



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 DEL RÍO
AMBATO EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE EL SECTOR DE TILULÚN
Y EL SECTOR DE LAS VIÑAS DESDE EL KM 0+00 AL 4+00 MEDIANTE UN
MODELO MATEMÁTICO”**

AUTOR: Danilo Rubén Barrera Rodríguez

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 0+00 A 4+00 MEDIANTE UN MODELO MATEMÁTICO”**, elaborado por el Sr. **Danilo Rubén Barrera Rodríguez**, portador de la cedula de ciudadanía: C.I. 1850573211, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente trabajo experimental es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Esta concluido en su totalidad.

Ambato, Enero 2021



Ing. Mg. Lenin Rafael Maldonado Narváez

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Danilo Rubén Barrera Rodríguez**, con C.I. 1850573211 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 0+00 A 4+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



Danilo Rubén Barrera Rodríguez

C.I 185057321-1

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

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a blue oval. The signature reads "Danilo Barrera".

Danilo Rubén Barrera Rodríguez

C.I 185057321-1

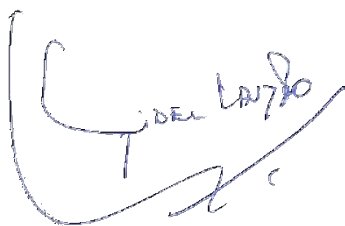
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Trabajo Experimental, realizado por el estudiante Danilo Rubén Barrera Rodríguez, 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 0+00 A 4+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

En primer lugar, va dedicado a Dios por ser mi guía y ayudarme a superar cada obstáculo.

A mi padre Danilo, por ser mi soporte y motor fundamental para alcanzar esta meta.

A mi madre Mery, por apoyarme en todo, y darme el cariño para seguir con mis sueños cada día.

A mi hermana Cinthya quien me ha ayudado y acompañado en todas las etapas de mi vida.

A mi querida Pole por estar a mi lado siempre, darme ánimos para seguir adelante y juntos apoyarnos y ayudarnos.

Y a todos mis familiares, amigos y seres queridos, quienes han contribuido a ser la persona que soy hoy en día.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Universidad Técnica de Ambato, que me ha brindado la oportunidad de prepararme académicamente.

A todos los docentes de la Carrera de Ingeniería Civil que me impartieron sus conocimientos y me ayudaron en esta hermosa carrera, de manera especial al Ing. Lenin Maldonado por ser un gran docente y amigo quien ha fomentado en mi crecimiento personal y académico.

Al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua por facilitarnos los datos que permitieron la elaboración de este proyecto

Agradezco a mis padres Mery y Danilo por enseñarme grandes valores y motivarme seguir adelante y nunca rendirme.

A mi hermana Cinthya por estar a mi lado y seguir aprendiendo juntos cada día.

A Pole por el apoyo que ha significado en mi vida, por los grande momentos y recuerdos juntos.

Y a todos quienes han contribuido directa e indirectamente a la realización de este proyecto de investigación.

ÍNDICE GENERAL

PAGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT	xvii

CONTENIDO

CAPITULO I.- MARCO TEORICO	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.....	4
1.1.3.1.1. Hidráulica Fluvial	5
1.1.3.1.2. Clasificación de los ríos	5
1.1.3.1.3. Geomorfología Fluvial.....	6

1.1.3.1.4. Bancos de inundación	7
1.1.3.2. Hidrología	8
1.1.3.2.1. Precipitación	9
1.1.3.2.2. Intensidad de precipitación	12
1.1.3.2.3. Período de retorno.....	15
1.1.3.2.4. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	15
1.1.3.2.5. Escorrentía superficial	16
1.1.3.2.6. Caudales Máximos.....	16
1.1.3.2.7. Hidrograma Unitario.....	17
1.1.3.2.8. Hidrograma de crecida.....	17
1.1.3.2.9. Separación en el hidrograma.....	18
1.1.3.2.10. Flujo Canal Abierto.....	18
1.1.3.2.11. Régimen de flujo.....	20
1.1.3.2.12. Estados de flujo.....	22
1.1.3.2.13. Energía Específica.....	23
1.1.3.2.14. Curva de la energía específica	23
1.1.3.2.15. Ecuación general de flujo.....	25
1.1.3.2.16. Ecuación de Manning.....	25
1.1.3.2.17. Coeficiente de Manning.....	26
1.1.3.3. Modelos numéricos para el estudio de flujo en canal abierto.....	29
1.1.3.3.1. Modelo Matemático HEC-RAS.....	29
1.1.3.3.2. Modelo Matemático HEC- GeoRAS	30
1.1.3.4. Estadística hidrológica.....	30
1.1.3.4.1. Definición de variable aleatoria y tipo de variable del caudal.....	30
1.1.3.4.2. Variable aleatoria discreta	31

1.1.3.4.3. Variable aleatoria continua	31
1.1.3.4.4. Media Aritmética	32
1.1.3.4.5. Desviación estándar	32
1.1.3.4.6. Criterio de Chauvenet	32
1.1.3.4.7. Método de Gumbel	34
1.1.3.4.8. Método de Gumbel para el cálculo de caudales para un periodo de retorno dado.....	37
1.1.3.4.9. Probabilidad esperada	38
1.1.3.5. Norma NEVI-12	40
1.1.3.5.1. Periodo de diseño de estructuras y vida útil del material	40
1.1.3.5.2. Tabla de riesgo admisible según el tipo de estructura	41
1.1.4. Hipótesis.....	42
1.2. Objetivos.....	42
1.2.1. Objetivo General	42
1.2.2. Objetivos Específicos.....	42
CAPITULO II.- METODOLOGÍA	43
2.1. Materiales y Equipo.....	44
2.1.1. Materiales.....	44
2.1.2. Equipos.....	44
2.2. Métodos	45
2.2.1. Plan de recolección de datos	45
2.2.1.1. Datos del terreno.....	45
2.2.1.2. Recolección de datos Hidrométricos	46
2.2.1.3. Recolección de datos de infraestructura	46
2.2.1.4. Recolección de datos de riesgo y periodos de retorno.....	46

2.2.2.	Plan de procesamiento y análisis de la información	46
2.2.2.1.	Procesamiento de datos del terreno	46
2.2.2.2.	Procesamiento de datos hidrométricos	47
2.2.2.3.	Modelación en Hec-Ras.....	49
2.2.2.3.1.	Etapas de creación del modelo de terreno	49
2.2.2.3.2.	Ingreso de los coeficientes de valores de Manning	49
2.2.2.3.3.	Estructuras analizadas.....	49
2.2.2.3.4.	Ingreso de caudales.....	50
2.2.2.4.	Calibración del modelo.....	50
2.2.2.5.	Resultados finales del modelo	51
2.2.2.5.1.	Evaluación de las características principales del río.....	51
2.2.2.5.2.	Zonas de inundación.....	51
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN		52
3.1.	Análisis y discusión de los resultados	52
3.1.1.	Plan de recolección de datos	52
3.1.1.1.	Descripción del objeto de estudio.....	52
3.1.1.2.	Datos topográficos.....	53
3.1.1.3.	Datos Hidrométricos.....	55
3.1.1.4.	Datos de Infraestructura.....	57
3.1.2.	Plan de procesamiento de datos y análisis de la información	58
3.1.2.1.	Datos del terreno.....	58
3.1.2.2.	Datos Hidrométricos.....	59
3.1.2.3.	Riesgo y periodo de retorno.....	65
3.1.2.4.	Modelo numérico Hec-RAS	65
3.1.2.4.1.	Parámetros del Modelo	65

3.1.2.4.2. Análisis del resultado del modelo.....	68
3.1.2.4.2.1. Perfil Longitudinal	68
3.1.2.4.2.2. Secciones Transversales.....	69
3.1.2.4.2.3. Gráfico longitudinal del número de Froude	76
3.1.2.4.2.4. Velocidad de flujo	77
3.1.2.4.2.5. Esfuerzo cortante.....	78
3.1.2.4.2.6. Curvas de descarga.....	80
3.1.2.4.2.7. Esquema 3D	82
3.1.2.4.2.8. Condiciones de flujo y áreas de inundación.....	83
3.2. Listado de planos.....	89
CAPÍTULO IV	97
4.1. Conclusiones.....	97
4.2. Recomendaciones.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Distribución del agua en el planeta.....	9
Tabla 2.- Clasificación de la lluvia según su intensidad.....	13
Tabla 3.- Coeficientes de Manning.....	27
Tabla 4.- Valores del coeficiente $k(n)$ según criterio de Chauvenet.....	34
Tabla 5.- Valores de u_y (y_n) y α_y (σ_n) para estimar α y β	36
Tabla 6.- Valores Riesgo R, según el tiempo de retorno T.....	38
Tabla 7.- Fórmulas de cálculo para la probabilidad.....	39
Tabla 8.- Valores de “a” para “n” datos en cálculo de probabilidad.....	39
Tabla 9.- Periodo de operación en años.....	40
Tabla 10.- Criterios de diseño para estructuras de control de agua.....	40
Tabla 11.- Riesgo Admisible según el tipo de estructura.....	41
Tabla 12.- Abscisado y ubicación del tramo de estudio.....	55
Tabla 13.- Registros hidrométricos de la estación de Tilulún.....	57
Tabla 14.- Coordenadas de la Infraestructura existente en el tramo de estudio.....	57
Tabla 15.- Caudales de crecida de la estación de Tilulún 1964 - 1980.....	59
Tabla 16.- Aplicación del criterio de Chauvenet.....	60
Tabla 17.- Caudales Finales de la Estación de Tilulún.....	60
Tabla 18.- Riesgo y Vida útil según estructuras.....	61
Tabla 19.- Valores de la media aritmética y desviación estándar.....	61
Tabla 20.- Caudales según periodo de retorno.....	62
Tabla 21.- Probabilidad Teórica.....	63
Tabla 22.- Probabilidad Empírica.....	64
Tabla 23.- Riesgo Máximo Admisible.....	65
Tabla 24.- Valores de Manning Ingresados.....	66
Tabla 25.- Caudales ingresados en el programa Hec-RAS.....	67
Tabla 26.- Valores de velocidad y esfuerzo cortante admisibles según materiales.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Promedio de precipitaciones por regiones en Ecuador	1
Figura 2.- Clasificación de los ríos según su geomorfología.....	6
Figura 3.- Banco de inundación	7
Figura 4.- Ciclo hidrológico.....	8
Figura 5.- Precipitación ciclónica	10
Figura 6.- Precipitación convectiva.....	11
Figura 7.- Precipitación Orográfica.....	12
Figura 8.- Pluviómetro	13
Figura 9.- Pluviógrafo	14
Figura 10.- Pluviograma.....	14
Figura 11.- Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia.....	15
Figura 12.- Separación del hidrograma.....	18
Figura 13.- Canal Abierto	19
Figura 14.- Flujo Permanente.....	19
Figura 15.- Flujo No Permanente.....	20
Figura 16.- Flujo Laminar	21
Figura 17.- Flujo Turbulento.....	21
Figura 18.- Flujo Transitorio.....	22
Figura 19.- Tipo de flujo en función del Número de Reynolds	22
Figura 20.- Curva de energía específica.....	24
Figura 21.- Nomograma de Manning.....	29
Figura 22.- Cálculo del coeficiente $k(n)$ y sus límites	33
Figura 23.- Ubicación del proyecto (20km) sobre el río Ambato	52
Figura 24.- Ubicación del tramo de estudio (4km) sobre el río Ambato	53
Figura 25.- Ortofoto del tramo de estudio (4km).....	54
Figura 26.- Ubicación de la estación de Tilulún	56
Figura 27.- Infraestructura existente en el tramo de estudio.....	58
Figura 28.- Probabilidad Empírica VS Probabilidad Teórica	64

Figura 29.- Perfil longitudinal con flujo de agua Tr 5 años	68
Figura 30.- Perfil longitudinal con flujo de agua Tr 261.20 años	69
Figura 31.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 5 años	70
Figura 32.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 10 años	70
Figura 33.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 25 años	71
Figura 34.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 50 años	71
Figura 35.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 100 años	72
Figura 36.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 261.20 años	72
Figura 37.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 5 años	73
Figura 38.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 10 años	73
Figura 39.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 25 años	74
Figura 40.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 50 años	74
Figura 41.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 100 años	75
Figura 42.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 261.20 años	75
Figura 43.- Gráfica del Número de Froude para el periodo de retorno 261.20 años	77
Figura 44.- Gráfica de la velocidad total para el periodo de retorno 261.20 años	78
Figura 45.- Gráfica del esfuerzo cortante total para el periodo de retorno 261.20 años ..	80
Figura 46.- Curva de descarga para la sección Tipo I.....	81
Figura 47.- Curva de descarga para la sección Tipo I.....	82
Figura 48.- Esquema 3D del tramo de estudio para Tr 261.20 años.....	83

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación forma parte de un macroproyecto para conocer las características hidráulicas de 20 kilómetros del río Ambato.

Se analizó los primeros 4 kilómetros desde la planta de tratamiento de agua potable de Tilulún. Se obtuvieron datos topográficos del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua para generar: la geometría, secciones transversales y características del terreno en el programa ArcGIS.

Los caudales fueron proporcionados por la estación de Tilulún a lo largo de 17 años. En estos datos se aplicó el Criterio de Chauvenet para tener la muestra uniforme, así como el Método de Gumbel obteniendo así el caudal de 123.185 metros cúbicos por segundo y un periodo de retorno de 261.20 años.

El modelo fue calibrado en el Software HecRAS con un caudal base de 5 metros cúbicos por segundo, para delimitar el cauce natural del río. Fueron ingresados los coeficientes de Manning que nos indican la rugosidad.

Con todo esto se busca conocer las velocidades, esfuerzo cortante, y áreas de inundación que se alcanzará al presentarse crecidas en el caudal y el daño que producirán, y proponer lugares para la creación de estructuras que disminuyan los daños que se pueden producir a lo largo del río Ambato.

Palabras clave: Río Ambato. HecRAS, Inundación, Caudal de crecida, tiempo de retorno.

ABSTRACT

This investigation is part of a macro project to know the hydraulic characteristics of 20 kilometers of the Ambato River.

The first 4 kilometers from the Tilulun drinking water treatment plant were analyzed. Topographic data was obtained from the Honorable Provincial Government of Tungurahua to generate the geometry, cross sections and terrain characteristics in the ArcGIS program.

The flows were provided by the Tilulun station over 17 years. In these data, the Chauvenet Criterion was applied to have the uniform sample, as well as the Gumbel Method obtaining the flow of 123,185 cubic meters per second and a return period of 261.20 years.

The model was calibrated in the HecRAS Software with a base flow of 5 cubic meters per second, to delimit the natural riverbed. Manning's coefficients were entered to indicate the roughness.

With all of this, we seek to know the velocities, cutting effort, and areas of flooding that will be reached when there is a rise in the flow and the damage that it will produce, and to propose places for the creation of structures that will diminish the damage that can be produced along the Ambato River.

Keywords: Ambato River. HecRAS, Flood, Flood flow, return time.

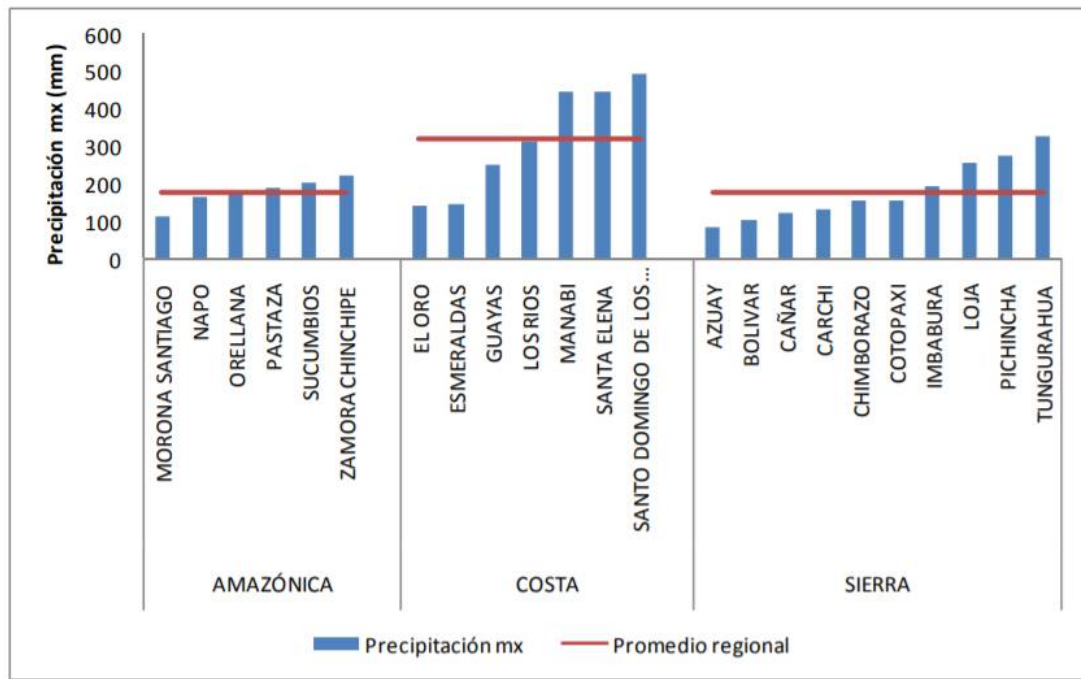
CAPITULO I.- MARCO TEORICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

El análisis climatológico realizado por la Secretaria de Gestión de Riesgos, muestra que en los meses de enero a marzo se incrementan las precipitaciones en el Ecuador. En la región Sierra el aumento es de 9%, con una precipitación promedio de 181 mm. Las provincias de Loja, Pichincha, Imbabura y Tungurahua superan este promedio [1].

Figura 1.- Promedio de precipitaciones por regiones en Ecuador



Fuente: Secretaría de gestión de riesgos. Amenaza Inundaciones,2014.

En la Provincia de Tungurahua está el Cantón Ambato, el cual es atravesado por el río del mismo nombre. Cercano al río Ambato se encuentran comunidades agrícolas, avícolas y piscícolas, las cuales están expuestas al peligro de la crecida y posterior desbordamiento del caudal debido a las intensas lluvias. Anteriormente, la población se ha planteado la posibilidad de evacuar con los animales para evitar pérdidas de vidas, pero las industrias, criaderos de peces de río, sembríos se ven afectados y producen pérdidas económicas.

En abril del 2016, intensas lluvias provocaron que el agua alcance hasta dos metros fuera de la ribera del río, lo que provocó que cultivos sean arrasados y las vías se vean afectadas [2].

En épocas de crecida el río Ambato ha sido capaz de transportar escombros a altas velocidades lo que cambia el curso natural del cauce afectando a las obras de infraestructura al margen del río.

En mayo del 2019 la provincia de Tungurahua atravesó fuertes lluvias, las cuales aumentaron el caudal del río nuevamente y provocó desbordamientos en la parte baja del norte de la ciudad como el Socavón o La Península. En Quillán y Las Viñas existió entrada de agua a cultivos, lo que dejó leves pérdidas pero la constante amenaza de desbordamiento [3].

Por esta razón el estudio y análisis de ríos se considera importante como manifiesta Solano y Vintimilla en su tesis “Estudio fluviomorfológico del río Vinces y determinación de las áreas de inundación de la zona de influencia del proyecto Pacalori aplicando Hec-GeoRAS”, en la cual concluye el área de inundación estimada por el desbordamiento del río Vinces correspondiente a 6707 ha y 7866.5 ha para periodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente [4].

Asimismo, en la tesis “Evaluación hidrológica e hidráulica del Río Tomebamba tramo Balzay-Monay mediante modelación matemática del flujo en uni y bidimensional”, se ha concluido los caudales para los cuales el río Tomebamba presentaría una amenaza, siendo 289.4 m³/s el correspondiente al mayor periodo de retorno el que provocaría inundaciones [5].

1.1.2. Justificación

En los últimos años se han producido grandes y graves desastres naturales como terremotos, tsunamis, erupciones volcánicas, inundaciones, deslaves entre otros. Algunos de estos fenómenos son inevitables, pero otros han sido causados por el hombre y el crecimiento urbano en zonas peligrosas [6].

Según [7], la alteración y el constante deterioro del medio ambiente contribuyen a las graves consecuencias de los desastres naturales. Uno de estos desastres naturales son las inundaciones, las cuales son producidas por fuertes lluvias, tormentas tropicales o por fenómenos como huracanes que aumentan el nivel de agua de los ríos y mares y producen desbordamiento, por lo que el agua llega a cubrir zonas en las cuales comúnmente no está presente.

Las inundaciones en los últimos años han aumentado tanto en intensidad como en frecuencia, por lo que sus consecuencias son graves en cuanto a pérdidas económicas y humanas [8].

En países como China, Bangladés, Estados Unidos, Brasil y Guatemala las inundaciones originadas por el desborde de ríos en áreas ocupadas por asentamientos humanos son comunes y las consecuencias devastadoras [7], [8].

América Latina es la región más urbanizada después de América del Norte. El 80% de la población es urbana, y aproximadamente 360 millones de habitantes viven en zonas aledañas a las costas a menos de 10 msnm por lo que los hace vulnerables a inundaciones. Estos fenómenos serán más graves en países en vías de desarrollo en los cuales el sistema de drenaje es deficiente. En ciudades como Colombia, un evento extremo de lluvias ha causado pérdidas económicas, de infraestructura y 70 muertos en el año 2006 [9].

En Ecuador las inundaciones se dan por intensas precipitaciones, mareas altas, incremento en el caudal de ríos por causas naturales como las lluvias o por causas ajenas a la naturaleza como problemas de infraestructura o rotura de tuberías [10].

Las inundaciones en nuestro país se dan principalmente en los meses de febrero a mayo cuando la corriente cálida de “El Niño” sobrepasa a la corriente fría de “Humboldt” lo que provoca lluvias fuertes [11].

En la costa ecuatoriana una forma de protegerse de las inundaciones es combinar hormigón y bambú como los materiales de construcción de las casas, y de esta forma poder elevarlas para evitar el contacto directo con el suelo. Quito, es una ciudad con más de 2,1 millones de habitantes en el distrito metropolitano y como aumento en la incidencia de

deslizamientos de tierra e inundaciones en la ciudad alrededor del cambio de siglo, así como la disminución del glaciar local Artisana, cerca de más de 670 000 personas viven en zonas de alto riesgo. [9]

En Tungurahua el río Ambato atraviesa 5 de los 9 cantones de la provincia, a través de su recorrido existen zonas de riesgo, por esto es importante conocer el comportamiento del río frente a eventos de la crecida de su caudal, para preservar infraestructuras aledañas y especialmente la seguridad de vida de los moradores cercanos a las riberas del mismo [12].

Esto permitirá conocer el nivel de riesgo al que se expone la población y disminuir las pérdidas humanas y materiales, ya que por medio del modelo numérico se podrá conocer el comportamiento del río Ambato y determinar zonas de desborde en las cuales se vea comprometida la población.

Los beneficiarios de la investigación será la población en general, pues tendrán un método para saber el nivel del riesgo al que se exponen al asentarse cerca del río, así como diferentes industrias las cuales no verán pérdidas en infraestructura ante una creciente del río. La Municipalidad de Ambato y el Gobierno Provincial también serán beneficiados pues tendrán información acerca del comportamiento hidráulico del río para futuros proyectos.

1.1.3. Fundamentación Teórica

1.1.3.1.Hidráulica

La hidráulica es la rama de la física que estudia el comportamiento de los fluidos, sea de fluidos en reposo (Hidrostática), o de fluidos en movimiento (Hidrodinámica) para poder aplicarlos en el área importantes como la aeronáutica, oceanografía, ingeniería química, civil e industrial [13].

Esta ciencia analiza el flujo de líquidos en conductos cerrados como tuberías o canales abiertos y su posterior utilidad en la construcción de embalses, bombas, válvulas que funcionen con la circulación y presión de los líquidos.

1.1.3.1.1. **Hidráulica Fluvial**

La hidráulica fluvial es la ciencia que estudia el comportamiento hidrológico de los ríos, sus caudales, niveles de agua máximos, velocidades de flujos, procesos de sedimentación y socavación. Es una ciencia importante para la construcción de obras hidráulicas en los cauces de los ríos o cerca de ellos.

Utiliza en conjunto de ciencias como la Hidráulica, Geomorfología, transporte de sedimentos para determinar el comportamiento de un río y analiza la intervención del hombre sobre los ríos para obtener sistemas de recolección de agua, prevenir inundaciones o la interacción entre los ríos y las obras civiles [14].

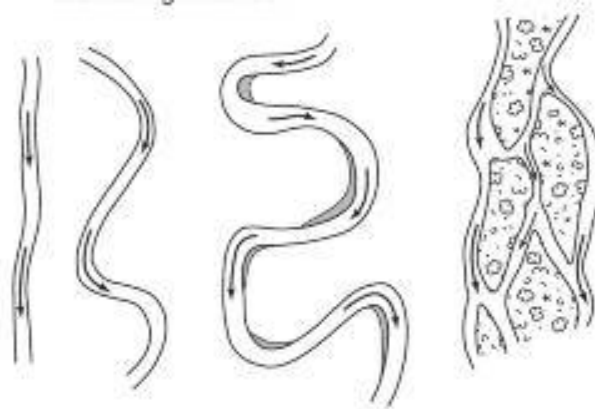
1.1.3.1.2. **Clasificación de los ríos**

Los ríos se pueden clasificar según varios criterios:

Según su grado de actividad: Se pueden clasificar en ríos efímeros o perennes, y ríos permanentes. Los efímeros son aquellos ríos que no tienen agua todo el tiempo, solo la presentan tras fuertes precipitaciones, en contraposición a los permanentes que poseen agua en todas las épocas del año.

Según su geomorfología: Toma en cuenta la geometría del cauce en planta y los clasifica en rectilíneos, meándrico o meandriforme y trenzado o braided. Los ríos rectilíneos tienen un cauce único, en el que el caudal posee alta energía y capacidad de erosión con una sinuosidad menor a 1, estos ríos son raros de forma natural. Los ríos meándricos están comprendidos igualmente por solo un cauce, el cual al tener una sinuosidad mayor a 1.5 está formado por una curva pronunciada en su trayectoria, siendo así los ríos más comunes. Los ríos trenzados tienen ramificaciones y cauces múltiples con una sinuosidad mayor a 1.30 [15].

Figura 2.- Clasificación de los ríos según su geomorfología.



Fuente: Clasificación Geomorfológica de los Ríos, Jm Buffinton, Dr Montgomery, 2008

Según su edad: Se identifica ríos jóvenes, maduros y viejos [14].

Otra clasificación es según su pendiente, si esta es mayor al 15% se los conoce como ríos torrenciales, y si la pendiente es mayor a 6% se os denomina torrentes. Así mismo se los clasifica según el material aluvial que arrastran, siendo estos ríos de grava o arena [16]

1.1.3.1.3. Geomorfología Fluvial

La geomorfología fluvial describe las geoformas del ríos productos de la acción del cauce de aguas superficiales, así como el transporte y depósitos de sedimentos en el río y relieve del terreno [17].

Hace referencia a variables en el sistema fluvial a lo largo del tiempo. Dichas variables poseen su jerarquía para explicar el funcionamiento y comportamiento del río, por lo que cada una aportará un grado de información.

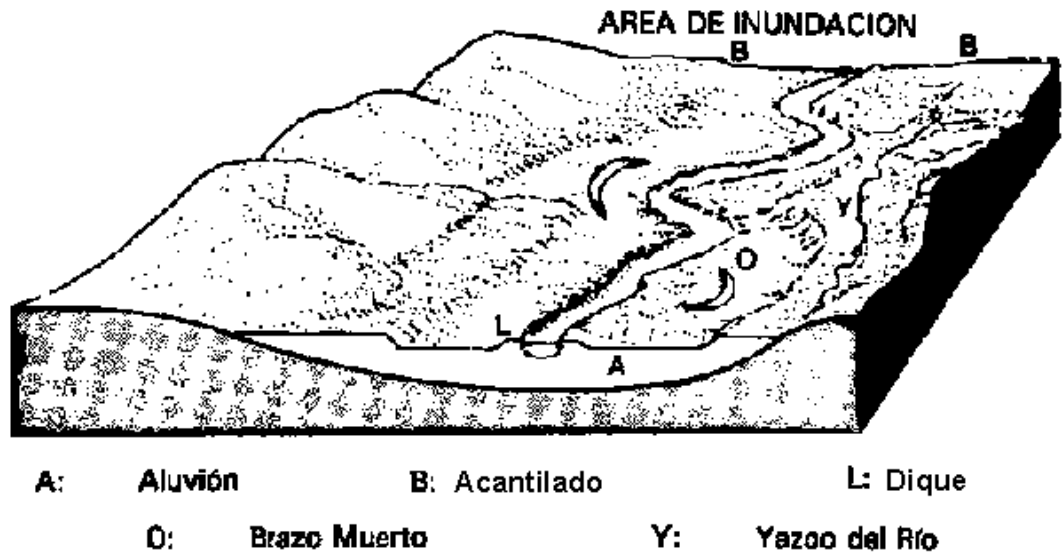
Algunas de las variables a tomar en cuenta son: “área (A); perímetro (Pm); anchura (W); rugosidad (n); pendiente (S); profundidad media (Pmed); ratio anchura-profundidad máxima (APmax); ratio anchura-profundidad media (APm); radio hidráulico (Rh); capacidad de conducción (CC), que deriva de la ecuación que relaciona la eficacia de conducción de la sección ($ef=Rh^{2/3}/n$) con la superficie mojada, por tanto, $CC=ef*A$;

velocidad (V); caudal geomórfico (Q), entendido como el caudal modelador del lecho; potencia específica (P), definida como: $P=(\rho \cdot g \cdot Q \cdot S)/W$, siendo g la aceleración de la gravedad (9,8m/s²) y ρ la masa volumétrica del agua, 1.000kg/m³; fuerza de tracción (FT), definida como: $FT=\rho \cdot g \cdot R_h \cdot S$; percentil 50 del sedimento (D50); percentil 84 del sedimento (D84); coeficiente de variación de los sedimento (cv); porcentaje de roca (%R)”[18].

1.1.3.1.4. Bancos de inundación

Son depósitos de materiales gruesos, arenas o gravas que se forman cuando decrece la velocidad de la corriente. Los materiales pesados se depositan en el centro o margen del río y los materiales finos son arrastrados lo que ralentiza la velocidad del flujo [19].

Figura 3.- Banco de inundación



Fuente: A. F. Breña Puyol and M. A. Jacobo Villa, Principios y fundamentos de la hidrología superficial, 2006.

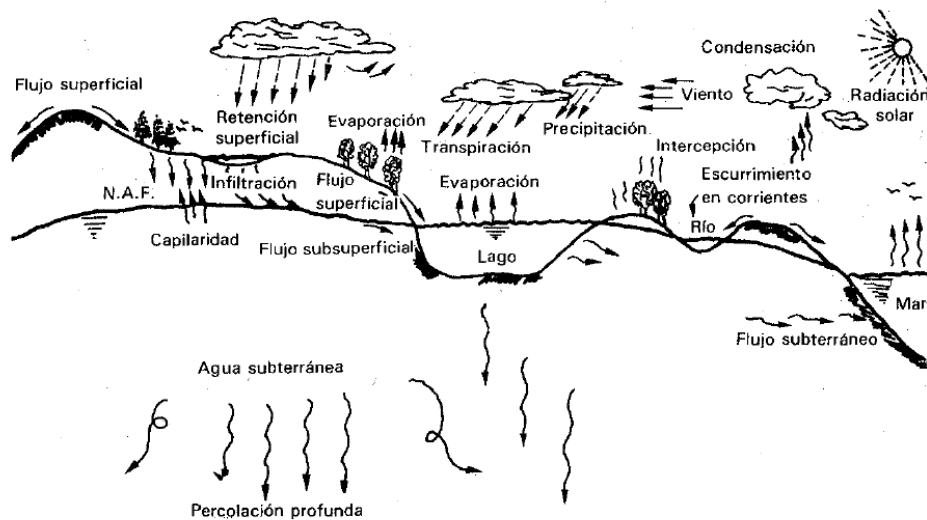
1.1.3.2.Hidrología

La hidrología es la ciencia que estudia el ciclo hidrológico, las variaciones espaciales y temporales del agua y su movimiento y los procesos físicos, químicos y biológicos que tiene durante su trayectoria [20].

La Hidrología es una ciencia multidisciplinaria ya que se nutre de ciencias como Biología, Geología, Física, Química y otras ciencias para enfocarse al estudio del origen, distribución, movimiento, propiedades e influencia del agua en nuestro planeta, y poder así diseñar obra de ingeniería para el control del agua.

Se utiliza el término “ciclo hidrológico” para determinar de forma cualitativa los procesos de movimiento y distribución de agua en la superficie terrestre. Se considera que el ciclo hidrológico inicia su proceso en los océanos con la evaporación de agua, la cual se dirige a la atmósfera para posteriormente condensarse y formar las nubes. Estas provocaran precipitaciones en forma de lluvia o nieve, que cae a la superficie, la cual por medio de escurrimiento superficial lleva esa precipitación hacia ríos y arroyos que viajan hacia el océano para cerra el ciclo [21].

Figura 4.- Ciclo hidrológico



Fuente: Francisco J Aparicio, Fundamentos de Hidrología de superficie, 1992

El agua es la sustancia más abundante del planeta. Se encuentra distribuida en todos los estados de la materia distribuida en ríos, mares, hielo, glaciares, atmósfera y agua subterránea.

Tabla 1.- Distribución del agua en el planeta

Ubicación	Volumen Miles de millones m ³	Porcentaje
Agua Superficial		
Lagos de agua dulce	123.000	0,009
Lagos salinos y mares int.	102.400	0,008
Canales y río	1.229	0,0001
Agua Subterránea		
No saturada (humedad suelo)	65.500	0,005
Agua subterránea (hasta 800m)	4.100.000	0,31
Agua subterránea profunda	4.100.000	0,31
Otras		
Glaciares e hielo	28.600.000	2,15
Humedad en la atmósfera	12.700	0,001
Océanos	1.298.000.000	97,3
Totales	1.335.104.829	100%

Fuente: Hidrología Ambiental, E Varas, 2015

1.1.3.2.1. Precipitación

Se conoce como precipitación a cualquier forma de humedad que cae a la superficie terrestre, ya sea lluvia, granizo, niebla. Su estudio es importante ya que constituye la forma de entrada de agua directa a ríos, lagos, mares, entre otros [22].

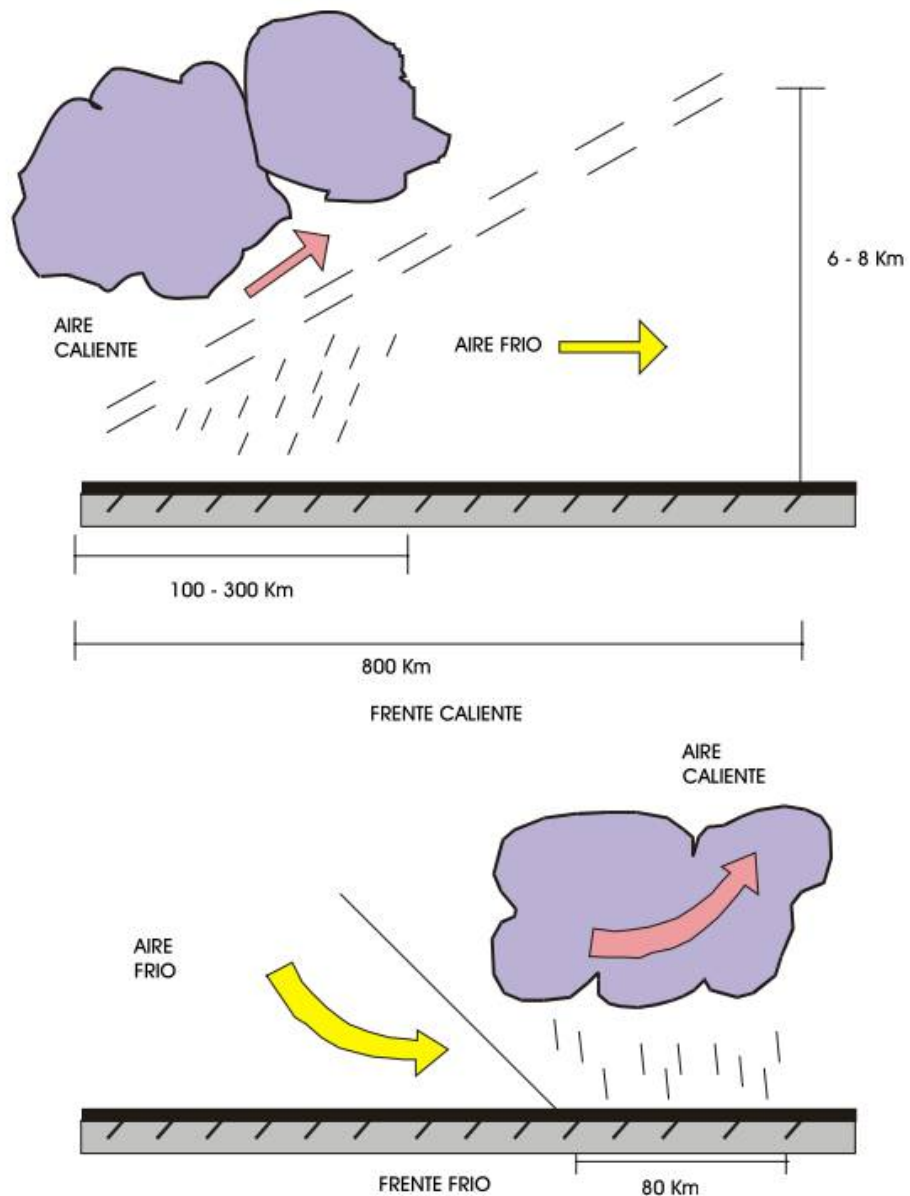
La precipitación es uno de los procesos meteorológicos más importantes para la Hidrología, y junto a la evaporación constituyen la forma mediante la cual la atmósfera interactúa con el agua superficial en el ciclo hidrológico del agua.

Según el origen de las precipitaciones se pueden clasificar en:

Precipitaciones ciclónicas: Se producen por fenómenos atmosféricos fuertes como ciclones o borrascas, en los cuales dos masas de aire de distinta temperatura y densidad chocan. En frentes fríos el aire cálido es empujado con fuerza hacia arriba por el aire frío,

lo que suele generar nubes de gran desarrollo vertical y consecuentemente lluvias intensas, que pueden convertirse en verdaderas tormentas. En los frentes cálidos el aire cálido asciende con mayor suavidad sobre la cuña que suele formar el aire frío, generando nubosidades estratiformes que suelen provocar lluvias menos intensas, pero más prolongadas.

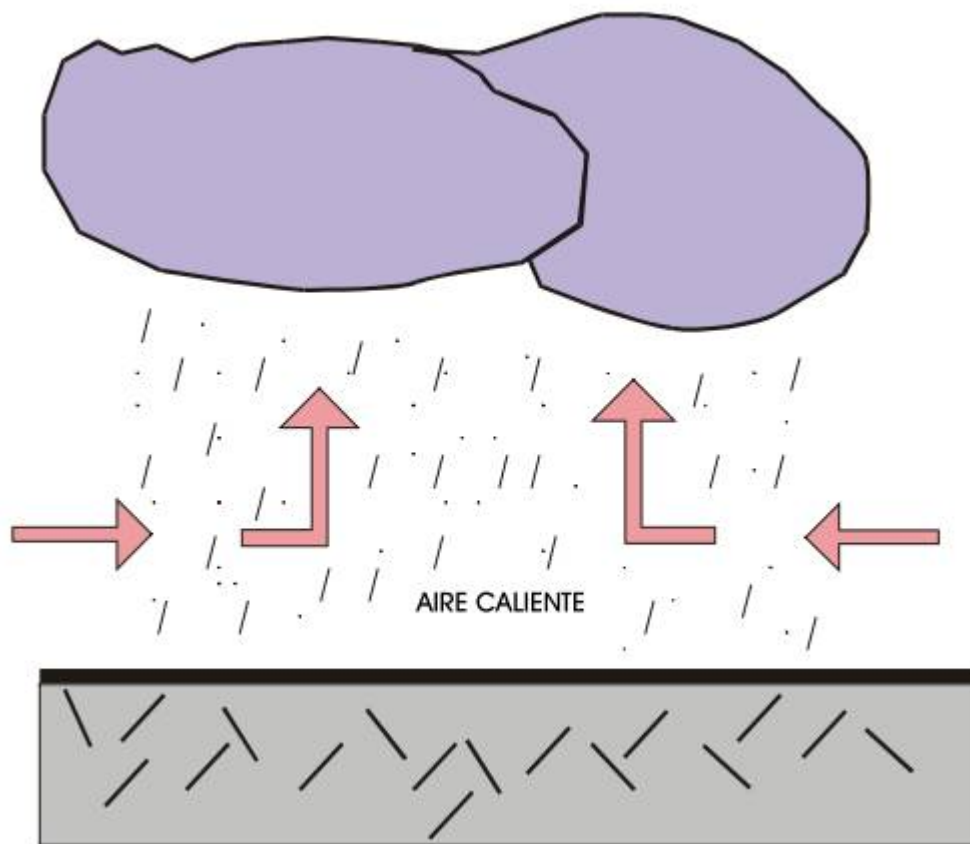
Figura 5.- Precipitación ciclónica



Fuente: Hidrología I: Ciclo Hidrológico, B Dyla, 2007.

Precipitaciones de convección: Se originan por el ascenso de masas de aire que se han calentado más que las circundantes, volviéndose inestables, generalmente debido a la incidencia de la radiación solar sobre la superficie. Cuando el aire caliente asciende se enfría y, al alcanzar el punto de rocío, se condensa y genera nubosidades cumuliformes, provocando chubascos o tormentas. Las nubes generadas por este fenómeno pueden crecer considerablemente si al desplazarse se encuentran con otras masas de aire ascendentes.

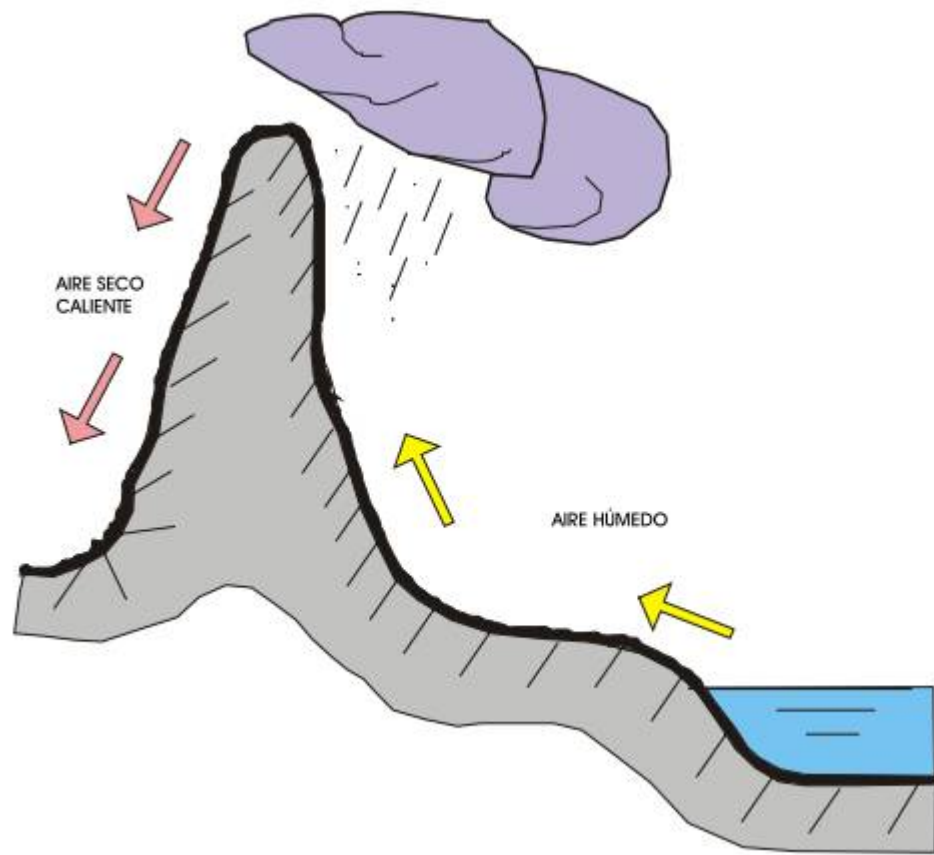
Figura 6.- Precipitación convectiva.



Fuente: Hidrología I: Ciclo Hidrológico, B Dyla, 2007.

Precipitaciones orográficas: Se presentan cuando masas de aire húmedo son obligadas a ascender al encontrar una barrera montañosa [23].

Figura 7.- Precipitación Orográfica



Fuente: *Hidrología I: Ciclo Hidrológico*, B Dyla, 2007.

1.1.3.2.2. **Intensidad de precipitación**

Es la cantidad de agua que cae en una cierta área por unidad de tiempo [22]. Es igual a precipitación/tiempo. Se puede cuantificar al recoger la precipitación en un recipiente con paredes rectas y midiendo la lámina de agua recogida. La unidad de medida es el mm/h que corresponde a la altura del agua en el recipiente (mm), durante el instante de recolección (hora) [24].

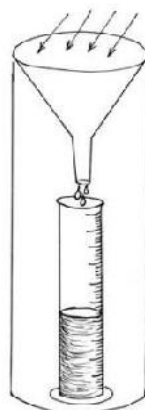
Tabla 2.- Clasificación de la lluvia según su intensidad

Intensidad	(mm/h)	Observaciones
Ligera	< 2.5	Las gotas se pueden identificar fácilmente unas de otras. Cuando existe una superficie expuesta seca, ésta tarda más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5-7.5	No se pueden identificar gotas individuales, se forman charcos con gran rapidez. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta cierta altura del suelo.
Fuerte	> 7.5	La visibilidad es escasa y las gotas que salpican sobre la superficie se levantan varios centímetros.

Fuente: *Clima, hidrología y meteorología, W Lozano-Rivas, 2018*

Para cuantificar la altura de agua y poder leer con más precisión el agua recogida ($\pm 0,1$ mm) un pluviómetro recoge el agua en una bureta de sección menor a la de la boca del pluviómetro. La lectura del agua recogida se efectúa una vez al día [23].

Figura 8.- Pluviómetro

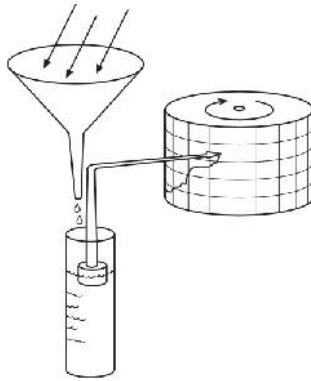


Fuente: *Precipitaciones, J Sánchez, 2015*

Existen también los pluviógrafos los cuales ofrecen un registro continuo del fenómeno; por ejemplo, si en un día han caído 100 mm., la medida que se originará será muy diferente si se han registrado a lo largo de todo el día o si han caído en una hora.

Un pluviógrafo registra la evolución de la precipitación con el tiempo, bien con tinta y papel, bien digitalmente. En algunos modelos, el pluviógrafo está dotado de un flotador que hace subir a una plumilla que registra gráficamente el llenado del recipiente a lo largo del tiempo.

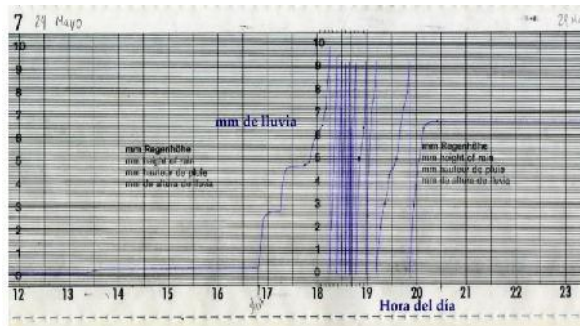
Figura 9.- Pluviógrafo



Fuente: *Precipitaciones, J Sánchez, 2015*

El gráfico obtenido directamente con la plumilla o representando los datos digitales, se denomina pluviograma, y refleja la precipitación acumulada en función del tiempo. La pendiente del gráfico obtenido en el pluviógrafo nos permite calcular la intensidad de precipitación en cada momento [23].

Figura 10.- Pluviograma



Fuente: *Diseño y desarrollo de un pluviógrafo semiautomático tipo Hellman, González, Lugo, Ayala de la Vega, 2017*

1.1.3.2.3. Período de retorno

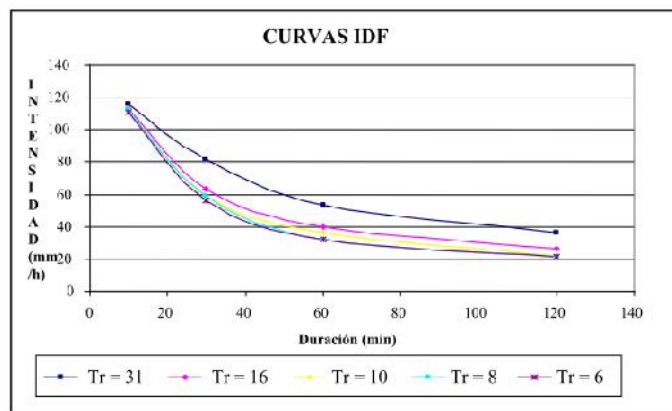
El período de recurrencia o período de retorno es el número medio de años que transcurren entre la presentación sucesiva de dos intensidades iguales o mayores que I , en ese mismo intervalo [25].

Según Mélice y Reason (2007), el periodo de retorno de cualquier evento extremo (lluvias torrenciales, temperaturas extremas, huracanes, etc.), se define como el lapso o número de años que, en promedio, se cree que será igualado o excedido, es decir, es la frecuencia con la que se presenta un evento. El grado de magnitud de un fenómeno extremo está relacionado de forma inversa con su frecuencia de ocurrencia, las precipitaciones muy intensas ocurren con una frecuencia menor que las moderadas o débiles [26].

1.1.3.2.4. Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Las curvas Intensidad-duración-frecuencia representan, para un período de recurrencia dado, T , la intensidad media máxima I , en función del intervalo de referencia, Δt . Las curvas IDF pretenden asociar la intensidad con la duración de la lluvia y la probabilidad de ocurrencia o frecuencia. Las curvas de intensidad se alejan del origen de coordenadas a medida que aumenta el período de retorno [22], [25].

Figura 11.- Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia



Fuente: *Clima, hidrología y meteorología, W Lozano-Rivas, 2018*

1.1.3.2.5. **Escorrentía superficial**

Es la parte de la precipitación que, sin infiltrarse en los terrenos, o estancarse y por acción de la gravedad llega a desembocar en los ríos para aumentar su caudal. Esta se produce cuando el suelo está totalmente saturado y no posee capacidad de infiltración, por lo que el agua se mueve libremente en la superficie hasta llegar a desembocar en ríos, lagos o mares [27].

1.1.3.2.6. **Caudales Máximos**

El caudal es el volumen de agua que circula por el río en una medida de tiempo determinada. El caudal máximo es el caudal que circula por el río cuando se ha presentado un evento de precipitación extraordinario que provoca que el caudal circulante incremente de manera significativa.

El caudal máximo o caudal punta se puede calcular con el método racional. El cual involucra la intensidad de un evento de precipitación y características de la cuenca como su coeficiente de escorrentía y el área. Este método se basa en dos hipótesis:

- 1) La precipitación es constante en espacio y tiempo.
- 2) La cuenca tiene el mismo coeficiente de escorrentía en toda su área [28].

Así el caudal por el método racional se calcula como:

$$Q = C * I * A$$

Donde:

- Q , es el caudal en m^3/s
- C , es el coeficiente de escorrentía
- I , es la intensidad media de precipitación en mm/h
- A , es el área de la cuenca en km^2

1.1.3.2.7. **Hidrograma Unitario**

El hidrograma unitario fue propuesto en 1932 por Sherman, con la premisa de convertir una lluvia efectiva en esorrentía directa [28].

Se debe poseer registros de lluvia y escurrimientos simultáneos de la cuenca y tomar en cuenta tres hipótesis:

- 1) Tiempo base constante durante el total del escurrimiento.
- 2) Proporcionalidad con las ordenadas del hidrograma entre sí.
- 3) Superposición del hidrograma dado a hidrogramas de lluvias precedente.

Con el hidrograma unitario se puede predecir la forma del hidrograma de la avenida y su caudal máximo [20].

Muestra cómo la adición de una unidad de escurrimiento influirá en el caudal de un río con el tiempo. El hidrograma unitario es una herramienta útil en el proceso de predecir el impacto de la precipitación sobre el caudal.

Por medio del hidrograma unitario se podrá realizar el hidrograma para cualquier lluvia, tomando en cuenta que cada hidrograma es propio de una cuenca [28].

1.1.3.2.8. **Hidrograma de crecida**

Los hidrogramas de crecidas vienen a ser los hidrogramas resultantes de lluvias importantes aisladas.

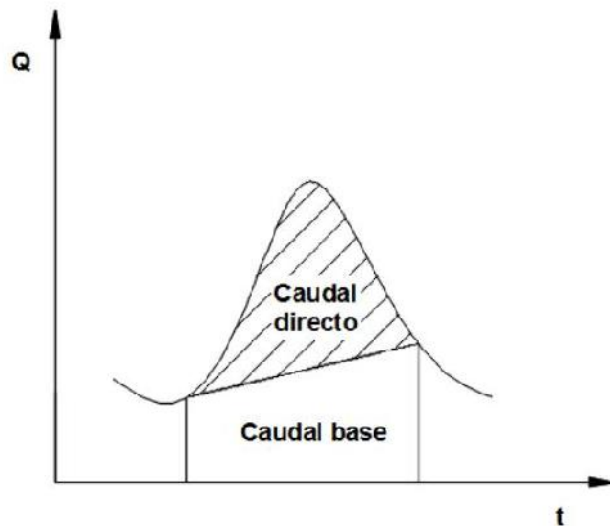
Su estudio es bastante útil para el diseño de los aliviaderos de las presas de embalse, cuya misión es la de dejar salir del embalse las aguas provenientes de avenidas. También es útil el estudio de los hidrogramas de crecidas para otros proyectos, como defensas contra las inundaciones, predicciones.

1.1.3.2.9. Separación en el hidrograma

En un hidrograma de crecida hay necesidad de separar lo que es escorrentía directa y lo que es flujo base.

El método empleado debe ser tal que el tiempo de escorrentía directa T llamado tiempo base sea siempre el mismo de tormenta a tormenta de la misma duración y en la misma cuenca. Hay que tener cuidado con esto porque sólo así se puede aplicar el concepto de hidrograma unitario.

Figura 12.- Separación del hidrograma



Fuente: Evaluación hidrológica e hidráulica del Río Tomebamba tramo Balzay-Monay mediante modelación matemática del flujo en uni y bidimensional, J Chimborazo Ochoa, 2019

1.1.3.2.10. Flujo Canal Abierto

Un canal abierto es aquel que su superficie esta libre en contacto con la atmosfera, por lo que su fluido está sometido a la presión atmosférica [5].

Pueden ser canales abiertos naturales, los cuales han sido formados a lo largo del tiempo como los ríos, arroyos y quebradas; o bien ser canales abiertos artificiales como canales de riego y de conducción de agua [29].

Figura 13.- Canal Abierto

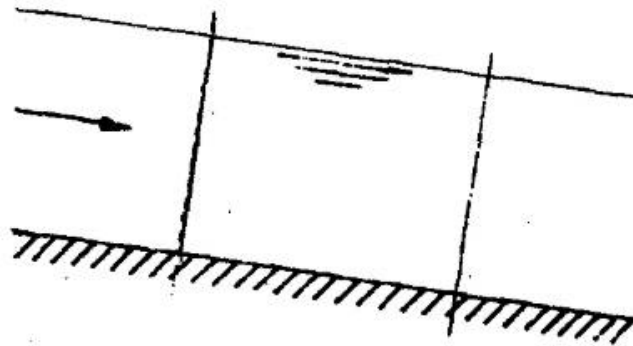


Fuente: Tema 9 - Geomorfología aplicada, Universidad de Coruña, 2012

El flujo de estos canales se puede clasificar según el cambio de la profundidad del flujo respecto al espacio y al tiempo en:

Flujo Permanente: Si la profundidad del flujo no cambia en el intervalo de estudio, se lo considera permanente.

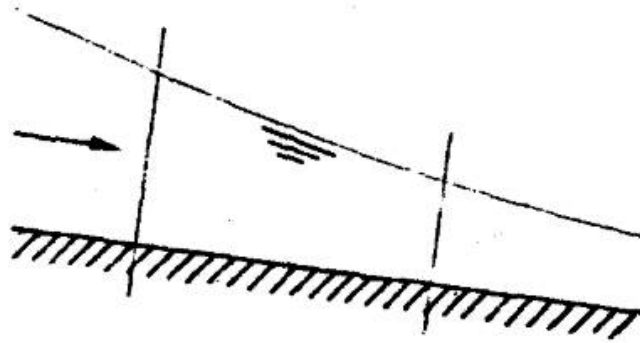
Figura 14.- Flujo Permanente



Fuente: Capítulo 1 - Flujo Permanente Y Uniforme En Canales, R PUCP, 2016

Flujo No Permanente: Este flujo se diferencia del anterior en que existe un cambio de profundidad de flujo con respecto al tiempo. Un ejemplo de esto son las crecientes, en las cuales el nivel del flujo cambia por lo que son importantes las estructuras de control [4], [5].

Figura 15.- Flujo No Permanente



Fuente: Capítulo 1 - Flujo Permanente Y Uniforme En Canales, R PUCP, 2016

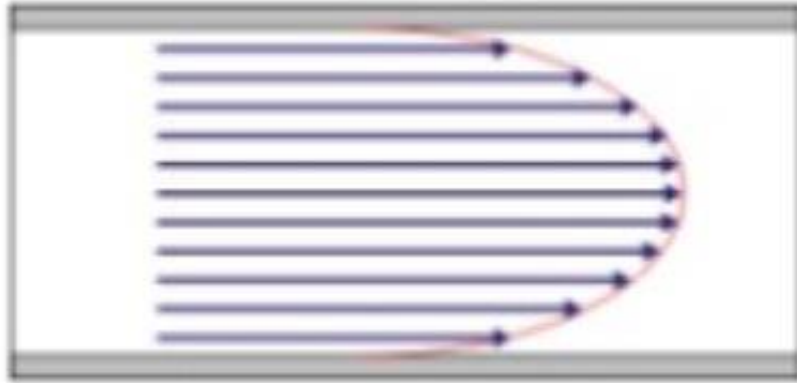
1.1.3.2.11. Régimen de flujo

Se conoce como el estado o comportamiento de flujo. Se da cuando el fluido está en movimiento en el canal. El tipo de régimen depende de la viscosidad del fluido y de la gravedad en relación a las fuerzas de inercia a la que se encuentra sometido [4].

En relación a la viscosidad, los fluidos pueden clasificarse en:

Flujo Laminar: Si las fuerzas de viscosidad son más fuertes que las fuerzas inerciales se da el flujo laminar, en el cual las partículas del fluido se mueven siguiendo una trayectoria definida y suave en líneas de corriente, esta trayectoria no es necesariamente paralela sin embargo no existe mezcla o intercambio entre ellas. Este flujo presenta velocidades bajas y viscosidad alta.

Figura 16.- Flujo Laminar



Fuente: *Detección del Flujo laminar y turbulento, Instituto Tecnológico de Mexicali, 2015*

Flujo Turbulento: Si las fuerzas de viscosidad son débiles comparándolas con las fuerzas inerciales, el flujo es turbulento, en el cual las partículas se mueven de manera errática o irregular sin un orden específico, lo que provoca un flujo con diversas partículas de velocidad [4], [29].

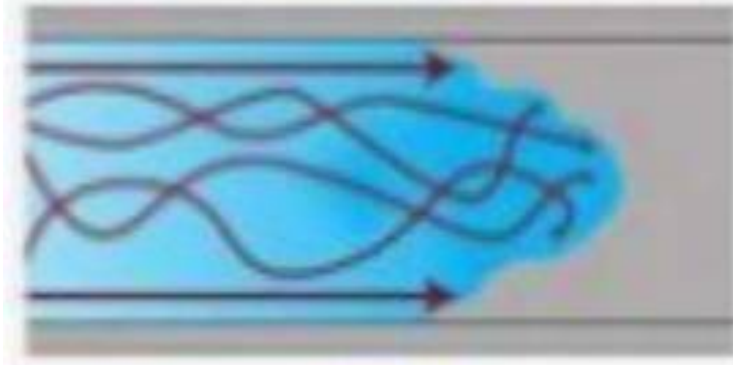
Figura 17.- Flujo Turbulento



Fuente: *Detección del Flujo laminar y turbulento, Instituto Tecnológico de Mexicali, 2015*

Flujo Transitorio: Es el punto de cambio entre el flujo laminar y el flujo turbulento [29].

Figura 18.- *Flujo Transitorio*



Fuente: *Detección del Flujo laminar y turbulento, Instituto Tecnológico de Mexicali, 2015*

Los tipos de flujo según su viscosidad también se pueden diferenciar por el número de Reynolds:

Figura 19.- *Tipo de flujo en función del Número de Reynolds*

Flujo laminar	$Re < 500$
Flujo de transición	$500 < Re < 2000$
Flujo turbulento	$2000 < Re$

Fuente: *Modelación numérica y experimental de un canal rectangular abierto con diferentes tipos de vertederos, V Guamán, 2018*

1.1.3.2.12. Estados de flujo

En relación a la gravedad que actúa sobre los fluidos estos pueden ser:

Flujo Crítico: Este tipo de flujo es inestable para el estudio y diseño de estructuras hidráulicas, por lo que es poco recomendable. Se caracteriza por una combinación de

fuerzas de inercia y gravedad con un numero de Froude igual a 1, lo que evita que en este flujo haya saltos hidráulicos.

Flujo Subcrítico: Si las fuerzas inerciales son sobrepasadas por las gravitatorias el flujo es subcrítico, es decir tiene una velocidad baja, con una corriente tranquila y lenta y un numero de Froude menor a 1.

Flujo Supercrítico: Se presenta si las fuerzas de inercia son superiores a las fuerzas de la gravedad. A diferencia del flujo subcrítico, este tipo de flujo presenta velocidades altas, con una corriente torrencial y rápida en la cual se presentan saltos hidráulicos. El número de Froude en este tipo de flujo es mayor a 1 [4].

1.1.3.2.13. **Energía Específica**

La energía especifica es la energía medida desde el fondo del canal por unidad de peso en cualquier sección de canal. Esta dada por la ecuación que relaciona la profundidad de agua y la altura de velocidad [4].

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

Se puede definir a la energía especifica como la adicción de la energía cinética y la energía potencial. La siguiente ecuación expresa la energía especifica en función del caudal [30].

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

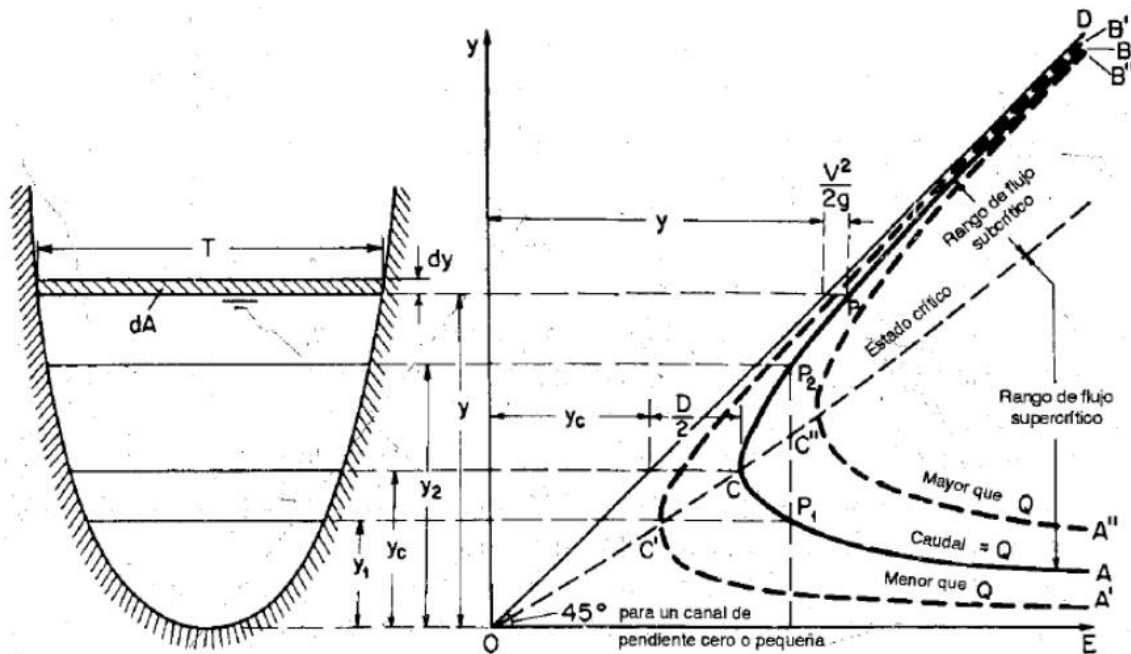
1.1.3.2.14. **Curva de la energía específica**

Para graficar la curva de energía específica, se relaciona la profundidad del flujo con la energía en una sección del canal.

Ven Te Chow, en 1994, enuncia: “Esta curva tiene dos ramas, AC y BC. La rama AC se aproxima asintóticamente al eje horizontal hacia la derecha. La rama BC se aproxima a la

línea OD a medida que se extiende hacia arriba y hacia la derecha. La línea OD es una línea que pasa a través del origen y tiene un ángulo de inclinación. Para un canal de pendiente alta, el ángulo de inclinación de la línea OD será diferente de 45° . En cualquier punto P de esta curva, la ordenada representa la profundidad y la abscisa representa la energía específica, que es igual a la suma de la altura de presión "y" y la altura de velocidad $V^2/2g$ " [4].

Figura 20.- Curva de energía específica



Fuente: Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow, 1994

Se muestra que para una misma energía específica existen dos posibles profundidades, una profundidad alta y una profundidad baja. En el punto C ambas alturas coinciden por lo que se convierte en la altura crítica.

Si para un caudal, la profundidad de flujo es mayor a la profundidad crítica; pero la velocidad es menor a la velocidad crítica, el flujo es subcrítico.

Por el contrario, con una profundidad menor a la profundidad crítica, y una velocidad mayor a la velocidad crítica se presenta un flujo supercrítico[4] .

1.1.3.2.15. Ecuación general de flujo

Las ecuaciones de flujo relacionan un caudal con la altura de descarga en la sección de descarga del canal y la rugosidad que existe. Así se relaciona el radio hidráulico, la profundidad de descarga y la pendiente del canal. Estas ecuaciones utilizan valores empíricos, y entre las más utilizadas están [31]:

- Ecuación de Darcy-Weisbach
- Ecuación de Chezy
- Ecuación de Manning
- Ecuación de Bernoulli
- Ecuación de conservación de la energía

1.1.3.2.16. Ecuación de Manning

Fue presentada el 4 de diciembre de 1889 por Robert Manning en el Instituto de ingenieros civiles de Irlanda. Una ecuación compleja que se ha ido simplificando con el paso de los años hasta la actualidad, en la cual se relaciona el coeficiente de rugosidad, el radio hidráulico y la pendiente. Se ha convertido en la fórmula más usada para el escurrimiento en canales abiertos y la forma más fácil de obtener el caudal o velocidad que circula por el canal.

$$V = \frac{1}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Expresado como el caudal tenemos:

$$Q = \frac{1}{n} * A * Rh^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

- Q , es el caudal en m³/s
- n , es el coeficiente de rugosidad
- A , es el área de la sección de canal
- Rh , es el radio hidráulico (Área hidráulica/Perímetro mojado)
- S , es la pendiente del canal.

Inicialmente la fórmula de Manning se usaba para canales con un flujo uniforme, sin embargo, puede ser usada para conocer factores geométricos e hidráulicos de canales abiertos de cauces naturales con flujos bajos.

La fórmula enunciada se puede dividir en dos partes:

- $Rh^{\frac{2}{3}}$, es el factor geométrico el cual depende de las condiciones del canal.
- $S^{\frac{1}{2}}$, es el factor hidráulico, depende de la inclinación y la rugosidad [32].

1.1.3.2.17. Coeficiente de Manning

A diferencia de los demás parámetros del coeficiente de Manning, los cuales se puede obtener analizando el canal, el coeficiente de rugosidad “n”, no puede ser obtenido de forma directa, ya que es muy variable, no obstante, existen tablas que sugieren un valor tomando en cuenta variables como:

La rugosidad de la superficie: Depende del tamaño de los granos de las partículas a lo largo del canal, así con partículas finas, se tienen valores bajos de “n”, mientras que con partículas gruesas los valores del coeficiente de rugosidad incrementan.

La vegetación: Factores como el tipo de vegetación, su altura, densidad, determinan el valor del coeficiente, pues se toma como un recubrimiento superficial en especial en canales en los cuales no existe un mantenimiento periódico.

Irregularidad del canal: Se da por la presencia de secciones transversales variables a lo largo de la trayectoria del flujo. En canales naturales esta variación está dada por acumulación de materiales, crestas y depresiones en los canales que generan variación de la sección, Cuando esta variación es gradual, el valor de “n” no es afectado significativamente a diferencia de cambios abruptos, en los cuales el valor de “n” es mayor.

Erosión, sedimentación y obstrucción: Los procesos de erosión y sedimentación afectan los valores de “n” causan cambios en la velocidad del flujo, mientras que la obstrucción por medio de desechos incrementa el coeficiente de rugosidad dependiendo del tipo y tamaño de atascamiento.

Debido a la importancia del factor “n”, y a la dificultad que conlleva su determinación se han creado tablas con valores típicos según las condiciones del cauce [32].

Tabla 3.- Coeficientes de Manning

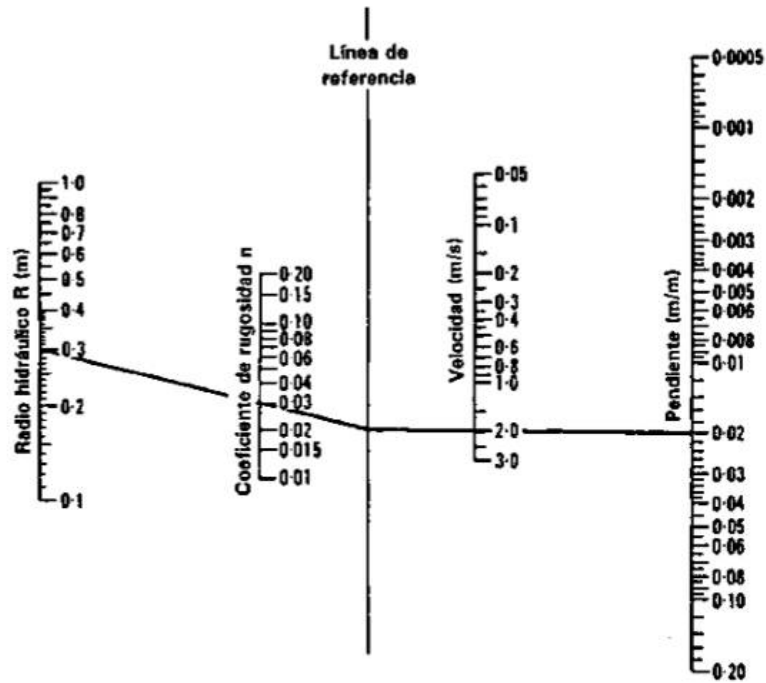
VALORES DEL COEFICIENTE MANNING 'n'				
	Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
A. Corrientes naturales				
1. Canales principales				
	a. Limpio, recto, lleno, sin grietas o pozos profundos	0,025	0,030	0,033
	b. Igual que el anterior, pero más piedras y malezas.	0,030	0,035	0,040
	c. Limpio, sinuoso, algunos pozos 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, pozos profundos	0,050	0,070	0,080
	h. Tramos con mucha maleza, pozos profundos o inundaciones con grandes masas de madera y matorrales.	0,070	0,100	0,150
2. Llanuras de inundación				
a. Pasto sin maleza				
	1. hierba corta	0,025	0,030	0,035
	2. hierba alta	0,030	0,035	0,050
b. Zonas cultivadas				
	1. Sin cultivo	0,020	0,030	0,040
	2. Cultivos en hileras maduras	0,025	0,035	0,045
	3. Cultivos de campo maduros	0,030	0,040	0,050
c. Matorrales				
	1. Matorrales dispersos, Matorrales pesados	0,035	0,050	0,070
	2. Matorrales ligeros y árboles, en invierno.	0,035	0,050	0,060
	3. Matorrales ligeros y árboles, en verano.	0,040	0,060	0,080
	4. Matorrales medianos a densos, en invierno.	0,045	0,070	0,110
	5. Matorrales medianos a densos, en verano	0,070	0,100	0,160
d. Árboles				
	1. Tierra despejada con tacos de árboles, sin brotes	0,030	0,040	0,050
	2. Igual que el anterior, pero brotes pesados	0,050	0,060	0,080
	3. Soporte pesado de madera, pocos árboles caídos, poca maleza, flujo debajo de las ramas	0,080	0,100	0,120
	4. Igual que el anterior, pero con flujo hacia las ramas.	0,100	0,120	0,160
	5. Saucos densos, verano, rectos	0,110	0,150	0,200
3. Arroyos de montaña, sin vegetación en el canal, bancos generalmente empinados, con árboles y matorrales en bancos sumergidos				
	a. Fondo: gravas, guijarro y pocas rocas.	0,030	0,040	0,050
	b. Fondo: guijarro con grandes rocas	0,040	0,050	0,070

B. Canales alineados o acumulados				
1. Concreto				
	a. Acabado de paleta	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	0,020
	d. Inconcluso	0,014	0,017	0,020
	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	0,020	
	h. Sobre roca excavada irregular	0,022	0,027	
2. Fondo de hormigón terminado con lados de:				
	a. Piedra revestida en mortero	0,015	0,017	0,020
	b. Piedra al azar en mortero	0,017	0,020	0,024
	c. Mampostería de cemento, enlucida	0,016	0,020	0,024
	d. Mampostería de cemento	0,020	0,025	0,030
	e. Escombros secos o rasgaduras	0,020	0,030	0,035
3. Fondo de grava con lados de:				
	a. Conformados de hormigón	0,017	0,020	0,025
	b. Piedra al azar en mortero	0,020	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	0,030
6. Asfalto				
	a. Suave	0,013	0,013	
	b. Áspero	0,016	0,016	
7. Revestimiento vegetal				
		0,030		0,500
C. Canales excavados o dragados				
1. Tierra, recta y uniforme				
	a. Limpio, recién completado	0,016	0,018	0,020
	b. Limpio, después de la intemperie	0,018	0,022	0,025
	c. Grava, sección uniforme, limpia	0,022	0,025	0,030
	d. Con hierba corta, pocas malezas	0,022	0,027	0,033
2. Tierra, sinuosa y lenta				
	a. Sin vegetación	0,023	0,025	0,030
	b. Hierba, algunas malezas	0,025	0,030	0,033
	c. Malezas densas o plantas acuáticas en canales profundos	0,030	0,035	0,040
	d. Fondo de tierra y lado de escombros	0,028	0,030	0,035
	e. Fondo de piedra y bancos de malezas	0,025	0,035	0,040
	f. Fondo de guijarro y lados limpios	0,030	0,040	0,050
3. Excavado o dragado				
	a. Sin vegetación	0,025	0,028	0,033
	b. Maleza ligera en banco	0,035	0,050	0,060
4. Cortes de roca				
	a. Liso y uniforme	0,025	0,035	0,040
	b. Dentado e irregular	0,035	0,040	0,050
5. Canales sin mantenimiento, malas hierbas y malezas				
	a. Fondo limpio, maleza a los lados	0,040	0,050	0,080
	b. Igual que el anterior, la etapa más alta de flujo	0,045	0,070	0,110
	c. Malezas densas, tan altas como la profundidad del flujo	0,050	0,080	0,120
	d. Malezas densas, etapa alta	0,080	0,100	0,140

Realizado por: Danilo Barrera

Otra forma de calcular el coeficiente de rugosidad es conociendo la velocidad del flujo, el radio hidráulico y la pendiente con el fin de aplicar los Nomogramas de Manning para obtener valores confiables de “n”.

Figura 21.- Nomograma de Manning



Fuente: Hidráulica de canales abiertos, Ven Te Chow, 1994

1.1.3.3. Modelos numéricos para el estudio de flujo en canal abierto

Los modelos numéricos se usan para estudiar el comportamiento del flujo en canales y determinar sus características, coeficientes y correcto desempeño, para el correcto funcionamiento de las estructuras hidráulicas. Dependiendo de la complejidad del proceso, requieren una inversión económica y el uso de recursos energéticos y temporales para elaborar modelos numéricos a base de prueba y errores [29].

1.1.3.3.1. Modelo Matemático HEC-RAS

El Modelo Matemático HEC-RAS permite realizar la simulación con diferentes caudales y secciones de los ríos para obtener valores de velocidad de flujo, profundidad, nivel de agua y otras variables para realizar pronósticos hidrológicos en tiempo real [33].

1.1.3.3.2. **Modelo Matemático HEC- GeoRAS**

El Modelo HEC-Geo Ras es un conjunto de herramientas para procesar datos georreferenciados en ArcGIS y ser posteriormente cargados en HEC-RAS. Es una extensión de ArcGIS con la cual se puede transferir datos para para que sean procesados y obtener modelos para conocer zonas de inundaciones y riegos [4].

1.1.3.4. **Estadística hidrológica**

La estadística hidrológica es la rama de la hidrología que incluye la incertidumbre. Las principales medidas utilizadas son la media, la varianza, las autocorrelaciones y los coeficientes de Hurst; las cuales se analizan bajo la hipótesis de un clima variable que sigue una simple ley de escala, y los estimadores resultantes, difieren en gran magnitud de los tradicionales [34].

La estadística hidrológica tiene como objetivo cuantificar el riesgo y la incertidumbre en los procesos hidrológicos, y es utilizada principalmente, en el diseño de ingeniería y en el manejo de sistemas hídricos. Se apoya en los conceptos de probabilidad, estadística y procesos estocásticos [35].

1.1.3.4.1. **Definición de variable aleatoria y tipo de variable del caudal**

Una variable aleatoria se puede definir como una función real de los elementos de un espacio muestral. Formalmente, se representa con una letra mayúscula, y cualquier valor particular de la variable aleatoria con una letra minúscula. Así, dado un experimento definido por un espacio muestral S con elementos s , asignamos a cada uno un número real $X(s)$ [36].

Es así que una variable aleatoria puede considerarse como una función que mapea todos los elementos del espacio muestral en el espacio de los números reales.

Una variable aleatoria permite realizar análisis probabilísticos a partir de asignar un número que permita identificar cada uno de los posibles resultados que pueden surgir en el desarrollo de un determinado evento [37].

Además, el valor de una variable aleatoria está determinado por el resultado del experimento, por lo que se puede asignar probabilidades a los posibles valores de la variable [38].

Por lo tanto, una variable aleatoria puede ser casi cualquier función que deseemos. Sin embargo, no debe ser multivaluada. Es decir, cada punto de S debe corresponder a un solo valor de la variable aleatoria.

1.1.3.4.2. **Variable aleatoria discreta**

Una variable aleatoria es discreta cuando en su recorrido toma únicamente valores contables sean finitos o infinitos, y se le puede asignar valores mediante la función de masa de probabilidad, dada por $p(x_i) = P\{X = x_i\}$, en la cual $p(x_i)$ es positivo para un número de valores contables, siendo $\sum_{i=1}^{\infty} p(x_i) = 1$ [38].

La variable aleatoria discreta puede tomar valores infinitos pero numerables, por ejemplo, el conjunto de los números enteros impares positivos, que es contable, a diferencia de los números reales

1.1.3.4.3. **Variable aleatoria continua**

Se considera que una variable aleatoria es continua cuando toma valores no contables, y se definen en términos de densidad.

Tal es así, que para las variables aleatorias continuas existe una función no negativa f , definida para todos los reales, y puede tomar además de enteros, valores racionales e irracionales.

De esta manera el caudal es una variable aleatoria y continua por su variación de datos en el tiempo.

1.1.3.4.4. **Media Aritmética**

Este parámetro permite definir el valor en el que se centra la distribución de probabilidad, también llamado esperanza matemática, valor esperado o promedio.

$$\bar{X} = \frac{X_i}{n}$$

1.1.3.4.5. **Desviación estándar**

La desviación estándar parte del cálculo de la varianza, la cual brinda información respecto a la distribución de una variable aleatoria, identificando el comportamiento de esta respecto a la dispersión de los datos en relación a la media. Pero, a diferencia de ésta que está en unidades cuadradas, la desviación estándar presenta la información en las mismas unidades que la variable de análisis [37].

Específicamente, se define como la raíz cuadrada de la variable aleatoria que se va a analizar:

$$SD [X] = \sqrt{V[X]}$$

1.1.3.4.6. **Criterio de Chauvenet**

El criterio de Chauvenet se aplica para descartar una muestra n, la cual tiene una desviación estándar S, menor a la que corresponde a la media de la probabilidad [39].

De esta manera utilizamos este criterio de rechazo cuando se presenta un dato atípico.

Así se rechazan aquellas muestras que tenga una probabilidad de aparición menor a:

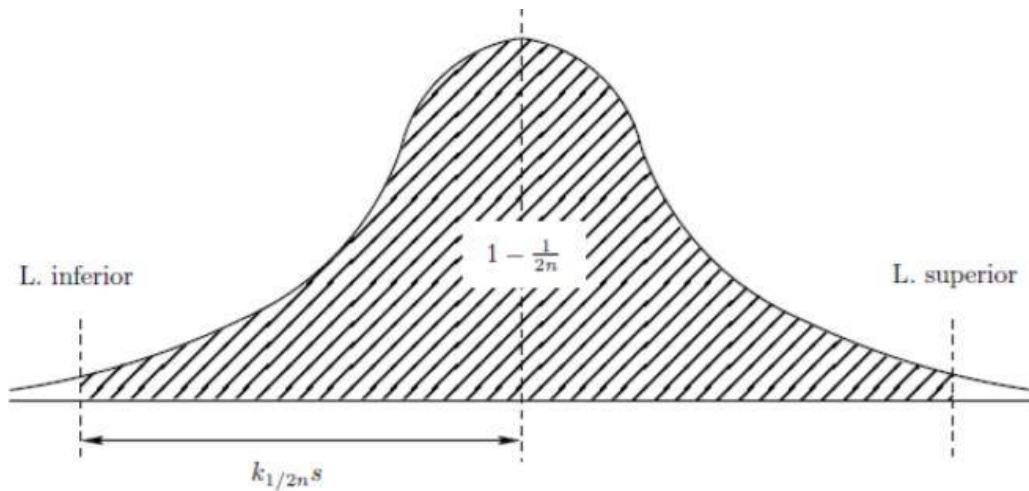
$$\alpha = \frac{1}{2 * n}$$

En función de la desviación típica, se establecen límites superiores o inferiores, y todos los valores fuera de estos límites son rechazados como datos atípicos productos de error en la toma de datos o un mal procesado.

$$\underbrace{\bar{x} - k(n) \cdot s}_{\text{Límite inferior}} \leq x_i \leq \underbrace{\bar{x} + k(n) \cdot s}_{\text{Límite superior}}$$

Donde $k(n)$, es la función asociada a la distribución normal, llamada también razón de máxima desviación admisible [40].

Figura 22.- Cálculo del coeficiente $k(n)$ y sus límites



Fuente: Desarrollo Y Análisis De Un Procedimiento Operatorio Para La Medición De Piezas Circulares Mediante Proyector De Perfiles, M Acedo. J López. 2012

Tabla 4.- Valores del coeficiente $k(n)$ según criterio de Chauvenet

nº	α	$1-\alpha/2$	K(n)	nº	α	$1-\alpha/2$	K(n)
2	0,250	0,8750	1,15	55	0,0091	0,9955	2,61
3	0,1667	0,9167	1,38	56	0,0089	0,9955	2,615
4	0,1250	0,9375	1,54	57	0,0088	0,9956	2,62
5	0,1000	0,9500	1,65	58	0,0086	0,9957	2,63
6	0,0833	0,9583	1,73	59	0,0085	0,9958	2,635
7	0,0714	0,9643	1,8	60	0,0083	0,9958	2,64
8	0,0625	0,9688	1,86	70	0,0071	0,9964	2,69
9	0,0556	0,9722	1,92	80	0,0063	0,9969	2,74
10	0,0500	0,9750	1,96	90	0,0056	0,9972	2,77
20	0,0250	0,9875	2,24	100	0,0050	0,9975	2,81
30	0,0167	0,9917	2,4	300	0,0017	0,9992	3,14
40	0,0125	0,9938	2,48	500	0,0010	0,9995	3,29
50	0,0100	0,9950	2,57	1000	0,0005	0,9998	3,48

Fuente: *Desarrollo Y Análisis De Un Procedimiento Operatorio Para La Medición De Piezas Circulares Mediante Proyector De Perfiles, M Acedo. J López. 2012*

1.1.3.4.7. Método de Gumbel

Es un método estadístico utilizado principalmente para el cálculo de crecidas máximas [41].

Tiene una gran capacidad de ajuste pues se basa en calcular los valores extremos, precipitaciones máximas y periodos de retorno, datos para la estimación de áreas y grados de inundación [6].

Según Aparicio: “Si se tienen N muestras, cada una de las cuales contiene n eventos y se toma el máximo x de los n eventos de cada muestra, se comprueba que n aumenta a medida que la función de probabilidad de x tiende a:”

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}}$$

Donde:

- x , es el valor a asumir
- e , es la base de logaritmo neperiano
- α, β , son parámetros de la función
- Estos parámetros de la función de Gumbel se calculan como:

$$\alpha = \frac{1.2825}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - 0.45 * S$$

Donde:

- S , es la desviación estándar de la muestra
- \bar{x} , es la media de la muestra [5][41].

Otra forma de determinar los parámetros principalmente cuando la muestra es pequeña, es mediante las siguientes ecuaciones y valores de la tabla [41]:

$$\alpha = \frac{\alpha_y}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{u_y}{\alpha}$$

Tabla 5.- Valores de u_y (yn) y α_y (σn) para estimar α y β .

n	μ_y	α_y
10	0.4952	0.9496
15	0.5128	1.0206
20	0.5236	1.0628
25	0.5309	1.0914
30	0.5362	1.1124
35	0.5403	1.1285
40	0.5436	1.1413
45	0.5463	1.1518
50	0.5485	1.1607
55	0.5504	1.1682
60	0.5521	1.1747
65	0.5535	1.1803
70	0.5548	1.1854
75	0.5559	1.1898
80	0.5569	1.1938
85	0.5578	1.1974
90	0.5586	1.2007
95	0.5593	1.2037
100	0.5600	1.2065

Fuente: Estudio fluviomorfológico del río Vinces y determinación de las áreas de inundación de la zona de influencia del proyecto Pacalori aplicando Hec- GeoRAS, T Solano, N Vintimilla, 2013

Según Ven Te Chow, el valor máximo se obtiene mediante la ecuación de análisis de frecuencia.

$$X = \bar{X} + K * S$$

$$K = \frac{Y - Y_n}{S_n}$$

Donde:

- \bar{X} , es la media de la muestra de los valores de precipitación.
- K , es el factor de frecuencia
- S , es la desviación estándar de la muestra
- Y , es la variable reducida
- Yn , es a media de la variable reducida
- Sn , es la desviación estándar de la variable reducida [42].

1.1.3.4.8. Método de Gumbel para el cálculo de caudales para un periodo de retorno dado

$F(X)$ representa la probabilidad de que ocurra un evento menor o igual a X :

$$F(X) = Prob(\xi < x)$$

Por consiguiente, la probabilidad de producirse un evento mayor a X , es:

$$F(X) = 1 - Prob(\xi < x)$$

El lapso de tiempo, es decir el periodo en el cual se espera que sea probable una precipitación x , es decir el tiempo de retorno esta dado por [43]:

$$T(X) = \frac{1}{1 - F(X)}$$

El riesgo de falla está en función del periodo de retorno y de la vida útil del proyecto. Esta expresado por la siguiente ecuación:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Donde:

- R, riesgo o falla
- T, periodo de retorno
- n, vida útil del proyecto

Despejando el periodo de retorno T, tenemos[44]:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{-n}}$$

Tabla 6.- Valores Riesgo R, según el tiempo de retorno T

T	Riesgo (R)		
	n = 50	n = 100	n = 150
10	0.99485	0.99997	0.99999
20	0.92306	0.99408	0.99954
50	0.63583	0.86738	0.95170
100	0.39499	0.63397	0.77855
500	0.09525	0.18143	0.25940
1000	0.04879	0.09521	0.13936
5000	0.00995	0.01980	0.02956
10000	0.00499	0.00995	0.01489

Fuente: Hidrología Estadística, M Villón, 2006

1.1.3.4.9. Probabilidad esperada

Existen varias fórmulas que permiten el cálculo de la probabilidad dado los datos ordenados de una muestra. Entre ellas tenemos:

Tabla 7.- Fórmulas de cálculo para la probabilidad.

Fórmula empírica	Probabilidad experimental acumulada P
California	$\frac{m}{n}$
Hazen	$\frac{m - \frac{1}{2}}{n}$
Weibull	$\frac{m}{n+1}$
Chegadayev	$\frac{m - 0.3}{n + 0.4}$
Blom	$\frac{m - \frac{3}{8}}{n + \frac{1}{4}}$
Tukey	$\frac{3m - 1}{3n + 1}$
Gringorten	$\frac{m - a}{n + 1 - 2a}$

Fuente: Hidrología Estadística, M Villón, 2006

Donde:

- P, es la probabilidad empírica o esperada
- m, numero de orden
- n, numero de datos
- a, es un valor entre 0 y 1.
-

El valor de “a” está dado por:

Tabla 8.- Valores de “a” para “n” datos en cálculo de probabilidad.

n	10	20	30	40	50
a	0.448	0.443	0.442	0.441	0.440
n	60	70	80	90	100
a	0.440	0.440	0.440	0.439	0.439

Fuente: Hidrología Estadística, M Villón, 2006

Siendo la fórmula de Weibull, la más utilizada [45].

1.1.3.5. Norma NEVI-12

1.1.3.5.1. Periodo de diseño de estructuras y vida útil del material

Las estructuras se diseñan en función de un tiempo de vida útil, en donde se supone que no le debe suceder algún daño a las mismas.

Tabla 9.- Periodo de operación en años

Proyectos de rehabilitación y mejoras.....	n= 20 años.
Proyectos especiales de nuevas vías.....	n= 30 años.
Mega Proyectos Nacionales.....	n =50 años.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013.

Tabla 10.- Criterios de diseño para estructuras de control de agua

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)	ELV
Alcantarillas de carreteras		
Volúmenes de tráfico bajos	5-10	-
Volúmenes de tráfico intermedios	10-25	-
Volúmenes de tráfico altos	50-100	-
Puentes de carreteras		
Sistema secundario	10-50	-
Sistema primario	50-100	-
Drenaje agrícola		
<i>Culverts</i>	5-50	-
Surcos	5-50	-
Drenaje urbano		
Alcantarillas en ciudades pequeñas	2-25	-
Alcantarillas en ciudades grandes	25-50	-
Aeropuertos		
Volúmenes bajos	5-10	-
Volúmenes intermedios	10-25	-
Volúmenes altos	50-100	-
Diques		
En fincas	2-50	-
Alrededor de ciudades	50-200	-
Presas con poca probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)		
Presas pequeñas	50-100	-
Presas intermedias	100+	-
Presas grandes	-	50-100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa)		
Presas pequeñas	100+	50%
Presas intermedias	-	50-100%
Presas grandes	-	100%
Presas con probabilidad de altas pérdidas de vidas (alta amenaza)		
Presas pequeñas	-	50-100%
Presas intermedias	-	100%
Presas grandes	-	100%

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, 2013.

1.1.3.5.2. Tabla de riesgo admisible según el tipo de estructura

Tabla 11.- Riesgo Admisible según el tipo de estructura

TIPO DE OBRA	RIESGO ADMISIBLE (**) (%)
Puentes (*)	25
Alcantarillas de paso de quebradas importantes y badenes	30
Alcantarillas de paso quebradas menores y descarga de agua de cunetas	35
Drenaje de la plataforma (a nivel longitudinal)	40
Subdrenes	40
Defensas Ribereñas	25

(*) - Para obtención de la luz y nivel de aguas máximas extraordinarias.
- Se recomienda un periodo de retorno T de 500 años para el cálculo de socavación.

(**) - Vida Útil considerado (n)

- Puentes y Defensas Ribereñas n= 40 años.
- Alcantarillas de quebradas importantes n= 25 años.
- Alcantarillas de quebradas menores n= 15 años.
- Drenaje de plataforma y Sub-drenes n= 15 años.

- Se tendrá en cuenta, la importancia y la vida útil de la obra a diseñarse.
- El Propietario de una Obra es el que define el riesgo admisible de falla y la vida útil de las obras.

Fuente: Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 – MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. 2013.

1.1.4. Hipótesis

El incremento de caudal del Río Ambato en el tramo comprendido entre 0+000 km y 4+000 km afecta a las estructuras aledañas al mismo.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Caracterizar el comportamiento hidráulico de un tramo del Río Ambato en el tramo comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas.

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.

CAPITULO II.- METODOLOGÍA

La presente investigación ha utilizado el diseño bibliográfico o documental para recolectar la información, el cual permite recuperar los datos producidos por investigaciones anteriores, es decir, información de tipo secundaria [47].

Consiste en revisar el material bibliográfico existente relacionado al tema a investigar, lo que se considera fundamental para conocer cuál es el estado del tema que estamos abordando, y cuáles podrían ser las aportaciones a realizar.

La investigación bibliográfica se ha utilizado para ahondar en los conceptos de las categorías del capítulo I, para lo que se han revisado libros y artículos científicos que abordan los temas relacionados a la hidráulica, hidrología, precipitación, curvas de intensidad, análisis de caudal, hidrogramas, flujos en canales, el modelo matemático de HEC-RAS, conceptos de la estadística descriptiva utilizada, entre otros.

Además, se resalta que este trabajo de tesis tiene un alcance de tipo descriptivo, ya que busca describir una situación o contexto específico y explicar cómo se manifiestan. Se pretende solamente recoger la información existente de las variables involucradas de forma independiente, y no analizar su posible relación causal.

Este enfoque es importante ya que permite mostrar las dimensiones de la situación estudiada, para lo cual el investigador debe definir de manera adecuada qué se medirá y sobre qué se recolectarán datos para centrarse solamente en el tema de investigación planteado [48].

La información necesaria para esta investigación, proviene de datos proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua (HGPT), institución que dispone el Modelo digital de terreno (MDT) del cantón Ambato del cual se extrajeron datos topográficos del cauce del río. Mientras que, los datos correspondientes a caudales y precipitaciones fueron obtenidos de la página del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y complementados con información proporcionada por el HGPT.

2.1. Materiales y Equipo

2.1.1. Materiales

Computador

Impresora

Material de oficina

Fuentes Bibliográficas

Ortofotos

Modelos DTM

2.1.2. Equipos

○ Sistema de posicionamiento global (GPS)

El GPS o Sistema de posicionamiento global por sus siglas, es un sistema de localización que utiliza una red de ordenadores y 24 satélites que orbitan el globo con el fin de estimar de manera precisa la posición de un punto en la superficie terrestre mediante la triangulación, altitud y longitud [49].

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó un sistema de posicionamiento global (GPS), para definir las coordenadas del tramo del río que se va a analizar, el cual comprende 4 kilómetros desde la planta de tratamiento de Tilulún hasta el parque Luis A. Martínez ubicado en la avenida Rodrigo Pachano.

○ Software de Sistema de Información Geográfica

Un sistema de información geográfica (GIS) se considera como un sistema para el manejo de información geográfica que combina la base de datos descriptivas o tradicionales con la base de datos grafica o espacial.

Se puede definir a los GIS como: “un conjunto interactivo de subsistemas orientados hacia la captura y organización de la información georreferenciada”[50] .

Se utilizó el sistema de información geográfica GIS, mediante el cual se obtuvo la topografía del área del río Ambato, y las ortofotos que corresponden al área que se va a realizar el estudio.

- **Software Hec-Ras**

El Software Hec-Ras (River Analysis Sistem) es un programa gratuito y de los más utilizados para la modelación de cauces hidráulicos.

Este programa fue desarrollado en Estados Unidos por Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps of Engineers, con el fin de modelar ríos de manera unidimensional para conocer su comportamiento.

Para el modelamiento de ríos en el programa se debe contar con dos partes fundamentales:

El modelo geométrico: Principalmente las secciones transversales

El Caudal: Que puede ser constante o variable en el tiempo.

En este programa una vez ingresado los parámetros permitió conocer el comportamiento del flujo en los diferentes periodos de retorno, así como las áreas de inundación en caso de eventos extremos.

- **Complemento Hec-GeoRAS**

Este complemento permite trabajar en el Software Gis y Hec-Ras de manera unificada, lo que permite la creación de secciones transversales, el cauce principal del rio, sus límites y áreas de inundación para posteriormente usar esta información en el software Hec-Ras

2.2. Métodos

2.2.1. Plan de recolección de datos

2.2.1.1. Datos del terreno

Para los datos relacionados a la topografía del río Ambato, se acudió al Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, institución que proporcionó el Modelo Digital de Terreno (MDT) en formato .tif, así como ortofotos de la zona que se utilizaron en el Software Gis y Hec-Ras para conocer el terreno.

2.2.1.2. Recolección de datos Hidrométricos

Los datos hidrométricos, referentes al nivel de caudal y de precipitaciones fueron proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua, obteniendo así medidas de caudal de la estación ubicada en Tilulún. En la página web del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI, se obtuvieron datos de precipitaciones.

2.2.1.3. Recolección de datos de infraestructura

Los datos de la infraestructura que se encuentra a las cercanías del Río Ambato se obtuvieron mediante el análisis de las ortofotos proporcionadas y de un recorrido técnico a lo largo del río para constatar la información y recolectar datos acerca de puentes, plantas de tratamiento y sembradíos cercanos.

2.2.1.4. Recolección de datos de riesgo y periodos de retorno

Mediante la investigación bibliográfica se determinó el porcentaje de riesgo admisible en base a las estructuras que existen alrededor del río. Existe la planta de tratamiento de Tilulún y puentes a lo largo de los primeros 4km, lo que según la NEVI representa un 25% de riesgo admisible.

2.2.2. Plan de procesamiento y análisis de la información

2.2.2.1. Procesamiento de datos del terreno

Para obtener los datos de terreno, en el Software GIS, se cargaron todas las ortofotos para unirlos en un solo archivo. Tif.

A este nuevo archivo mediante las herramientas GIS, se procedió a cambiar el Datum, de SIRGAS a WGS84 para no tener errores de georeferenciación.

Posteriormente se realizó el mismo procedimiento con los Modelos DTM para obtener uno solo con Datum WGS84.

A este nuevo archivo lo transformamos en superficie para poder utilizarlos en Hec-Ras y se extrajo la proyección WGS84.

2.2.2.2. Procesamiento de datos hidrométricos

Se procedió a ordenar los datos hidrométricos de tal manera que en una hoja de cálculo se cuente con el dato de caudal medio (Qmed), caudal máximo (Qmax) y caudal mínimo (Qmin) por cada día, de cada mes, de los diferentes años de estudio. Así como el caudal de medio de crecida (Qmc) por cada mes y por cada año.

Se procede a obtener la media aritmética de los Qmc anuales (\bar{x}) y posteriormente se calcula la desviación respecto a la muestra de cada año, mediante la fórmula:

$$|x_i - \bar{x}|$$

Posteriormente calculamos la varianza con la fórmula:

$$|x_i - \bar{x}|^2$$

La varianza nos servirá para calcular la desviación estándar:

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

Aplicamos el criterio de Chauvenet, para el cual dividimos la media de la muestra para la desviación estándar.

$$r = \frac{|x_i - \bar{x}|}{\sigma} \leq k_n$$

El valor obtenido de esta división debe ser menor al coeficiente de Chauvenet que extraemos según el número de datos de una tabla. Si el valor calculado es mayor al de Chauvenet, se considera como valor atípico y se excluye.

En caso de que ningún valor se considera atípico, no se excluyen de la muestra, teniendo al final los mismos datos para trabajar, caso contrario se retiran los datos atípicos para tener una muestra más uniforme

Con estos datos aplicamos el Método de Gumbell, obteniendo los valores de y_n y ϑ_n de tablas para poder encontrar la probabilidad y el inverso de este el periodo de retorno para los caudales de crecida.

Se aplicó la siguiente fórmula para conocer el tiempo de retorno:

$$T = \frac{1}{1 - (1 - R)^{-n}}$$

Posteriormente se debe calcular el caudal correspondiente a los diferentes periodos de retorno para esto aplicamos las siguientes formulas:

$$y_i = -\ln\left(\ln\left(\frac{T}{T-1}\right)\right)$$

$$Q_T = \bar{x} + \frac{\sigma}{\sigma_n}(y_i - \bar{y}_n)$$

Encontramos la probabilidad teórica aplicando la fórmula:

$$Probabilidad\ Teórica = \frac{1}{T}$$

Encontramos la probabilidad empírica aplicando la fórmula:

$$P_e = \frac{m}{n+1} \times 100$$

Donde:

- P_e = Probabilidad empírica
- m = orden
- n = Numero de datos

2.2.2.3. Modelación en Hec-Ras

2.2.2.3.1. Etapa de creación del modelo de terreno

Una vez iniciado el programa, procedemos a crear un nuevo proyecto y una nueva geometría.

Abrimos en la ventana de geometría la pestaña Gis Tool/ Ras Mapper

Cargamos la proyección WGS84 extraída del Software GIS, así como también la superficie creada en este software a base de los modelos DTM. Se observa que coincidan los modelos cargados con las imágenes satelitales para comprobar que todas trabajen en el mismo datum.

2.2.2.3.2. Ingreso de los coeficientes de valores de Manning

Mediante las ortofotos, imágenes satelitales y recorrido a lo largo del río, se analizó el valor correspondiente al Coeficiente de Manning en el centro y los bordes derecho e izquierdo del río según las condiciones existentes. Este valor ingresado se obtuvo de la tabla de coeficientes de Manning, y para ingresarlos, en la ventana de geometría, en la pestaña Tables/Manning Coefficient se ingresó cada valor según la abscisa del río en la que se ubicaran.

2.2.2.3.3. Estructuras analizadas

A lo largo del recorrido del Río se observaron diferentes puentes que cruzan el mismo. Para modelar estos se midió la altura a la que están, así como su ancho y largo de tablero y la forma de estribos y se los ingreso en las coordenadas asignadas.

2.2.2.3.4. Ingreso de caudales

Para el ingreso de caudales, en la pestaña “flow”, se ha trabajado con el caudal base y con el caudal correspondiente a la crecida máxima según el periodo de retorno. Estos caudales se obtuvieron con el método de Gumbel y el análisis de caudales de las estaciones proporcionadas.

Para simular el flujo de este caudal por el río, se trabajó como un flujo constante (Steady Flow), es decir que el flujo no varía respecto al tiempo, debido a que los datos proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua se prestaban para este tipo de análisis.

2.2.2.4. Calibración del modelo

Una vez ingresado el caudal base se debe comprobar que el curso del agua siga a la realidad. Para esto debido una vez simulado el flujo se observa que no existan zonas donde se desborde el río. En caso de existir estas zonas, se procedió a analizar la sección transversal y corregirla de ser necesario, además de interpolar secciones cada vez más juntas para evitar esto. Se verificó que el agua circule dentro de los límites izquierdo y derecho y siga por las curvas de nivel menores. En caso de no cumplirse esto se colocó “Levees” para asegurar con el caudal base no existan zonas de inundación que no se presentan en la actualidad.

En zonas en las que se presentaban saltos hidráulicos, se procedió a una visita de la abscisa, en la cual se constató la presencia de estos saltos por lo que el modelo se apegaba a la realidad.

2.2.2.5. Resultados finales del modelo

2.2.2.5.1. Evaluación de las características principales del río

En el tramo comprendido de km 0+00 al 4+00 se evidencian velocidades bajas, con un número de Froude menor a 1, lo que concluye que el flujo que circula es subcrítico.

2.2.2.5.2. Zonas de inundación

La presencia de sembradíos al costado del río, así como algunas casas hacen que sea importante analizar las zonas de inundación. Existen zonas que se podría cubrir de agua ante a un evento extremo. Representando esto pérdidas económicas e incluso humanas si no se toman las precauciones. Los puentes de esta zona al estar a poca altura también podrían verse afectados antes este evento.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

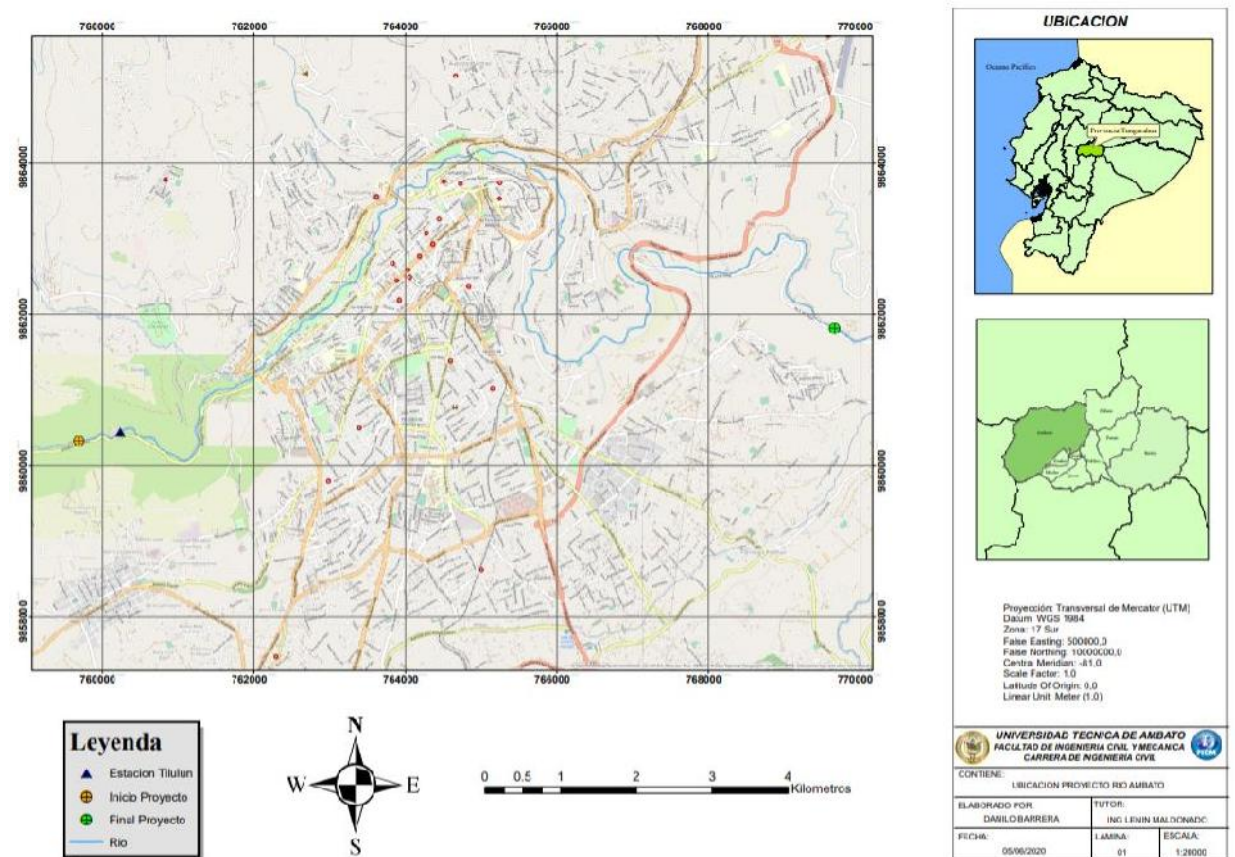
3.1. Análisis y discusión de los resultados

3.1.1. Plan de recolección de datos

3.1.1.1. Descripción del objeto de estudio

El río Ambato está ubicado en la provincia de Tungurahua en el cantón Ambato. Como parte del macroproyecto se analizará un tramo de 20 kilómetros del río, partiendo desde la plata de tratamiento de agua potable de Tilulún hasta la plata de tratamiento de aguas residuales en Las Viñas (*Anexo 1*).

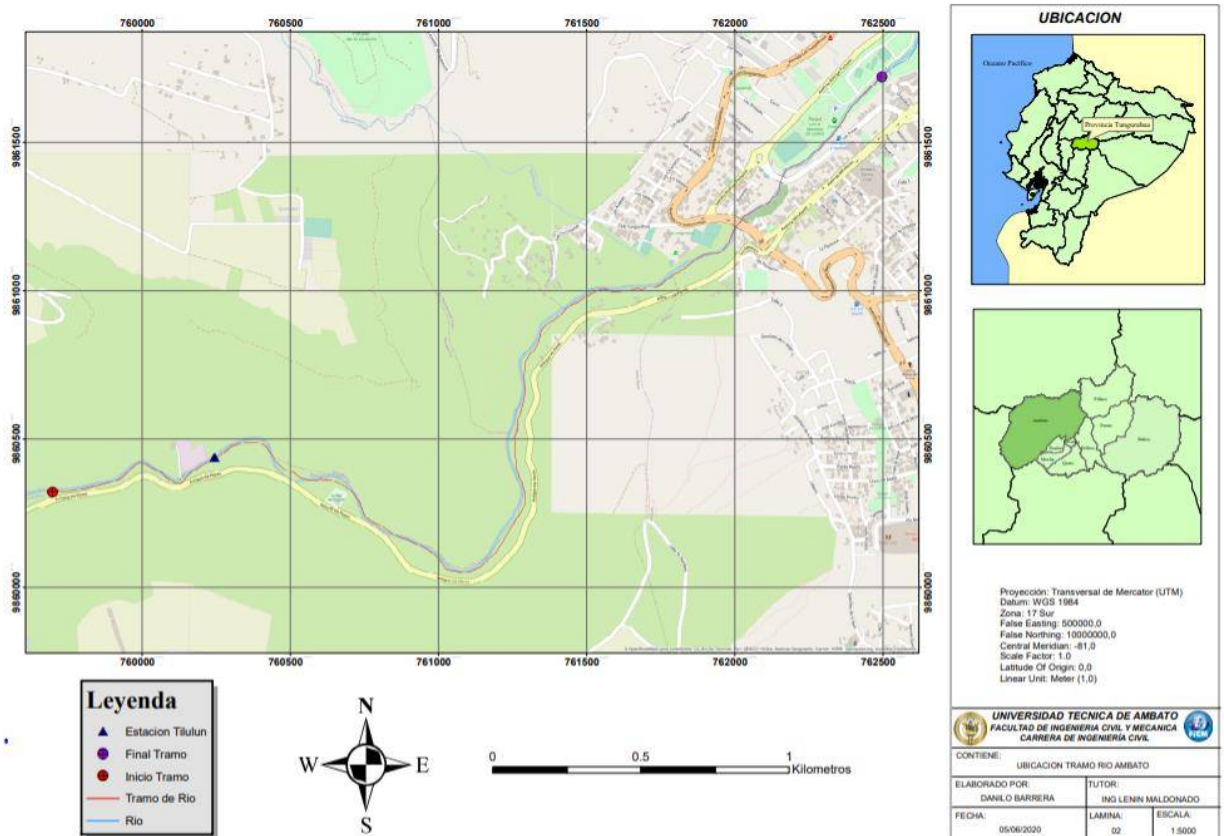
Figura 23.- Ubicación del proyecto (20km) sobre el río Ambato



Realizado por: Danilo Barrera

El tramo a analizar en este trabajo de investigación parte del sector de Tilulún en la planta de tratamiento de agua potable (759699 E, 9860322 N) y termina en el parque Luis A. Martínez (762382 E, 9861603 N) en la avenida Rodrigo Pachano en Ficoa (*Anexo 2*).

Figura 24.- Ubicación del tramo de estudio (4km) sobre el río Ambato

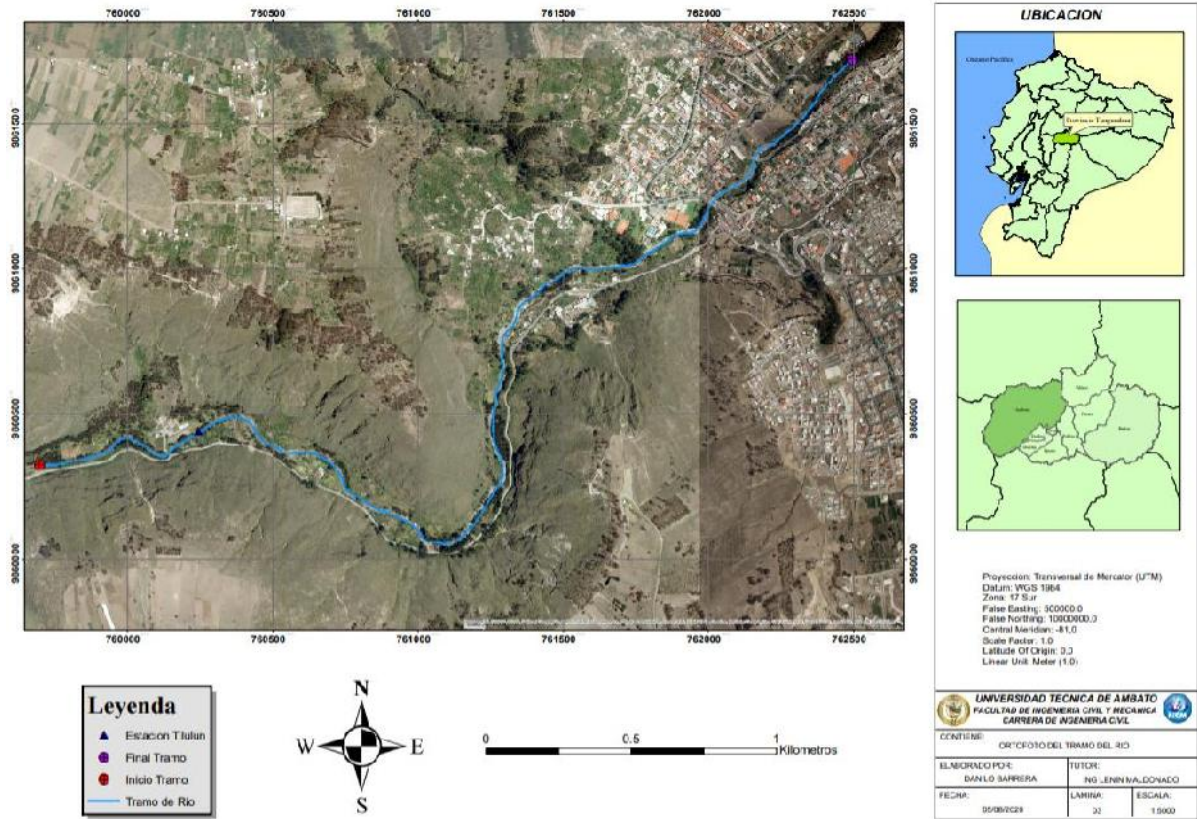


Realizado por: Danilo Barrera

3.1.1.2. Datos topográficos

El canal principal del río en el tramo de estudio está comprendido por una topografía irregular y pronunciada, en la cual se presentan caídas de agua y derivaciones o separaciones del cauce principal del río (*Anexo 3*).

Figura 25.- Ortofoto del tramo de estudio (4km)



Realizado por: Danilo Barrera

Existe vegetación y rocas a lo largo de todo el tramo de río, por lo que se presenta una pendiente promedio de 0.03031, y entre el punto inicial y final del tramo de estudio existe una variación de nivel de 119 m.

A continuación, se presentan las coordenadas Norte, Este y la elevación de las abscisas correspondientes al tramo de estudio del río Ambato, con una separación entre ellas de 250 m.

Tabla 12.- Abscisado y ubicación del tramo de estudio

Abscisa (Km)	Este (m)	Norte (m)	Cota (m.s.n.m)
0+000	759699	9860322	2676
0+250	759936	9860374	2672
0+500	760144	9860348	2667
0+750	760357	9860488	2662
1+000	760548	9860366	2654
1+250	760742	9860258	2649
1+500	760948	9860135	2642
1+750	761151	9860077	2634
2+000	761289	9860280	2630
2+250	761259	9860517	2620
2+500	761288	9860757	2610
2+750	761435	9860943	2599
3+000	761666	9861004	2586
3+250	761876	9861111	2576
3+500	762048	9861262	2567
3+750	762215	9861426	2560
4+000	762382	9861603	2557

Realizado por: Danilo Barrera

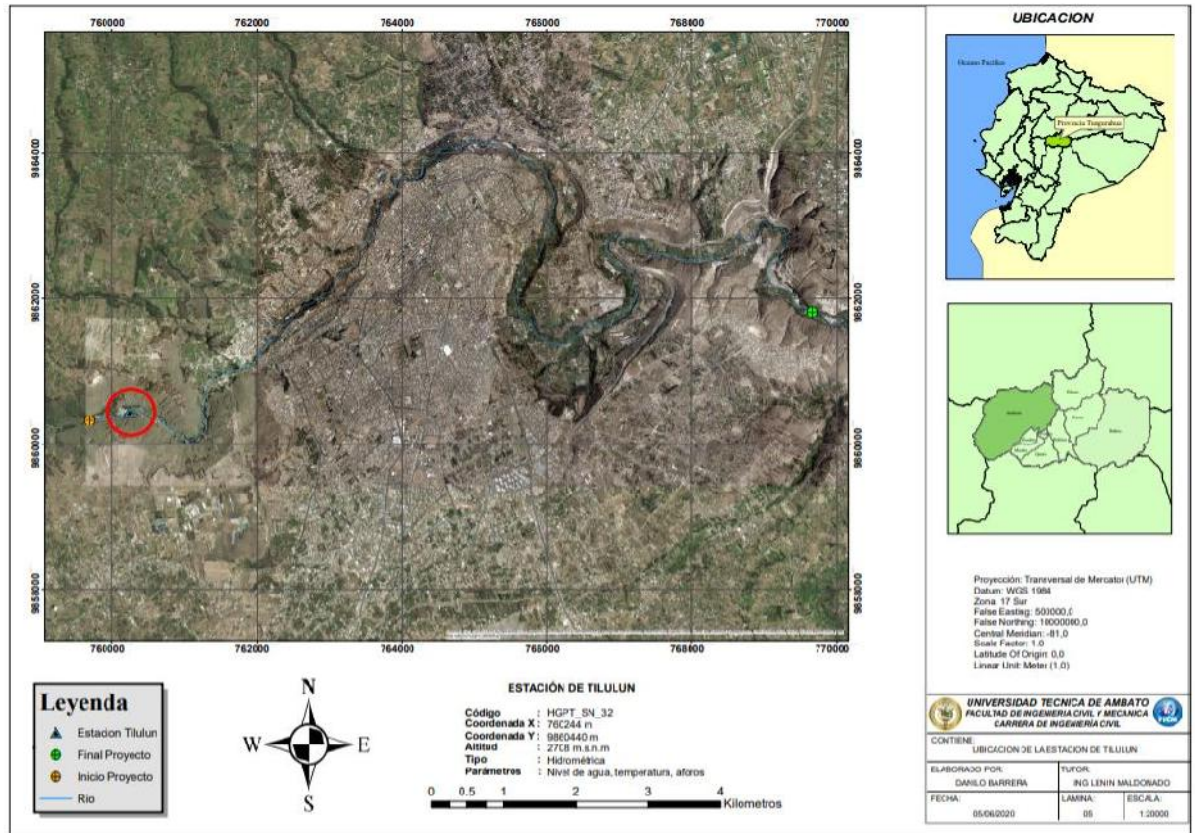
3.1.1.3.Datos Hidrométricos

Los datos hidrométricos a utilizar para la realización de este proyecto corresponden a las mediciones de caudales de la estación de Tilulún propiedad del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.

Esta estación actualmente está inoperativa por lo que se utilizarán datos de los años 1964 a 1980.

En el *Anexo 4* se aprecia la ubicación de esta estación en el río Ambato.

Figura 26.- Ubicación de la estación de Tilulún



Realizado por: Danilo Barrera

Los datos de caudales medios y máximos correspondientes a los años 1964 – 1980 según el INAHMI son los siguientes:

Tabla 13.- Registros hidrométricos de la estación de Tilulún

Registros Hidrométricos Anuales Estacion Tilulún		
Año	Q med. (m3/s)	Q máx. (m3/s)
1964	5.95	47.42
1965	5.54	22.48
1966	5.2	37.83
1967	6.6	49.62
1968	4.89	44.85
1969	5.57	38.87
1970	9.27	46.23
1971	6.73	38.22
1972	7.48	45.67
1973	4.96	41.62
1975	9.58	49.47
1976	7.28	77.06
1977	4.57	41.84
1978	5.37	30.52
1979	2.11	23.11
1980	4.32	27.45

Fuente: INAMHI, HGPT

3.1.1.4. Datos de Infraestructura

En el tramo de estudio existe la presencia de 3 puentes de hormigón armado de y una planta de tratamiento de agua potable, los cuales se encuentran en contacto con el cauce principal del río.

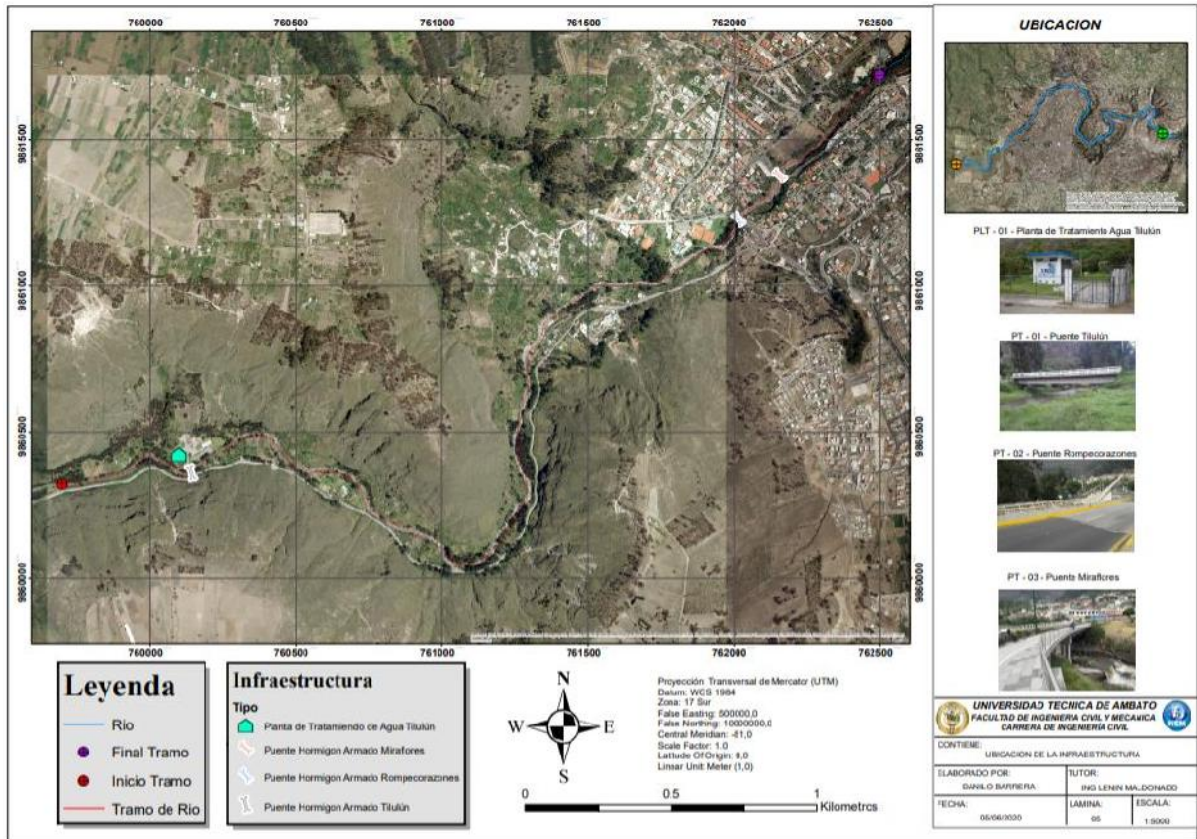
En el *Anexo 5* se encuentran localizadas estas estructuras en el tramo de estudio.

Tabla 14.- Coordenadas de la Infraestructura existente en el tramo de estudio

Infraestructura				
Abcisa (Km)	Código	Tipo de Estructura	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
0+460	PT-01	Puente de Hormigón Armado Tilulún	760140	9860361
0+480	PLT-01	Planta de Tratamiento de Agua Tilulún	760101	9860422
3+450	PT-02	Puente de Hormigón Armado Rompecorazones	762015	9861228
3+760	PT-03	Puente de Hormigón Armado Miraflores	762157	9861378

Realizado por: Danilo Barrera

Figura 27.- Infraestructura existente en el tramo de estudio



Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2. Plan de procesamiento de datos y análisis de la información

3.1.2.1. Datos del terreno

La topografía es montañosa, lo que se puede observar en el *Anexo 6 (Lámina 6 a 12)* referentes a la topografía del lugar. Estos anexos cuentan con curvas de nivel mayores cada 10 m y menores cada 2 m.

Esta topografía se obtuvo en base a los modelos digitales de terrenos proporcionados por el Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua.

Adicionalmente en estas láminas se aprecia el perfil longitudinal del tramo de estudio analizado.

3.1.2.2.Datos Hidrométricos

Se utilizaron los datos provenientes de la estación de Tilulún entre los años 1964 – 1980 (*Anexo 7*).

Como resumen de estos datos, se obtiene la siguiente tabla en la cual tenemos los años y caudales correspondientes.

Tabla 15.- Caudales de crecida de la estación de Tilulún 1964 - 1980

Caudales de Crecida		
No.	Año	Q mc. (m ³ /s)
1	1964	67.38
2	1965	44.06
3	1966	50.78
4	1967	70.14
5	1968	66.14
6	1969	51.77
7	1970	68.79
8	1971	61.73
9	1972	92.75
10	1973	68.79
11	1975	74.31
12	1976	101.33
13	1977	65.4
14	1978	51.05
15	1979	64.19
16	1980	52.84

Realizado por: Danilo Barrera

Estos datos fueron procesados utilizando el criterio de Chauvenet, de manera que un dato, el correspondiente a 1976 se ha excluido para poder contar con caudales de muestra uniforme.

Tabla 16.- Aplicación del criterio de Chauvenet

Aplicación del criterio de Chauvenet						
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	0.20	Bien
8	1971	61.73	-3.99	15.89	0.26	Bien
9	1972	92.75	27.03	730.86	1.80	Bien
10	1973	68.79	3.07	9.45	0.20	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	0.10	0.02	Bien
14	1978	51.05	-14.67	215.08	0.97	Bien
15	1979	64.19	-1.53	2.33	0.10	Bien
16	1980	52.84	-12.88	165.78	0.86	Bien
Suma:		65.72	Suma:	3400.23		
			σ:	15.06		
			Kn:	2.15		

Realizado por: Danilo Barrera

Una vez procesados los datos, los caudales para el cálculo del caudal de diseño son:

Tabla 17.- Caudales Finales de la Estación de Tilulún

Caudales Anuales		
No.	Año	Q mc. (m3/s)
1	1964	67.38
2	1965	44.06
3	1966	50.78
4	1967	70.14
5	1968	66.14
6	1969	51.77
7	1970	68.79
8	1971	61.73
9	1972	92.75
10	1973	68.79
11	1975	74.31
12	1977	65.4
13	1978	51.05
14	1979	64.19
15	1980	52.84

Realizado por: Danilo Barrera

En base a la infraestructura ubicada en el tramo, tenemos puentes y una planta de tratamiento de agua potable, por lo que se sumaron los valores de Riesgo (%) y n (años) de ambos tipos de obras para conocer el tiempo de retorno. Así una vez aplicado el Método de Gumbel se obtuvo un periodo de retorno de 261 años.

Tabla 18.- Riesgo y Vida útil según estructuras

Riesgo Máximo Admisible NEVI-12		
Tipo de Obra	Riesgo (%)	n (años)
Puentes	25	40
Planta de Tratamiento	25	35
Planta de Tratamiento + Puentes	25	75

Fuente: NEVI-12

Posteriormente se calculó el caudal correspondiente a los diferentes periodos de retorno. Los valores de \bar{y}_n , σ_n son obtenidos de la Tabla 5.

$$\sigma_n = 1.02057 \quad y_n = 0.51284$$

Los valores de la media aritmética (\bar{x}) y la desviación estándar (σ) se calculan nuevamente, pues ahora deben ser calculados excluyendo el dato de 1976 que no encajaba en la muestra, teniendo ahora los siguientes datos:

Tabla 19.- Valores de la media aritmética y desviación estándar

No.	Año	Q mc. (m3/s)	(Xi-x)	(Xi-x)^2
1	1964	67.38	4.039	16.311
2	1965	44.06	-19.281	371.770
3	1966	50.78	-12.561	157.787
4	1967	70.14	6.799	46.222
5	1968	66.14	2.799	7.833
6	1969	51.77	-11.571	133.896
7	1970	68.79	5.449	29.688
8	1971	61.73	-1.611	2.596
9	1972	92.75	29.409	864.870
10	1973	68.79	5.449	29.688
11	1975	74.31	10.969	120.312
12	1977	65.4	2.059	4.238
13	1978	51.05	-12.291	151.077
14	1979	64.19	0.849	0.720
15	1980	52.84	-10.501	110.278
\bar{x} :		63.34	Suma:	2047.28
			σ:	12.09

Realizado por: Danilo Barrera

Así se obtuvieron los siguientes caudales, en los cuales tomaremos algunos periodos de retorno según la Tabla 18.- Riesgo Admisible.

Tabla 20.- Caudales según periodo de retorno.

Caudales según Tr		
Tr (años)	yi	QTr (m3/s)
261.20	5.563	123.185
10000.00	9.210	166.398
1000.00	6.907	139.109
200.00	5.296	120.015
140.00	4.938	115.776
125.00	4.824	114.428
100.00	4.600	111.772
71.00	4.256	107.689
50.00	3.902	103.499
35.00	3.541	99.221
30.00	3.384	97.365
25.00	3.199	95.164
20.00	2.970	92.459
10.00	2.250	83.929
5.00	1.500	75.037
4.00	1.246	72.027
3.00	0.903	67.961
2.50	0.672	65.224
2.00	0.367	61.608
1.67	0.087	58.301
1.43	-0.186	55.065
1.25	-0.476	51.626
1.11	-0.834	47.382
1.05	-1.097	44.264
1.01	-1.527	39.169
1.00	-1.933	34.365

Realizado por: Danilo Barrera

Para calcular las probabilidades tomaremos los datos de las tablas anteriores.

Con los periodos de retorno de la Tabla 20, encontramos la probabilidad teórica.

Tabla 21.- Probabilidad Teórica

Tr (años)	Probabilidad Teórica	
	Decimal	(%)
261.20	0.00	0.38
10000.00	0.00	0.01
1000.00	0.00	0.10
200.00	0.01	0.50
140.00	0.01	0.71
125.00	0.01	0.80
100.00	0.01	1.00
71.00	0.01	1.41
50.00	0.02	2.00
35.00	0.03	2.86
30.00	0.03	3.33
25.00	0.04	4.00
20.00	0.05	5.00
10.00	0.10	10.00
5.00	0.20	20.00
4.00	0.25	25.00
3.00	0.33	33.33
2.50	0.40	40.00
2.00	0.50	50.00
1.67	0.60	60.00
1.43	0.70	70.00
1.25	0.80	80.00
1.11	0.90	90.00
1.05	0.95	95.00
1.01	0.99	99.00
1.00	1.00	99.90

Realizado por: Danilo Barrera

Ordenando los valores de caudales de crecida de la Tabla 17 de manera descendente, se procede a aplicar la fórmula para encontrar la probabilidad empírica.

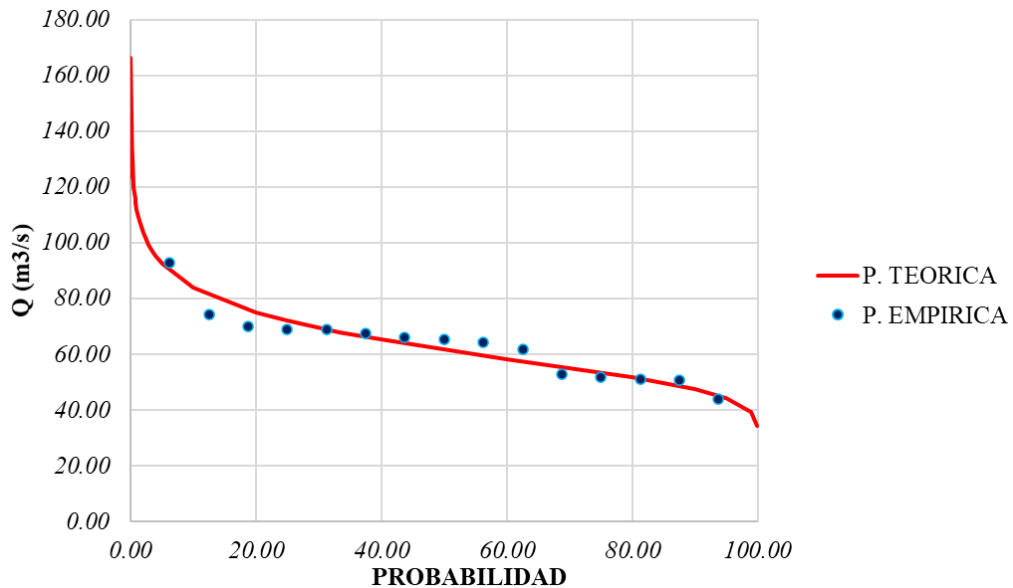
Tabla 22.- Probabilidad Empírica

Probabilidad Empírica			
Orden	Qor.	Probabilidad	
		Decimal	(%)
1	92.75	0.0625	6.25
2	74.31	0.125	12.5
3	70.14	0.1875	18.75
4	68.79	0.25	25
5	68.79	0.3125	31.25
6	67.38	0.375	37.5
7	66.14	0.4375	43.75
8	65.4	0.5	50
9	64.19	0.5625	56.25
10	61.73	0.625	62.5
11	52.84	0.6875	68.75
12	51.77	0.75	75
13	51.05	0.8125	81.25
14	50.78	0.875	87.5
15	44.06	0.9375	93.75

Realizado por: Danilo Barrera

Finalmente se compara la tendencia de ambas probabilidades con lo cual se puede comprobar que los caudales se ajustan y se consideran válidos para ser utilizados en el trabajo,

Figura 28.- Probabilidad Empírica VS Probabilidad Teórica



Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2.3. Riesgo y periodo de retorno

Debido a la infraestructura existente en el tramo, correspondiente a puentes y planta de tratamiento se tomará un porcentaje de riesgo de 25%, con una vida útil de 25 años y una caudal de diseño de 123.185 m³/s el cual se presenta con un tiempo de retorno de 261 años.

Tabla 23.- Riesgo Máximo Admisible

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
Planta de Tratamiento + Puentes	25	75	261

Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2.4. Modelo numérico Hec-RAS

3.1.2.4.1. Parámetros del Modelo

A través de los modelos de terreno proporcionados se obtuvo la superficie del proyecto en ArcGIS, y con la herramienta Hec-Geo RAS se procedió a obtener las secciones transversales, las cuales tienen una distancia de 200 m de longitud y se encuentran separadas a 20 metros del eje del río.

Así también con la ayuda de esta herramienta se colocaron los Banks derechos e izquierdos con los cuales se delimito las zonas a las cuales alcanza el agua del río con un caudal base de 10 m³/s.

En el *Anexo 8 – Láminas 13 a 19*, se observa la superficie de terreno según su elevación la cual se clasifica en diversos colores, así como las secciones transversales a lo largo del tramo de río.

Estos datos de la geometría se exportaron desde el Software ArcGIS hacia el programa Hec-RAS, y se procedió a colocar el coeficiente de Manning.

Este coeficiente depende de las características del terreno y la cobertura vegetal en las orillas del río, teniendo así valores para la orilla derecha, izquierda y para el eje del río.

Estos valores se han colocado en base a la Tabla 3, la cual procede de la guía del programa Hec-RAS.

Tenemos así los siguientes valores a lo largo del tramo de estudio:

Tabla 24.- Valores de Manning Ingresados

Abscisa	Coeficiente (n/K)	Valores de Manning		
		Borde Izquierdo	Centro	Borde Derecho
0+200	n	0.035	0.05	0.035
0+400	n	0.035	0.05	0.035
0+480	<i>PLT 01 - Planta de tratamiento Tilulún</i>			
0+490	<i>PT 01 - Puente de Tilulún</i>			
0+600	n	0.035	0.05	0.035
0+800	n	0.035	0.05	0.035
1+000	n	0.04	0.05	0.04
1+200	n	0.04	0.05	0.04
1+400	n	0.04	0.05	0.04
1+600	n	0.04	0.05	0.04
1+800	n	0.035	0.05	0.035
2+000	n	0.035	0.05	0.035
2+200	n	0.04	0.05	0.04
2+400	n	0.04	0.05	0.04
2+600	n	0.04	0.05	0.04
2+800	n	0.04	0.05	0.04
3+000	n	0.03	0.05	0.04
3+200	n	0.03	0.05	0.04
3+400	n	0.03	0.05	0.04
3+500	<i>PT 02 - Puente Rompecorazones</i>			
3+600	n	0.04	0.05	0.04
3+760	<i>PT 03 - Puente de Miraflores</i>			
3+800	n	0.04	0.05	0.04
4+00	n	0.06	0.05	0.06

Realizado por: Danilo Barrera

Los valores ingresados corresponden a:

- 0.03 para zonas donde el canal es recto y con poca maleza.
- 0.035 para zonas donde el canal es recto con piedras y maleza.
- 0.04 para zonas donde el canal es sinuoso con poca maleza.
- 0.05 para zonas donde el canal es sinuoso con piedras, maleza y arena.
- 0.06 para zonas en la cual la vegetación era abundante y existen matorrales.

Los caudales han sido ingresando según un tiempo de retorno de 5, 10, 25,50 y 100 años, además del tiempo de retorno calculado según la infraestructura existente en el tramo por lo que obtenemos la siguiente tabla resumen:

Tabla 25.- Caudales ingresados en el programa Hec-RAS

N°	Periodo de Retorno (Años)	Caudal (m3/s)
1	5.00	75.037
2	10.00	83.929
3	25.00	95.164
4	50.00	103.499
5	100.00	111.772
6	261.20	123.185

Realizado por: Danilo Barrera

Se ingresaron las condiciones de borde aguas arriba y aguas abajo del tramo de estudio, para esto se ingresó la pendiente como un valor de altura normal de 0.0246 aguas arriba, mientras que aguas abajo el valor fue de 0.00958. Estos valores representan la pendiente media del canal del río antes del punto inicial de estudio y después del punto final.

Para ejecutar la simulación, se ingresó un caudal de 10 m³/s, el cual se consideró como caudal base con el cual el agua debía seguir el curso natural del río sin desbordarse.

Para lograr esto en los lugares en los que el agua no seguía el curso normal del río se colocaron los Banks derechos e izquierdos y levees para confinar el curso del agua, y se interpoló secciones adicionales para un mejor comportamiento que se ajuste a la realidad.

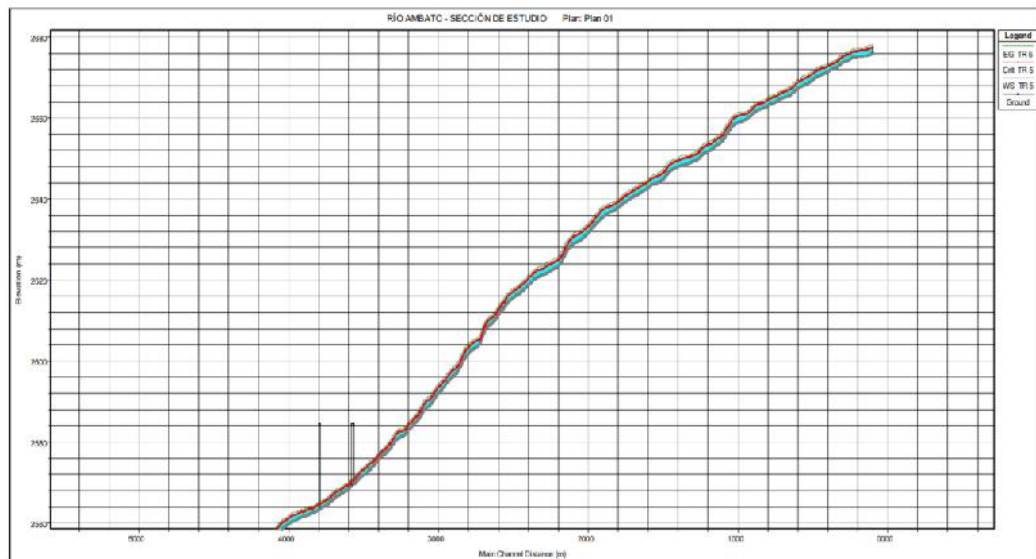
La simulación se realizó como flujo continuo (Steady Flow) y con un régimen supercrítico, pues el río estudiado presenta velocidades altas y con saltos hidráulicos.

3.1.2.4.2. Análisis del resultado del modelo

3.1.2.4.2.1. Perfil Longitudinal

El perfil longitudinal analizado a continuación corresponde al flujo con un periodo de retorno de 5 años, y un caudal de 75.037 m³/s.

Figura 29.- Perfil longitudinal con flujo de agua Tr 5 años

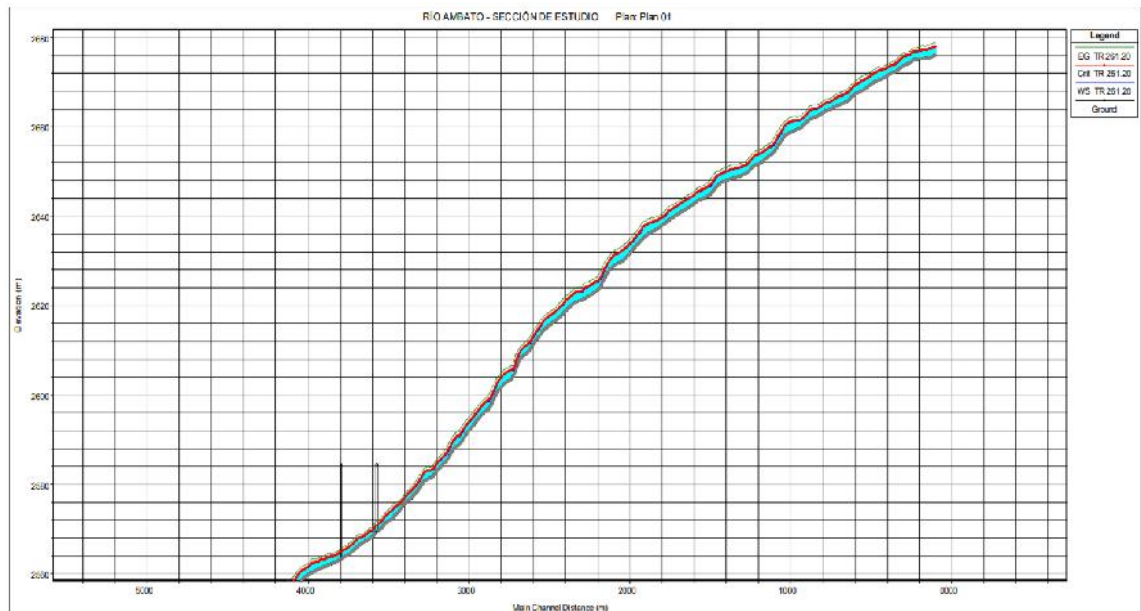


Realizado por: Danilo Barrera

Se puede observar que al inicio del tramo existe una altura de agua de 1.47 m, mientras que al final en la abscisa 4+000 Km, la altura de agua es de 1.20 m. El punto más alto de agua se da en la abscisa 3+160 Km, en donde se evidencia 1.61 m.

A continuación, se analiza en perfil longitudinal con un flujo de agua de $123.185 \text{ m}^3/\text{s}$, el cual es atribuido al periodo de retorno máximo de 261.20 años

Figura 30.- Perfil longitudinal con flujo de agua Tr 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

En esta grafica observamos un incremento en el nivel de agua, siendo ahora la altura al inicio del tramo de 1.90 m. En la abscisa final la altura es de 1.43 m y en el punto más alto el agua llega a una altura de 2.09 m sobre el nivel del terreno.

En el **Anexo 9** se observa el perfil longitudinal del terreno con el flujo de agua correspondiente a todos los tiempos de retorno y caudales de la Tabla 25.

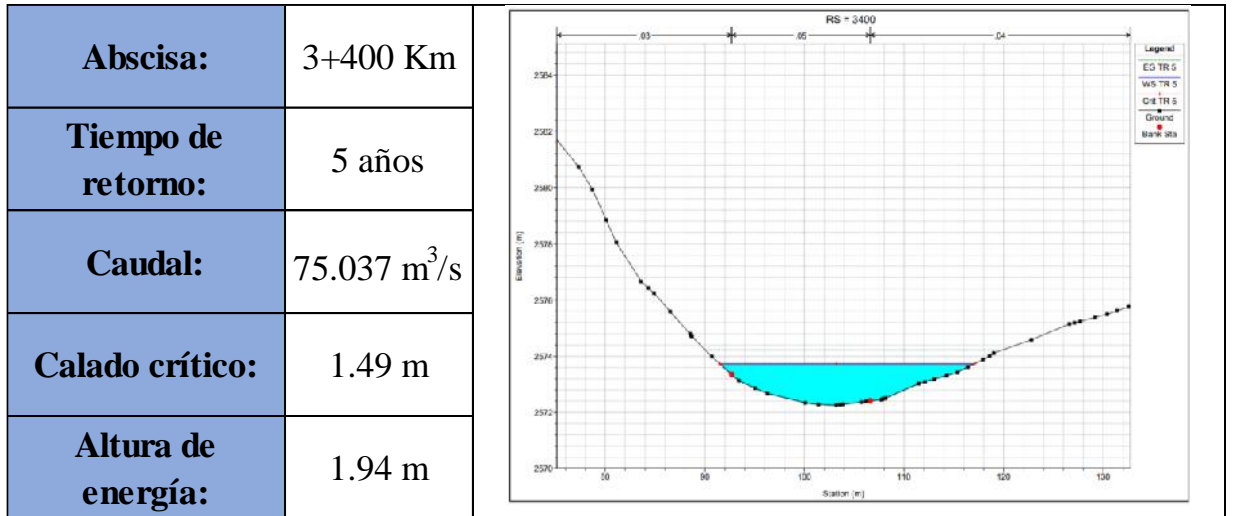
3.1.2.4.2.2. Secciones Transversales

Las secciones transversales fueron creadas abarcando 200 metros de longitud para cubrir toda la cuenca y con una separación de 20 metros entre ellas a lo largo de todo el río. Se colocaron los bancos de inundación o Banks a la orilla derecha e izquierda, los que representan la altura de agua que posee el río con el caudal base.

A continuación, se tomará 2 secciones transversales tipo para sus características.

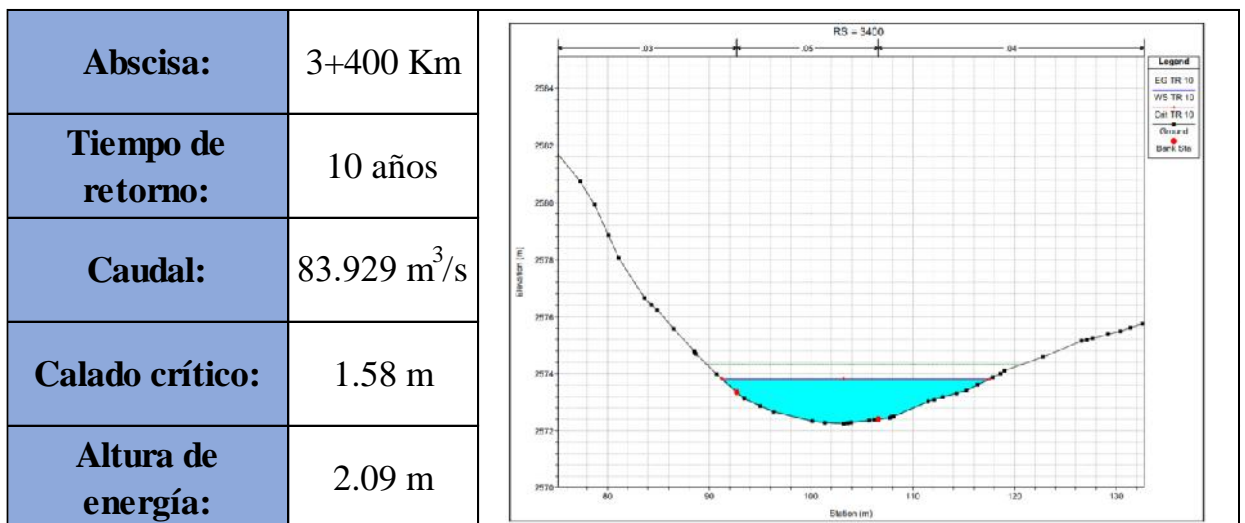
Sección Tipo I

Figura 31.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 5 años



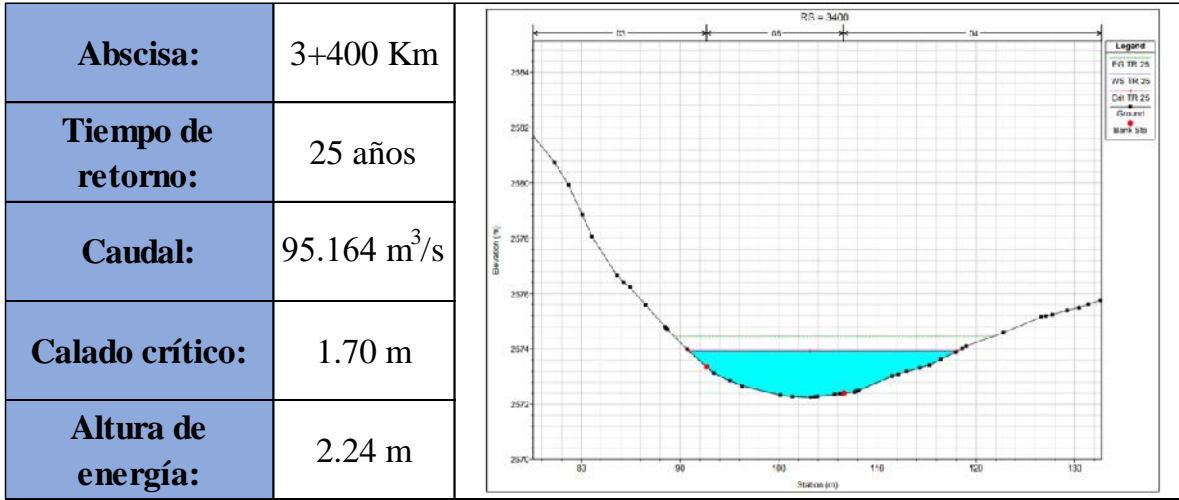
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 32.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 10 años



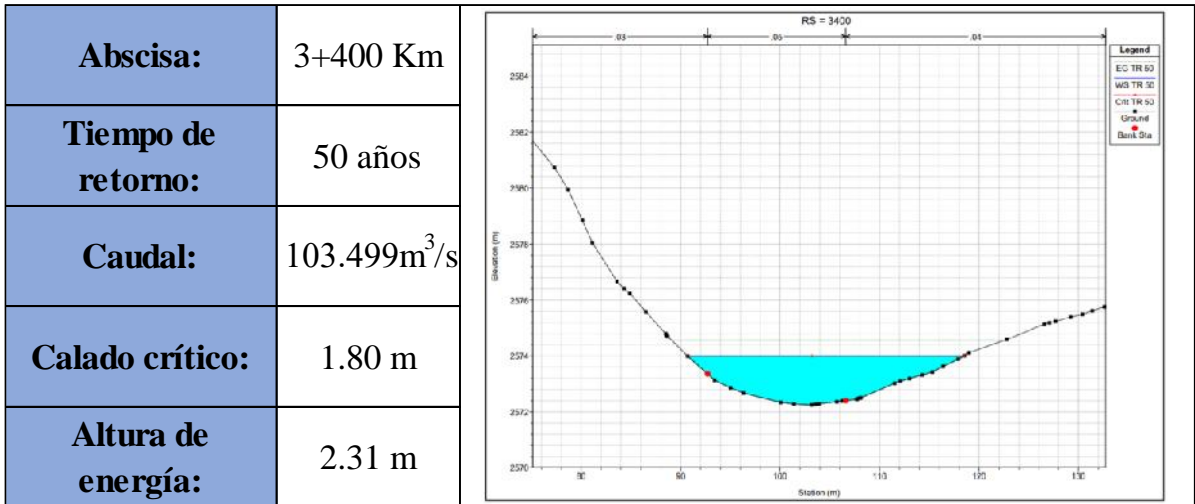
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 33.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 25 años



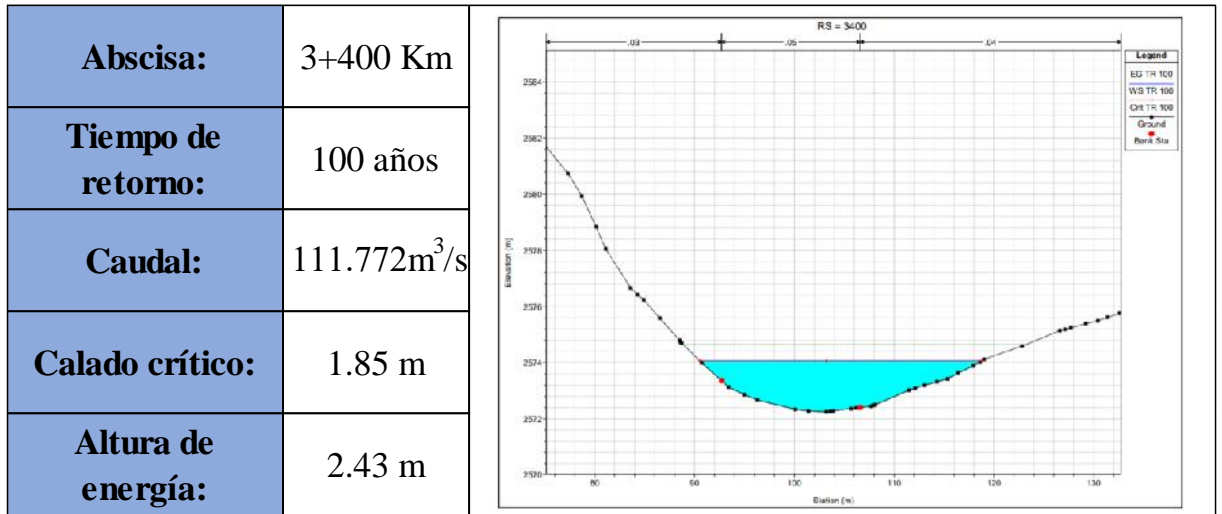
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 34.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 50 años



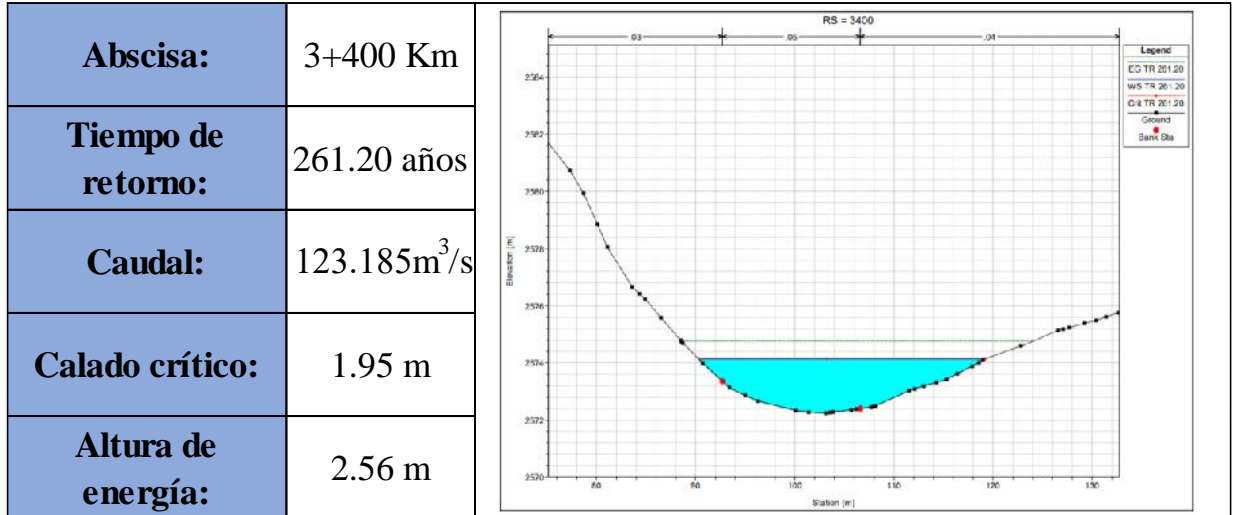
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 35.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 100 años



Realizado por: Danilo Barrera

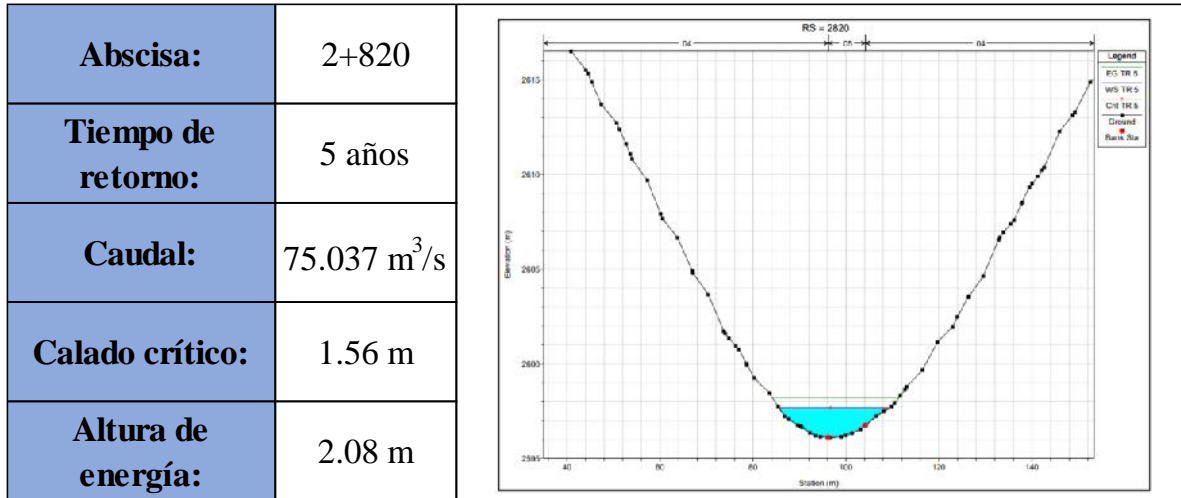
Figura 36.- Sección Tipo I - 3+400 Km con Tr 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

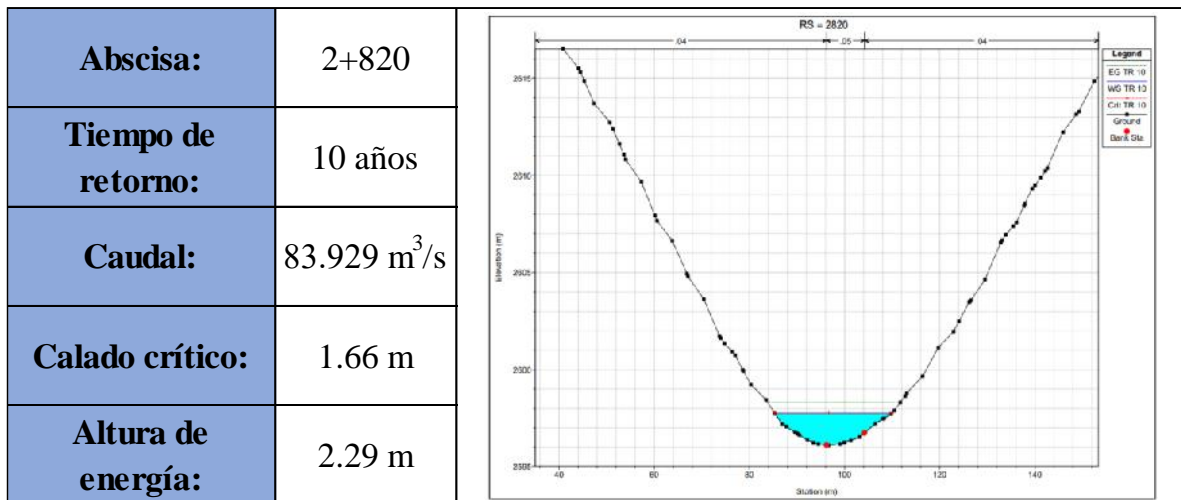
Sección Tipo II

Figura 37.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 5 años



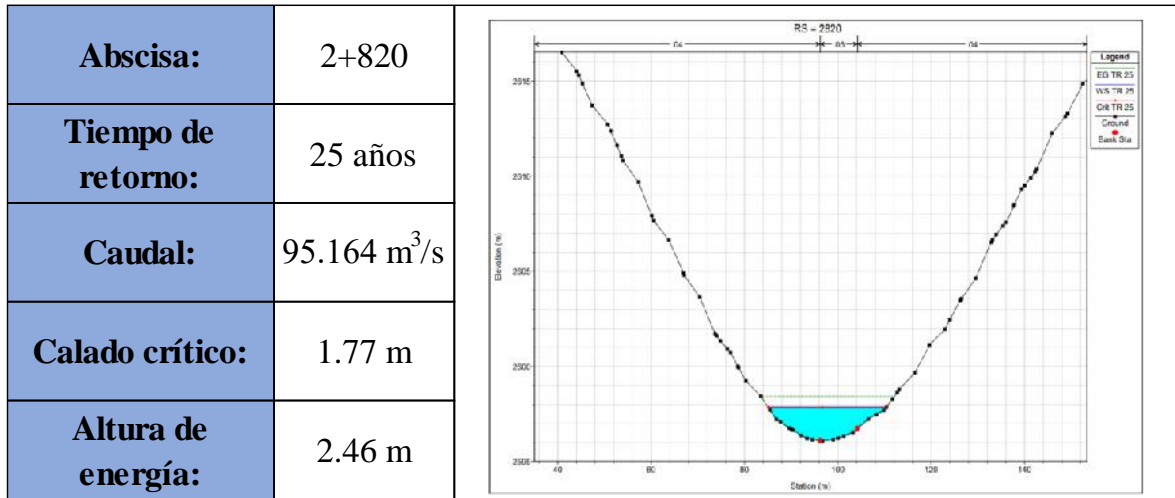
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 38.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 10 años



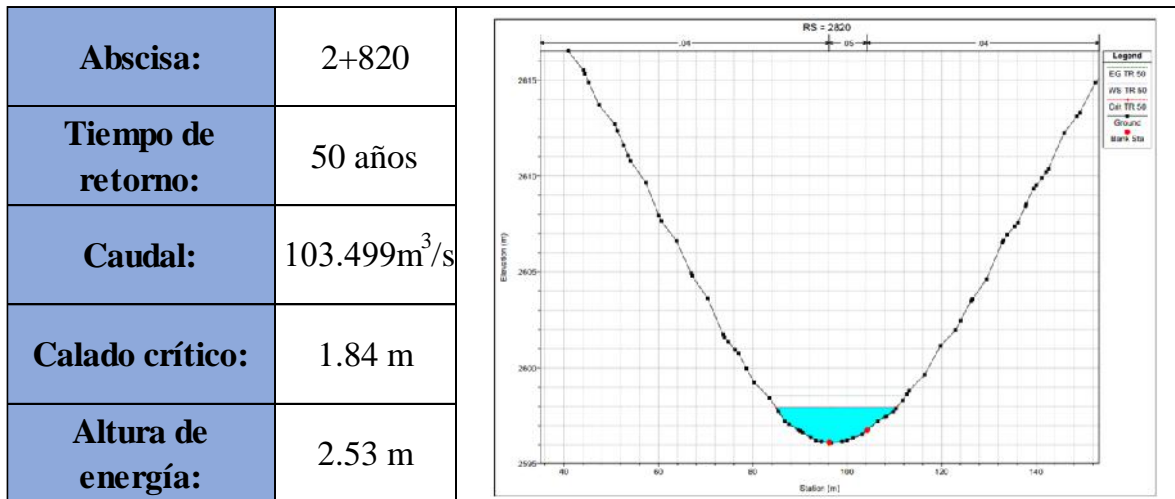
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 39.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 25 años



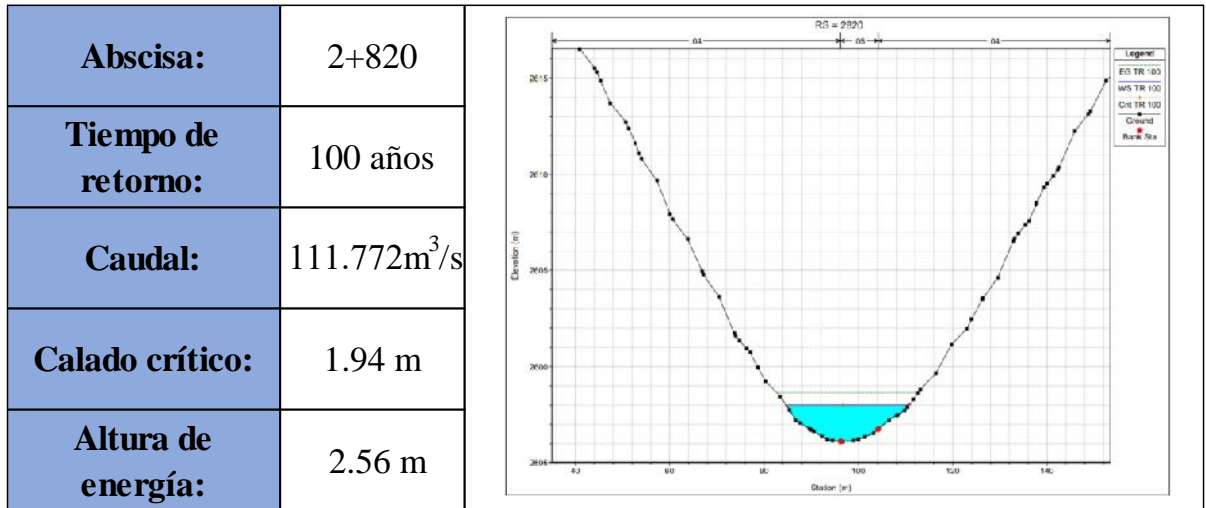
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 40.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 50 años



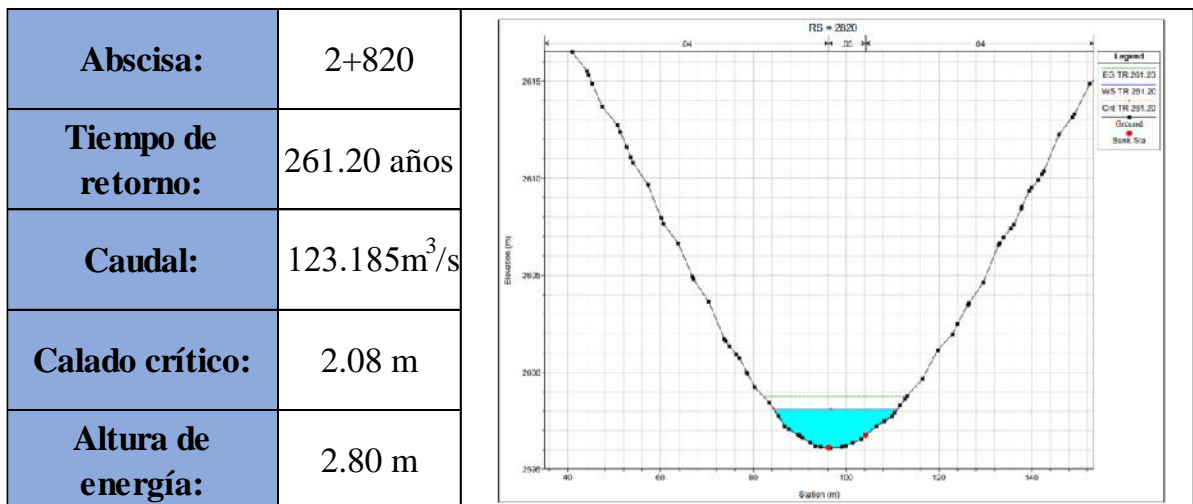
Realizado por: Danilo Barrera

Figura 41.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 100 años



Realizado por: Danilo Barrera

Figura 42.- Sección Tipo II – 2+820 Km con Tr 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

En las secciones tipo se aprecia el calado del agua para cada periodo de retorno, así como la altura de energía. Los puntos rojos representan los bancos de inundación y nos muestra hasta donde se considera normal el nivel de agua con el caudal base.

Cuando el agua supera estos puntos se asume que la crecida de agua puede provocar inundaciones dependiendo de la sección transversal. Así en la sección transversal Tipo I, la ladera izquierda es muy pronunciada lo que impide el desborde el agua a esa dirección, mientras que la ladera derecha al tener una pendiente menor, tiende a ser por donde el agua busque fluir en una crecida.

La sección transversal Tipo 2 forma una cuenca en la cual ambas laderas tiene una pendiente similar y al ser esta pronunciada evita que el agua se desborde lateralmente provocando la subida de nivel de agua.

En el *Anexo 10* se encuentran las secciones transversales del tramo de estudio cada 100 m según los caudales de crecida.

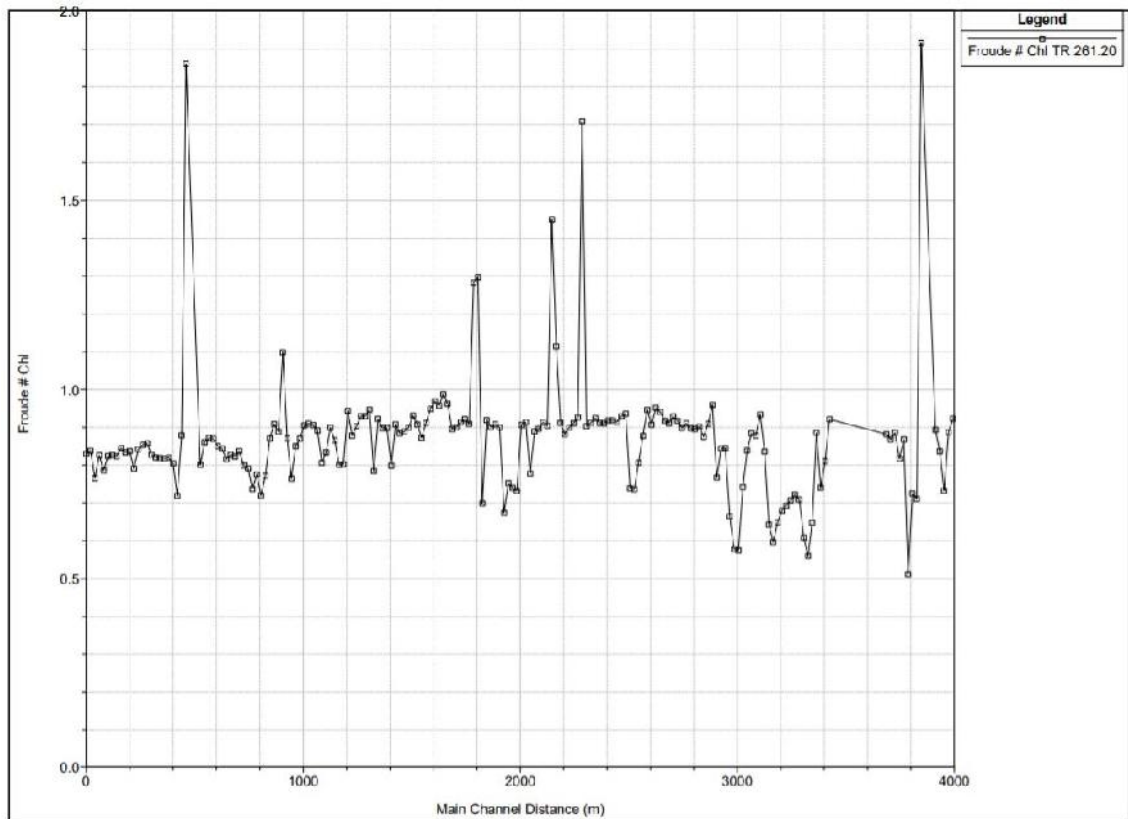
3.1.2.4.2.3. Gráfico longitudinal del número de Froude

El número de Froude nos indica si el flujo es crítico, subcrítico o supercrítico. En el tramo analizado (0+00 Km – 4+00 km) con el caudal mayor de 123.185 m³/s, se puede observar que el número de Froude varía entre 0.51 a 1.92, y la mayoría del flujo tiene un valor inferior a 1, lo que nos indica que el flujo es subcrítico.

En la abscisa 0+490 km, le corresponde el primer punto en el cual el flujo es supercrítico (#Fr 1.86). Al analizar esta sección podemos observar que coincide con la ubicación del puente de Tilulún, en donde la sección de río cambia al reducirse por los estribos del puente y provocan el cambio de flujo. Otro punto de importancia se evidencia en la abscisa 3+847 km, en la cual el número de Froude tiene el valor más alto de 1.92. Aquí encontramos nuevamente una reducción en la sección que provoca el cambio a supercrítico. Finalmente, el punto más bajo (#Froude 0.51) se encuentra en la abscisa 3+787 km.

En el *Anexo 11* están las gráficas longitudinales del número de Froude para todos los periodos de retorno.

Figura 43.- Gráfica del Número de Froude para el periodo de retorno 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

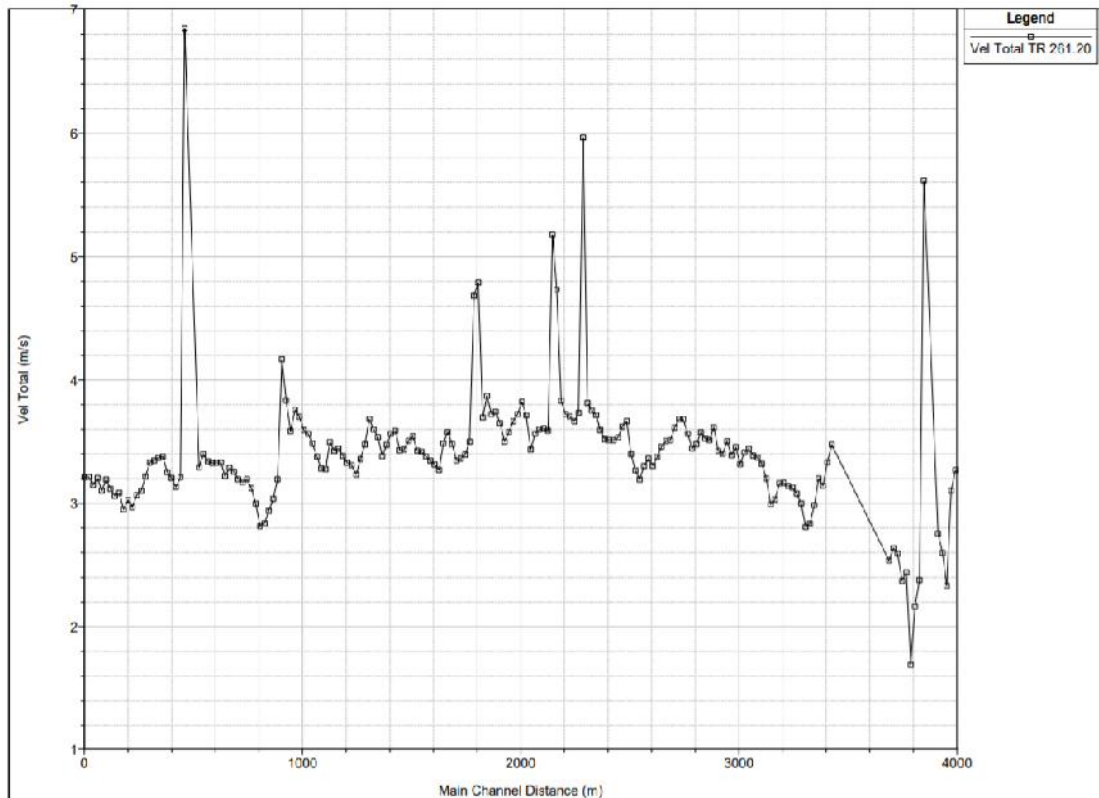
3.1.2.4.2.4. Velocidad de flujo

La velocidad de flujo en Hec RAS se puede analizar y observar los puntos en la que esta cambia. Con el periodo de retorno de 261.20 años y el caudal mayor correspondiente a $123.185 \text{ m}^3/\text{s}$, la velocidad promedio es de 3.39 m/s en los primeros kilómetros de estudio, y el valor mayor es de 6.85 m/s y el menor es de 1.69 m/s .

El mayor valor se ubica en la abscisa 0+480 km, en donde el flujo al ser supercrítico y reducirse la sección por el puente y los estribos del mismo, se acelera hasta alcanzar el doble de la velocidad promedio. Por otra parte, el valor menor de velocidad está en 3+787 km al igual que el menor valor del número de Froude. Aquí la sección presenta un ensanchamiento lo que reduce la velocidad del flujo a la mitad del promedio.

En el *Anexo 12*, se puede encontrar las gráficas de velocidad del tramo de estudio para todos los periodos de retorno analizados.

Figura 44.- Gráfica de la velocidad total para el periodo de retorno 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2.4.2.5. Esfuerzo cortante

El esfuerzo cortante producido nos indica si existe o no erosión por la trayectoria del fluido. Según la siguiente tabla encontramos valores límites a los cuales se considera libre la erosión según el material ubicado a las orillas del cauce de agua.

Tabla 26.- Valores de velocidad y esfuerzo cortante admisibles según materiales.

Boundary category	Boundary type	Allowable velocity (ft/s)	Allowable shear stress (lb/ft ²)	Citation(s)
Temporary degradable reinforced erosion control products (RECP)	Jute net	1-2.5	0.45	B, E, F
	Straw with net	1-3	1.5-1.65	B, E, F
	Coconut fiber with net	3-4	2.25	B, F
	Fiberglass roving	2.5-7	2	B, E, F
Nondegradable RECP	Unvegetated	5-7	3	B, D, F
	Partially established	7.5-15	4-6	B, D, F
	Fully vegetated	8-21	8	C, F
Hard surface	Gabions	1-19	10	A
	Concrete	>18	12.5	E

1/ Ranges of values generally reflect multiple sources of data or different testing conditions

Fuente: *Stream Restoration Design National Engineering Handbook, Chapter 8, Threshold Design, 2007*

En el tramo de estudio existe vegetación a las orillas, por lo que tomaremos el valor de 8 lb/ft² que equivale a 383 N/m².

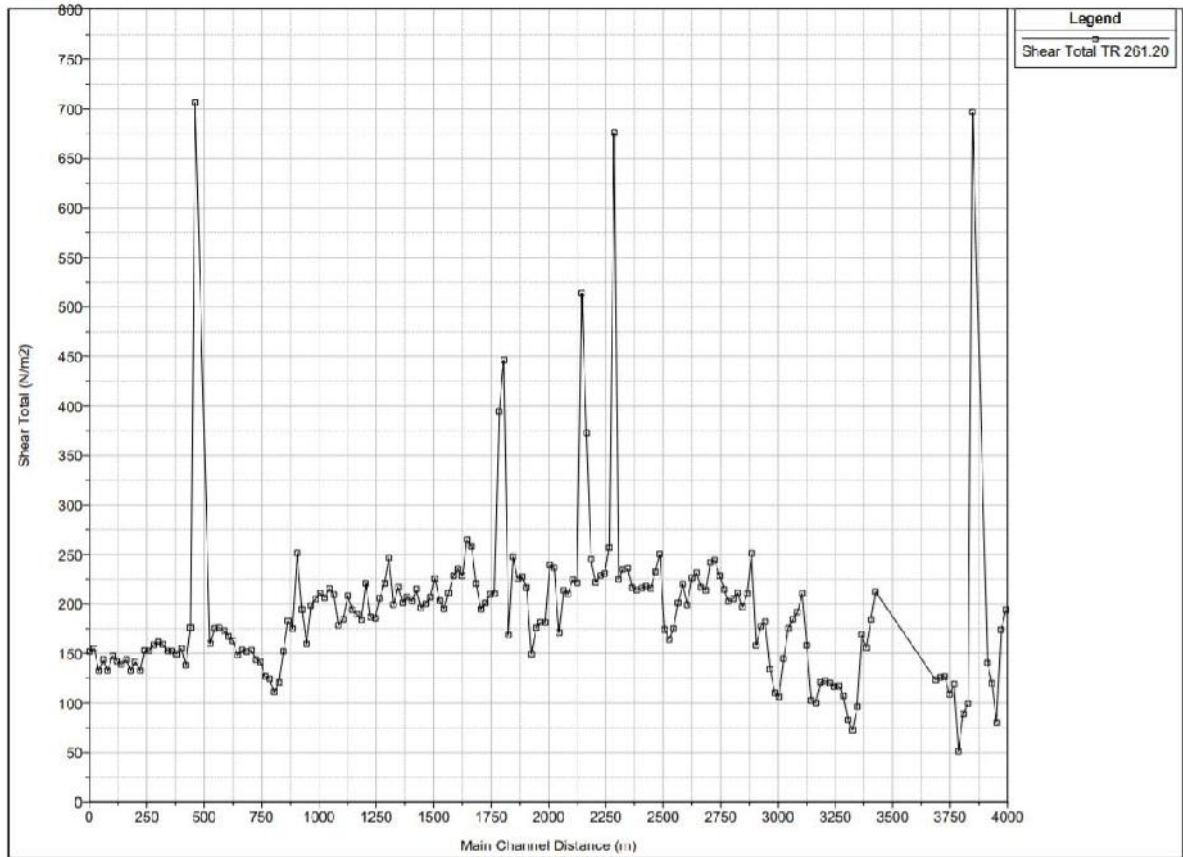
A lo largo del tramo de estudio existe un esfuerzo cortante promedio de 192.95 N/m². De esta manera no existe erosión en la mayor parte del tramo pues el valor obtenido es menor al admisible.

Mientras que la abscisa 0+480 muestra la mayor erosión al ser 706 N/m². En esta abscisa existe los estribos del puente que son hechos de hormigón por lo que el valor de comparación es de 598.5 N/m² ante el evento de 261.20 años y se presentará erosión en las paredes laterales de los estribos a pesar de su material y en el fondo del canal, por lo que al ser un valor elevado de esfuerzo cortante se recomienda la creación de una estructura de disipación de energía como un trampolín o salto de esquí para evitar la socavación.

El menor valor lo encontramos en 3+787 km con un valor de 51.57 N/m², valores obtenidos con el periodo de retorno de 261.20 años, están dentro del rango admisible.

Las gráficas de esfuerzo total cortante para todos los periodos de retorno analizados se encuentran en el *Anexo 13*.

Figura 45.- Gráfica del esfuerzo cortante total para el periodo de retorno 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

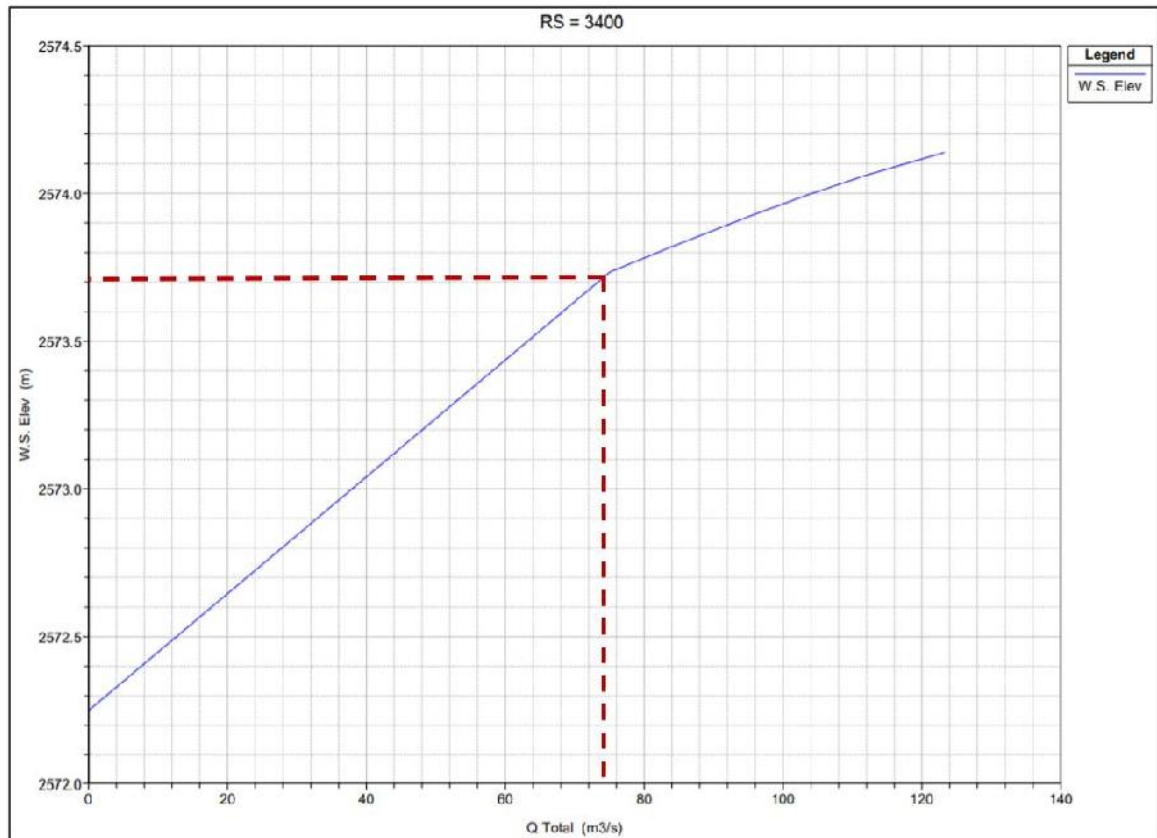
3.1.2.4.2.6. Curvas de descarga

Se analizará la curva de descarga para la sección Tipo I y Tipo II seleccionadas anteriormente. La grafica de curva de descarga se obtiene al colocar en el eje X los valores del caudal total y en el eje Y la elevación del calado de agua.

Sección Transversal Tipo I

En esta sección, se observa que la curva de descarga presenta un cambio de pendiente cuando el caudal es de $75.04 \text{ m}^3/\text{s}$ y el calado de la superficie de agua alcanza los 2573 m .

Figura 46.- Curva de descarga para la sección Tipo I

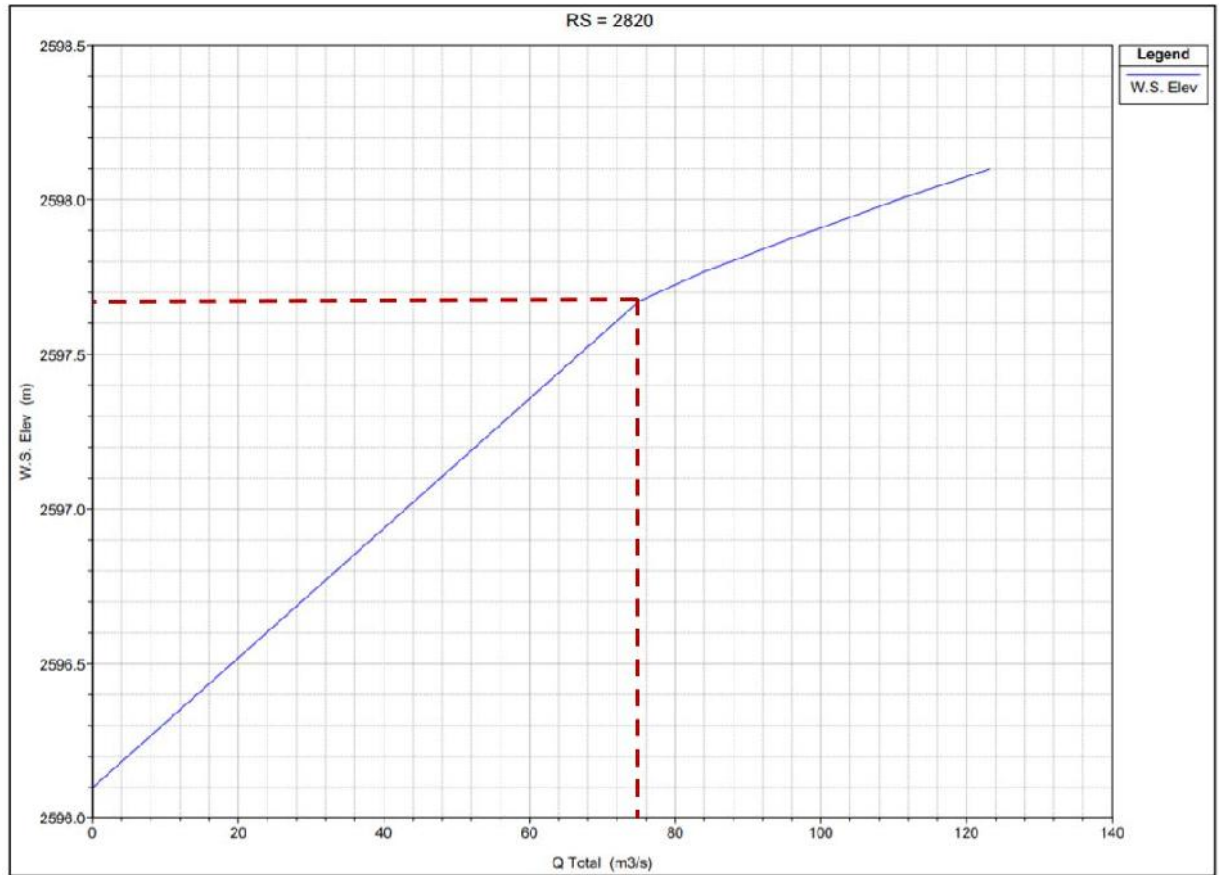


Realizado por: Danilo Barrera

Sección Transversal Tipo II

En esta sección, se observa que la curva de descarga presenta un cambio de pendiente cuando el caudal es de $75.04 \text{ m}^3/\text{s}$ y el calado de la superficie de agua alcanza los 2597 m .

Figura 47.- Curva de descarga para la sección Tipo I

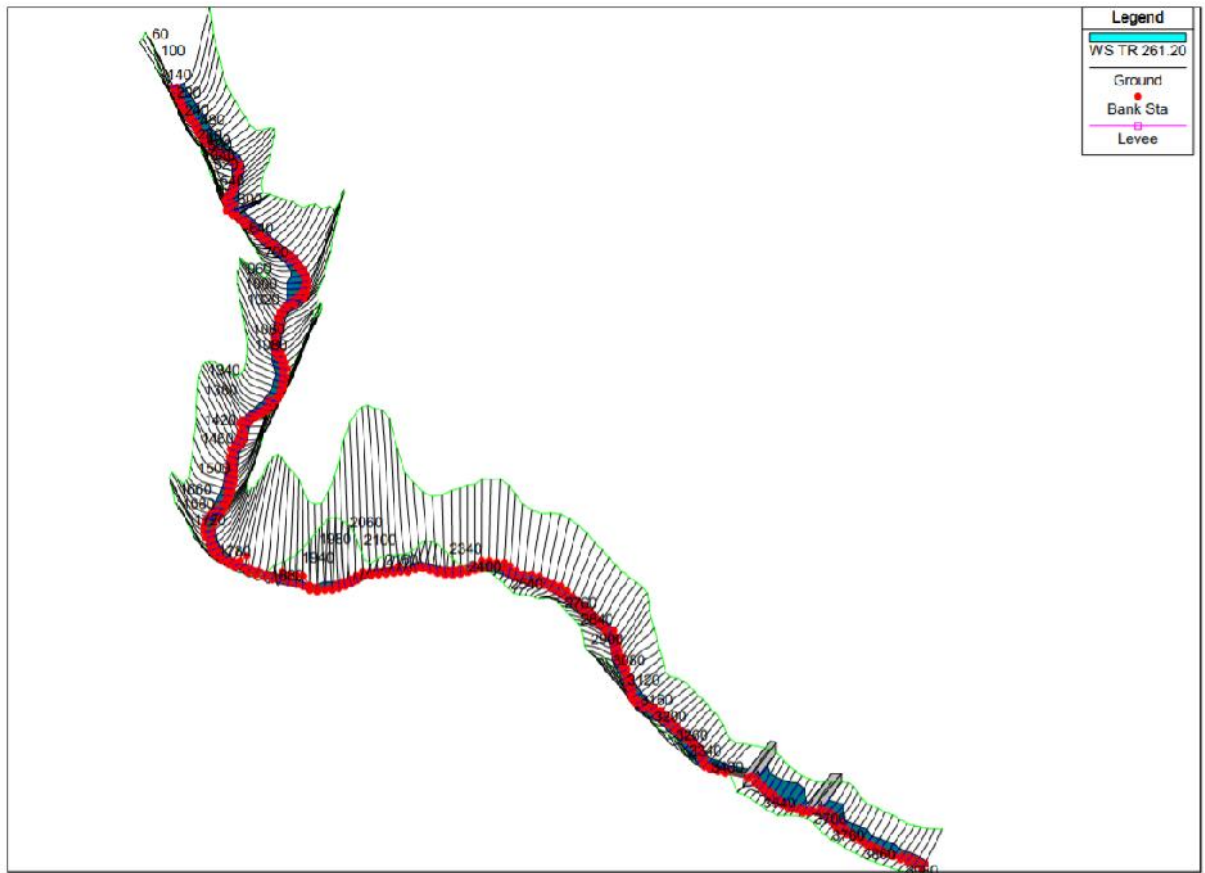


Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2.4.2.7. Esquema 3D

El siguiente esquema 3D representa la superficie de terreno y el caudal que circula por las secciones con el caudal de 123.185 m³/s con un periodo de retorno de 261.20 años.

Figura 48.- Esquema 3D del tramo de estudio para Tr 261.20 años



Realizado por: Danilo Barrera

3.1.2.4.2.8. Condiciones de flujo y áreas de inundación

Los resultados de velocidad, #Froude, calado de agua, altura de energía, entre otros parámetros para cada sección según los tiempos de retorno analizados, se encuentran en el *Anexo 14*.

En el *Anexo 15 – Láminas 20 a 26* se encuentra los planos de inundación para el periodo de retorno mayor (261.20 años).

A continuación, se analiza lo que ocurre en cada tramo al presentarse esta crecida de agua:

Lámina 20 – Plano Inundación 1

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 0+00 km hasta la 0+660 km. Se observa el desbordamiento del agua principalmente al lado izquierdo del eje central del río

En la abscisa 0+200 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 46.20 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 22.18 m en la sección 0+660 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 31.94 m en la sección 0+180 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.32 m/s. La velocidad mayor es de 6.85 m/s en la abscisa 0+480 km en la cual se encuentra el puente de Tilulún y cambia el flujo a estado supercrítico

En 0+220 km y 0+240 km existen estructuras de hormigón que se ven comprometidas ante la crecida de $123.185 \text{ m}^3/\text{s}$. Del mismo modo la entrada a la planta de tratamiento de Tilulún también se ve cubierta con agua en la abscisa 0+500.

El nivel de agua alcanzara 1.82 m.

Lámina 21 – Plano Inundación 2

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 0+640 km hasta la 1+340 km.

En la abscisa 0+780 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 53.78 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 44.11 m en la sección 0+780 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 17.90 m en la sección 1+340 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.38 m/s. La velocidad mayor es de 4.17 m/s en la abscisa 0+800 km en la cual existe una curva en el cauce del río que provoca que el agua se desborde.

En 0+720 km existen casa de hormigón que no se ven comprometidas ante la crecida de 123.185 m³/s pues están fuera del rango de inundación. Así mismo el complejo Tilulún no se ve afectado en 1+140 km.

El nivel de agua alcanzara 2.18 m en su punto máximo.

Lámina 22 – Plano Inundación 3

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 1+340 km hasta la 2+120 km. Se observa el desbordamiento del agua a ambos lados del eje del río de manera similar.

En la abscisa 1+600 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 33.73 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 18.85 m en la sección 1+520 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 18.80 m en la sección 1+740 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.64 m/s. La velocidad mayor es de 5.18 m/s en la abscisa 2+120 km.

En 1+900 km existen plantaciones de vegetales como tomates que se ven comprometidas ante la crecida de 123.185 m³/s, ya que el agua llegaría a cubrir estos cultivos y tendría un nivel 2.35 m.

Lámina 23 – Plano Inundación 4

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 2+140 km hasta la 2+540 km. Se observa el desbordamiento del agua simétrico a ambos lados del eje del río.

En la abscisa 2+520 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 34.54 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 19.63 m en la sección 2+500 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 13.54 m en la sección 2+280 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.75 m/s. La velocidad mayor es de 5.97 m/s en la abscisa 2+260 km en la cual se presenta una reducción en el ancho del río, lo que provoca este aumento de velocidad

Existen algunas estructuras que no se ven afectadas con la crecida de caudal ya que están fuera del rango de inundación por lo que el riesgo es menor.

El nivel de agua alcanzara 2.46 m.

Lámina 24 – Plano Inundación 5

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 2+540 km hasta la 3+200 km. Se observa el desbordamiento del agua principalmente al lado izquierdo del eje central del río

En la abscisa 3+120 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 37.73 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 20.06 m en la sección 3+140 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 20.02 m en la sección 3+060 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.40 m/s. La velocidad mayor es de 3.68 m/s en la abscisa 2+700 km en la cual se encuentra el puente de Tilulún y cambia el flujo a estado supercrítico

En 2+560 km existen estructuras de hormigón que se ven comprometidas ante la crecida de 123.185 m³/s. Mientras que en 2+800 km las estructuras de hormigón presentes no son alcanzadas por el agua. El nivel de agua alcanzara 2.08 m.

Lámina 25 – Plano Inundación 6

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 3+200 km hasta la 3+900 km. Se observa el desbordamiento del agua principalmente al lado izquierdo del eje central del río

En la abscisa 3+580 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 91.5 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 28.34 m en la sección 3+280 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 78.58 m en la sección 3+580 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 2.96 m/s. La velocidad mayor es de 5.61 m/s en la abscisa 3+640 km en la cual se encuentra el puente de Miraflores y cambia el flujo a estado supercrítico al reducirse la sección transversal.

En 3+480 km a 3+620 km existen estructuras de hormigón que se ven comprometidas ante la crecida de 123.185 m³/s.

En 3+700 km existen canchas deportivas de césped sintético, las cuales se verán afectadas pues el agua cubrirá estas con 60 cm de agua.

El nivel de agua alcanzara 1.89 m en sus puntos de mayor calado.

Lámina 26 – Plano Inundación 7

En este plano se observa el tramo de estudio desde la abscisa 3+900 km hasta la 4+000 km. Se observa el desbordamiento del agua principalmente al lado izquierdo del eje central del río

En la abscisa 3+900 se observa la mayor extensión de la inundación al extenderse 33.7 m fuera del eje central

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la derecha es de 16.07 m en la sección 4+000 km.

La distancia máxima de inundación desde el eje central del río hacia la izquierda es de 28.38 m en la sección 3+900 km.

La velocidad promedio en este tramo es de 3.31 m/s. La velocidad mayor es de 3.45 m/s en la abscisa 4+000 km. Posterior a esta abscisa el terreno se nivela y ocurre una mayor inundación.

En todo el tramo la inundación producida por el caudal de 123.185 m³/s llega a cubrir parte del parque El Sueño, especialmente la parte de áreas recreativas, canchas y juegos infantiles ya que nivel de agua alcanzara 1.98 m en su punto más alto.

3.2. Listado de planos

Lámina N° 1

Formato: A1

Contenido: Ubicación del Proyecto Río Ambato

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:20000

Lámina N° 2

Formato: A1

Contenido: Ubicación del Tramo Río Ambato

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:5000

Lámina N° 3

Formato: A1

Contenido: Ortofoto del tramo del Río

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:5000

Lámina N° 4

Formato: A1

Contenido: Ubicación de la Estación de Tilulún

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:20000

Lámina N° 5

Formato: A1

Contenido: Ubicación de la Infraestructura

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:5000

Lámina N° 6

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 1

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 7

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 2

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 8

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 3

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 9

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 4

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 10

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 5

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 11

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 6

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 12

Formato: A1

Contenido: Plano Topográfico 7

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 13

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 1

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 14

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 2

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 15

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 3

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 16

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 4

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 17

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 5

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 18

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 6

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 19

Formato: A1

Contenido: Plano Superficie 7

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 20

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 1

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 21

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 2

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 22

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 3

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 23

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 4

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 24

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 5

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 25

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 6

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

Lámina N° 26

Formato: A1

Contenido: Plano Inundación 7

Sistema de coordenadas: UTM WGS84 Zona 17 Sur

Escala: 1:1000

CAPÍTULO IV

4.1. Conclusiones

- Se determinó el caudal de crecida a partir de los datos hidrométricos de la estación de Tilulún, correspondientes a los años de 1963 – 1980, ya que es la estación más cercana al punto de inicio del proyecto.
- Se aplicó el criterio de Chauvenet para excluir el valor de caudal que estaba fuera de rango y trabajar con datos congruentes entre sí, teniendo así finalmente 13 valores de caudales como se encuentra en la Tabla 16.
- Se concluye que la herramienta Hec-GeoRAS permite trabajar con el Software ArcGIS y HecRAS de manera colaborativa, lo que facilita el análisis de información y modelación del Río.
- Se determinó que la separación idónea entre secciones transversales es de 20 metros para que no exista en el programa pérdidas de energías ni saltos hidráulicos, además de ser necesario interpolar secciones a menor distancia en lugares sugeridos por el software.
- Se realizó el modelamiento hidráulico del Río Ambato en el tramo comprendido entre el sector de Tilulún y el parque El Sueño, en donde se conocieron características del flujo y se determinó que el régimen al que circula el río es subcrítico, así como se obtuvo las velocidades producidas por el agua en su recorrido, siendo la mayor velocidad 6.85 m/s.
- La altura de agua con la crecida llegara a un promedio de 1.81 m metros sobre la altura del canal. Esta altura no es suficiente para alcanzar los tableros de los puentes ubicados en el trayecto.

- Se analizó el comportamiento del Río para los escenarios o periodos sugeridos por la norma NEVI 12, estos periodos de retorno son 5, 10, 25, 50, 100 y 261.20 años con los cuales se obtuvieron las características hidráulicas del Anexo 14.
- Se concluyó que ante la crecida de 123.185 m³/s, el esfuerzo de tensión cortante que ejerce el agua no es suficiente para producir socavación a las orillas del río, a excepción de ciertos lugares como se observa en la Figura 45.
- Se determinó que los puntos en los que el agua cambia de estado subcrítico a supercrítico se dan principalmente en los estribos de los puentes. En el puente ubicado en la entrada de la planta de tratamiento de Tilulún, la sección se reduce de 11.08 a 9 m lo que aumenta la velocidad y esfuerzo cortante y a pesar que estas estructuras son de hormigón, existirá socavación.
- Se determinó las zonas que sufrirán inundaciones a lo largo de los primeros 4 km de estudio. Obteniendo estructuras y cultivos que se verán afectados a lo largo de la vía Aguaján en las secciones 0+200 km, 0+720 km y 1+900 km, así como también el agua llegará a extenderse hasta el complejo Club Tungurahua y las canchas del Parque el Sueño.
- Se concluyó que al producirse una precipitación con el tiempo de retorno de 261.20 años, el río se desbordara y la inundación producirá pérdidas económicas en los sectores aledaños, así como se verán comprometidas estructuras que en el futuro se asienten en el lugar, pues la extensión de este desbordamiento abarca zonas que pueden ser ocupadas en un futuro.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda la implementación de nuevas estaciones hidrométricas para conocer el caudal que circula por el Río Ambato, ya que la mayoría de estaciones se encuentran inactivas por lo que se trabajó con los registros de los años 1963 – 1980 en lugar de usar registros más actuales.
- Se recomienda contar con modelos digitales de terreno y modelos topográficos actualizados ya que existen estructuras que no se constaban en los datos proporcionados por lo que fue necesario unir varias ortofotos para que el terreno sea lo más cercano a la realidad.
- Se recomienda la creación de muros de gaviones en los sitios a partir de 3+500 km, en donde se encuentra la cancha del Parque El Sueño, para evitar que la crecida de agua desborde hasta esta y evitar así la socavación de las orillas que solo poseen vegetación.
- Se recomienda que las abscisas 1+900 km y 2+000 km se creen estructuras como muros de contención de 2 m de altura para evitar el desbordamiento de agua hacia los terrenos de cultivos y evitar así pérdidas económicas.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 25 m hacia el lado derecho del eje del río y 35 m del lado izquierdo, desde la abscisa 0+00 km hasta 0+660 km, como se observa en la Lamina 20.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 45 m hacia el lado derecho del eje del río y 20 m del lado izquierdo, desde la abscisa 0+640 km hasta 1+340 km, como se observa en la Lamina 21.

- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 20 m hacia el lado derecho del eje del río y 20 m del lado izquierdo, desde la abscisa 1+340 km hasta 2+120 km, como se observa en la Lamina 22.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 20 m hacia el lado derecho del eje del río y 15 m del lado izquierdo, desde la abscisa 2+140 km hasta 2+540 km, como se observa en la Lamina 23.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 25 m hacia el lado derecho del eje del río y 25 m del lado izquierdo, desde la abscisa 2+540 km hasta 3+200 km, como se observa en la Lamina 24.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 30 m hacia el lado derecho del eje del río y 80 m del lado izquierdo, desde la abscisa 3+200 km hasta 3+900 km, como se observa en la Lamina 25.
- Se recomienda que la construcción de infraestructura a partir de los 20 m hacia el lado derecho del eje del río y 30 m del lado izquierdo, desde la abscisa 3+900 km hasta 4+000 km, como se observa en la Lamina 26.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Mensual, “Amenaza inundaciones,” Ecuador, 2014. [Online]. Available: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/Escenario_ENERO_Inundación_Mensual_1.pdf.
- [2] Regional Centro, “La crecida del río Ambato vulnera varios caseríos,” *El Telégrafo*, Ambato, p. 1, Apr. 08, 2016.
- [3] Regional Centro, “Lluvias provocan crecida de ríos y vulneran vías en la Sierra centro,” *El Telégrafo*, Ambato, p. 1, May 15, 2019.
- [4] P. A. Espinoza and G. E. Vintimilla, “Caracterización del comportamiento hidráulico de un tramo del río Calabí en el sector de Toma, utilizando un modelo matemático,” Universidad de Cuenca, 2013.
- [5] J. E. Chimborazo Ochoa, “Evaluación hidrológica e hidráulica del Río Tomebamba tramo Balzay-Monay mediante modelación matemática del flujo en uni y bidimensional,” Universidad de Cuenca, 2019.
- [6] O. Rojas and C. Martínez, “Riesgos naturales: evolución y modelos conceptuales,” *Rev. Univ. Geogr.*, vol. 20, pp. 83–116, 2011, [Online]. Available: http://bibliotecadigital.uns.edu.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652011001100005&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- [7] V. Tenorio *et al.*, “La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental,” *Política y Cult.*, no. 36, pp. 45–69, 2011.
- [8] R. Lopardo and S. Rafael, “ALGUNAS REFLEXIONES SOBRE CRECIDAS E INUNDACIONES,” *Ing. del Agua*, vol. 7, pp. 11–21, 2000, [Online]. Available: <https://polipapers.upv.es/index.php/IA/article/view/2833>.
- [9] S. Margulis, “Vulnerabilidad y adaptación de las ciudades de América Latina al cambio climático,” *CEPAL (Naciones Unidas)*, p. 82, 2016, [Online]. Available:

<https://repositorio.cepal.org/handle/11362/41041>.

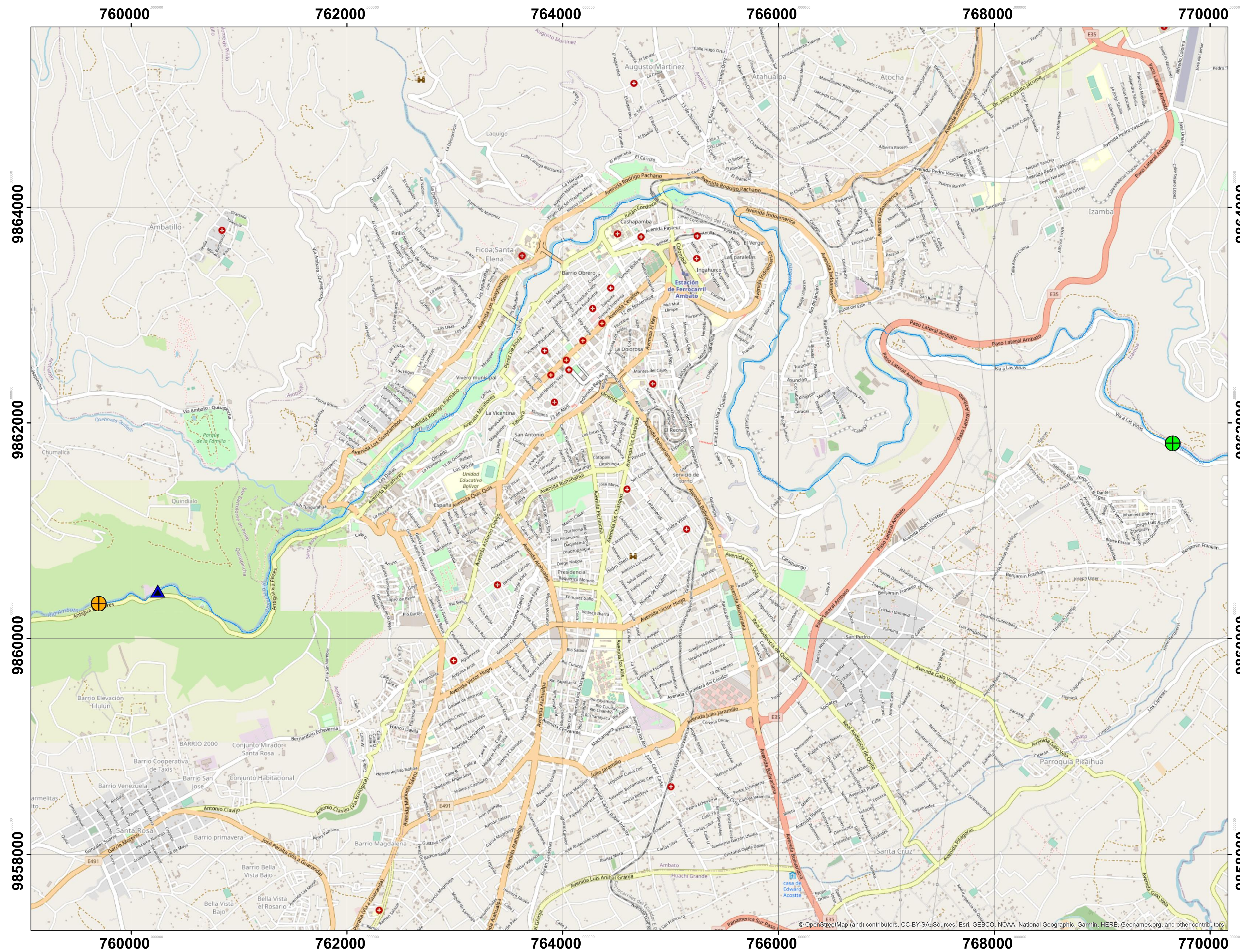
- [10] S. Serrano Vincenti, A. Reisancho Puetate, M. J. Borbor-Córdova, and A. M. Stewart-Ibarra, “Análisis de inundaciones costeras por precipitaciones intensas, cambio climático y fenómeno de El Niño. Caso de estudio: Machala.,” *La Granja*, vol. 24, no. 2, 2016, doi: 10.17163/lgr.n24.2016.04.
- [11] É. Cadier, G. Gornez, R. Calvez, and F. Rossel, “Inundaciones y Sequias en el Ecuador: el proyecto INSEQ,” pp. 107–116, 1997, [Online]. Available: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers10-09/010006883.pdf.
- [12] B. Mendoza, G. Santillán, and W. Tingo, “Estudio hidrológico para el desarrollo sostenible de la inter-cuenca del río Ambato,” no. May 2016, 2016.
- [13] E. Hernandez, “Hidráulica.pdf,” *Univ. Autónoma del Estado Hidalgo*, p. 18, 2014.
- [14] O. Fluviales, “Cátedra de obras hidráulicas obras fluviales,” *Univ. Nac. Córdoba*, pp. 1–41, 2014, [Online]. Available: http://www.efn.uncor.edu/departamentos/hidraul/ObrasHidraulicas/oh_archivos/FLUVIAL.PDF.
- [15] C. Conesa García, “Trazados de baja y alta sinuosidad en ríos españoles,” *Papeles Geogr.*, no. 18, pp. 9–30, 1992.
- [16] J. Martin Vide, *Ingeniería de los rios*. Barcelona: AlfaOmega, 2002.
- [17] V. C. German, “Geología, Geomorfología y Dinámica Fluvial Aplicada a Hidráulica de Ríos, XX Seminario Nacional de Hidráulica e Hidrología,” *Univ. del Norte*, no. September, 2012.
- [18] A. P.-A. Jesús Horacio, Alfredo Ollero, “Clasificación morfodinámica en geomorfología fluvial y su aplicación a la restauración de ríos,” in *II Congreso Ibérico de Restauración Fluvial*, 2015, no. JUNE, pp. 207–215.
- [19] Universidad de Coruña, “Tema 9. Geomorfología aplicada,” *Dep. Tecnol. la Construcción*, pp. 1–39, 2012.

- [20] A. F. Breña Puyol and M. A. Jacobo Villa, “Principios y fundamentos de la hidrología superficial,” *Univ. Autónoma Metrop.*, p. 288, 2006, [Online]. Available:
http://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf.
- [21] E. Varas, “Hidrología Ambiental.” Chile, pp. 1–17, 2015.
- [22] A. Bateman, “HIDROLOGIA BASICA Y APLICADA,” *Grupo de Investigacion de Transporte de sedimentos*. p. 70, 2007.
- [23] J. F. Sánchez, “Precipitaciones,” Universidad de Salamanca, 2015.
- [24] W. A. Lozano-Rivas, “Precipitación,” *Clima, Hidrol. y Meteorol.*, pp. 251–298, 2018, doi: 10.2307/j.ctv7fmfh3.13.
- [25] B. Dyla, “Capítulo 2: Precipitación,” in *Hidrologia 1: Ciclo hidrológico*, 2007, pp. 11–32.
- [26] J. Gutiérrez, V. Vargas, M. Romero, J. Plácido, M. Aguirre, and H. Silva, “Cálculo Del Periodo De Retorno,” *Unidad Académica Multidiscip. Agron. y Ciencias*, vol. TEMA 7, pp. 1–11, 2011, [Online]. Available:
<http://ru.ffyl.unam.mx/handle/10391/3722>.
- [27] B. Dyla, “Capitulo 5: Escorrentia,” in *Hidrologia 1: Ciclo hidrológico*, 2007, pp. 65–84.
- [28] E. Ruiz and M. Martínez, “Hidrología aplicada: Tema 5. Escorrentía,” *Open Course Ware*, p. 57, 2015, [Online]. Available:
https://ocw.ehu.eus/pluginfile.php/4576/mod_resource/content/1/... · A.
- [29] V. A. Guaman, “Modelacion numerica y experimental de un canal rectangular abierto con diferentes tipos de vertederos,” Universidad Politecnica Salesiana, 2018.
- [30] H. E. Castellanos, C. A. Collazos, J. C. Farfan, and F. Meléndez-Pertuz, “Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente variable,” *Inf. Tecnol.*, vol. 28,

- no. 6, pp. 103–114, 2017, doi: 10.4067/S0718-07642017000600012.
- [31] R. Mott, “Flujo en Canales Abiertos,” *Ingeniería Hidraulica*, Riyadh, pp. 70–100, 2006.
- [32] D. Flores, “Evaluación De La Fórmula De Manning En El Rio Ostua, Guatemala.,” *Univ. San Carlos Guatemala Fac. Ing.*, pp. 5–35, 2010, [Online]. Available: UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA%0AEVALUACIÓN.
- [33] E. Torres and E. González, “APLICACIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN HIDRÁULICA HEC-RAS PARA LA EMISIÓN DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS DE INUNDACIONES EN TIEMPO REAL, EN LA CUENCA MEDIA DEL RÍO BOGOTÁ - SECTOR ALICACHIN Ernesto,” p. 17, 2008.
- [34] D. Koutsoyiannis, “Climate change, the Hurst phenomenon, and hydrological statistics,” *Hydrol. Sci. J.*, vol. 48, no. 1, pp. 3–24, 2003, doi: 10.1623/hysj.48.1.3.43481.
- [35] D. Koutsoyiannis, “Hydrological statistics for engineering design in a varying climate,” *Water*, no. April, pp. 6–11, 2003.
- [36] Peyton Z. Peebles, *Peebles - Probability Random Variables and Random Signal Principles*, Segunda. Florida: McGraw-Hills, 1976.
- [37] D. Cardona, M. Rivera, and J. Romero, “Una aproximacion de la variable aleatoria a procesos de toma de decisión que implican condiciones de riesgo e incestidumbre,” *Bogota*, 128, 2012. [Online]. Available: <https://repository.urosario.edu.co/flexpaper/handle/10336/3349/Fasciculo128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [38] R. A. Doney and S. Ross, *A First Course in Probability.*, Octava., vol. 147, no. 4. New Jersey: University of Southern California, 1984.

- [39] L. A. Aplicación *et al.*, “Determinación de la exactitud vertical del modelo geométrico del geoide MGH44 mediante la aplicación del estándar de la NSSDA,” *Uniciencia*, vol. 24, no. 1, pp. 41–52, 2016.
- [40] M. Acedo and J. López Rodríguez, “Desarrollo Y Análisis De Un Procedimiento Operatorio Para La Medición De Piezas Circulares Mediante Proyector De Perfiles,” Universidad Politecnica de Cartagena, 2012.
- [41] T. D. Solano Zúñiga and N. C. Vintimilla Villavicencio, “ESTUDIO FLUVIOMORFOLÓGICO DEL RÍO VINCES Y DETERMINACIÓN DE LAS ÁREAS DE INUNDACIÓN DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO PACALORI APLICANDO HEC- GEORAS,” Universidad de Cuenca, 2013.
- [42] M. Ramirez, A. Ghanem, and H. Lopez, “Estudio Comparativo De Los Diferentes Métodos Utilizados Para La Predicción De Intensidades Máximas De Precipitación Para El Diseño Adecuado De Estructuras Hidraulicas,” *SABER. Rev. Multidiscip. del Cons. Investig. la Univ. Oriente*, vol. 18, no. 2, pp. 189–196, 2006.
- [43] I. López Miñano, “Análisis de los principales parámetros de un método hidrometeorológico para el cálculo de avenidas y aplicación a una cuenca mediterránea,” Universidad Politecnica de Cartagena, 2006.
- [44] M. Villón, *Hidrologia Estadística*, Primera. Lima, 2006.
- [45] vEN tE Chow, D. Maidment, and L. Mays, *Hidrologia Aplicada*, Primera Ed. Bogota: McGraw-Hills, 1994.
- [46] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador *et al.*, “Volumen N° 2 – Libro A Norma para estudios Y diseños viales; Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 - MTOP,” *Minist. Transp. Y Obras Públicas Del Ecuador*, vol. NEVI-12-MT, p. 382, 2013.
- [47] J. Samaja, *Epistemología y Metodología*, Tercera. Buenos Aires, 2004.

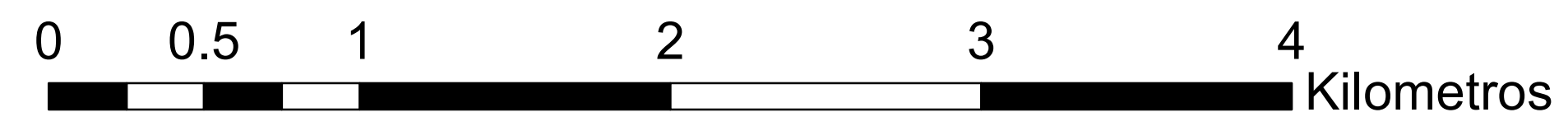
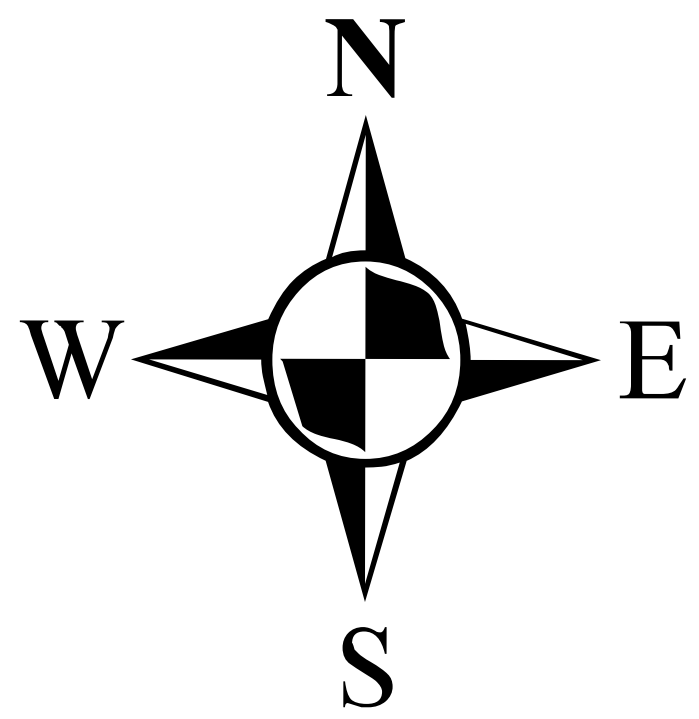
- [48] R. Hernandez, C. Fercandez, and M. Del Pilar, *Metodologia de la Investigacion*, Sexta. Mexico DF: McGraw-Hills, 598.
- [49] A. Pozo Ruz, A. Ribeiro, M. C. García-Alegre, L. García, D. Guinea, and F. Sandoval, “Sistema De Posicionamiento Global (Gps): Descripción, Análisis De Errores, Aplicaciones Y Futuro,” *ETS Ing. Telecomunicaciones. Univ. Malaga*, p. 174, 2000.
- [50] N. Sáenz Saavedra, “Los sistemas de información geográfica (SIG) una herramienta poderosa para la toma de decisiones,” *Ing. e Investig.*, no. 28, pp. 31–40, 1992.



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

Leyenda

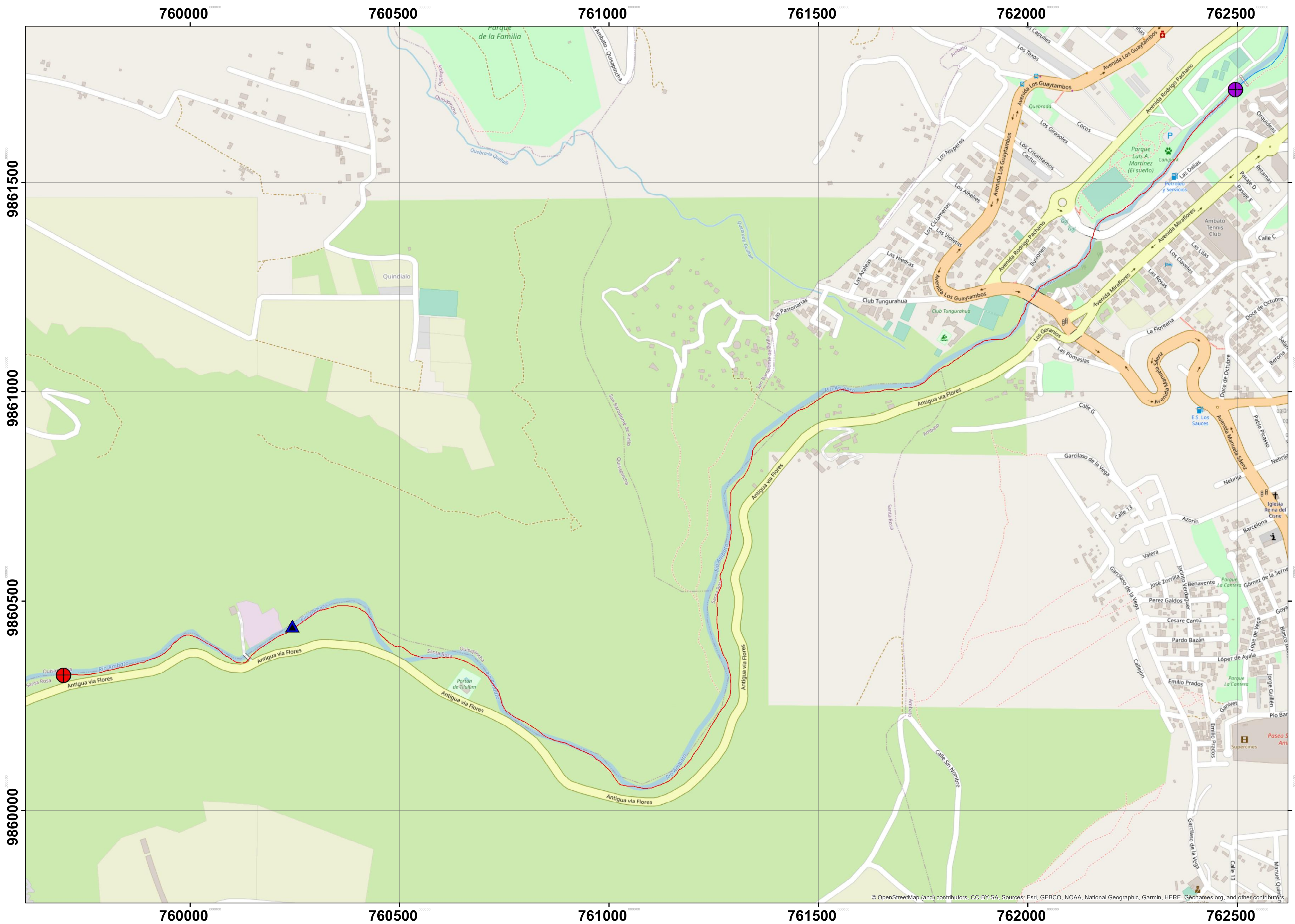
- ▲ Estacion Tilulun
- Inicio Proyecto
- Final Proyecto
- Rio



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: UBICACION PROYECTO RIO AMBATO

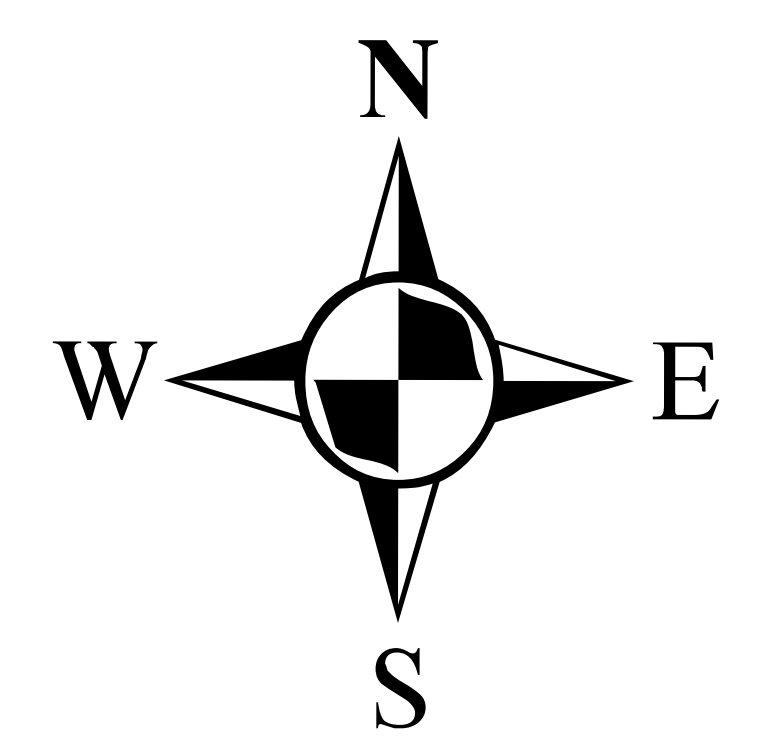
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 01
	ESCALA: 1:20000



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

Leyenda

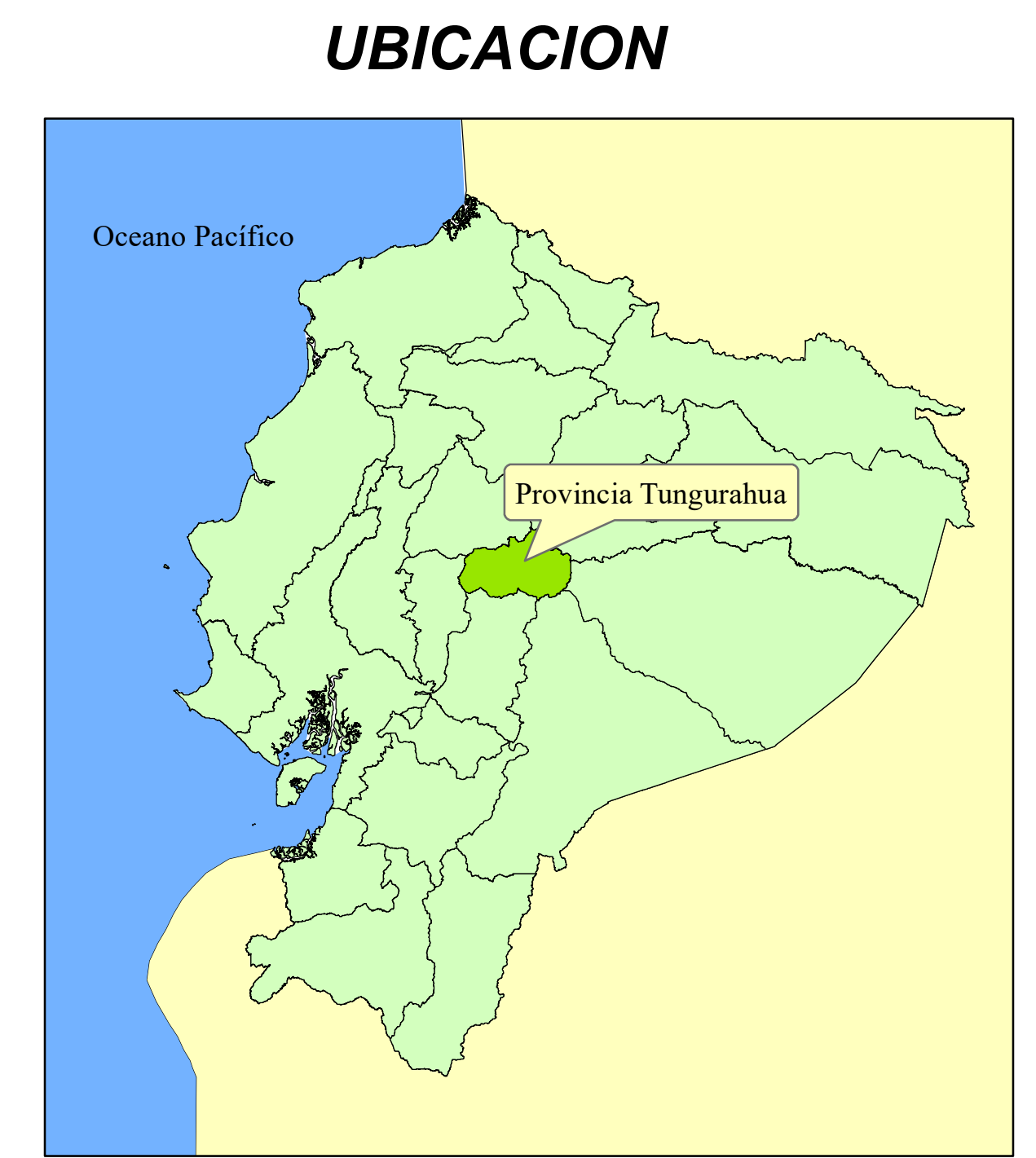
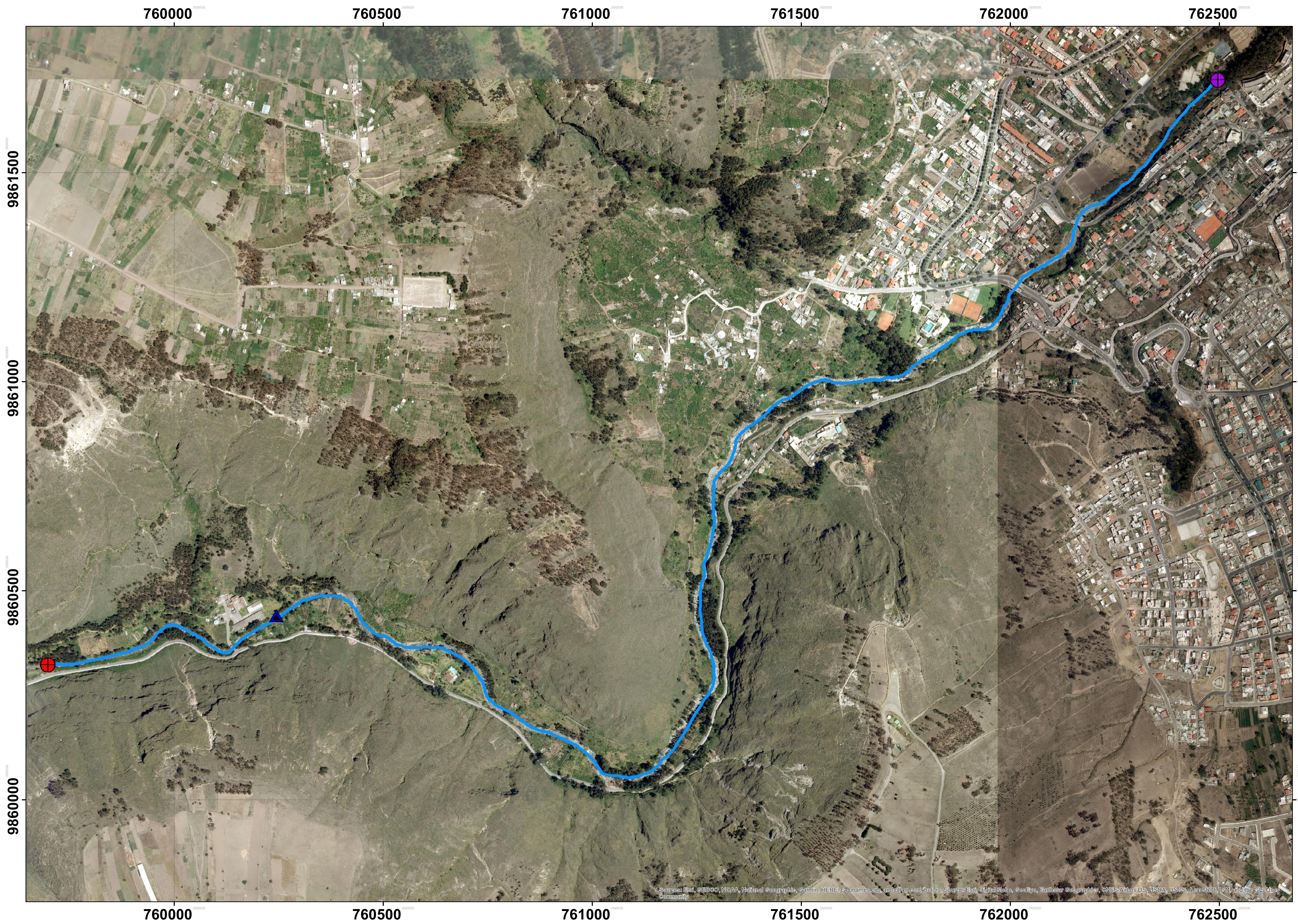
- ▲ Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Tramo de Rio
- Rio



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: UBICACION TRAMO RIO AMBATO

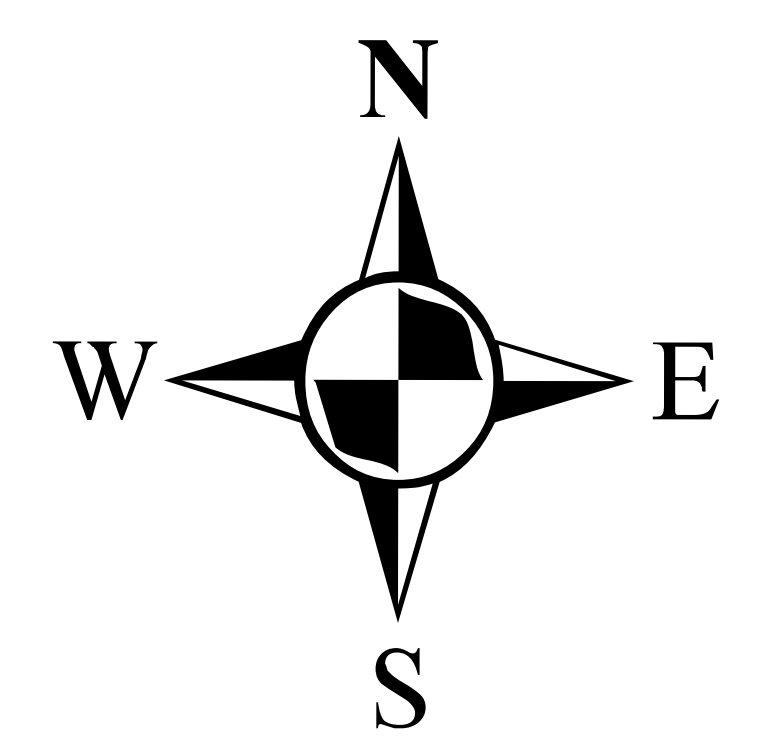
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 02
	ESCALA: 1:5000



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

Leyenda

- ▲ Estacion Tilulun
- ⊕ Final Tramo
- ⊕ Inicio Tramo
- Tramo de Rio



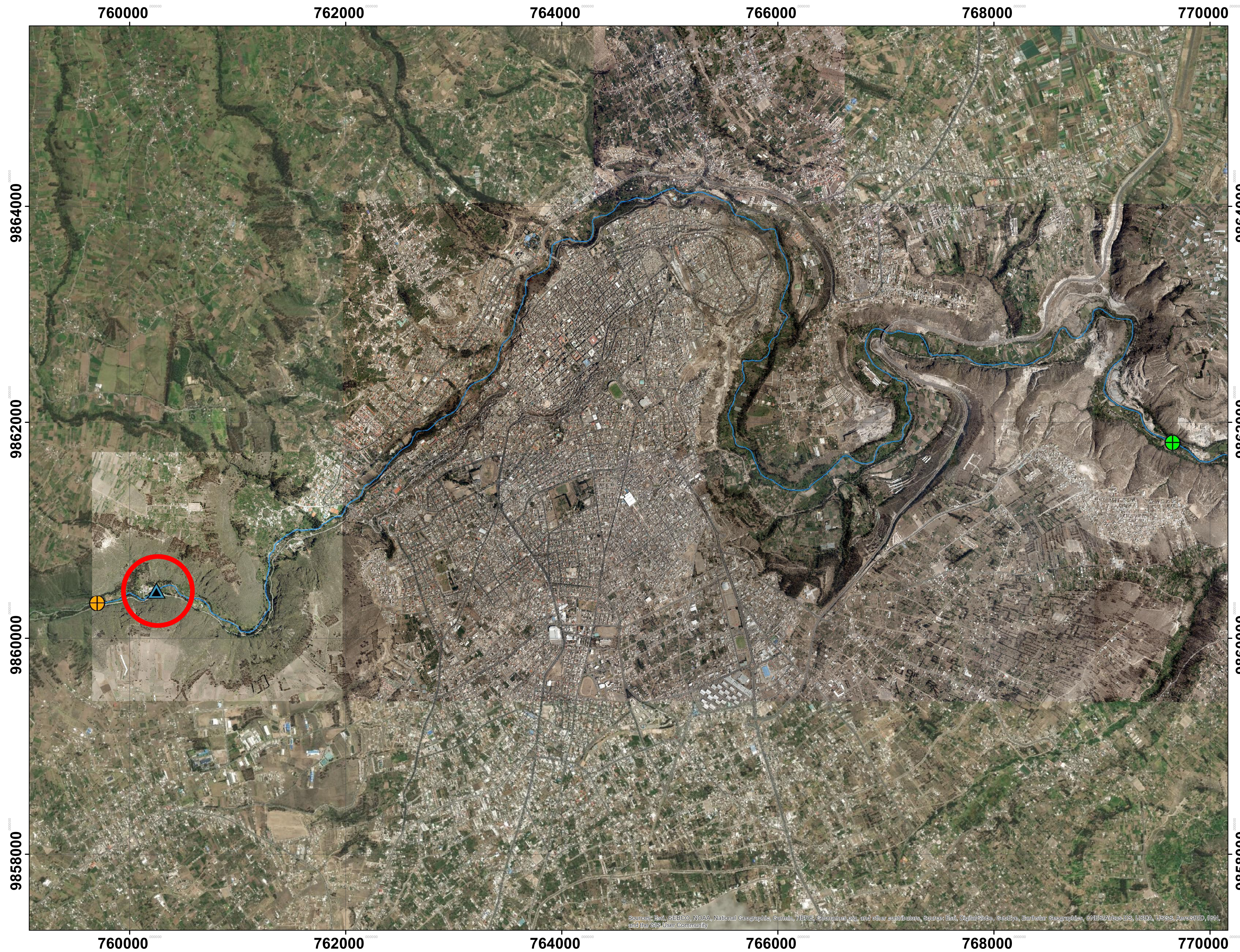


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



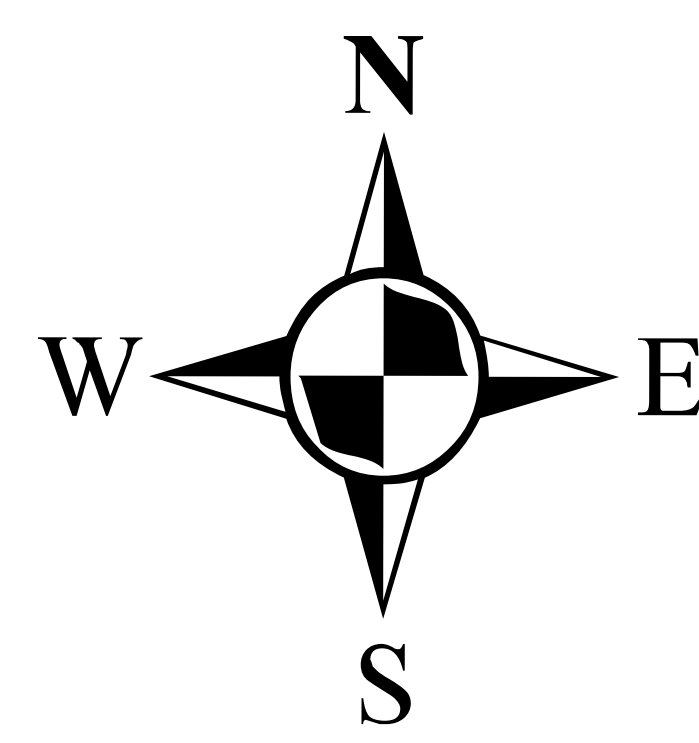
CONTIENE: ORTOFOTO DEL TRAMO DEL RIO

ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 03
	ESCALA: 1:5000



Leyenda

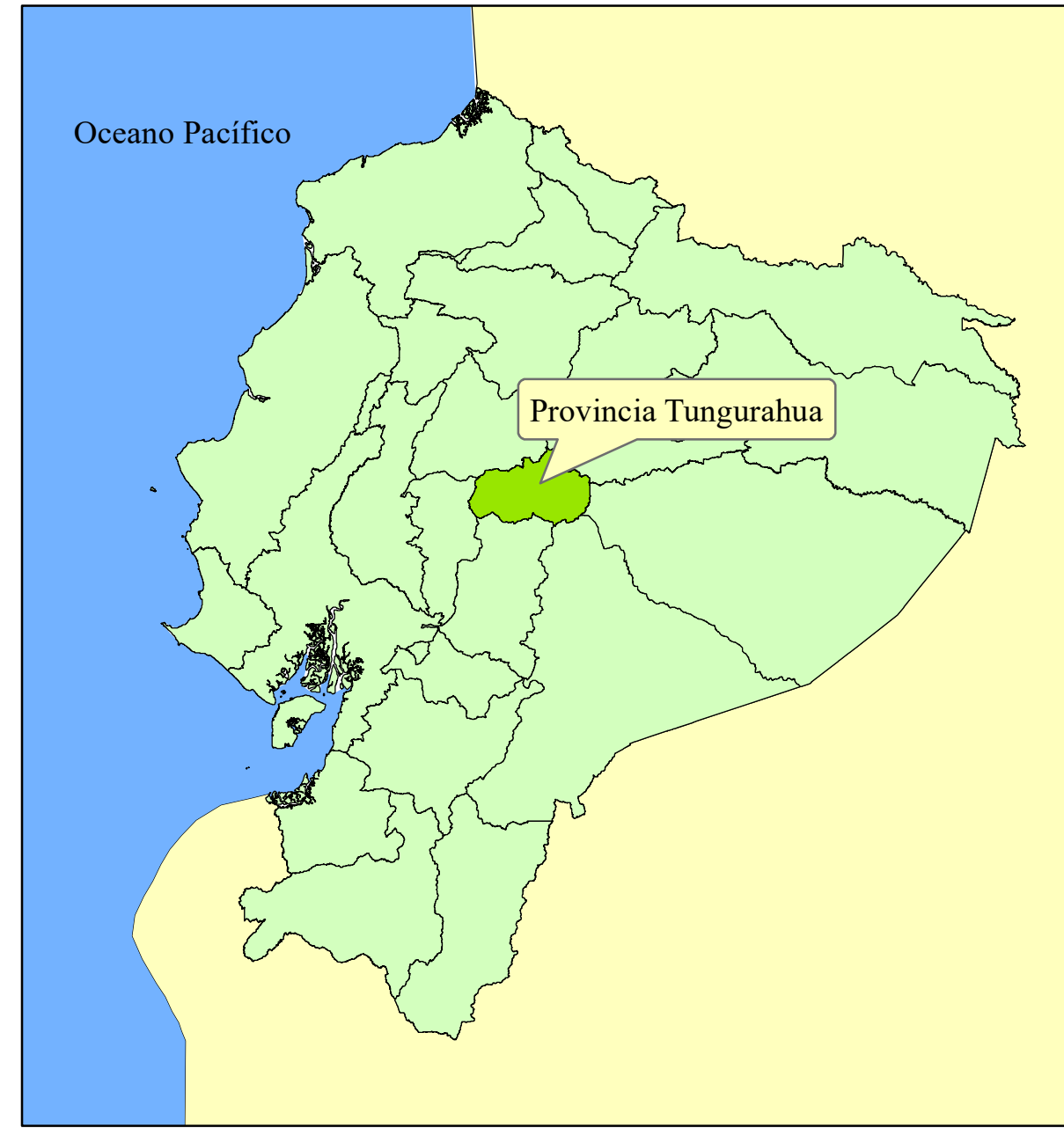
- Estacion Tilulun
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Rio



ESTACIÓN DE TILULUN

Código : HGPT_SN_32
Coordenada X : 760244 m
Coordenada Y : 9860440 m
Altitud : 2708 m.s.n.m
Tipo : Hidrométrica
Parámetros : Nivel de agua, temperatura, aforos

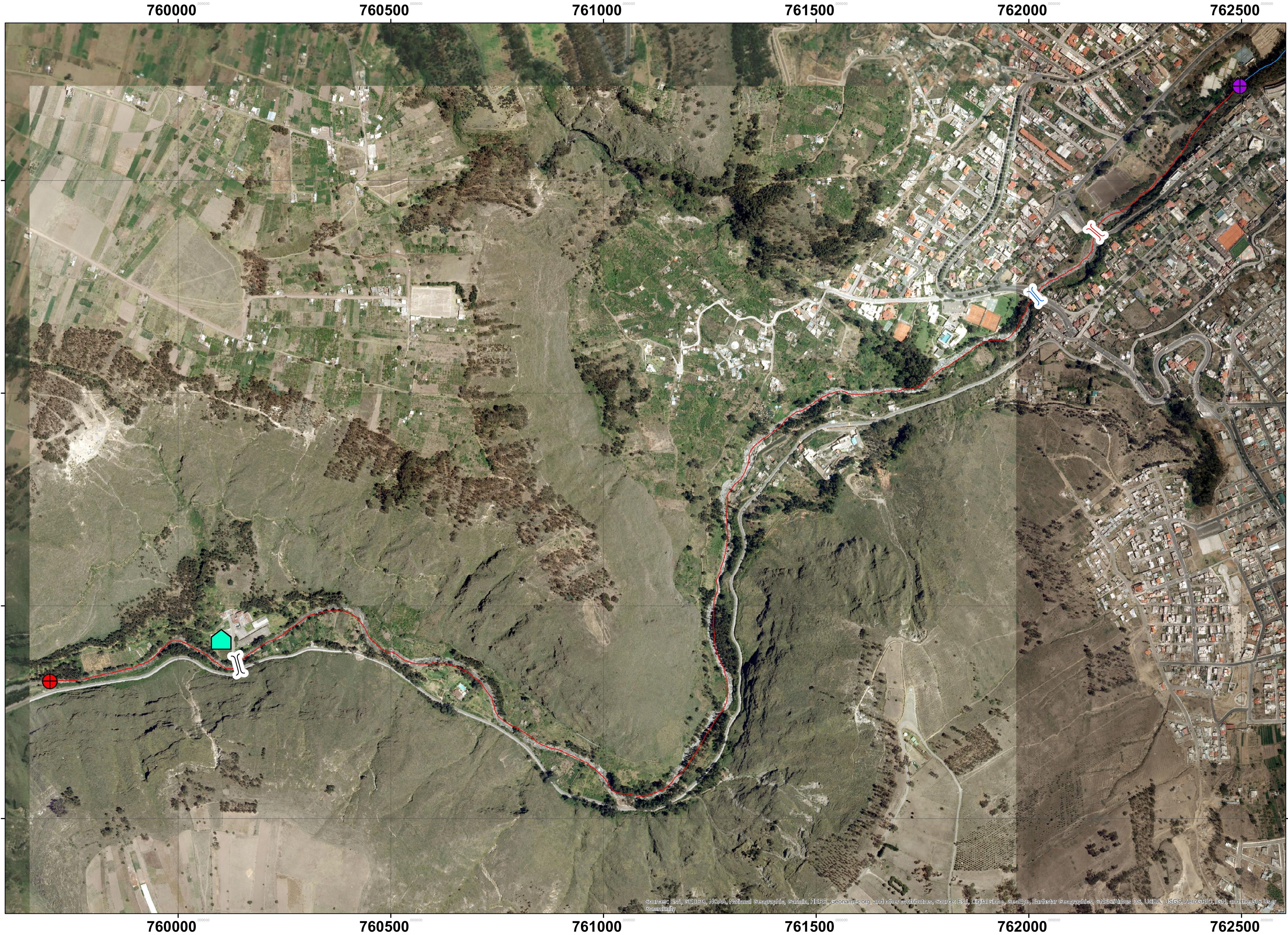
UBICACION



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: UBICACION DE LA ESTACION DE TILULUN		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 05	ESCALA: 1:20000



UBICACION



PLT - 01 - Planta de Tratamiento Agua Tilulún



PT - 01 - Puente Tilulún



PT - 02 - Puente Rompecorazones



PT - 03 - Puente Miraflores

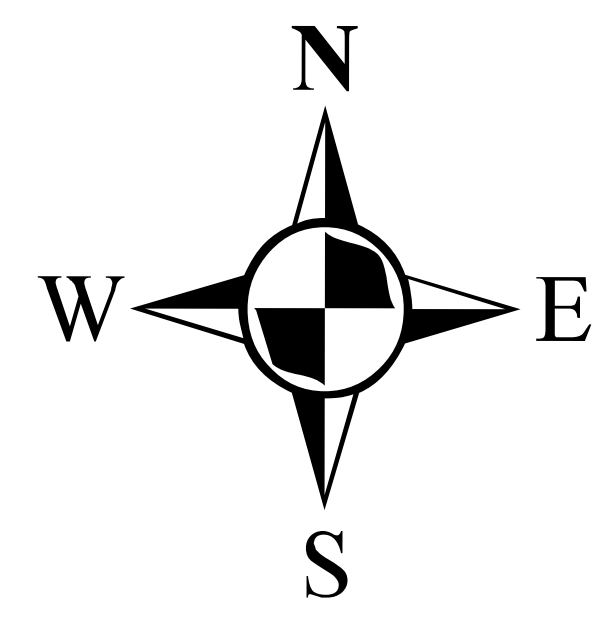


Leyenda

- Rio
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Tramo de Rio

Infraestructura

- Tipo**
- Planta de Tratamiento de Agua Tilulún
 - Puente Hormigon Armado Miraflores
 - Puente Hormigon Armado Rompecorazones
 - Puente Hormigon Armado Tilulún



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: UBICACION DE LA INFRAESTRUCTURA		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 05	ESCALA: 1:5000

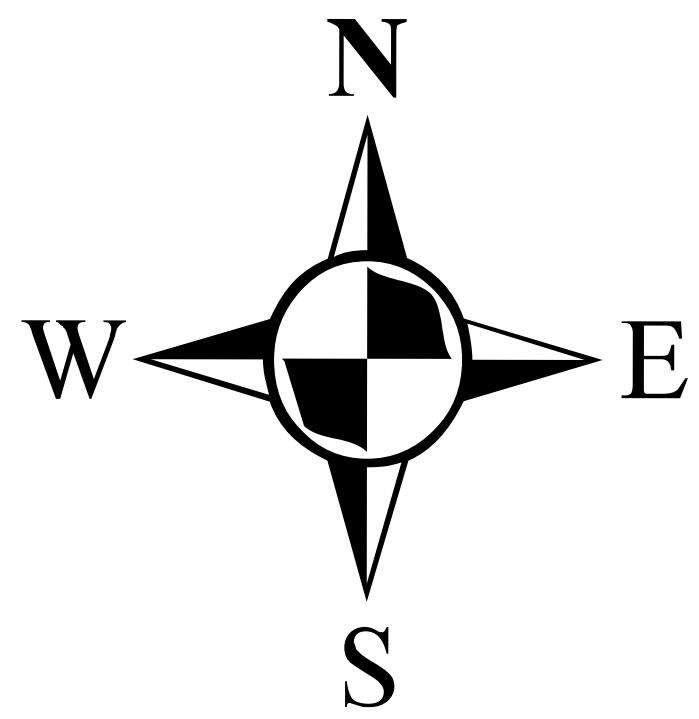


Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto

Curvas de Nivel

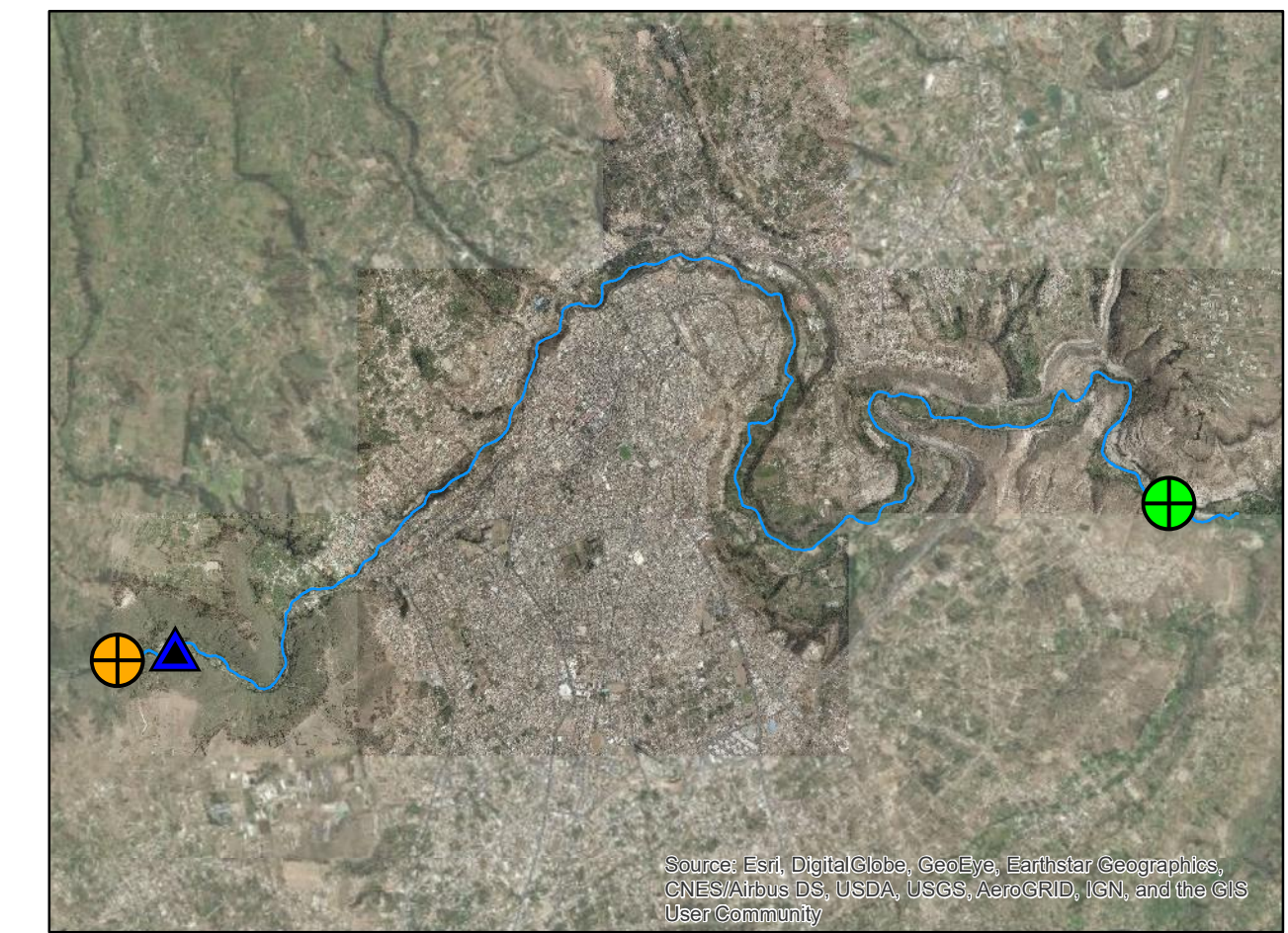
- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m



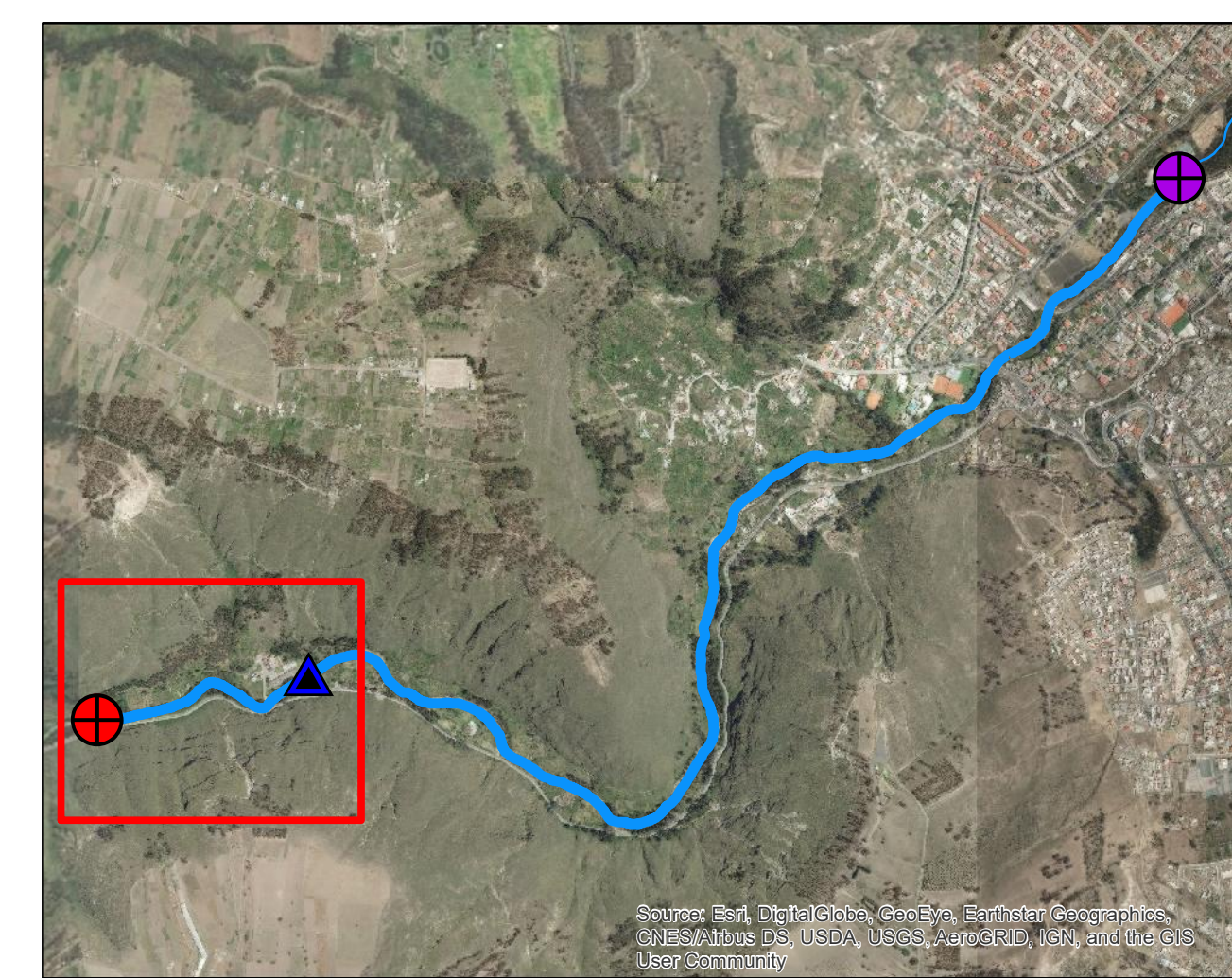
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



UBICACION



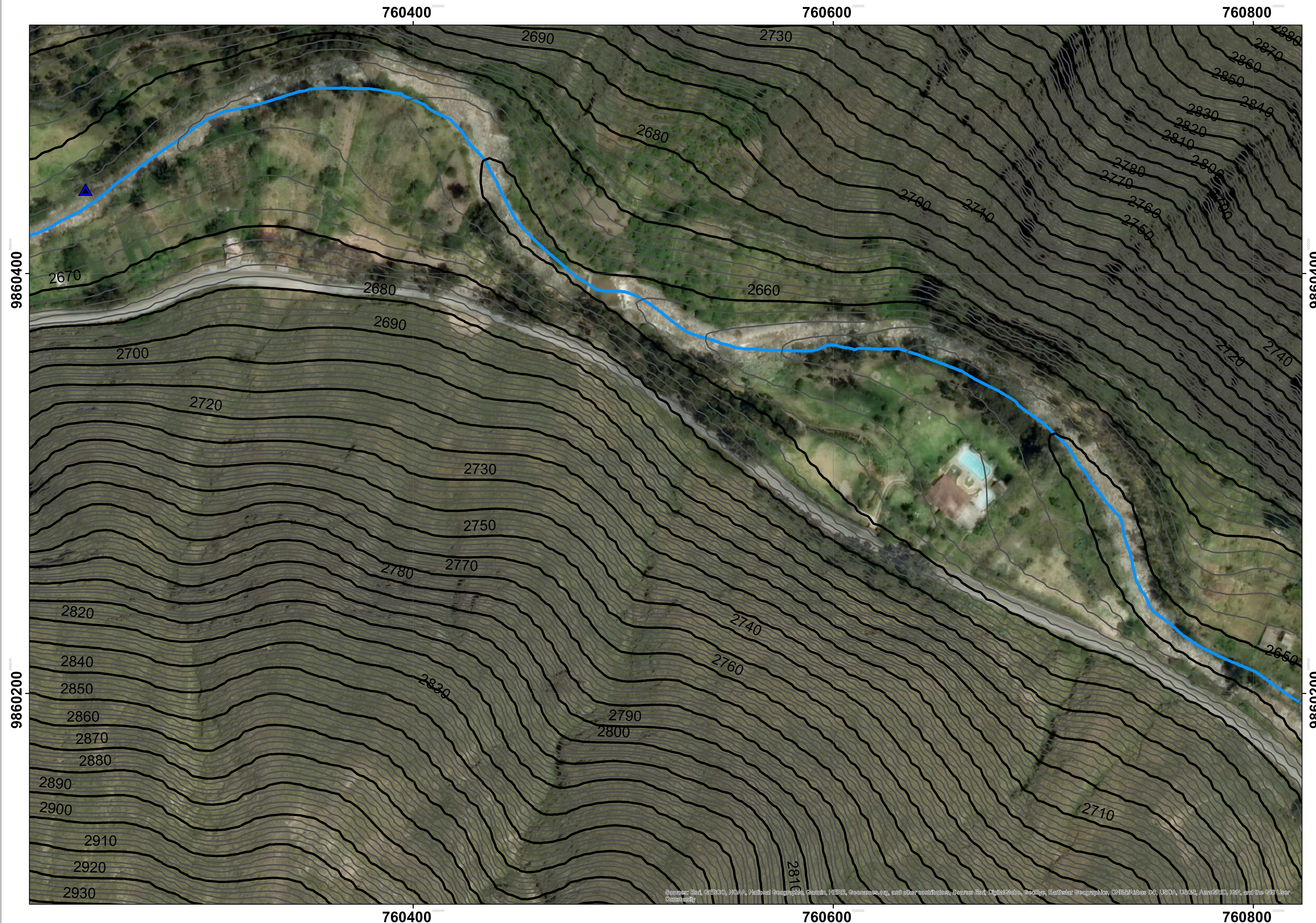
UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 1		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 06	ESCALA: 1:1000



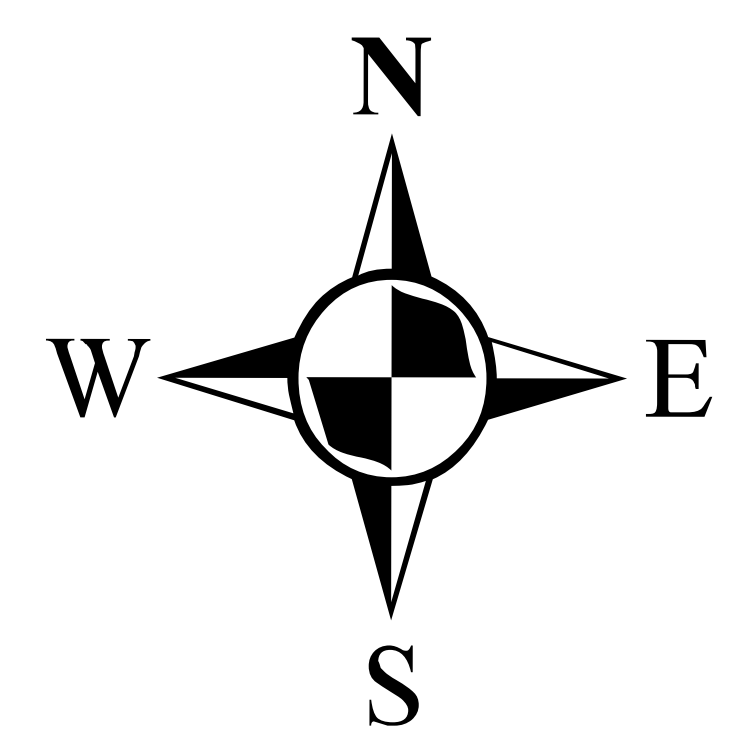
Source: Esri, DeLorme, NAVTEQ, Swatch, Esri, GEBCO, NOAA, National Geographic, Garmin, HERE, Garmin, IGN, Intermap, Inc., Swisstopo, Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto

Curvas de Nivel

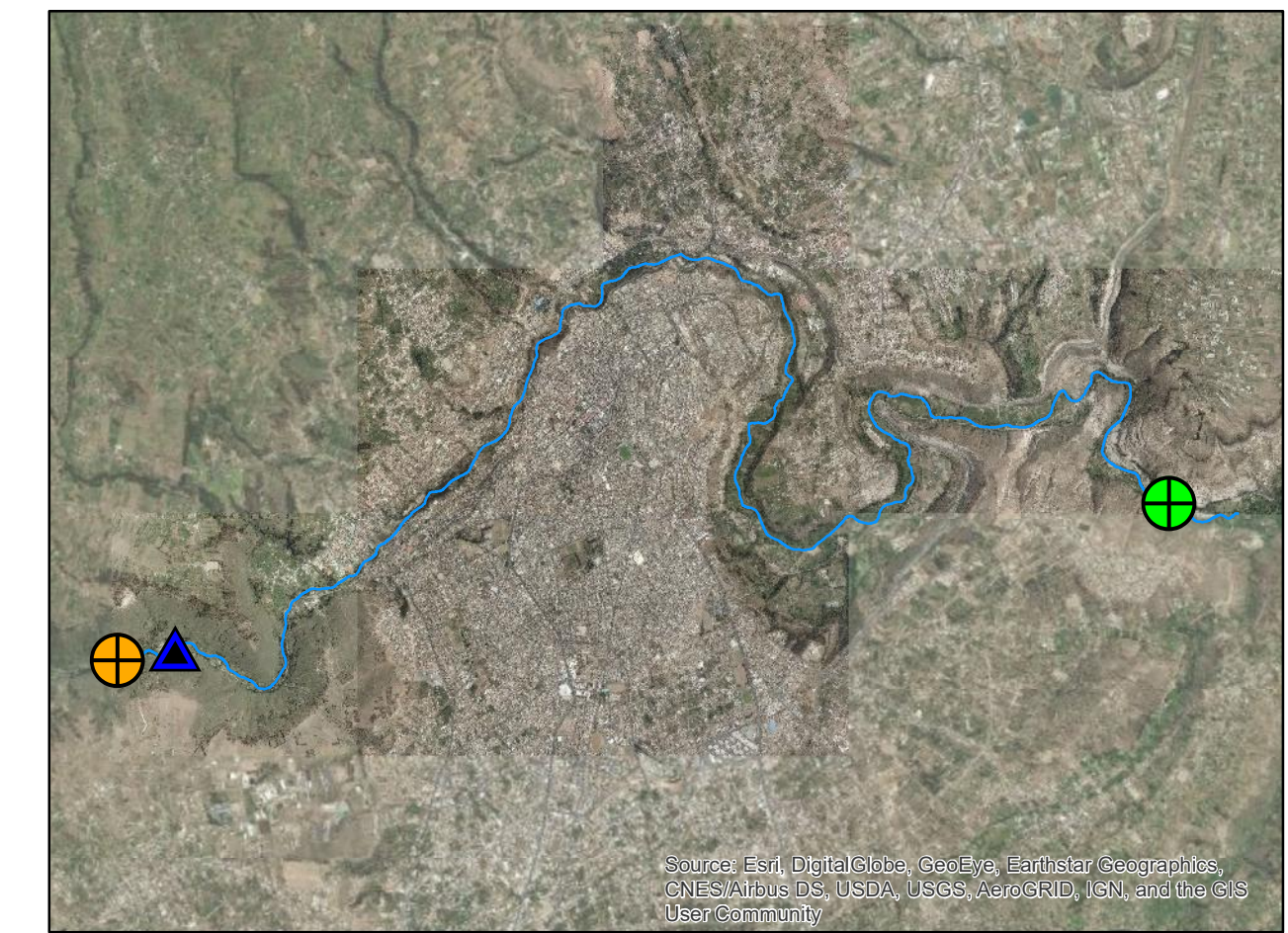
- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m



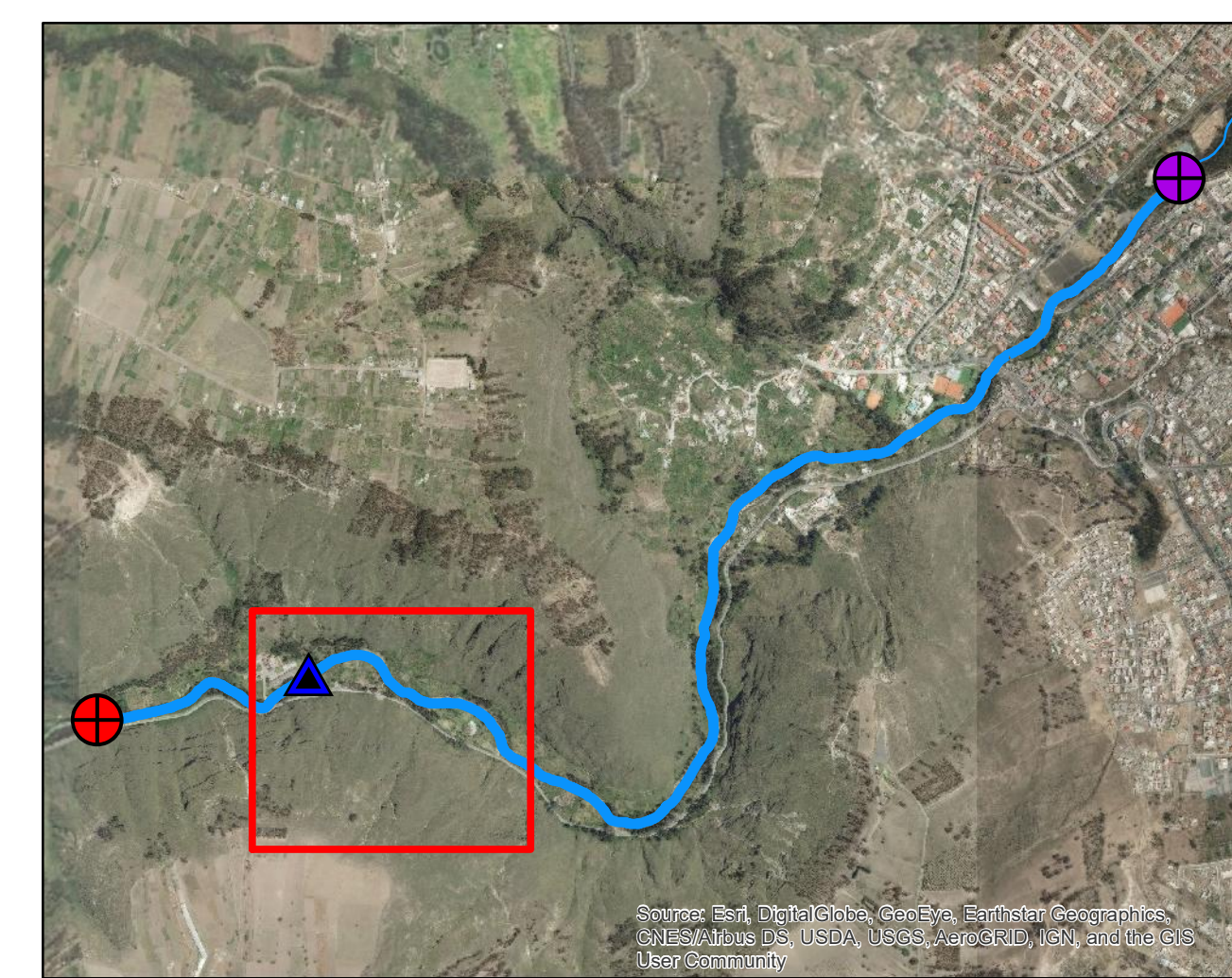
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



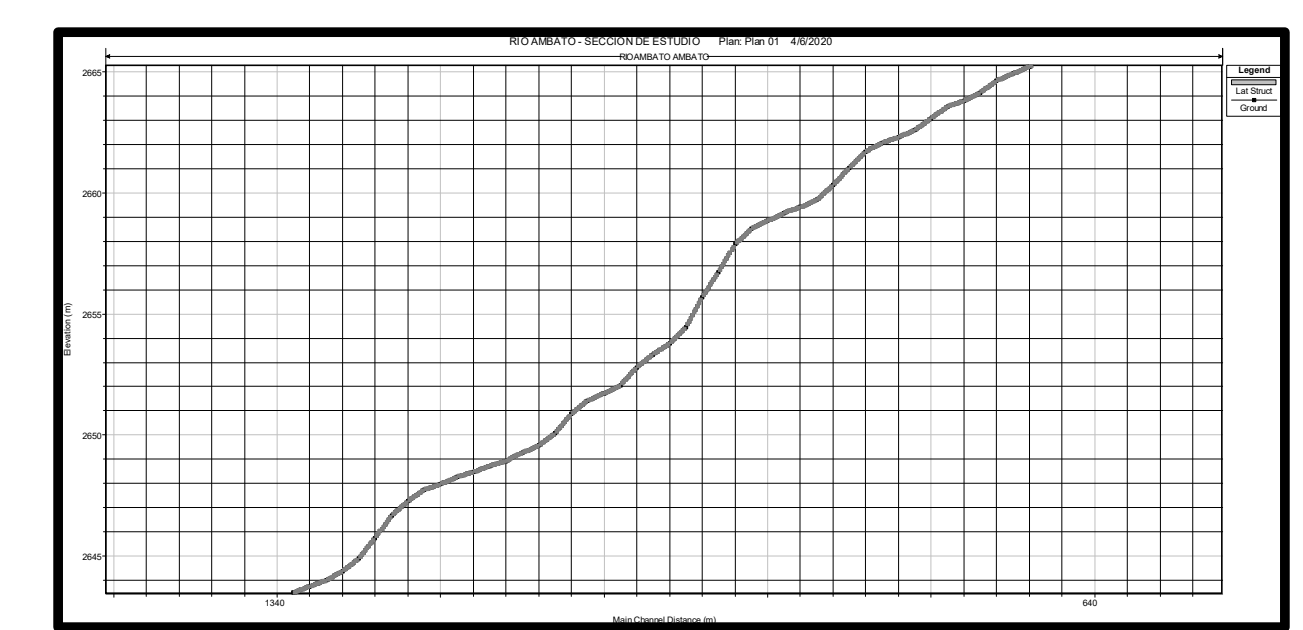
UBICACION



TRAMO ACTUAL



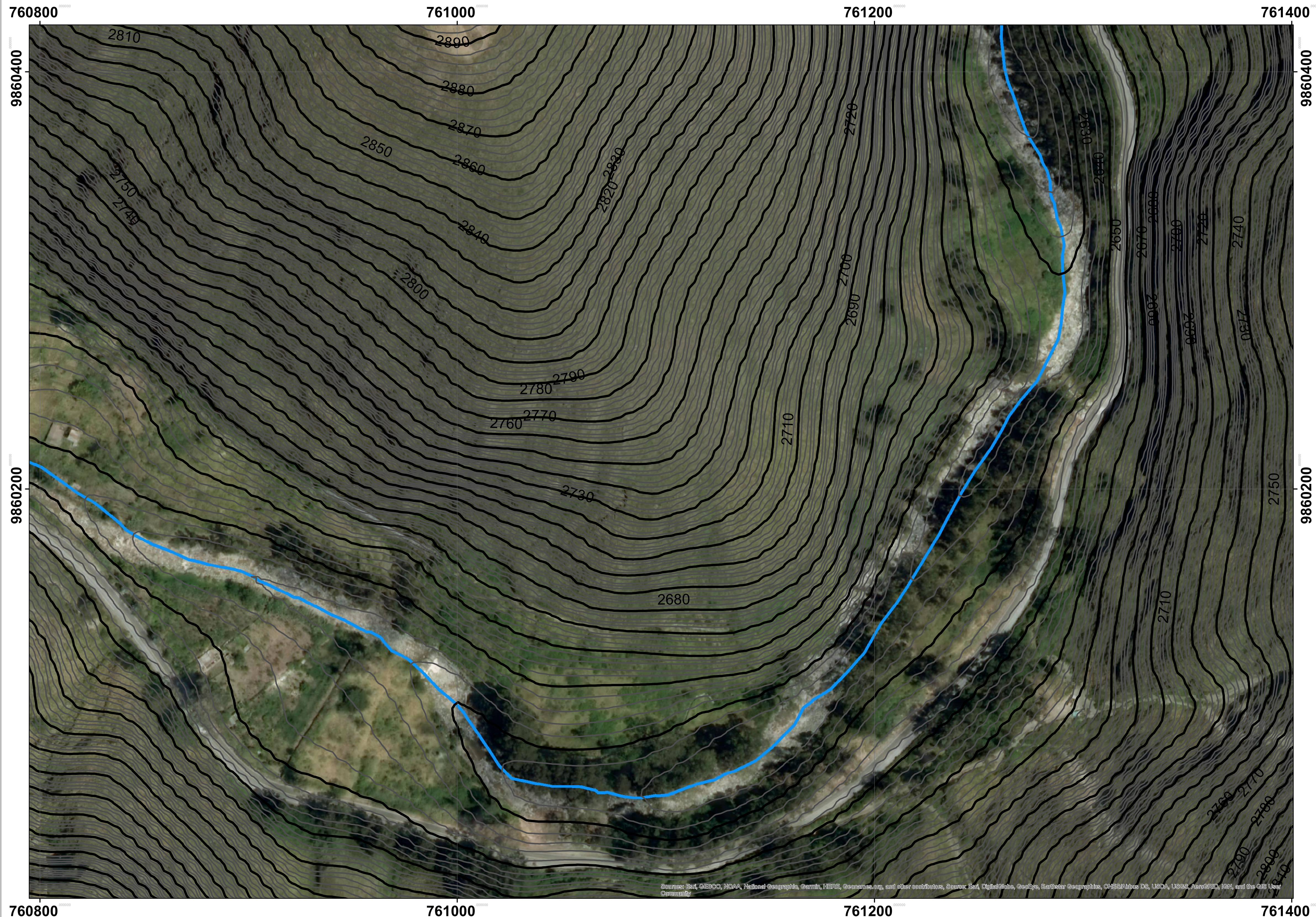
PERFIL LONGITUDINAL



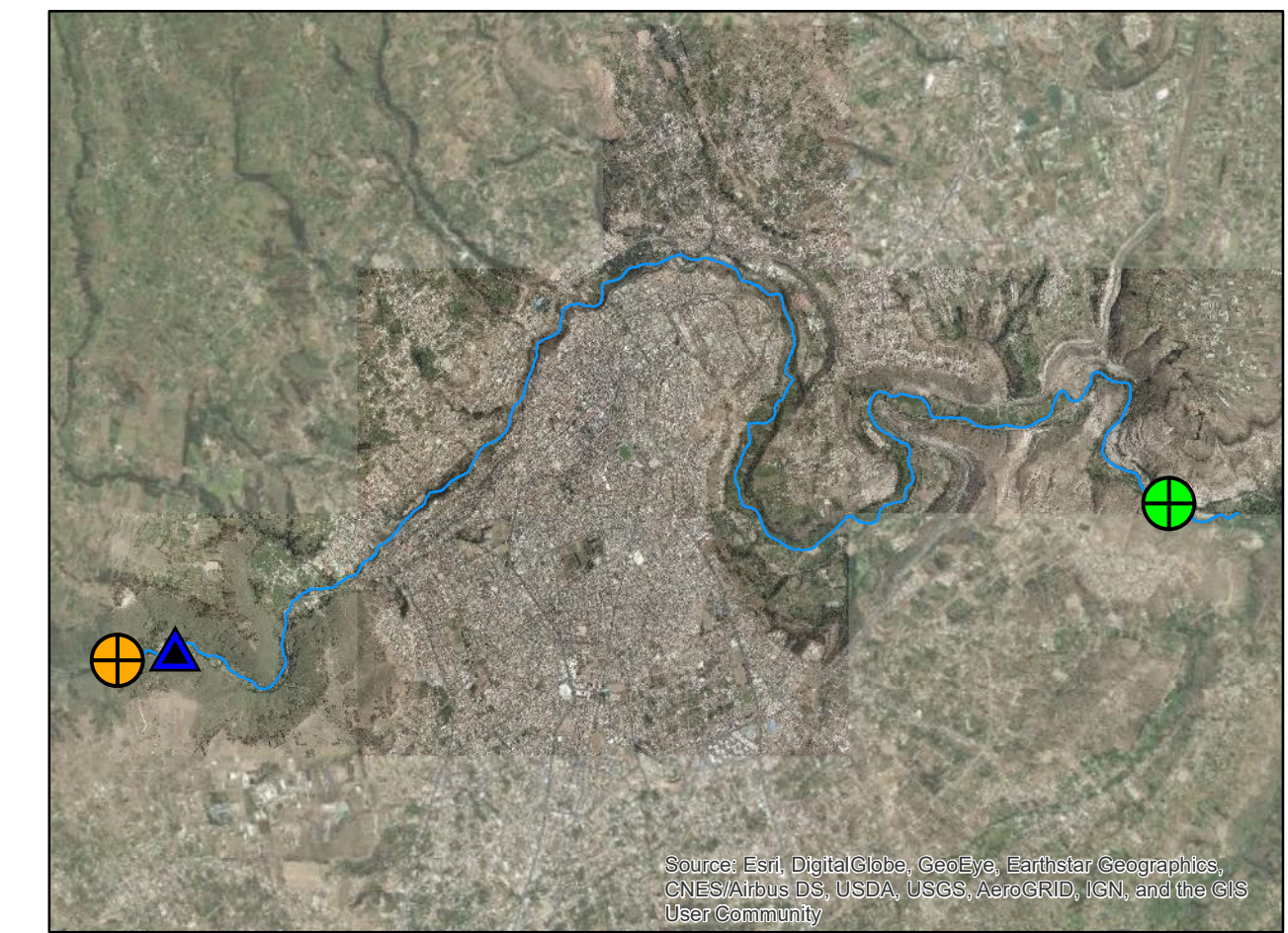
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 2

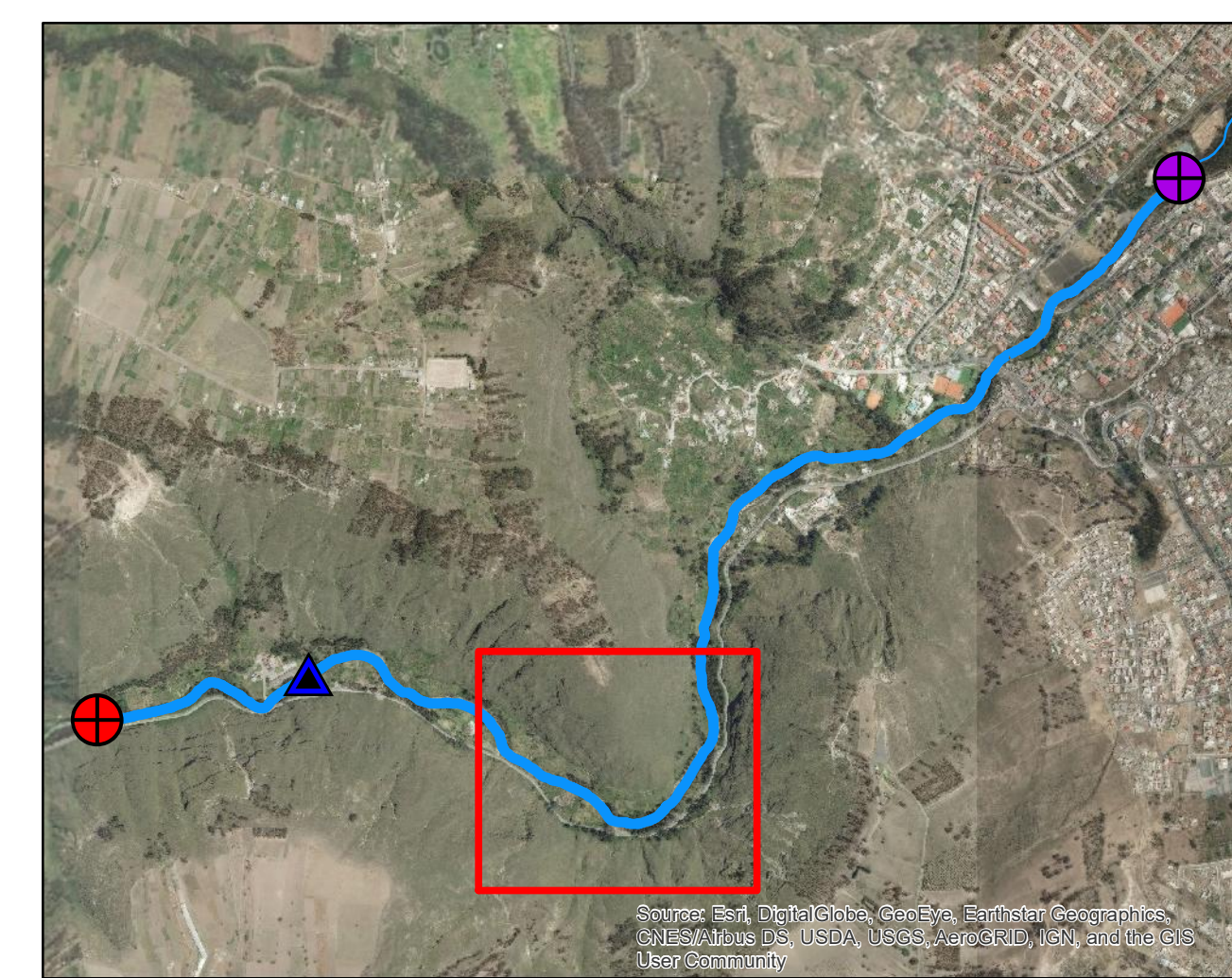
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 07
	ESCALA: 1:1000



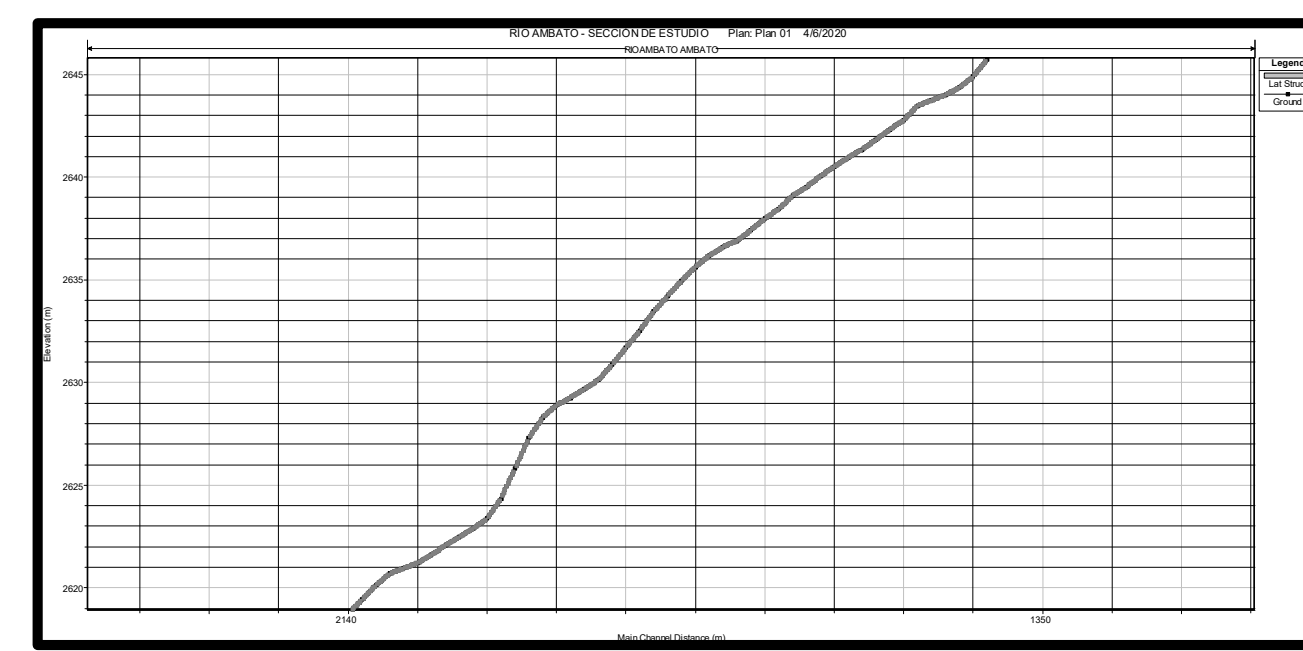
UBICACION



UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL

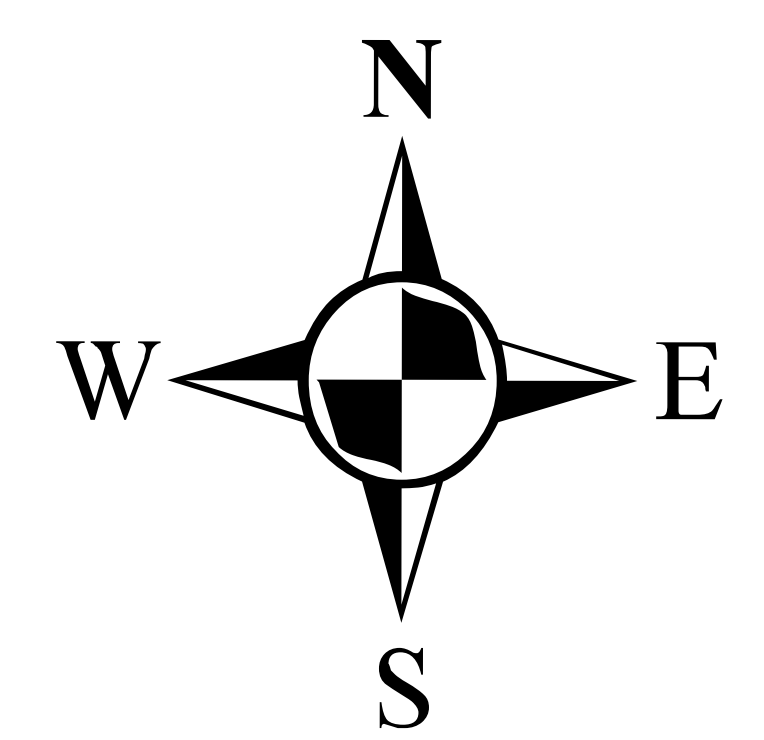


Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto

Curvas de Nivel

- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 3

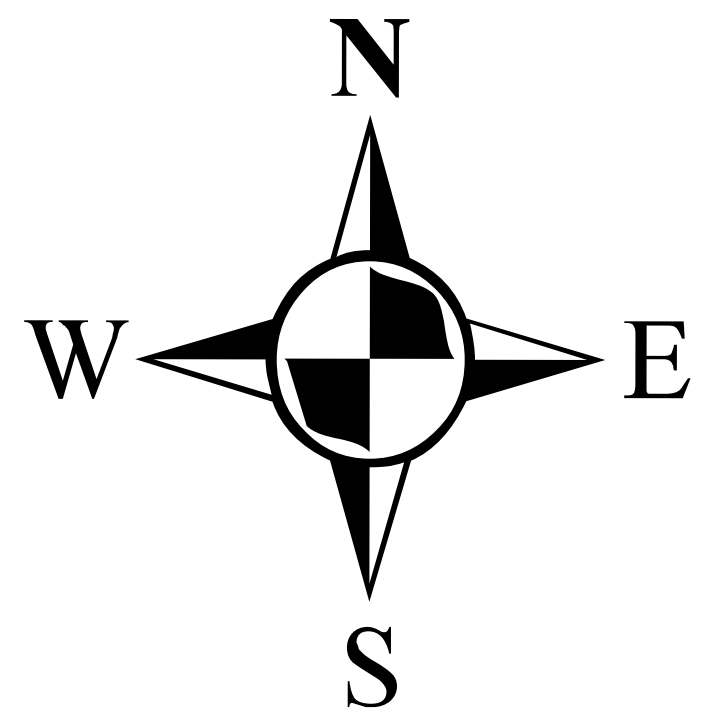
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 08
	ESCALA: 1:1000



- ### Leyenda
- Estacion Tilulun
 - Final Tramo
 - Inicio Tramo
 - Final Proyecto
 - Inicio Proyecto

Curvas de Nivel

- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m



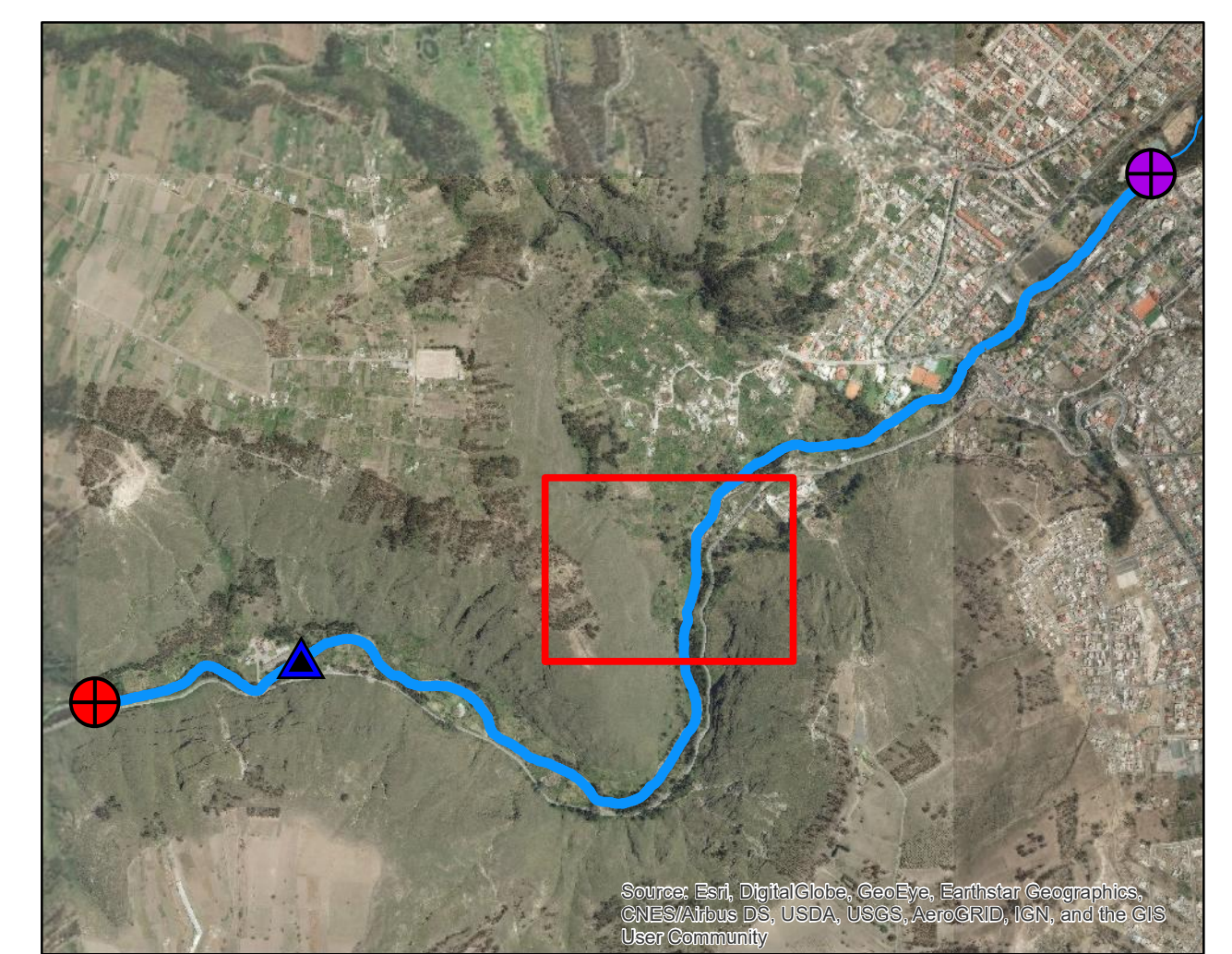
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



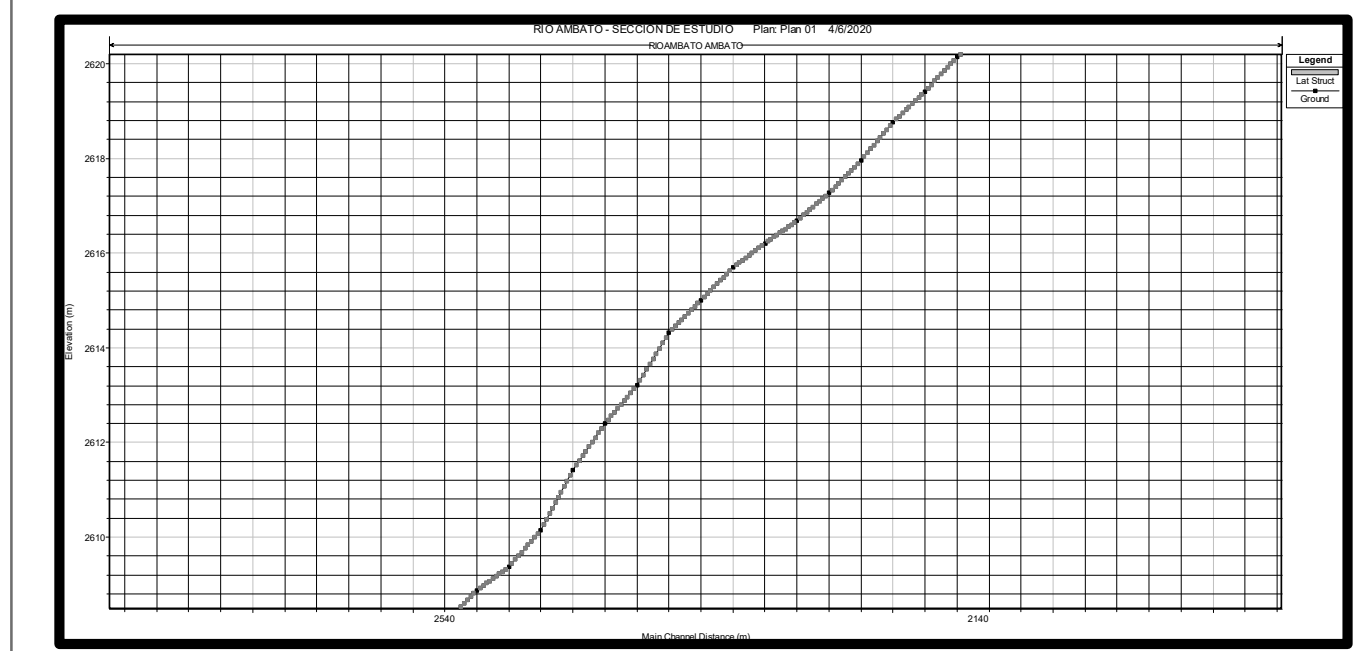
UBICACION



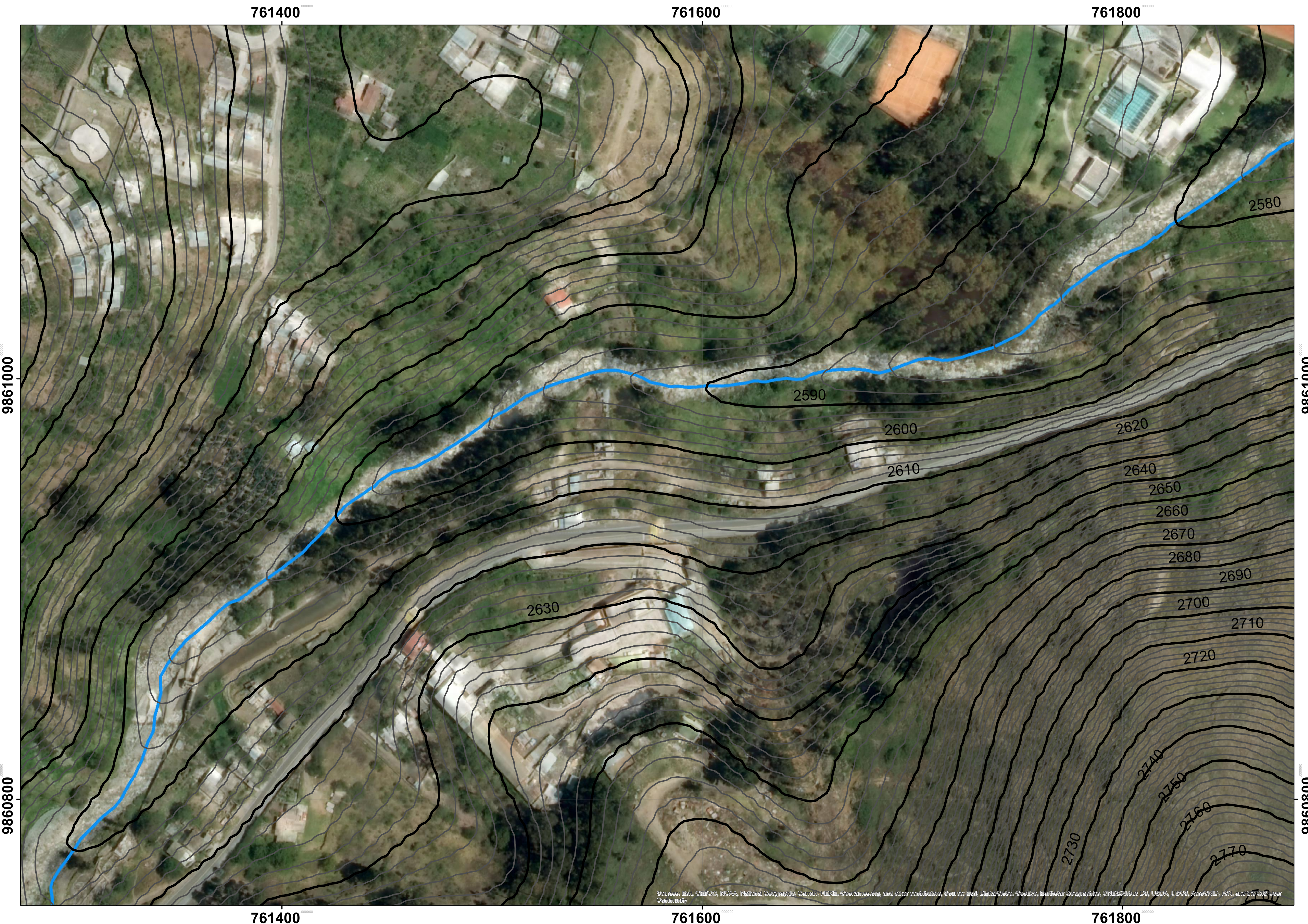
UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



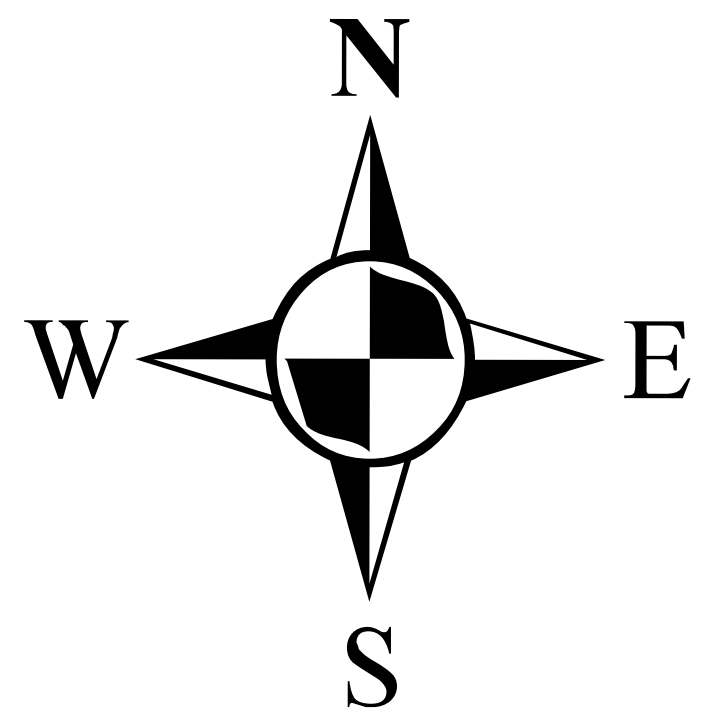
UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 4		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 09	ESCALA: 1:1000



- ### Leyenda
- Estacion Tilulun
 - Final Tramo
 - Inicio Tramo
 - Final Proyecto
 - Inicio Proyecto

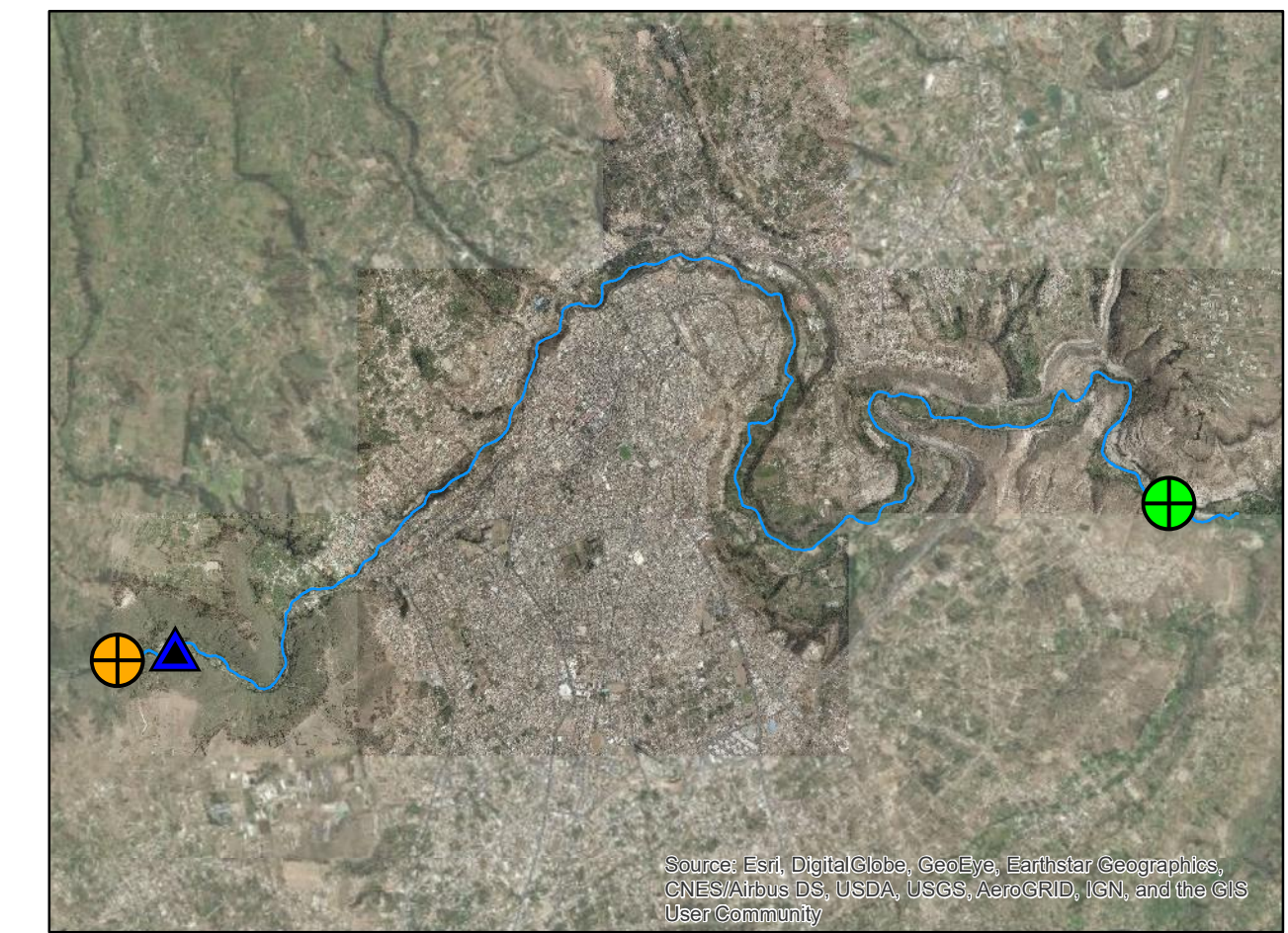
Curvas de Nivel

- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m

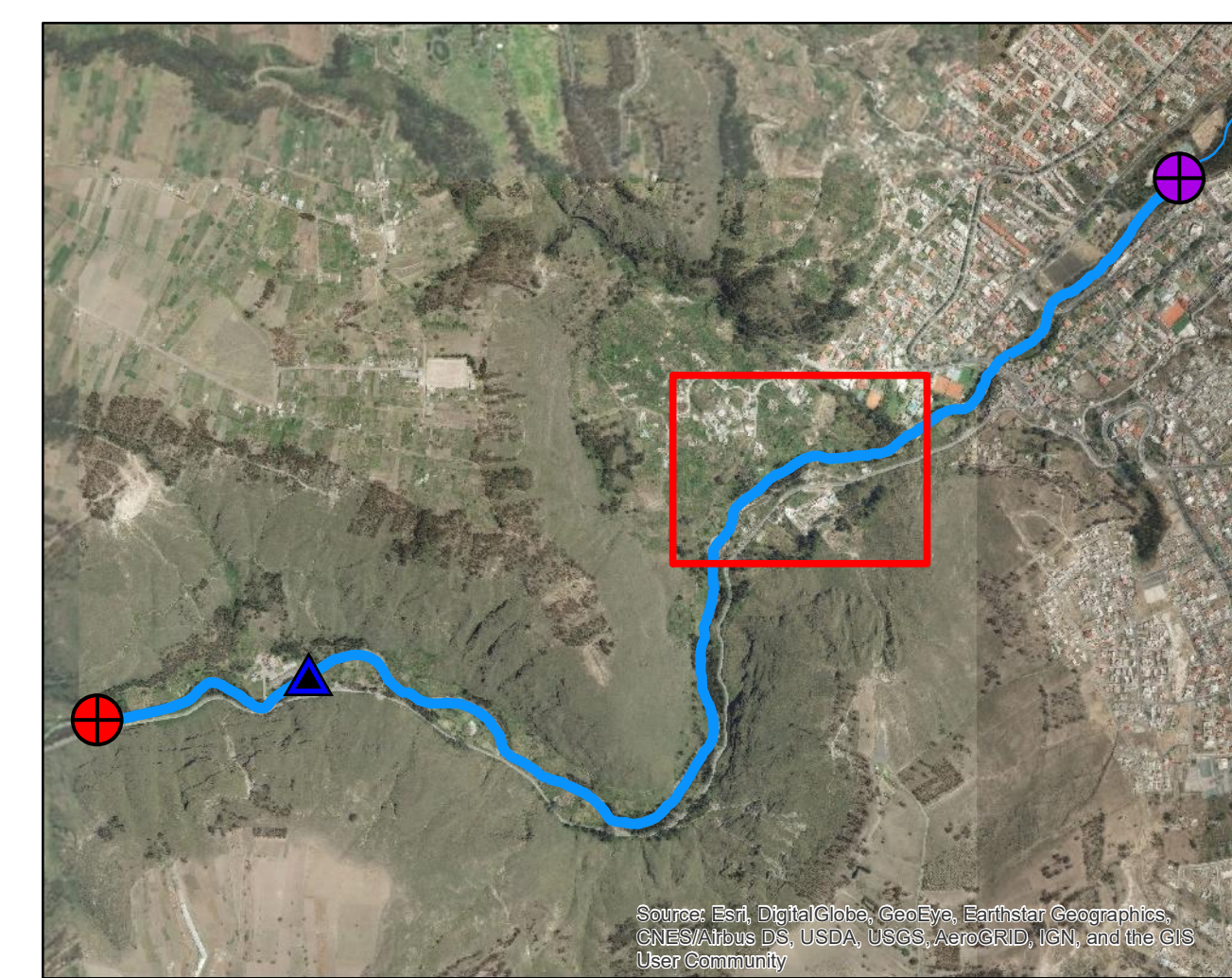


Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

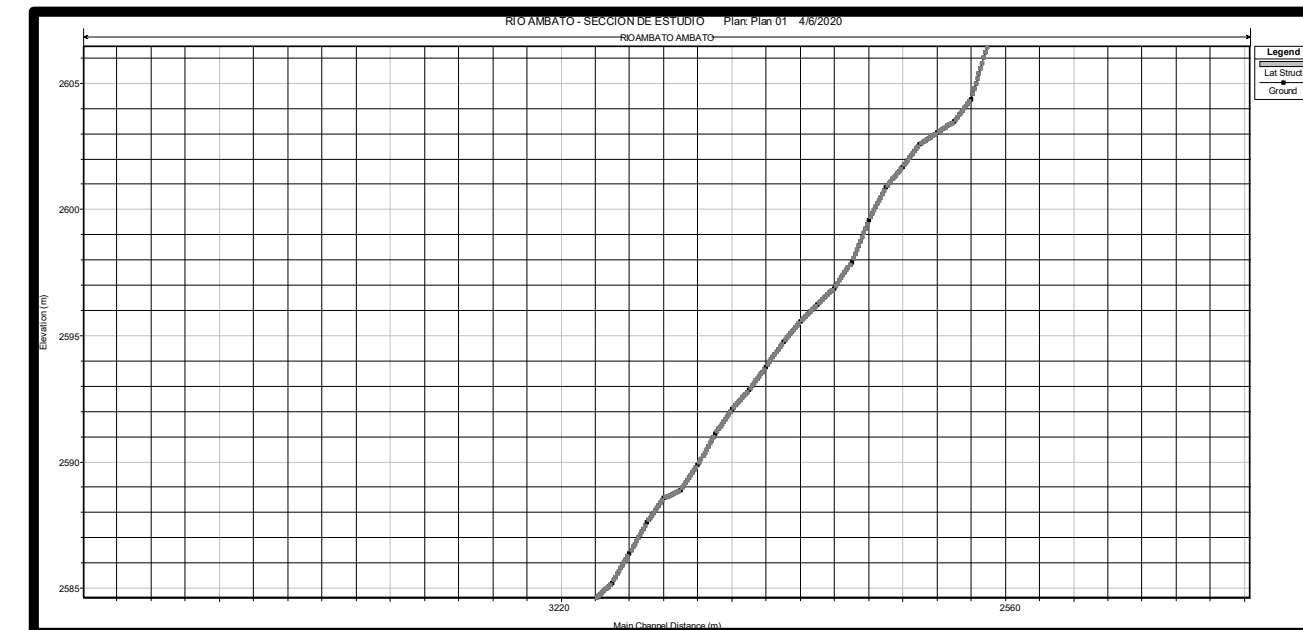
UBICACION



UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 5		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 05/06/2020	LAMINA: 10	ESCALA: 1:1000

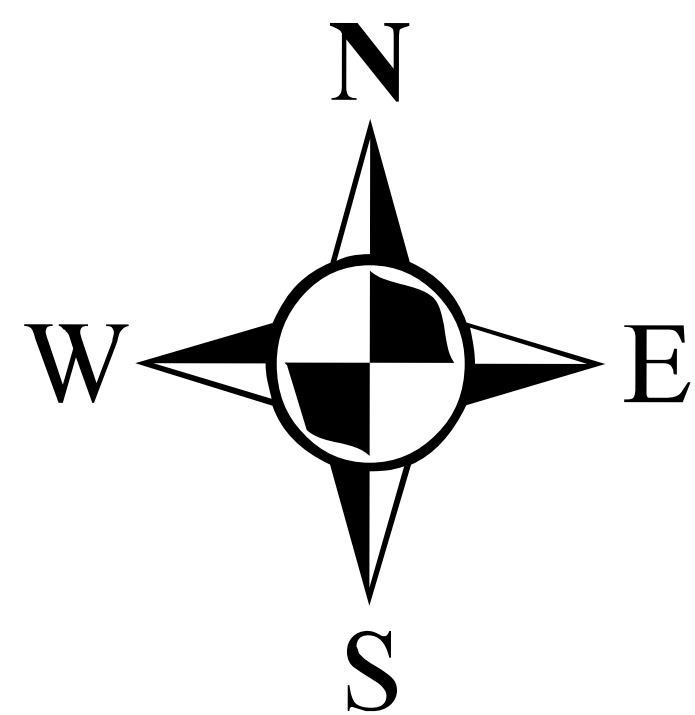


Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto

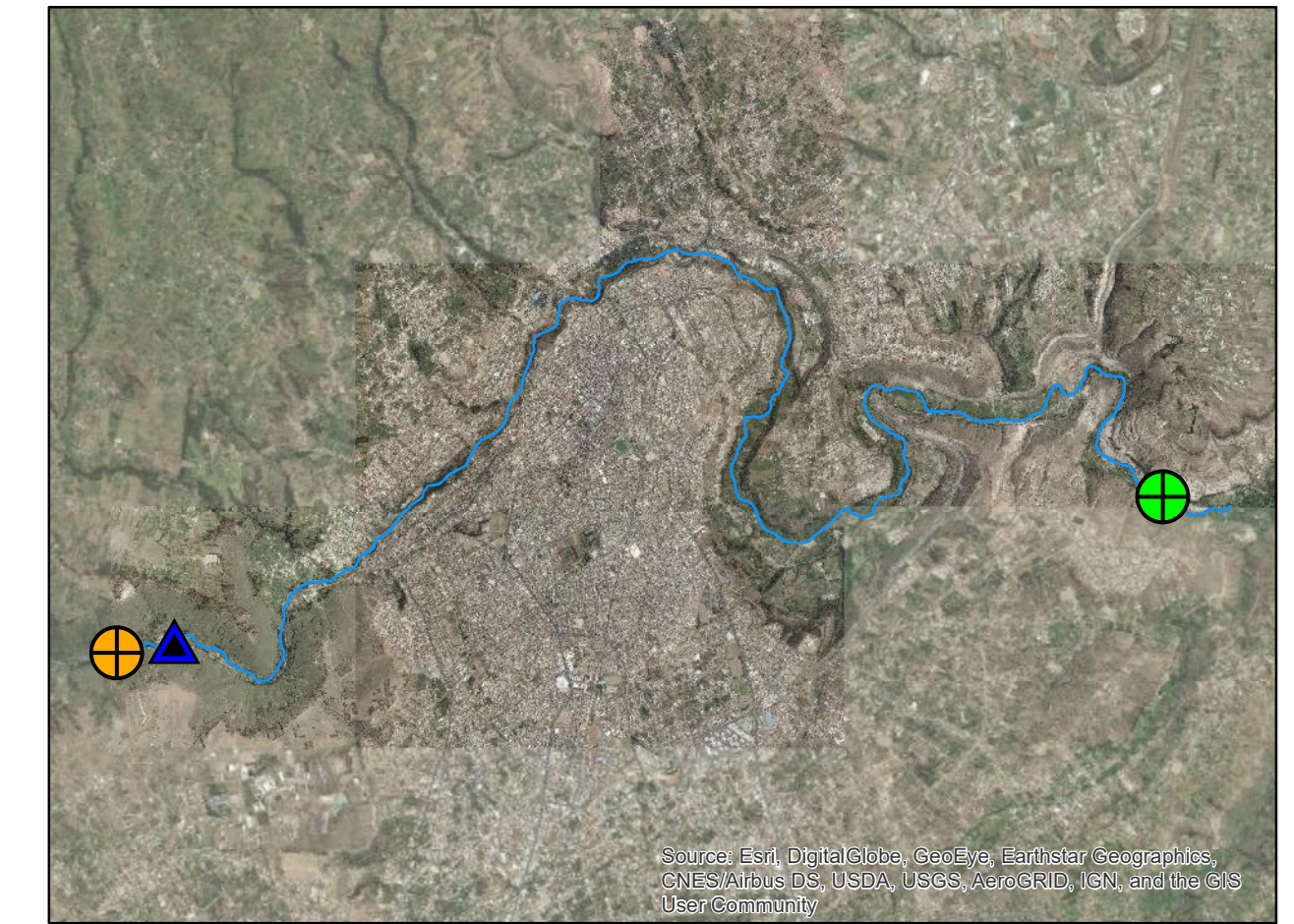
Curvas de Nivel

- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m

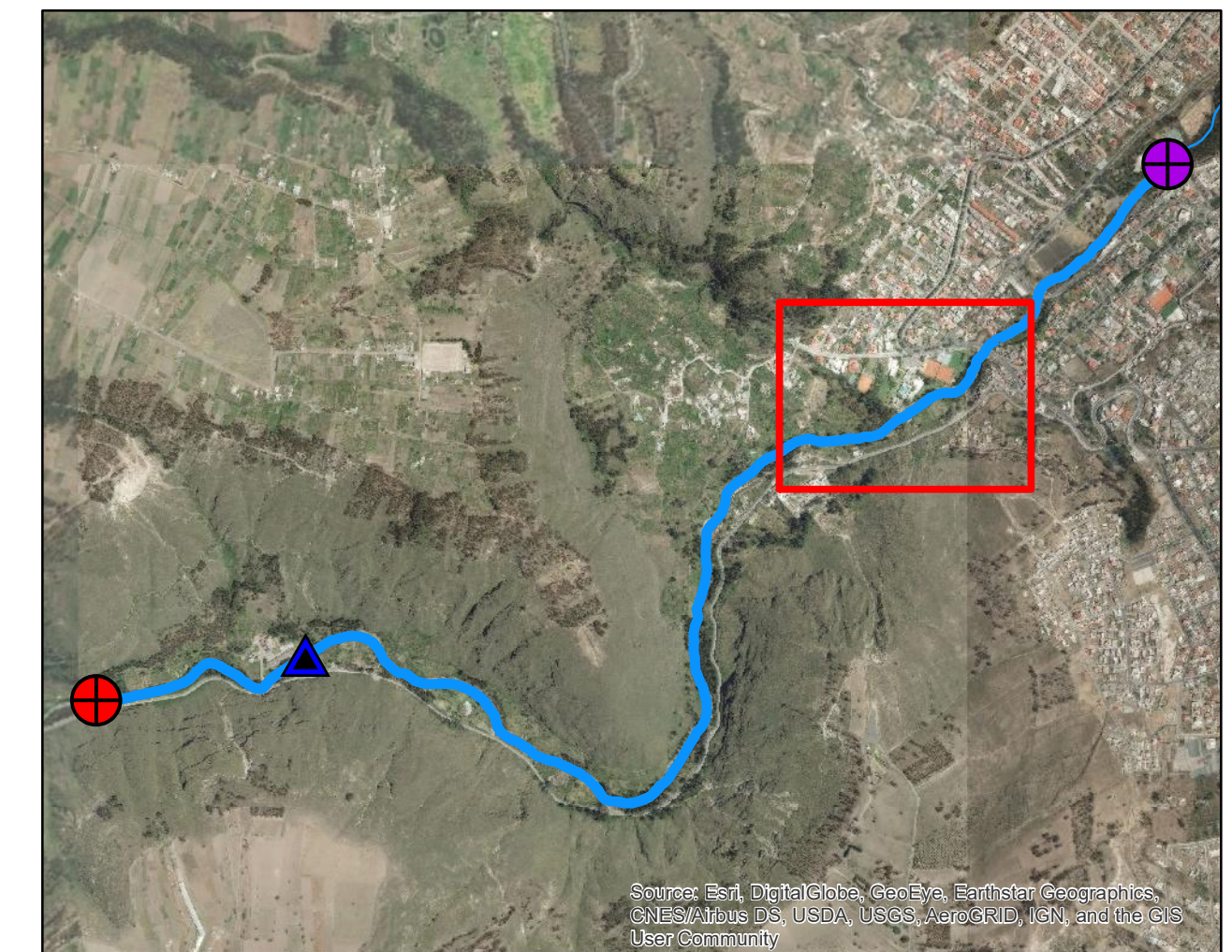


Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

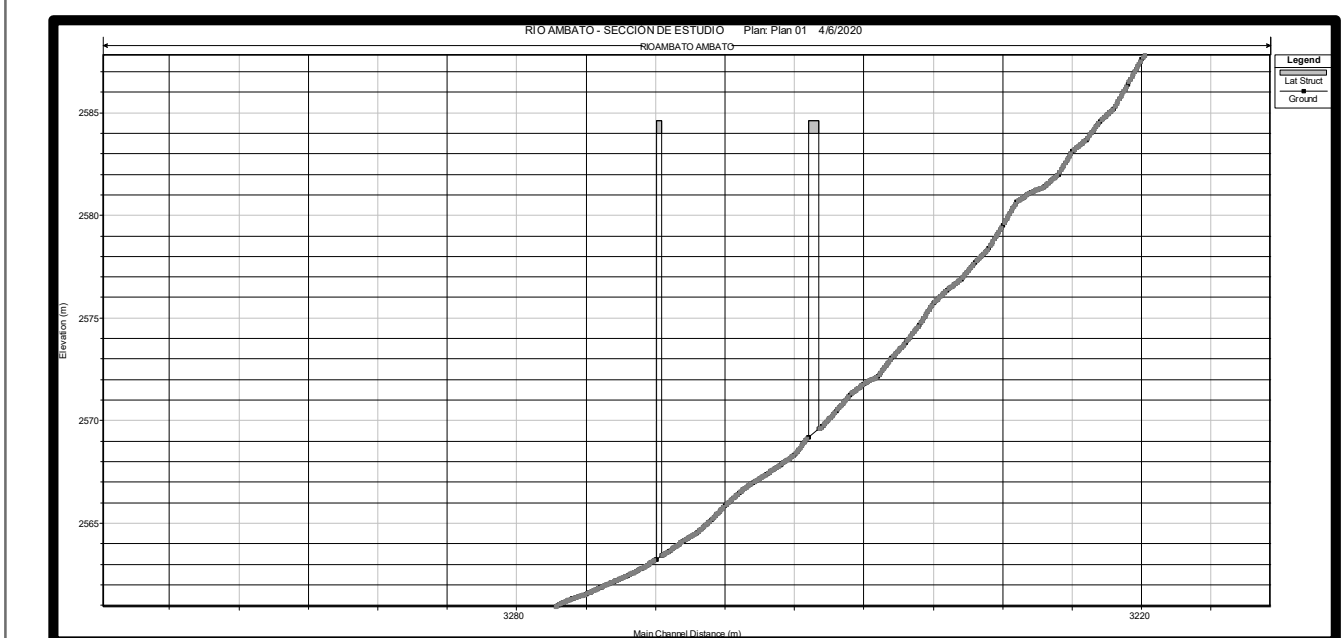
UBICACION



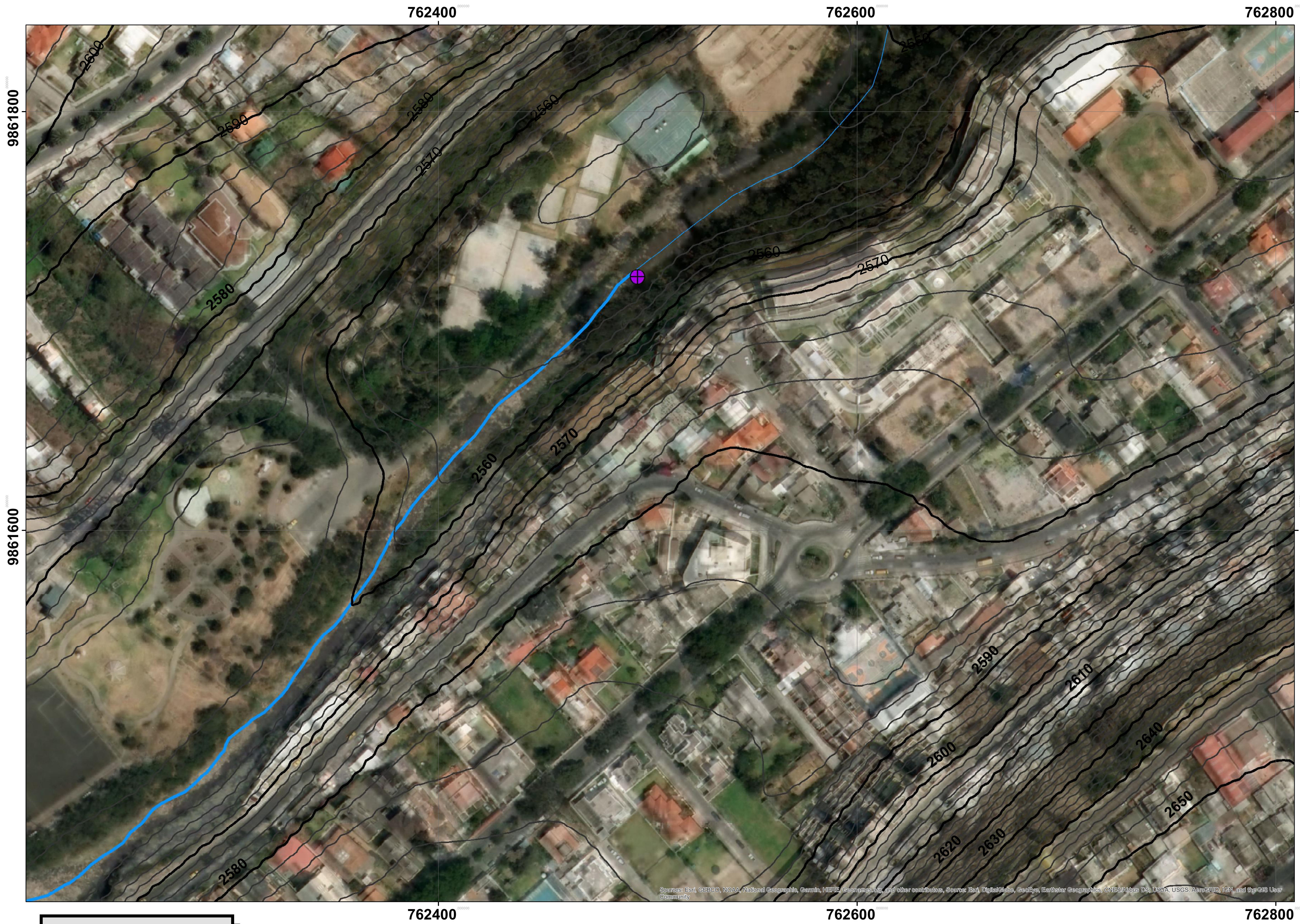
UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



CONTIENE:		
PLANO TOPOGRAFICO 6		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
07/06/2020	11	1:1000

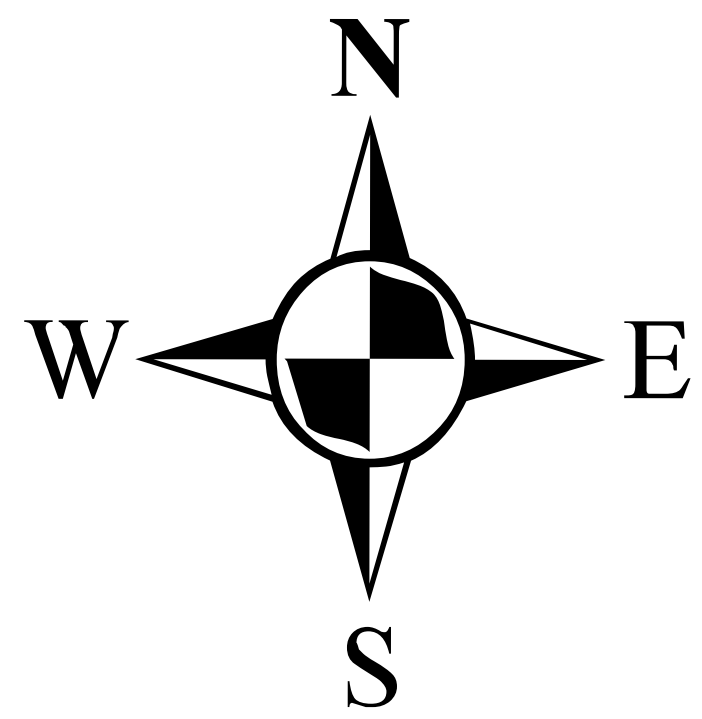


Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Rio

Curvas de Nivel

- Curvas Mayores 10 m
- Curvas Menores 2 m



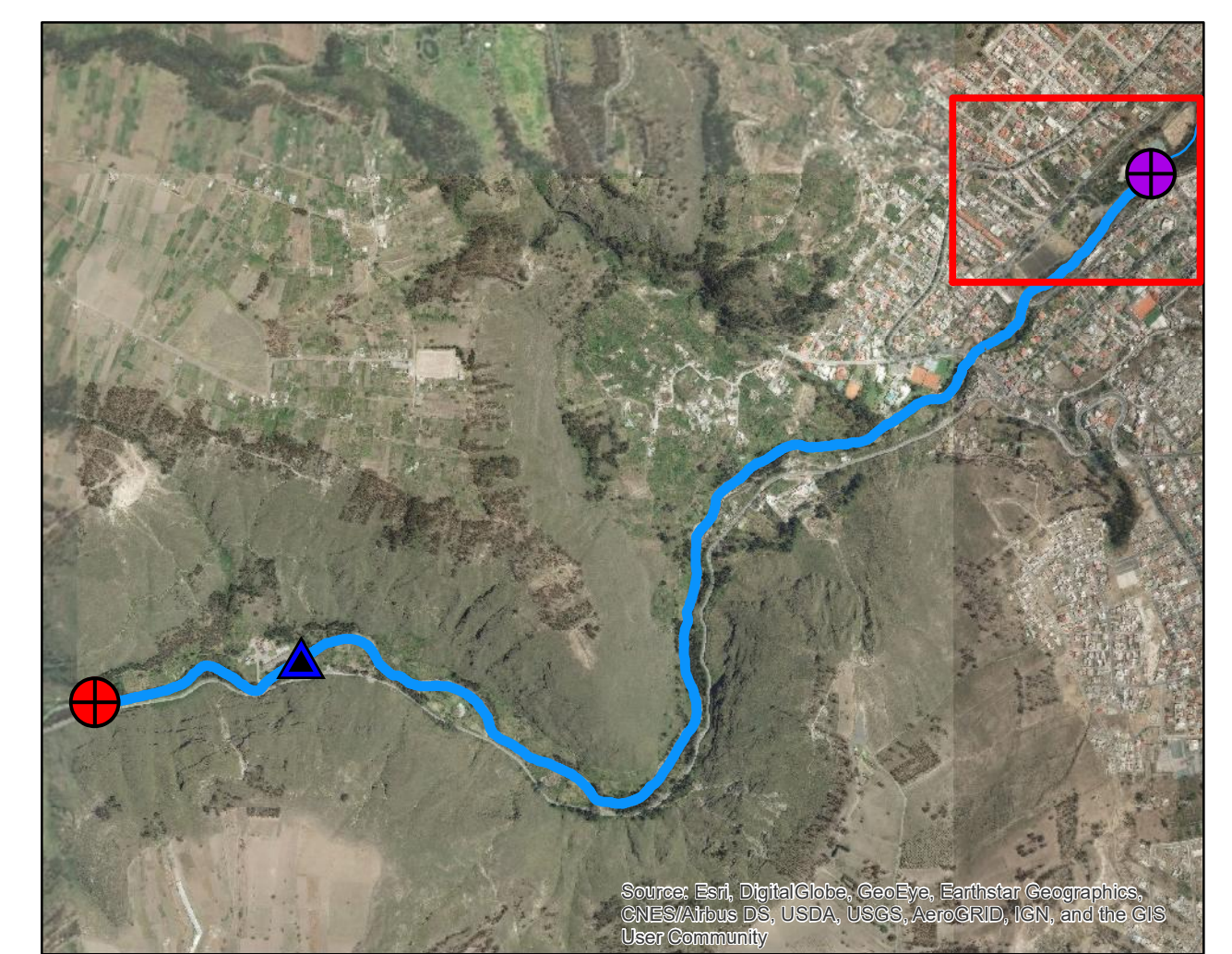
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



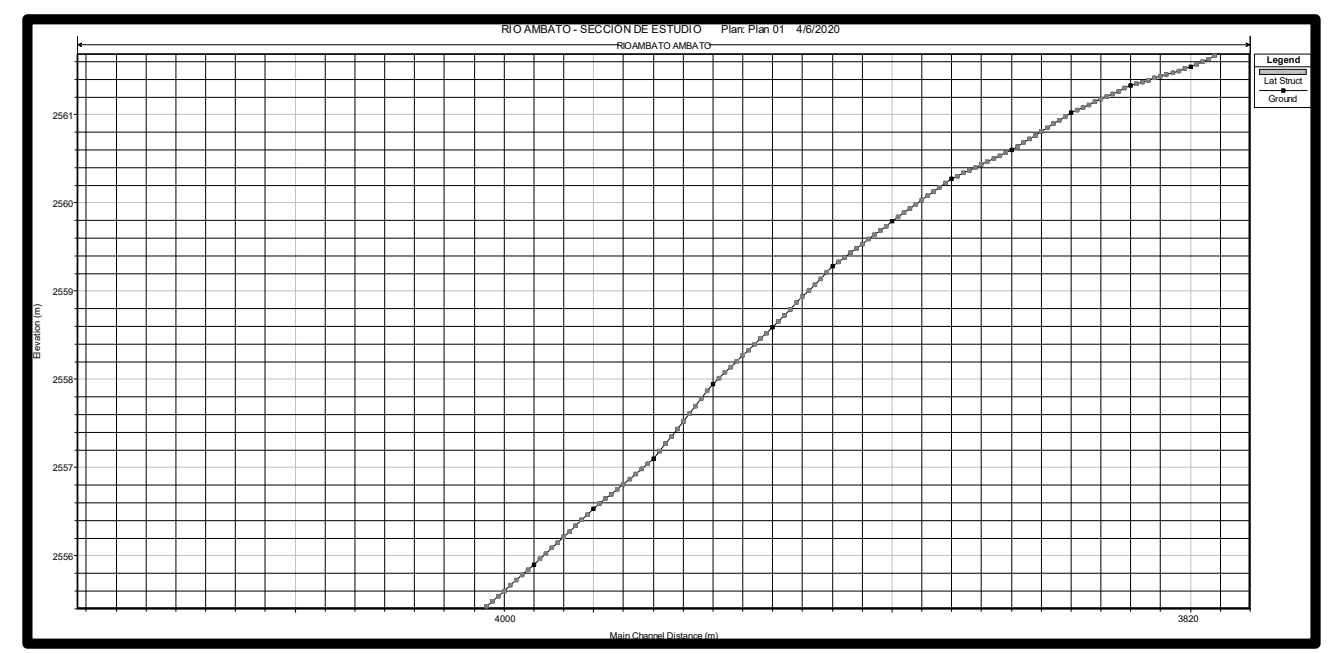
UBICACION



UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO TOPOGRAFICO 7		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 07/06/2020	LAMINA: 12	ESCALA: 1:1000

Anexo 7.- Datos hidrométricos Anuales 1963 - 1980

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	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	0.00	7.77	2.05	1.93	4.44	3.10	13.79
31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.77	1.82	0.00	5.65	0.00	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

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

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
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
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
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

Q. ANUAL.
1.02
5.95
47.42
67.38

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
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
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
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

Q. ANUAL.
0.87
5.54
22.48
44.06

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	3.34	3.49	17.06	24.41	6.52	4.54	21.36	2.76	2.26
30	4.18	3.18	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	3.11	3.11	3.34	3.34	49.43	8.14	10.03	10.03	2.14	2.14
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
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
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
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

Q. ANUAL.
2.14
6.6
49.62
70.14

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

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
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
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
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

Q. ANUAL.
1.54
4.89
44.85
66.14

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
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
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
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

Q. ANUAL.
1.45
5.57
38.87
51.77

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
QMIN.	3.65	3.49	5.69	5.36	3.99	8.14	0	4.84	4.54	3.34	3.04	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
QMAX.	23.3	36.42	16.71	19.67	32.3	46.23	0	35.78	21.14	6.52	16.73	8.26
QMC.	36.27	61.07	25.95	21.95	38.88	52.87	0	68.79	32.99	0	25.72	14.71

Q. ANUAL.
1.01
9.27
46.23
68.79

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	4.8	0	4.64	3.72
30	2.31	9.71	3.81	7.5	8.53	4.64	26.93	4.47	4.47	0	4.63	3.31
31	2.45	11.4	6.16	6.16	6.16	4.41	11.44	11.44	0	0	3.81	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

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

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
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
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
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

Q. ANUAL.
2.5
7.48
84.71
92.75

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
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
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
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

Q. ANUAL
0.31
4.96
41.62
68.79

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	0	0		6.04

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

Q. ANUAL
1.82
6.13
18.87
54.5

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	4.74	11.45	30.74	10.72	10.03	5.15	14.71	4.94	5.81
30	4.74	3.91	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	3.82	8.14	8.14	22.6	22.6	19.13	11.45	11.45	5.15	5.15

QMIN.	3.99	3.65	3.82	3.49	3.65	6.28	8.44	8	4.74	3.99	4.74	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
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
QMC.	20.79	31.43	58.64	13.42	19.67	66.14	49.62	38	74.31	48.56	14.71	10.72

Q. ANUAL.
3.49
9.58
49.47
74.31

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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	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	3.65	5.81	5.81	74.31	3.16	9.84	24.22	7.09	6.82	10.87
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

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

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
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
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
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

Q. ANUAL.
0.38
4.57
41.84
65.4

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
QMED.	1.6	2.65	4.99	11.79	7.12	10.82	8.8	8.25	2.65	3.96	0.84	1
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
QMC.	6.29	14.14	41.45	34.04	13.94	51.05	33	36.53	6.55	22.27	1.45	3.64

Q. ANUAL.
0.43
5.37
30.52
51.05

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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

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
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
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
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

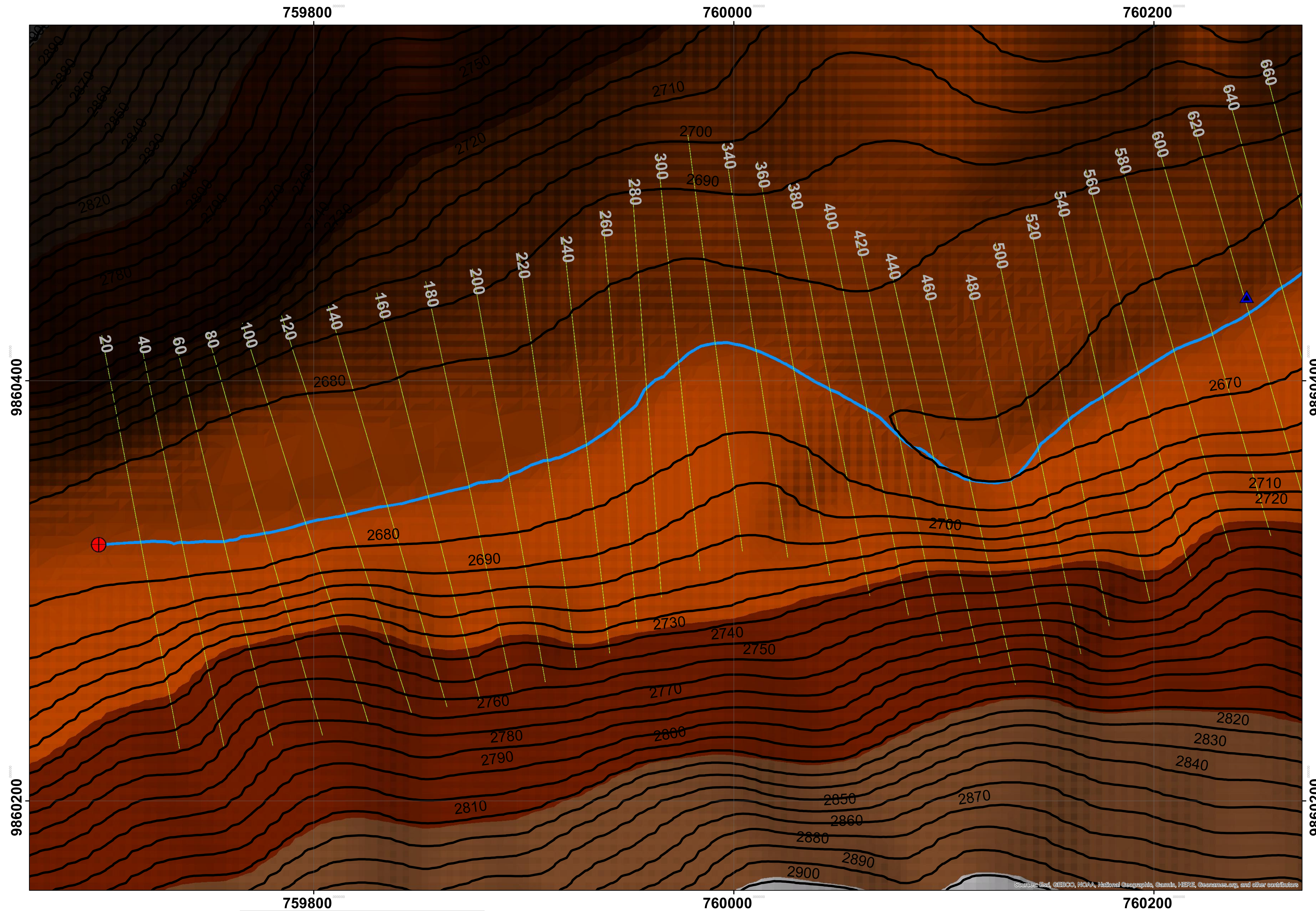
Q. ANUAL.
0.33
2.11
23.11
64.19

Datos Hidrométricos Estacion Tilulún 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
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
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
QMC.	3.64	52.84	19.91	33	17.94	22	17.46	12.35	6.82	27.79	9.18	6.04

Q. ANUAL.
0.33
4.32
52.84
52.84



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

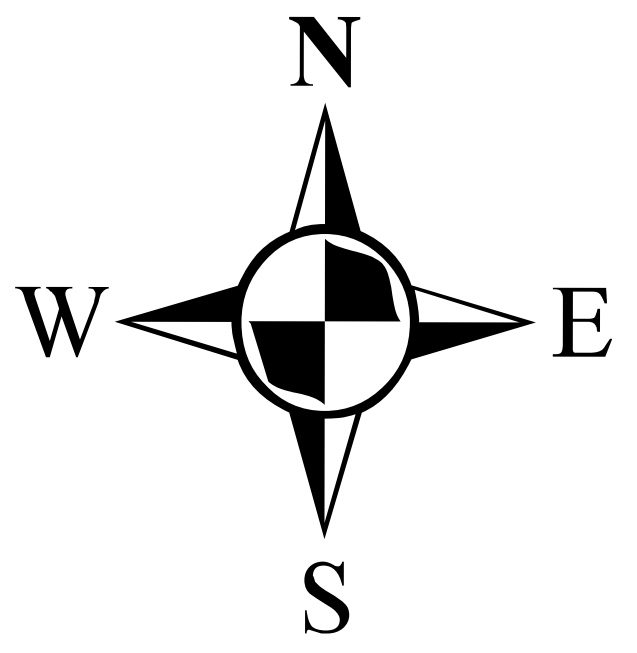
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

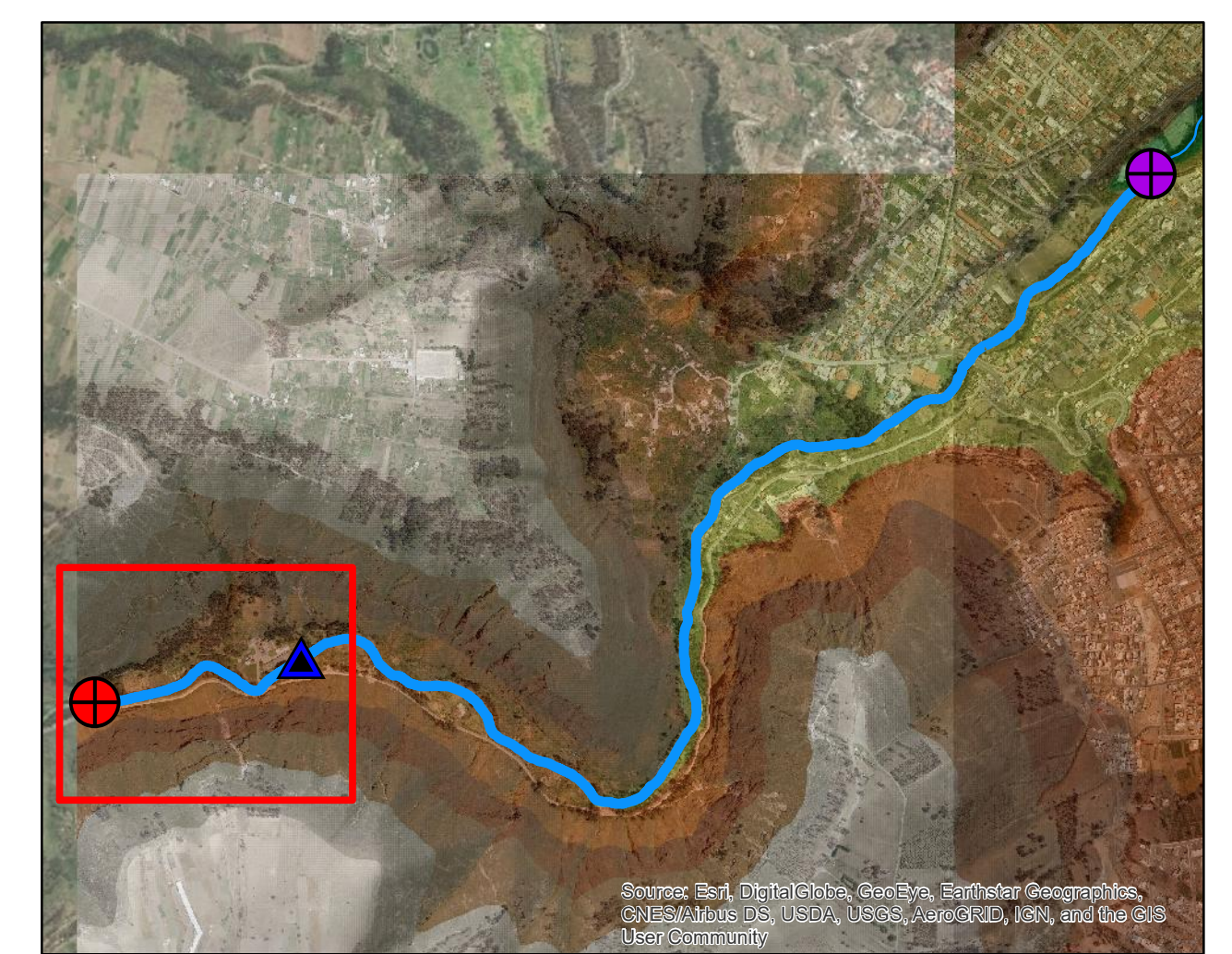
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



UBICACION



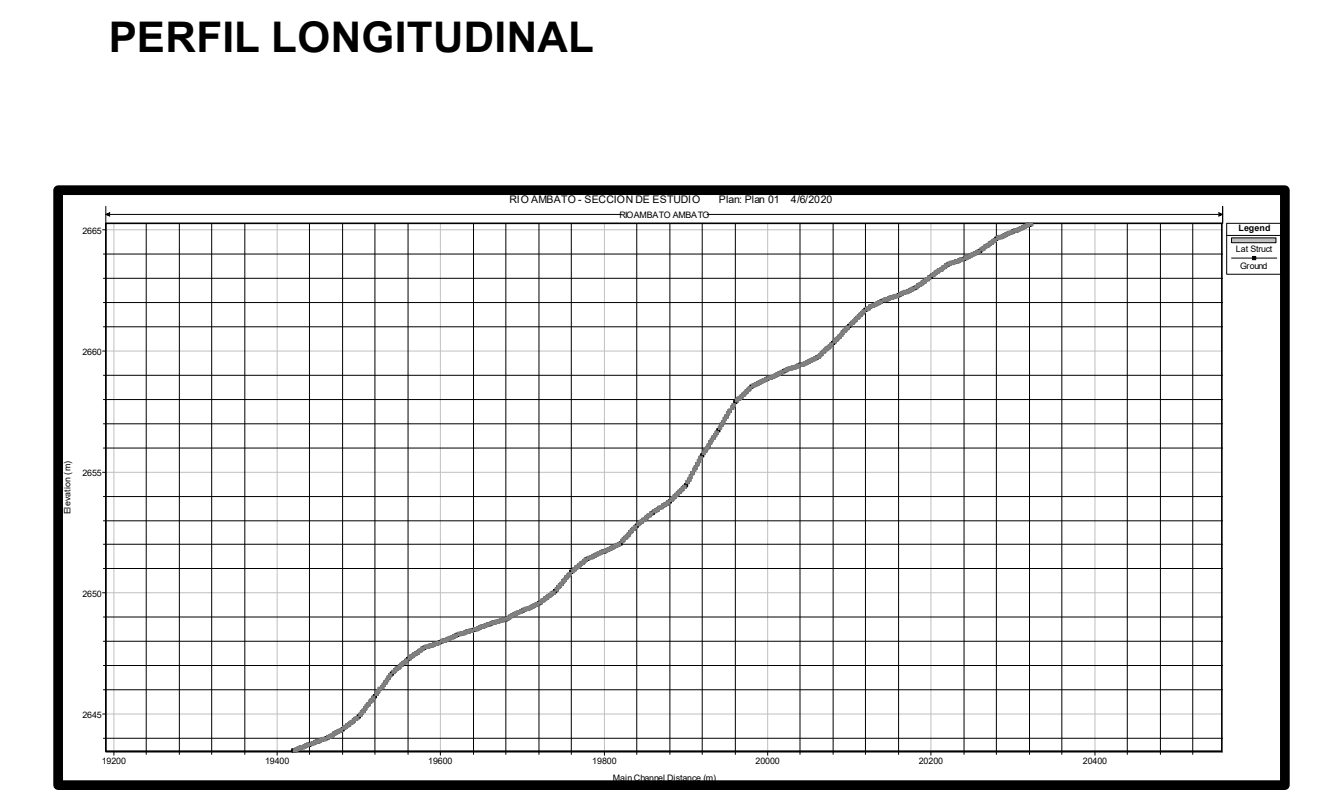
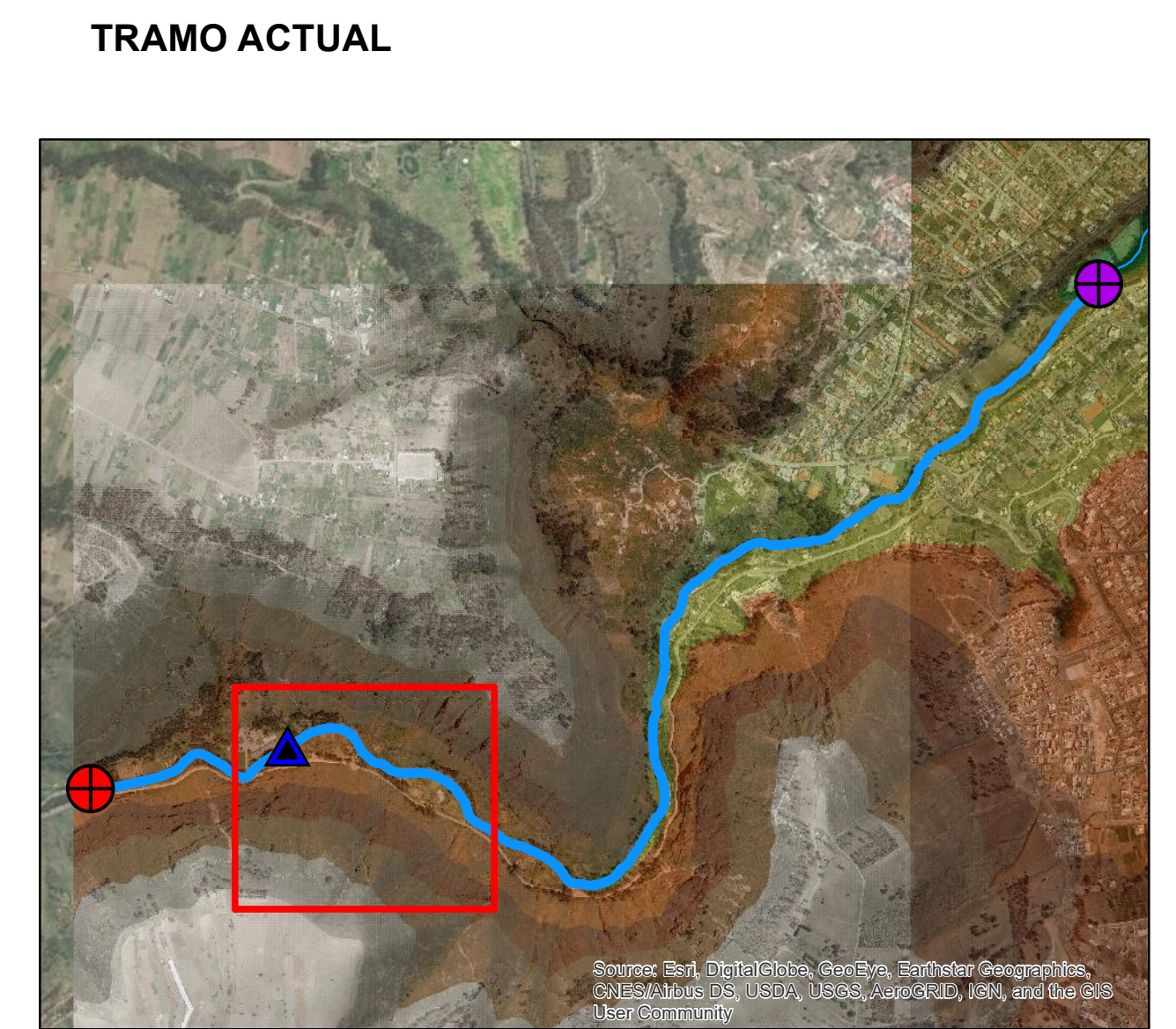
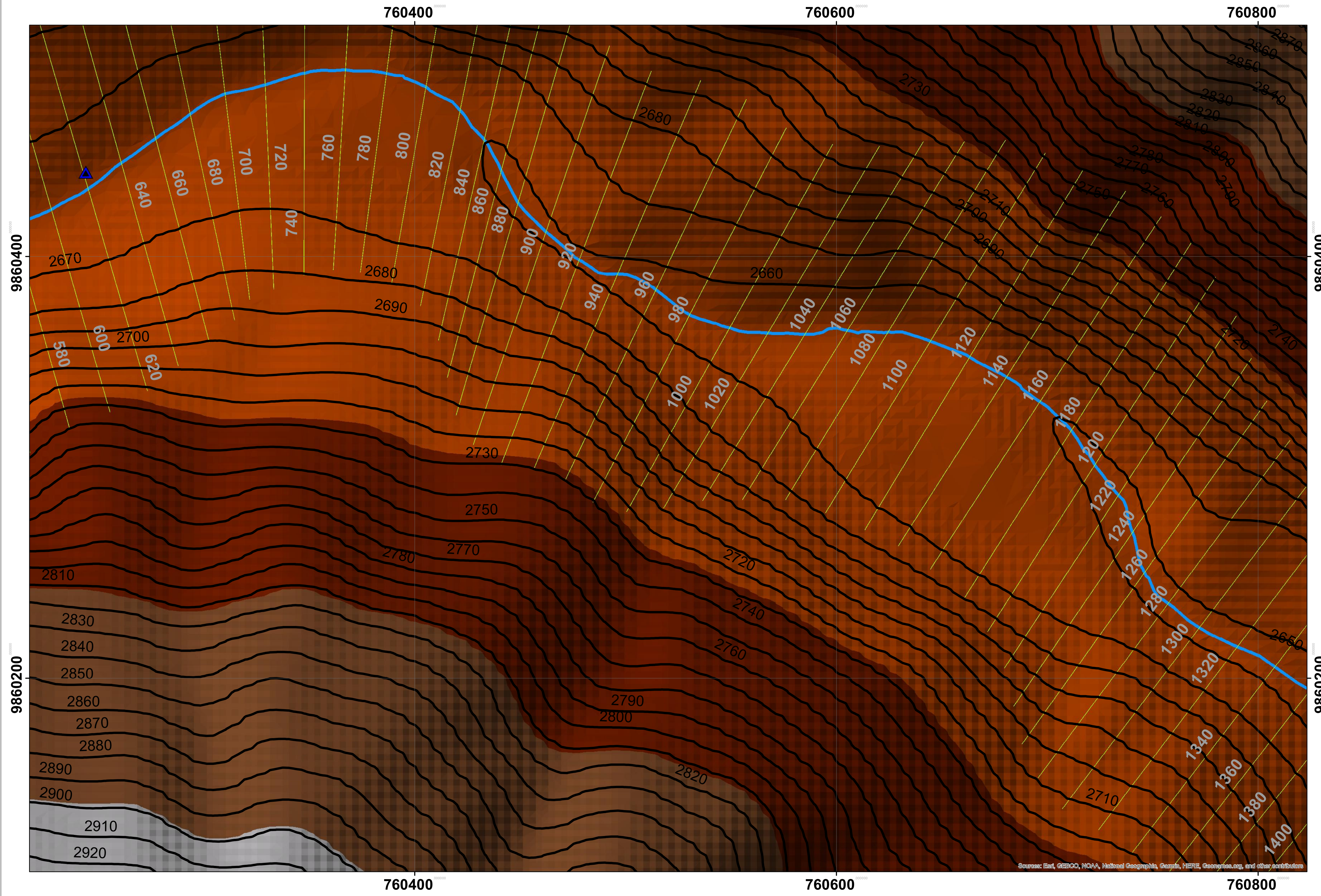
UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO SUPERFICIE 1		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 08/06/2020	LAMINA: 13	ESCALA: 1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Tramo de Río
- Secciones

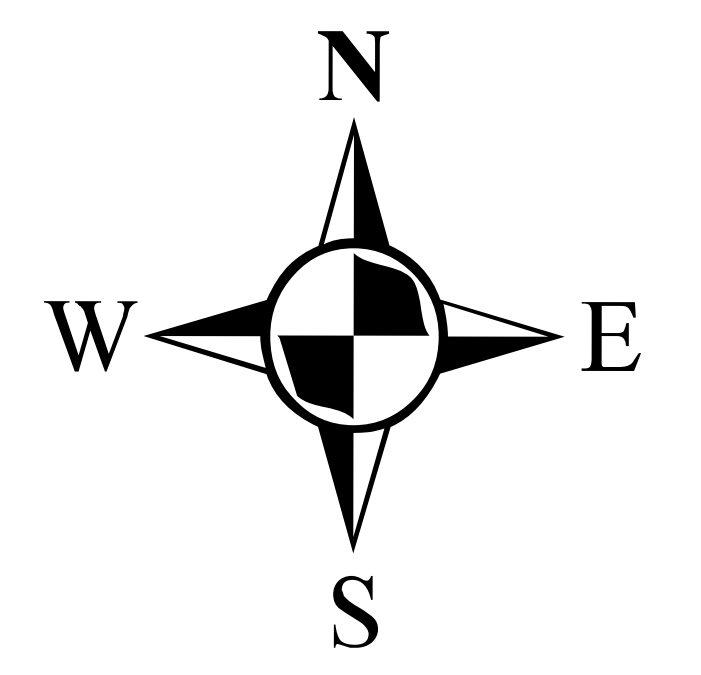
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

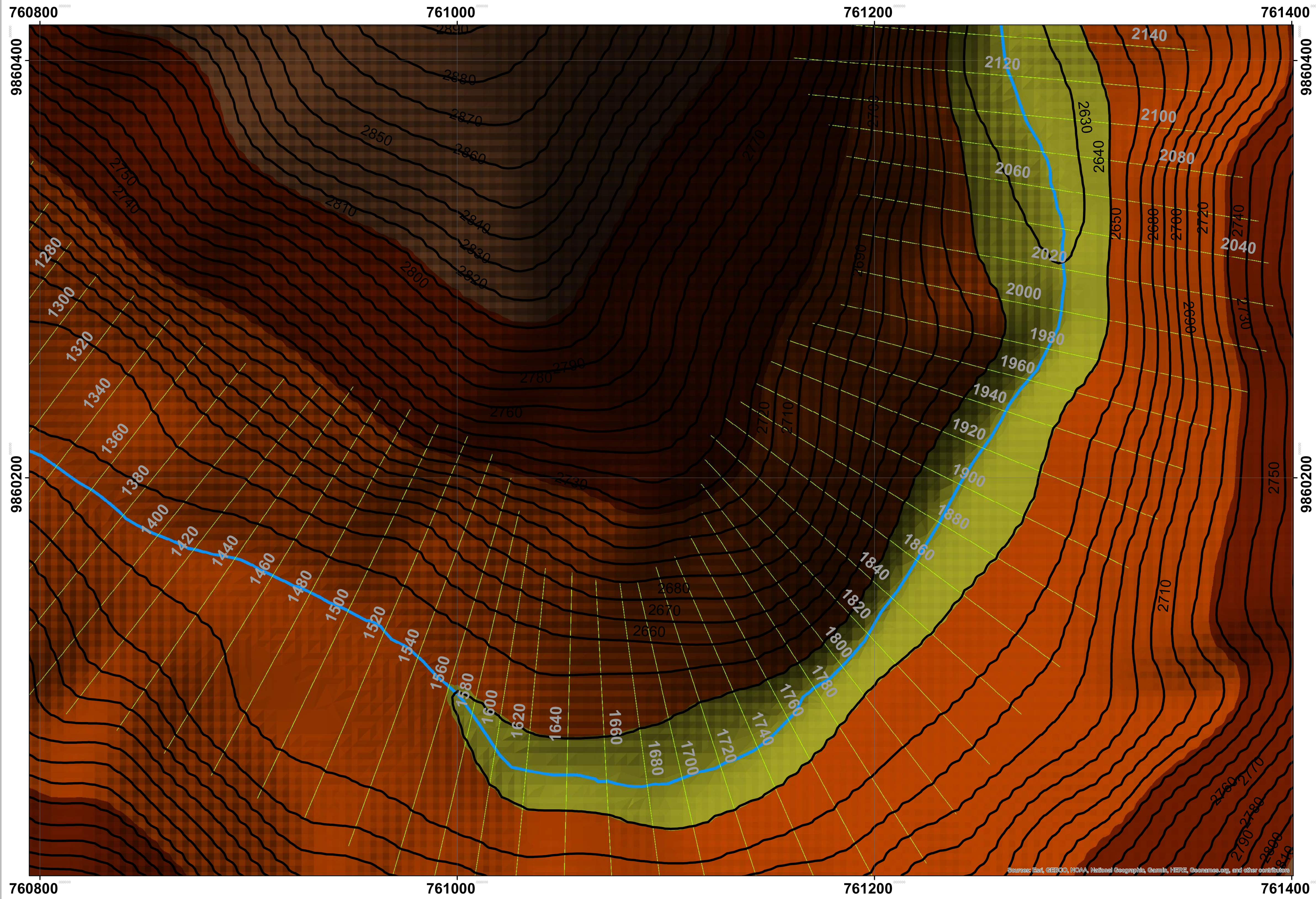
Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO SUPERFICIE 2		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 08/06/2020	LAMINA: 14	ESCALA: 1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

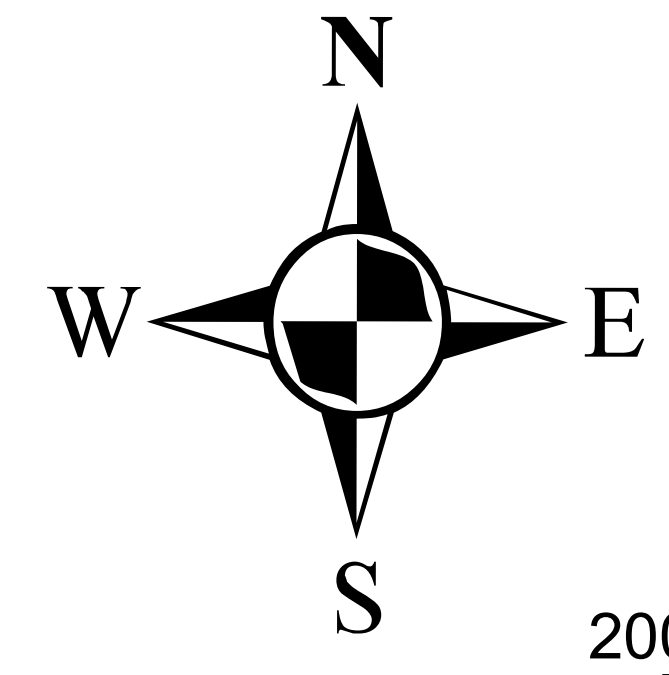
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

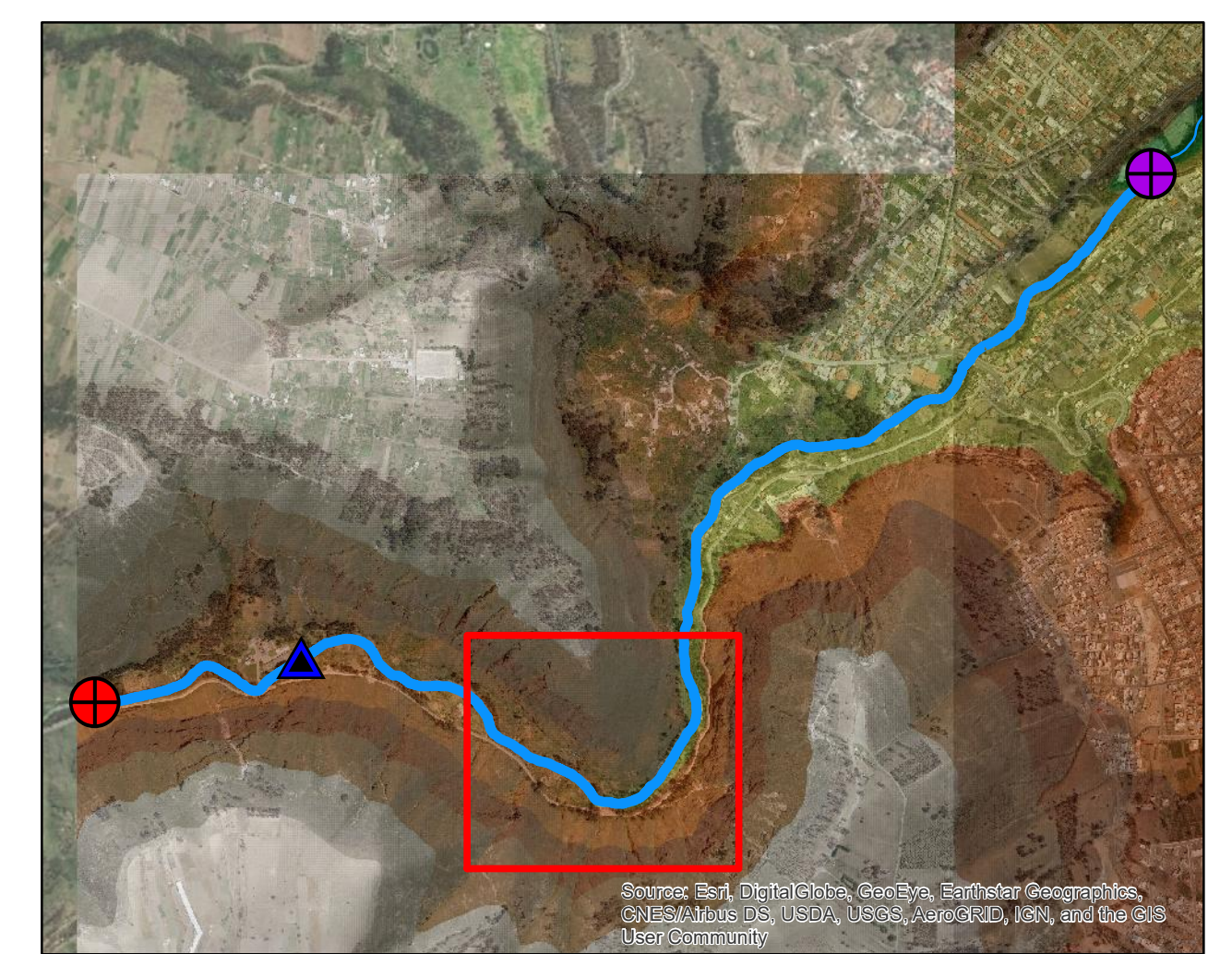
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



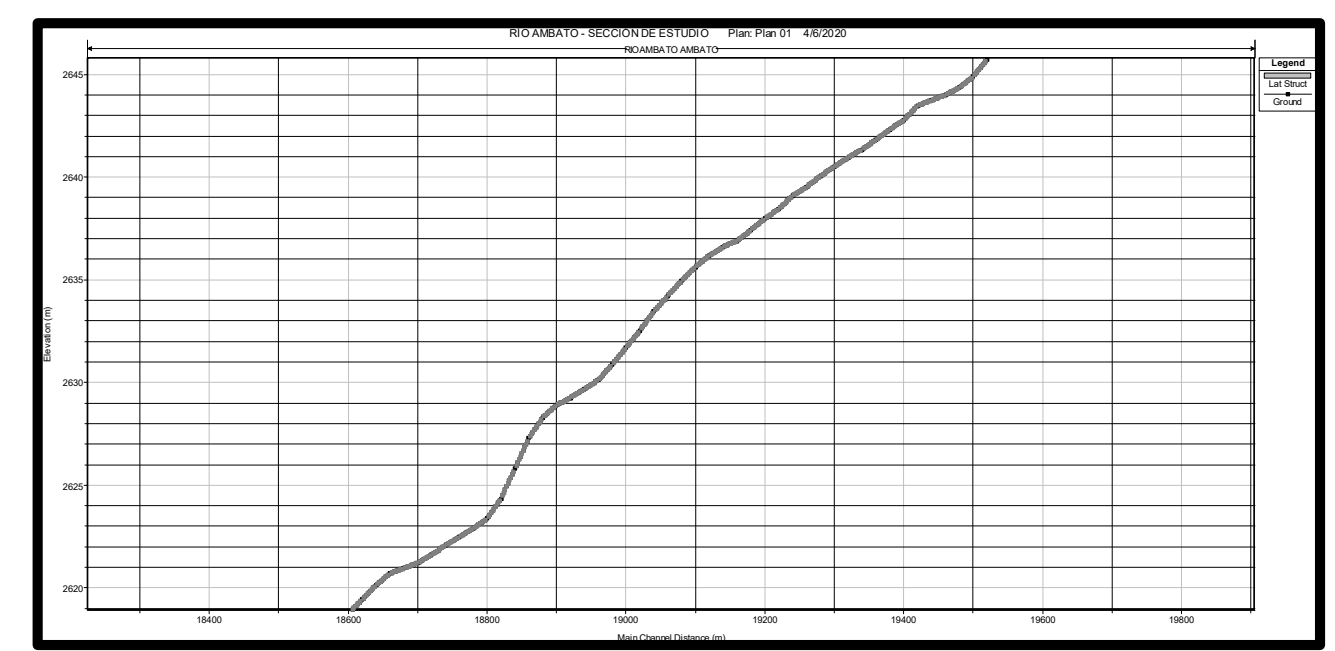
UBICACION



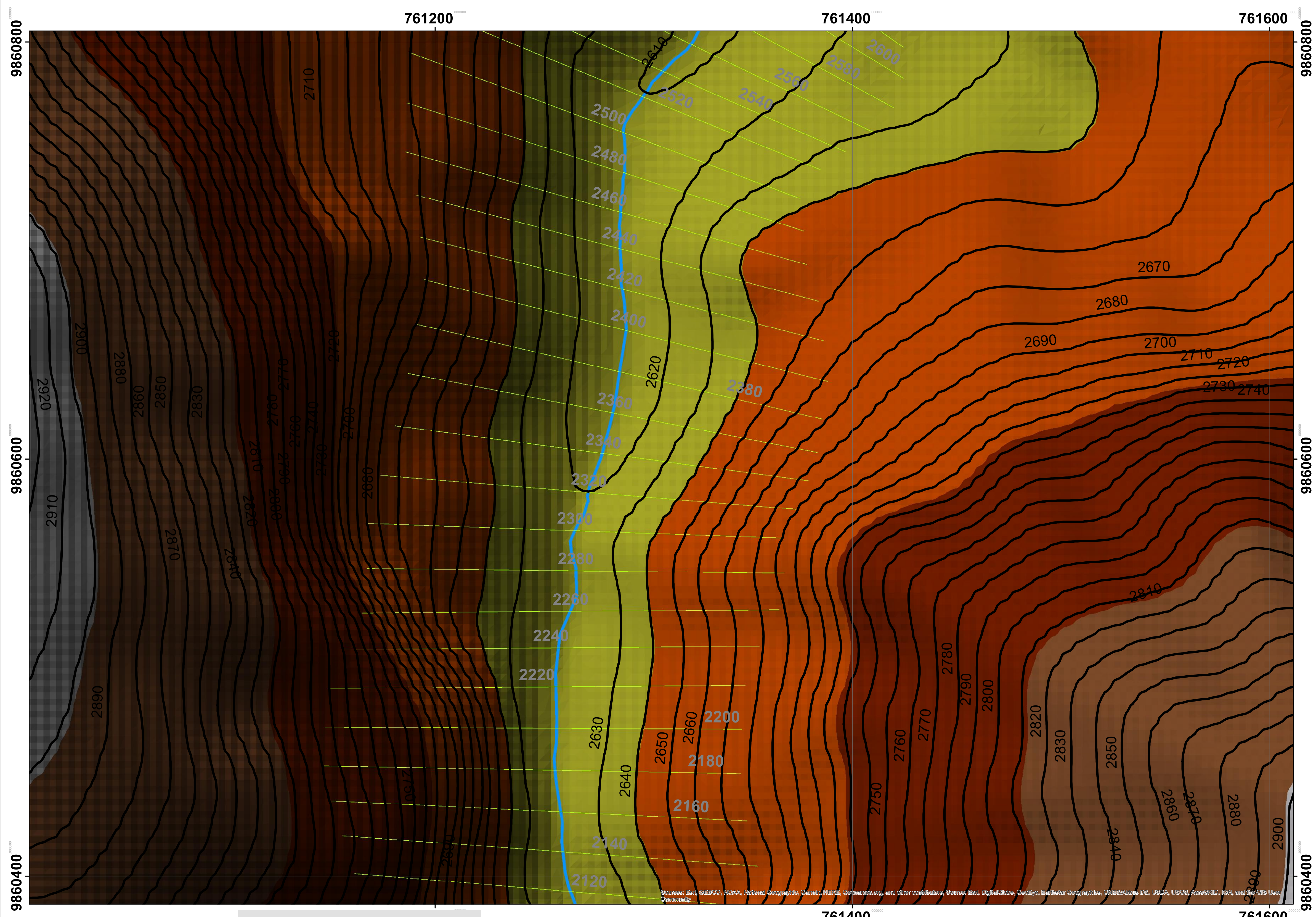
UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA CARRERA DE INGENIERIA CIVIL		
CONTIENE: PLANO SUPERFICIE 3		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 08/06/2020	LAMINA: 15	ESCALA: 1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

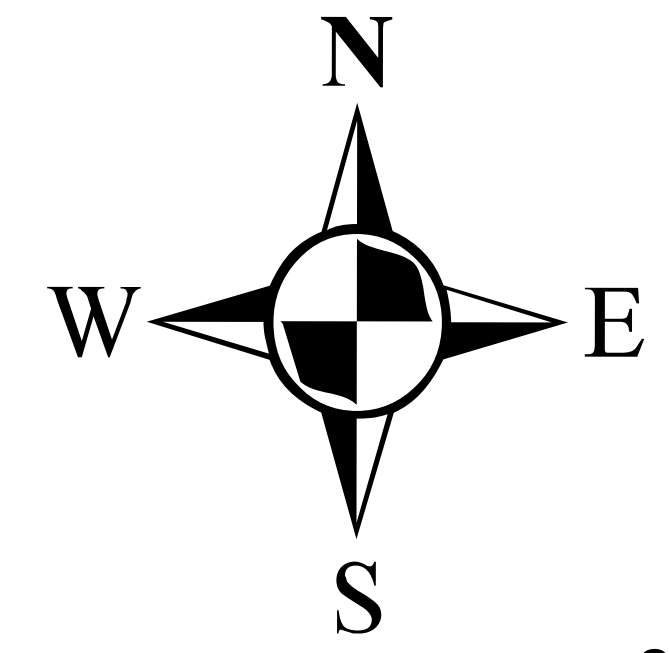
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

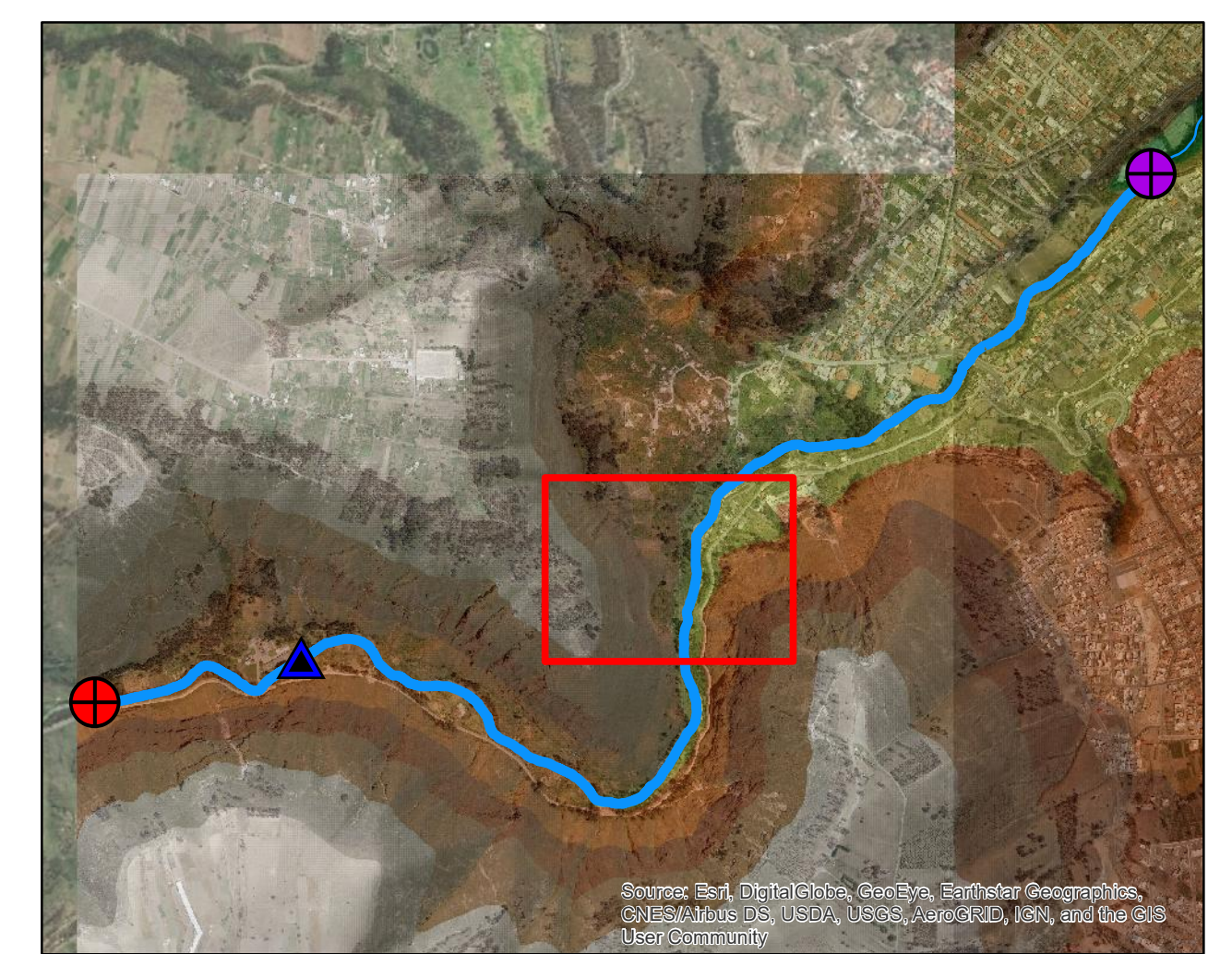
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



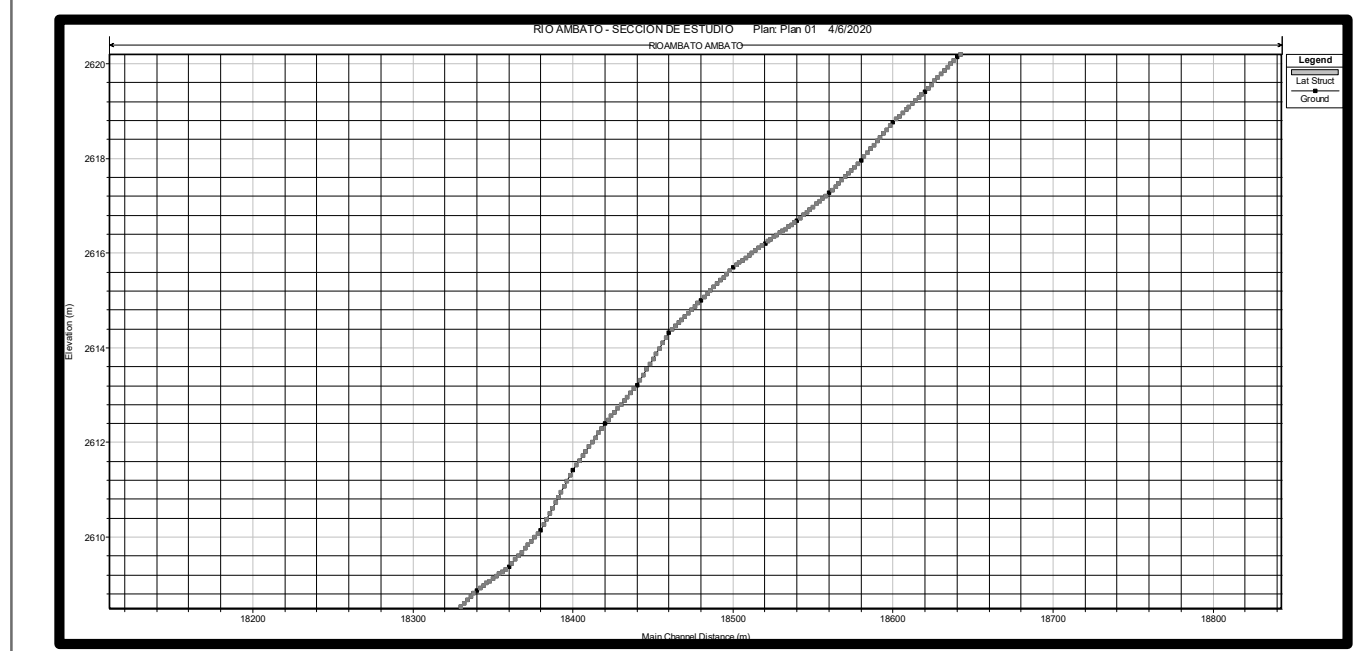
UBICACION



UBICACION ACTUAL

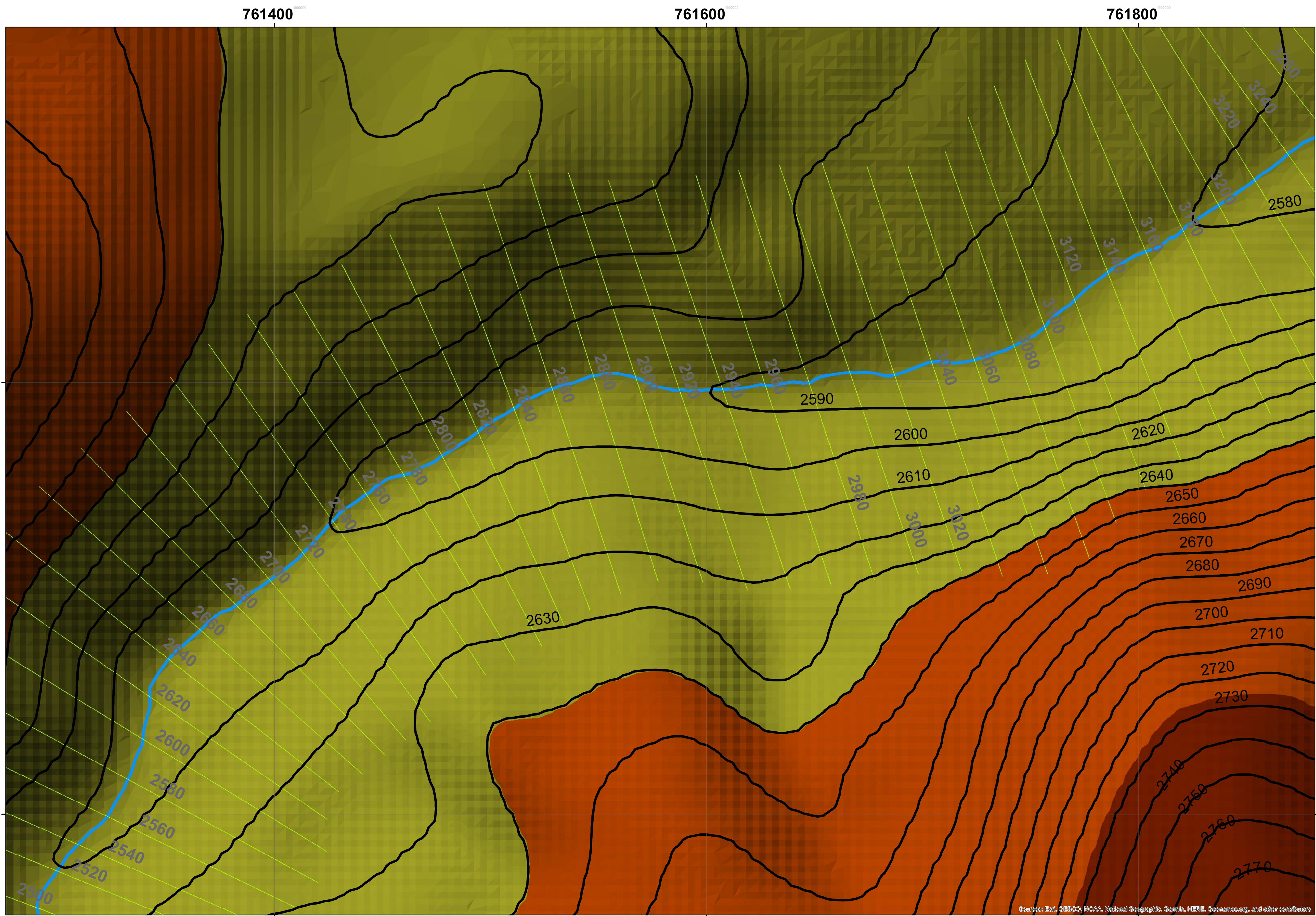


PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE:		
PLANO SUPERFICIE 4		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
08/06/2020	16	1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

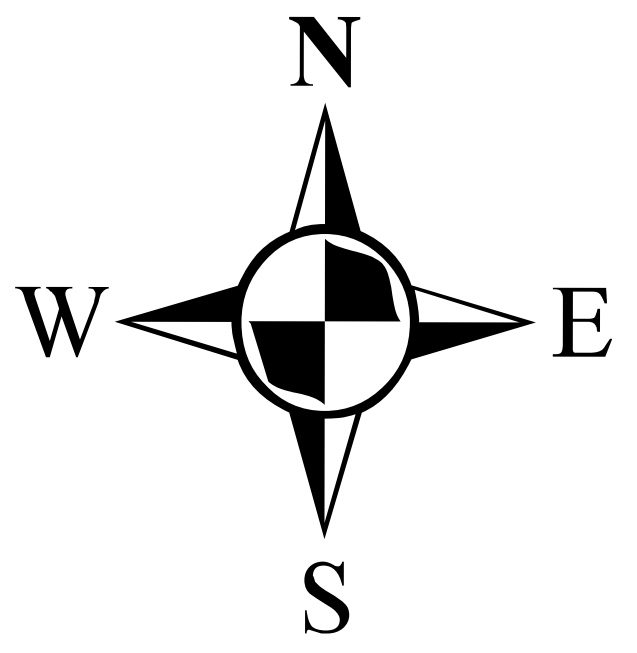
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

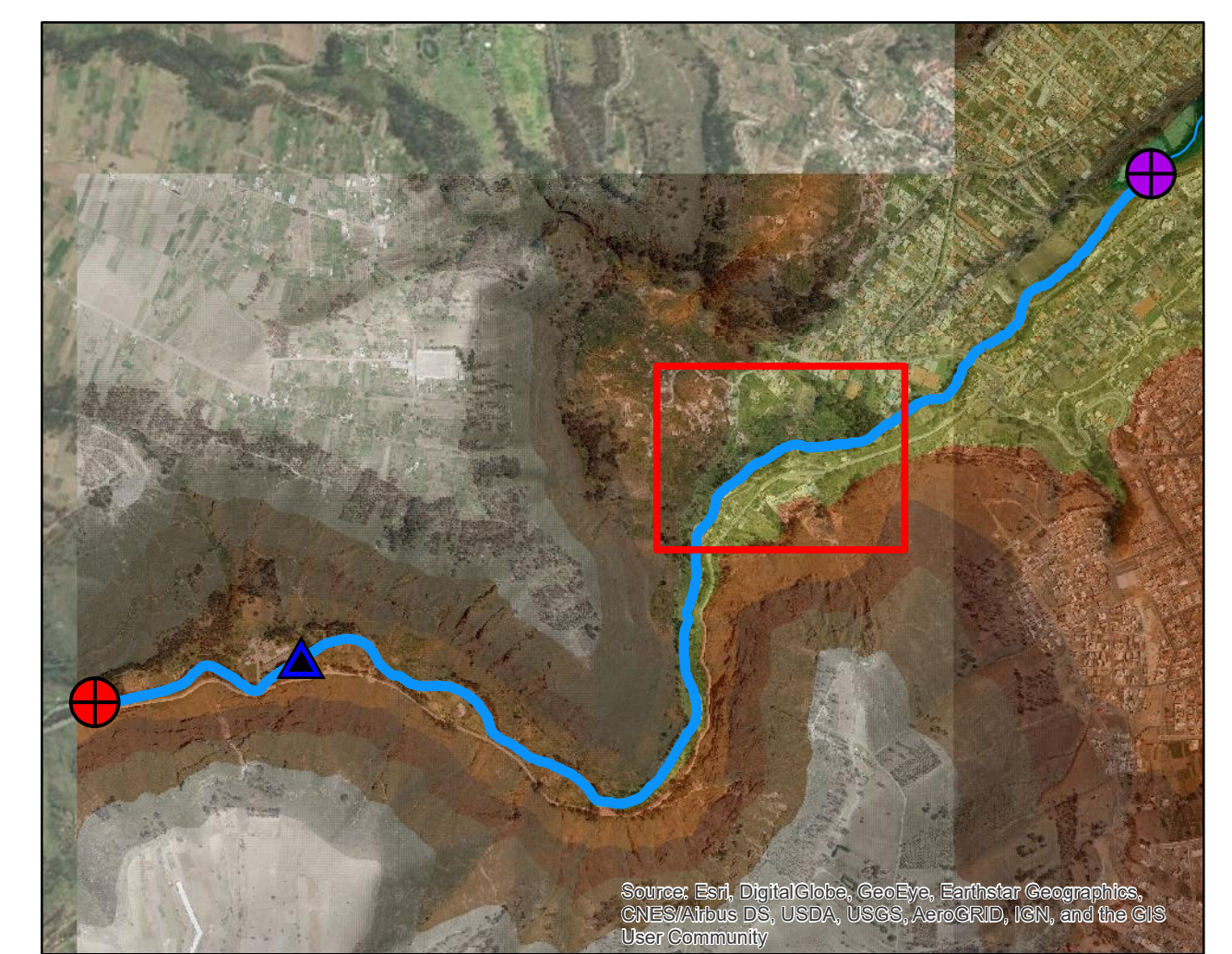
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



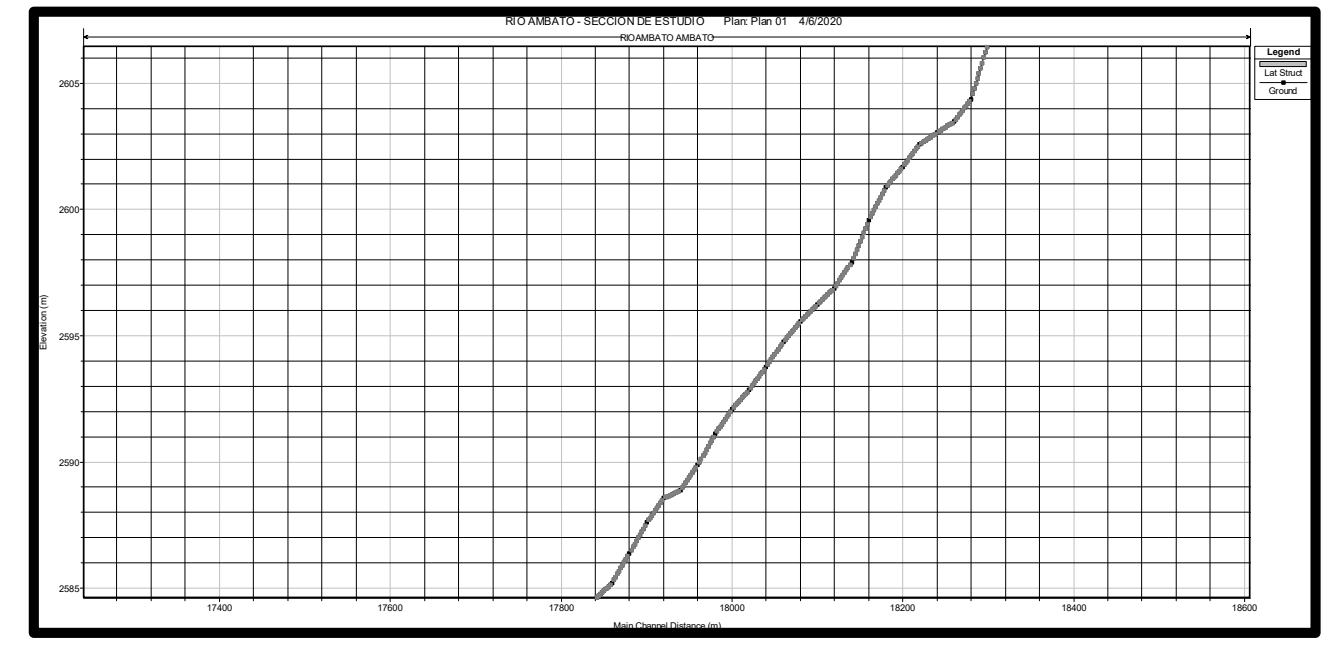
UBICACION



UBICACION ACTUAL

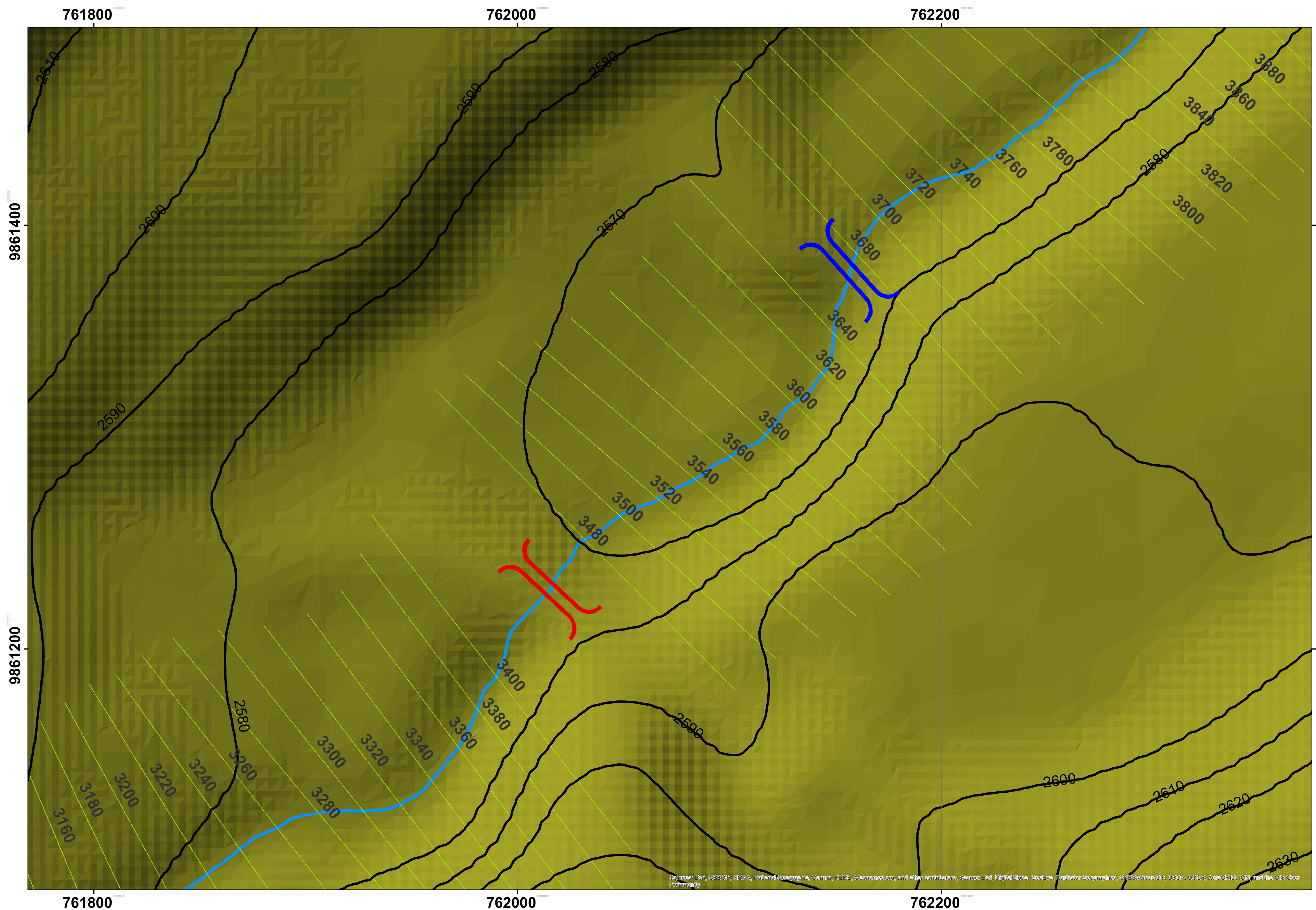


PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE:		
PLANO SUPERFICIE 5		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
08/06/2020	17	1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

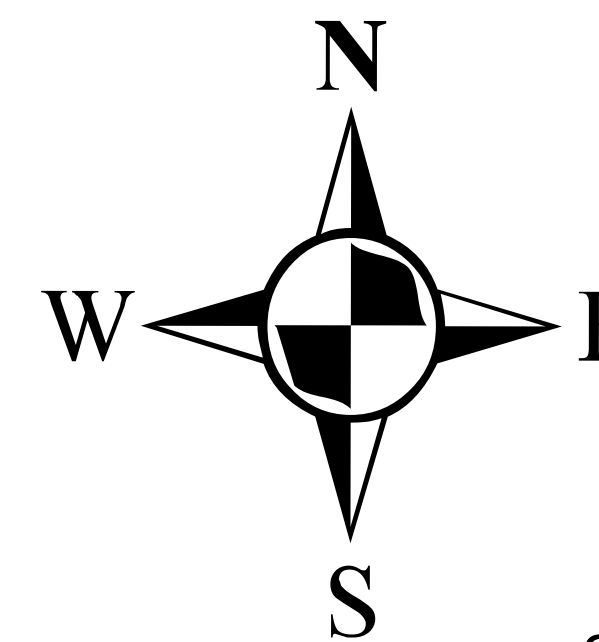
Elevación

- 2984.695 - 3070.803
- 2898.588 - 2984.695
- 2812.48 - 2898.588
- 2726.372 - 2812.48
- 2640.265 - 2726.372
- 2554.157 - 2640.265
- 2468.05 - 2554.157
- 2381.942 - 2468.05
- 2295.834 - 2381.942

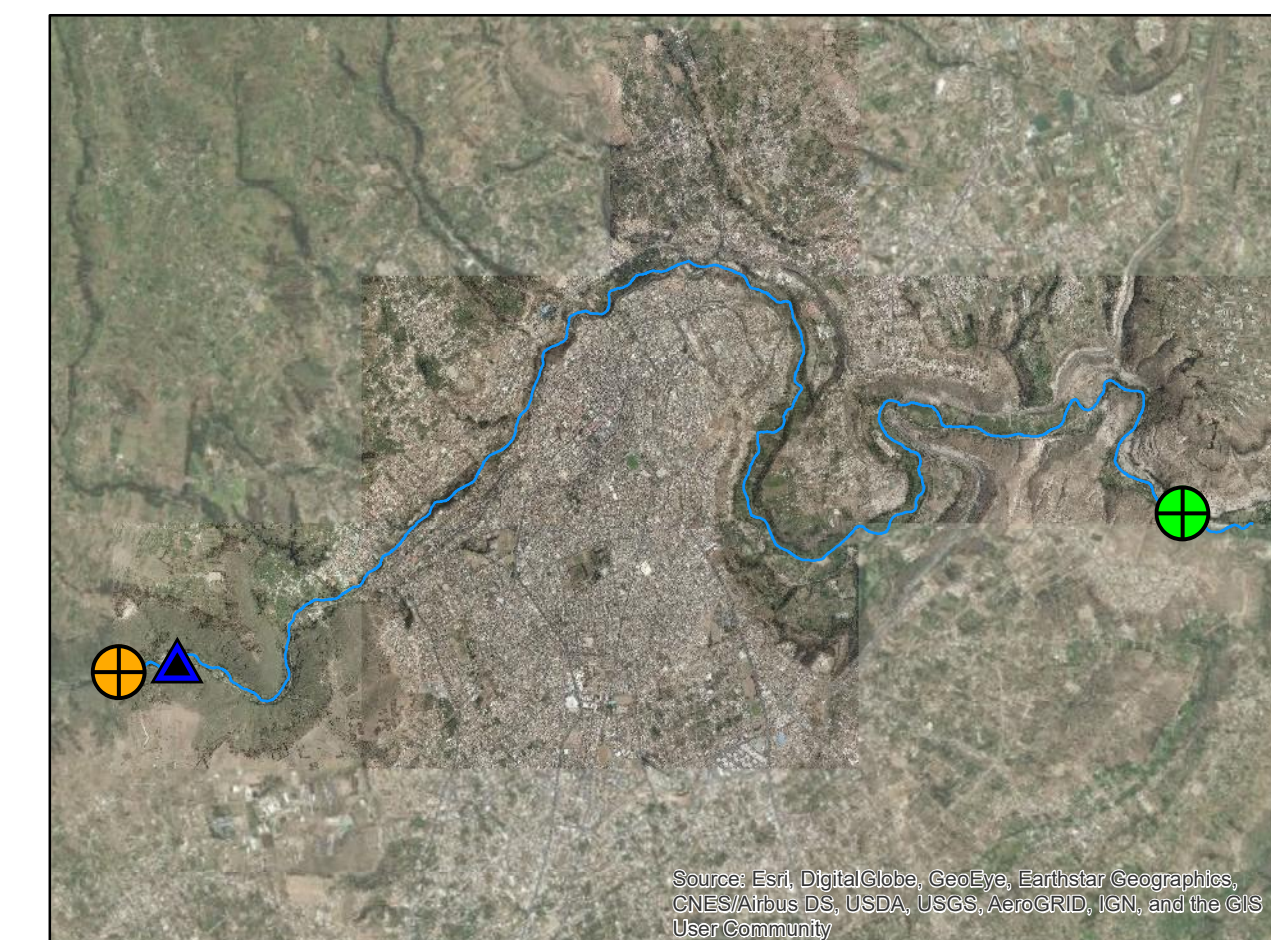
Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

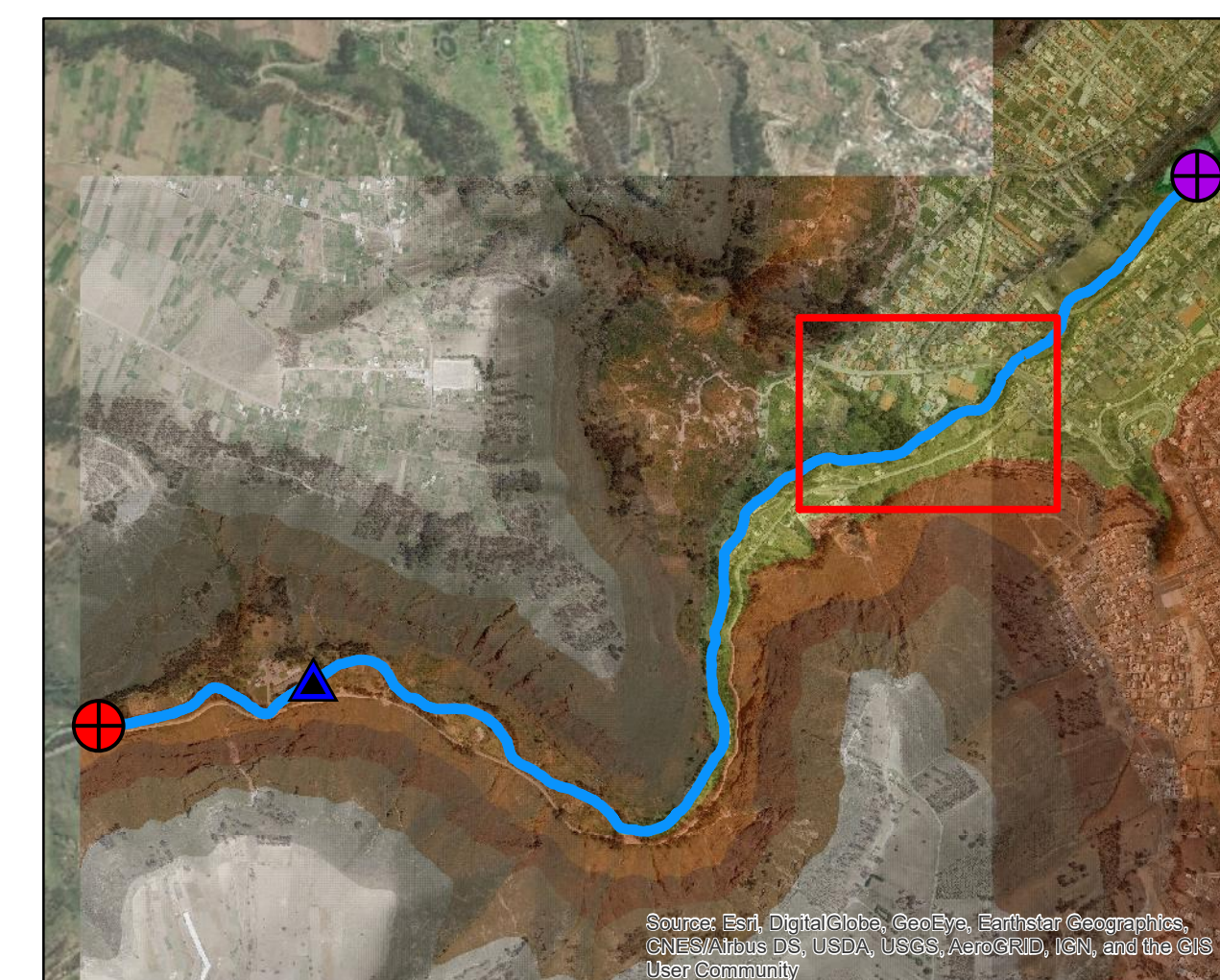
Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



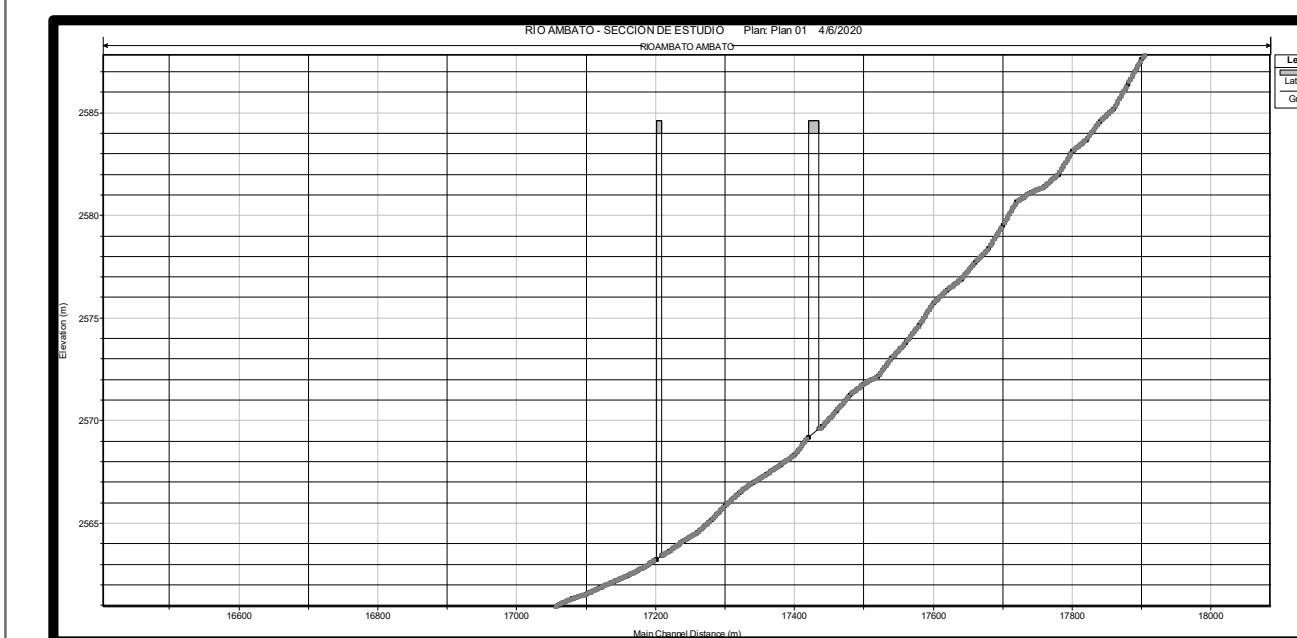
UBICACION



UBICACION ACTUAL



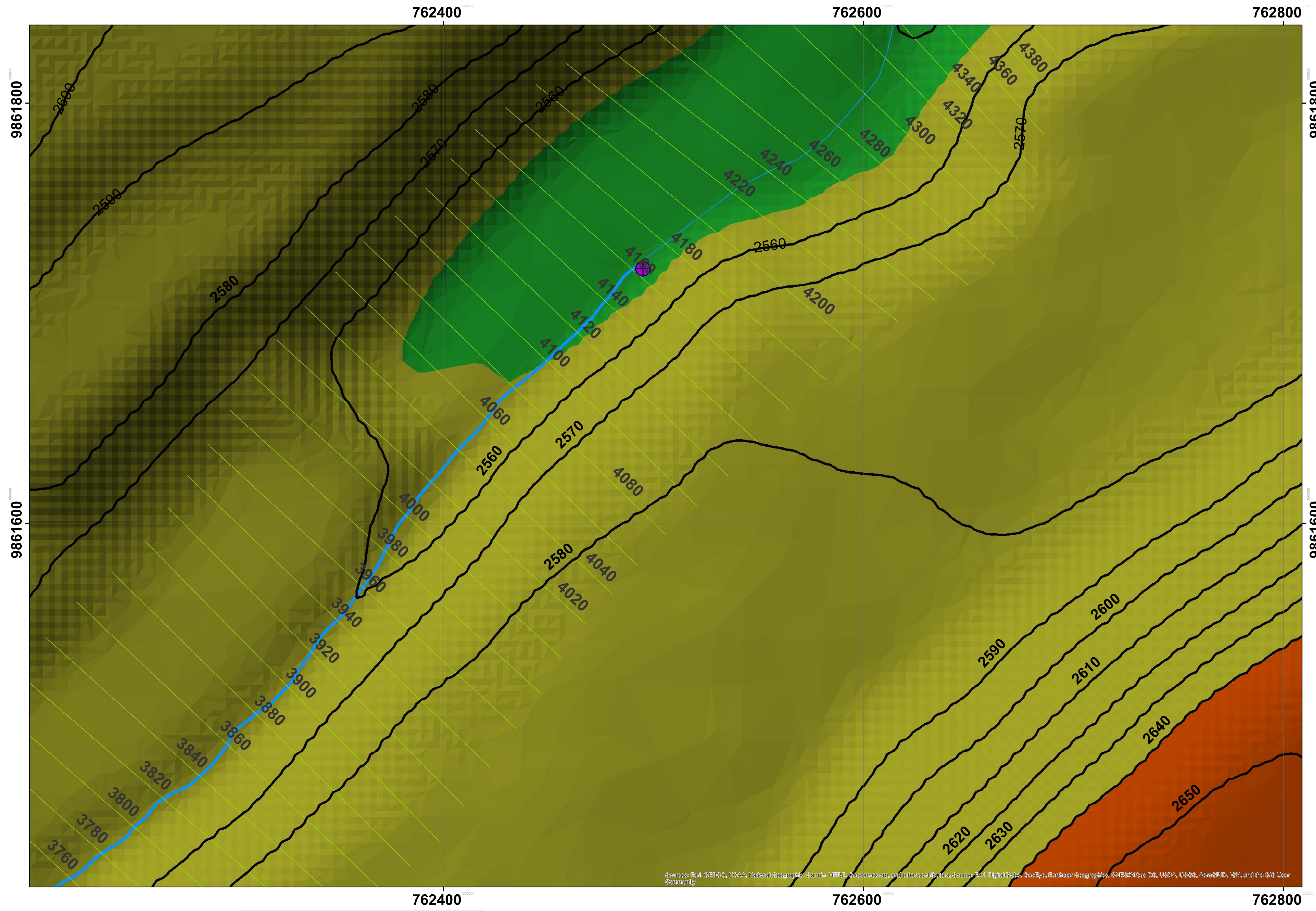
PERFIL LONGITUDINAL



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO SUPERFICIE 6

ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 08/06/2020	LAMINA: 18
	ESCALA: 1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones
- Tramo de Rio

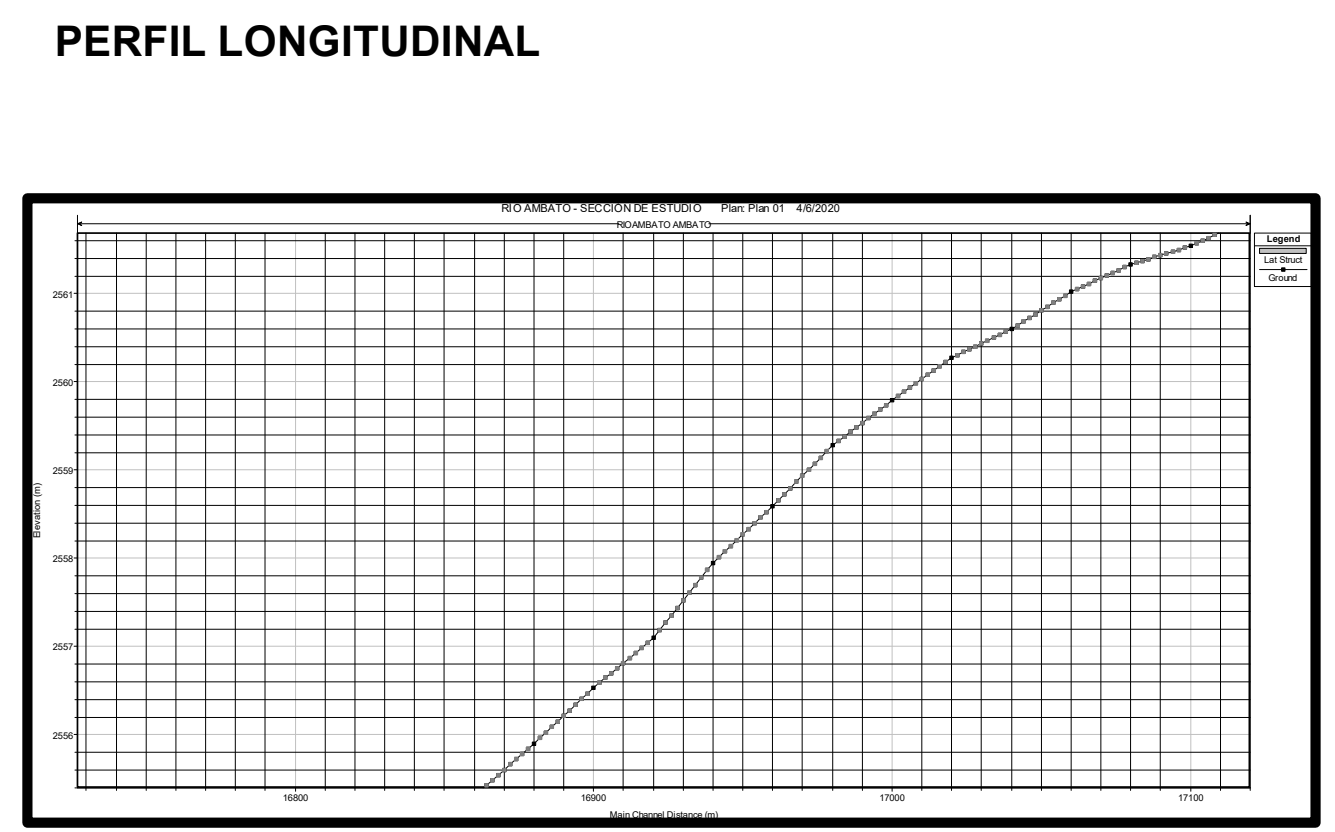
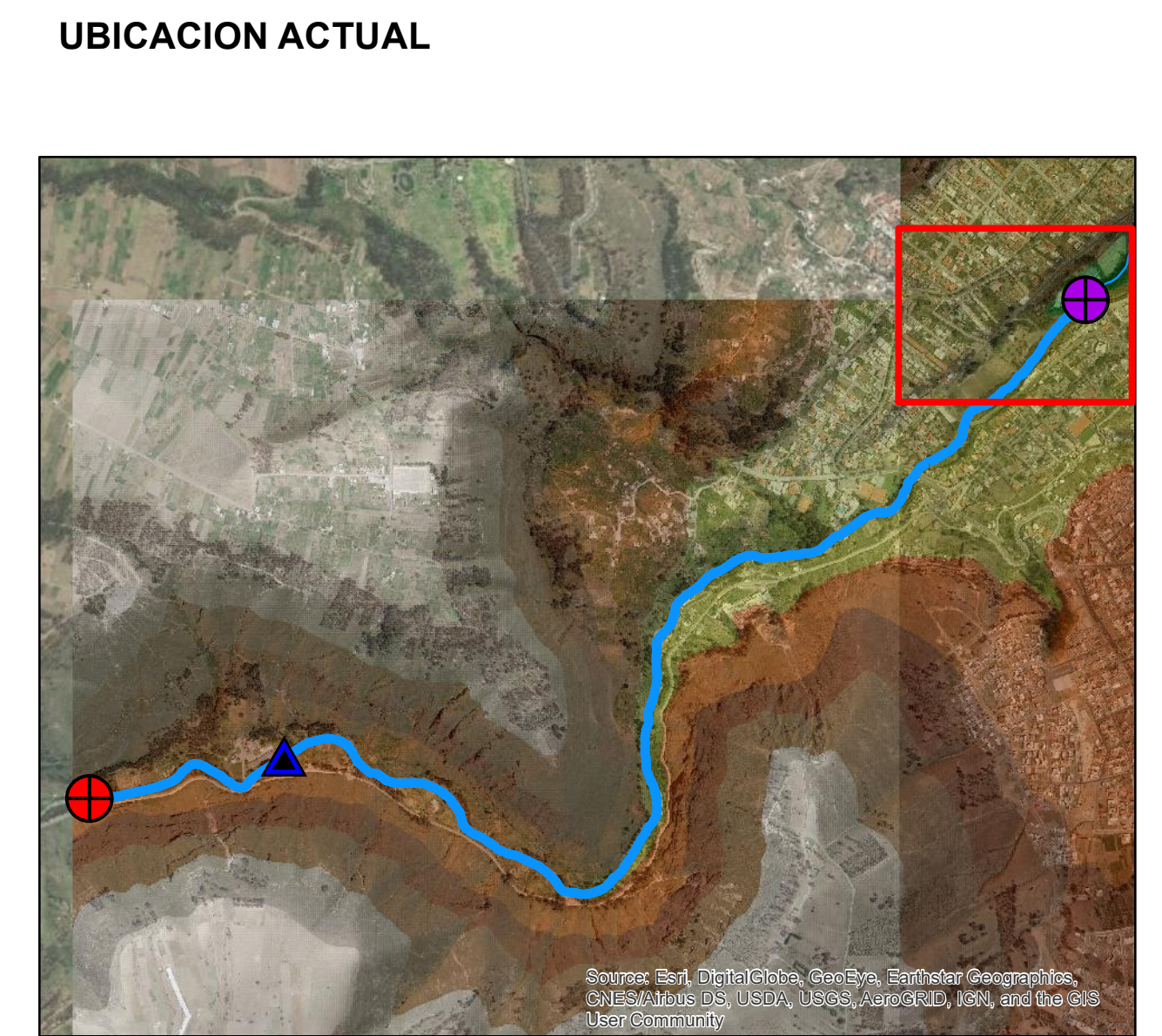
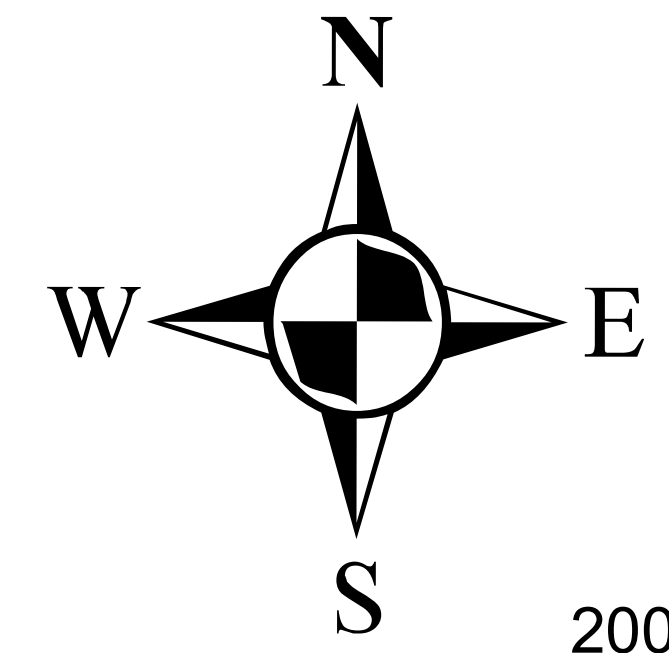
Elevación

	2984.695 - 3070.803
	2898.588 - 2984.695
	2812.48 - 2898.588
	2726.372 - 2812.48
	2640.265 - 2726.372
	2554.157 - 2640.265
	2468.05 - 2554.157
	2381.942 - 2468.05
	2295.834 - 2381.942

Curvas de Nivel

— Curvas Mayores 10 m

Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

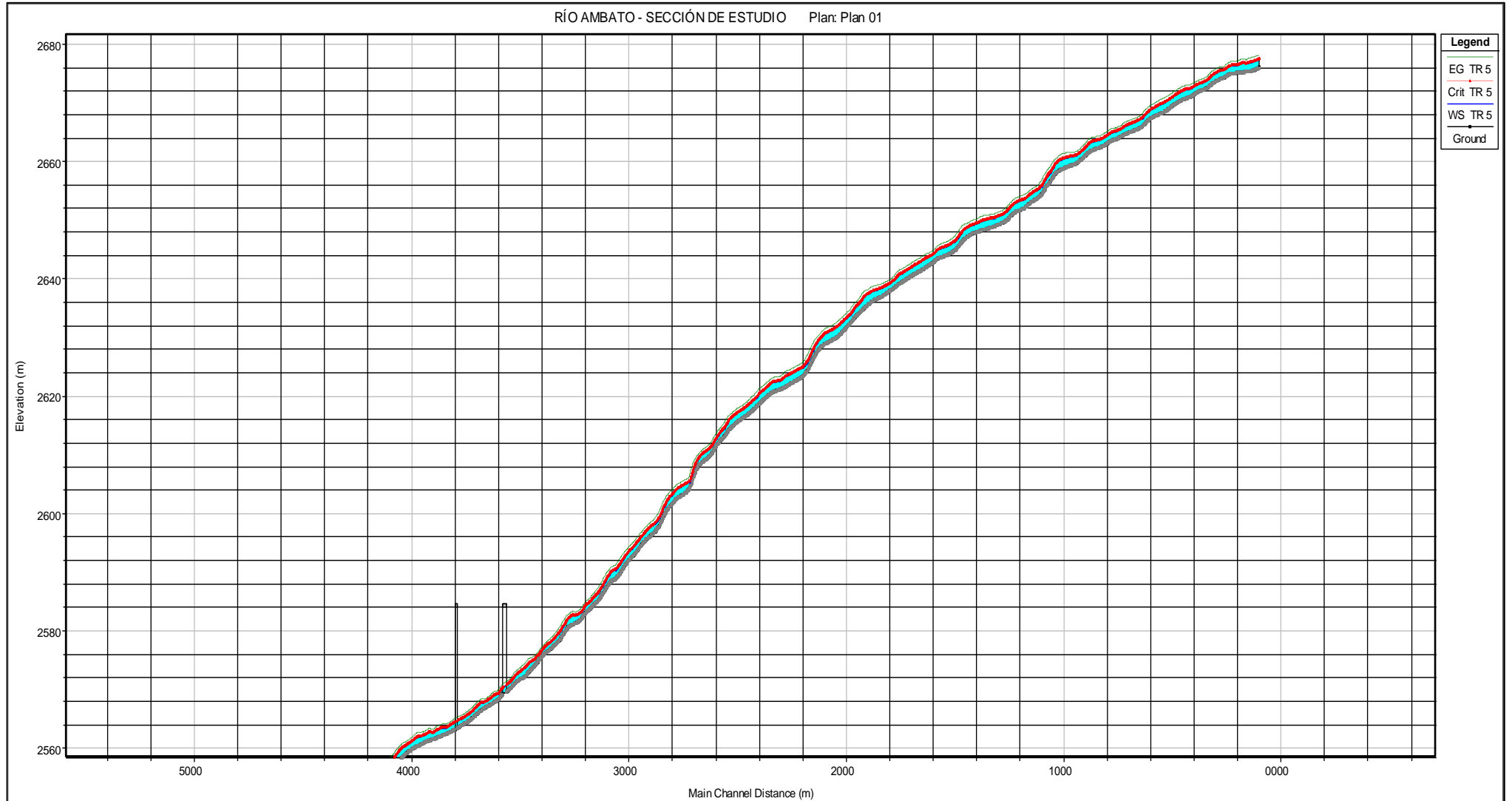


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
 CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

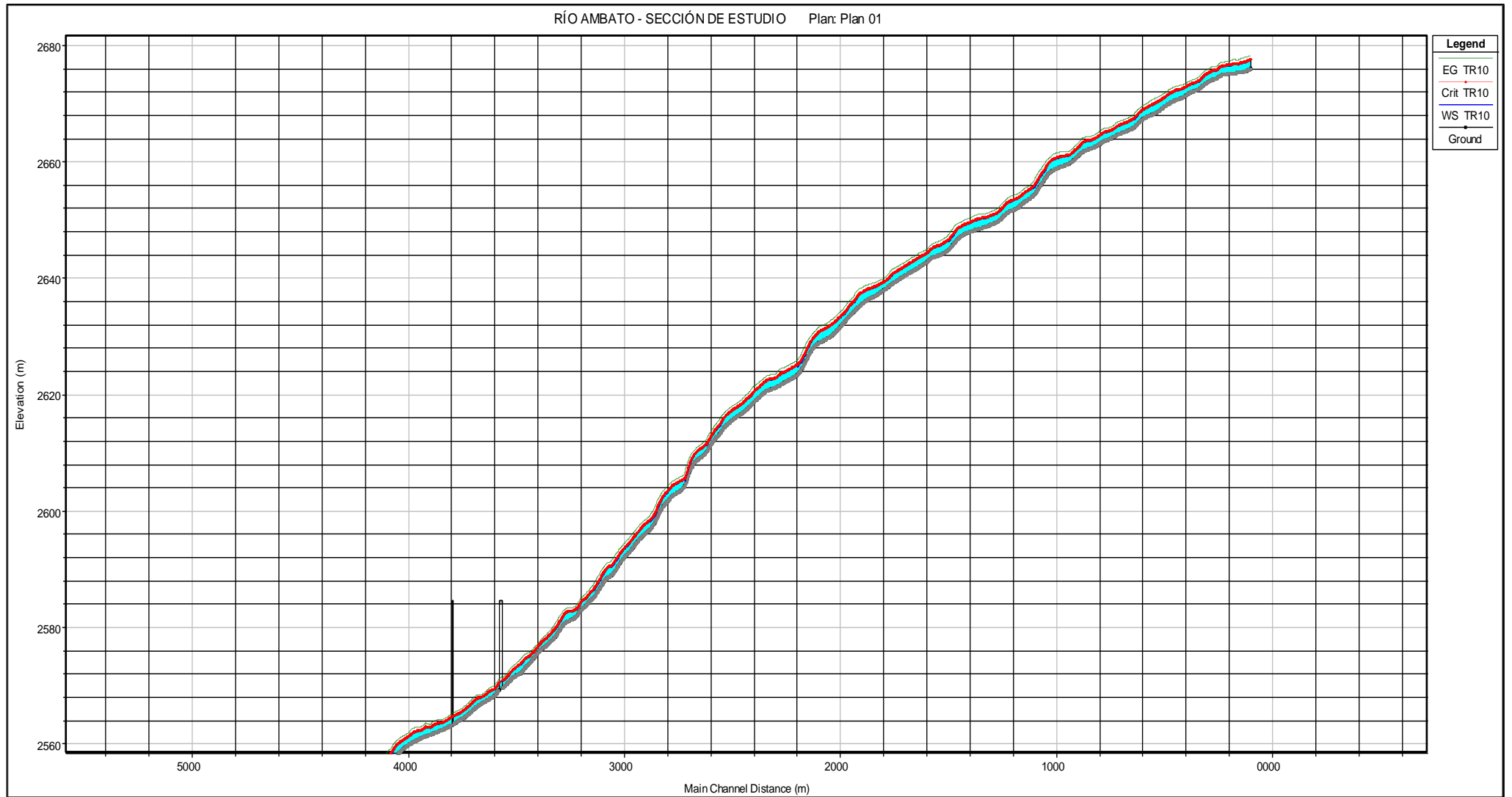
CONTIENE:		
PLANO SUPERFICIE 7		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
08/06/2020	19	1:1000

Anexo 9 – Perfiles longitudinales con flujo de agua

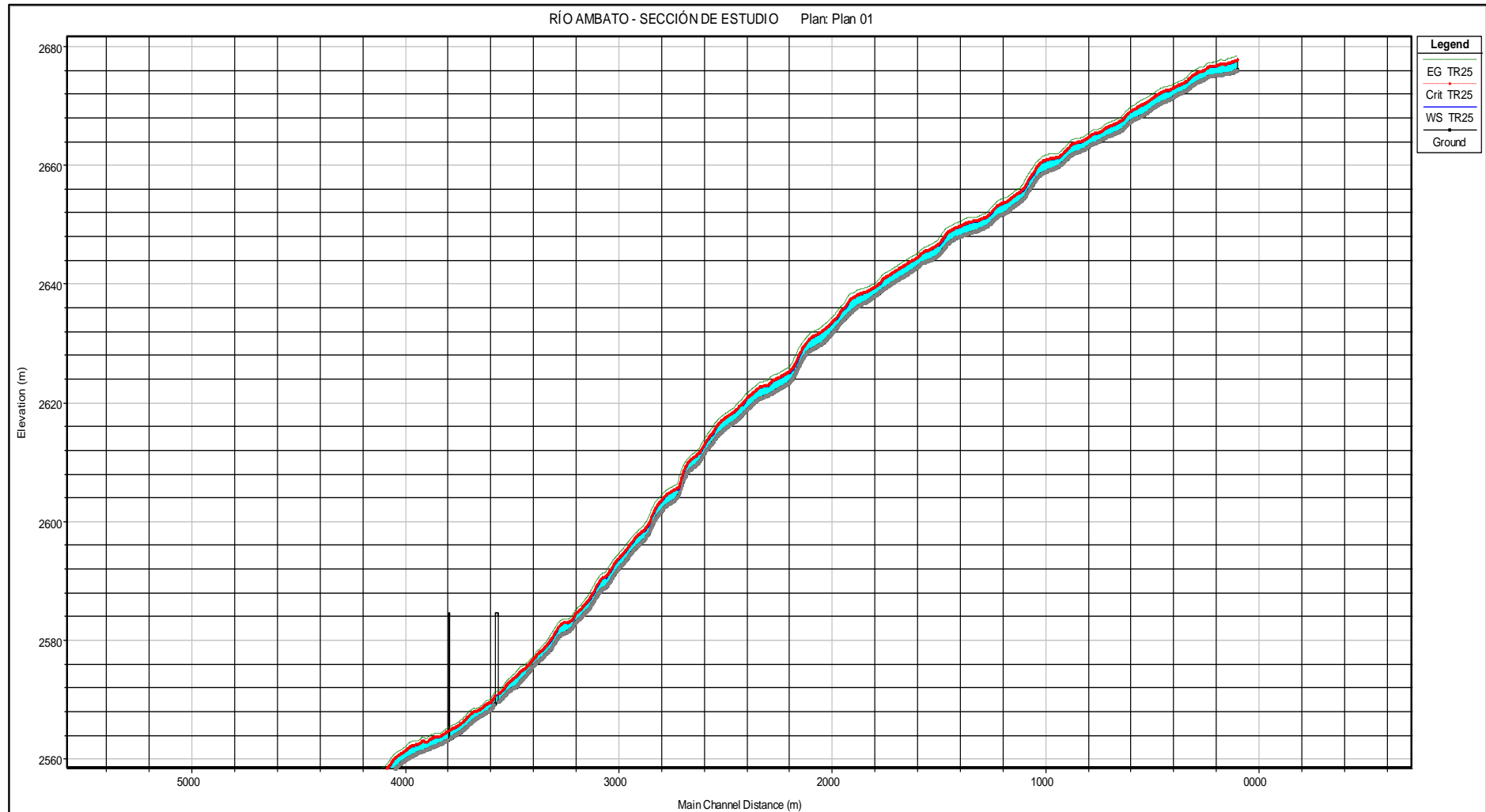
Tr = 5 años | Q = 75.037 m³/s



Tr = 10 años | Q = 83.929 m³/s

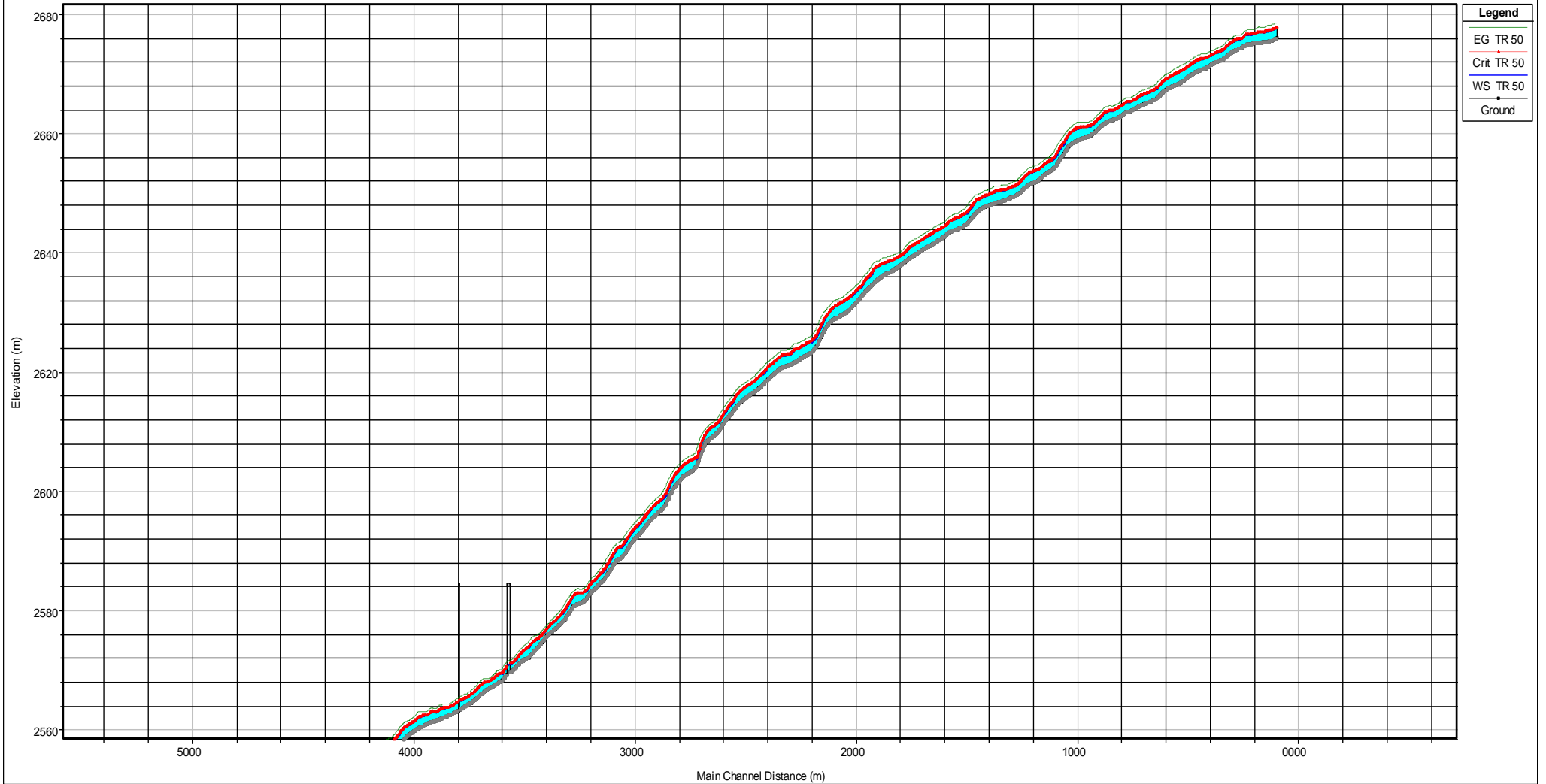


Tr = 25 años | Q = 95.164 m³/s



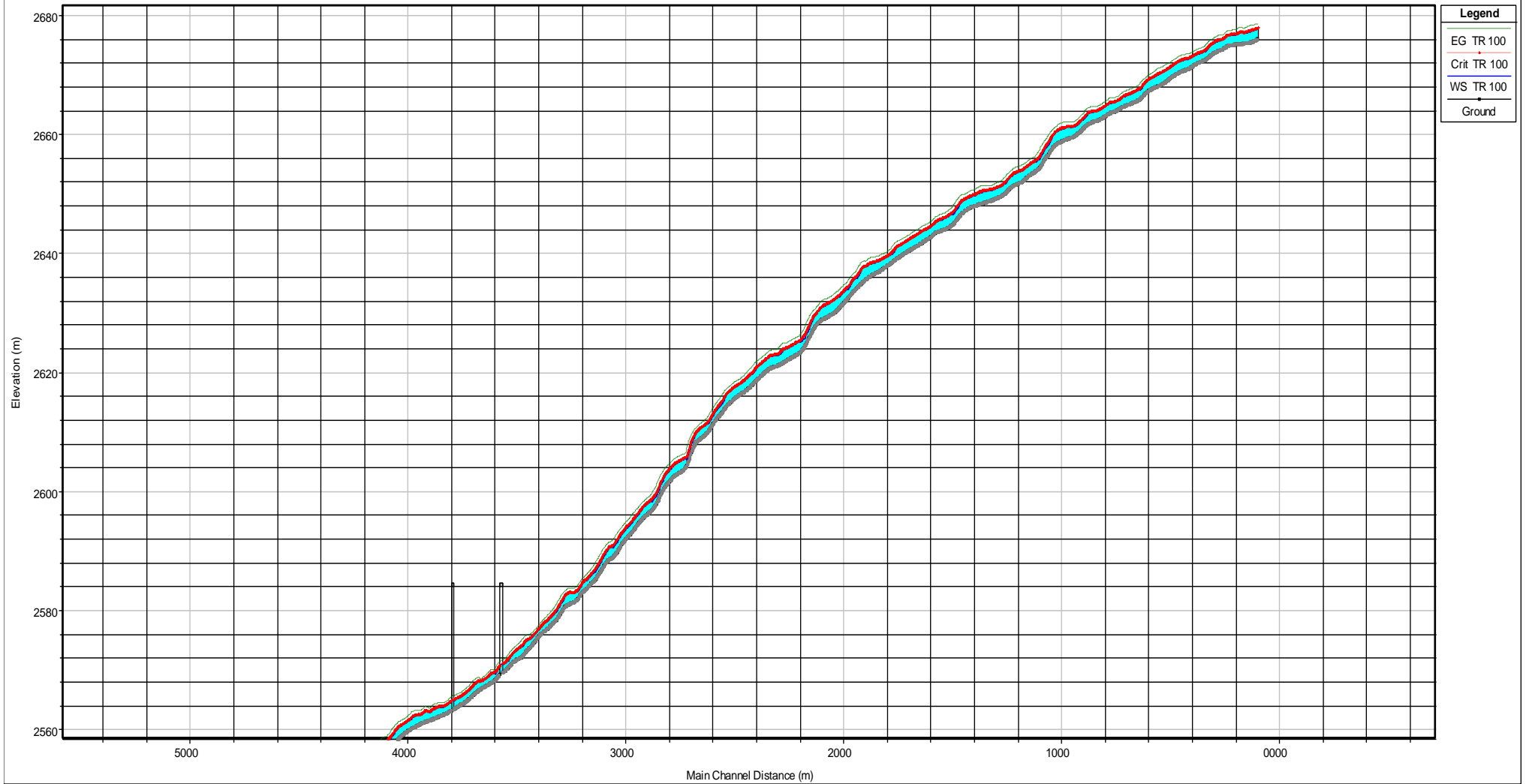
Tr = 50 años | Q = 103.499 m³/s

RÍO AMBATO - SECCIÓN DE ESTUDIO Plan: Plan 01

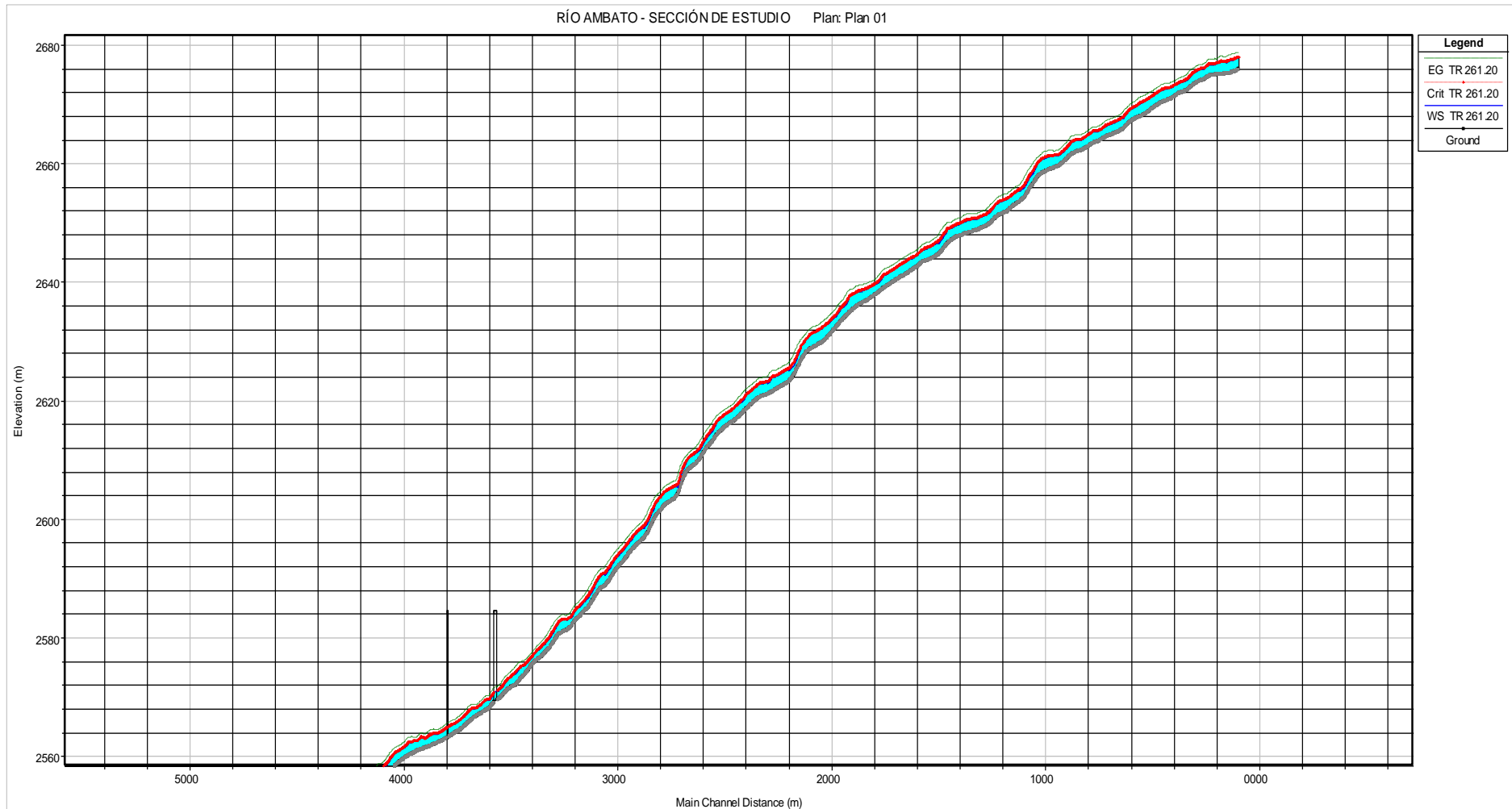


Tr = 100 años | Q = 111.772 m³/s

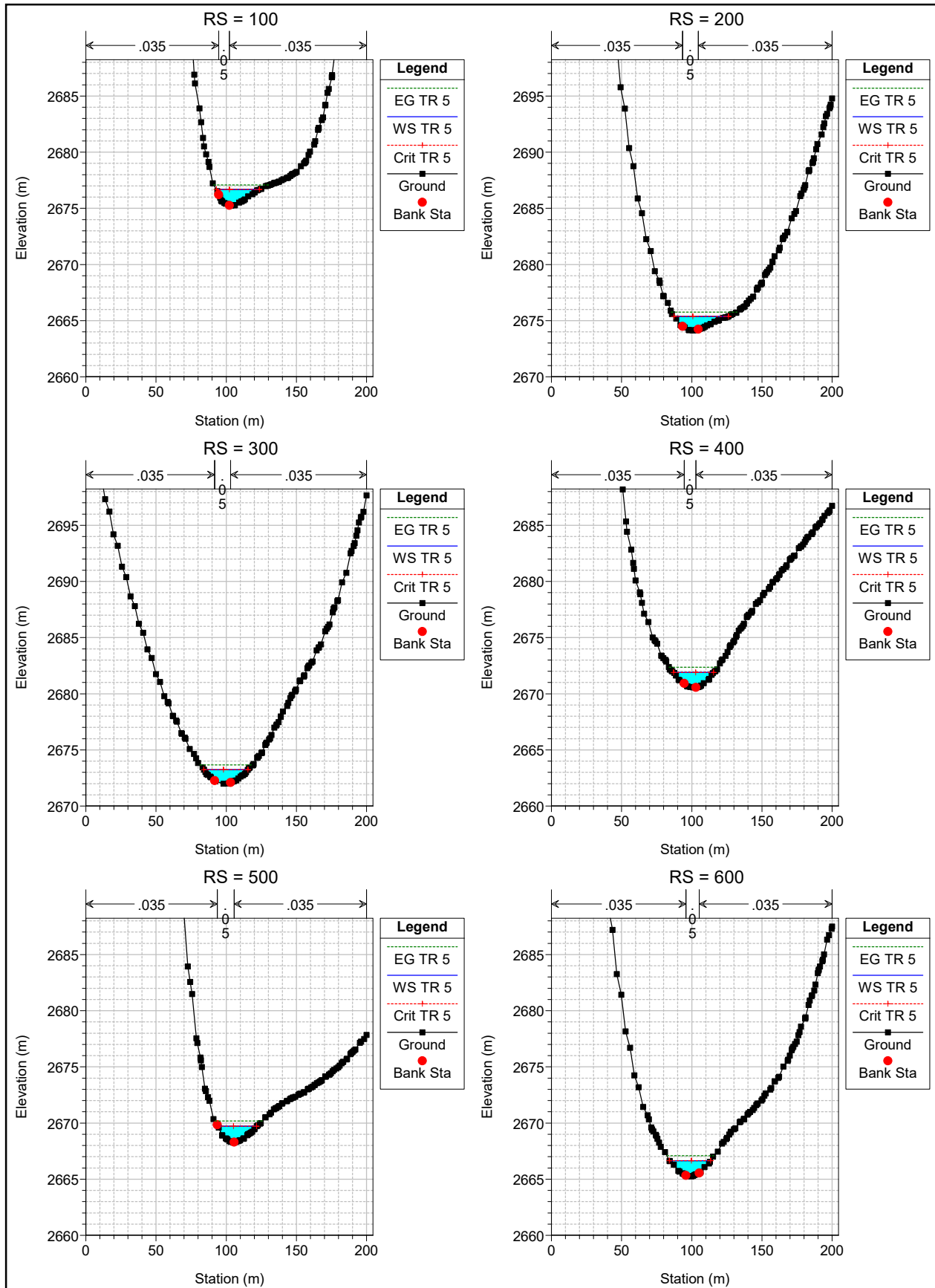
RÍO AMBATO - SECCIÓN DE ESTUDIO Plan: Plan 01



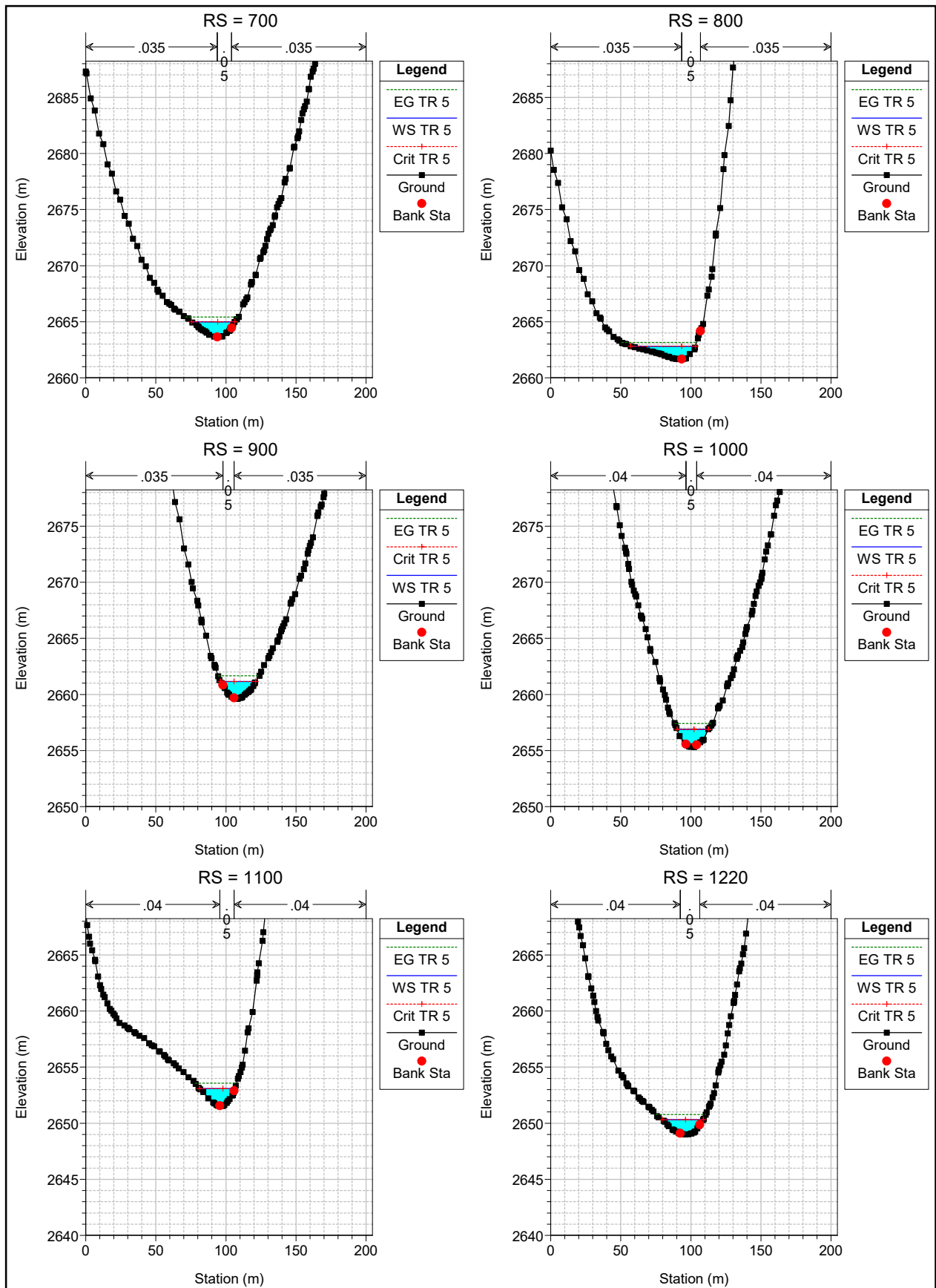
Tr = 261.20 años | Q = 123.185 m³/s



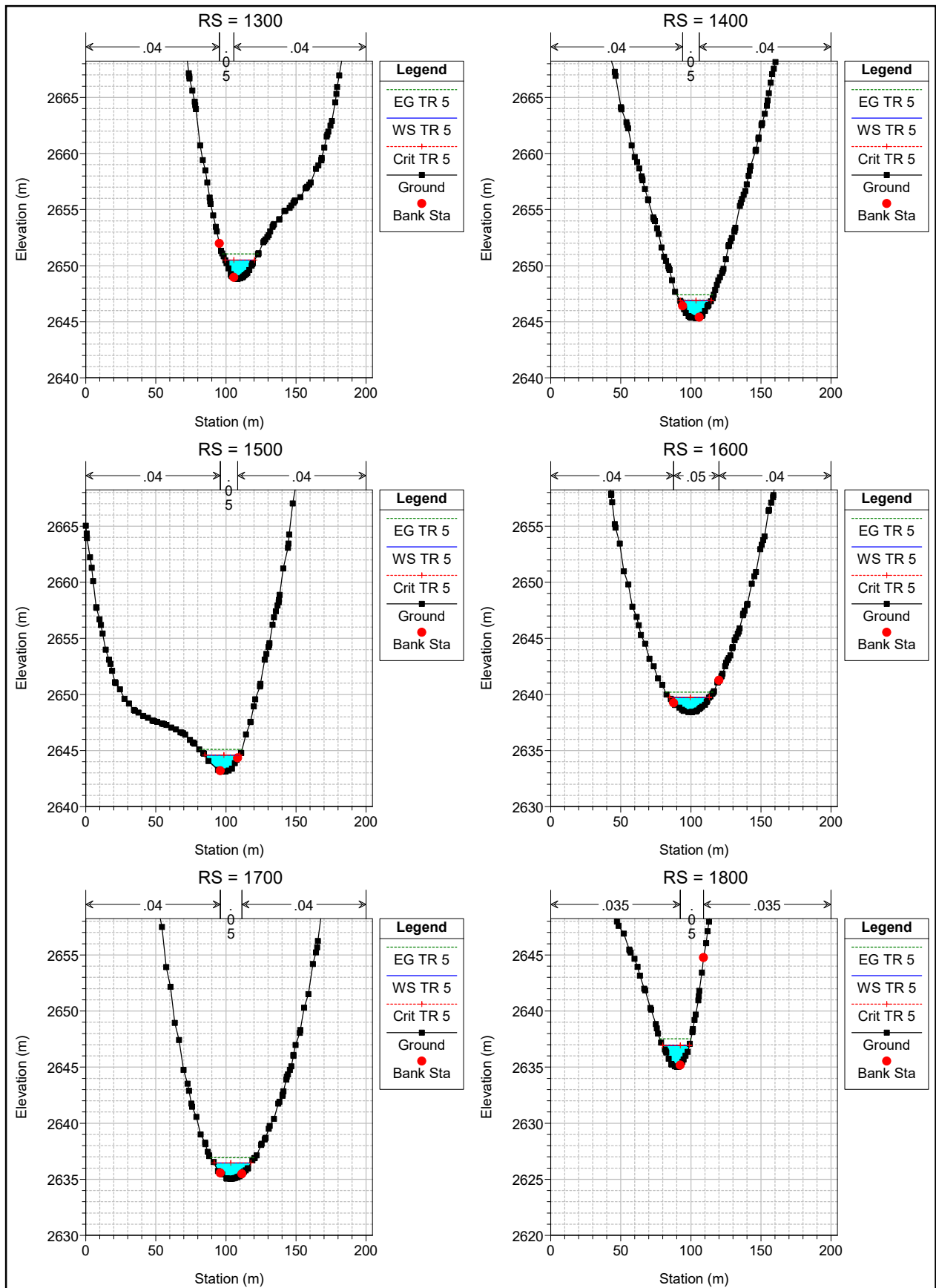
Anexo 10.- Secciones Transversales



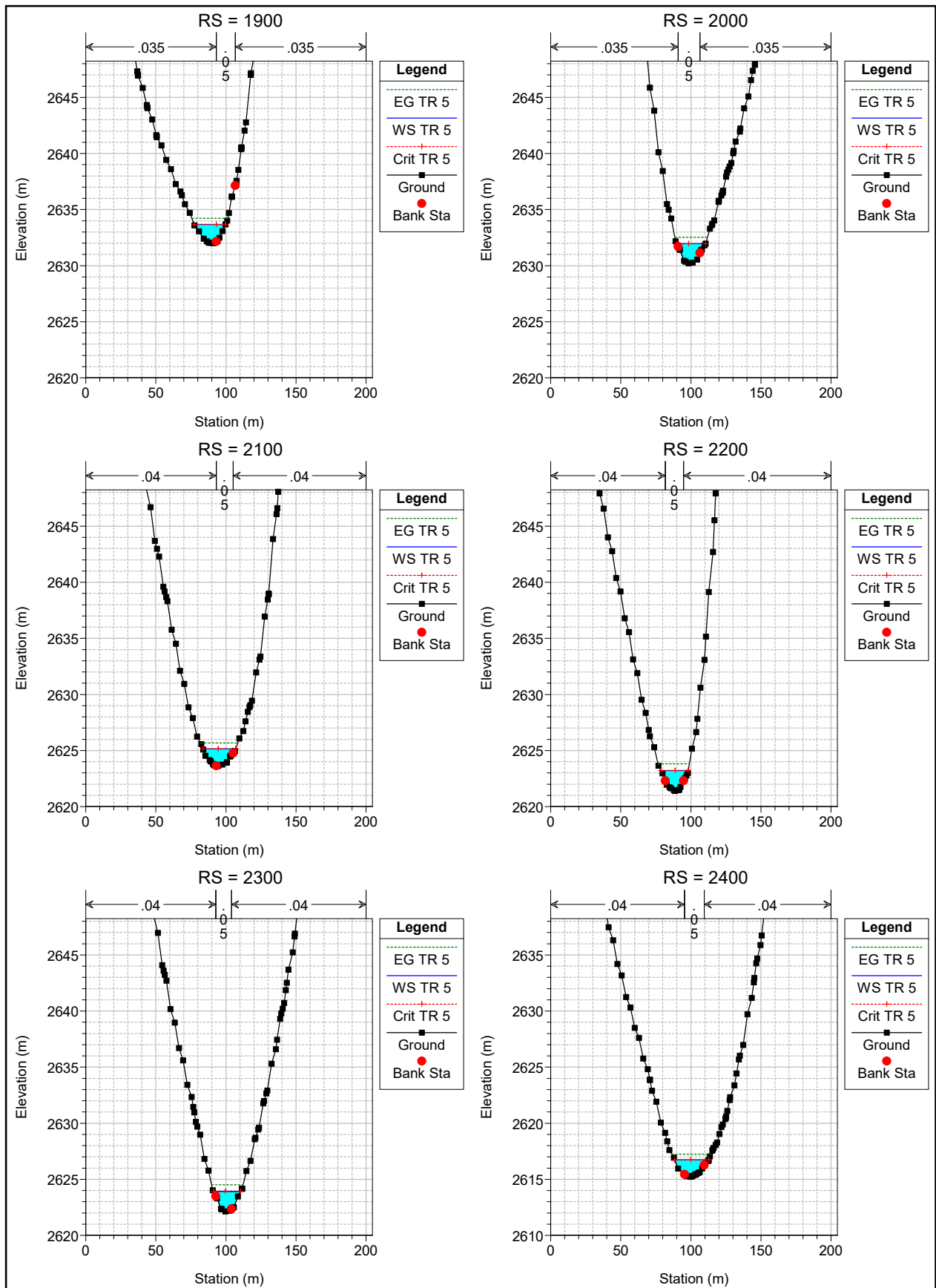
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



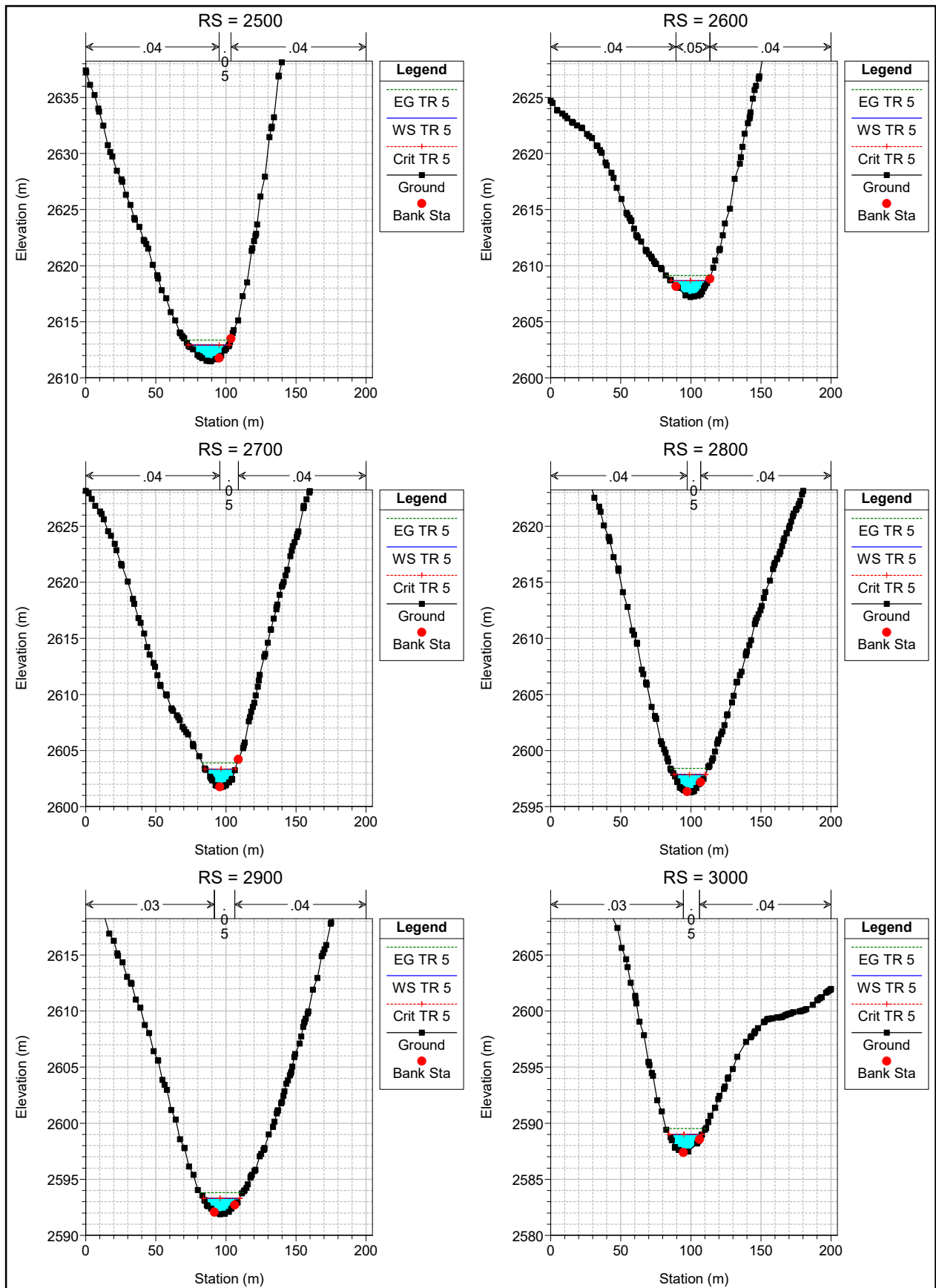
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



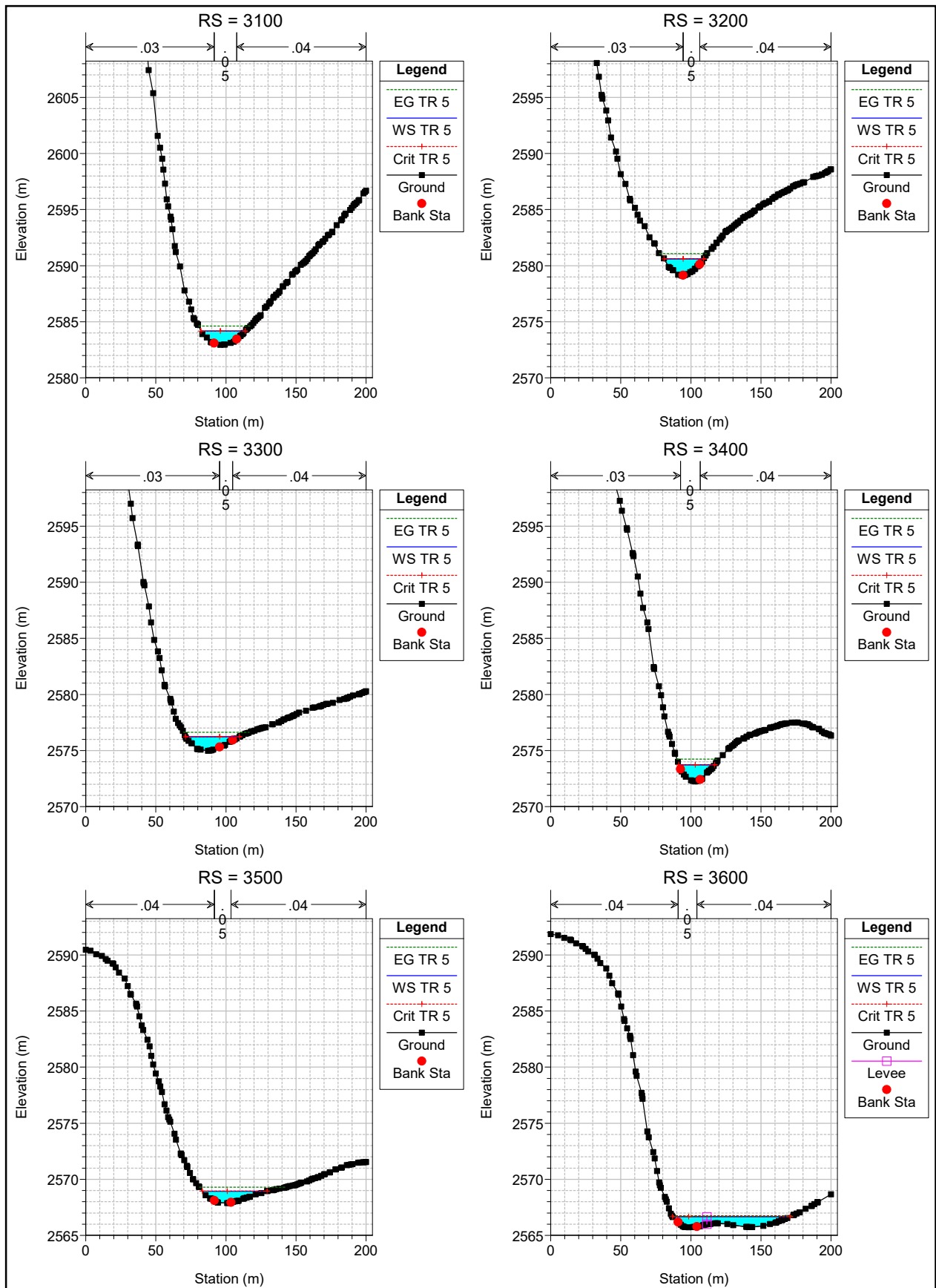
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



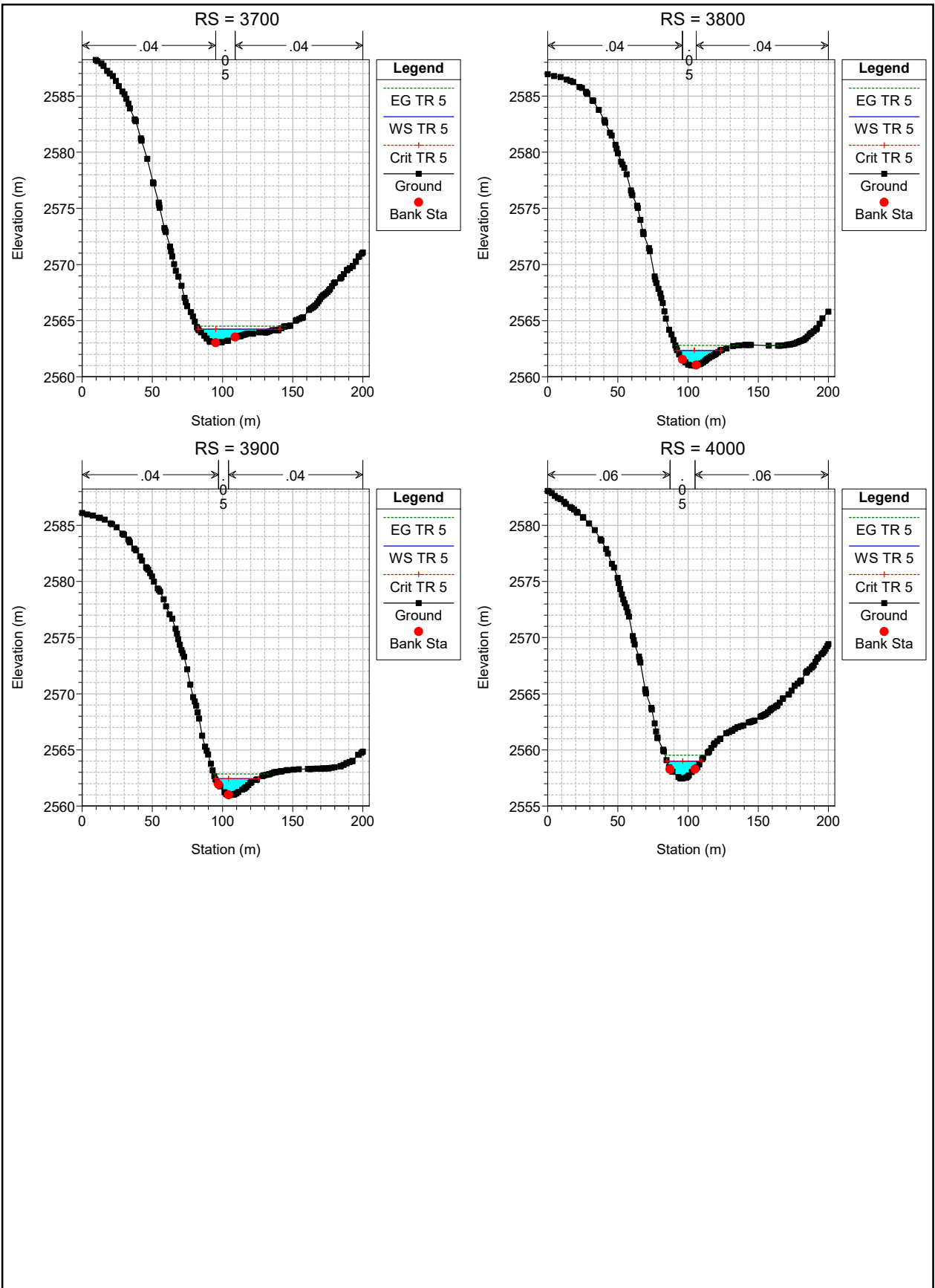
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



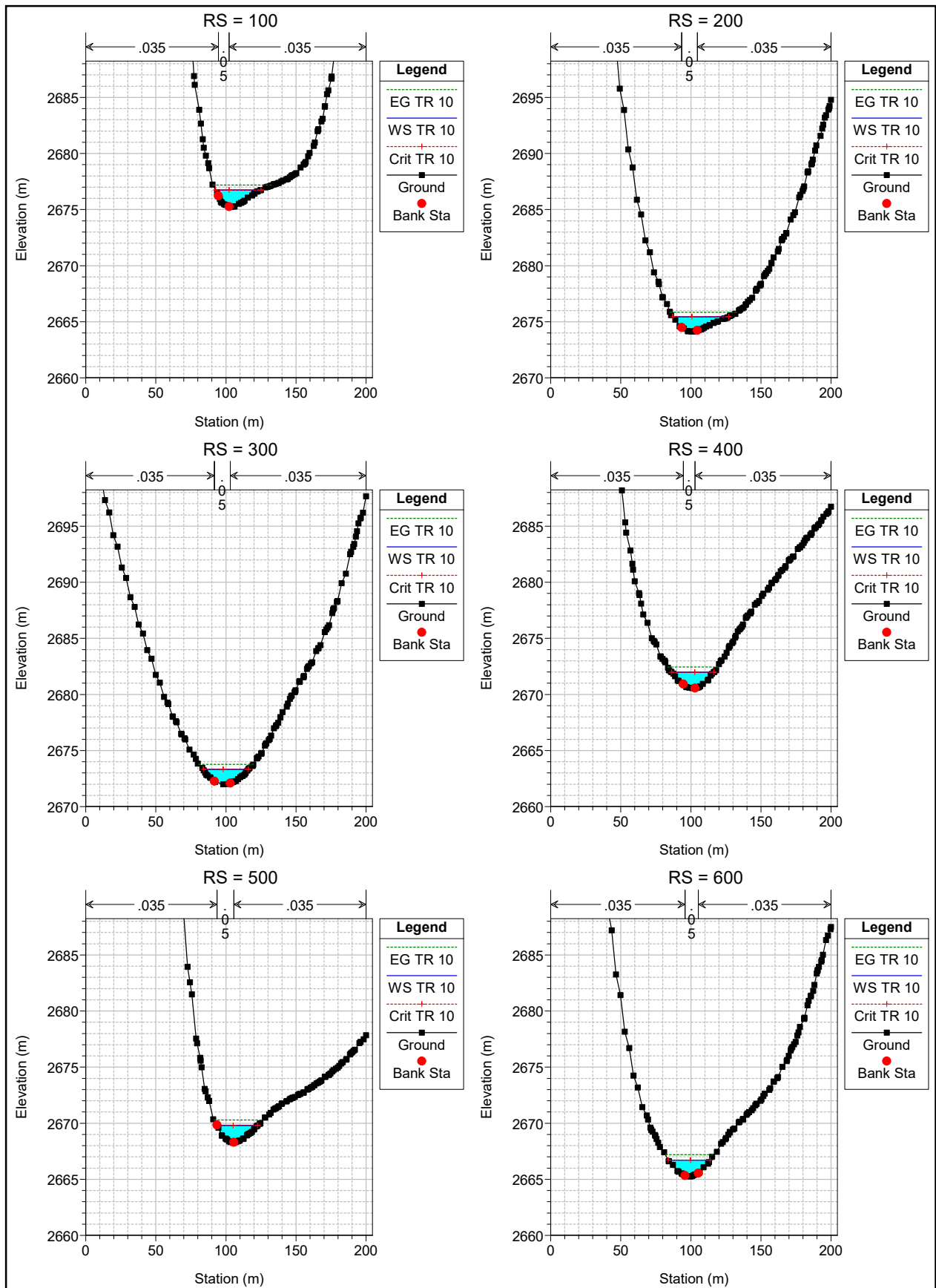
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



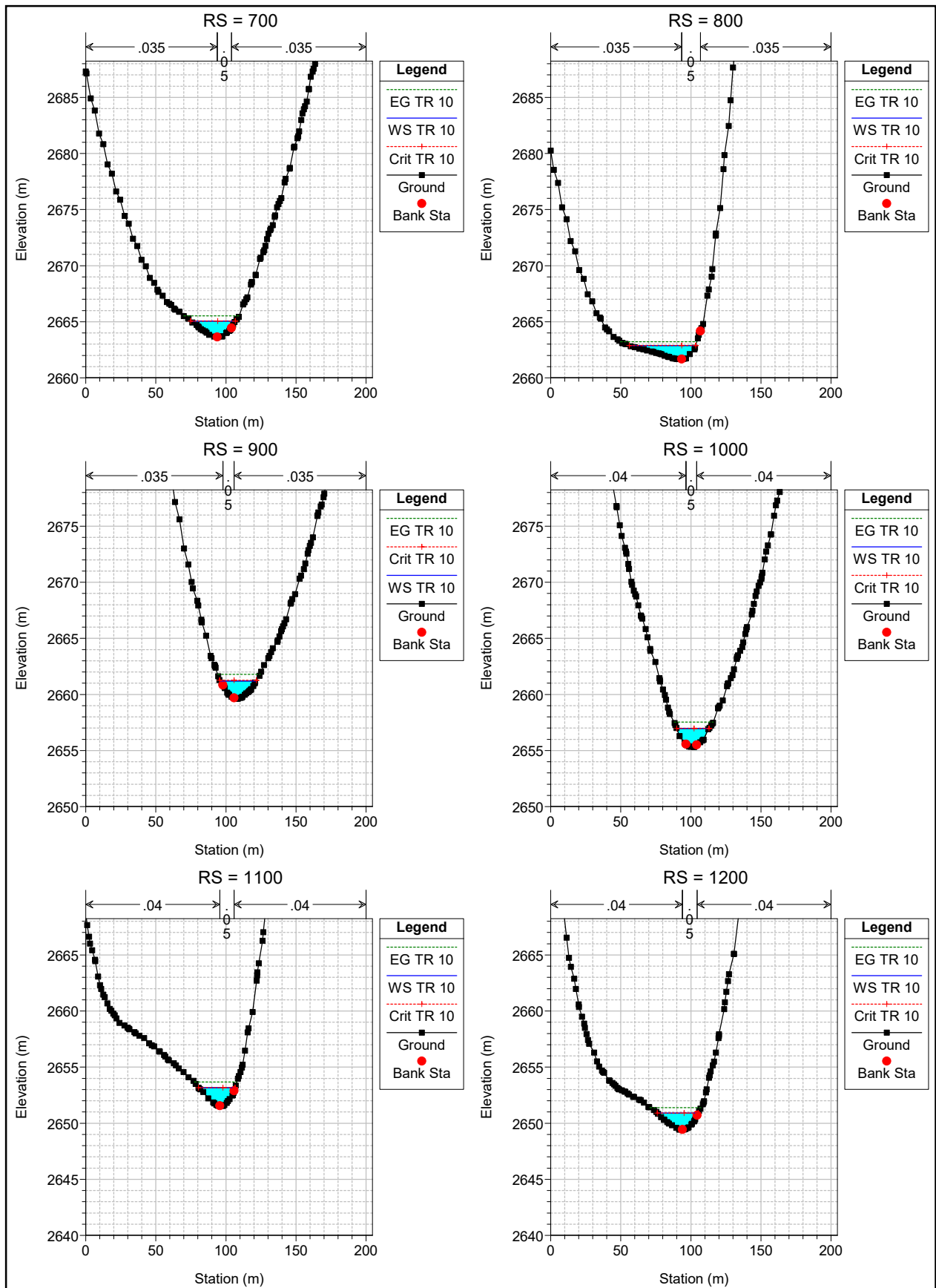
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



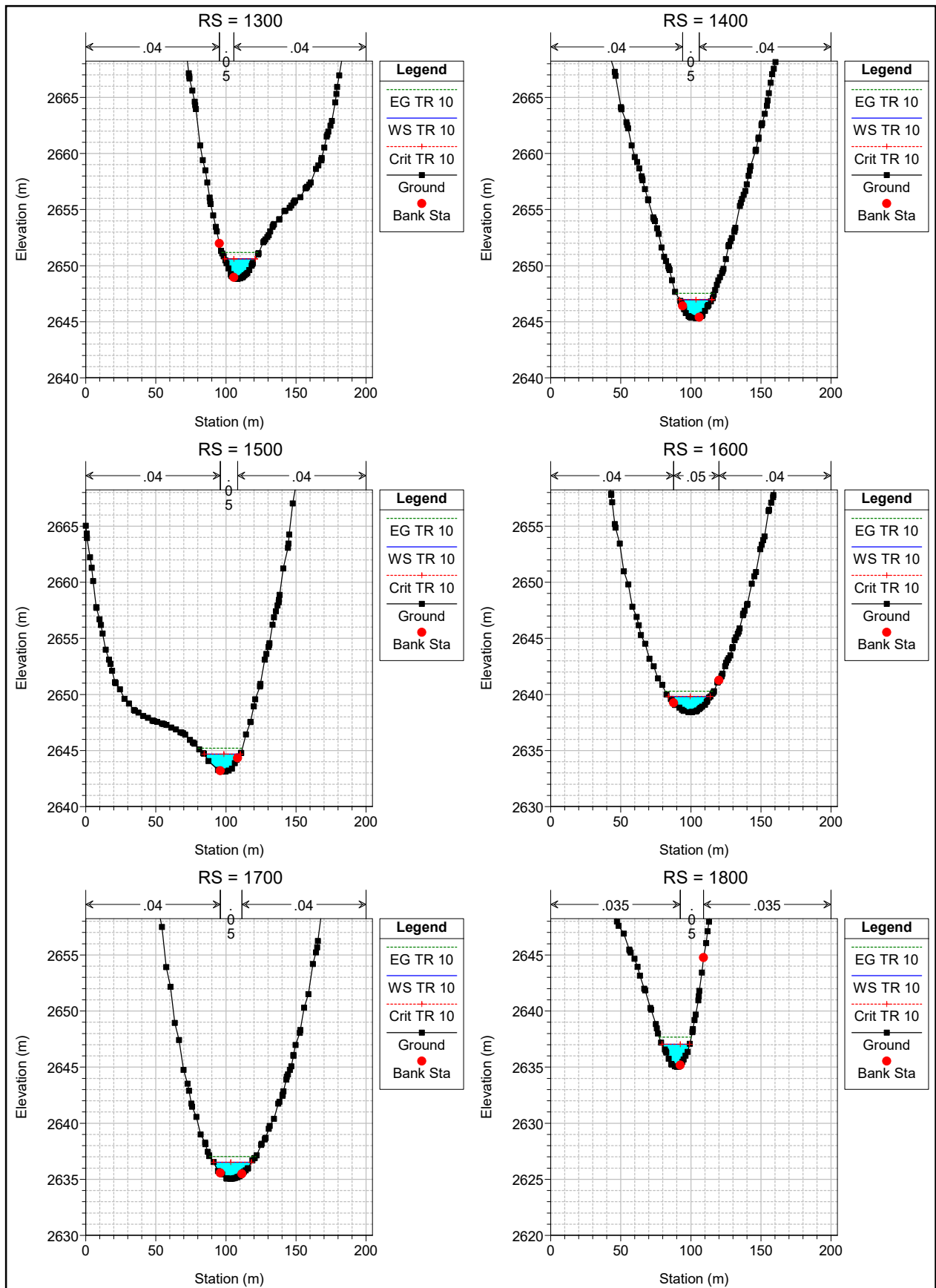
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



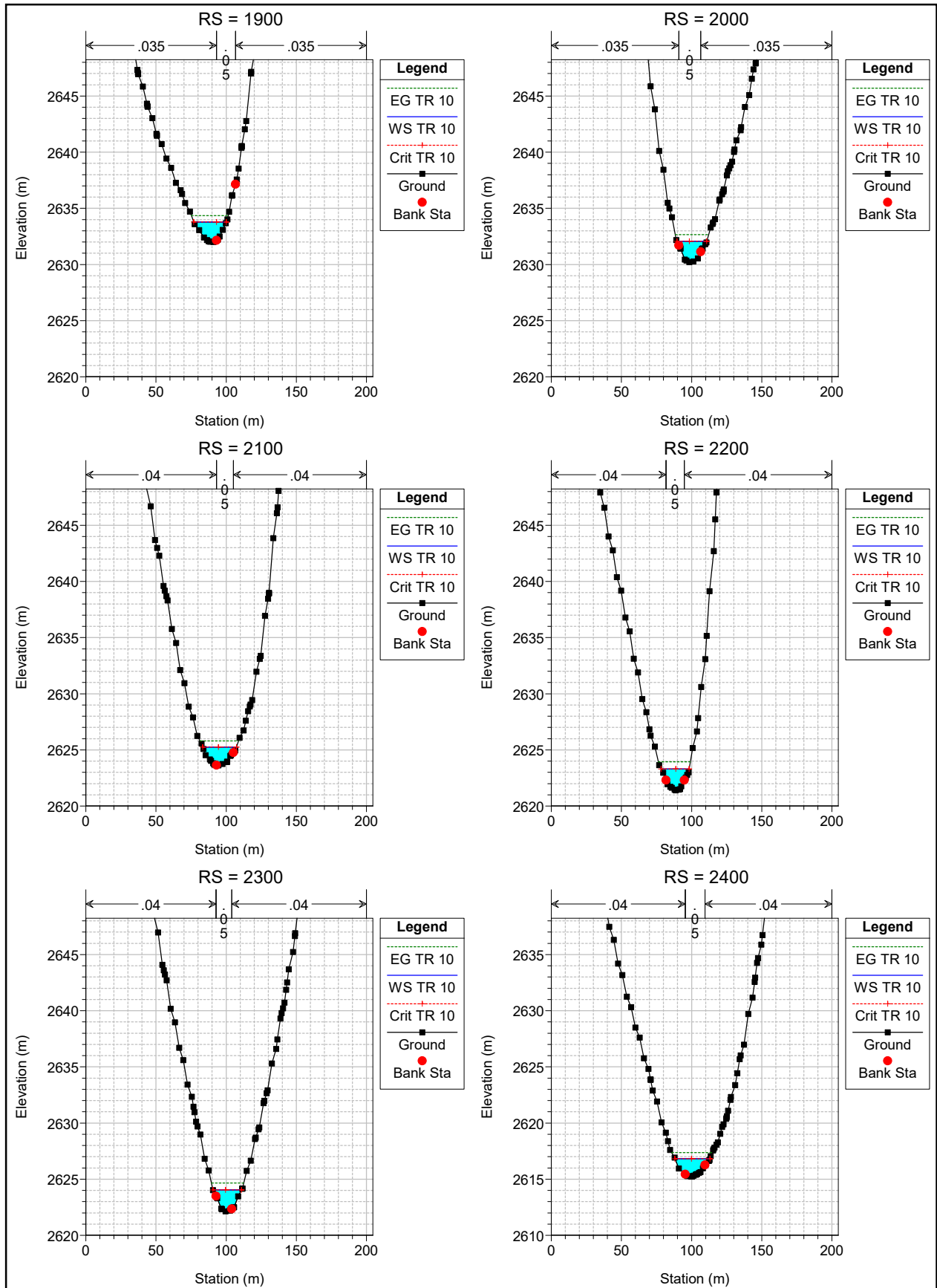
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



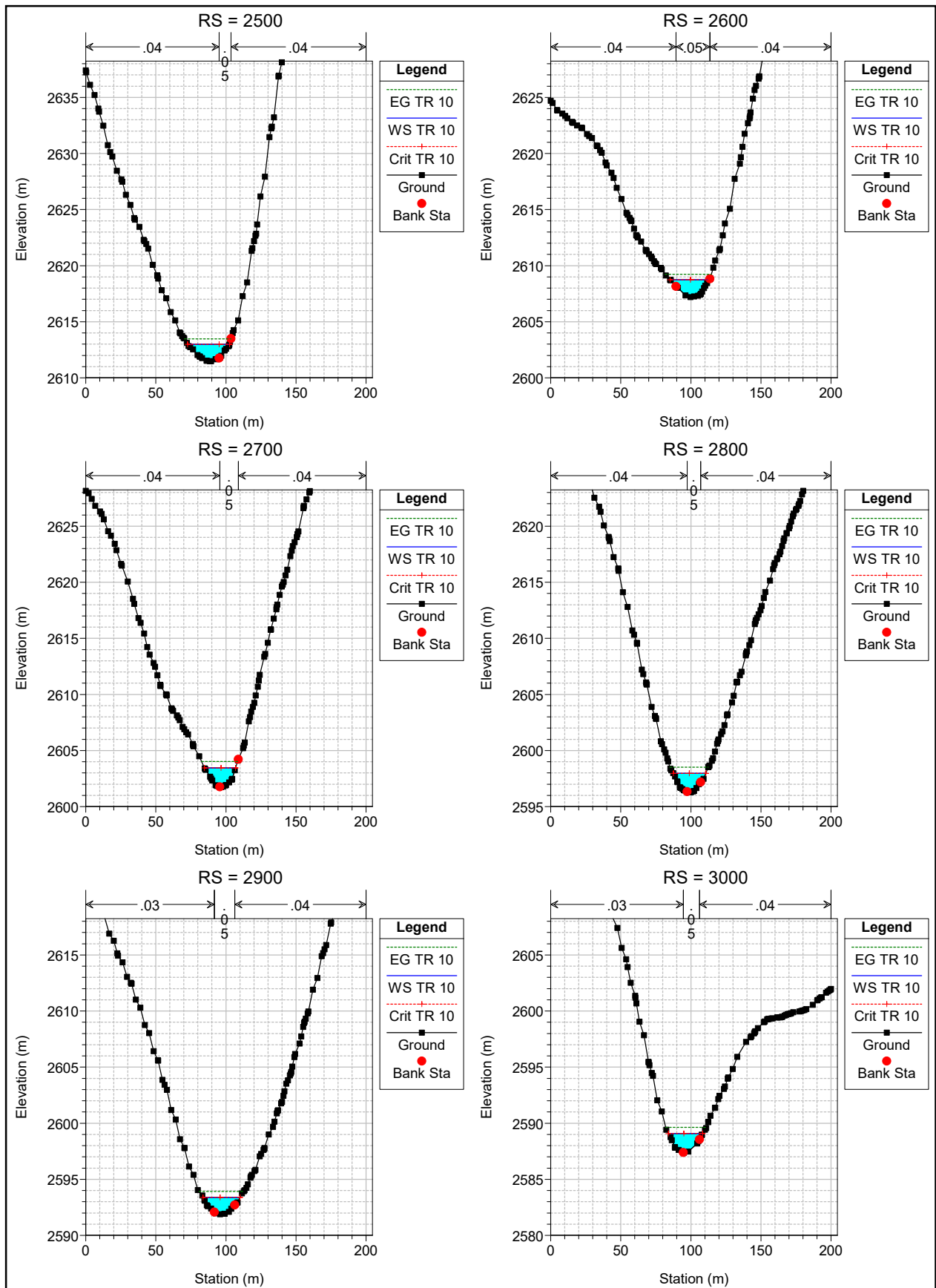
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



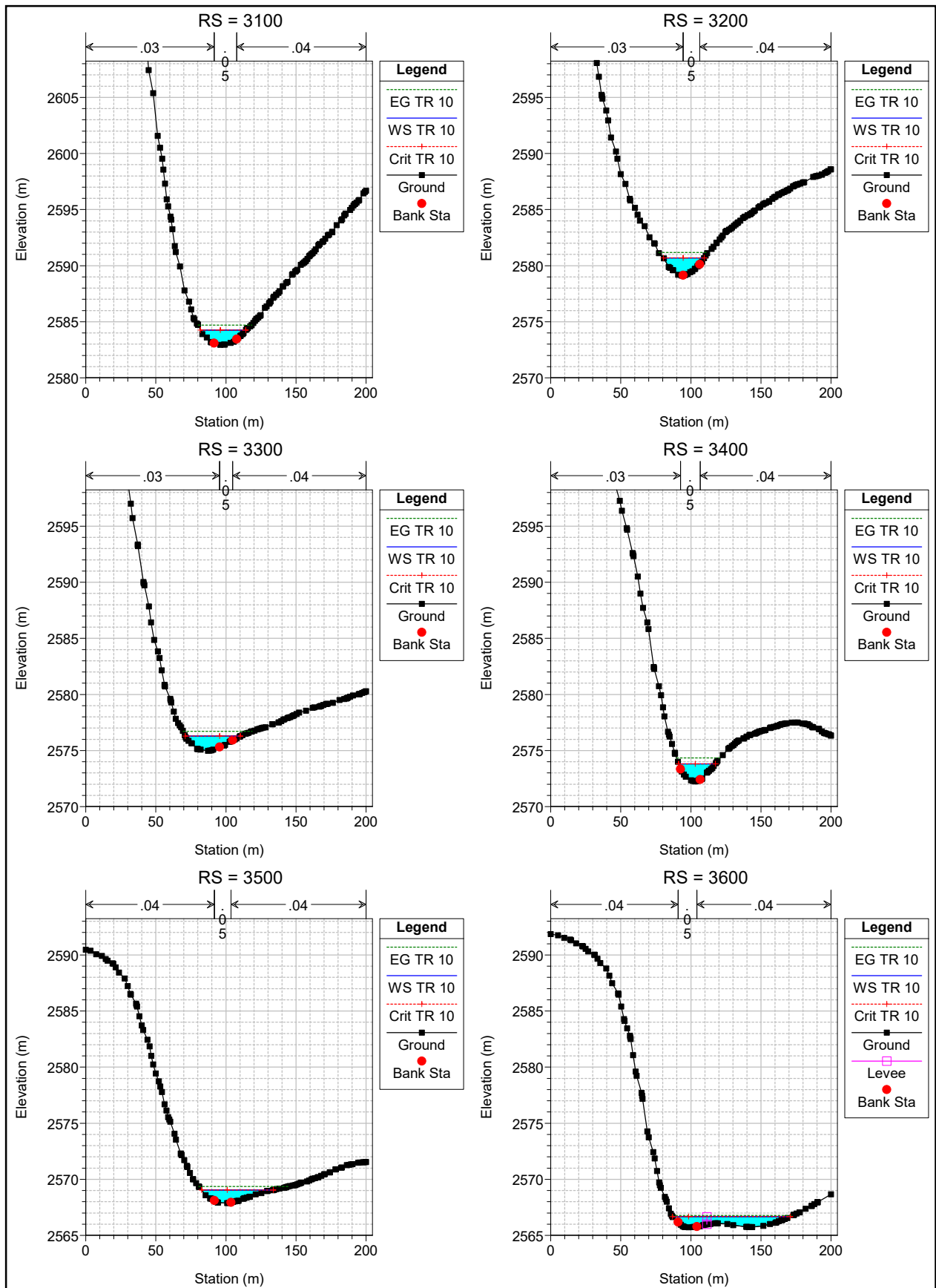
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



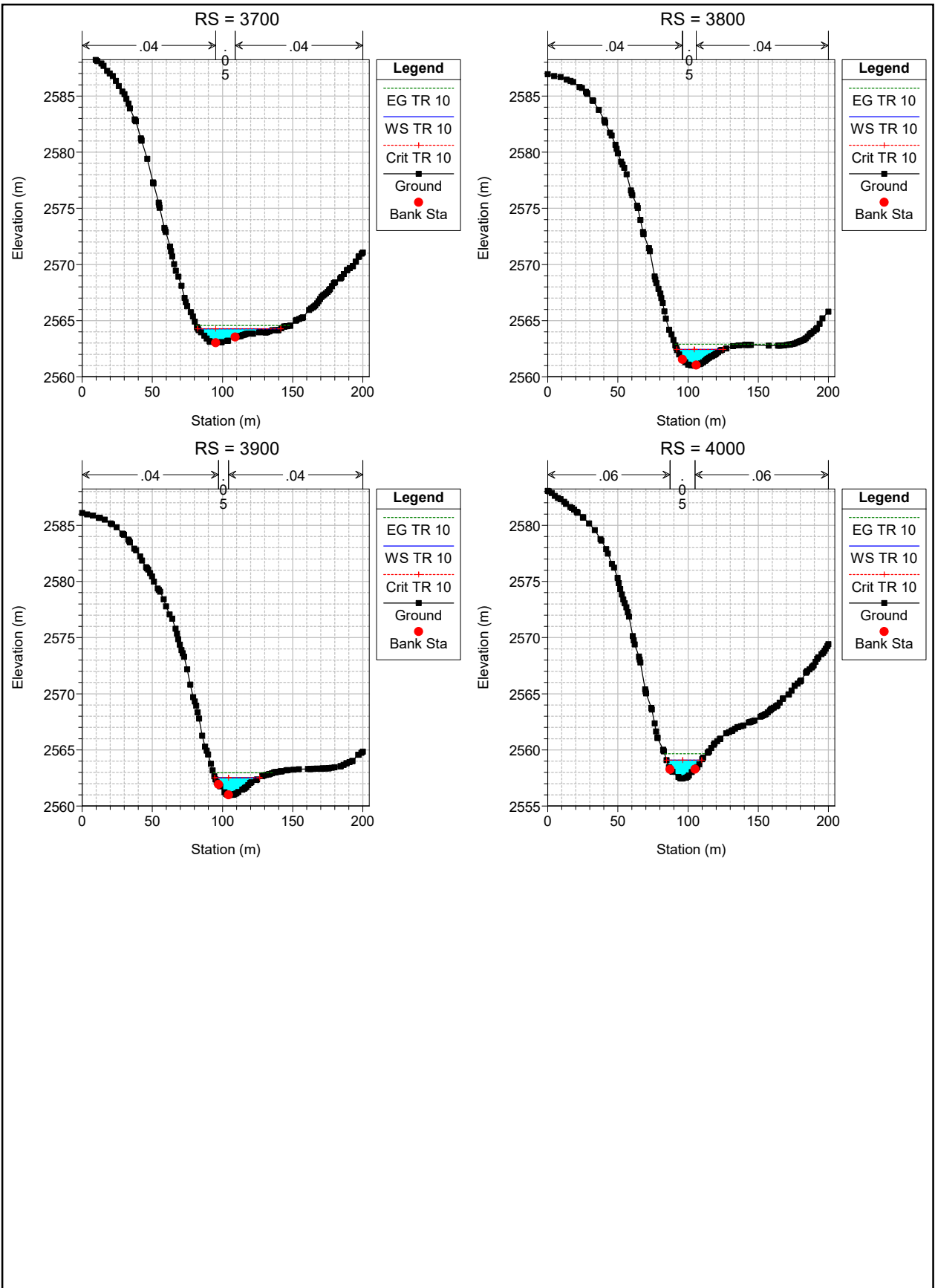
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



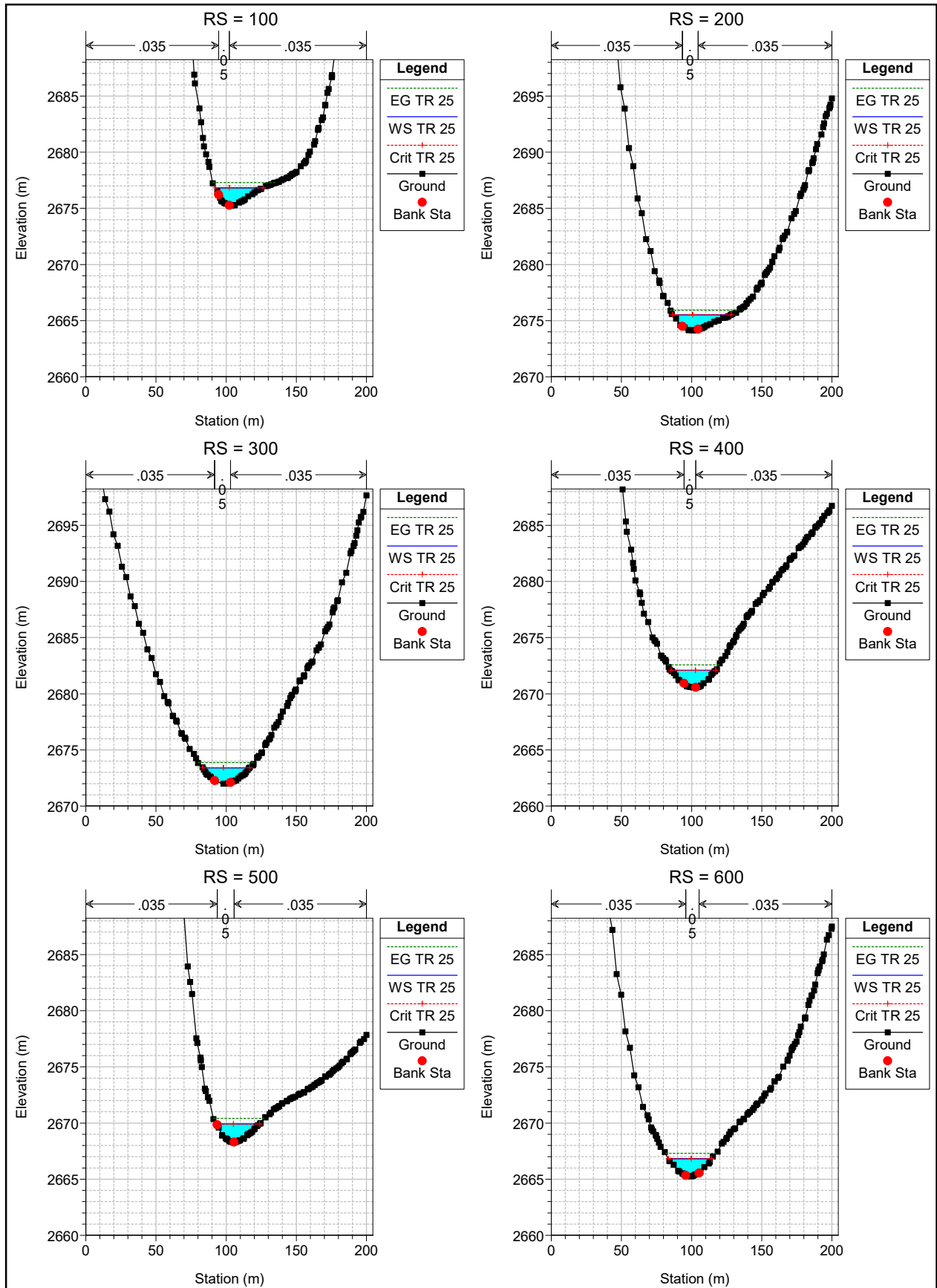
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



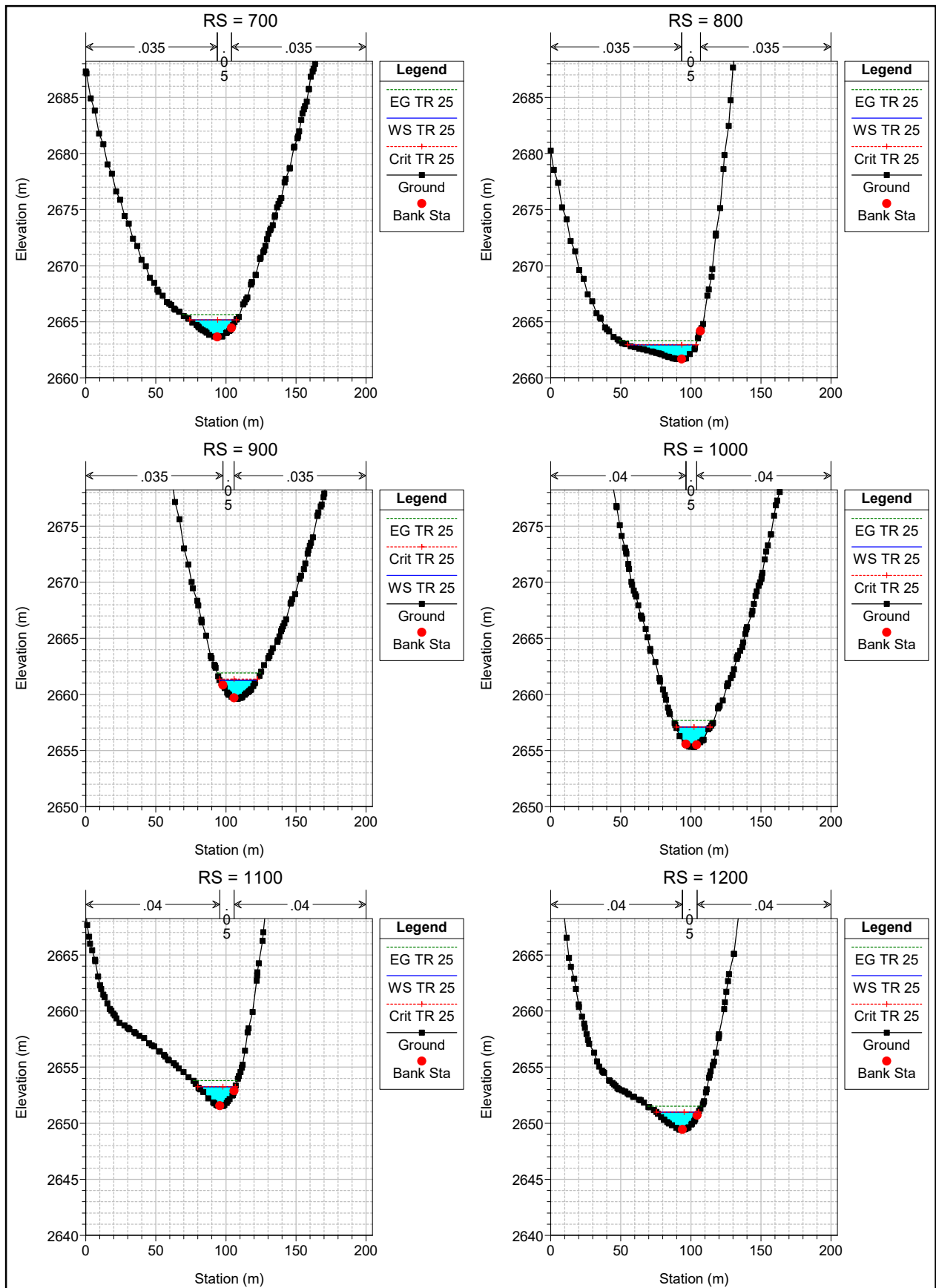
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



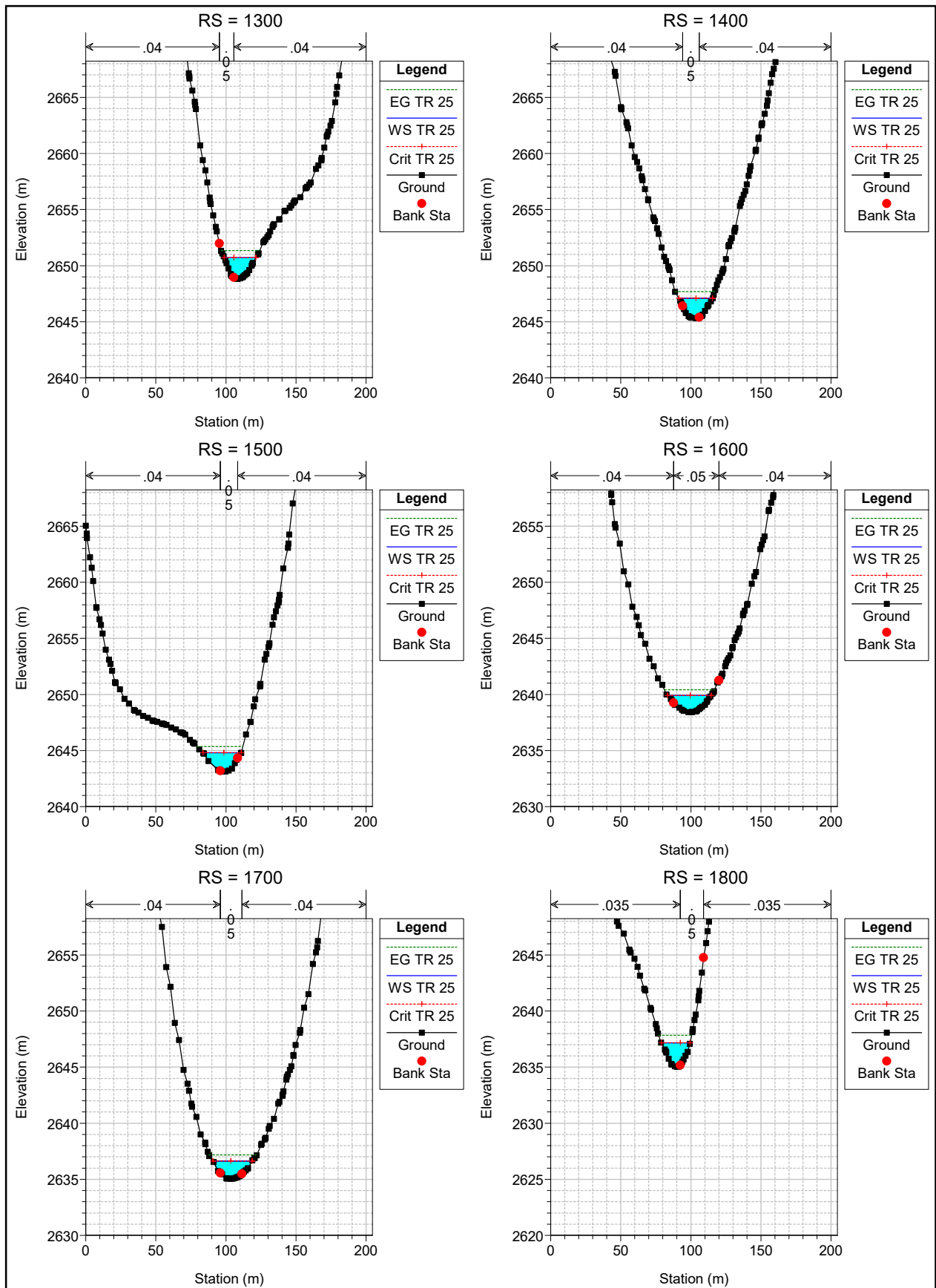
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



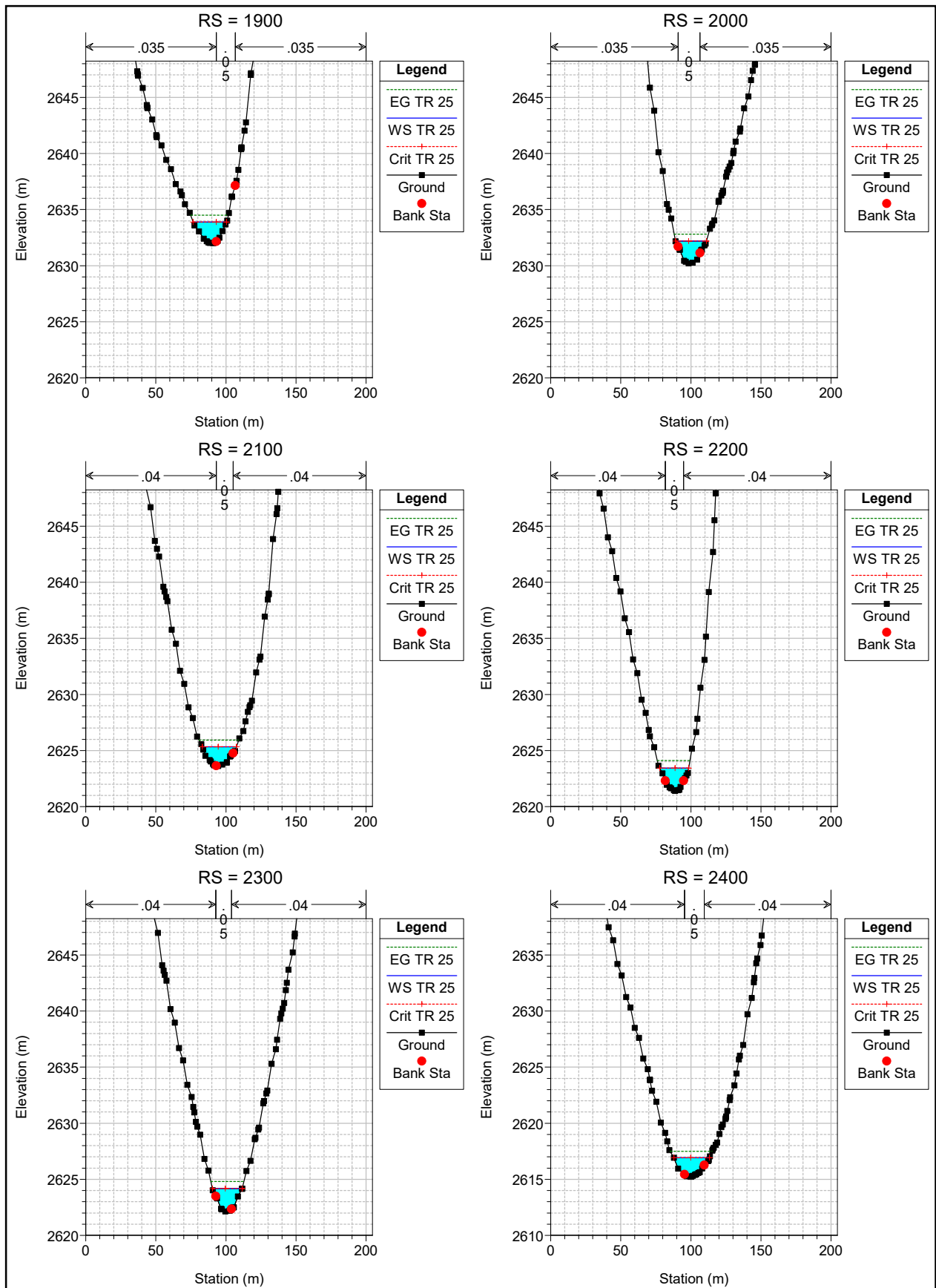
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



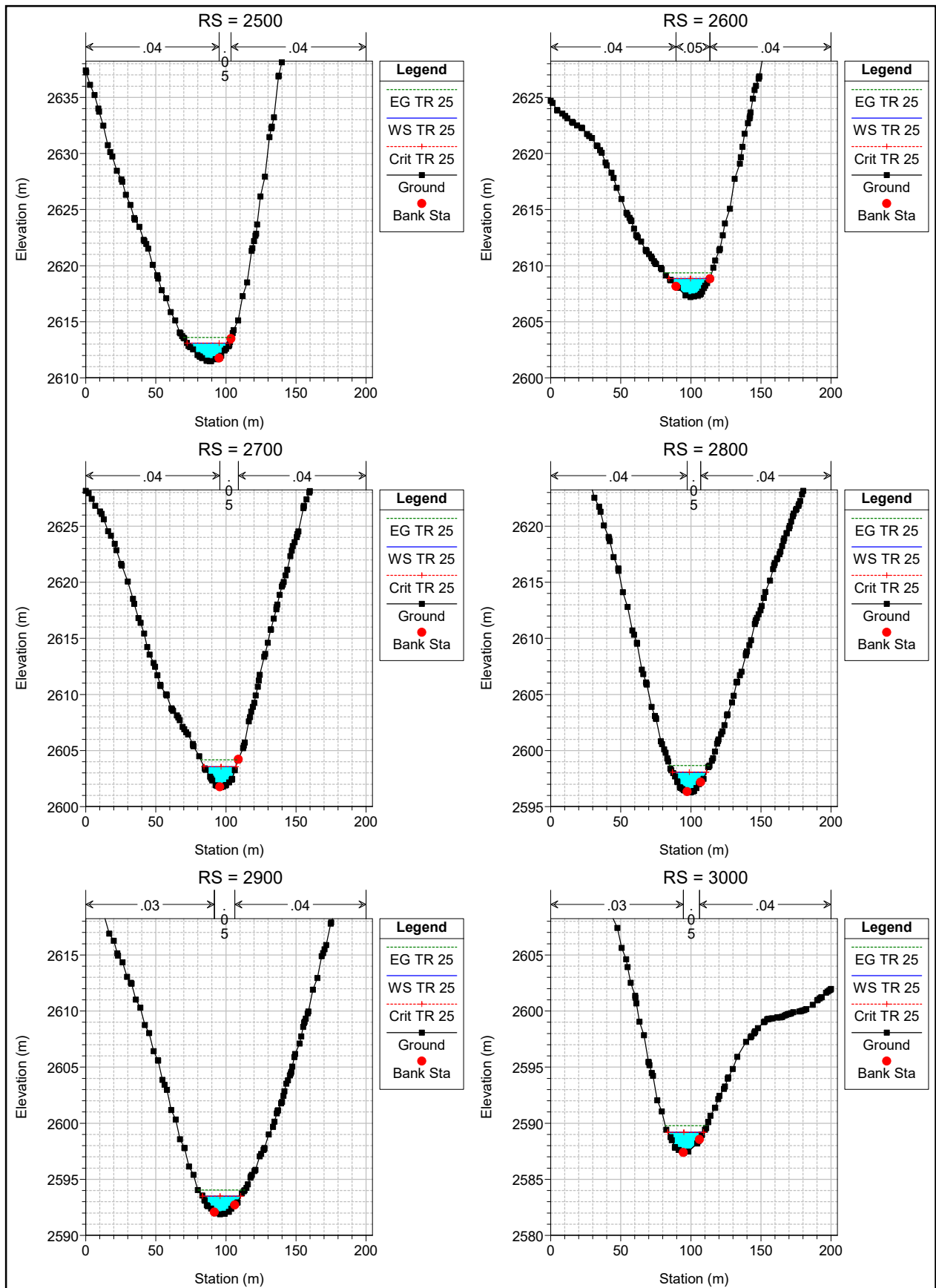
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



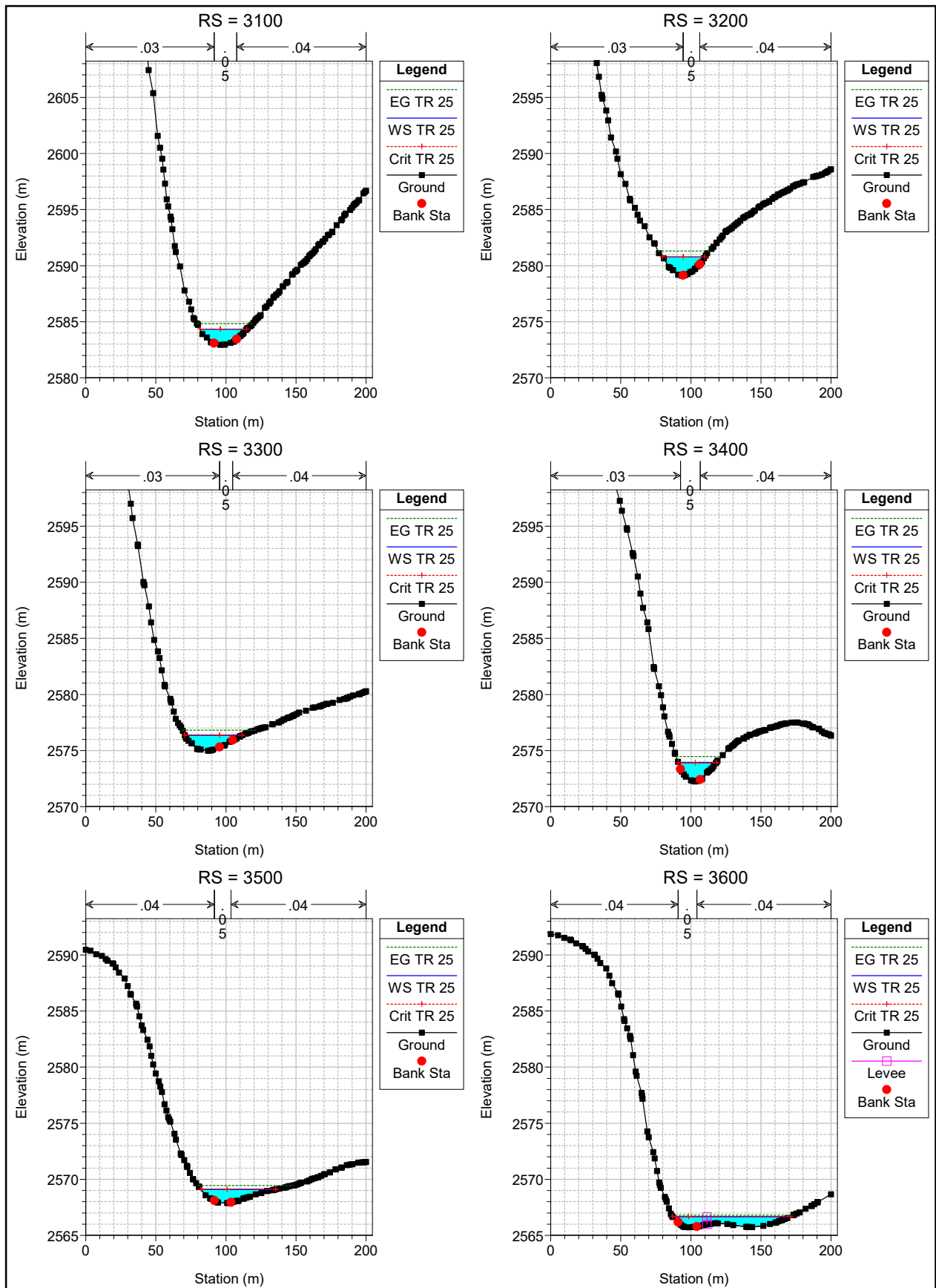
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



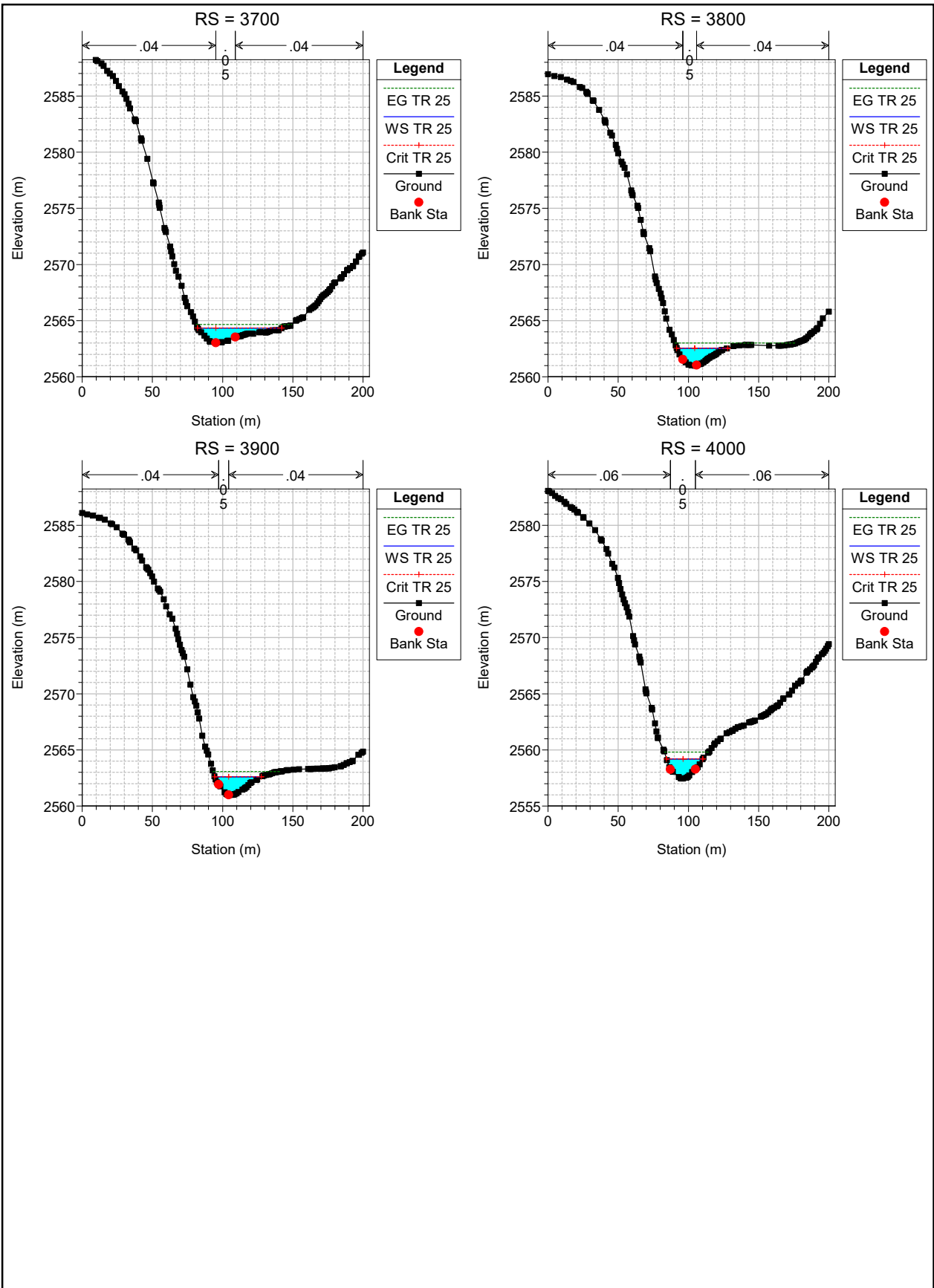
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



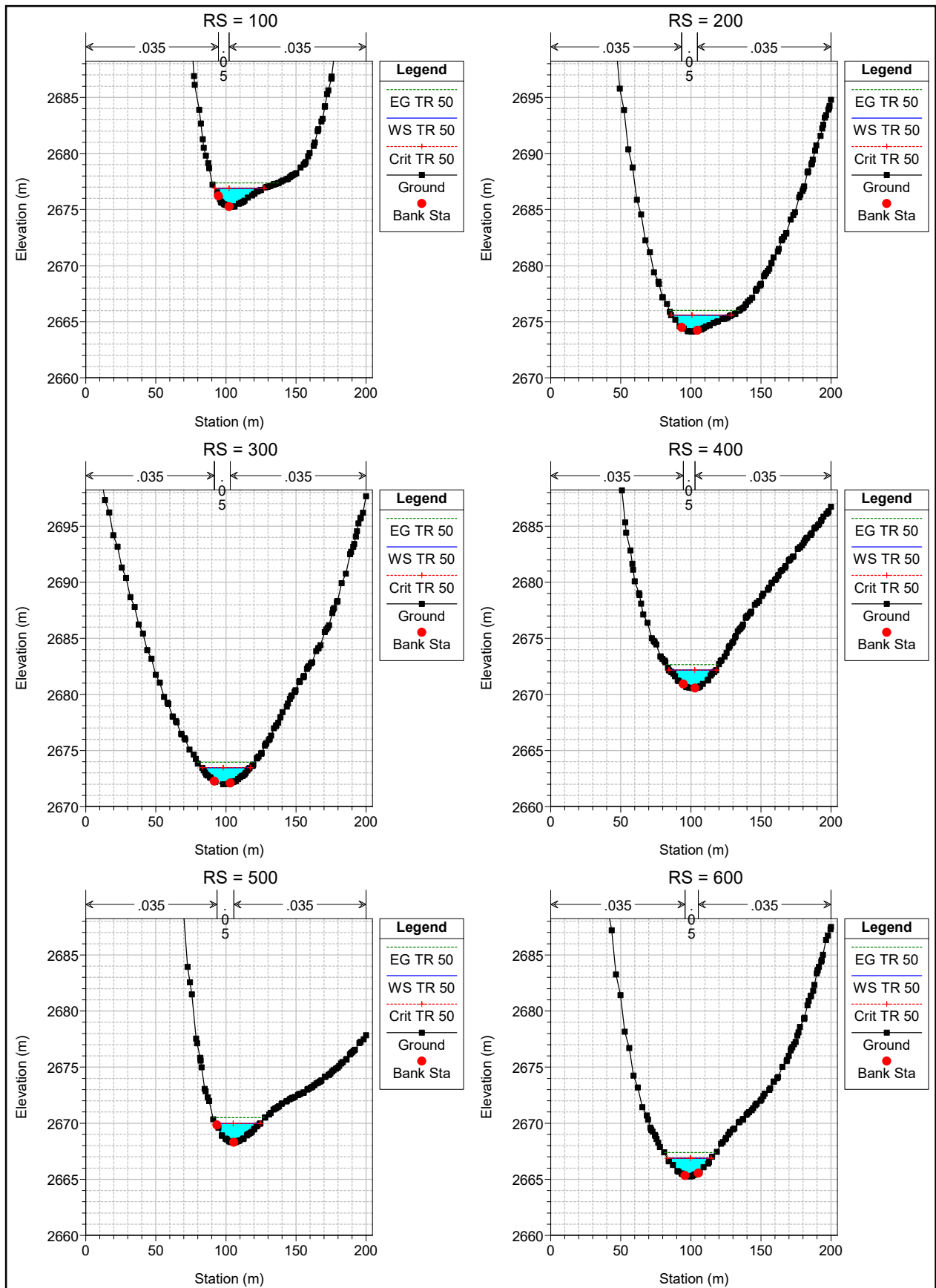
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



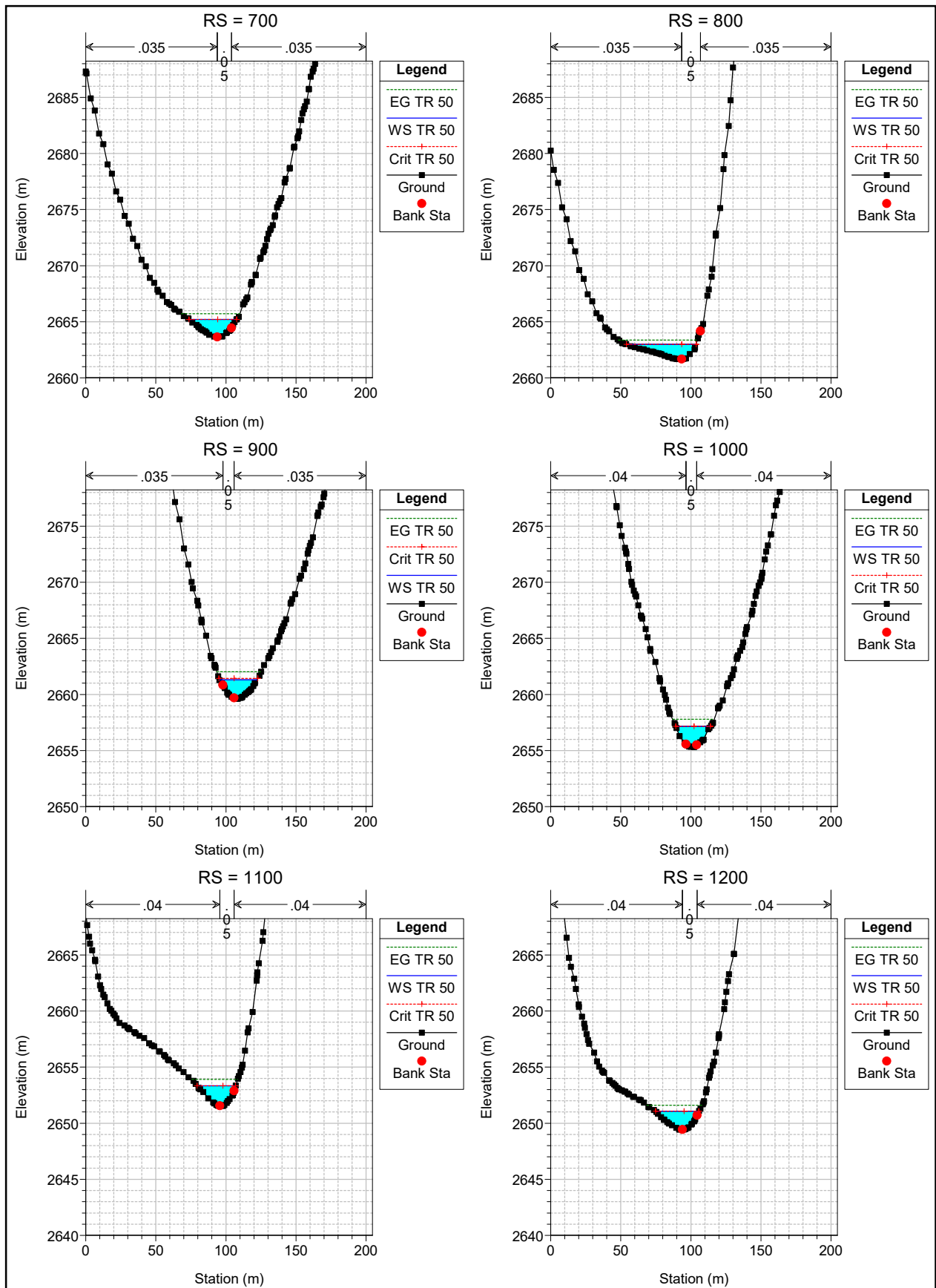
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



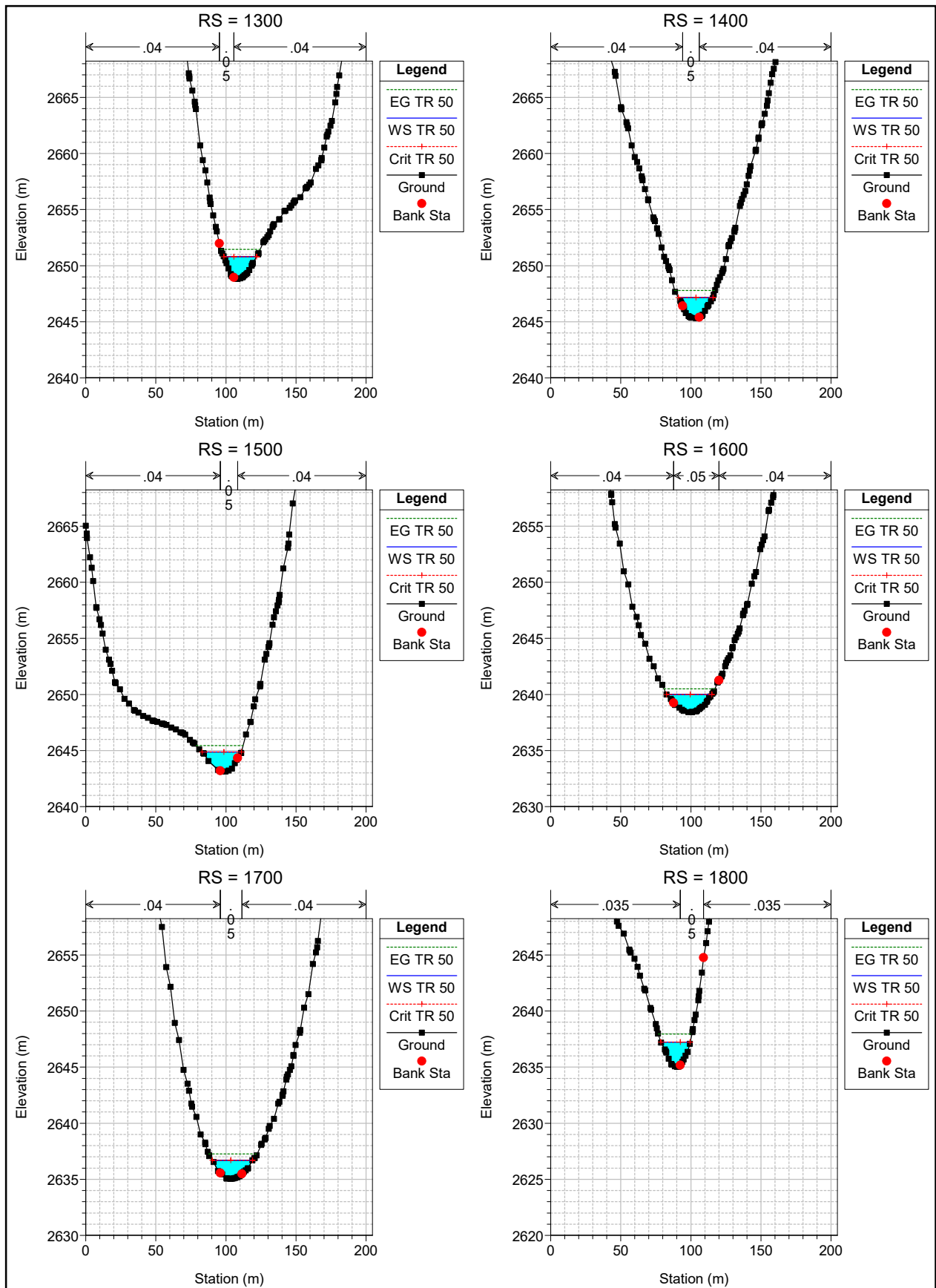
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



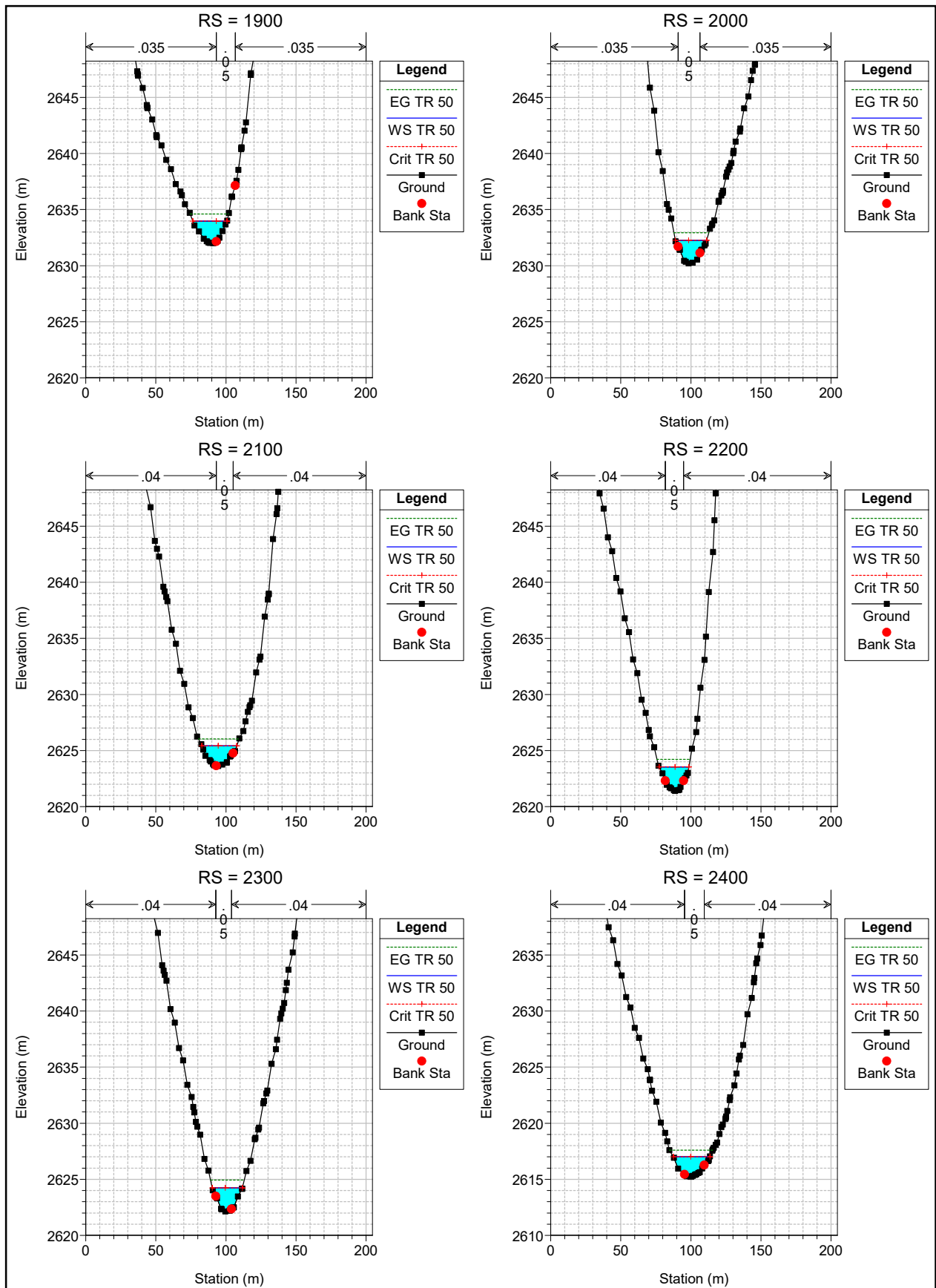
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



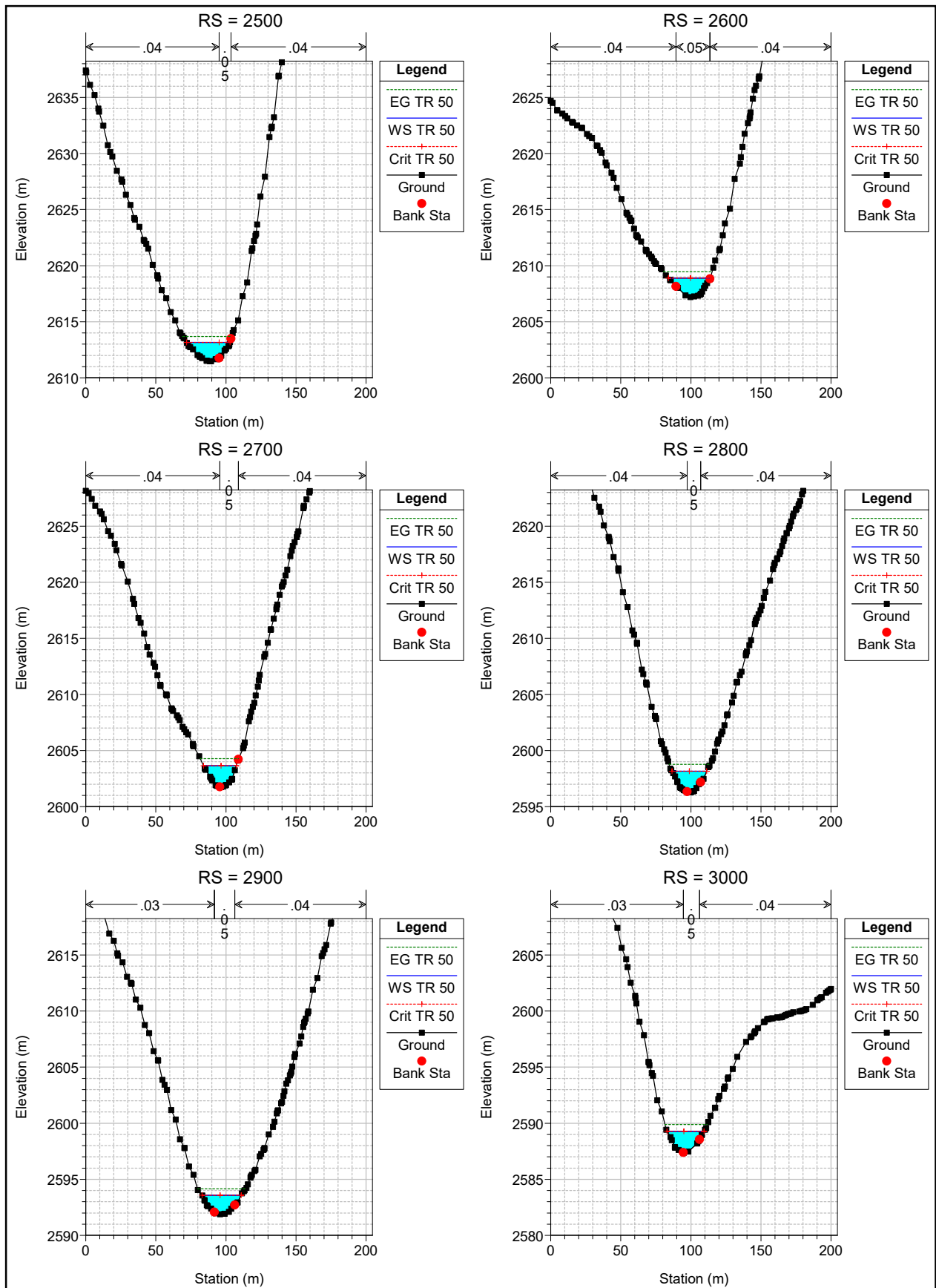
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



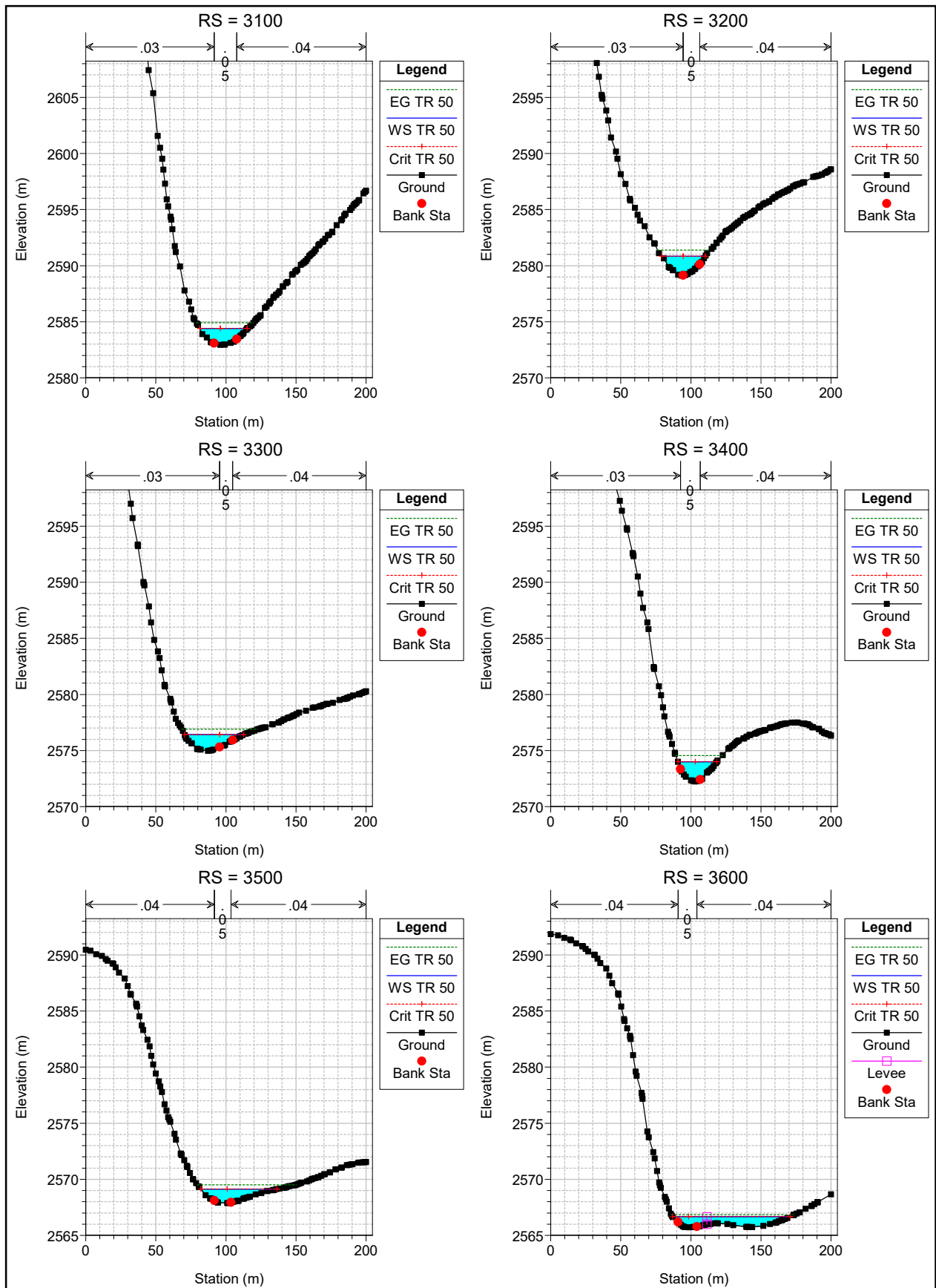
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



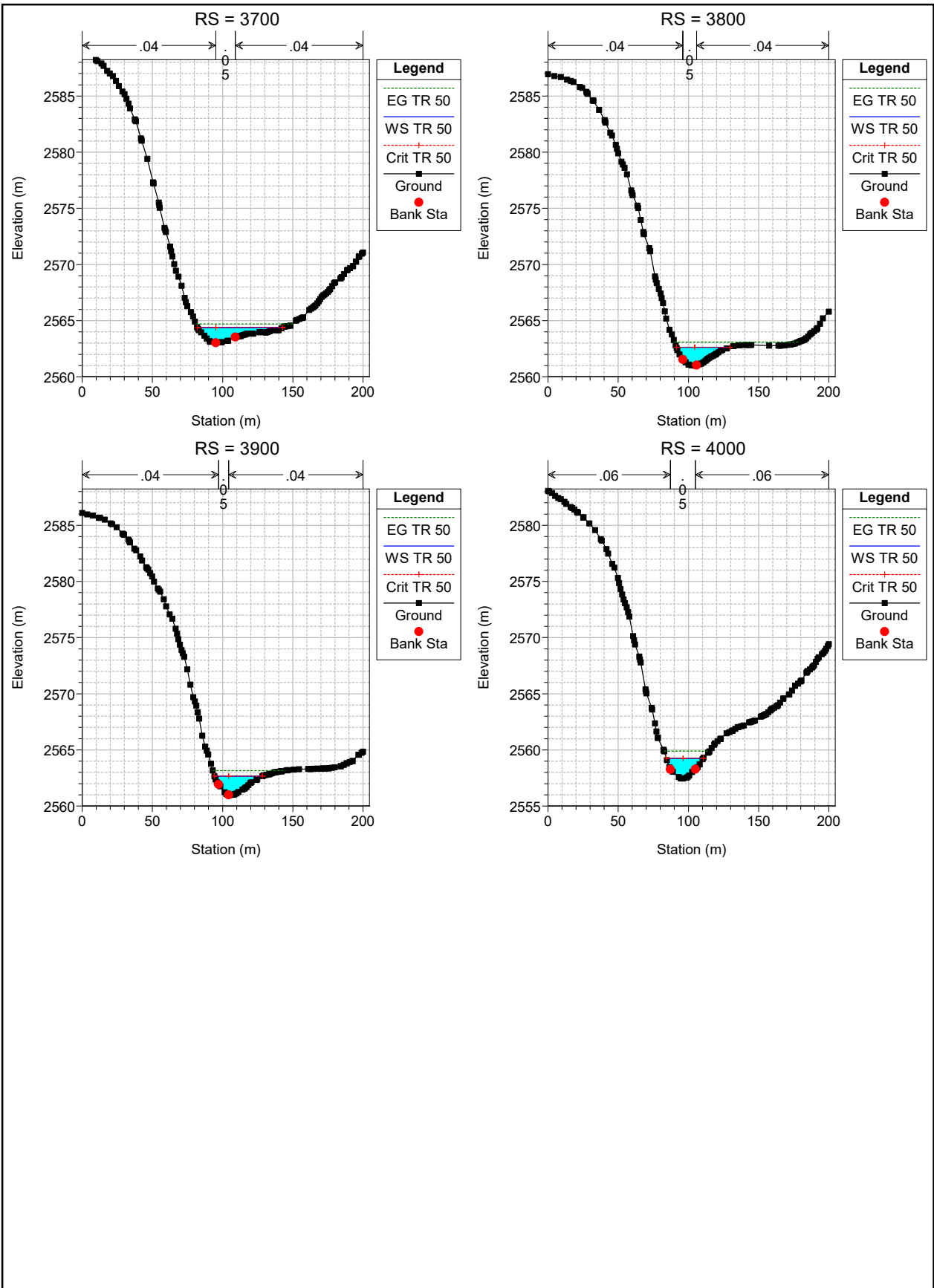
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



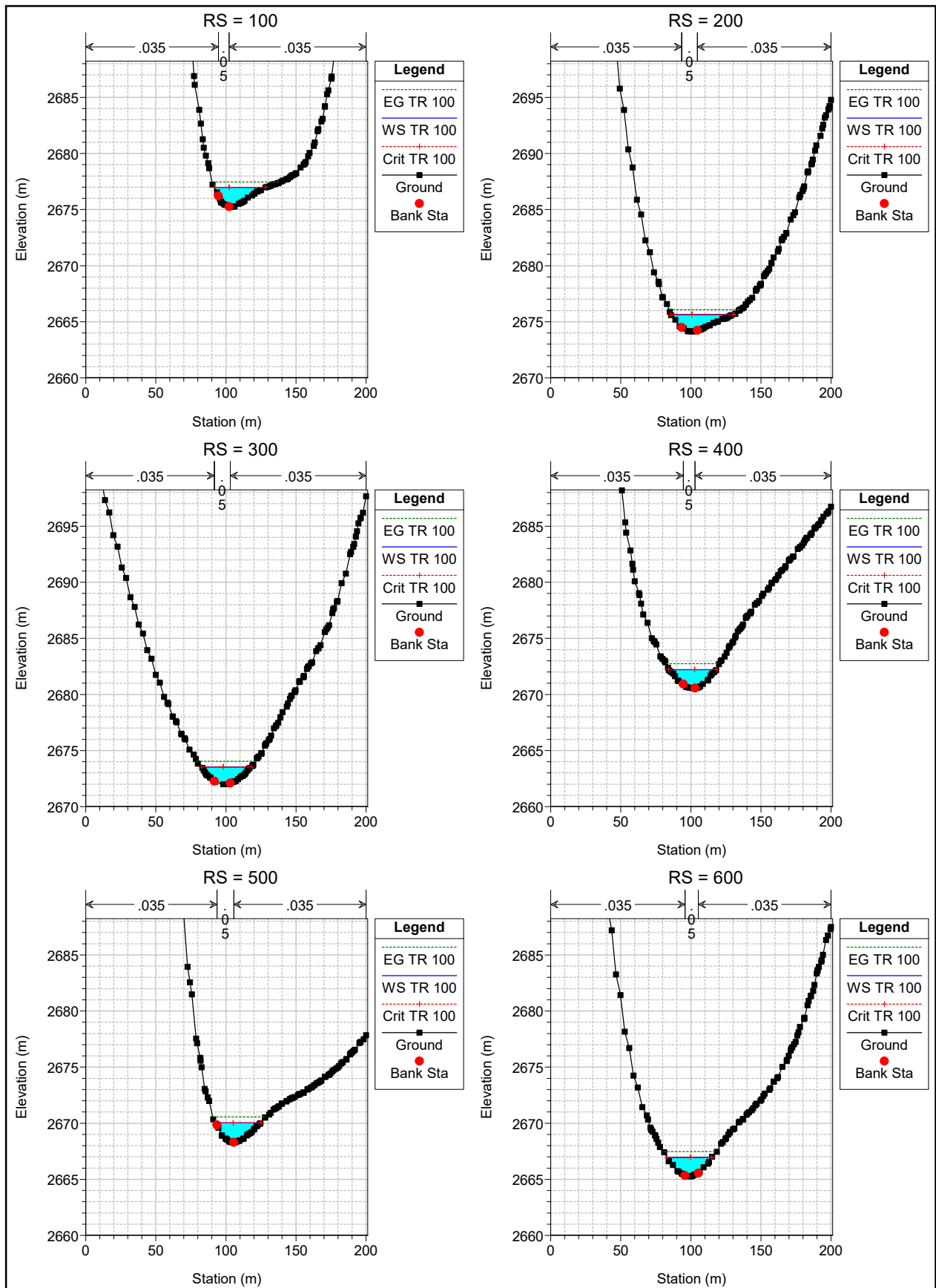
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



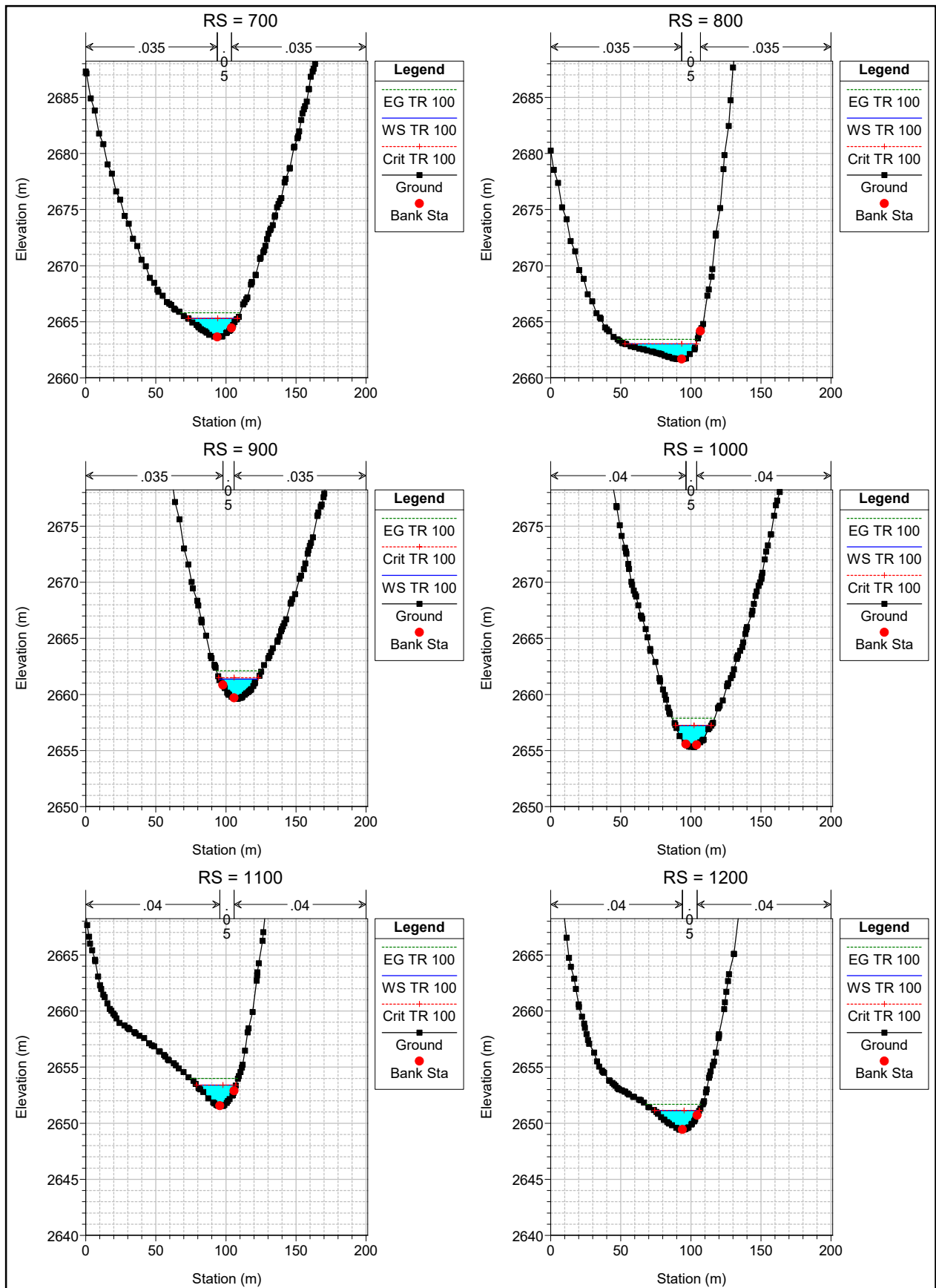
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



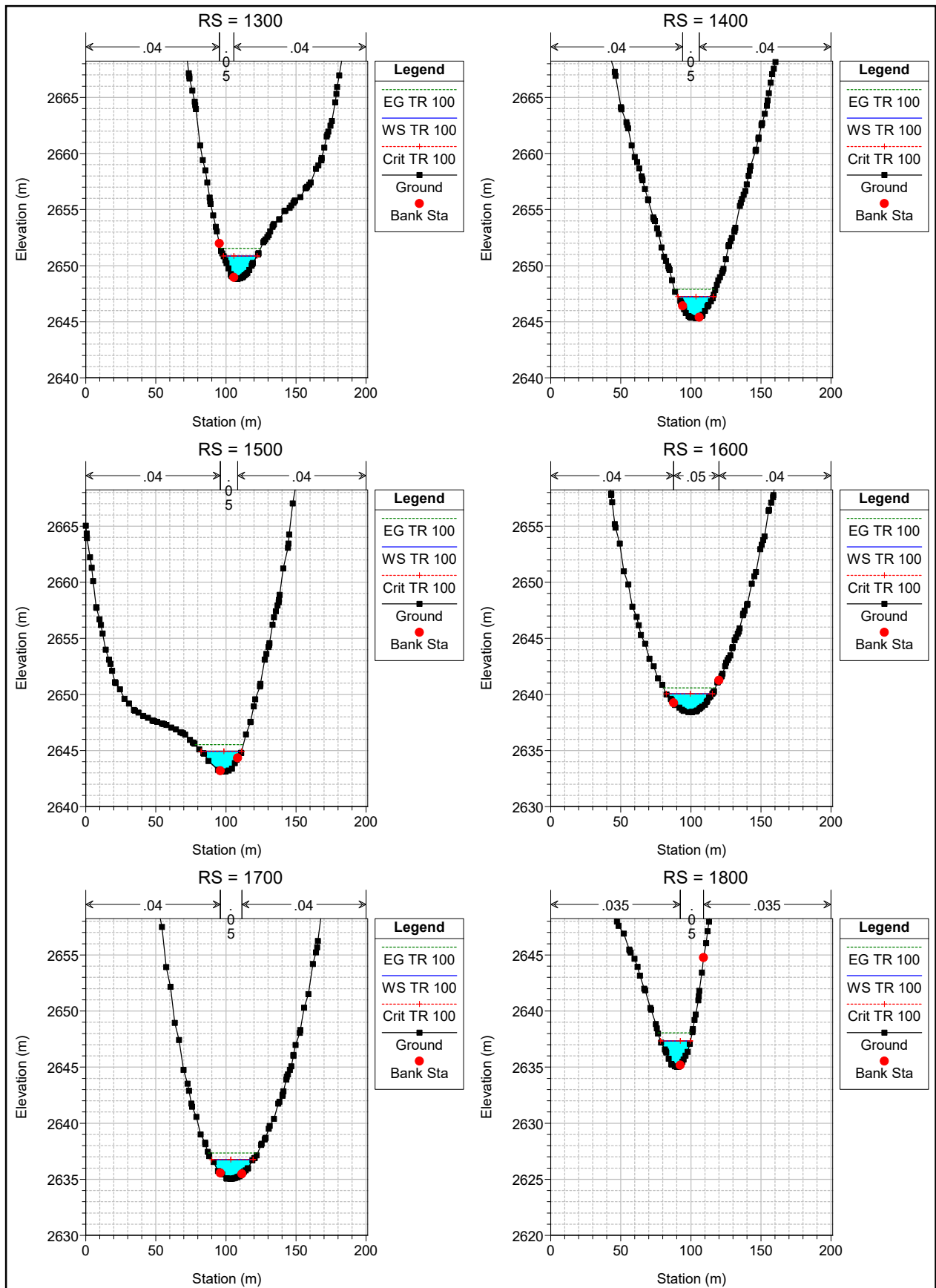
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



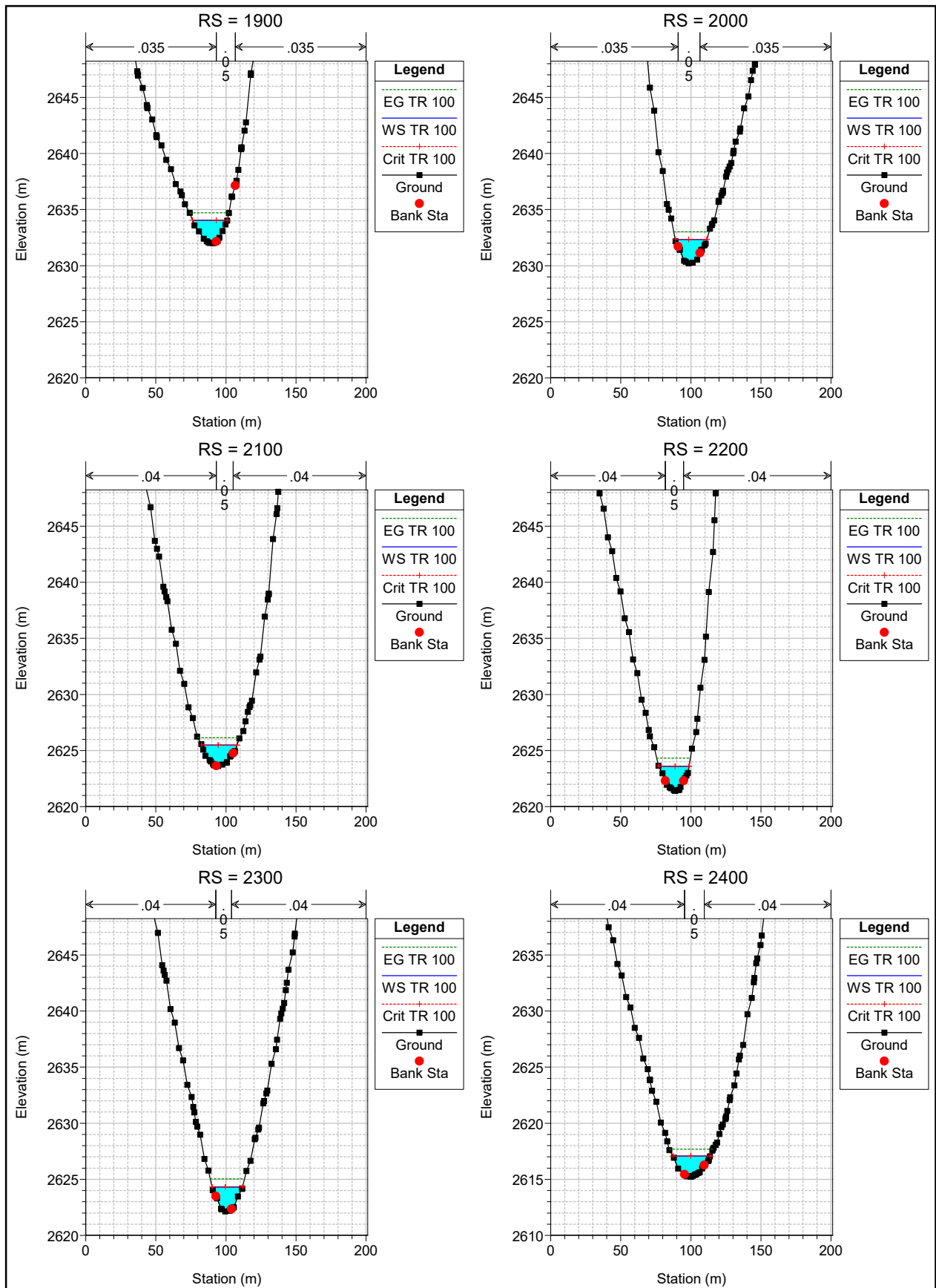
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



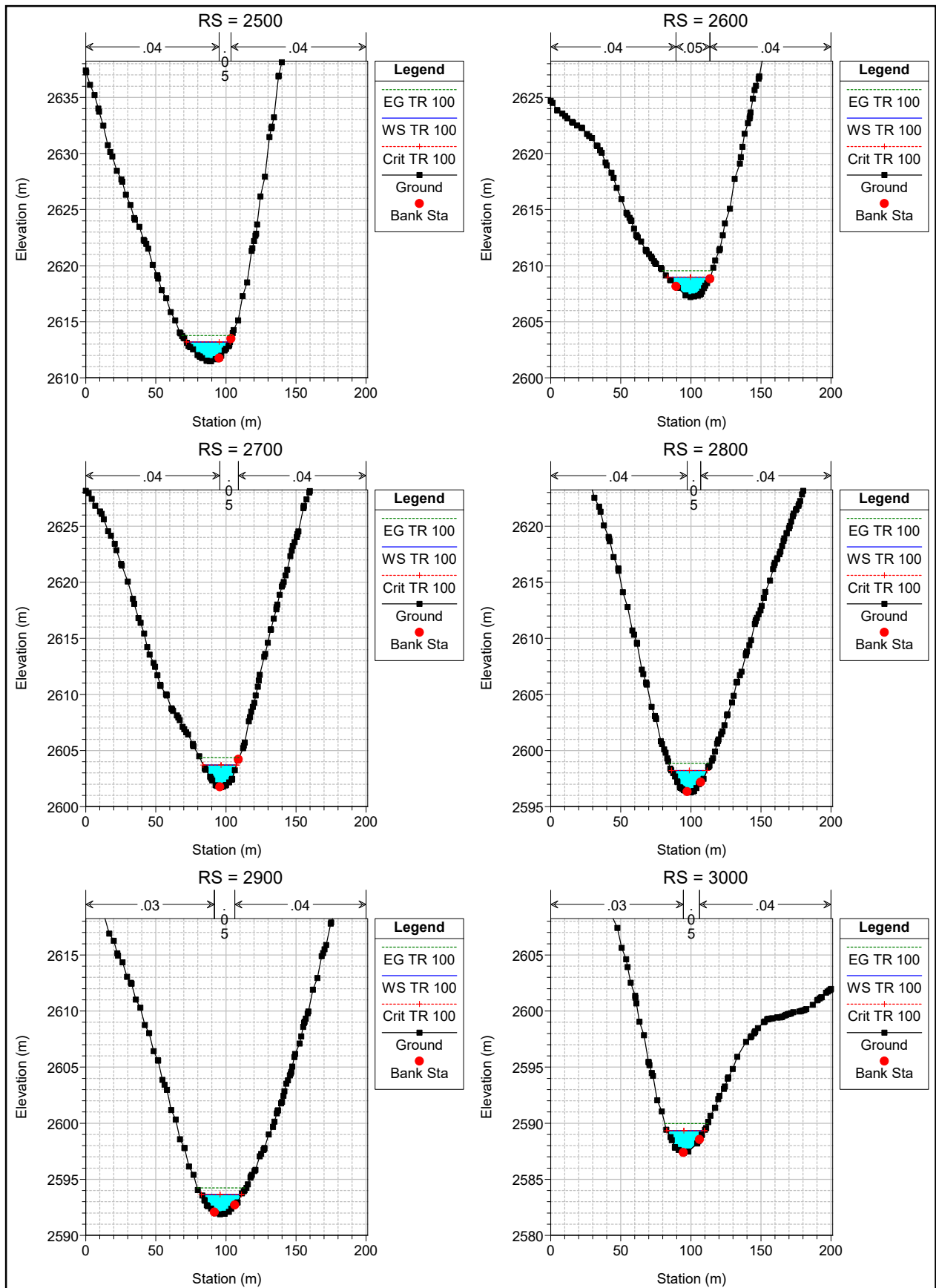
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



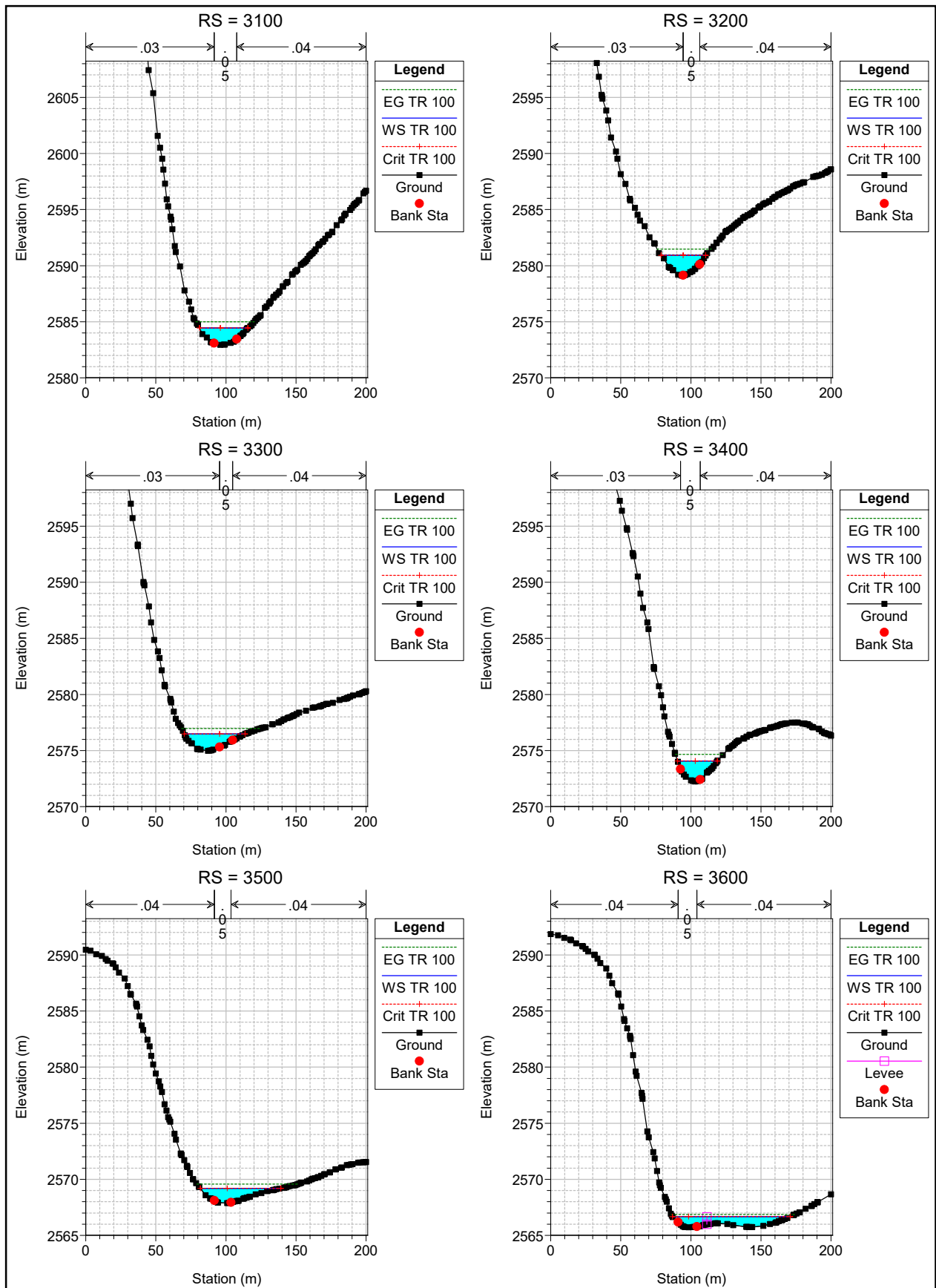
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

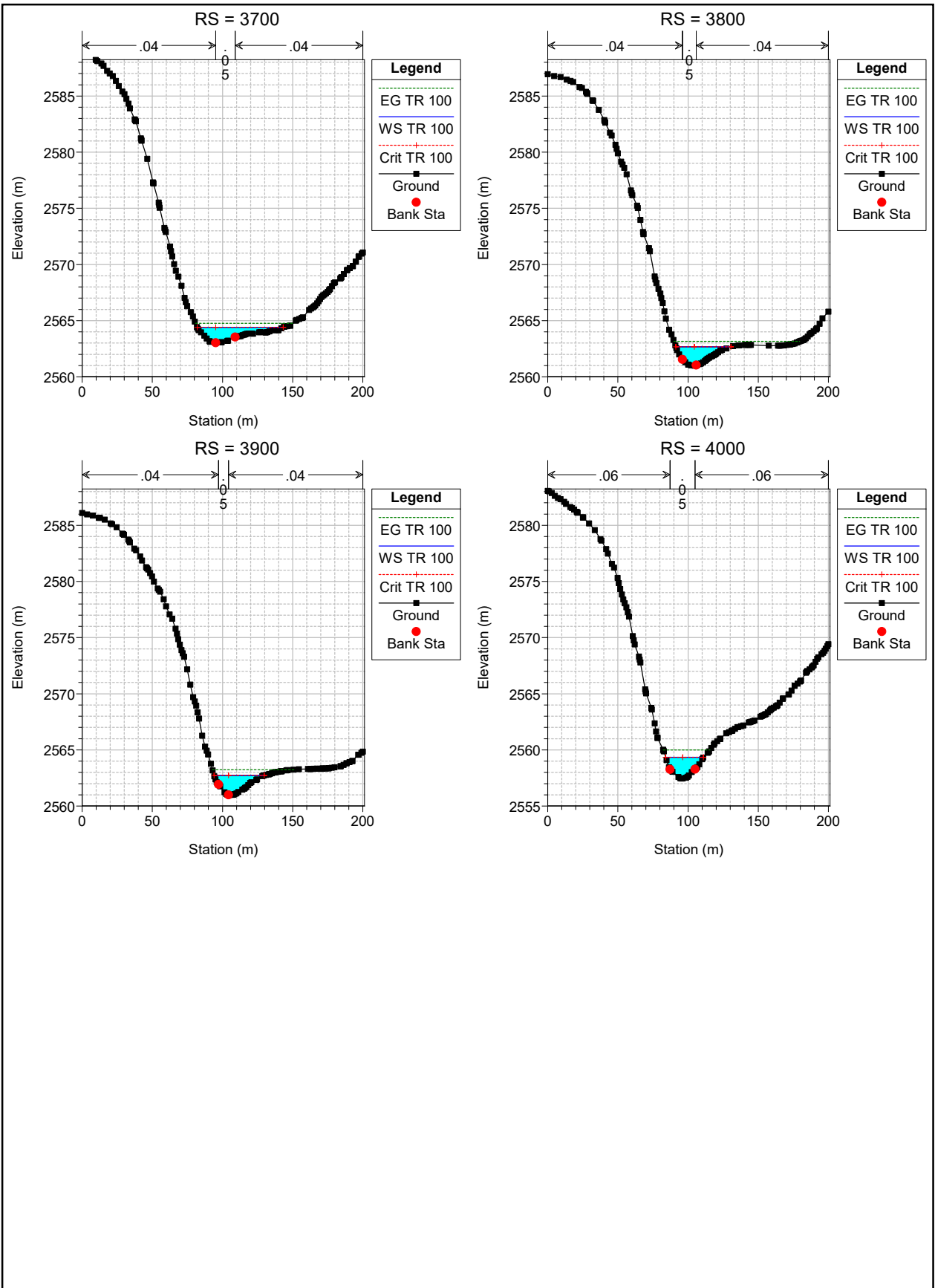


1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

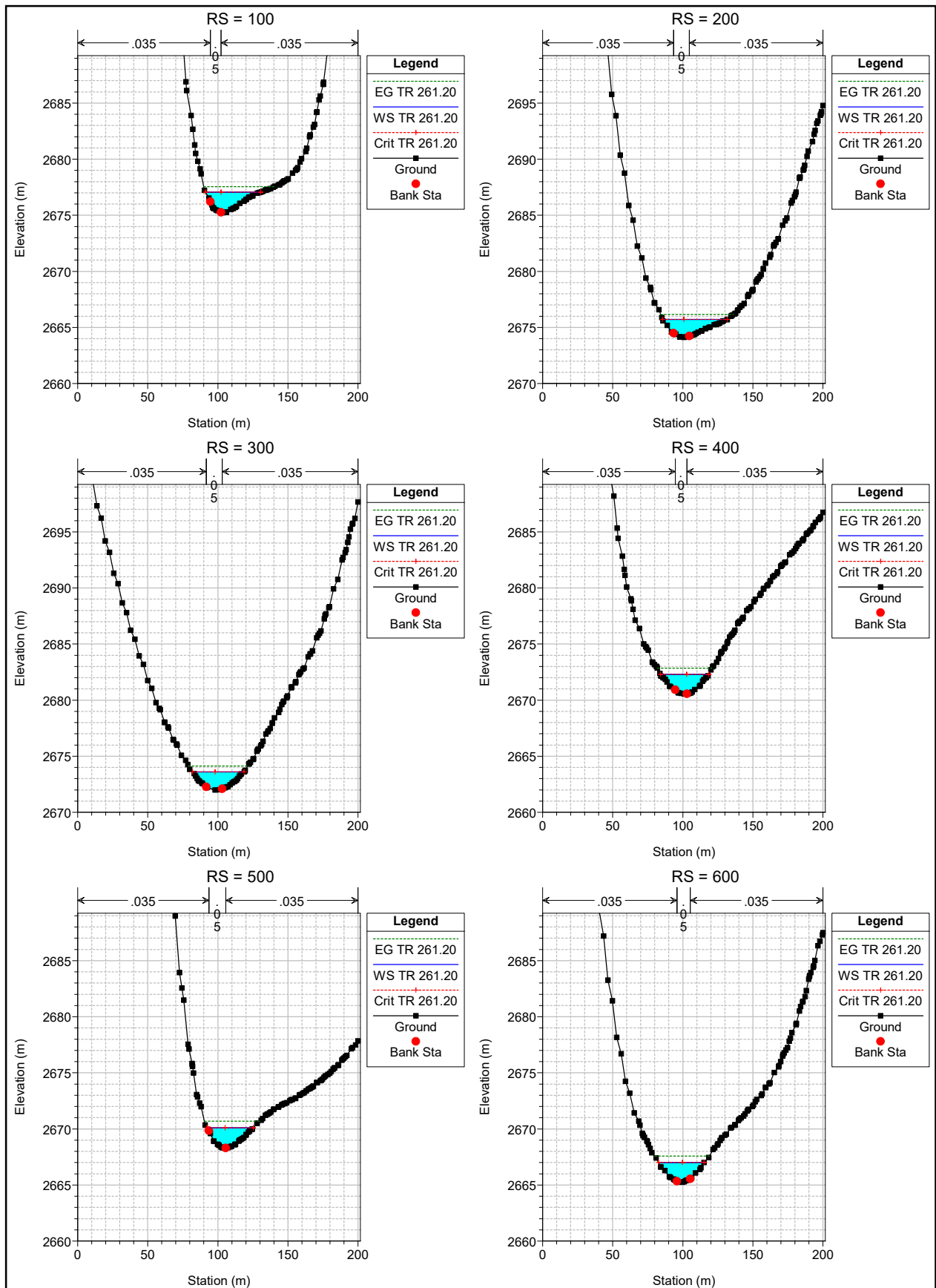


1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

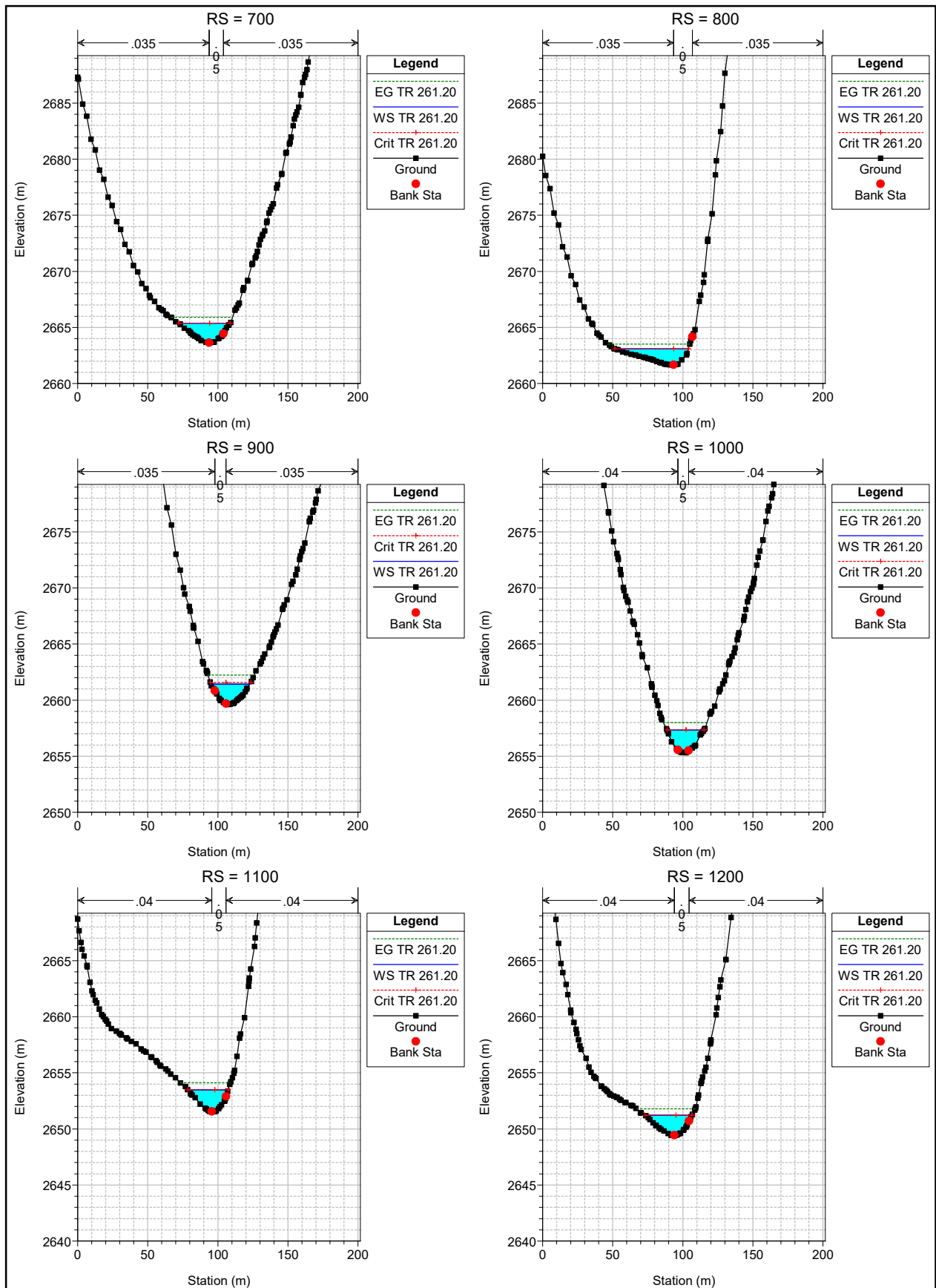




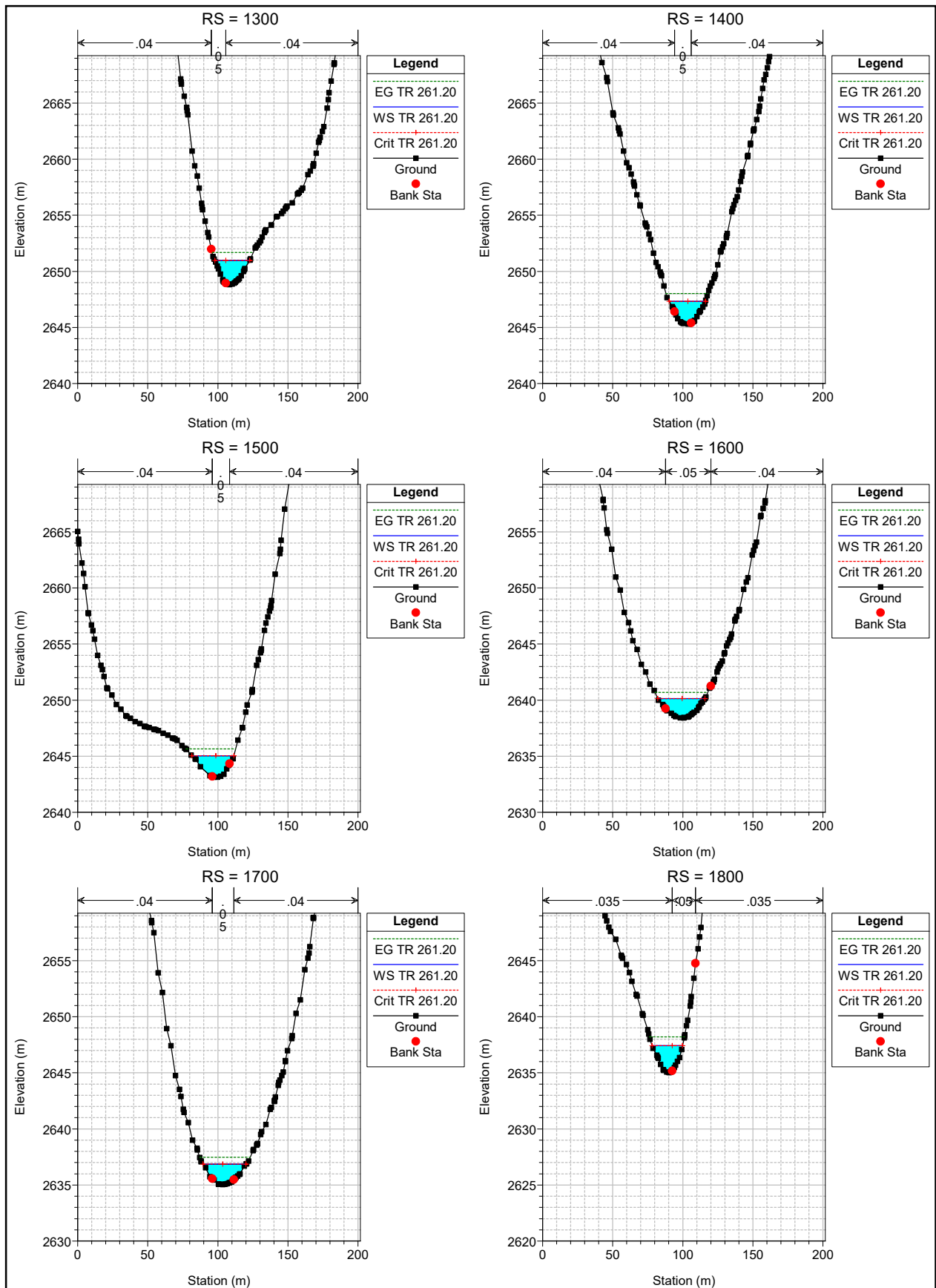
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



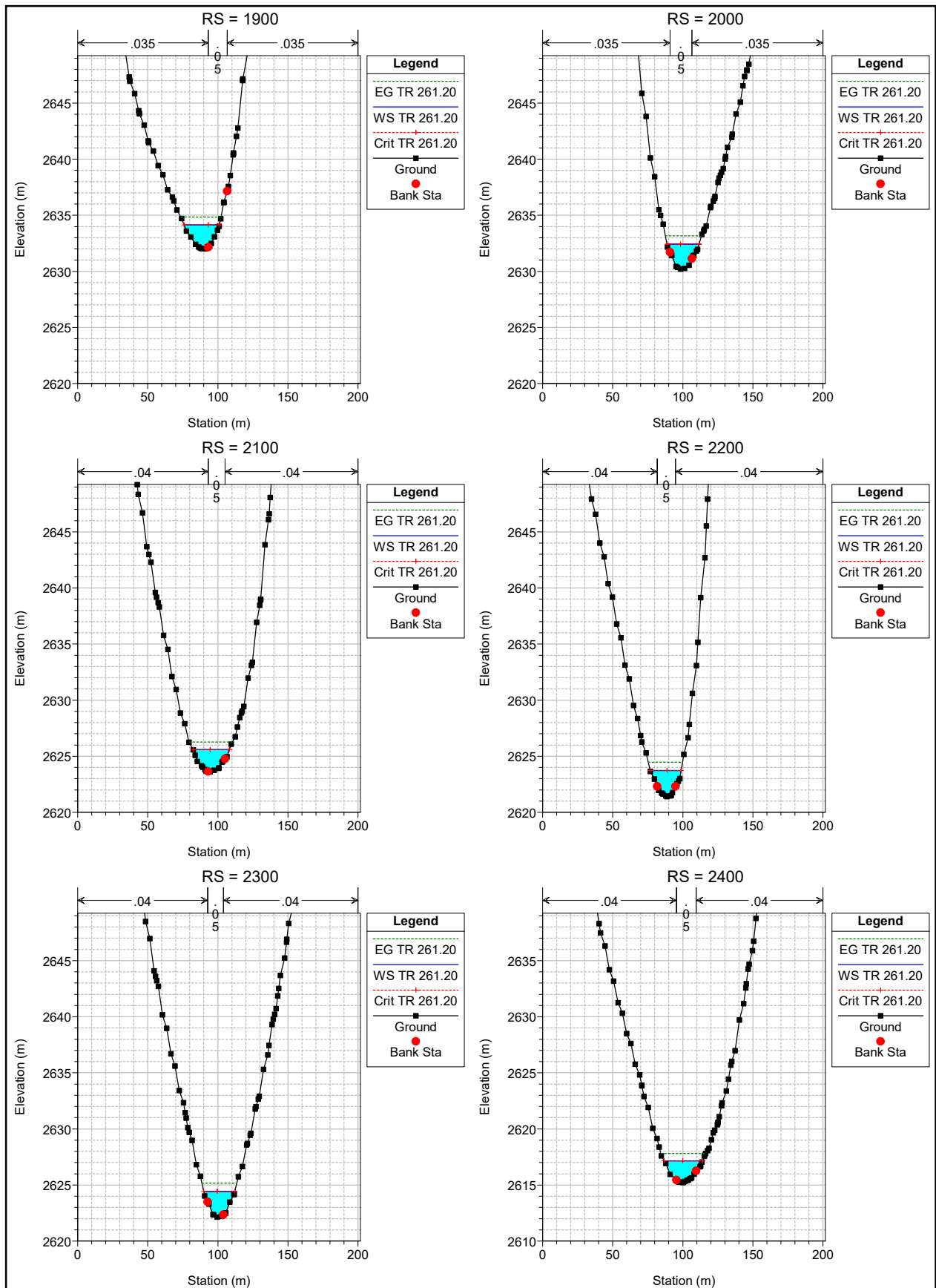
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



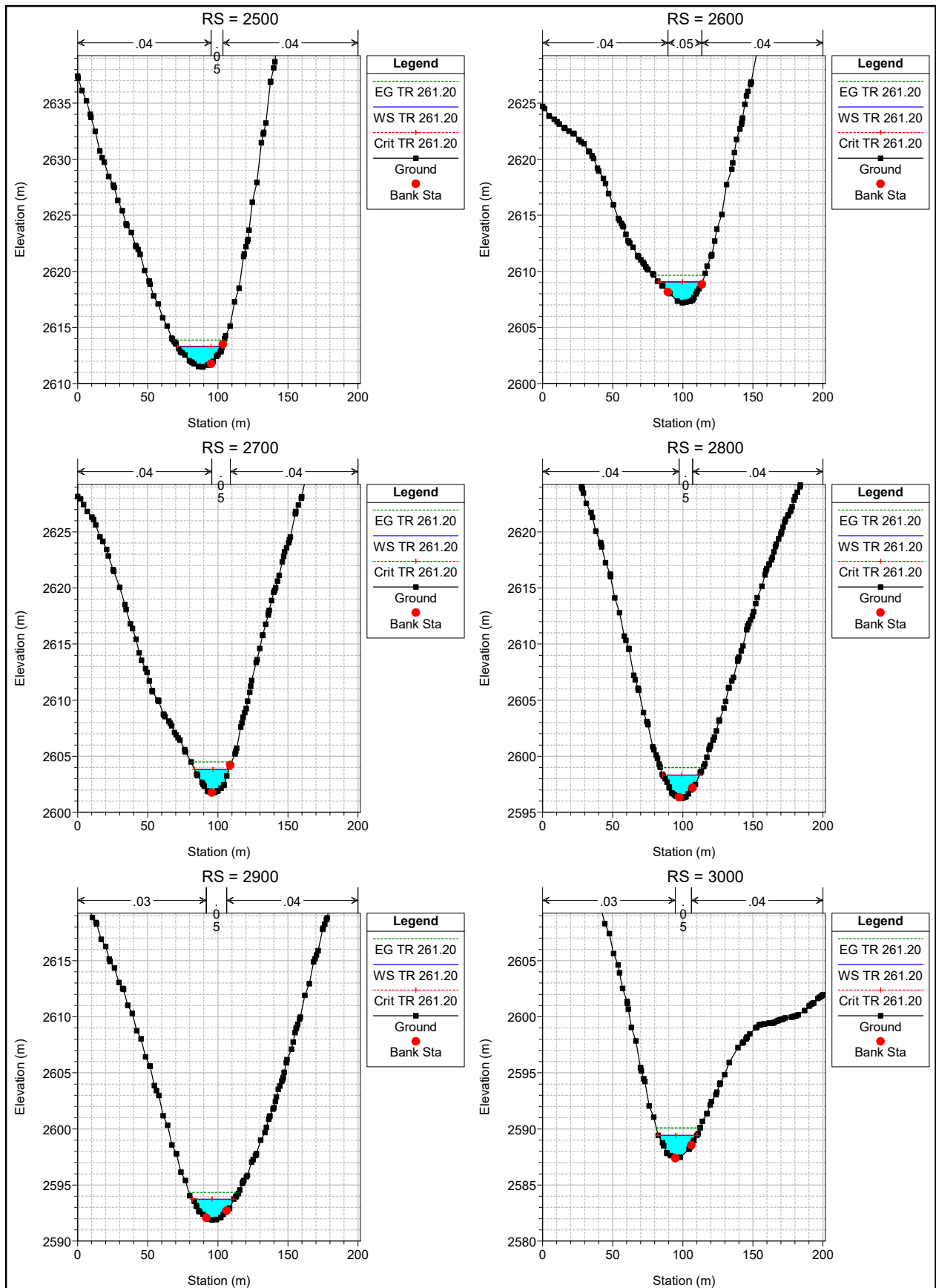
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



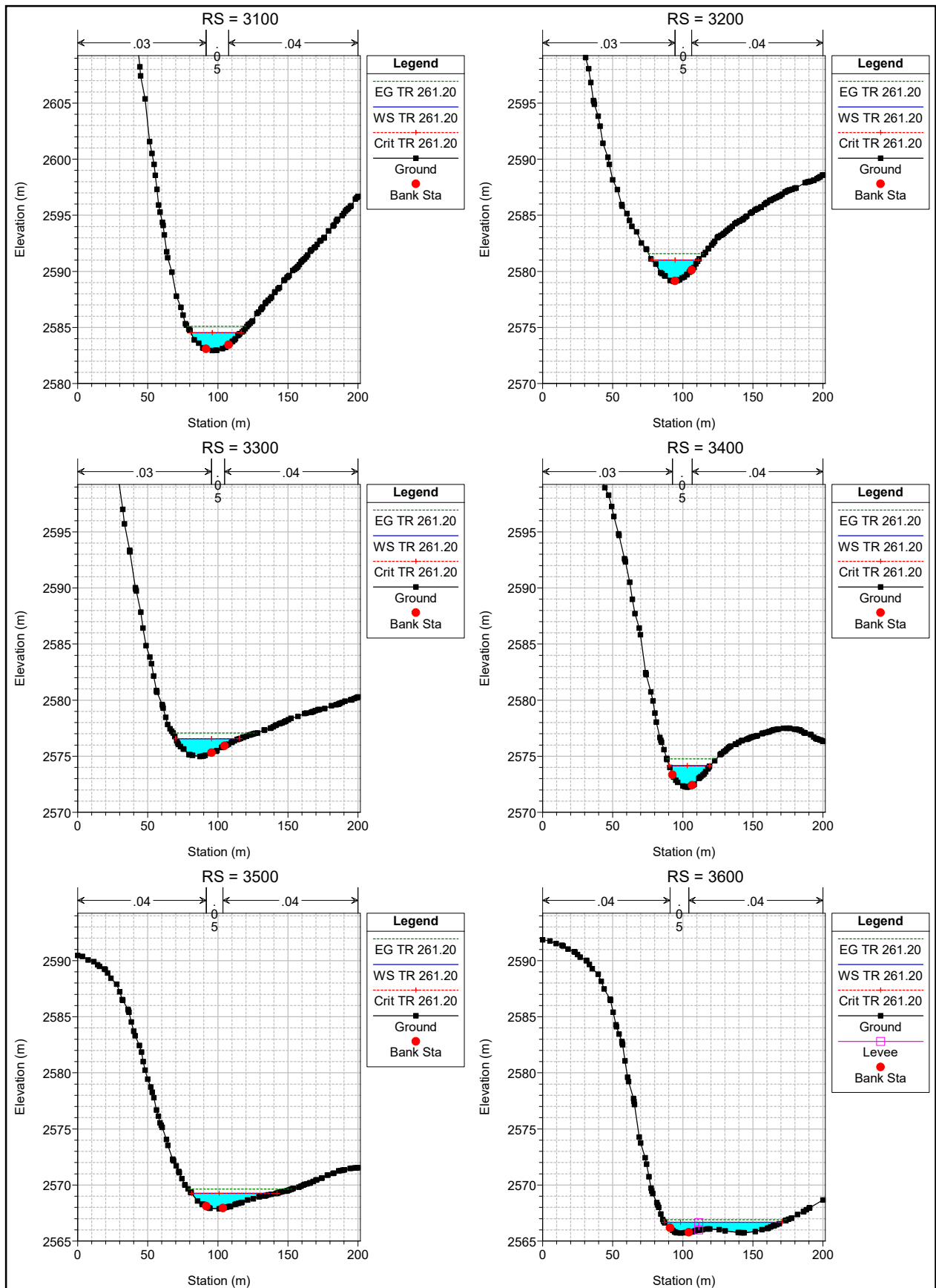
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



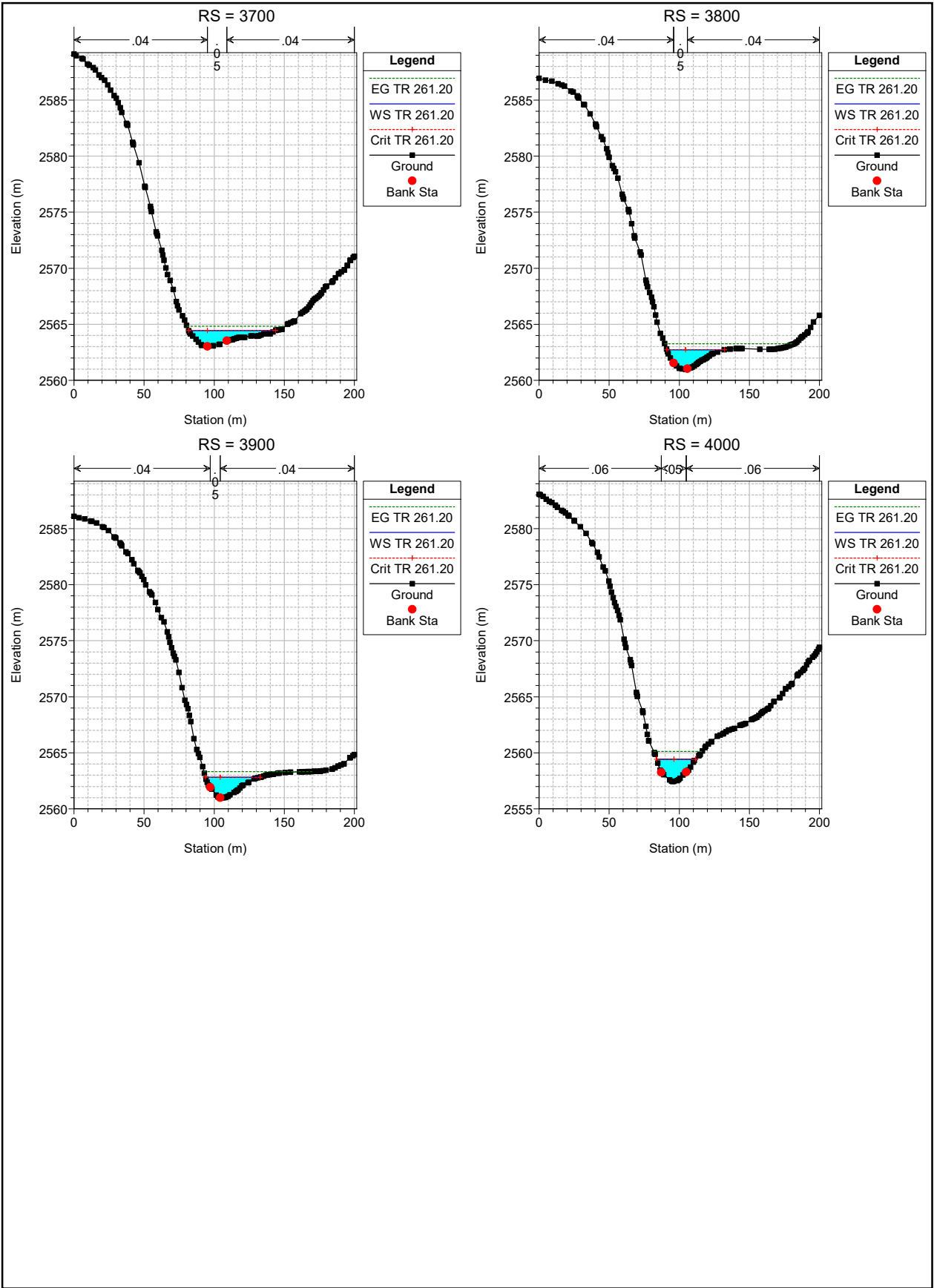
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m



1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

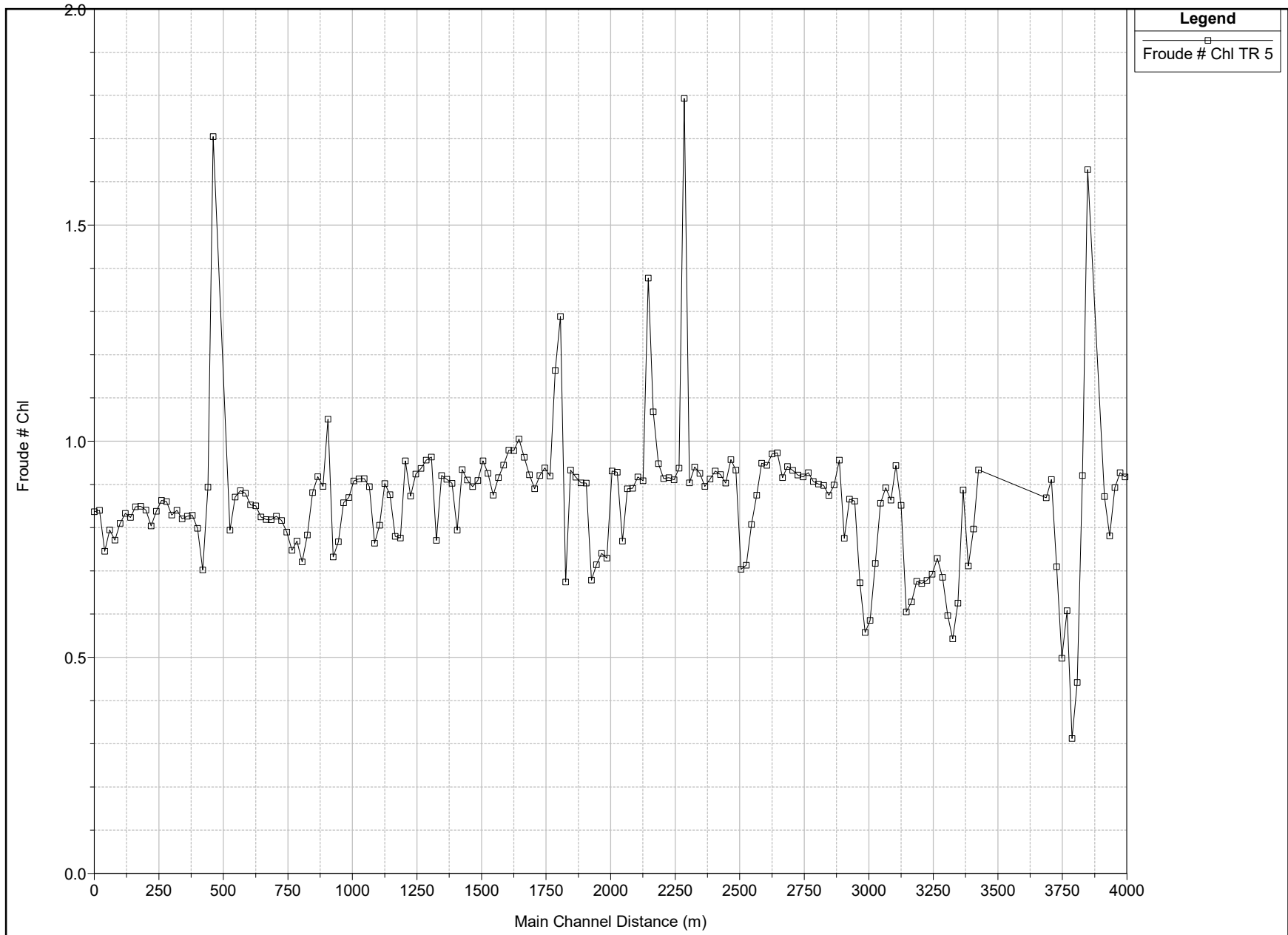


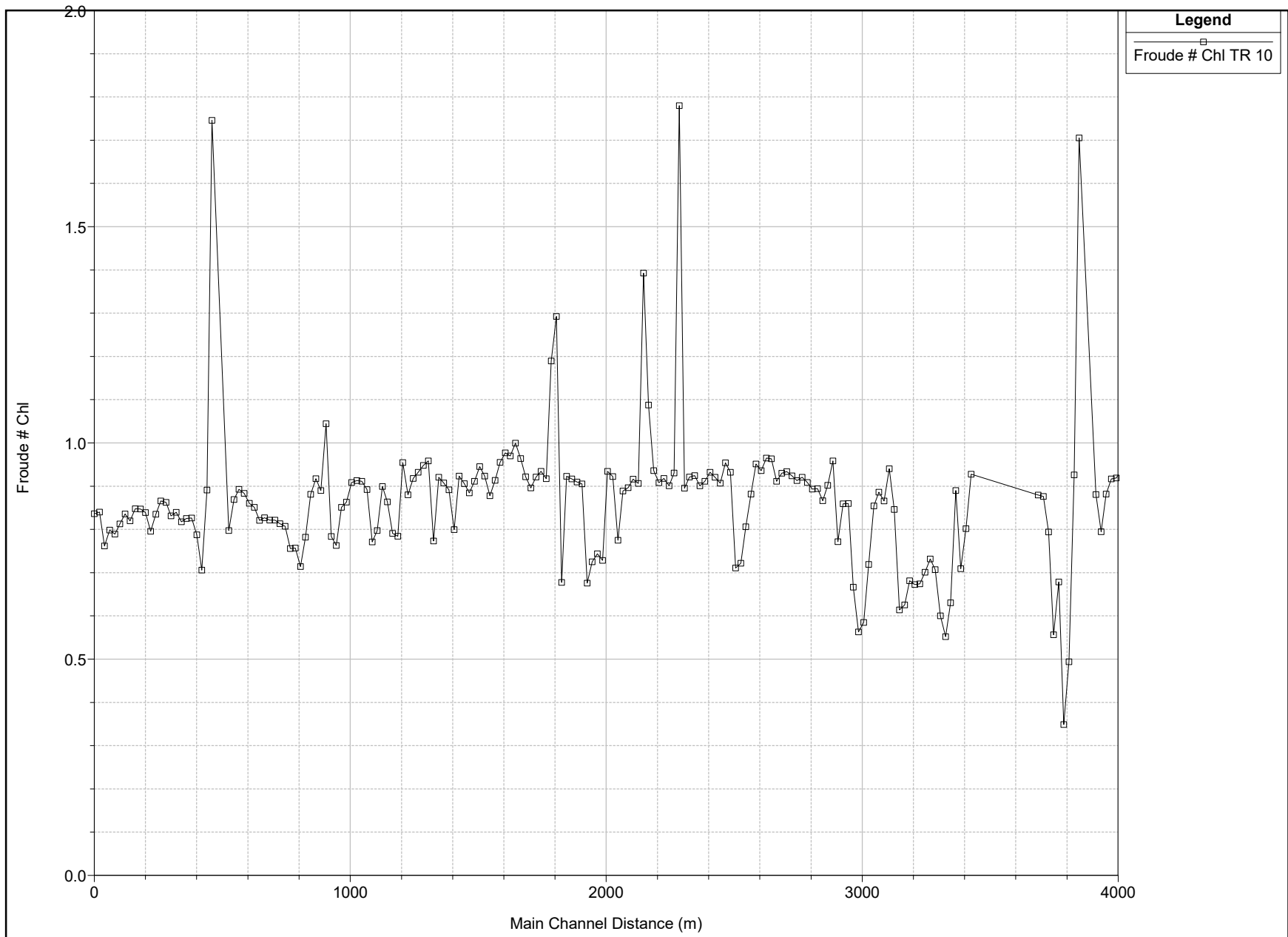
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

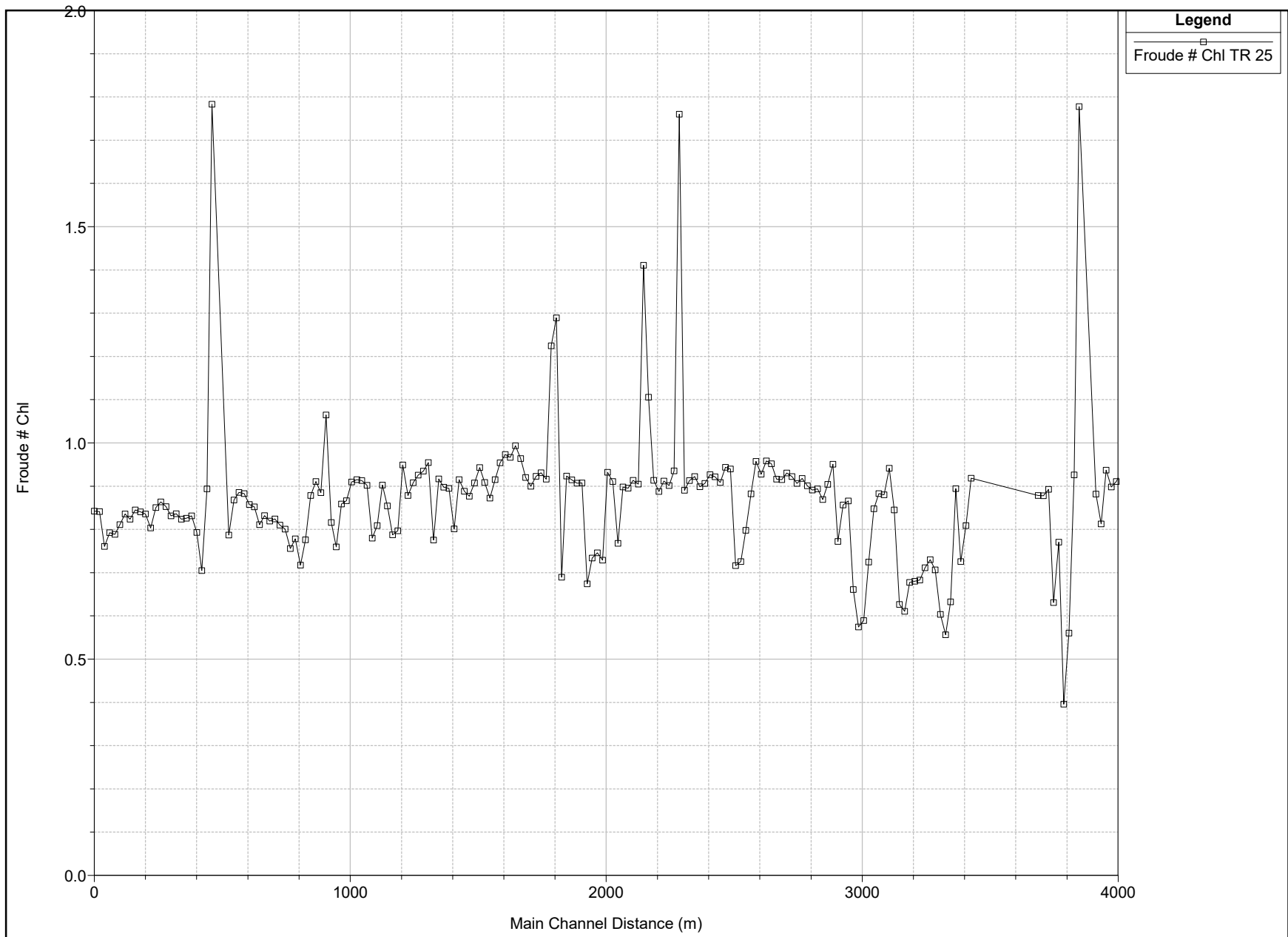


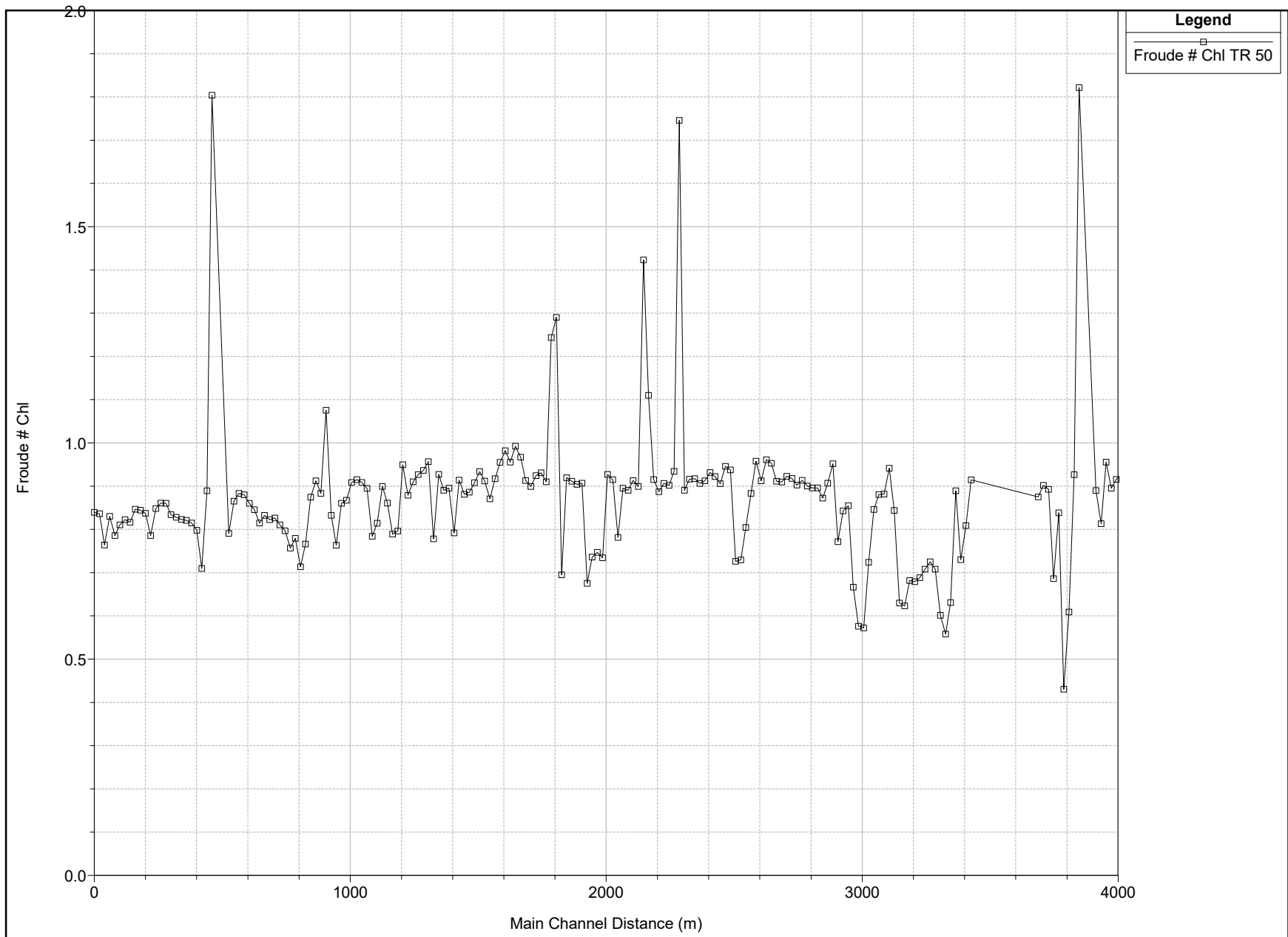
1 cm Horiz. = 40 m 1 cm Vert. = 5 m

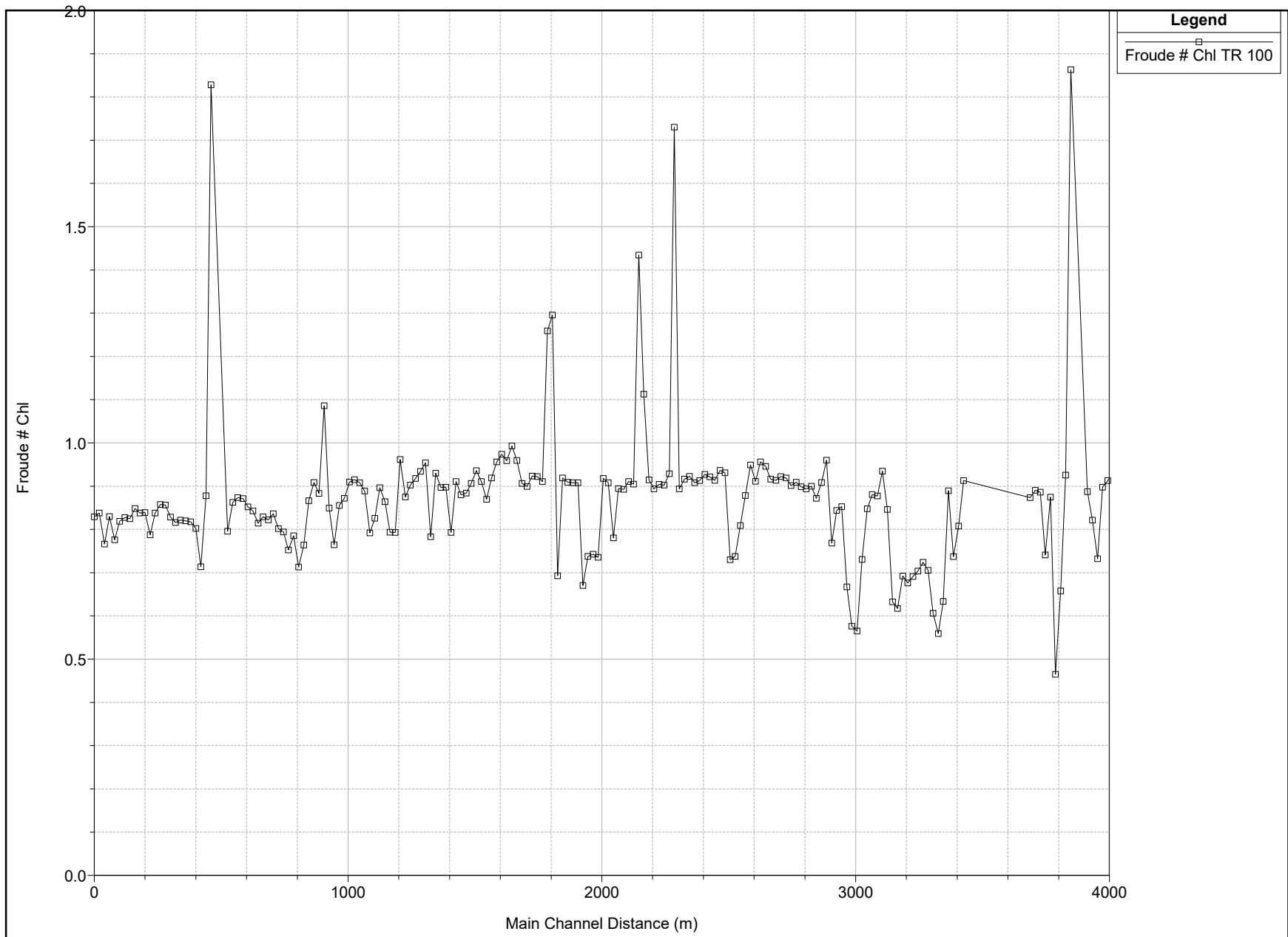
Anexo 11.- Número de Froude

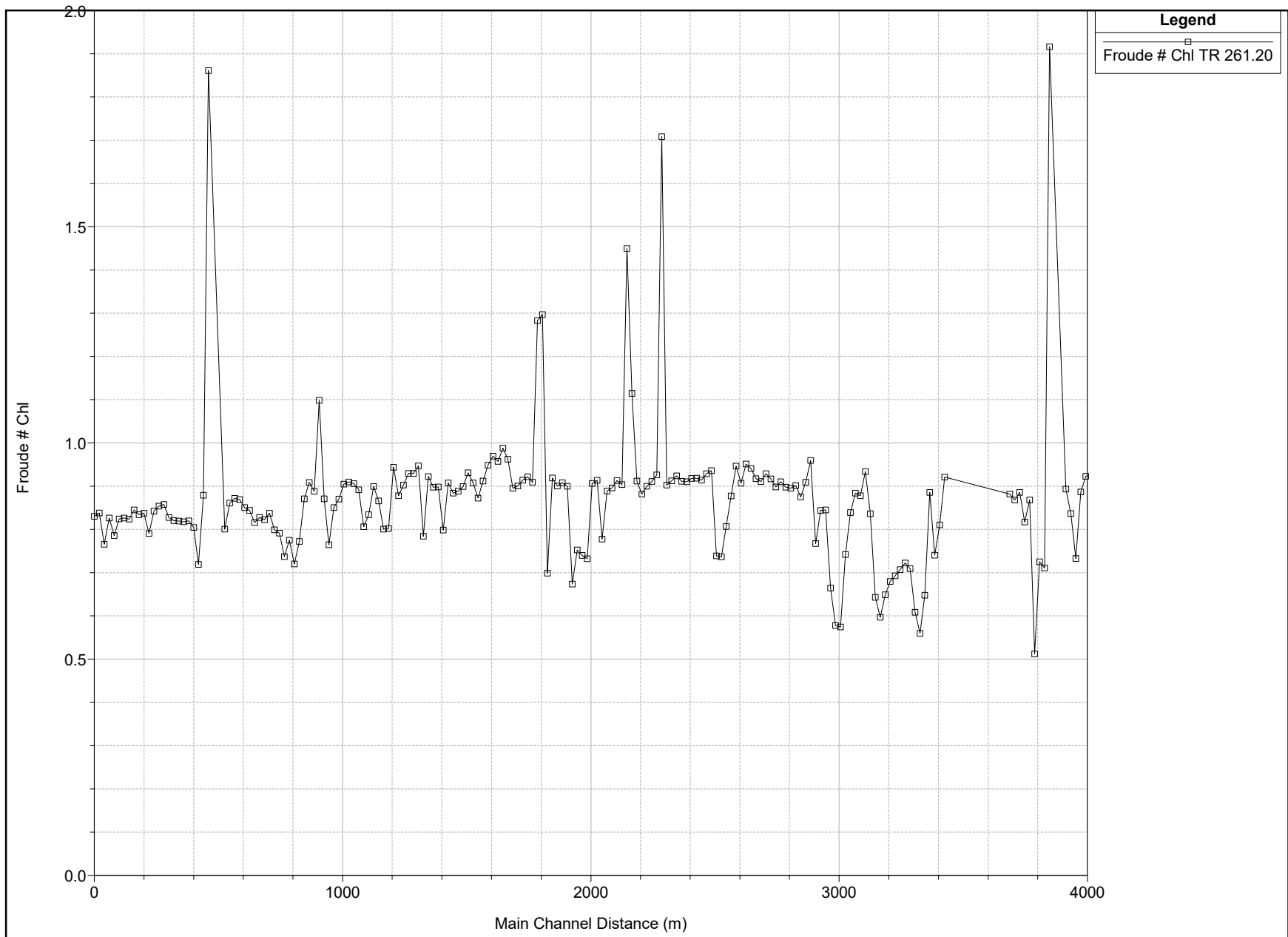




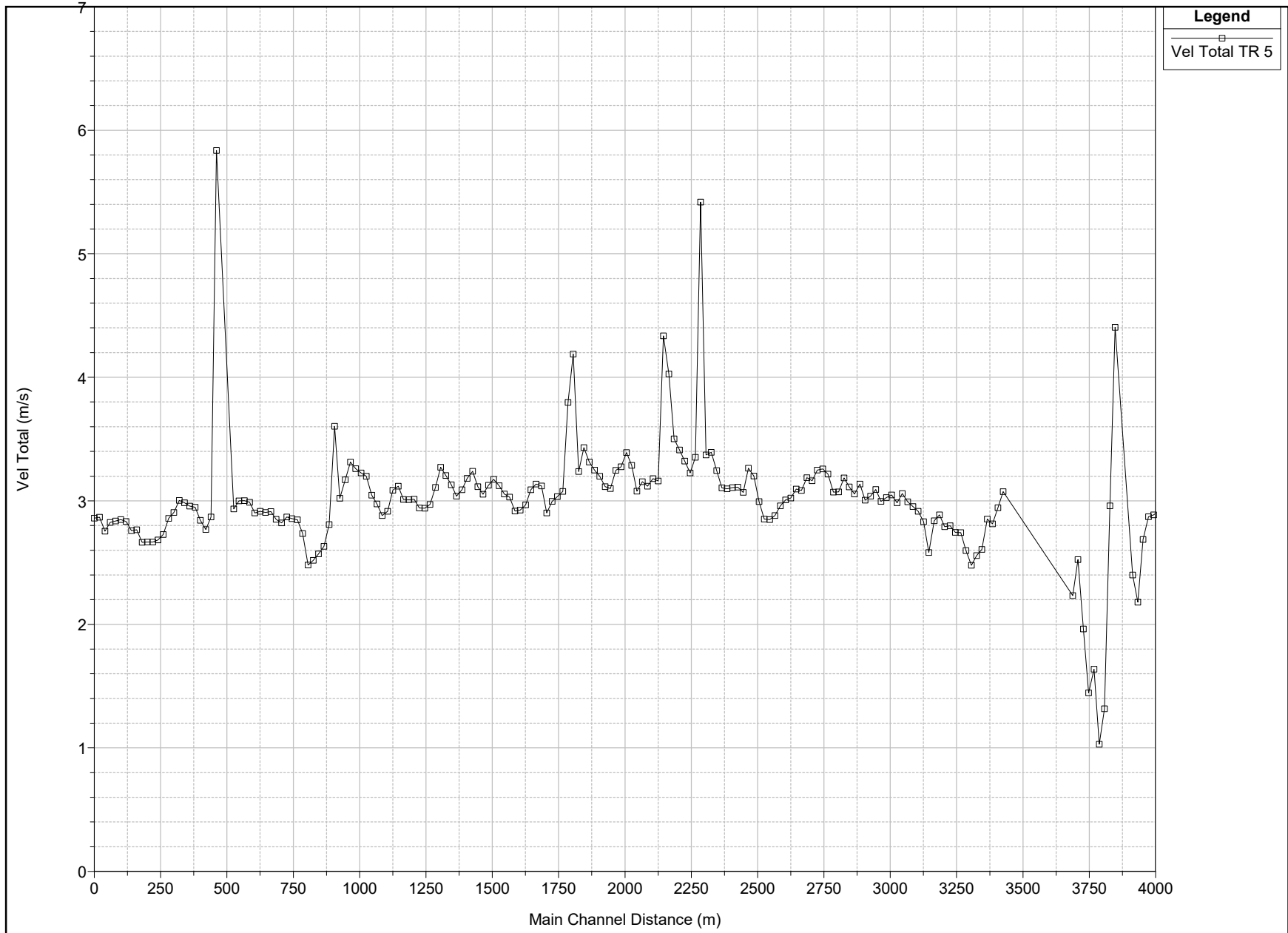


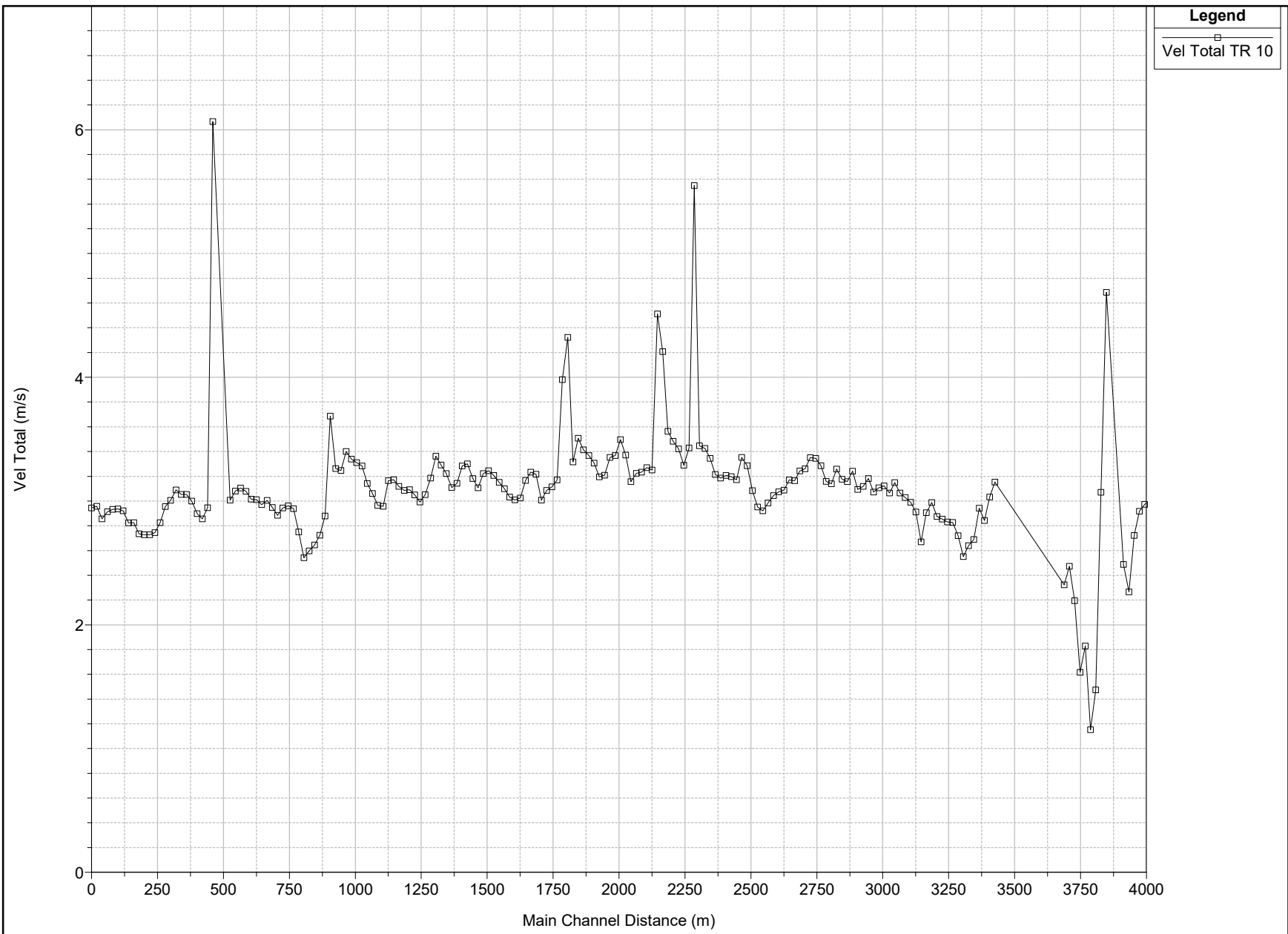


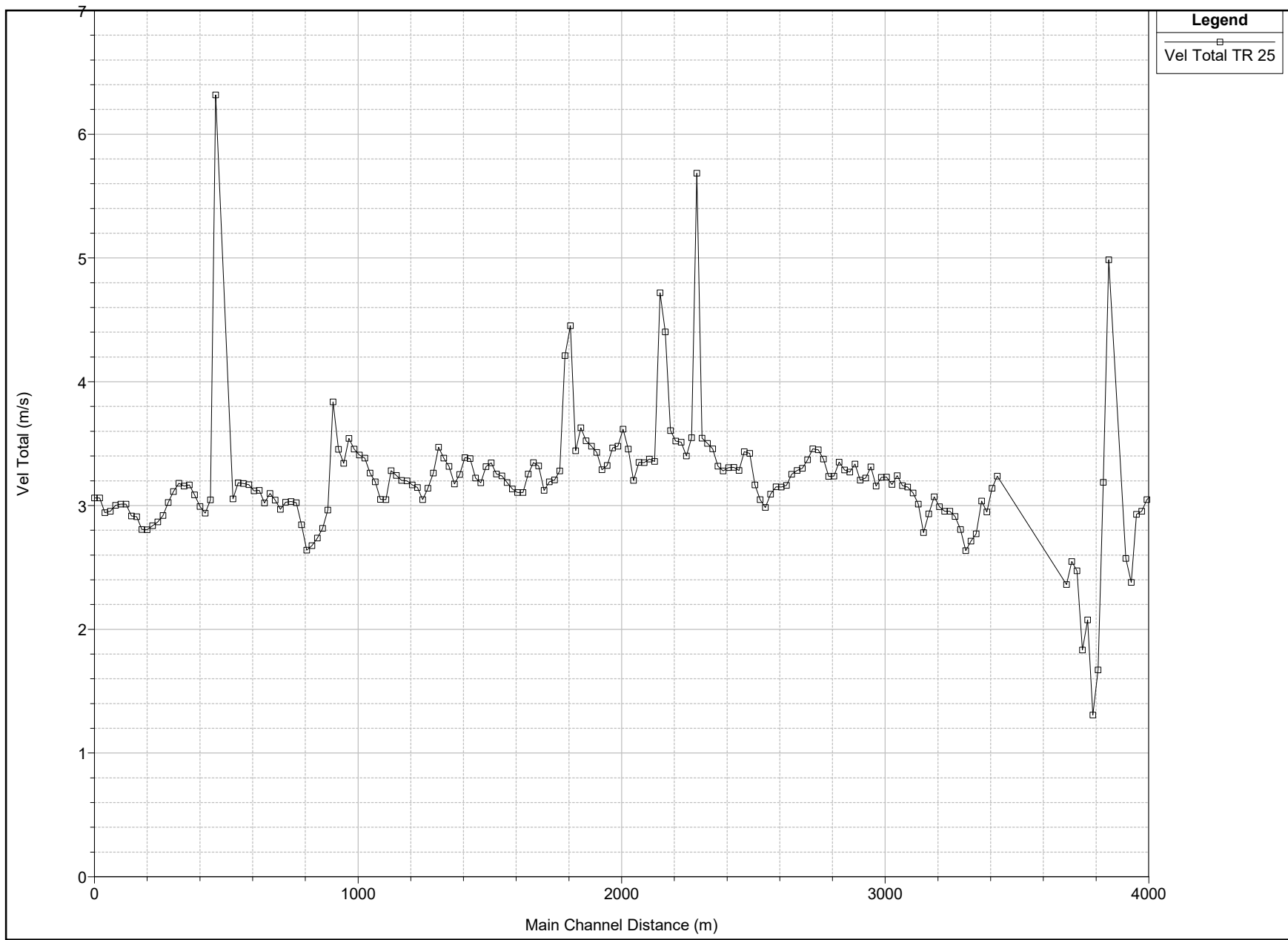


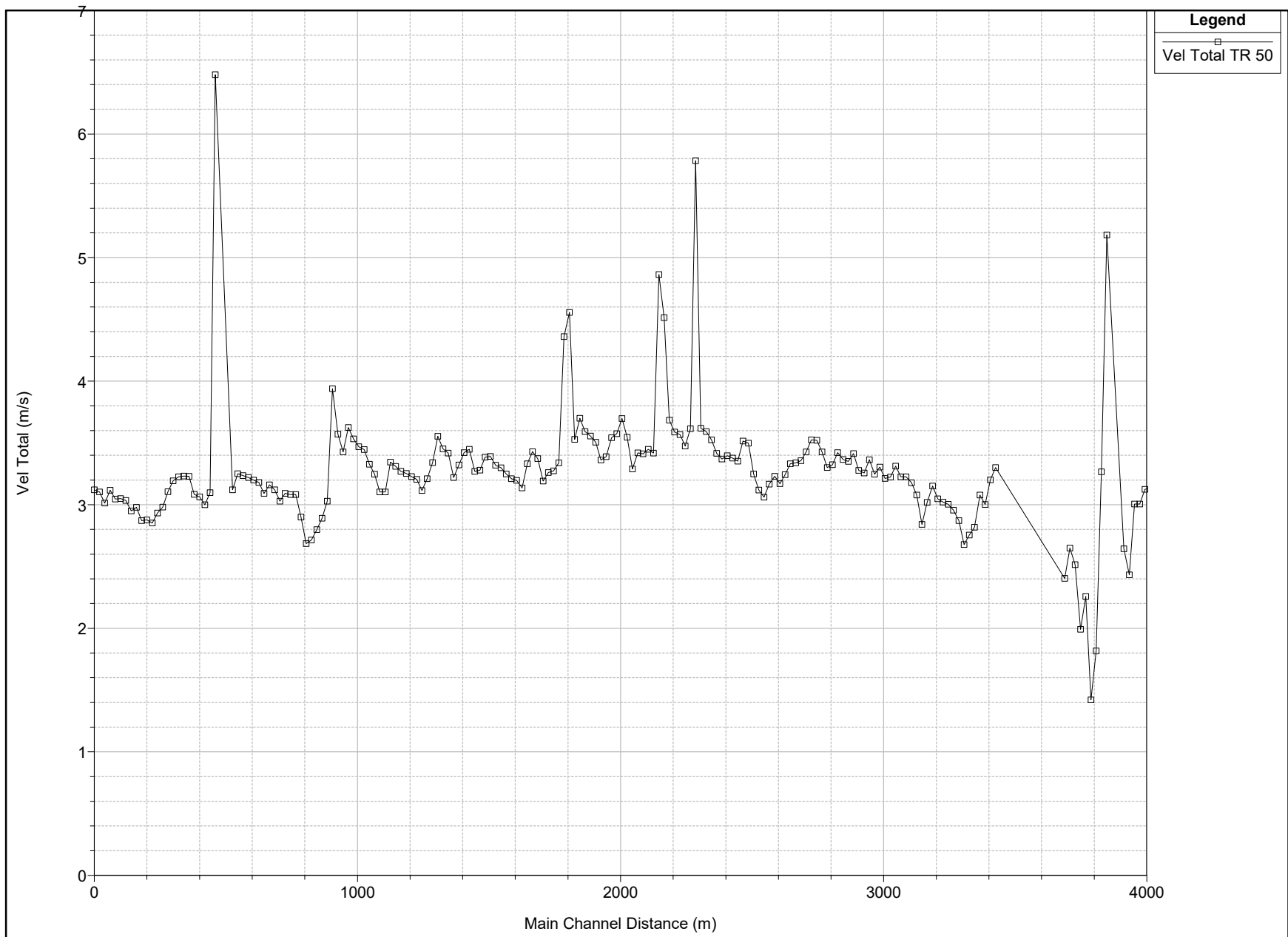


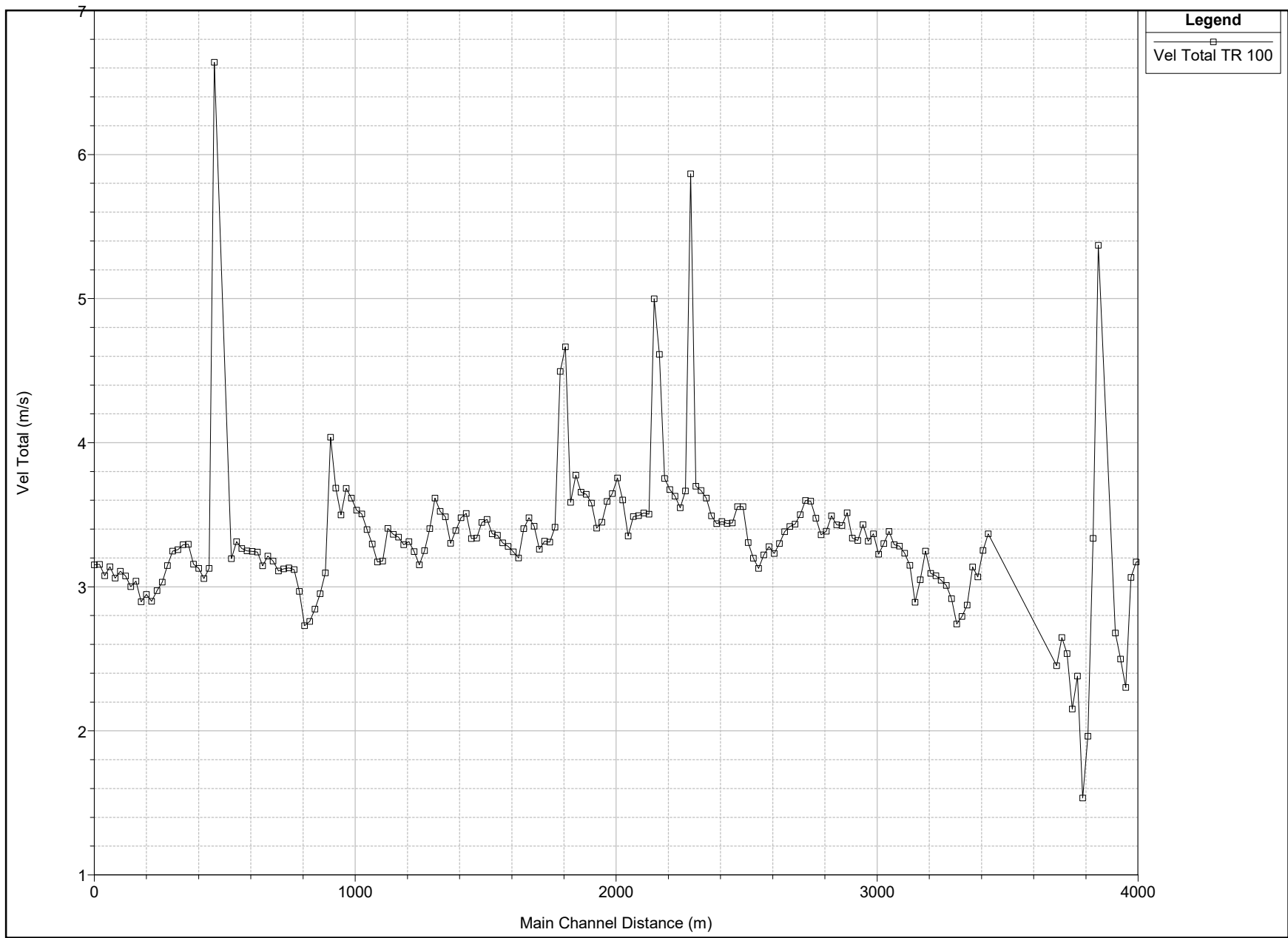
Anexo 12.- Velocidad Total

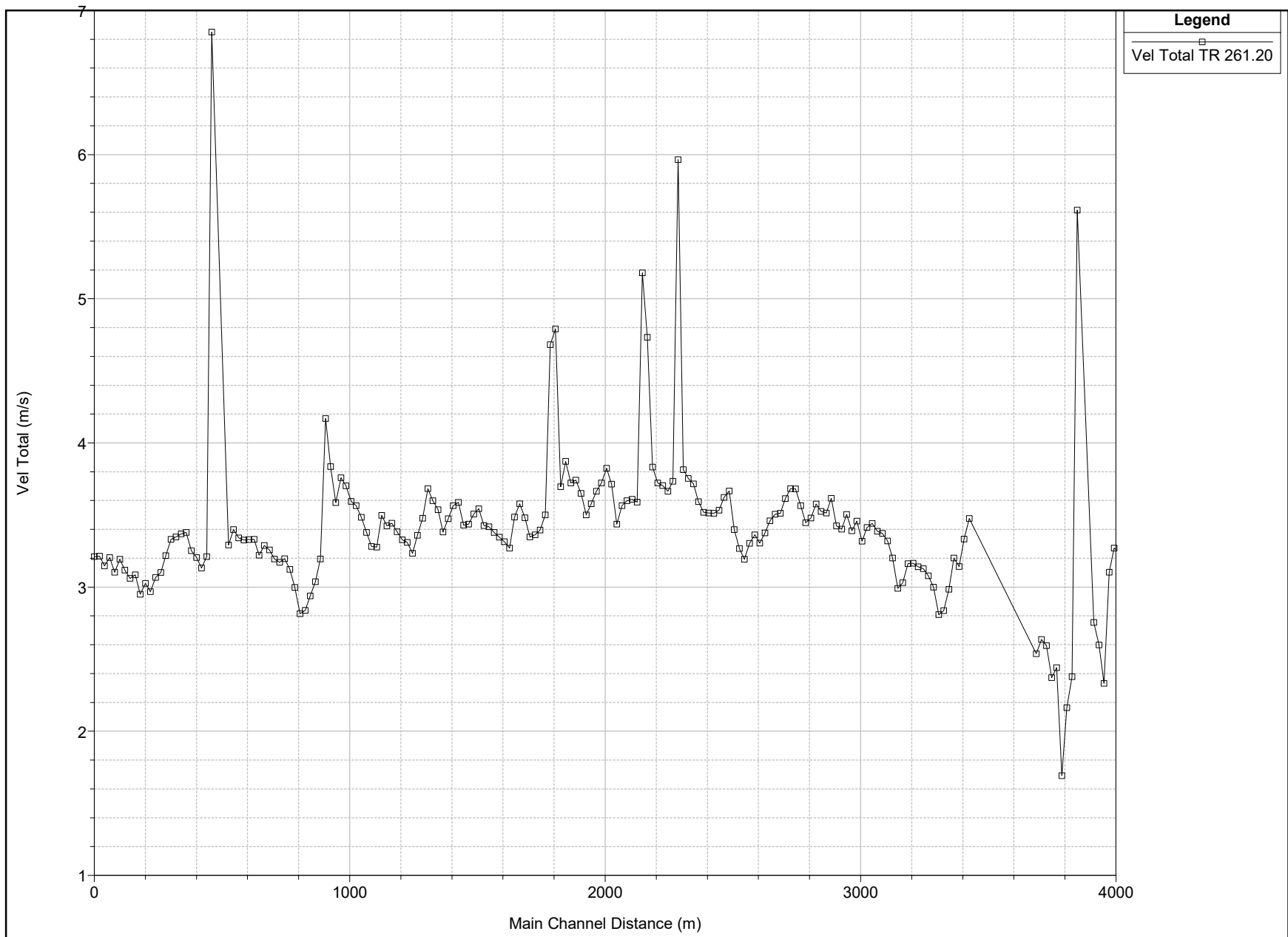




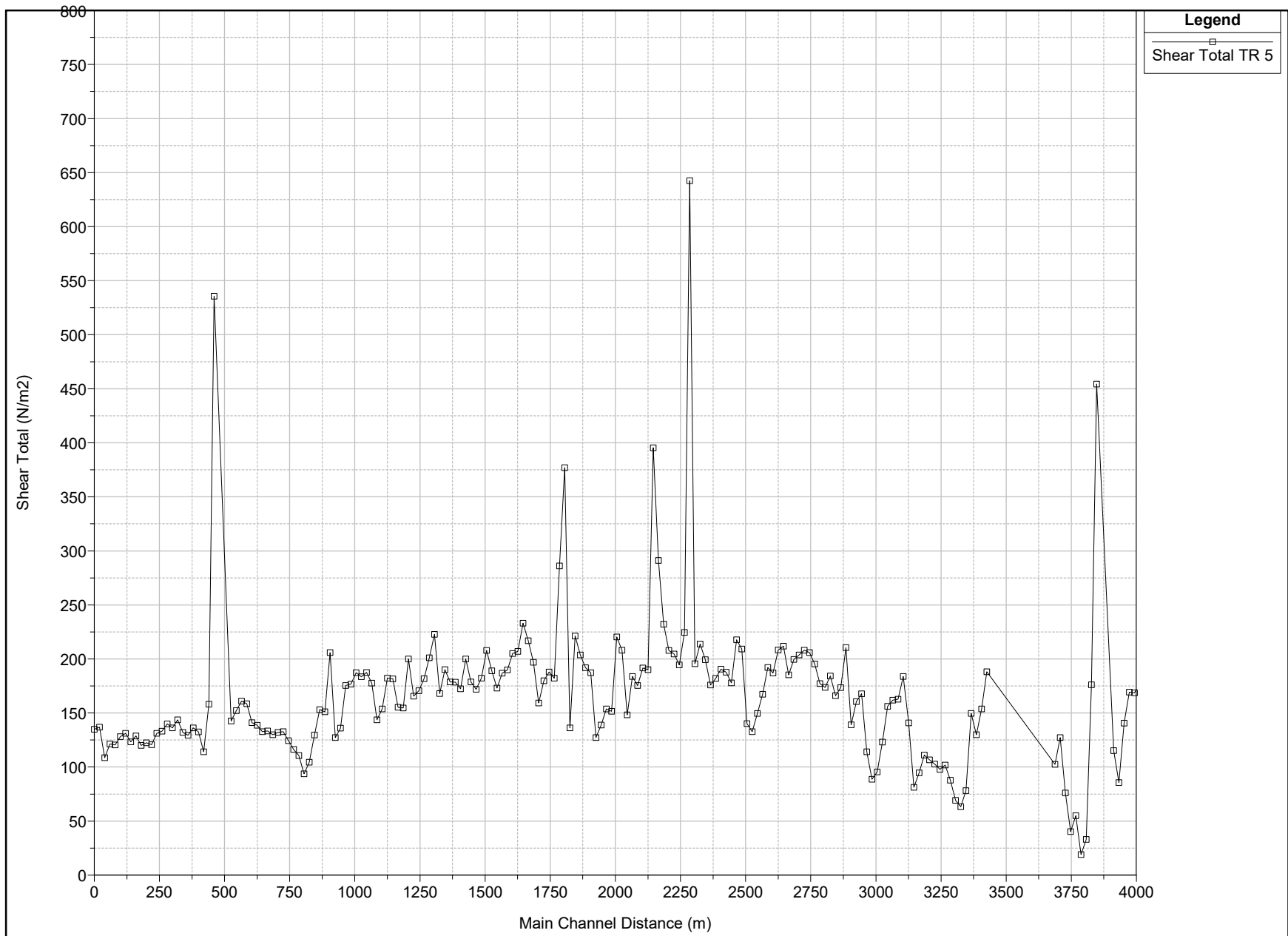


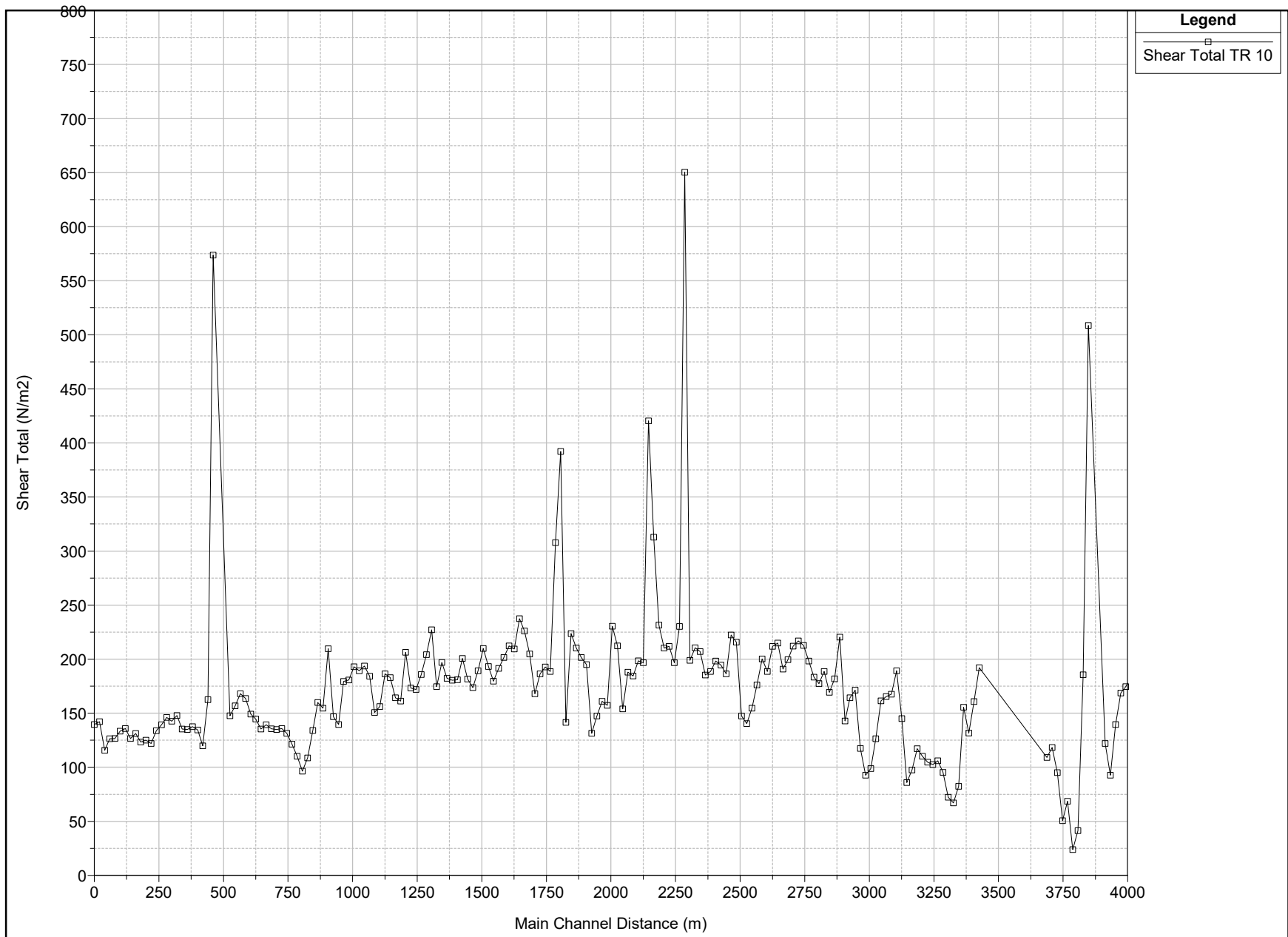


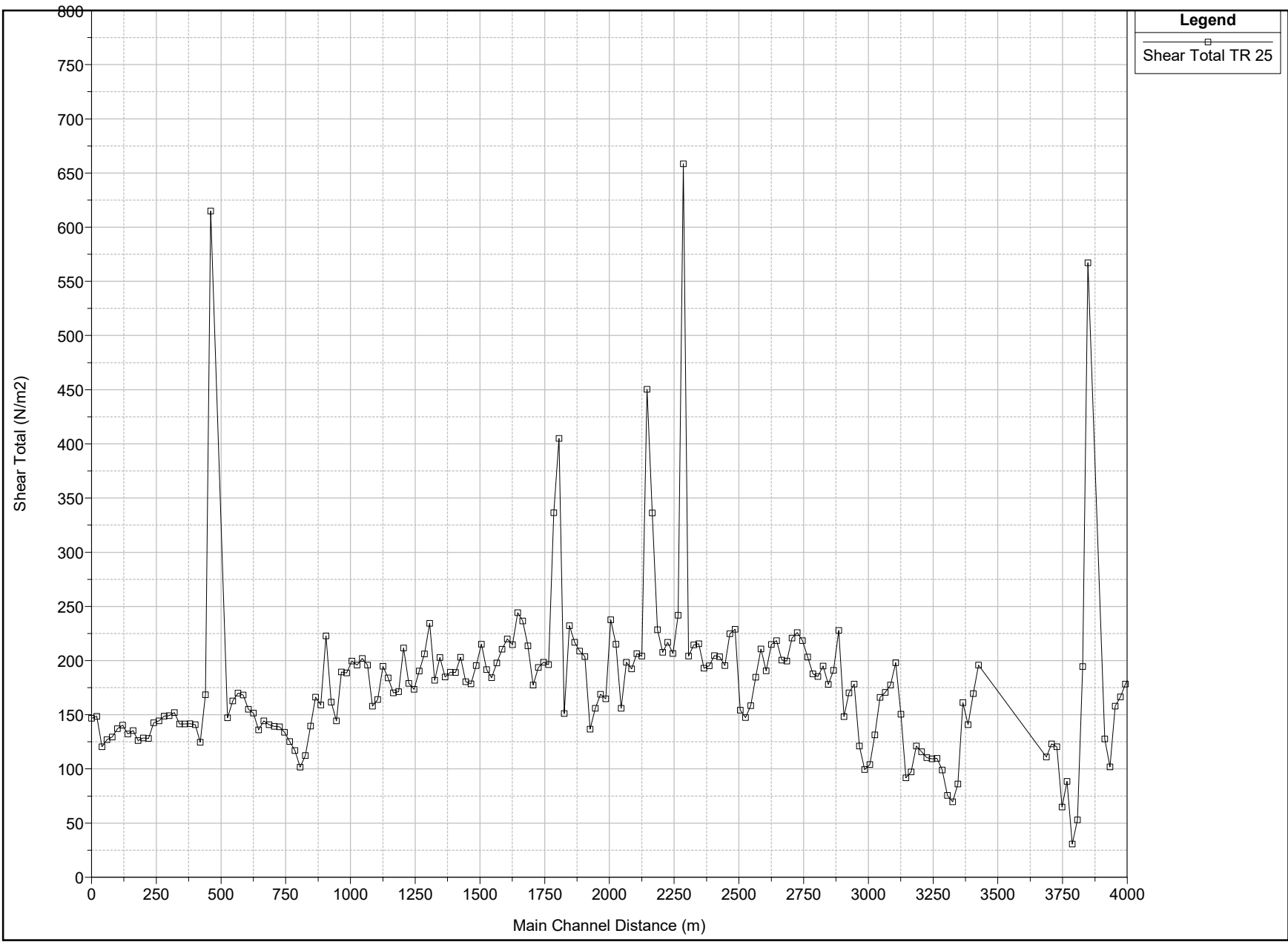


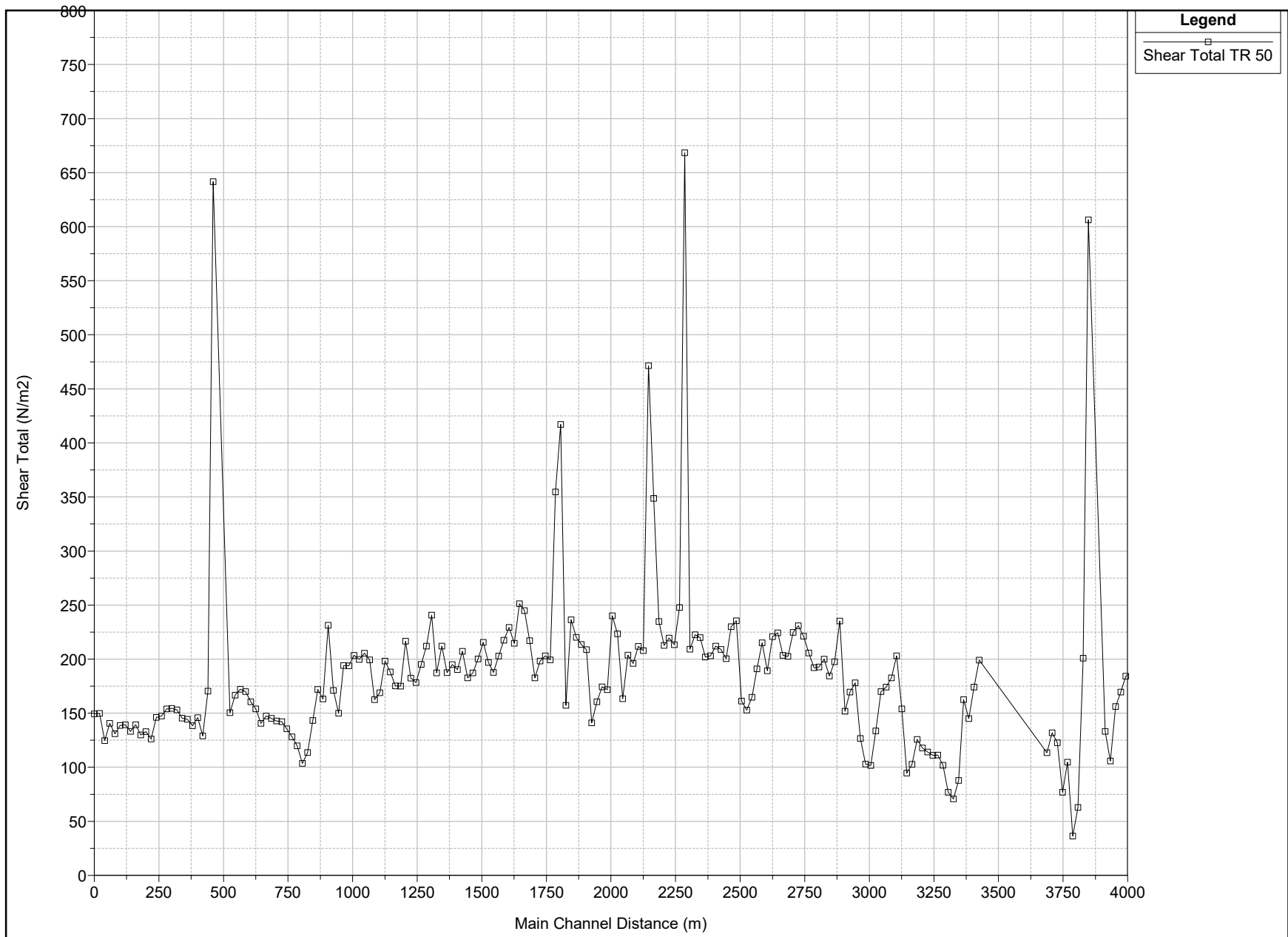


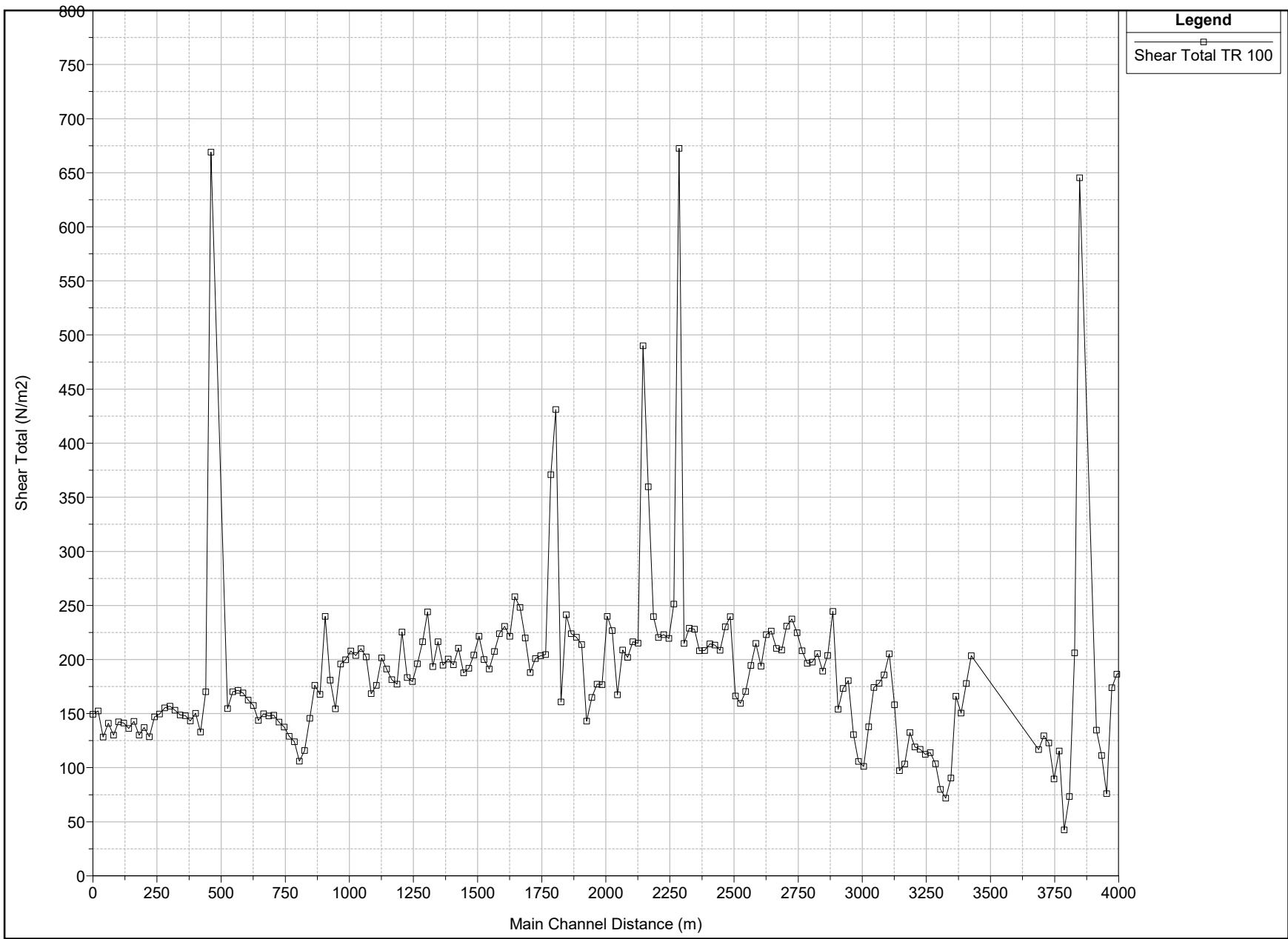
Anexo 13.- Esfuerzo Cortante

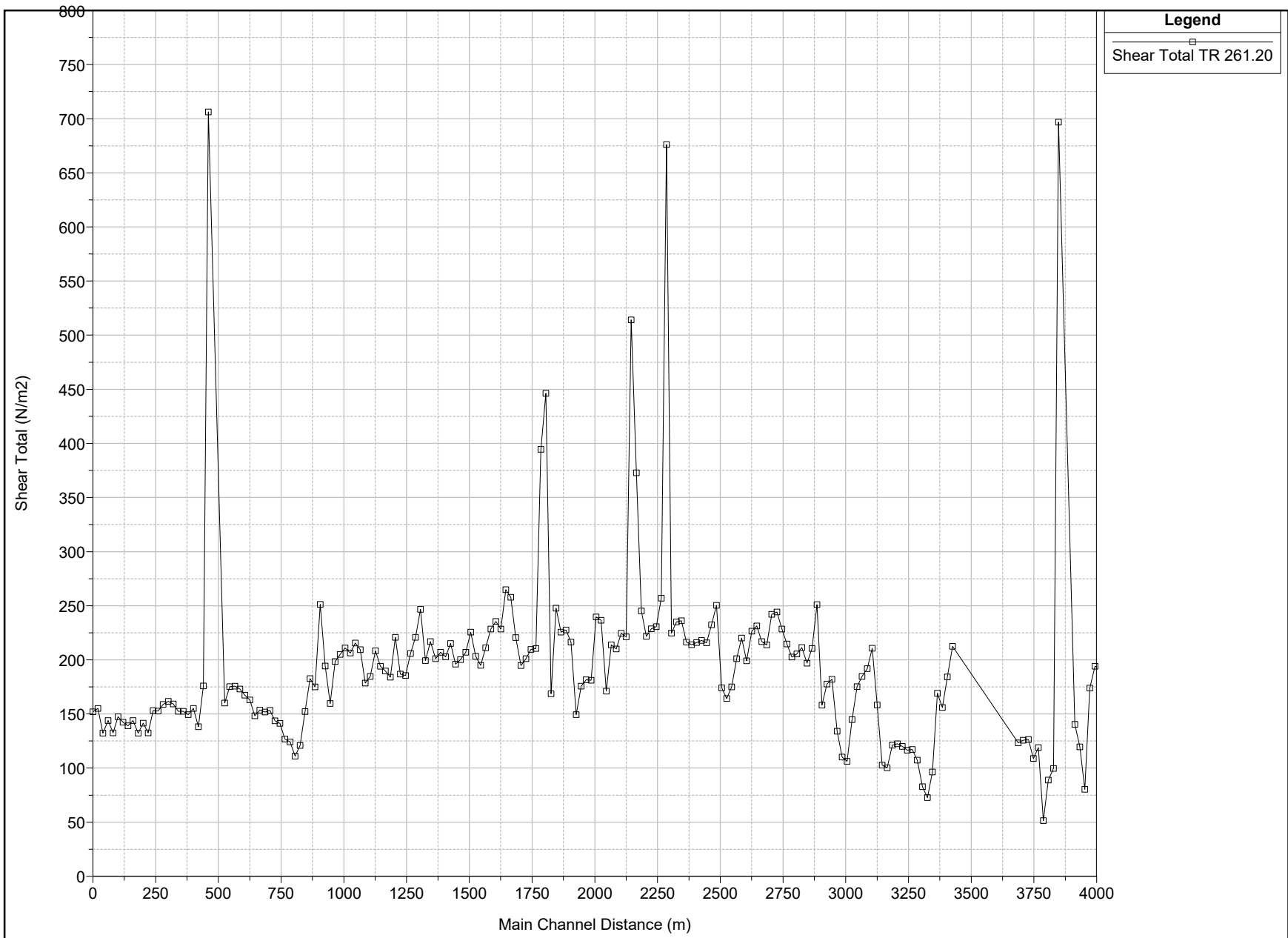












Anexo 14 -Tablas resultados de Hec-RAS

Resultados Para Tr 5 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Minima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Critica	Altura de Energia	Velocidad Total	Numero de Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 5	75.04	2676.1	2677.4	2677.4	2677.83	2.86	0.84
100	TR 5	75.04	2675.27	2676.67	2676.67	2677.09	2.84	0.77
200	TR 5	75.04	2674.13	2675.39	2675.39	2675.75	2.66	0.85
300	TR 5	75.04	2672	2673.25	2673.25	2673.67	2.86	0.86
400	TR 5	75.04	2670.56	2671.9	2671.9	2672.35	2.95	0.83
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 5	75.04	2668.3	2669.72	2669.72	2670.18	2.94	0.79
600	TR 5	75.04	2665.25	2666.65	2666.65	2667.09	2.92	0.85
700	TR 5	75.04	2663.64	2664.99	2664.99	2665.42	2.87	0.82
800	TR 5	75.04	2661.68	2662.82	2662.82	2663.15	2.52	0.78
900	TR 5	75.04	2659.69	2661.15	2661.17	2661.66	3.02	0.73
1000	TR 5	75.04	2655.32	2656.88	2656.88	2657.41	3.2	0.91
1100	TR 5	75.04	2651.53	2653.07	2653.07	2653.56	3.09	0.9
1200	TR 5	75.04	2649.44	2650.83	2650.83	2651.28	2.94	0.87
1300	TR 5	75.04	2648.96	2650.5	2650.5	2651.06	3.21	0.77
1400	TR 5	75.04	2645.31	2646.87	2646.87	2647.42	3.24	0.93
1500	TR 5	75.04	2643.13	2644.6	2644.6	2645.1	3.12	0.93
1600	TR 5	75.04	2638.43	2639.74	2639.74	2640.19	2.97	0.98
1700	TR 5	75.04	2635.04	2636.45	2636.45	2636.93	3	0.92
1800	TR 5	75.04	2635.18	2636.93	2636.93	2637.53	3.24	0.67
1900	TR 5	75.04	2632.16	2633.68	2633.68	2634.23	3.12	0.68
2000	TR 5	75.04	2630.21	2631.96	2631.96	2632.53	3.29	0.93
2100	TR 5	75.04	2623.61	2625.15	2625.15	2625.67	3.16	0.91
2200	TR 5	75.04	2621.4	2623.21	2623.21	2623.81	3.32	0.92
2300	TR 5	75.04	2622.14	2623.92	2623.92	2624.52	3.39	0.94
2400	TR 5	75.04	2615.23	2616.74	2616.74	2617.25	3.11	0.92
2500	TR 5	75.04	2611.76	2612.92	2612.92	2613.37	2.85	0.71
2600	TR 5	75.04	2607.19	2608.65	2608.65	2609.13	3.02	0.97
2700	TR 5	75.04	2601.74	2603.35	2603.35	2603.89	3.25	0.92
2800	TR 5	75.04	2596.26	2597.87	2597.87	2598.4	3.18	0.9
2900	TR 5	75.04	2591.88	2593.31	2593.31	2593.8	3.04	0.87
3000	TR 5	75.04	2587.36	2589	2589	2589.52	2.99	0.72
3100	TR 5	75.04	2582.94	2584.18	2584.18	2584.61	2.83	0.85
3200	TR 5	75.04	2579.14	2580.59	2580.59	2581.06	2.8	0.68
3300	TR 5	75.04	2575.31	2576.22	2576.22	2576.62	2.56	0.54
3400	TR 5	75.04	2572.25	2573.73	2573.73	2574.22	3.07	0.93
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 5	75.04	2567.87	2568.95	2568.95	2569.29	2.52	0.91
3600	TR 5	75.04	2565.71	2566.66	2566.66	2566.75	1.32	0.44
3700	TR 5	75.04	2563.03	2564.24	2564.24	2564.51	2.18	0.78
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 5	75.04	2560.99	2562.36	2562.36	2562.79	2.87	0.91
3900	TR 5	75.04	2560.99	2562.44	2562.44	2562.87	2.86	0.85
4000	TR 5	75.04	2557.45	2558.99	2558.99	2559.53	3.08	0.96

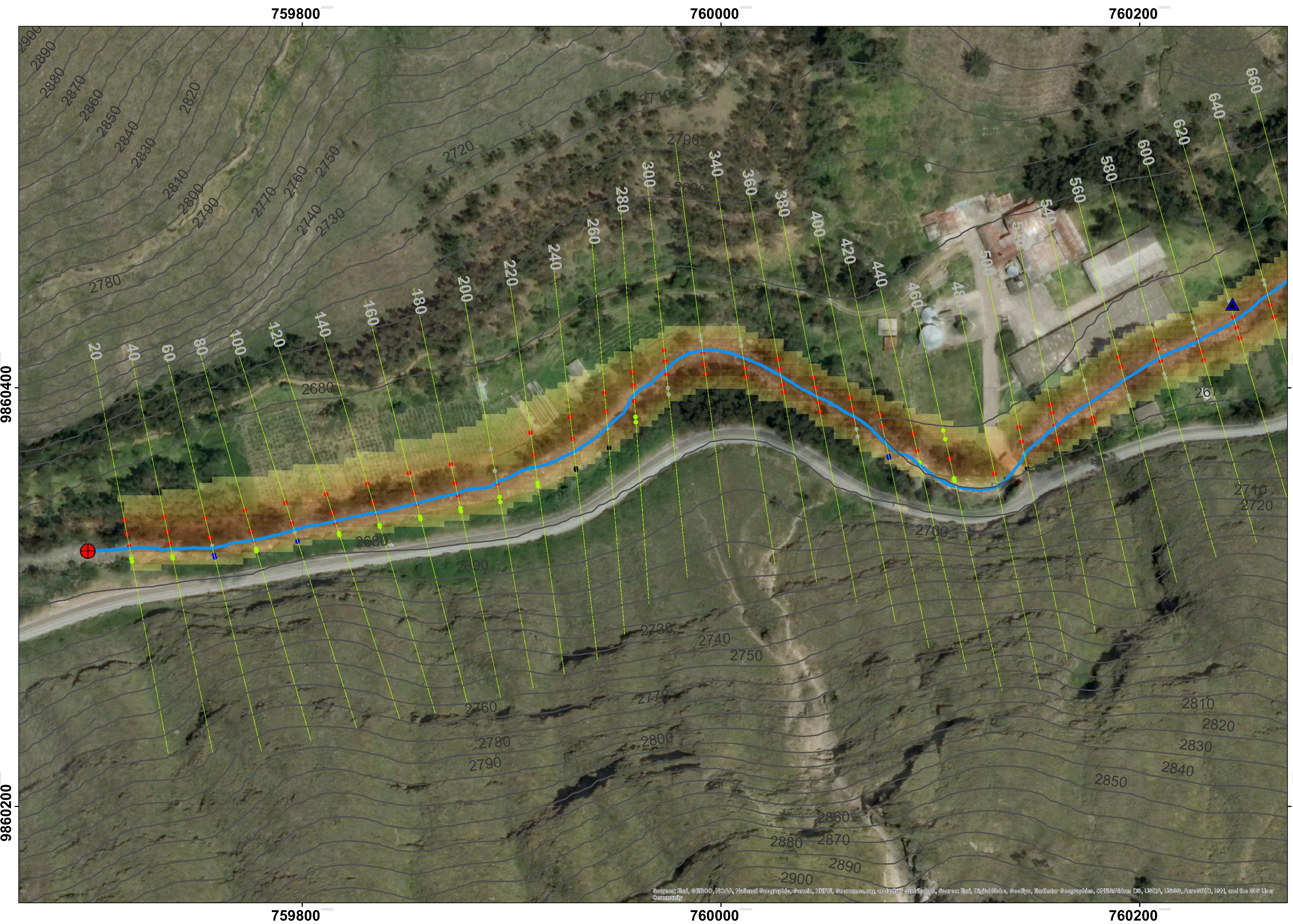
Resultados Para Tr 10 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Mínima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Critica	Altura de Energia	Velocidad Total	Numero de Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 10	83.93	2676.1	2677.48	2677.48	2677.92	2.94	0.84
100	TR 10	83.93	2675.27	2676.74	2676.74	2677.19	2.93	0.79
200	TR 10	83.93	2674.13	2675.45	2675.45	2675.84	2.73	0.85
300	TR 10	83.93	2672	2673.32	2673.32	2673.76	2.96	0.86
400	TR 10	83.93	2670.56	2671.99	2671.99	2672.46	3	0.83
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 10	83.93	2668.3	2669.8	2669.8	2670.28	3.01	0.8
600	TR 10	83.93	2665.25	2666.72	2666.72	2667.19	3.01	0.85
700	TR 10	83.93	2663.64	2665.07	2665.07	2665.52	2.94	0.81
800	TR 10	83.93	2661.68	2662.87	2662.87	2663.22	2.6	0.78
900	TR 10	83.93	2659.69	2661.19	2661.26	2661.78	3.26	0.78
1000	TR 10	83.93	2655.32	2656.97	2656.97	2657.53	3.28	0.91
1100	TR 10	83.93	2651.53	2653.16	2653.16	2653.67	3.17	0.9
1200	TR 10	83.93	2649.44	2650.9	2650.9	2651.38	3.05	0.88
1300	TR 10	83.93	2648.96	2650.59	2650.59	2651.19	3.29	0.77
1400	TR 10	83.93	2645.31	2646.97	2646.97	2647.54	3.3	0.92
1500	TR 10	83.93	2643.13	2644.68	2644.68	2645.21	3.21	0.92
1600	TR 10	83.93	2638.43	2639.82	2639.82	2640.3	3.02	0.97
1700	TR 10	83.93	2635.04	2636.53	2636.53	2637.04	3.09	0.92
1800	TR 10	83.93	2635.18	2637.04	2637.04	2637.67	3.32	0.68
1900	TR 10	83.93	2632.16	2633.77	2633.77	2634.35	3.19	0.68
2000	TR 10	83.93	2630.21	2632.06	2632.06	2632.66	3.37	0.92
2100	TR 10	83.93	2623.61	2625.24	2625.24	2625.79	3.25	0.91
2200	TR 10	83.93	2621.4	2623.31	2623.31	2623.94	3.42	0.92
2300	TR 10	83.93	2622.14	2624.03	2624.03	2624.65	3.43	0.92
2400	TR 10	83.93	2615.23	2616.83	2616.83	2617.36	3.2	0.92
2500	TR 10	83.93	2611.76	2612.99	2612.99	2613.47	2.95	0.72
2600	TR 10	83.93	2607.19	2608.74	2608.74	2609.24	3.09	0.97
2700	TR 10	83.93	2601.74	2603.44	2603.44	2604.02	3.35	0.92
2800	TR 10	83.93	2596.26	2597.96	2597.96	2598.52	3.26	0.89
2900	TR 10	83.93	2591.88	2593.4	2593.4	2593.91	3.12	0.86
3000	TR 10	83.93	2587.36	2589.09	2589.09	2589.64	3.07	0.72
3100	TR 10	83.93	2582.94	2584.25	2584.25	2584.71	2.91	0.85
3200	TR 10	83.93	2579.14	2580.69	2580.69	2581.17	2.85	0.67
3300	TR 10	83.93	2575.31	2576.28	2576.28	2576.71	2.64	0.55
3400	TR 10	83.93	2572.25	2573.82	2573.82	2574.33	3.15	0.93
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 10	83.93	2567.87	2569.03	2569.03	2569.36	2.47	0.88
3600	TR 10	83.93	2565.71	2566.66	2566.66	2566.77	1.47	0.49
3700	TR 10	83.93	2563.03	2564.28	2564.28	2564.57	2.27	0.79
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 10	83.93	2560.99	2562.43	2562.43	2562.89	2.94	0.91
3900	TR 10	83.93	2560.99	2562.51	2562.51	2562.96	2.95	0.86
4000	TR 10	83.93	2557.45	2559.08	2559.08	2559.65	3.16	0.95

Resultados Para Tr 25 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Mínima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Critica	Altura de Energia	Velocidad Total	Numero de Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 25	95.16	2676.1	2677.56	2677.56	2678.04	3.06	0.84
100	TR 25	95.16	2675.27	2676.83	2676.83	2677.3	3	0.79
200	TR 25	95.16	2674.13	2675.53	2675.53	2675.94	2.81	0.84
300	TR 25	95.16	2672	2673.41	2673.41	2673.88	3.03	0.85
400	TR 25	95.16	2670.56	2672.08	2672.08	2672.58	3.09	0.83
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 25	95.16	2668.3	2669.91	2669.91	2670.41	3.05	0.79
600	TR 25	95.16	2665.25	2666.81	2666.81	2667.31	3.12	0.85
700	TR 25	95.16	2663.64	2665.16	2665.16	2665.64	3.03	0.81
800	TR 25	95.16	2661.68	2662.94	2662.94	2663.31	2.67	0.78
900	TR 25	95.16	2659.69	2661.26	2661.36	2661.92	3.45	0.82
1000	TR 25	95.16	2655.32	2657.08	2657.08	2657.68	3.38	0.91
1100	TR 25	95.16	2651.53	2653.25	2653.25	2653.81	3.28	0.9
1200	TR 25	95.16	2649.44	2651	2651	2651.51	3.15	0.88
1300	TR 25	95.16	2648.96	2650.71	2650.71	2651.34	3.38	0.78
1400	TR 25	95.16	2645.31	2647.09	2647.09	2647.69	3.38	0.92
1500	TR 25	95.16	2643.13	2644.8	2644.8	2645.35	3.25	0.91
1600	TR 25	95.16	2638.43	2639.92	2639.92	2640.42	3.1	0.97
1700	TR 25	95.16	2635.04	2636.62	2636.62	2637.17	3.19	0.92
1800	TR 25	95.16	2635.18	2637.16	2637.16	2637.83	3.44	0.69
1900	TR 25	95.16	2632.16	2633.89	2633.89	2634.5	3.29	0.67
2000	TR 25	95.16	2630.21	2632.19	2632.19	2632.82	3.45	0.91
2100	TR 25	95.16	2623.61	2625.34	2625.34	2625.93	3.36	0.9
2200	TR 25	95.16	2621.4	2623.43	2623.43	2624.11	3.51	0.91
2300	TR 25	95.16	2622.14	2624.16	2624.16	2624.81	3.5	0.91
2400	TR 25	95.16	2615.23	2616.93	2616.93	2617.5	3.31	0.92
2500	TR 25	95.16	2611.76	2613.09	2613.09	2613.6	3.05	0.73
2600	TR 25	95.16	2607.19	2608.84	2608.84	2609.37	3.16	0.96
2700	TR 25	95.16	2601.74	2603.55	2603.55	2604.16	3.46	0.92
2800	TR 25	95.16	2596.26	2598.08	2598.08	2598.67	3.35	0.89
2900	TR 25	95.16	2591.88	2593.49	2593.49	2594.05	3.22	0.86
3000	TR 25	95.16	2587.36	2589.2	2589.2	2589.78	3.17	0.72
3100	TR 25	95.16	2582.94	2584.34	2584.34	2584.83	3.01	0.84
3200	TR 25	95.16	2579.14	2580.78	2580.78	2581.29	2.95	0.68
3300	TR 25	95.16	2575.31	2576.36	2576.36	2576.82	2.71	0.56
3400	TR 25	95.16	2572.25	2573.92	2573.92	2574.47	3.24	0.92
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 25	95.16	2567.87	2569.1	2569.1	2569.45	2.55	0.88
3600	TR 25	95.16	2565.71	2566.66	2566.66	2566.81	1.67	0.56
3700	TR 25	95.16	2563.03	2564.33	2564.33	2564.65	2.38	0.81
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 25	95.16	2560.99	2562.55	2562.55	2563	2.93	0.9
3900	TR 25	95.16	2560.99	2562.6	2562.6	2563.08	3.04	0.86
4000	TR 25	95.16	2557.45	2559.19	2559.19	2559.8	3.25	0.95

Resultados Para Tr 50 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Mínima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Critica	Altura de Energia	Velocidad Total	Numero de Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 50	103.5	2676.1	2677.62	2677.62	2678.12	3.12	0.84
100	TR 50	103.5	2675.27	2676.9	2676.9	2677.38	3.05	0.79
200	TR 50	103.5	2674.13	2675.58	2675.58	2676	2.87	0.84
300	TR 50	103.5	2672	2673.46	2673.46	2673.96	3.11	0.86
400	TR 50	103.5	2670.56	2672.16	2672.16	2672.66	3.08	0.81
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 50	103.5	2668.3	2669.97	2669.97	2670.49	3.12	0.79
600	TR 50	103.5	2665.25	2666.87	2666.87	2667.39	3.18	0.85
700	TR 50	103.5	2663.64	2665.22	2665.22	2665.72	3.09	0.81
800	TR 50	103.5	2661.68	2662.99	2662.99	2663.37	2.71	0.77
900	TR 50	103.5	2659.69	2661.31	2661.43	2662.02	3.57	0.83
1000	TR 50	103.5	2655.32	2657.16	2657.16	2657.78	3.45	0.91
1100	TR 50	103.5	2651.53	2653.33	2653.33	2653.9	3.35	0.9
1200	TR 50	103.5	2649.44	2651.06	2651.06	2651.59	3.2	0.88
1300	TR 50	103.5	2648.96	2650.79	2650.79	2651.44	3.45	0.78
1400	TR 50	103.5	2645.31	2647.16	2647.16	2647.79	3.45	0.91
1500	TR 50	103.5	2643.13	2644.87	2644.87	2645.44	3.32	0.91
1600	TR 50	103.5	2638.43	2639.99	2639.99	2640.5	3.13	0.96
1700	TR 50	103.5	2635.04	2636.69	2636.69	2637.26	3.26	0.92
1800	TR 50	103.5	2635.18	2637.24	2637.24	2637.95	3.53	0.69
1900	TR 50	103.5	2632.16	2633.96	2633.96	2634.61	3.36	0.68
2000	TR 50	103.5	2630.21	2632.26	2632.26	2632.92	3.55	0.92
2100	TR 50	103.5	2623.61	2625.42	2625.42	2626.03	3.42	0.9
2200	TR 50	103.5	2621.4	2623.53	2623.53	2624.22	3.57	0.91
2300	TR 50	103.5	2622.14	2624.24	2624.24	2624.92	3.59	0.92
2400	TR 50	103.5	2615.23	2617	2617	2617.6	3.38	0.92
2500	TR 50	103.5	2611.76	2613.15	2613.15	2613.68	3.12	0.73
2600	TR 50	103.5	2607.19	2608.9	2608.9	2609.45	3.24	0.96
2700	TR 50	103.5	2601.74	2603.63	2603.63	2604.27	3.52	0.92
2800	TR 50	103.5	2596.26	2598.15	2598.15	2598.77	3.42	0.9
2900	TR 50	103.5	2591.88	2593.58	2593.58	2594.14	3.26	0.84
3000	TR 50	103.5	2587.36	2589.28	2589.28	2589.88	3.22	0.72
3100	TR 50	103.5	2582.94	2584.4	2584.4	2584.91	3.08	0.84
3200	TR 50	103.5	2579.14	2580.85	2580.85	2581.38	3.02	0.69
3300	TR 50	103.5	2575.31	2576.42	2576.42	2576.89	2.76	0.56
3400	TR 50	103.5	2572.25	2573.99	2573.99	2574.56	3.3	0.91
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 50	103.5	2567.87	2569.13	2569.13	2569.51	2.65	0.9
3600	TR 50	103.5	2565.71	2566.66	2566.66	2566.83	1.82	0.61
3700	TR 50	103.5	2563.03	2564.37	2564.37	2564.7	2.43	0.81
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 50	103.5	2560.99	2562.62	2562.62	2563.08	2.94	0.89
3900	TR 50	103.5	2560.99	2562.67	2562.67	2563.16	3.08	0.86
4000	TR 50	103.5	2557.45	2559.26	2559.26	2559.9	3.32	0.95

Resultados Para Tr 100 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Mínima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Crítica	Altura de Energía	Altura de Energía	Numero de Fro
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 100	111.77	2676.1	2677.69	2677.69	2678.2	3.15	0.83
100	TR 100	111.77	2675.27	2676.97	2676.97	2677.46	3.06	0.78
200	TR 100	111.77	2674.13	2675.64	2675.64	2676.07	2.9	0.84
300	TR 100	111.77	2672	2673.53	2673.53	2674.04	3.15	0.86
400	TR 100	111.77	2670.56	2672.22	2672.22	2672.74	3.16	0.82
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 100	111.77	2668.3	2670.03	2670.03	2670.57	3.19	0.8
600	TR 100	111.77	2665.25	2666.93	2666.93	2667.47	3.24	0.84
700	TR 100	111.77	2663.64	2665.28	2665.28	2665.8	3.12	0.8
800	TR 100	111.77	2661.68	2663.04	2663.04	2663.43	2.76	0.76
900	TR 100	111.77	2659.69	2661.36	2661.5	2662.11	3.68	0.85
1000	TR 100	111.77	2655.32	2657.23	2657.23	2657.88	3.51	0.92
1100	TR 100	111.77	2651.53	2653.39	2653.39	2653.99	3.4	0.9
1200	TR 100	111.77	2649.44	2651.13	2651.13	2651.67	3.24	0.88
1300	TR 100	111.77	2648.96	2650.87	2650.87	2651.54	3.52	0.78
1400	TR 100	111.77	2645.31	2647.24	2647.24	2647.89	3.51	0.91
1500	TR 100	111.77	2643.13	2644.94	2644.94	2645.53	3.37	0.91
1600	TR 100	111.77	2638.43	2640.05	2640.05	2640.58	3.2	0.96
1700	TR 100	111.77	2635.04	2636.76	2636.76	2637.35	3.32	0.92
1800	TR 100	111.77	2635.18	2637.33	2637.33	2638.06	3.59	0.69
1900	TR 100	111.77	2632.16	2634.04	2634.04	2634.71	3.41	0.67
2000	TR 100	111.77	2630.21	2632.34	2632.34	2633.03	3.6	0.91
2100	TR 100	111.77	2623.61	2625.49	2625.49	2626.13	3.5	0.9
2200	TR 100	111.77	2621.4	2623.61	2623.61	2624.33	3.63	0.9
2300	TR 100	111.77	2622.14	2624.32	2624.32	2625.03	3.67	0.92
2400	TR 100	111.77	2615.23	2617.07	2617.07	2617.69	3.44	0.92
2500	TR 100	111.77	2611.76	2613.21	2613.21	2613.77	3.2	0.74
2600	TR 100	111.77	2607.19	2608.97	2608.97	2609.54	3.3	0.96
2700	TR 100	111.77	2601.74	2603.7	2603.7	2604.37	3.6	0.92
2800	TR 100	111.77	2596.26	2598.22	2598.22	2598.86	3.49	0.9
2900	TR 100	111.77	2591.88	2593.64	2593.64	2594.23	3.32	0.84
3000	TR 100	111.77	2587.36	2589.34	2589.34	2589.97	3.3	0.73
3100	TR 100	111.77	2582.94	2584.45	2584.45	2584.99	3.15	0.85
3200	TR 100	111.77	2579.14	2580.91	2580.91	2581.46	3.08	0.69
3300	TR 100	111.77	2575.31	2576.48	2576.48	2576.97	2.79	0.56
3400	TR 100	111.77	2572.25	2574.06	2574.06	2574.65	3.37	0.91
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 100	111.77	2567.87	2569.19	2569.19	2569.57	2.65	0.89
3600	TR 100	111.77	2565.71	2566.66	2566.66	2566.86	1.96	0.66
3700	TR 100	111.77	2563.03	2564.41	2564.41	2564.76	2.5	0.82
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 100	111.77	2560.99	2562.67	2562.67	2563.15	3.02	0.9
3900	TR 100	111.77	2560.99	2562.74	2562.74	2563.23	3.1	0.86
4000	TR 100	111.77	2557.45	2559.33	2559.33	2560	3.39	0.96

Resultados Para Tr 261.20 Años								
Sección	Tiempo de Retorno	Caudal Total	Elevacion Mínima del Canal	Elevacion Superficie de Agua	Altura Critica	Altura de Energia	Velocidad Total	Numero de Froude
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	
20	TR 261.20	123.19	2676.1	2677.77	2677.77	2678.3	3.21	0.83
100	TR 261.20	123.19	2675.27	2677.05	2677.05	2677.55	3.1	0.79
200	TR 261.20	123.19	2674.13	2675.71	2675.71	2676.16	2.95	0.83
300	TR 261.20	123.19	2672	2673.6	2673.6	2674.14	3.22	0.86
400	TR 261.20	123.19	2670.56	2672.29	2672.29	2672.84	3.25	0.82
490	<i>Puente Tilulún</i>							
500	TR 261.20	123.19	2668.3	2670.1	2670.1	2670.68	3.29	0.8
600	TR 261.20	123.19	2665.25	2667.01	2667.01	2667.58	3.33	0.84
700	TR 261.20	123.19	2663.64	2665.37	2665.37	2665.9	3.17	0.8
800	TR 261.20	123.19	2661.68	2663.09	2663.09	2663.51	2.84	0.77
900	TR 261.20	123.19	2659.69	2661.43	2661.59	2662.24	3.84	0.87
1000	TR 261.20	123.19	2655.32	2657.34	2657.34	2658	3.56	0.91
1100	TR 261.20	123.19	2651.53	2653.48	2653.48	2654.11	3.5	0.9
1200	TR 261.20	123.19	2649.44	2651.22	2651.22	2651.78	3.31	0.88
1300	TR 261.20	123.19	2648.96	2650.97	2650.97	2651.68	3.6	0.78
1400	TR 261.20	123.19	2645.31	2647.33	2647.33	2648.01	3.59	0.91
1500	TR 261.20	123.19	2643.13	2645.03	2645.03	2645.65	3.43	0.91
1600	TR 261.20	123.19	2638.43	2640.13	2640.13	2640.69	3.27	0.96
1700	TR 261.20	123.19	2635.04	2636.86	2636.86	2637.47	3.36	0.91
1800	TR 261.20	123.19	2635.18	2637.43	2637.43	2638.2	3.7	0.7
1900	TR 261.20	123.19	2632.16	2634.14	2634.14	2634.84	3.5	0.67
2000	TR 261.20	123.19	2630.21	2632.44	2632.44	2633.16	3.71	0.91
2100	TR 261.20	123.19	2623.61	2625.58	2625.58	2626.26	3.59	0.9
2200	TR 261.20	123.19	2621.4	2623.72	2623.72	2624.47	3.7	0.9
2300	TR 261.20	123.19	2622.14	2624.42	2624.42	2625.17	3.75	0.91
2400	TR 261.20	123.19	2615.23	2617.16	2617.16	2617.82	3.51	0.92
2500	TR 261.20	123.19	2611.76	2613.29	2613.29	2613.88	3.27	0.74
2600	TR 261.20	123.19	2607.19	2609.05	2609.05	2609.65	3.38	0.95
2700	TR 261.20	123.19	2601.74	2603.8	2603.8	2604.5	3.68	0.92
2800	TR 261.20	123.19	2596.26	2598.32	2598.32	2598.99	3.58	0.9
2900	TR 261.20	123.19	2591.88	2593.73	2593.73	2594.35	3.4	0.84
3000	TR 261.20	123.19	2587.36	2589.42	2589.42	2590.09	3.41	0.74
3100	TR 261.20	123.19	2582.94	2584.54	2584.54	2585.1	3.2	0.84
3200	TR 261.20	123.19	2579.14	2581	2581	2581.57	3.14	0.69
3300	TR 261.20	123.19	2575.31	2576.56	2576.56	2577.06	2.84	0.56
3400	TR 261.20	123.19	2572.25	2574.14	2574.14	2574.77	3.48	0.92
3450	<i>Puente Rompecorazones</i>							
3500	TR 261.20	123.19	2567.87	2569.26	2569.26	2569.64	2.64	0.87
3600	TR 261.20	123.19	2565.71	2566.66	2566.66	2566.9	2.16	0.73
3700	TR 261.20	123.19	2563.03	2564.45	2564.45	2564.82	2.6	0.84
3760	<i>Puente Miraflores</i>							
3800	TR 261.20	123.19	2560.99	2562.73	2562.73	2563.25	3.1	0.91
3900	TR 261.20	123.19	2560.99	2562.82	2562.82	2563.33	3.14	0.88
4000	TR 261.20	123.19	2557.45	2559.43	2559.43	2560.13	3.45	0.95



UBICACION

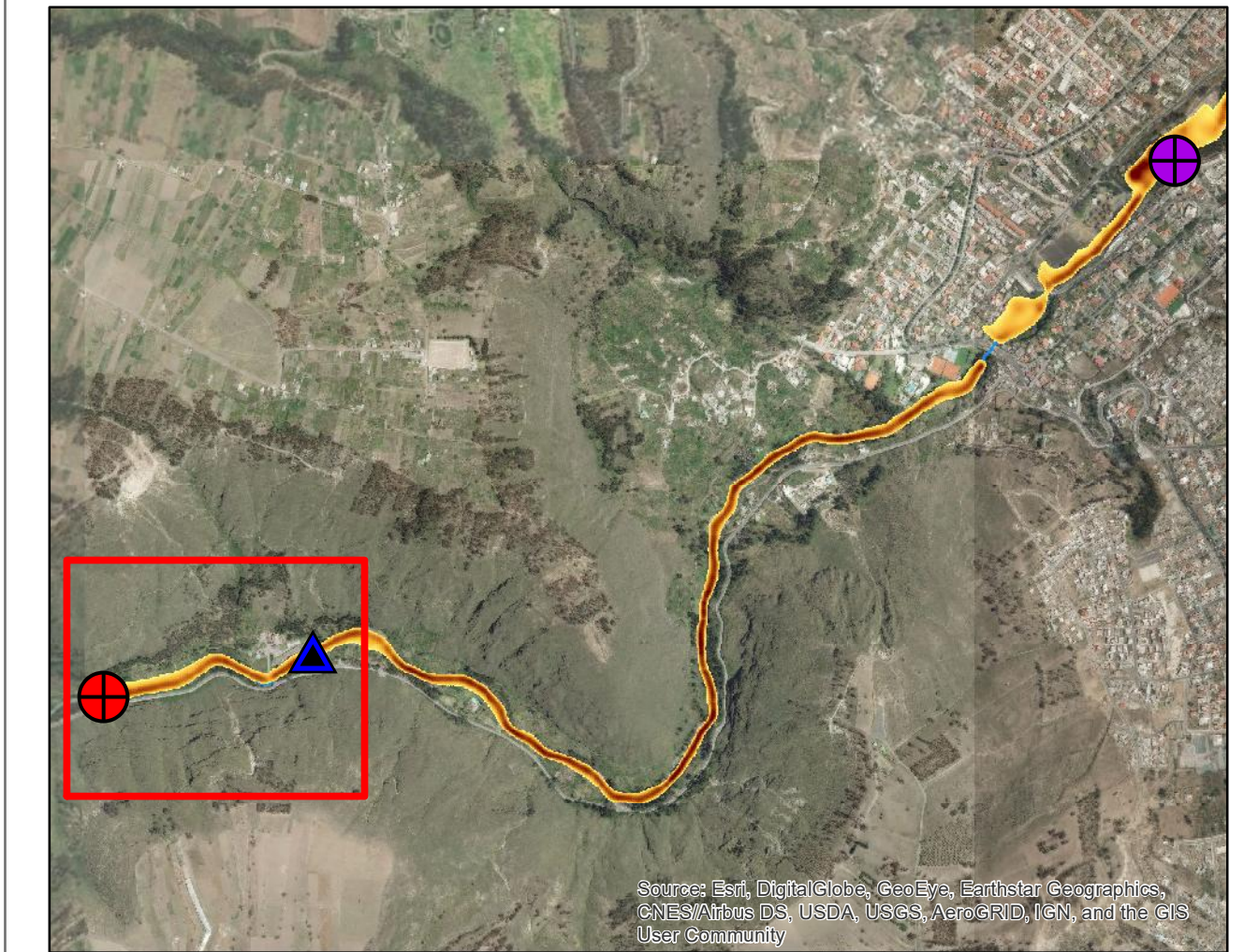


IMAGEN DEL SECTOR



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

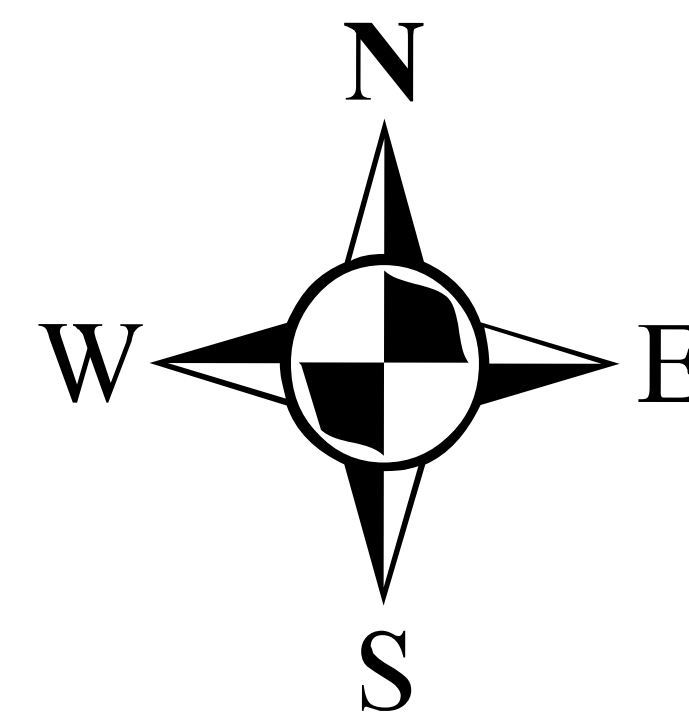
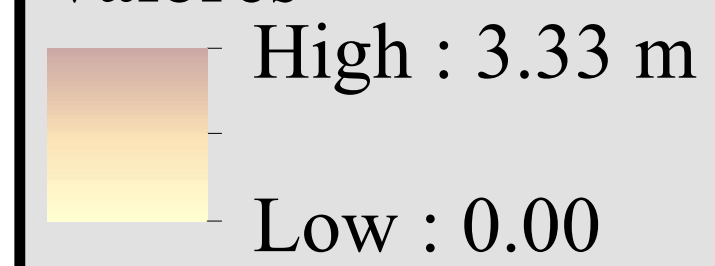
Velocidad

Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

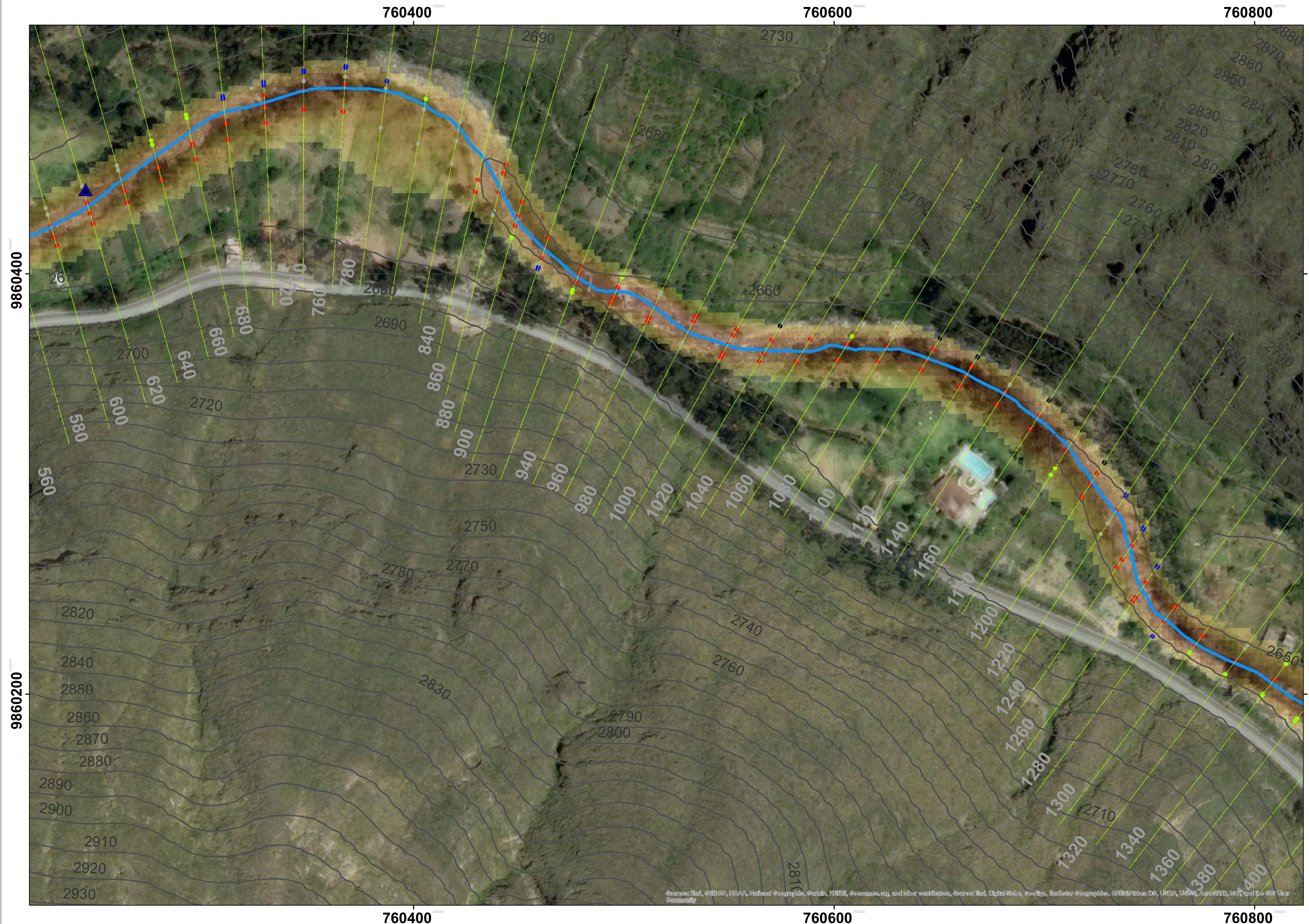


Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



CONTIENE: PLANO INUNDACIÓN 1

ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 15/06/2020	LAMINA: 20
	ESCALA: 1:1000



UBICACION

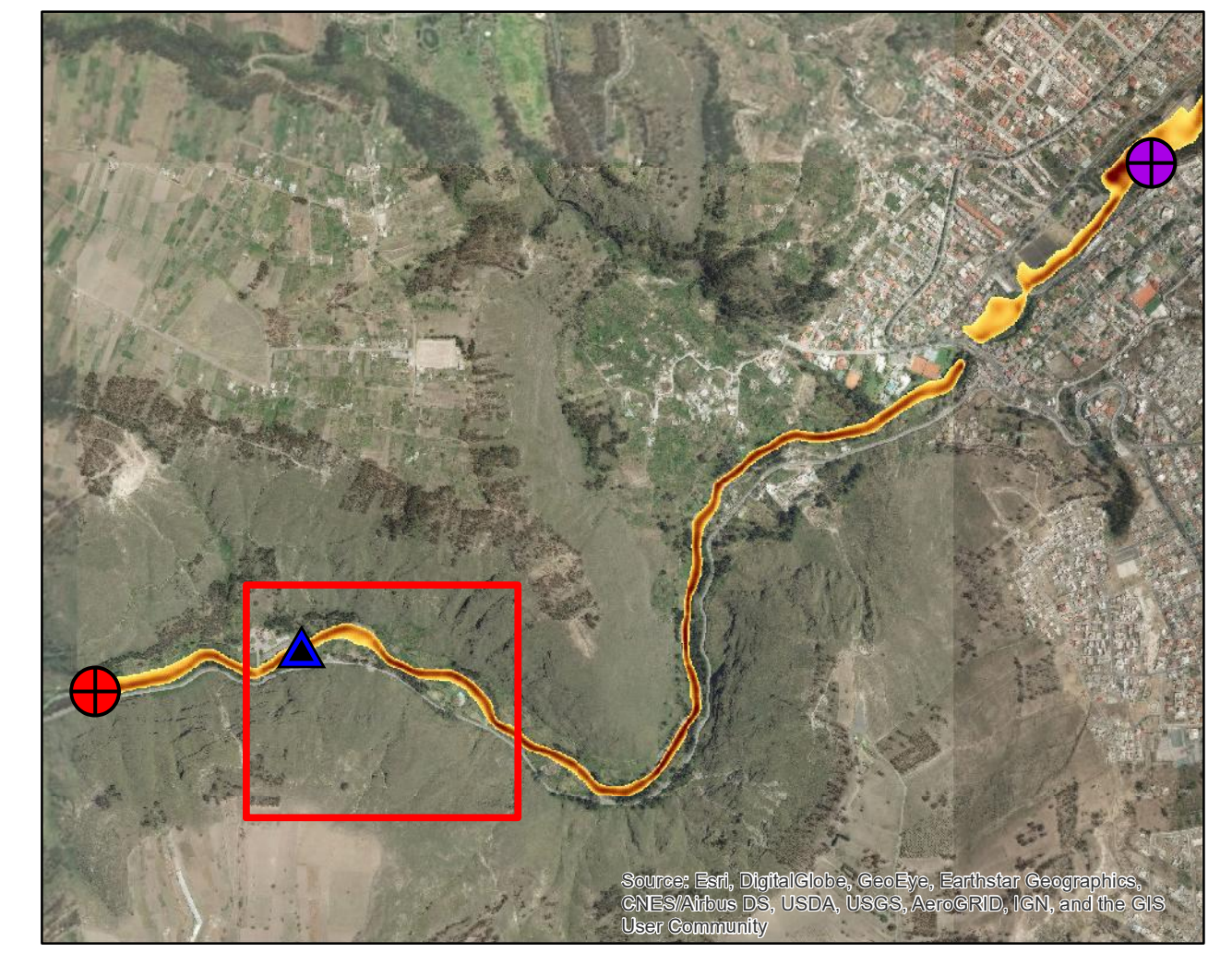


IMAGEN DEL SECTOR



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

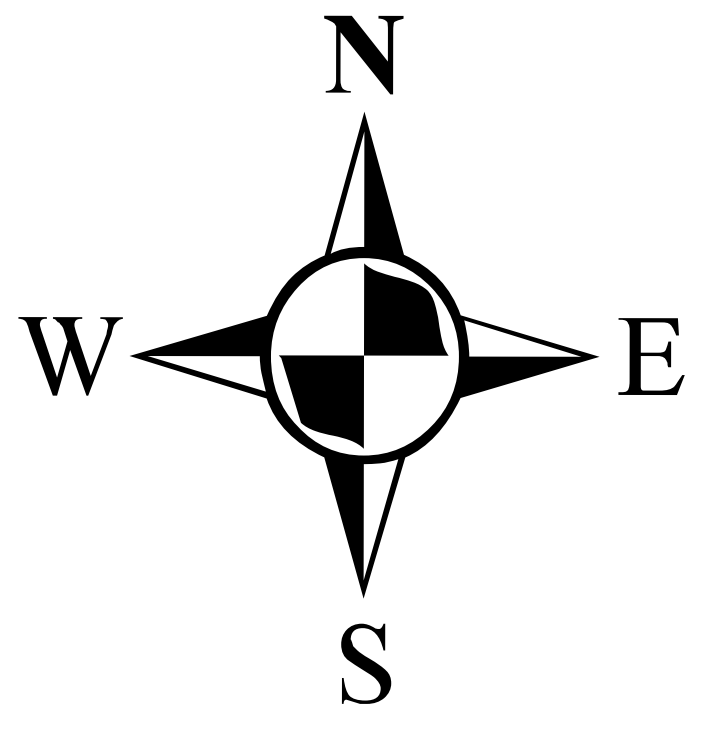
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

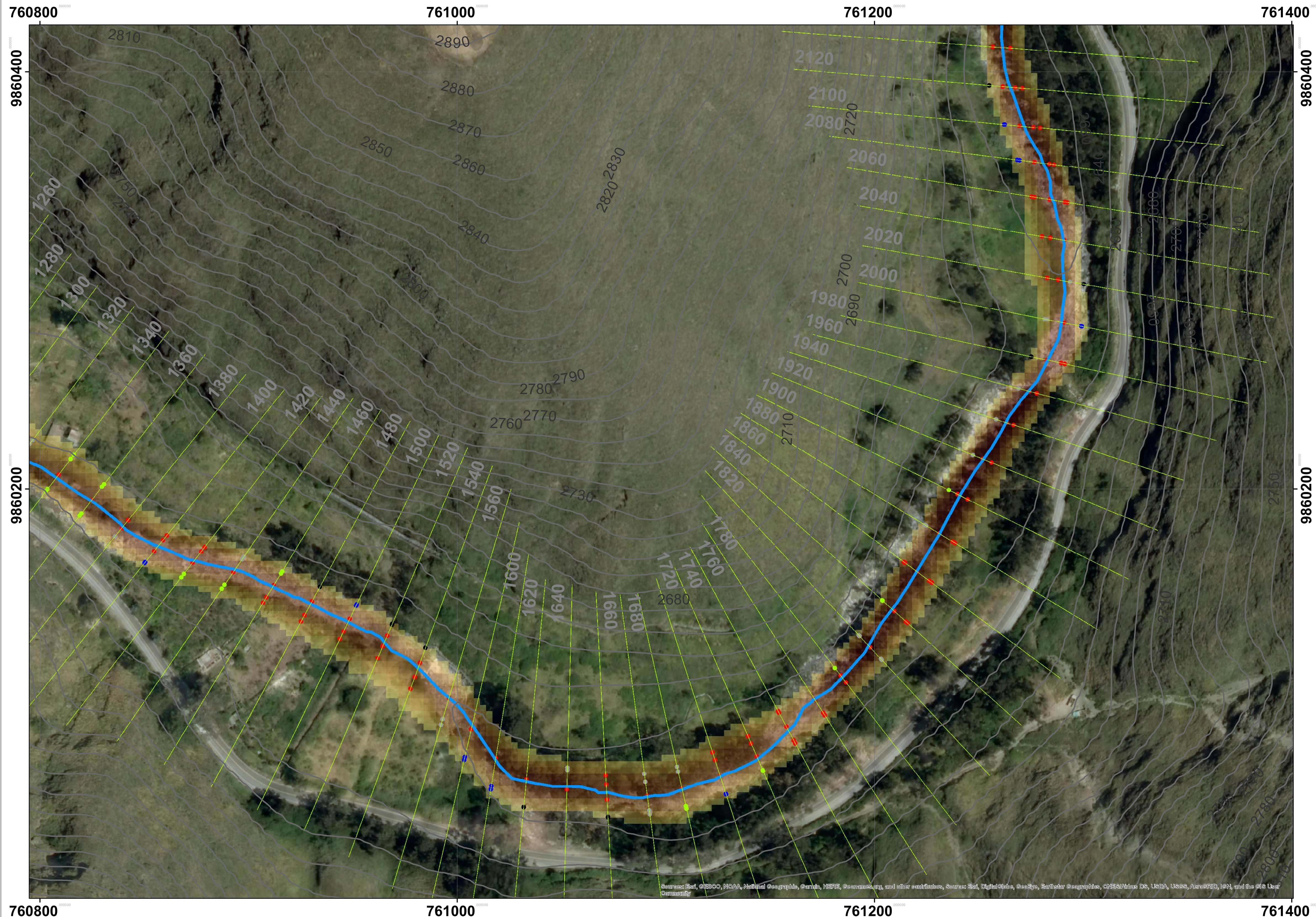
High : 3.33 m
Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1,0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO INUNDACION 2		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 15/06/2020	LAMINA: 21	ESCALA: 1:1000



UBICACION

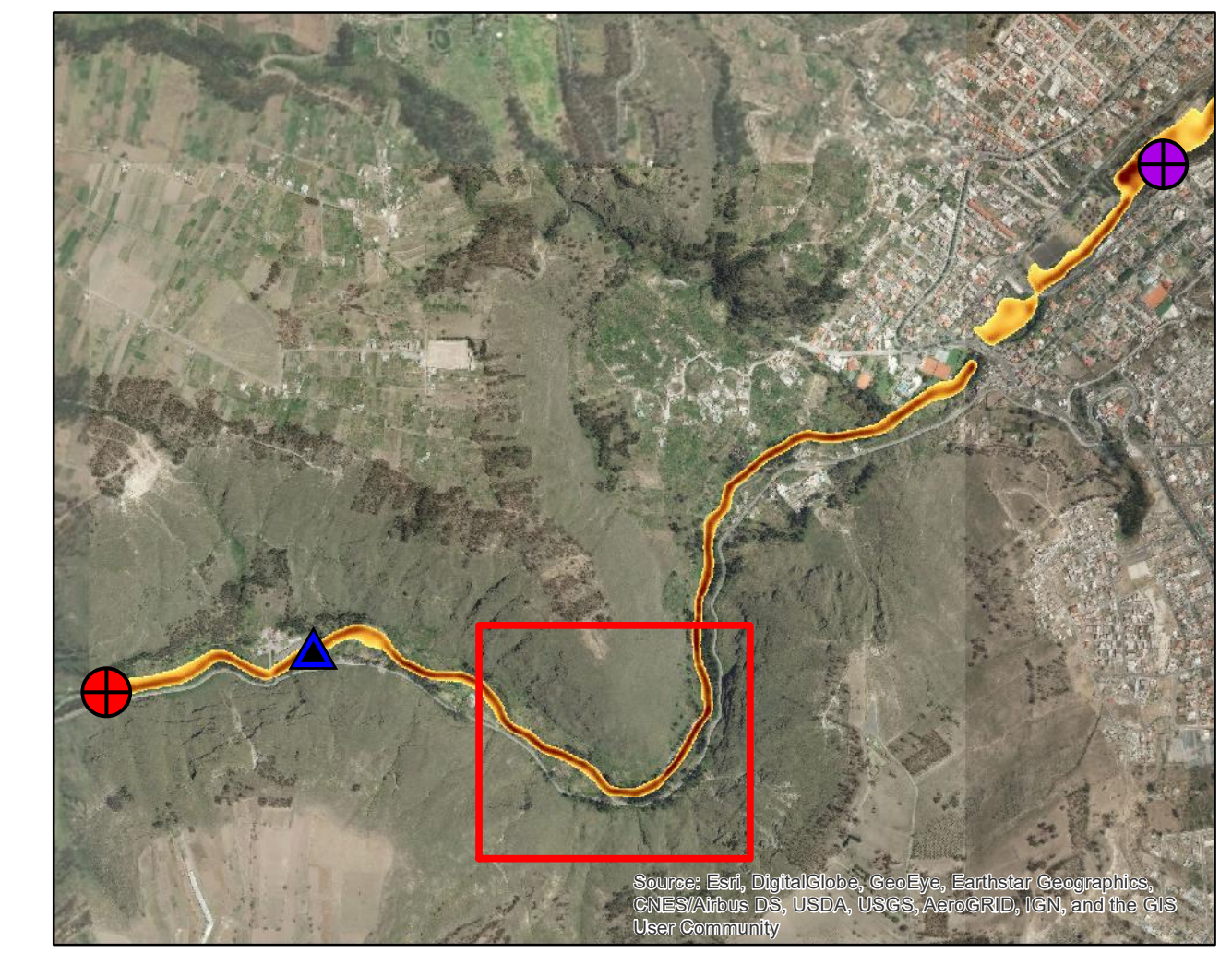
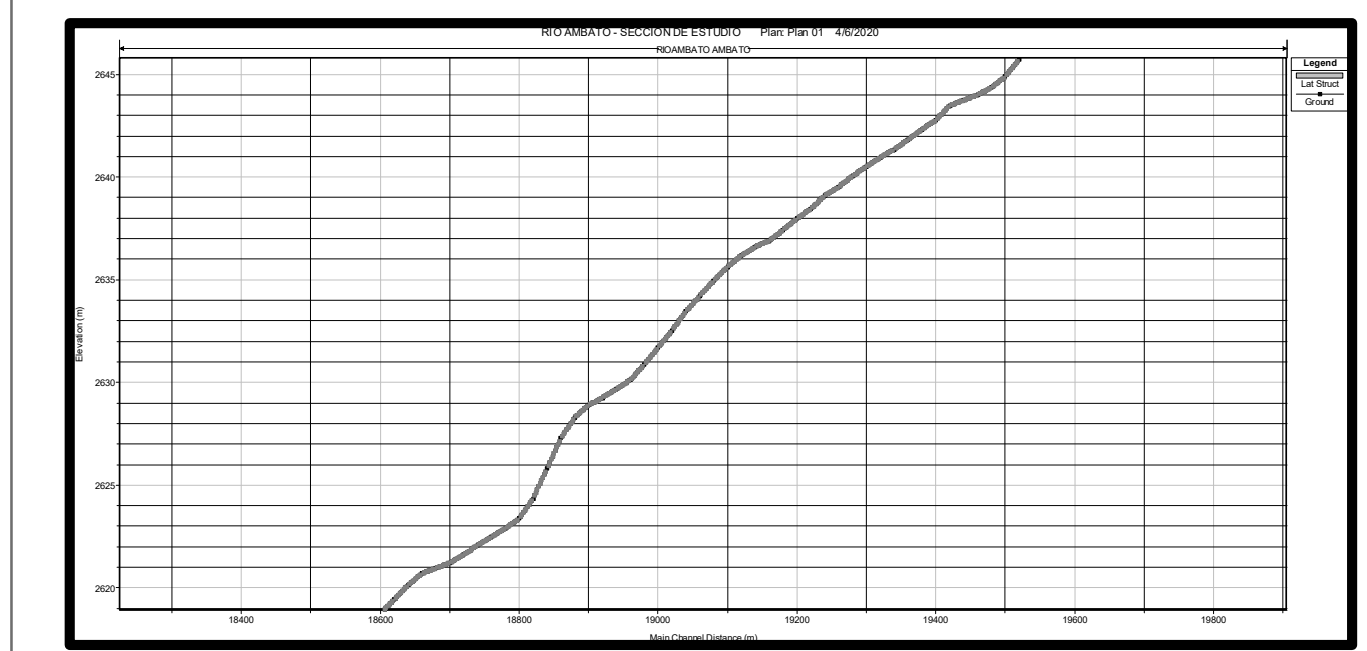


IMAGEN DEL SECTOR



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

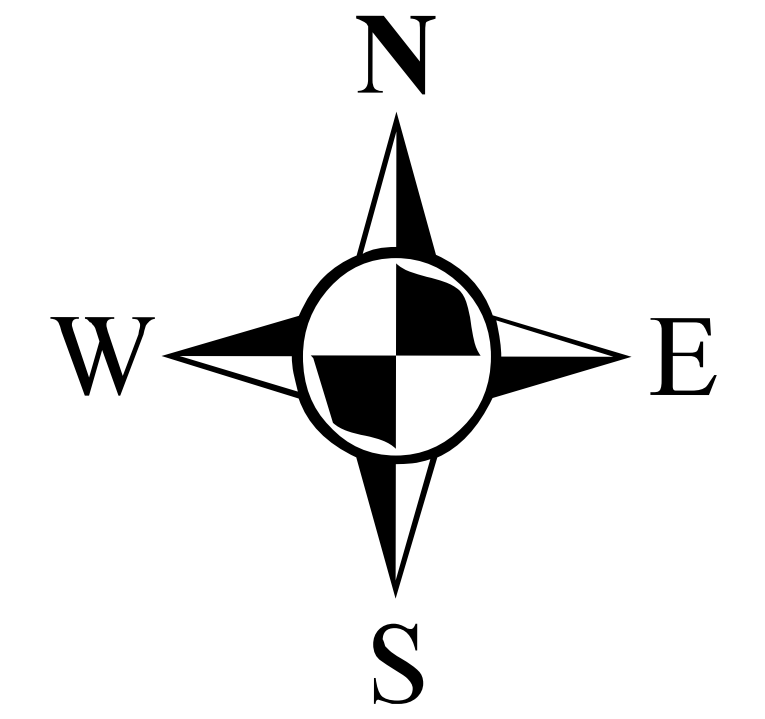
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

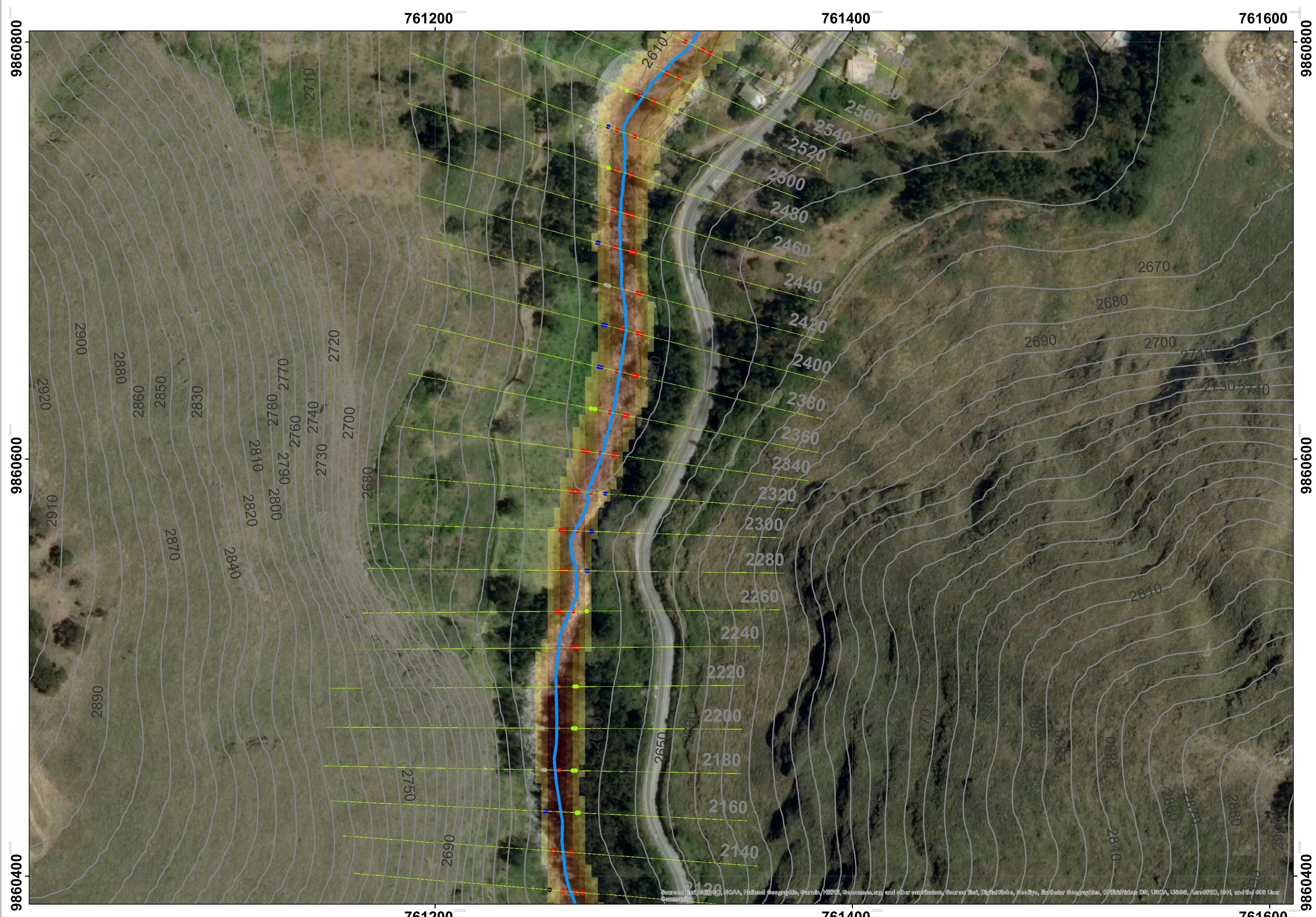
High : 3.33 m
Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO INUNDACION 3		
ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO	
FECHA: 15/06/2020	LAMINA: 22	ESCALA: 1:1000



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

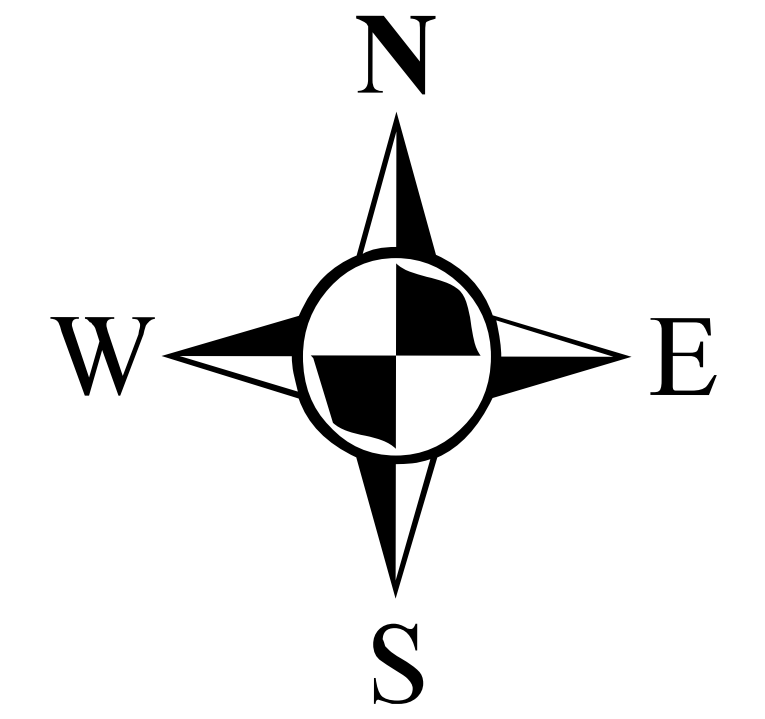
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

High : 3.33 m
Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UBICACION

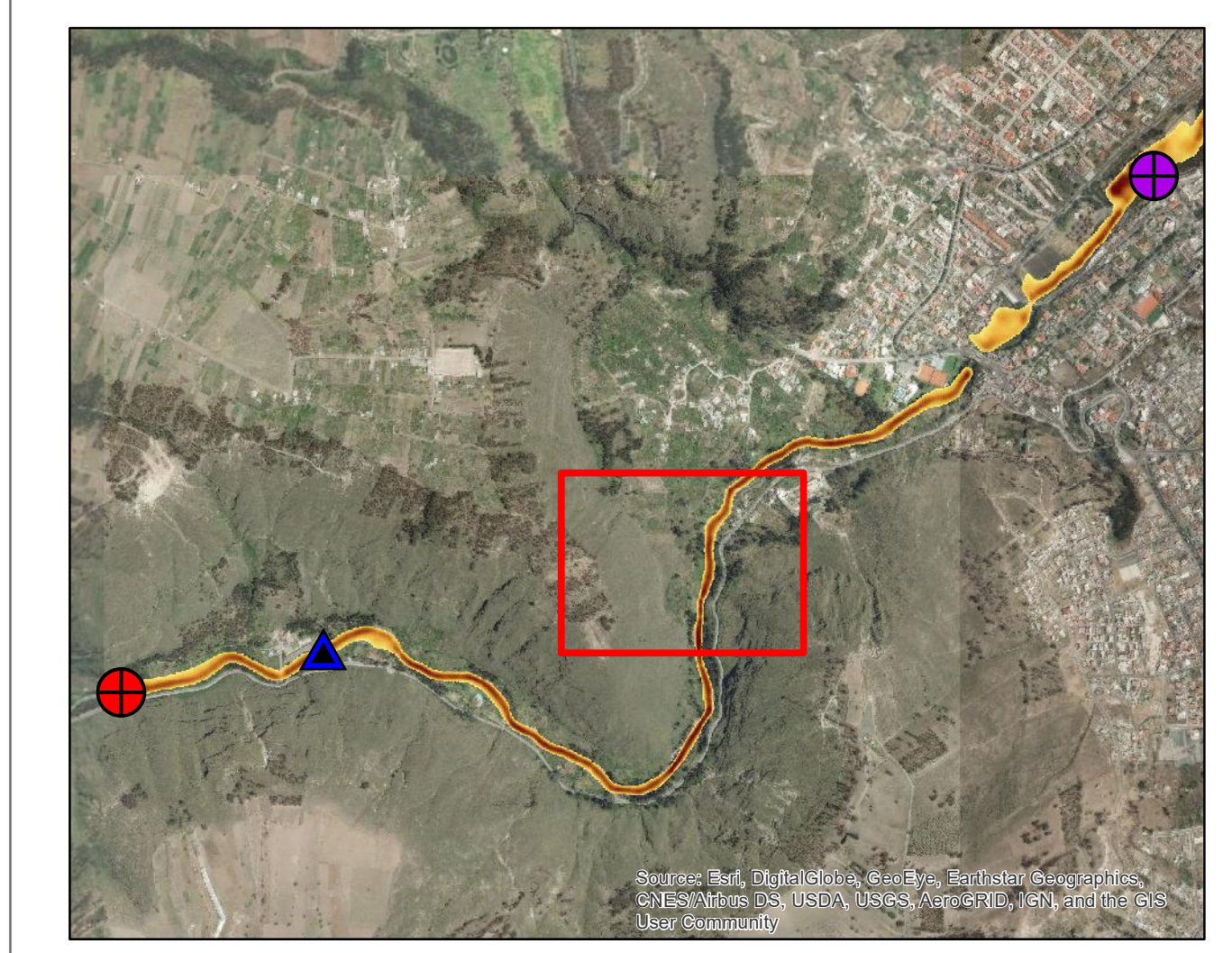


IMAGEN DEL SECTOR

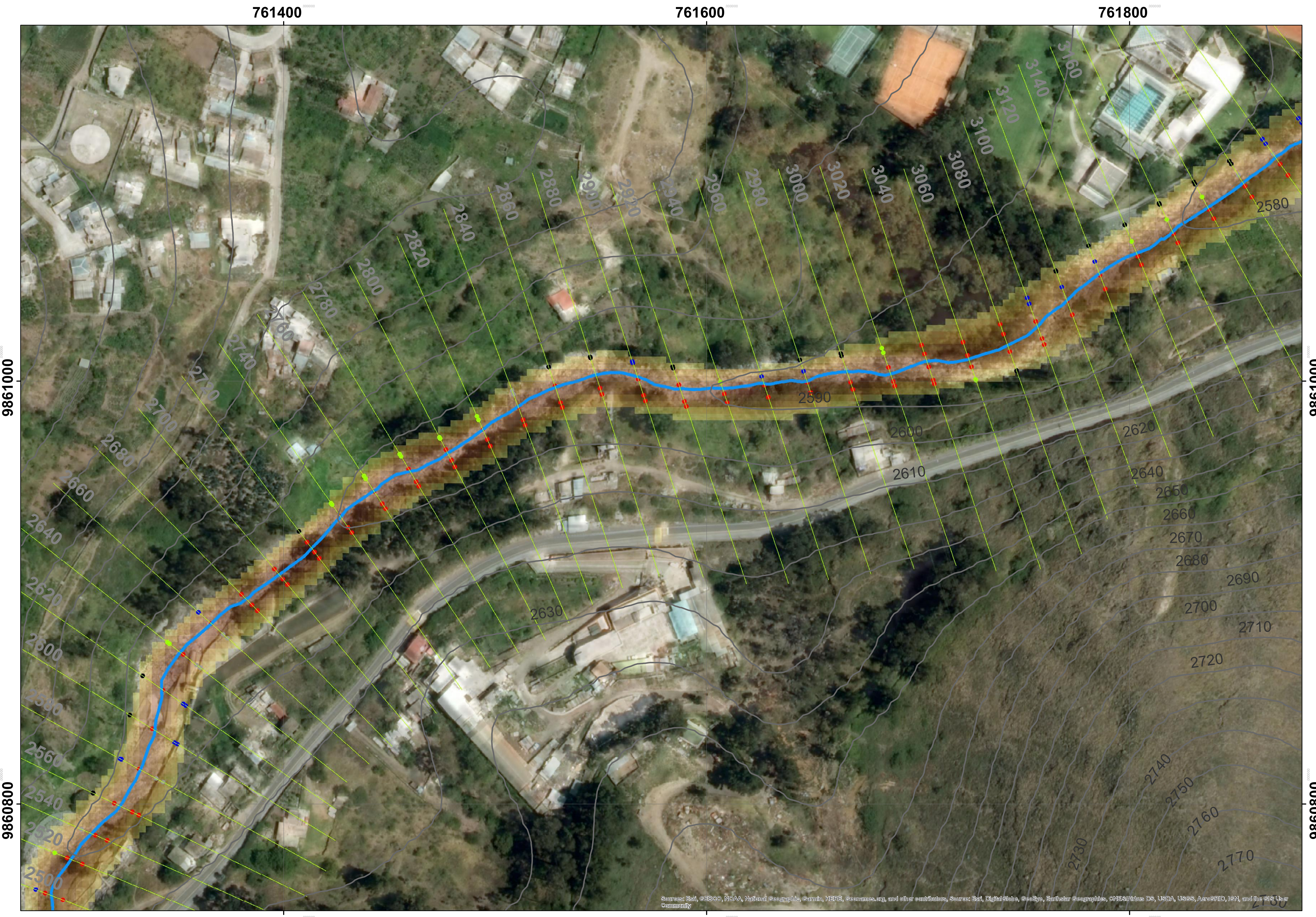


PERFIL LONGITUDINAL

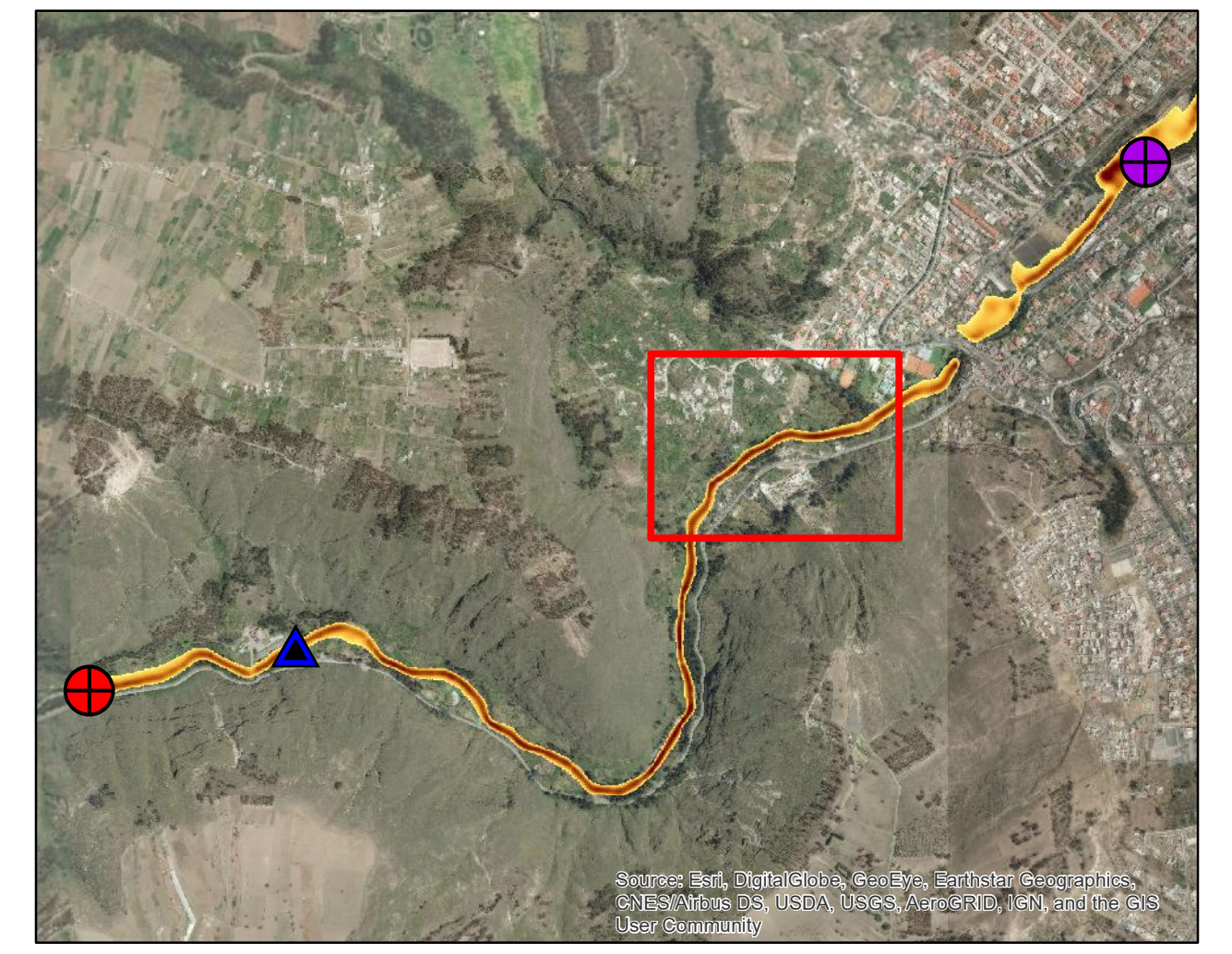


UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE:		
PLANO INUNDACION 4		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
15/06/2020	23	1:1000



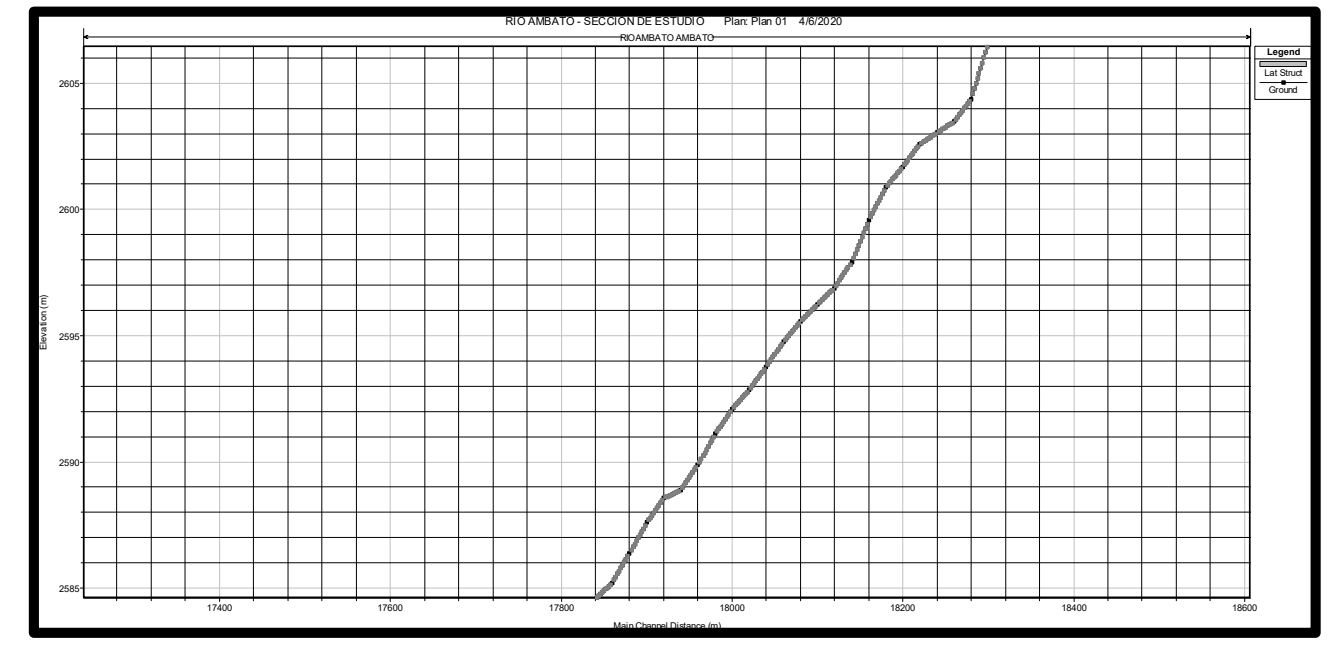
UBICACION



UBICACION ACTUAL



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

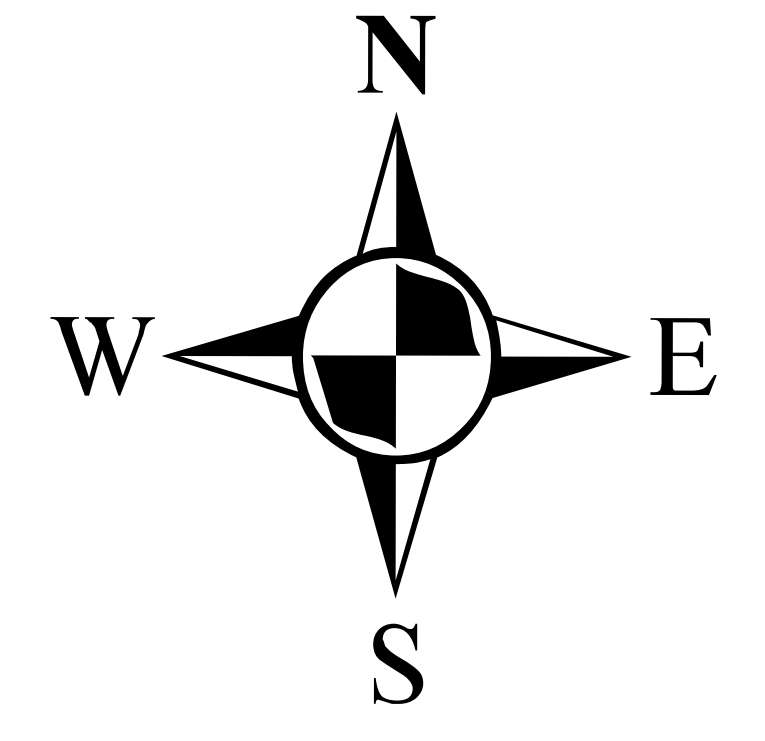
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

High : 3.33 m
Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO INUNDACION 5

ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 15/06/2020	LAMINA: 24
	ESCALA: 1:1000



UBICACION

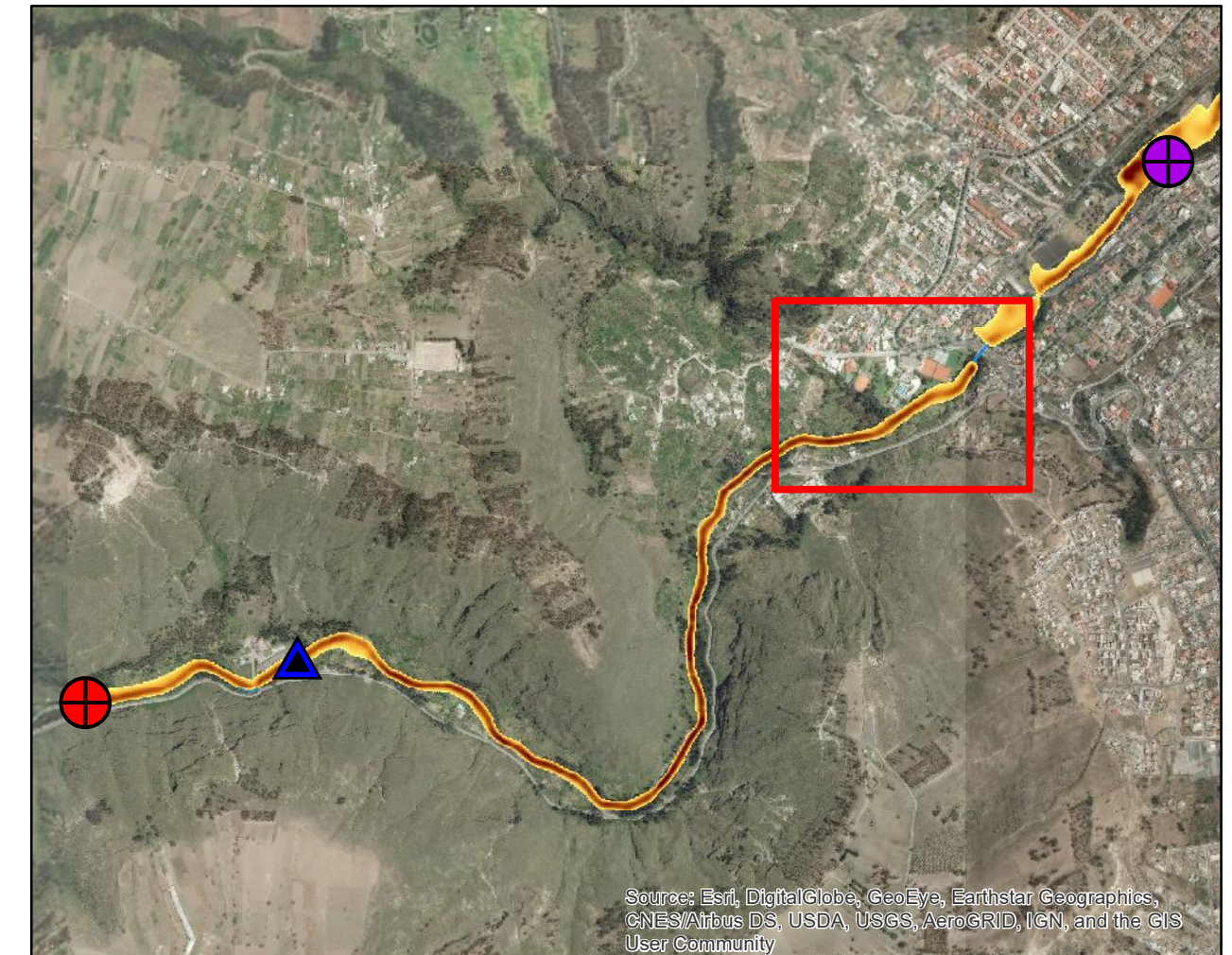
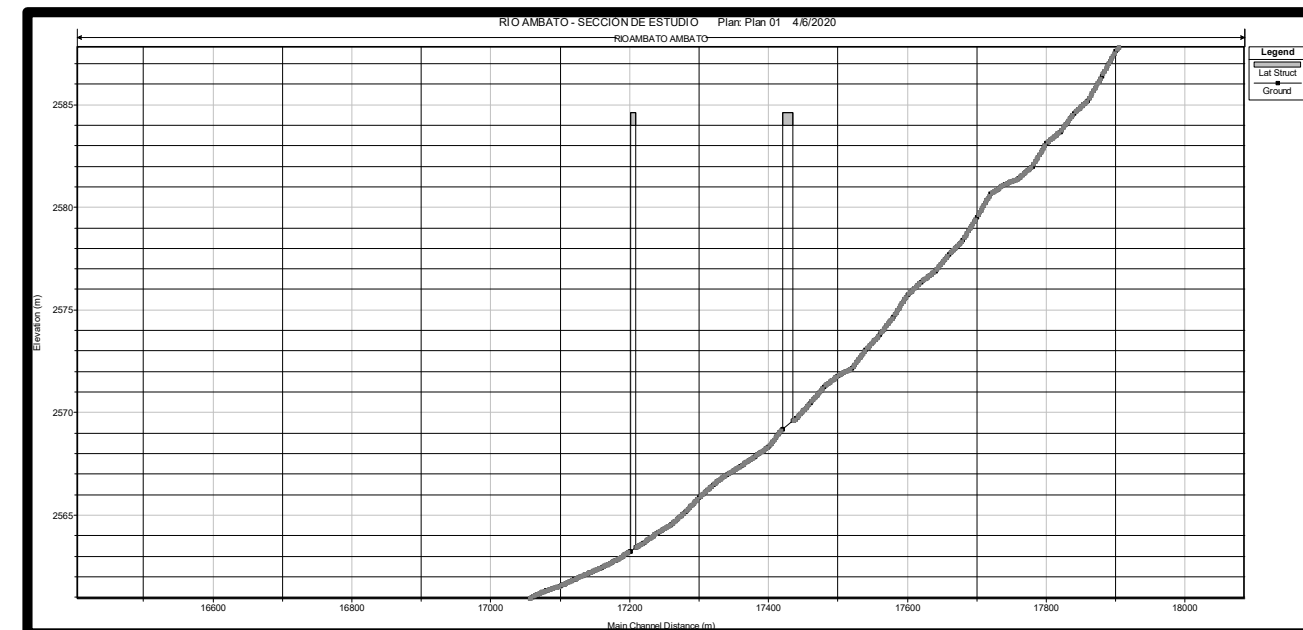


IMAGEN DEL SECTOR



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

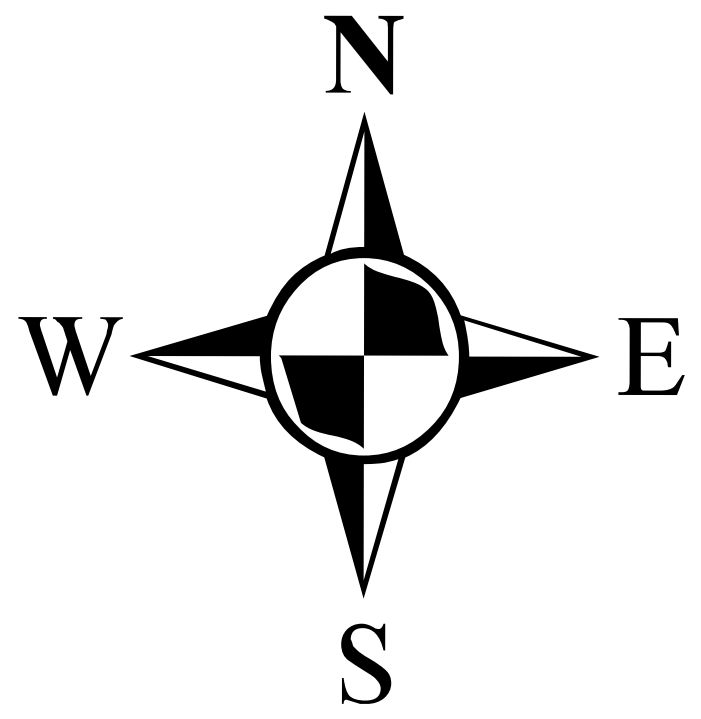
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

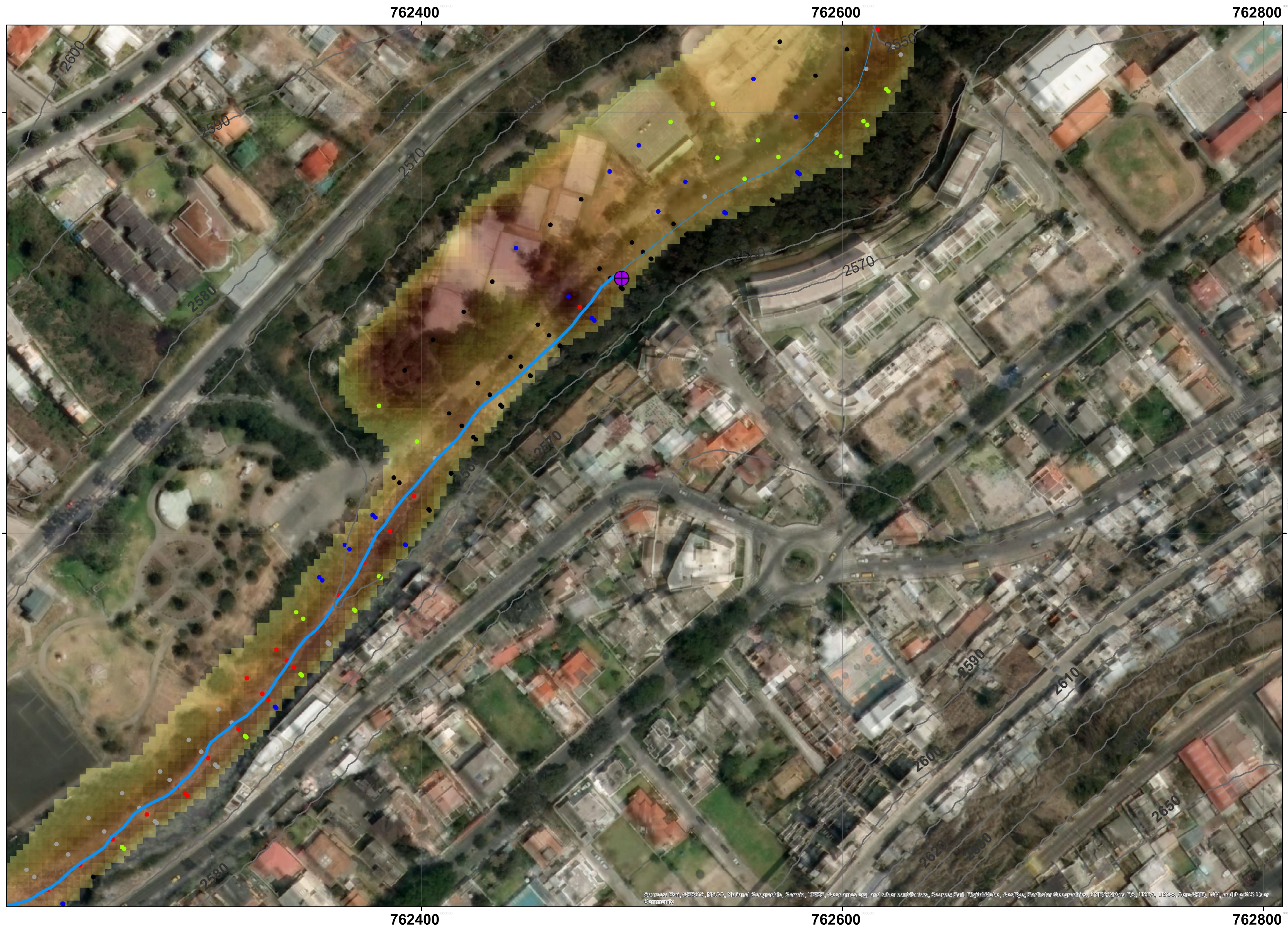
- High : 3.33 m
- Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE:		
PLANO INUNDACION 6		
ELABORADO POR:	TUTOR:	
DANILO BARRERA	ING LENIN MALDONADO	
FECHA:	LAMINA:	ESCALA:
17/06/2020	25	1:1719



UBICACION

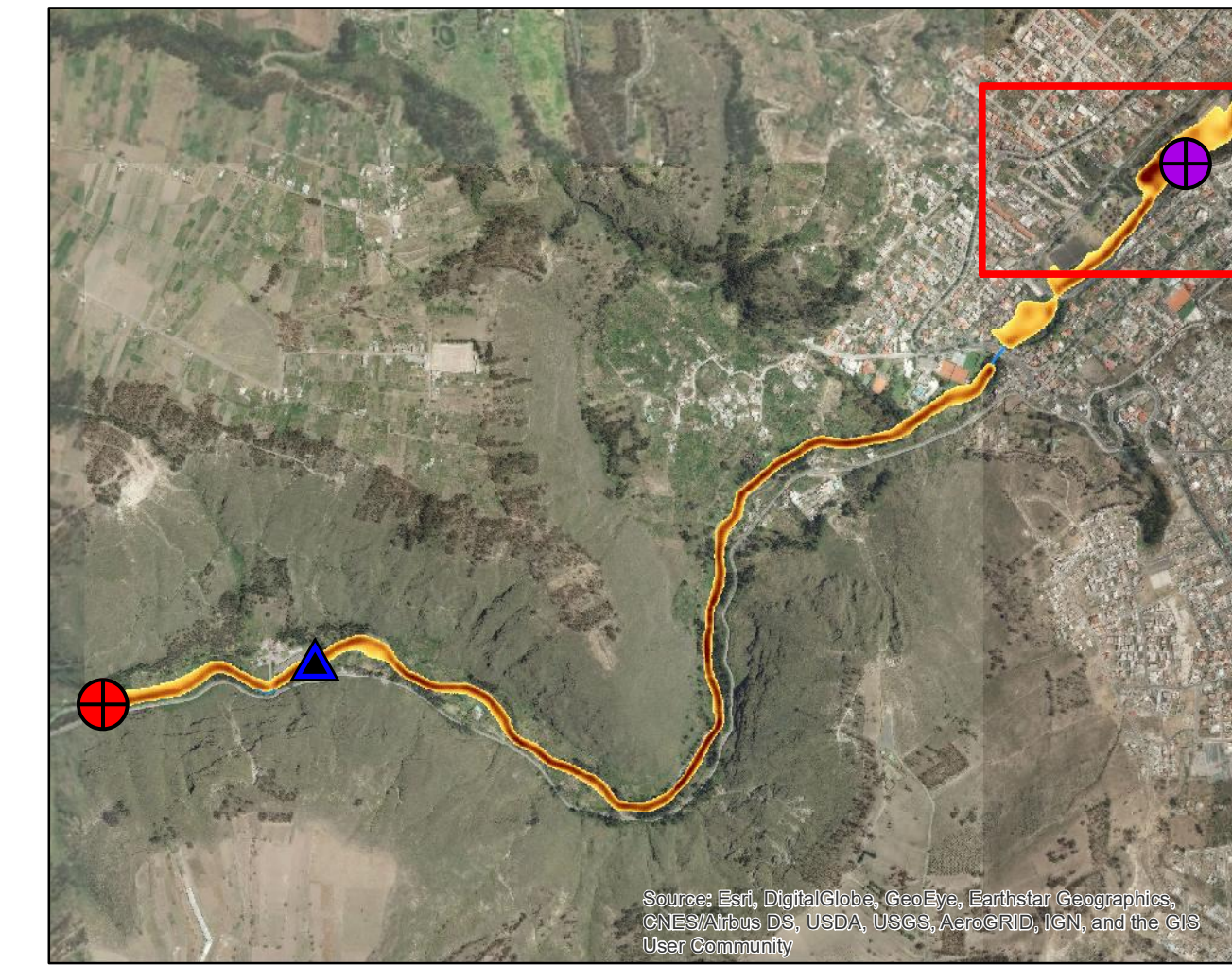


IMAGEN DEL SITIO



PERFIL LONGITUDINAL



Leyenda

- Estacion Tilulun
- Final Tramo
- Inicio Tramo
- Final Proyecto
- Inicio Proyecto
- Secciones

Velocidad

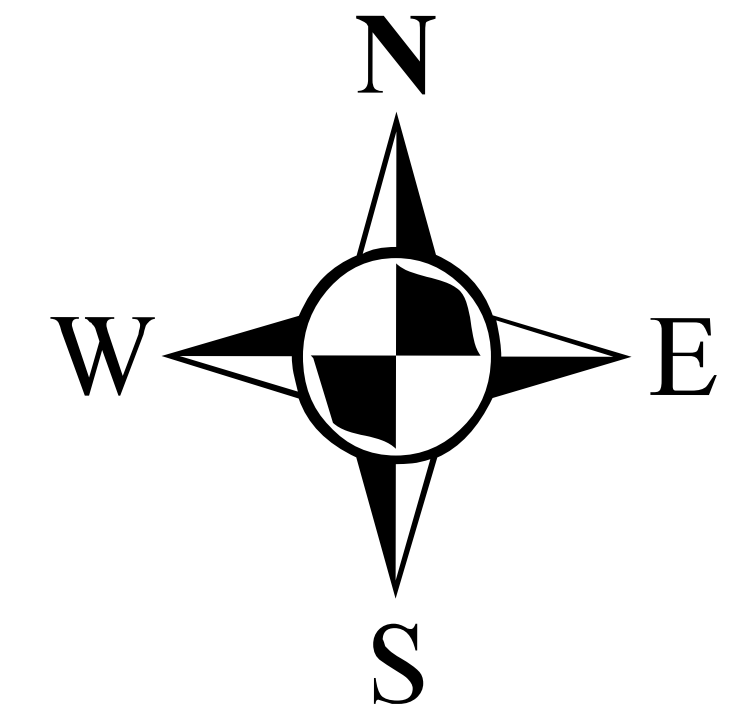
Rangos (m/s)

- ≤ 1.60
- > 1.60 Y Velocidad ≤ 2.21
- > 2.21 Y Velocidad ≤ 2.67
- > 2.67 Y Velocidad ≤ 3.04
- > 3.04 Y Velocidad ≤ 6.85

Calado de Agua

Valores

High : 3.33 m
Low : 0.00



Proyección: Transversal de Mercator (UTM)
 Datum: WGS 1984
 Zona: 17 Sur
 False Easting: 500000,0
 False Northing: 10000000,0
 Central Meridian: -81,0
 Scale Factor: 1.0
 Latitude Of Origin: 0,0
 Linear Unit: Meter (1,0)



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

CONTIENE: PLANO INUNDACION 7

ELABORADO POR: DANILO BARRERA	TUTOR: ING LENIN MALDONADO
FECHA: 17/06/2020	LAMINA: 26
	ESCALA: 1:1000



MANUAL DE MODELACIÓN DE FLUJOS CON HEC-RAS



PROCEDIMIENTO

Abrir el programa HEC-RAS 5.0.7

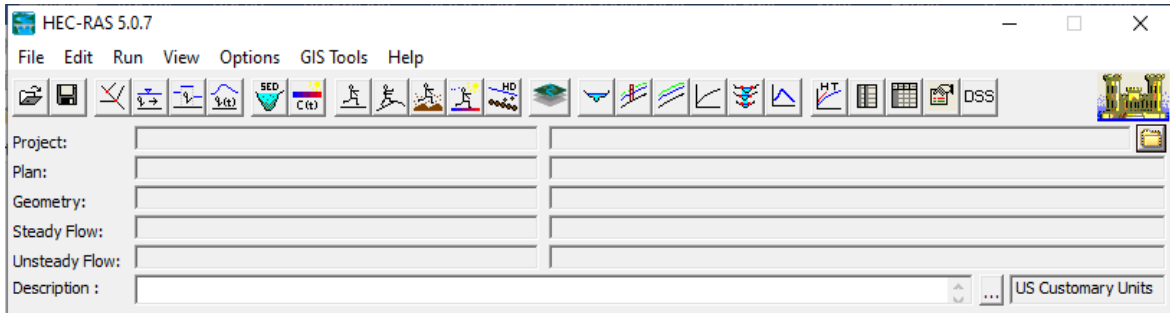


Figura N°1. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

INGRESO DE DATOS

En el Menú principal seleccionar File y New Project.

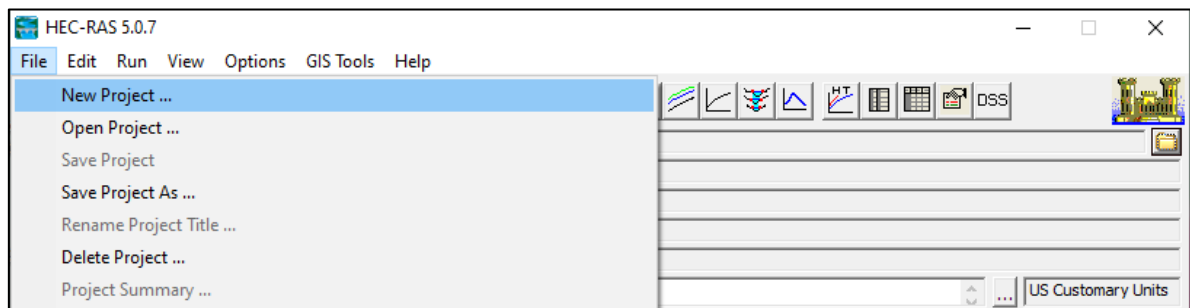


Figura N°2. Barra de opciones de la opción File
Fuente: HEC-RAS

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

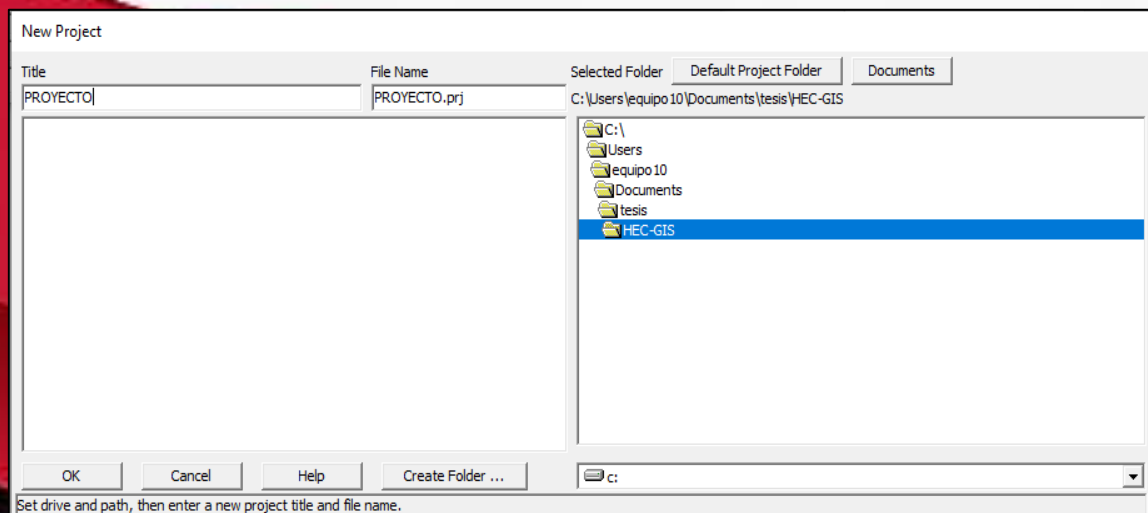


Figura N°3. Ventana de nuevo proyecto
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar la opción aceptar.

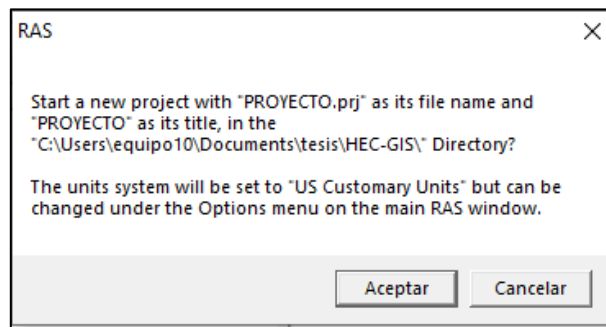


Figura N°4. Ventana de RAS
Fuente: HEC-RAS

GEOMETRÍA

Escoger el icono view/edit geometric data

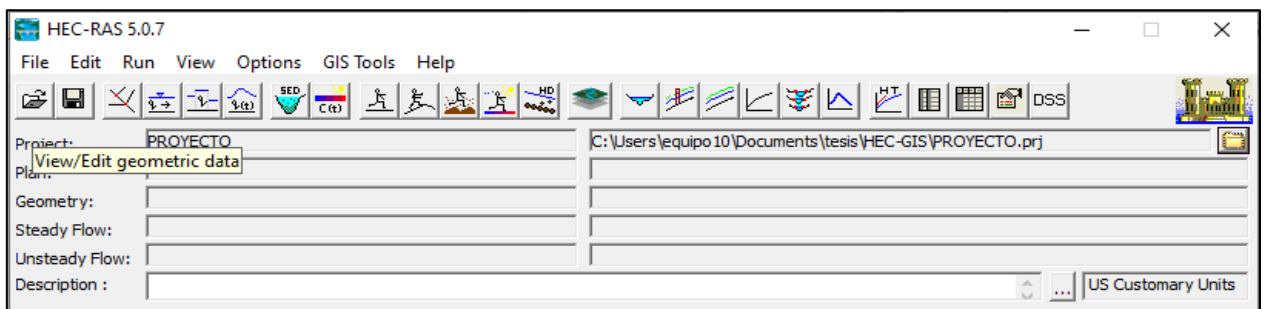


Figura N°5. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

Click en File-Import Geometry Data- GIS Format.

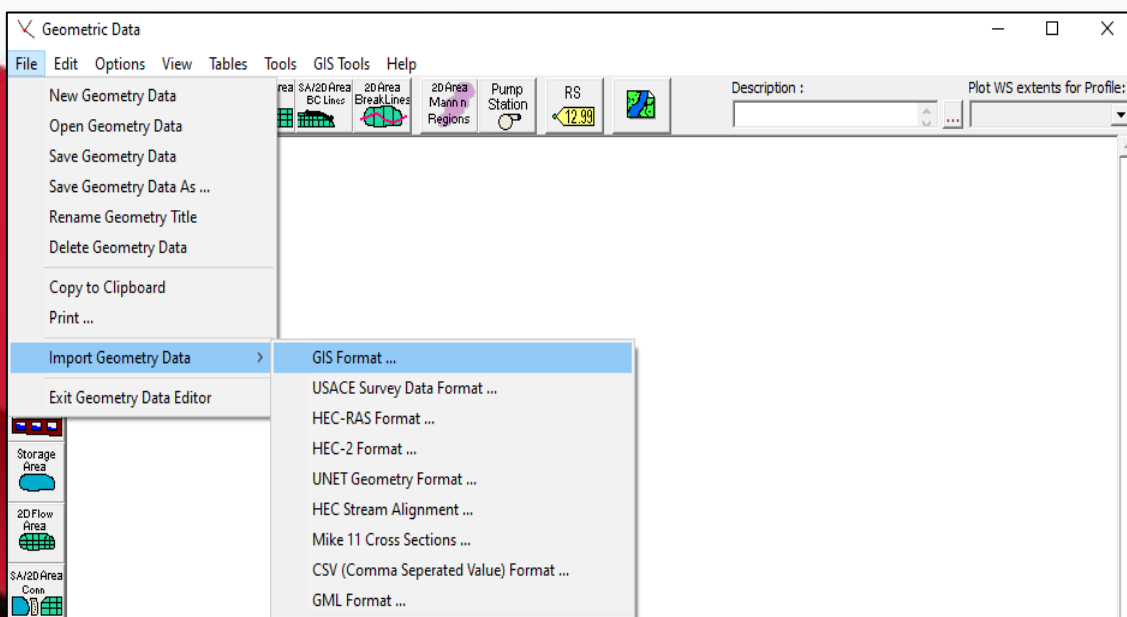


Figura N°6. Barra de opciones de los datos de geometría.
Fuente: HEC-RAS

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

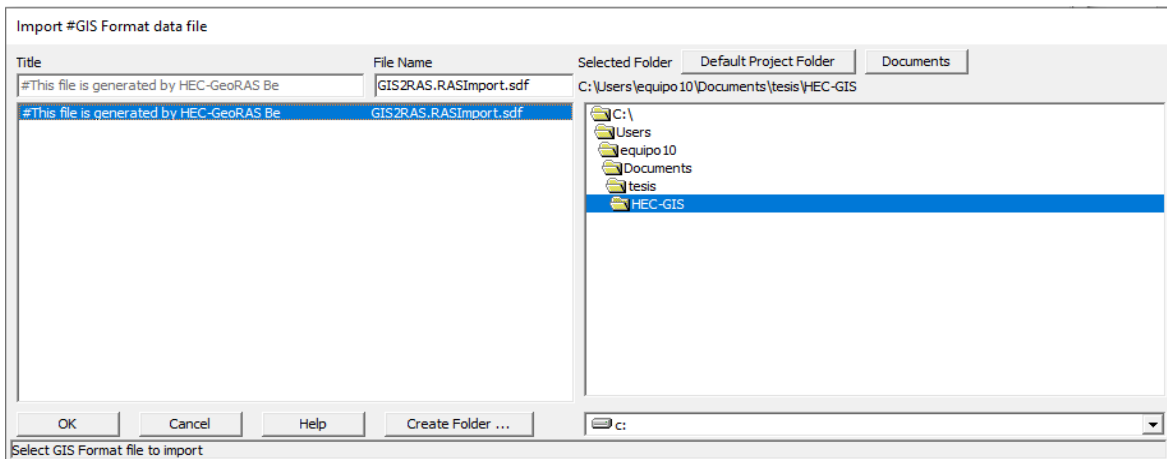


Figura N°7. Ventana de inicio del programa del HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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.

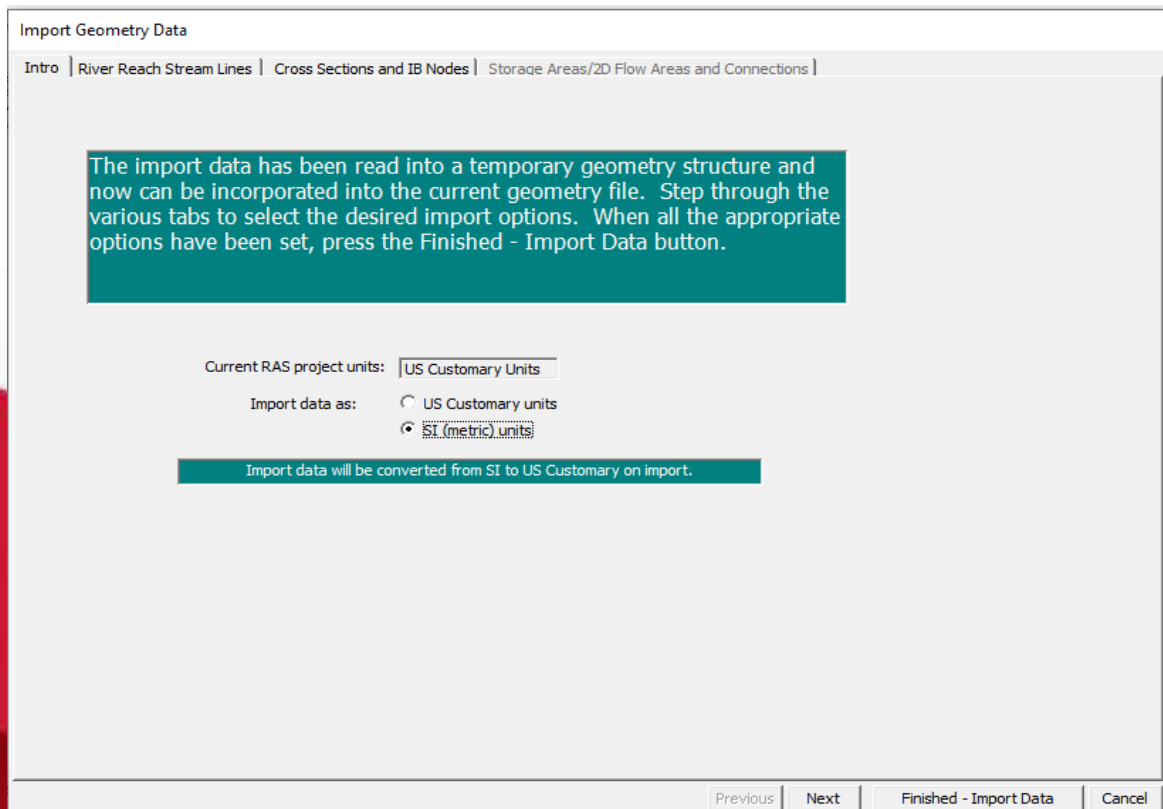


Figura N°8. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

Se observa la geometría del Rio Ambato.

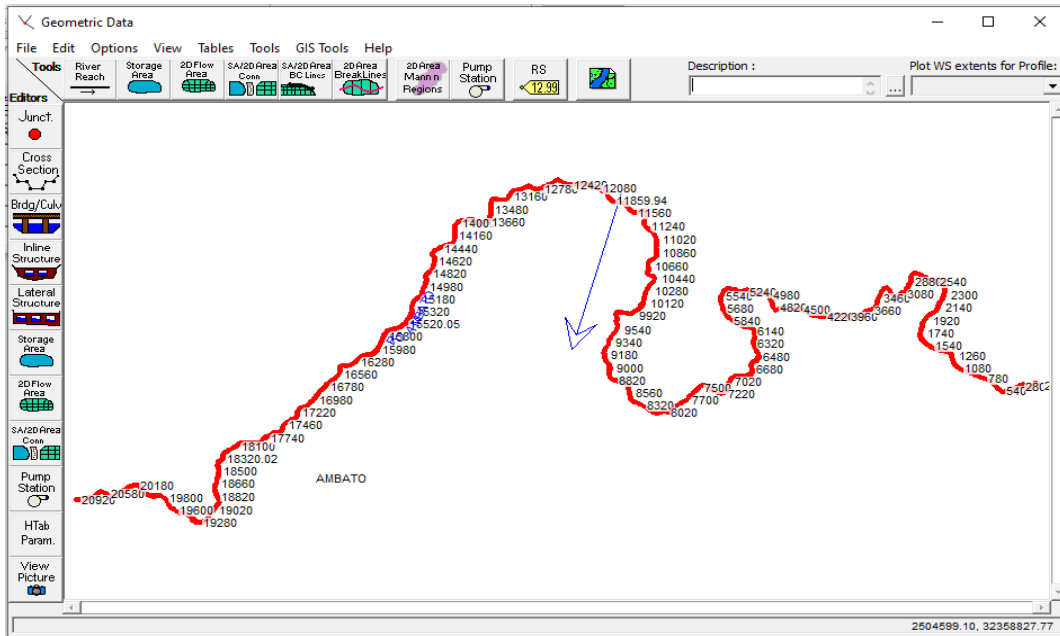


Figura N°11. Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

DIRECCION DEL FLUJO

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

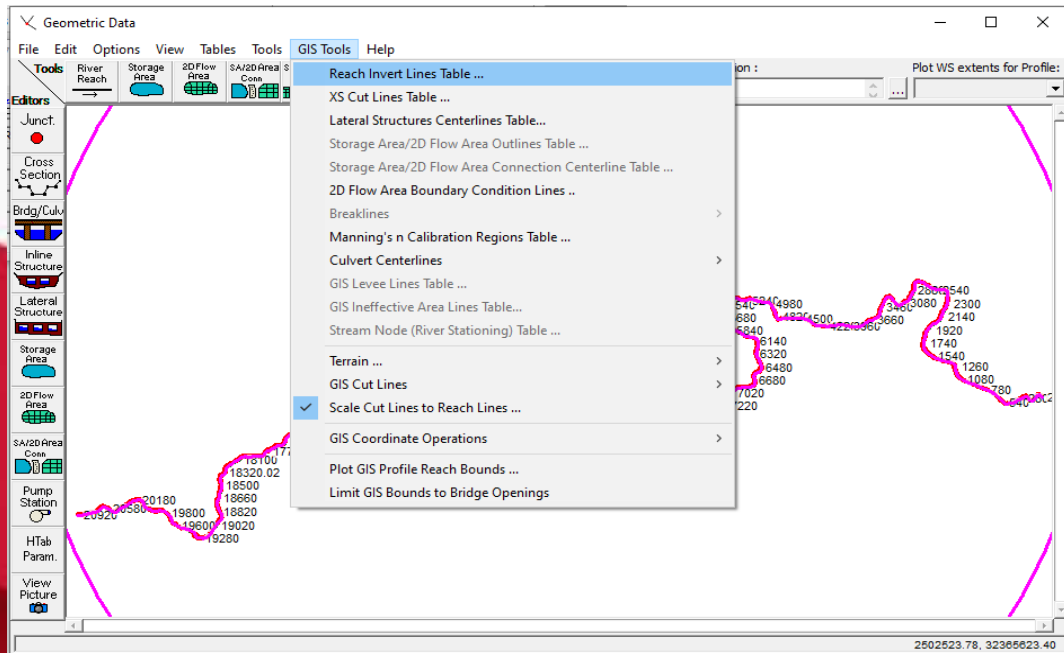


Figura N°12. Opciones de Gis Tools en datos de geometría.
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción Reverse Order.

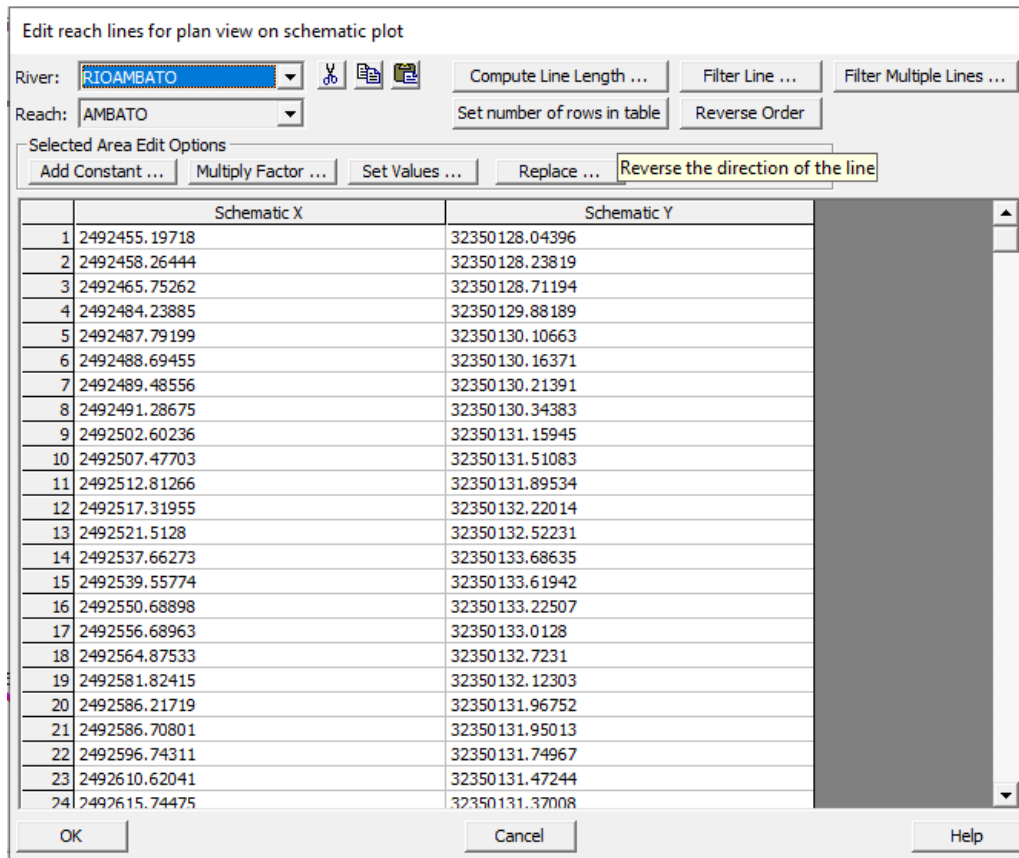


Figura N°13. Ventana para invertir la dirección del río.
Fuente: HEC-RAS

Escoger la opción Sí.

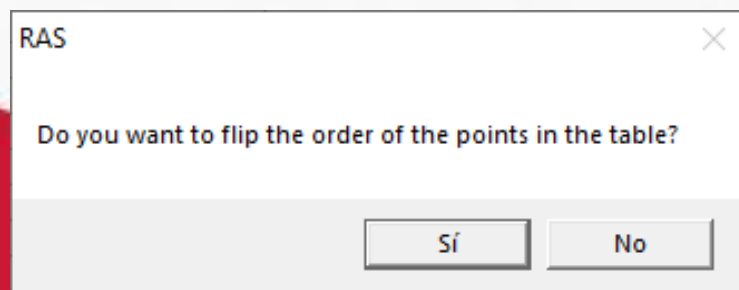


Figura N°14. Ventana de la opción RAS
Fuente: HEC-RAS

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

Edit reach lines for plan view on schematic plot

River: RIOAMBATO Compute Line Length ... Filter Line ... Filter Multiple Lines ...

Reach: AMBATO Set number of rows in table Reverse Order

Selected Area Edit Options

Add Constant ... Multiply Factor ... Set Values ... Replace ...

	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	2527214.37251	32354739.48655

OK Cancel Help

Figura N°15. 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.

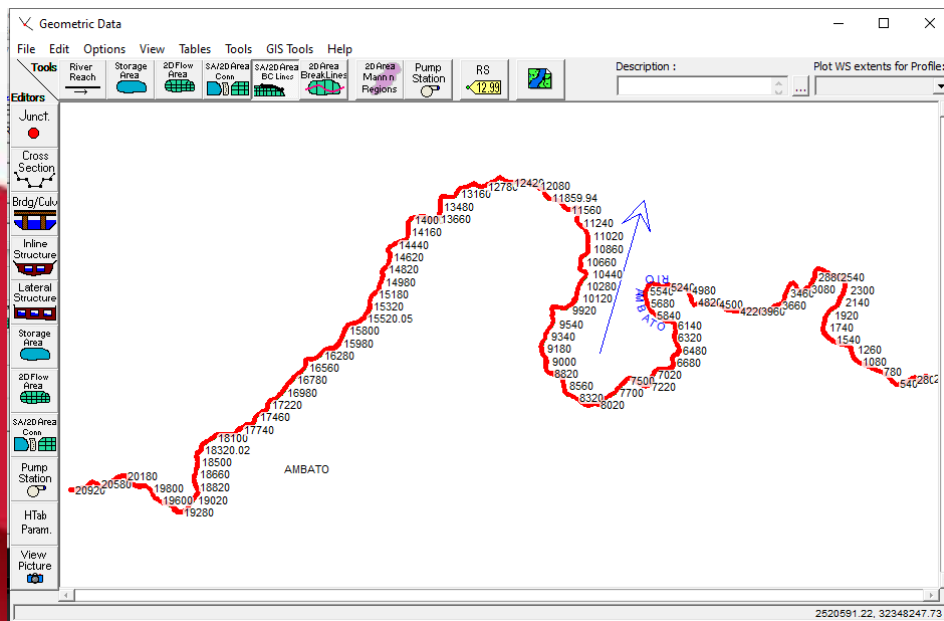


Figura N°16. Ventana para importar datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

SECCIONES TRANSVERSALES

En Geometry Data escoger el icono Cross Section.

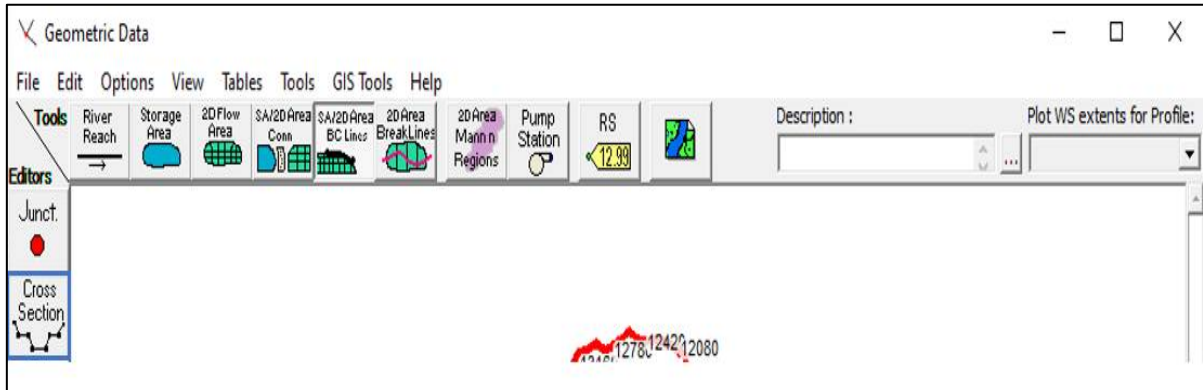


Figura N°17. Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

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.

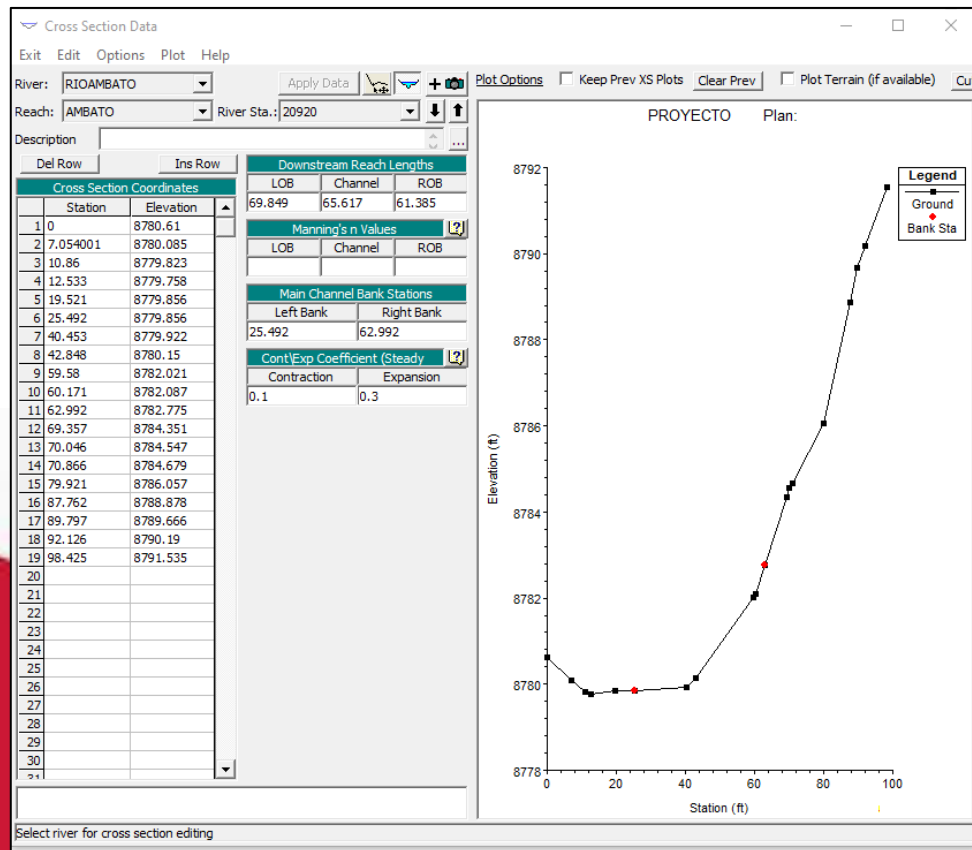


Figura N°18. Ventana de la sección transversal del Río
Fuente: HEC-RAS

COLOCACIÓN DE DIQUES (LEVEES)

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

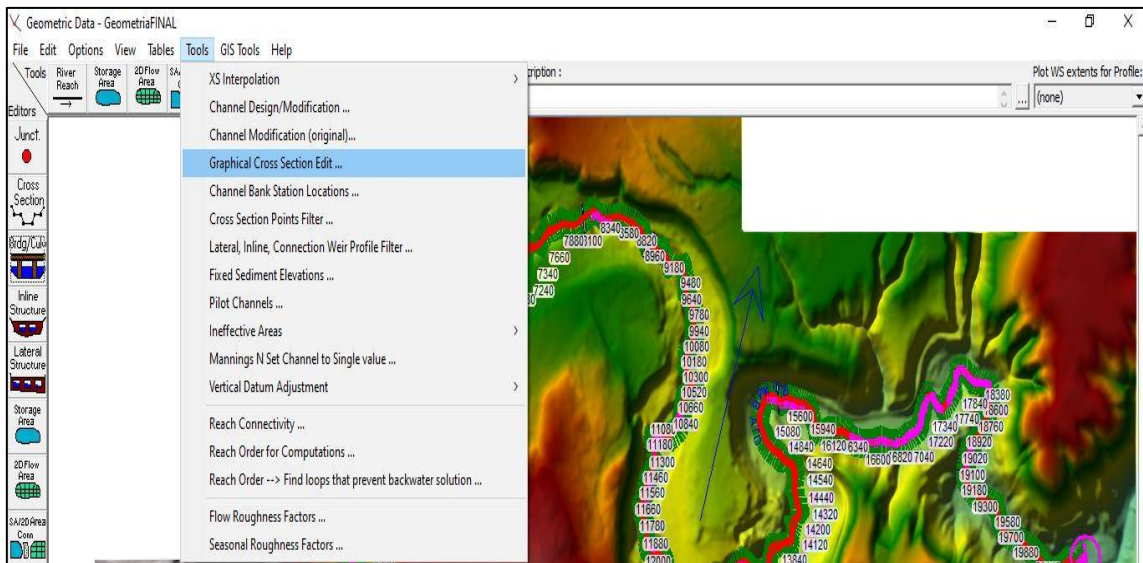


Figura N°19. Lista de opciones de la opción Tools
Fuente: HEC-RAS

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

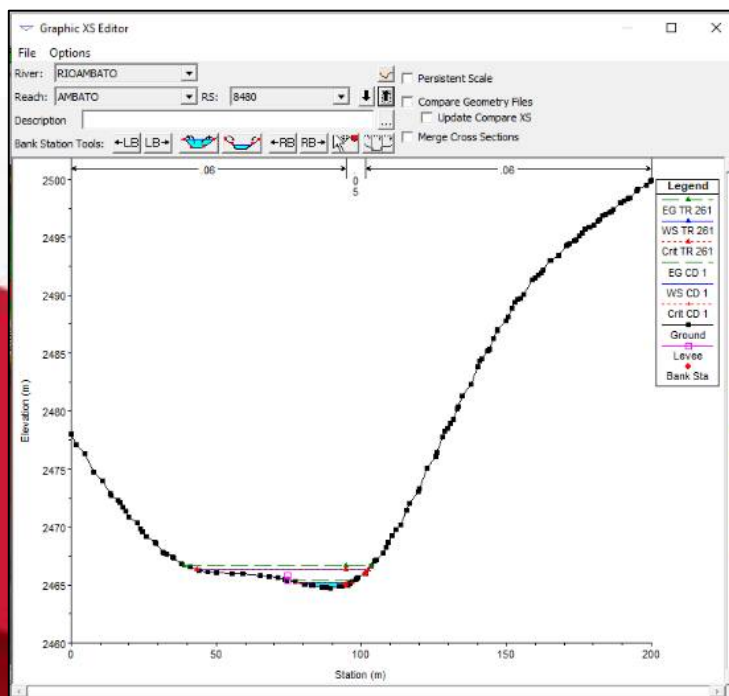


Figura N°20. Ventana para visualizar la sección transversal
Fuente: HEC-RAS

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

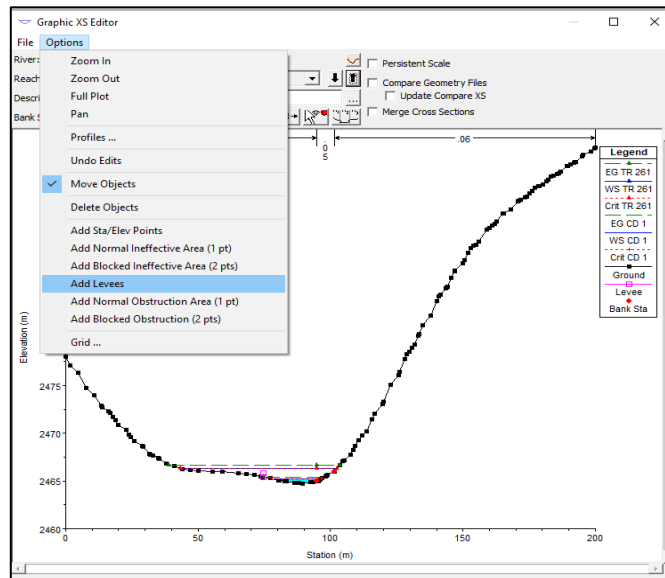


Figura N°21. Ventana para agregar diques en la sección transversal
Fuente: HEC-RAS

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

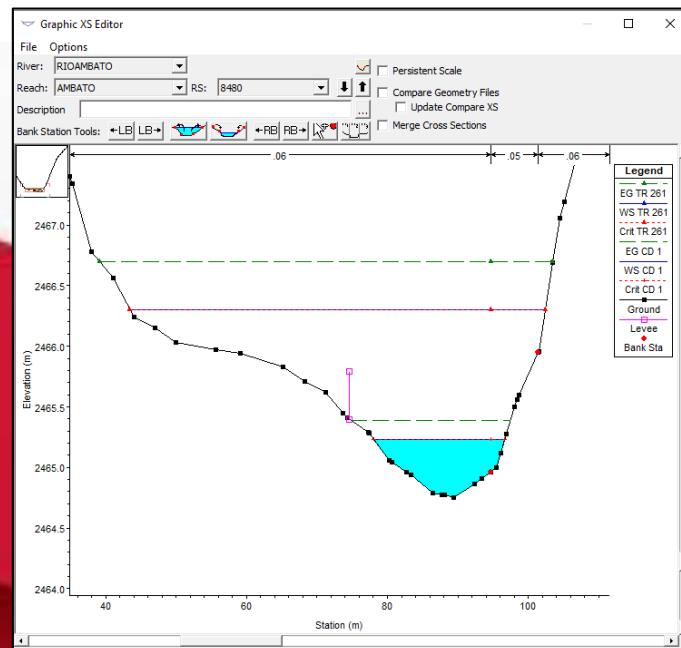


Figura N°22. En la sección transversal se observa el dique
Fuente: HEC-RAS

INTERPOLACIÓN DE SECCIONES TRANSVERSALES

Observar en el gráfico entre que secciones realizar la interpolación.

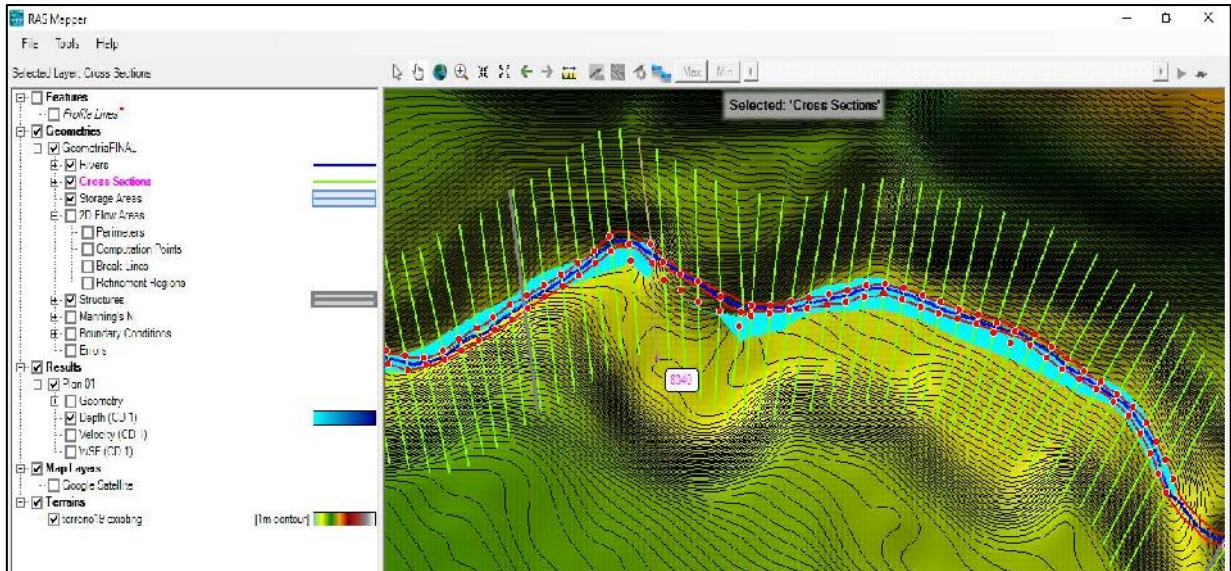


Figura N°23. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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

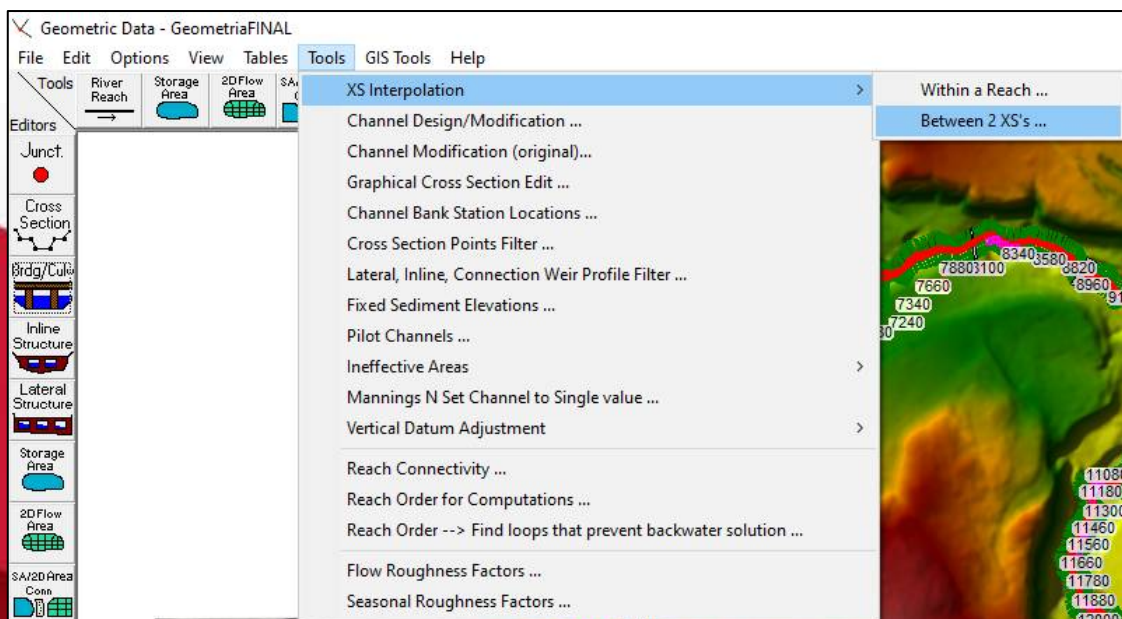


Figura N°24. Lista de opciones de Tools
Fuente: HEC-RAS

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.

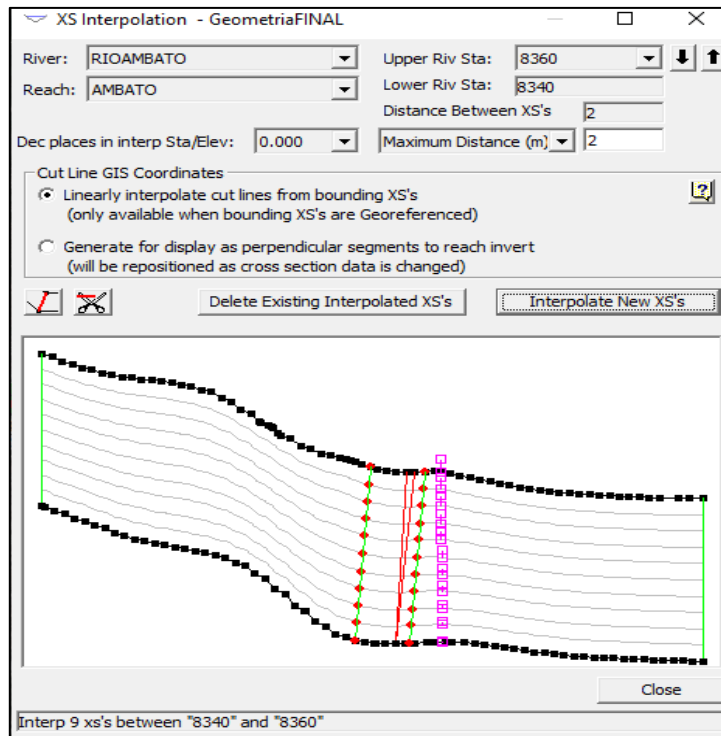


Figura N°25. Ventana para interpolación de secciones
Fuente: HEC-RAS

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

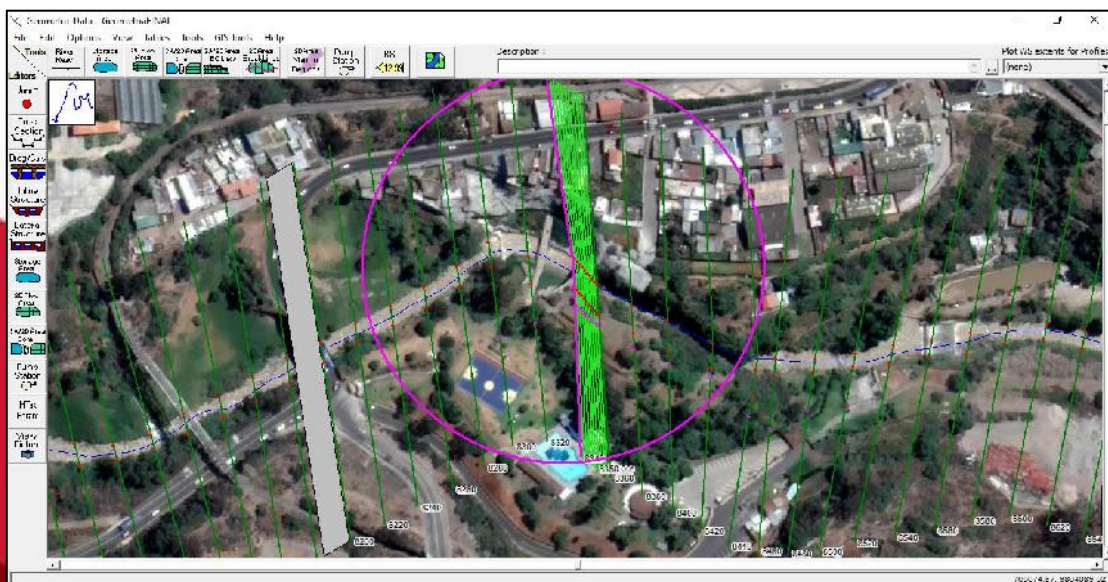


Figura N°26. Ventana de datos de la geometría
Fuente: HEC-RAS

COEFICIENTES DE MANNING (n)

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

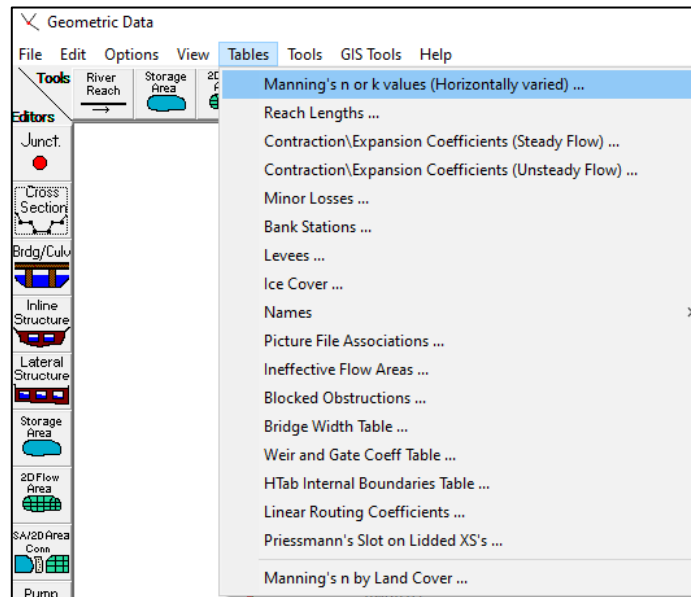


Figura N°27. Lista de opciones de tables.
Fuente: HEC-RAS

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.

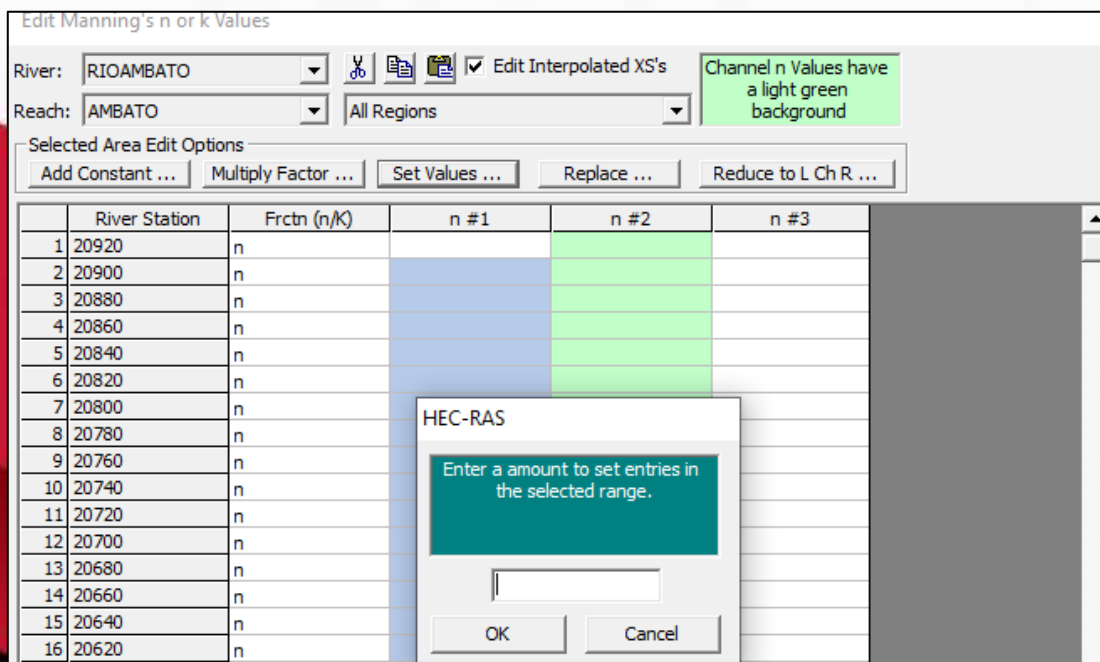


Figura N°28. Ventana para ingreso de los valores de Manning (n)
Fuente: HEC-RAS

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

Edit Manning's n or k Values

River: RIOAMBATO Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: AMBATO All Regions

Selected Area Edit Options: Add Constant ... Multiply Factor ... **Set Values** ... Replace ... Reduce to L Ch R ...

	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

OK Cancel Help

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.

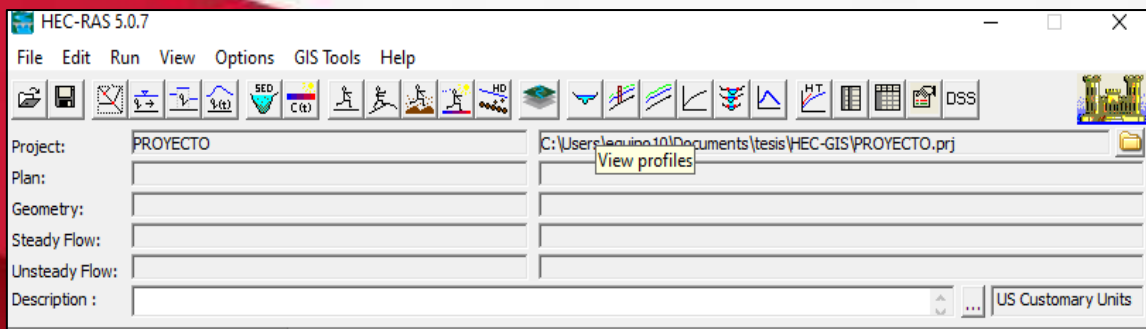


Figura N°30. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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

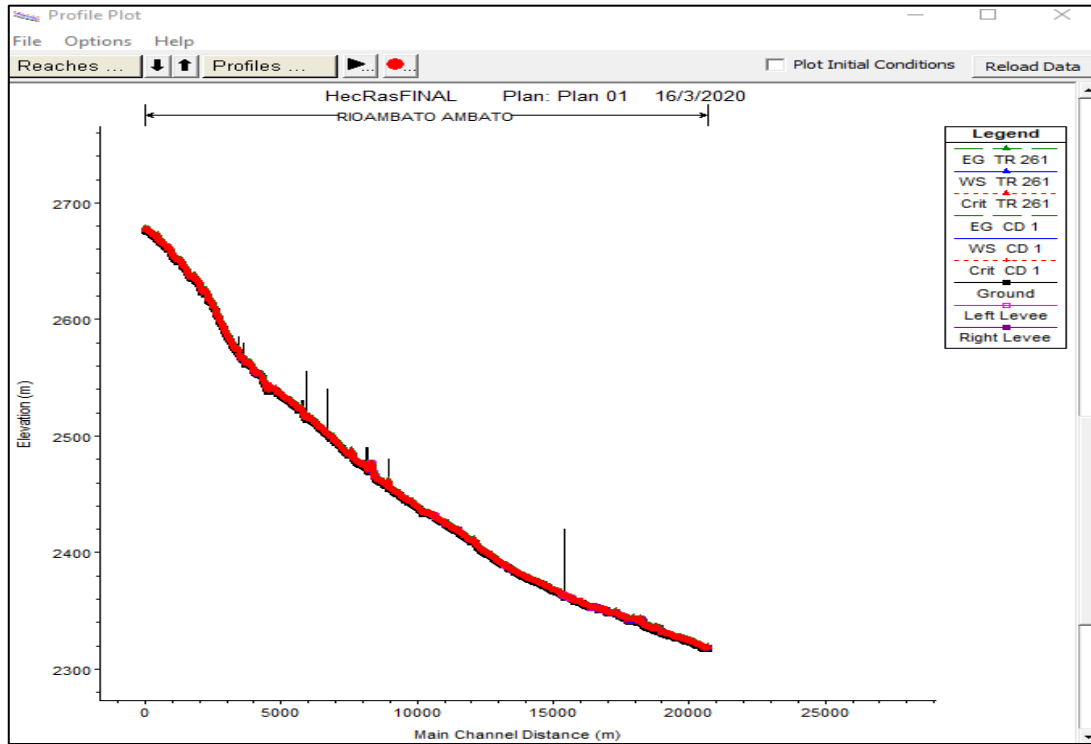


Figura N°31. Ventana del Perfil del Río
Fuente: HEC-RAS

PENDIENTE

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

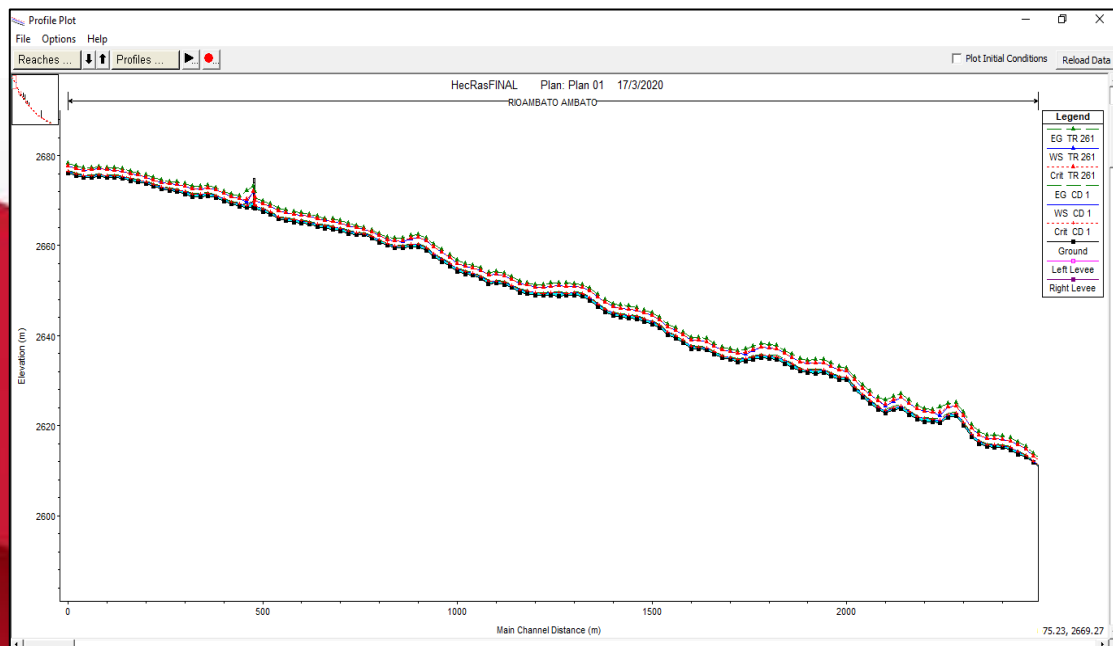


Figura N°32. Ventana del Perfil del Río
Fuente: HEC-RAS

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

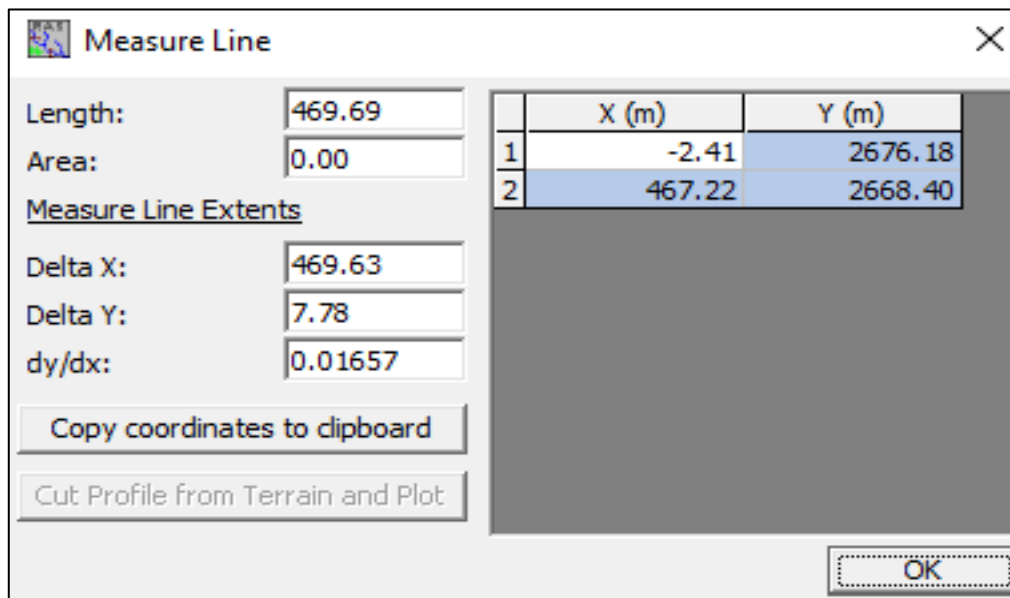


Figura N°33. Ventana del valor de la pendiente
Fuente: HEC-RAS

RAS MAPPER



Figura N°34. Icono de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

En el Menú principal clic en la herramienta Ras Mapper.

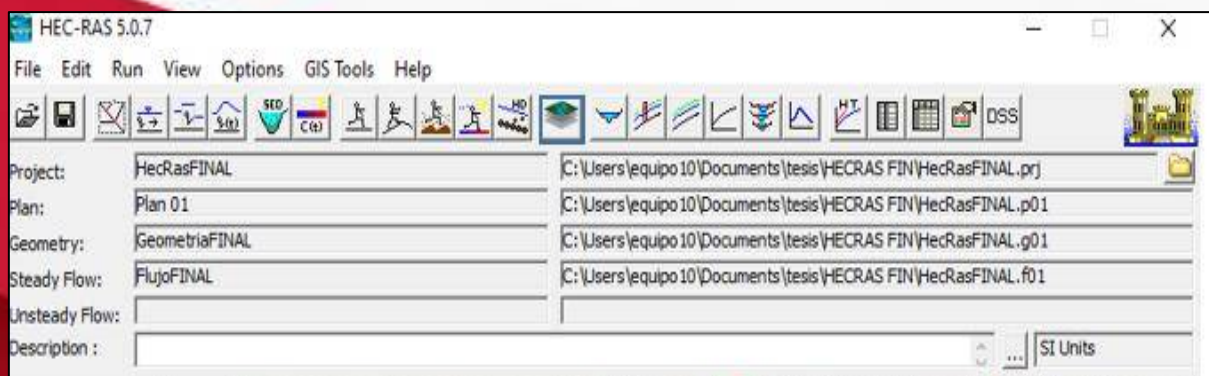


Figura N°35. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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

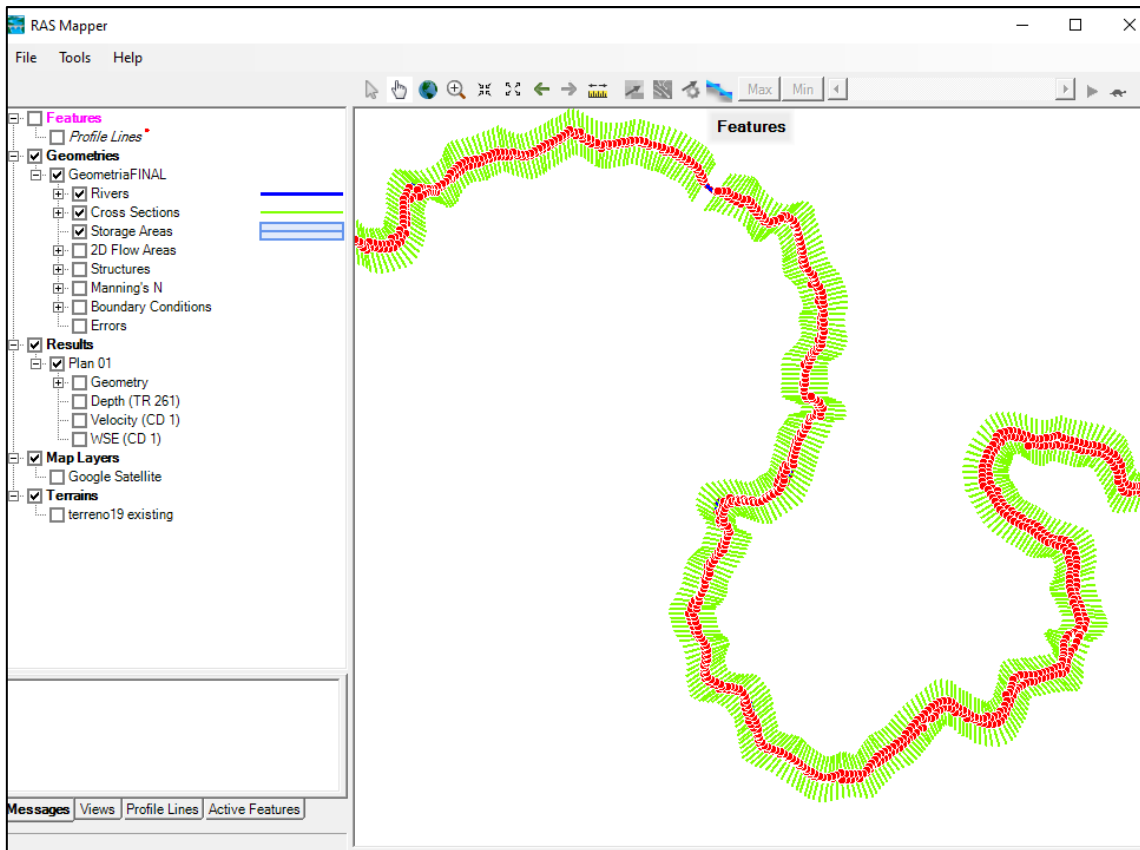


Figura N°36. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

COORDENADAS UTM

Click en Tools - Set Projection for Project

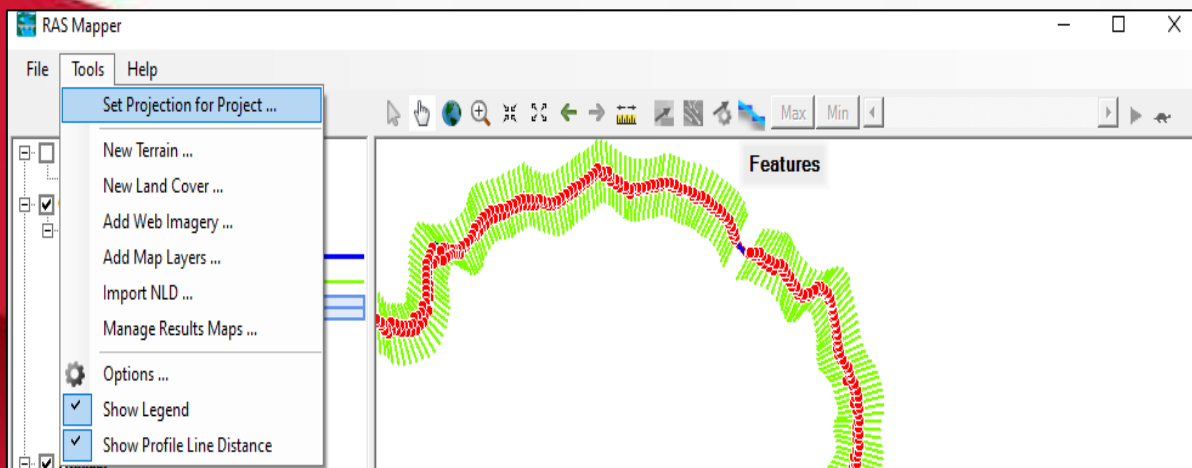


Figura N°37. Lista de opciones de la pestaña Tools
Fuente: HEC-RAS

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

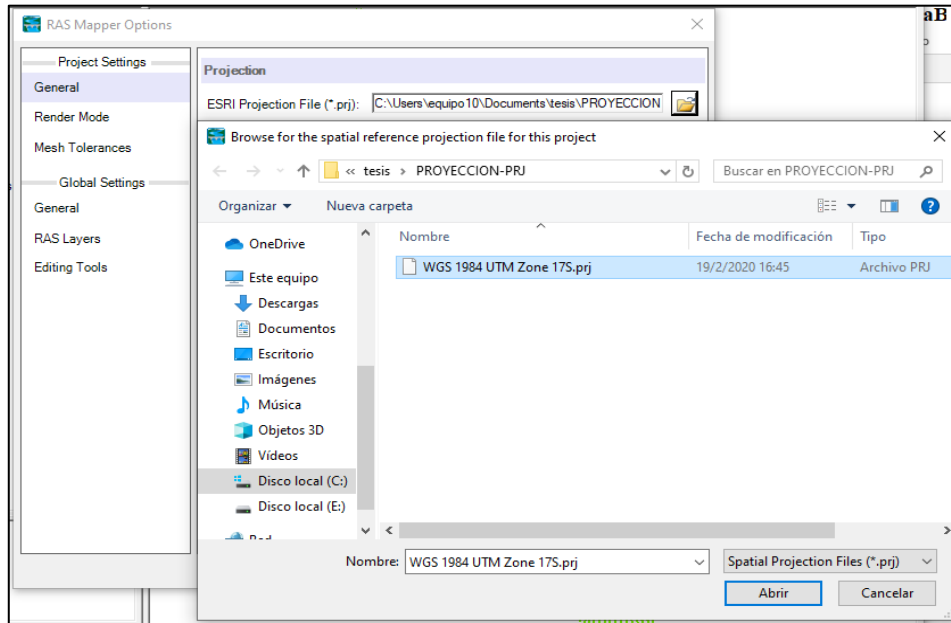


Figura N°38. Ventana del DATUM de la zona del proyecto.

Fuente: HEC-RAS

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

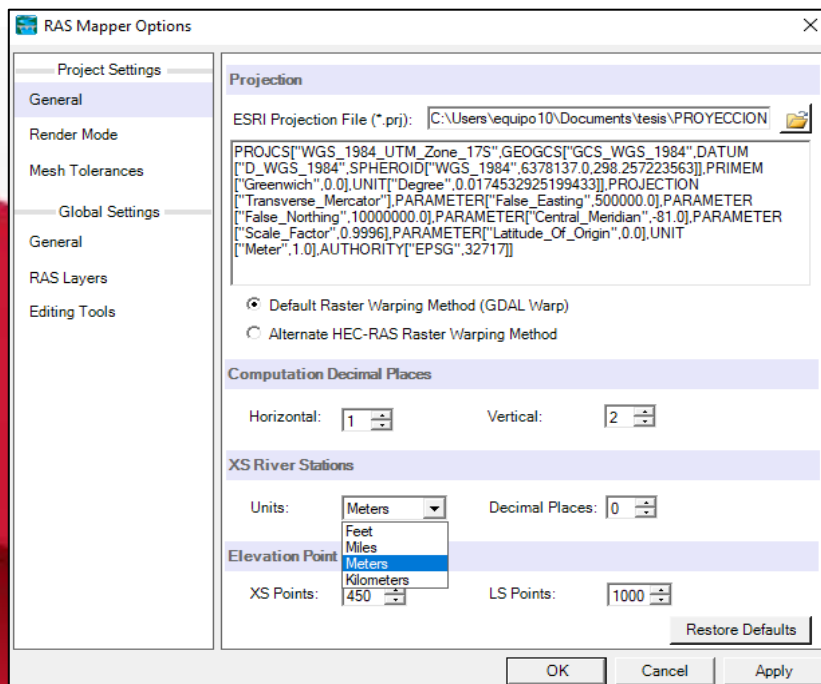


Figura N°39. Ventana de las opciones de RAS Mapper

Fuente: HEC-RAS

TERRENO

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

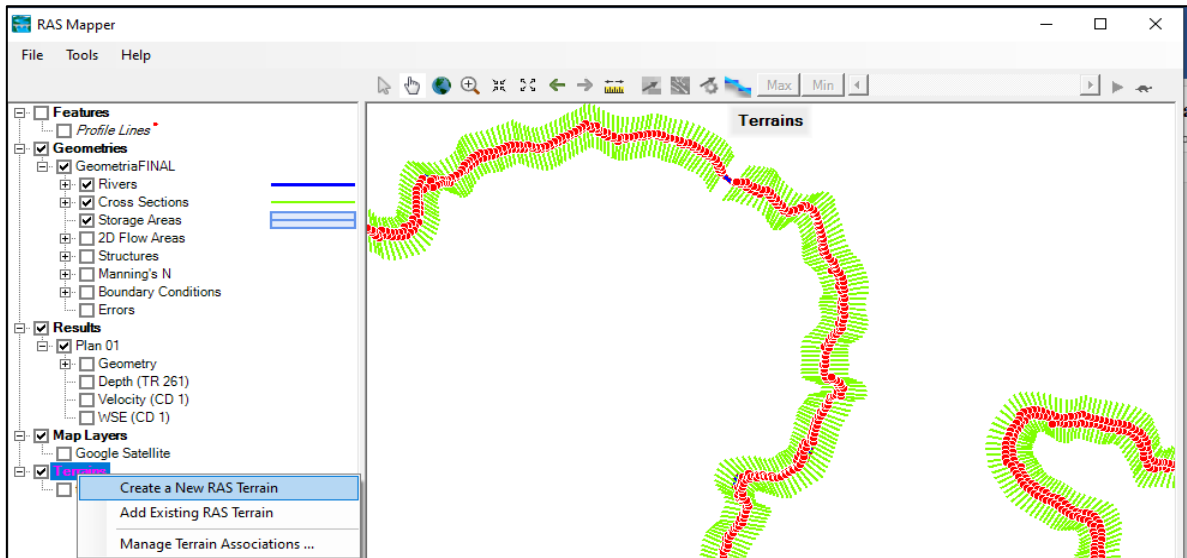


Figura N°40. Ventana de la opción de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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

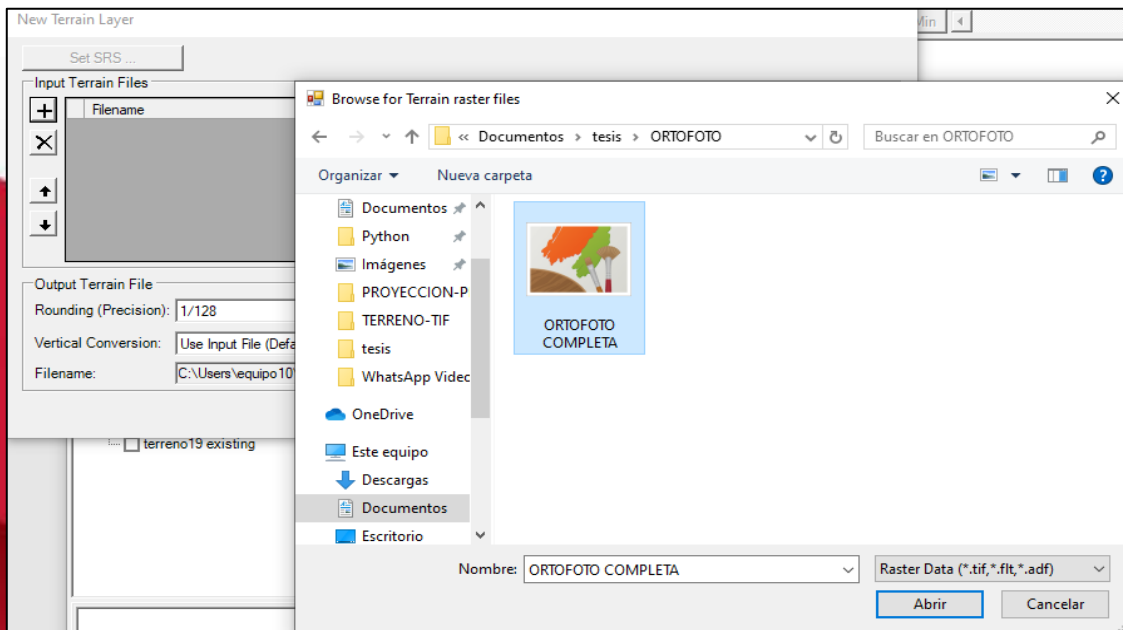


Figura N°41. Ventana para seleccionar la ortofoto completa.
Fuente: HEC-RAS

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

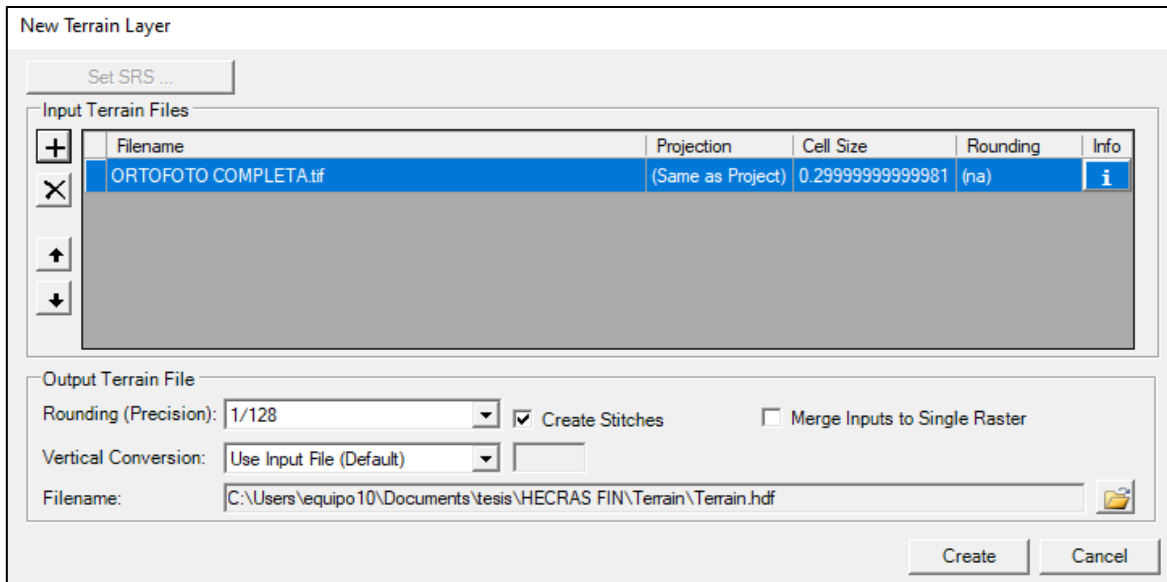


Figura N°42. Ventana de las capas del nuevo terreno
Ofuente: HEC-RAS

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

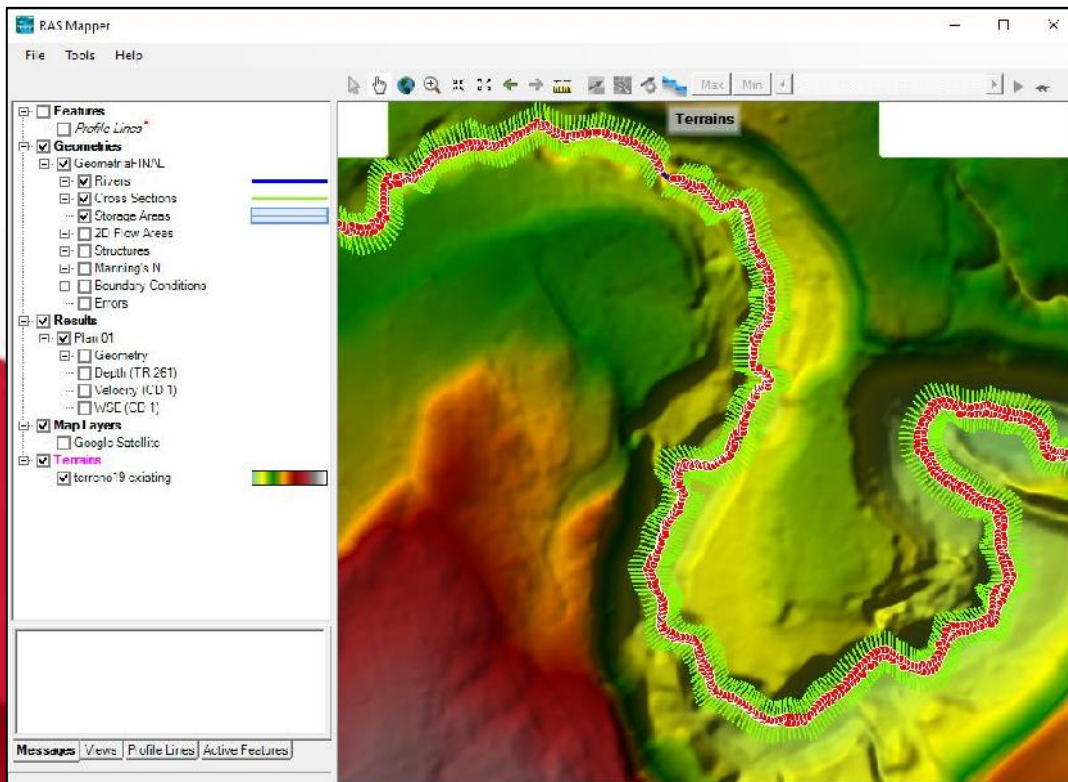


Figura N°43. Ventana de opciones de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

MAPA SATELITAL

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

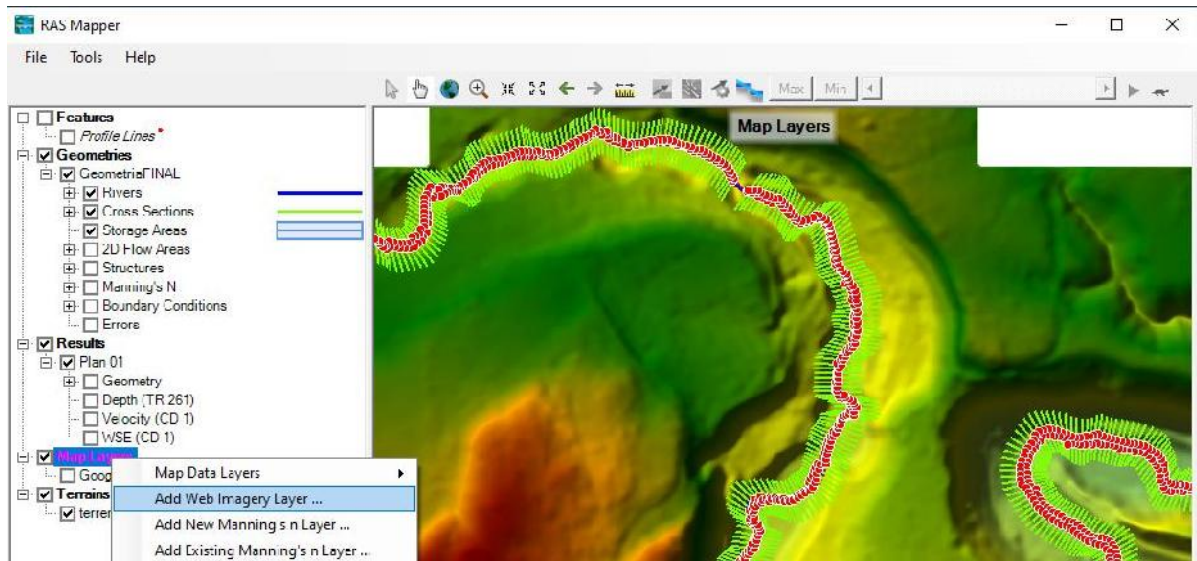


Figura N°44. Ventana de opciones de RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

Seleccionar la opción Google Satellite. Clic en Ok.

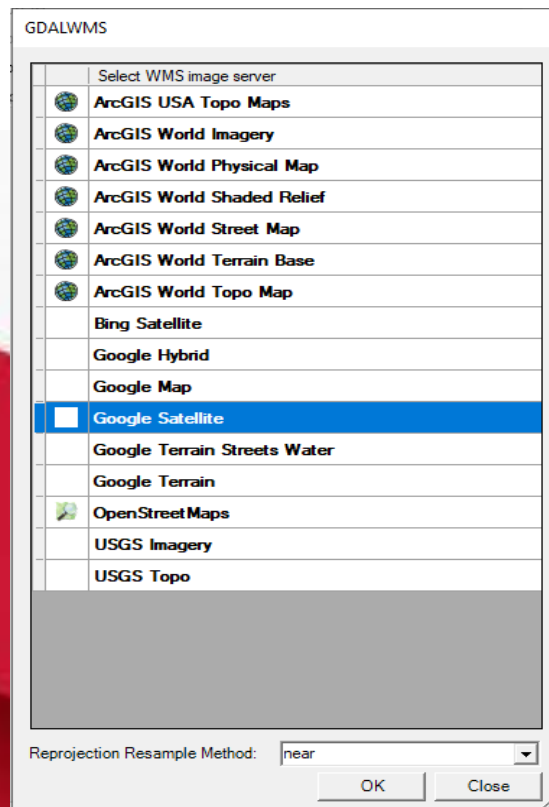


Figura N°45. Ventana con las diferentes opciones de mapas
Fuente: HEC-RAS

Se observa el Mapa Satelital de la zona del proyecto.

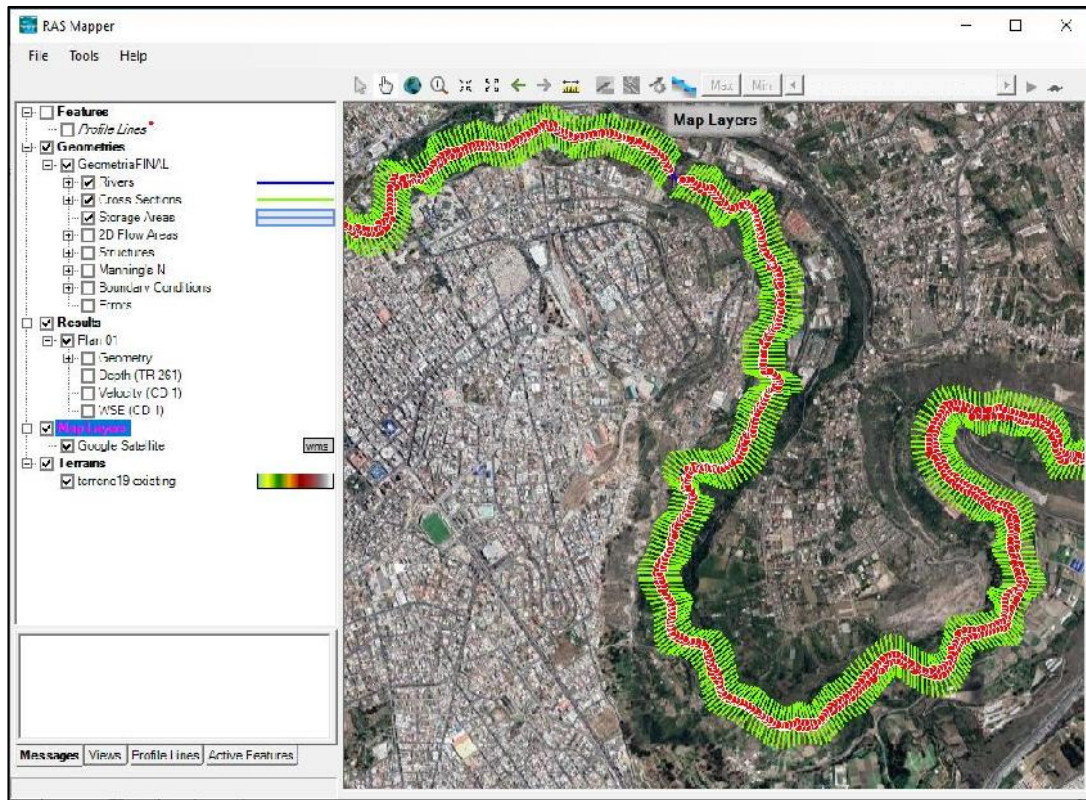


Figura N°46. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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.

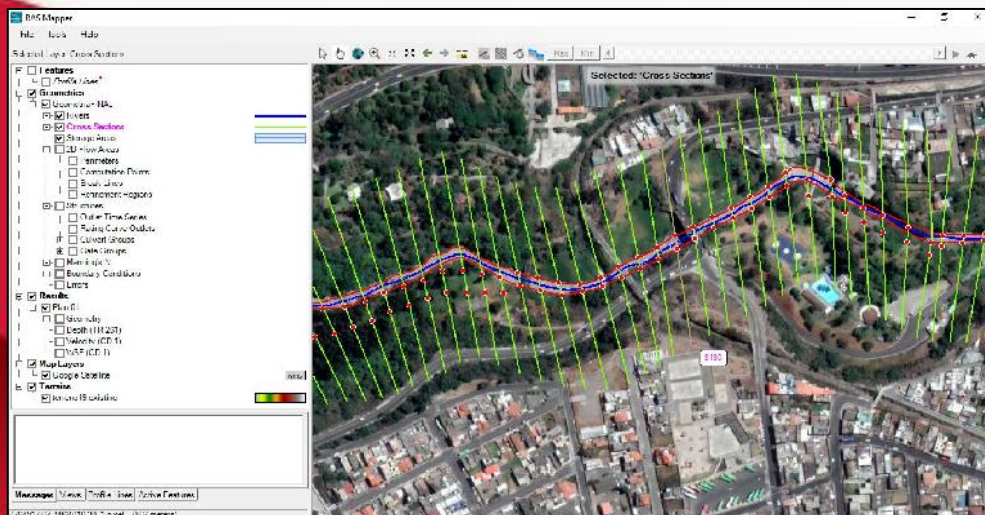


Figura N°47. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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

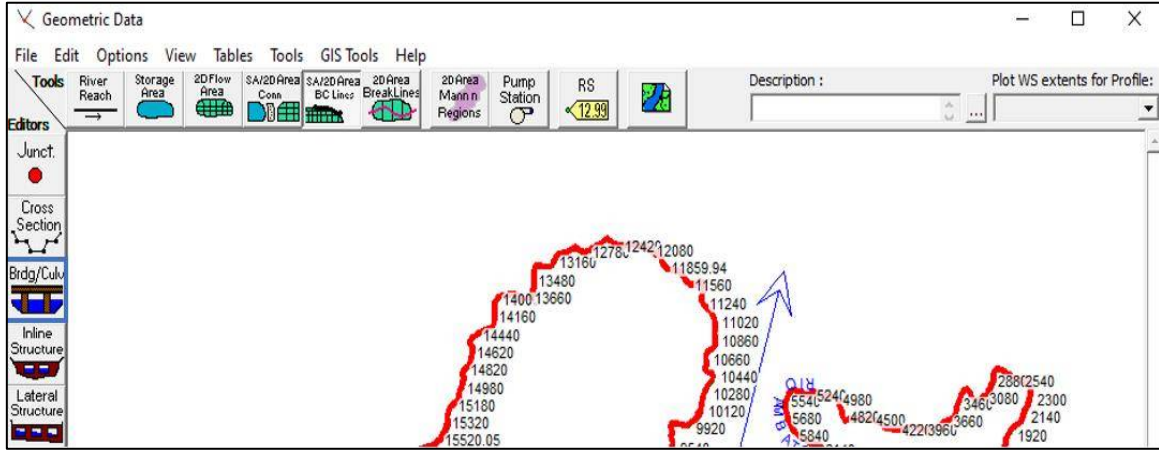


Figura N°48. Ventana de los datos de geometría
Fuente: HEC-RAS

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

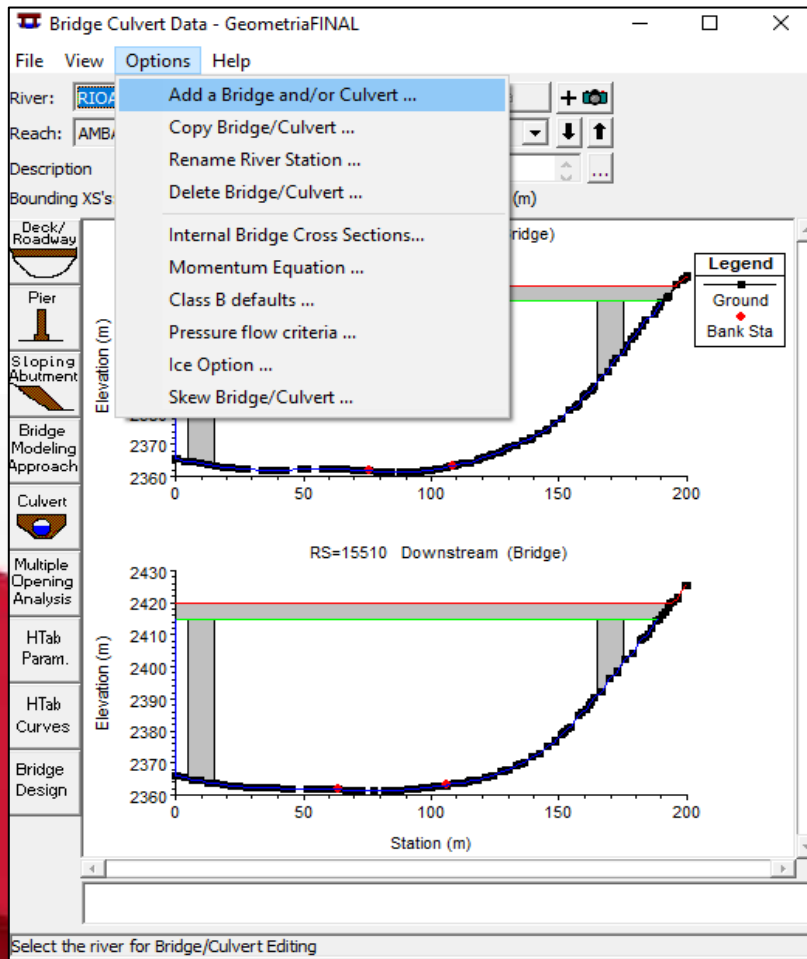


Figura N°49. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

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.

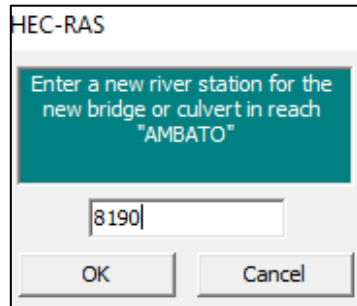


Figura N°50. Ventana de las opciones HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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.

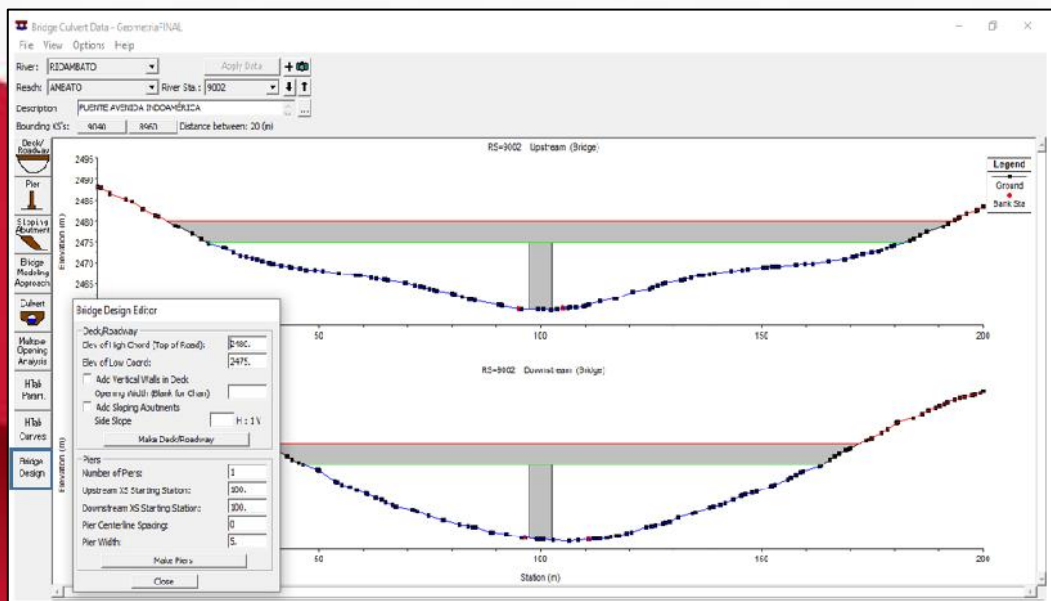


Figura N°51. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

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

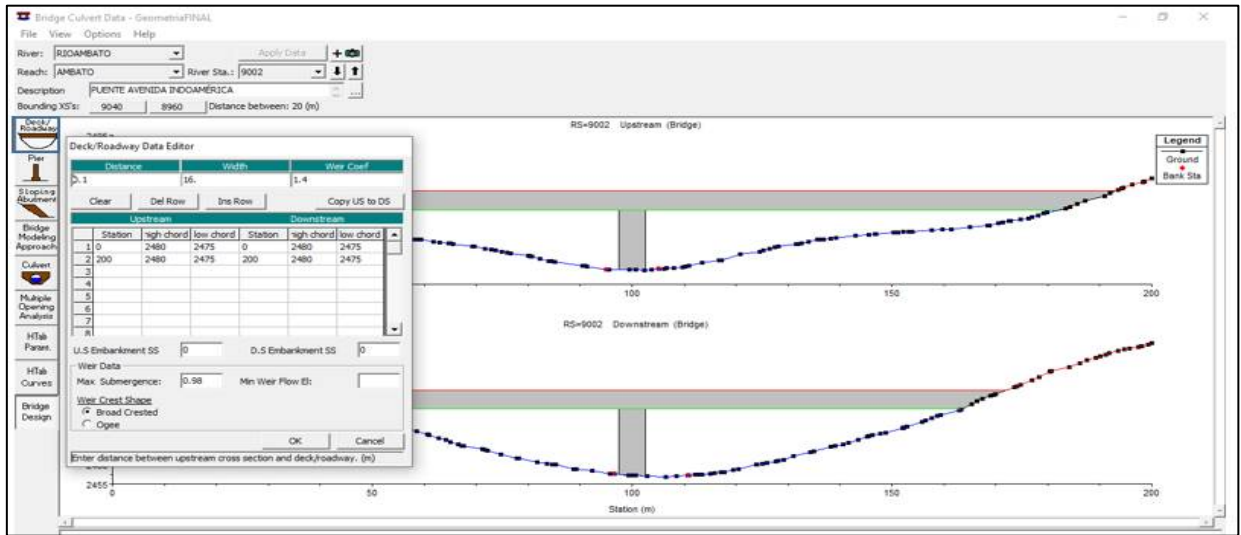


Figura N°52. Ventana de los datos del puente
Fuente: HEC-RAS

Se observa el puente en vista transversal.

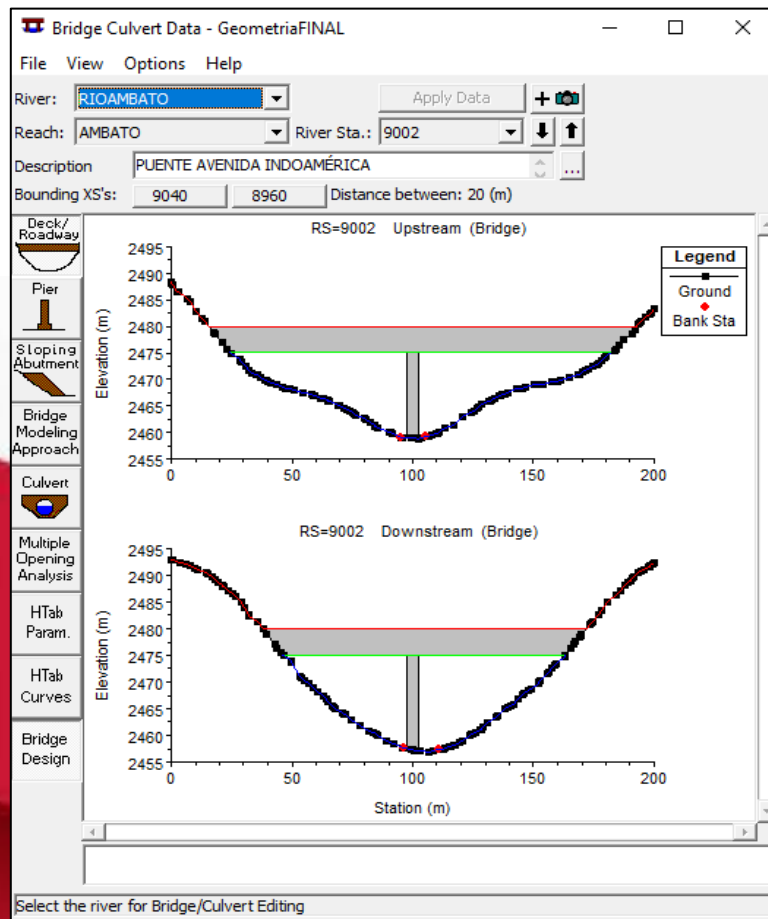


Figura N°53. Datos del puente o la alcantarilla
Fuente: HEC-RAS

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

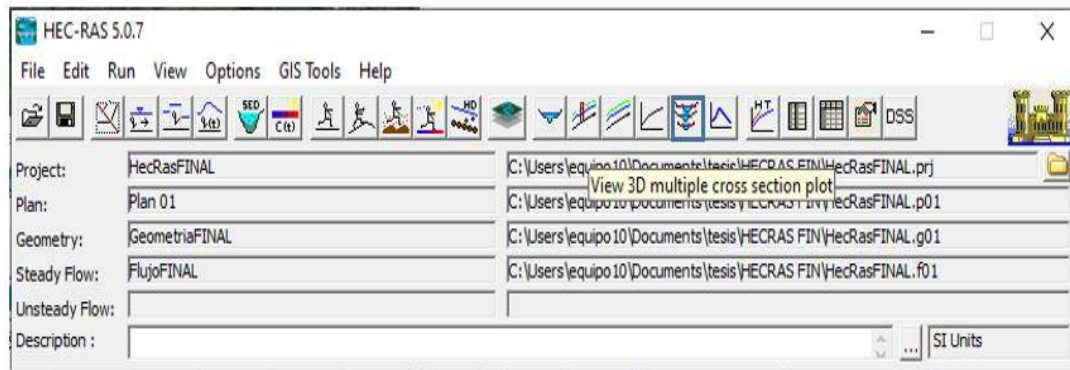


Figura N°54. Ventana de inicio del programa HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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

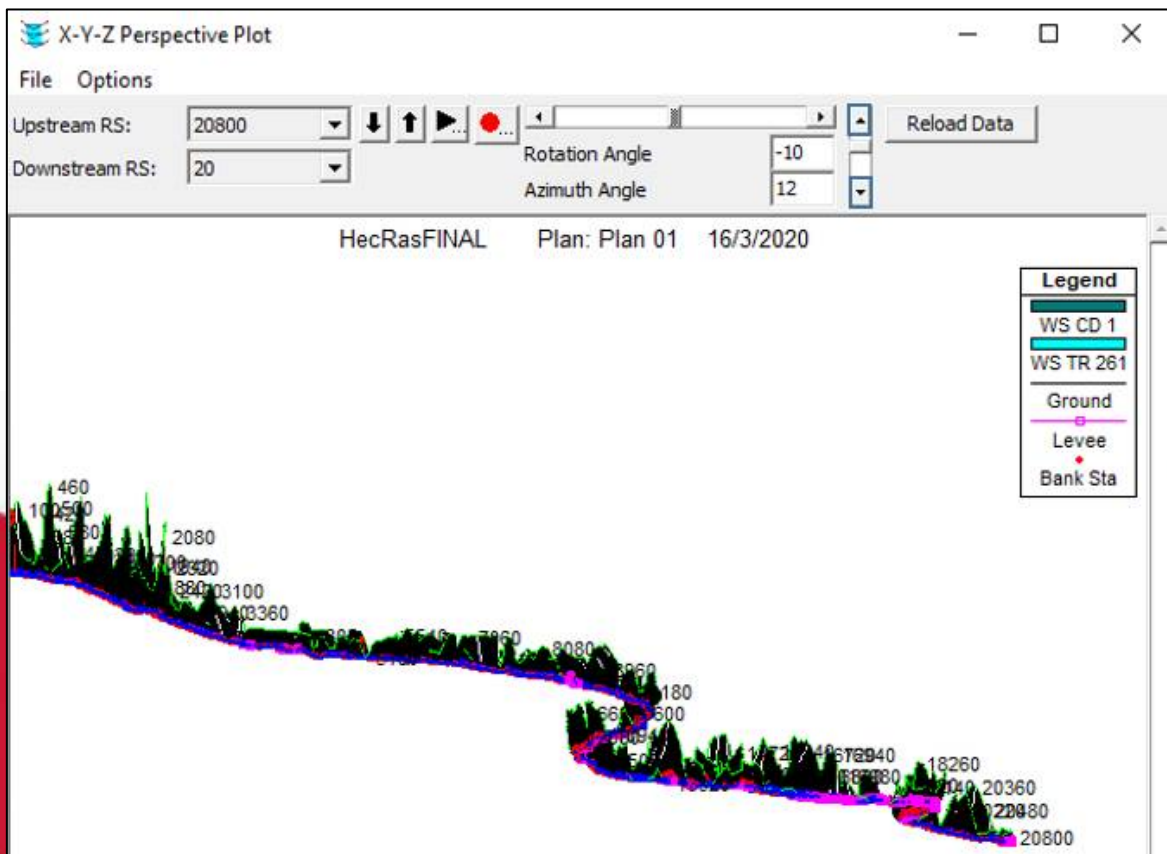


Figura N°55. Ventana de vista 3D del río
Fuente: HEC-RAS

Se puede ver el puente más cerca.

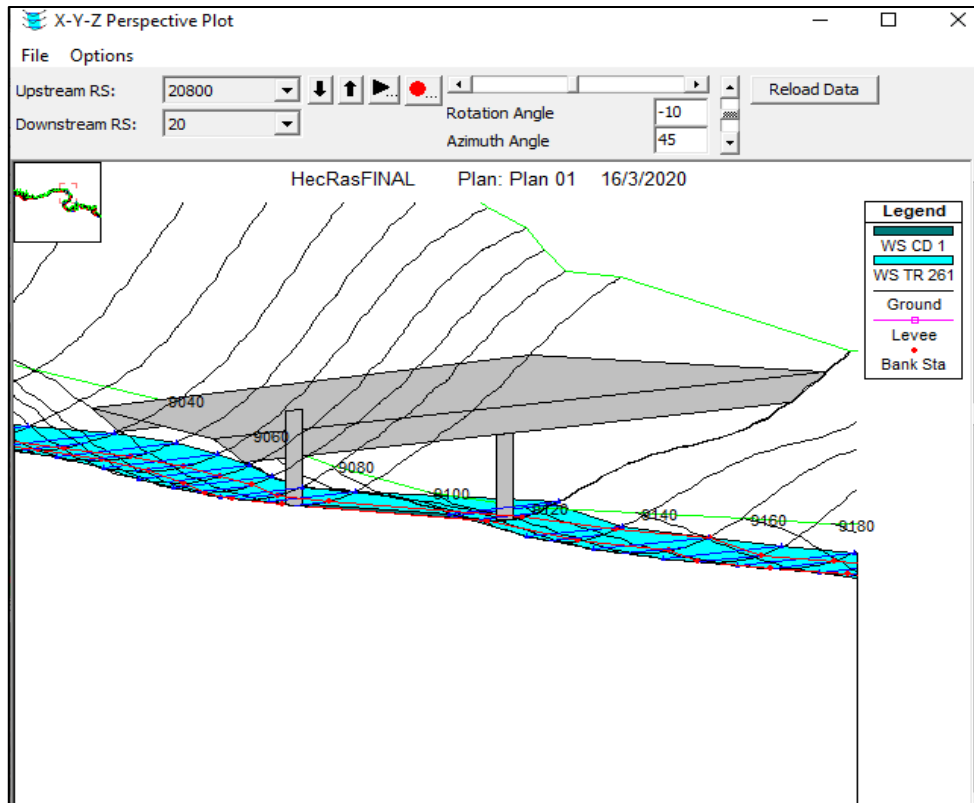


Figura N°56. Ventana de vista 3D del río
Fuente: HEC-RAS

CONDICIONES DE BORDE

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

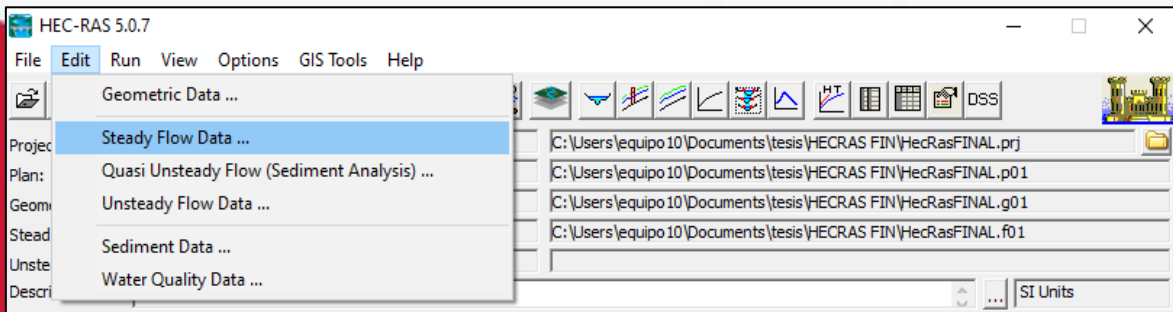


Figura N°57. Lista de opciones de la pestaña Edit
Fuente: HEC-RAS

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**.

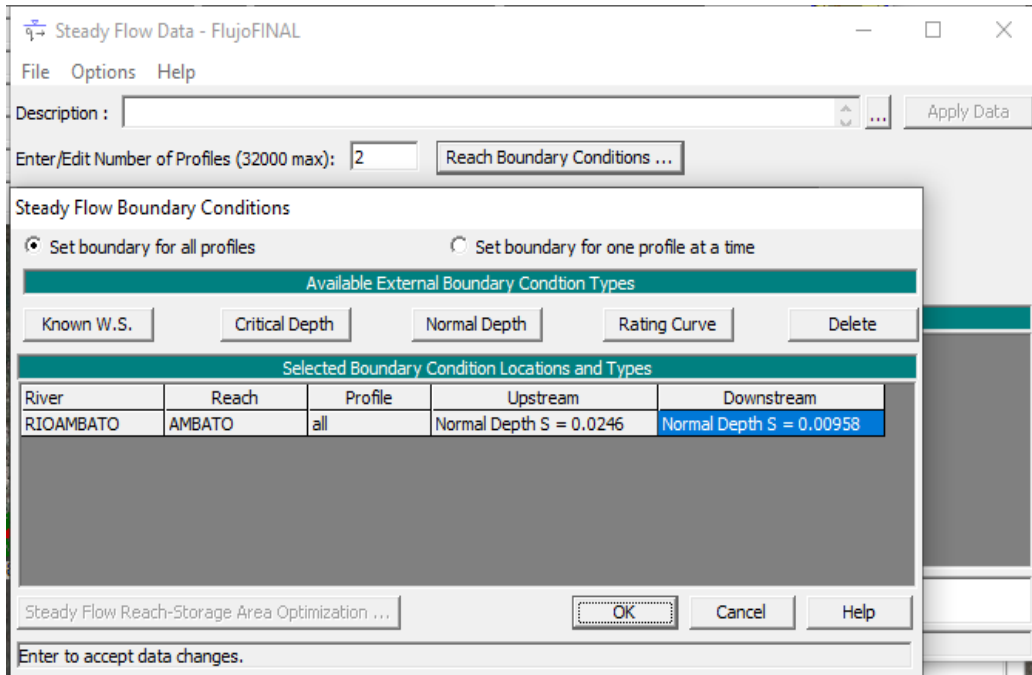


Figura N°58. Ventana de condiciones de borde de flujo constante.
Fuente: HEC-RAS

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

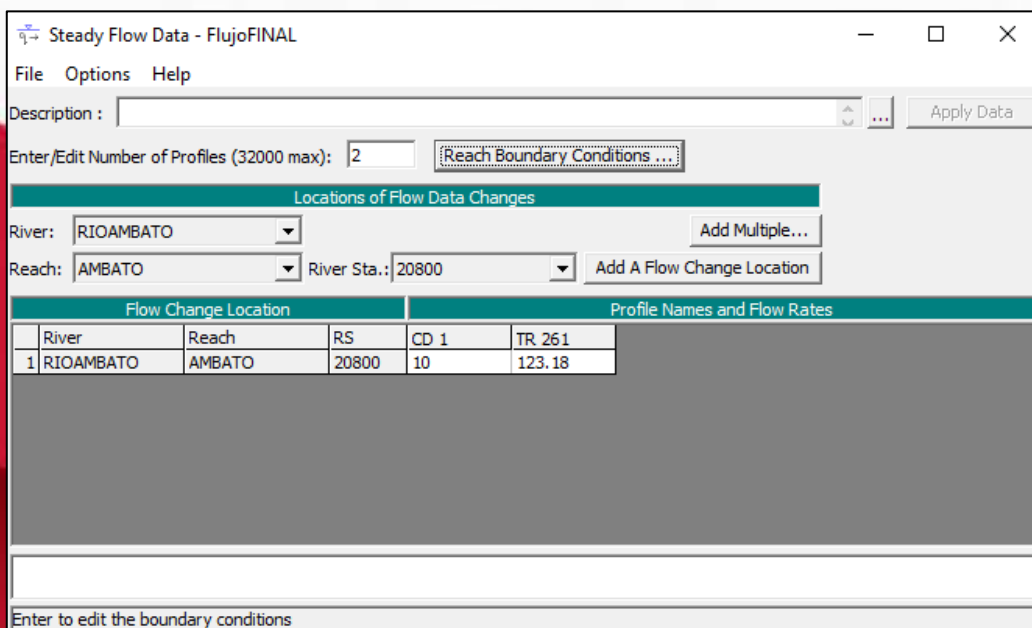


Figura N°59. Ventana de los datos del flujo constante
Fuente: HEC-RAS

CAUDALES

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

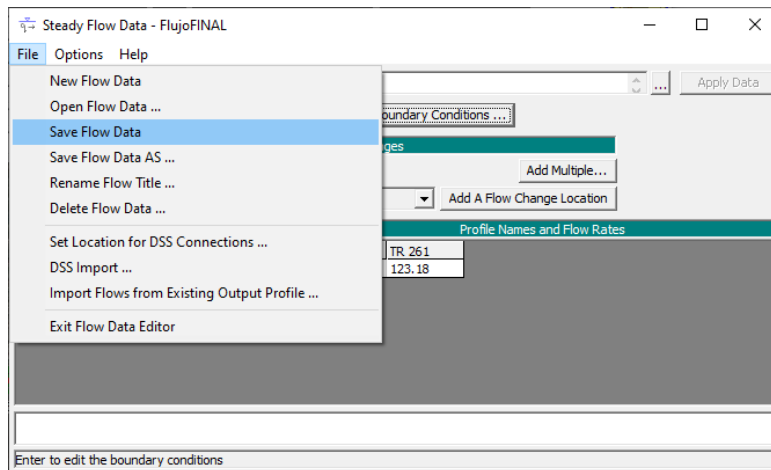


Figura N°60. Lista de la opción archivo (File)

Fuente: HEC-RAS

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

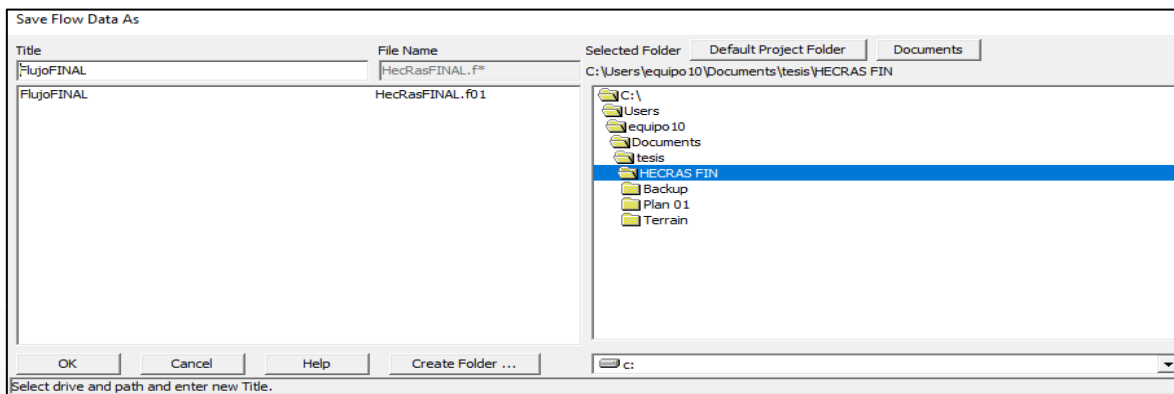


Figura N°61. Ventana de los datos del flujo constante

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**.

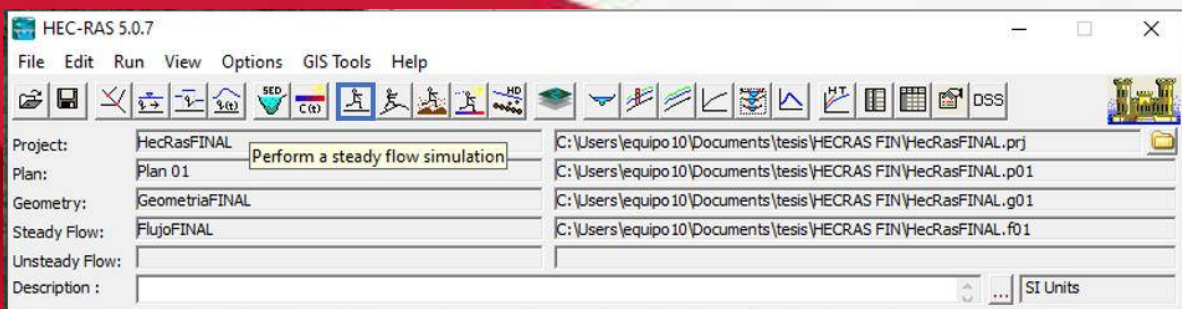


Figura N°62. Ventana de inicio del programa HEC-RAS

Fuente: HEC-RAS

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

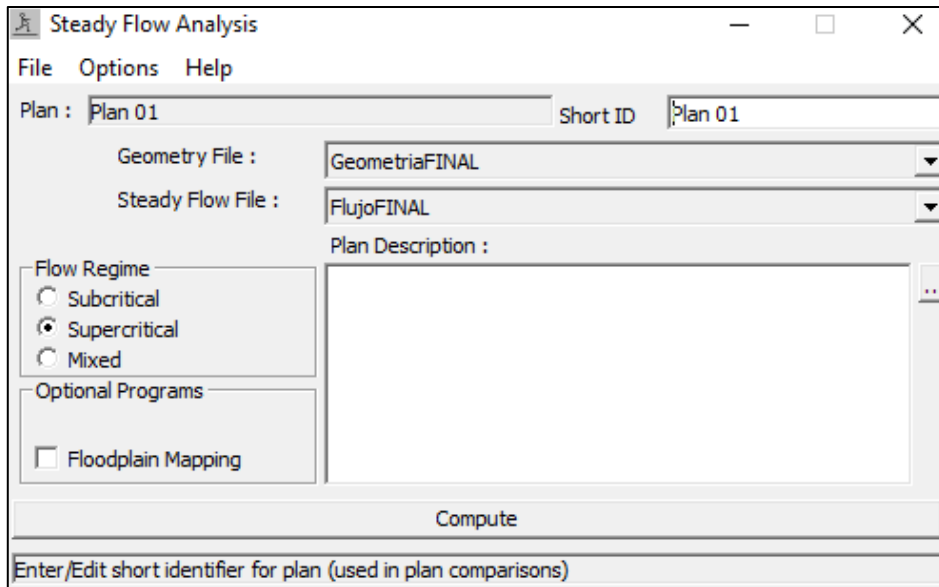


Figura N°63. Ventana de análisis del flujo constante
Fuente: HEC-RAS

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

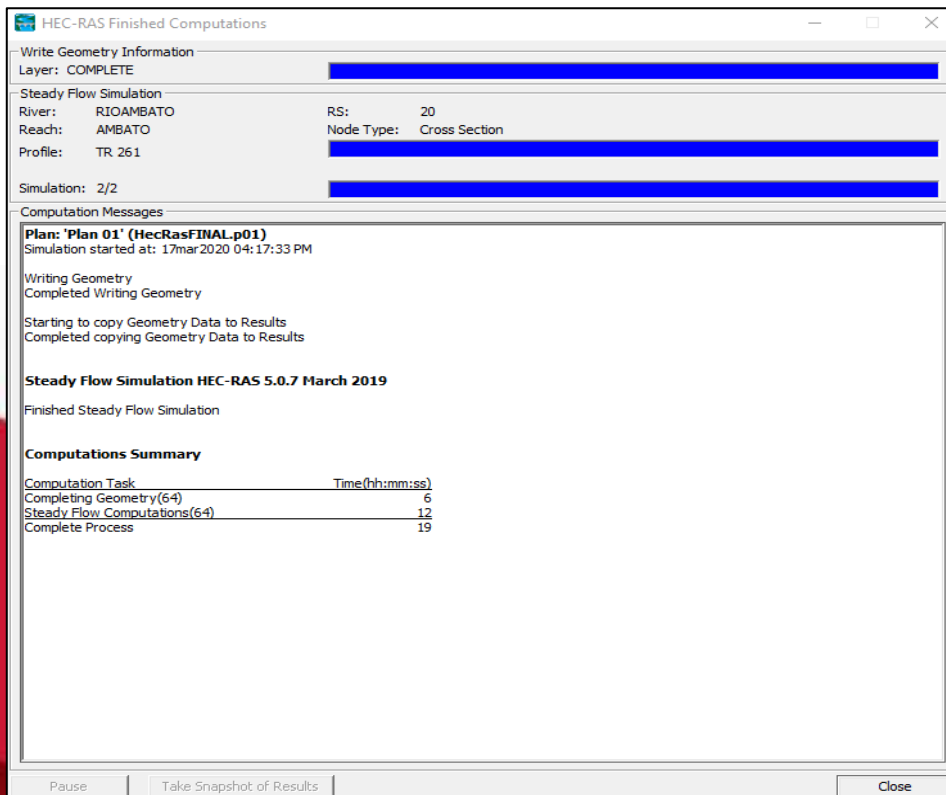


Figura N°64. Ventana de terminación del proceso de análisis.
Fuente: HEC-RAS

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**.

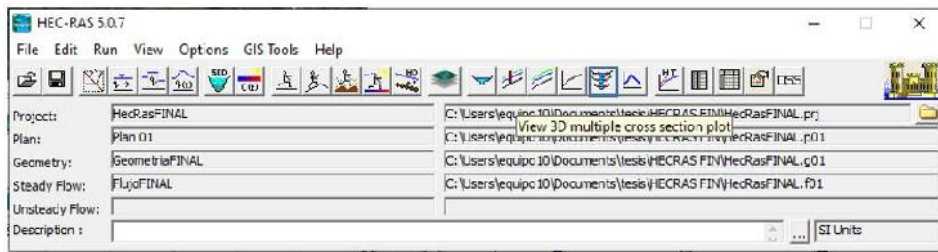


Figura N°65. Ventana de inicio del programa HEC-RAS

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.

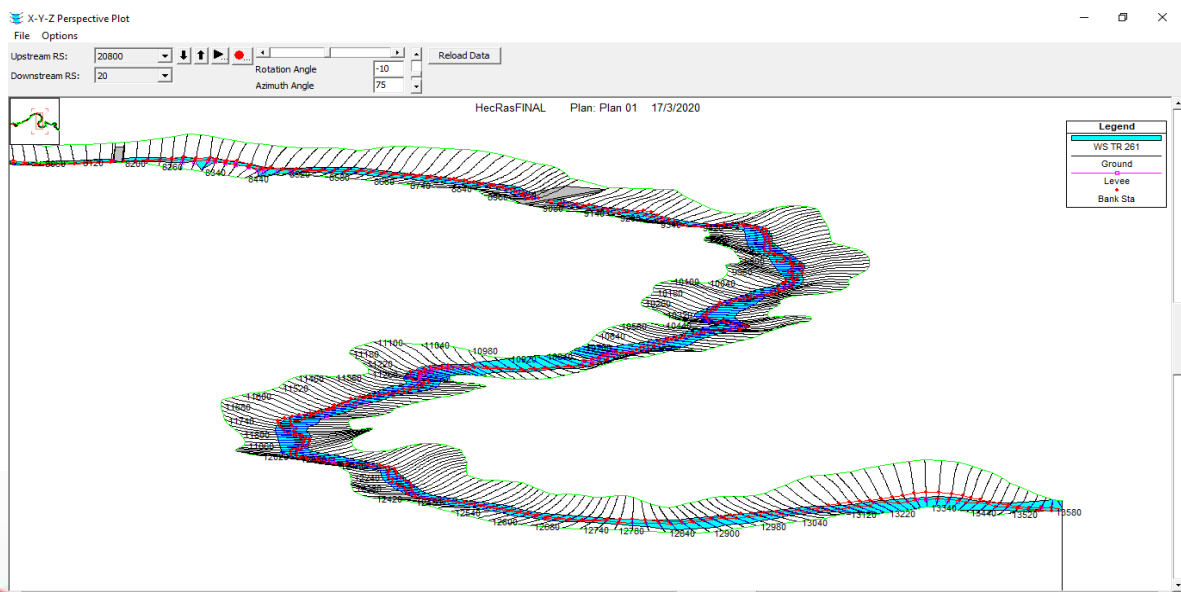


Figura N°66. Ventana de vista 3D del río

Fuente: HEC-RAS

RESULTADOS

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

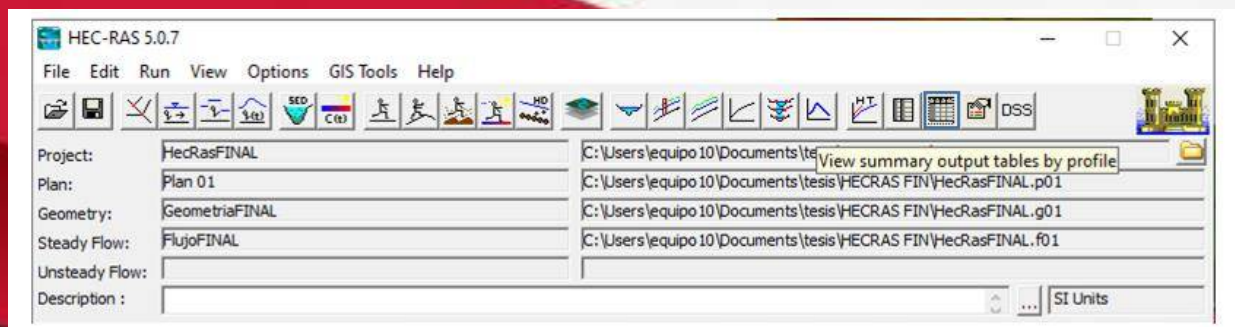


Figura N°67. Ventana de inicio del programa HEC-RAS

Fuente: HEC-RAS

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

Profile Output Table - Standard Table 1												
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RIOAMBATO Reach: AMBATO												
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
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 N°68. Ventana con la tabla de resultados
Fuente: HEC-RAS

CURVAS DE NIVEL

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

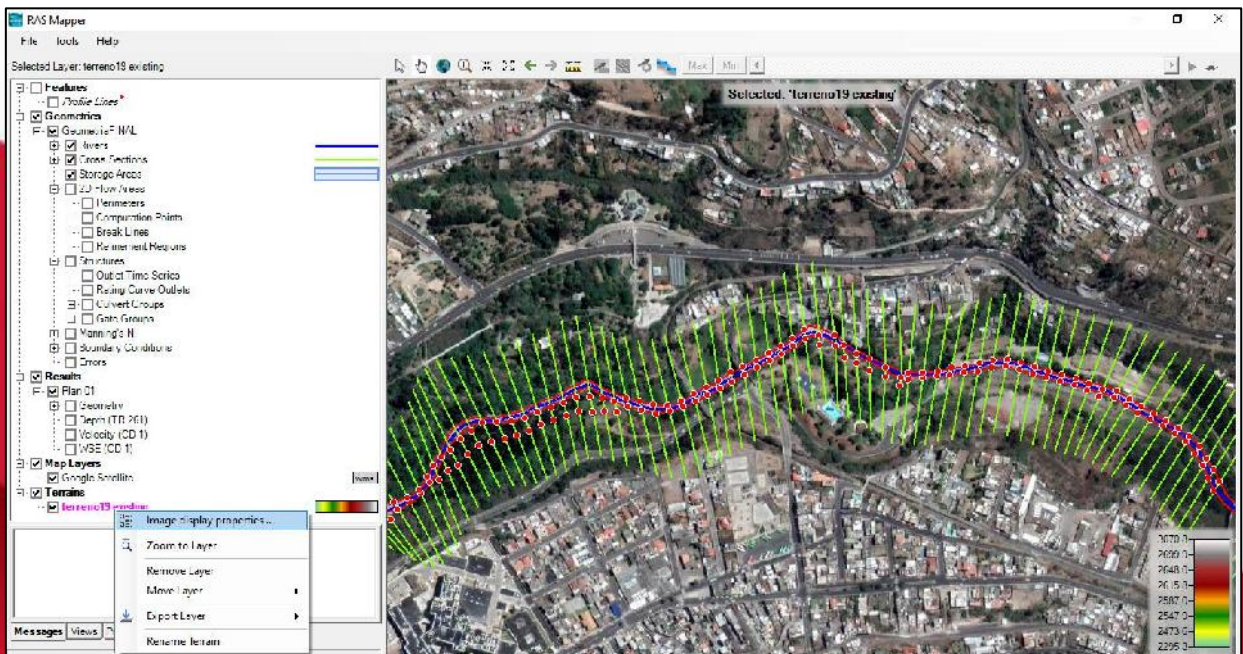


Figura N°69. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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

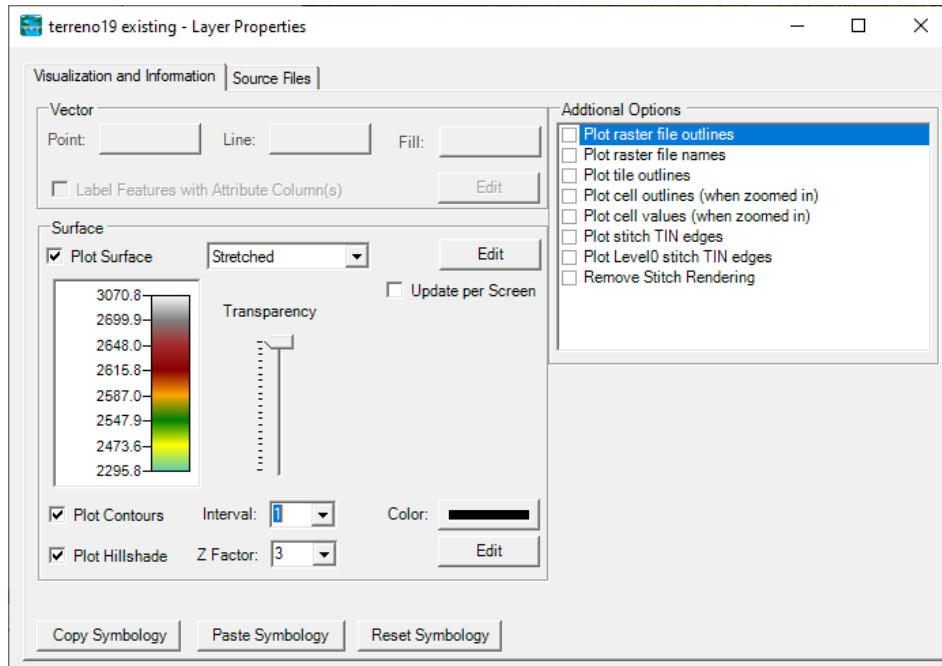


Figura N°70. Ventana de las propiedades de las capas
Fuente: HEC-RAS

Se observan las curvas de nivel cada 1 m.

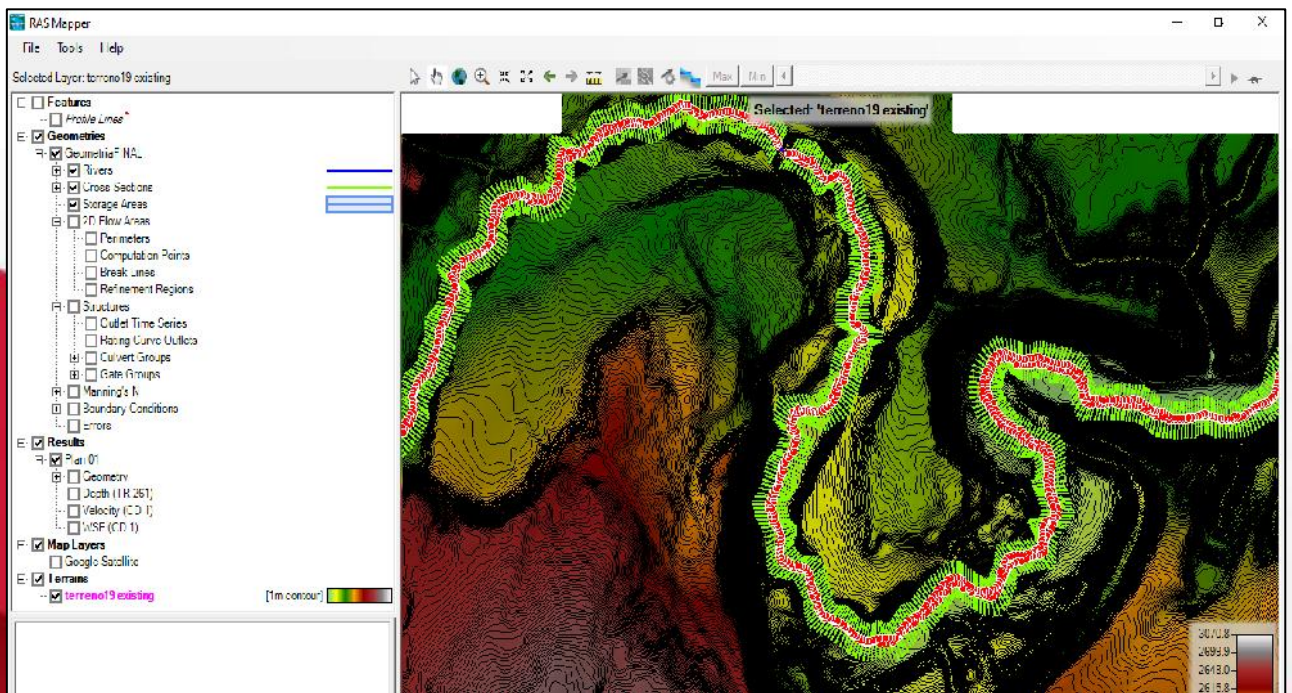


Figura N°71. Ventana de la opción RAS Mapper
Fuente: HEC-RAS

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.

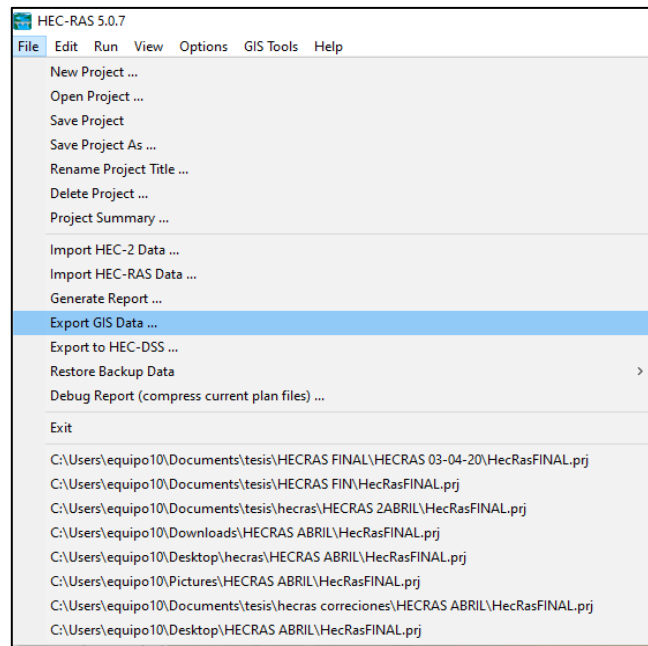


Figura N°72. Ventana de inicio de HEC-RAS
Fuente: HEC-RAS

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.

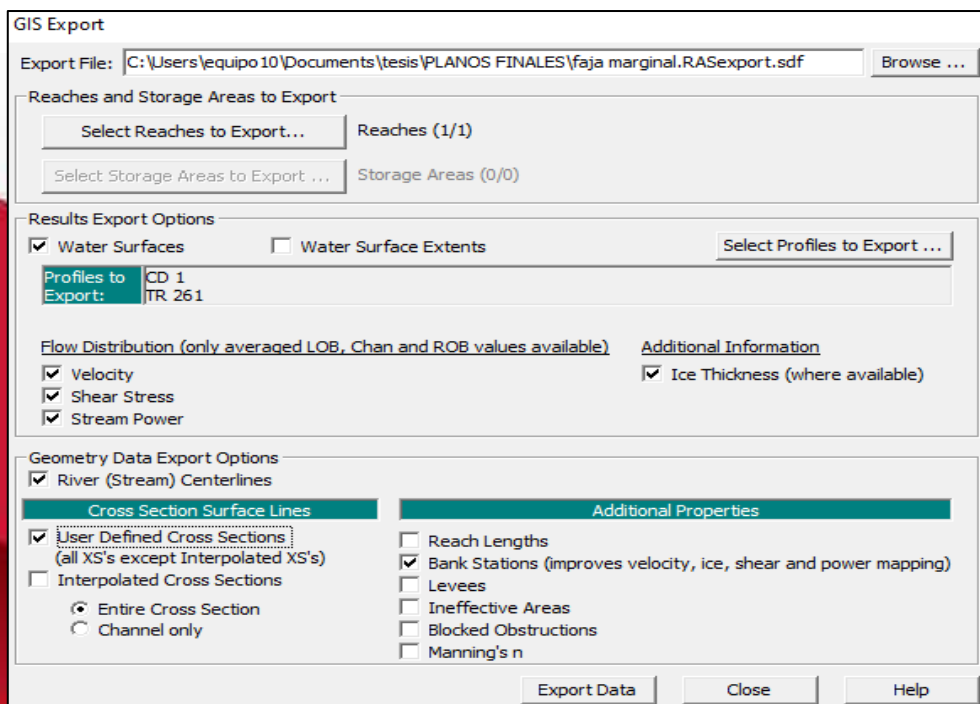


Figura N°73. Ventana de exportación de datos ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

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

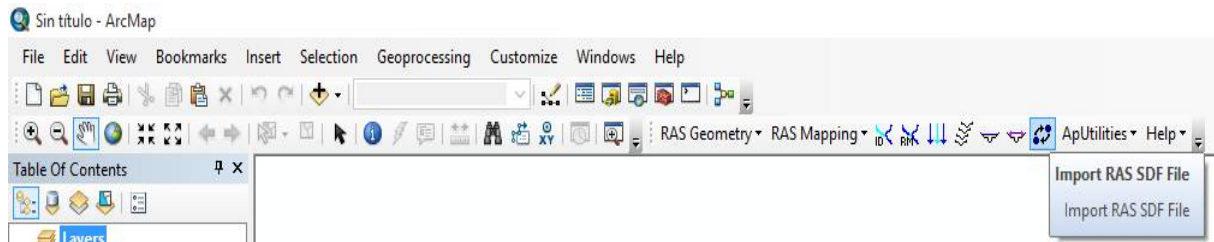


Figura N°74. Ventana de ArcGIS, opción Import RAS SDF File
Fuente: HEC-RAS

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

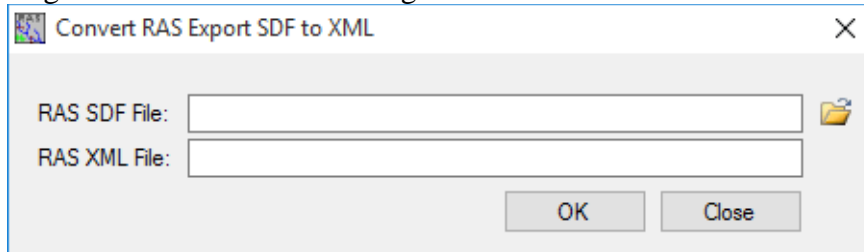


Figura N°75. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

Observar la conversión del archivo de .sdf a kml

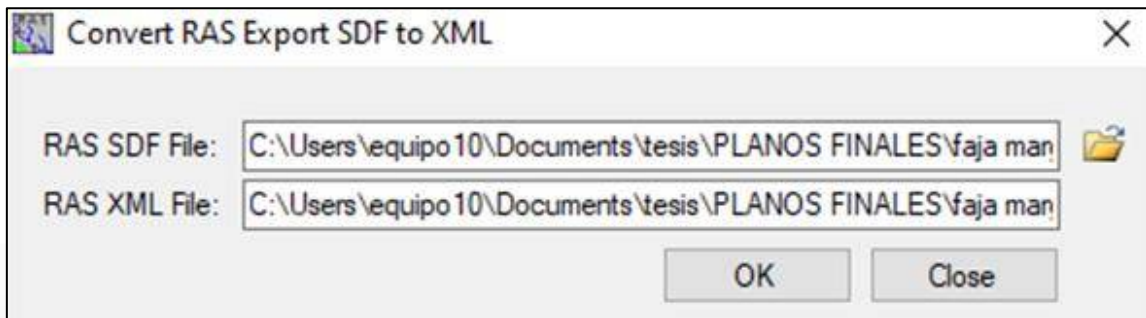


Figura N°76. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

Clic en la opción aceptar.

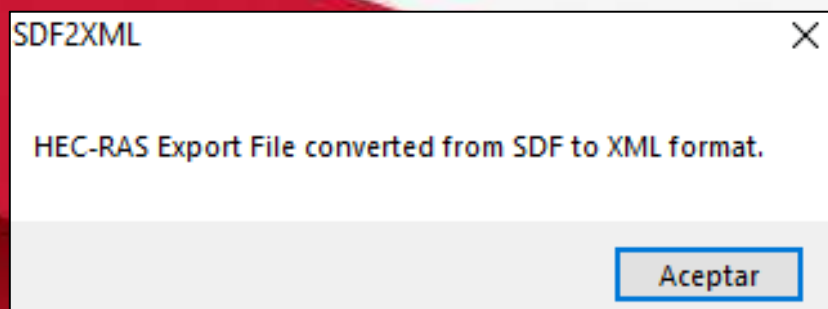


Figura N°77. Ventana de opciones
Fuente: HEC-RAS

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

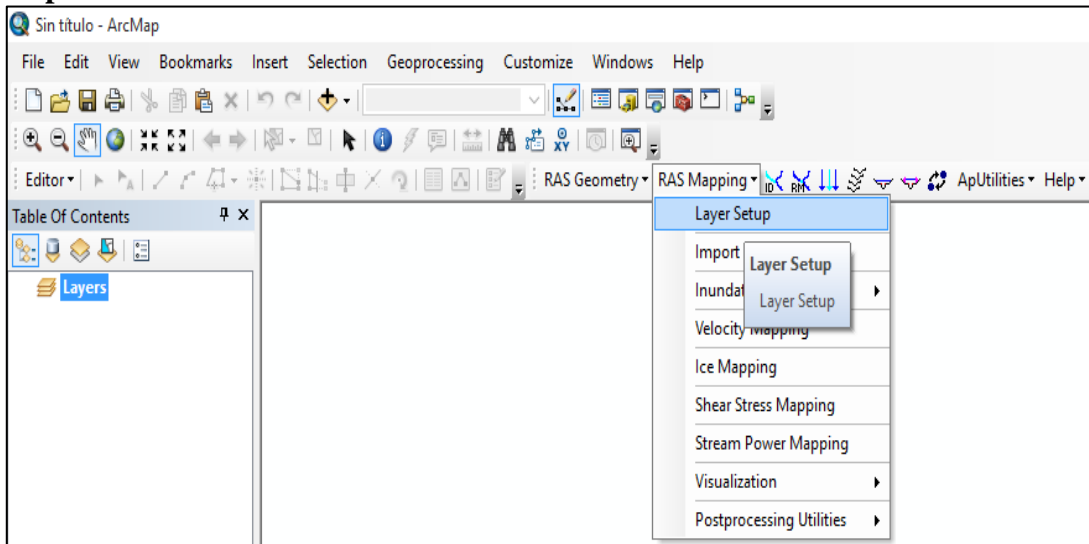


Figura N°78. Ventana de conversión al archivo de .sdf a .xml
Fuente: HEC-RAS

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.

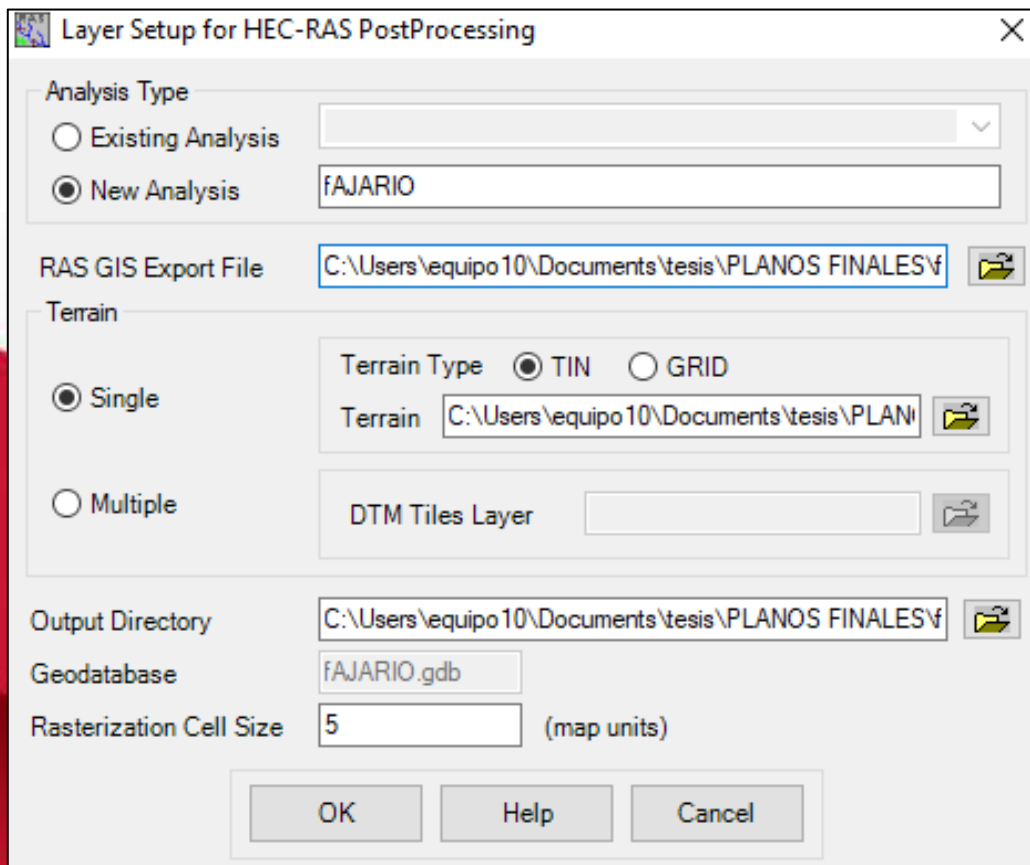


Figura N°79. Ventana de postproceso HEC-RAS para configurar la capa
Fuente: HEC-RAS

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

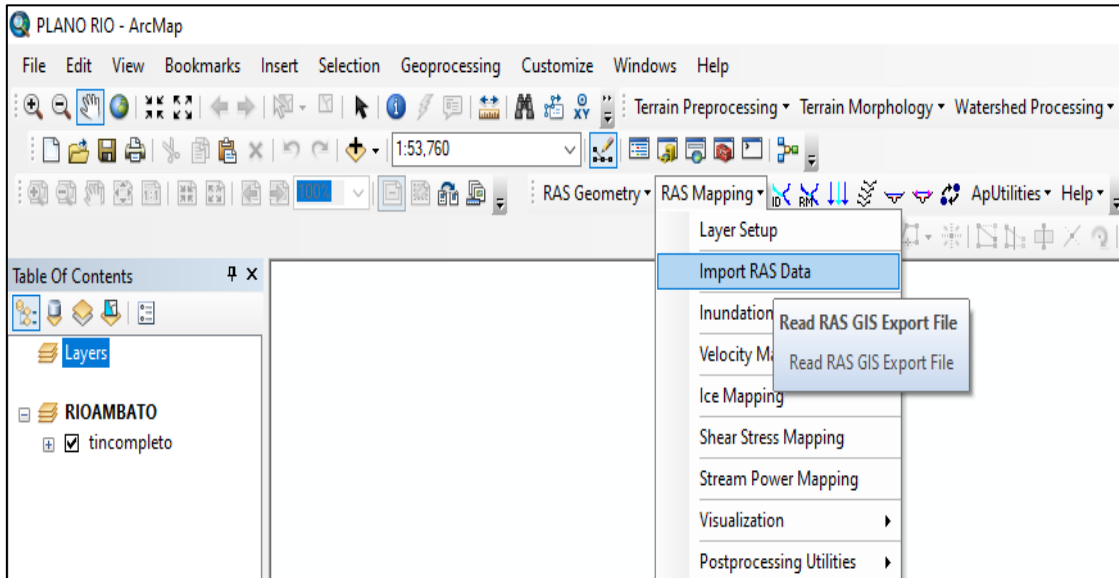


Figura N°80. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

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

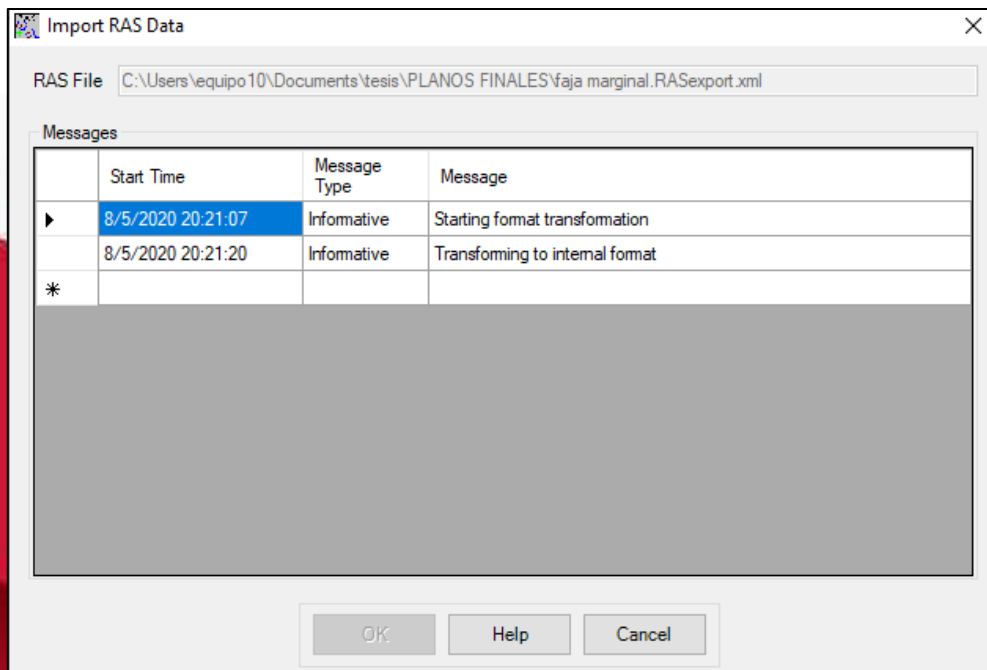


Figura N°81. Ventana de importación de datos de RAS
Fuente: HEC-RAS

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**).

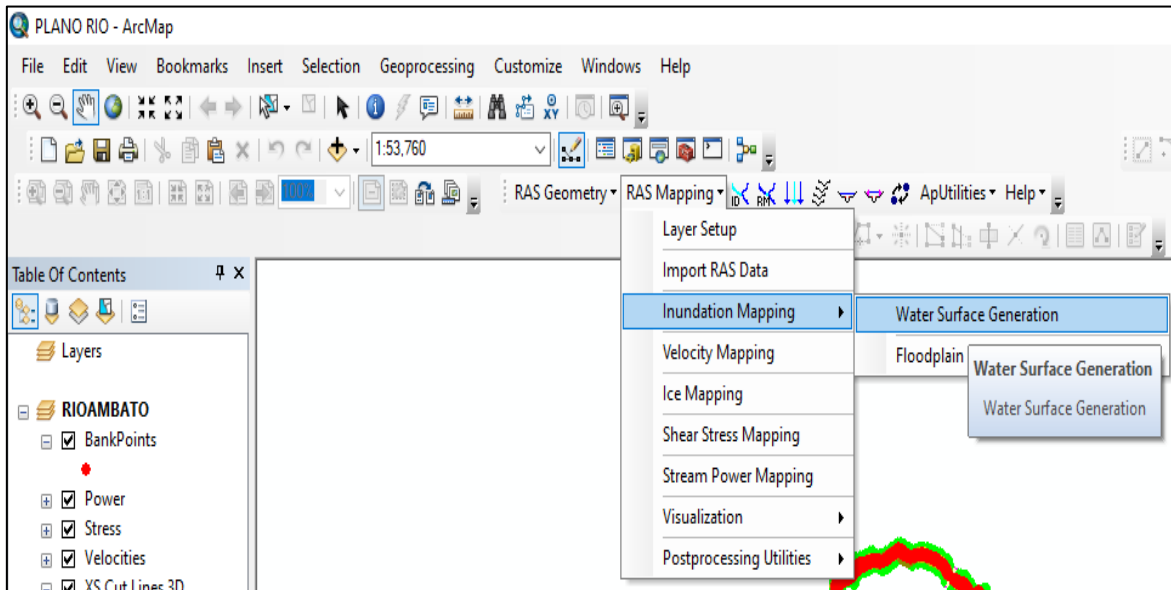


Figura N°82. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

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**.

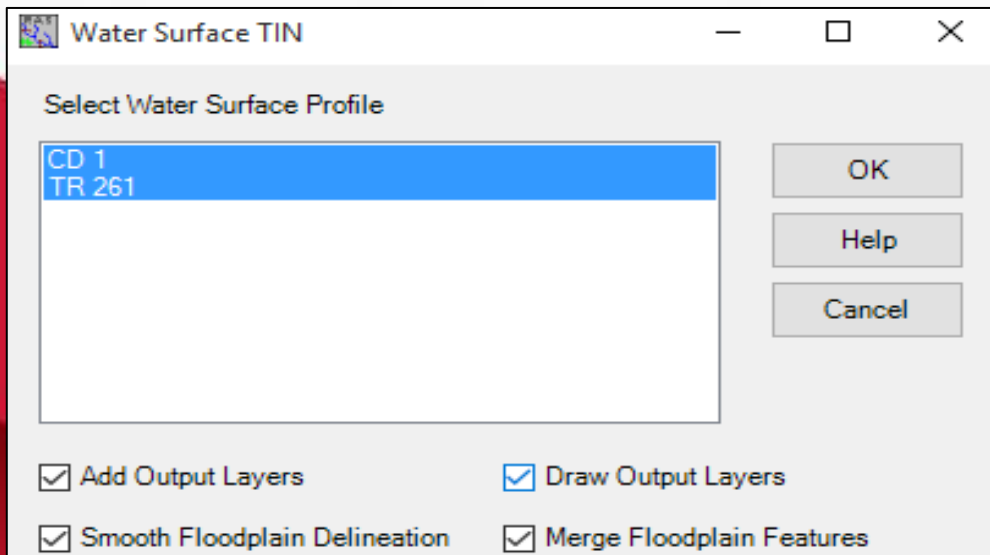


Figura N°83. Ventana de la superficie TIN del agua seleccionada
Fuente: HEC-RAS

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

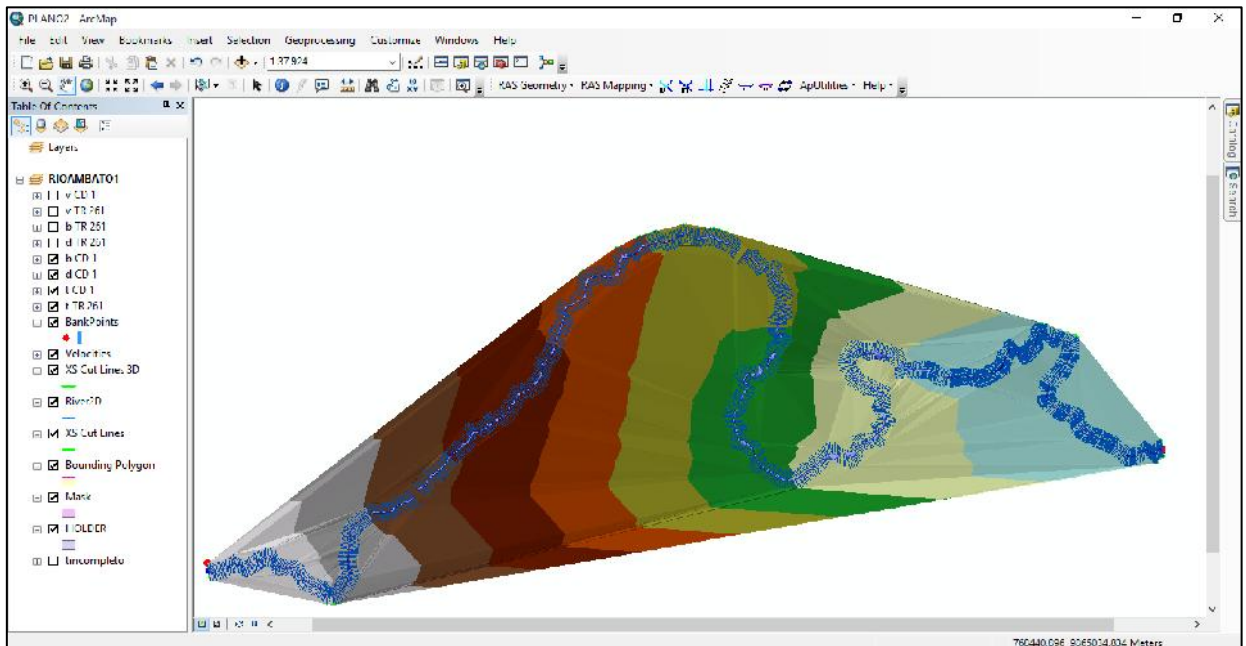


Figura N°84. Ventana de ArcGIS para las áreas de inundación del río.
Fuente: HEC-RAS

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.

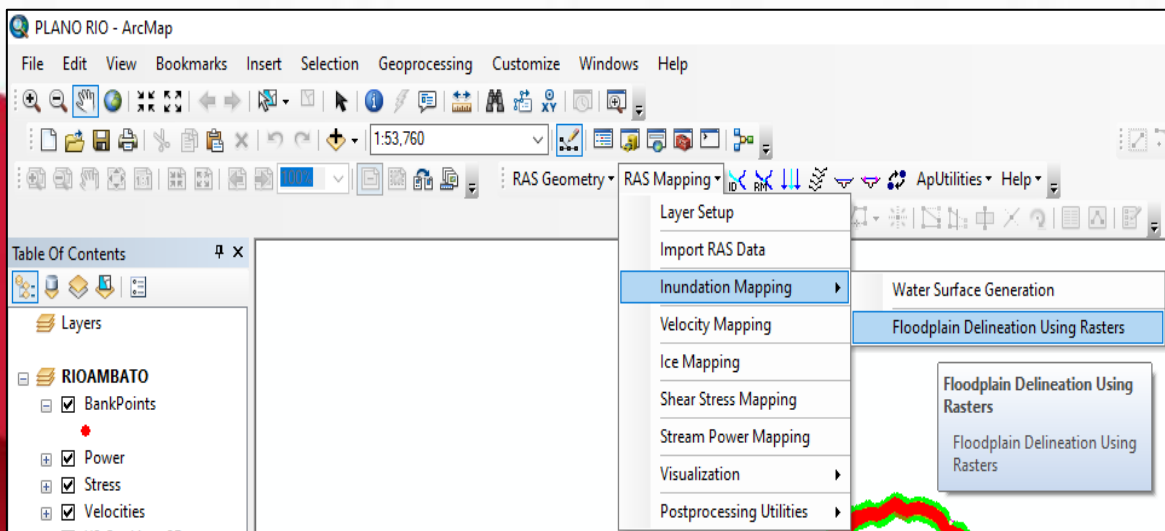


Figura N°85. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

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.

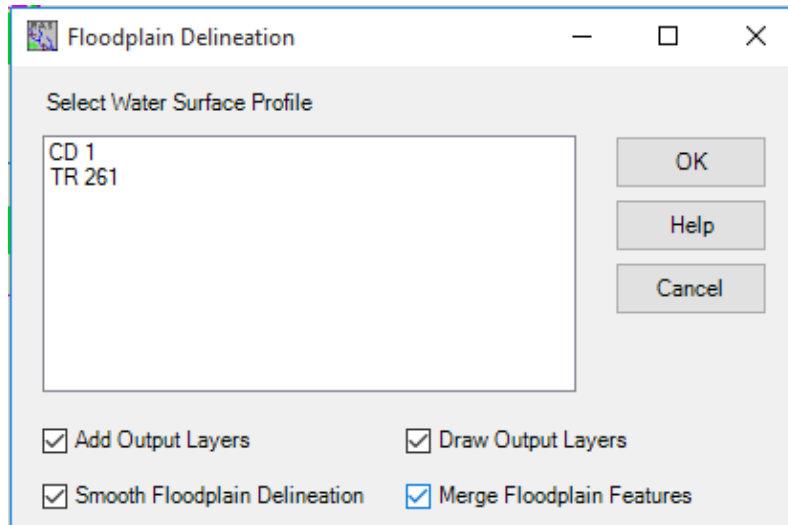
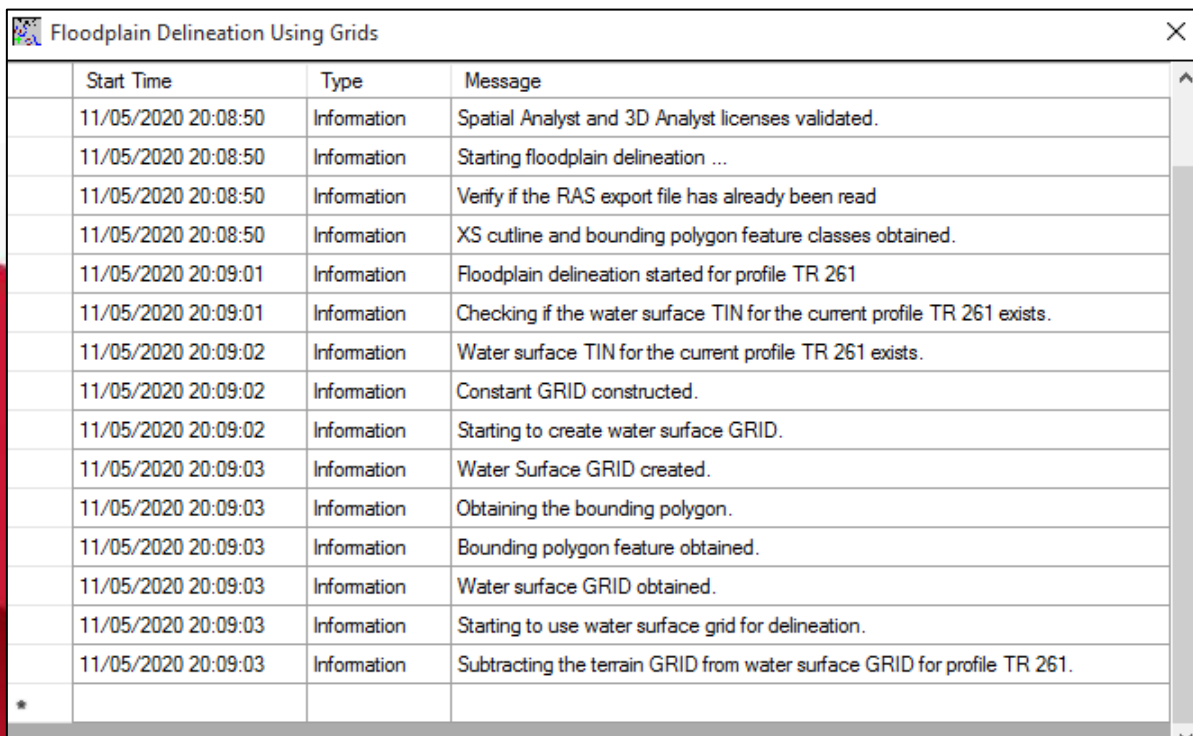


Figura N°86. Ventana de la delineación de llanuras de inundación
Fuente: HEC-RAS

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



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 outline 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 N°87. 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 simuló con éxito.

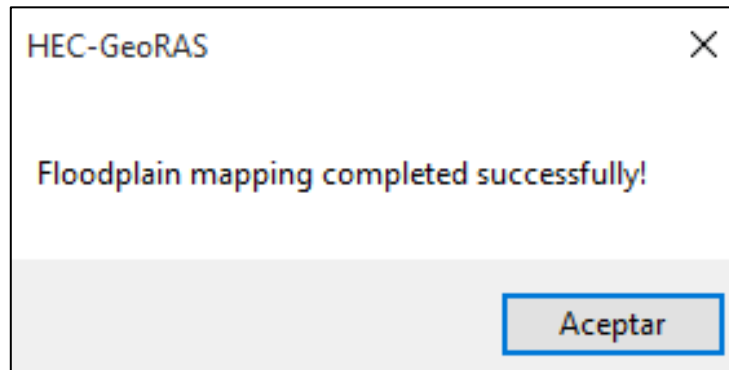


Figura N°88. Ventana de HEC-GeoRAS
Fuente: HEC-RAS

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

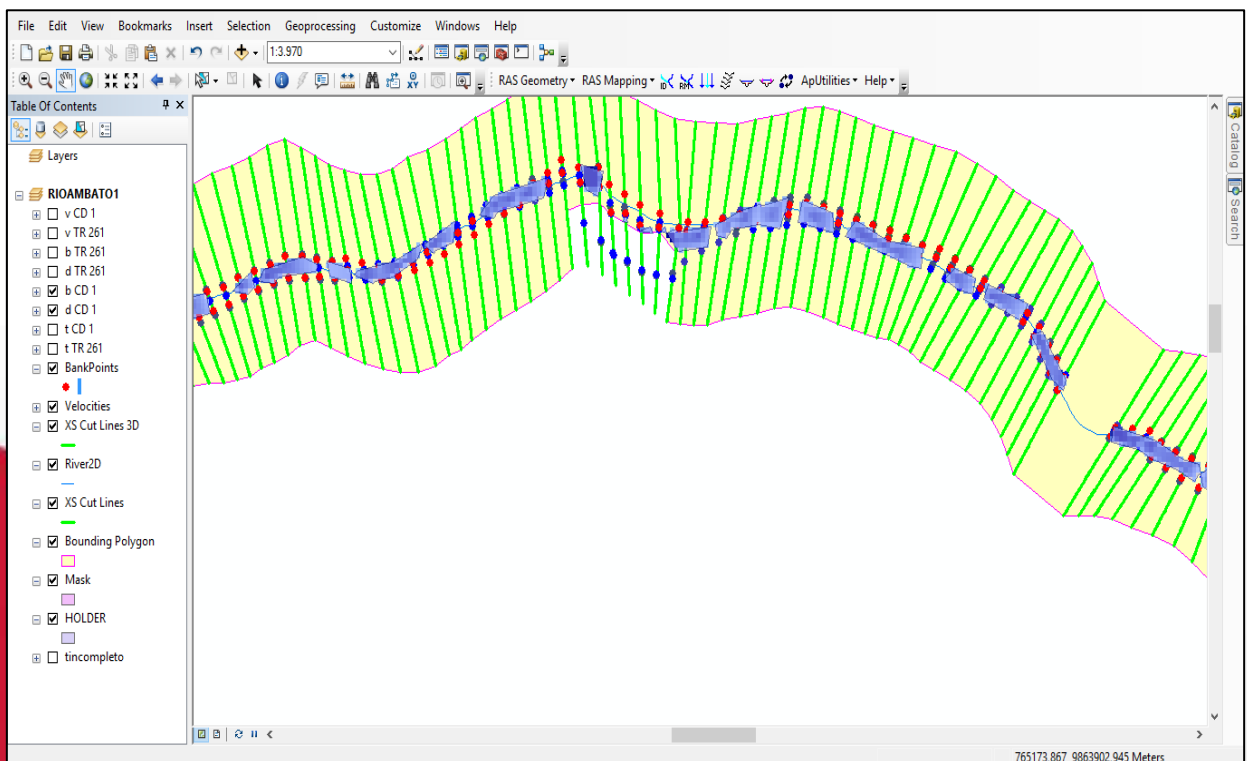


Figura N°89. Ventana del programa ArcGIS, visualización del flujo del Río.
Fuente: HEC-RAS

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

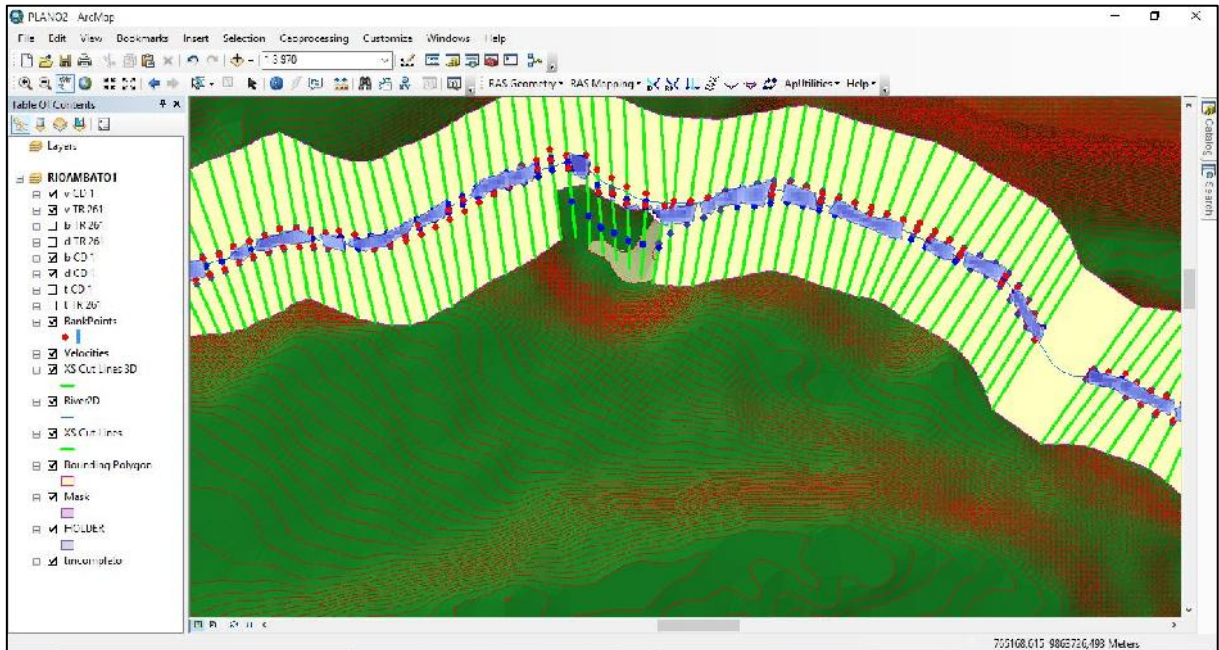


Figura N°90. Ventana del programa ArcGIS, flujo del Río y superficie TIN.
Fuente: HEC-RAS

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

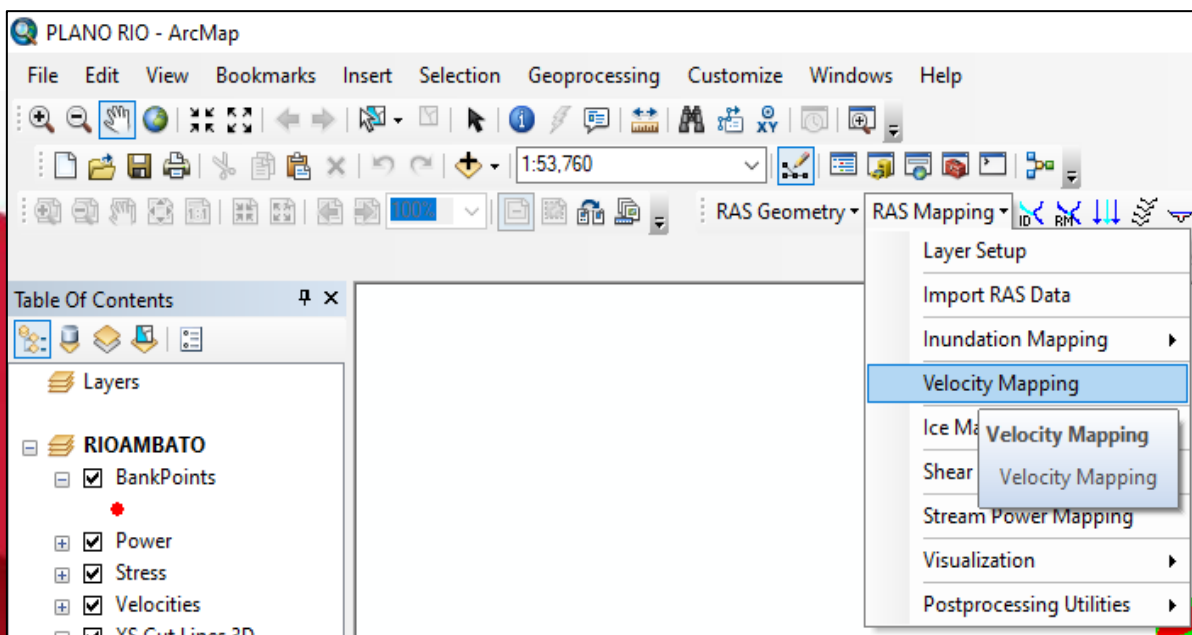


Figura N°91. Ventana de inicio del programa ArcGIS
Fuente: HEC-RAS

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.

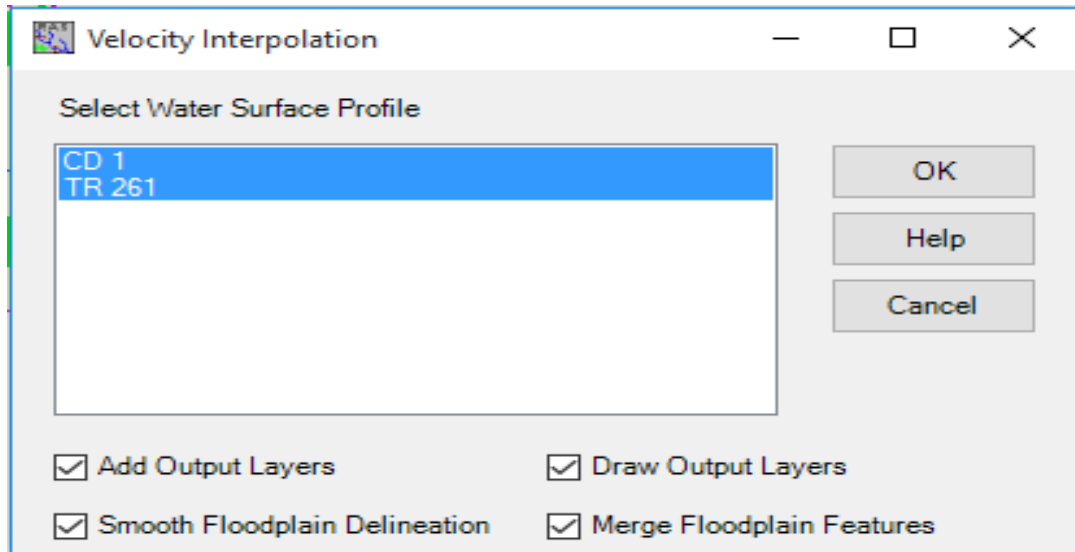
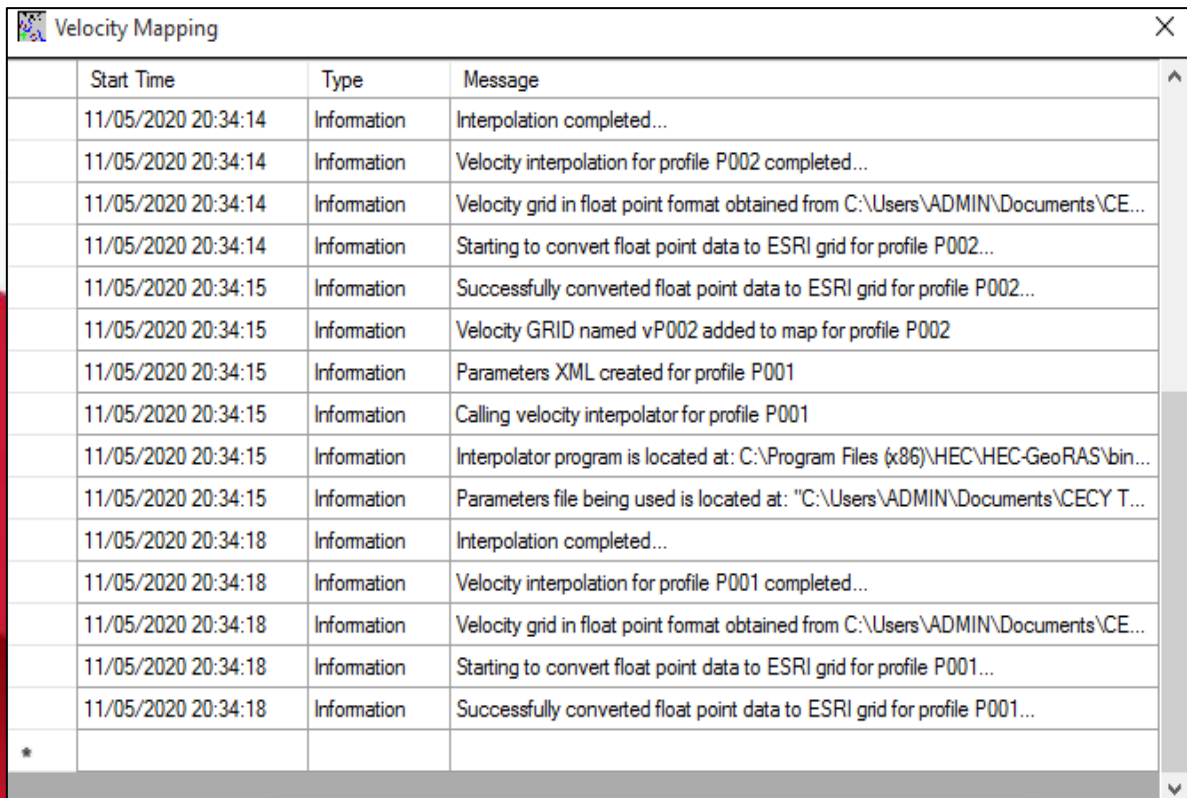


Figura N° 92. Ventana de Interpolación de Velocidad
Fuente: HEC-RAS

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 N° 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.

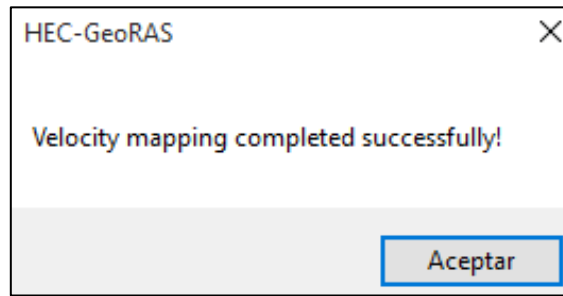


Figura N° 94. Ventana de HEC-GeoRAS
Fuente: HEC-RAS