

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL RÍO CHICO MODIFICADO POR  
CANALIZACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN  
LADERAS DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CELENDÍN-  
CAJAMARCA”**

---

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL  
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: HIDRÁULICA**

**AUTOR:** Br. VILLAR TAMBO CARLOS ENRIQUE

**ASESOR:** Ms. NARVAEZ ARANDA RICARDO

**TRUJILLO - PERÚ**

**2017**

**MIEMBROS DEL JURADO**

---

**ING. JUAN PABLO GARCIA RIVERA.**

**CIP 68614**

**PRESIDENTE**

---

**ING. GUILLERMO JUAN CABANILLAS**

**QUIROS.**

**CIP 17902**

**SECRETARIO**

---

**ING. ROCIO DEL PILAR DURAN**

**ORELLANA.**

**CIP 60518**

**VOCAL**

---

**ING. RICARDO ANDRES NARVAEZ ARANDA**

**CIP 58776**

**ASESOR**

## **Presentación**

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el reglamento de grados y títulos de la universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, ponemos a vuestra disposición el presente Trabajo de Suficiencia Profesional titulado “Simulación hidráulica del Río Chico Modificado por Canalización y Diseño de Estructuras de Contención en Laderas de la zona Urbana de la Localidad de Celendín – Cajamarca”

Para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, así como algunas experiencias para el desarrollo de la ingeniería.

Consideramos señores miembros del jurado que con vuestras sugerencias y recomendaciones este trabajo pueda mejorarse y contribuir a la difusión de la investigación de nuestra universidad.

El Autor.

---

**Br. Villar Tambo Carlos E.**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS.**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

### **A mi madre Marcela.**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada por su amor.

### **A mi padre francisco.**

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me han infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

## **AGRADECIMIENTO**

Mi gratitud principalmente es dirigida a Dios Todopoderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de nuestra carrera.

Igualmente mi persona agradece muy profundamente a todos los organismos y personas naturales que hicieron posible la realización del mismo, entre los que se deben mencionar:

- A nuestra casa de estudios por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de educación superior y cumplir este gran sueño
- A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este trabajo de grado, agradezco de forma sincera su colaboración; especialmente a nuestro asesor y a todos los docentes que hicieron posible la culminación de nuestro programa de titulación, en esta prestigiosa Universidad “Antenor Orrego” – Trujillo.

**Carlos E. Villar Tambo**

## **Resumen**

El propósito de la tesis es poder determinar zonas de inundaciones con la finalidad de tener un criterio de mayor confiabilidad para la ubicación de puntos críticos de inundación y su alteración en las laderas para su estabilización con muros de contención. Es necesario obtener información actualizada para poder realizar los cálculos hidrológicos, los cuales serán útiles al momento de realizar la simulación hidráulica en estado actual, una vez realizado la simulación hidráulica se podrá obtener los puntos críticos de inundación para poder realizar de los muros de contención de acuerdo al estado actual de río y así verificar si la estructura funciona de manera favorable al momento de realizar una simulación hidráulica con cauce modificado considerando una canalización del tramo en estudio. La metodología presentada mediante el pre-procesamiento de datos obtenidos de campo y procesados mediante la Integración de Modelo Hidráulico Hec-Ras es una alternativa confiable, técnicamente eficiente y económicamente razonable a nuestra realidad nacional y regional. De acuerdo a los resultados obtenidos del modelamiento podemos deducir que la alternativa planteada para la protección de la ciudad viene siendo la más acertada con fines de protección en ambos márgenes. Con el planteamiento dado podemos garantizar la protección adecuada de la ciudad, viviendas y colegios ubicados a ambos márgenes. Y también la misma infraestructura de protección empleada ya que contamos con anchos de equilibrio adecuados y estructuras como son muros de contención. Por ello, en la actualidad se tornara necesario que las autoridades locales y regionales apliquen este método en los diferentes tramos del río chico y en otros ríos de la misma ciudad, para cuantificar los daños en posibles inundaciones futuras y planificar las medidas correctivas necesarias.

Palabras claves: inundaciones, muros de contención, Hec-Ras.

## **Abstract**

The purpose of the thesis is to be able to determine flood zones in order to have a criterion of greater reliability for the location of critical flood points and their alteration in slopes for their stabilization with containment uros. It is necessary to obtain updated information to be able to perform the hydrological calculations, which will be useful when performing the hydraulic simulation in the current state, once the hydraulic simulation has been performed, the critical flood points can be obtained in order to be able to perform the retaining walls of according to the current state of the river and thus verify if the structure works favorably to the moment of performing a hydraulic simulation with modified runway considering a channeling of the section under study. The methodology presented by the pre-processing of data obtained from the field and processed by the Hec-Ras Hydraulic Model Integration is a reliable, technically efficient and economically reasonable alternative to our national and regional reality. According to the results obtained from the modeling we can deduce that the alternative proposed for the protection of the city has been the most suitable for protection purposes in both margins. With the given approach we can guarantee the adequate protection of the city, houses and schools located to both margenes. And also the same protection infrastructure used as we have adequate balance widths and structures such as retaining walls. For this reason, it will now be necessary for local and regional authorities to apply this method in the different stretches of the small river and in other rivers of the same city, to quantify the damages in possible future floods and to plan the necessary corrective measures.

Keywords: floods, retaining walls, Hec-Ras.

## Índice

Presentación.....	i.
Dedicatoria.....	ii.
Agradecimientos.....	iii.
Resumen.....	iv.
Abstracto.....	v.
1. Introducción.....	1.
1.1. Planteamiento del problema.....	1.
1.2. Delimitación del problema.....	2.
1.3. Formulación del problema.....	2.
1.4. Formulación de la hipótesis.....	2.
1.5. Objetivos del estudio.....	3.
1.5.1. Objetivo general.....	3.
1.5.2. Objetivo específico.....	3.
1.6. Justificación del estudio.....	3.
2. Marco teórico.....	4.
2.1. Antecedentes.....	4.
2.2. Fundamentación teórica de la investigación.....	7
2.3. Definiciones.....	17
3. Material y métodos.....	19.
3.1. Material.....	19.
3.1.1. Población.....	19
3.1.2. Muestra.....	19.
3.1.3. Unidad de Análisis.....	19.
3.2. Método.....	20.
3.2.1. Tipo de Investigación.....	20.
3.2.2. Diseño de Investigación.....	20.
3.2.3. Variables de estudio y operacionalización.....	20.
3.2.3.1. Variable Independiente.....	20.
3.2.3.2. Variable Dependiente.....	20.
3.2.4. Instrumentos de recolección de Datos.....	21.

3.2.5. Procedimientos y Análisis de Datos.....	22.
3.2.6. Técnicas de análisis de datos.....	22.
4. Resultados.....	23.
4.1. Estudios topográfico.....	24.
4.2. Estudios geotécnicos.....	27.
4.3. Estudios hidrológicos.....	29.
4.4. Simulación hidráulica.....	43.
4.5. Estudios de impacto ambiental.....	88.
5. Discusión de resultados .....	90
6. Conclusiones.....	94.
7.    Recomendaciones.....	95.
8.    Referencias bibliográficas.....	96.
9.    Anexos.....	97.



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Planteamiento del Problema

### Antecedentes

La provincia de Celendín se encuentra ubicada al noreste de la región Cajamarca, sobre la vertiente oriental del ramal occidental de la cordillera de los andes y se extiende por el oriente hasta las playas del río marañón y por el oeste hasta la cima del cerro cumullca, a una distancia de 104 km, por carretera asfaltada, desde Cajamarca. El distrito de Celendín limita con los siguientes distritos: por el norte con los distritos de la libertad de Pallan, Miguel Iglesias y Chumuch, por el este con la región de Amazonas, por el sur con los distritos del Utcó y José Gálvez y por el oeste con el distrito de Huasmin. Su altitud en la plaza de armas de Celendín es de 2620 m.s.n.m.

Celendín, posee un clima templado seco (2,001 a 3,500 m.s.n.m.). La temperatura media en las zonas altas (más de 3,500 m.s.n.m.) es de 9°C mientras que en las zonas intermedias o quechua bajo (entre 2200 y 2800 m.s.n.m.) con una media anual de 13.7°C, según la estación de SENAMHI Celendín 2017, la temperatura media tiene poca variación en el año. Existen marcadas diferencias de temperatura entre las distintas zonas altitudinales y grandes variaciones entre las temperaturas del día y la noche, especialmente entre los meses de junio y setiembre. Las precipitaciones en los meses de octubre a abril son de carácter torrencial. Acarreando pérdida de suelos en la zona de gran pendiente y desprotegidas del manto vegetal. En los meses sin precipitaciones: mayo, junio, julio, agosto. Se presentan heladas en las zonas altas.

### Problemática

La problemática que se considera en la localidad de Celendín, es en la zona urbana que es atravesada por el río chico, el cual está casi totalmente colmatado y lleno de vegetación en su cauce, además la mala costumbre de los pobladores que arrojan basura; también se observa que los taludes están propensos a sufrir deslizamientos y desbordes, este tramo se complica en épocas de lluvia (octubre – abril), cuyas precipitaciones hacen que la cuenca del río Chico se active produciéndose un caudales considerables, que cuando atraviesa la

zona urbana por este cauce colmatado produce desbordamientos afectando a las viviendas. Esta situación puede producir daños a la propiedad privada y pública, como ya sucedió en el desastre que sufrió Celendín en el mes de marzo del año 2005 como se indica en el informe técnico del “Área de defensa civil de la MPC”. Al tenerse estas condiciones, es importante proponer soluciones para el control de los caudales al ser canalizado el tramo del río chico en la zona urbana y analizar posibles desbordes que puedan ocasionar inundaciones del río chico en épocas de lluvia.

También se observa los problemas de drenaje y estabilización de taludes, es importante entender las causas de la falta de drenaje e intensidad, para realizar labores de prevención y proponer sistemas de drenaje y estabilización para eficiencia de taludes.

Las causas muy comunes son: talud muy empinado por el corte y relleno exceso de presión de poros causados por niveles freáticos altos o interrupción de la trayectoria de drenaje, socavación debido a la erosión del agua superficial y pérdida de resistencia con el tiempo debido a procesos de reptaciones e intervenciones.

#### 1.2. Delimitación del problema

La zona de estudio comprende un tramo del río que atraviesa la localidad de Celendín desde la cuadra 6 hasta la cuadra 13 con una longitud de 630 m, donde se producen desbordamientos de agua ocasionando inundaciones.

#### 1.3. Formulación del Problema

¿Cómo realizar la simulación hidráulica del tramo modificado que atraviesa la zona urbana de la localidad de Celendín para proteger las viviendas aledañas?

#### 1.4. Formulación de la Hipótesis

Si realizamos la simulación hidráulica del río chico modificado y el diseño de estructuras de contención en laderas entonces se podrá controlar el caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s y proteger las zonas urbanas de la localidad de Celendín en tiempo de lluvias.

## 1.5. Objetivos del estudio

### 1.5.1 Objetivo general.

Realizar la simulación hidráulica del río chico modificado por canalización y diseño de estructuras de contención en laderas de la zona urbana de la localidad de Celendín – Cajamarca.

### 1.5.2 Objetivo específico.

- Identificar las zonas vulnerables del desbordamiento del río en la zona urbana.
- Realizar estudios básicos de ingeniería en la zona de estudios para obtener los parámetros topográficos y mecánica de suelos.
- Realizar el estudio hidrológico e hidráulico del río chico.
- Desarrollar una simulación hidráulica para diferentes periodos de retorno aplicando el programa HEC RAS para cauce natural y modificado.
- Diseño de las estructuras de contención en laderas de la zona urbana.

## 1.6. Justificación del Estudio

Se justifica el estudio a realizar dado que por medio de la misma se busca proponer un sistema de drenaje del río chico.

Para determinar la estabilidad de diferentes tipos de taludes bajo condiciones dadas, se puede diseñar estudios analíticos antes de efectuar cortes o relleno.

Para determinar la posibilidad de deslizamiento que involucra la influencia de modificaciones en taludes naturales o artificiales.

Para realizar taludes deslizamientos que hayan ocurrido.

Para realizar el diseño de taludes y el planeamiento y diseño de medidas preventivas.

Contribuir a mejorar la calidad de vida.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes**

**TITULO:** BASE PARA EL DISEÑO DE ENCAUZAMIENTO DE MARGENES ESTABLES Y DE MARGENES CON PROTECCION DE ENROCADO O PEDRAPLEN.

**AUTOR:** FLORES HERRA, CRISTIAN XAVIER

**LUGAR Y AÑO:** QUITO – ECUADOR 2013

#### **OBJETIVOS:**

- La protección frente a las inundaciones, es decir impedir que el territorio se inunde.
- La fijación de un cauce estable para el río, lo cual significa poder asegurar que el río discorra en un futuro.
- La mejora de las condiciones de drenaje, es decir, asegura que el mayor caudal de agua pase en las condiciones deseadas.

#### **RESULTADO:**

Conocer las características el río en el lugar del encauzamiento, como aguas arriba y aguas abajo con el propósito de alterar lo menor posible al cauce.

#### **APORTES:**

Este trabajo muestra un estudio donde la geomorfología de cauce responde a variables lógicas como el tipo de suelo y la topografía del sector, esto se ve reflejado al observar un cauce, que este sigue la dirección de la mínima energía, lo que quiere decir es que el agua se conduce por los suelos más blandos

Y por las mayores pendientes. También se ve representado por tres zonas: superior , media e inferior; cada una tiene sus propias características, es decir en zona superior existe la presencia de tributarios que poseen caudales pequeños, pendientes pronunciadas, erosión y el suelo es generalmente rocoso, la zona media presenta pendientes menores secciones amplias y regulares, presencia de grandes tributarios, y acumulación de material transportado generalmente grava media; en la zona inferior debido a que la pendiente es muy pequeña se tiene la acumulación de material fino.

TITULO: ESTUDIO DE ENCAUZAMIENTO Y DEFENSA RIBEREÑA EN EL RIO CHANCAY – LAMBAYEQUE SECTOR CENTRO POBLADO RINCONAZO TUMAN.

AUTOR: Br: BUSTAMANTE HERNADEZ, JUAN MANUEL

LUGAR: LAMBAYEQUE – PERU

OBJETIVO:

- Establecer mediante el encauzamiento el nuevo eje del cauce del rio chancay-Lambayeque.

RESULTADO:

Priorizar su medida a corto plazo del encauzamiento del rio y construcción de los diques enrocados en la zona critica.

APORTES: Este trabajo muestra establecer las defensas de protección adecuadas en las riberas de ambas márgenes del rio evitando la erosiones y destrucciones de la zona agrícolas, mediante defensas con enrocado pesado en zonas definidas, proteger el área de influencia del centro poblado en peligro de colapsar de ser afectado por la erosión del margen derecho del rio, también diseño de estructuras adecuadas: diques y en recados, que permitan darle mayor seguridad al centro poblado y áreas agrícolas.

TITULO: DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN SECTOR LA AGUADA COMUNA DE CORRA.

AUTOR: SUSAN ROJAS MARTINEZ

LUGAR: VALDIVIA – CHILE

OBJETIVO:

- Solucionar el problema de estabilidad de taludes de sector, mediante obras de contención de tierra.

**RESULTADOS:**

Se optó por los muros de contención en voladizo, ya que otros métodos no son posibles de desarrollarse en la zona, métodos de menor costo como la corrección superficial o una corrección geométrica no son viables ya que las condiciones topográficas no lo permiten.

**APORTES:** Este trabajo muestra solucionar los problemas de taludes del sector de la aguada mediante obras de contención de tierra. Identificando los taludes en riesgo de falla y dando solución a la misma, con diferentes métodos como son: mallas de guiado de piedra, siembra de taludes, hormigón proyectando, en este sentido es importante destacar que el fenómeno de remoción de tierras constituye un evento potencialmente catastrófico, si se produce en lugares cercanos a áreas urbanas.

**TITULOS:** COMPARACION TECNICA ENTRE EL USO DE GAVIONES Y GEOCELDAS COMO ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIBEREÑA.

**AUTOR:** DANIEL ALBERTO AGUILAR AGUINAGA

**LUGAR:** LIMA – PERU

**OBJETIVO:**

- Es comprender de manera técnica el uso de gaviones y geo-celdas para la defensa contra la erosión ribereña.

**RESULTADO:**

Poder definir un tipo de revestimiento como el más adecuado para el caso analizado, así mismo, se debe definir las condiciones más adecuadas para cada revestimiento.

**APORTES:** Este trabajo muestra las variables técnicas que permiten la comparación entre ambos revestimientos. La resistencia a la erosión y durabilidad, la rugosidad de la superficie y la estabilidad del sistema de protección, también se ha determinado que las geo celdas con relleno de concreto son el revestimiento más adecuado para funcionar como sistema de protección en los proyectos de defensa ribereña.

TITULO: BASE DE DISEÑO HIDRÁULICO PARA LOS ENCAUZAMIENTOS O  
CANALIZACIONES DE RÍOS

AUTOR: ROJAS MONTALVO, FRANCISCO JAVIER

LUGAR: QUITO – ECUADOR

OBJETIVOS:

- Proteger frente a las inundaciones.
- Proteger márgenes del río.
- Asegurar la fijación de un cauce estable para el río.

RESULTADO:

Uso adecuado de las bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos, que busca dar solución a los graves problemas de erosión en el río.

APORTES: Este trabajo muestra que es absolutamente impredecible conocer el río, particularmente su geometría hidráulica, su estado de equilibrio, su régimen hidrológico y de avenidas, geometría e hidrología debe estar presente en la concepción del trazado y de las secciones, ancho, radios de curvatura, pendiente. Los ríos son sistema dinámico que acomodara su geometría a las condiciones nuevas impuestas por el hombre como son los espigones o diques, los encauzamientos se realizan en ríos de montaña, no es igual al que se realiza en ríos de llanura, ya que en estos últimos su morfología es menos estable provocando el transporte de sedimentos.

## 2.2. Fundamentación teórica

La hidráulica fluvial combina conceptos de hidrología, hidráulica general, geomorfología y transporte de sedimento. Estudia el comportamiento hidráulico de los ríos en lo que se refiere a los caudales y niveles medios y extremos, las velocidades de flujo, las variaciones del fondo por socavación y sedimentación, la capacidad de transporte de sedimentos y los ataques contra los márgenes.

Los diseños de las obras que se construyen en los ríos para suministro de agua, vertimiento de excesos, encauzamiento protección del fondo y de las márgenes están

dentro del campo de la ingeniería de ríos. Pedro Guido 2014 “introducción a la hidráulica fluvial”

### **Corrientes naturales**

Las corrientes de montañas tienen altas pendientes y gran capacidad de transporte de sedimentos; además generan fenómenos importantes de socavación de fondo y de ataque contra los márgenes. En las corrientes de llanura también existen procesos de transporte de sólidos, socavaciones y ataques contra los márgenes en magnitudes relativamente moderadas; sin embargo, los depósitos de sedimentos que llegan de las partes altas y los aumentos de nivel por baja velocidad del agua inciden en los desbordamientos y en la inundación de zonas aledañas. Gustavo Silva “hidráulica fluvial e ingeniería de ríos”

### **Control de inundaciones**

Las inundaciones son eventos que se presentan por desbordamiento en los tramos bajos de las corrientes naturales donde la pendiente del cauce es pequeña y la capacidad de transporte de sedimentos es reducida.

La definición de zonas inundables está relacionada con el concepto de ronda. Esta es una franja en la cual quedan incluidos el cauce mayor y una zona de seguridad. Por fuera de la ronda quedan las planicies que son potencialmente inundables durante las crecientes extraordinarias.

En la mayoría de los casos las inundaciones que son producidas por crecientes extraordinarias no pueden evitarse y entonces se procede a mitigar sus efectos mediante los métodos de control de inundaciones. Gustavo Silva “hidráulica fluvial e ingeniería de ríos”

### **Encauzamiento de ríos**

Una de las formas más eficientes de controlar el cauce de un río es la construcción de muros o diques revestidos longitudinales a lo largo de la corriente, siguiendo los patrones de curvatura típicos de la corriente. Estos muros o diques pueden construirse dentro del cauce disminuyendo la sección para facilitar la navegación o separar las



corrientes de la orilla o pueden construirse con medidas de protección a lo largo de las orillas actuales, la construcción de estructuras longitudinales favorece la formación de un canal más estable y uniforme, generalmente se diseña para un ancho permanente normal y se puede dejar espacios entre el muro y la orilla para que sean sedimentados posteriormente. Desde el punto de vista hidráulico las estructuras longitudinales ayudan a aumentar la velocidad y disminuir la resistencia, al movimiento y la erosión. En ocasiones las canalizaciones pueden dar resultados negativos si el ancho diseñado es muy pequeño para acomodar el caudal de las avenidas del río. En estos casos existe el problema de que no es posible reacondicionar los muros para corregir el error, cosas que si es posible en las canalizaciones con espigones donde se puede disminuir la longitud de los espigones después de construidos. Przedwjski (1995) cap. IV

La expresión escurrimiento superficial suele referirse al volumen de las precipitaciones que caen sobre una cuenca, menos la retención superficial y la infiltración. El escurrimiento superficial o directo es función de la intensidad de la precipitación y de la permeabilidad de la superficie del suelo, de la duración de la precipitación, de tipo de vegetación, de la extensión de la cuenca hidrográfica considerada, de la profundidad de nivel freático y de la pendiente de la superficie del suelo.

La aportación de una cuenca se presenta comúnmente en una gráfica llamada hidrógrama, que consiste en una curva que representa las oscilaciones, respecto al tiempo, del nivel del agua de un río en una sección dada del mismo. En el caso de un río con un tiempo de descarga muy largo, los caudales que por él circulan al cabo de un tiempo, son el resultado de la acumulación del escurrimiento superficial con la aportación subterránea.

El estudio del escurrimiento de los ríos como parte del ciclo hidrológico, incluye la distribución del agua y su trayectoria desde que se precipita sobre la tierra hasta la red hidrográfica o vuelve directamente a la atmósfera a través de la evapotranspiración. La distribución del volumen total de agua caída durante una precipitación dada, depende tanto de las características y condiciones físicas – naturales o artificiales – de la cuenca, como de las características de la propia precipitación.

Al comienzo de una precipitación fuerte, una gran cantidad de agua es interceptada por la vegetación; el agua así almacenada sobre la superficie de la capa vegetal se encuentra muy expuesta al viento y ofrece una enorme área de evaporación, de tal forma que las precipitaciones de corta duración y poca intensidad pueden llegar a ser completamente consumidas por la interceptación de las plantas, por la pequeña cantidad de agua que se infiltra a través del suelo y por el agua que llenan los charcos y pequeñas depresiones de la superficie del suelo.

Para que el agua llegue a infiltrarse, la superficie del suelo debe presentar una serie de condiciones adecuadas. Cuando a lo largo de una precipitación, el poder de interceptación y de almacenamiento en la superficie del suelo han sido ya agotados, y cuando la precipitación es tal que su intensidad excede la capacidad de infiltración del suelo, comienza ya el escurrimiento superficial propiamente dicho. La superficie del suelo se cubre en ese momento con una fina película de agua llamada película de retención superficial. Una vez que el agua corre por la superficie del suelo y alcanza los cauces de la red hidrográfica, comienza a aparecer el escurrimiento superficial en los cauces. Aparicio Mijares (1999) “fundamentos hidrológicos de superficie”

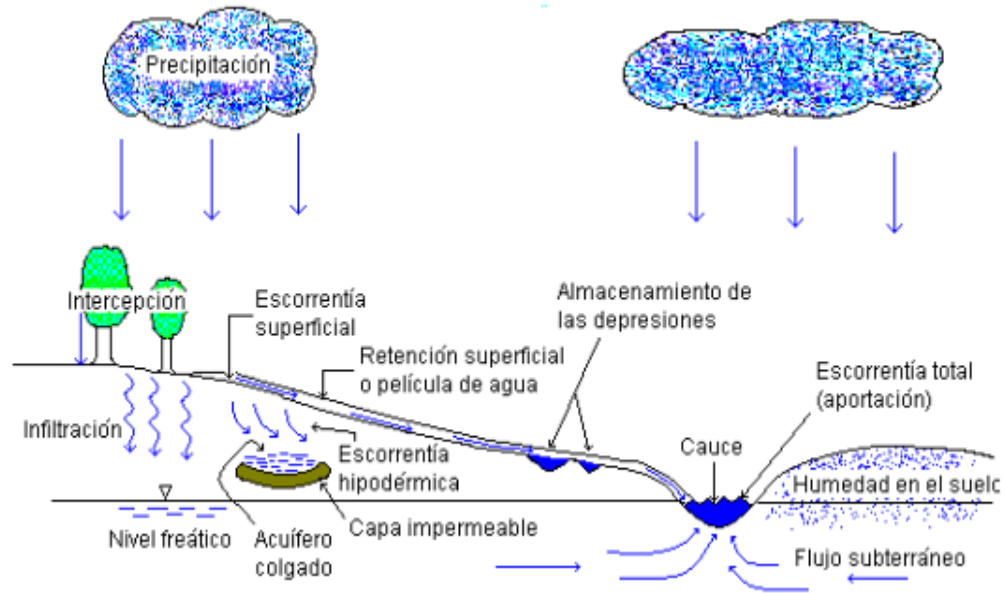


Fig. N° 01. Escurrimiento superficial

Parte del agua que se infiltra en el suelo continúa fluyendo lateralmente como un flujo hipodérmico, que tiene lugar a pequeñas profundidades debido a la presencia de horizontes relativamente impermeables situados muy cerca de las superficies del suelo, avanzando de este modo los cauces de la red sin haber sufrido una percolación profunda. Otra parte de esta agua se percola hacia la zona de saturación de las aguas subterráneas y eventualmente, alcanza la red hidrográfica para suministrar el escurrimiento base de los ríos. Existe todavía otra porción del agua infiltrada, que no llega a alcanzar el nivel de saturación de las aguas subterráneas y queda retenida encima del nivel freático, esta es la llamada zona de saturación incompleta

### **Muros de contención**

Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, bien de un terreno natural, bien de un relleno artificial o de un elemento a almacenar. En los dos primeros casos el ejemplo típico es el de un muro de sostenimiento de tierras, mientras que un almacén granero es una muestra del tercero.

En las situaciones anteriores del muro trabaja fundamentalmente a flexión siendo la comprensión vertical debida a su peso propio generalmente despreciable.

En ocasiones los muros desempeñen la función de cimientos, al transmitir las presiones o cargas suministradas por los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro. Esta situación es característica de los muros de sótano, muy desarrollada en la edificación actual.

Las formas de funcionamiento del muro de contención y del muro de sótano son diferentes. Mientras que el muro de contención se comporta básicamente como un voladizo empotrado en el cimiento, el cuerpo de un muro de sótano se comporta como una losa de uno o varios vanos. En este caso, está apoyado o anclado en el forjado o forjados, el rozamiento entre cimientos y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación.

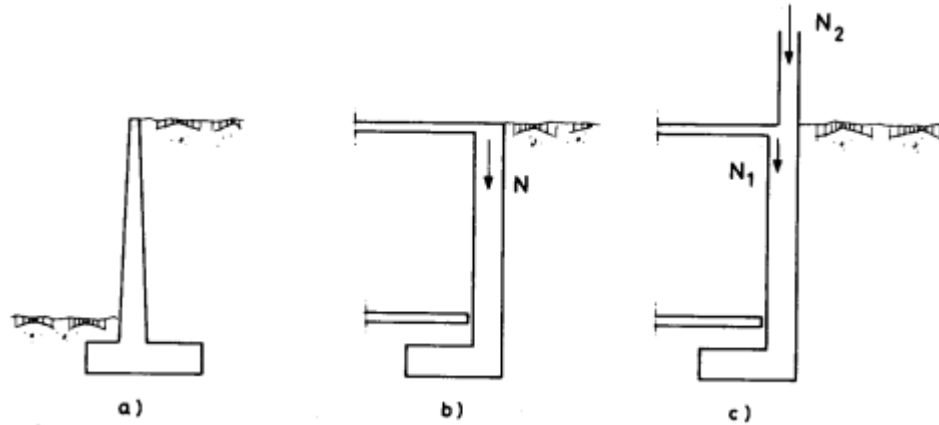


Fig. N° 02. Muros de contención

Tomando el caso más común de un muro de contención, emplearemos las designaciones que se indican.

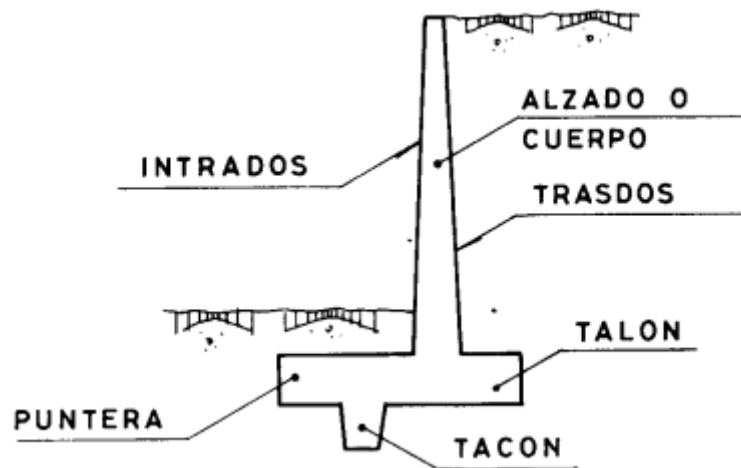


Fig. N° 03. Muro de contención descripción

Un muro sin puntera es de uso poco frecuente en edificaciones.

Un muro sin talón se usa cuando el terreno del trasdós es de propiedad ajena en esta caso el muro además de los inconvenientes técnicos que esta forma encierra, arrastra otros de tipo constructivo, ya que el terreno puede no estar drenando, la impermeabilización del trasdós no suele ser posible y, por tanto, la impermeabilidad

del muro será difícil de garantizar y el empuje del terreno puede ser de difícil evaluación.

En cuanto al tacón, se prescindirá del cuando no exista problema de deslizamiento.

### **Tipología de muros de contención**

#### **Muros de gravedad**

Son muros de hormigón en masa en los que las resistencias se consiguen por su propio peso normalmente carecen de cimiento diferenciado, aunque pueden tenerlo.

Su ventaja fundamental es que no van armados, con lo cual no aparece en la obra el tajo de ferralla. Pueden ser interesantes para alturas moderadas si su longitud no es muy grande, pues en caso contrario representan una solución antieconómica frente a los muros de hormigón armado.

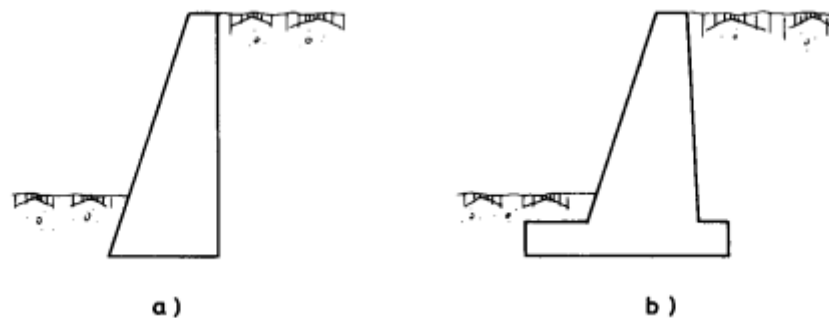


Fig. N° 04. Muro de gravedad

#### **Muros ménsula**

Son muros de contención de uso más frecuente, y aunque su campo de aplicaciones depende de los costes de excavación, hormigón, acero, encofrado y relleno, se puede pensar que constituye la solución más económica para muros de hasta 10 o 12 m de altura.

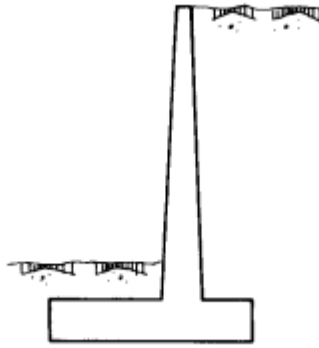


Fig. N° 05. Muro ménsula

### Muros de contrafuertes.

Representan una evolución del tipo anterior. Al crecer la altura, y por ende los espesores de hormigón, compensa aligera las piezas con la solución de los contrafuertes, aunque conlleva un tajo de ferralla y encofrado más complicados y un hormigonado más difícil.

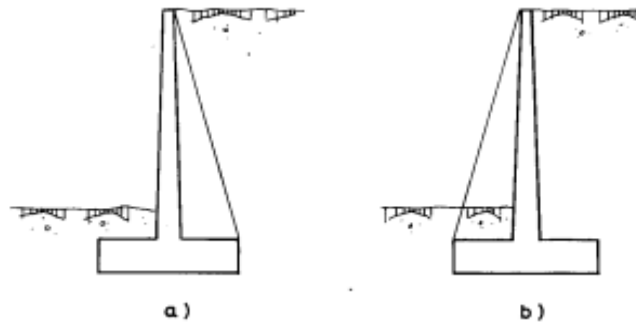


Fig. N° 06. Muro contrafuerte

Los contrafuertes pueden disponerse en el trasdós o en el intradós, aunque la primera solución es técnica y económicamente mejor por colocarse el alzado en la zona comprimida de la sección en T que se forma. La segunda solución, además, presenta un claro inconveniente estético. Jesús López, Luís García y Amparo moreno (1999) “muros de contención y de sótano”

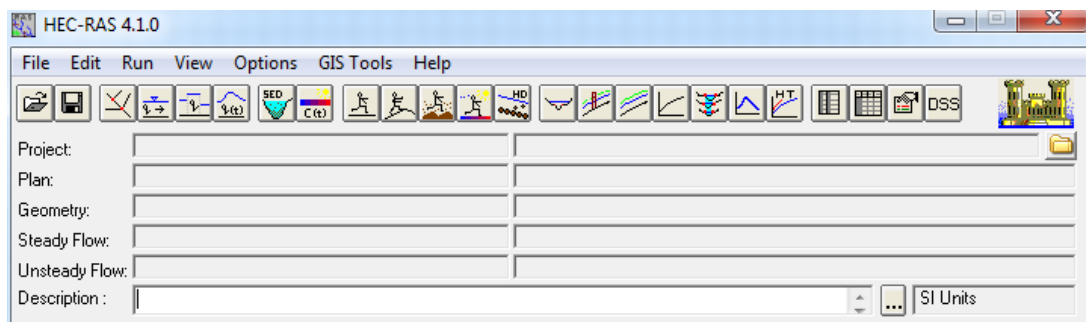
## Software HEC – RAS

El Software Hec-Ras Sistema de Análisis de Ríos (RAS- River Análisis System), es una aplicación que permite la modelación hidráulica en régimen permanente y no permanente de cauces abiertos, ríos y canales artificiales, desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica del Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los EE.UU. (US Army Corps of Engineers). Con Hec-Ras se facilita el cálculo de los perfiles del agua y de los parámetros hidráulicos del cauce. El programa permite desarrollar el cálculo de los niveles de la superficie del agua de un flujo gradualmente variado. El sistema que se maneja puede ser un solo río o una red de ríos. El componente del estudio del flujo puede hacer el estudio de régimen subcrítico, supercrítico o la combinación de los dos. En modelamiento hidráulico de ríos mediante el Hec-Ras, permite: Máximo villon (2015) “modelamiento hidráulico de ríos con HEC – RAS”

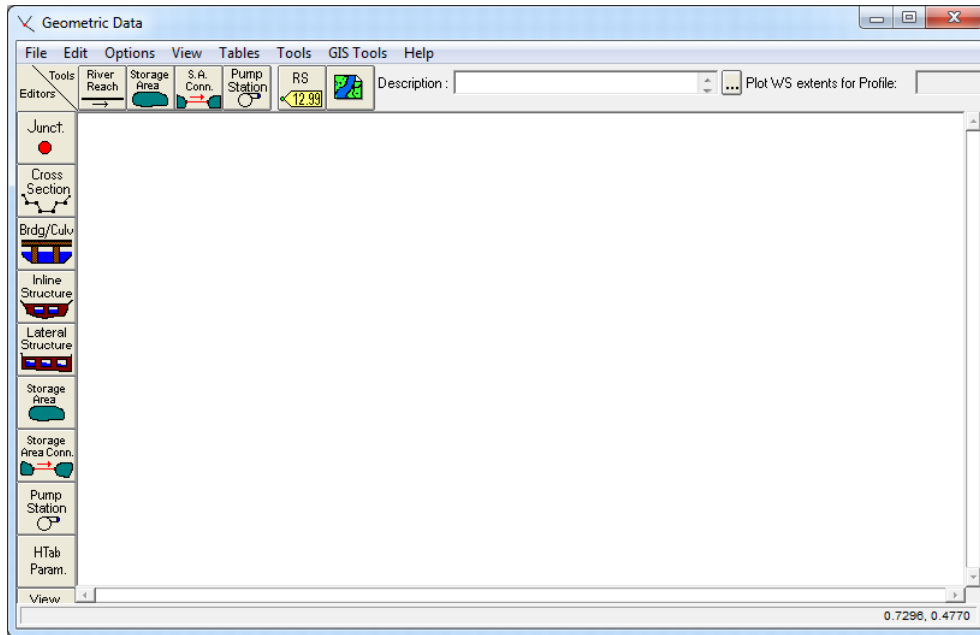
- Predicción de áreas de inundación y mitigación del mismo en un río o sistema de ríos para diferentes periodos de retorno.
- Determinación de las variables hidráulicas para el diseño de estructuras hidráulicas en los ríos como, puentes, alcantarillas, cunetas, etc.
- Delimitación de fajas marginales de los ríos.
- Determinación de la altura optima en el diseño de una carretera, que puede ser afectada por el caudal del río. Ref.[U.S. Army Corps of Engineers , USACE]

Fig. 7: a, b, c Vistas de las ventanas del HEC - RAS 4.1

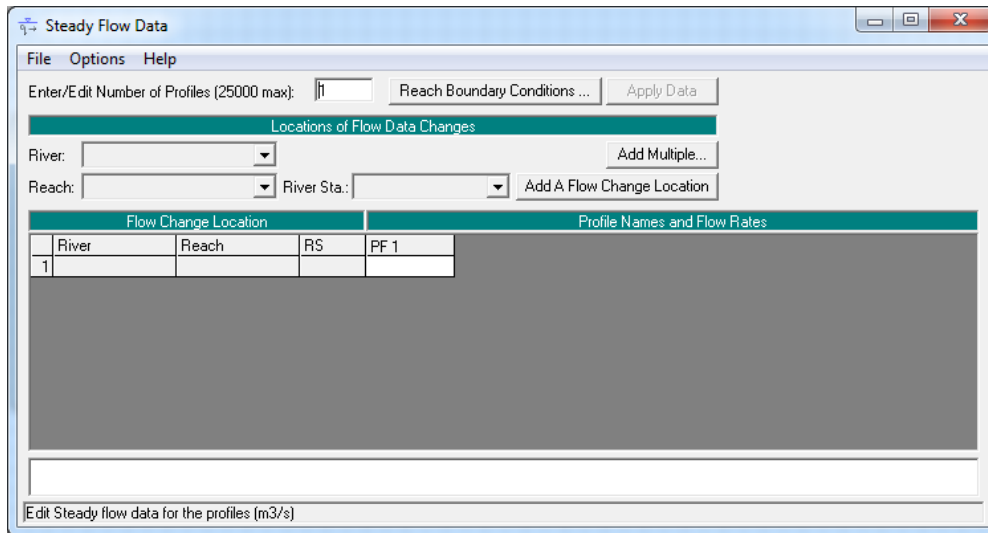
(a) Ventana principal



(b) Ventana de datos geométricos



(c) Ventana de datos para flujo permanente



En régimen variable es necesario adecuar el esquema numérico a las características del flujo para asegurar la validez de los resultados que se obtienen, por ello se tiene que analizar las distintas posibilidades del Hec-Ras y su ajuste para evitar inestabilidades y representar aproximadamente el flujo en ríos.



### **Perfiles de la Superficie de Agua de Fluido Fijo**

Este componente del sistema de Modelamiento esta propuesto para cálculo del perfil de la superficie de agua para flujo fijo gradualmente variado. El sistema puede manipular una red completa de canales, un sistema dendrítico o un simple río. El componente del flujo fijo es capaz de modelar flujos suscritico, supercrítico y perfiles de superficie de agua de flujo mixto.

El procedimiento de cálculo básico está basado en la solución de la ecuación de energía unidimensional. Las pérdidas de energía son evaluadas por fricción (Ecuación de Manning) y contracción (coeficiente multiplicado por el cambio en la velocidad de carga). La ecuación del momento es utilizado en situaciones donde el perfil de la superficie de agua es rápidamente variado. Estas situaciones incluyen cálculos de regímenes de flujo mixto. Los efectos de las variadas obstrucciones como son los puentes, vertederos y estructuras en zonas de inundación pueden ser consideradas en los cálculos.

El sistema de flujo estable está diseñado para su aplicación en zonas de inundación y estudios para prevenir inundaciones o evaluar el cauce ante una avenida máxima. Además las capacidades están disponibles para fijar el cambio en los perfiles de la superficie de agua debido al mejoramiento de los canales y diques.

Características especiales del componente de fluido estable incluye: análisis de múltiples perfiles, puentes y/o análisis de alcantarillas y optimización del flujo.

### 2.3. Definiciones

**CICLO HIDROLOGICO:** Es una sucesión de pasos mediante las cuales el agua pasa de la atmosfera al terreno y vuelve a la atmosfera. Incluye la evaporación desde el suelo o del mar o del agua continental, la condensación para formar las nubes, la precipitación, a acumulación en el terreno o en los embalses de agua y la re evaporación.

**EROSION:** Desgaste o destrucción producidos en la superficie de un cuerpo la fricción continúa o violenta de otro. (RAE)

En el caso de los ríos hace referencia al descenso del fondo debido a fenómenos relacionados con la dinámica fluvial, que puede ser natural o inducido por acciones humanas.

**AFORO:** Conjunto de operaciones para determinar el caudal en un curso de agua para un nivel observado. Su objetivo es correlacionar el nivel de agua con el caudal o gasto para obtener la curva de descarga.

**AVENIDA:** Elevación, generalmente rápida, en el nivel de las aguas de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel descendiente a una velocidad menor, que generalmente se presenta entre los meses de diciembre y abril.

**CAUDAL O GASTO:** Se define como el volumen de agua que pasa por la sección transversal del cauce por unidad de tiempo y se expresa en m<sup>3</sup>/s o l/s.

**LINEAS DE MEDICION:** Líneas verticales que nos permiten determinar en la sección transversal escogida, el ancho y profundidad del punto de control.

**ESCURRIMIENTO:** Relación entre el volumen de agua que se precipita sobre una superficie determinada y el volumen de agua que escurre de la misma superficie totalmente impermeable, como puede ser un estacionamiento asfaltado, el coeficiente es igual a 1.0 pues solamente dejara de escurrir el agua que se evapora, cabe notar que la tasa de escurrimiento no es constante en el tiempo.

**DOTACION:** Determinación de la edad.

**ESCORRENTIA:** Es el volumen o caudal total de agua que fluye a los ríos. Incluye los flujos o escorrentías superficiales, de retorno, sub superficial y de base.

**PERMEABILIDAD:** Es una medida de la facilidad relativa del flujo bajo un gradiente piezométrico.

**MURO DE CONTENCION:** Los muros o elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, bien de un terreno natural, bien de un relleno artificial o de un elemento a almacenar.

**SEDIMENTACION:** Ascenso del nivel del lecho p al menos una de márgenes converge al eje de escurrimiento.

**ESTABILIDAD:** Puede ser estático, cuando el escurrimiento es incapaz de transportar material del lecho o de las márgenes; o dinámico; cuando la sección transversal permanece aproximadamente constante para diferentes periodos de tiempo.

**DESPRENDIMIENTO:** Son fallas repentinas de taludes verticales o casi verticales que producen el desprendimiento de un bloque o múltiples bloques que descienden en caída libre, los desprendimientos son causados por socavación de taludes debido a la acción del hombre o erosión de quebradas.

**SIMULACION HIDRAULICA:** la simulación de los sistemas de distribución de agua pueden entenderse, como el uso de una representación matemática del sistema real (denominado modelo matemático), con el que se pretende aumentar su comprensión, hacer predicciones y posiblemente ayudar a controlar el sistema utilizándose como la base del cálculo hidráulico para simular diferentes estados de carga que se produce en las red de distribución.

**HEC RAS:** (Hydrological Engineering Center – River Analysis System) es un programa de modelización hidráulica unidimensional compuesto por 4 tipos de análisis en ríos.

- Modelización de flujo en régimen permanente.
- Modelización de flujo en régimen no permanente.
- Modelización del transporte de sedimentos.
- Análisis de calidad de agua.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

#### **3.1. Material**

##### **3.1.1 Población**

Comprende los ríos que pertenecen a la provincia de Celendín: río grande, pajuros, dungul y río Chico.

##### **3.1.2. Muestra**

Comprende toda la longitud del río chico de Celendín de 2.5km de longitud.

##### **3.1.3. Unidad de Análisis**

El tramo del estudio del río chico que atraviesa la localidad de Celendín de aproximadamente 660m.



## OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>Si realizamos la simulación hidráulica bidimensional de un tramo del sector del Rio Chico entonces se podrá determinar zonas de inundación con la finalidad de tener un criterio de mayor confiabilidad para la ubicación y diseño de defensas riverseñas.</p>	<p><b>V.I.</b> Características topográficas del Rio Chico.</p> <p><b>V.D.</b> Zonas de inundación y estructuras de protección.</p>	<p>Zonas de Inundación en el sector</p>	<p>Determinación</p>	<p>Rio Chico</p>	<p>2017</p>

### 3.2.4. Instrumentos de recolección de Datos

El levantamiento topográfico se llevara a cabo con una estación total con una precisión de calidad media.

- Para la obtención de los datos de hidrología se usaran como fuente de registro de caudales de la estación
- Carta geográfica de la región
- Plano topográfico catastral
- Sistema de información geográfica. (SIG)
- Red de apoyo geodésico (IGN)
- Estación meteorológica (SENAMHI)

### 3.2.5. Procedimientos y análisis de datos

Se realizó el siguiente procedimiento:

Inicialmente se elaboran una entrevista de preguntas abiertas a los habitantes de la zona.

Luego se aplicara un cuestionario en función de los datos obtenidos en la entrevista Luego con ayuda del asesor se realizará estudios geológicos, de suelos, hidrológicos y topográficos, por últimos, se validara el modelo a través de un juicio de expertos.

Con la finalidad de obtener una base de datos que recoja información específica de las edificaciones en estudios, y además identificar sus características tanto propias como del entorno, se implementara en esta investigación en planillas que de forma esquemática adjunten los datos necesarios para ser incorporados en la determinación del diseño de defensa ribereña para la construcción de muros de contención.

Para el análisis de datos obtenidos se utilizaran los siguientes programas.

- Word 2016: Procesamiento de datos.
- Excel 2016: Procesamiento de datos numéricos y de diseño.
- AutoCAD Civil 3D: Diseño de planos, tanto planimetría como altimetría.
- HEC-RAS: Modelación hidráulica de causes.
- SIG: Sistema de información geográfico.
- SPSS: Programa estadístico para el procesamiento de datos.

### 3.2.6. Técnicas de análisis de datos

Observación:

Instrumento: Guías de observación.

OBJETIVO ESPECIFICO: Estado actual de la cuenca y tiempo de avenidas y estiaje

ASPECTOS	SI	NO
Existen referencia de daños causados por la ultima inundación	X	
El periodo de avenidas es muy frecuente		X
El periodo de avenidas es de mayor probabilidad que el periodo de estiaje		X
Aún quedan señales del ultimo desastre causado por el rio		X
Existieron pérdidas materiales en la última avenida del rio	X	
Existieron pérdidas humanas en la última avenida del rio		X
Las pérdidas económicas fueron elevadas	X	

OBJETIVO ESPECIFICO: Reacción de la gente frente a este problema natural

ASPECTOS	SI	NO
El temor de la gente es elevado por la gran consecuencia que deja es inundación	X	
Los pobladores de la zona han preferido abandonar sus viviendas y emigrar		X
Temor de la población de perder sus viviendas y cultivos por avenidas altas	X	
La municipalidad local (provincial) viene desarrollando programas pa alertar a la población de este fenómeno	X	
Existen posibles soluciones para alertar a la población de posibles avenidas en el futuro	X	

#### 4. RESULTADOS

En este punto se dará a conocer la solución de todos los objetivos, con la finalidad de obtener resultados favorables, los cuales fueron.

Obtener información de la junta de usuarios, estudios topográficos, estudios de suelos, impacto ambiental y datos hidrológicos de la cuenca del rio chico.

En este objetivo se ha efectuado la recopilación de información básica disponible tanto en gabinete como en campo, relacionada a aspecto hidrometeorológico, hidráulica, topográfica, morfológica y otros, que permitan plantear la metodología de trabajo apropiada, con la finalidad de determinar los procesos hidráulicos del río.

La visita y recopilación de información de campo es importante pues ha permitido apreciar en el mismo lugar la probabilidad de ocurrencia de diversos caudales en función a indicadores físicos presentes, tales como marcas o huellas de máximo niveles de agua ocurridos, variación de cauce del río y otros. De igual manera, se ha observado las características favorables del lecho del río ante procesos de mecánica fluvial y erosión.

Luego de la visita a la zona de estudio se concluye que el tramo crítico para su encauzamiento comprende desde la cuadra 6 a la cuadra 13 del jirón Pedro Ortiz Montoya con una longitud de 630m cuyos tramos según la topografía evidencian desbordamientos e inestabilidad de los taludes que dan seguridad a las viviendas colindantes.

#### **4.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS**

##### **UBICACION**

La provincia de Celendín se encuentra ubicada al noreste de la región Cajamarca, sobre la vertiente oriental del ramal occidental de la cordillera de los andes y se extiende por el oriente hasta las playas del río marañón y por el oeste hasta la cima del cerro cumulca, a una distancia de 104 km, por carretera asfaltada, desde Cajamarca. El distrito de Celendín limita con los siguientes distritos: por el norte con los distritos de la libertad de Pallan, Miguel Iglesias y Chumuch, por el este con la región de Amazonas, por el sur con los distritos del Utco y José Gálvez y por el oeste con el distrito de Huasmin. Su altitud en la plaza de armas de Celendín es de 2620 m.s.n.m.



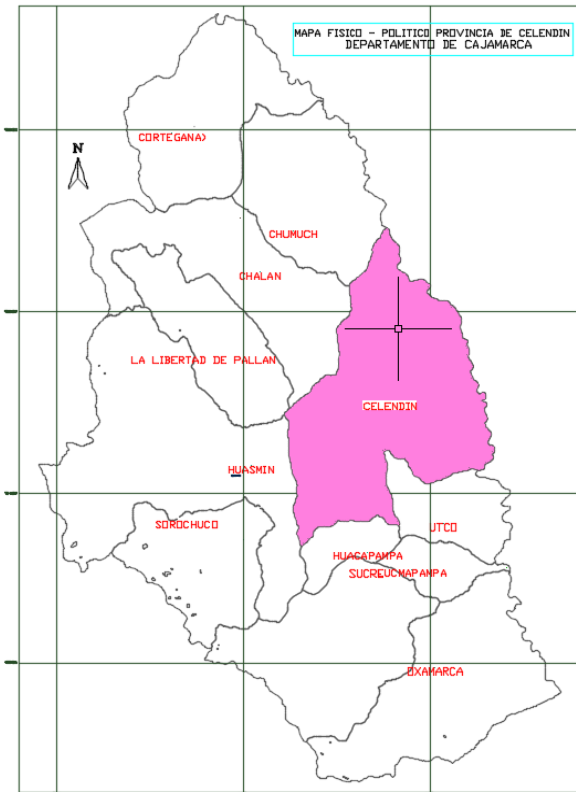
Mapa del Perú



Mapa del departamento de Cajamarca



Mapa de la Provincia de Celendín



Mapa del distrito de Celendín

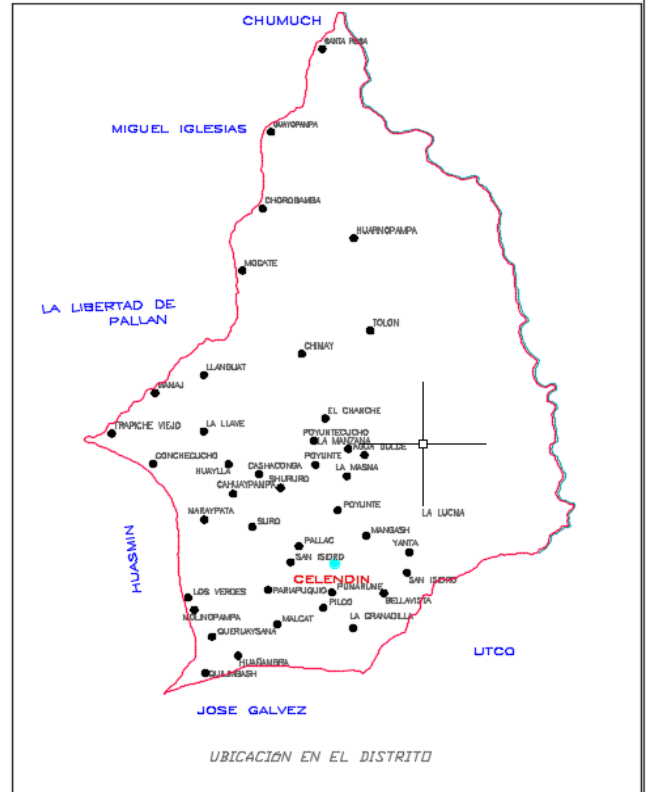




Fig. N° 08. Zona de estudio cuadra 6 hasta la cuadra 13.

### TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE

Se realizó el levantamiento topográfico, generando las curvas de nivel con una equidistancia  $E = 1.00$  m. trazando una rasante al perfil longitudinal del cauce del rio chico, considerando desde la cuadra numero 6 Jr. Bolognesi se determinó que la pendiente de estudio es de 1.5% Las secciones geométricas se realizaron cada 20 m. dado énfasis a las diferentes características que se presentan siendo representativo y/o típicas de algunos de ellos a lo largo de cierto criterio tramo; así como también en los tramos con evidentes problemas de desbordamiento, se utilizó el programa de TOPOGRF, obteniendo como resultado lo siguiente.

Generación de las curvas de nivel, perfiles longitudinales, secciones transversales, y alineaciones en planta del cauce principal.

Los planos producidos a partir de información requerida son:

- Los planos del levantamiento topográfico a curvas de nivel, escala 1:100 con una equidistancia de 1.00 m.
- Secciones transversales 1/50, el seccionamiento se hizo cada 20 m las cuales nos dan una configuración aproximada de la sección del cauce.

#### **4.2 ESTUDIOS GEOTECNICOS:**

Por información técnica se indica que los estudios geológicos – geotécnicos obtenidos a lo largo de la zona de estudio es como se indica a continuación.

- **METODOLIGIA DEL TRABAJO.**

El presente estudio se realizó en etapas las cuales detallaremos de la siguiente manera:

- **RECOPILAZION DE INFORMACION**

En este caso tenemos los estudios realizados por terceros en la zona del proyecto los cuales consisten en descripciones tanto detalladas como a grandes rasgos del terreno y materiales presentes en el área en su conjunto, a fin de tener una adecuada comprensión del terreno de fundación de la estructura en su conjunto.

- **TRABAJO DE CAMPO**

En este caso realizaremos reconocimiento a detalle de la zona en estudio para la posterior elaboración de un mapa geológico, para ello se plantea realizar estudios y reconocimiento de campo plasmados en los respectivos levantamientos topográficos, donde se han de detallárselas zonas de los suelos de fundación más adecuados a fin de determinar, los sistemas de protección más apropiados.

- **TRABAJO DE GABINETE**

Teniendo la información obtenida en el campo se procederá al análisis visual del laboratorio para la posterior elaboración de los respectivos mapas y perfiles de la zona. Luego de ello tendremos la etapa de análisis y posteriormente la interpretación de los resultados. De laboratorio y campo para finalmente elaborar el presente informe de manera más detallada.

## EXPLORACIONES REALIZADAS

En la exploración de campo, se contempló la ejecución de calicatas a cielo abierto en lugares estratégicos como cada 500 m del eje proyectado, lo cual sumado a las trincheras y cortes naturales realizados por el río chico, así como una inspección visual del cauce del río chico, donde ha de llevarse a cabo la materialización.

Se tomará muestras disturbadas (alteradas), de los diferentes estratos que se encontraban en cada una de las calicatas excavadas.

DESCRIPCION DE CALICATAS			
TIPO DE SONDAJE	UBICACION (PROG)	PROFUNDIDAD (m)	DESCRIPCION DEL MATERIAL
Calicata	0+200	1.50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad elevada arcillas gravas, de clasificación SUCS (CH) de color marrón oscuro.
Calicata	0+400	1.50	Presenta arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas, con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras de clasificación SUCS (CL) de color marrón claro.
Calicata	0+600	1.50	Presenta arenas limosas mezclas de arena y limo mal graduadas de clasificación SUCS (SM) de color marrón claro amarillento.

Todas las muestras fueron extraídas para ser procesadas y determinar sus características físicas mecánicas en el laboratorio de mecánica de suelos.

Se consideró el tipo de muestra extraída, en función de las exigencias que deberán atenderse en cada caso, respecto del terreno que representan.

#### 4.3 ESTUDIOS HIDROLOGICOS:

En la presente tesis se determinaría el caudal máximo que transita por el río chico, el cual servirá para calcular el tirante máximo para proteger la estructura en avenidas máximas.

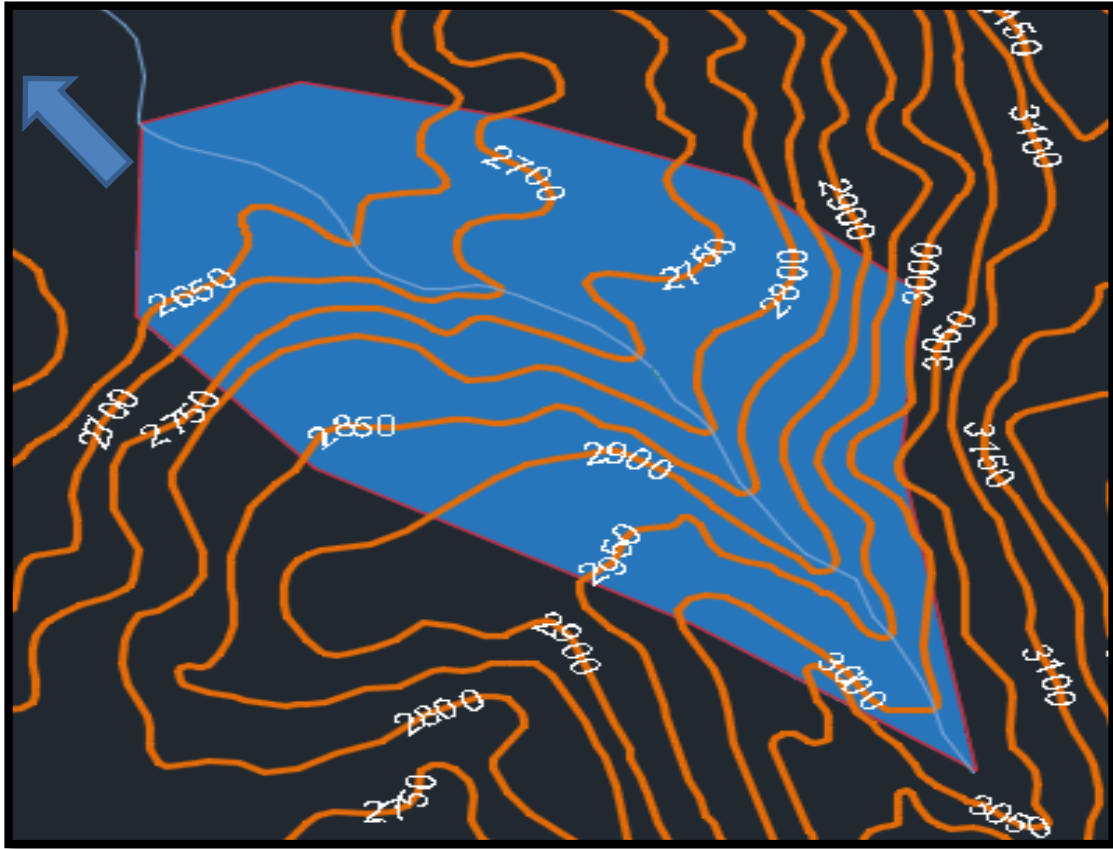


Fig. N° 09. Demarcación de la cuenca

#### CARACTERISTICAS FISIOGRAFICAS DE LA CUENCA

Esta cuenca está ubicada al oeste de la ciudad de Celendín, con alturas que oscilan entre 2633 y 3031 m.s.n.m., es de forma redondeada con una extensión que abarca los 7.08 km<sup>2</sup>.

El estudio está destinado a recolectar información desde el extremo más alto de la cuenca hasta el punto emisor en donde se ubica la “SIMULACION HIDRAHULICA DEL RIO CHICO MODIFICADO POR CANALIZACION Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONTENCIÓN EN LADERAS DE LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CELENDIN-CAJAMARCA” el dren principal de esta cuenca lo constituye el río chico que

tiene sus orígenes en la cumbre de pilco, ubicada a 3030 m.s.n.m., los cuales discurren aguas debajo de este punto, donde desemboca el rio chico.

De acuerdo a la clasificación del Dr Warren Thornthwite, corresponde a la descripción de Semi-Frío con tendencia a templado, deficiente de lluvias en invierno y sin cambio térmico invernal bien definido.

Periodo de estiaje real (mayo a setiembre), temperatura anual 14.5°C, precipitación total anual 625 mm.

COTAS		AREA (KM2)
2633	2700	3.5
2700	2800	1.5
2800	2900	1
2900	3000	0.8
3000	3030	0.28
TOTAL		7.08

#### AREA DE LA CUNCA

Luego de delimitar la cuenca  $A=7.08$  km<sup>2</sup>.

#### LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (L)

$L=3.53$  km.

#### ALTIDUD MEDIA (H)

COTAS		AREA (KM2)	Hi	Hi*Ai
2633	2700	3.5	2666.5	9332.75
2700	2800	1.5	2750	4125.00
2800	2900	1	2850	2850.00
2900	3000	0.8	2950	2360.00
3000	3030	0.28	3015	844.20
TOTAL			23147.5	1163290.48

$$H = 2755.92 \text{ m.s.n.m.}$$

### **PENDIENTE DE LA CUENCA (Sc)**

$$S_c = \frac{E}{A} \sum_{i=1}^n L_i$$

$$E = 0.1000$$

$$L_i = 8.2$$

$$A = 7.08 \text{ km}^2$$

$$S_c = 11.58\%$$

### **PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S)**

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{L_i^2}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2$$
$$S = 3.5\%$$

### **TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)**

$$T_c = 0.3 \left( \frac{L}{S^{1/4}} \right)^{0.76}$$

$$L = 3.53 \text{ km}$$

$$S = 0.035$$

$$T_c = 1.479 \text{ horas}$$

$$T_c = 88.76 \text{ minutos.}$$





1983	75.30	50.40	31.40	23.71	13.99
1984	112.80	71.80	27.60	15.63	9.80
1985	59.31	54.40	25.56	14.70	8.05
1986	84.60	65.40	30.11	15.60	8.23
1987	76.00	49.20	21.60	13.20	7.95
1988	70.40	52.80	23.00	13.79	7.85
1989	73.60	47.80	28.04	16.48	9.64
1990	111.60	75.00	37.94	23.18	12.30
1991	83.10	73.40	40.80	25.52	14.17
1992	56.10	38.52	18.60	10.10	5.00
1993	57.75	50.67	28.20	17.54	10.00
1994	91.49	64.18	36.22	19.04	12.90
1995	71.11	56.25	28.66	16.72	9.30
1996	81.30	60.21	32.44	17.88	11.10
1997	82.20	68.10	35.04	17.86	8.90
1998	92.00	66.34	40.60	27.10	13.50
1999	70.80	38.30	13.80	9.90	6.40
2000	46.80	32.00	17.30	10.10	5.10
2001	67.20	45.30	25.60	15.60	8.90
2002	28.20	18.00	13.76	8.72	4.40
2003	70.80	42.60	15.92	9.76	6.08
2004	84.60	84.60	33.00	18.70	9.35
2005	45.60	43.80	20.45	11.10	6.52
2006	30.00	30.00	15.00	10.30	6.87
2007	72.00	64.00	32.66	19.38	12.33

Desv. est.	20.3708	15.1920	8.0001	4.8494	3.2133
Promedio	71.6049	54.6297	28.2465	16.6951	9.8346

FUENTE SENAMHI

Realizar un estudio hidrológico de la cuenca del río chico para determinar los caudales máximos extraordinarios.

En este objetivo realizamos cálculos de ingeniería hidráulica fluvial, ya que es necesario conocer el comportamiento temporal de las crecidas anuales, por lo que se debe conocer los valores de las descargas máximas, con la información obtenida se estima el caudal de avenidas extraordinarias llamado caudal de diseño.

#### **METODO DE GUMBEL**

Los cálculos se muestran en los cuadros:

### MODELO GUMBEL PARA 5 MINUTOS

**X<sub>p</sub>** : 71.6049  
**S<sub>x</sub>** : 20.3708  
**a** : 0.0630  
**b** : 62.4370

<b>m</b>	<b>Intensidades Ord.Desc</b>	<b>P(x &lt; X) m/(N + 1)</b>	<b>1-P(x &lt; X)</b>	<b>F(x &lt; X)</b>	<b>[P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>	<b>Tr años 1 / (Px)</b>
1	112.80	0.028	0.972	0.959	0.0133	36.00
2	111.60	0.056	0.944	0.956	0.0113	18.00
3	101.00	0.083	0.917	0.916	0.0011	12.00
4	92.00	0.111	0.889	0.856	0.0329	9.00
5	91.49	0.139	0.861	0.852	0.0094	7.20
6	90.00	0.167	0.833	0.838	0.0050	6.00
7	88.29	0.194	0.806	0.822	0.0161	5.14
8	84.60	0.222	0.778	0.781	0.0028	4.50
9	84.60	0.250	0.750	0.781	0.0306	4.00
10	83.10	0.278	0.722	0.762	0.0394	3.60
11	82.20	0.306	0.694	0.750	0.0552	3.27
12	81.30	0.333	0.667	0.737	0.0705	3.00
13	76.00	0.361	0.639	0.653	0.0144	2.77
14	75.30	0.389	0.611	0.641	0.0298	2.57
15	73.60	0.417	0.583	0.609	0.0261	2.40
16	73.02	0.444	0.556	0.598	0.0428	2.25
17	73.00	0.472	0.528	0.598	0.0702	2.12
18	72.00	0.500	0.500	0.578	0.0783	2.00
19	71.11	0.528	0.472	0.560	0.0881	1.89
20	70.80	0.556	0.444	0.554	0.1095	1.80
21	70.80	0.583	0.417	0.554	0.1373	1.71
22	70.40	0.611	0.389	0.546	0.1568	1.64
23	68.00	0.639	0.361	0.494	0.1332	1.57
24	67.20	0.667	0.333	0.477	0.1433	1.50
25	67.20	0.694	0.306	0.477	0.1711	1.44
26	65.00	0.722	0.278	0.427	0.1492	1.38
27	60.00	0.750	0.250	0.312	0.0617	1.33
28	59.31	0.778	0.222	0.296	0.0737	1.29
29	57.75	0.806	0.194	0.261	0.0666	1.24
30	56.10	0.833	0.167	0.225	0.0586	1.20

31	46.80	0.861	0.139	0.069	0.0701	1.16
32	45.60	0.889	0.111	0.056	0.0553	1.13
33	30.00	0.917	0.083	0.000	0.0829	1.09
34	28.20	0.944	0.056	0.000	0.0554	1.06
35	26.00	0.972	0.028	0.000	0.0277	1.03
<b>MAX [P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>					:	0.1711

### MODELO GUMBEL PARA 10 MINUTOS

**Xp** : 54.6297

**Sx** : 15.1920

**a** : 0.0844

**b** : 47.7925

<b>m</b>	<b>Intensidades Ord.Desc</b>	<b>P(x &lt; X) m/(N + 1)</b>	<b>1-P(x &lt; X)</b>	<b>F(x &lt; X)</b>	<b>[P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>	<b>Tr años 1 / (Px)</b>
1	84.60	0.028	0.972	0.956	0.0160	36.00
2	75.15	0.056	0.944	0.905	0.0390	18.00
3	75.00	0.083	0.917	0.904	0.0124	12.00
4	73.40	0.111	0.889	0.891	0.0024	9.00
5	71.80	0.139	0.861	0.877	0.0154	7.20
6	71.00	0.167	0.833	0.869	0.0352	6.00
7	68.10	0.194	0.806	0.835	0.0296	5.14
8	66.34	0.222	0.778	0.811	0.0337	4.50
9	65.40	0.250	0.750	0.798	0.0476	4.00
10	64.18	0.278	0.722	0.778	0.0560	3.60
11	64.00	0.306	0.694	0.775	0.0808	3.27
12	63.00	0.333	0.667	0.758	0.0914	3.00
13	60.21	0.361	0.639	0.704	0.0654	2.77
14	60.02	0.389	0.611	0.700	0.0892	2.57
15	60.00	0.417	0.583	0.700	0.1166	2.40
16	58.00	0.444	0.556	0.655	0.0999	2.25
17	56.25	0.472	0.528	0.613	0.0850	2.12
18	54.80	0.500	0.500	0.575	0.0750	2.00
19	54.40	0.528	0.472	0.564	0.0919	1.89
20	53.00	0.556	0.444	0.525	0.0806	1.80
21	52.80	0.583	0.417	0.519	0.1026	1.71
22	50.67	0.611	0.389	0.456	0.0675	1.64
23	50.40	0.639	0.361	0.448	0.0871	1.57
24	50.00	0.667	0.333	0.436	0.1027	1.50
25	49.20	0.694	0.306	0.411	0.1059	1.44
26	47.80	0.722	0.278	0.368	0.0903	1.38

27	45.30	0.750	0.250	0.291	0.0411	1.33
28	43.80	0.778	0.222	0.246	0.0242	1.29
29	42.60	0.806	0.194	0.212	0.0178	1.24
30	38.52	0.833	0.167	0.112	0.0545	1.20
31	38.30	0.861	0.139	0.108	0.0312	1.16
32	32.00	0.889	0.111	0.023	0.0886	1.13
33	30.00	0.917	0.083	0.011	0.0721	1.09
34	24.00	0.944	0.056	0.001	0.0550	1.06
35	18.00	0.972	0.028	0.000	0.0278	1.03
<b>MAX [P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>					:	0.1166

### MODELO GUMBEL PARA 30 MINUTOS

**Xp** : 28.2465  
**Sx** : 8.0001  
**a** : 0.1603  
**b** : 24.6461

<b>m</b>	<b>Intensidades Ord.Desc</b>	<b>P(x &lt; X) m/(N + 1)</b>	<b>1-P(x &lt; X)</b>	<b>F(x &lt; X)</b>	<b>[P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>	<b>Tr años 1 / (Px)</b>
1	40.80	0.028	0.972	0.928	0.0445	36.00
2	40.60	0.056	0.944	0.925	0.0190	18.00
3	38.00	0.083	0.917	0.889	0.0276	12.00
4	37.94	0.111	0.889	0.888	0.0008	9.00
5	37.20	0.139	0.861	0.875	0.0138	7.20
6	37.10	0.167	0.833	0.873	0.0397	6.00
7	37.00	0.194	0.806	0.871	0.0655	5.14
8	36.22	0.222	0.778	0.855	0.0774	4.50
9	35.04	0.250	0.750	0.828	0.0778	4.00
10	34.00	0.278	0.722	0.800	0.0777	3.60
11	33.80	0.306	0.694	0.794	0.0997	3.27
12	33.00	0.333	0.667	0.769	0.1028	3.00
13	32.66	0.361	0.639	0.758	0.1195	2.77
14	32.44	0.389	0.611	0.751	0.1397	2.57
15	31.40	0.417	0.583	0.713	0.1294	2.40
16	30.11	0.444	0.556	0.659	0.1038	2.25
17	29.13	0.472	0.528	0.614	0.0865	2.12
18	28.66	0.500	0.500	0.591	0.0913	2.00
19	28.20	0.528	0.472	0.568	0.0958	1.89
20	28.04	0.556	0.444	0.560	0.1152	1.80
21	27.60	0.583	0.417	0.536	0.1198	1.71
22	25.60	0.611	0.389	0.424	0.0350	1.64

23	25.56	0.639	0.361	0.422	0.0605	1.57
24	24.10	0.667	0.333	0.336	0.0024	1.50
25	24.00	0.694	0.306	0.330	0.0243	1.44
26	23.00	0.722	0.278	0.272	0.0058	1.38
27	21.60	0.750	0.250	0.196	0.0540	1.33
28	21.00	0.778	0.222	0.166	0.0559	1.29
29	20.45	0.806	0.194	0.141	0.0535	1.24
30	18.60	0.833	0.167	0.072	0.0950	1.20
31	17.30	0.861	0.139	0.039	0.1000	1.16
32	15.92	0.889	0.111	0.017	0.0937	1.13
33	15.00	0.917	0.083	0.009	0.0742	1.09
34	13.80	0.944	0.056	0.003	0.0522	1.06
35	13.76	0.972	0.028	0.003	0.0245	1.03
<b>MAX [P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b> :					0.1397	

### MODELO GUMBEL PARA 60 MINUTOS

**Xp** : 16.6951  
**Sx** : 4.8494  
**a** : 0.2645  
**b** : 14.5127

<b>m</b>	<b>Intensidades Ord.Desc</b>	<b>P(x &lt; X) m/(N + 1)</b>	<b>1-P(x &lt; X)</b>	<b>F(x &lt; X)</b>	<b>[P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>	<b>Tr años 1 / (Px)</b>
1	27.10	0.028	0.972	0.965	0.0074	36.00
2	25.52	0.056	0.944	0.947	0.0026	18.00
3	23.71	0.083	0.917	0.916	0.0007	12.00
4	23.18	0.111	0.889	0.904	0.0150	9.00
5	23.10	0.139	0.861	0.902	0.0408	7.20
6	23.00	0.167	0.833	0.899	0.0661	6.00
7	21.08	0.194	0.806	0.839	0.0330	5.14
8	21.00	0.222	0.778	0.835	0.0576	4.50
9	19.38	0.250	0.750	0.759	0.0088	4.00
10	19.04	0.278	0.722	0.739	0.0171	3.60
11	19.00	0.306	0.694	0.737	0.0425	3.27
12	18.70	0.333	0.667	0.719	0.0520	3.00
13	18.00	0.361	0.639	0.672	0.0330	2.77
14	17.88	0.389	0.611	0.663	0.0523	2.57
15	17.86	0.417	0.583	0.662	0.0786	2.40
16	17.54	0.444	0.556	0.638	0.0827	2.25
17	16.72	0.472	0.528	0.572	0.0447	2.12
18	16.48	0.500	0.500	0.552	0.0519	2.00

19	16.00	0.528	0.472	0.509	0.0370	1.89
20	15.63	0.556	0.444	0.475	0.0307	1.80
21	15.60	0.583	0.417	0.472	0.0557	1.71
22	15.60	0.611	0.389	0.472	0.0834	1.64
23	15.54	0.639	0.361	0.467	0.1056	1.57
24	14.70	0.667	0.333	0.386	0.0528	1.50
25	14.00	0.694	0.306	0.318	0.0126	1.44
26	13.79	0.722	0.278	0.298	0.0202	1.38
27	13.20	0.750	0.250	0.243	0.0071	1.33
28	12.00	0.778	0.222	0.143	0.0790	1.29
29	11.10	0.806	0.194	0.085	0.1095	1.24
30	10.30	0.833	0.167	0.048	0.1192	1.20
31	10.10	0.861	0.139	0.040	0.0986	1.16
32	10.10	0.889	0.111	0.040	0.0708	1.13
33	9.90	0.917	0.083	0.034	0.0495	1.09
34	9.76	0.944	0.056	0.030	0.0258	1.06
35	8.72	0.972	0.028	0.010	0.0180	1.03
<b>MAX [P(x &lt; X) - F(x &lt; X)] :</b>					0.1095	

### MODELO GUMBEL PARA 120 MINUTOS

**Xp** : 9.8346  
**Sx** : 3.2133  
**a** : 0.3991  
**b** : 8.3884

<b>m</b>	<b>Intensidades Ord.Desc</b>	<b>P(x &lt; X) m/(N + 1)</b>	<b>1-P(x &lt; X)</b>	<b>F(x &lt; X)</b>	<b>[P(x &lt; X) - F(x &lt; X)]</b>	<b>Tr años 1 / (Px)</b>
1	19.00	0.028	0.972	0.986	0.0134	36.00
2	14.17	0.056	0.944	0.905	0.0392	18.00
3	14.00	0.083	0.917	0.899	0.0177	12.00
4	13.99	0.111	0.889	0.899	0.0097	9.00
5	13.50	0.139	0.861	0.878	0.0170	7.20
6	13.27	0.167	0.833	0.867	0.0338	6.00
7	13.02	0.194	0.806	0.854	0.0488	5.14
8	12.90	0.222	0.778	0.848	0.0700	4.50
9	12.33	0.250	0.750	0.813	0.0627	4.00
10	12.30	0.278	0.722	0.811	0.0885	3.60
11	11.10	0.306	0.694	0.713	0.0182	3.27
12	11.00	0.333	0.667	0.703	0.0362	3.00
13	11.00	0.361	0.639	0.703	0.0639	2.77
14	10.00	0.389	0.611	0.591	0.0199	2.57

15	10.00	0.417	0.583	0.591	0.0079	2.40
16	9.80	0.444	0.556	0.566	0.0104	2.25
17	9.64	0.472	0.528	0.545	0.0173	2.12
18	9.35	0.500	0.500	0.506	0.0060	2.00
19	9.30	0.528	0.472	0.499	0.0268	1.89
20	9.28	0.556	0.444	0.496	0.0519	1.80
21	9.00	0.583	0.417	0.457	0.0402	1.71
22	8.90	0.611	0.389	0.443	0.0536	1.64
23	8.90	0.639	0.361	0.443	0.0814	1.57
24	8.23	0.667	0.333	0.345	0.0113	1.50
25	8.05	0.694	0.306	0.318	0.0128	1.44
26	7.95	0.722	0.278	0.304	0.0261	1.38
27	7.85	0.750	0.250	0.289	0.0395	1.33
28	6.87	0.778	0.222	0.160	0.0618	1.29
29	6.52	0.806	0.194	0.122	0.0726	1.24
30	6.40	0.833	0.167	0.110	0.0571	1.20
31	6.08	0.861	0.139	0.081	0.0576	1.16
32	6.00	0.889	0.111	0.075	0.0364	1.13
33	5.10	0.917	0.083	0.024	0.0590	1.09
34	5.00	0.944	0.056	0.021	0.0346	1.06
35	4.40	0.972	0.028	0.007	0.0204	1.03
<b>MAX</b> $[P(x < X) - F(x < X)]$ :					0.0885	

**PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE PARA 5, 10, 30, 60 Y 120 MINUTOS**

<b>Periodo de Duración</b>	<b>Estadístico Smimov-kolmogorov</b>	<b>Valor Crítico Do, Para un <math>\alpha=0.05</math></b>	<b>Criterio de Decisión</b>
5	0.1711	0.2299	OK
10	0.1166	0.2299	OK
30	0.1397	0.2299	OK
60	0.1095	0.2299	OK
120	0.0885	0.2299	OK

La distribución de tendencia central Gumbel es la más usada para el cálculo de intensidades máximas, está dada.

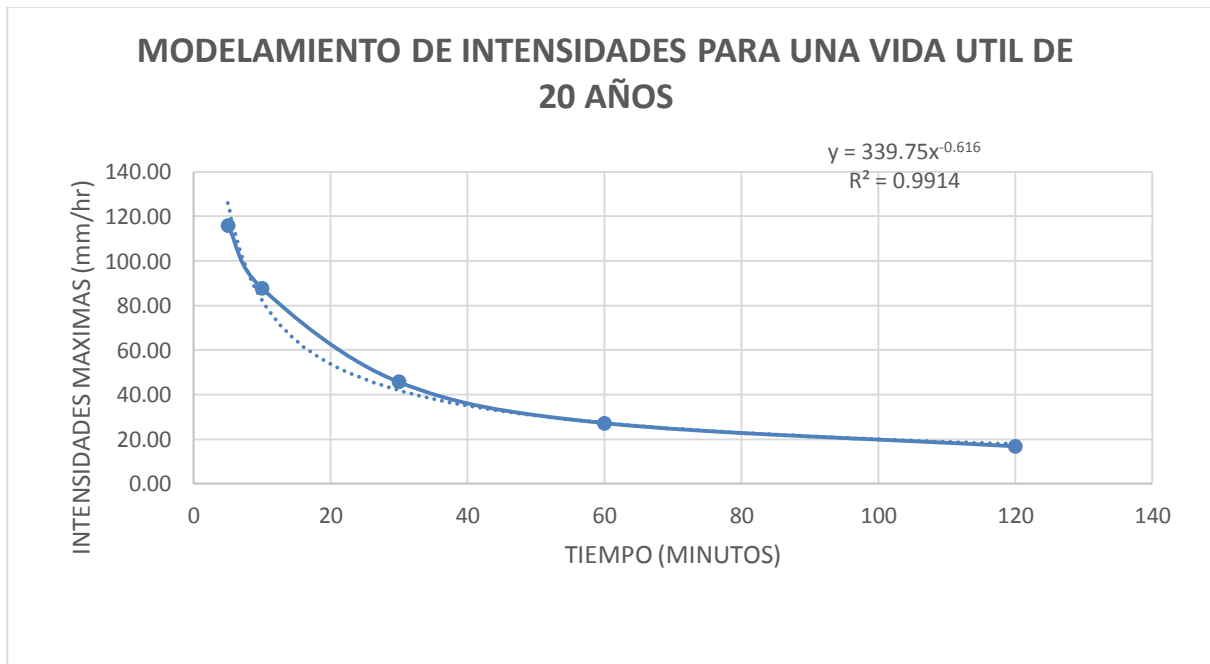
$$P(X < x) = \exp(-\exp(-a(x - b)))$$

Como los resultados obtenidos en el cuadro anterior, según la prueba de bondad de ajuste, Gumbel se ajusta, ahora procedemos a hacer el modelamiento, para el cálculo.

RESUMEN VARIABLES CALCULADAS ESTACIÓN A. WEBERBAUER							
MODELAMIENTO DE INTENSIDADES EN FUNCIÓN DE N Y J							
	PARAMETROS	5 min.	10min.	30min.	60 min.	120 min.	
	Sx	20.3708	15.1920	8.0001	4.8494	3.2133	
	Xp	71.6049	54.6297	28.2465	16.6951	9.8346	
	a	0.0630	0.0844	0.1603	0.2645	0.3991	
	b	62.4370	47.7933	24.6465	14.5129	8.3886	
<b>CÁLCULO DE INTENSIDADES.</b>							
VIDA UTIL AÑOS	RIESGO DE FALLA	TIEMPO DE RETORNO	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>INTENSIDADES</b>  <math display="block">X = \beta - \frac{1}{\alpha} * \text{Ln}(-\text{Ln}(1 - \frac{1}{T_r}))</math> </div>				
"N"	J(%)	Tr(AÑOS)	5 min.	10min.	30min.	60 min.	120 min.
<b>5</b>	5.00	97.98	135.18	102.04	53.21	31.83	19.86
	10.00	47.96	123.74	93.52	48.72	29.11	18.06
	15.00	31.27	116.86	88.38	46.02	27.47	16.97
	20.00	22.91	111.83	84.63	44.04	26.27	16.18
	25.00	17.89	107.79	81.62	42.46	25.31	15.54
	50.00	7.73	93.82	71.20	36.97	21.98	13.34
	75.00	4.13	82.81	62.99	32.65	19.36	11.60
	85.00	3.17	77.83	59.27	30.69	18.18	10.82
	95.00	2.22	70.57	53.86	27.84	16.45	9.67
<b>10</b>	5.00	195.46	146.19	110.25	57.54	34.45	21.60
	10.00	95.41	134.75	101.73	53.05	31.73	19.80
	15.00	62.03	127.87	96.59	50.34	30.09	18.71
	20.00	45.32	122.84	92.84	48.37	28.89	17.92
	25.00	35.26	118.80	89.83	46.78	27.93	17.28
	50.00	14.93	104.83	79.41	41.30	24.61	15.08
	75.00	7.73	93.82	71.20	36.97	21.98	13.34
	85.00	5.79	88.84	67.48	35.02	20.80	12.55
	95.00	3.86	81.58	62.07	32.17	19.07	11.41
<b>20</b>	5.00	390.41	157.20	118.46	61.86	37.07	23.34
	10.00	190.32	145.76	109.94	57.37	34.35	21.53
	15.00	123.56	138.88	104.80	54.67	32.71	20.45
	20.00	90.13	133.84	101.05	52.69	31.51	19.65



	64.00	20.08	109.68	83.03	43.20	25.76	15.84	
	50.00	29.36	115.84	87.62	45.62	27.23	16.81	
	75.00	14.93	104.83	79.41	41.30	24.61	15.08	
	85.00	11.05	99.85	75.69	39.34	23.42	14.29	
	95.00	7.19	92.59	70.28	36.49	21.69	13.15	
25	5.00	487.89	160.74	121.11	63.25	37.91	23.90	
	10.00	237.78	149.31	112.58	58.76	35.19	22.09	
	15.00	154.33	142.42	107.45	56.06	33.55	21.01	
	20.00	112.54	137.39	103.69	54.08	32.36	20.21	
	25.00	87.40	133.35	100.68	52.50	31.40	19.58	
	50.00	36.57	119.39	90.26	47.01	28.07	17.37	
	75.00	18.54	108.38	82.05	42.69	25.45	15.64	
	85.00	13.68	103.39	78.34	40.73	24.26	14.85	
	95.00	8.86	96.14	72.93	37.88	22.54	13.70	
<b>MODELAMIENTO DE INTENSIDADES PARA UNA VIDA UTIL DE 20 AÑOS</b>								
<b>VIDA UTIL</b> (años)	<b>RIESGO DE FALLA</b>	<b>TIEMPO DE RETORNO</b> (años)	<b>tiempo en minutos</b>					
			5	10	30	60	120	
20	50.00	29.36	115.84	87.62	45.62	27.23	16.81	

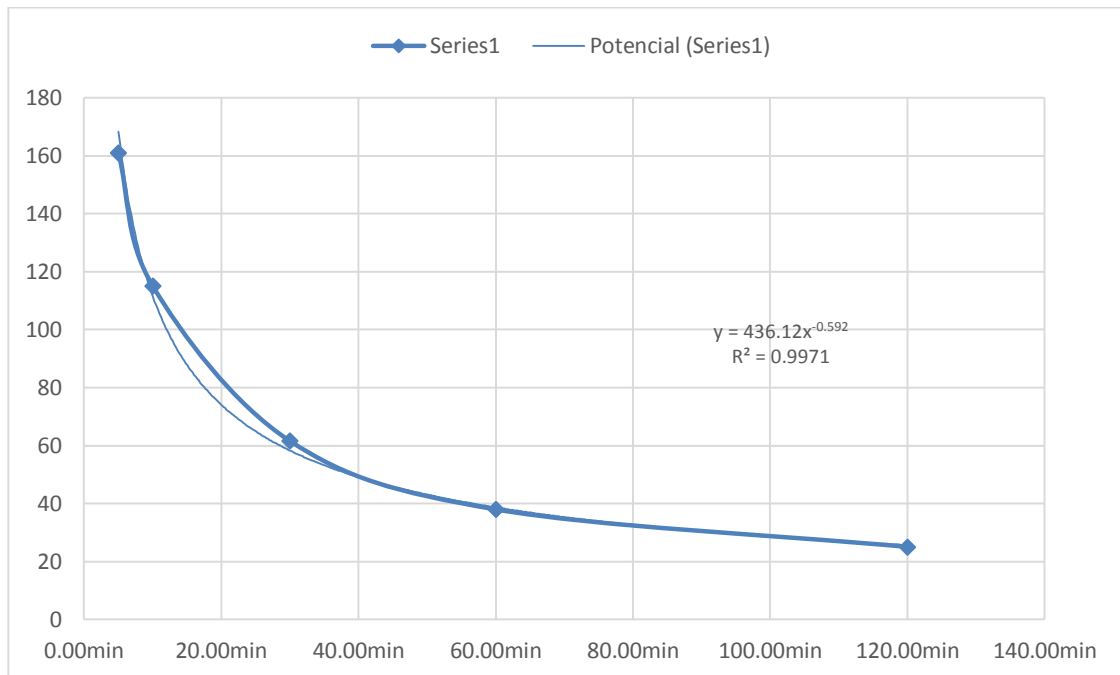


## TRANSFERENCIA DE INFORMACION

<b>H<sub>ESTACION</sub>=</b>	<b>2536.00m.s.n.m</b>					
<b>I<sub>ZONA</sub>=I*(H<sub>ZONA</sub>/H<sub>ESTACION</sub>)</b>						
		<b>I<sub>ZONA</sub></b>				
<b>H<sub>MEDIA</sub></b>	<b>ACUENCA</b>	<b>5.00min</b>	<b>10.00min</b>	<b>30.00min</b>	<b>60.00min</b>	<b>120.00min</b>
<b>2755.92</b>	<b>7,080,000.00</b>	<b>160.997</b>	<b>115.096</b>	<b>61.59</b>	<b>37.982</b>	<b>25.049</b>

					<b>SUMA(LNX)^2</b>	<b>SUMA(LNX)</b>	<b>SUMA(LNX*LNY)</b>
<b>1.60943791</b>	<b>2.30258509</b>	<b>3.40119738</b>	<b>4.09434456</b>	<b>4.78749174</b>	<b>59.14406671</b>	<b>16.1950567</b>	<b>59.14406671</b>
5.08138573	4.74576656	4.12049952	3.63711236	3.22083391	88.92365491	20.8055981	63.43164532

<b>IDISEÑO</b>				<b>C</b>	<b>Q</b>
<b>B</b>	<b>A</b>	<b>TC</b>	<b>y=A*X^B</b>	<b>C</b>	<b>M3/S</b>
<b>-0.59178631</b>	<b>436.1220777</b>	<b>486.60</b>	<b>11.20</b>	<b>0.7</b>	<b>15.4243</b>



#### **4.4 SIMULACION HIDRAULICA**

La simulación hidráulica se ha realizado con el cauce natural y modificado, primero para determinar criterios para el diseño de los diques de contención propuesto, donde inicialmente tendremos que recabar los datos de altura de dique y profundidades de socavación para la cimentación de las estructuras de contención a emplear en el presente estudio, considerando todo el ancho.

#### **METODOLOGIA**

El modelamiento viene realizado con la ayuda del programa HEC-RAS, con el cual se tendrá el tránsito fluvial por el río chico en sus periodos de máximas avenidas, así como la incidencia de la estructura de contención propuesta, con lo cual podremos observar el comportamiento del río ante la presencia de dicha estructura.

En cuanto a los puntos relacionados con la hidráulica que utiliza el programa, es necesario mencionar que las formulas y la base teórica que se usaron corresponden a los métodos clásicos de cálculo de eje hidráulico en ríos. Finalmente toda la metodología y base teórica que se utiliza se refiere a un análisis unidireccional del escurrimiento.

#### **INFORMACION BASICA**

Los estudios relativos a la zona de estudio, que ha servido de referencia son:

- Información topográfica (secciones)

Tenemos el seccionamiento respectivo del eje del río chico a cada 20 m, desde la cuadra 6 Jr. Bolognesi hasta la cuadra 13 del Jr. san juan.

- Información hidrometeorológica

Contamos con información disponible y generada de la estación de donde obtenemos los caudales de diseño.

En base a las estaciones tenemos la obtención de los caudales máximos instantáneos, tanto recopilados como generados y completados con un registro total de caudales desde 1973 hasta

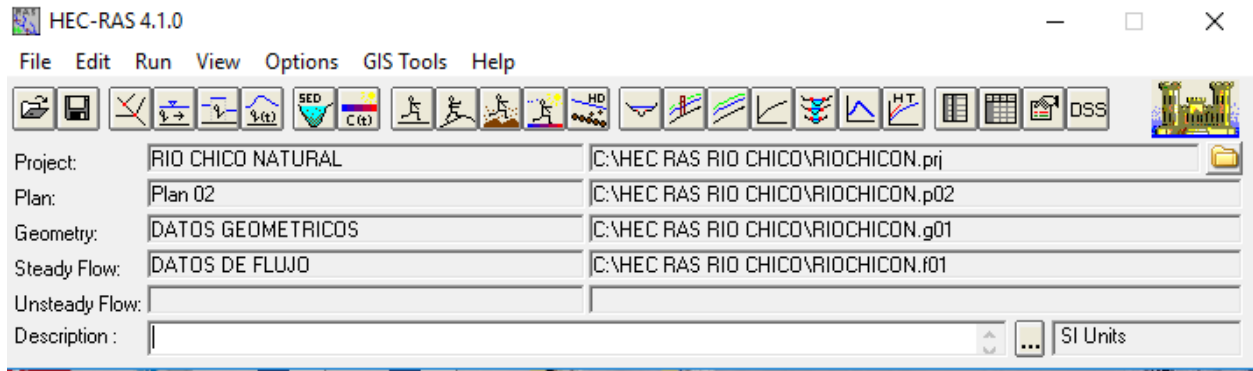
2007, para posteriormente obtener los caudales de diseño respectivamente para diferentes distribuciones detalladas en el estudio en referencia.

Se considero esta distribución estadística porque es muy utilizada con buenos resultados en otras cuencas ubicadas en la parte norte de costa peruana.

Datos a utilizar en el Modelamiento Hidráulico.

- Secciones transversales a cada 20m desde el Jr. Bolognesi cuadra 6 hasta el Jr. san juan cuadra 13. Con propiedad topográfica diversas como una pendiente de 4% o menos.
- Caudal de diseño 15.42 m<sup>3</sup>/s con el cual podemos garantizar que se tiene en cuenta adicionalmente todas las quebradas aportantes en el tramo de estudio.
- Coeficiente de Manning y coeficiente de expansión y contracción para las diferentes secciones del rio, de acuerdo a la información del campo observada, coeficiente en el lecho principal igual a 0.034 y en el lecho exterior de avenidas igual a 0.040.
- Inicialmente se tendrá un modelamiento sin protección, donde se verán las áreas propensas a ser inundadas ante una avenida de diseño, finalmente se tiene el modelamiento asumiendo en las márgenes y el ficticio propuesto al fin de obtener las alturas reales las estructuras de contención en te un eventual protección de esta. Se toma esta alternativa por ser la más desfavorable para nuestro estudio.

## MODELAMIENTO EN CAUCE NATURAL (SIMULACION ACTUAL)

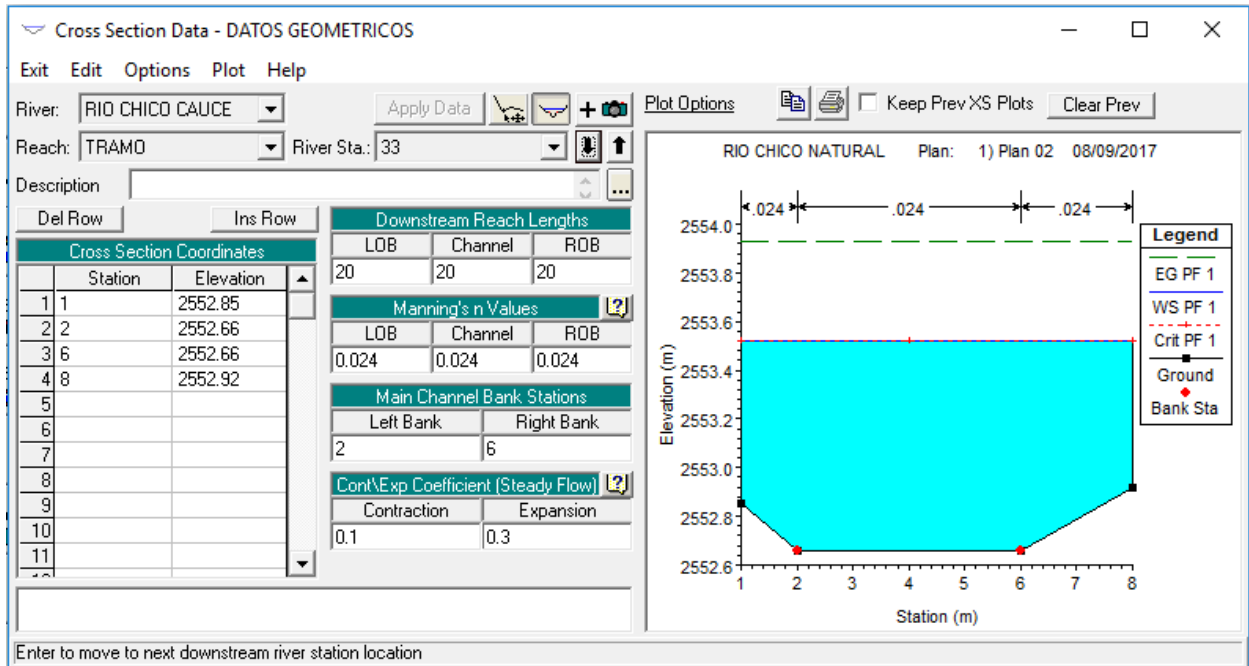


**TARIFA DE RESULTADOS**

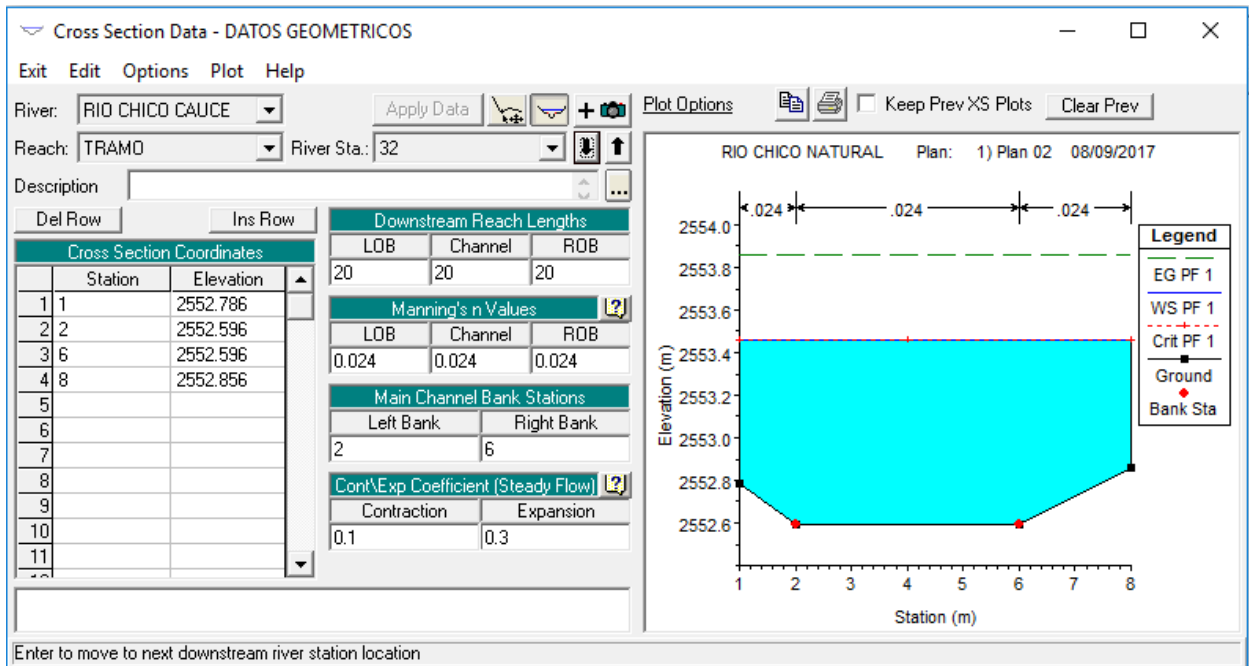
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
TRAMO	33	PF 1	15.43	2552.66	2553.71		2553.98	0.003444	2.52	6.98	7.00	0.79
TRAMO	32	PF 1	15.43	2552.60	2553.62	2553.46	2553.90	0.003754	2.59	6.79	7.00	0.82
TRAMO	31	PF 1	15.43	2552.53	2553.39	2553.39	2553.80	0.006616	3.07	5.67	7.00	1.05
TRAMO	30	PF 1	15.43	2549.09	2552.91		2552.96	0.000191	1.08	16.66	8.00	0.20
TRAMO	29	PF 1	15.43	2549.03	2552.91		2552.96	0.000177	1.06	17.16	8.00	0.19
TRAMO	28	PF 1	15.43	2551.40	2552.83		2552.94	0.001029	1.69	10.74	8.00	0.45
TRAMO	27	PF 1	15.43	2551.34	2552.81		2552.92	0.000922	1.64	11.13	8.00	0.43
TRAMO	26	PF 1	15.43	2548.82	2552.87		2552.89	0.000061	0.82	27.26	8.00	0.13
TRAMO	25	PF 1	15.43	2548.76	2552.87		2552.89	0.000058	0.81	27.76	8.00	0.13
TRAMO	24	PF 1	15.43	2548.04	2552.87		2552.89	0.000025	0.59	35.37	8.00	0.09
TRAMO	23	PF 1	15.43	2547.98	2552.87		2552.89	0.000024	0.58	35.87	8.00	0.08
TRAMO	22	PF 1	15.43	2551.07	2552.70		2552.87	0.001262	2.05	9.22	7.00	0.51
TRAMO	21	PF 1	15.43	2551.01	2552.69		2552.84	0.001139	1.98	9.55	7.00	0.49
TRAMO	20	PF 1	15.43	2550.52	2552.74		2552.81	0.000333	1.27	14.72	8.00	0.28
TRAMO	19	PF 1	15.43	2550.46	2552.74		2552.80	0.000304	1.24	15.19	8.00	0.26
TRAMO	18	PF 1	15.43	2550.15	2552.66		2552.78	0.000592	1.86	11.53	6.73	0.38
TRAMO	17	PF 1	15.43	2550.09	2552.65		2552.77	0.000542	1.81	11.91	6.80	0.36
TRAMO	16	PF 1	15.43	2549.82	2552.70		2552.74	0.000185	1.10	18.13	8.00	0.21
TRAMO	15	PF 1	15.43	2549.76	2552.70		2552.74	0.000171	1.08	18.61	8.00	0.21
TRAMO	14	PF 1	15.43	2550.30	2552.67		2552.73	0.000296	1.26	15.38	7.30	0.26
TRAMO	13	PF 1	15.43	2550.24	2552.67		2552.73	0.000273	1.23	15.81	7.30	0.25
TRAMO	12	PF 1	15.43	2550.36	2552.61		2552.71	0.000816	1.51	11.31	7.50	0.39
TRAMO	11	PF 1	15.43	2550.30	2552.60		2552.70	0.000738	1.47	11.71	7.50	0.37
TRAMO	10	PF 1	15.43	2549.82	2552.60		2552.68	0.000476	1.47	13.08	8.00	0.30
TRAMO	9	PF 1	15.43	2549.76	2552.59		2552.67	0.000430	1.42	13.55	8.00	0.29
TRAMO	8	PF 1	15.43	2549.82	2552.58		2552.66	0.000445	1.38	13.19	8.00	0.29
TRAMO	7	PF 1	15.43	2549.76	2552.57		2552.65	0.000403	1.33	13.66	8.00	0.28
TRAMO	6	PF 1	15.43	2550.68	2552.51		2552.64	0.000822	1.64	10.68	8.00	0.41
TRAMO	5	PF 1	15.43	2550.62	2552.50		2552.62	0.000727	1.58	11.13	8.00	0.39
TRAMO	4	PF 1	15.43	2550.58	2552.50		2552.60	0.000572	1.53	12.06	8.00	0.35
TRAMO	3	PF 1	15.43	2550.52	2552.49		2552.59	0.000514	1.48	12.52	8.00	0.34
TRAMO	2	PF 1	15.43	2550.61	2552.16		2552.54	0.003229	3.16	6.36	6.24	0.81
TRAMO	1	PF 1	15.43	2550.55	2552.09	2551.96	2552.47	0.003235	3.16	6.35	6.24	0.81

SE OBSERVAN LAS SECCIONES DEL TRAMO TRABAJADO

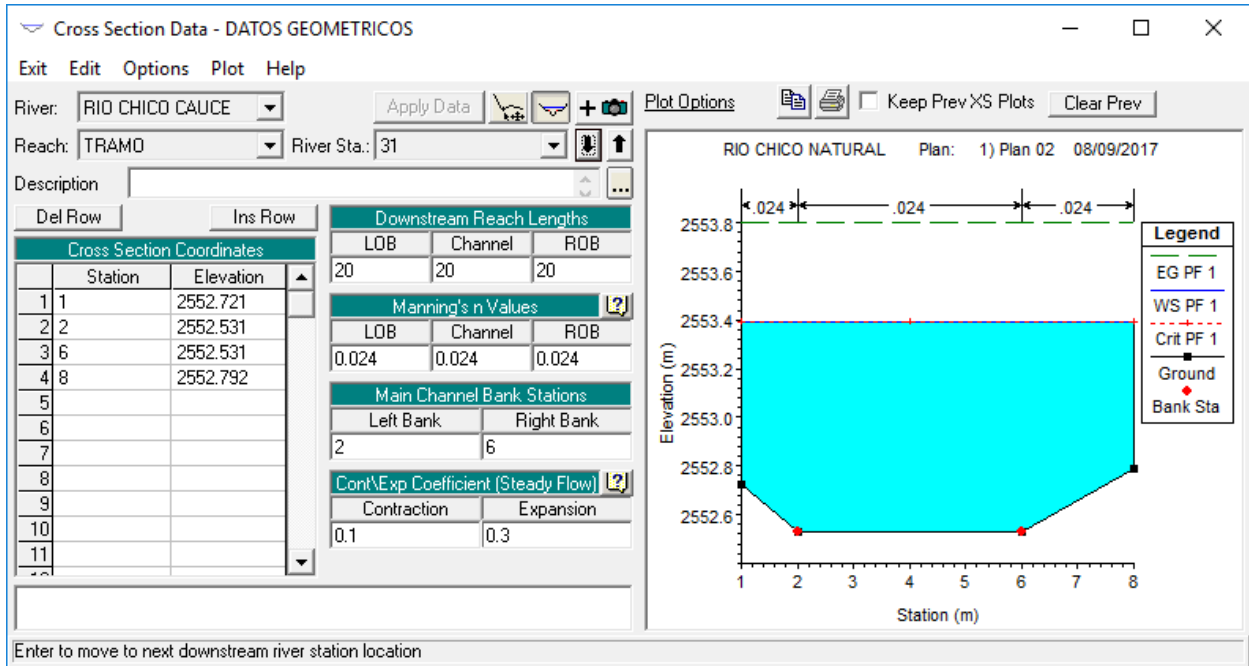
SECCION 33



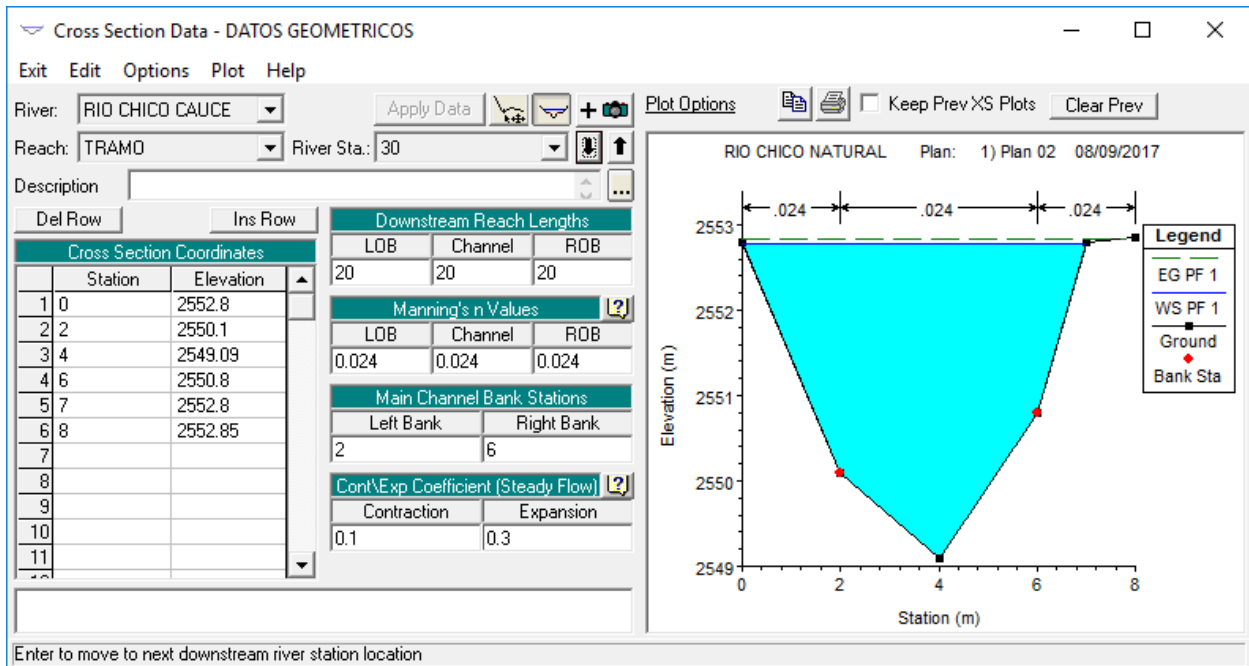
## SECCION 32



## SECCION 31

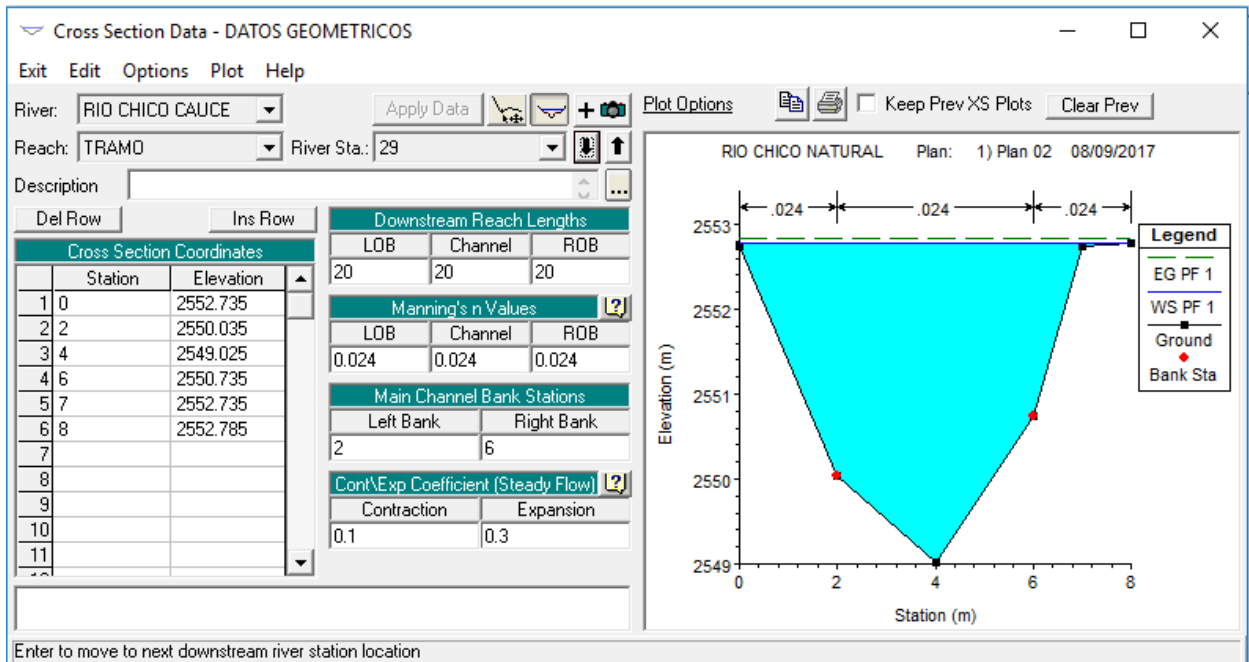


SECCION 30

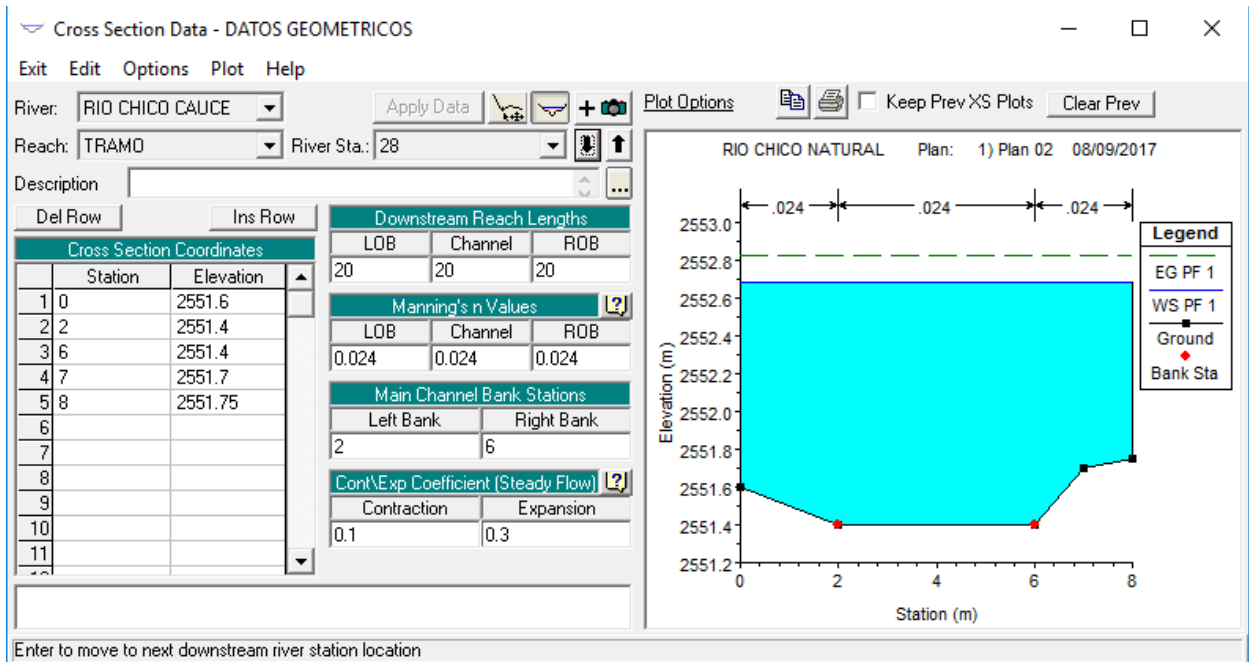


SECCION 29

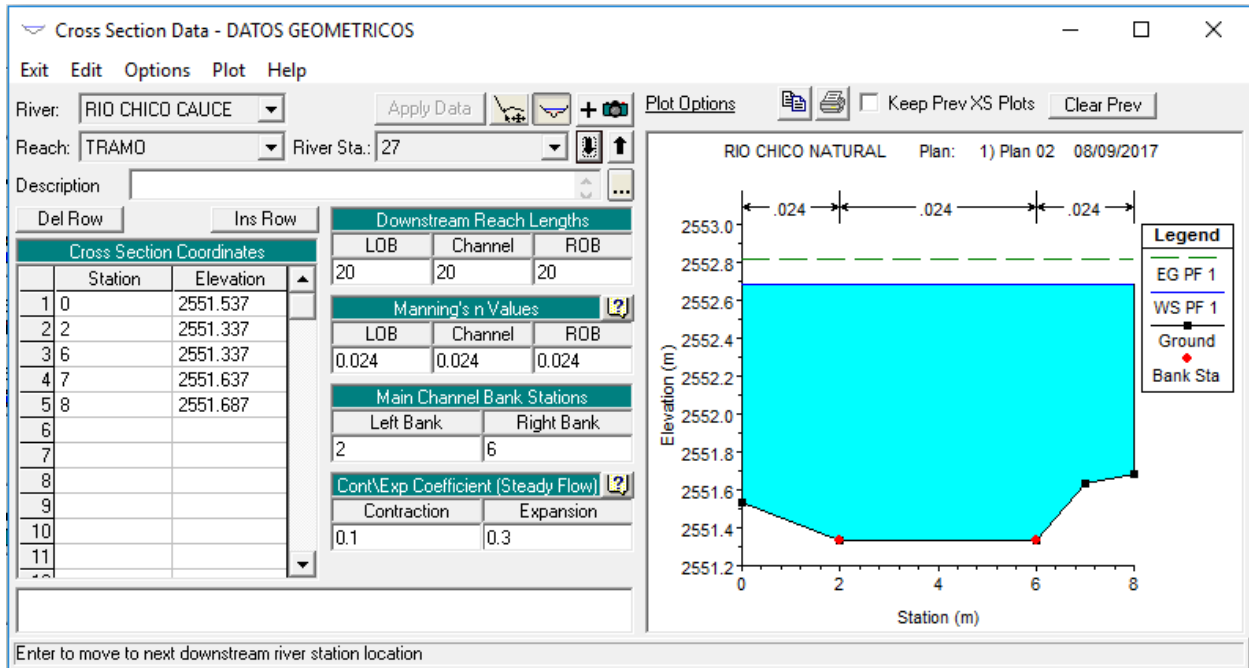




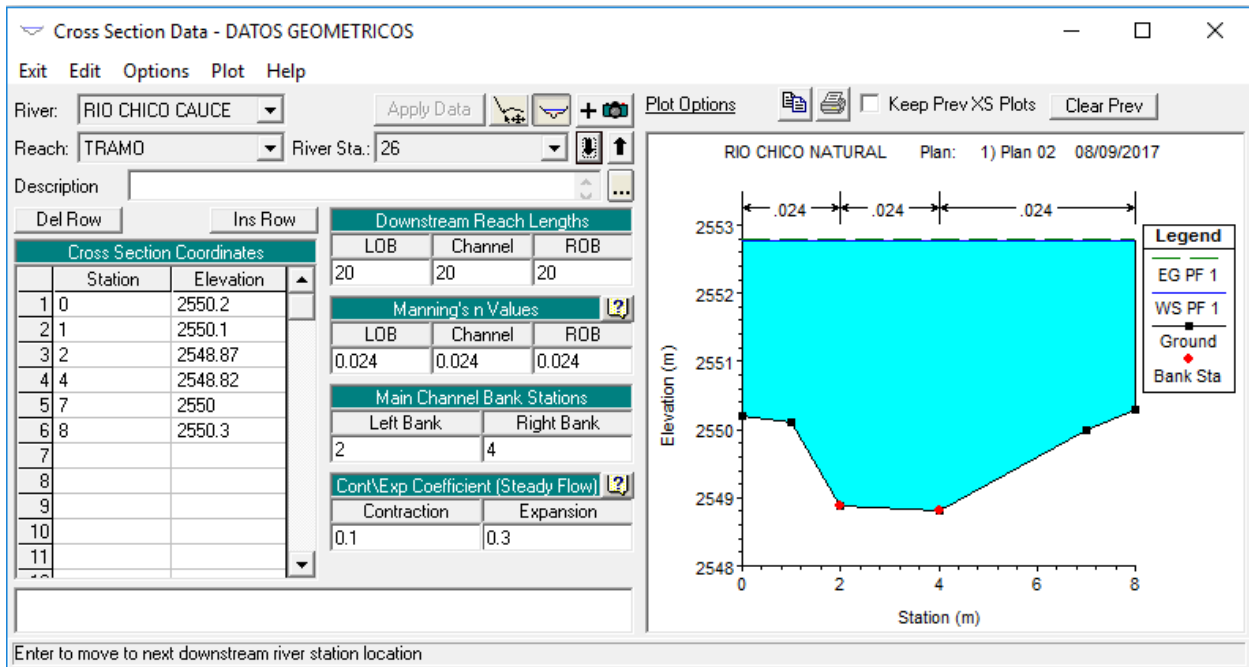
SECCION 28



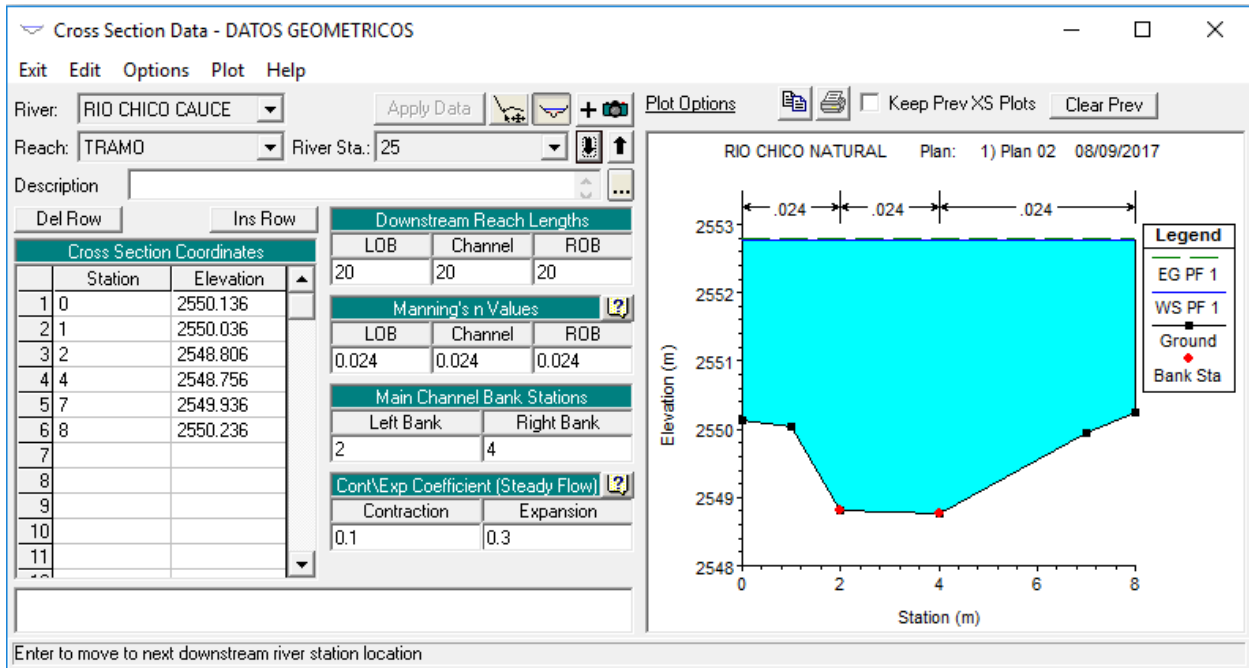
SECCION 27



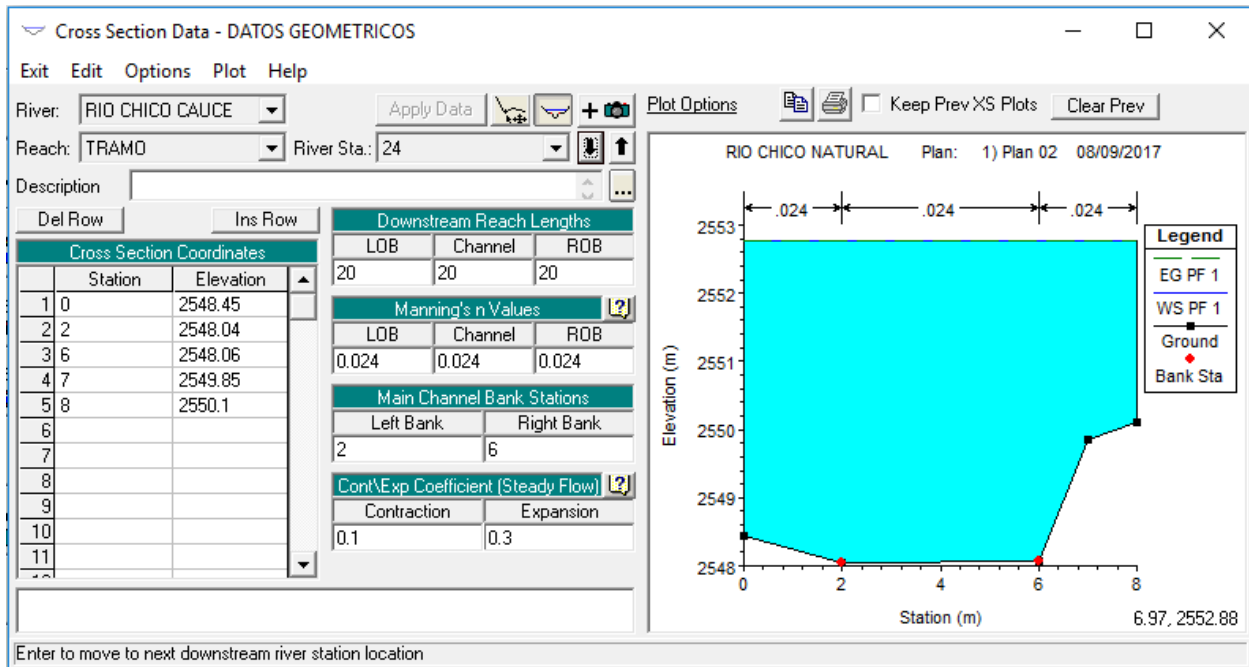
SECCION 26



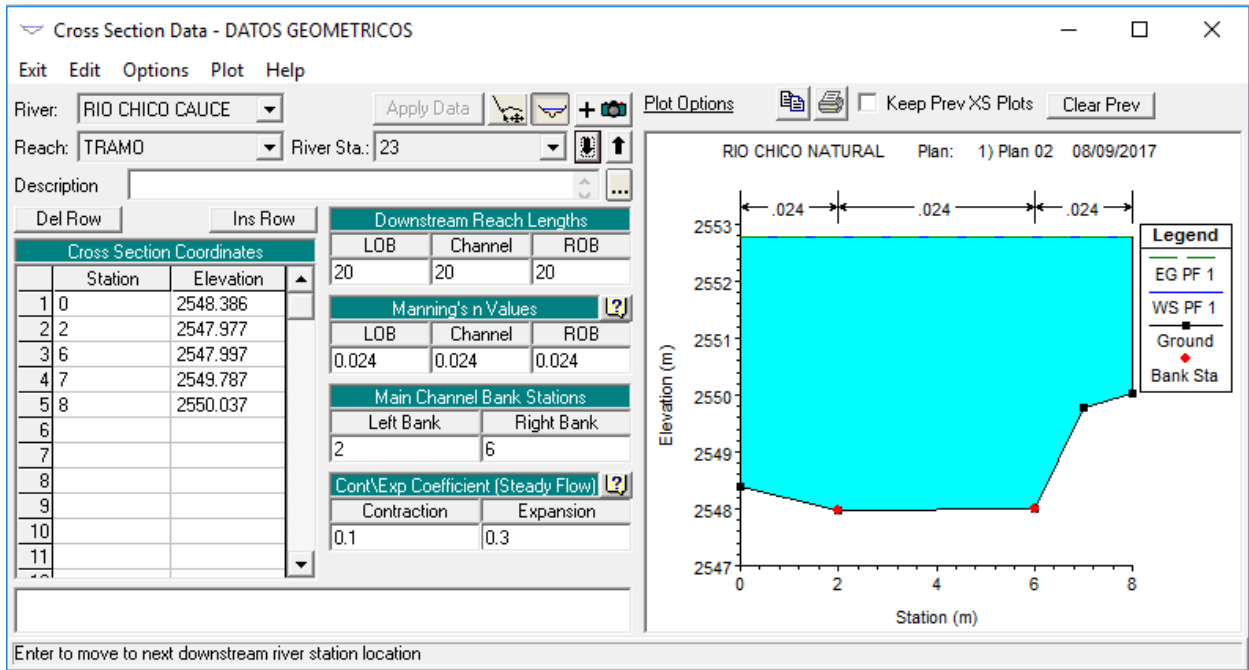
SECCION 25



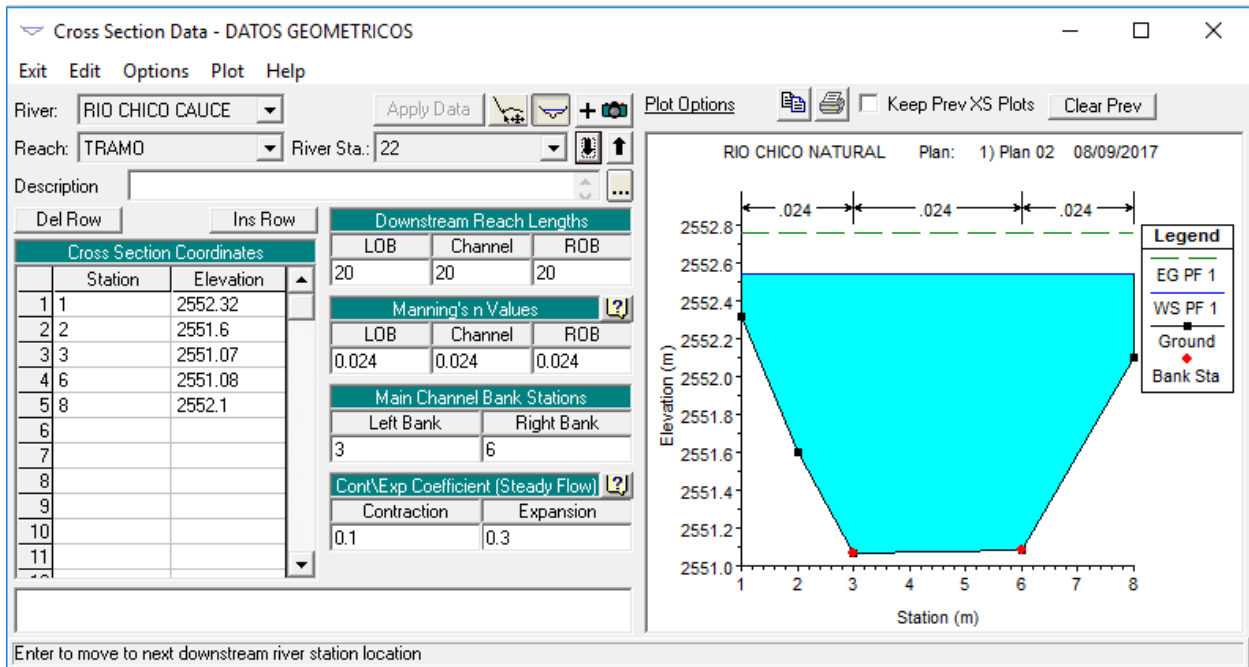
SECCION 24



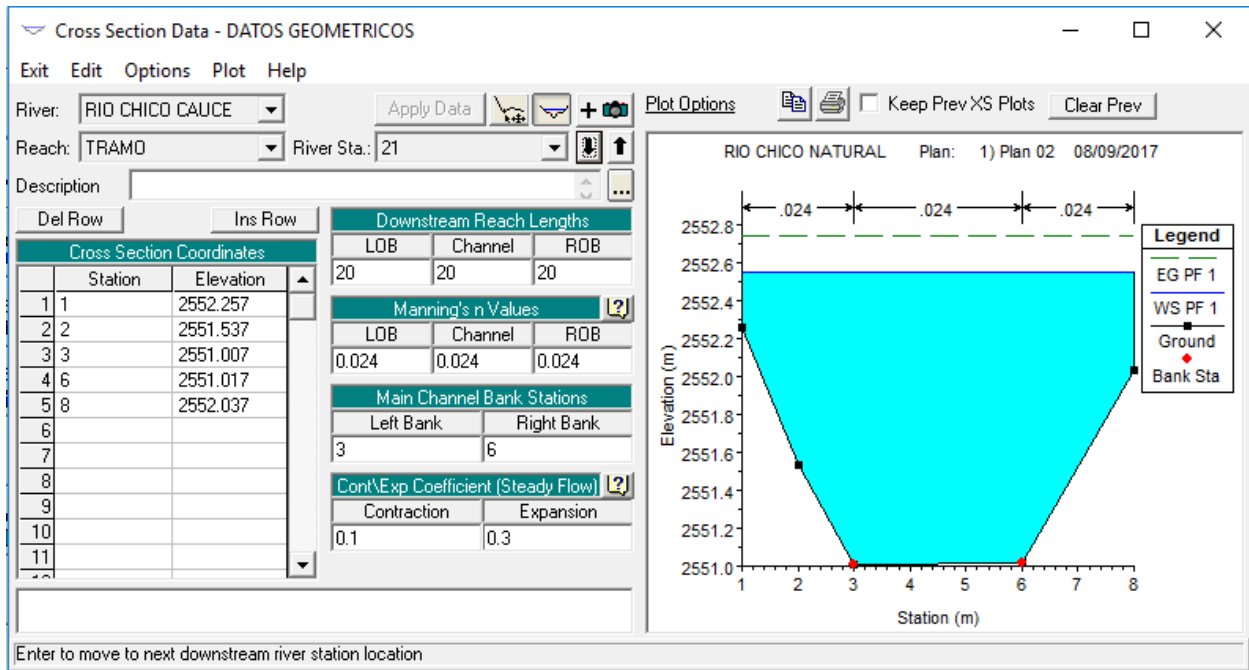
SECCION 23



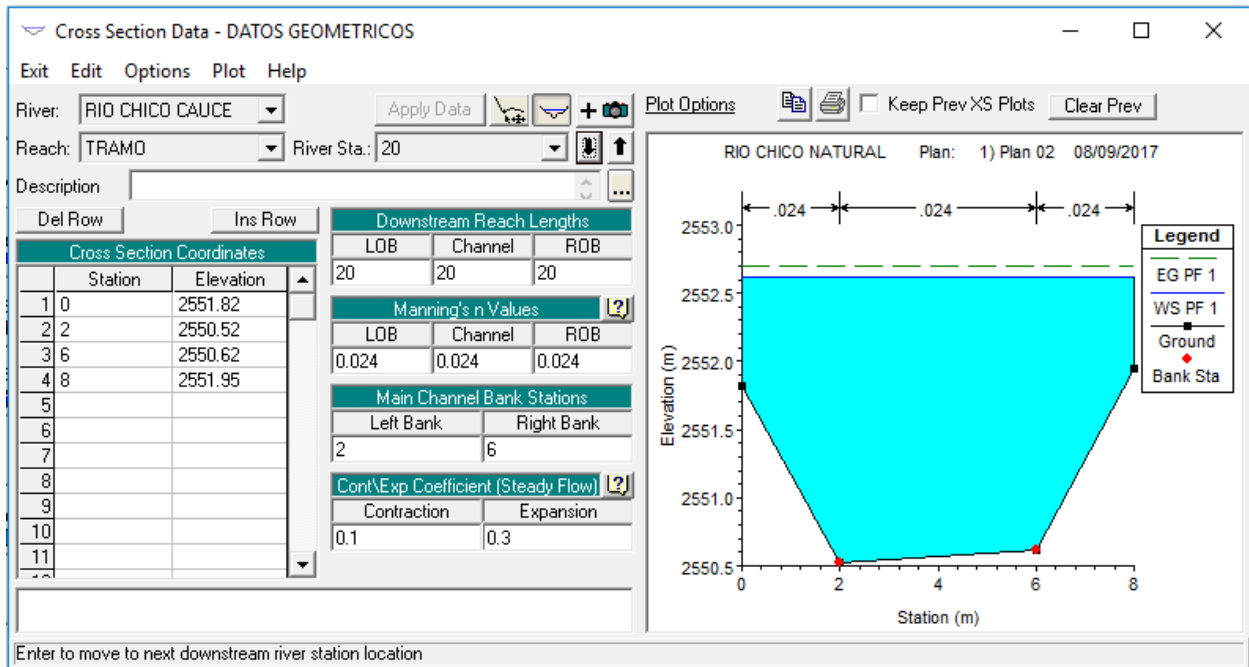
SECCION 22



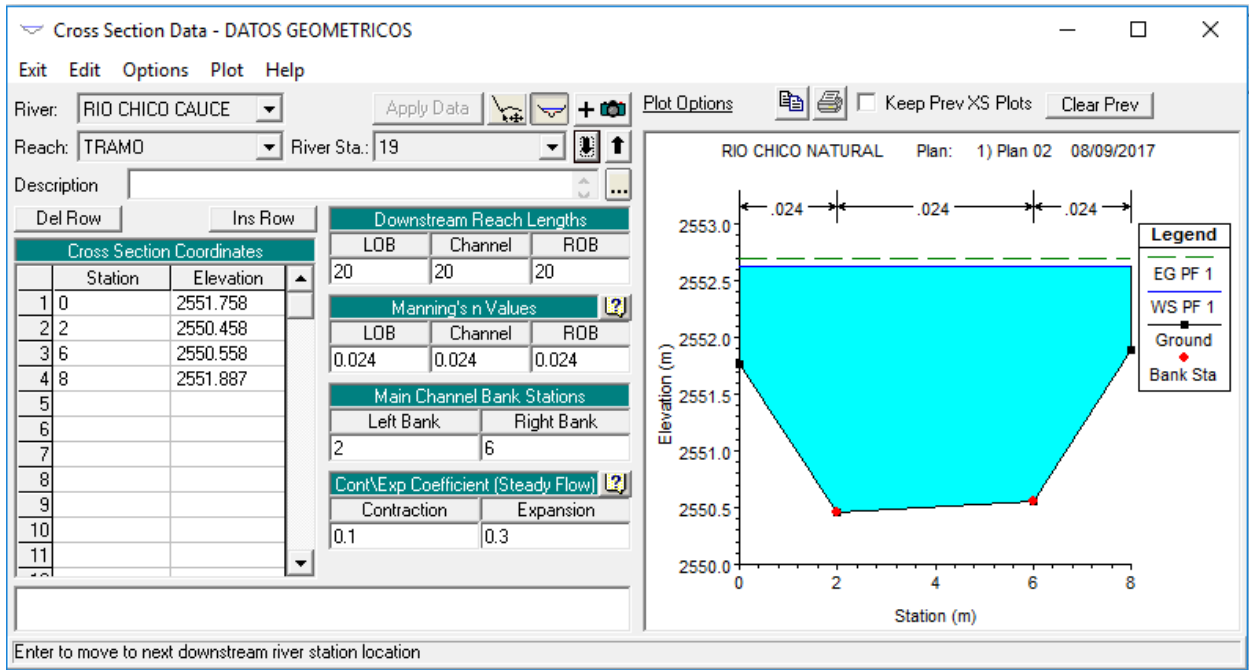
SECCION 21



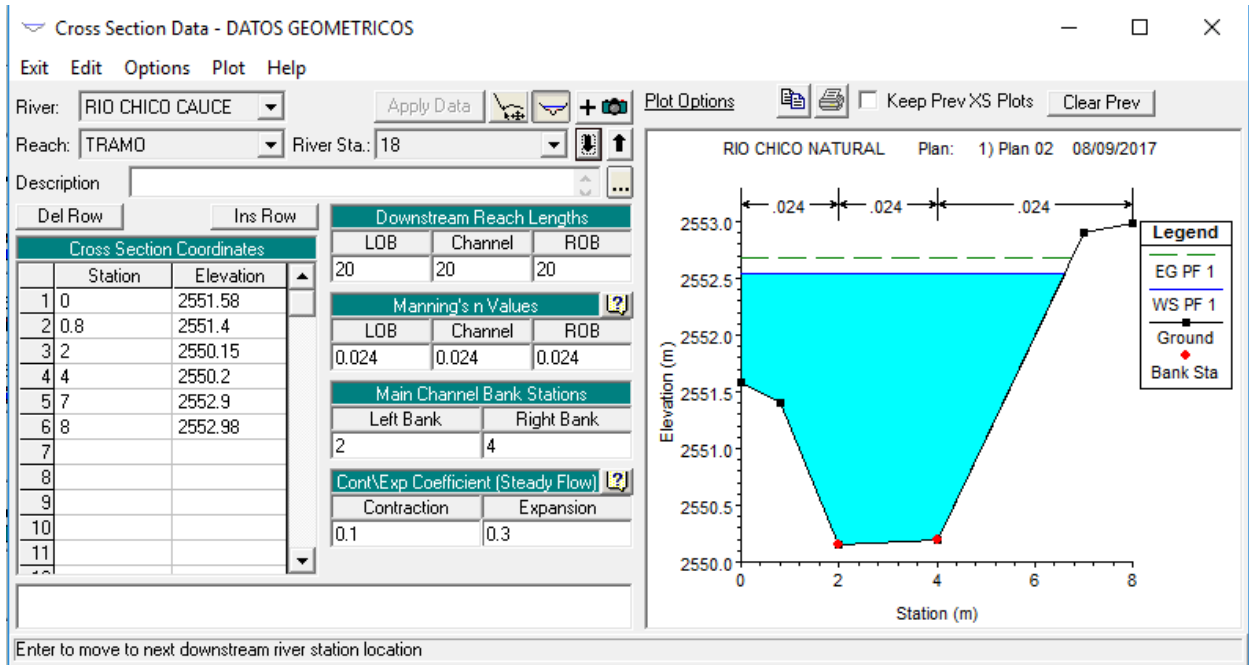
SECCION 20



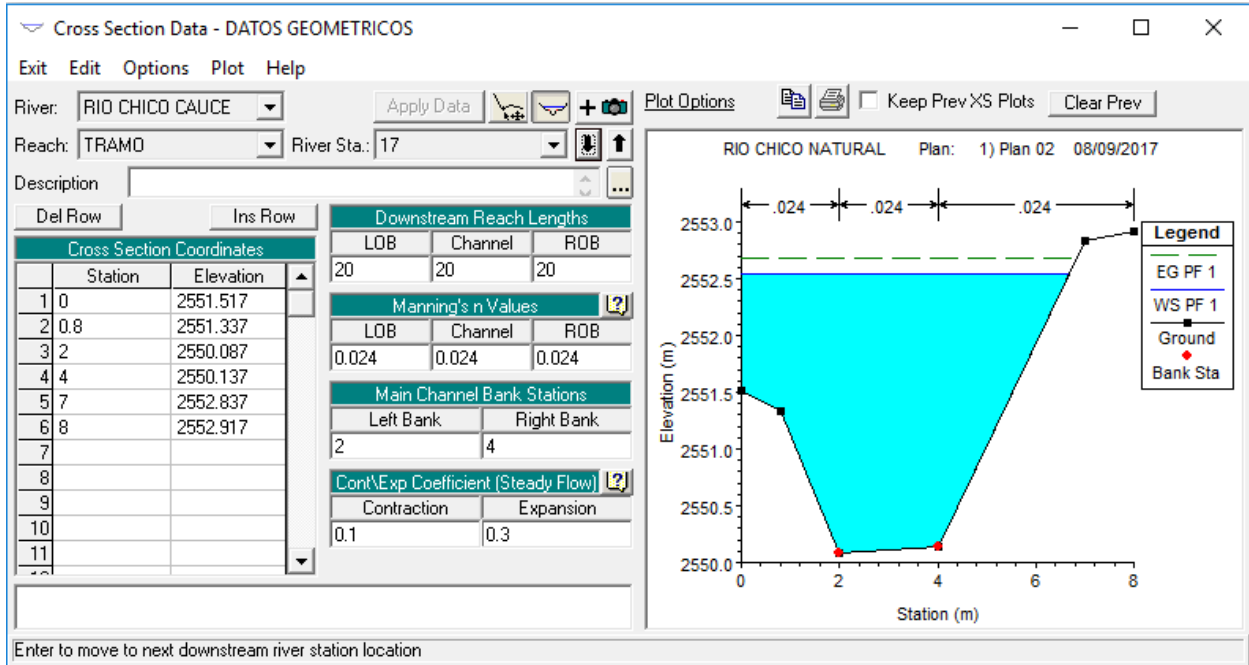
SECCION 19



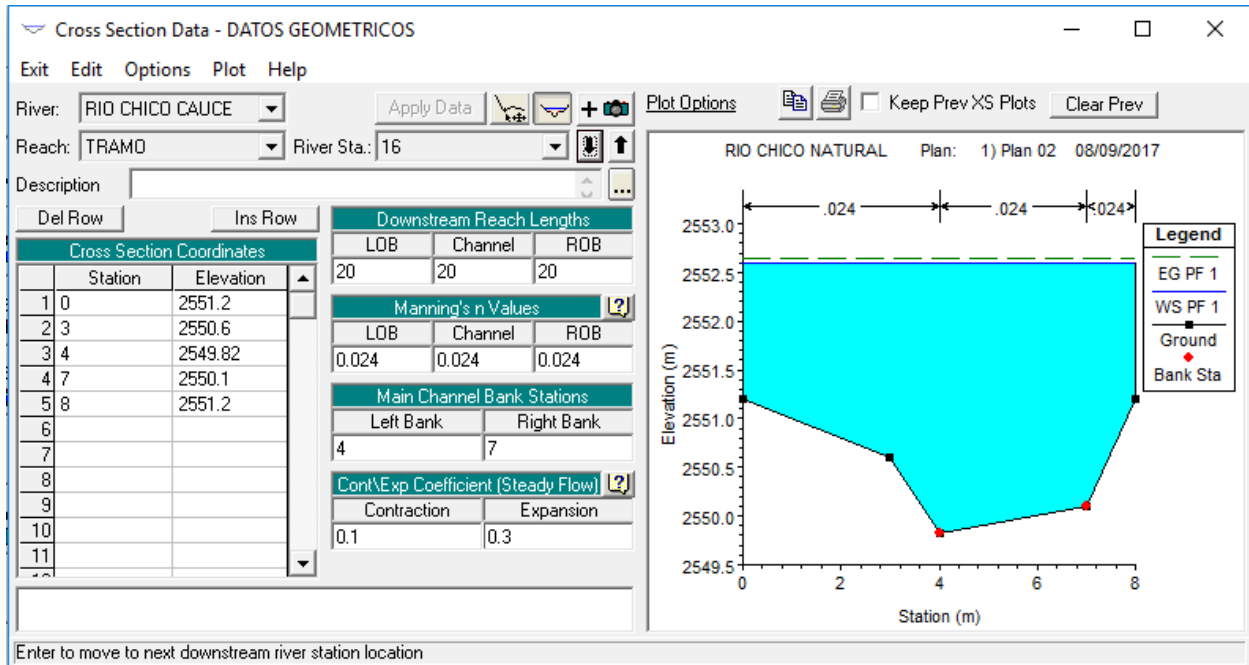
SECCION 18



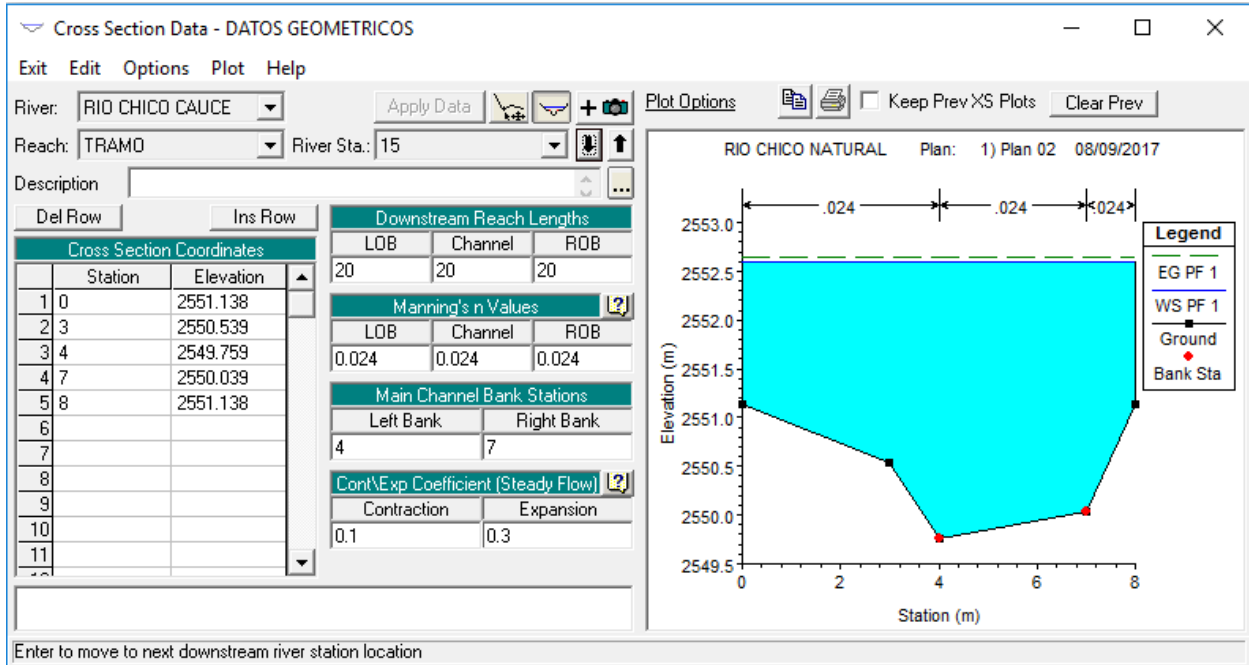
SECCION 17



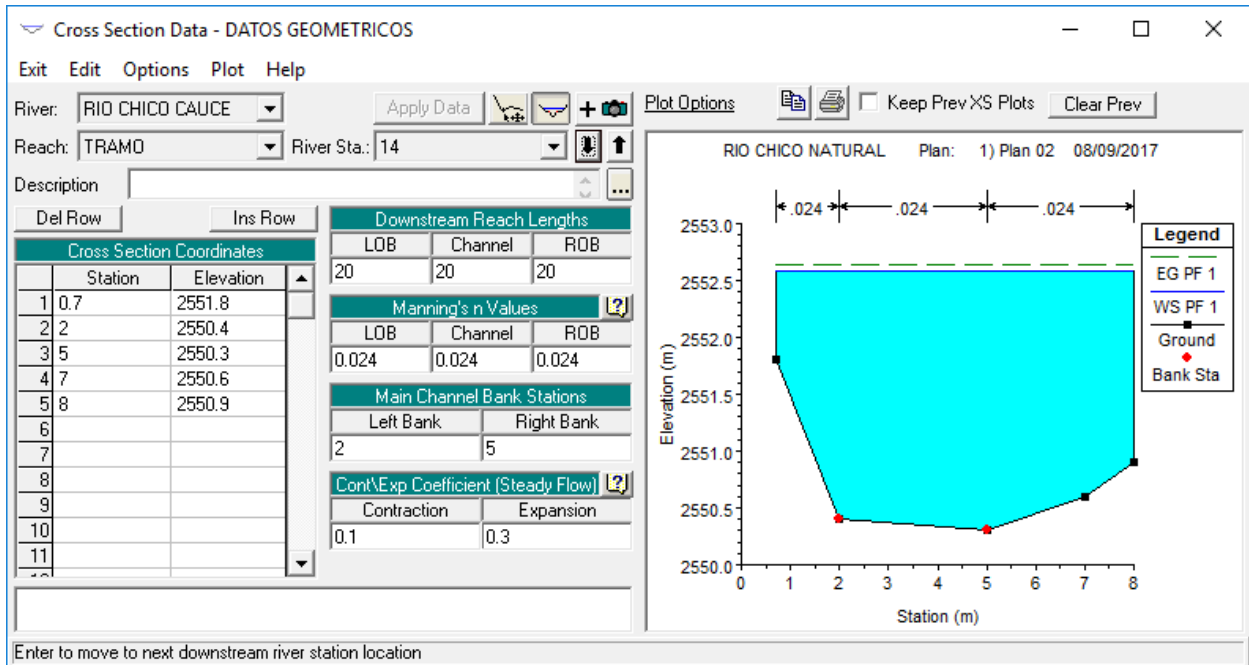
SECCION 16



SECCION 15

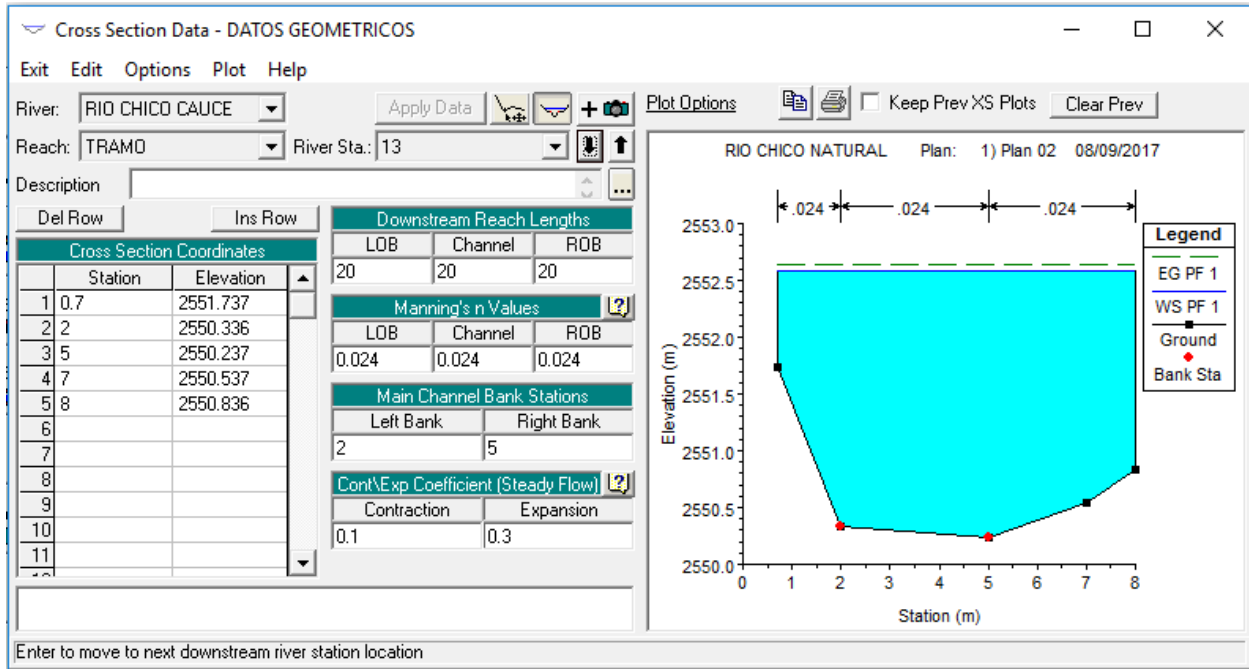


SECCION 14

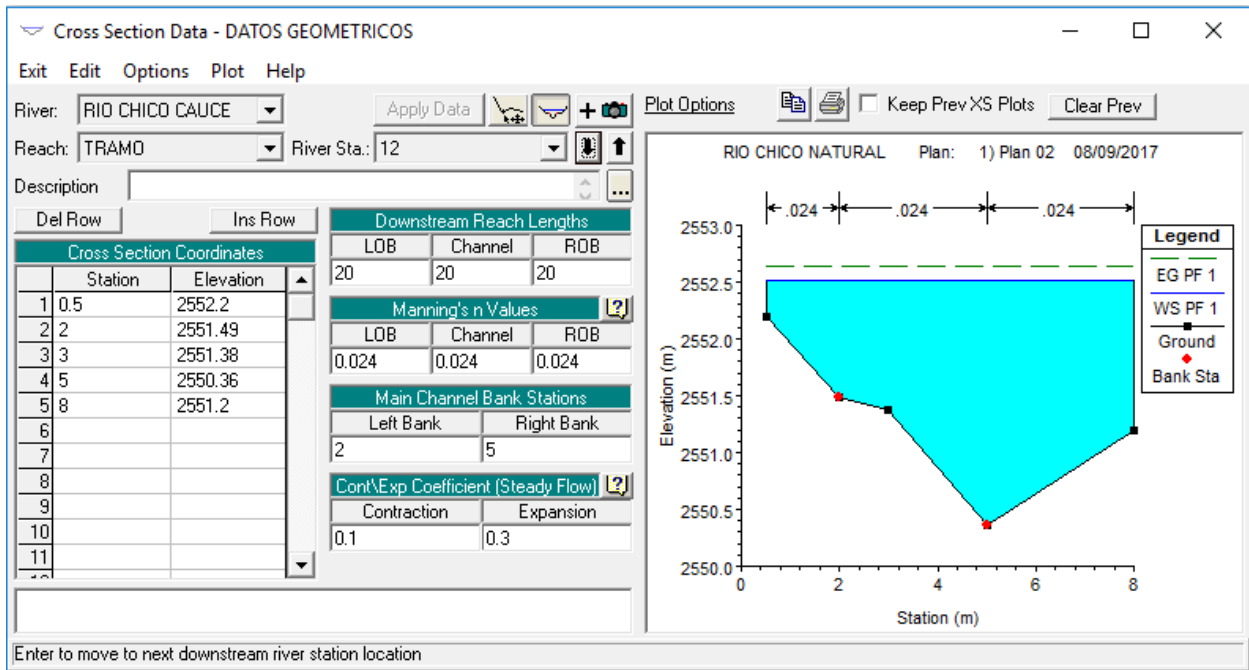


SECCION 13

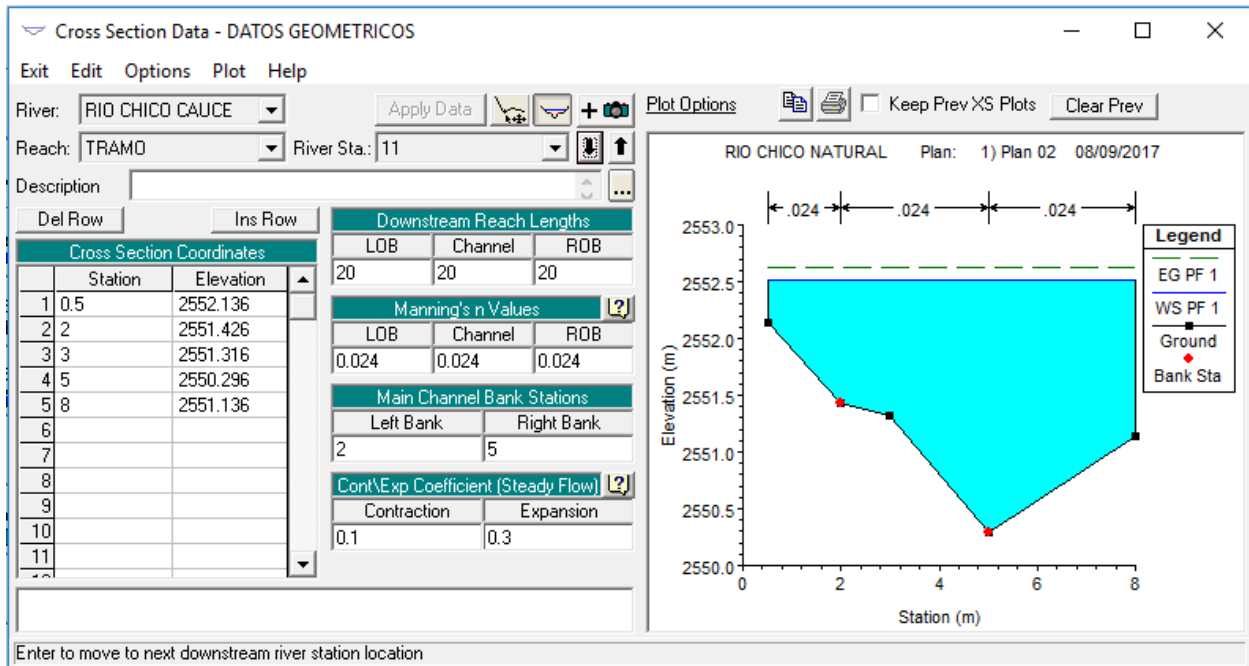




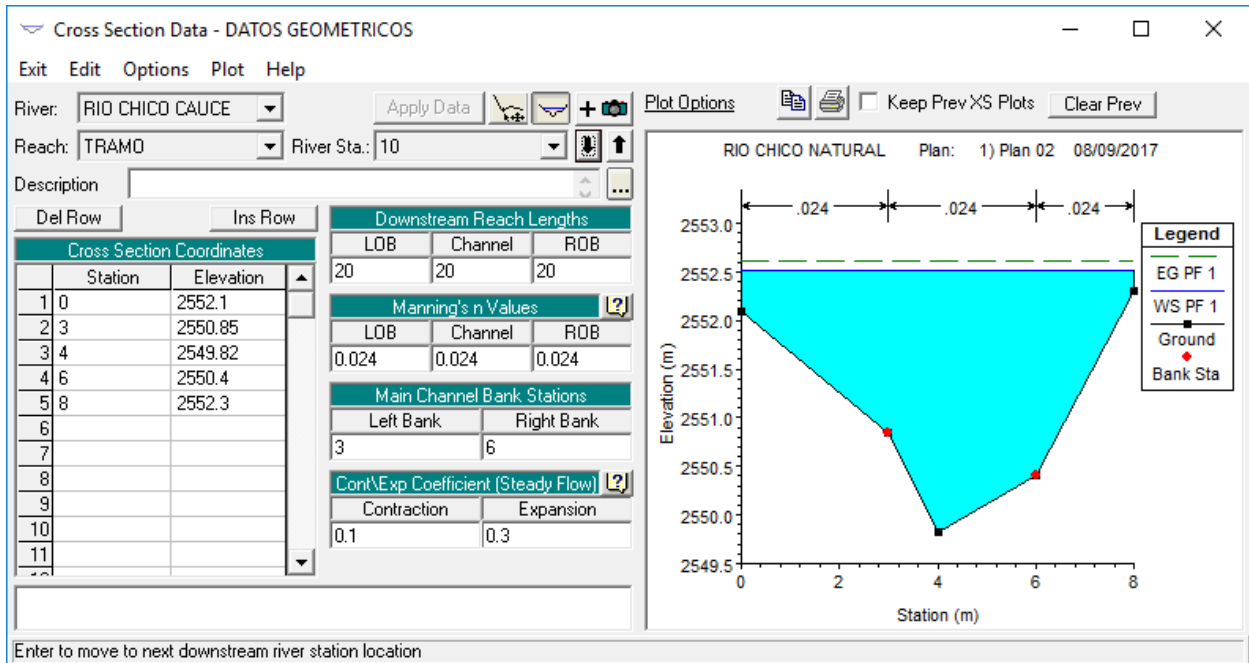
SECCION 12



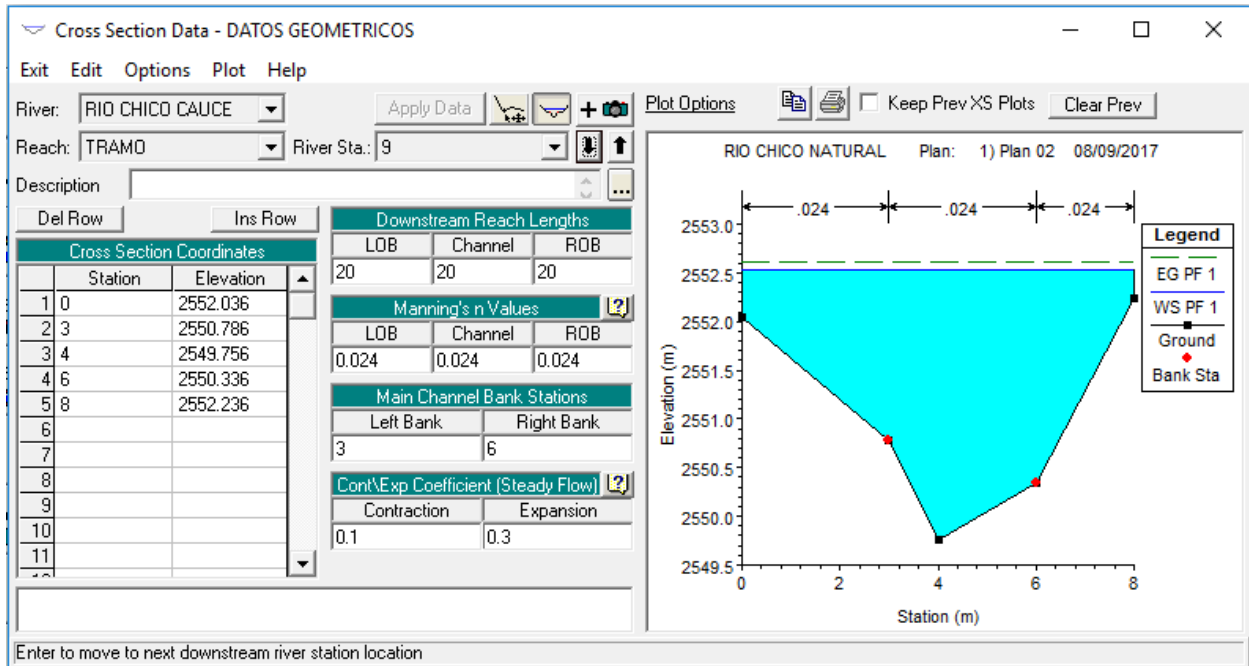
SECCION 11



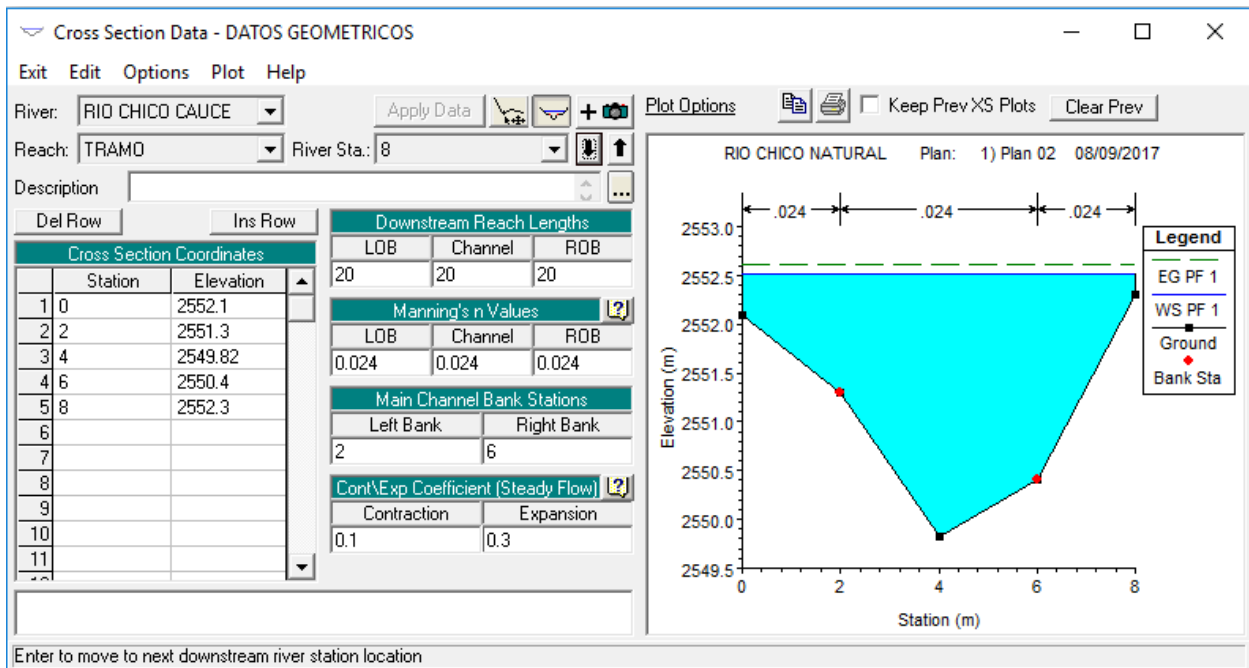
SECCION 10



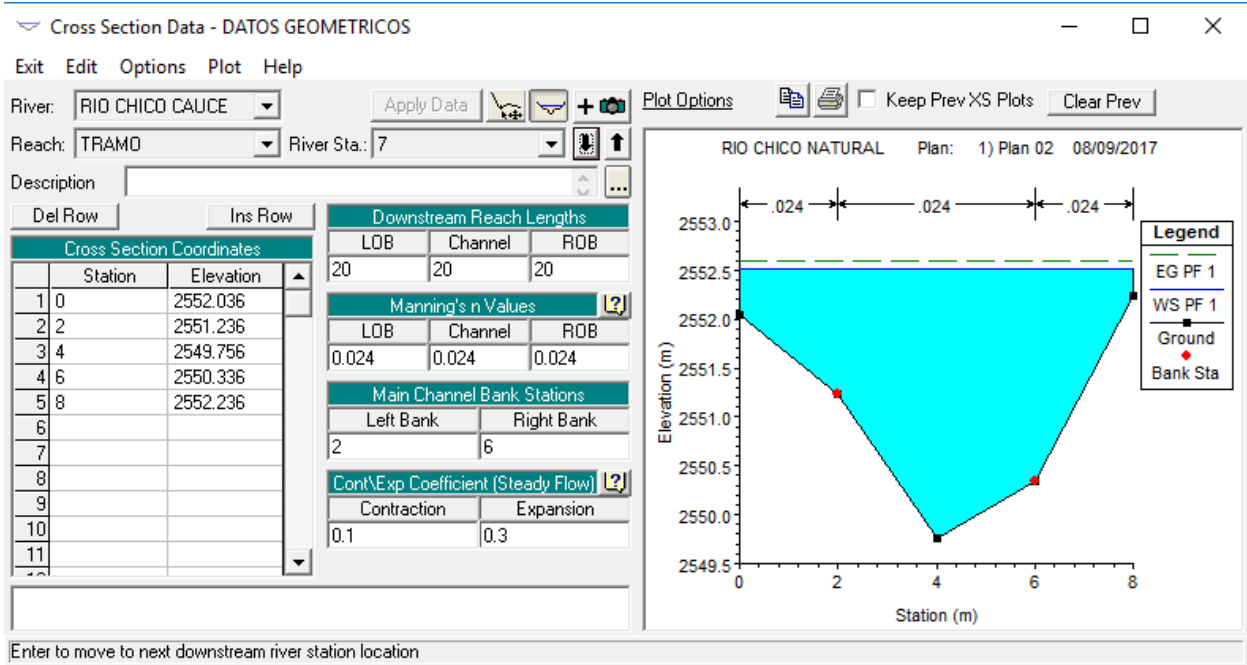
SECCION 09



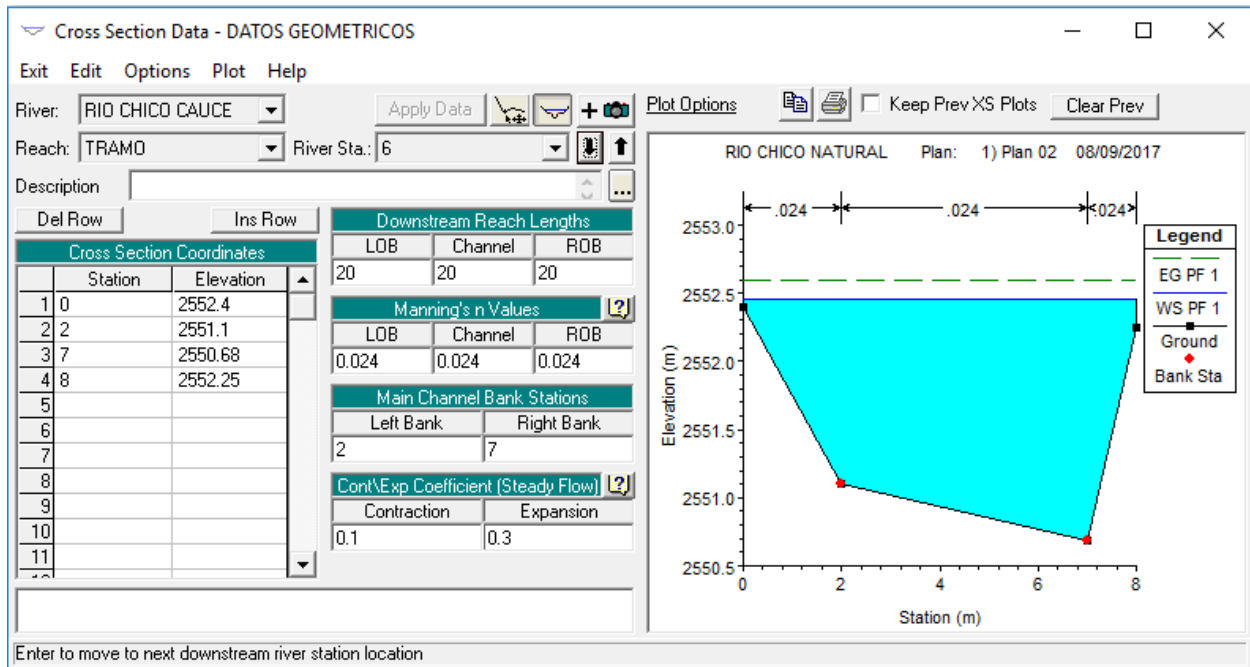
SECCION 08



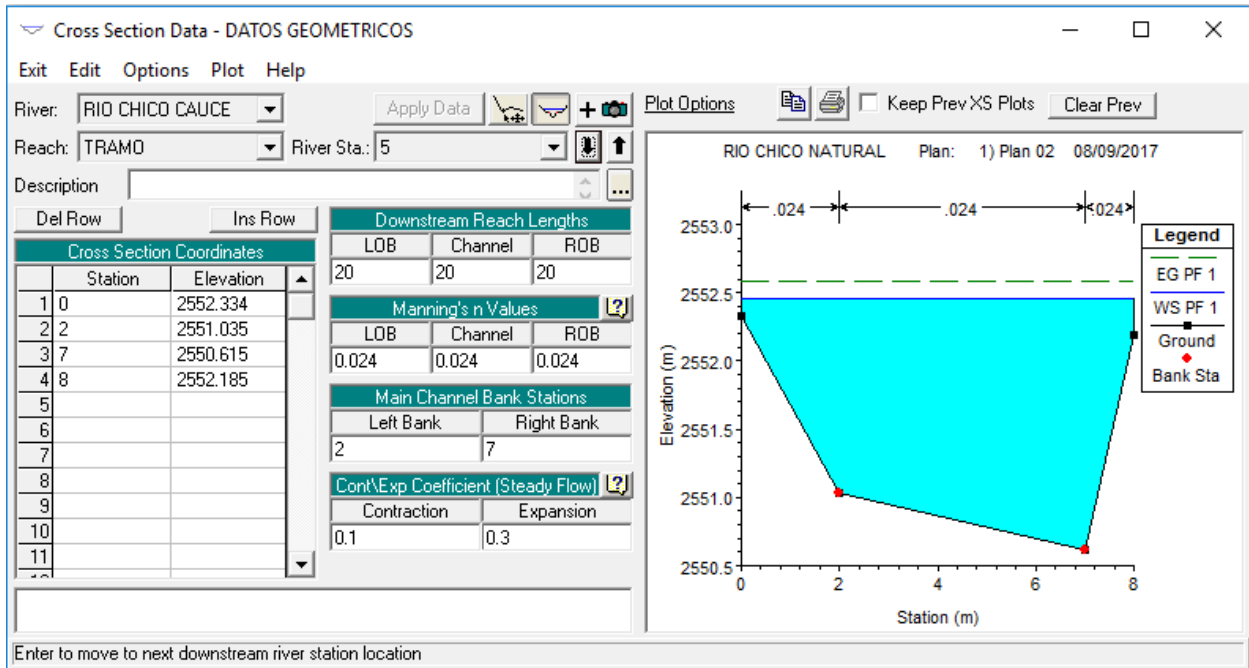
SECCION 07



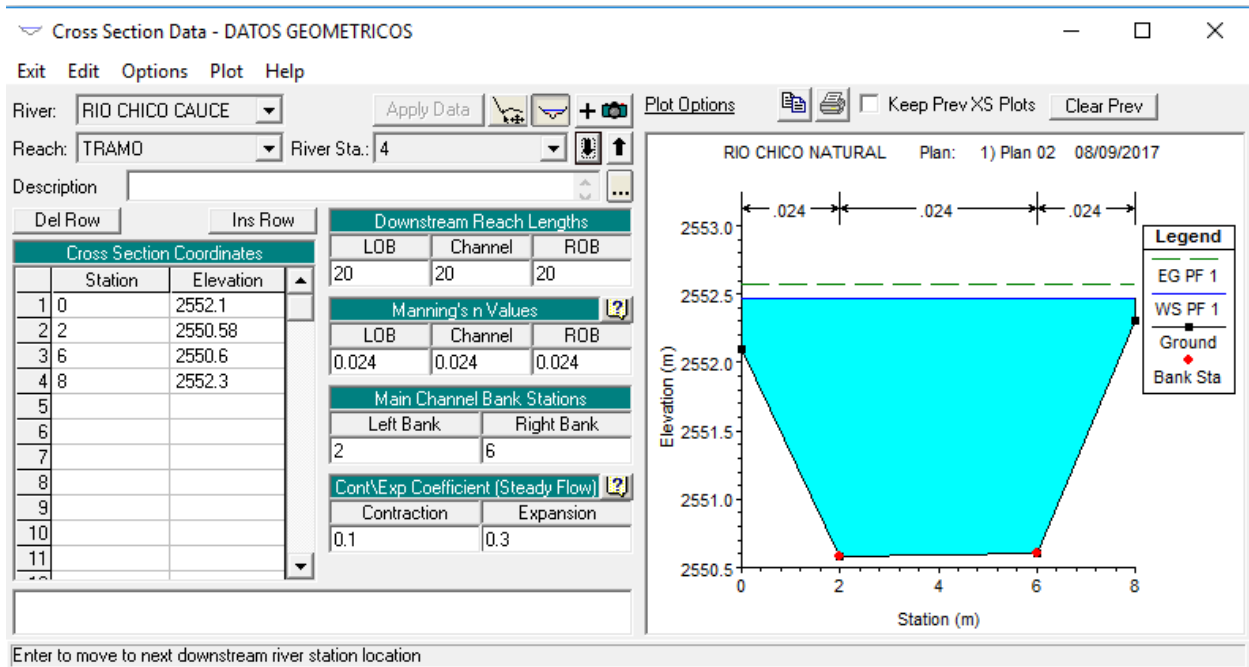
SECCION 06



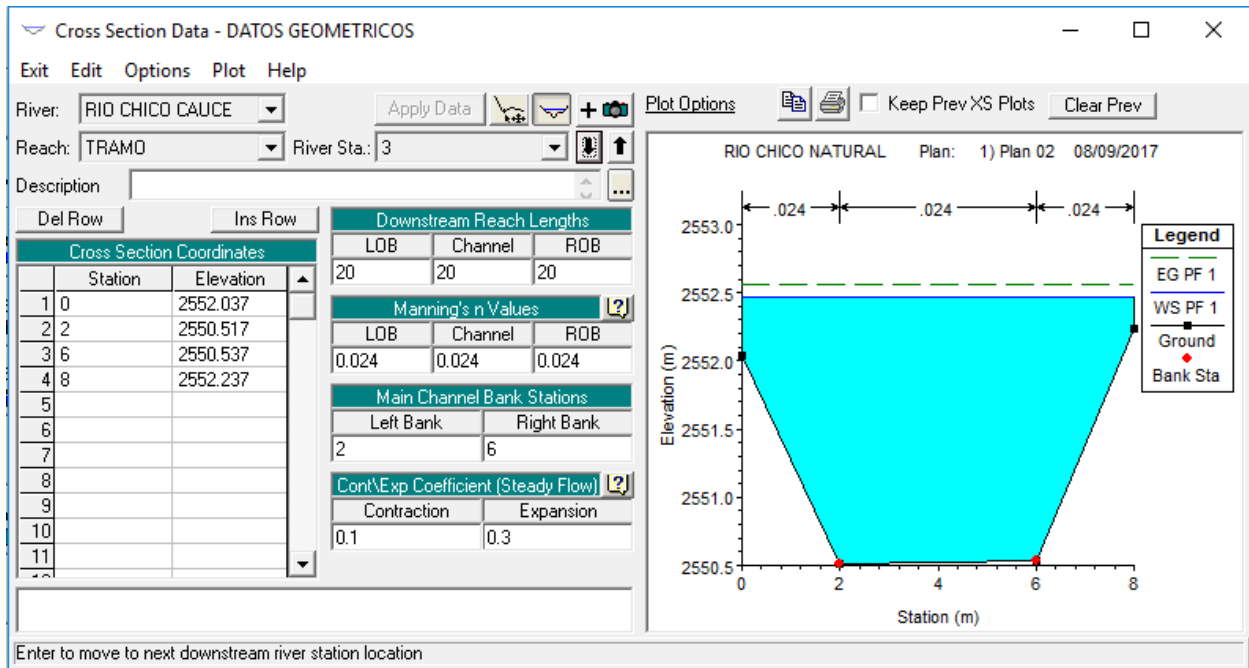
SECCION 05



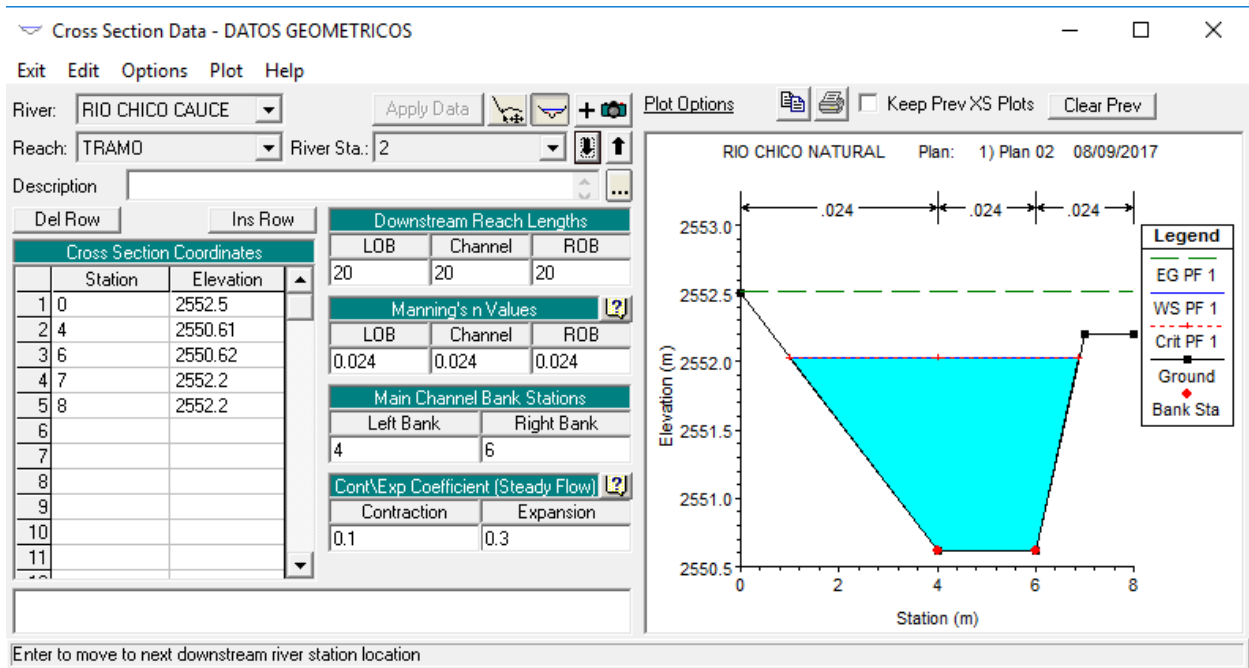
SECCION 04



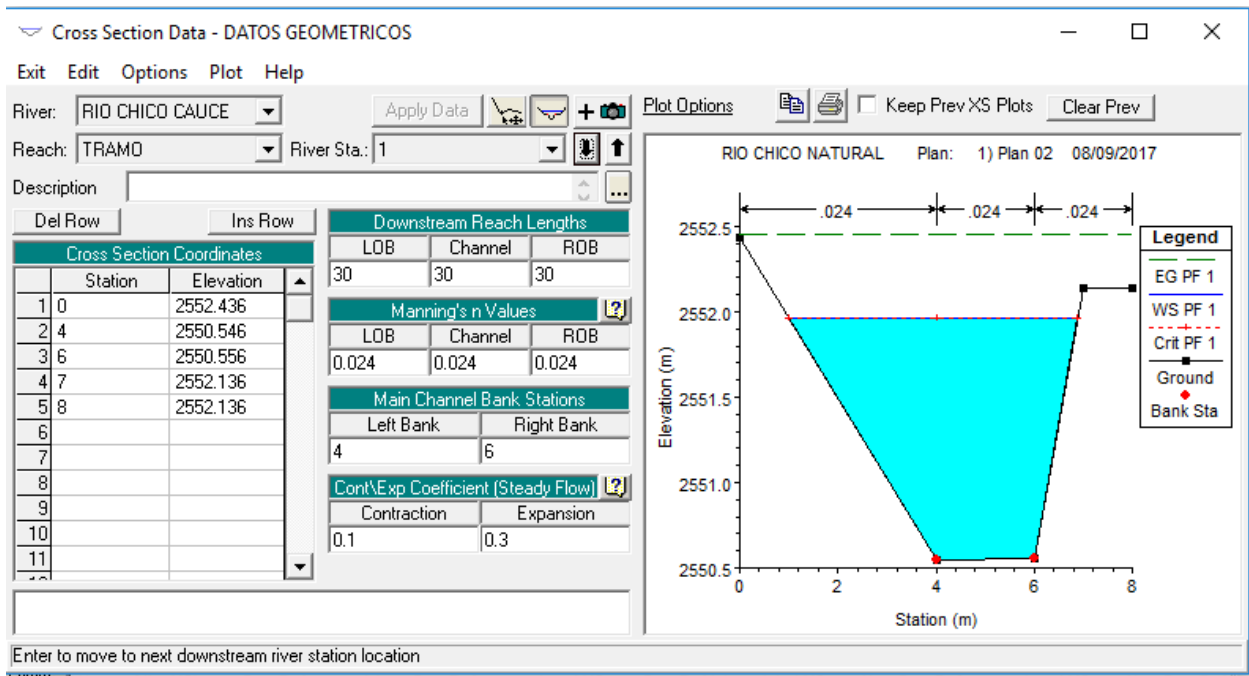
SECCION 03



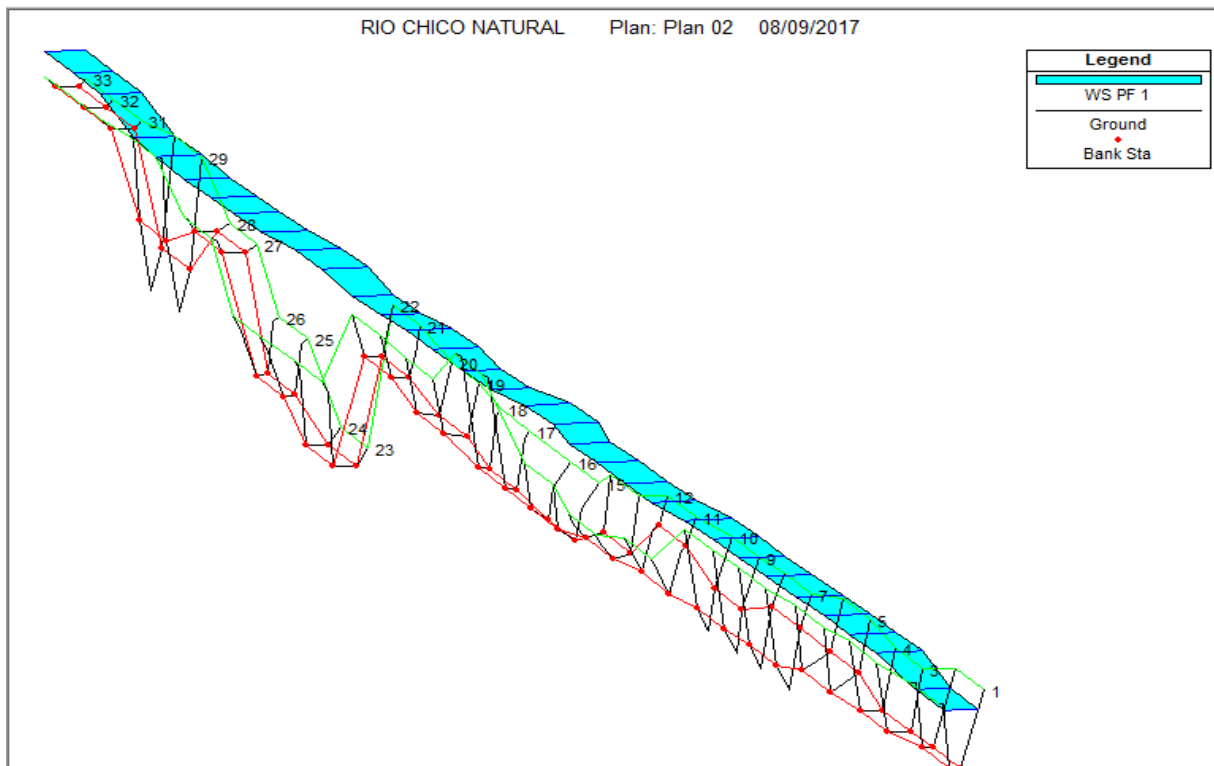
## SECCION 02



## SECCION 01



## PLAN SIN ENCAUSAMIENTO



## DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCION DE LADERA

En la presente tesis, la estructura más importante que se ha proyectado es el muro de contención, para soportar los rellenos que se vayan a proyectar en las diferentes secciones, y para evitar posibles deslizamientos de sus taludes, en épocas de lluvias de acuerdo al estudio efectuado y con la nueva arquitectura (o distribución) de los tramos, el muro va a tener una altura variable de 2.40 m y 2.80 m. en cada sección con una altura promedio de 2.60 m.

También debemos mencionar que los muros de contención son estructuras que proporcionan soporte lateral a una masa de suelo y deben su estabilidad principalmente a su propio peso y al peso del suelo que están situado directamente arriba de su base, al analizar su estabilidad es necesario analizar las posibles fallas que puedan tener, siendo las más comunes.

- Por volteo.
- Por deslizamiento.
- Por falla del terreno de cimentación.
- Por erosión del terreno de cimentación.
- Erosión del propio muro. La mejor forma de evitarlo se realiza una buena construcción, utilizando materiales de buena calidad.

Para esto se ha diseñado muros de gravedad de concreto ciclópeo, el cual debe su estabilidad completamente al peso del concreto y del suelo que se apoya sobre ellos, solo llevan refuerzo de acero una cantidad nominal cerca de donde van expuestos, para evitar el agrietamiento por los cambios de temperatura.

## **DISEÑO DEL MURO DE CONTENCION**

Datos:

$H = 2.60 \text{ m}$

$S/C = 0.50 \text{ Tn/m}^2$  (estimada)

Angulo de rozamiento:

$\delta = 30^\circ$  (asumido)

Peso específico del material:

$W = 1.7 \text{ Tn/m}^3$ ;  $C = 2.2 \text{ Tn/m}^3$ .

Fricción interna del material:

$\varphi = 35^\circ$

Coefficiente de fricción entre el suelo y el material:

$fr = 0.50$



Resistencia de la compresión del terreno:

$$\sigma = 1.00 \text{ kg/cm}^2 \text{ (asumido)}$$

### **PREDIMENSIONAMIENTO**

- Espesor de la base (t) se toma:  $h/8$  a  $h/6$ ,  $t = h/6 = 2.60 / 6 = 0.43$  m; optamos por  $t = 0.50$  m.
- Ancho de coronación (a): se toma  $a = h/12$ ,  $a = 2.60/12 = 0.217$ m, optamos  $a = 0.30$ m.
- Ancho de la base de cimentación (B): se toma de  $0.50h$  a  $0.75h$ ,  $B = 0.50 H = 0.5*3.10 = 1.55$  m, como existe sobre cargas optamos por  $B = 1.50$  m.
- Dimensión de la punta y del talón: se toma (D,D1): se toma de  $t/2$  a  $t$ ,  $D = D1 = t = 0.30$ m.

### **VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD**

Calculo del empuje activo.

$$Ea = \frac{(h + 2h')}{2}; h' = \text{altura originada por la sobrecarga, donde:}$$

$$h' = (S/C)/W = (0.50 \text{ Tn/m}^2) / 1.70 \text{ Tn/m}^3 = 0.294 \text{ m}$$

Calculo de coeficiente activo (C) del material:

$$C = \cos \delta \left[ \frac{\cos \delta - \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}}{\cos \delta + \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \theta}} \right]$$

$$C = \cos 30 \left[ \frac{\cos 30 - \sqrt{\cos^2 30 - \cos^2 35}}{\cos 30 + \sqrt{\cos^2 30 - \cos^2 35}} \right]$$

$$C = 0.44$$

Calculo del coeficiente de empuje pasivo del suelo.

$$Cp = 1/C = 1/0.44$$

$$C_p = 2.273$$

Reemplazando tenemos:

$$E_a = \frac{0.44 * 1.7 * 2.00}{2} * (2.00 + 2 * 0.294)$$

$$E_a = 1.936 \text{ Tn}$$

El brazo de palanca se encuentra a:

$$Y = \frac{h(h + 3h')}{3(h + 2h')}$$

$$Y = \frac{2.00 * (2.00 + 3 * 0.294)}{3 * (2.00 + 2 * 0.294)}$$

$$Y = 0.742 \text{ m.}$$

Calculo del momento de volteo (Mv)

$$M_v = E_{Ha} * Y; E_{Ha} = E_a \cos 30; 1.936 * 0.866025 = 1.677 \text{ Tn.}$$

$$M_v = 1.677 * 0.742$$

$$M_v = 1.2441 \text{ Tn-m}$$

Calculo de los momentos respecto al punto b.

Cargas y Fuerzas Verticales	W (Tn)	X (m)	MB (Tn-m)
W1 = 0.30*2.00*1.00*2.20	1.32	1.05	1.386
W2 = [(0.60*2.00)/2]*1.00*2.20	1.32	0.70	0.924
W3 = 1.50*0.45*1.00*2.20	1.485	0.75	0.99
T1 = [(0.30*0.1732)/2]*1.00*1.70	0.044	1.40	0.062

$T2 = 0.30 \cdot 2.00 \cdot 1.0 \cdot 1.70$	1.02	1.35	1.377
---	------	------	-------

Suma  $F_v = 5.189 \text{ Tn}$

Suma  $M_b = 4.739 \text{ T-m}$

Coefficiente de seguridad por volteo está dado por:

$$C.S.V = \frac{M_e}{M_v} = \frac{\sum M_b}{M_v} \text{ y c.s.v.} > 2$$

$$C.S.V = \frac{4.739}{1.2441}$$

$C.S.V = 3.81$ ;  $C.S.V = 3.81 > 2$ , entonces si cumple.

El coeficiente de seguridad por deslizamiento está dado por:

$$C.S.D. = \frac{\sum F_v(f)}{E H a} \quad C.S.D. \geq 1.25$$

$$C.S.D. = \frac{5.189 \cdot 0.5}{1.677}$$

$C.S.D = 1.55$ ;  $C.S.D. \geq 1.25$  entonces si cumple.

Calculo de presiones sobre el terreno de fundación:

$$d_{\max} = \frac{0.01 \cdot \sum F_v}{B} - \frac{0.06 \cdot \sum F_v \cdot e}{B^2} + y$$

$$d_{\max} = \frac{0.01 \cdot \sum F_v}{B} - \frac{0.06 \cdot \sum F_v \cdot e}{B^2} \quad \}$$

Donde  $e$  es excentricidad siendo igual a:

$$e = \frac{B}{2} - \frac{M_b - M_v}{\sum F_v} \text{ y } e_{\max} = \frac{B}{6}$$

Donde  $e_{\max} > e$

Reemplazando tenemos

$$e = \frac{B}{2} - \frac{Mb - Mv}{\sum Fv}$$

$$e = \frac{1.5}{2} - \frac{4.739 - 1.2441}{5.189} = 0.076$$

$$e_{\text{máx}} = \frac{B}{6} = \frac{1.5}{6} = 0.25m \approx 25cm$$

e Max. = 25.00 cm

Donde e máx. = 25 cm > e = 0.00

Observamos que cumple con las condiciones, entonces la resultante pasara por el tercio central de base.

$$d_{\text{máx}} = \frac{0.01 * 5.189}{4} + \frac{0.06 * 5.189 * 0}{4^2}$$

d Max = 0.013 kg/cm<sup>2</sup> < dt = 0.767      entonces si cumple. Herney Gómez (2013)  
“metodología de diseño y calculo estructural para muros de contención”

Entonces adoptamos las siguientes dimensiones para el muro de contención:

**ANCHO DE LA BASE = 1,60 M.**

**ALTURA DE CIMIENTO = 0,55 M.**

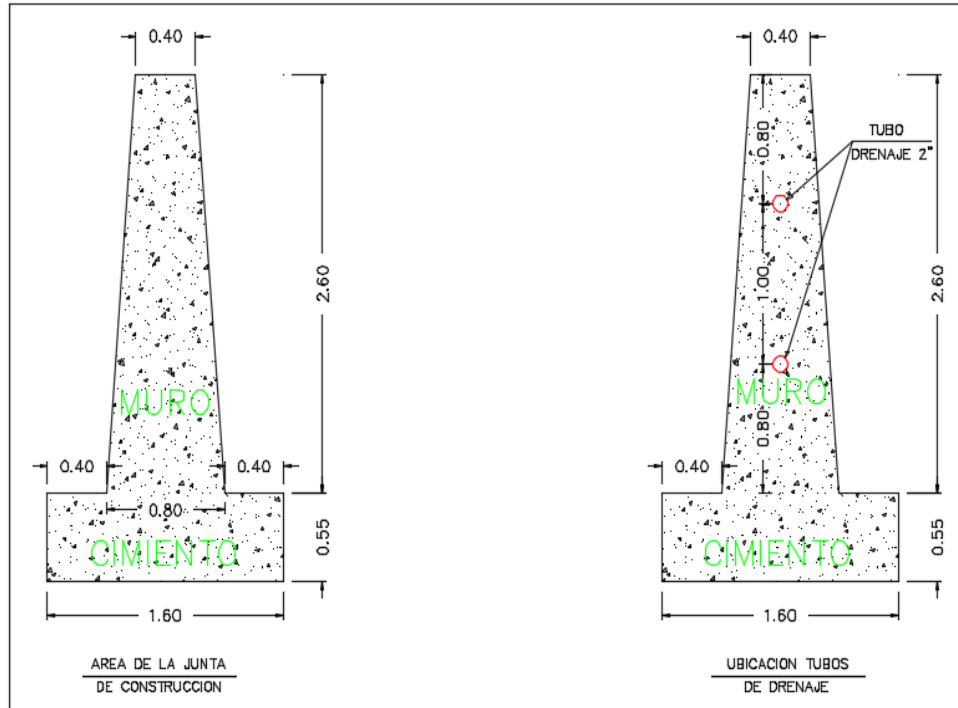
**ALTURA DE PANTALLA = 2,60 M.**

**TALONES = 0,40 M.**

**CORONA = 0,40 M.**

**TALUD EXTERIOR = 1:10.**

(a)



(b)

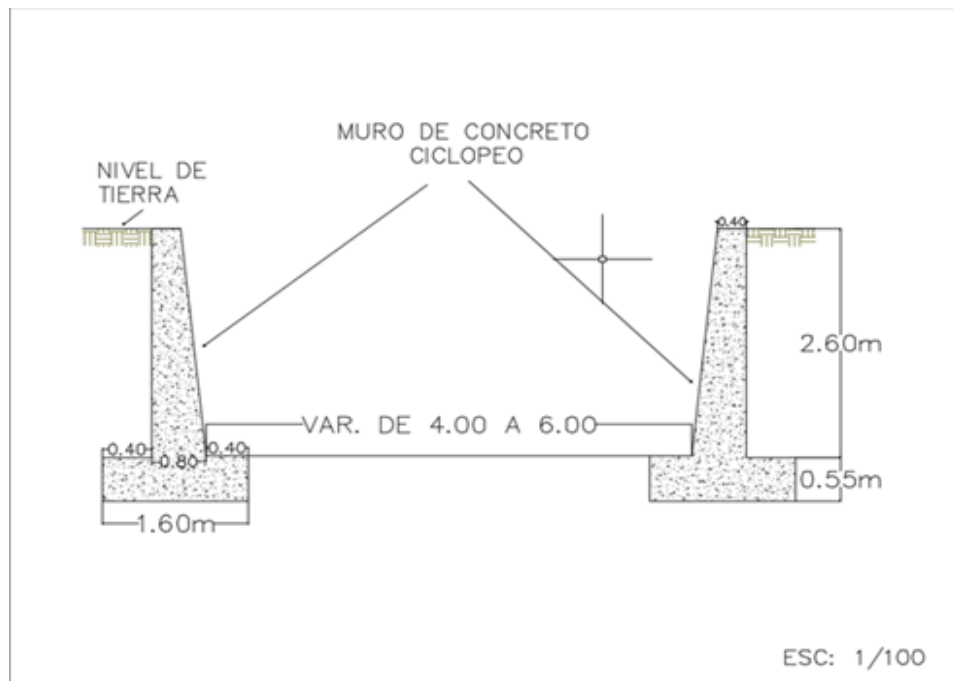


Fig. N° 10. (a), (b) Sección del muro de contención

Definición de la sección de cauce modificado considerando inclinación de los muros de encausamiento que resulta del diseño propio y el ancho del cauce, obteniéndose una sección trapezoidal de concreto, para lo cual se ha considerado una sola de 15 cm en el fondo resultando un cauce como un canal revestido de concreto

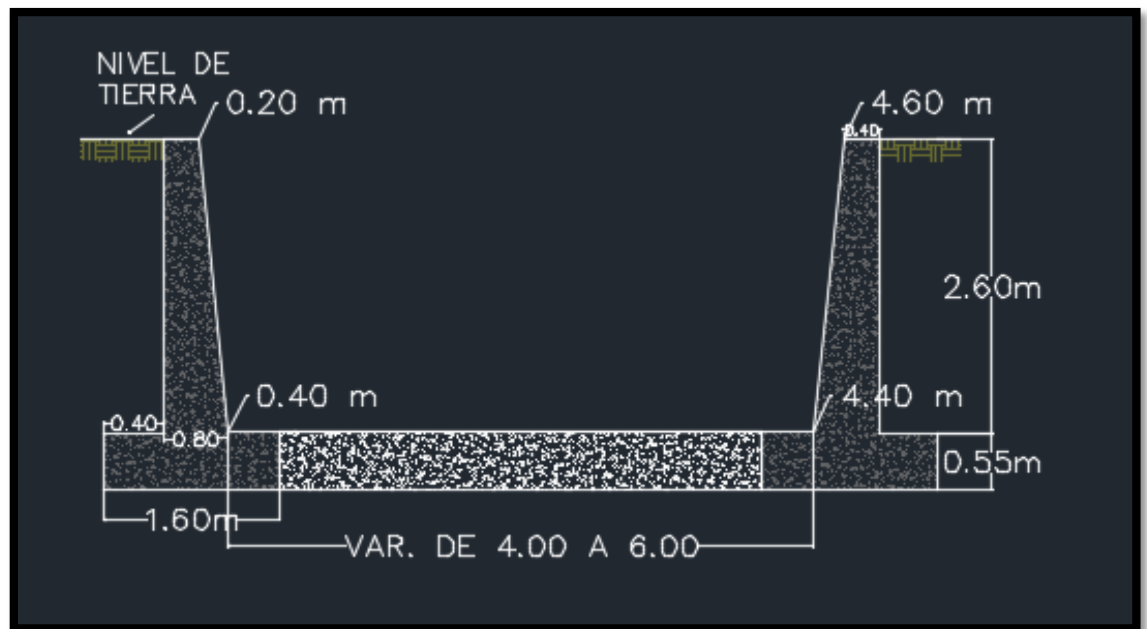
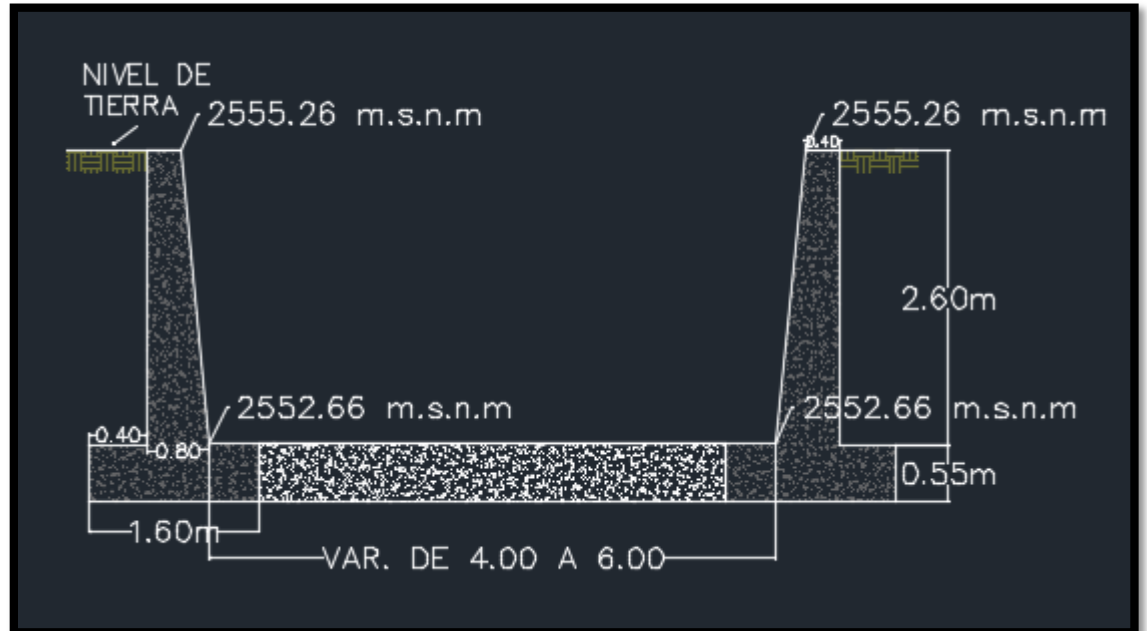
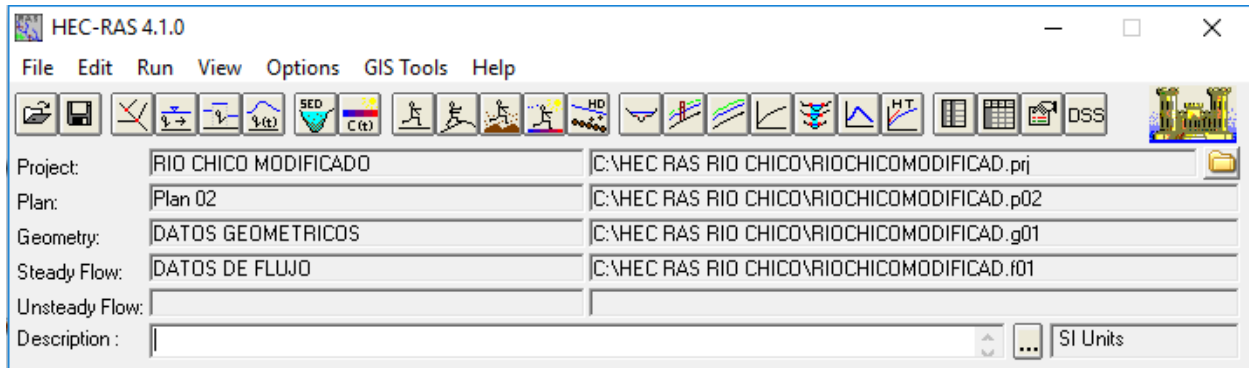


Fig. N° 11. (a), (b) Definición de la Sección.

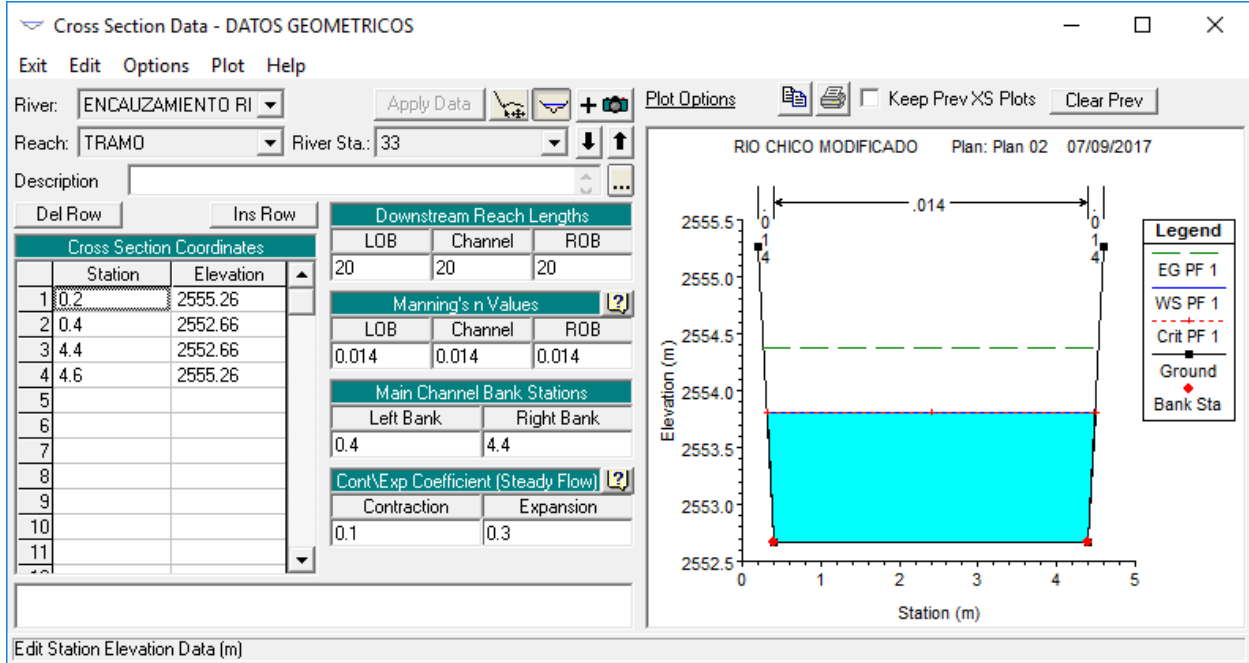
## MODELAMIENTO DEL CAUCE MODIFICADO CON PROTECCION



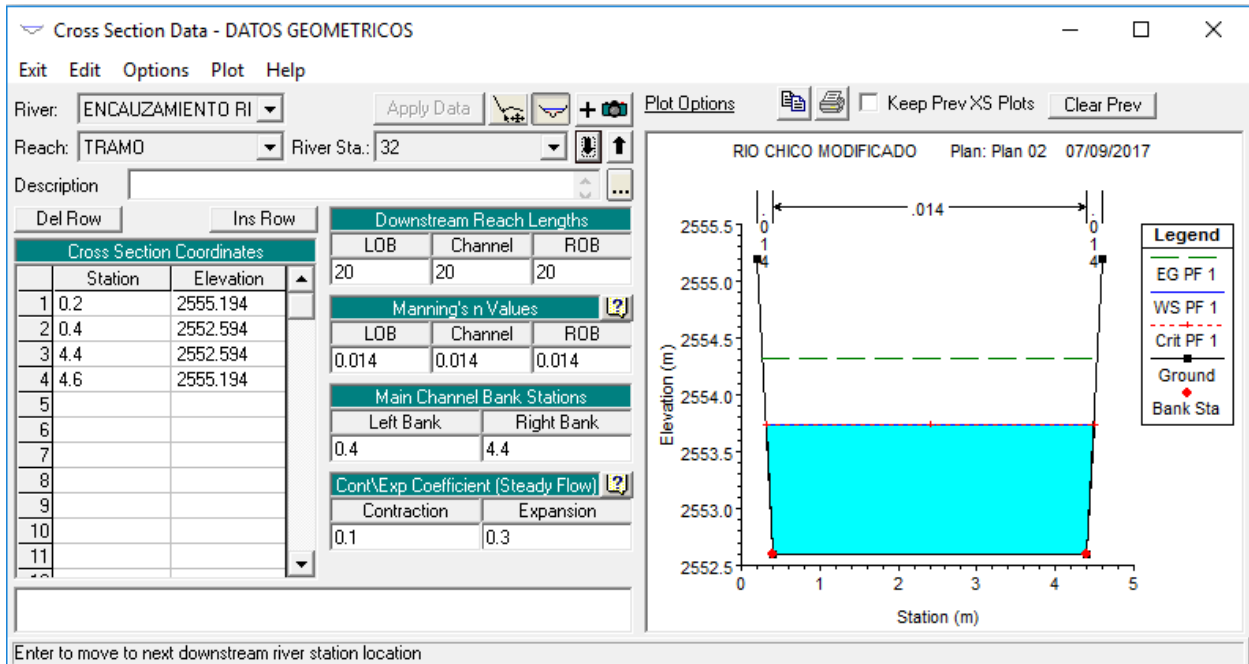
**TABLA DE RESULTADOS CAUCE MODIFICADO**

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
TRAMO	33	PF 1	15.43	2552.66	2553.81	2553.81	2554.38	0.001847	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	32	PF 1	15.43	2552.59	2553.74	2553.74	2554.31	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	31	PF 1	15.43	2552.53	2553.67	2553.67	2554.25	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	30	PF 1	15.43	2552.46	2553.61	2553.61	2554.18	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	29	PF 1	15.43	2552.40	2553.54	2553.54	2554.12	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	28	PF 1	15.43	2552.33	2553.48	2553.48	2554.05	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	27	PF 1	15.43	2552.26	2553.41	2553.41	2553.98	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	26	PF 1	15.43	2552.20	2553.34	2553.34	2553.92	0.001847	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	25	PF 1	15.43	2552.13	2553.28	2553.28	2553.85	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	24	PF 1	15.43	2552.07	2553.21	2553.21	2553.79	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	23	PF 1	15.43	2552.00	2553.14	2553.14	2553.72	0.001863	3.37	4.67	4.18	1.01
TRAMO	22	PF 1	15.43	2551.93	2553.08	2553.08	2553.65	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	21	PF 1	15.43	2551.87	2553.01	2553.01	2553.59	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	20	PF 1	15.43	2551.80	2552.95	2552.95	2553.52	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	19	PF 1	15.43	2551.74	2552.88	2552.88	2553.46	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	18	PF 1	15.43	2551.67	2552.82	2552.82	2553.39	0.001847	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	17	PF 1	15.43	2551.60	2552.75	2552.75	2553.32	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	16	PF 1	15.43	2551.54	2552.68	2552.68	2553.26	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	15	PF 1	15.43	2551.47	2552.62	2552.62	2553.19	0.001850	3.36	4.68	4.18	1.00
TRAMO	14	PF 1	15.43	2551.41	2552.28	2552.28	2552.72	0.002040	2.94	5.29	6.13	1.01
TRAMO	13	PF 1	15.43	2551.34	2552.22	2552.22	2552.66	0.002040	2.94	5.29	6.13	1.01
TRAMO	12	PF 1	15.43	2551.28	2552.15	2552.15	2552.59	0.002040	2.94	5.29	6.13	1.01
TRAMO	11	PF 1	15.43	2551.21	2552.08	2552.08	2552.52	0.002040	2.94	5.29	6.13	1.01
TRAMO	10	PF 1	15.43	2551.15	2552.08	2552.02	2552.46	0.001609	2.74	5.69	6.14	0.90
TRAMO	9	PF 1	15.43	2551.08	2552.09		2552.42	0.001243	2.54	6.15	6.16	0.81
TRAMO	8	PF 1	15.43	2551.01	2552.10		2552.38	0.000984	2.37	6.60	6.17	0.72
TRAMO	7	PF 1	15.43	2550.95	2551.87	2551.87	2552.34	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	6	PF 1	15.43	2550.88	2551.81	2551.81	2552.27	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	5	PF 1	15.43	2550.82	2551.74	2551.74	2552.21	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	4	PF 1	15.43	2550.75	2551.68	2551.68	2552.14	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	3	PF 1	15.43	2550.68	2551.61	2551.61	2552.08	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	2	PF 1	15.43	2550.62	2551.54	2551.54	2552.01	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00
TRAMO	1	PF 1	15.43	2550.55	2551.48	2551.48	2551.94	0.001983	3.02	5.16	5.64	1.00

## SECCION 33

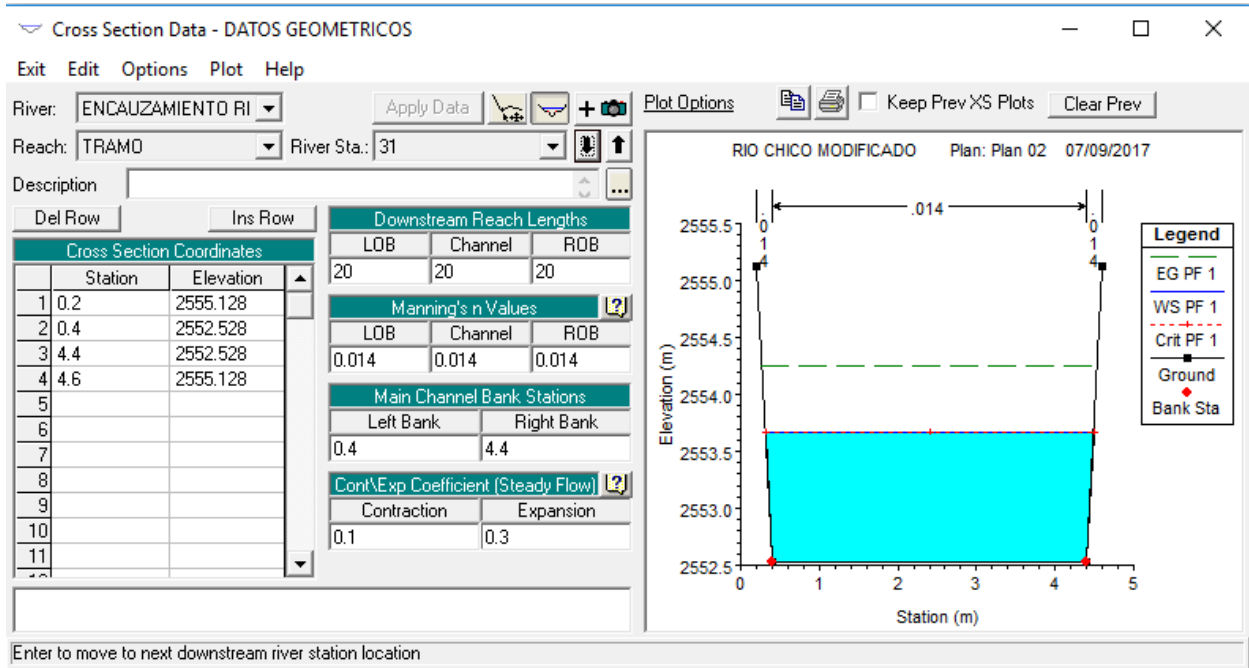


## SECCION 32

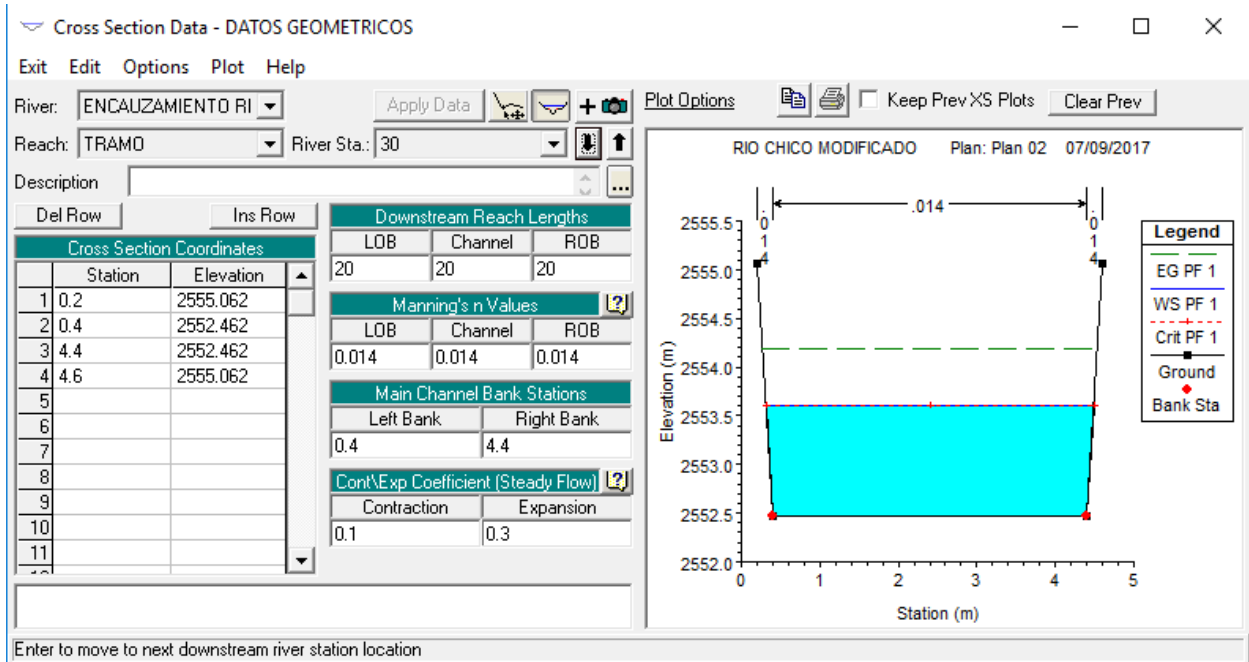




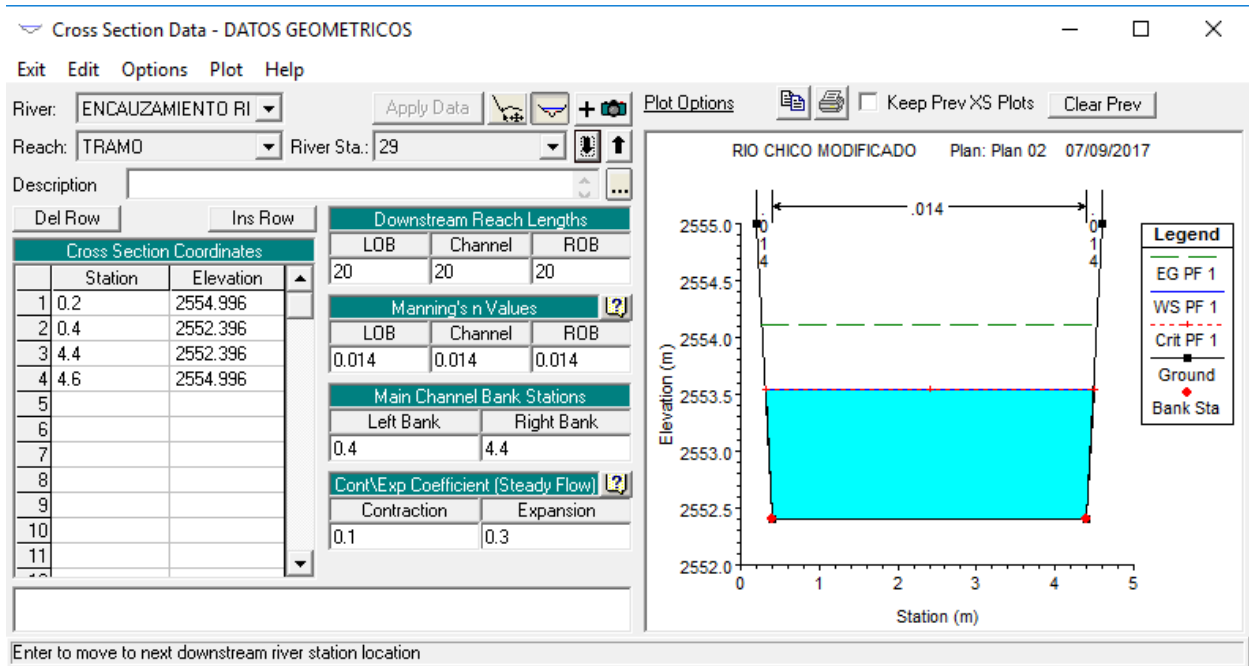
## SECCION 31



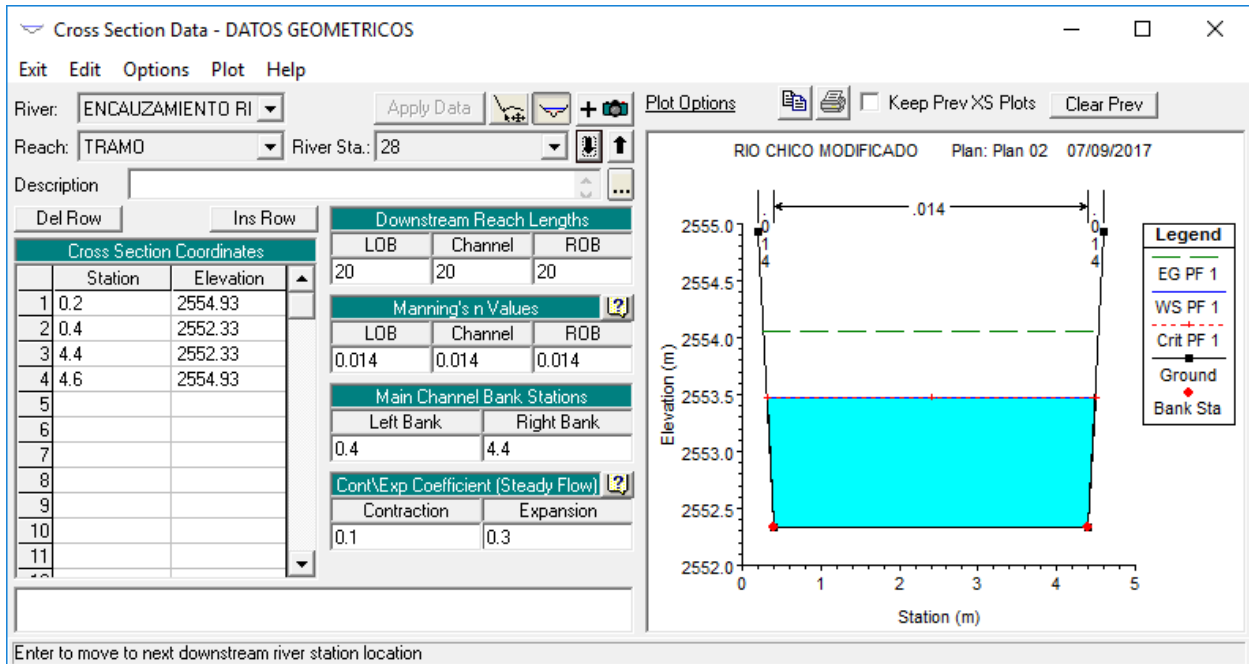
## SECCION 30



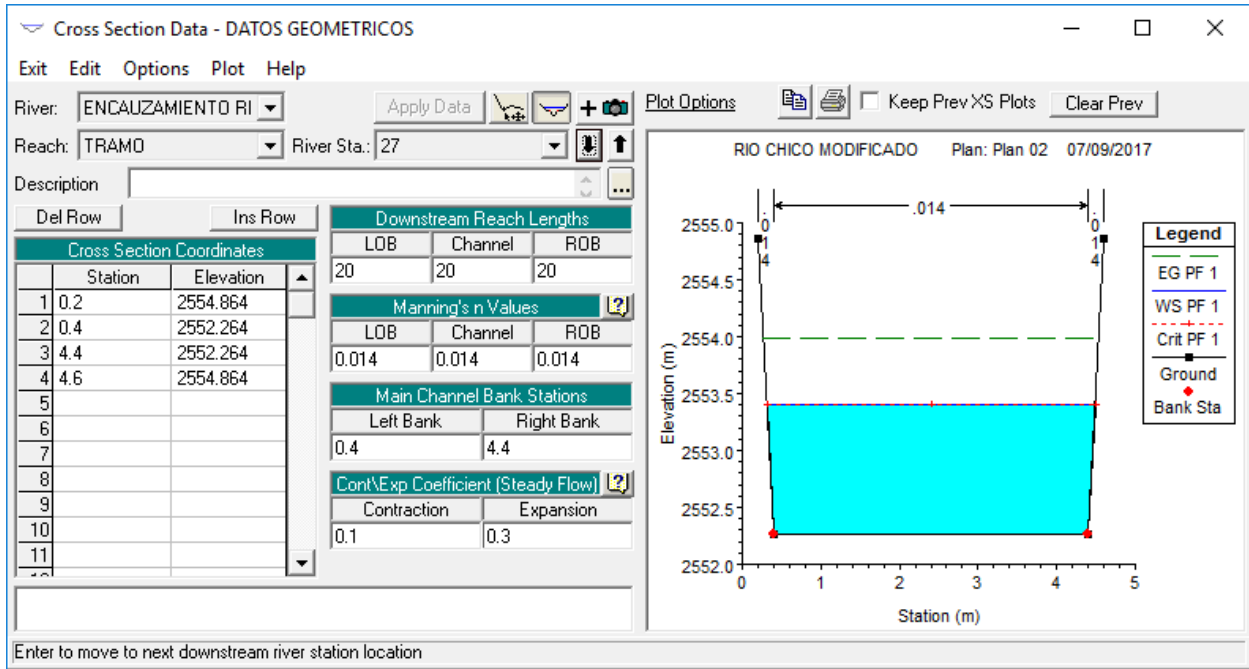
## SECCION 29



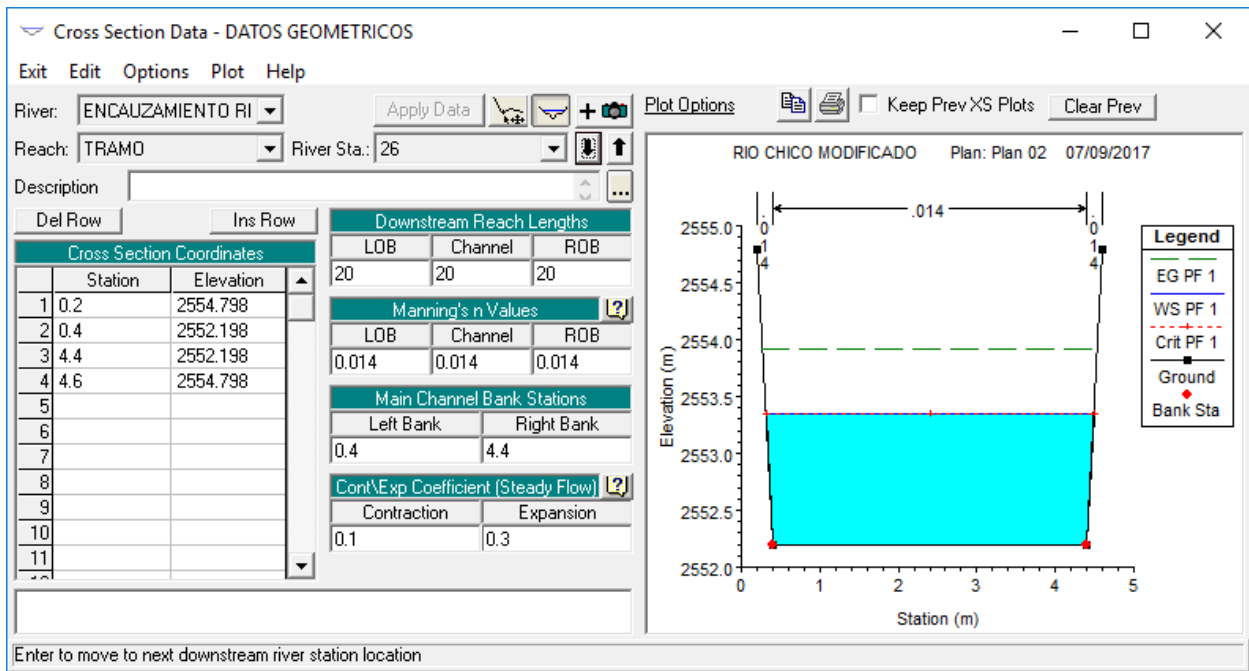
## SECCION 28



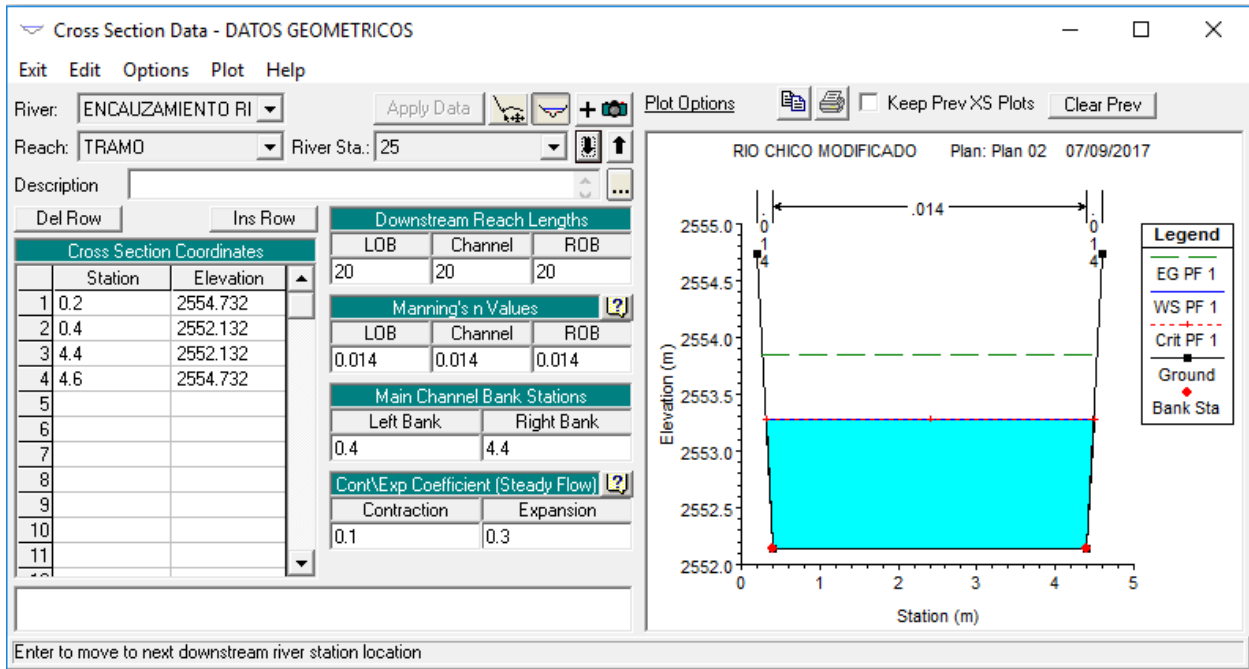
## SECCION 27



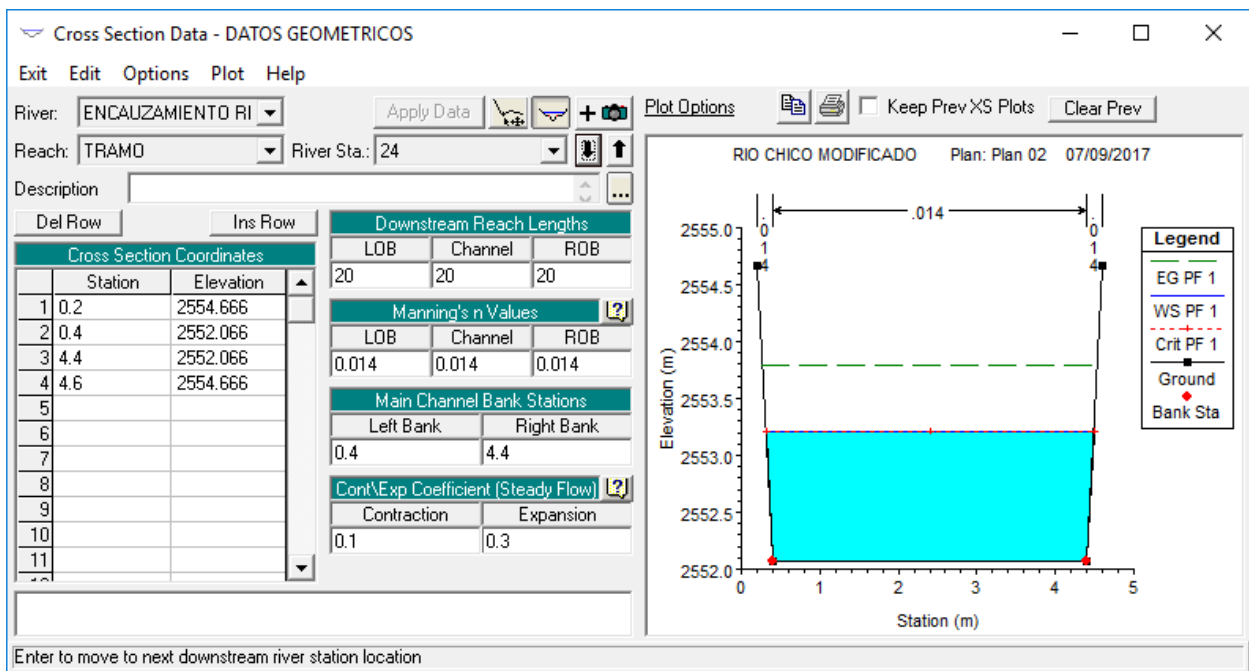
## SECCION 26



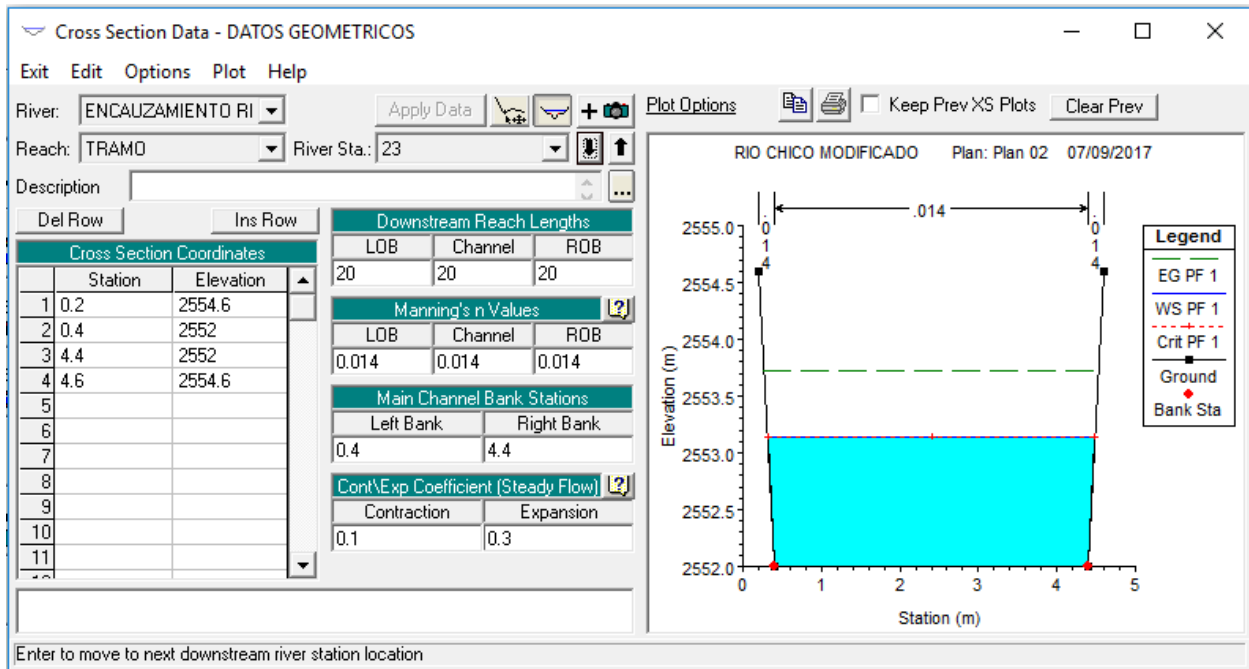
## SECCION 25



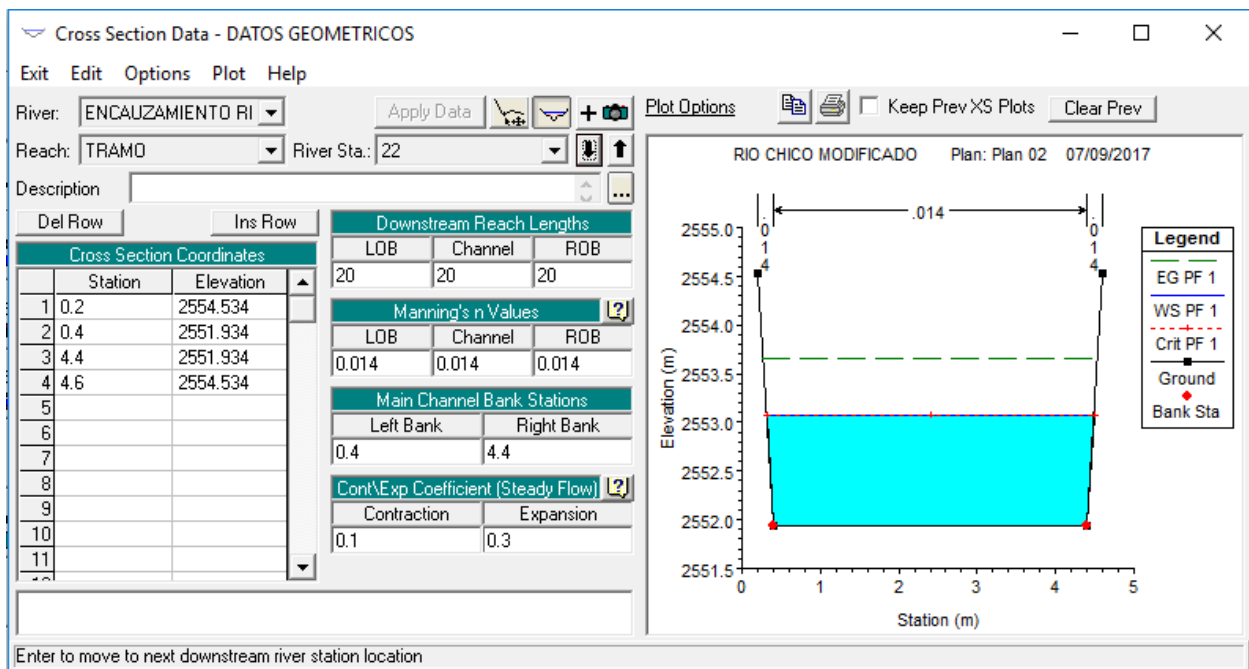
## SECCION 24



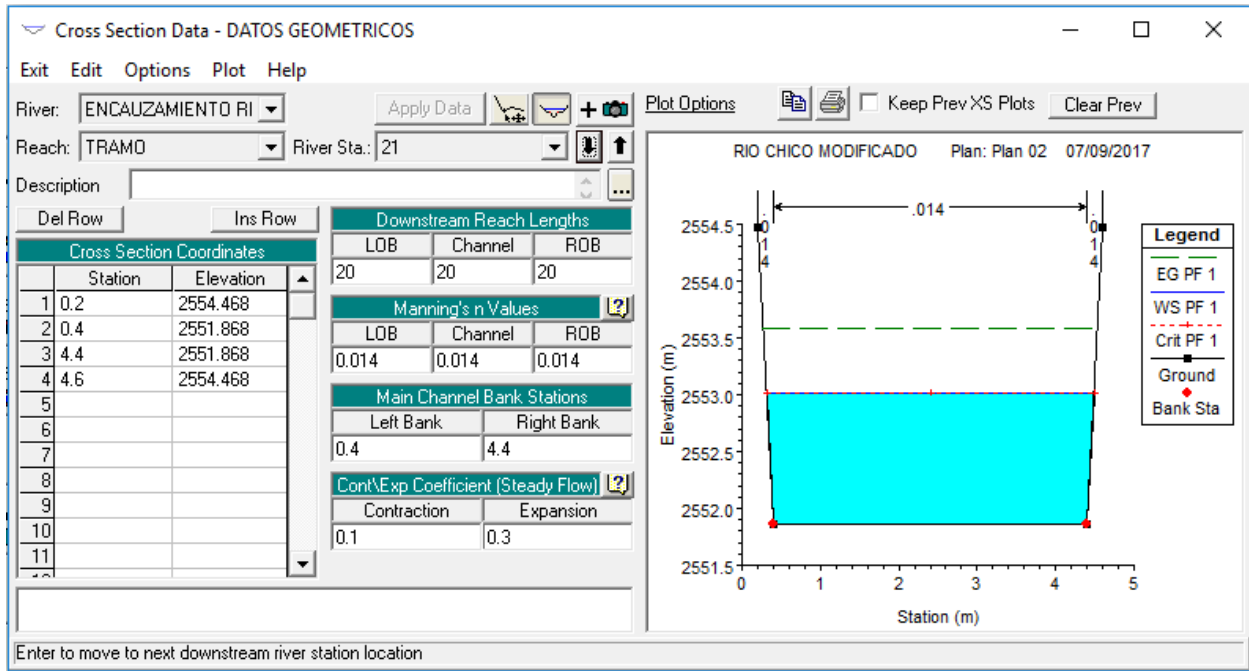
## SECCION 23



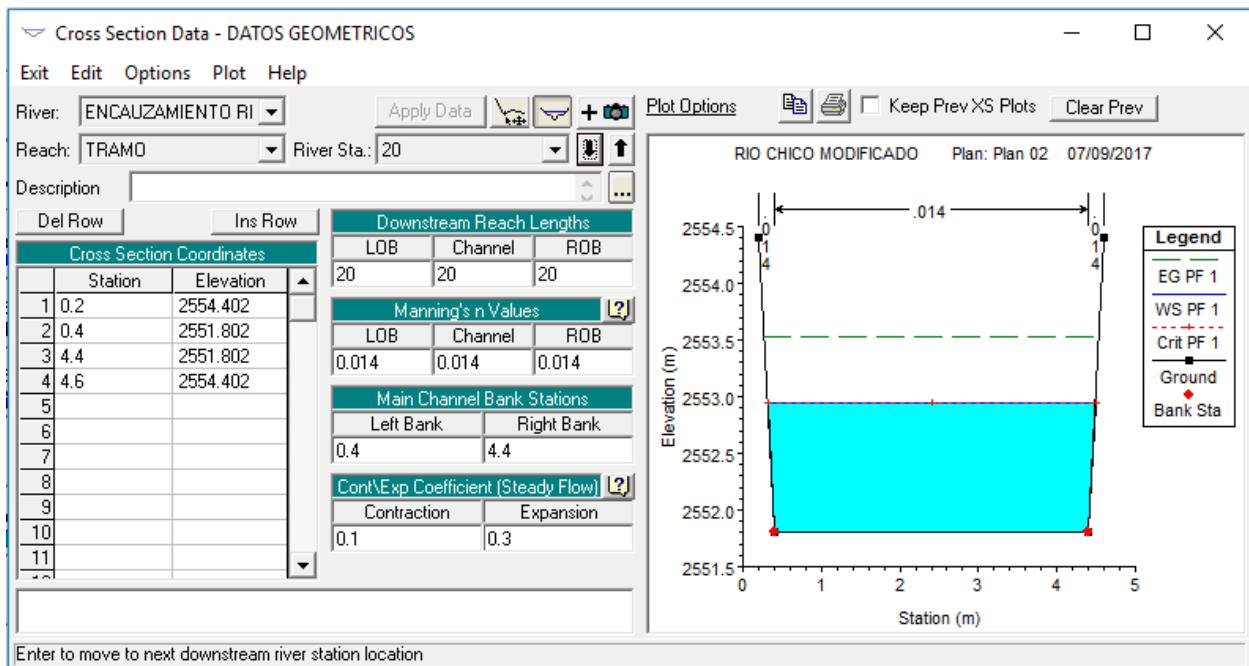
## SECCION 22



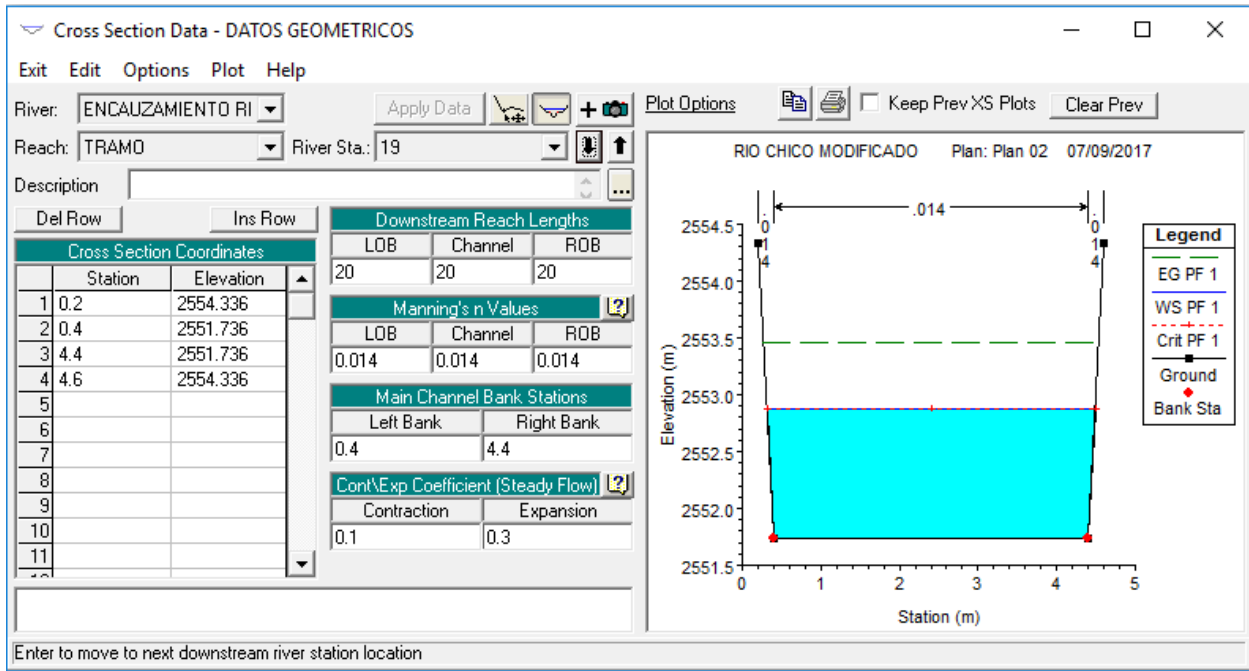
## SECCION 21



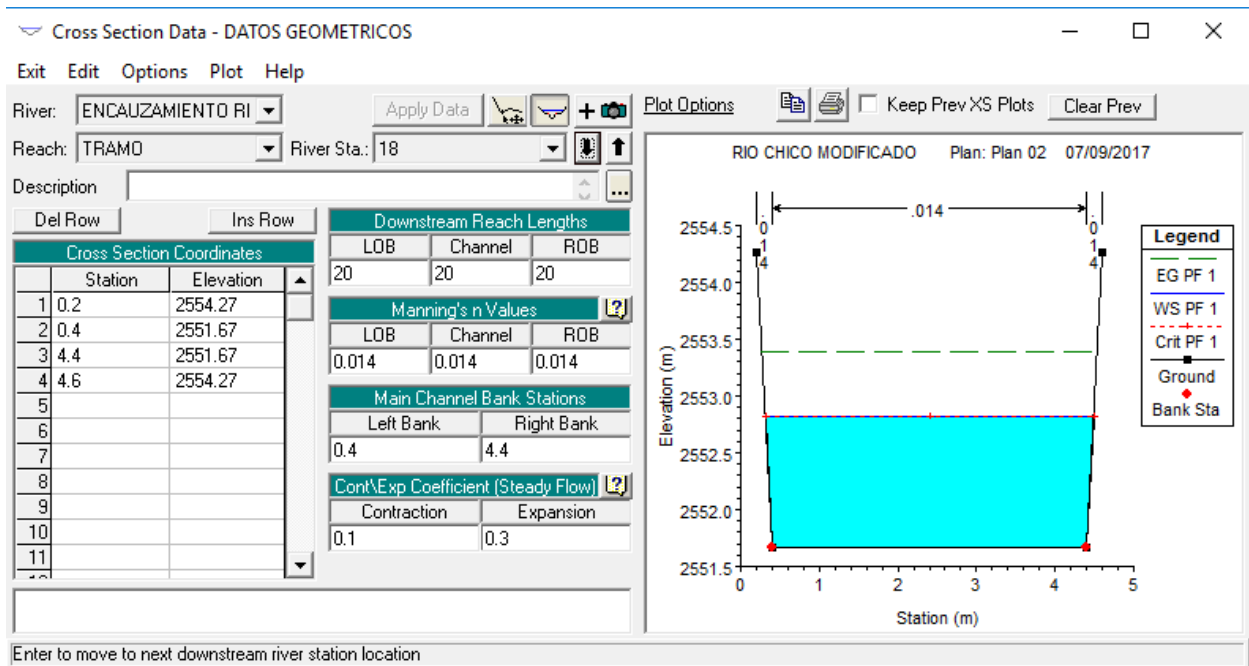
## SECCION 20



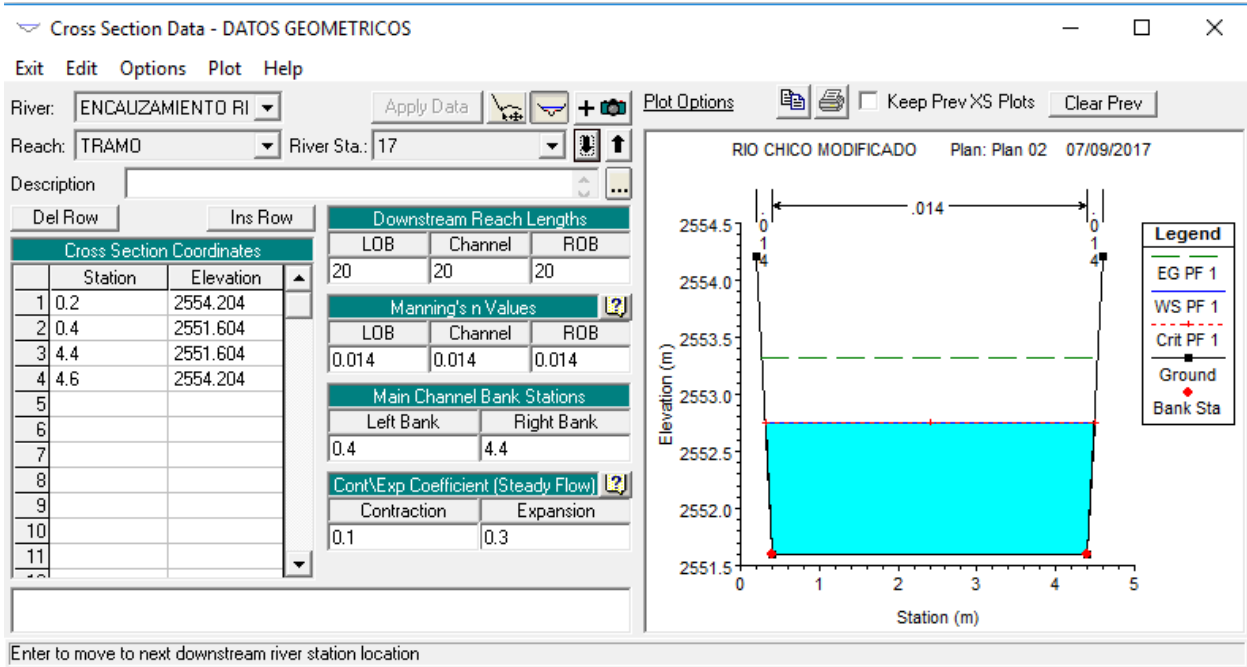
## SECCION 19



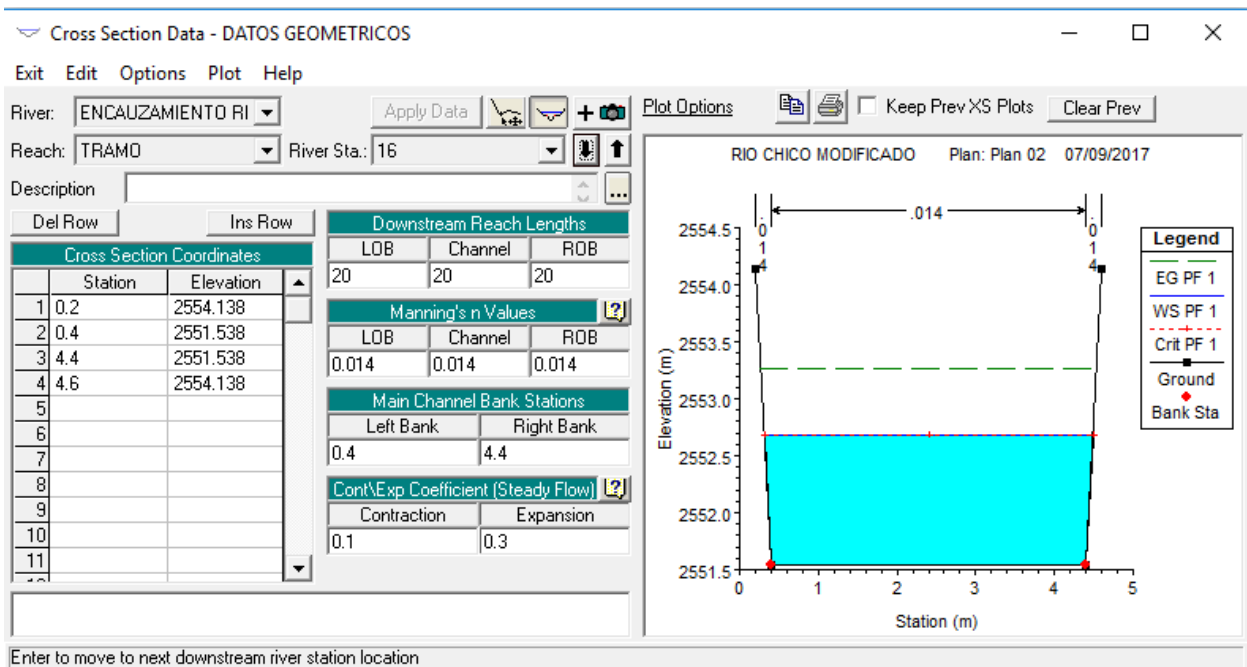
## SECCION 18



## SECCION 17

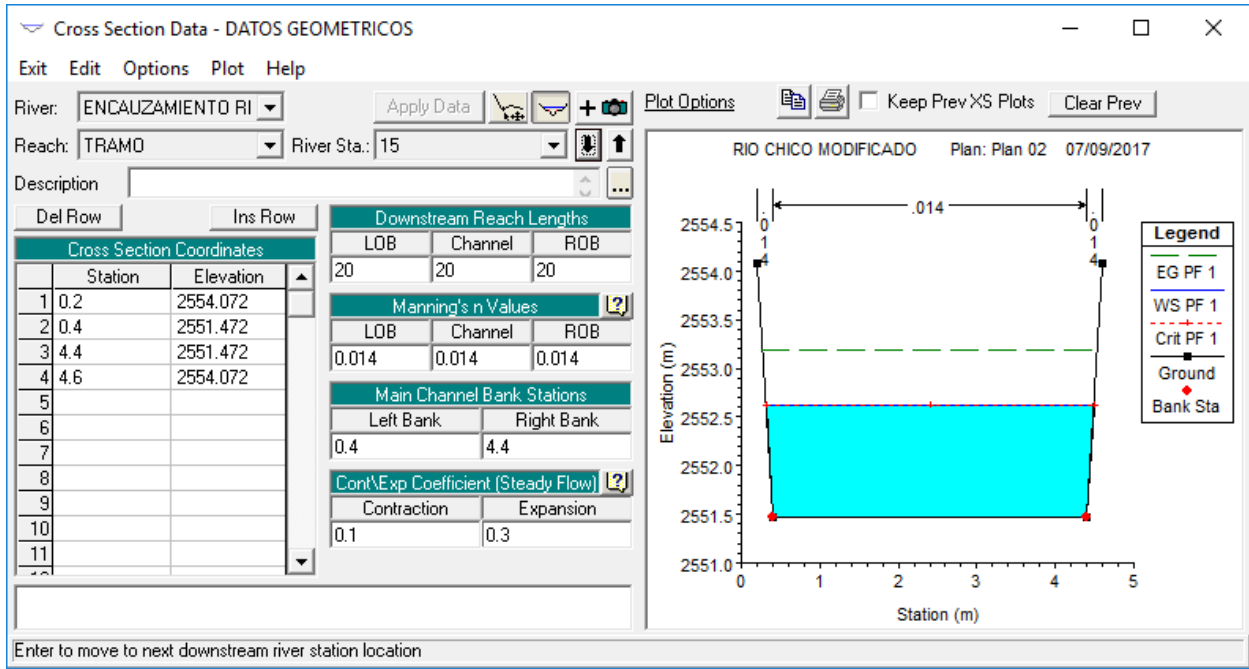


## SECCION 16

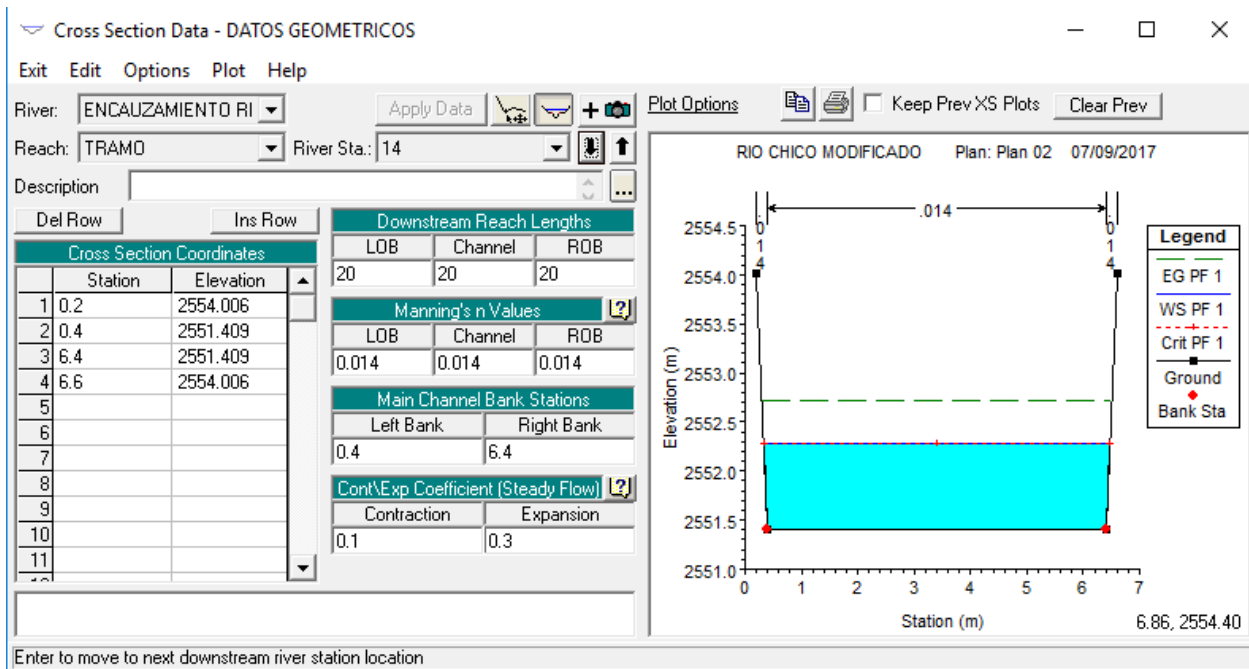




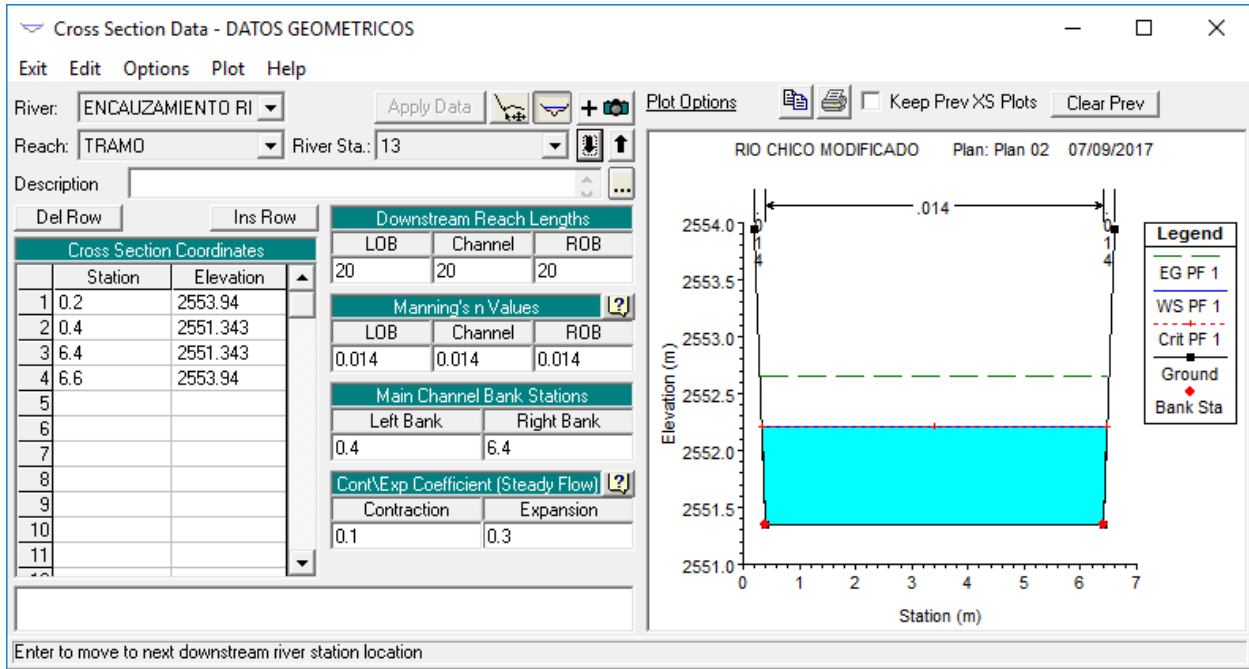
## SECCION 15



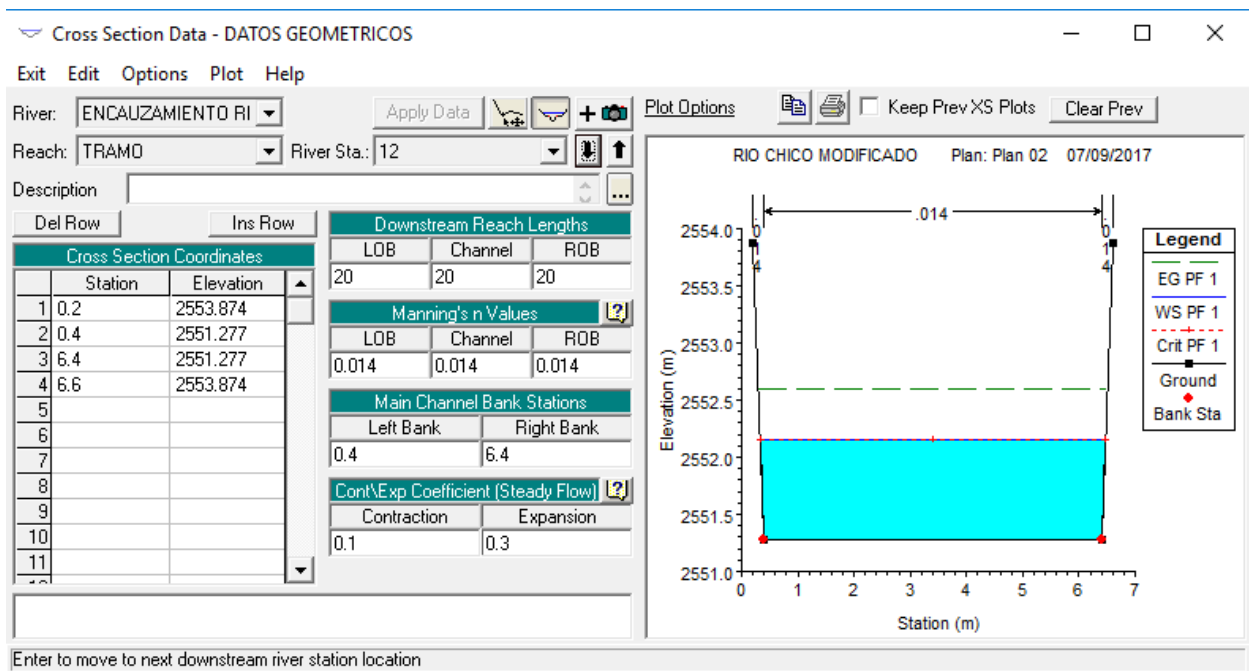
## SECCION 14



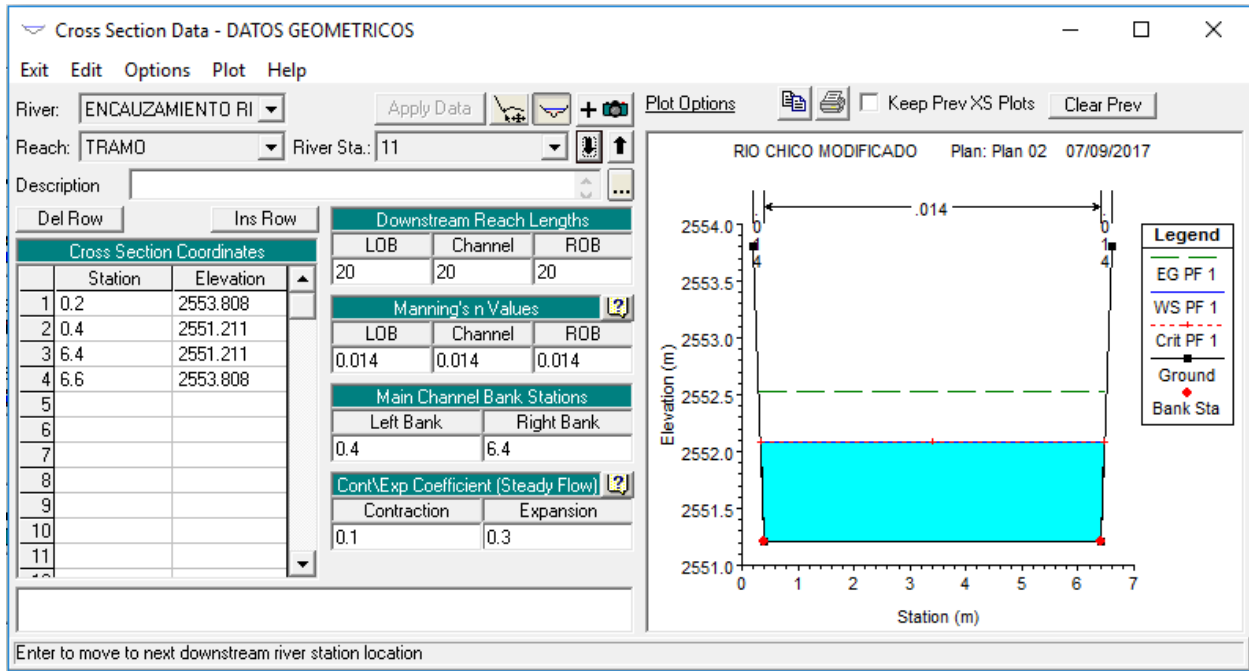
## SECCION 13



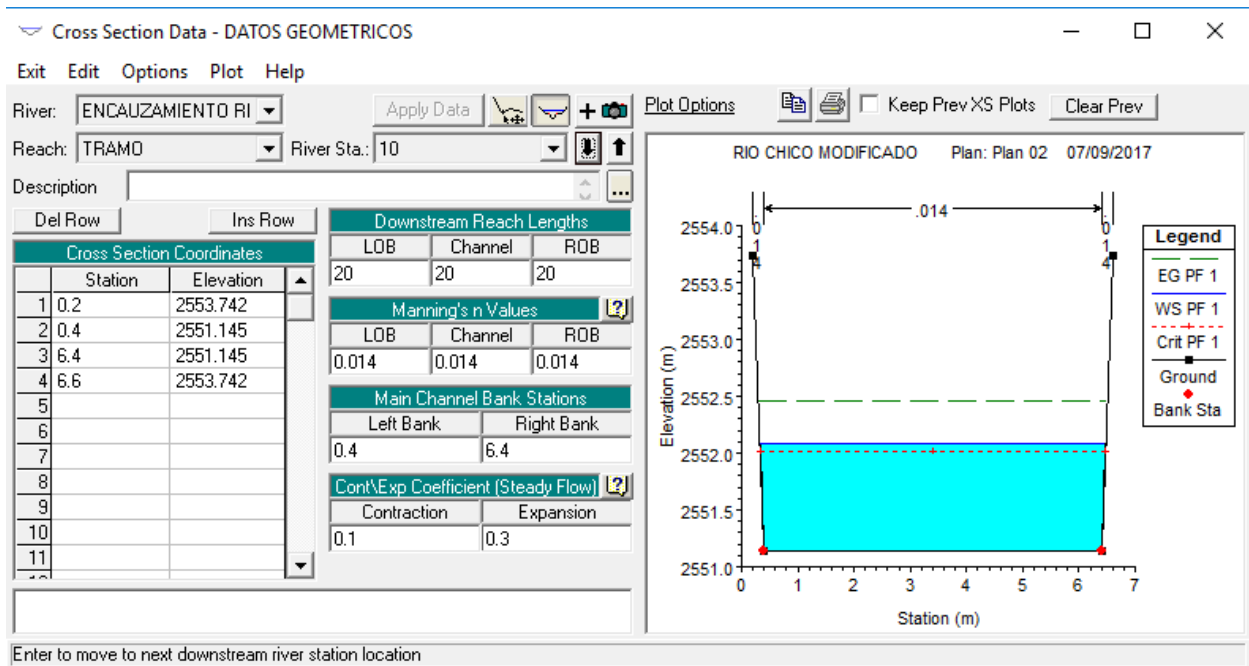
## SECCION 12



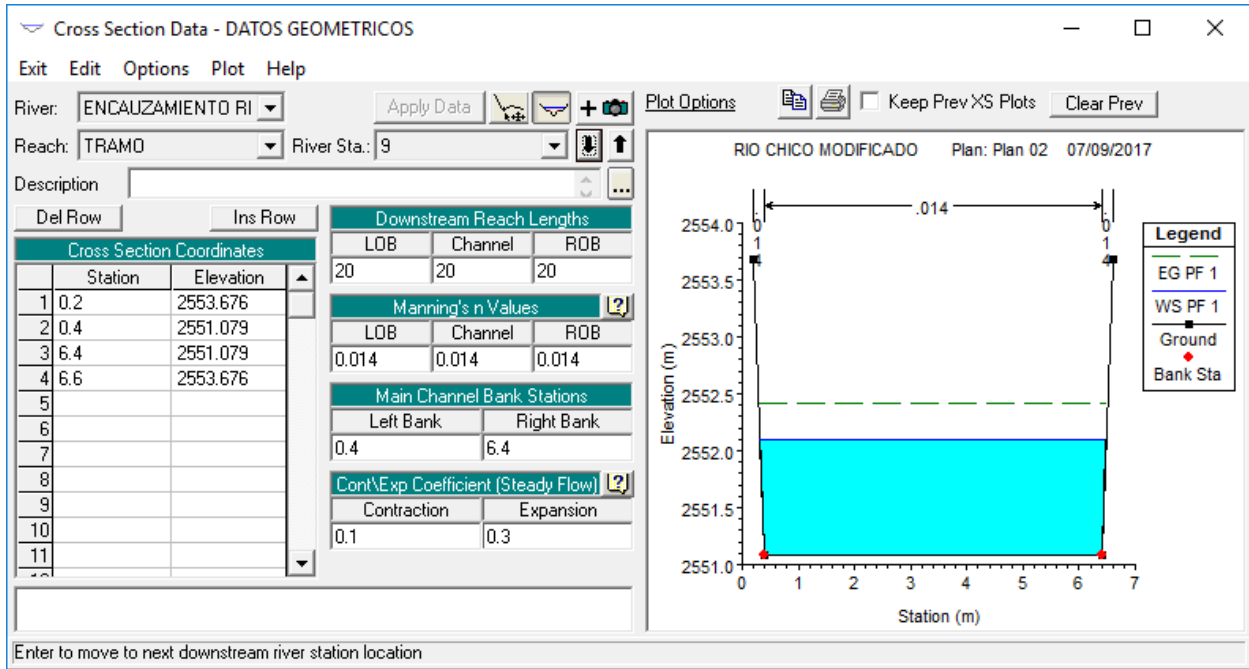
## SECCION 11



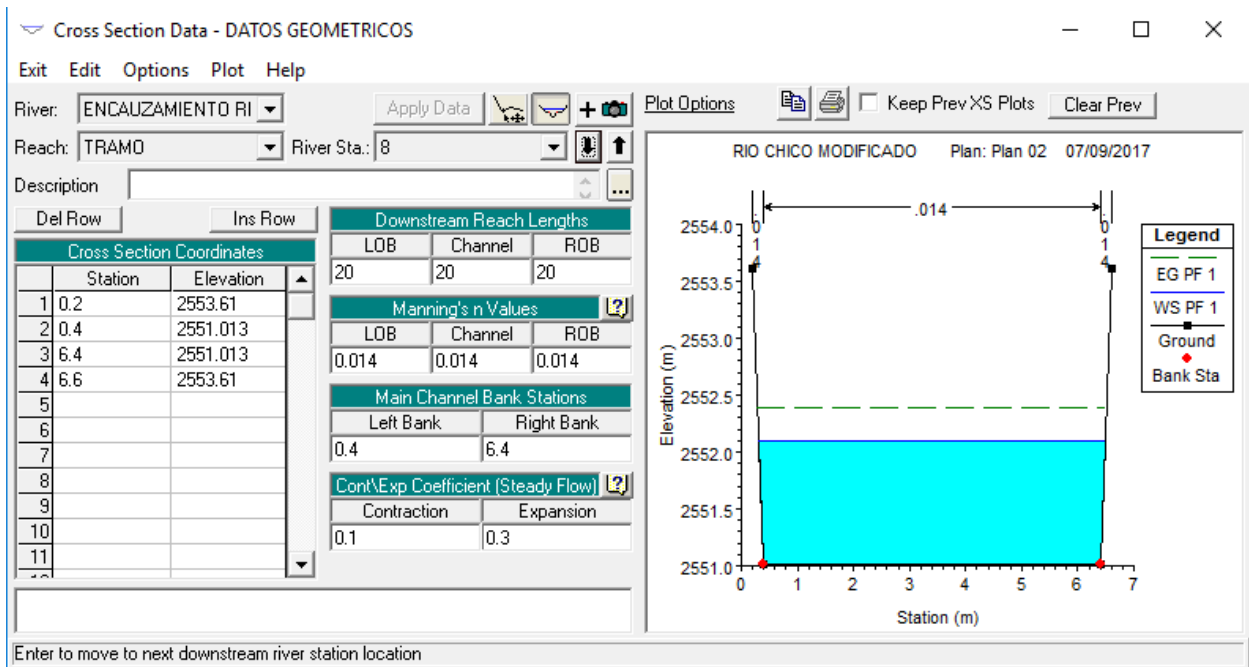
## SECCION 10



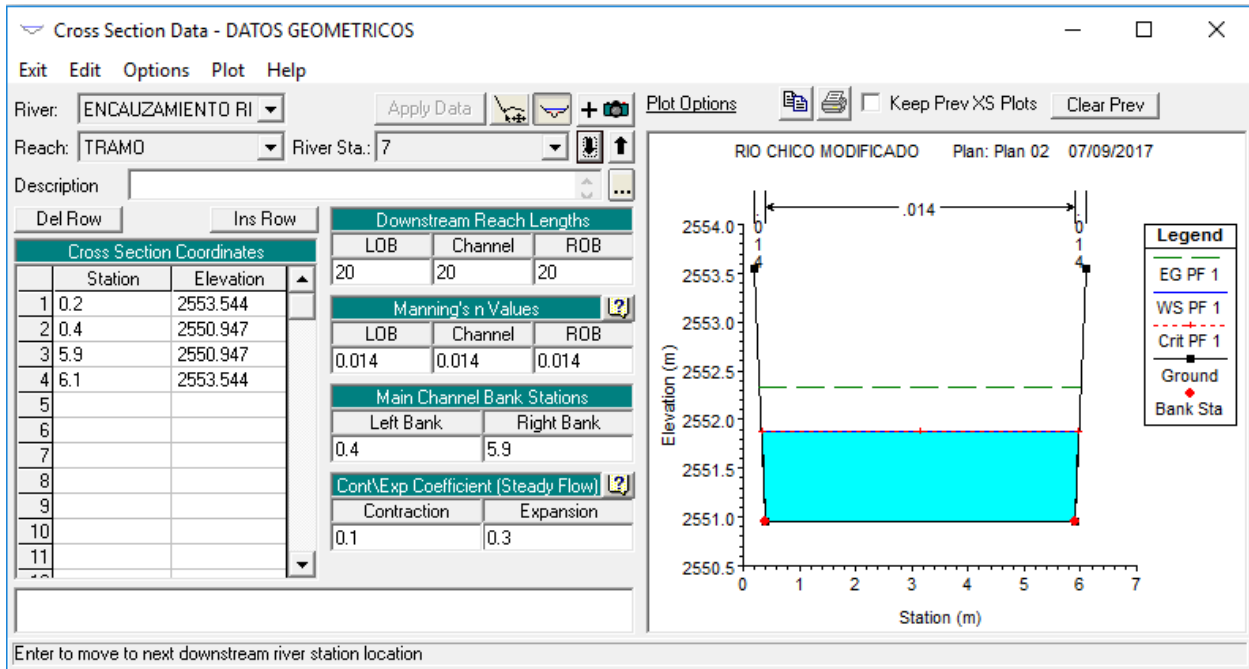
## SECCION 09



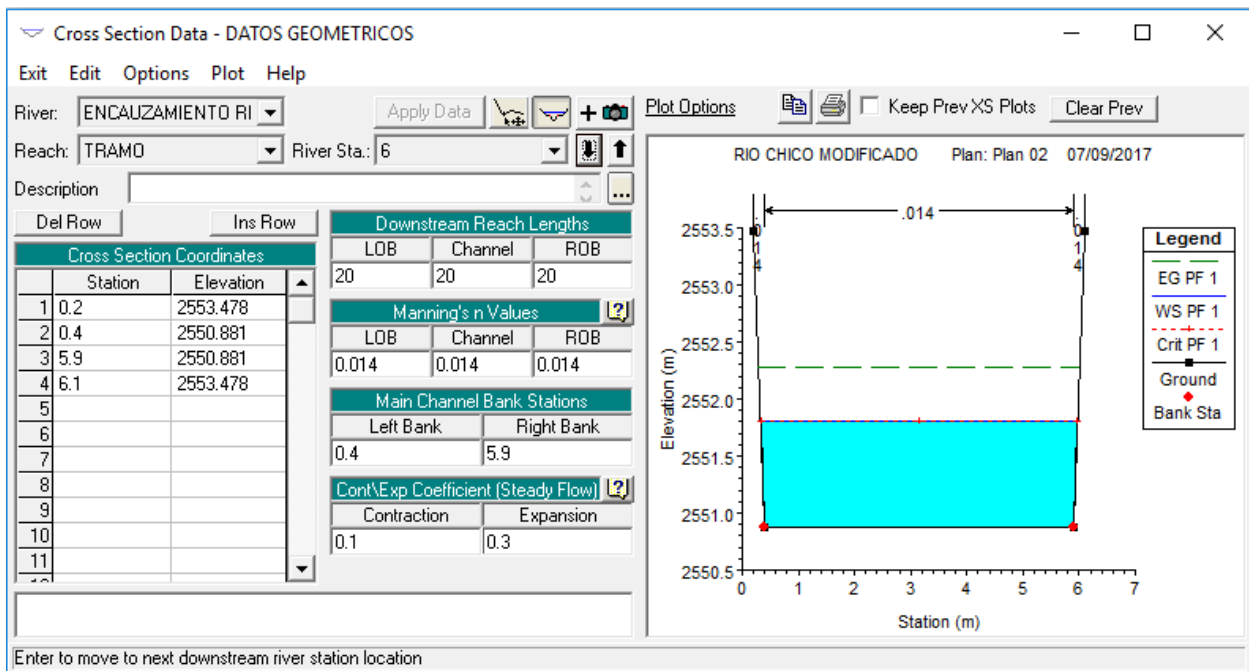
## SECCION 08



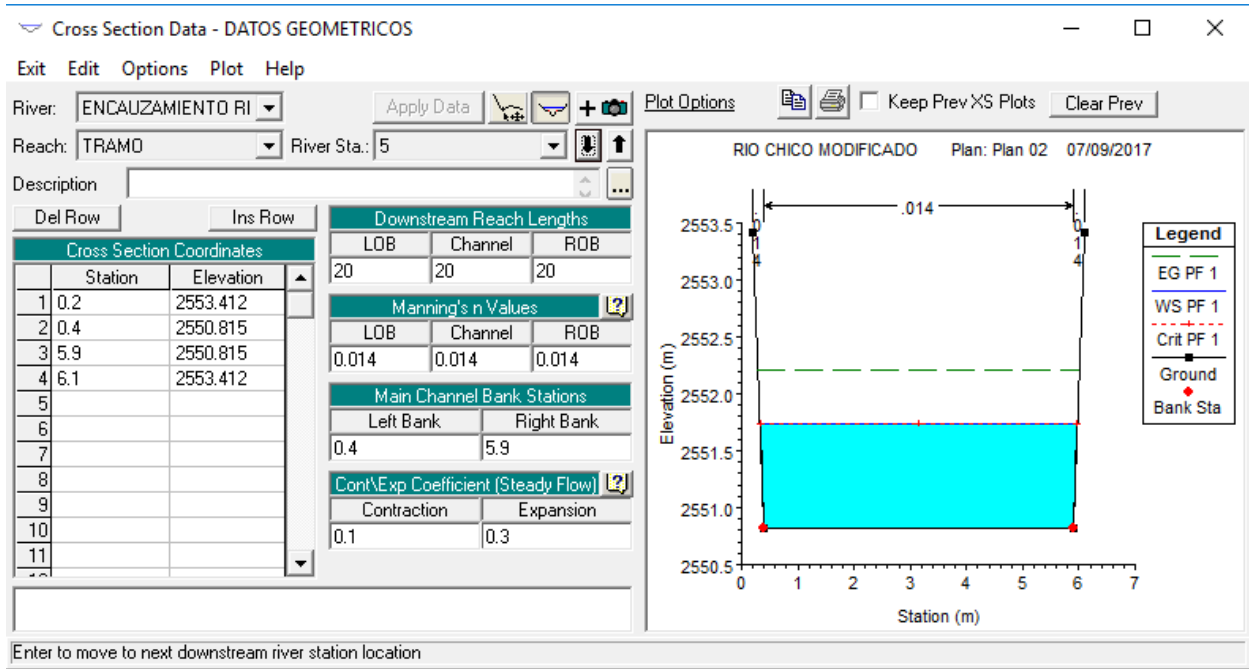
## SECCION 07



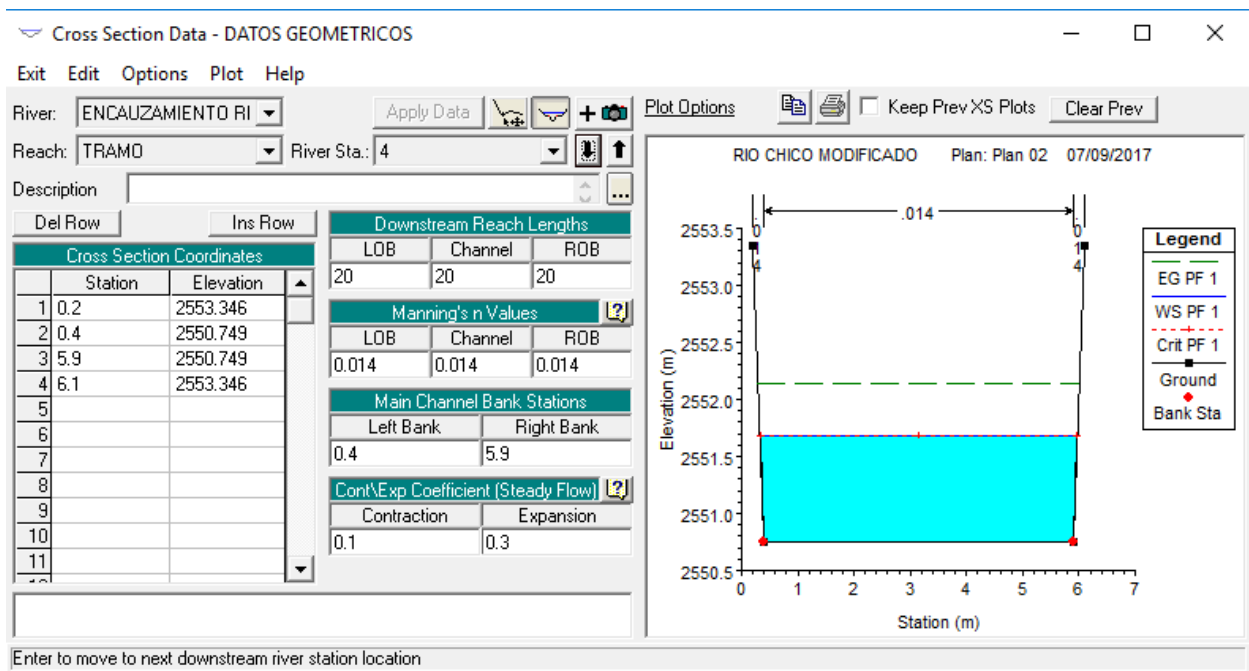
## SECCION 06



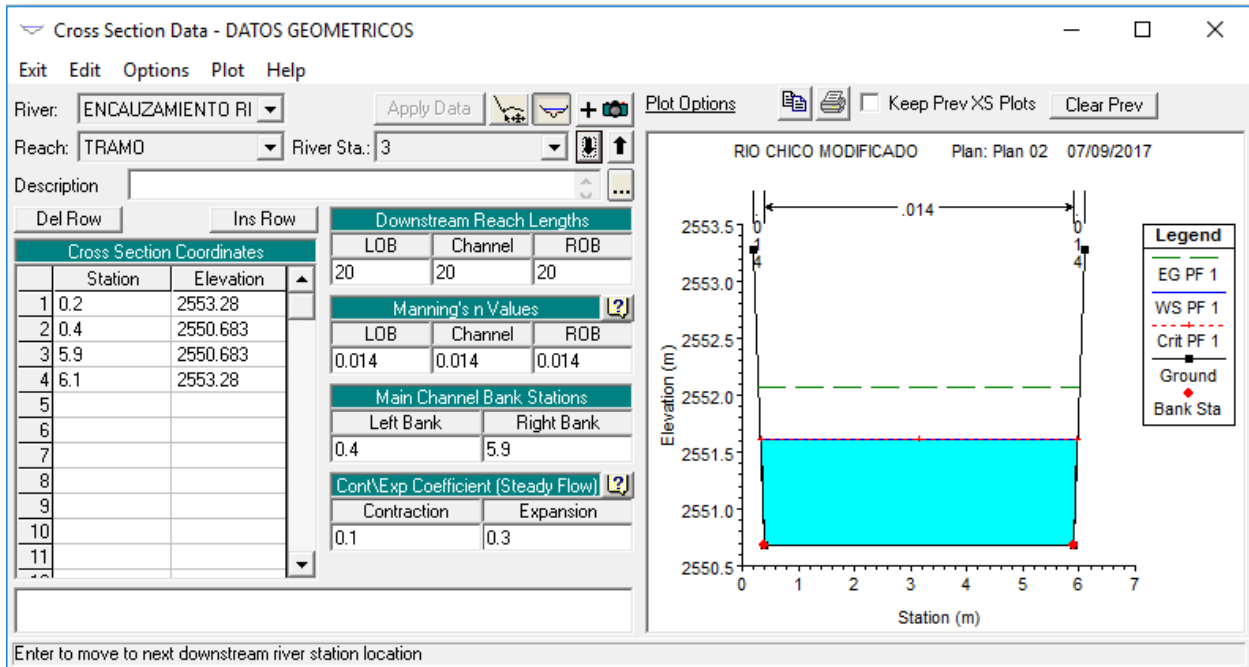
## SECCION 05



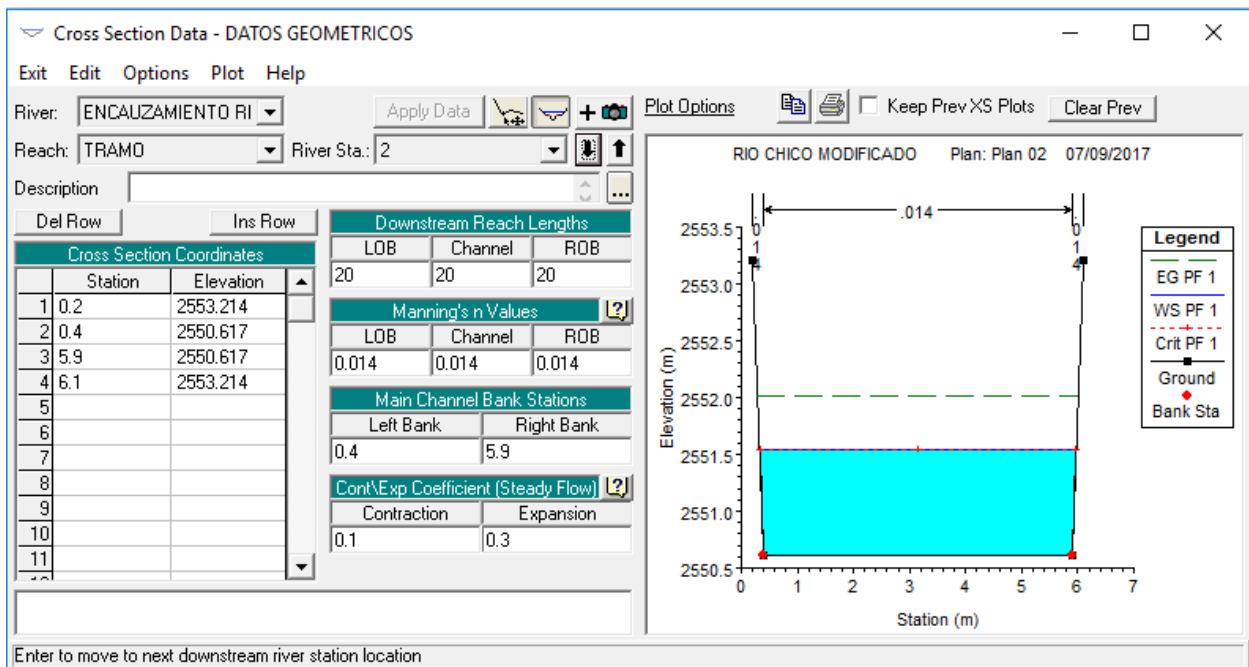
## SECCION 04



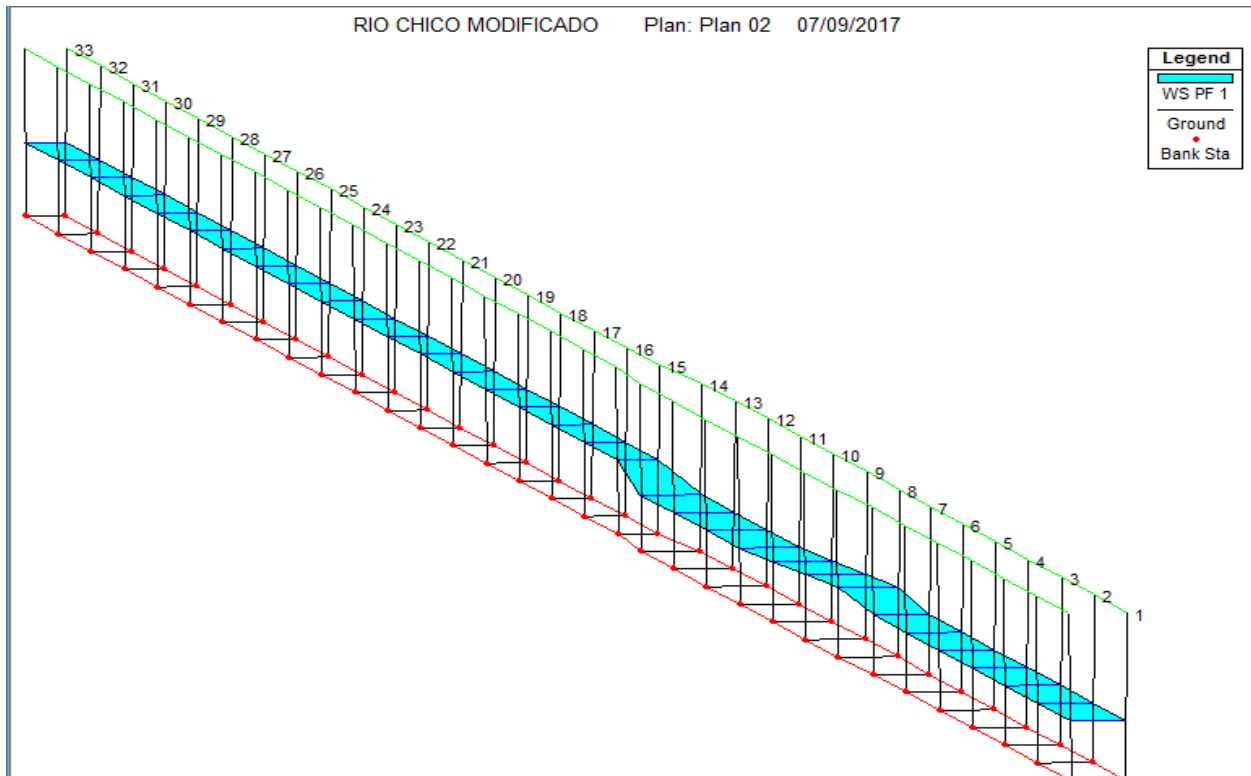
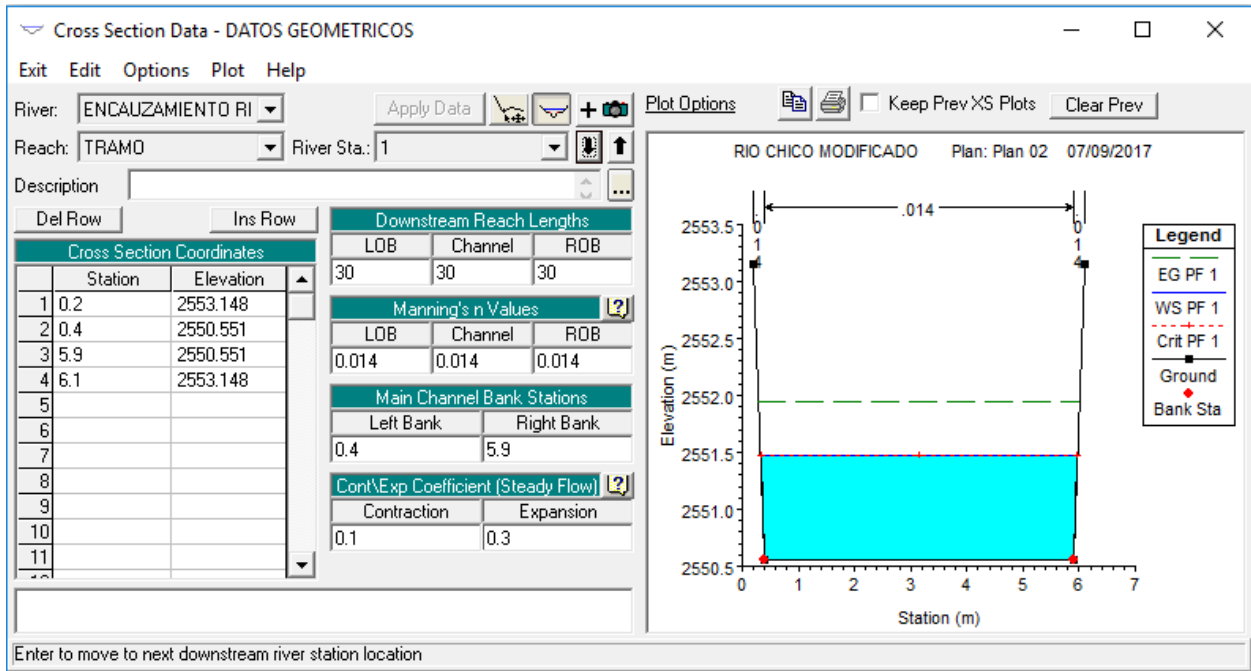
## SECCION 03



## SECCION 02



# SECCION 01





## **4.5 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **ENFOQUE**

La evaluación del impacto ambiental es el proceso que nos permite informar sobre probables impactos ambientales generados por la ejecución del proyecto a nivel de ingeniería de la canalización del río y su impacto ambiental en la provincia de Celendín, y cuya implicancia se constituye como una herramienta para la toma de decisiones a favor a en contra de la ejecución del mismo. La metodología a seguir consiste en presentar un diagnóstico de la zona de influencia de la obra con el fin de observar posteriormente los impactos que se generarían al realizarse las acciones contempladas de la tesis.

Se considera un impacto ambiental cuando una acción o actividad genera una alteración en el medio ambiente o en algunos de sus componentes. Esta alteración puede ser positiva o negativa, por el balance final es el que se evalúa para poder decidir si realizar o no.

### **OJETIVO Y ALCANCE**

El objetivo fundamental es la evaluación del impacto ambiental antes de la ejecución, es apropiada en razón a que se necesita la canalización de la quebrada para así evitar inundaciones y eficiencia en su operación para el tránsito del caudal real.

### **METODO DE ANALISIS**

Analizaremos la información sobre el estado actual de deterioro de la provincia ubicada en la zona de beneficio, para determinar el grado del medio ambiente y la calidad de vida de los pobladores dentro de los espacios territoriales definidos. Se busca identificar y localizar los efectos directos e indirectos producidos por las actividades humanas y los fenómenos naturales sobre la estructura de los ecosistemas y la calidad de vida de la población.

### **AREAS AMBIENTALES CRÍTICAS**

Las áreas ambientales críticas son espacios territoriales que muestran desequilibrio notables en la característica de sus factores o condiciones ambientales. Estos aspectos se manifiestan principalmente en la saturación de la capacidad de asimilación de contaminantes, la

irreversible pérdida de recursos, menos capacidad de producción, por ocurrencia de desastres naturales y de gradación de la calidad de vida, comprometiendo la dinámica de su desarrollo, además de agarrar el cuadro de sus condiciones ambientales futuras ya la disponibilidad de recursos naturales. El proceso de deterioro no es necesariamente constante, sino que puede ocurrir en periodos relativamente cortos, o también puede ser el resultado de un proceso largo que origina un cambio en la calidad y productividad de los ecosistemas.

### ACCIONES DE MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

La problemática ambiental de las áreas críticas ha sido sometida a un análisis integrado a través de una matriz de impactos como se muestra en el siguiente cuadro, de esta manera este cuadro refleja el verdadero carácter de la problemática ambiental en la ejecución del proyecto, y proporciona también valiosos elementos de juicio para tentar una priorización en la atención de las actividades.

La implementación de acciones debe direccionarse a la elaboración de un programa de monitoreo para el control de los impactos ambientales con la finalidad de evaluar cada una de las variables contempladas.

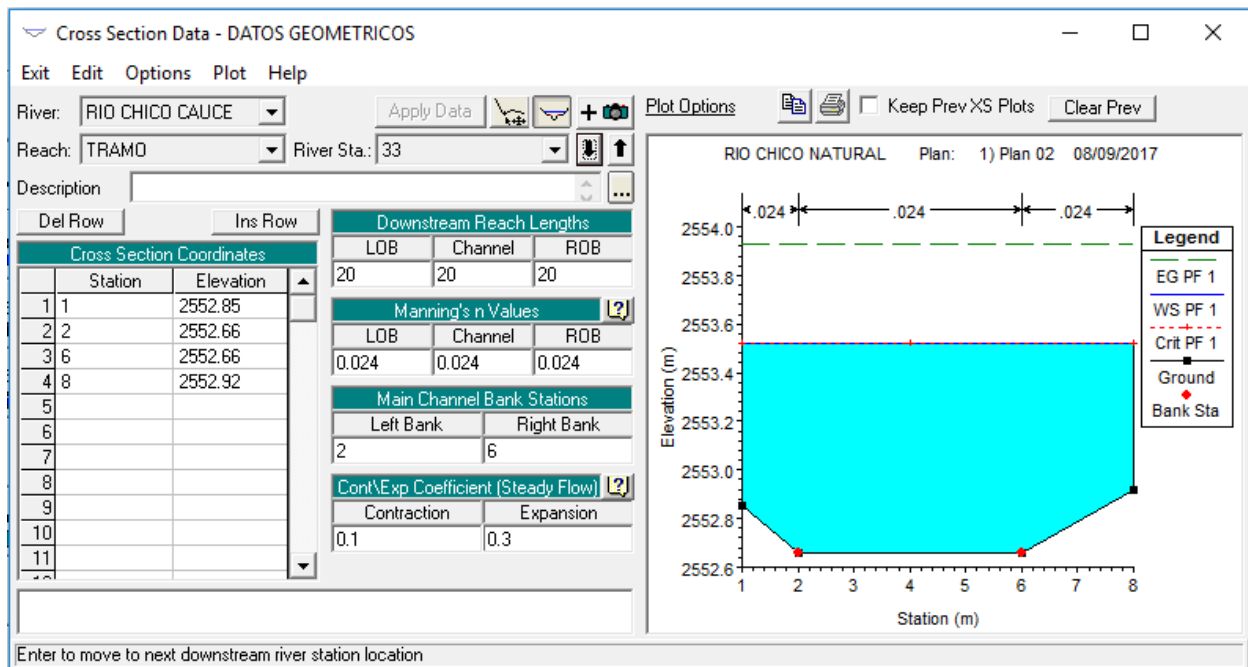
### MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL

VARIABLES DE INCIDENCIA	EFECTO			TEMPORALIDAD				ESPACIALES			MAGNITUD		
	POSITIVO	NEUTRO	NEGATIVO	PERMANENT	TRANSITORIOS			LOCAL	SUB-REGIONAL	NACIONAL	LEVE	MODERADO	FUERTE
					CORTA	MEDIANA	LARGA						
<b>MEDIO FÍSICO NATURAL</b>													
acumulación de material excedente			X		X			X			X		
derrame de combustibles y lubricantes			X		X			X			X		
material particulado			X		X			X			X		
ruidos de maquinaria			X		X			X			X		

emanación de gases por maquinaria			X		X			X			X	
<b>MEDIO BIOLÓGICO</b>												
roce y deforestación			X		X			X			X	
<b>MEDIO SOCIAL</b>												
mejora condiciones de salud	X				X			X				X
generación de empleo	X						X	X				X

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se deduce de la simulación hidráulica de cauce natural que los tramos críticos de desbordamiento de las aguas del río chico al considerar el caudal máximo proyectado de 15 m<sup>3</sup>/s, se produce en las secciones siguientes:



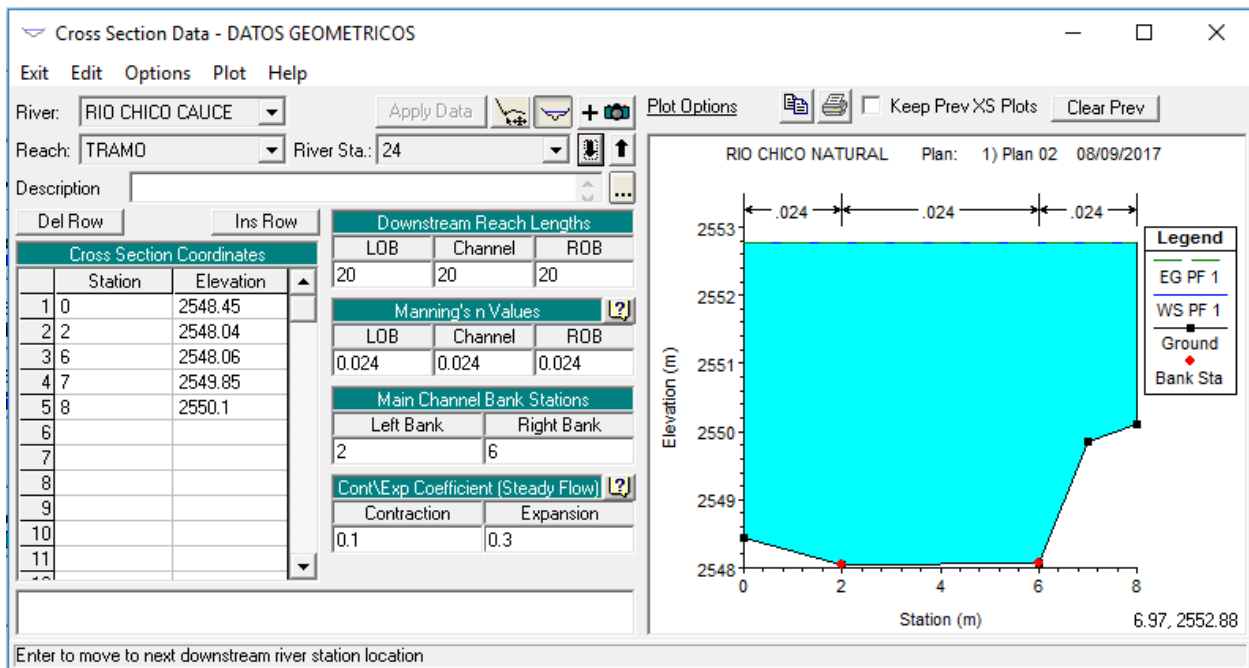
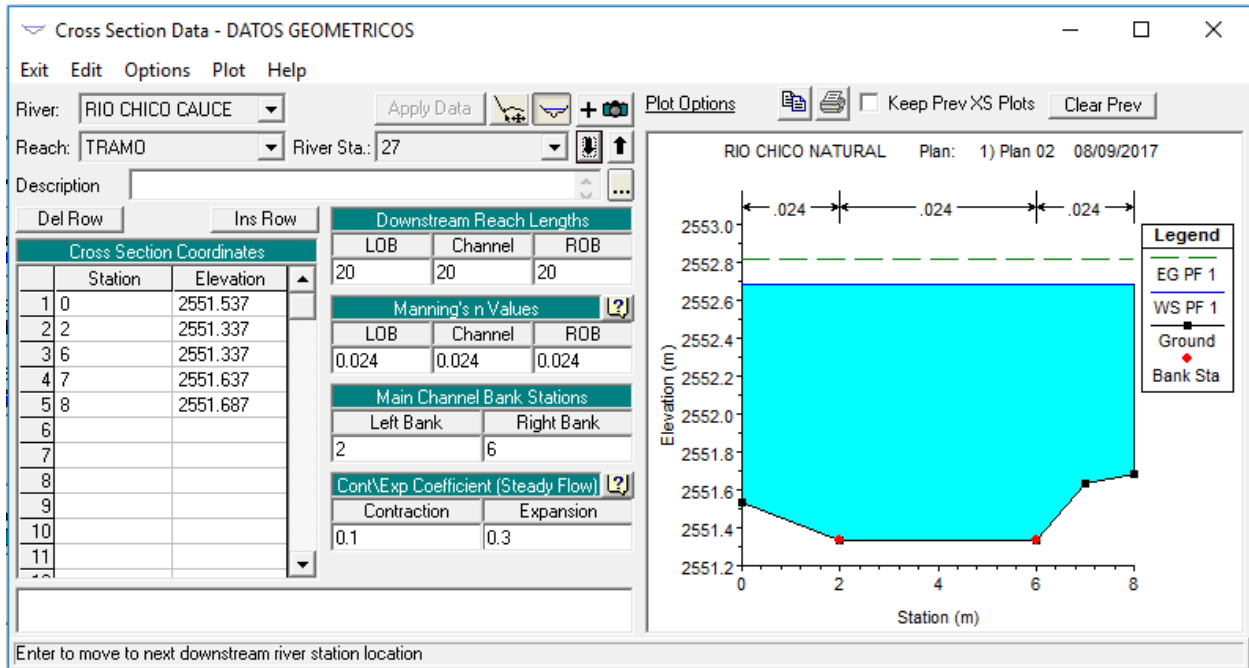


Fig. N° 11. (a), (b), (c) algunas secciones críticas del río.

Para estabilizar los taludes se consideró muros de contención en ambos márgenes obteniendo una sección trapezoidal final del cauce modificado con un coeficiente de rugosidad de 0.014, la sección final del cauce modificado considerando revestimiento en el fondo y muros de contención a ambos

márgenes, las dimensiones son las más adecuadas para garantizar la estabilidad de los taludes y protección de las viviendas.

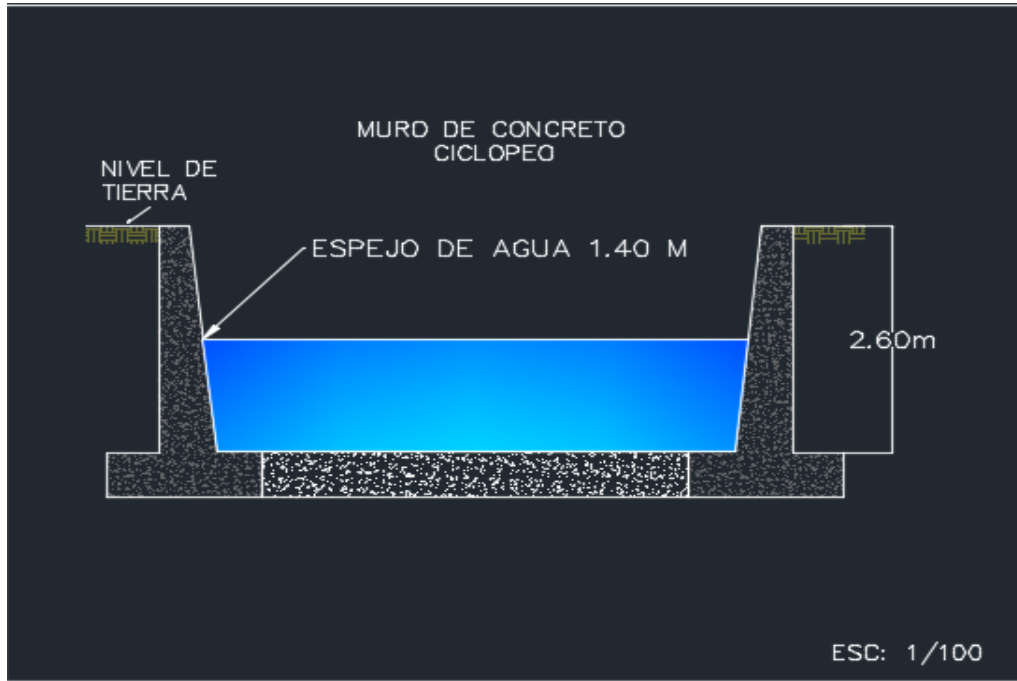
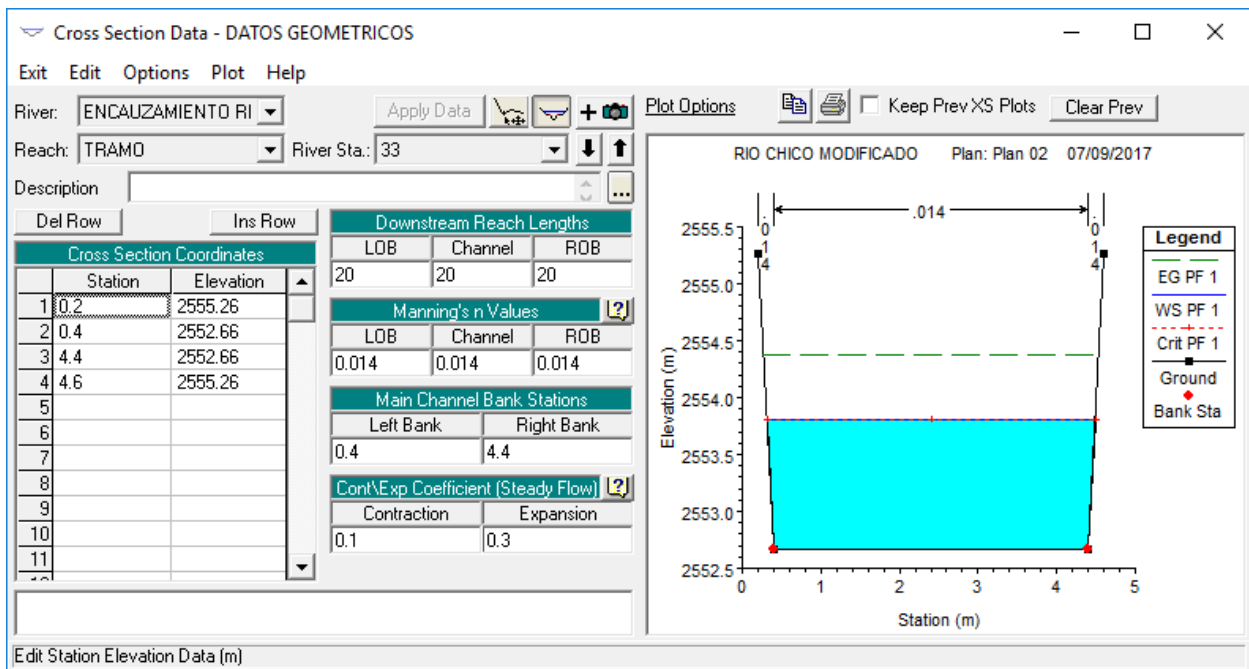


Fig. N° 12. Sección modificada

Con la simulación hidráulica del cauce modificado se observa que no se producen desbordamientos aplicando el mismo caudal de 15 m<sup>3</sup>/s, como se observan en todas las secciones.



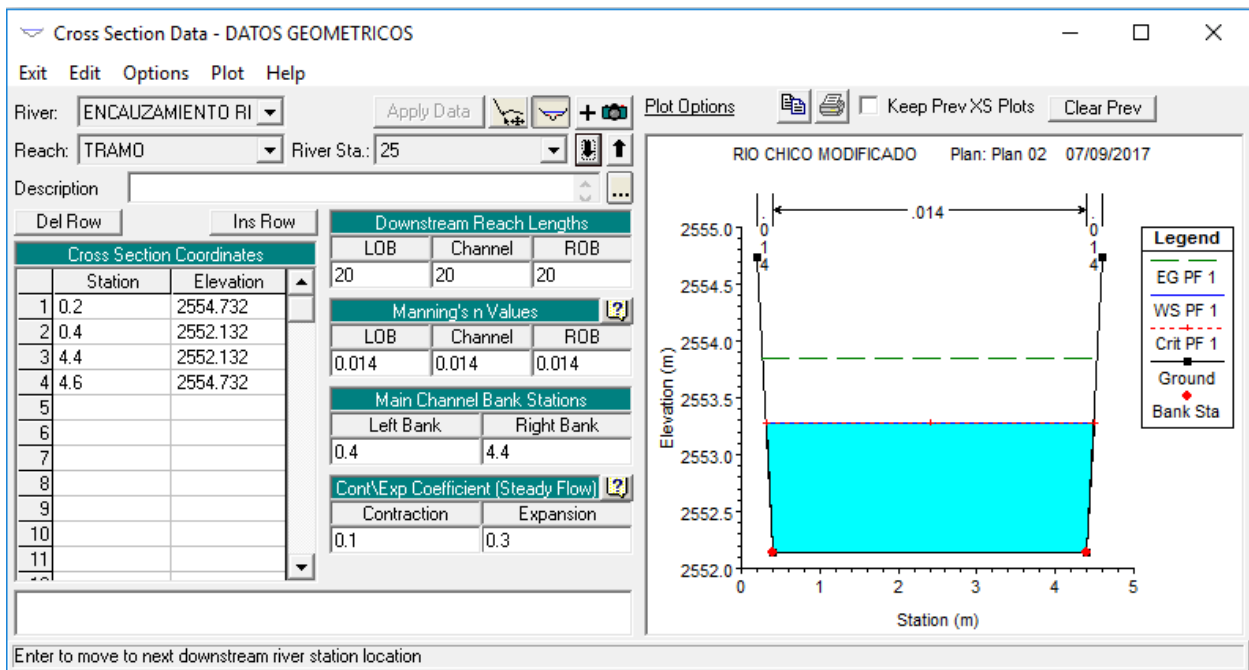
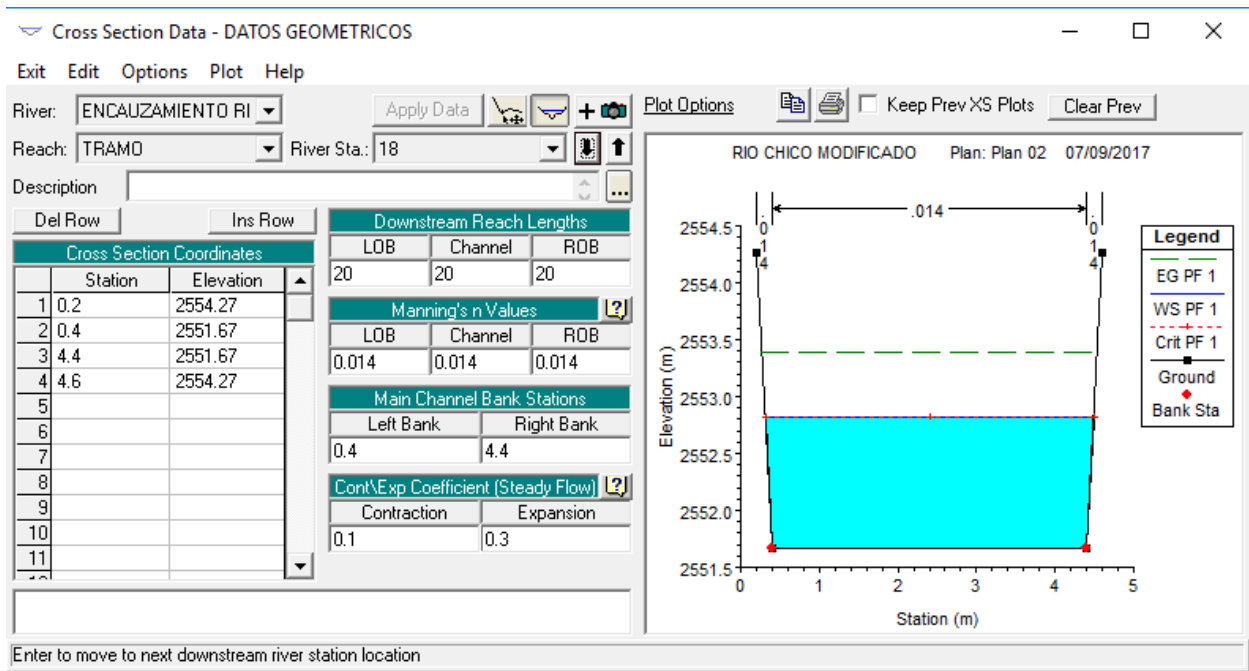


Fig. N° 13. (a), (b), (c) algunas secciones modificadas

Finalmente se deduce que el modelamiento hidráulico de la zona en estudio es conveniente para realizar la simulación hidráulica con el HECRAS, lográndose visualizar el comportamiento hidráulico y tener los resultados hidráulicos gráficos y numéricos para un caudal máximo proyectado.

## 6. CONCLUSIONES

En la presente tesis se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se determinó in situ los tramos críticos de desbordamiento del río chico que comprende desde la cuadra 6 a la cuadra 13 del jirón Pedro Ortiz Montoya.
- Se realizaron estudios básicos de ingeniería:
  - o Se realizó el levantamiento topográfico para determinar la longitud del tramo en estudio y las secciones, resultando bastantes irregulares y de baja altitud debido a la alta erosión causadas por las grandes avenidas.
  - o Con el estudio de suelos, se clasificaron los tipos de suelo que se encuentra en el cauce del río, el cual está conformado por arcillas inorgánicas de plasticidad elevada, arcillas gravas, de clasificación CH. arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras CL. Arenas limosas mezclas de arena y limo mal graduadas SM, para el margen del río.
- Se realizó un estudio hidrológico, verificando la consistencia de los datos hidrométricos del río chico mediante el análisis estadístico de las máximas avenidas, determinándose los diferentes límites de confianza de los datos observados y calculados.

Para la estimación de las máximas avenidas se utilizó Gumbel de las cuales fueron los resultados, para 5 minutos un caudal 0.171 m<sup>3</sup>/s, para 10 minutos 0.1166 m<sup>3</sup>/s, para 30 minutos 0.1397 m<sup>3</sup>/s, para 60 minutos 0.1095 m<sup>3</sup>/s, para 120 minutos 0.0885 m<sup>3</sup>/s. Logrando estimar un caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s

- Se realizó la simulación hidráulica considerando una metodología mediante el pre-procesamiento y post-procesamiento de datos obtenidos de campo y procesados mediante la Integración del Modelo Hidráulico HEC –RAS, respectivamente. Considerando el caudal máximo de 15 m<sup>3</sup>/s se observa las 33

secciones tomadas cada 20m donde se identifica las zonas vulnerables de desbordamiento que están entre las secciones (33y 17), que están comprendidas entre la cuadra 6 y 13 de jirón pedro Ortiz Montoya con cauce natural y cauce modificado se tomó en cuenta diseñar un muro de contención de la altura apropiada donde se puede evitar el desbordamiento

- Se realizó el muro de contención que tendrá una sección trapezoidal con 0.80 m, en la base y 0.40 m. en la corona, talón y punta de 0.40 m. cimiento de dimensión 1.60 metros de ancho por 0.55m de altura, la altura de la pantalla del muro es de 2.60 m.

## **7. RECOMENDACIONES**

En el presente trabajo tiene las siguientes recomendaciones.

- Para integración de modelo HEC – RAS se requiere trabajar desde el inicio con información de detalle tanto a nivel hidrológico y geométrico como el caso de las curvas de nivel que se recomienda usar el menos espacio posible.
- Aplicar este método a los diferentes tramos del rico chico y en otros ríos de la ciudad para cuantificar los daños posibles inundaciones futuras y planificar las medidas correctivas necesarias.



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayuso Muñoz, J (1984). *Estructuras de hormigón para sostenimiento de tierras*. ETSIA Córdoba.
- Gustavo Silva, M (2015). *Hidrología básica*. Colombia.
- Calavera Ruiz, J (2001). *Muros de contención y muros de sótano 3ra edición*. INTEMAC.
- Aparicio Mijares F. J (1999). *Fundamentos hidrológicos de la superficie*. Ed. Limusa. México.
- Davis S. N y Dewiest R (1966). *Hidrología*. Ed. Ariel. España.
- Flores E. Z (1978). *Hidrología superficial*. Ed. Univ. Son. México.
- EGAS, L. 1993. *Simulación de Áreas de Inundación con el Hec2 en el Río Rímac-Perú. Tesis para el Título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria-La Molina*. Lima - Perú
- Castillo L.G., Martín J.P., Marín D. (2009). *Coeficientes de resistencia, transporte de sedimentos y caudal dominante en regiones semiáridas. I Jornada de ingeniería del agua CEDEX*.
- ESRI. 1996. ArcView Gis, the Geographi Information System for Everyone. Para utilizar el ArcView GIS Redlands, CA USA.
- HAZARDS U. 2005. *Prevención y Mitigación de Desastres por Terremotos, Vientos e Inundaciones en Estados Unidos*. Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos. HAZUS-MH. EE.UU.
- HYDROLOGIC ENGINEERIG CENTER, 1997. HEC – RAS, *Sistema de Análisis de Ríos, Hydraulic Referente Manual*, U.S. Army Coros of Engineers; Davis. CA. USA. 1997
- IMEFEN (Instituto para la Mitigación de los efectos del Fenómeno del Niño) 2004. *Curso Taller: Modelación Hidráulica de Ríos y Canales, Puentes y Alcantarillas con Hec-Ras*. CISMID-UNI-Lima.
- Máximo villon, (2015). “*Modelamiento Hidráulico de ríos con HEC- RAS*”

**9. ANEXOS:**

- fotografías.
- Planos.



**Fotografía N° 01: Cuadra N° 06 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia mucha vegetación en el cauce del rio chico**



**Fotografía N° 02: Cuadra N° 07 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia mucha vegetación y erosión en el margen derecho casi ya llegando a las viviendas aledañas.**



**Fotografía N° 03: Cuadra N° 08 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia viviendas destruidas por la última inundación registrada.**



**Fotografía N° 04: Cuadra N° 09 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia erosión tanto en el margen izquierdo como derecho.**



**Fotografía N° 05: Cuadra N° 09 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se puede apreciar que las viviendas están al borde del cauce.**



**Fotografía N° 06: Cuadra N° 10 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia mucha vegetación.**





**Fotografía N° 07: Cuadra N° 10 Jr. Pedro Ortiz Montoya**



**Fotografía N° 08: Cuadra N° 11 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia erosión en el margen izquierdo del río y vegetación en el margen derecho.**



**Fotografía N° 09: Cuadra N° 12 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se aprecia vegetación en ambos márgenes del río**



**Fotografía N° 10: Cuadra N° 13 Jr. Pedro Ortiz Montoya, se puede apreciar estancamiento de agua.**