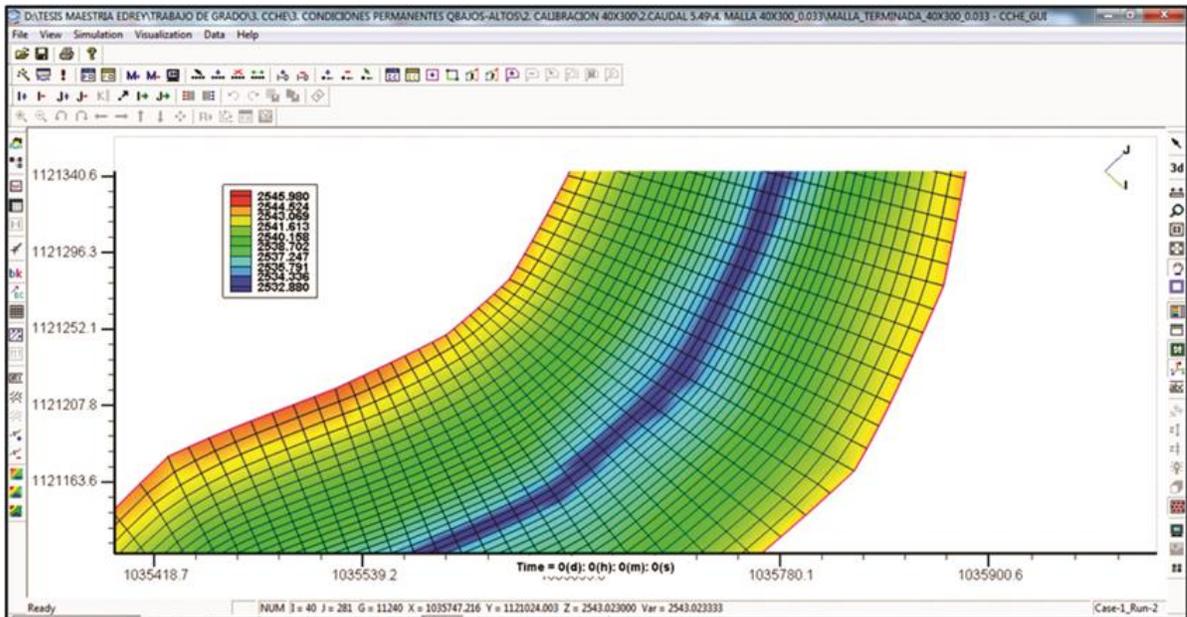


CCHE-2D. GUÍA RÁPIDA DE USO



Edrey Ardila Giraldo.
Bogotá D.C. - Colombia
2015

CCHE-2D. GUÍA RÁPIDA DE USO

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de:
Magíster en Ingeniería - Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

Director.

MSc, Ph. D., Germán Ricardo Santos Granados

Edrey Ardila Giraldo.
Bogotá D.C. - Colombia
2015

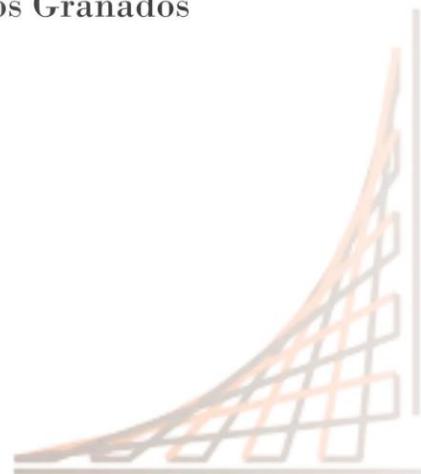


TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	8
1.1.	OBJETIVO	8
1.2.	GENERALIDADES.....	8
2.	GENERACION DE LA MALLA COMPUTACIONAL	9
2.1.	INTERFAZ MESH-GENERATION (CCHE-MESH)	9
2.2.	CONSTRUCCION DE LA GEOMALLA	13
2.2.1.	INCLUSIÓN DE LA INFORMACIÓN TOPOGRAFICA EN LA INTERFAZ MESH	13
2.2.2.	CREACIÓN DEL BLOQUE.....	15
2.2.3.	REFINAMIENTO DE LA BATIMETRÍA.....	16
2.2.4.	GENERACIÓN DE LA MALLA.....	17
2.2.5.	INTERPOLACIÓN DE LA MALLA.....	19
2.2.6.	EVALUACIÓN DE LA MALLA COMPUTACIONAL	20
2.2.7.	NIVEL INICIAL DEL AGUA.....	20
2.2.8.	RUGOSIDAD DEL CAUCE	21
3.	SIMULACIÓN DEL FLUJO EN REGIMEN PERMANENTE.....	23
3.1.	VISUALIZACIÓN DE LAS CONDICIONES INICIALES DEL FLUJO EN LA INTERFAZ GRÁFICA	24
3.2.	INTERPOLACIÓN DE LOS NIVELES INICIALES DE AGUA	25
3.3.	CONDICIONES DE FRONTERA	26
3.4.	PARÁMETROS DE FLUJO.....	28
3.5.	SIMULACIÓN DEL FLUJO	30
3.6.	VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS	31
4.	SIMULACION DEL FLUJO EN REGIMEN NO PERMANENTE.....	34
4.1.	CONDICIONES INICIALES	34
4.2.	PARÁMETROS DE FLUJO.....	34
4.3.	CONDICIONES DE FRONTERA ENTRADA/SALIDA	34
4.4.	SIMULACIÓN DEL FLUJO EN RÉGIMEN NO PERMANENTE	35
4.5.	VISUALIZACIÓN DE RESULTADOS	35
4.6.	RUTA DE PROCESO	36
4.7.	PROFUNDIDAD DE LA LÁMINA DE AGUA RECREADA POR EL MODELO.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ventana principal Interfaz Mesh Generation	9
Figura 2. Archivo secciones transversales extensión .mesh_mcs.....	13
Figura 3. Importar archivo con extensión .mesh_mcs en CCHE2D	14
Figura 4. Resultado de Importar archivo con extensión .mesh_mcs en CCHE2D	14
Figura 5. Creación del bloque.....	15
Figura 6. Resultado de la construcción del bloque	16
Figura 7. Resultado de la triangulación de la información batimétrica.....	17
Figura 8. Parámetros malla método algebraico.....	18
Figura 9. Parámetro malla método RL Orthogonal	18
Figura 10. Resultados gráficos de la malla RL Orthogonal Mesh.....	19
Figura 11. Inclusión de los niveles iniciales de agua.....	21
Figura 12. Inclusión de las rugosidades	21
Figura 13. Esquema en 3D de la malla computacional.....	22
Figura 14. Apertura de la geometría extensión .Geo.....	23
Figura 15. Ventana principal interfaz gráfica CCHE-GUI.....	23
Figura 16. Elevación del cauce.....	24
Figura 17. Rugosidad del cauce.....	24
Figura 18. Interpolación de los niveles iniciales en CCHE-GUI	25
Figura 19. Ingreso de la condición de frontera aguas arriba	26
Figura 20. Inclusión del caudal en la frontera aguas arriba.....	27
Figura 21. Inclusión de nivel de agua en la frontera aguas abajo	27
Figura 22. Parámetros de flujo.....	28
Figura 23. Selección de los valores de rugosidad de Manning.....	29
Figura 24. Selección de los valores de las constantes de cálculo.....	29
Figura 25. Simulación del flujo bajo condiciones de reposo.....	30
Figura 26. Simulación del flujo con base en datos incluidos	30
Figura 27. Ventana de visualización de cálculo	31
Figura 28. Menú visualización de resultados.....	31
Figura 29. Tabla de resultados del análisis del flujo.....	32
Figura 30. Secciones transversales	32
Figura 31. Distribución del nivel del agua en la longitud del cauce	33
Figura 32. Condiciones de frontera a la entrada	34
Figura 33. Condiciones de frontera a la entrada	35
Figura 34. Simulación del flujo en régimen no permanente	35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores de evaluación de mallas	20
Tabla 2. Condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo	26

1. INTRODUCCIÓN

Como parte de desarrollo del trabajo de grado titulado **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA MODELACIÓN HIDRÁULICA ENTRE HEC-RAS Y CCHE-2D, APLICADO A UN CAUCE ALUVIAL. CASO ESTUDIO: RIO SUAREZ (BOYACÁ)**, de la Maestría en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente, el presente documento constituye la guía rápida de uso del software CCHE-2D, en el cual se lleva a cabo los ejercicios de aplicación de las simulaciones en régimen permanente y no permanente del río Suarez, tramo comprendido entre las abscisas K23+241 -K26+597, localizado en el municipio de Saboyá-Boyacá.

1.1. OBJETIVO

- Proporcionar las instrucciones del paso a paso mediante la aplicación de ejemplos que ayudaran a entender y ejecutar simulaciones numéricas en la interfaz gráfica del programa CCHE-2D.

1.2. GENERALIDADES

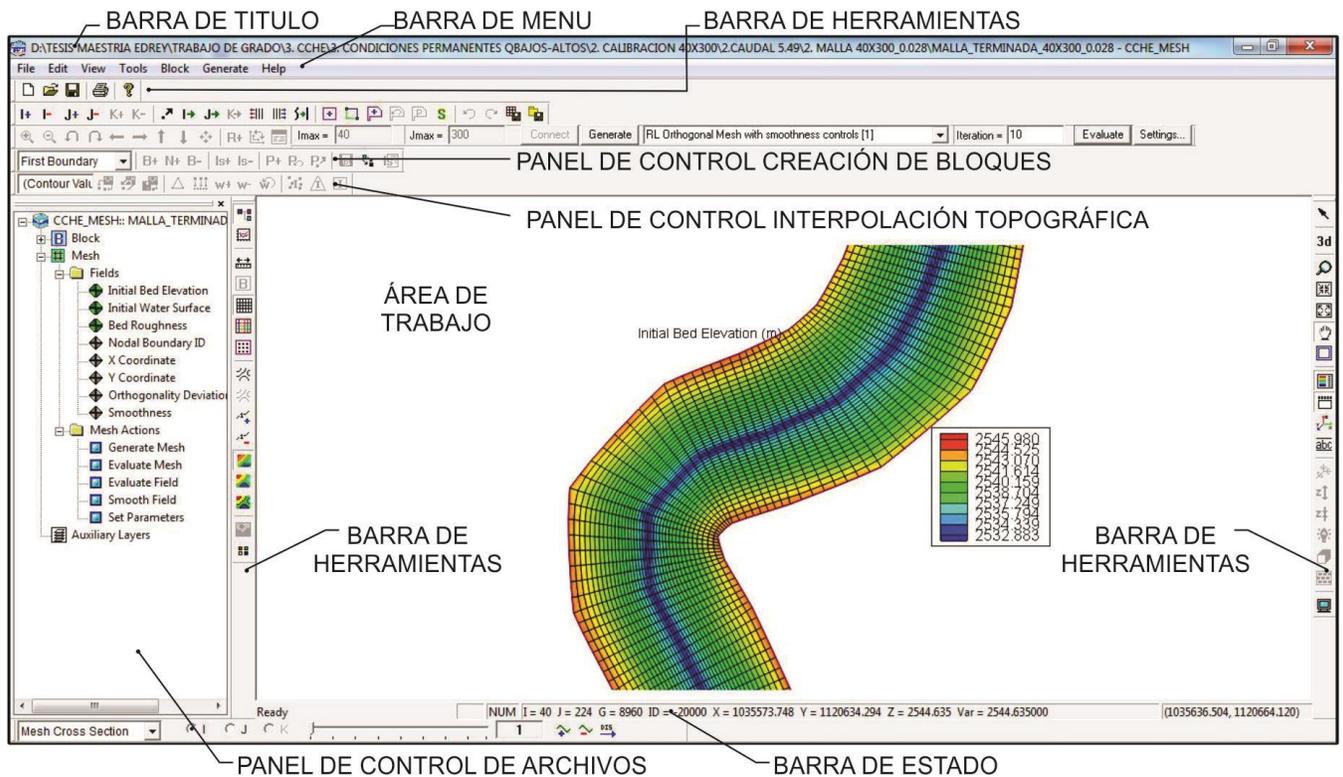
- La guía rápida de uso fue desarrollada con base en el software CCHE2D versión Beta 3.29.2, actualizada en abril 22 de 2014, cuyo dominio de análisis se encuentra restringido a 12000 nodos.
- La topobatimetría de la zona de estudio del río Suarez, corresponde a información real suministrada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR.
- Los ejercicios de aplicación se basan exclusivamente en el análisis hidráulico del flujo del cauce aluvial.
- Para acceder al software de dominio público se debe ingresar a la siguiente página web: <http://www.ncche.olemiss.edu/cche2d>, sitio en el cual es necesario crear una cuenta de usuario.

2. GENERACION DE LA MALLA COMPUTACIONAL

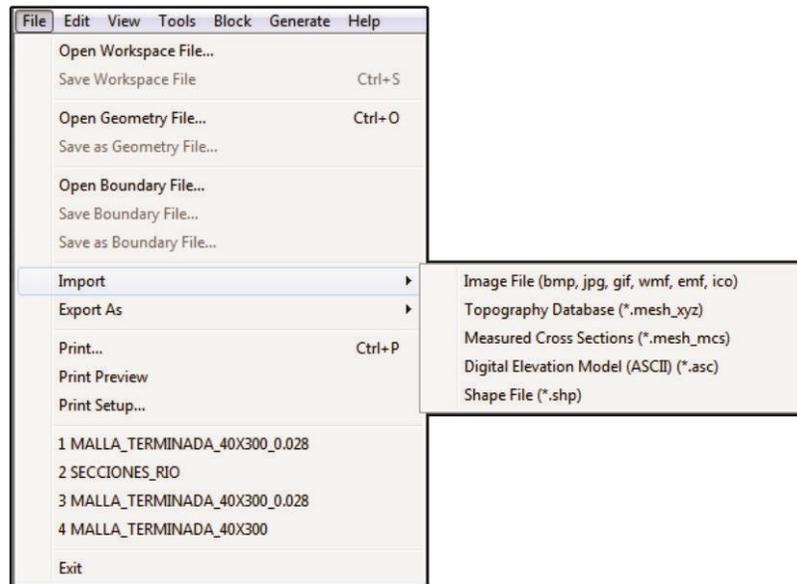
2.1. INTERFAZ MESH-GENERATION (CCHE-MESH)

- **Ventana principal:** La figura 1 muestra la ventana principal del generador de mallas del CCHE2D, la cual está conformada por la barra de título, donde se visualiza la ruta del archivo, la barra de menú, barra de herramientas, barra de estado, área de trabajo, paneles de control de archivos, interpolación topográfica y generación de bloques.

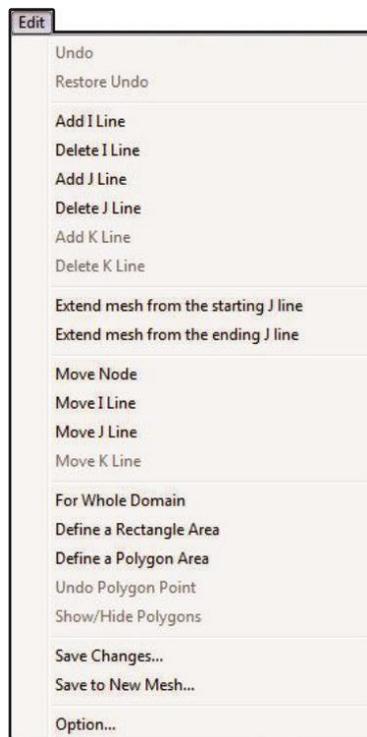
Figura 1. Ventana principal Interfaz Mesh Generation



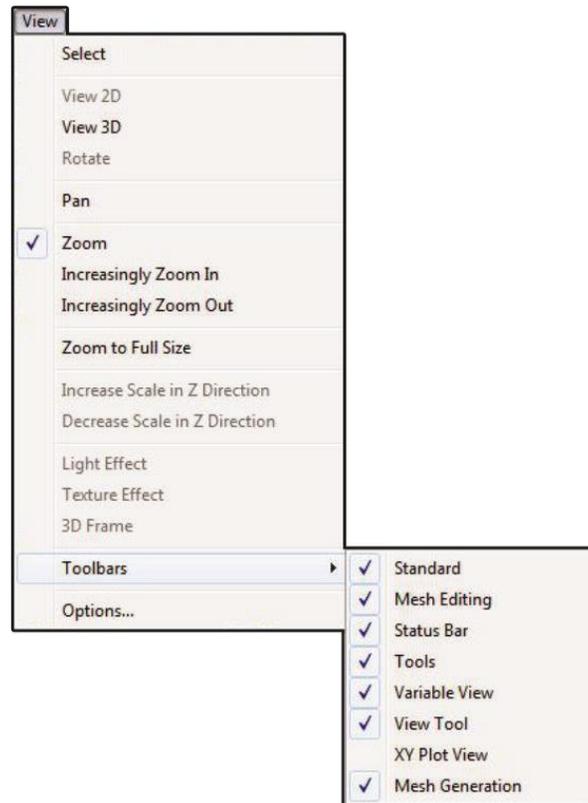
- **Menú Archivo:** Permite importar archivos como imágenes (bmp, jpg, gif, wmf, emf, ico); bases topográficas (.mesh_xyz); batimetría del cauce (.mesh_mcs); modelo digital del elevaciones (.asc); archivos shape (.shp). Abrir geometrías y bloques generados en CCHE2D, imprimir resultados en tablas y gráficas, salir del programa.



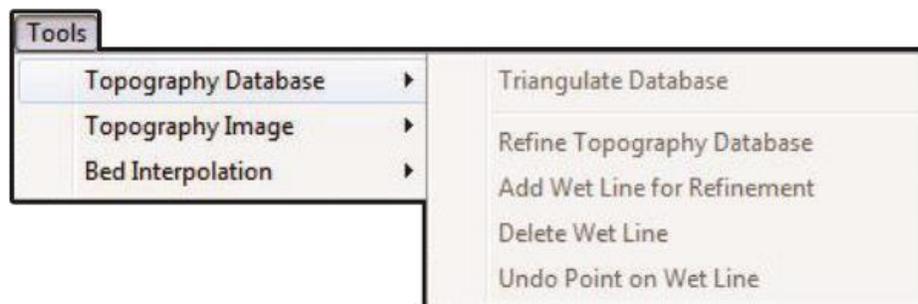
- **Menú Edición:** A través de este menú se pueden editar las mallas, adicionar, mover y eliminar líneas en el sentido J e I de las mallas, seleccionar áreas para inclusión de información, guardar cambios, además de modificar el limite mostrado en la leyenda.



- **Menú Ver:** Este menú proporciona las herramientas necesarias para visualizar imágenes con mayor claridad y precisión, permitiendo la selección, ampliación y reducción de imágenes (zoom in, zoom out, zoom to full size), visualización en 3D, activación y desactivación de las barras de herramienta.



- **Menú Herramientas:** Este menú contiene los iconos mediante los cuales es posible hacer triangulación de la información topográfica, para obtener un refinamiento de la misma; adicionalmente de llevar a cabo una metodología de interpolación para la obtención de información de coordenadas y elevaciones en cada uno de los nodos establecidos.



- **Menú de Bloque:** Mediante este menú se editan los bloques que constituyen las mallas.



- **Menú Generador de mallas:** Existen diferentes métodos de generación de mallas, los cuales dependen de la sinuosidad del sistema, de las irregularidades de la geometría del cauce. Mediante este menú se accede a los diferentes métodos de creación de mallas computacionales.



- **Menú Ayuda:** El programa referencia información relevante de contacto, a los usuarios que presenten inconvenientes con el funcionamiento del software.



2.2. CONSTRUCCION DE LA GEOMALLA

2.2.1. Inclusión de la información topográfica en la interfaz mesh

Primero debemos convertir las coordenadas y elevaciones de cada punto topográfico, en un archivo con extensión .mesh_mcs. El formato del archivo se muestra en la figura 2.

Figura 2. Archivo secciones transversales extensión .mesh_mcs

The image shows a text editor window displaying the content of a .mesh_mcs file. The file contains two sections of data. Each section starts with a section number and a count of points. The data points are organized into columns representing North coordinate, East coordinate, and Elevation. Callout boxes with arrows point to these specific elements in the file:

- Número total de secciones:** Points to the number '35' at the top of the file.
- Número de puntos de cada sección:** Points to the number '25' following the first section header.
- Cada Sección:** Points to the first section header '1'.
- Coordenada Norte:** Points to the first column of numerical values.
- Coordenada Este:** Points to the second column of numerical values.
- Elevación:** Points to the third column of numerical values.

Sección	Puntos	Coordenada Norte	Coordenada Este	Elevación
1	25	1034134.410	1118445.390	2545.980
		1034172.350	1118410.960	2544.290
		1034184.800	1118399.650	2543.820
		1034194.660	1118390.700	2543.180
		1034209.000	1118386.810	2542.150
		1034209.000	1118383.020	2539.860
		1034209.000	1118380.910	2537.380
		1034209.000	1118379.110	2536.050
		1034209.000	1118377.150	2534.790
		1034211.420	1118375.490	2534.270
		1034213.420	1118373.680	2533.910
		1034215.910	1118371.420	2533.590
		1034218.230	1118369.320	2533.980
		1034220.380	1118367.360	2534.430
		1034221.880	1118366.000	2534.820
		1034225.700	1118362.540	2536.120
		1034230.180	1118358.470	2537.700
		1034237.650	1118351.690	2539.160
		1034246.110	1118344.000	2540.260
		1034252.080	1118338.590	2541.070
		1034259.060	1118332.250	2542.050
		1034269.800	1118322.500	2543.260
		1034278.260	1118314.820	2544.330
		1034283.440	1118310.130	2544.930
		1034291.490	1118302.820	2545.810
2	29	1034202.640	1118510.870	2545.000
		1034216.590	1118498.590	2543.670

Una vez construido el archivo con extensión .mesh_mcs, se procede a importarlo haciendo clic izquierdo en el menú archivo para desplegar las opciones, seleccionamos importar secciones transversales, opción tres; visualizar este paso en las figuras 3 y 4.

Figura 3. Importar archivo con extensión .mesh_mcs en CCHE2D

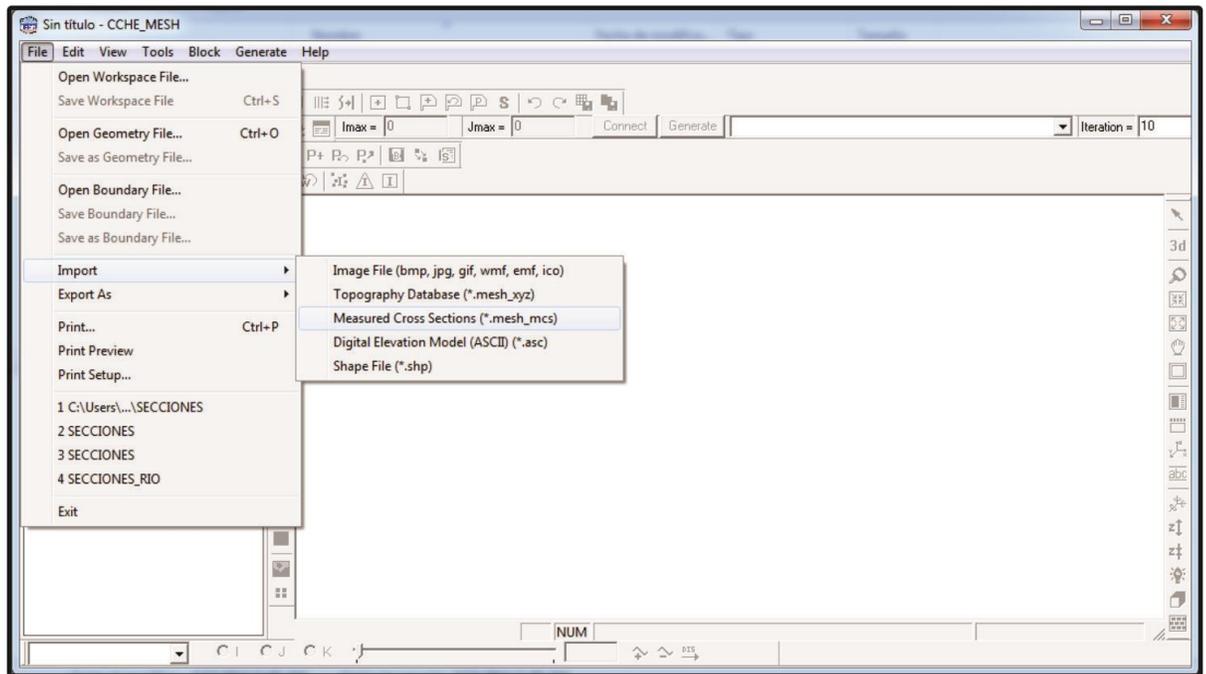
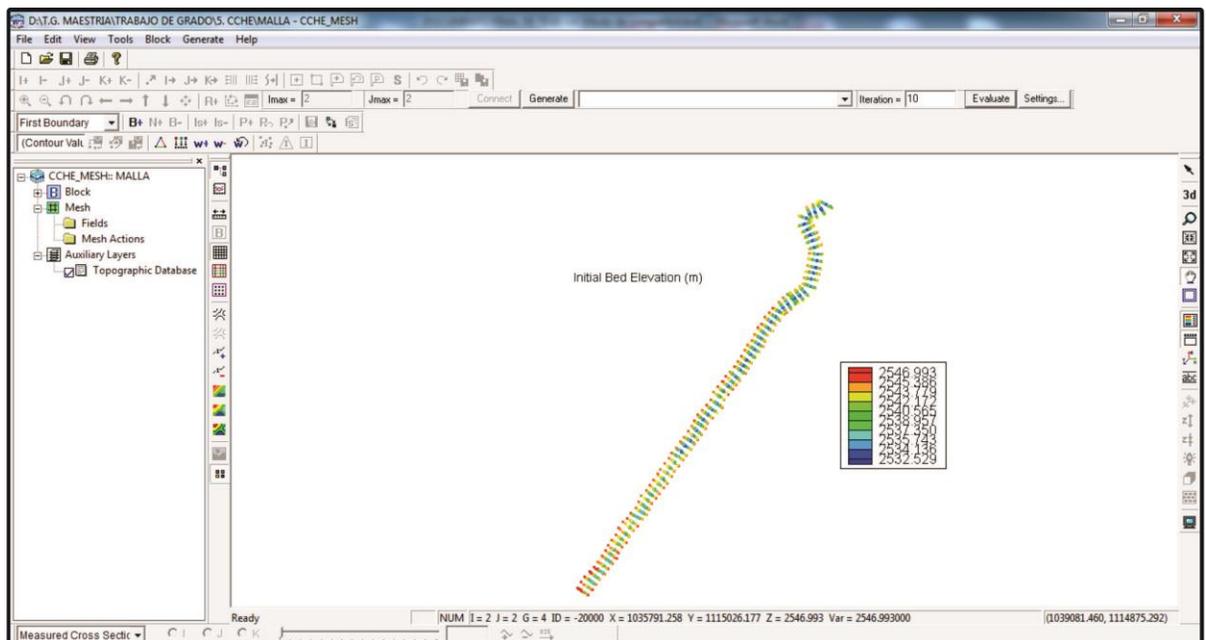


Figura 4. Resultado de Importar archivo con extensión .mesh_mcs en CCHE2D



2.2.2. Creación del bloque

Se sugiere iniciar a construir el bloque en el sentido del flujo, es decir, de aguas arriba hacia aguas abajo. Para llevar a cabo su construcción hacemos clic en el primer borde de frontera (barra de herramientas) y después sobre el icono **B+**; mediante clics sucesivos sobre los puntos extremos por el margen izquierdo del flujo, se llega al punto más alejado de análisis. Ver figura No. 5.

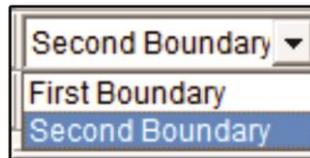
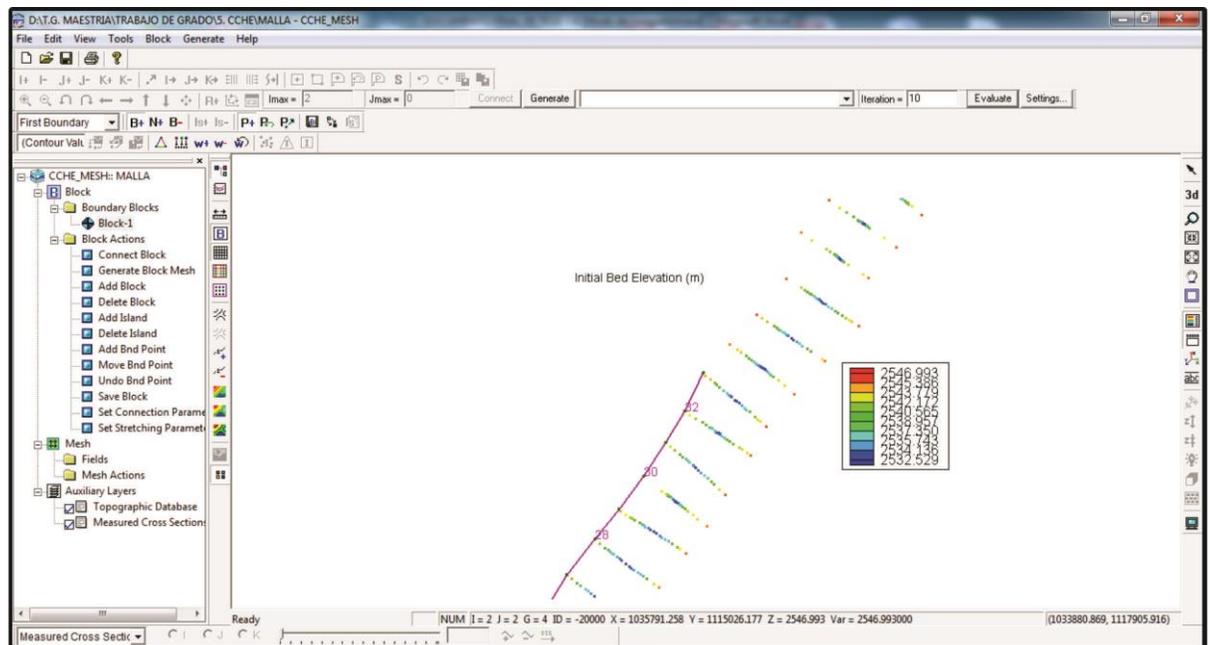
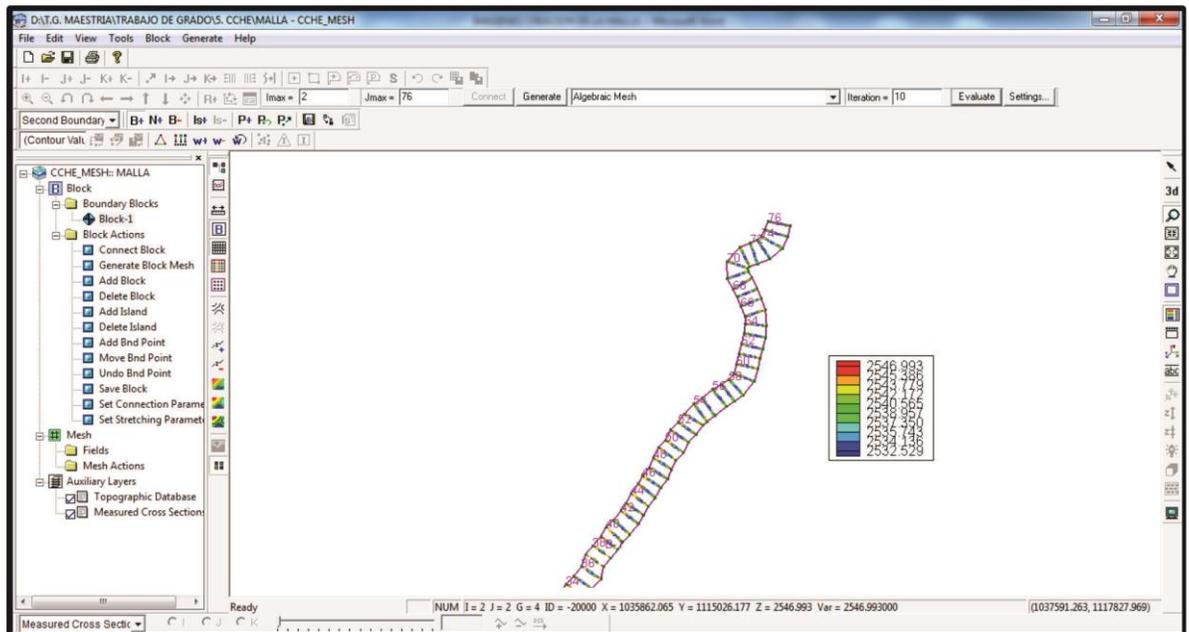


Figura 5. Creación del bloque



Al finalizar la primera línea de contorno, hacemos clic sobre la opción segundo borde de frontera. Para finalizar la construcción del bloque hacer doble clic en el último punto. Es importante resaltar que los puntos de la batimetría deben ser lo más ortogonales posibles para minimizar errores de cálculo. Si se desea eliminar un bloque hacer clic en el icono **B-**, guardar el bloque en el icono **B**, asignando un nombre y una ruta de ubicación del archivo creado.

Figura 6. Resultado de la construcción del bloque



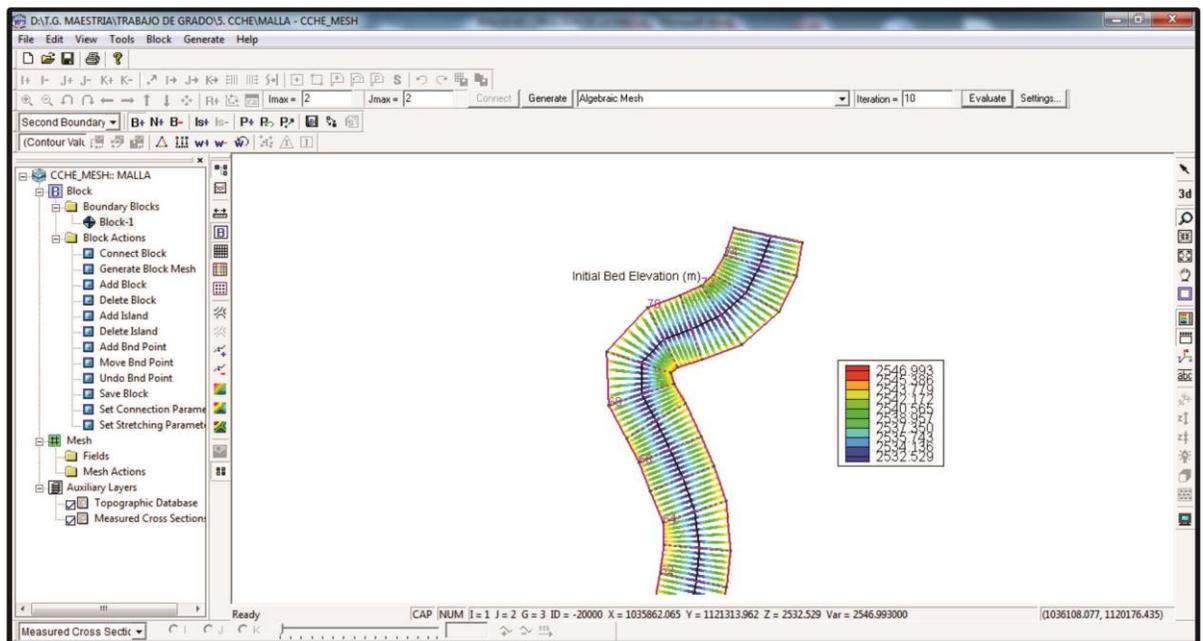
2.2.3. Refinamiento de la batimetría

Cuando solo se cuenta con información batimétrica del cauce, cobra importancia generar en primera instancia un refinamiento de las secciones transversales, procedimiento que se lleva a cabo mediante la triangulación.

Para obtener mayor cantidad de información topográfica, primero debemos determinar como mínimo una línea base de elaboración de la triangulación o máximo tres líneas, para ello activamos el icono  , en este caso en particular, las líneas base se construyeron siguiendo las márgenes del río Suarez. Luego activamos el icono  y el programa genera secciones transversales más seguidas, después asignamos características de coordenadas y elevaciones haciendo clic en el icono  , mediante el cual se realiza la triangulación.

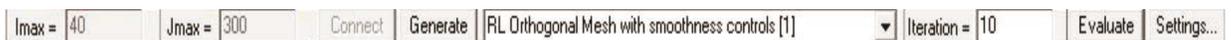
Si se desea eliminar una línea base hacer clic sobre el icono  o deshacer un paso  ; el resultado de este procedimiento se visualiza en la figura No. 7.

Figura 7. Resultado de la triangulación de la información batimétrica



2.2.4. Generación de la malla

Ingresar el tamaño de la celda tanto en sentido I (40) como en sentido J (300), para un total de 12000 nodos de análisis.

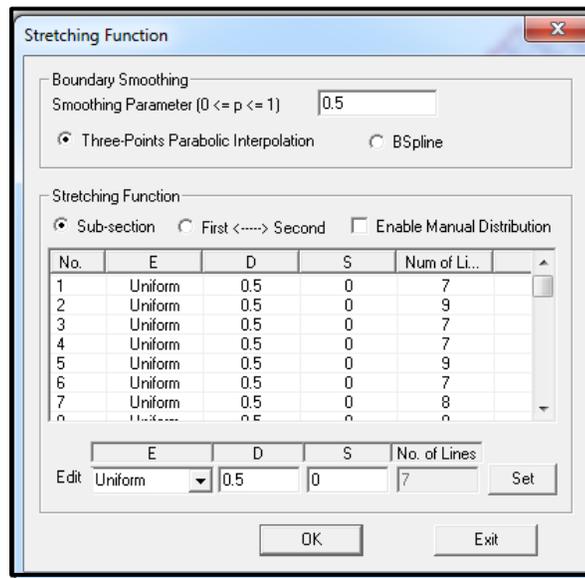


Seleccionar en el recuadro del generador el método algebraico, dar clic en "Genetate" y luego incluir la siguiente información haciendo clic en la opción Settings:

- * Parámetro de suavidad (P): 0.3
- * Distribución (E): -1 (contracción)
- * Parámetro de desviación (S): 3.0
- * Punto distribución (D): 0.5, la distribución de la desviación se realiza desde el centro hacia los extremos.

Una vez incluidos todos los parámetros, hacer clic en la opción "Set", para que la información sea trasladada a la malla del método algebraico generado. Ver figura 8.

Figura 8. Parámetros malla método algebraico



Es requisito generar primero la malla algebraica, para poder aplicar otro método disponible en la interfaz mesh.

El crear la malla algebraica teniendo en cuenta la información anterior, se procede a seleccionar el método RL Orthogonal Mesh, este método se emplea en los casos en que el tramo de estudio presenta deflexiones importantes en el flujo; en el menú opciones (settings) incluir el valor de P (parámetro de suavidad) de 0.1, luego hacemos clic en el icono generador. El resultado de este procedimiento se visualiza en la figura 9 y 10.

Figura 9. Parámetro malla método RL Orthogonal

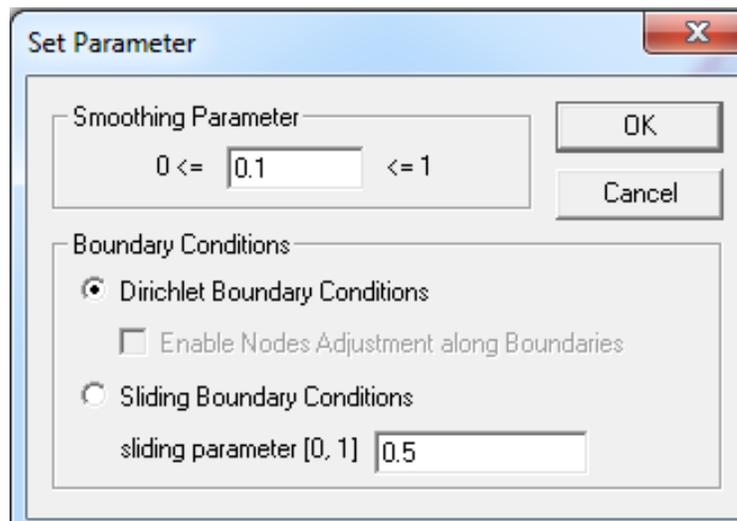
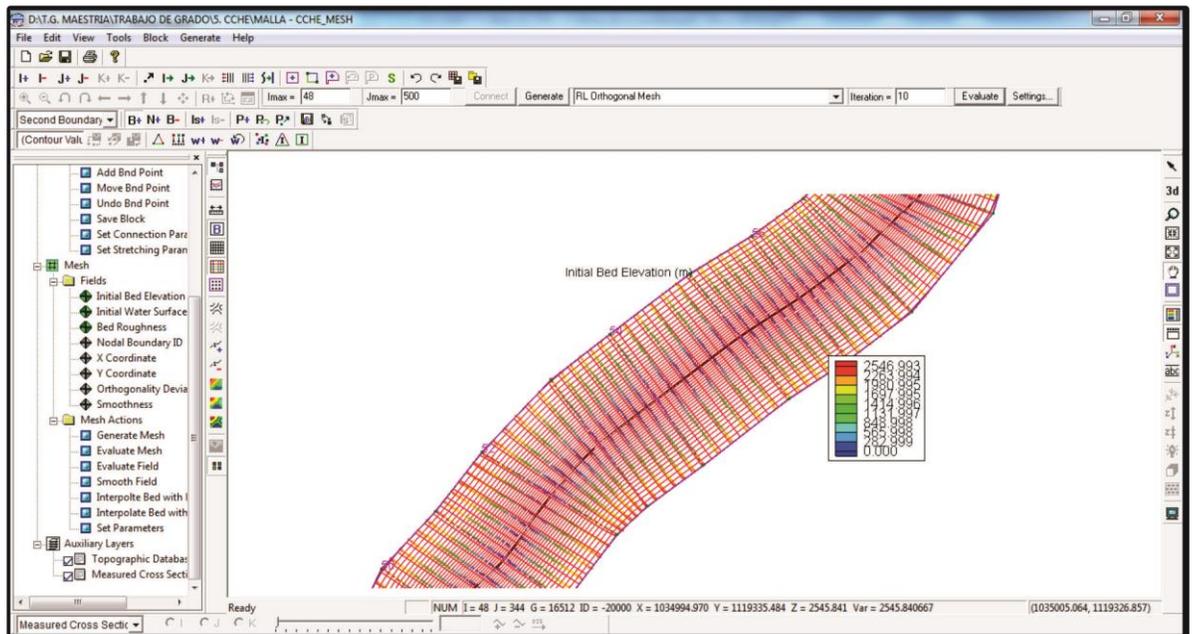


Figura 10. Resultados gráficos de la malla RL Orthogonal Mesh



2.2.5. Interpolación de la malla

Los métodos de interpolación se dividen en tres categorías, cuyo uso depende del tipo de información topográfica disponible:

- o **Interpolación aleatoria:** se utiliza cuando se tiene una gran cantidad de información topográfica dispuesta al azar. Se caracteriza por ser un procedimiento de cálculo rápido, pero inestable cuando la base de datos es escasa. La extensión del archivo según la configuración del programa es (.mesh_xyz).
- o **Interpolación por triangulación:** se puede aplicar tanto para base de datos de puntos topográficos dispuestos al azar (.mesh_xyz), como para información de secciones transversales, llamadas también base de datos estructurada, cuya extensión es (.mesh_mcs). Es un método más estable, pero lento y requiere de mayores esfuerzos computacionales.
- o **Interpolación estructurada:** se emplea este método exclusivamente cuando se dispone de secciones transversales, es decir, archivos con extensión (.mesh_mcs).

De los tres métodos descritos anteriormente se empleó la interpolación estructurada

I, la cual permitió configurar una geometría con mayor suavidad, que representara mejor las secciones transversales del levantamiento topográfico llevado a cabo en campo.

2.2.6. Evaluación de la malla computacional

La evaluación cuantitativa de la malla en el programa CCHE2D se lleva a cabo mediante dos criterios: ortogonalidad y uniformidad. El criterio de ortogonalidad, representa los ángulos internos del cuadrilátero (celda), cuyos valores máximos y promedio deben tender a cero para crear mallas estables numéricamente. El criterio de uniformidad, corresponde a la relación entre las dimensiones largo/ancho que conforman cada celda de la malla. Dicho indicador debe tender a la unidad, para disminuir los errores por truncamiento numérico en el proceso de simulación y desarrollo de las ecuaciones hidrodinámicas.

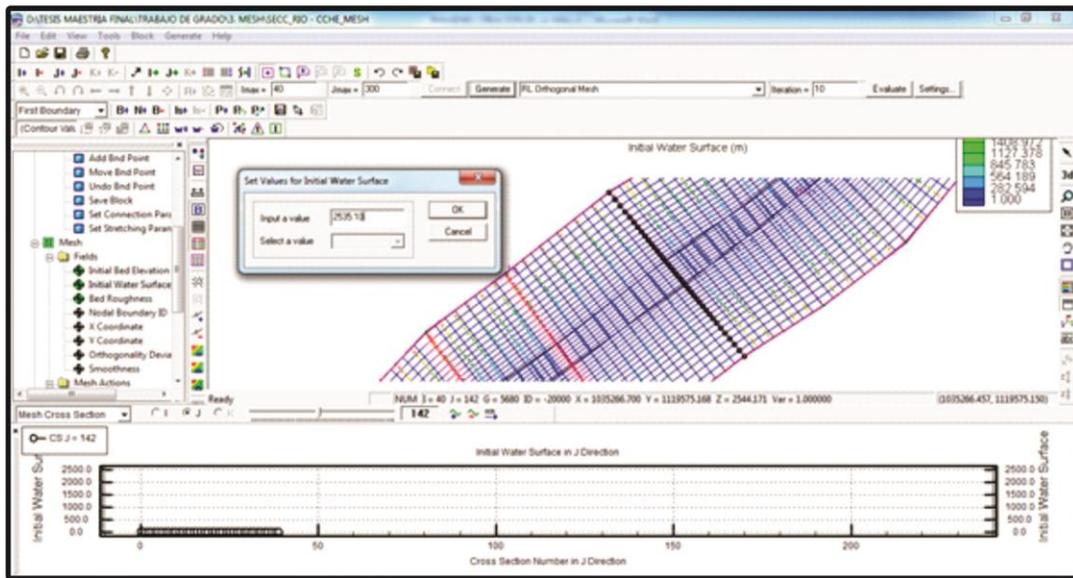
Tabla 1. Indicadores de evaluación de mallas

INDICADORES DE EVALUACION DE MALLAS
ORTOGONALIDAD Desviación promedio de ortogonalidad (ADO) Desviación máxima de ortogonalidad (MDO)
UNIFORMIDAD Relación de aspecto promedio (AAR) Relación de aspecto máximo (MAR)
LONGITUDES DE CELDA Mínima longitud de celda en la dirección i Máxima longitud de celda en la dirección i Mínima longitud de celda en la dirección j Máxima longitud de celda en la dirección j

2.2.7. Nivel inicial del agua

En cada una de las secciones transversales correspondiente a la batimetría, deben incluir el nivel de agua alcanzado para el caudal más bajo, generado por el software HECRAS. Ver anexos.

Figura 11. Inclusión de los niveles iniciales de agua



2.2.8. Rugosidad del cauce

Para el caso particular de estudio se trabajó con valores de rugosidad de 0.030 para el lecho y 0.035 para las márgenes. Ver figura No. 12.

Figura 12. Inclusión de las rugosidades

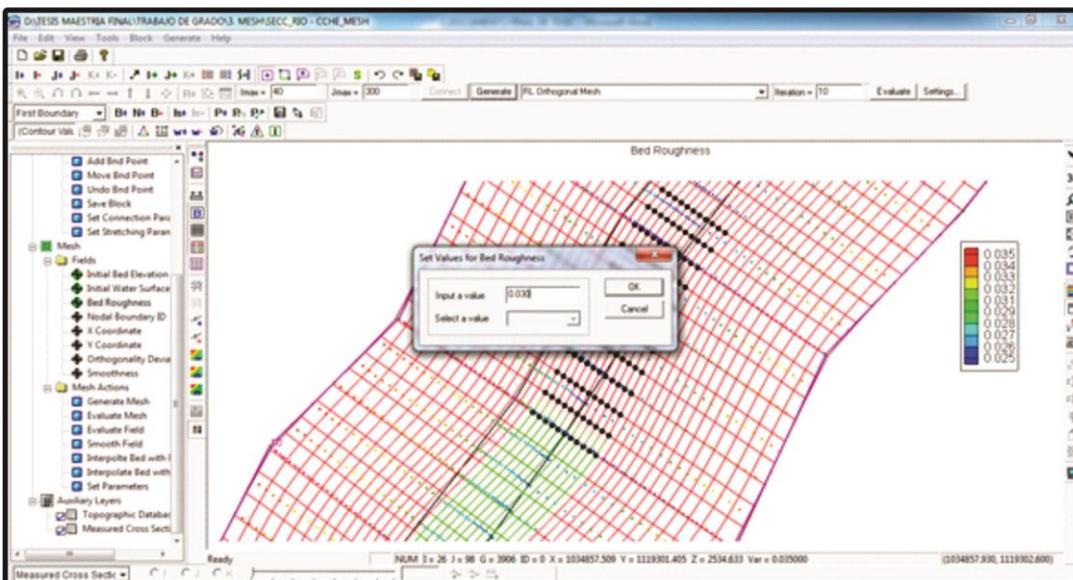
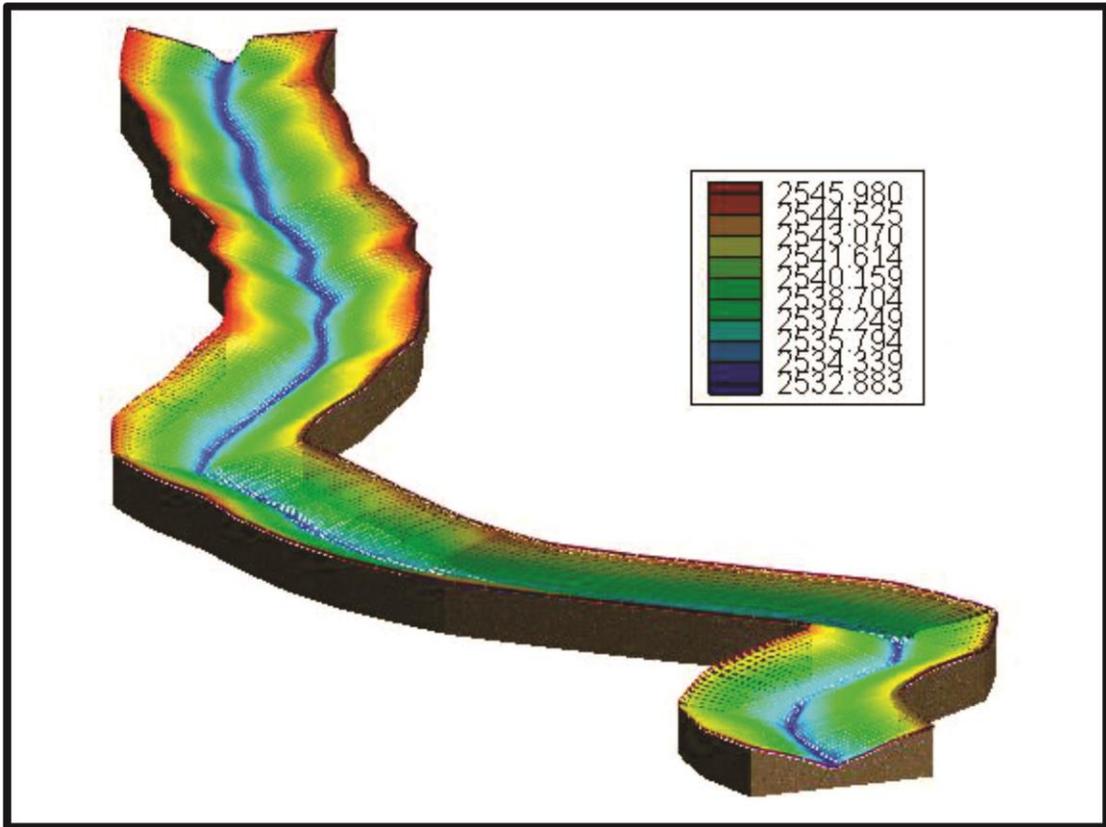


Figura 13. Esquema en 3D de la malla computacional



3. SIMULACIÓN DEL FLUJO EN REGIMEN PERMANENTE

Una vez creada con CCHE-MESH la geometría del cauce y las condiciones iniciales como lo son las coordenadas, las elevaciones del lecho, el nivel de la superficie inicial del agua, la rugosidad y la característica del nodo, se procede a la simulación mediante el programa.

Figura 14. Apertura de la geometría extensión .Geo

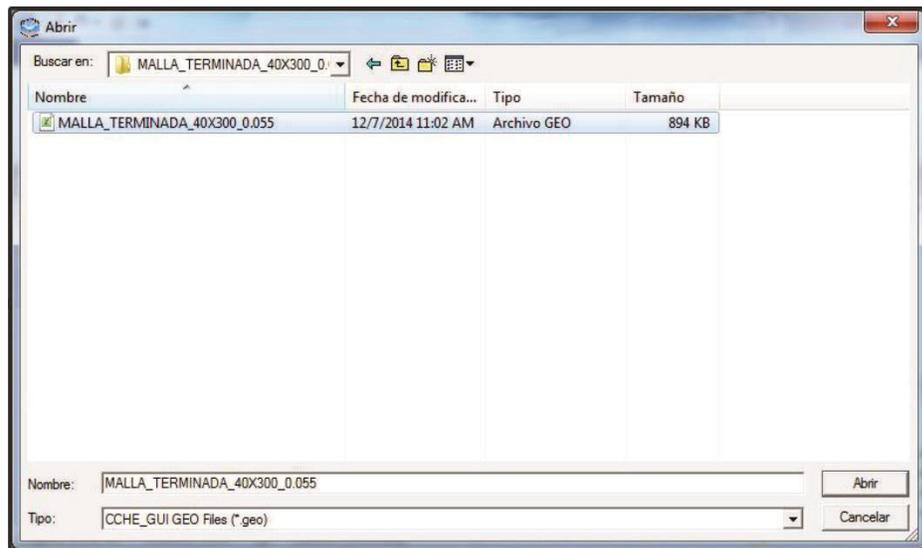
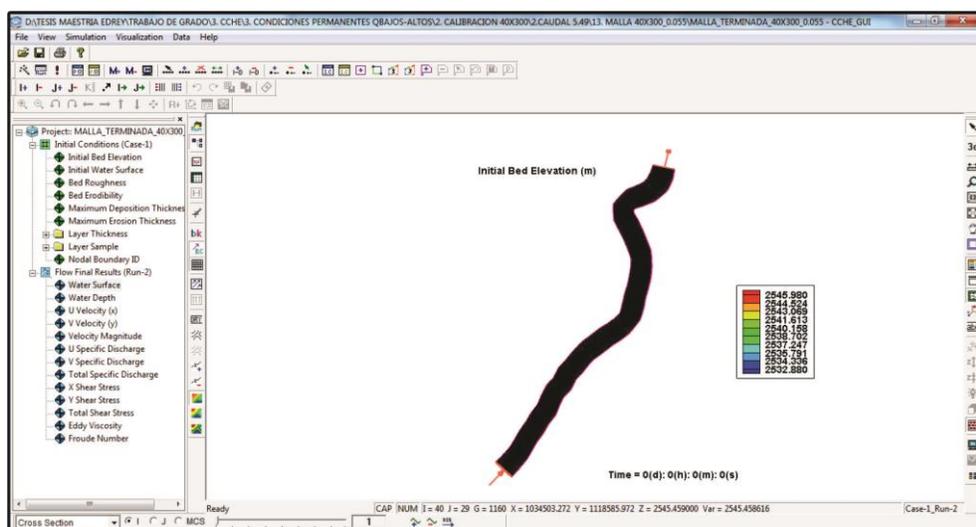


Figura 15. Ventana principal interfaz gráfica CCHE-GUI



3.1. Visualización de las condiciones iniciales del flujo en la interfaz gráfica

Seleccionar el icono de condiciones iniciales de flujo en el menú de simulación, activar la ventana de dialogo de propiedades nodales. En la versión 3.29 de dominio público esta opción no se encuentra activa, pero puede ser modificada en la ventana de control de archivos. Hacer clic en la opción rugosidad del lecho y seleccionar un área o polígono con la herramienta , que permite seleccionar un área de nodos para incluirle información de rugosidad.

Figura 16. Elevación del cauce

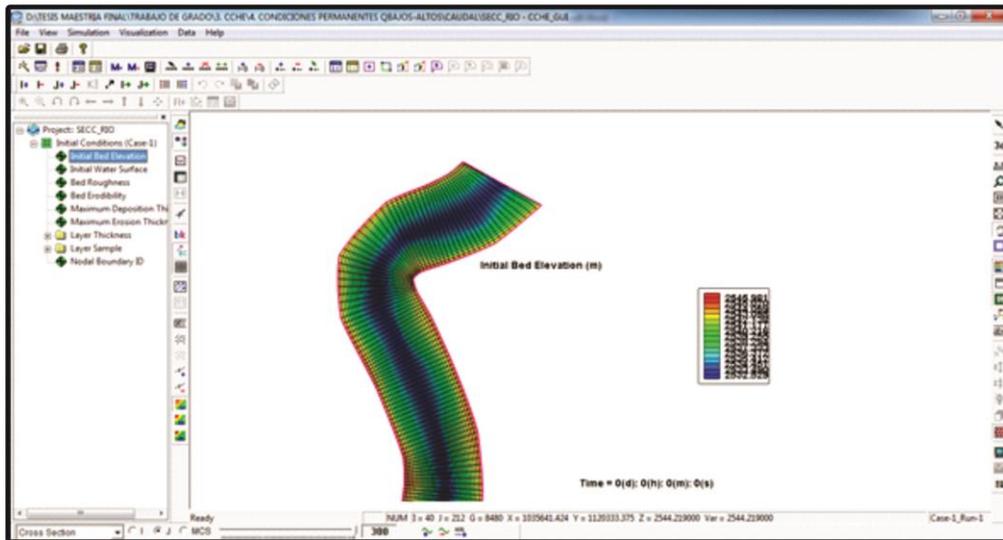
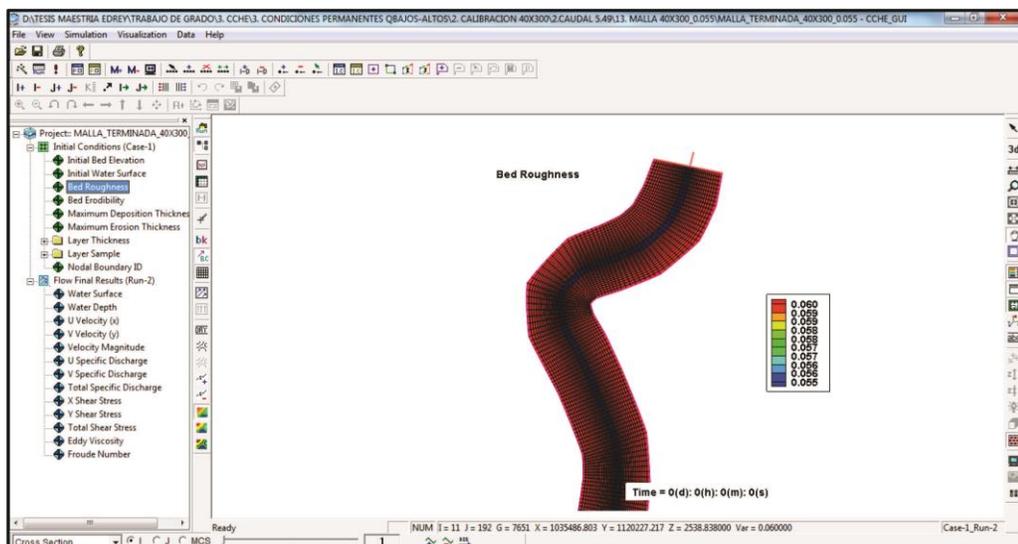


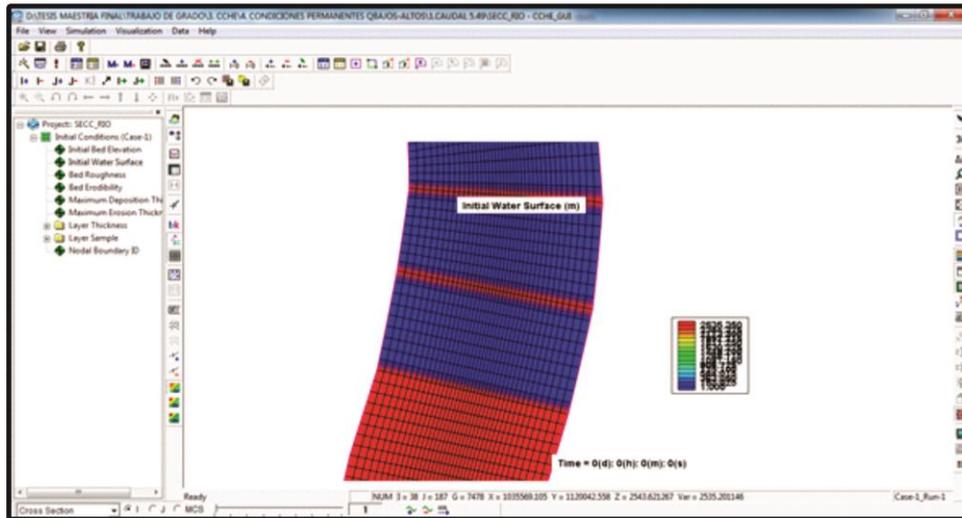
Figura 17. Rugosidad del cauce



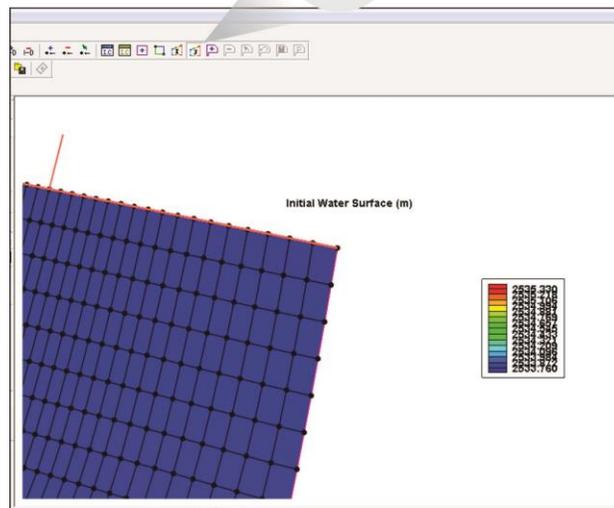
3.2. Interpolación de los niveles iniciales de agua

En la interfaz mesh se incluyeron los niveles iniciales de agua en cada una de las secciones transversales de la batimetría, una vez cargada de la información de la geomalla, niveles iniciales y rugosidades, se procede en la interfaz gráfica a interpolar los niveles iniciales de agua en las secciones generadas con el refinamiento. Ver gráfica No 18.

Figura 18. Interpolación de los niveles iniciales en CCHE-GUI



Interpolar en el sentido longitudinal de la malla



3.3. Condiciones de frontera

Las condiciones de frontera, corresponden a los caudales a la entrada en m³/seg y los niveles leídos en campo en la frontera aguas abajo, a continuación se relacionan las condiciones de análisis llevadas a cabo en el estudio del cauce del Río Suarez.

Tabla 2. Condiciones de frontera aguas arriba y aguas abajo

Q (m3/seg). Frontera aguas arriba	Nivel (m.s.n.m). Frontera aguas abajo
5.49	2535.20
28.42	2536.78
40.06	2537.25
103.60	2538.91

Para incluir los valores de caudal aguas arriba se debe hacer clic en el icono  y seleccionar los puntos extremos que conforman la sección batimétrica aguas arriba. Ver figuras 19 y 20.

Figura 19. Ingreso de la condición de frontera aguas arriba

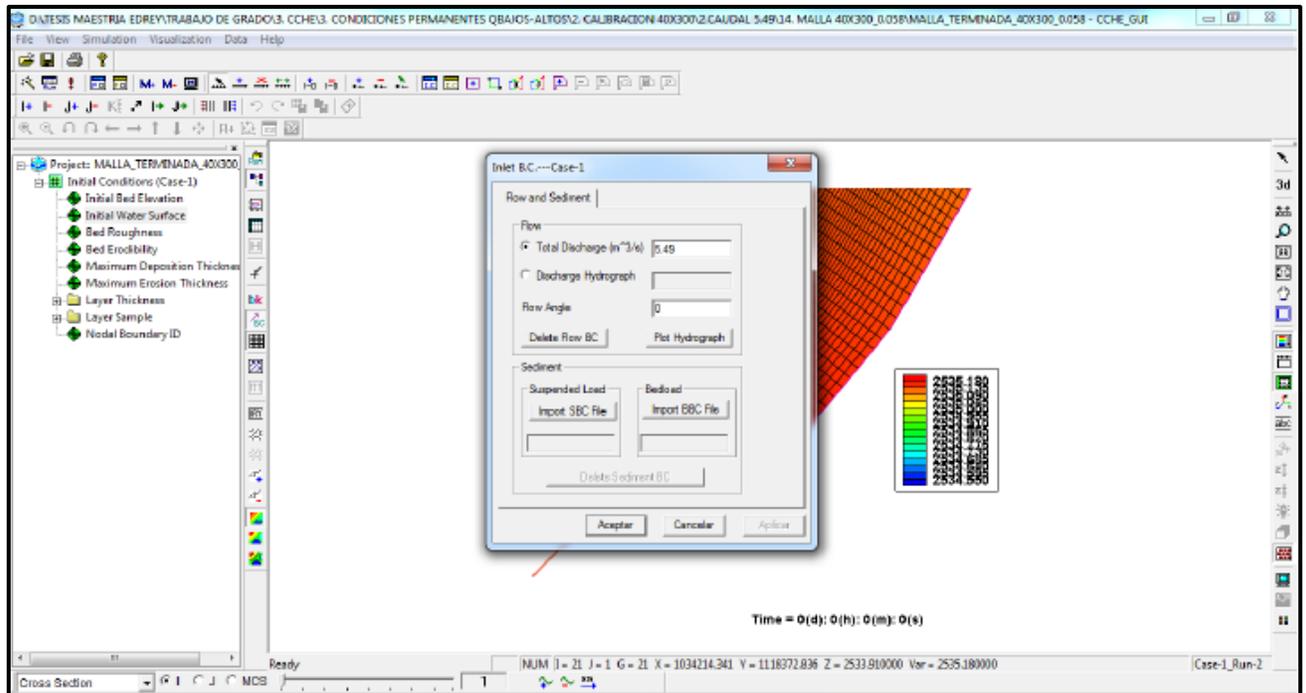
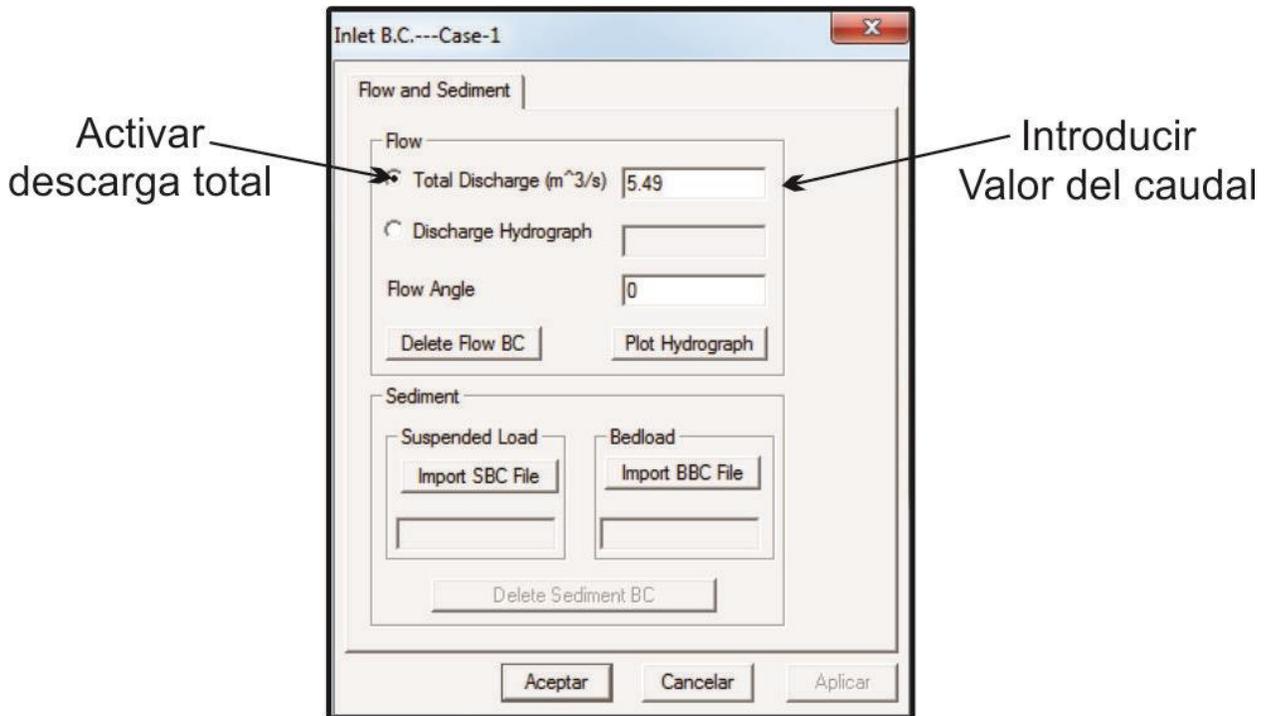
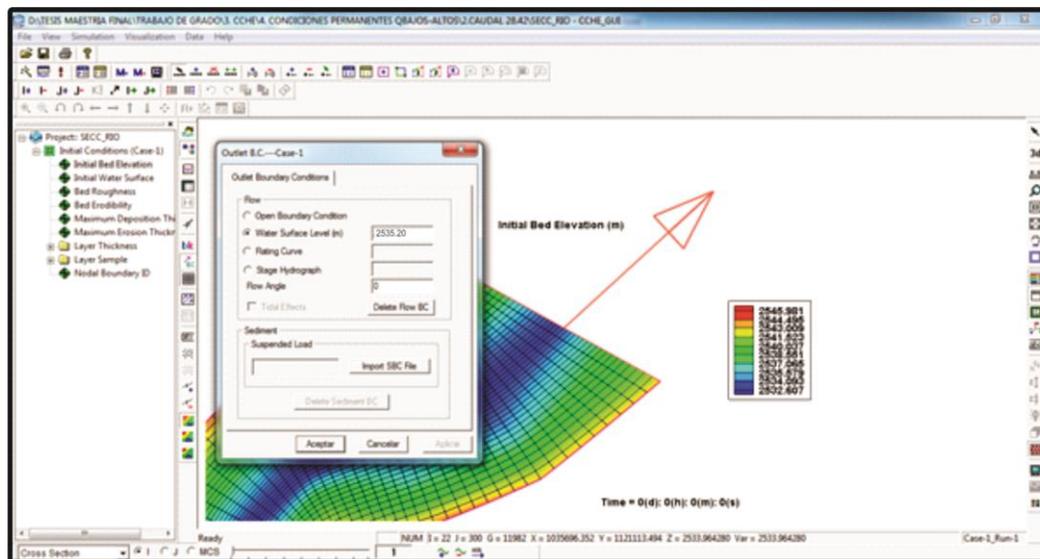


Figura 20. Inclusión del caudal en la frontera aguas arriba



Repetir procedimiento para el ingreso de la condición de frontera aguas abajo.

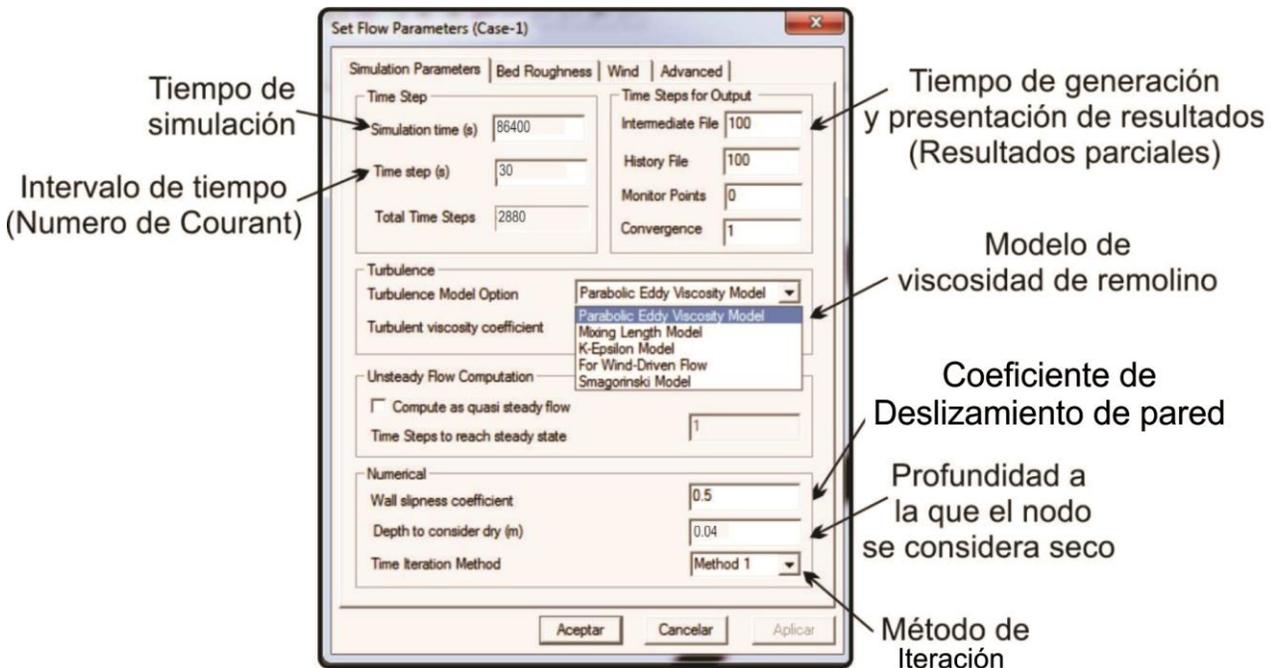
Figura 21. Inclusión de nivel de agua en la frontera aguas abajo



3.4. Parámetros de flujo

Los parámetros de flujo consisten en los parámetros de simulación. Seleccione establecer parámetros de flujo en el menú de simulación  para abrir la ventana de diálogo.

Figura 22. Parámetros de flujo



El coeficiente de deslizamiento en la pared se utiliza para especificar la condición de contorno en la pared sin límites de flujo. Un valor de 0.0 significa que no hay deslizamiento y un valor de 1.0 significa deslizamiento total, generando velocidades tangenciales en las fronteras de flujo. Un valor entre 0.0 y 1.0 significaría un deslizamiento parcial. Dado a la conformación del suelo en las márgenes del cauce del río Suarez se seleccionó un valor de 0.5.

Durante la etapa de construcción de la geomalla en la interfaz del Mesh Generation donde se definieron las áreas del lecho y márgenes con su respectivo coeficiente de rugosidad de Manning, se obtuvo el archivo con la configuración de la geometría extensión “.geo”. La caracterización de la geomalla debe ser activada en el cuadro de diálogo de los parámetros de simulación, para que el programa con base en esa información, realice los cálculos hidráulicos.

En las tablas No. 4 y 5, se visualizan los parámetros de flujo tenidos en cuenta en cada una de las simulaciones.

Figura 23. Selección de los valores de rugosidad de Manning

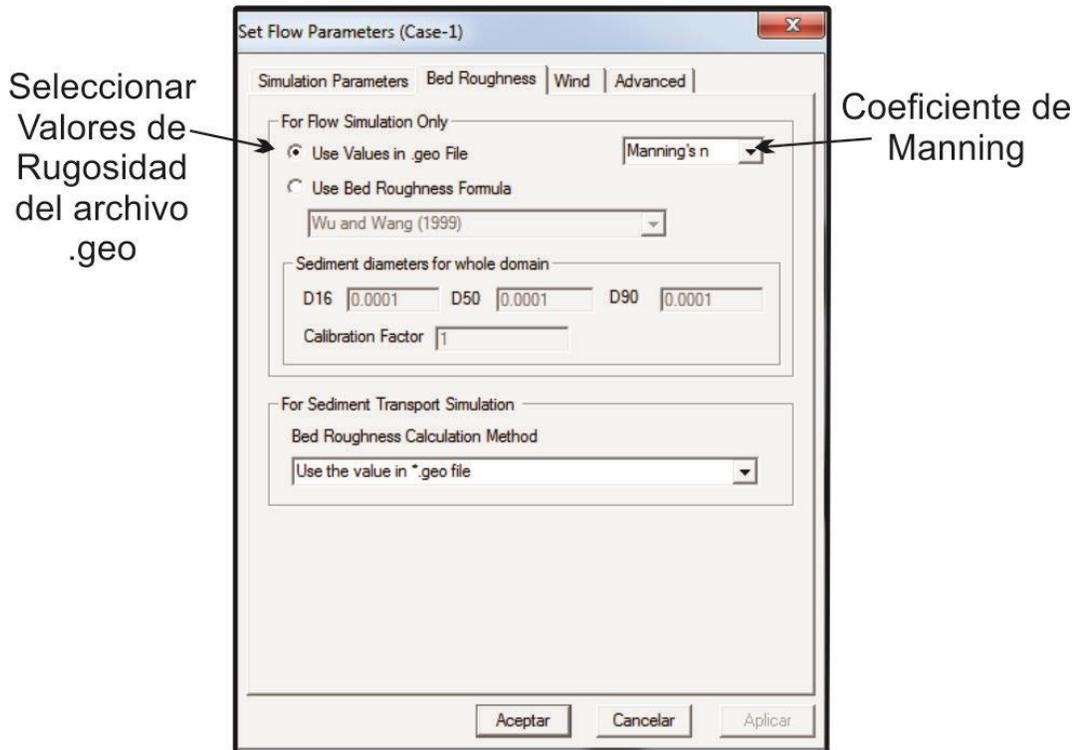
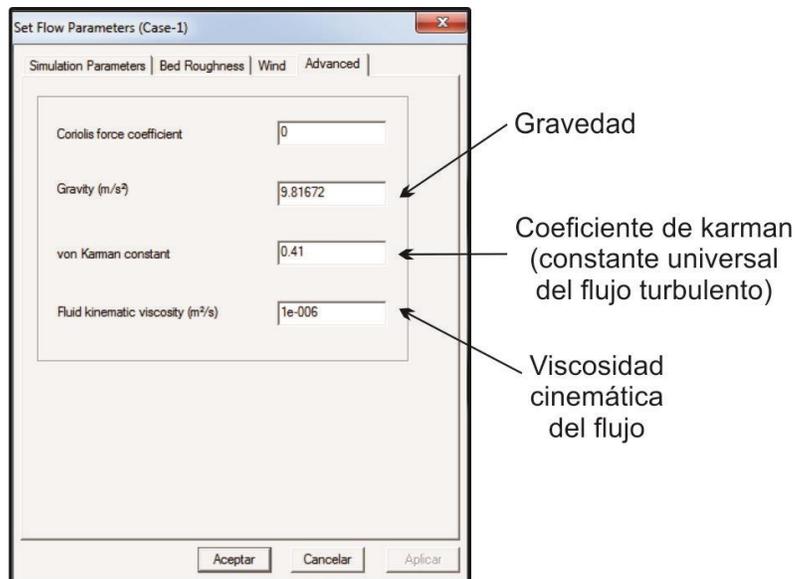


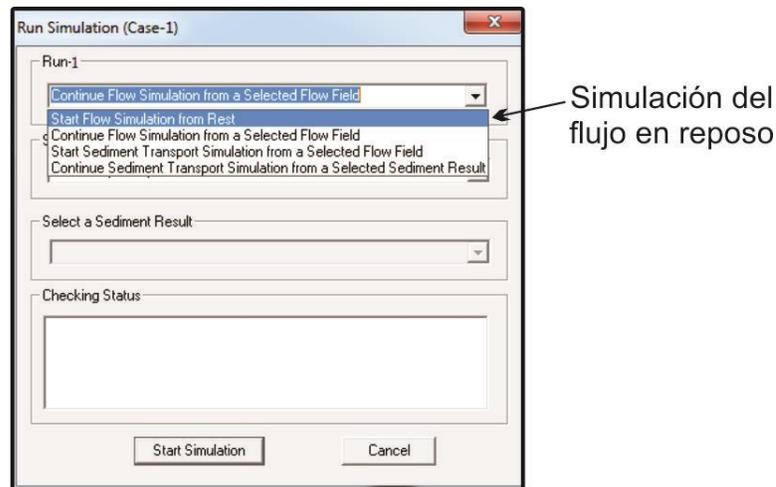
Figura 24. Selección de los valores de las constantes de cálculo



3.5. Simulación del flujo

Una vez incluidas todas las condiciones de frontera, puede iniciarse el proceso de simulación. Seleccionar en la barra de herramientas el icono  de simulación de flujo, elegir la opción de iniciar simulación del flujo bajo condiciones de reposo (esta opción debe realizarse la primera vez que se inicie el proceso de simulación).

Figura 25. Simulación del flujo bajo condiciones de reposo



Al finalizar el proceso de simulación del flujo en condiciones de reposo, continuar con la simulación del flujo teniendo en cuenta las condiciones incluidas en pasos anteriores. Ver figura No. 26 y 27.

Figura 26. Simulación del flujo con base en datos incluidos

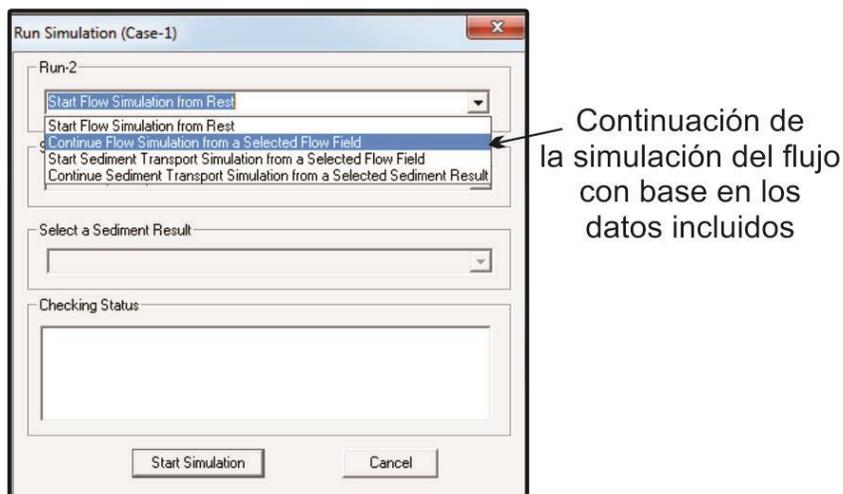
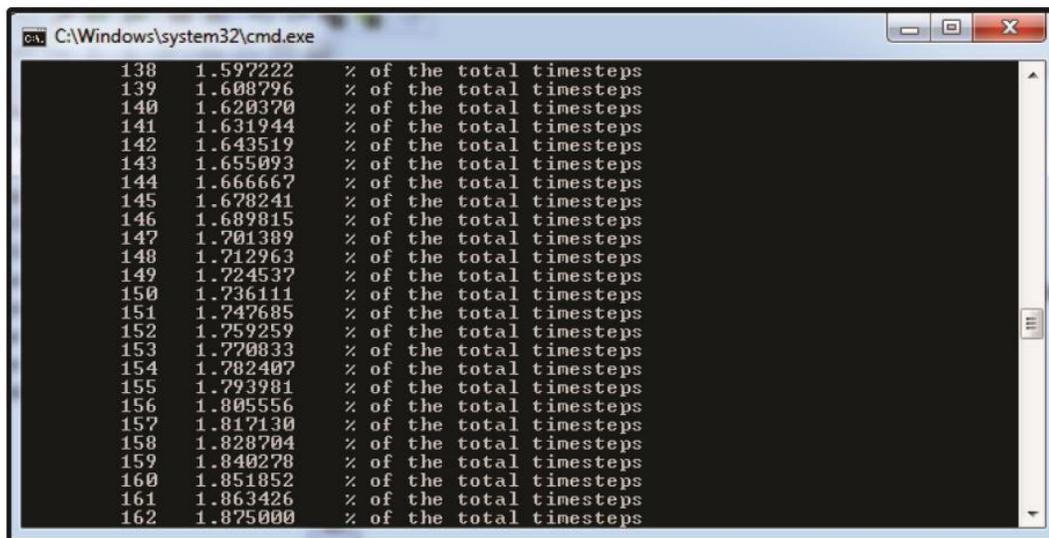


Figura 27. Ventana de visualización de cálculo



A screenshot of a Windows command prompt window titled "C:\Windows\system32\cmd.exe". The window displays a list of simulation progress data for timesteps 138 through 162. Each line shows a timestep number, a numerical value, and a percentage of total timesteps.

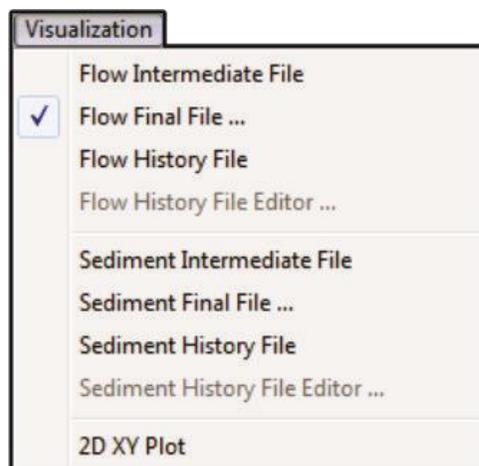
Timestep	Value	Percentage
138	1.597222	% of the total timesteps
139	1.608796	% of the total timesteps
140	1.620370	% of the total timesteps
141	1.631944	% of the total timesteps
142	1.643519	% of the total timesteps
143	1.655093	% of the total timesteps
144	1.666667	% of the total timesteps
145	1.678241	% of the total timesteps
146	1.689815	% of the total timesteps
147	1.701389	% of the total timesteps
148	1.712963	% of the total timesteps
149	1.724537	% of the total timesteps
150	1.736111	% of the total timesteps
151	1.747685	% of the total timesteps
152	1.759259	% of the total timesteps
153	1.770833	% of the total timesteps
154	1.782407	% of the total timesteps
155	1.793981	% of the total timesteps
156	1.805556	% of the total timesteps
157	1.817130	% of the total timesteps
158	1.828704	% of the total timesteps
159	1.840278	% of the total timesteps
160	1.851852	% of the total timesteps
161	1.863426	% of the total timesteps
162	1.875000	% of the total timesteps

En la ventana de visualización de cálculo se muestra el avance dinámico del proceso de simulación, dar enter cuando este finalice. Ver figura 27.

3.6. Visualización de resultados

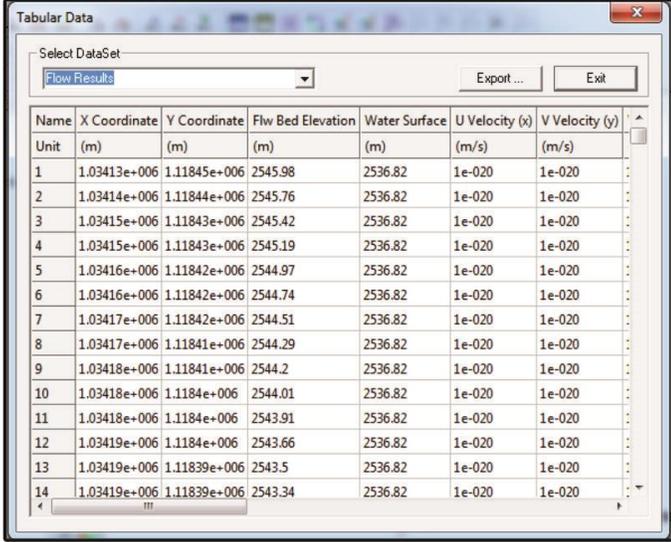
Después de finalizadas las simulaciones se tienen disponibles los resultados del flujo. El software permite visualizar resultados intermedios (sin finalizar aun completamente la simulación), con extensión “.mdw”; resultados de cálculo final “.flw” y el archivo de datos históricos “.his”. Durante la simulación se puede visualizar el archivo de flujo intermedio, para cargar manualmente cada archivo, seleccione en el menú visualización el archivo requerido. Ver figura 28.

Figura 28. Menú visualización de resultados



En la barra de herramientas seleccionar el icono  , para visualizar los resultados del análisis del flujo en tabla. Ver figura 29.

Figura 29. Tabla de resultados del análisis del flujo



Name	X Coordinate	Y Coordinate	Flw Bed Elevation	Water Surface	U Velocity (x)	V Velocity (y)
Unit	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/s)	(m/s)
1	1.03413e+006	1.11845e+006	2545.98	2536.82	1e-020	1e-020
2	1.03414e+006	1.11844e+006	2545.76	2536.82	1e-020	1e-020
3	1.03415e+006	1.11843e+006	2545.42	2536.82	1e-020	1e-020
4	1.03415e+006	1.11843e+006	2545.19	2536.82	1e-020	1e-020
5	1.03416e+006	1.11842e+006	2544.97	2536.82	1e-020	1e-020
6	1.03416e+006	1.11842e+006	2544.74	2536.82	1e-020	1e-020
7	1.03417e+006	1.11842e+006	2544.51	2536.82	1e-020	1e-020
8	1.03417e+006	1.11841e+006	2544.29	2536.82	1e-020	1e-020
9	1.03418e+006	1.11841e+006	2544.2	2536.82	1e-020	1e-020
10	1.03418e+006	1.1184e+006	2544.01	2536.82	1e-020	1e-020
11	1.03418e+006	1.1184e+006	2543.91	2536.82	1e-020	1e-020
12	1.03419e+006	1.1184e+006	2543.66	2536.82	1e-020	1e-020
13	1.03419e+006	1.11839e+006	2543.5	2536.82	1e-020	1e-020
14	1.03419e+006	1.11839e+006	2543.34	2536.82	1e-020	1e-020

En la barra de herramientas seleccionar el icono  , para visualizar los resultados del análisis del flujo en tabla. Ver figura 30.

Figura 30. Secciones transversales

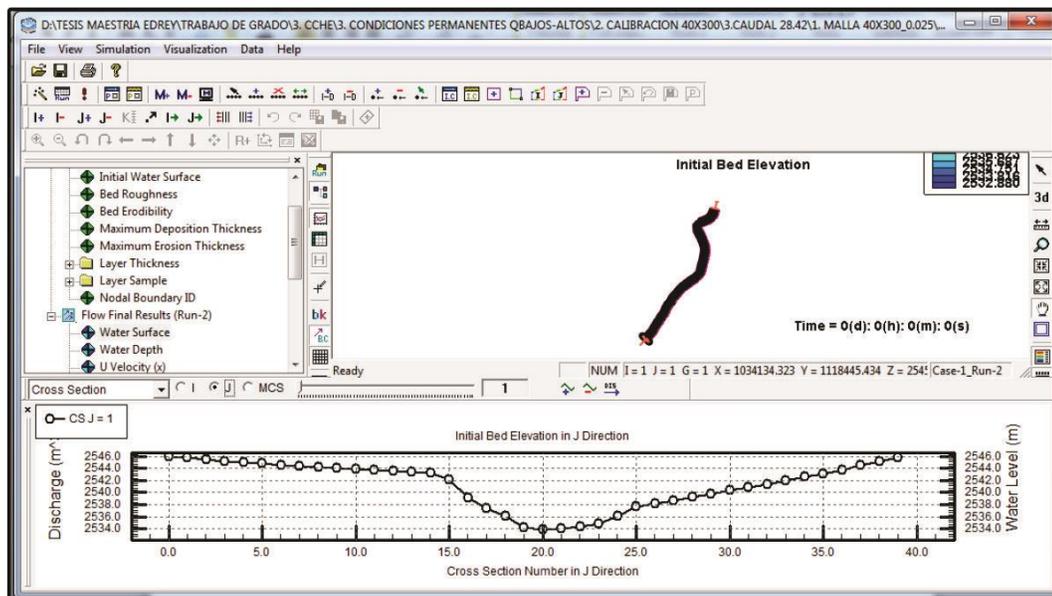
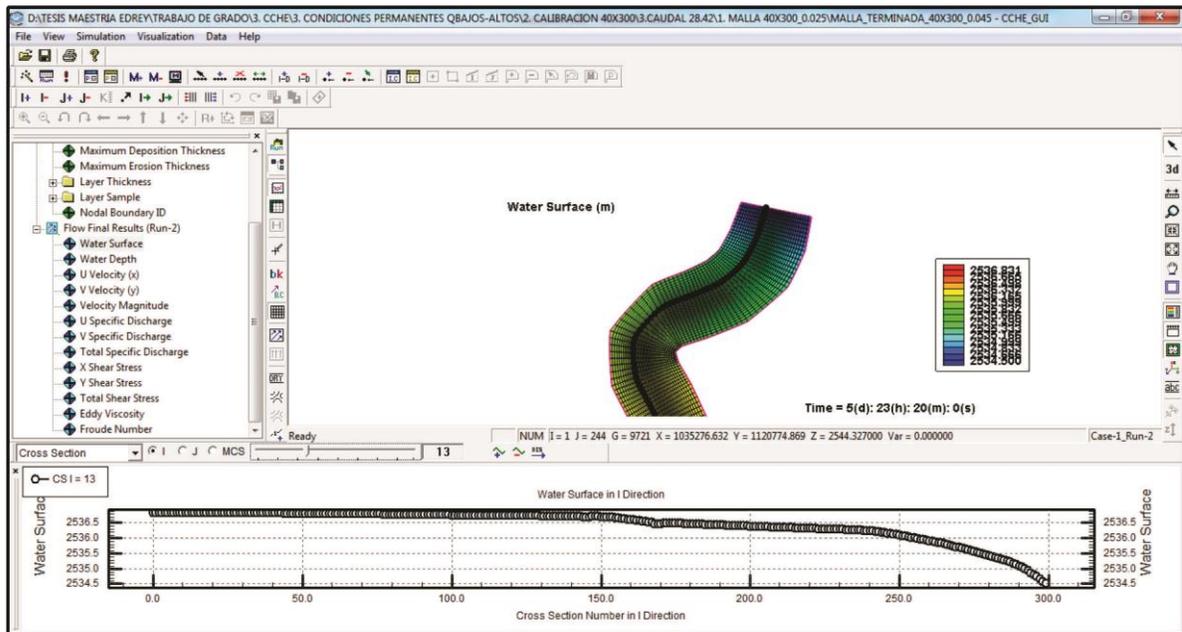


Figura 31. Distribución del nivel del agua en la longitud del cauce



4. SIMULACION DEL FLUJO EN REGIMEN NO PERMANENTE

4.1. Condiciones iniciales

Selecione abrir la geometría en el menú archivo de la interfaz CCHE-GUI, creada en la interfaz Mesh – Generation. Posteriormente se deben establecer las condiciones iniciales del flujo, es decir, el nivel inicial del agua tanto aguas arriba como aguas abajo, este procedimiento fue explicado en el capítulo tres; adicionalmente si la geometría no contiene los valores de rugosidad en los nodos, estos deben ser incluidos. Lo anterior puede realizarse mediante el panel de control de archivos; proceda a guardar los cambios.

4.2. Parámetros de flujo

Incluir las mismas condiciones explicadas e indicadas en el capítulo 3.

4.3. Condiciones de frontera entrada/salida

Las condiciones de frontera para llevar a cabo el análisis no permanente del flujo, debe seleccionarse el hidrograma del evento registrado el 16 de diciembre de 2011. Tenga en cuenta que el hidrograma de descarga debe ser proporcionado por el usuario. En la frontera de salida se debe hacer clic en los dos puntos finales a lo largo de la línea J y seleccionar la ventana de dialogo de entrada/salida, luego haga clic en aceptar, la ventana de dialogo de los límites de condiciones se activará, incluya para este caso la curva de calibración nivel-caudal. Las características de tanto del archivo del hidrograma como de la curva pueden visualizarse realizando únicamente la apertura de los mismos.

Figura 32. Condiciones de frontera a la entrada

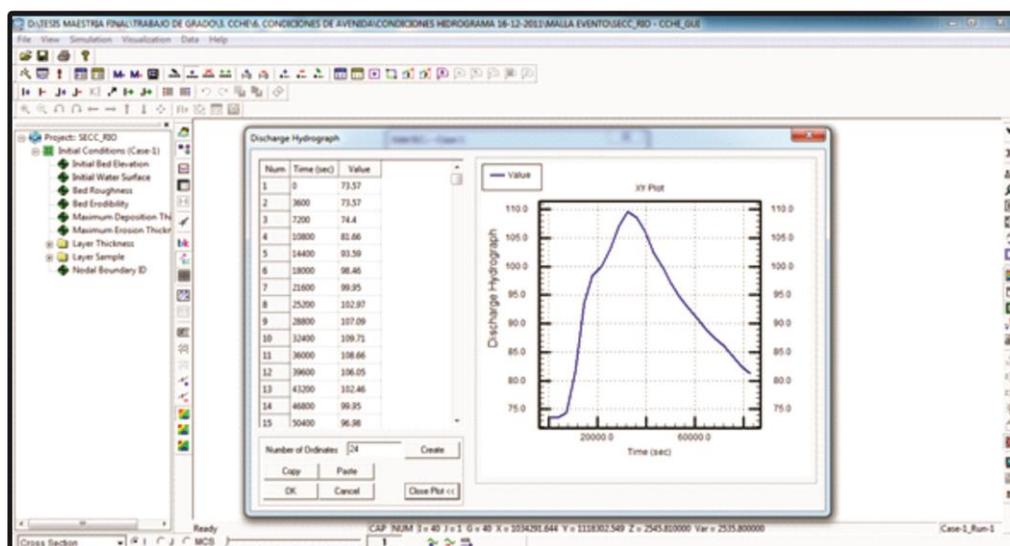
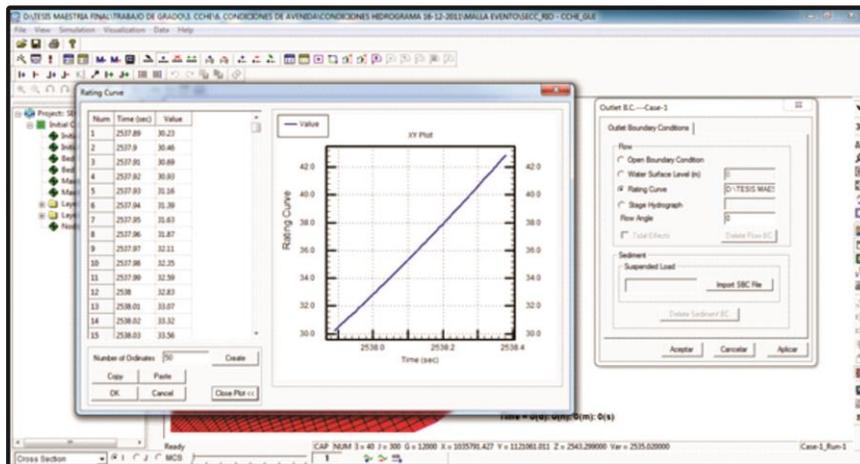


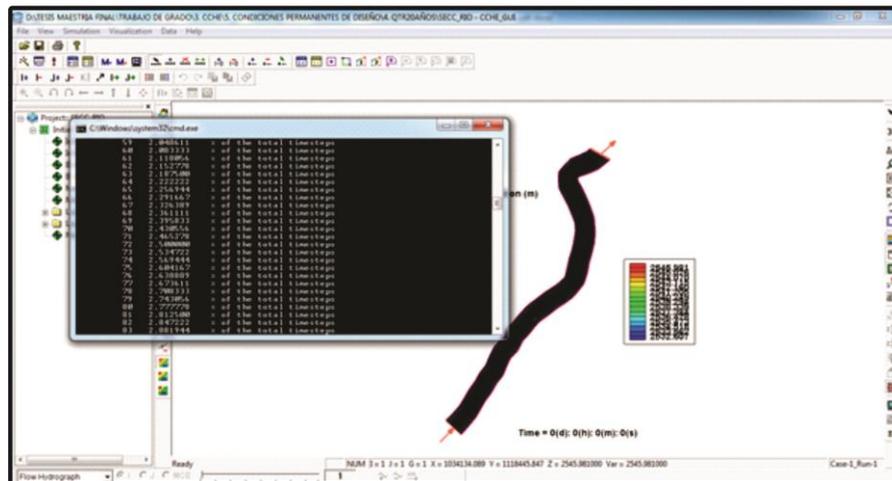
Figura 33. Condiciones de frontera a la entrada



4.4. Simulación del flujo en régimen no permanente

Procedemos a llevar a cabo la simulación del flujo en reposo y luego continuar con la simulación del flujo teniendo en cuenta las condiciones incluidas en los pasos anteriores.

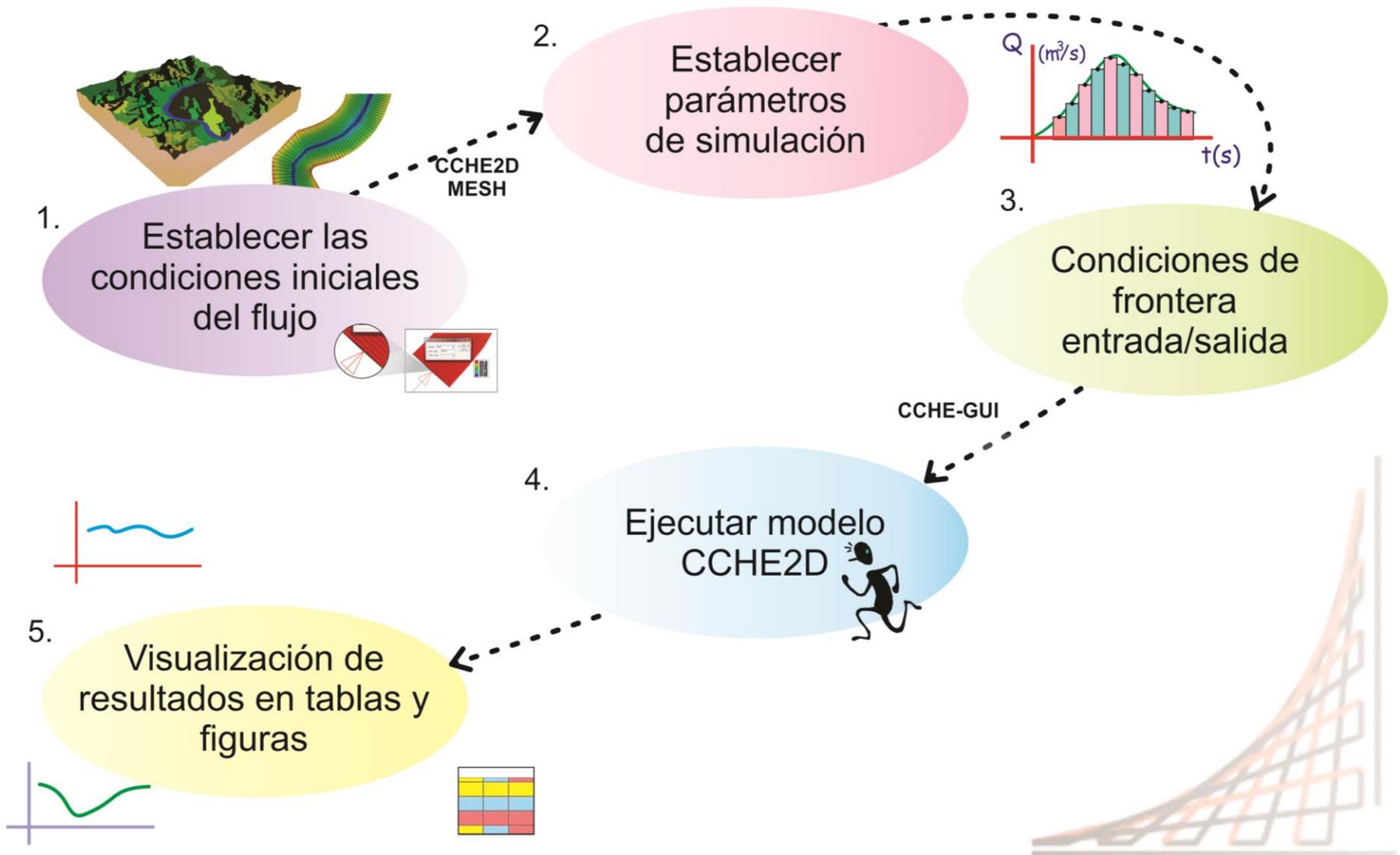
Figura 34. Simulación del flujo en régimen no permanente



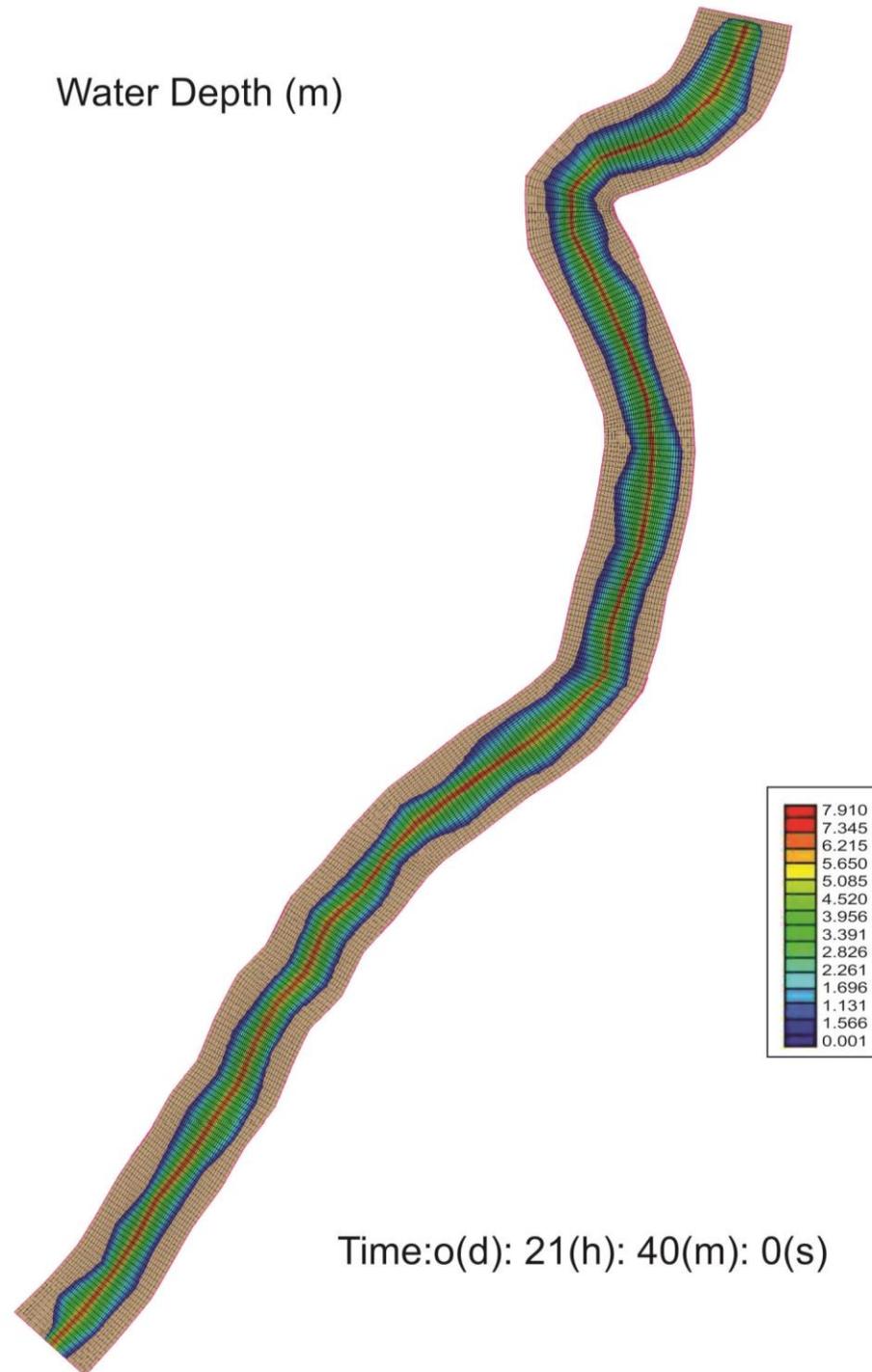
4.5. Visualización de resultados

Cargar los resultados de la misma manera como se explicó en el capítulo anterior.

4.6. Ruta de proceso



4.7. Profundidad de la lámina de agua recreada por el modelo



ANEXOS

ANEXO 1. Niveles iniciales de la lámina de agua

	NIVEL FONDO CANAL CCHE2D	ALTURA LAMINA	NIVEL INICIAL
1	2534.23	1.43	2535.66
2	2533.52	1.45	2534.97
3	2533.39	1.59	2534.98
4	2533.38	1.56	2534.94
5	2533.30	1.72	2535.02
6	2533.42	1.57	2534.99
7	2533.47	1.54	2535.01
8	2533.55	1.43	2534.98
9	2533.67	1.31	2534.98
10	2533.78	1.18	2534.96
11	2533.63	1.51	2535.14
12	2533.52	1.53	2535.05
13	2533.37	1.63	2535.00
14	2533.41	1.57	2534.98
15	2533.51	1.50	2535.01
16	2533.18	1.80	2534.98
17	2533.12	1.91	2535.03
18	2533.41	1.61	2535.02
19	2533.47	1.52	2534.99
20	2533.60	1.50	2535.10
21	2533.71	1.62	2535.33
22	2533.11	1.87	2534.98
23	2533.10	1.84	2534.94
24	2532.94	1.99	2534.93
25	2533.06	2.01	2535.07
26	2533.78	2.02	2535.80
27	2532.78	2.16	2534.94
28	2532.70	2.25	2534.95
29	2532.64	2.38	2535.02
30	2532.84	2.20	2535.04
31	2532.95	2.09	2535.04
32	2533.13	1.91	2535.04
33	2533.12	1.88	2535.00
34	2533.16	1.78	2534.94
35	2533.32	1.71	2535.03