
Velocidad mínima: 0.676 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=50 años y Q=103.5 m3/s



Velocidad máxima: 6.106 m/s en la abscisa: 4+903.74 Velocidad mínima: 0.735 m/s en la abscisa 4+332.95

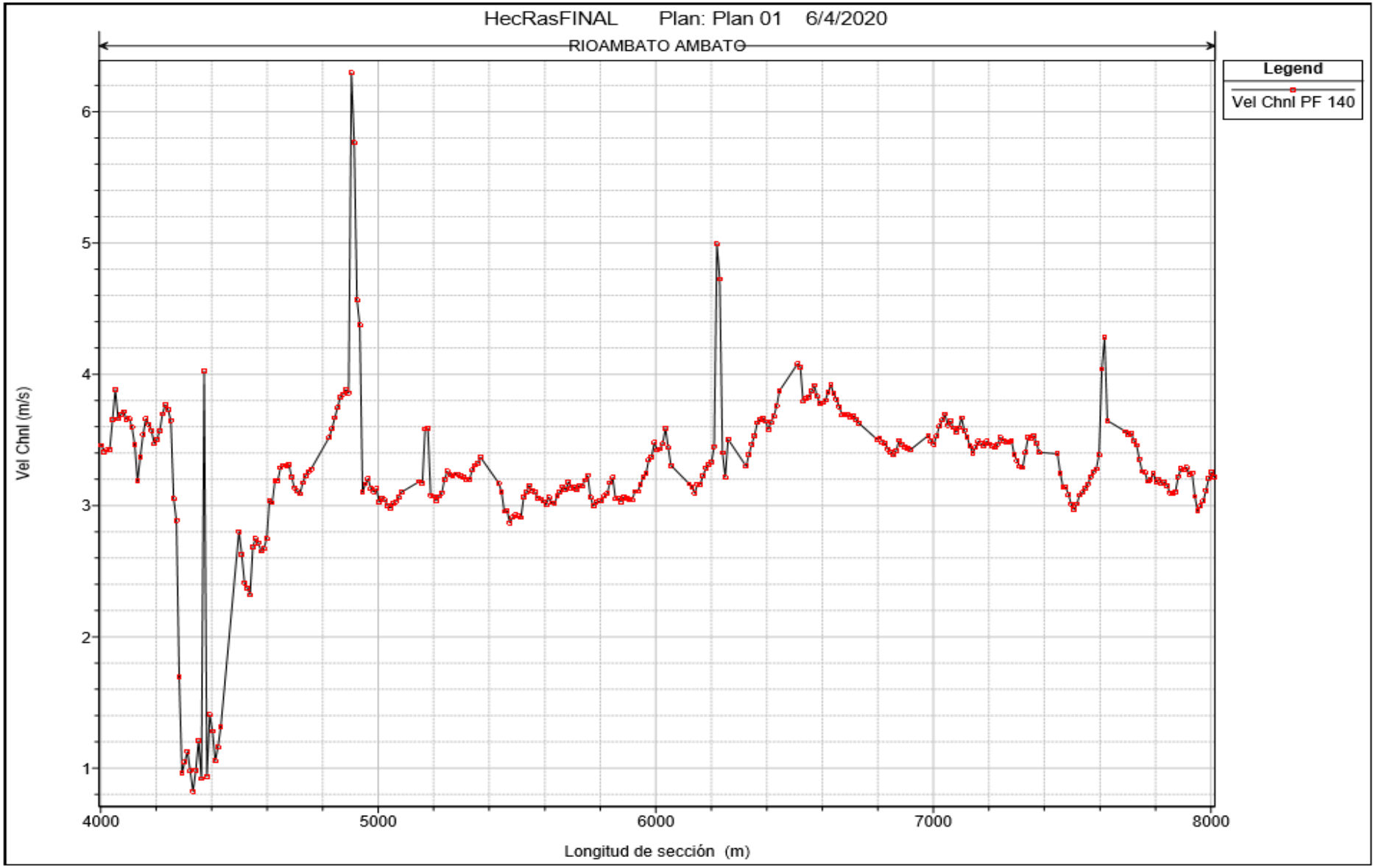
Tr=100 años y Q=111.77 m3/s



Velocidad máxima: 6.239 m/s en la abscisa: 4+903.74

Velocidad mínima: 0.793 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=140 años y Q=115.78 m3/s

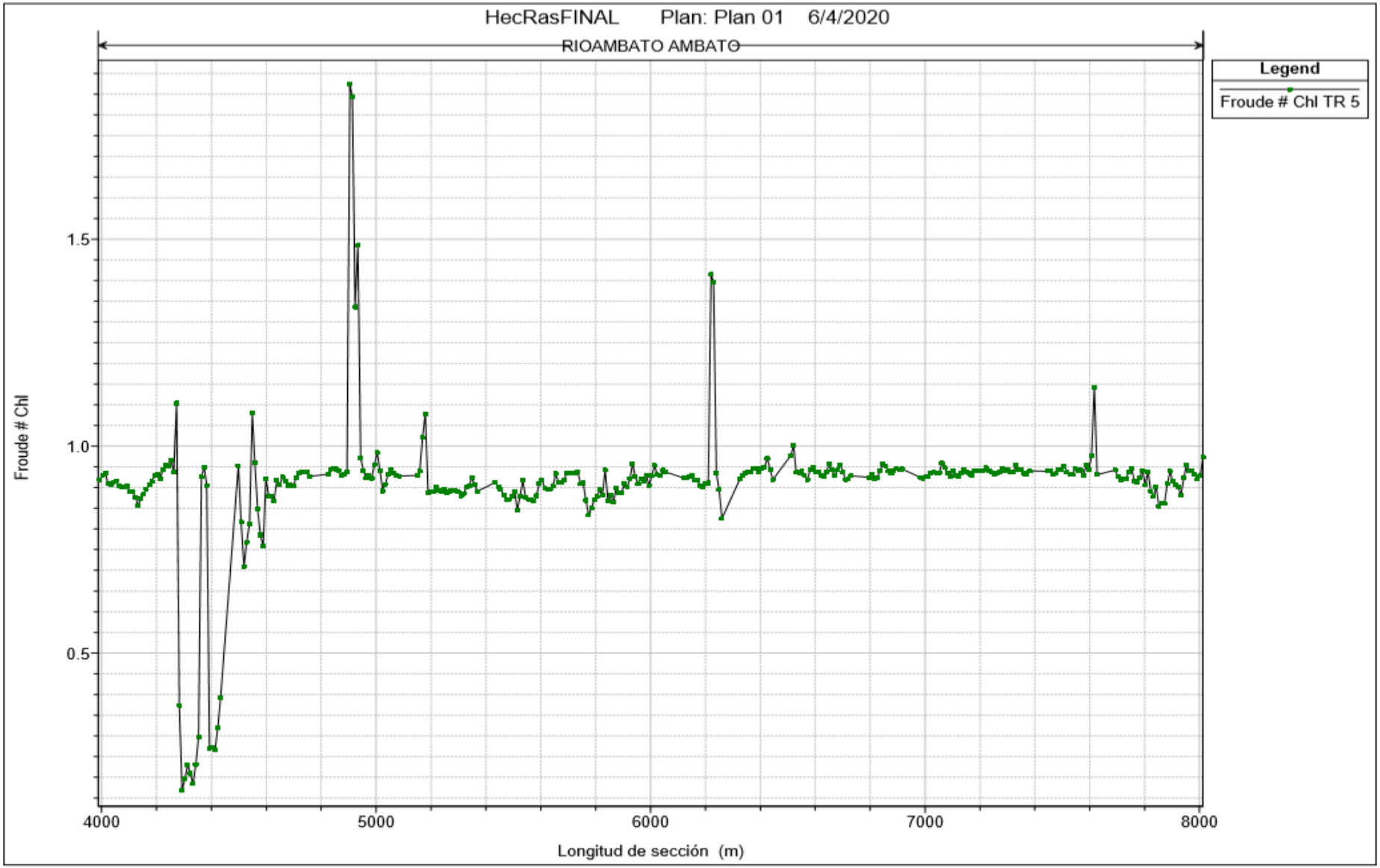


Velocidad máxima: 6.297 m/s en la abscisa: 4+903.74

Velocidad mínima: 0.822 m/s en la abscisa 4+332.95

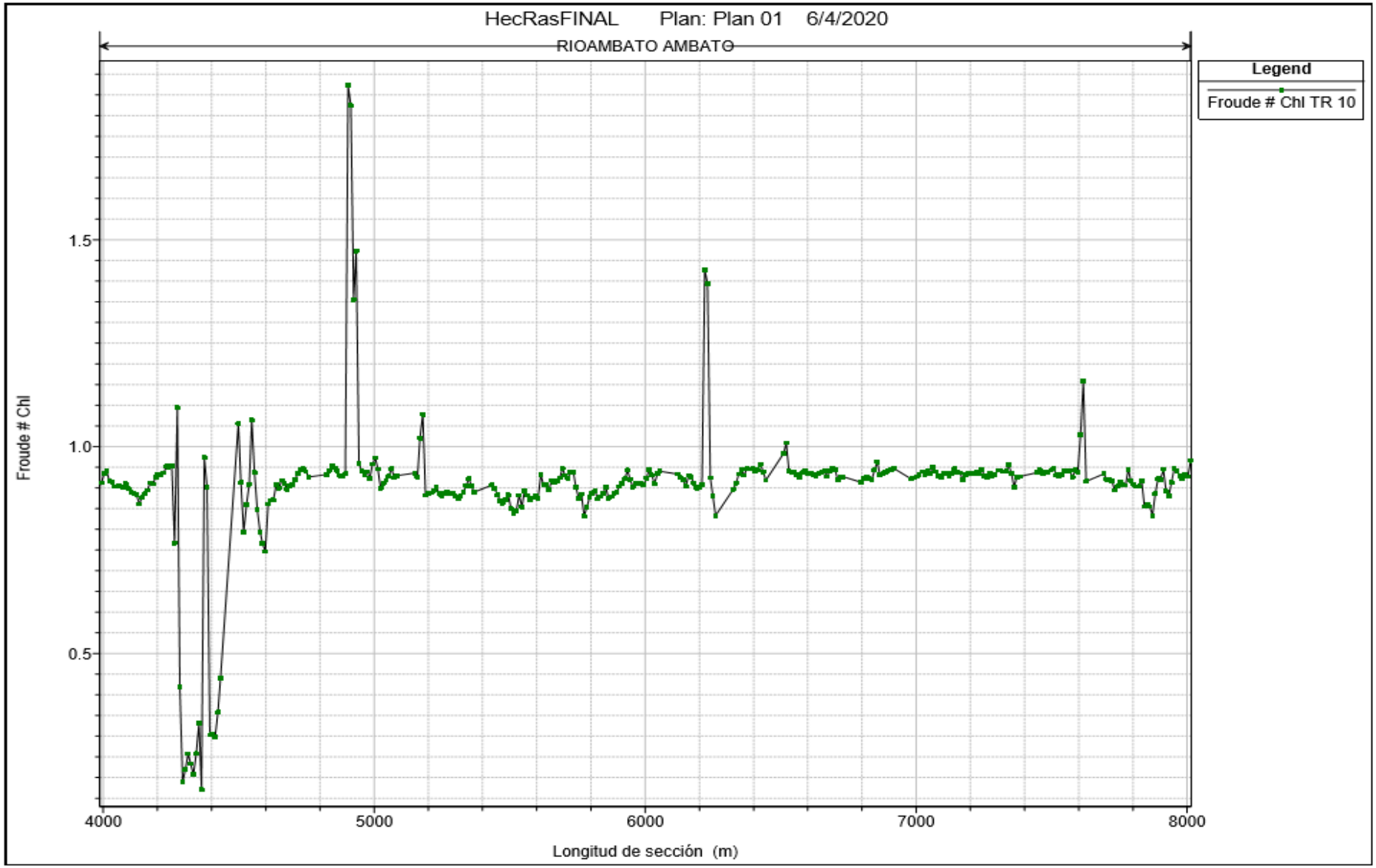
FIGURA N° 29. *Diagramas del número de Froude para los diferentes periodos de retorno.*

Tr=5 años y Q=75.04 m3/s



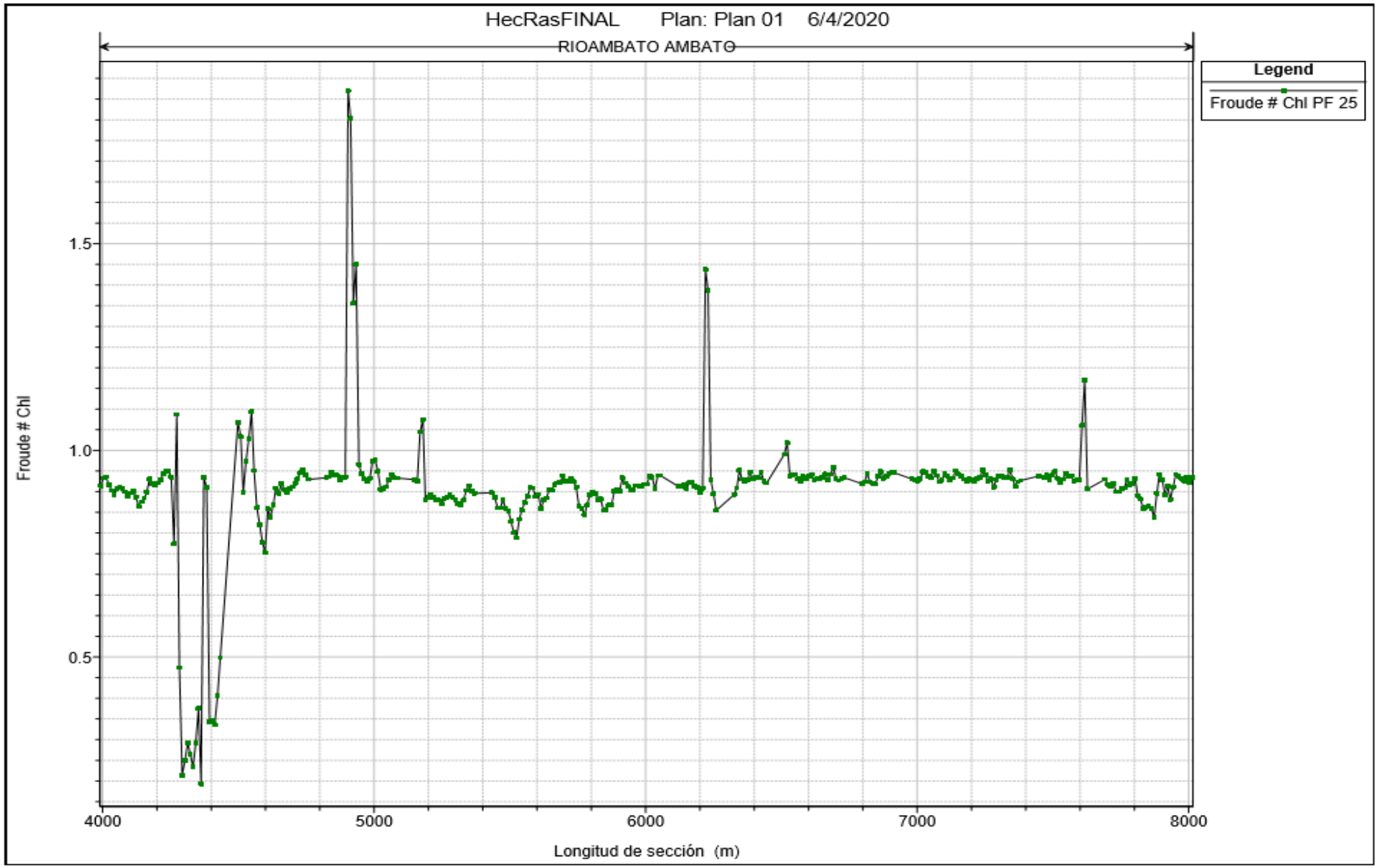
Valor máximo: 5.559 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.533 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=10 años y Q=83.93 m3/s



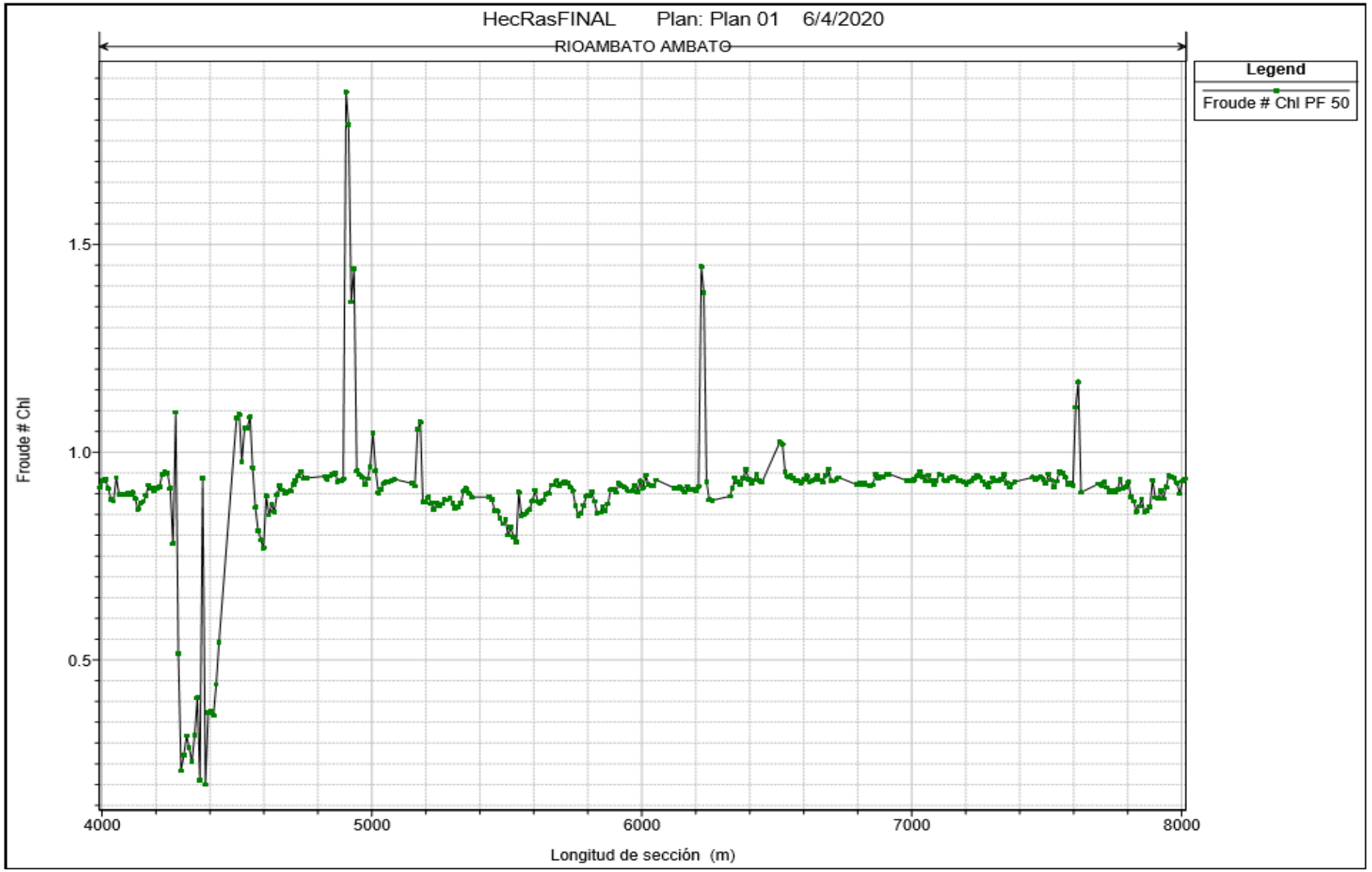
Valor máximo: 5.748 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.596 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=25 años y Q=95.16 m3/s



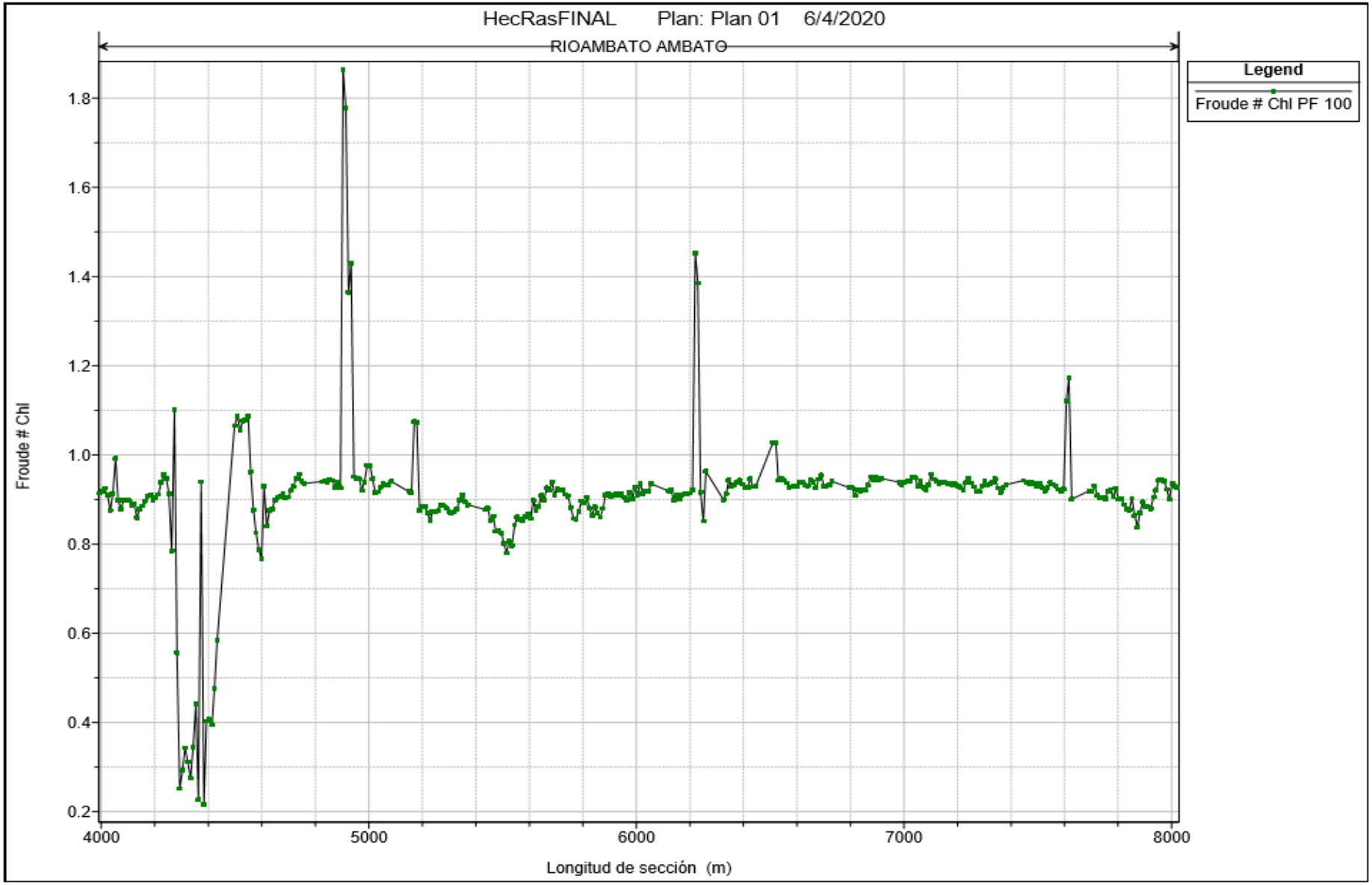
Valor máximo: 5.963 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.676 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=50 años y Q=103.5 m3/s



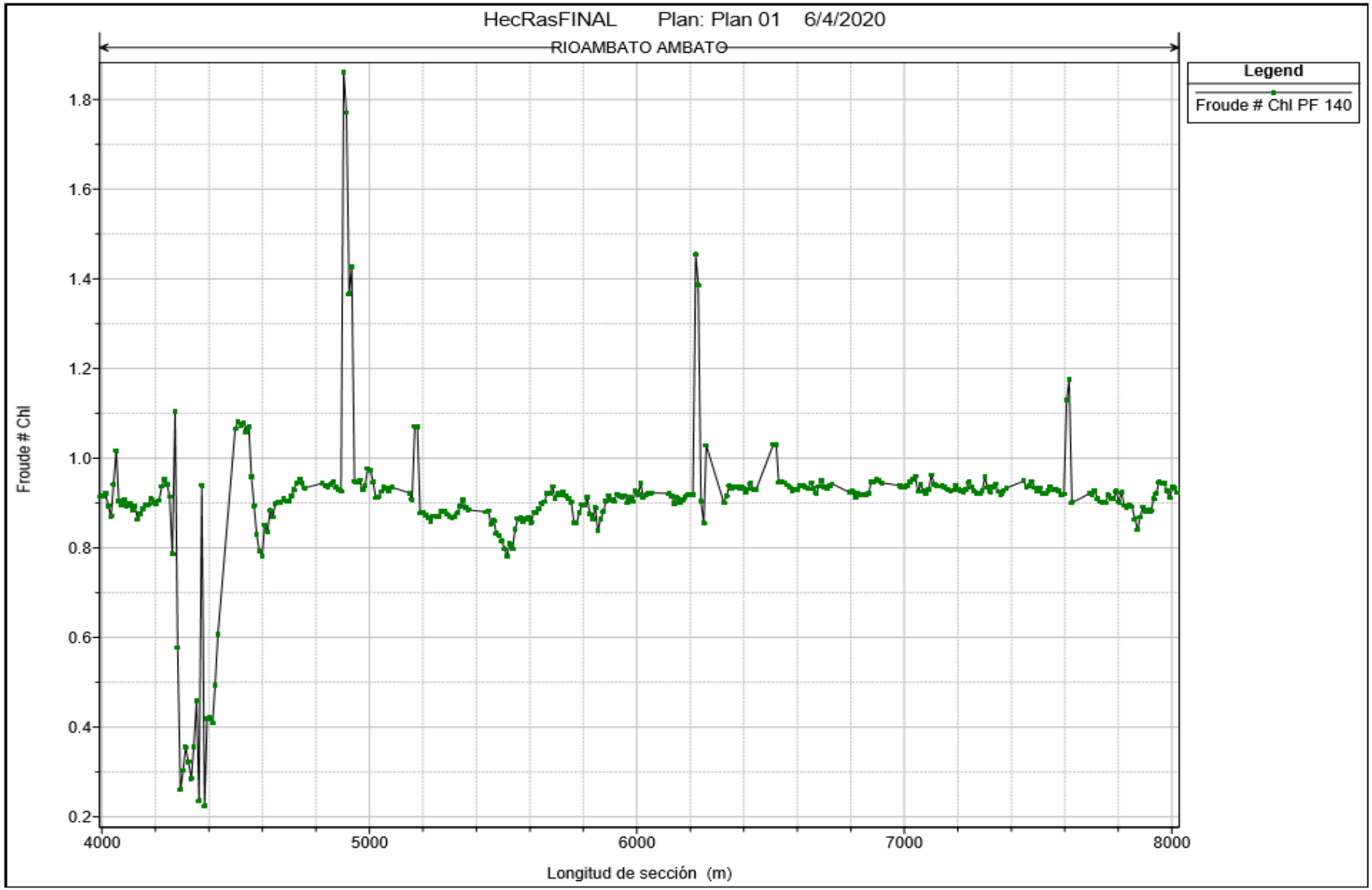
Valor máximo: 6.106 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.735 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=100 años y Q=111.77 m3/s



Valor máximo: 6.239 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.793 m/s en la abscisa 4+332.95

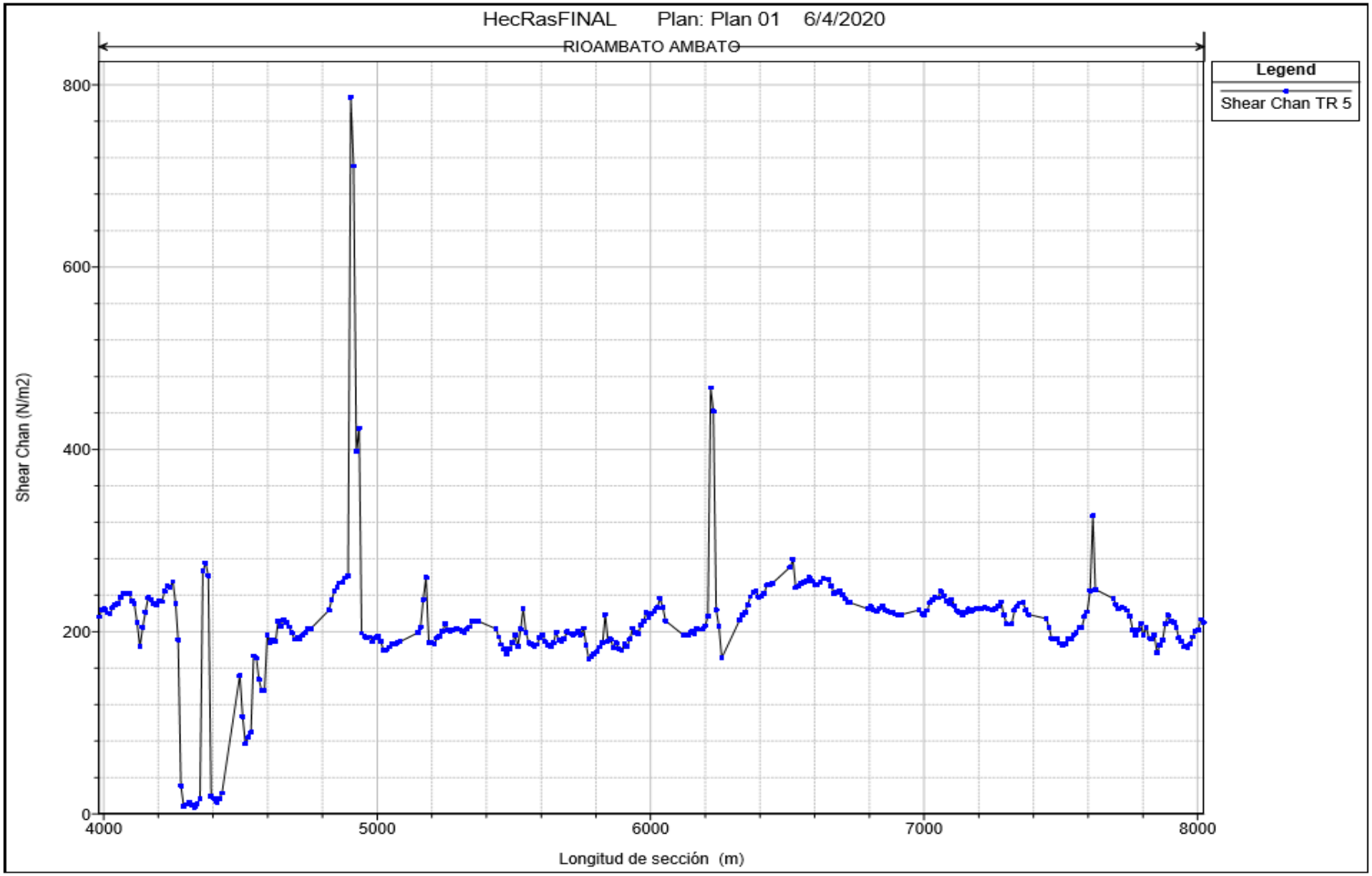
Tr=140 años y Q=115.78 m3/s



Valor máximo: 6.297 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.822 m/s en la abscisa 4+332.95

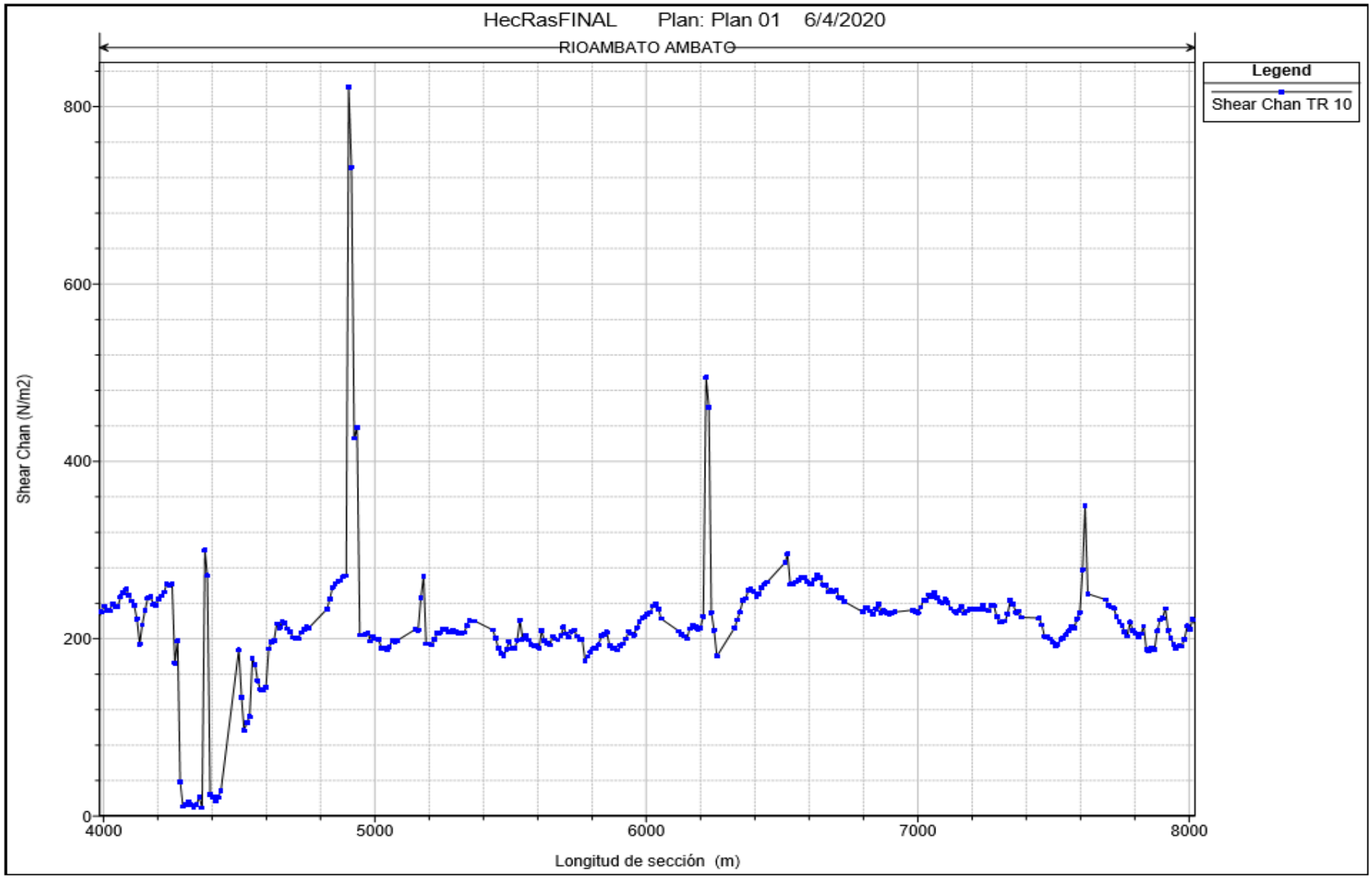
FIGURA N° 30. *Diagramas del cortante en el canal central del río Ambato para los diferentes periodos de retorno.*

Tr=5 años y Q=75.04 m3/s



Valor máximo: 5.559 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.533 m/s en la abscisa 4+332.95

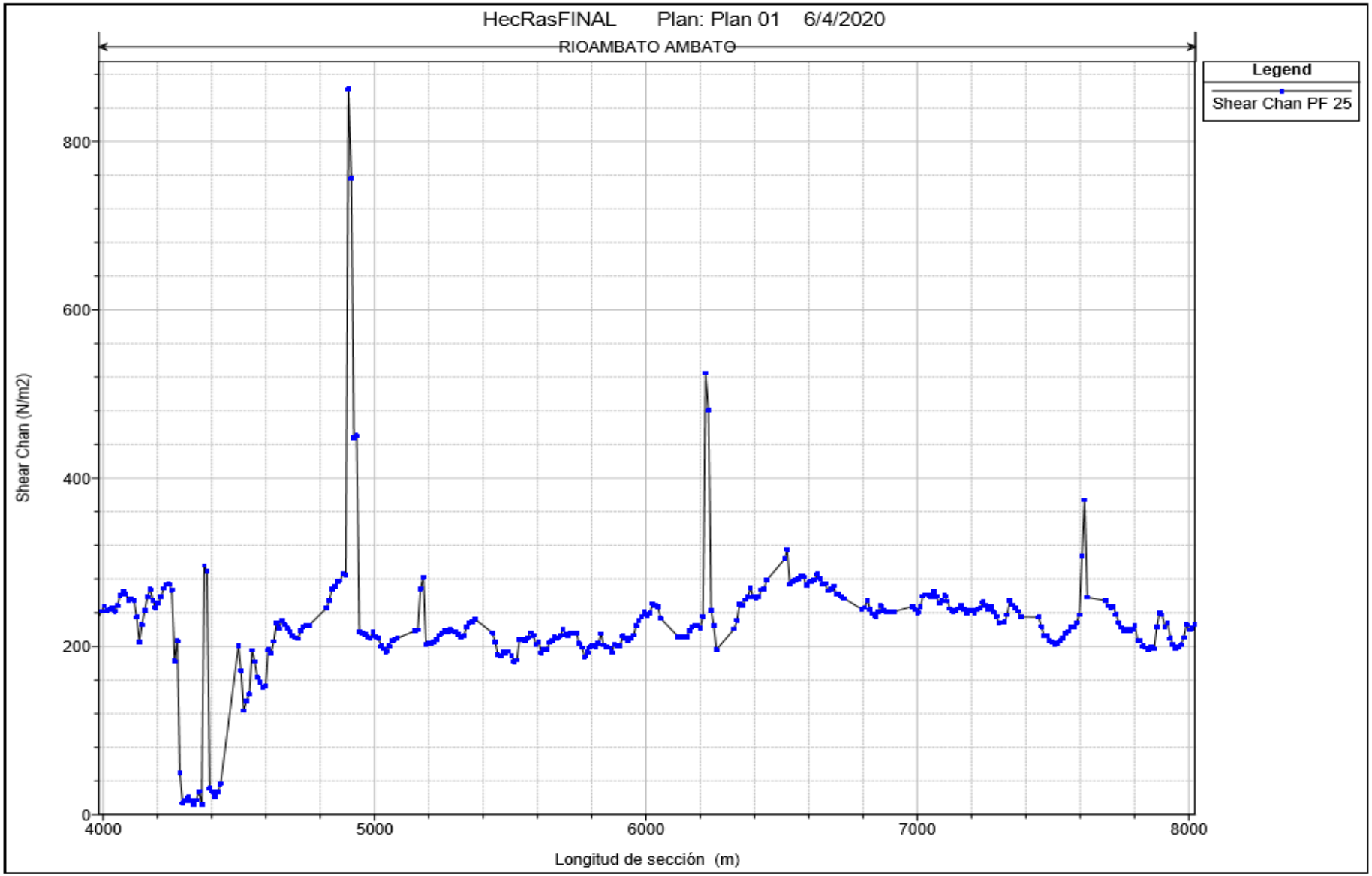
Tr=10 años y Q=83.93 m3/s



Valor máximo: 5.748 m/s en la abscisa: 4+903.74

Valor mínimo: 0.596 m/s en la abscisa 4+332.95

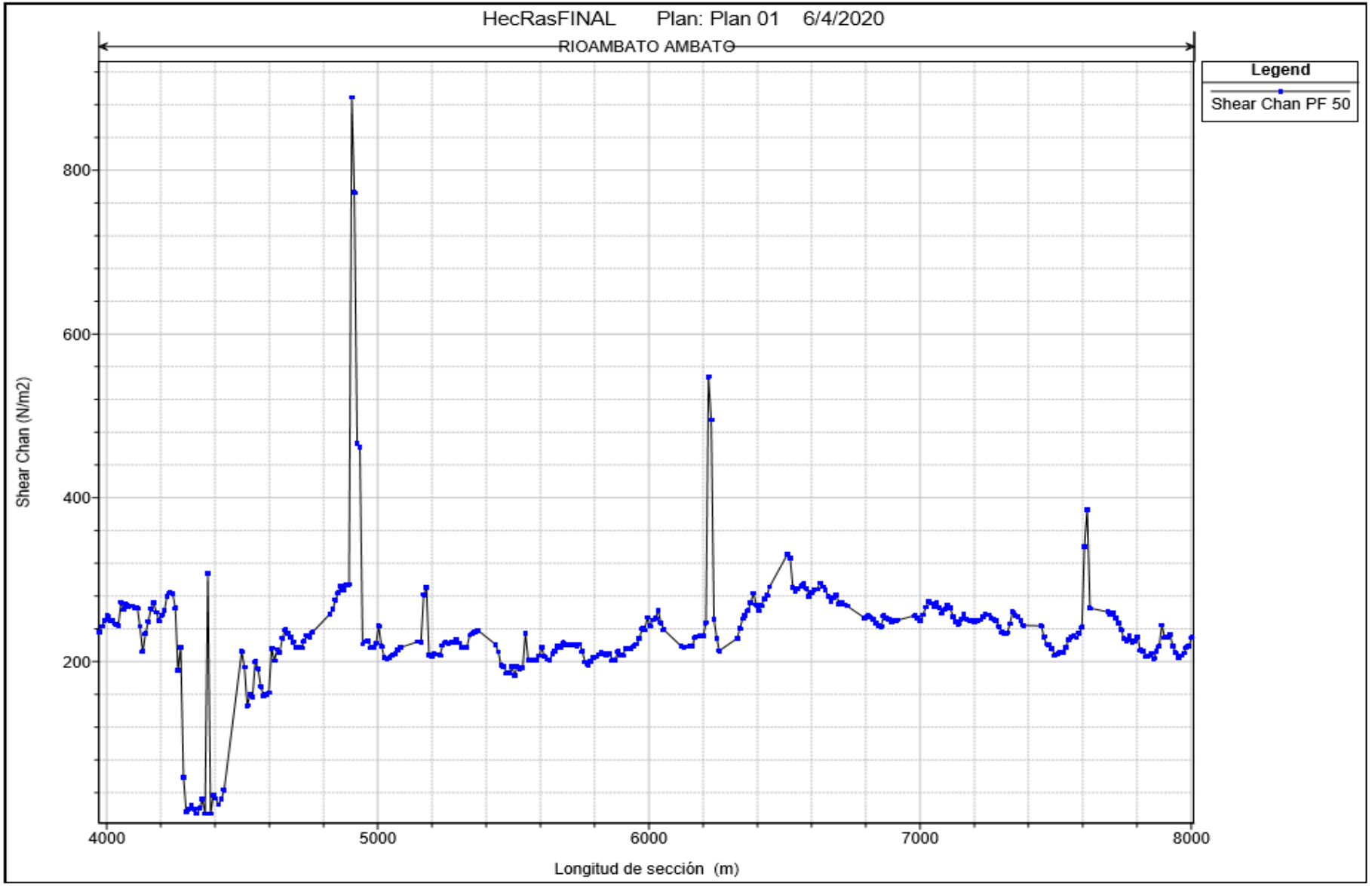
Tr=25 años y Q=95.16 m3/s



Valor máximo: 5.963 m/s en la abscisa: 4+903.74

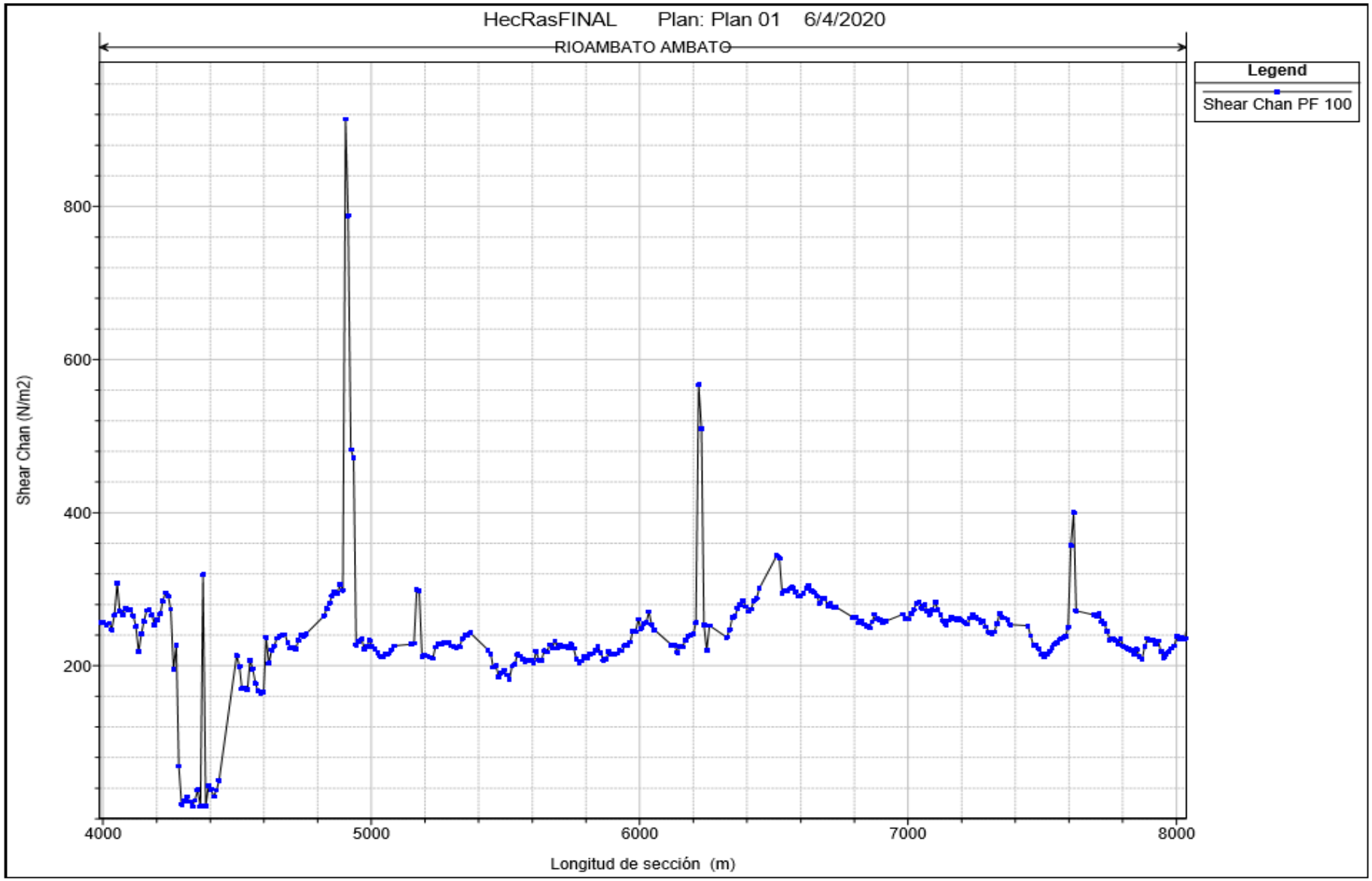
Valor mínimo: 0.676 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=50 años y Q=103.5 m3/s



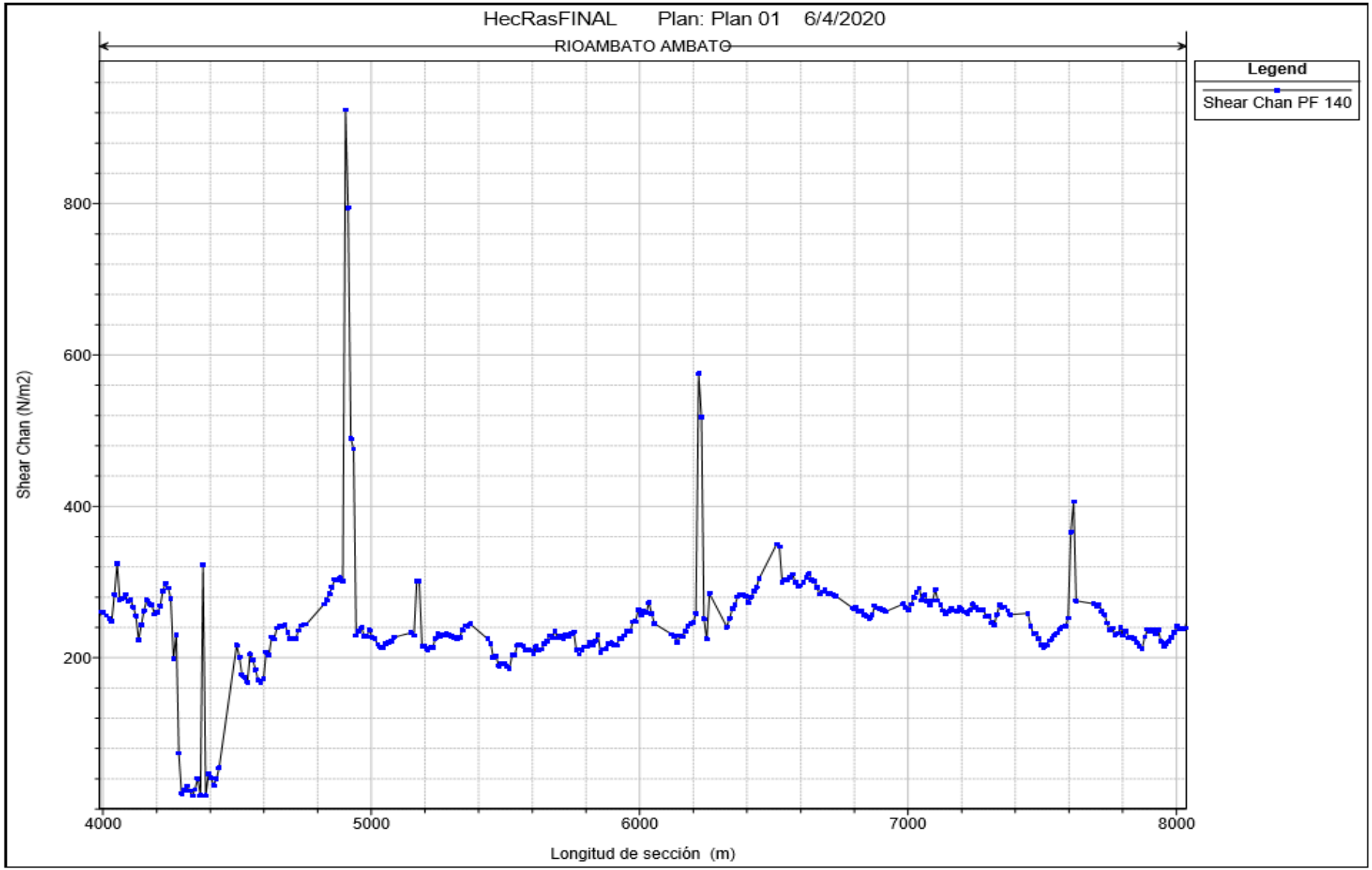
Valor máximo: 6.106 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.735 m/s en la abscisa 4+332.95

Tr=100 años y Q=111.77 m3/s



Valor máximo: 6.239 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.793 m/s en la abscisa 4+332.95

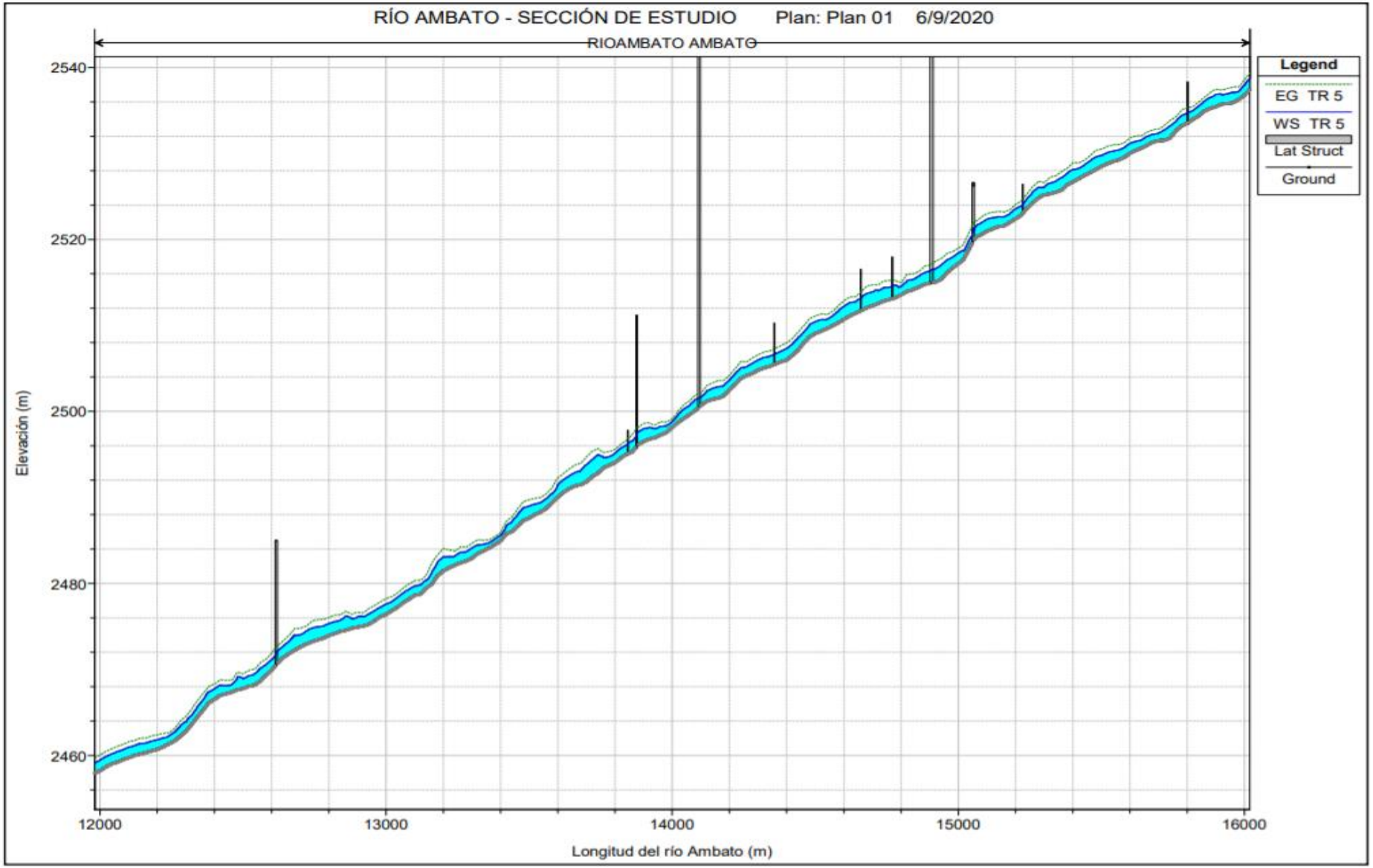
Tr=140 años y Q=115.78 m3/s



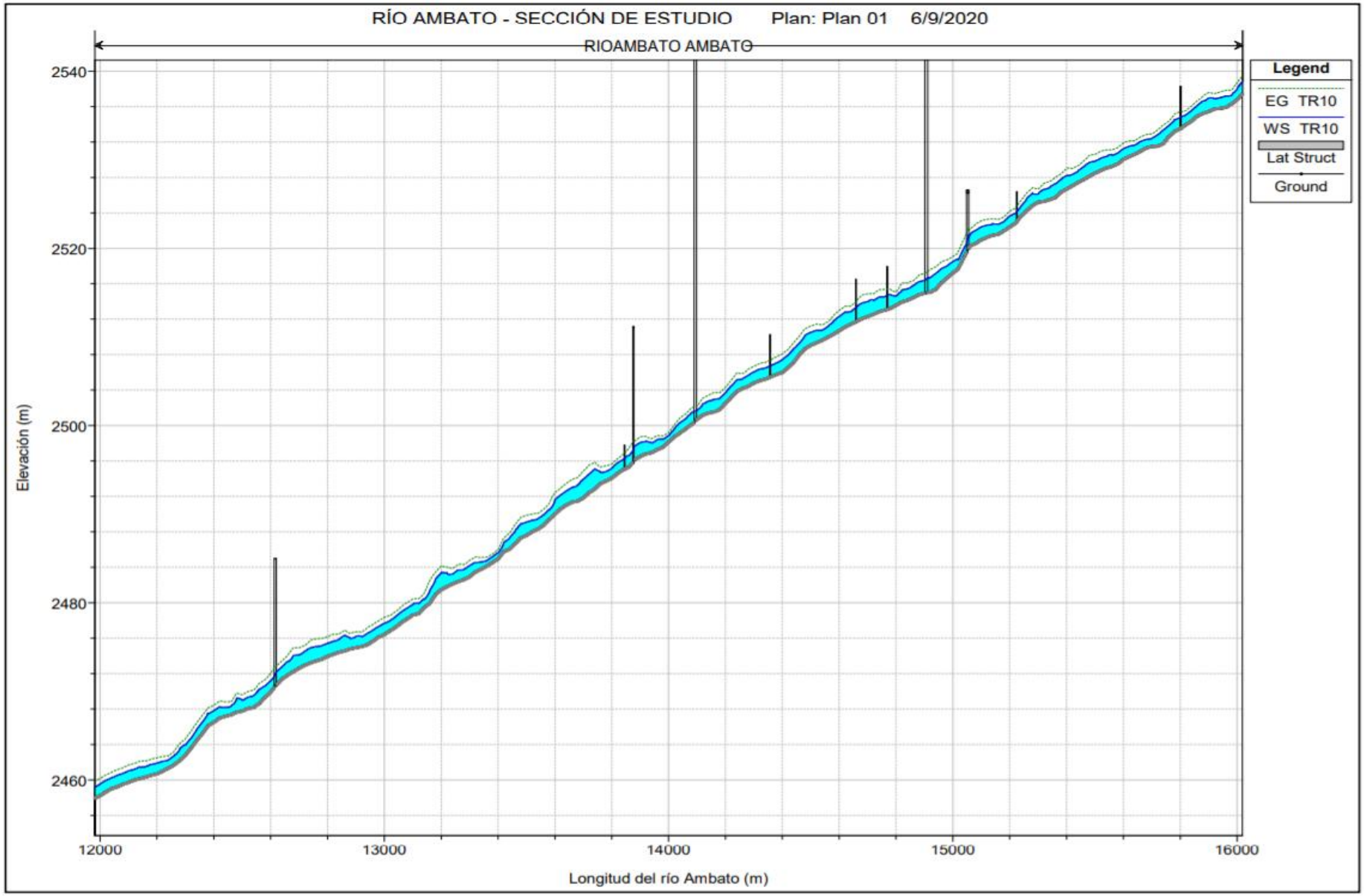
Valor máximo: 6.297 m/s en la abscisa: 4+903.74 Valor mínimo: 0.822 m/s en la abscisa 4+332.95

FIGURA N° 31. *Perfil longitudinal para los diferentes periodos de retorno.*

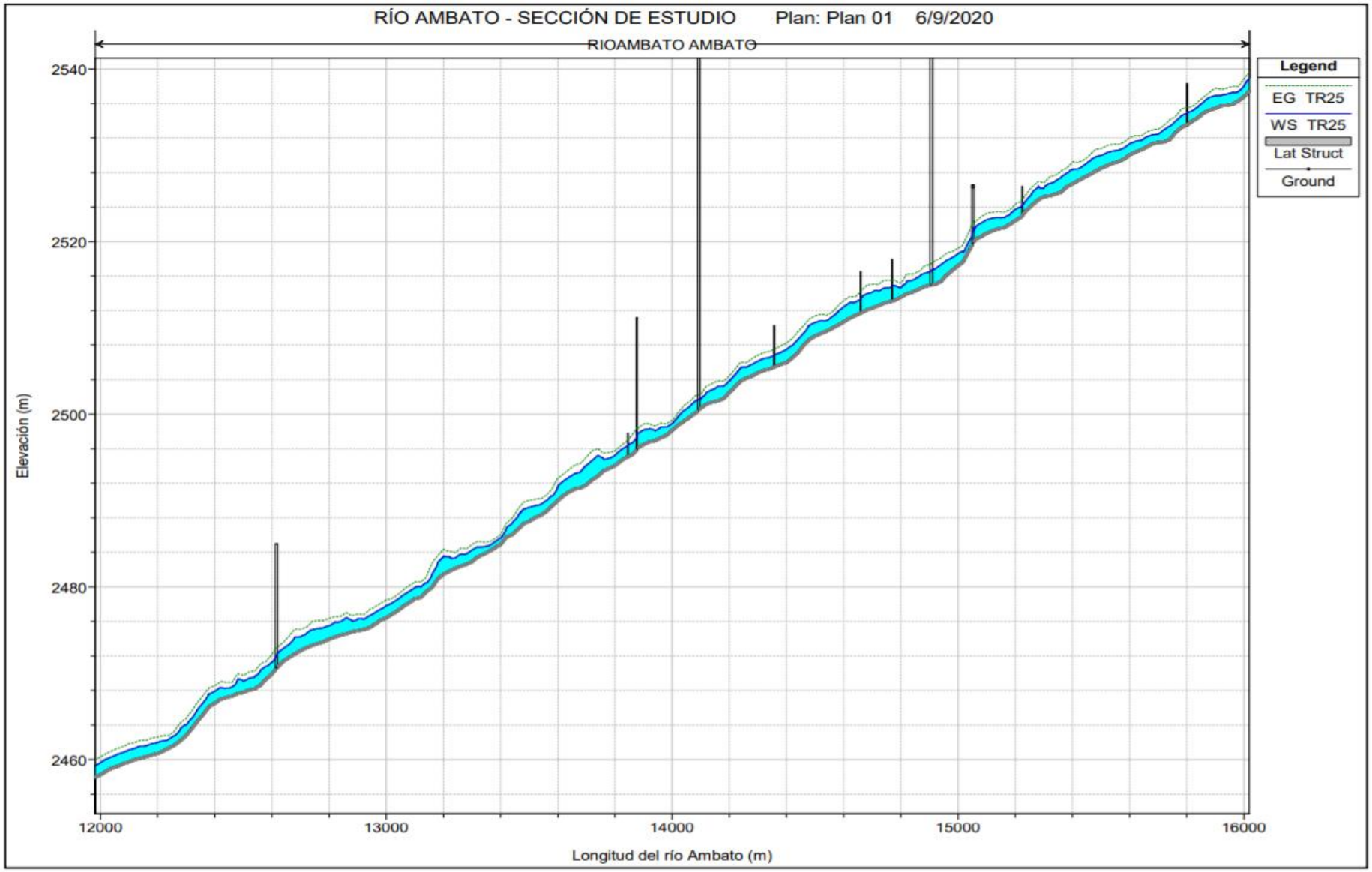
Tr=5 años y Q=75.04 m3/s



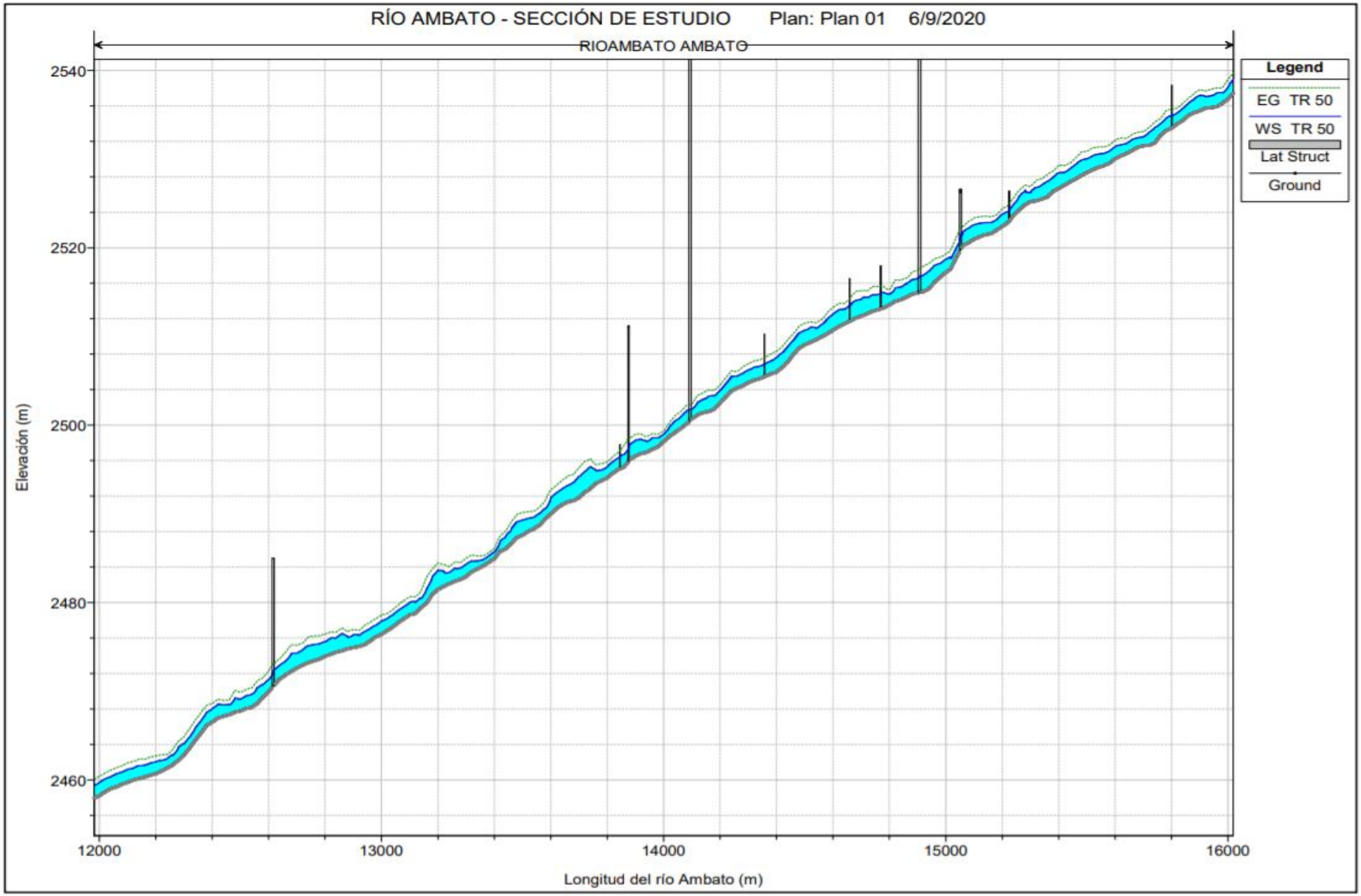
Tr=10 años y Q=83.93 m3/s



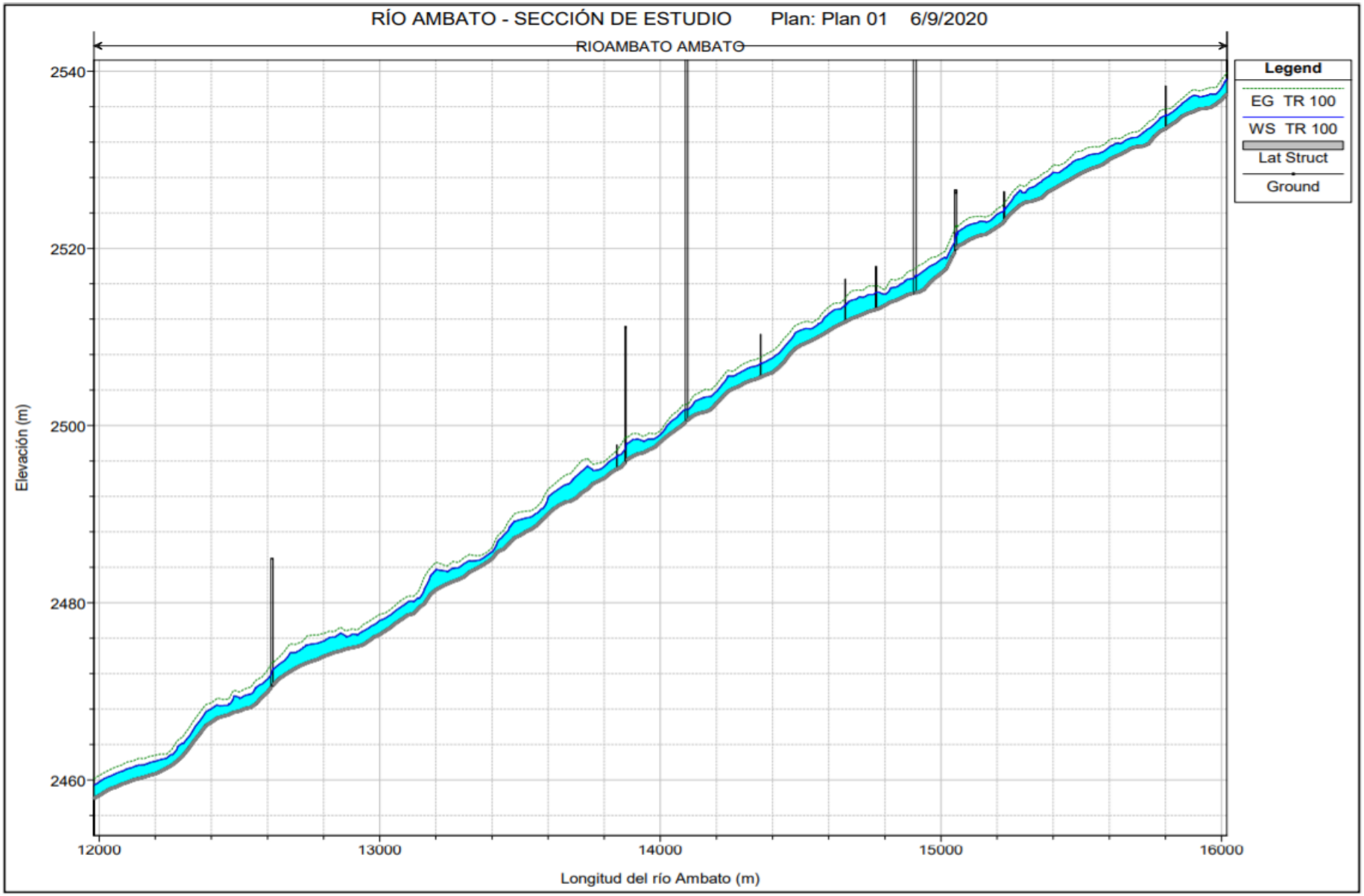
Tr=25 años y Q=95.16 m3/s



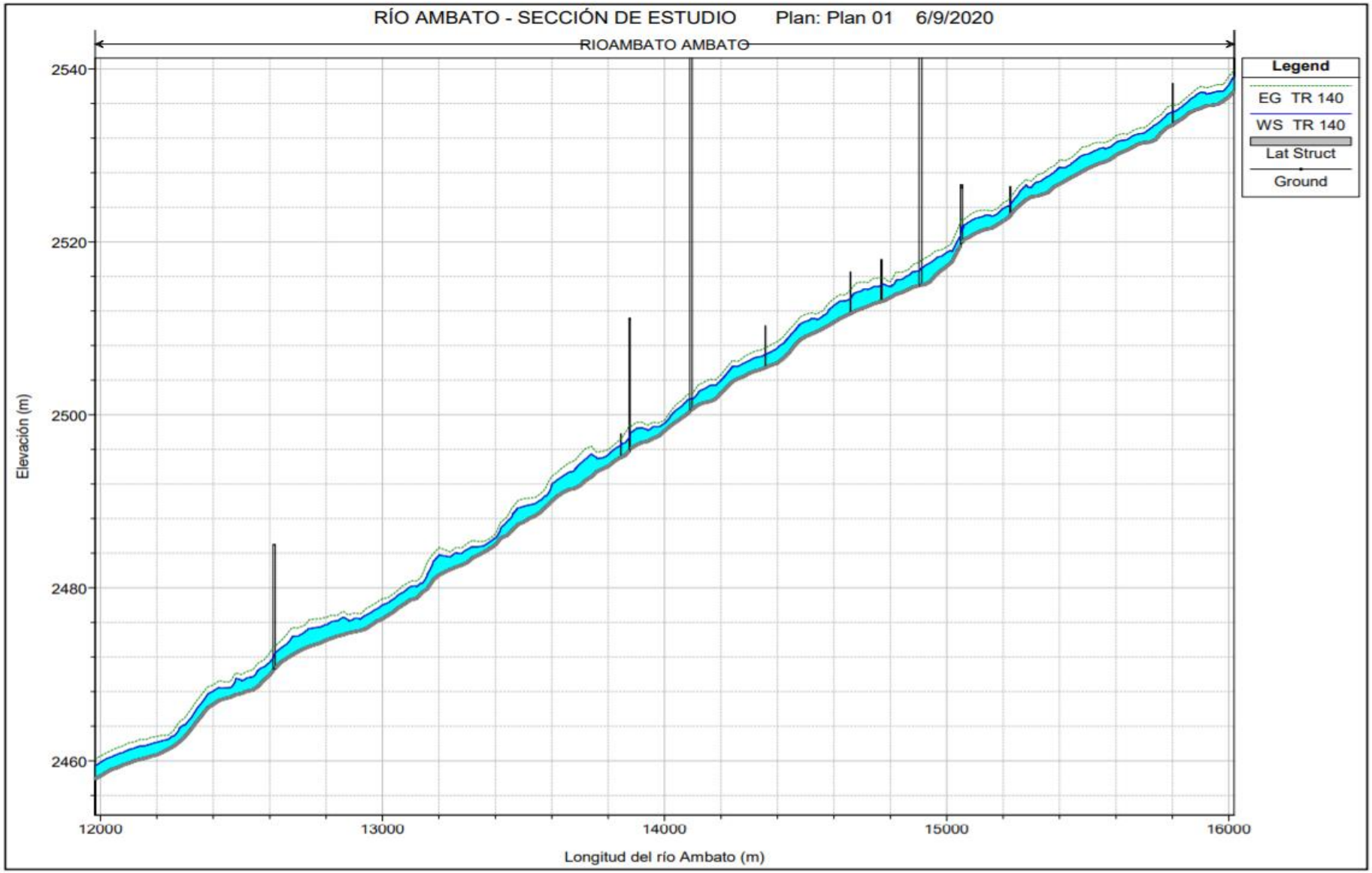
Tr=50 años y Q=103.5 m3/s



Tr=100 años y Q=111.77 m3/s



Tr=140 años y Q=115.78 m3/s



ANEXO C

PLANOS

760000 760500 761000 761500 762000 762500 763000

9862000 9861500 9861000 9860500 9860000

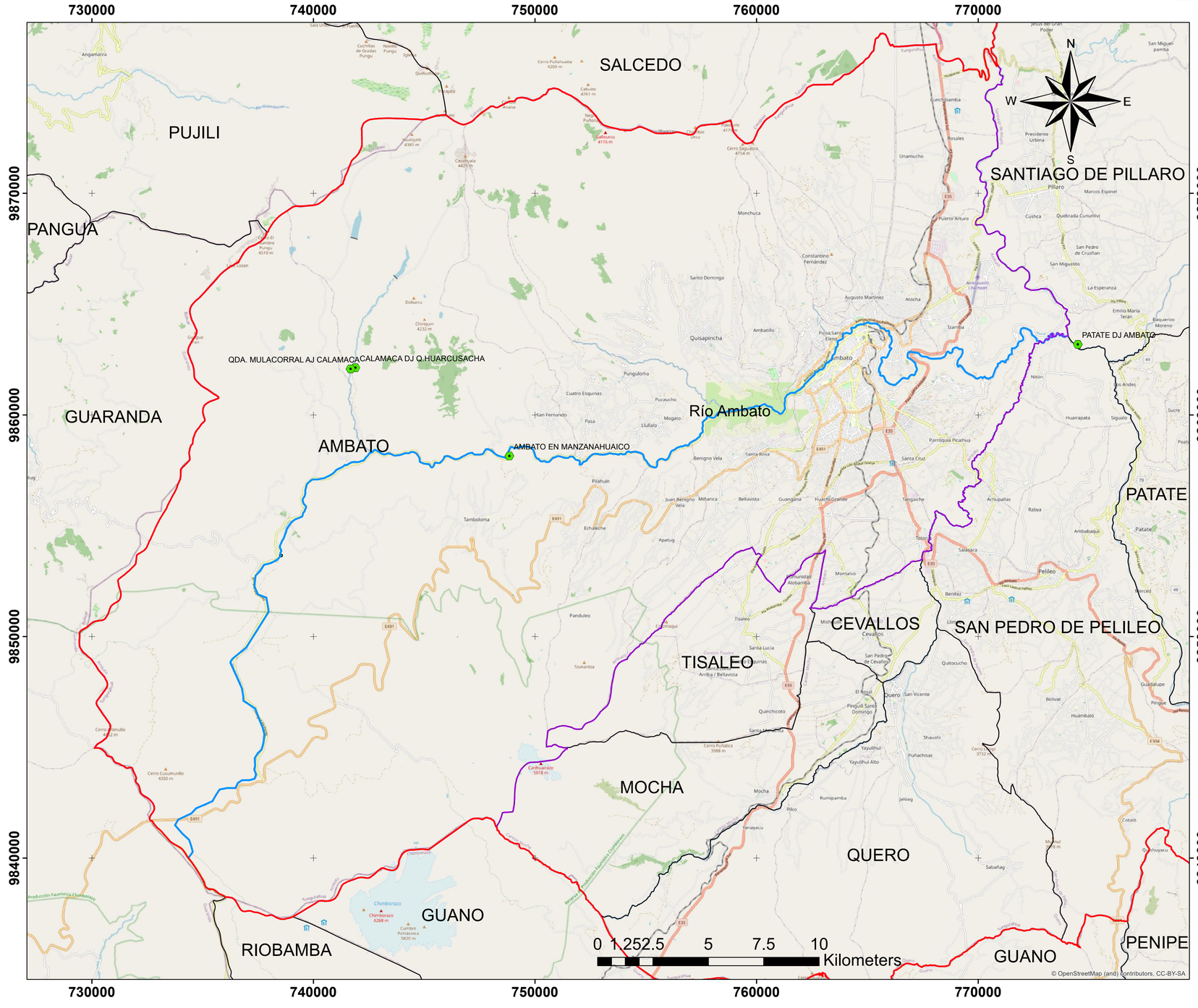
N S W E

Parque de la Familia
Parqueadero Parque de la Familia
Información Parque de la Familia
Gross area
Mirador Parque de la Familia
Vía Ambato - Quisapincha
Vía Ambato - Quisapincha
Poma Rosas
Las Magnolias
Quebrada Quinallí
Quinallí
Quisapincha
Quebrada Quisapincha
Río Ambato
Río Ambato
Quebrada Quinallí
Quinallí
Quisapincha
Santa Rosa
Río Ambato
Río Ambato
Río Ambato

UBICACIÓN RÍO AMBATO



El cantón Ambato se ubica en la cuenca hidrográfica Pastaza y el río Ambato forma parte de la subcuenca del río Ambato, parte sobre los 3000 msnm alimentado por los deshielos del Chimborazo y Carihuairazo hasta ingresar por el suroeste a la ciudad de Ambato y desemboca en el río Patate a 2255 msnm.



MAPA DE HIDROGRAFÍA
CANTÓN AMBATO

Simbología

- Vía principal
- Líneas de tren
- Carretera E491
- Vias
- Límite provincial
- Límite cantonal
- Estaciones hidrométricas automáticas
- Estaciones hidrométricas convencionales
- Eje de río Ambato

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Ubicación general del río Ambato		DIBUJÓ: Bryan Aillón Torres
ESCALA: 1:100 000	PROYECCIÓN: UTM - WGS84 - Zona 17S	Nº : 2

762400 762500 762600 762700 762800 762900

9862000 9861900 9861800 9861700 9861600

2590 2580 2570 2560 2550 2540 2530 2560 2570 2580 2590 2600 2610 2620 2630 2640

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

Curvas de Nivel

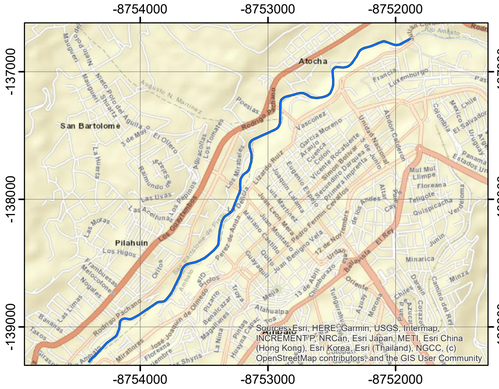
Intervalo

Primarias cada 10 metros.

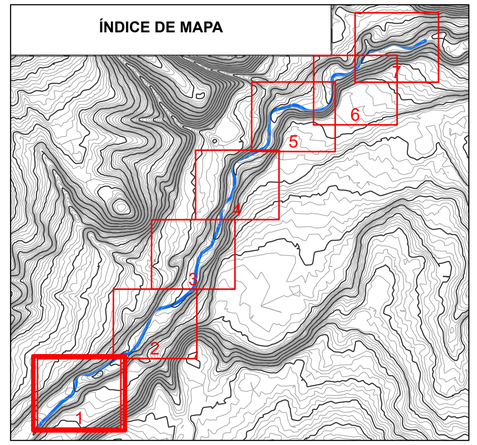
Secundarias cada 2 metros.

N W E S

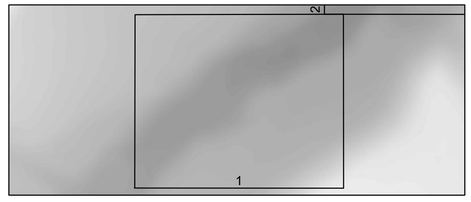
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 3



0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

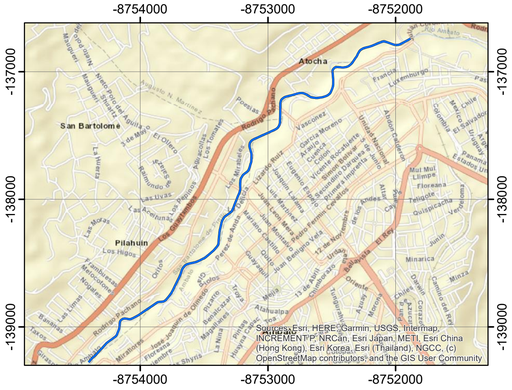
Curvas de Nivel

Intervalo

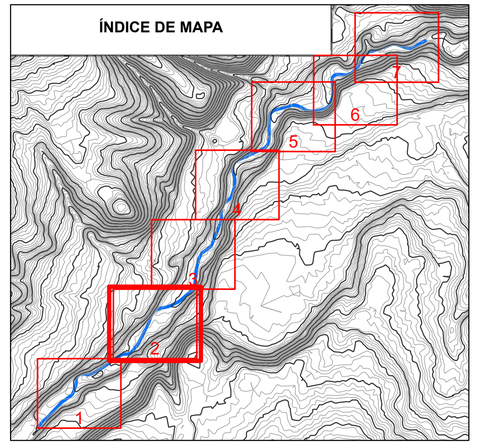
Primarias cada 10 metros.

Secundarias cada 2 metros.

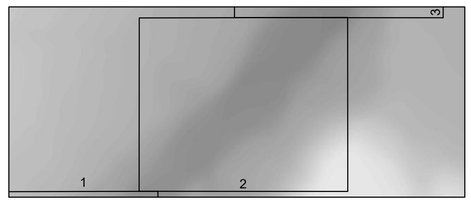
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 4

763100 763200 763300 763400 763500 763600

9862900 9862800 9862700 9862600 9862500

2610 2600 2590 2580 2570 2560 2550 2540 2530 2520

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

Curvas de Nivel

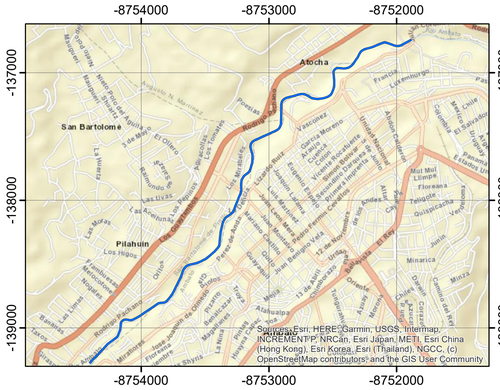
Intervalo

Primarias cada 10 metros.

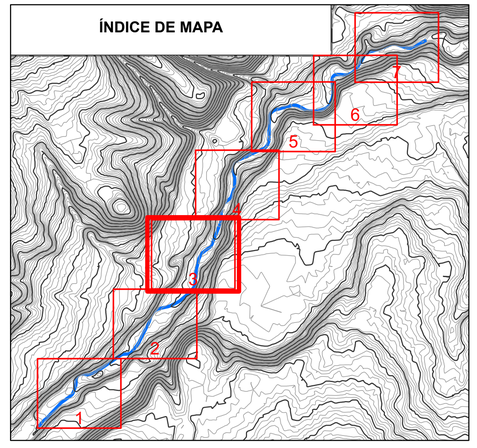
Secundarias cada 2 metros.

N W E S

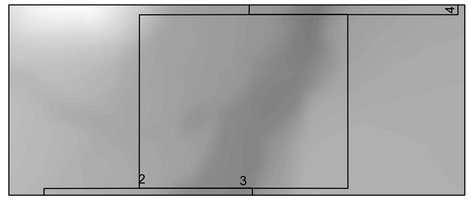
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 5

763400 763500 763600 763700 763800 763900

9863400 9863300 9863200 9863100 9863000

2560 2550 2540 2530 2520 2510

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

Curvas de Nivel

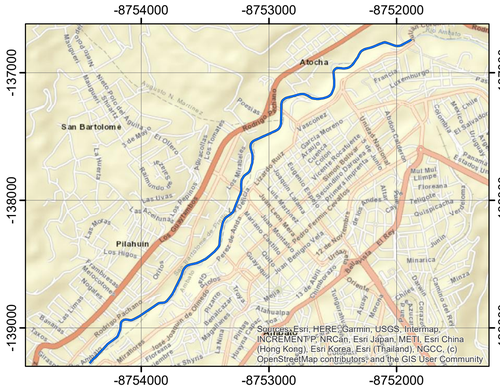
Intervalo

Primarias cada 10 metros.

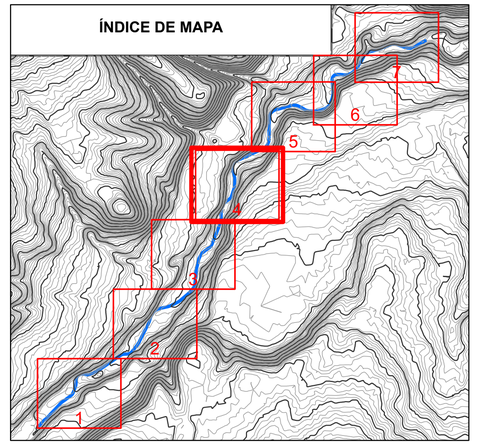
Secundarias cada 2 metros.

N W E S

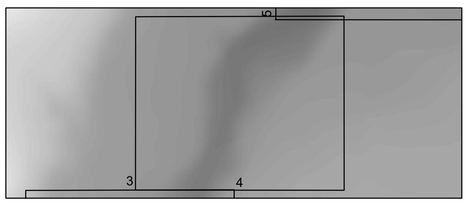
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 6

763800 763900 764000 764100 764200 764300

9863800 9863700 9863600 9863500 9863400

2530 2540 2530 2520 2510 2500 2490 2510 2520 2530 2540

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

Curvas de Nivel

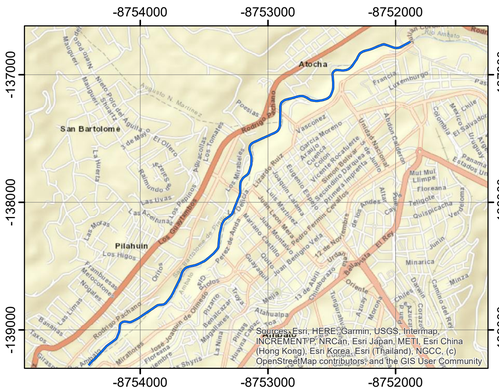
Intervalo

Primarias cada 10 metros.

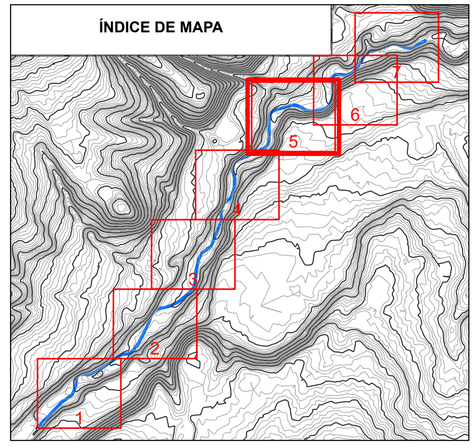
Secundarias cada 2 metros.

N W E S

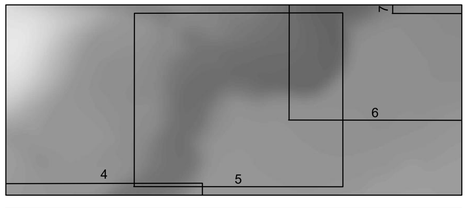
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 7

764200 764300 764400 764500 764600 764700

9863900 9863800 9863700 9863600

2520 2510 2500 2480 2490 2500 2510 2520 2530 2540 2540

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

Curvas de Nivel

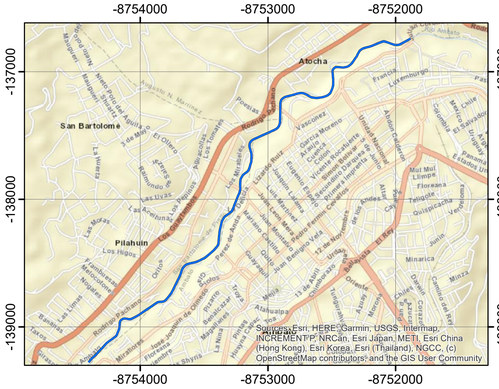
Intervalo

Primarias cada 10 metros.

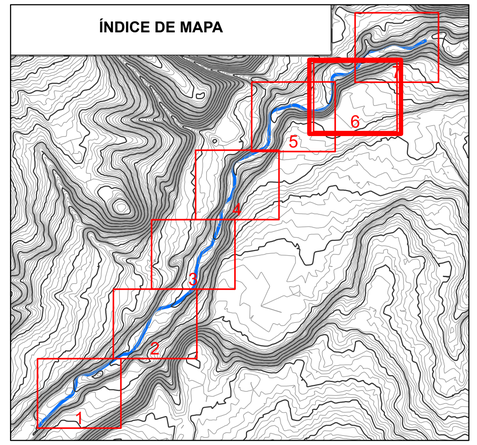
Secundarias cada 2 metros.

N W E S

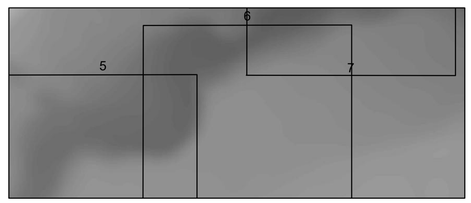
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 8



0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

Simbología

Eje de río Ambato

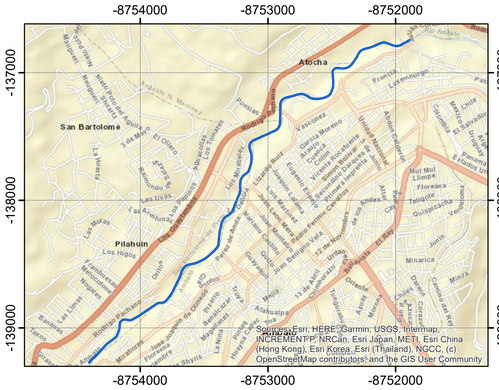
Curvas de Nivel

Intervalo

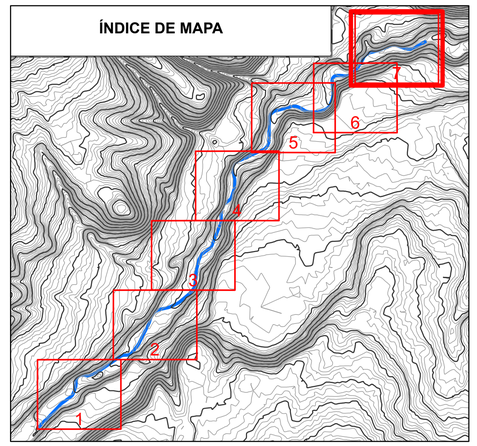
Primarias cada 10 metros.

Secundarias cada 2 metros.

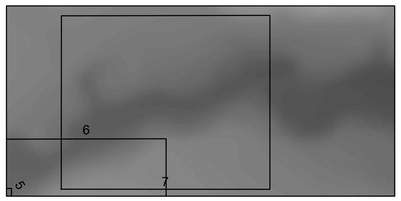
UBICACIÓN GENERAL



ÍNDICE DE MAPA



MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Topografía de la zona de estudio		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 9

762400 762500 762600 762700 762800 762900

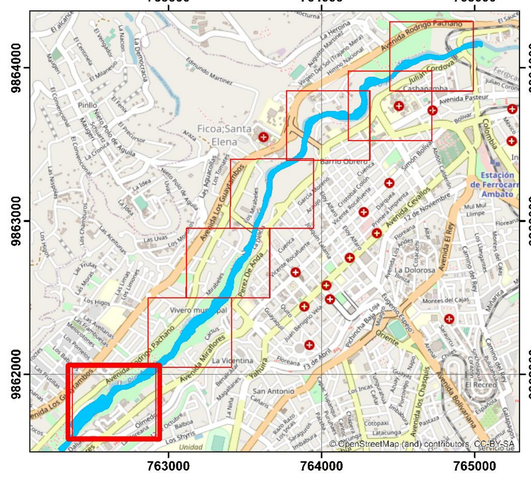
9862000 9861900 9861800 9861700 9861600

CS 4760 CS 4740 CS 4720 CS 4700 CS 4680 CS 4660 CS 4640 CS 4620 CS 4600 CS 4580 CS 4560 CS 4540 CS 4520 CS 4500 CS 4480 CS 4460 CS 4440 CS 4420 CS 4400 CS 4380 CS 4360 CS 4340 CS 4320 CS 4300 CS 4280 CS 4260 CS 4240 CS 4220 CS 4200 CS 4180 CS 4160 CS 4140 CS 4120 CS 4100 CS 4080 CS 4060 CS 4040 CS 4020 CS 4000 CS 3980

2540 2550 2560 2570 2580 2590 2600 2610 2620 2630 2640

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMAGENES DEL SECTOR







N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 10

762900 763000 763100 763200 763300 763400

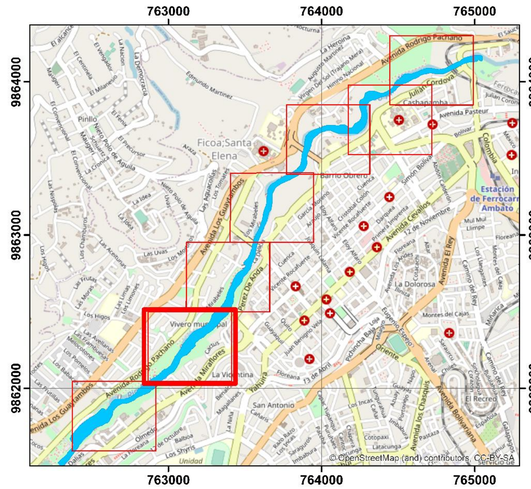
9862500 9862400 9862300 9862200 9862100

CS 5480 CS 5460 CS 5440 CS 5420 CS 5400 CS 5380 CS 5360 CS 5340 CS 5320 CS 5300 CS 5280 CS 5260 CS 5240 CS 5220 CS 5200 CS 5180 CS 5160 CS 5140 CS 5120 CS 5100 CS 5080 CS 5060 CS 5040 CS 5020 CS 5000 CS 4980 CS 4960 CS 4940 CS 4920 CS 4900 CS 4880 CS 4860 CS 4840 CS 4820 CS 4800 CS 4780 CS 4760 CS 4740 CS 4720 CS 4700 CS 4680

2580 2570 2560 2550 2540 2530 2560 2570 2580 2590 2600 2610 2620 2630 2640 2560

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMAGENES DEL SECTOR







N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		**FUENTE:** DEM Gobierno Provincial de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 11

763100 763200 763300 763400 763500 763600

9862900 9862800 9862700 9862600 9862500

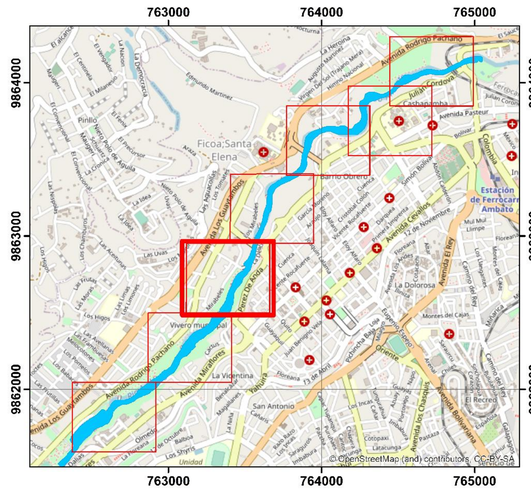
2610 2600 2590 2580 2570 2560 2550 2540 2530 2520 2530 2540 2550 2560 2570

CS 6000 CS 5980 CS 5960 CS 5940 CS 5920 CS 5900 CS 5880 CS 5860 CS 5840 CS 5820 CS 5800 CS 5780 CS 5760 CS 5740 CS 5720 CS 5700 CS 5680 CS 5660 CS 5640 CS 5620 CS 5600 CS 5580 CS 5560 CS 5540 CS 5520 CS 5500 CS 5480 CS 5460 CS 5440 CS 5420 CS 5400 CS 5380 CS 5360 CS 5340 CS 5320

763100 763200 763300 763400 763500 763600

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMAGENES DEL SECTOR







N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 12

763400 763500 763600 763700 763800 763900

9863400 9863300 9863200 9863100 9863000

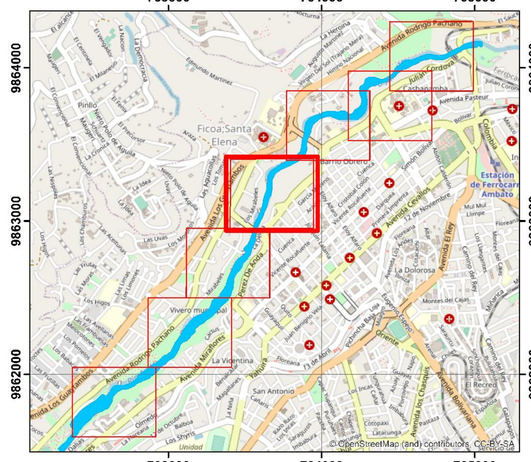
2560 2550 2540 2530 2520 2510

CS 6640 CS 6620 CS 6600 CS 6580 CS 6560 CS 6540 CS 6520 CS 6500 CS 6480 CS 6460 CS 6440 CS 6420 CS 6400 CS 6380 CS 6360 CS 6340 CS 6320 CS 6300 CS 6280 CS 6260 CS 6240 CS 6220 CS 6200 CS 6180 CS 6160 CS 6140 CS 6120 CS 6100 CS 6080 CS 6060 CS 6040 CS 6020 CS 6000 CS 5980 CS 5960 CS 5940 CS 5920 CS 5900

763400 763500 763600 763700 763800 763900

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN


763000
764000
765000
9864000
9863000
9862000
Ficoa; Santa Elena
Barrio Obrero
La Dolorosa
La Vicentina
San Antonio
Estación de Ferrocarril Ambato
Avenida Rodrigo Pachano
Avenida Los Guaytambos
Avenida Los Chasquis
Avenida Los Guaytambos
Avenida Cevallos
Avenida Miraflores
Avenida Los Guaytambos
Avenida Los Guaytambos
Avenida Los Guaytambos

763800 763900 764000 764100 764200 764300

9863800 9863700 9863600 9863500 9863400

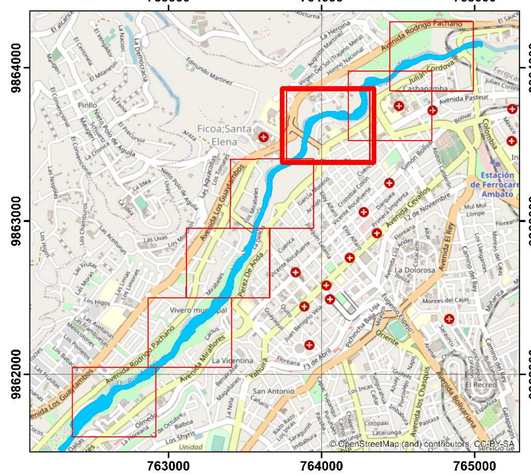
2530 2540 2530 2520 2510 2500 2510 2520 2530 2540 2490

CS 7420 CS 7400 CS 7380 CS 7360 CS 7340 CS 7320 CS 7300 CS 7280 CS 7260 CS 7240 CS 7220 CS 7200 CS 7180 CS 7160 CS 7140 CS 7120 CS 7100 CS 7080 CS 7060 CS 7040 CS 7020 CS 7000 CS 6980 CS 6960 CS 6940 CS 6920 CS 6900 CS 6880 CS 6860 CS 6840 CS 6820 CS 6800 CS 6780 CS 6760 CS 6740 CS 6720 CS 6700 CS 6680 CS 6660 CS 6640 CS 6620 CS 6600 CS 6580 CS 6560 CS 6540 CS 6520 CS 6500

763800 763900 764000 764100 764200 764300

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMÁGENES DEL SECTOR





N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 14

764200 764300 764400 764500 764600 764700

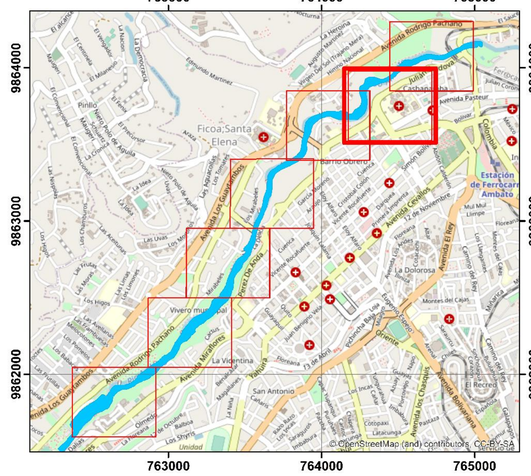
9863900 9863800 9863700 9863600

2520 2510 2500 2490 2480 2530 2540

CS 7100 CS 7120 CS 7140 CS 7160 CS 7180 CS 7200 CS 7220 CS 7240 CS 7260 CS 7280 CS 7300 CS 7320 CS 7340 CS 7360 CS 7380 CS 7400 CS 7420 CS 7440 CS 7460 CS 7480 CS 7500 CS 7520 CS 7540 CS 7560 CS 7580 CS 7600 CS 7620 CS 7640 CS 7660 CS 7680 CS 7700 CS 7720 CS 7740 CS 7760 CS 7780 CS 7800 CS 7820 CS 7840 CS 7860 CS 7880 CS 7900 CS 7920 CS 7980

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel
Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

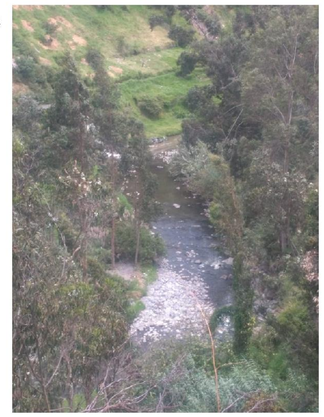
Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMÁGENES DEL SECTOR



N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE:		FUENTE:
Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS:	**DIBUJÓ:**	**TUTOR:**
2 metros	Aillón Torres Bryan	Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA:	**PROYECCIÓN:**	**Nº :**
1:1000	UTM - WGS84 - Zona 17S	15

764500 764600 764700 764800 764900 765000

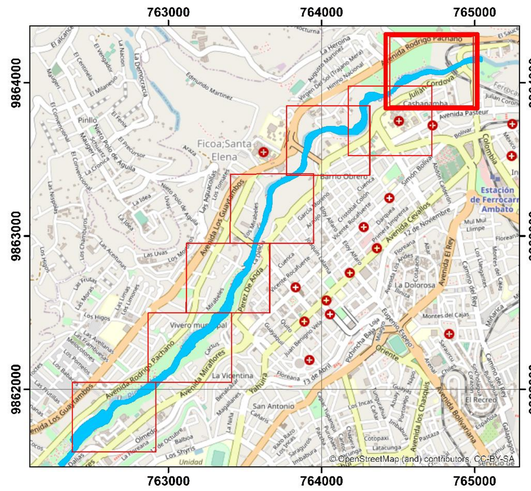
9864300 9864200 9864100 9864000 9863900

2520 2530 2510 2500 2490 2480 2470

CS 8300 CS 8280 CS 8260 CS 8240 CS 8220 CS 8200 CS 8180 CS 8160 CS 8140 CS 8120 CS 8100 CS 8080 CS 8060 CS 8040 CS 8020 CS 8000 CS 7980 CS 7960 CS 7940 CS 7920 CS 7900 CS 7880 CS 7860 CS 7840 CS 7820 CS 7800 CS 7780 CS 7760 CS 7740 CS 7720 CS 7700 CS 7680 CS 7660 CS 7640 CS 7620 CS 7600 CS 7580 CS 7560

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22 Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Curvas de Nivel
Intervalo

- Primarias cada 10 metros.
- Secundarias cada 2 metros.

Elevación

- 2705.437 - 2760.056
- 2674.145 - 2705.437
- 2647.974 - 2674.145
- 2625.785 - 2647.974
- 2606.441 - 2625.785
- 2581.976 - 2606.441
- 2557.512 - 2581.976
- 2529.064 - 2557.512
- 2510.026 - 2529.064
- 2300 - 2510.026

Sección Transversal

- Sección Transversal

IMÁGENES DEL SECTOR





N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Superficie de la zona de estudio Km 4+00 a 8+00		**FUENTE:** DEM Gobierno Provinical de Tungurahua
INTERVALO DE CURVAS: 2 metros	**DIBUJÓ:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 16

762400 762500 762600 762700 762800 762900

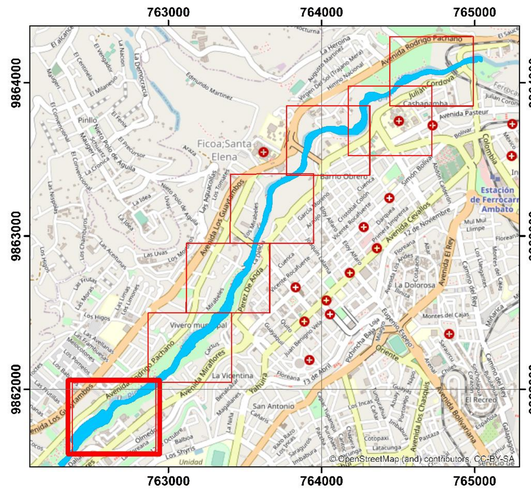
9862000 9861900 9861800 9861700 9861600

CS 4760 CS 4740 CS 4720 CS 4700 CS 4680 CS 4660 CS 4640 CS 4620 CS 4600 CS 4580 CS 4560 CS 4540 CS 4520 CS 4500 CS 4480 CS 4460 CS 4440 CS 4420 CS 4400 CS 4380 CS 4360 CS 4340 CS 4320 CS 4300 CS 4280 CS 4260 CS 4240 CS 4220 CS 4200 CS 4180 CS 4160 CS 4140 CS 4120 CS 4100 CS 4080 CS 4060 CS 4040 CS 4020 CS 4000 CS 3980

762400 762500 762600 762700 762800 762900

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

IMÁGENES DEL SECTOR





Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE:		FUENTE:
Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00		HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0241 m/m	**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000 / **CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 17

762900 763000 763100 763200 763300 763400

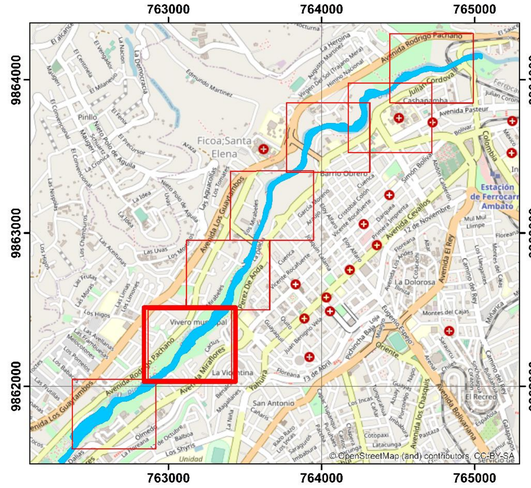
9862500 9862400 9862300 9862200 9862100

CS 5460 CS 5440 CS 5420 CS 5400 CS 5380 CS 5360 CS 5340 CS 5320 CS 5300 CS 5280 CS 5260 CS 5240 CS 5220 CS 5200 CS 5180 CS 5160 CS 5140 CS 5120 CS 5100 CS 5080 CS 5060 CS 5040 CS 5020 CS 5000 CS 4980 CS 4960 CS 4940 CS 4920 CS 4900 CS 4880 CS 4860 CS 4840 CS 4820 CS 4800 CS 4780 CS 4760 CS 4740 CS 4720 CS 4700 CS 4680

762900 763000 763100 763200 763300 763400

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

IMÁGENES DEL SECTOR





Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00			**FUENTE:** HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0176 m/m		**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 18

763100 763200 763300 763400 763500 763600

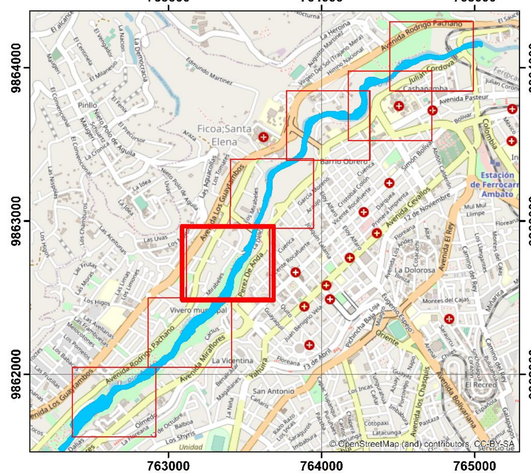
9862900 9862800 9862700 9862600 9862500

CS 6000 CS 5980 CS 5960 CS 5940 CS 5920 CS 5900 CS 5880 CS 5860 CS 5840 CS 5820 CS 5800 CS 5780 CS 5760 CS 5740 CS 5720 CS 5700 CS 5680 CS 5660 CS 5640 CS 5620 CS 5600 CS 5580 CS 5560 CS 5540 CS 5520 CS 5500 CS 5480 CS 5460 CS 5440 CS 5420 CS 5400 CS 5380 CS 5360 CS 5340 CS 5320

763100 763200 763300 763400 763500 763600

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

IMÁGENES DEL SECTOR





N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00			**FUENTE:** HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0228 m/m		**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 19

763400 763500 763600 763700 763800 763900

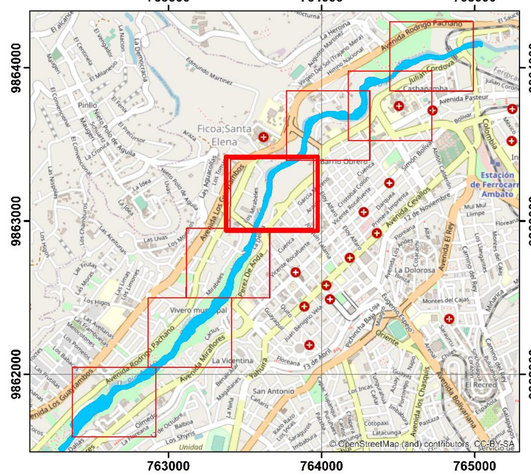
9863400 9863300 9863200 9863100 9863000

CS 6640 CS 6620 CS 6600 CS 6580 CS 6560 CS 6540 CS 6520 CS 6500 CS 6480 CS 6460 CS 6440 CS 6420 CS 6400 CS 6380 CS 6360 CS 6340 CS 6320 CS 6300 CS 6280 CS 6260 CS 6240 CS 6220 CS 6200 CS 6180 CS 6160 CS 6140 CS 6120 CS 6100 CS 6080 CS 6060 CS 6040 CS 6020 CS 6000 CS 5980 CS 5960 CS 5940 CS 5920 CS 5900

763400 763500 763600 763700 763800 763900

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

IMÁGENES DEL SECTOR





Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE:		FUENTE:
Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00		HEC-RAS
PENDIENTE:	**CÁLCULO:**	**TUTOR:**
0.0188 m/m	Aillón Torres Bryan	Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: / **CAUDAL:**	**PROYECCIÓN:**	**Nº :**
1:1000 / 115.78 m3/s	UTM - WGS84 - Zona 17S	20

763800 763900 764000 764100 764200 764300

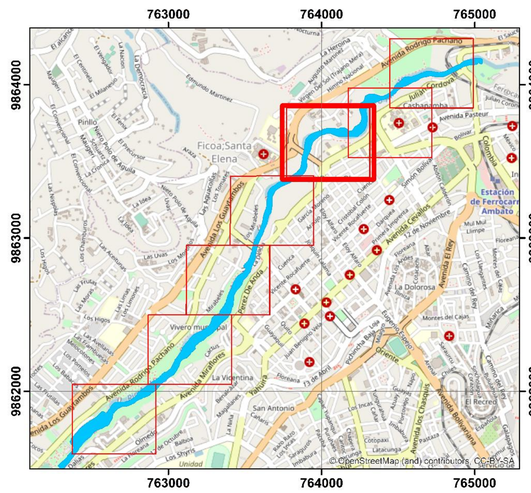
9863800 9863700 9863600 9863500 9863400

CS 7440 CS 7420 CS 7400 CS 7380 CS 7360 CS 7340 CS 7320 CS 7300 CS 7280 CS 7260 CS 7240 CS 7220 CS 7200 CS 7180 CS 7160 CS 7140 CS 7120 CS 7100 CS 7080 CS 7060 CS 7040 CS 7020 CS 7000 CS 6980 CS 6960 CS 6940 CS 6920 CS 6900 CS 6880 CS 6860 CS 6840 CS 6820 CS 6800 CS 6780 CS 6760 CS 6740 CS 6720 CS 6700 CS 6680 CS 6660 CS 6640 CS 6620 CS 6600 CS 6580 CS 6560 CS 6540 CS 6520 CS 6500

763800 763900 764000 764100 764200 764300

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

IMÁGENES DEL SECTOR





Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00			**FUENTE:** HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0227 m/m		**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 21

764200 764300 764400 764500 764600 764700

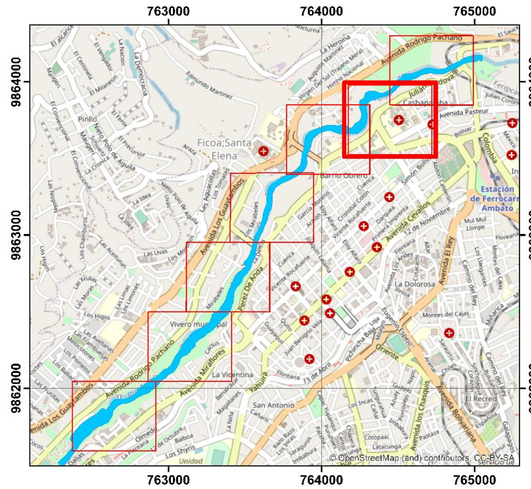
9863900 9863800 9863700 9863600

CS 7980 CS 7920 CS 7900 CS 7880 CS 7860 CS 7840 CS 7820 CS 7800 CS 7780 CS 7760 CS 7740 CS 7720 CS 7700 CS 7680 CS 7660 CS 7640 CS 7620 CS 7600 CS 7580 CS 7560 CS 7540 CS 7520 CS 7500 CS 7480 CS 7460 CS 7440 CS 7420 CS 7400 CS 7380 CS 7360 CS 7340 CS 7320 CS 7300 CS 7280 CS 7260 CS 7240 CS 7220 CS 7200 CS 7180 CS 7160 CS 7140 CS 7120 CS 7100

764200 764300 764400 764500 764600 764700

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

IMÁGENES DEL SECTOR

N
W E
S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00			**FUENTE:** HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0174 m/m		**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 22

764500 764600 764700 764800 764900 765000

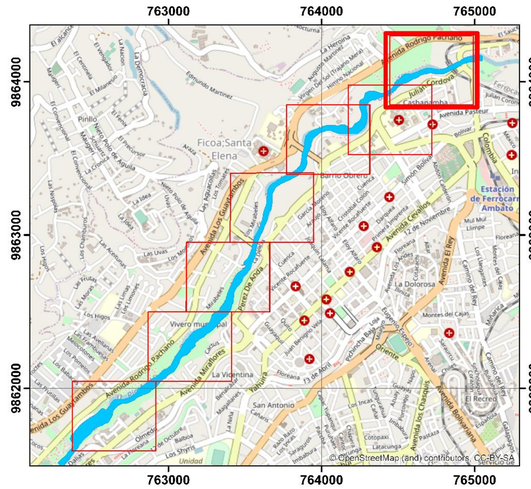
9864300 9864200 9864100 9864000 9863900

CS 8300 CS 8280 CS 8260 CS 8240 CS 8220 CS 8200 CS 8180 CS 8160 CS 8140 CS 8120 CS 8100 CS 8080 CS 8060 CS 8040 CS 8020 CS 8000 CS 7980 CS 7960 CS 7940 CS 7920 CS 7900 CS 7880 CS 7860 CS 7840 CS 7820 CS 7800 CS 7780 CS 7760 CS 7740 CS 7720 CS 7700 CS 7680 CS 7660 CS 7640 CS 7620 CS 7600 CS 7580 CS 7560

764500 764600 764700 764800 764900 765000

0 0.0275 0.055 0.11 0.165 0.22
Kilometers

UBICACIÓN



Sistema de Coordenadas: WGS_1984_UTM_Zone_17S
Proyección:Transverse_Mercator
Datum: WGS 84
False_Easting: 500000.000000
False_Northing: 10000000.000000
Central_Meridian: -81.000000
Scale_Factor: 0.999600
Latitude_Of_Origin: 0.000000
Unidades: metros

LEYENDA

- Eje de río Ambato
- Secciones Principales
- Secciones Interpoladas
- Bancos de inundación
- Estaciones Convencionales
- Estaciones Automáticas

Velocidades

- 8.982 - 10.104
- 7.859 - 8.982
- 6.736 - 7.859
- 5.614 - 6.736
- 4.491 - 5.614
- 3.368 - 4.491
- 2.245 - 3.368
- 1.123 - 2.245
- 0 - 1.123

Ortofoto ciudad de Ambato

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

IMÁGENES DEL SECTOR





N W E S

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

CONTIENE: Modelo de Inundación del río Ambato km 4+00 a 8+00			**FUENTE:** HEC-RAS
PENDIENTE: 0.0164 m/m		**CÁLCULO:** Aillón Torres Bryan	**TUTOR:** Ing. Mg. Lenin Maldonado
ESCALA: 1:1000	**CAUDAL:** 115.78 m3/s	**PROYECCIÓN:** UTM - WGS84 - Zona 17S	**Nº :** 23

ANEXO D

MANUAL DE MODELAMIENTO HIDRAÚLICO

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL

MANUAL DE MODELACIÓN DE FLUJOS CON HEC-RAS



Ambato-Ecuador 2020

PROCEDIMIENTO

Abrir el programa HEC-RAS 5.0.7

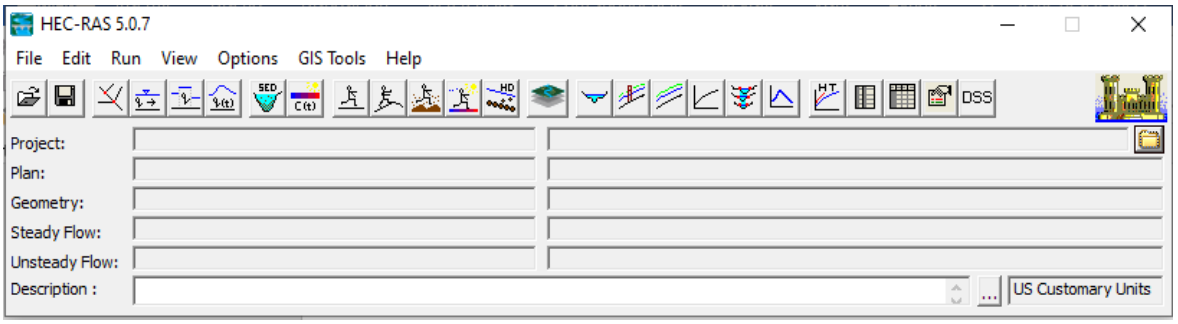


Figura Nº1. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

INGRESO DE DATOS

En el Menú principal seleccionar File y New Project.

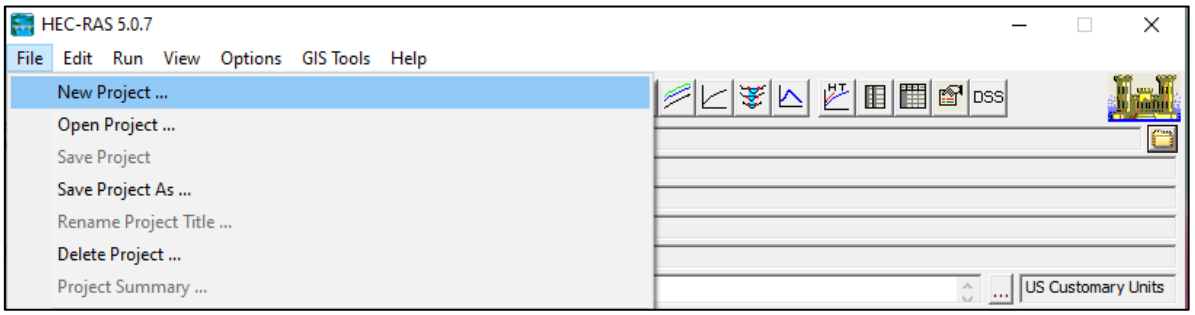


Figura Nº2. Barra de opciones de la opción File
Fuente: HEC-RAS

Colocar un nombre al archivo y guardarlo en una carpeta. Clic en Ok.

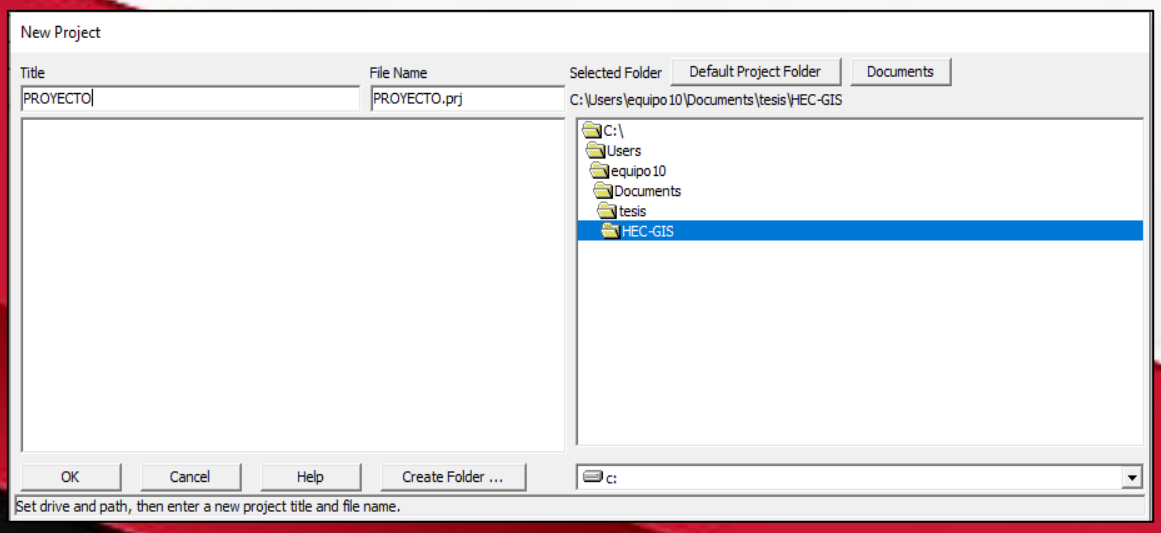


Figura Nº3. Ventana de nuevo proyecto
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar la opción aceptar.

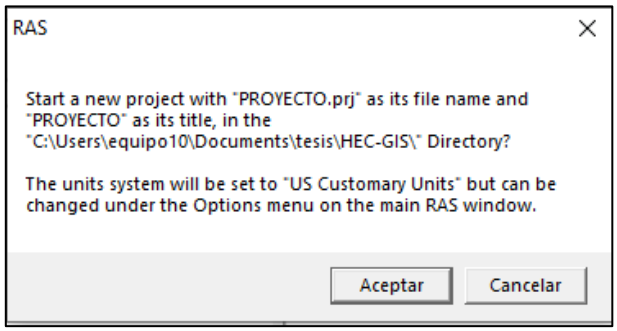


Figura Nº4. Ventana de RAS
Fuente: HEC-RAS

GEOMETRÍA

Escoger el icono view/edit geometric data

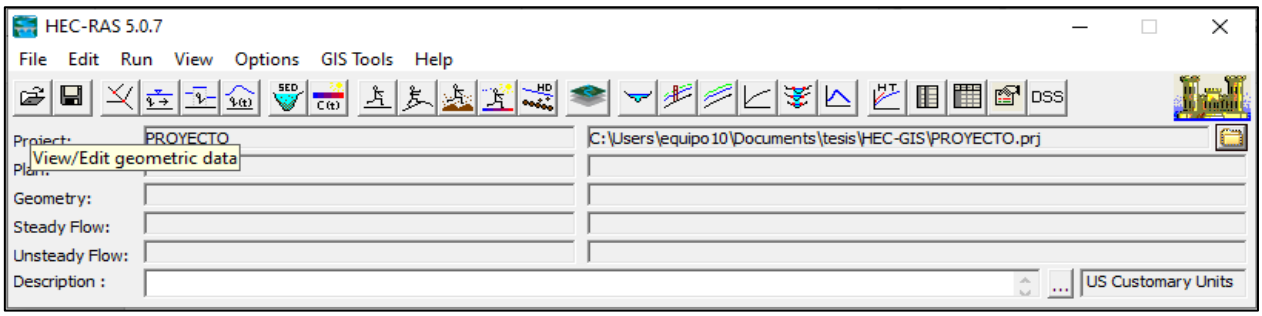


Figura Nº5. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Click en File-Import Geometry Data- GIS Format.

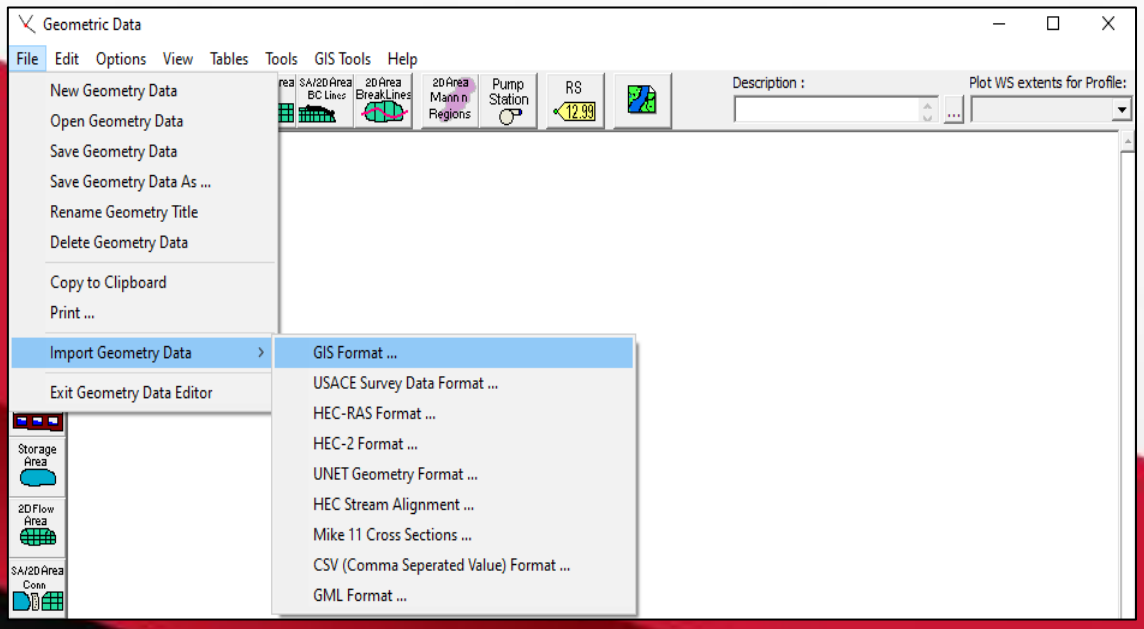


Figura Nº6. Barra de opciones de los datos de geometría.
Fuente: HEC-RAS

Escoger el archivo en formato .sdf. Clic en Ok.

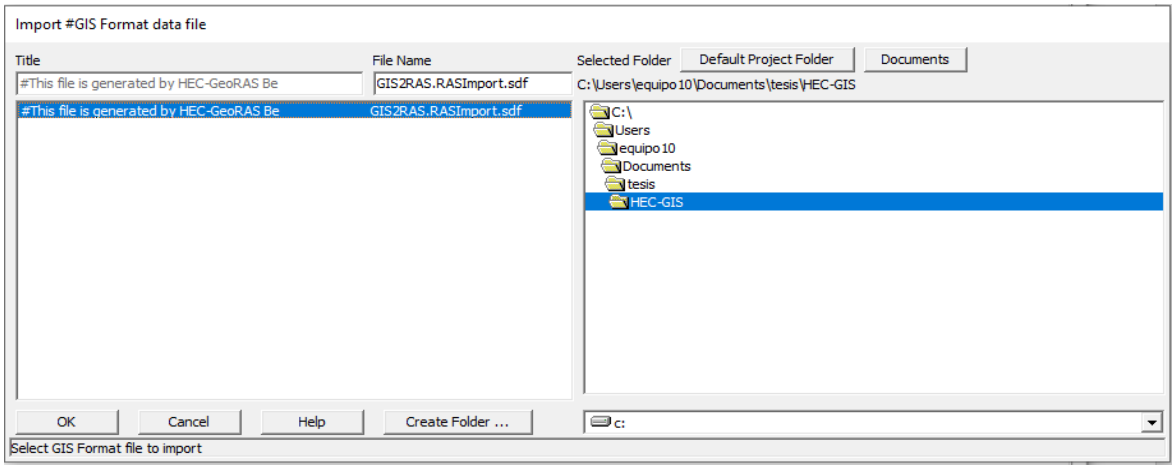


Figura Nº7. Ventana de inicio del programa del HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Clic en el sistema de unidades en el que se va a trabajar en el proyecto, en este caso escoger el SI (metric) Units. Seleccionar Next.

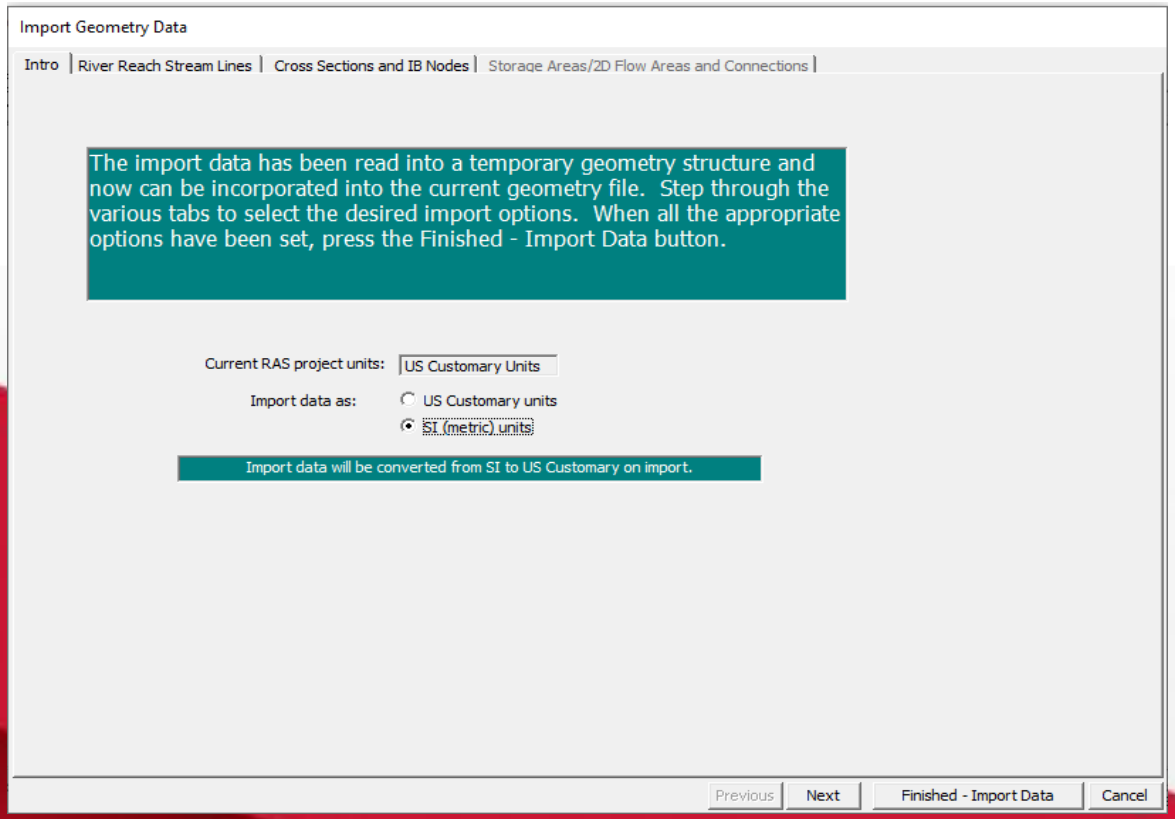


Figura Nº8. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción Next.

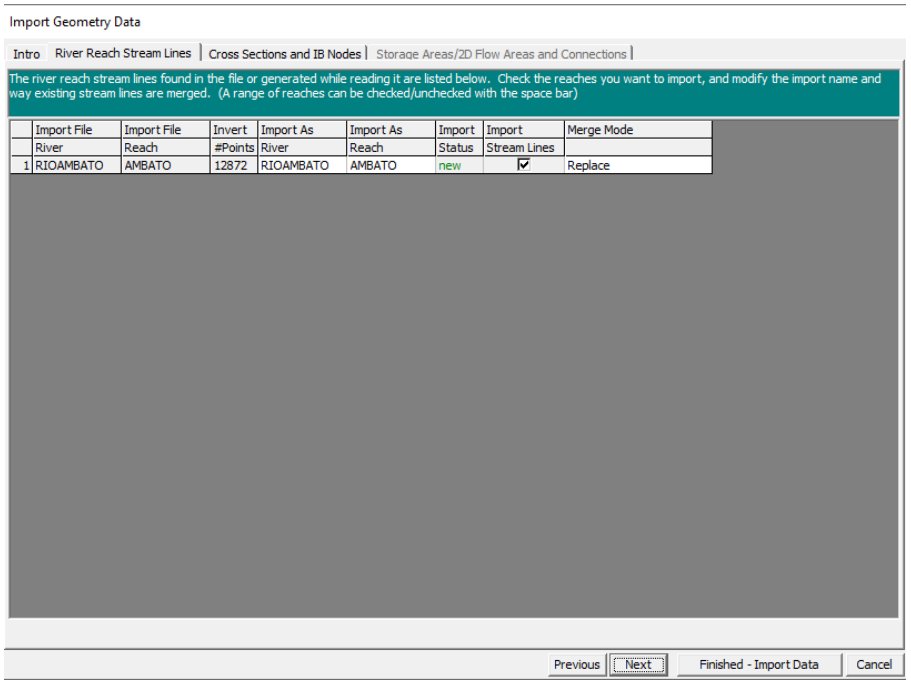


Figura Nº9. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar la opción Finished-Import Data.

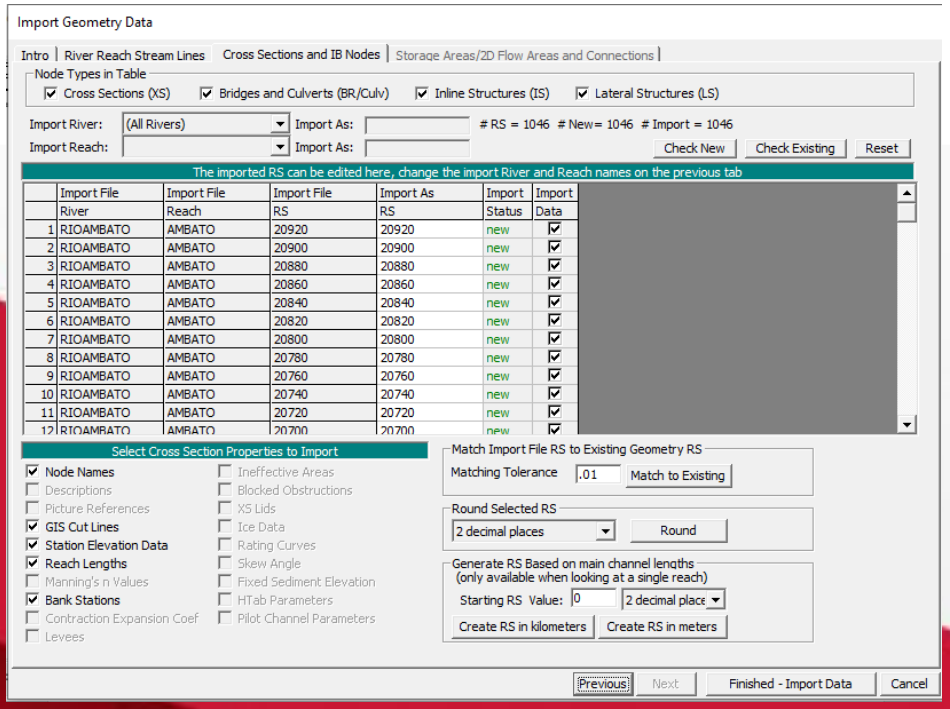


Figura Nº 10. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Se observa la geometría del Rio Ambato.

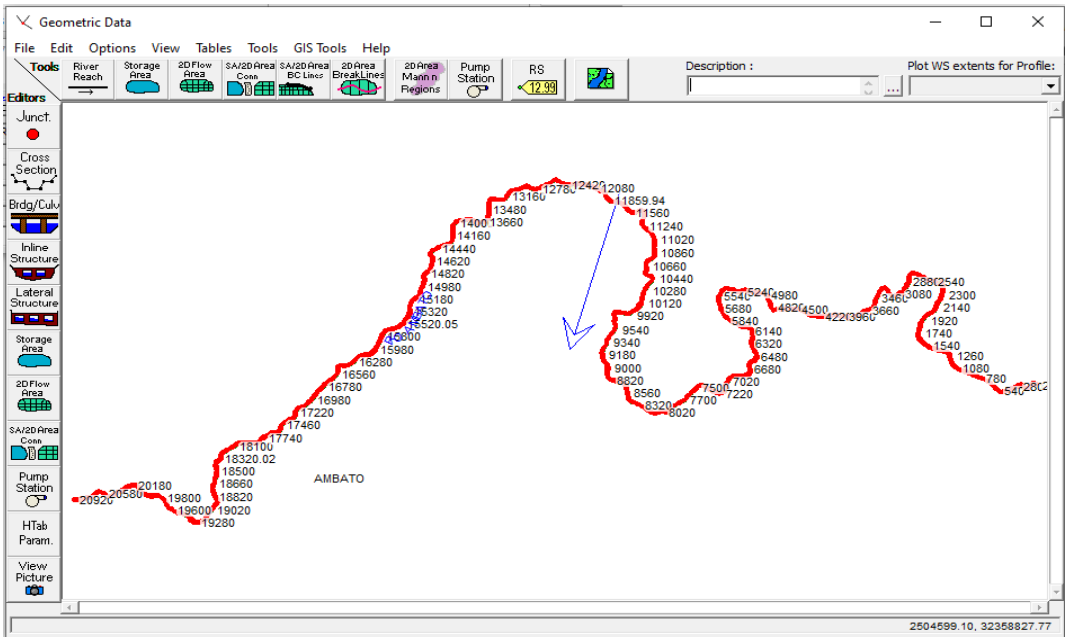


Figura Nº11.Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

DIRECCION DEL FLUJO

Para cambiar la dirección del flujo, seleccionar GIS Tools- Reach Invert Lines Table.

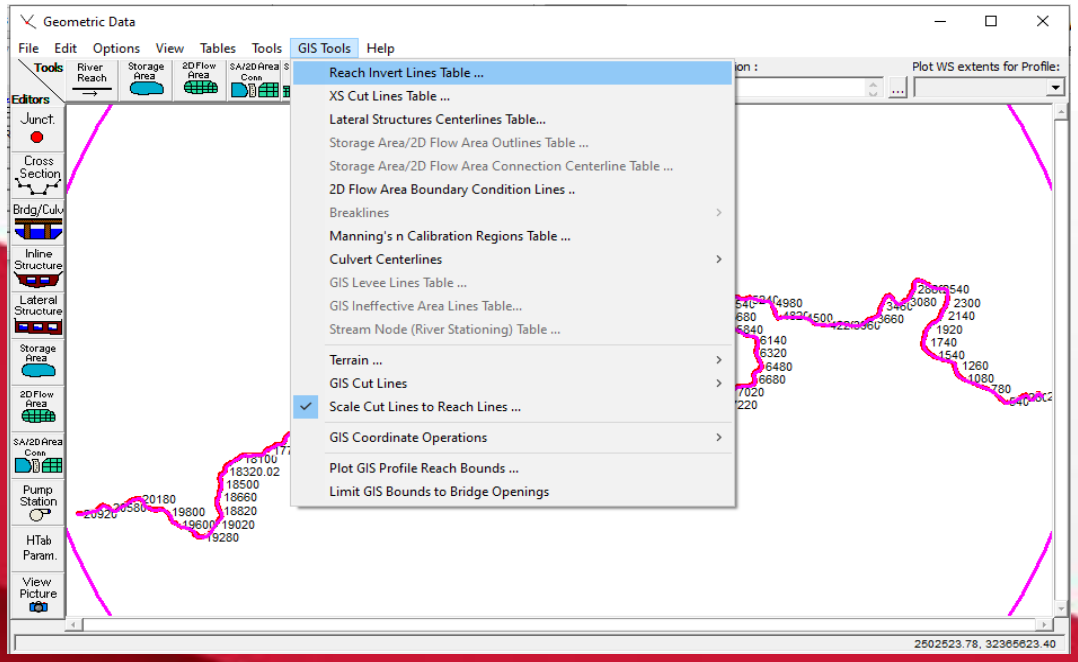


Figura Nº12. Opciones de Gis Tools en datos de geometría.
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción Reverse Order.

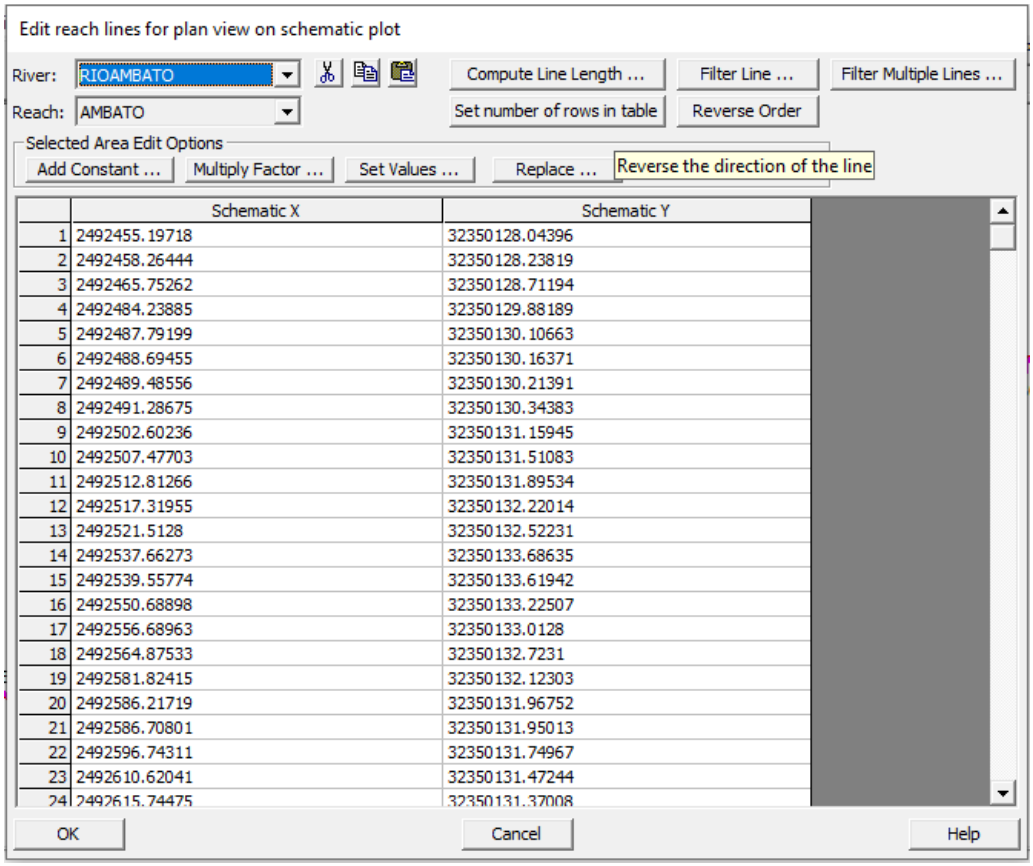


Figura Nº13. Ventana para invertir la dirección del río.
Fuente: HEC-RAS

Escoger la opción **Sí.**

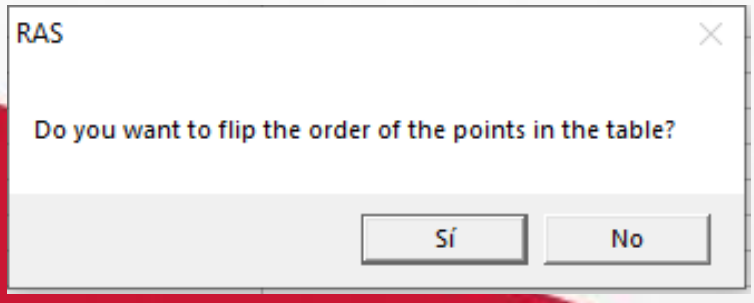
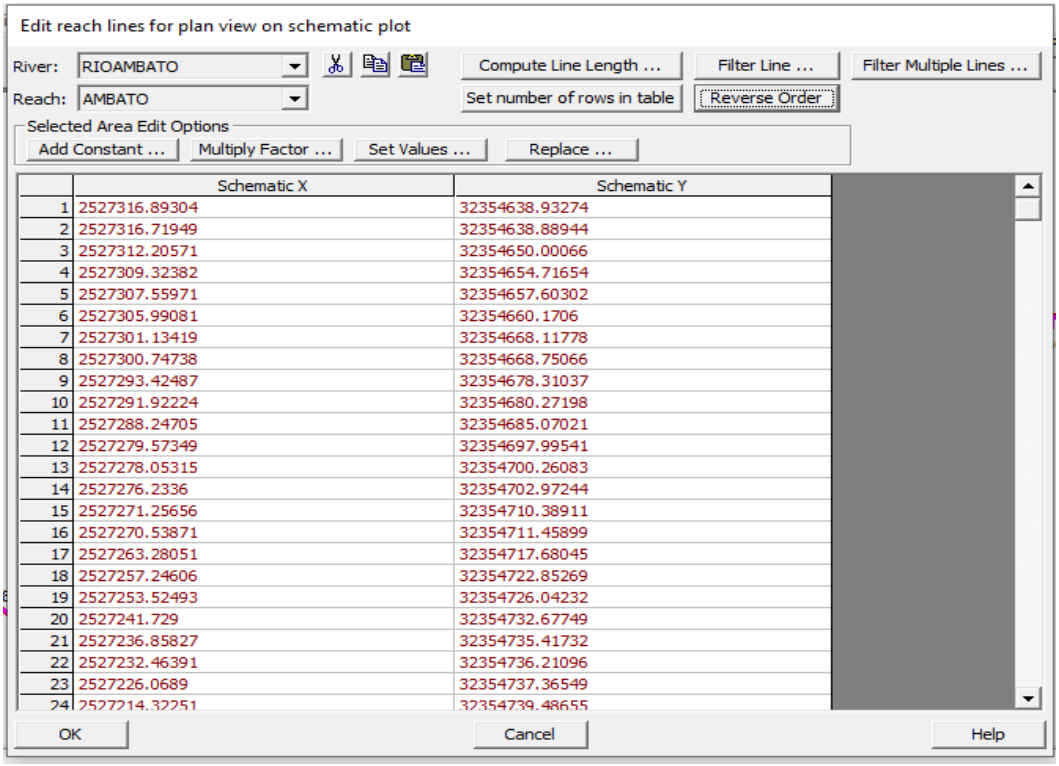


Figura Nº14. Ventana de la opción RAS
Fuente: HEC-RAS

Se observa en la siguiente tabla las abscisas invertidas a lo largo del Rio Ambato.



	Schematic X	Schematic Y
1	2527316.89304	32354638.93274
2	2527316.71949	32354638.88944
3	2527312.20571	32354650.00066
4	2527309.32382	32354654.71654
5	2527307.55971	32354657.60302
6	2527305.99081	32354660.1706
7	2527301.13419	32354668.11778
8	2527300.74738	32354668.75066
9	2527293.42487	32354678.31037
10	2527291.92224	32354680.27198
11	2527288.24705	32354685.07021
12	2527279.57349	32354697.99541
13	2527278.05315	32354700.26083
14	2527276.2336	32354702.97244
15	2527271.25656	32354710.38911
16	2527270.53871	32354711.45899
17	2527263.28051	32354717.68045
18	2527257.24606	32354722.85269
19	2527253.52493	32354726.04232
20	2527241.729	32354732.67749
21	2527236.85827	32354735.41732
22	2527232.46391	32354736.21096
23	2527226.0689	32354737.36549
24	2527214.32251	32354739.48655

Figura Nº15. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Se observa en el grafico que el flujo del Rio cambio, por lo tanto, se evidencia que las abscisas están invertidas en el Río Ambato.

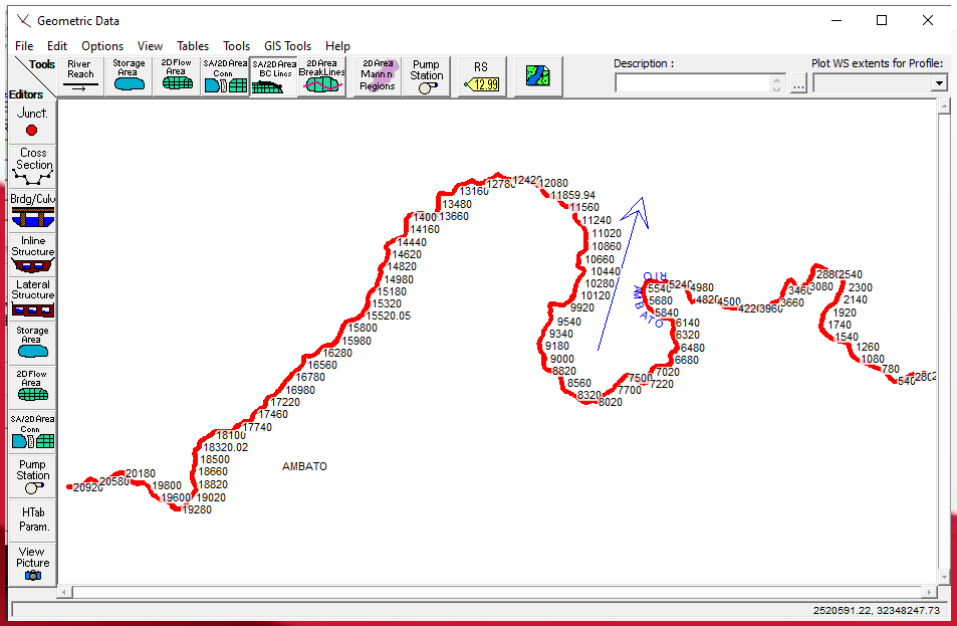


Figura Nº16. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

SECCIONES TRANSVERSALES

En Geometry Data escoger el icono Cross Section**.**

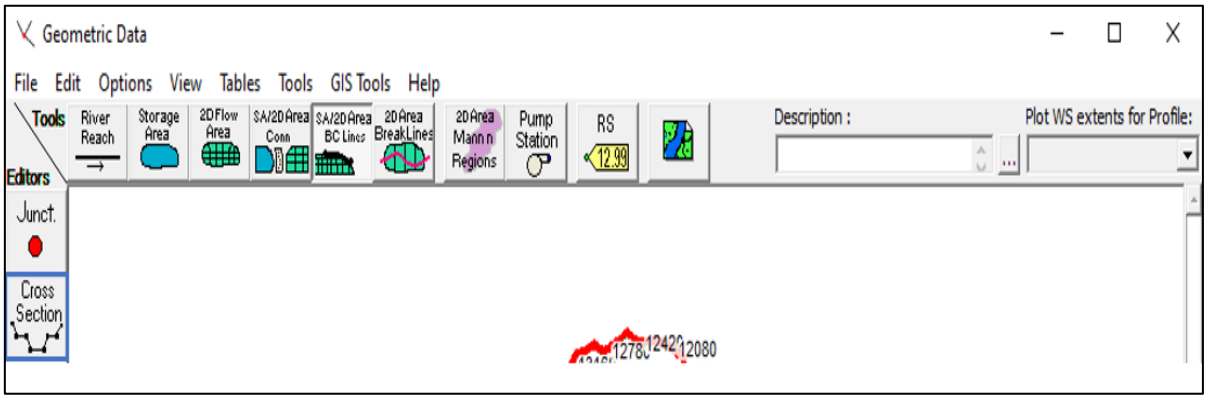


Figura Nº17. Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Se despliega el siguiente cuadro, donde se ve la sección transversal, al lado izquierdo se observan las características como: los coeficientes de Manning, de contracción y expansión.

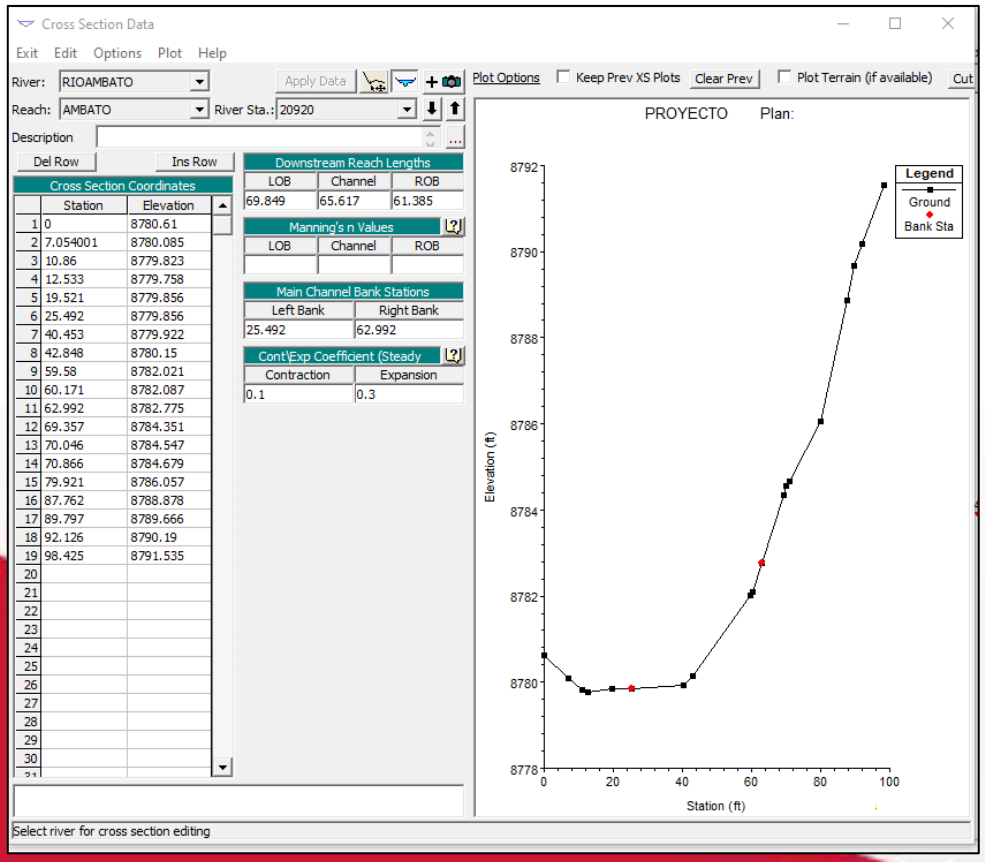


Figura Nº18. Ventana de la sección transversal del Río
Fuente: HEC-RAS

COLOCACIÓN DE DIQUES (LEVEES)

En el Menú de Geometric Data, en la barra de herramientas, clic en **Tools- Graphical Cross Section Edit.**

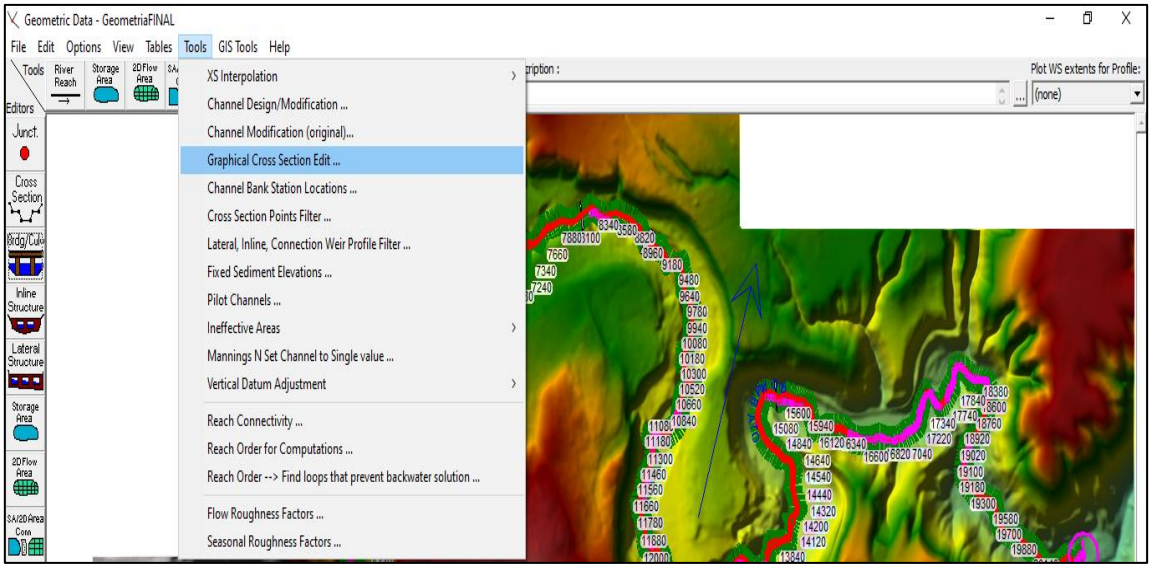


Figura Nº19. Lista de opciones de la opción Tools
Fuente: HEC-RAS

Se abre el siguiente cuadro en el que se editara la sección transversal del Rio.

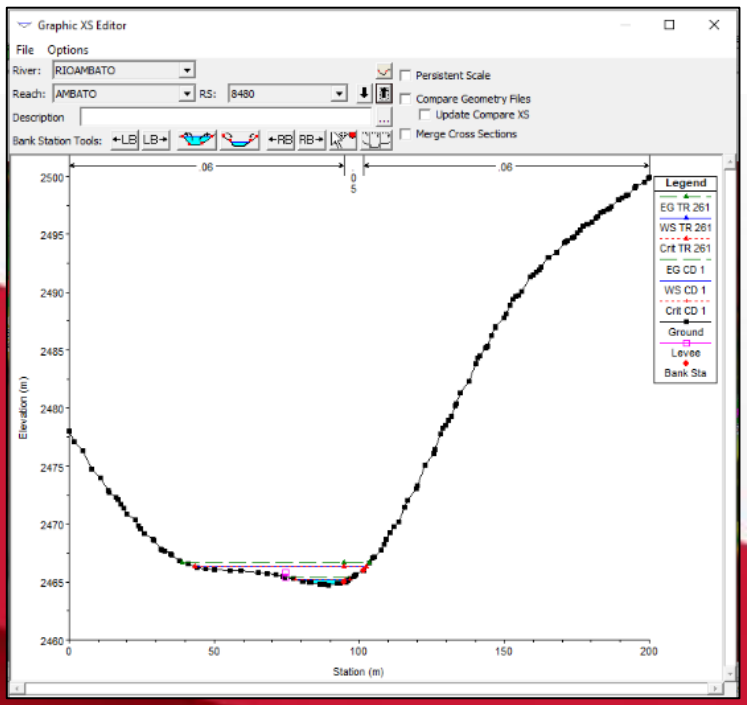


Figura Nº20. Ventana para visualizar la sección transversal
Fuente: HEC-RAS

Clic en **Options**, seleccionar **Add levees** y colocar en el punto de la sección que sea necesario.

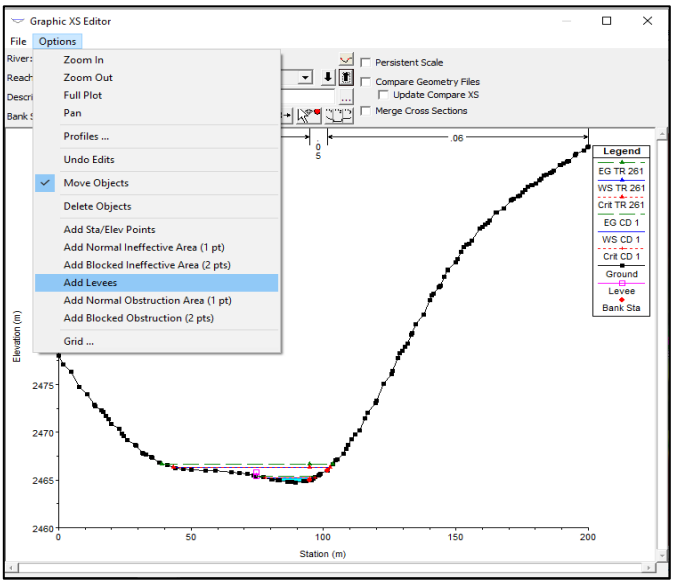


Figura Nº21. Ventana para agregar diques en la sección transversal
Fuente: HEC-RAS

Estos **diques (levees)** indican hasta que parte de la sección transversal del rio debe circular el flujo, evitando que se produzcan inundaciones en sectores que no sean necesarios.

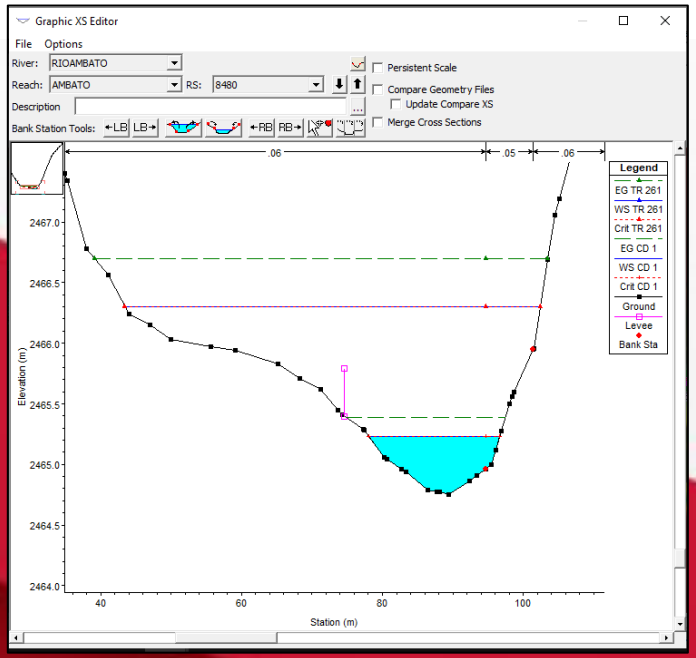


Figura Nº22. En la sección transversal se observa el dique
Fuente: HEC-RAS

INTERPOLACIÓN DE SECCIONES TRANSERSALES

Observar en el gráfico entre que secciones realizar la interpolación.

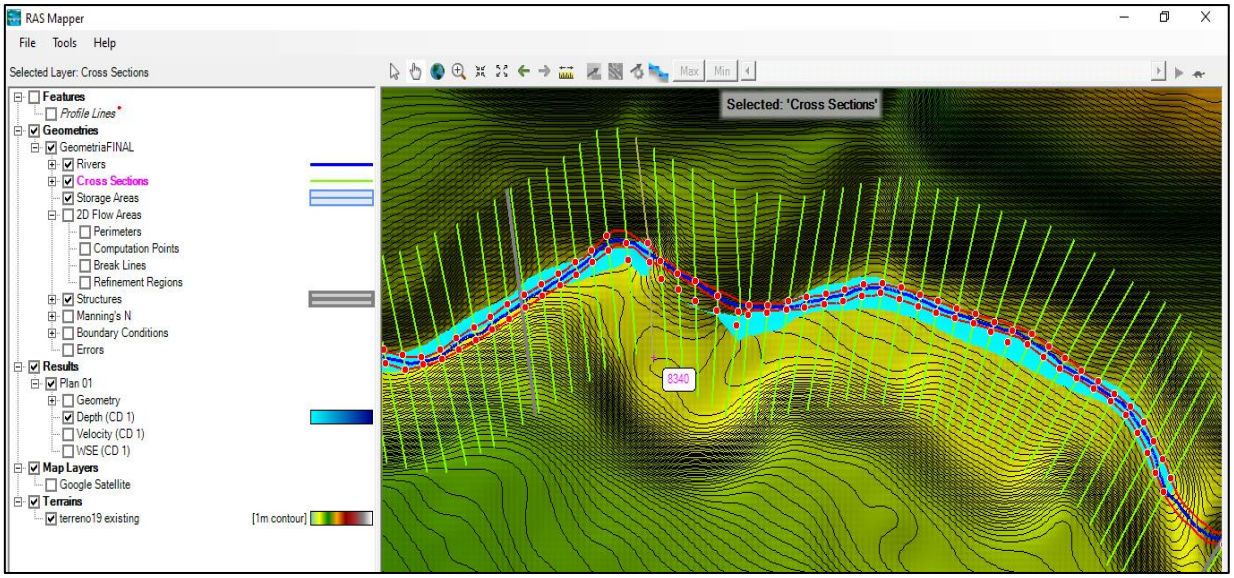


Figura Nº23. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

En el Menú **Geometric Data** en la barra de herramientas, clic en **Tools – XS Interpolation – Between 2 XS's**.

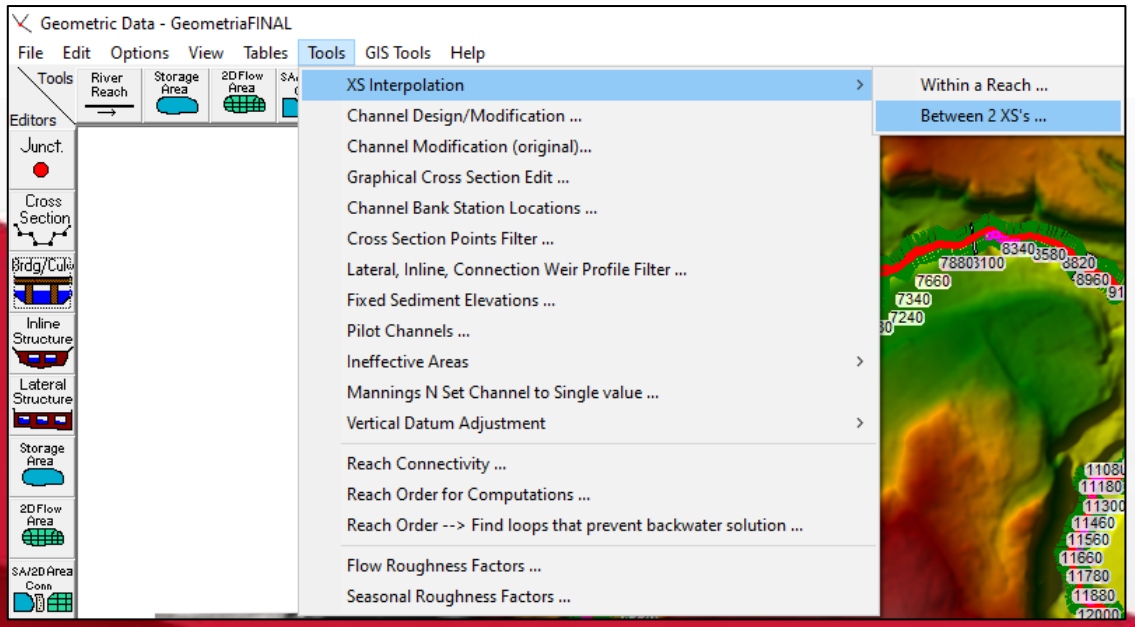


Figura Nº24. Lista de opciones de Tools
Fuente: HEC-RAS

Aparece el siguiente cuadro, en el cual se selecciona las secciones principales en las que se colocará la interpolación, en **Maximum Distance** indicar la separación entre las secciones.

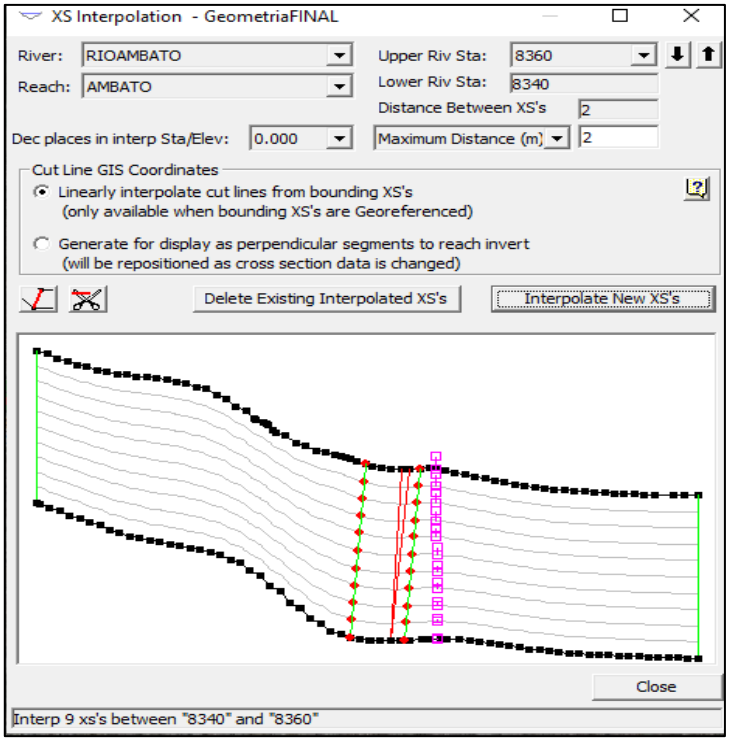


Figura Nº25. Ventana para interpolación de secciones
Fuente: HEC-RAS

En la venta de Geometric Data se observa la interpolación de las secciones transversales.

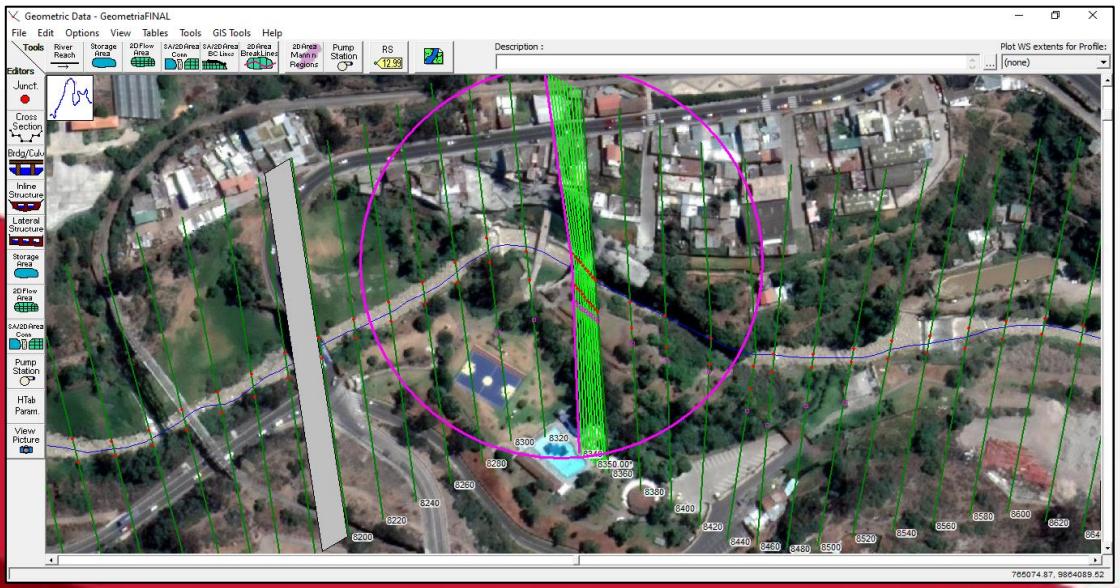


Figura Nº26. Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

COEFICIENTES DE MANNING (n)

Escoger las opciones Tables-Manning's n or k values

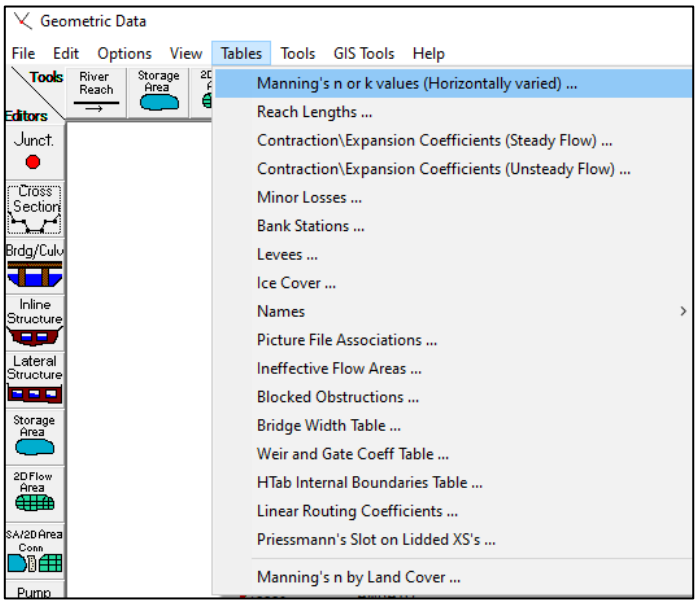


Figura N°27. Lista de opciones de tables.
Fuente: HEC-RAS

Clic en Set Values y agregar los valores del coeficiente de Manning (n) en base a la tabla N°1, la cual se basa en la topografía y las características de la zona. Se registran tres valores que corresponden a los bordes y al centro del río.

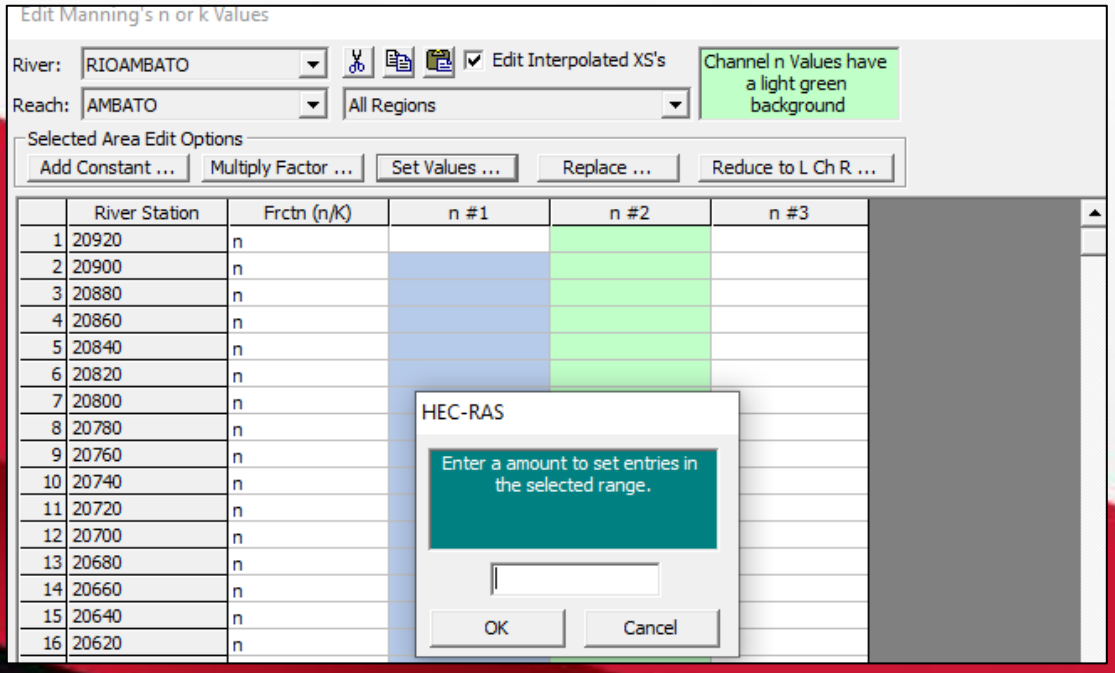
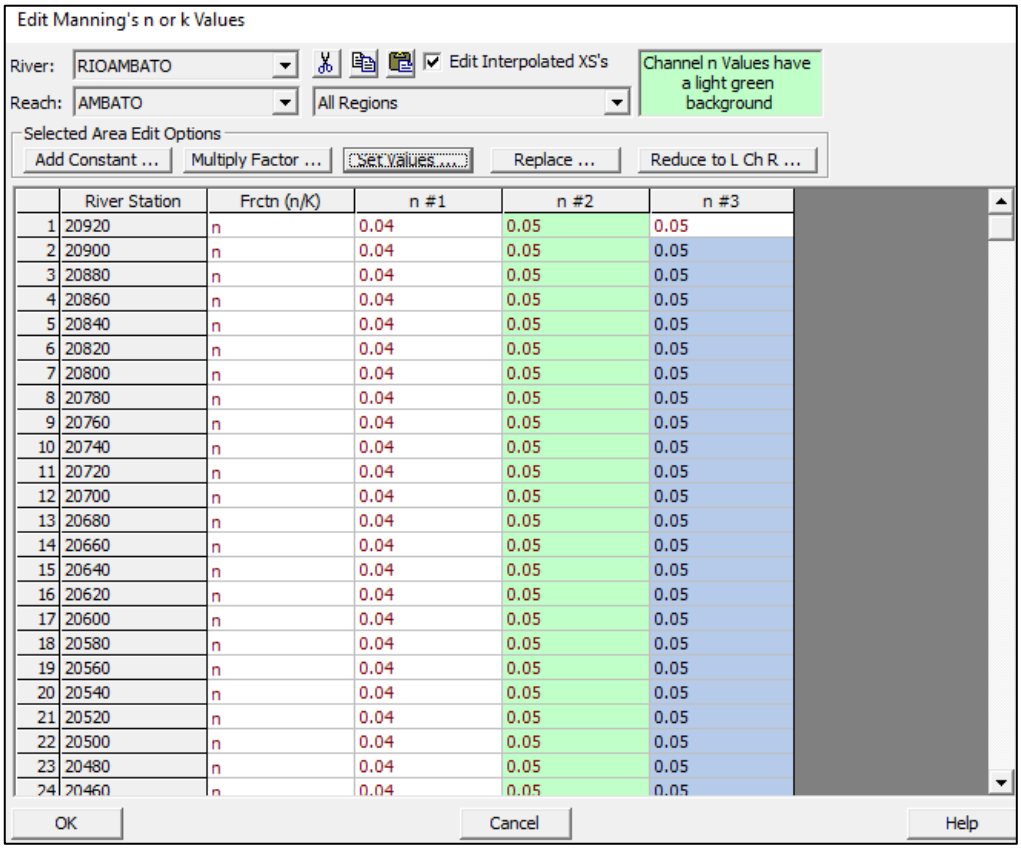


Figura N°28. Ventana para ingreso de los valores de Manning (n)
Fuente: HEC-RAS

Se observan los valores del coeficiente de Manning (n) en los bordes y en el centro del rio. Clic en Ok.



	River Station	Frctn (n/K)	n #1	n #2	n #3
1	20920	n	0.04	0.05	0.05
2	20900	n	0.04	0.05	0.05
3	20880	n	0.04	0.05	0.05
4	20860	n	0.04	0.05	0.05
5	20840	n	0.04	0.05	0.05
6	20820	n	0.04	0.05	0.05
7	20800	n	0.04	0.05	0.05
8	20780	n	0.04	0.05	0.05
9	20760	n	0.04	0.05	0.05
10	20740	n	0.04	0.05	0.05
11	20720	n	0.04	0.05	0.05
12	20700	n	0.04	0.05	0.05
13	20680	n	0.04	0.05	0.05
14	20660	n	0.04	0.05	0.05
15	20640	n	0.04	0.05	0.05
16	20620	n	0.04	0.05	0.05
17	20600	n	0.04	0.05	0.05
18	20580	n	0.04	0.05	0.05
19	20560	n	0.04	0.05	0.05
20	20540	n	0.04	0.05	0.05
21	20520	n	0.04	0.05	0.05
22	20500	n	0.04	0.05	0.05
23	20480	n	0.04	0.05	0.05
24	20460	n	0.04	0.05	0.05

Figura N°29. Valores de Manning en el eje y los bordes del río
Fuente: HEC-RAS

PERFIL

En el Menú principal escoger la opción View profiles.

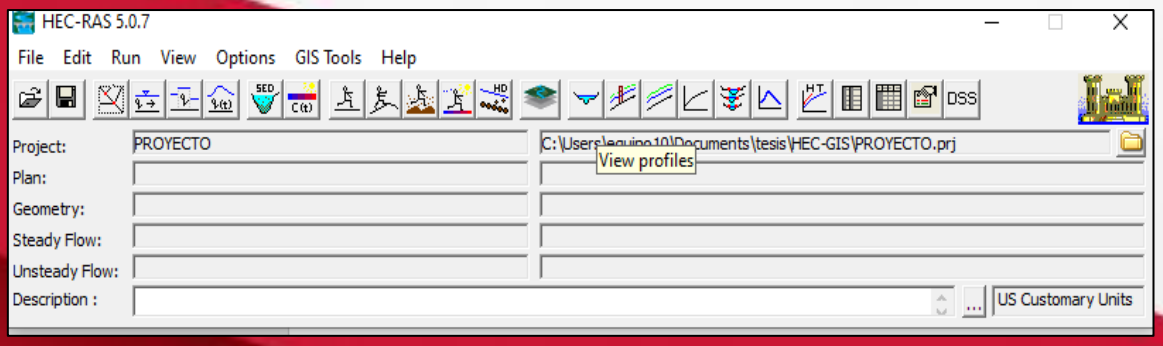


Figura N°30. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Se despliega el siguiente cuadro donde se observa el perfil en base al abscisado del río.

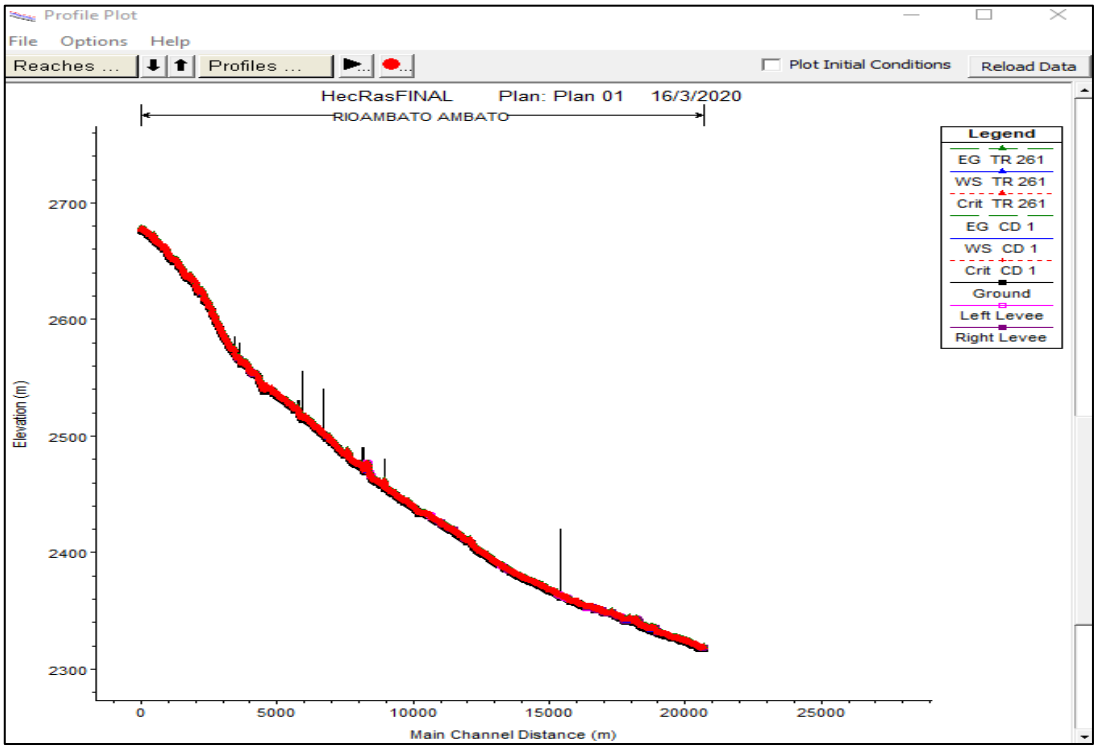


Figura Nº31. Ventana del Perfil del Río
Fuente: HEC-RAS

PENDIENTE

Realizar un zoom en el perfil medir la pendiente presionando el teclado **control.**

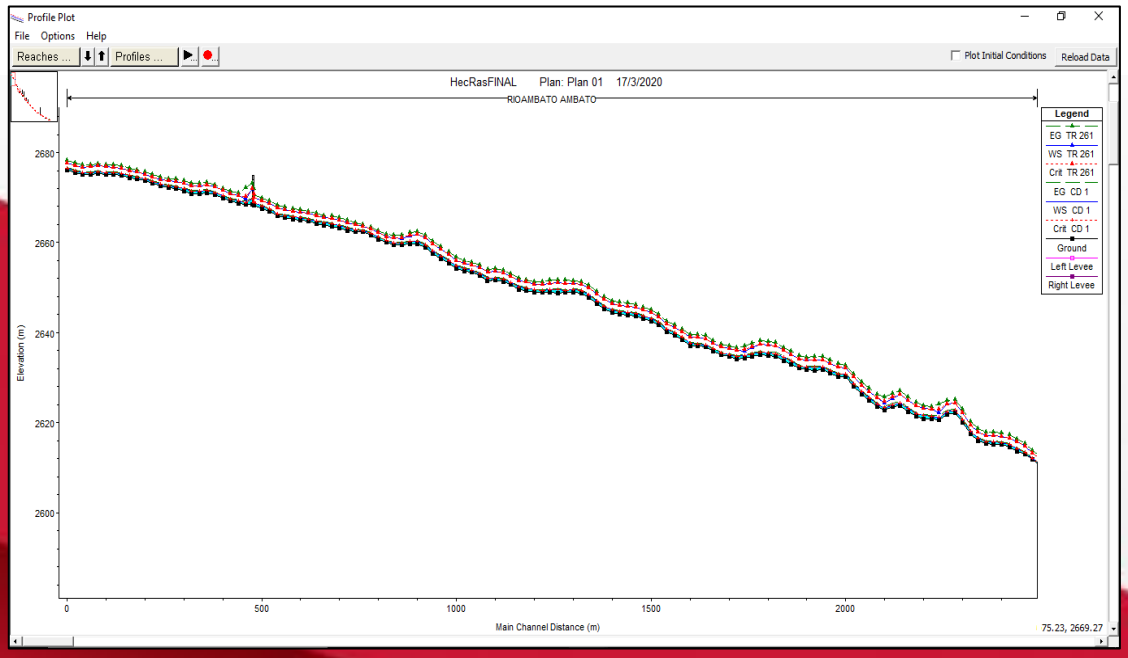


Figura Nº32. Ventana del Perfil del Río
Fuente: HEC-RAS

En la siguiente tabla se observa el valor de la pendiente.

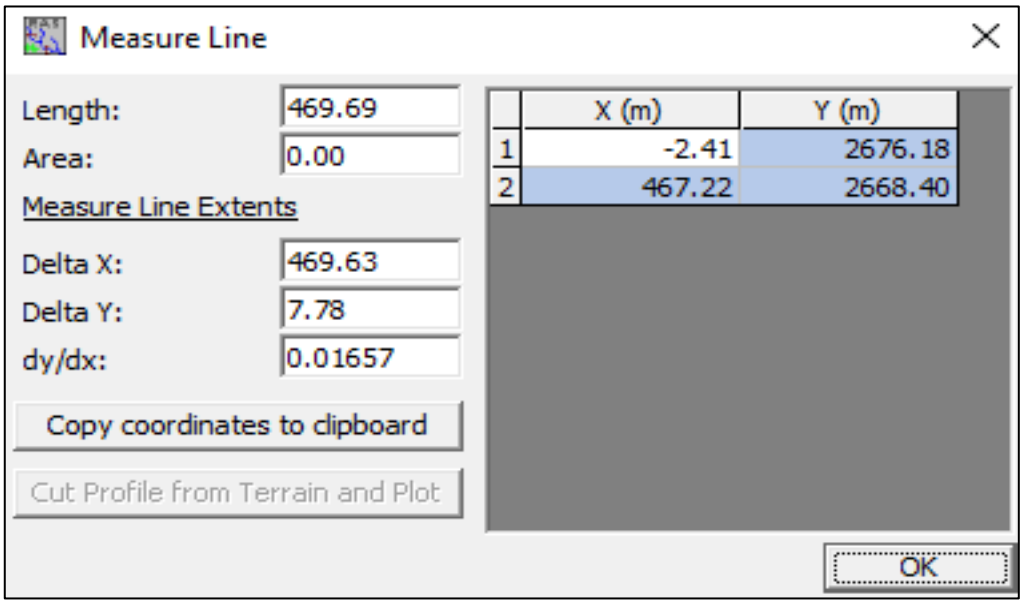


Figura Nº33. Ventana del valor de la pendiente
Fuente: HEC-RAS

RAS MAPPER

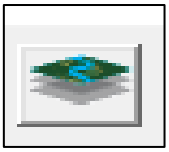


Figura Nº34. Icono de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

En el Menú principal clic en la herramienta Ras Mapper.



Figura Nº35. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Se despliega un cuadro en donde se observa el río con sus ejes, bordes y secciones.

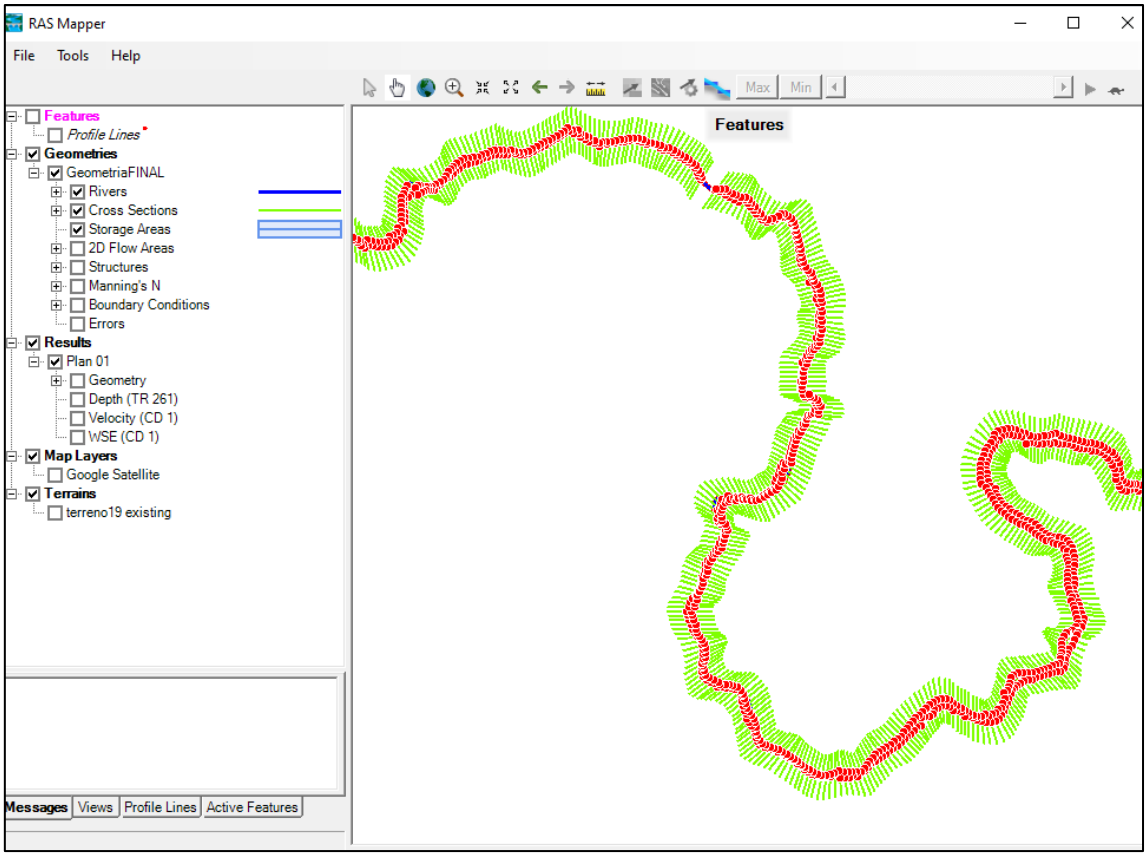


Figura Nº36. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

COORDENADAS UTM

Click en Tools - Set Projection for Project

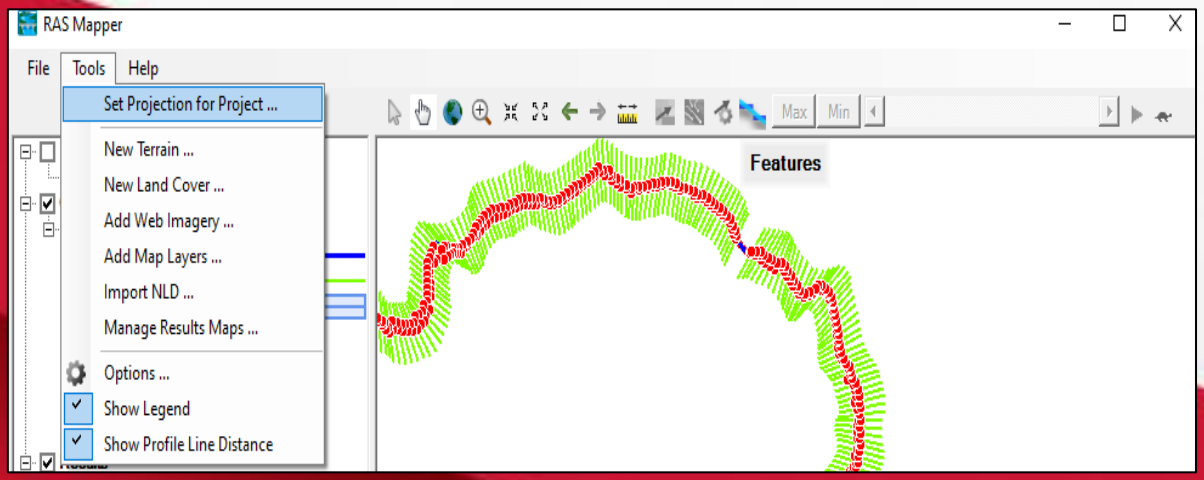


Figura Nº37. Lista de opciones de la pestaña Tools
Fuente: HEC-RAS

Aparece el cuadro Ras Mapper Option, en el cual se escogerá la proyección en este caso la opción WGS 1984 UTM Zone 17S.

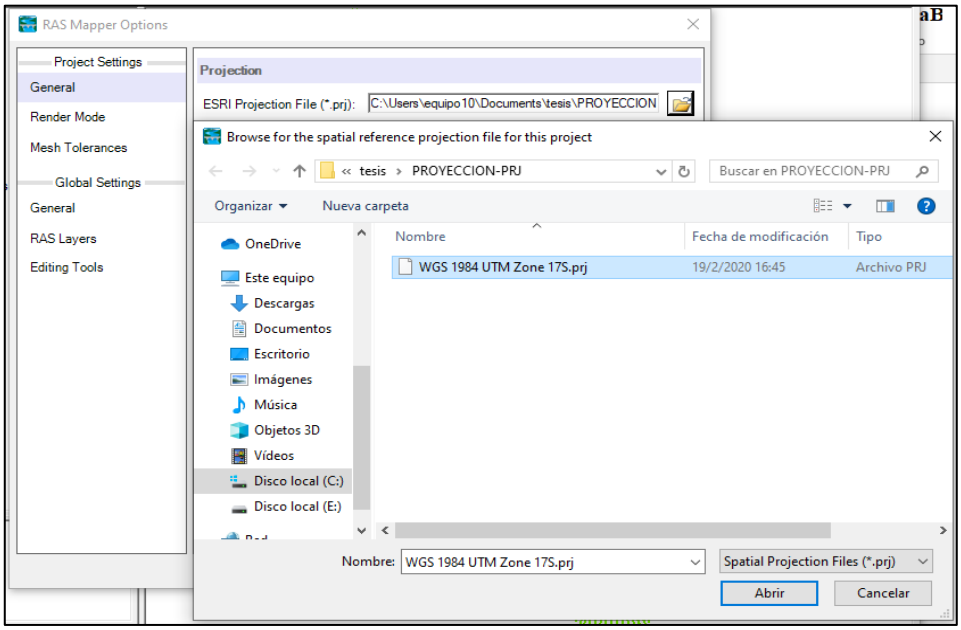


Figura Nº38. Ventana del DATUM de la zona del proyecto.
Fuente: HEC-RAS

Se observa la proyección según la zona del proyecto. En la opción Units seleccionar Meters. Clic en Ok.

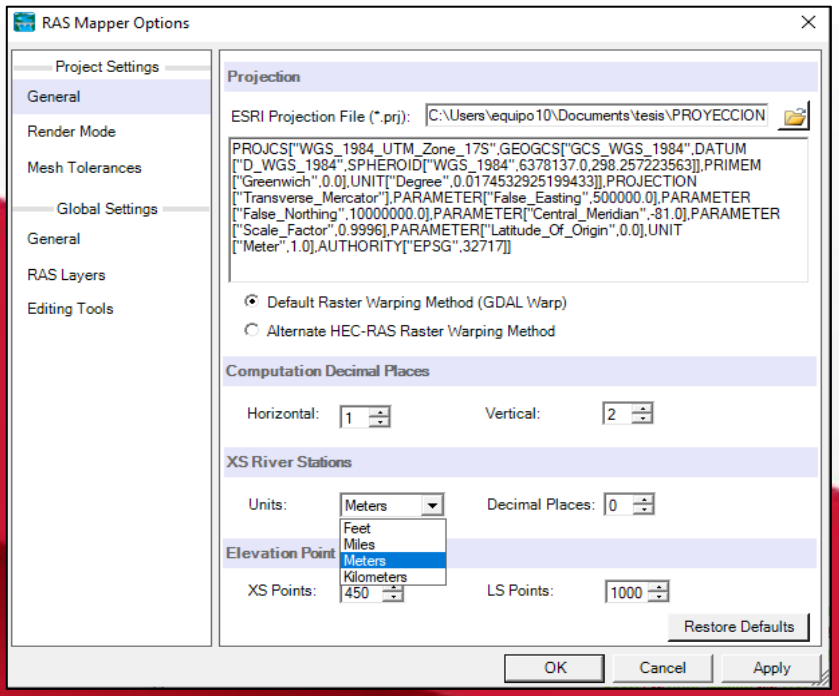


Figura Nº39. Ventana de las opciones de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

TERRENO

Para cargar el terreno en base a las ortofotos modelo DTM. Clic derecho e n Terrains - Create a New RAS Terrain.

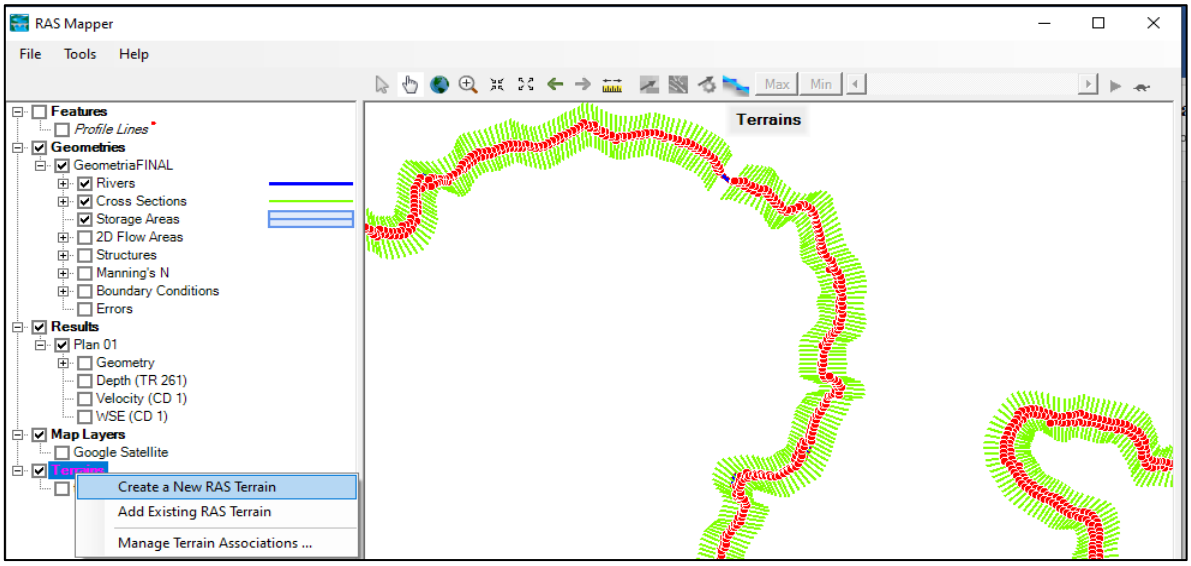


Figura N°40. Ventana de la opción de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

Clic en el icono más, seleccionar el modelo DTM de la zona. Clic en abrir.

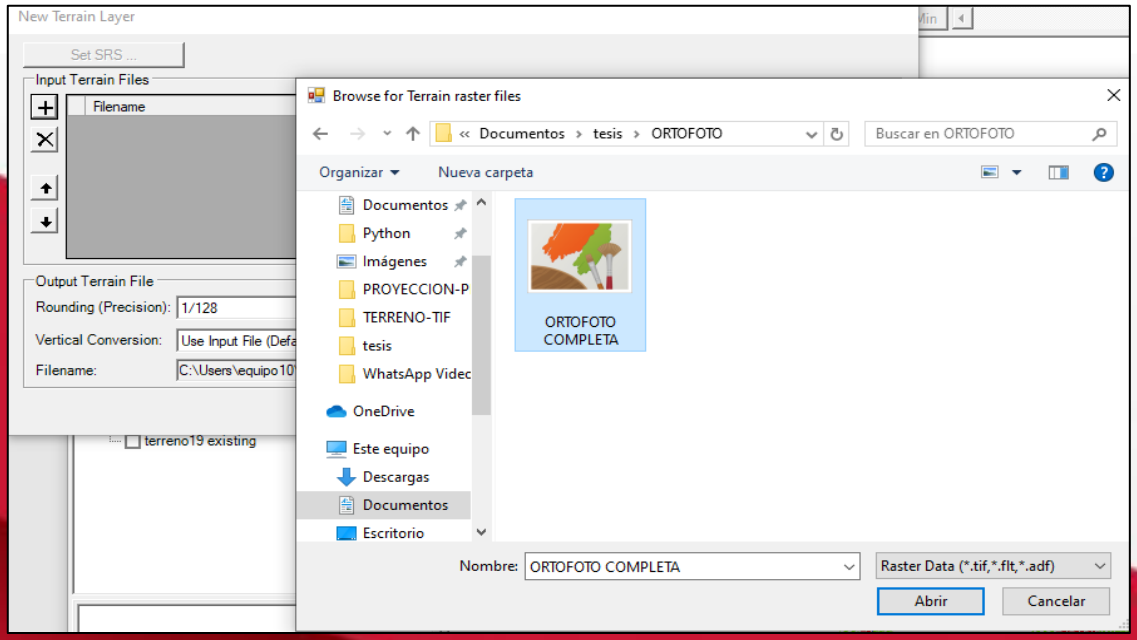


Figura N°41. Ventana para seleccionar la ortofoto completa.
Fuente: HEC-RAS

Se observa que la ortofoto se cargó. Clic en Create.

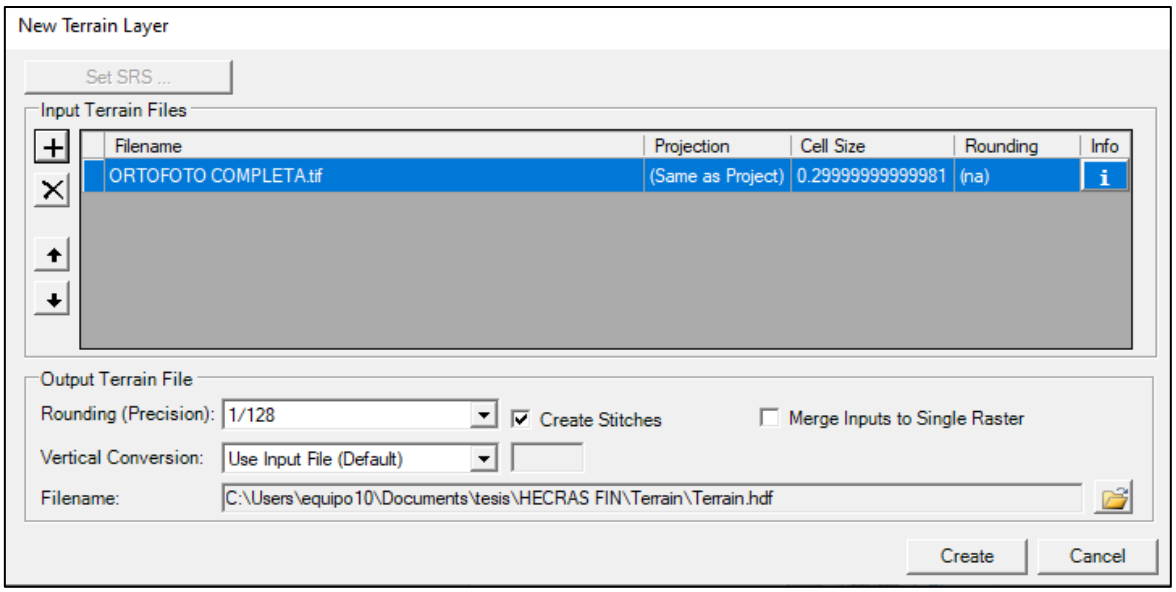


Figura Nº42.Ventana de las capas del nuevo terreno
0**Fuente:** HEC-RAS

Se observa el relieve y la topografía del terreno en RAS Mapper.

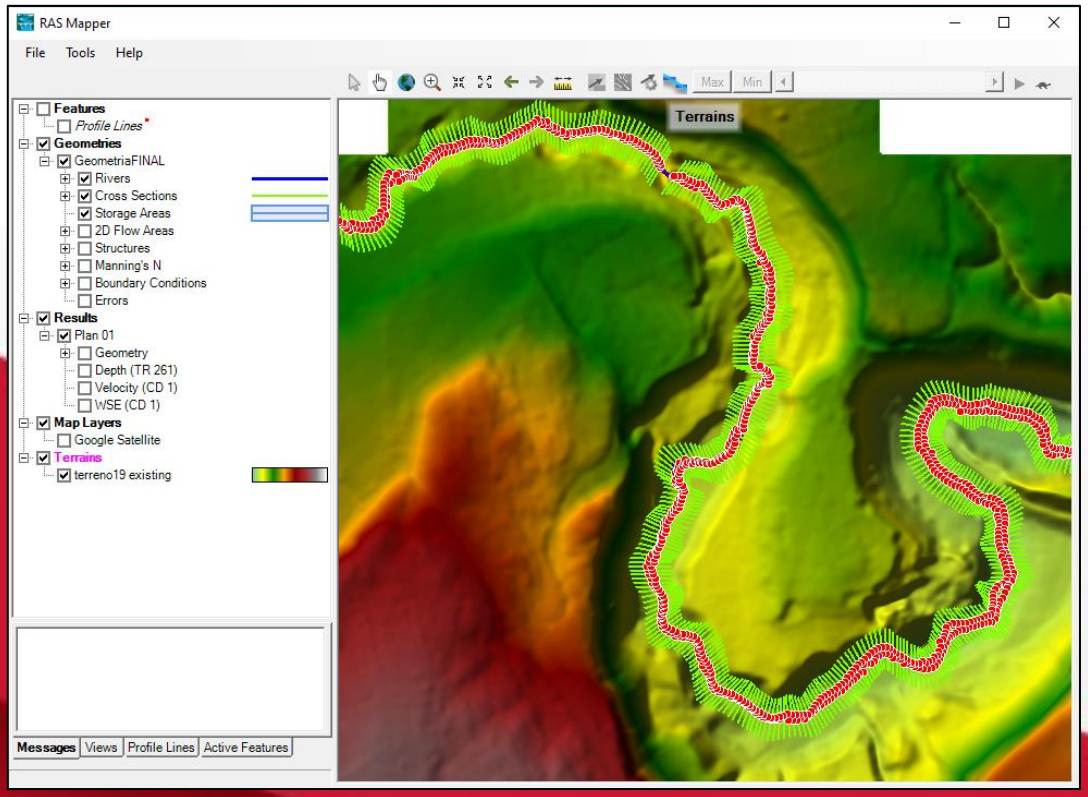


Figura Nº43. Ventana de opciones de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

MAPA SATELITAL

Clic derecho sobre Map Data Layers, escoger la opción Add Web Imagery Layer.

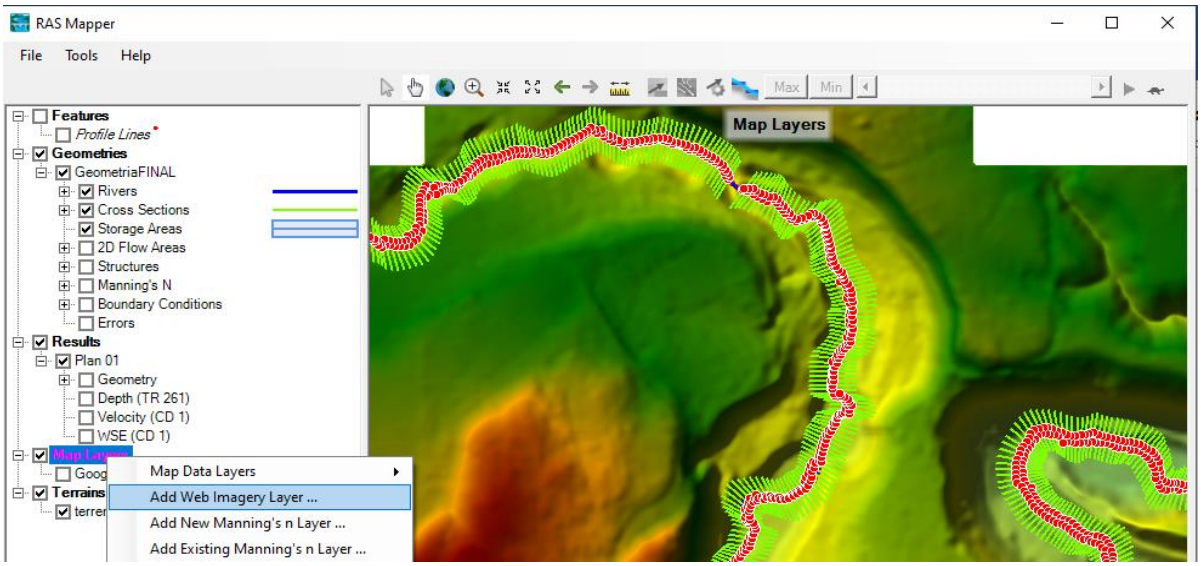


Figura Nº44. Ventana de opciones de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar la opción Google Satellite. Clic en Ok.

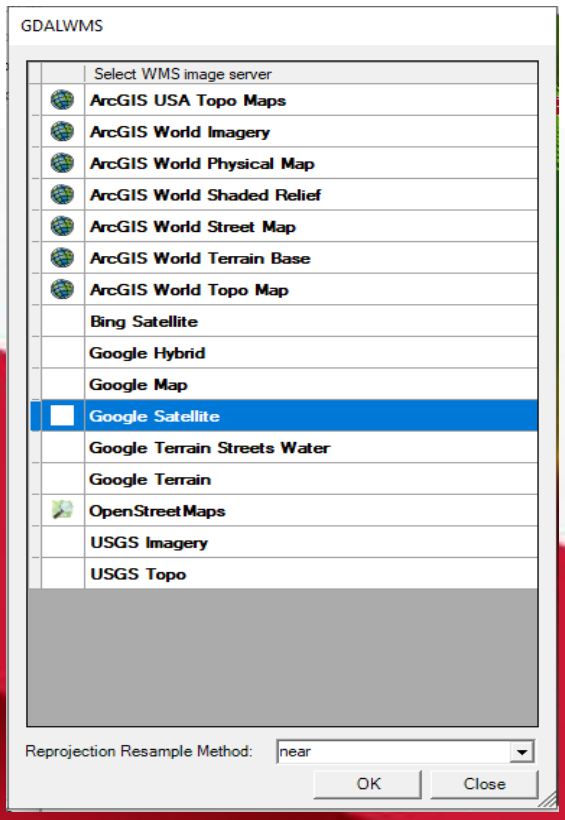


Figura Nº45. Ventana con las diferentes opciones de mapas
Fuente: HEC-RAS

Se observa el Mapa Satelital de la zona del proyecto.

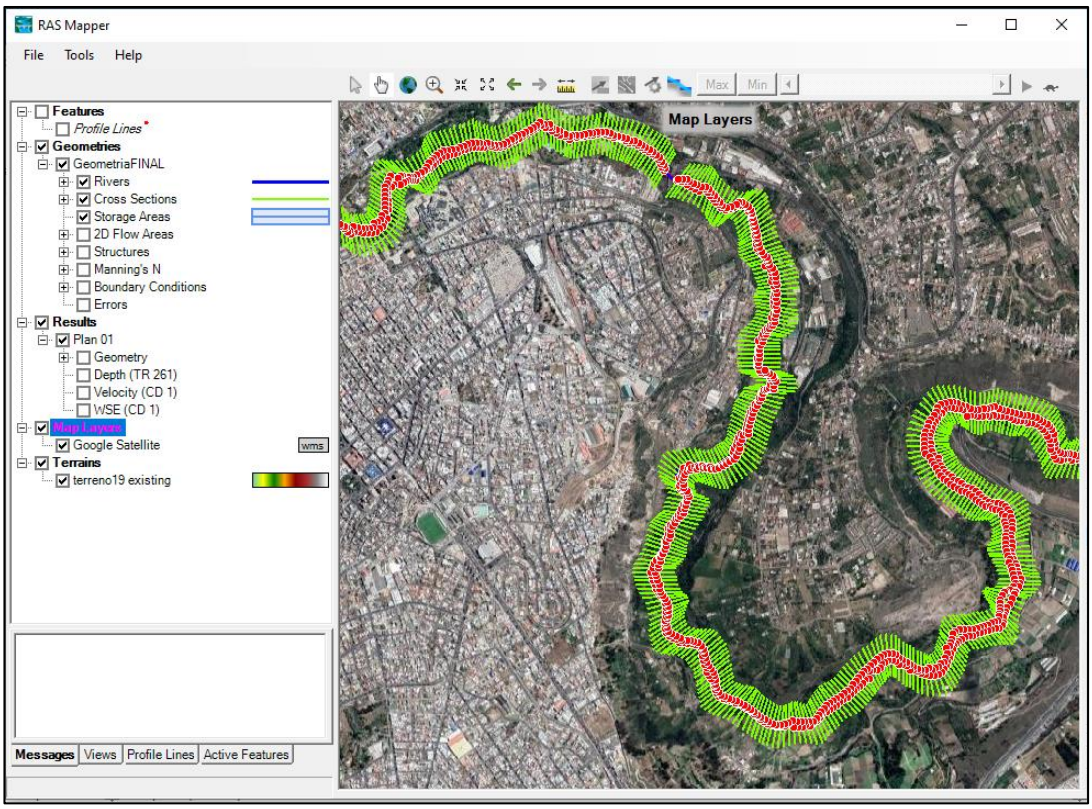


Figura Nº46. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

CREACIÓN DE PUENTES

Observar en el RAS Mapper la ubicación del puente en base al Mapa Satelital. Después determinar entre que secciones esta la estructura.

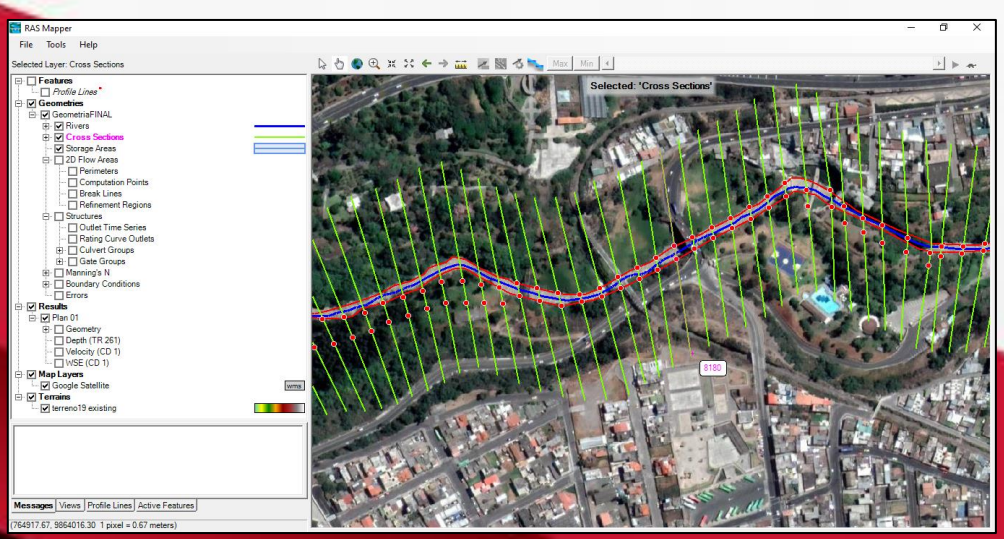


Figura Nº47. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

En el menú de Geometric Data escoger el icono Bridge/Culvert.

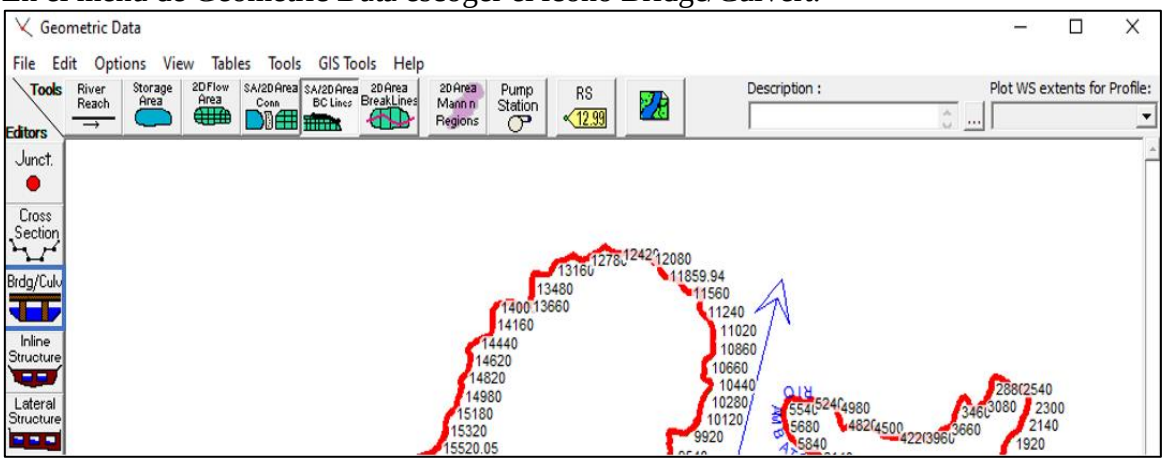


Figura N°48. Ventana de los datos de geometría
Fuente: HEC-RAS

Click en Options-Add a Bridge and/or Culvert.

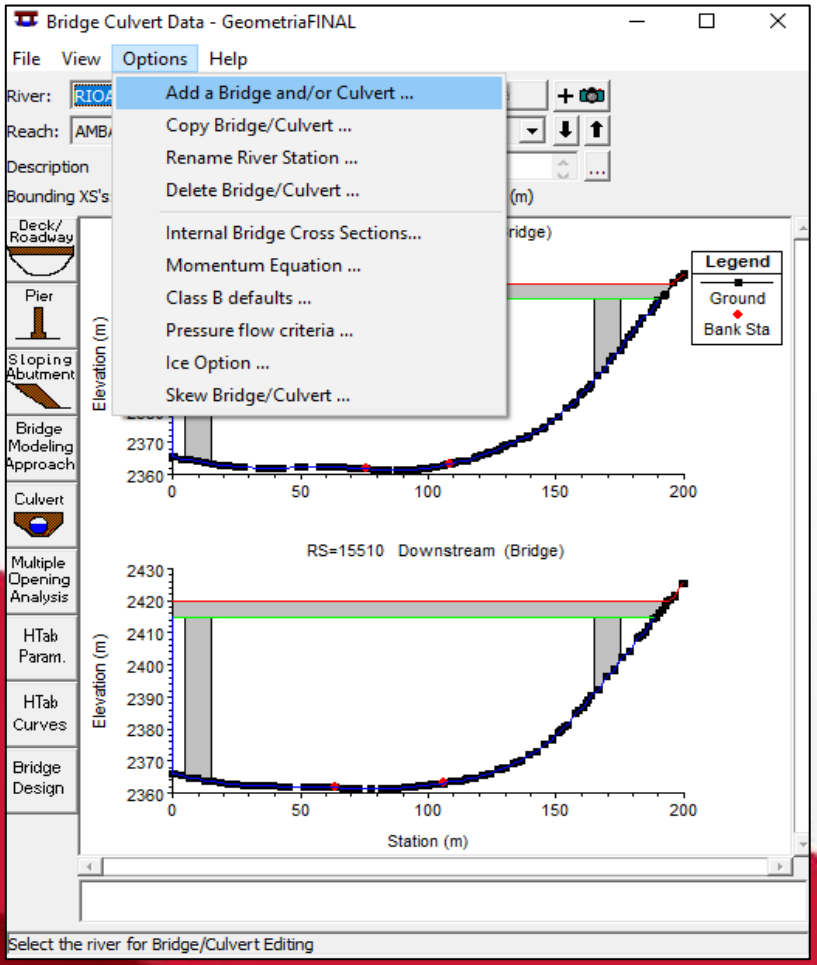


Figura N°49. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

Determinar un valor entre las dos secciones donde se ubicará el puente. En este caso el puente de la Av. Indoamérica empezara en la sección 8190.Clic en Ok.

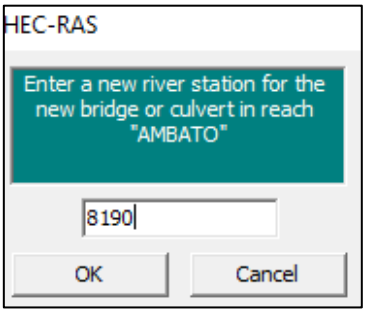


Figura Nº50. Ventana de las opciones HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción **Bridge Design**, se desplegará la tabla de **Bridge Design Editor** donde se llenará los datos del puente. En la parte superior de la tabla en **Deck/Roadway** en la opción **Elev of High Chord** colocar la cota que determina por donde van a circular los vehículos y peatones o la cota que indica el punto en el que inicia el espesor del tablero, en **Elev of Low Chord** se ingresa la cota que indica el punto en el que termina el espesor del tablero, en **Add Vertical Walls in Deck Opening Width** ingresar el largo del puente. En la siguiente parte de la tabla en **Pier** ingresar los datos de las pilas del puente. En **Number of Piers** ingresar el número de pilas, en Upstream **XS Starting Station** y en **Downstream XS Starting Station** colocar el punto en x donde se van a colocar las pilas, en **Pier Centerline Spacing** la separación entre pilas y en **pier width** el ancho de las pilas. Después clic en **Ok** se observará el puente.

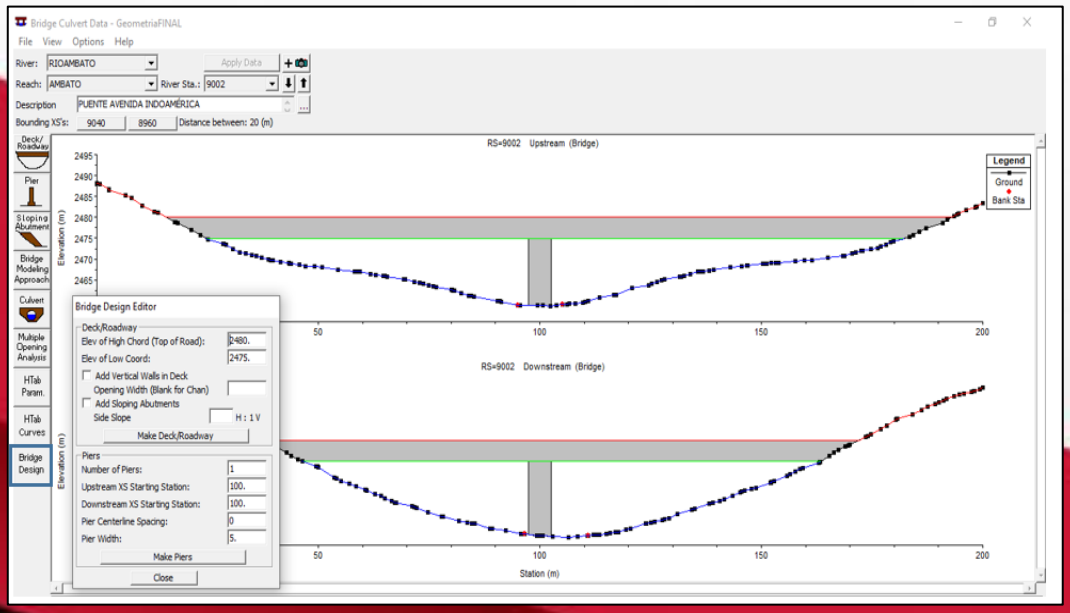


Figura Nº51. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

Clic en **Deck/Roadway** se abrirá una tabla donde se colocará en **width** el ancho del puente. Clic en **Ok**.

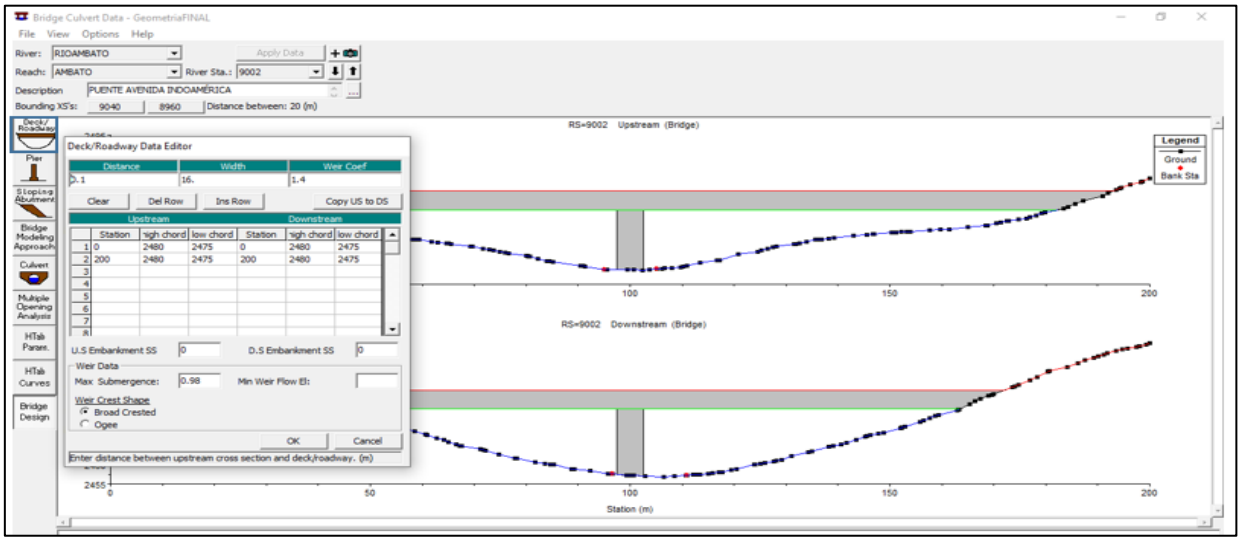


Figura N°52. Ventana de los datos del puente
Fuente: HEC-RAS

Se observa el puente en vista transversal.

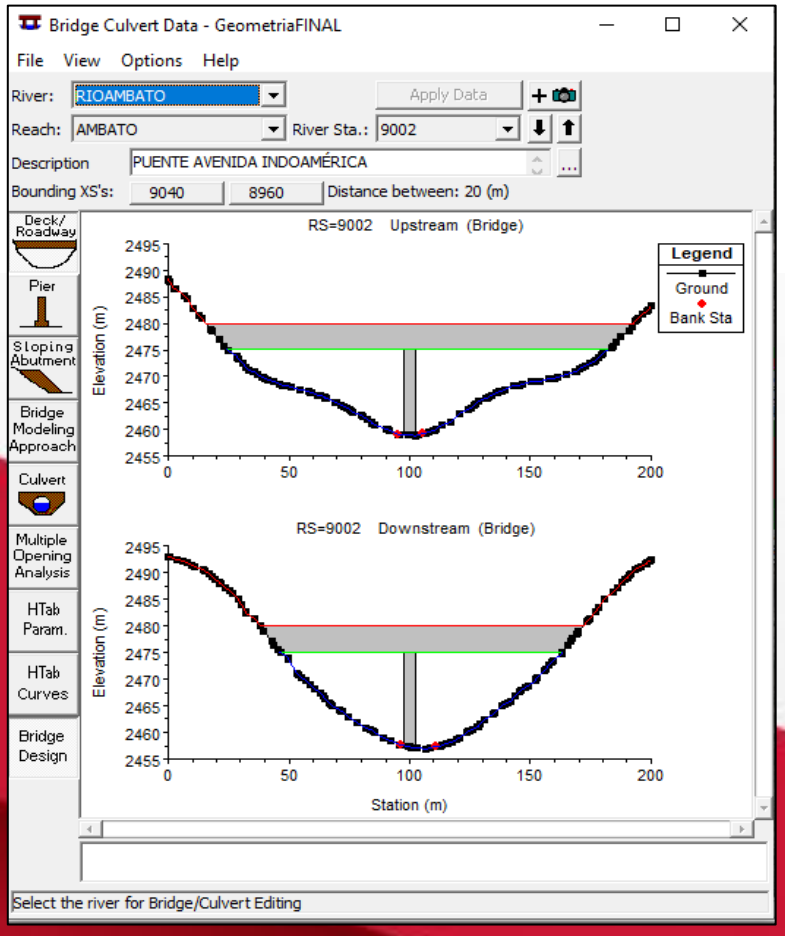


Figura N°53. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

Para observar en **3D** en el Menú principal seleccionar el icono **View 3D multiple cross section plot.**

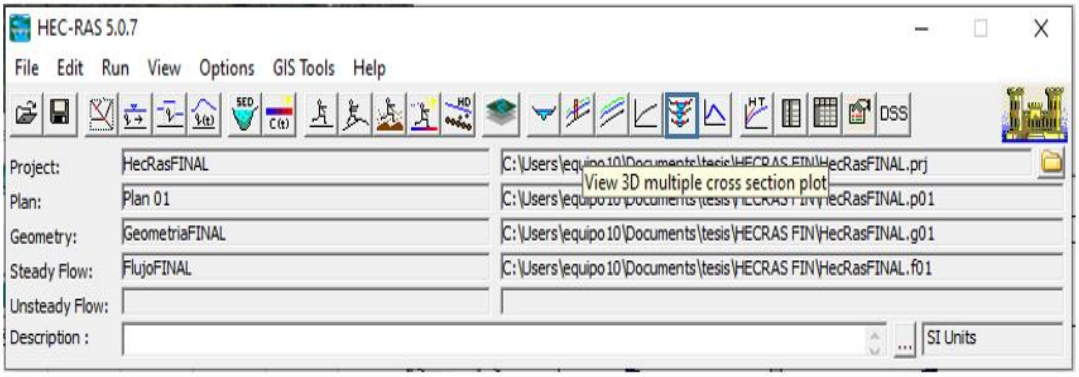


Figura N°54. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Se observa el Río en 3D, clic en los triángulos para acercar y observar el puente.

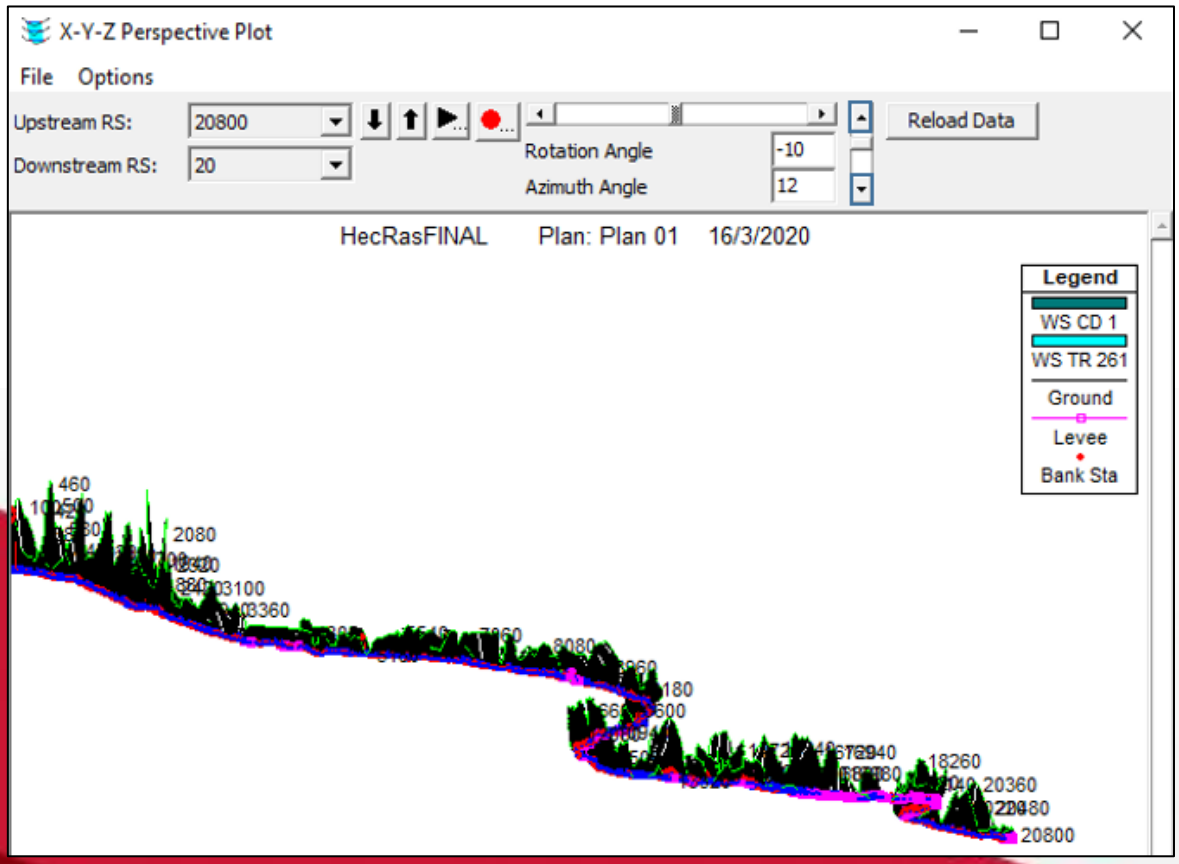


Figura N°55. Ventana de vista 3D del río
Fuente: HEC-RAS

Se puede ver el puente más cerca.

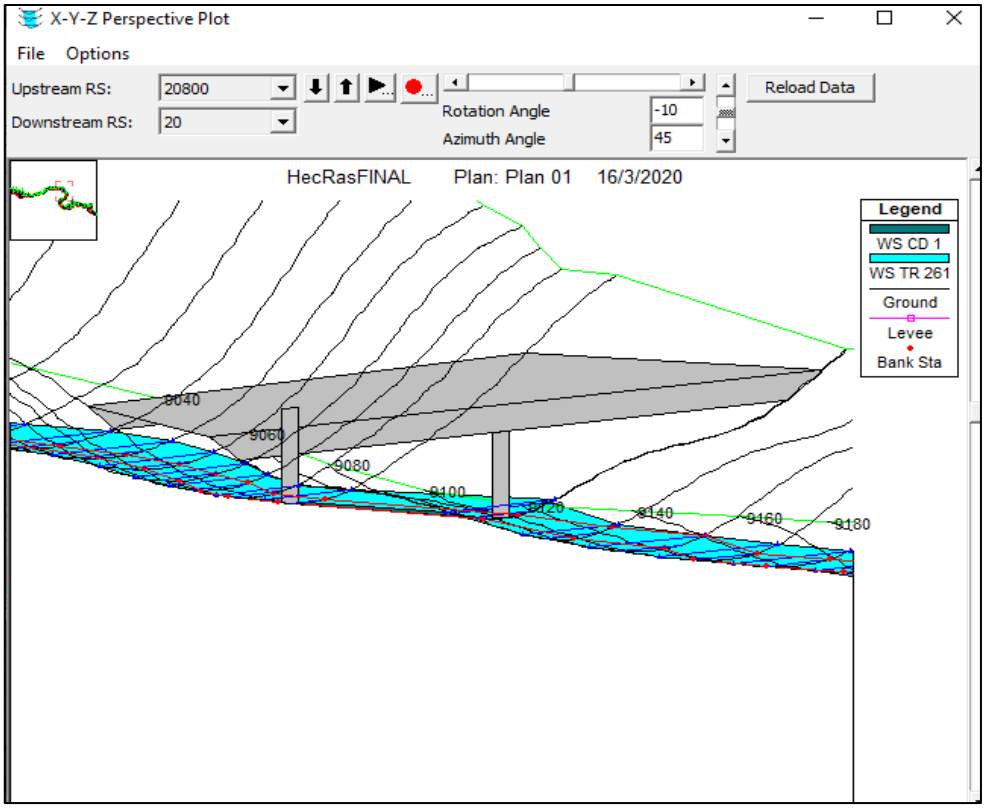


Figura Nº56. Ventana de vista 3D del río
Fuente: HEC-RAS

CONDICIONES DE BORDE

En el Menú principal clic en **Edit**–**Steady Flow Data.**

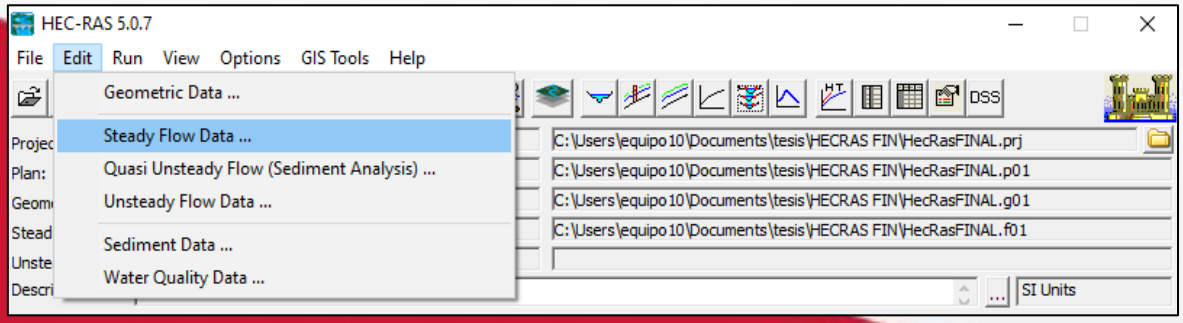


Figura Nº57. Lista de opciones de la pestaña Edit
Fuente: HEC-RAS

Se abre el siguiente cuadro, clic en **Reach Boundary Conditions**, en el cual se registra las pendientes tantas aguas arriba y abajo. Clic en **Ok**.

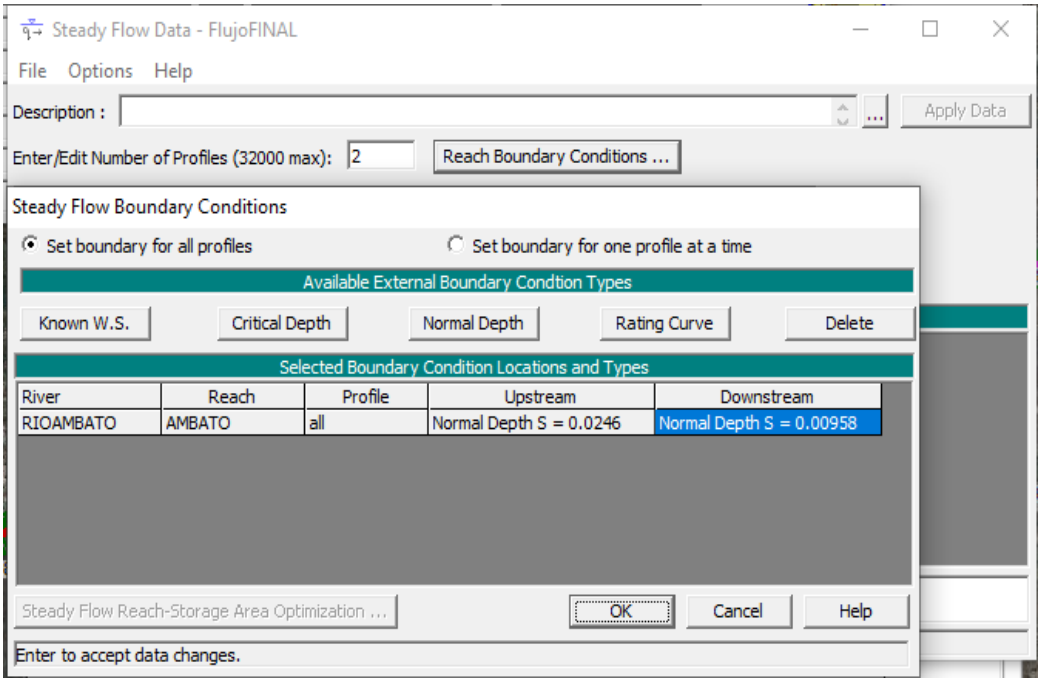


Figura Nº58. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.
Fuente: HEC-RAS

En **Enter/Edit Number of Profiles** establecer el número de caudales. Después registrar los valores de los caudales.

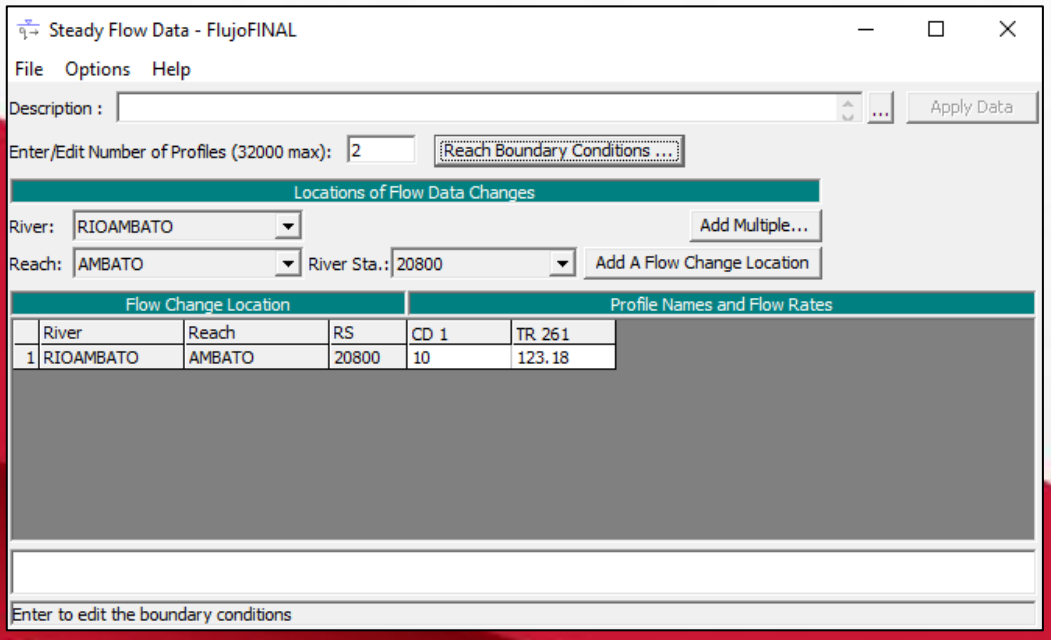


Figura Nº59. Ventana de los datos del flujo constante
Fuente: HEC-RAS

CAUDALES

Clic en las opciones **File - Save Flow Data**.

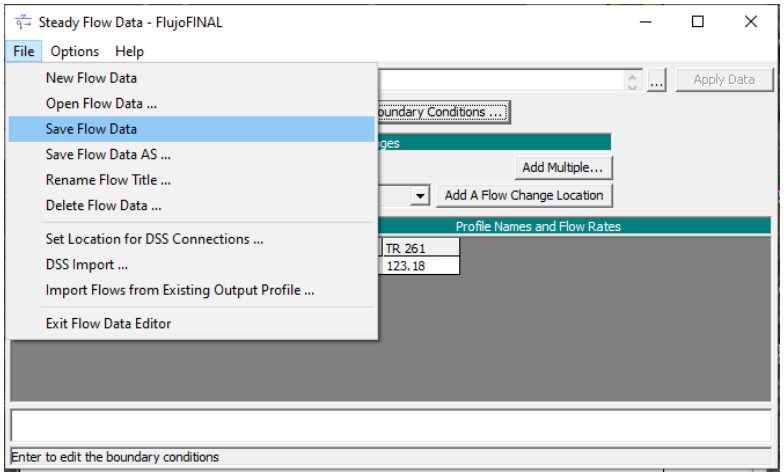


Figura Nº60. Lista de la opción archivo (File)
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar una carpeta y guardar los caudales para la simulación del Rio. Clic en **Ok**.

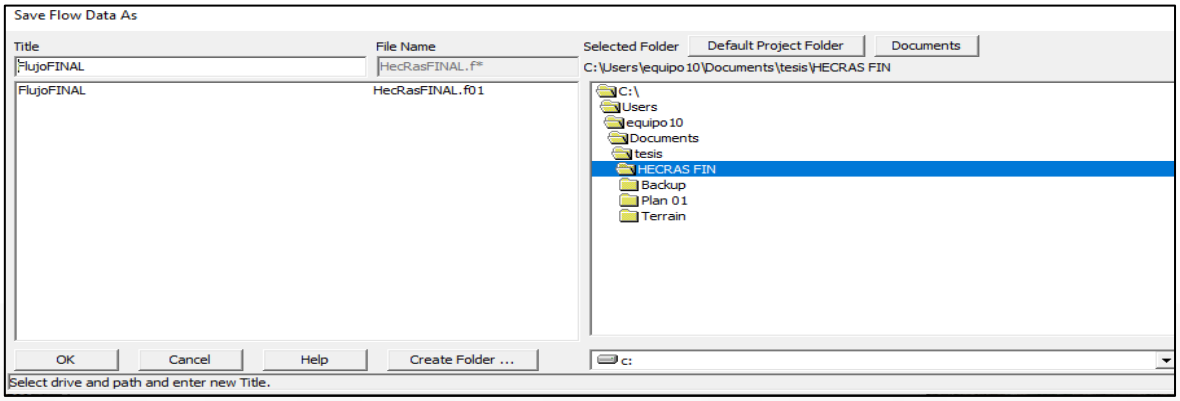


Figura Nº61. Ventana de los datos del flujo constante
Fuente: HEC-RAS

Para correr el programa y realizar la simulación con los diferentes caudales, clic en el Menú principal el icono **Perform a steady flow simulation**.

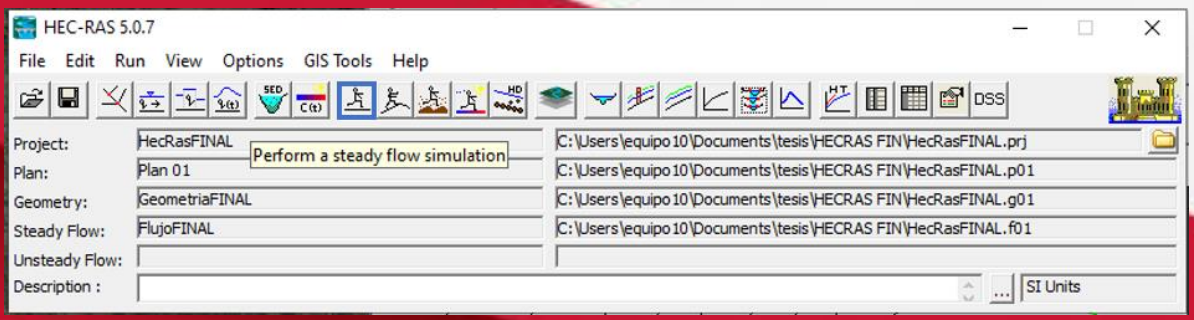


Figura Nº62. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar el tipo de flujo, en este caso **supercrítico** y clic en **Compute**.

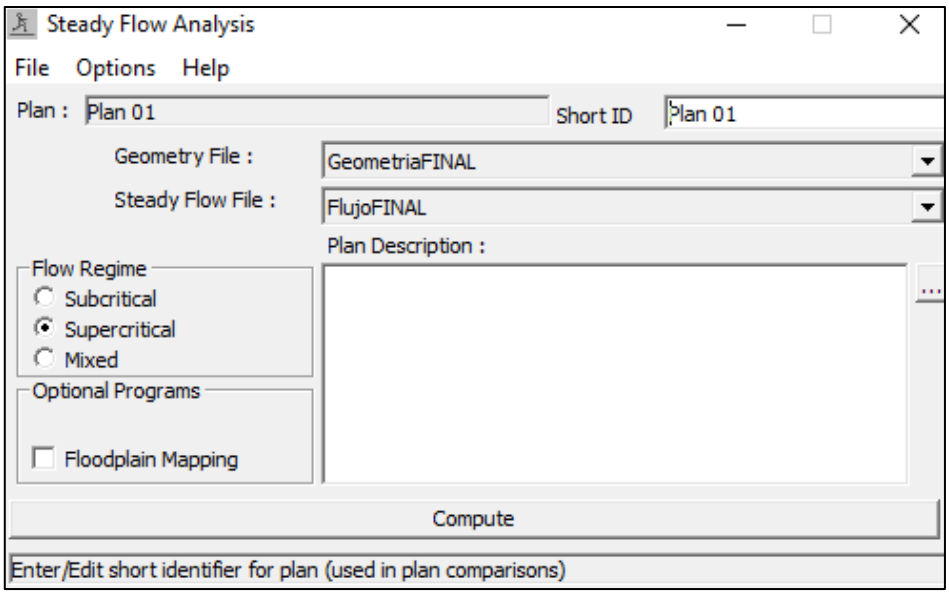


Figura Nº63. Ventana de análisis del flujo constante
Fuente: HEC-RAS

Se observa como se está ejecutando el procesamiento de datos del río.

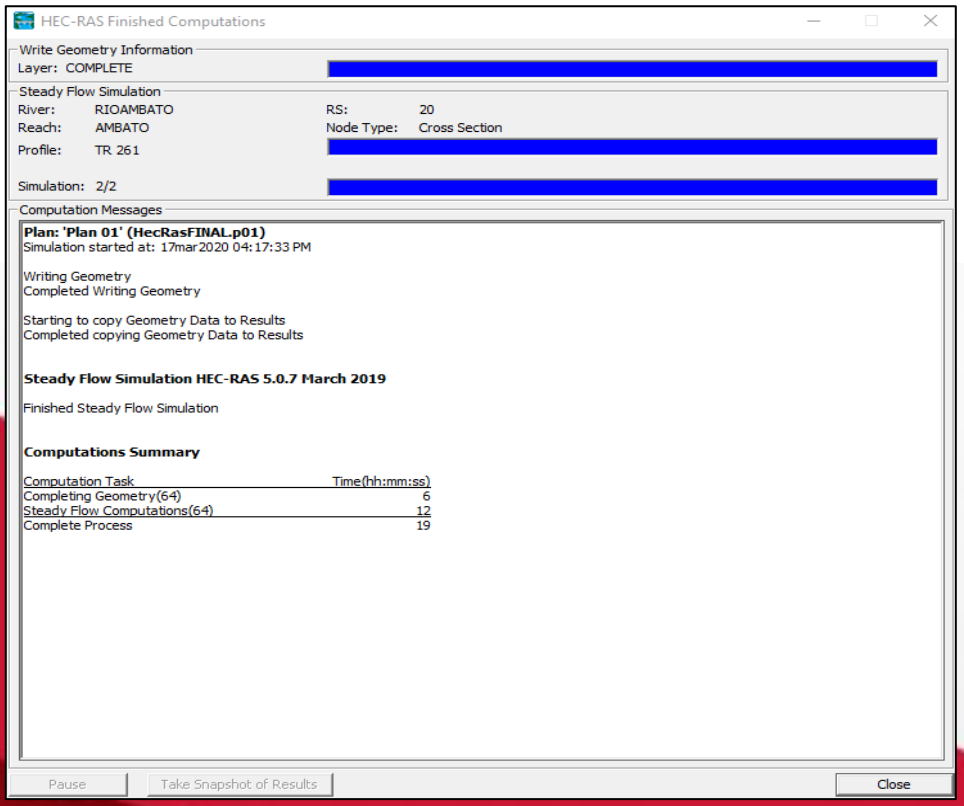


Figura Nº64. Ventana de terminación del proceso de análisis.
Fuente: HEC-RAS

Para observar en **3D** como circulan los diferentes caudales en el Rio Ambato, clic en el Menú principal seleccionar el icono **View 3D multiple cross section plot.**

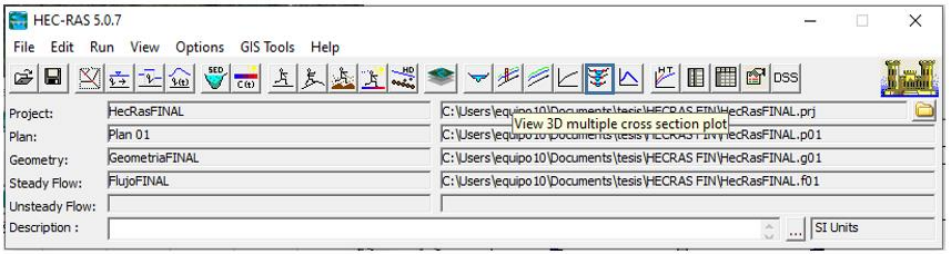


Figura Nº65. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Se observa el Rio en 3D, clic en los triángulos para acercar y observar como circulan los diferentes caudales en el Rio Ambato.

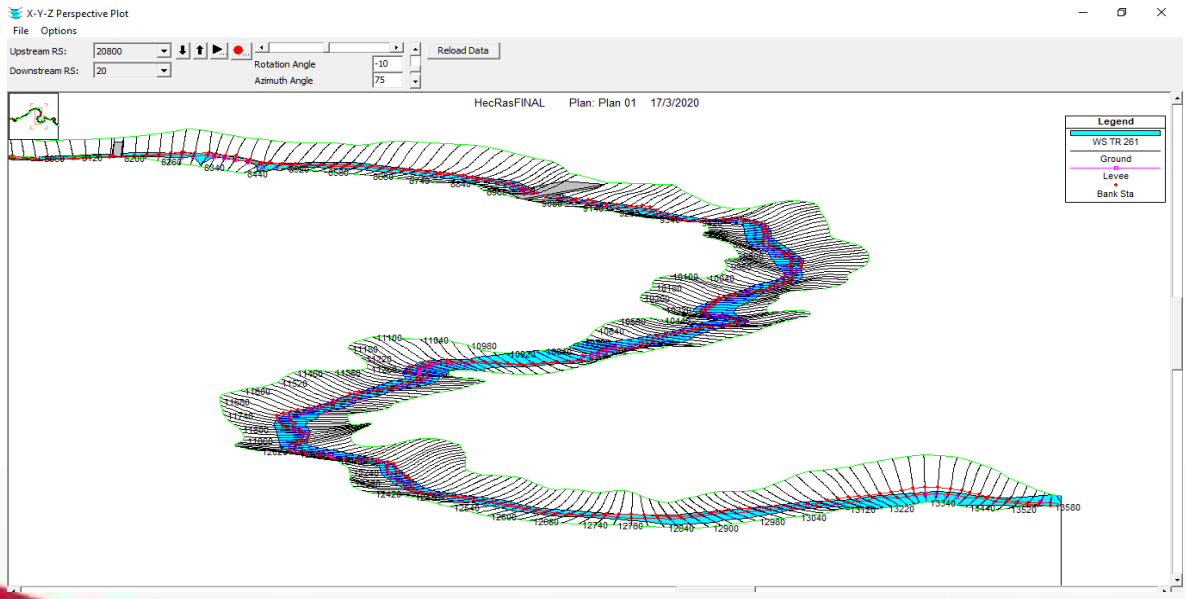


Figura Nº66. Ventana de vista 3D del río
Fuente: HEC-RAS

RESULTADOS

En el Menú clic en el icono **View Summary output tables by profile.**

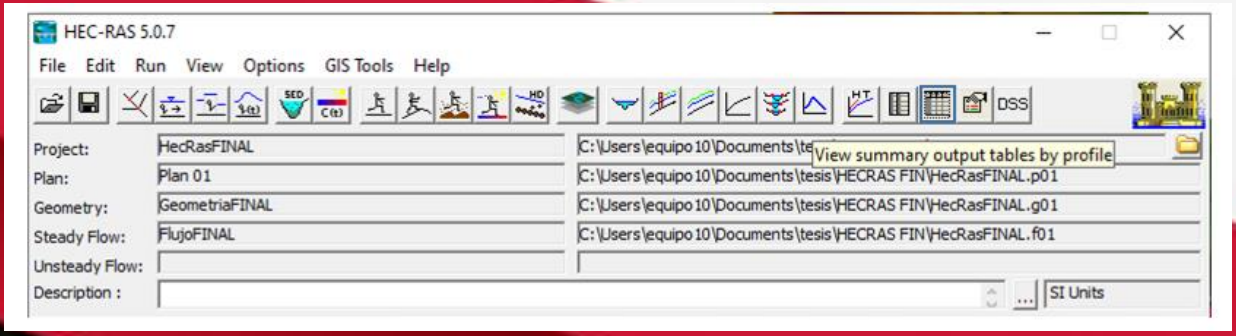
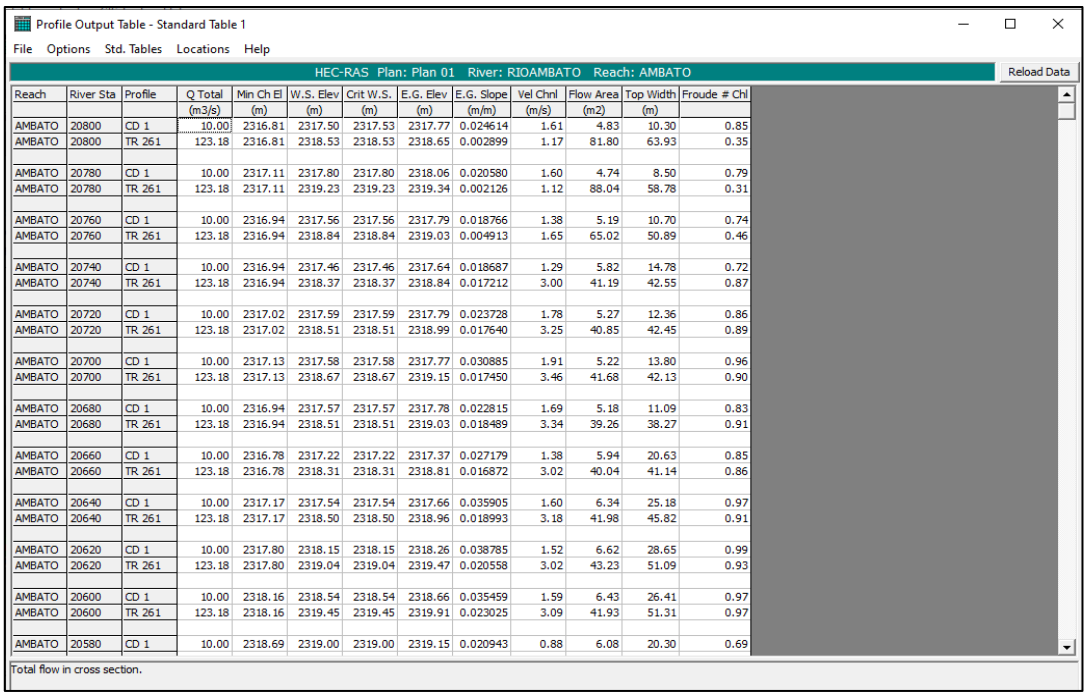


Figura Nº67. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Se puede observar una tabla de resultados por abscisa cada 20 m.



Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIOAMBATO Reach: AMBATO — Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
AMBATO	20800	CD 1	10.00	2316.81	2317.50	2317.53	2317.77	0.024614	1.61	4.83	10.30	0.85
AMBATO	20800	TR 261	123.18	2316.81	2318.53	2318.53	2318.65	0.002899	1.17	81.80	63.93	0.35
AMBATO	20780	CD 1	10.00	2317.11	2317.80	2317.80	2318.06	0.020580	1.60	4.74	8.50	0.79
AMBATO	20780	TR 261	123.18	2317.11	2319.23	2319.23	2319.34	0.002126	1.12	88.04	58.78	0.31
AMBATO	20760	CD 1	10.00	2316.94	2317.56	2317.56	2317.79	0.018766	1.38	5.19	10.70	0.74
AMBATO	20760	TR 261	123.18	2316.94	2318.84	2318.84	2319.03	0.004913	1.65	65.02	50.89	0.46
AMBATO	20740	CD 1	10.00	2316.94	2317.46	2317.46	2317.64	0.018687	1.29	5.82	14.78	0.72
AMBATO	20740	TR 261	123.18	2316.94	2318.37	2318.37	2318.84	0.017212	3.00	41.19	42.55	0.87
AMBATO	20720	CD 1	10.00	2317.02	2317.59	2317.59	2317.79	0.023728	1.78	5.27	12.36	0.86
AMBATO	20720	TR 261	123.18	2317.02	2318.51	2318.51	2318.99	0.017640	3.25	40.85	42.45	0.89
AMBATO	20700	CD 1	10.00	2317.13	2317.58	2317.58	2317.77	0.030885	1.91	5.22	13.80	0.96
AMBATO	20700	TR 261	123.18	2317.13	2318.67	2318.67	2319.15	0.017450	3.46	41.68	42.13	0.90
AMBATO	20680	CD 1	10.00	2316.94	2317.57	2317.57	2317.78	0.022815	1.69	5.18	11.09	0.83
AMBATO	20680	TR 261	123.18	2316.94	2318.51	2318.51	2319.03	0.018489	3.34	39.26	38.27	0.91
AMBATO	20660	CD 1	10.00	2316.78	2317.22	2317.22	2317.37	0.027179	1.38	5.94	20.63	0.85
AMBATO	20660	TR 261	123.18	2316.78	2318.31	2318.31	2318.81	0.016872	3.02	40.04	41.14	0.86
AMBATO	20640	CD 1	10.00	2317.17	2317.54	2317.54	2317.66	0.035905	1.60	6.34	25.18	0.97
AMBATO	20640	TR 261	123.18	2317.17	2318.50	2318.50	2318.96	0.018993	3.18	41.98	45.82	0.91
AMBATO	20620	CD 1	10.00	2317.80	2318.15	2318.15	2318.26	0.038785	1.52	6.62	28.65	0.99
AMBATO	20620	TR 261	123.18	2317.80	2319.04	2319.04	2319.47	0.020558	3.02	43.23	51.09	0.93
AMBATO	20600	CD 1	10.00	2318.16	2318.54	2318.54	2318.66	0.035459	1.59	6.43	26.41	0.97
AMBATO	20600	TR 261	123.18	2318.16	2319.45	2319.45	2319.91	0.023025	3.09	41.93	51.31	0.97
AMBATO	20580	CD 1	10.00	2318.69	2319.00	2319.00	2319.15	0.020943	0.88	6.08	20.30	0.69

Total flow in cross section.

Figura Nº68. Ventana con la tabla de resultados
Fuente: HEC-RAS

CURVAS DE NIVEL

Clic derecho sobre el terreno y seleccionar **Image display Properties**.

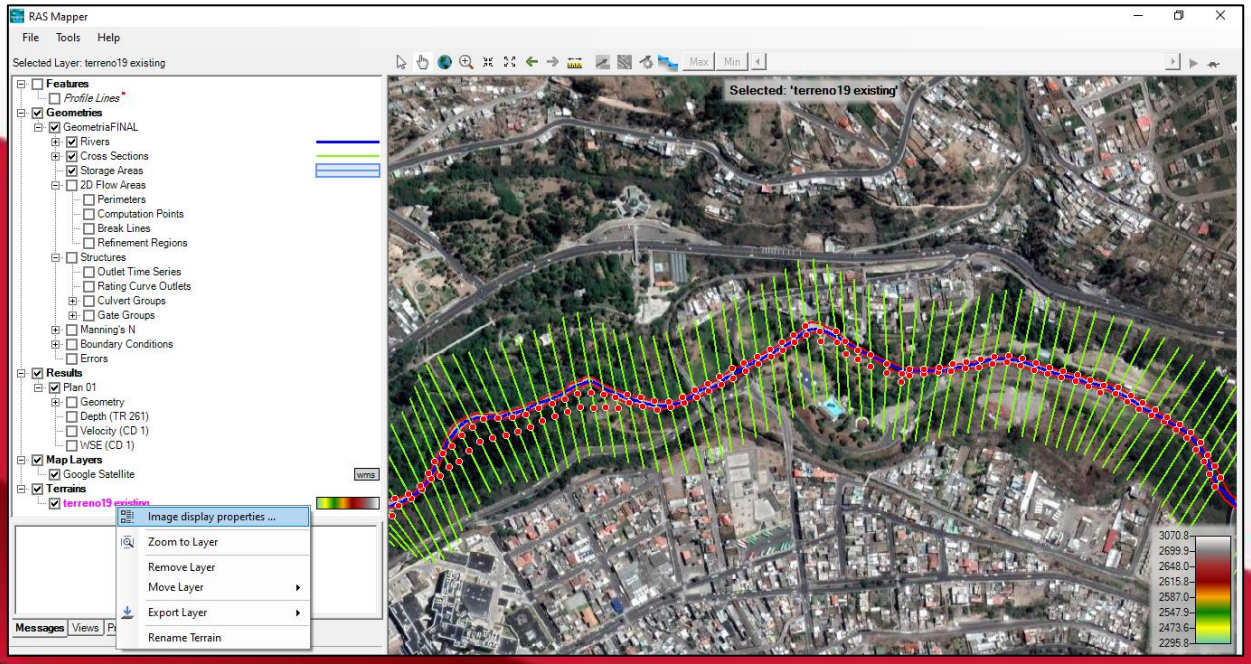


Figura Nº69. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

Colocar un visto en Plot Contours y colocar la separación entre curvas de nivel en este cada 1m.

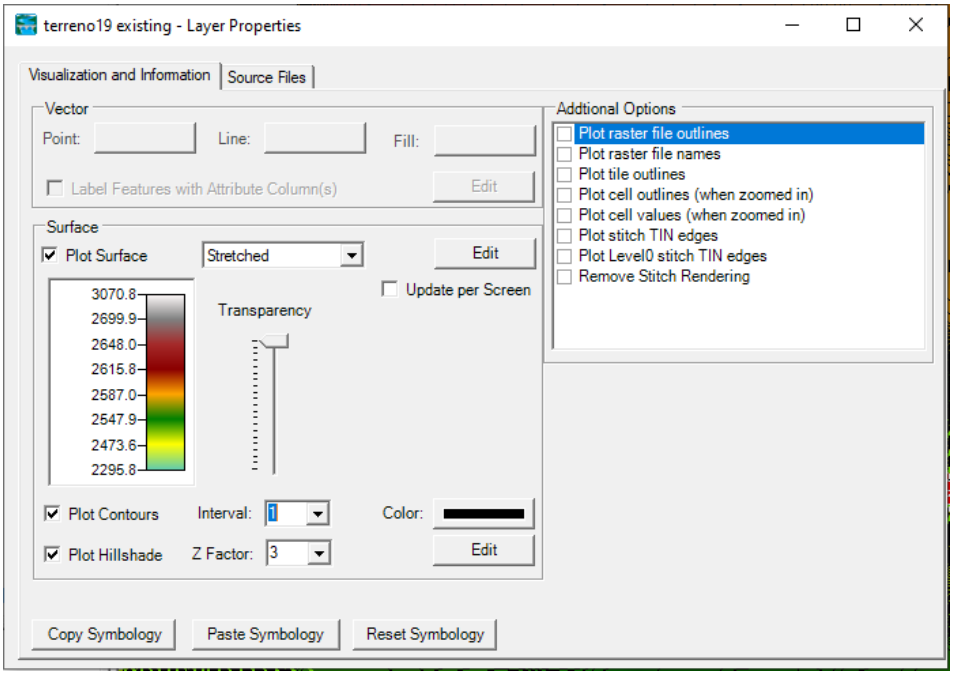


Figura N°70. Ventana de las propiedades de las capas
Fuente: HEC-RAS

Se observan las curvas de nivel cada 1 m.

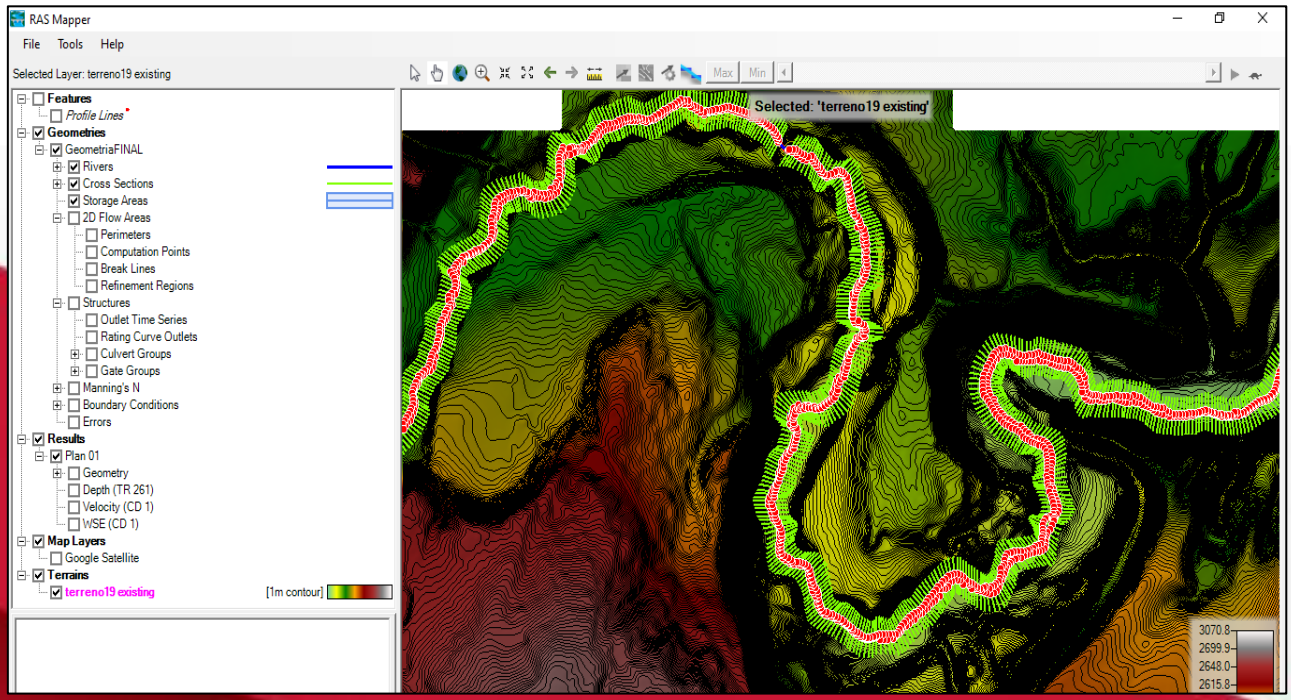


Figura N°71. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

EXPORTAR DE HEC-RAS A ARCGIS

En la ventana principal de HEC-RAS, seleccionar la opción archivo (file), se desplegarán varias opciones. Clic **Export GIS Data**, para exportar el archivo a Arcgis.

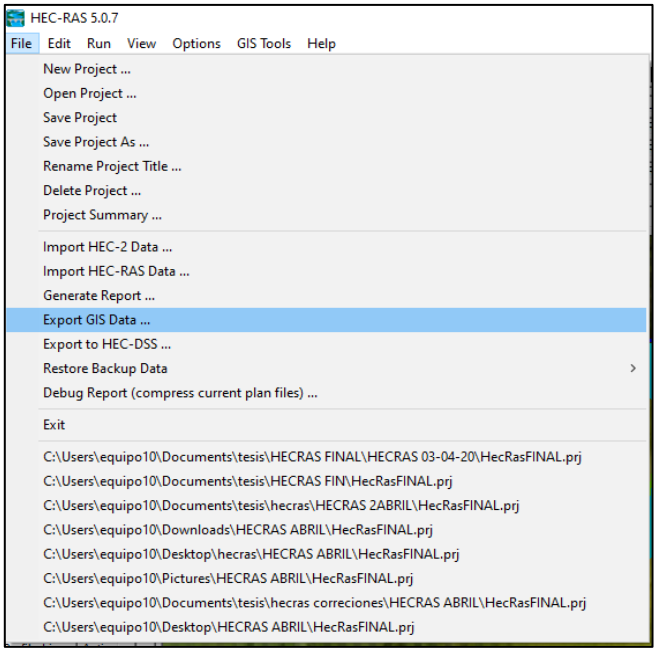


Figura Nº72. Ventana de inicio de HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

En la opción de exportar a Arcgis llenar los siguientes datos. Después seleccionar la opción datos de exportación. Se genera un archivo .sdf y clic en aceptar.

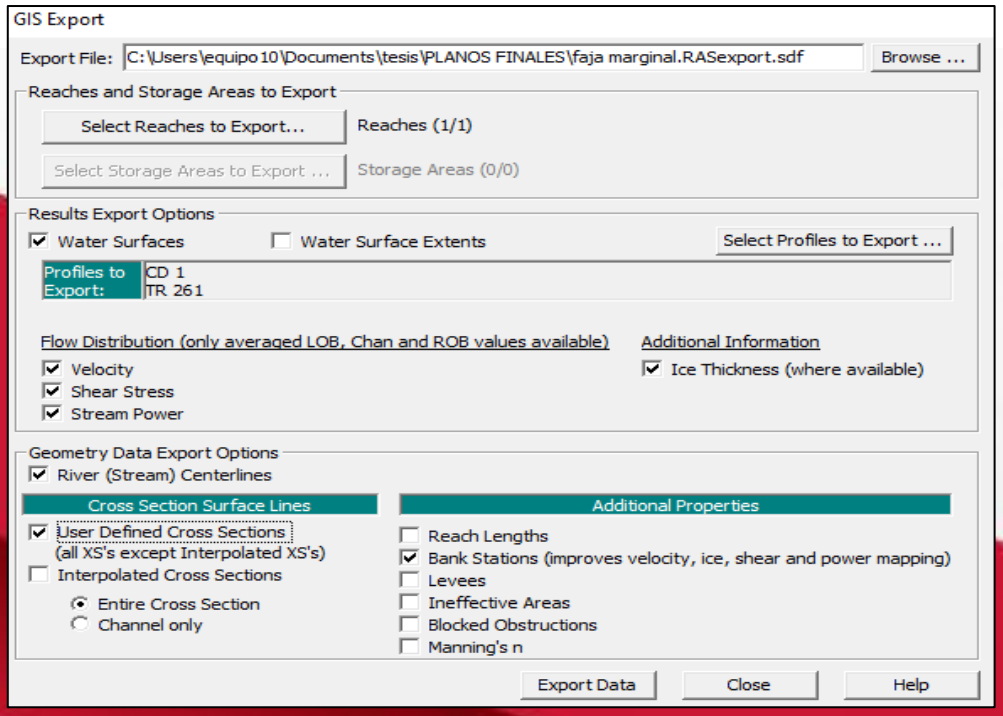


Figura Nº73. Ventana de exportación de datos ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

Abrir el programa ArcGIS, seleccionar la opción para transformar el archivo de .sdf a xml.

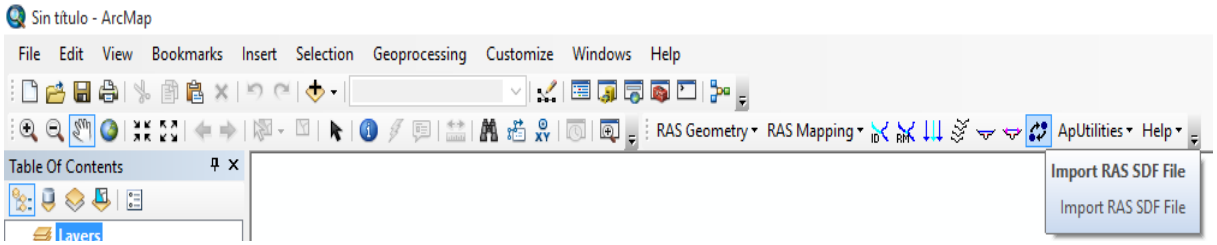


Figura Nº74. Ventana de ArcGIS, opción Import RAS SDF File
Fuente: HEC-RAS

Aparece el siguiente cuadro donde se carga el archivo RAS SDF. Clic en Ok.

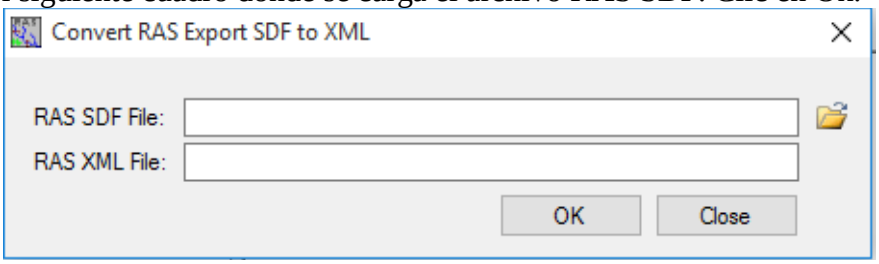


Figura Nº75. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

Observar la conversión del archivo de .sdf a kml

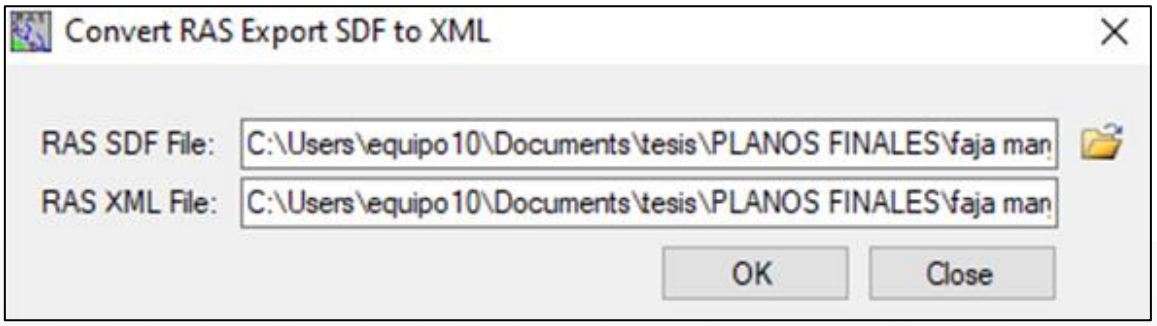


Figura Nº76. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción aceptar.

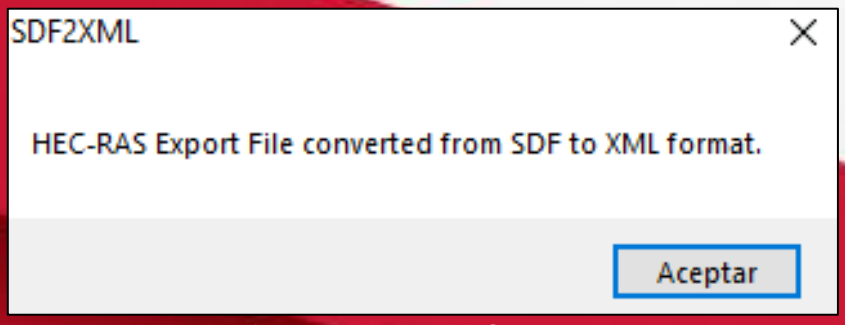


Figura Nº77. Ventana de opciones
Fuente: HEC-RAS

En la opción RAS Mapping, seleccionar la opción configuración de la capa **Layer Setup**

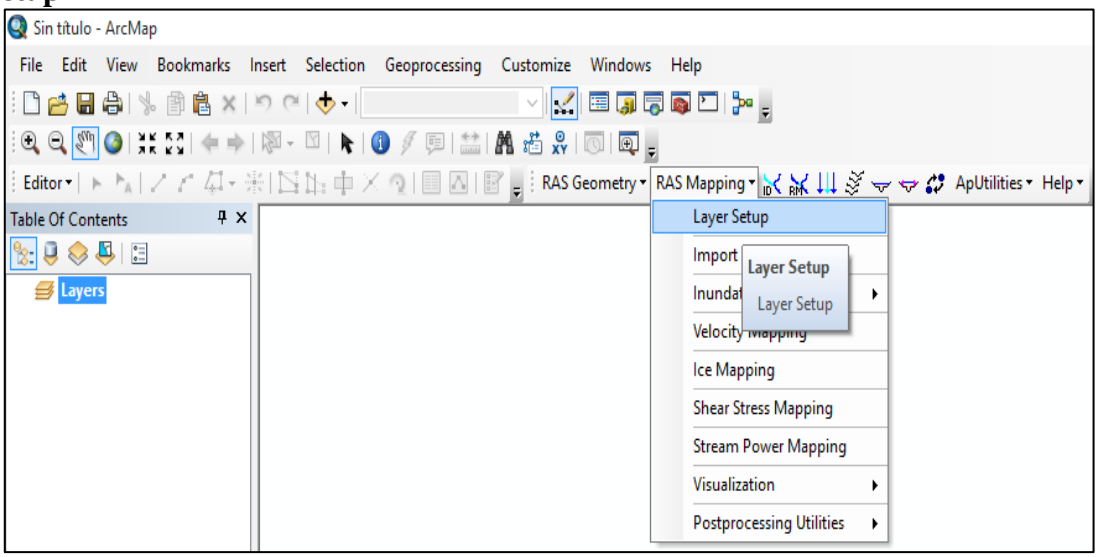


Figura N°78. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

Llenar la tabla de post proceso, colocar el nombre del archivo, cargar el archivo de superficie TIN, la ubicación donde se desea guardar el archivo y el tamaño de las celdas de renderización.

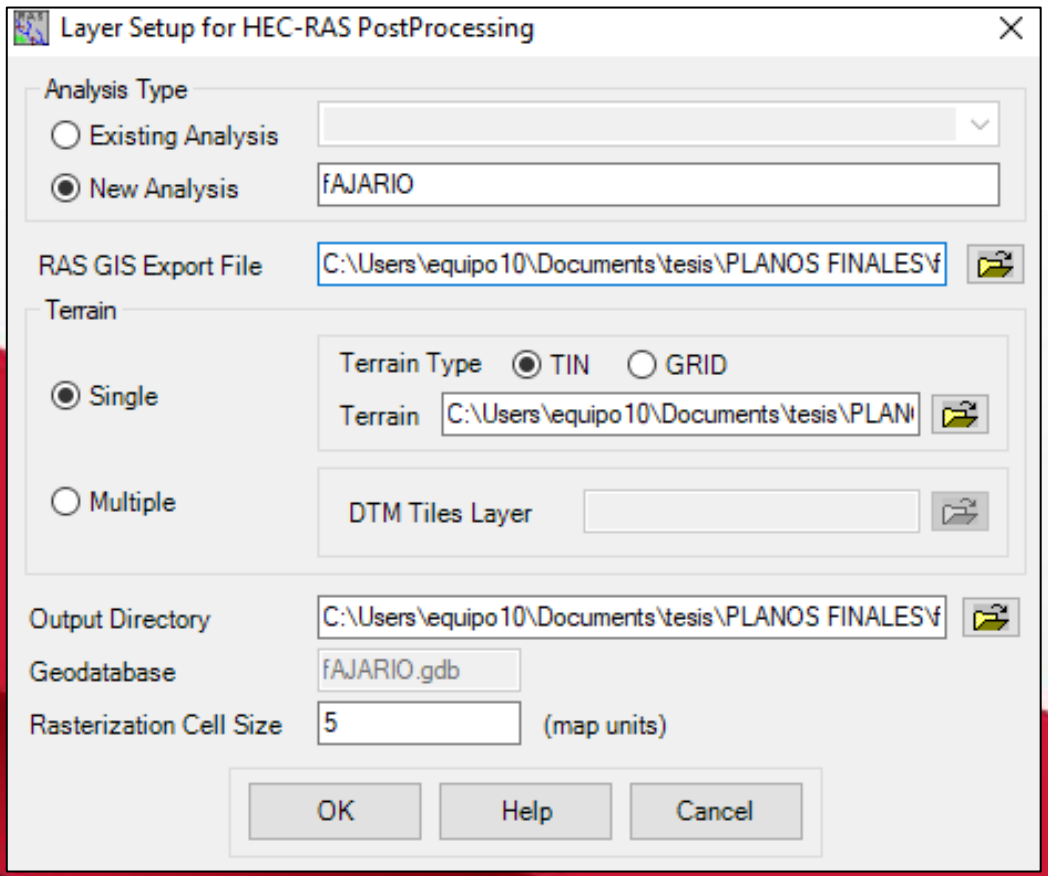


Figura N°79. Ventana de postproceso HEC-RAS para configurar la capa
Fuente: HEC-RAS

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar importar datos desde RAS (**Import RAS Data**)

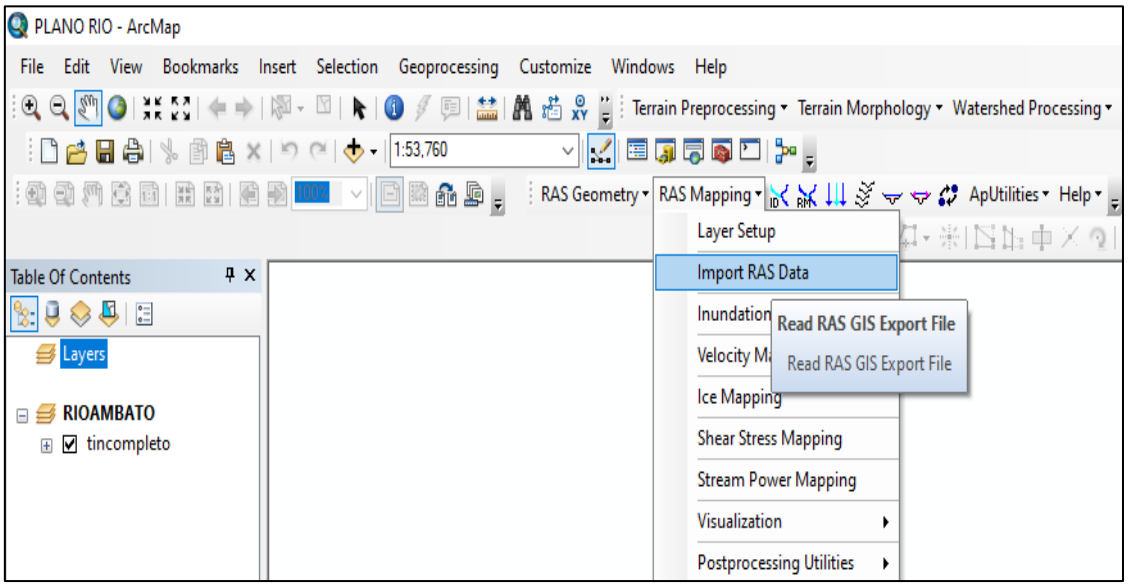


Figura Nº80. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

Aparece un cuadro de importación de datos de RAS, en donde se seleccionó la opción **OK** para que se realice el proceso de importación.

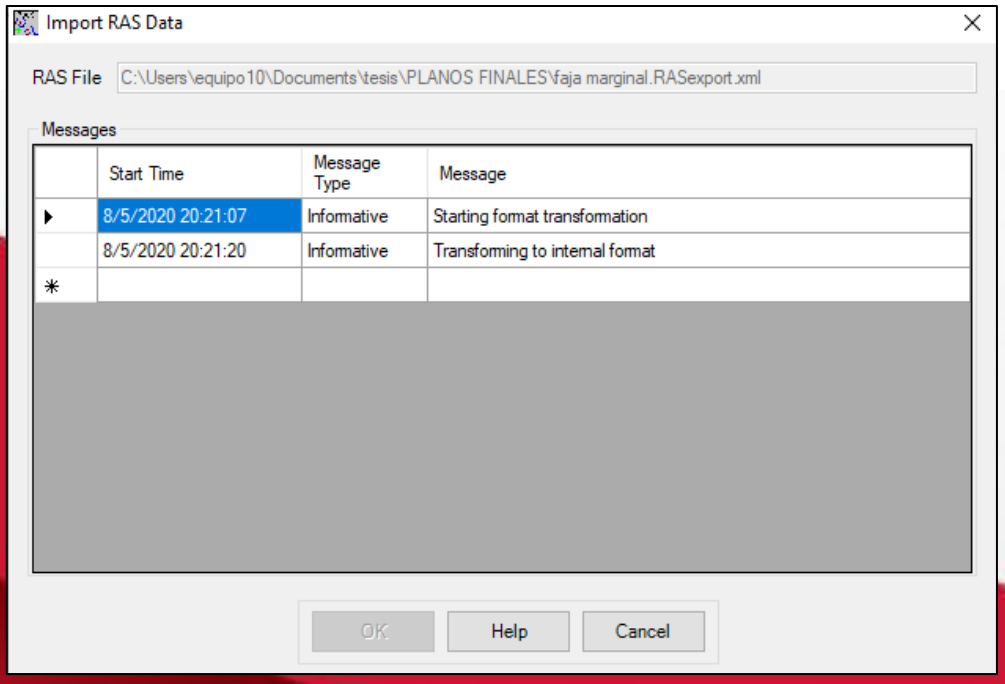


Figura Nº81. Ventana de importación de datos de RAS
Fuente: HEC-RAS

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapas de inundaciones **(Inundation Mapping)** y luego clic en generación de la superficie de agua **(Water Surface Generation).**

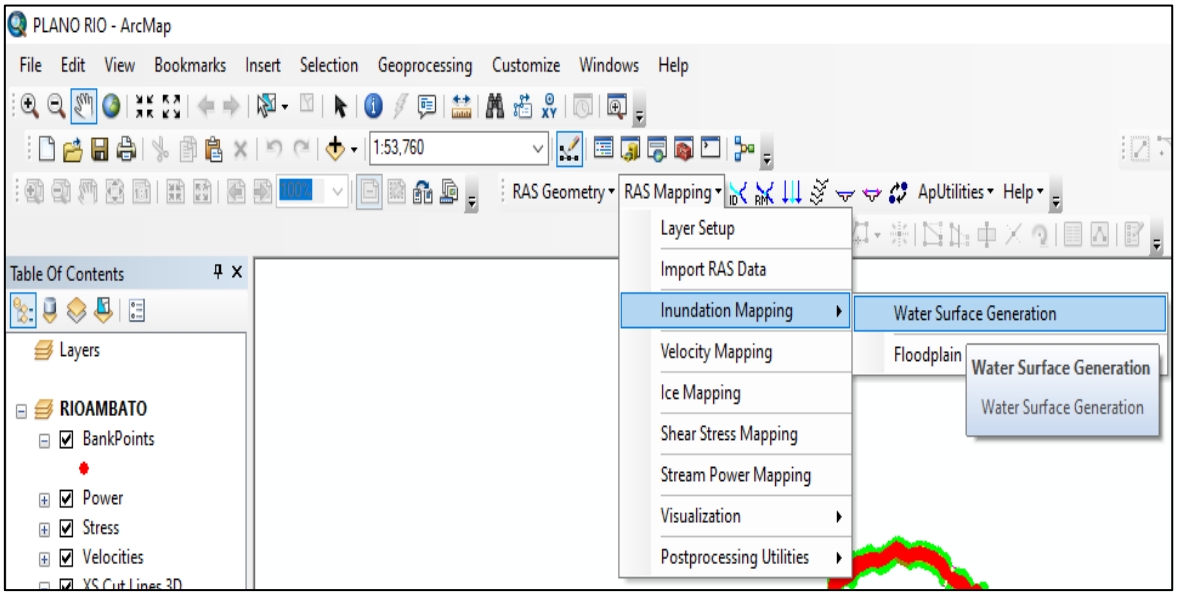


Figura Nº82. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

Aparece un cuadro de la superficie TIN del agua seleccionada, donde se escoge el caudal mínimo y el caudal máximo del río para periodos de retorno determinados. Después clic en la opción unir las características de la llanura de inundación **(Merge Floodplain Features).** Clic en **OK.**

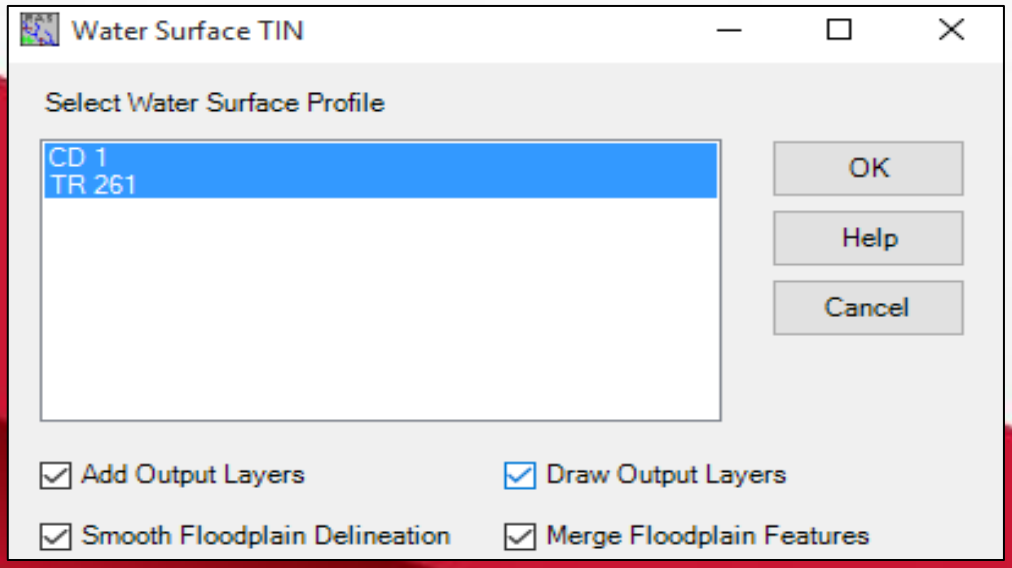


Figura Nº83. Ventana de la superficie TIN del agua seleccionada
Fuente: HEC-RAS

Observar el mapa de inundación de las superficies TIN para los diferentes periodos de retorno.

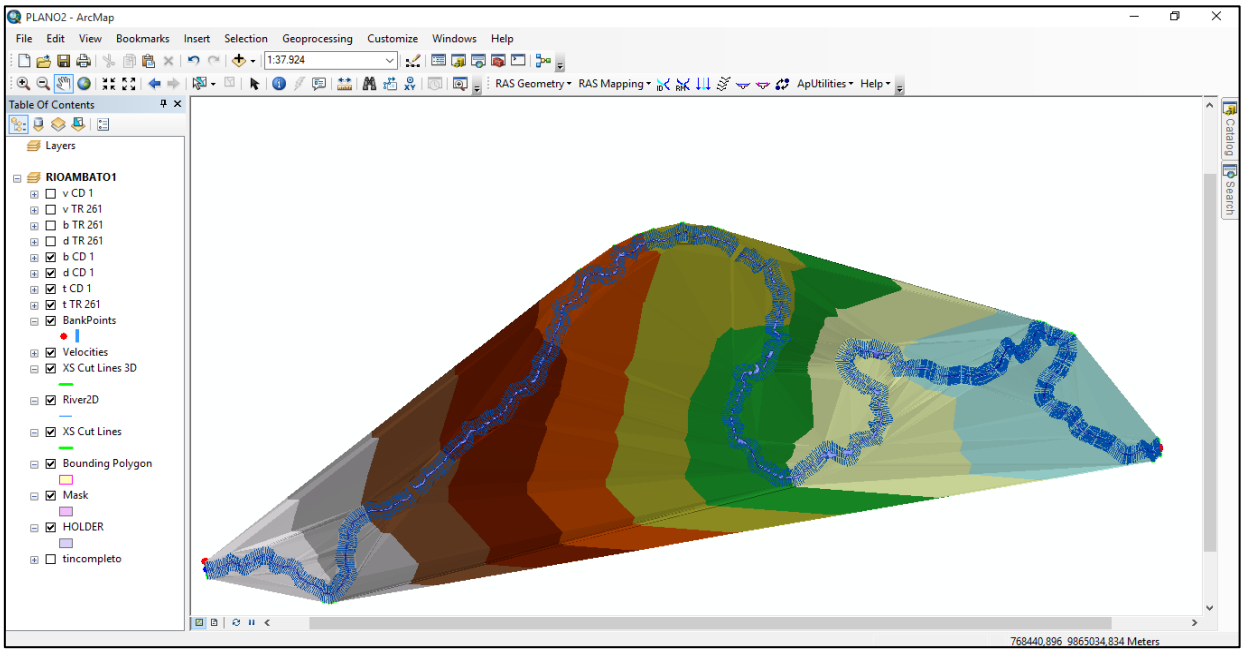


Figura N°84. Ventana de ArcGIS para las áreas de inundación del río.
Fuente: HEC-RAS

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapa de inundaciones **(Inundation Mapping)** y luego delineación de llanuras de inundación usando rasters **(Floodplain Delineation Using Rasters)**, con esto se crearán los archivos rasters de los diferentes periodos de retorno.

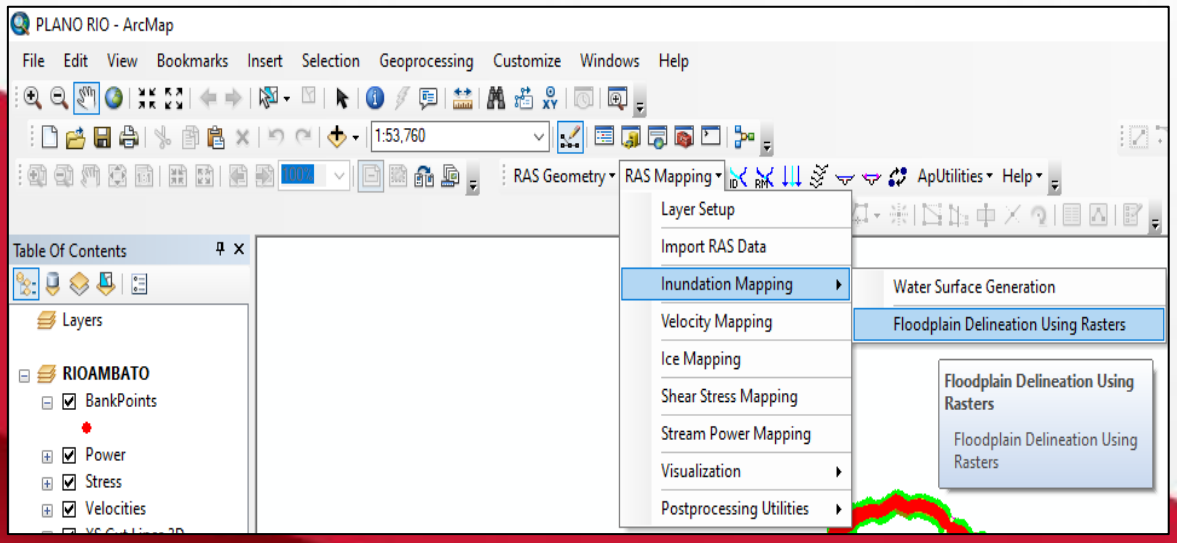


Figura N°85. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

En la ventana de la delineación de llanuras de inundación usando rasters **(Floodplain Delineation Using Rasters)** escoger cada periodo de retorno, seleccionar la opción unir las características de llanura de inundación **(Merge Floodplain Features)** y clic en Ok.

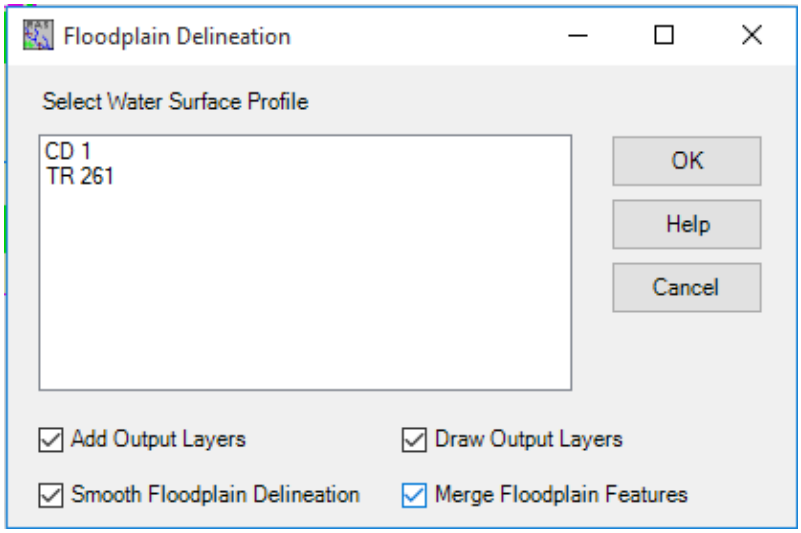


Figura Nº86. Ventana de la delineación de llanuras de inundación
Fuente: HEC-RAS

Observar cómo se realizó la simulación de la delineación de llanuras de inundación para el periodo de retorno escogido.

Floodplain Delineation Using Grids

Start Time	Type	Message
11/05/2020 20:08:50	Information	Spatial Analyst and 3D Analyst licenses validated.
11/05/2020 20:08:50	Information	Starting floodplain delineation ...
11/05/2020 20:08:50	Information	Verify if the RAS export file has already been read
11/05/2020 20:08:50	Information	XS cutline and bounding polygon feature classes obtained.
11/05/2020 20:09:01	Information	Floodplain delineation started for profile TR 261
11/05/2020 20:09:01	Information	Checking if the water surface TIN for the current profile TR 261 exists.
11/05/2020 20:09:02	Information	Water surface TIN for the current profile TR 261 exists.
11/05/2020 20:09:02	Information	Constant GRID constructed.
11/05/2020 20:09:02	Information	Starting to create water surface GRID.
11/05/2020 20:09:03	Information	Water Surface GRID created.
11/05/2020 20:09:03	Information	Obtaining the bounding polygon.
11/05/2020 20:09:03	Information	Bounding polygon feature obtained.
11/05/2020 20:09:03	Information	Water surface GRID obtained.
11/05/2020 20:09:03	Information	Starting to use water surface grid for delineation.
11/05/2020 20:09:03	Information	Subtracting the terrain GRID from water surface GRID for profile TR 261.

Figura Nº87. Ventana de la simulación de la delineación de llanuras de inundación
Fuente: HEC-RAS

En la ventana de HEC-GeoRAS,se visualiza un mensaje que indica que el mapa de llanura de inundación se simulo con éxito.

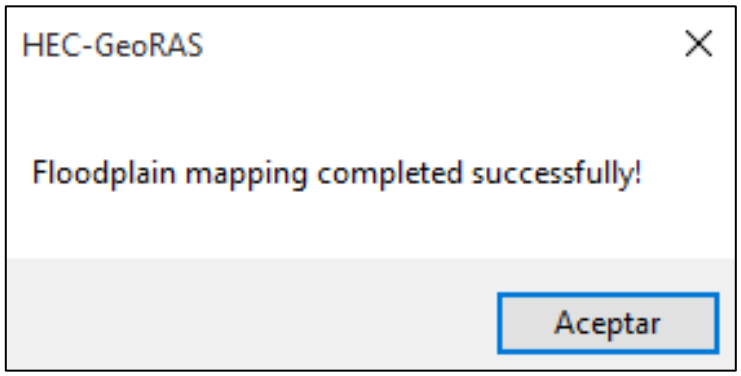


Figura Nº88. Ventana de HEC-GeoRAS
Fuente: HEC-RAS

Observar como circulo el flujo en base a la delineación de llanuras de inundación para el periodo de retorno seleccionado.

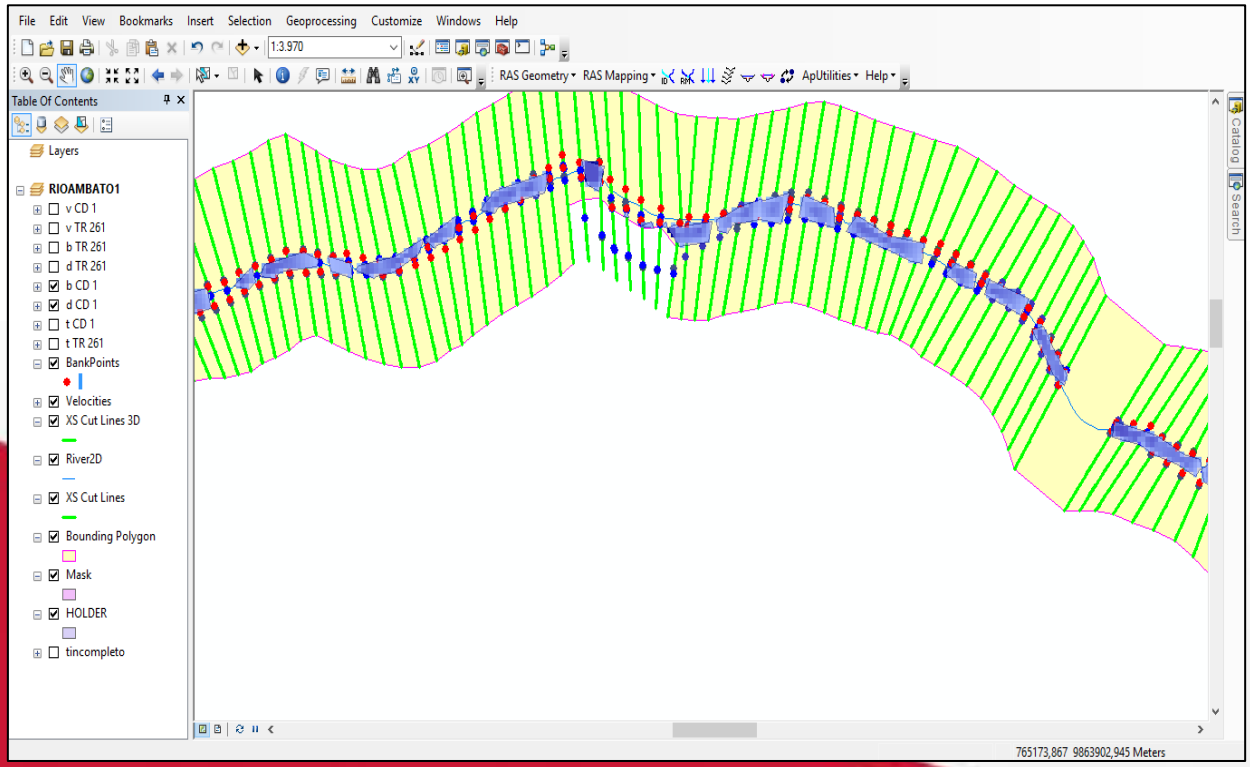


Figura Nº89. Ventana del programa ArcGIS, visualización del flujo del Río.
Fuente: HEC-RAS

Se visualiza la superficie TIN con el flujo del Río escogido para determinado periodo de retorno.

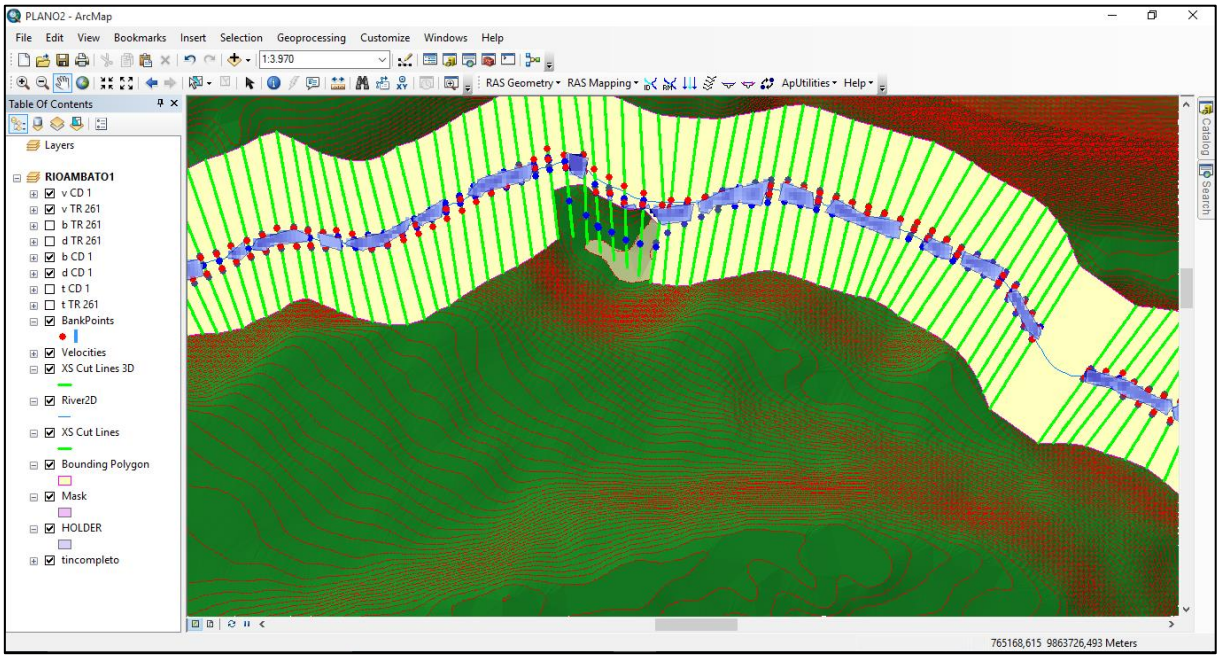


Figura Nº90. Ventana del programa ArcGIS, flujo del Río y superficie TIN.
Fuente: HEC-RAS

En las opciones de **RAS Mapping** seleccionar mapa de velocidad **(Velocity Mapping)**.

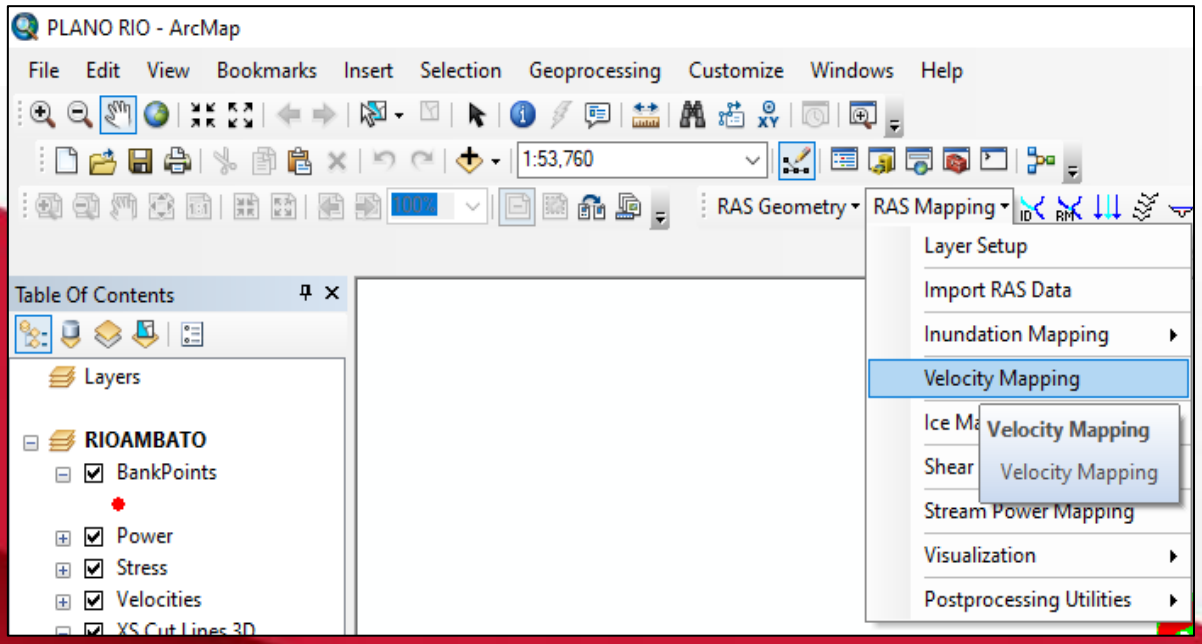


Figura Nº91. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

En el cuadro de Interpolación de Velocidad (Velocity Interpolation), se seleccionó los diferentes periodos de retorno. Luego se unió las características de llanura de inundación **(Merge Floodplain Features)**. Clic en Ok.

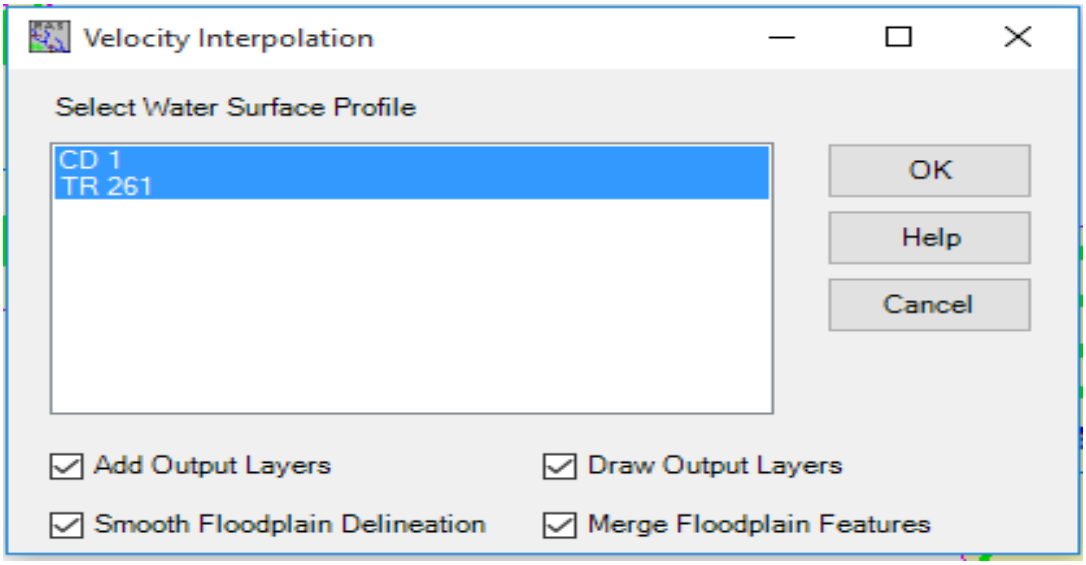
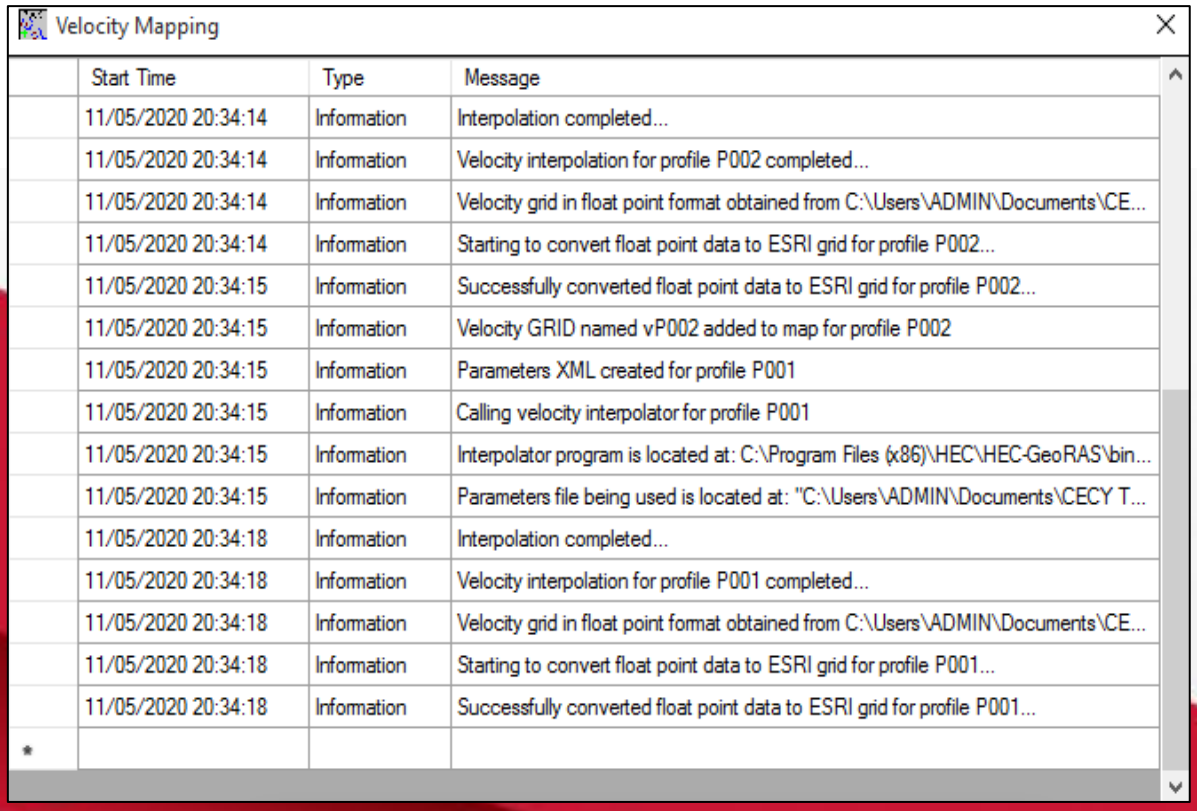


Figura Nº 92. Ventana de Interpolación de Velocidad
Fuente: HEC-RAS

Visualizar la simulación del mapa de velocidad para el periodo de retorno seleccionado.



Start Time	Type	Message
11/05/2020 20:34:14	Information	Interpolation completed...
11/05/2020 20:34:14	Information	Velocity interpolation for profile P002 completed...
11/05/2020 20:34:14	Information	Velocity grid in float point format obtained from C:\Users\ADMIN\Documents\CE...
11/05/2020 20:34:14	Information	Starting to convert float point data to ESRI grid for profile P002...
11/05/2020 20:34:15	Information	Successfully converted float point data to ESRI grid for profile P002...
11/05/2020 20:34:15	Information	Velocity GRID named vP002 added to map for profile P002
11/05/2020 20:34:15	Information	Parameters XML created for profile P001
11/05/2020 20:34:15	Information	Calling velocity interpolator for profile P001
11/05/2020 20:34:15	Information	Interpolator program is located at: C:\Program Files (x86)\HEC\HEC-GeoRAS\bin...
11/05/2020 20:34:15	Information	Parameters file being used is located at: "C:\Users\ADMIN\Documents\CECY T...
11/05/2020 20:34:18	Information	Interpolation completed...
11/05/2020 20:34:18	Information	Velocity interpolation for profile P001 completed...
11/05/2020 20:34:18	Information	Velocity grid in float point format obtained from C:\Users\ADMIN\Documents\CE...
11/05/2020 20:34:18	Information	Starting to convert float point data to ESRI grid for profile P001...
11/05/2020 20:34:18	Information	Successfully converted float point data to ESRI grid for profile P001...

Figura Nº 93. Ventana del mapa de velocidades
Fuente: HEC-RAS

Finalmente, aparece un mensaje que mostro la ventana de HEC-GeoRAS, he indicó que la simulación se ejecutó con éxito.

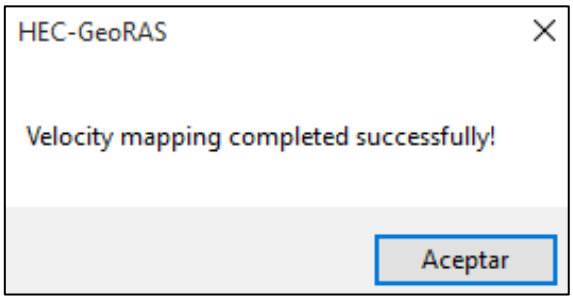


Figura Nº 94. Ventana de HEC-GeoRAS
Fuente: HEC-RAS