

## TABLA DE CONTENIDO

22. RESULTADO DE LA PROPUESTA DE ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE AGUA.....	4
22.1. División por Zonas de las subcuencas.....	4

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 22.1.</b> División por zonas en el área de drenaje río Teusacá.....	6
<b>Figura 22.2.</b> División por zonas en el área de drenaje río Aves.....	8
<b>Figura 22.3.</b> División por zonas en el área de drenaje río Chipatá. ....	9
<b>Figura 22.4.</b> División por zonas en el área de drenaje río Chipatá. ....	10
<b>Figura 22.5.</b> Creación de red de triángulos irregulares.....	12

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 22.1.</b> Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Teusacá. .....	13
<b>Tabla 22.2.</b> Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Aves. 14	14
<b>Tabla 22.3.</b> Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Chipatá. .....	15
<b>Tabla 22.4.</b> Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Siecha .....	16

## 22. RESULTADO DE LA PROPUESTA DE ESTABLECIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE AGUA

Como se mencionó en el capítulo No. 21. Propuesta de objetivos de calidad, para el análisis de las cuencas hidrográficas objeto de estudio no se realizó modelación de calidad de agua, los objetivos de calidad se establecieron de acuerdo a la metodología propuesta por Corpoaguavio, 2015.

De acuerdo con esta metodología y para las corrientes principales y priorizadas de las áreas de estudio, se analizaron los resultados de las campañas de monitoreo realizadas para los puntos definidos en esta consultoría en dos épocas del año, con el fin de tener un punto de referencia de los límites permisibles de la calidad de agua y hacer un comparativo con el decreto 1594 de 1984 y la resolución 631 DE 2015 para diferentes usos del agua.

Luego de establecer los parámetros a asumir para la determinación de los objetivos de calidad, se calculó la media geométrica de los puntos de monitoreo y se hizo una comparación con la normatividad vigente para asegurar que se cumple con los límites máximos permisibles para el recurso hídrico.

Después de determinar los objetivos de calidad, se calculó el índice de calidad de agua ICA, de acuerdo con la metodología del IDEAM, con el fin de asegurar que se mantiene la clasificación que tiene la corriente evaluada y definido como criterio de calidad.

Es importante resaltar que para realizar esta actividad se tienen en cuenta los usos del recurso hídrico definidos en el capítulo No. 14. Usos existentes del recurso hídrico y potenciales definidos en el capítulo No. 23.

### 22.1. División por Zonas de las subcuencas.

Para el estudio y formulación del Plan de Ordenación del Recurso Hídrico se dividió las subcuencas pertenecientes a las unidades hidrográficas del Embalse Tominé y del río Teusacá en diferentes zonas, teniendo en cuenta los factores que posibilitan la división de las subcuencas, como el drenaje principal, las divisorias de aguas y la altura del terreno (cotas altimétricas).

Para la división de las Unidades Hidrográficas, se realizó la comprobación de la información cartográfica entregada para la identificación de los drenajes principales, junto con la delimitación de las subcuencas pertenecientes al área de estudio y la evaluación de las curvas de nivel, para observar el comportamiento de las Unidades Hidrográficas, teniendo en cuenta el área de drenaje.

Al realizar la evaluación de la cartografía, se procedió a realizar la división de las subcuencas, teniendo en cuenta los insumos cartográficos entregados y usando la base cartográfica, se generaron las salidas gráficas para las dos cuencas, colocando la base

cartográfica, incluyendo los drenajes principales y las curvas de nivel, a la escala cartográfica de 1:25.000, se procedió a realizar la división de las subcuencas, una vez efectuada se digitalizó la misma, dando como resultado:

- **Zonas subcuenca del río Teusacá.**

DIVISIÓN POR ZONAS EN EL ÁREA DE DRENAJE RÍO TEUSACA			
Alta (3400 - 2800)	Media (2800 - 2600)	Baja (< 2600)	

Luego de realizar la división de la subcuenca se obtuvieron como resultado 4 zonas, teniendo en cuenta los criterios ya descritos, para la obtención de cada una de las zonas se tuvieron en cuenta el drenaje principal y el relieve de la subcuenca, para la Zona Alta, corresponde al río Teusacá, y sus afluentes, las características del relieve en esta parte de la subcuenca es un relieve muy escarpado, por lo cual la Zona Alta tiene un comportamiento de cuenca Alta.

Para la Zona Media, que la conforman el Río Teusacá parte en la parte media, quebrada San Lorenzo, quebrada Simayá, la quebrada la Socha, quebrada Aguas Claras y la quebrada el Asilo, y sus afluentes, las características del relieve de esta zona es montañosa y en las unidades hidrográficas San Lorenzo, Aguas Claras y el Asilo, y con un valle en las unidades Río Teusacá hasta Aguas Claras y Río medio Teusacá, se evidencia que las características topográficas y/o de relieve son las de un valle y los rangos de cotas están entre 2800 y 2600 m.s.n.m, se presentan en esta parte la de la subcuenca los asentamientos humanos, por lo cual es un factor tenido en cuenta para la división de la subcuenca en zona Media.

Sobre la Zona baja de la subcuenca del río Teusacá, se encontró que tiene unas características del relieve de valle con cotas menores a los 2600 m.s.n.m, también se encuentran asentamientos humanos de gran importancia como los cascos urbanos de La Calera y Sopó, la desembocadura del río Teusacá al río Bogotá, factor importante que se toma para la selección de esta zona como la parte Baja de la subcuenca.

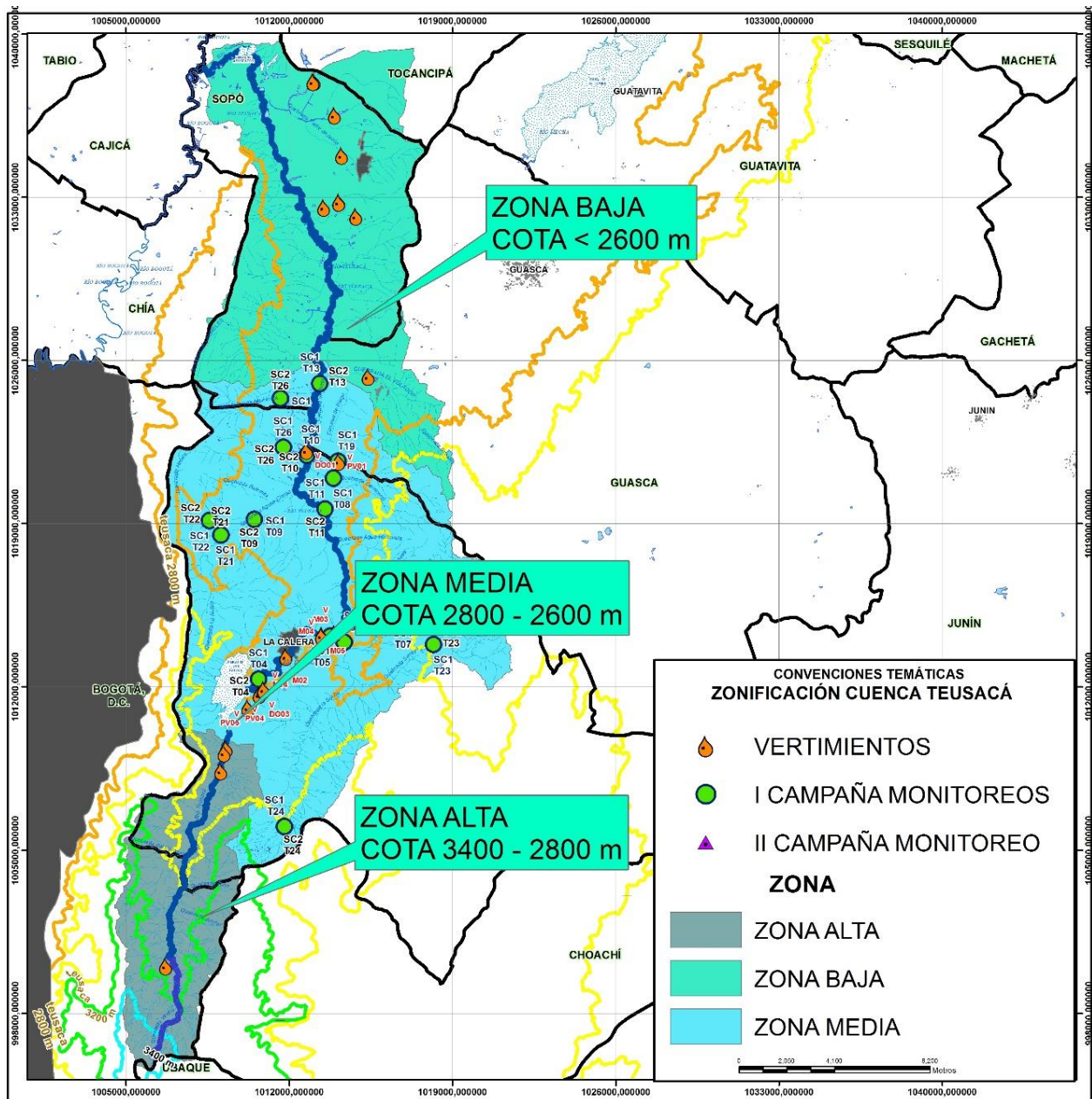


Figura 22.1. División por zonas en el área de drenaje río Teusacá.  
Fuente: Unión Temporal Corpoguavio 2015.

- **Zonas subcuenca Río Aves**

DIVISIÓN POR ZONAS EN EL ÁREA DE DRENAJE RÍO AVES	
Alta (3420-2900)	Baja (2900-2500)

Dentro de la subcuenca del río Sueva, se determinaron 2 zonas, las cuales son: Zona Alta y Zona Baja, dentro de las características del relieve la Zona Alta se determinó que es un relieve montañoso, con cotas que oscilan entre 2900 y 3400 m.s.n.m, se evidenció que confluyen dos ríos principales dentro de la subcuenca Río Medio y Bajo Aves y el río Aves como principal abastecedor de la zona.

Para la Zona baja de la sub cuenca del río Aves, se tuvo en cuenta la unión de los ríos principales de las zonas Alta que componen la subcuenca además de la afluencia al Río Siecha y al Embalse de Tominé, se evidencia que las características del relieve poseen cotas entere los 2500 y los 2900 m.s.n.m y la presencia de asentamientos humanos es mucho mayor debido a las características del relieve, se toma como Zona Baja debido a sus características topográficas y sociales.

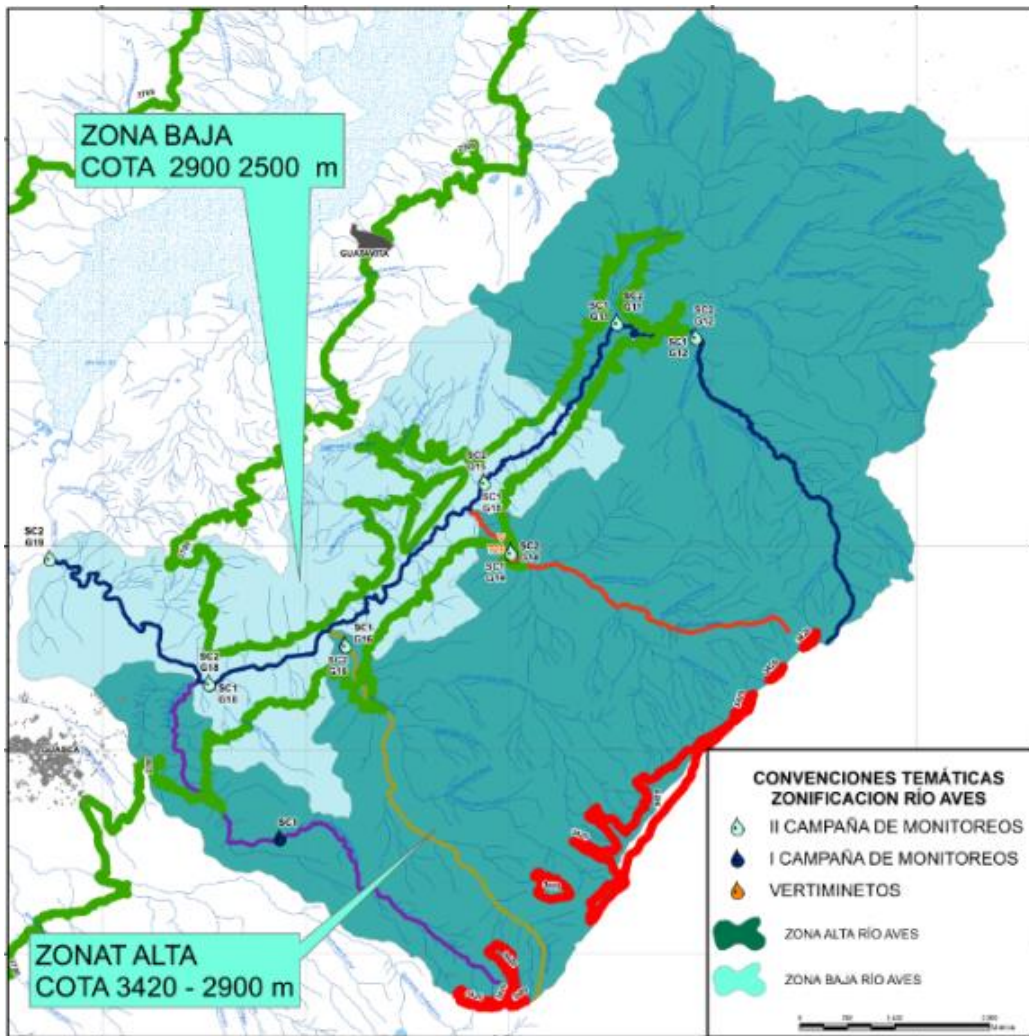


Figura 22.2. División por zonas en el área de drenaje río Aves.

Fuente: Unión Temporal Corpoguvio 2015.

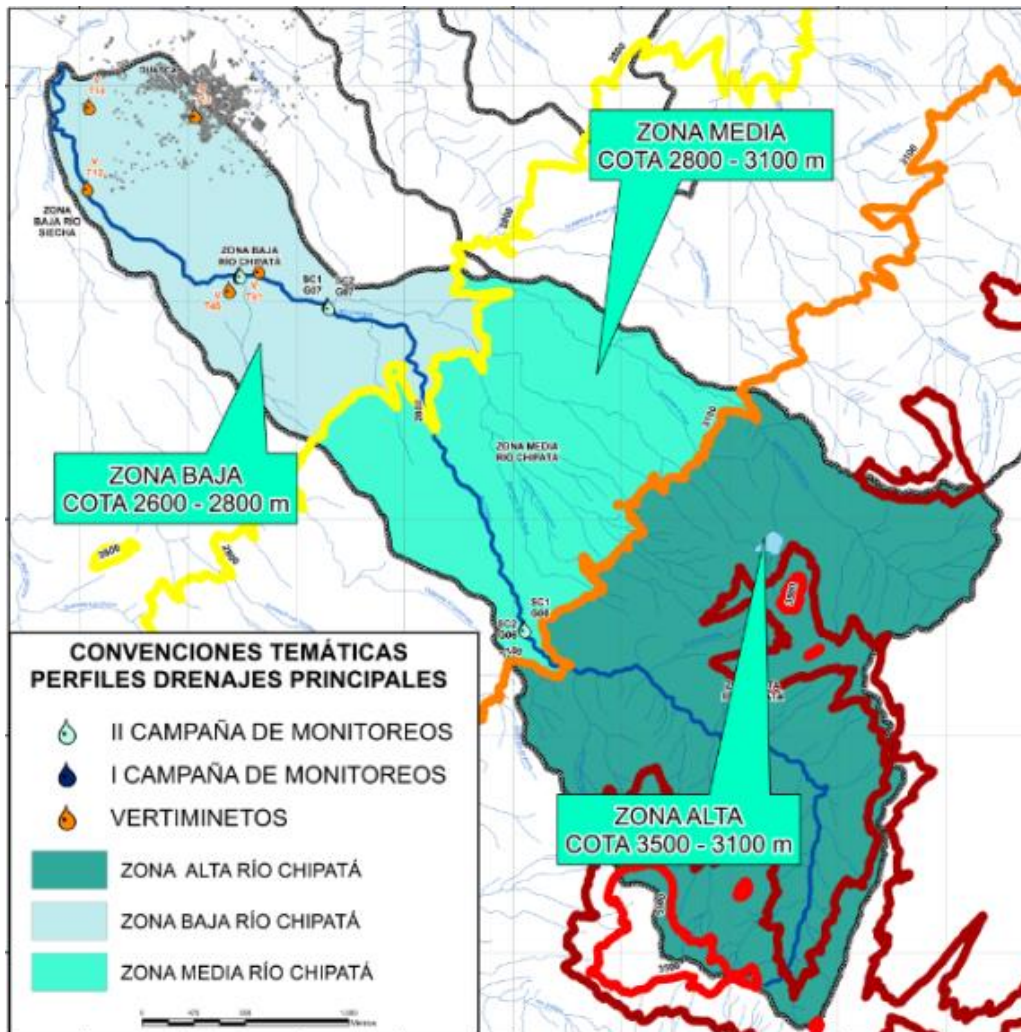
- Zonas subcuenca del Río Chipatá.

DIVISIÓN POR ZONAS EN EL ÁREA DE DRENAJE RÍO CHIPATÁ	
Media (3100-2800)	Baja (2800-2600)

Para la división de la subcuenca del Río Chipatá, se determinó que las subcuencas tienen características de montaña en su parte alta con cotas que oscilan entre los 3100 y los 3500 m.s.n.m, los asentamientos humanos son muy escasos, debido a la característica



montañosa de la Zona Alta, su drenaje principal es el río Chipatá, que nace dentro de la zona alta, a partir de la cota 3100 y hasta la cota 2800 m.s.n.m, la característica del relieve es montañoso no tan escarpado con asentamientos humanos y con captaciones mayormente para acueductos veredales, y se mantiene hasta la cota 2800 y menores de 2600 donde se presenta la mayor aglomeración de asentamientos humanos y la Unidad Hidrográfica posee la característica de una cuenca baja, desembocadura del río Chipatá al Río Siecha, es a partir de esta cota que se determina la zona baja de la subcuenca del río Chipatá.



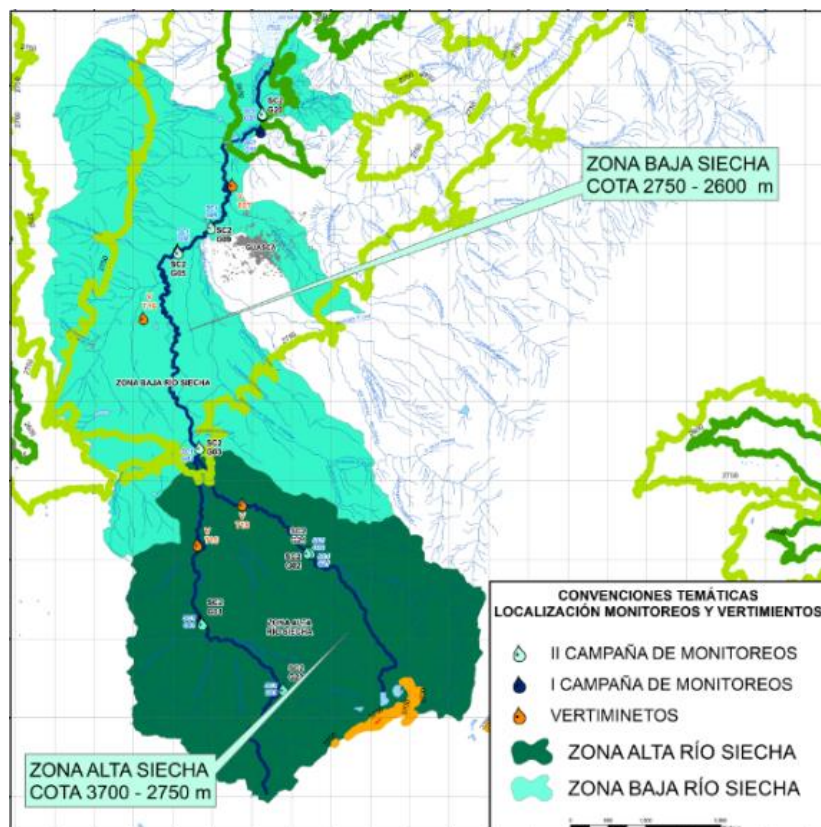
**Figura 22.3.** División por zonas en el área de drenaje río Chipatá.

Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.

- **Zonas subcuenca del Río Siecha.**

DIVISIÓN POR ZONAS EN EL ÁREA DE DRENAJE RÍO SIECHA	
<b>Alta (3700-2750)</b>	<b>Baja (2750-2600)</b>

Para la división de la subcuenca del Río Siecha, se determinó que las Unidades Hidrográficas tienen características de montaña en su parte alta con cotas que oscilan entre los 2750 y los 3700 m.s.n.m, los asentamientos humanos son muy escasos, debido a la característica montañosa de la Zona Alta, su drenaje principal es el río Siecha, que nace dentro de la zona alta, a partir de la cota 3608 m.s.n.m que desemboca en el embalse de Tominé en la Cuenca Baja la característica del relieve es montañoso poco escarpado con un valle a partir de la cota 2750 m.s.n.m, lo cual permite que los drenajes alimenten al Río Siecha en esta parte de la cuenca se presentan asentamientos de gran importancia como el Casco Urbano de Guasca.



**Figura 22.4.** División por zonas en el área de drenaje río Siecha.  
 Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.

- **Creación de perfiles Topográficos de los ríos principales**

Un perfil es un elemento lineal que indica la “*topografía*” de una superficie continua sobre la que se superponen. Los más conocidos son los *perfiles topográficos*, que muestran la evolución de la *altimetría* a lo largo de un trayecto.

Un perfil topográfico permite un mejor conocimiento de los *Modelos Digitales de Elevaciones (MDE)*, ya que el análisis de elementos lineales es más sencillo que el análisis de superficies.

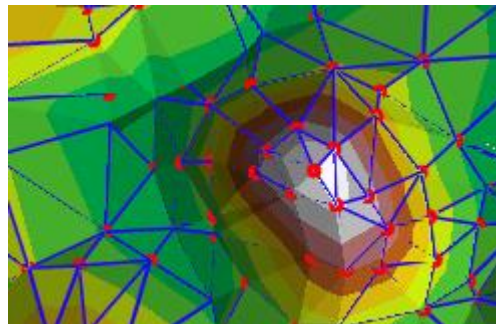
Para la generación de un *perfil topográfico* es necesario contar con un *TIN* o *GRID* (que contiene los valores de altimetría) y una capa lineal, pasada previamente a *3D* (obteniendo los valores altimétricos) a través de cuyo segmento seleccionado se definirá el *perfil altimétrico*.

- **Creación de TIN (Triangulated Irregular Network).**

Los TIN son una forma de datos geográficos digitales basados en vectores y se construyen mediante la triangulación de un conjunto de vértices (puntos). Los vértices están conectados con una serie de aristas para formar una red de triángulos. Existen diversos métodos de interpolación para formar estos triángulos, como la triangulación de Delaunay o el orden de distancias. ArcGIS es compatible con el método de triangulación de Delaunay.

La triangulación resultante cumple el criterio de triángulo de Delaunay, que afirma que la circunferencia circunscrita de cada triángulo de la red no debe contener ningún vértice de otro triángulo. Si se cumple el criterio de Delaunay en todo el TIN, se maximizará el ángulo interior mínimo de todos los triángulos. El resultado es que los triángulos finos y largos se evitan en lo posible.

Las aristas de los TIN forman facetas triangulares contiguas y no superpuestas que se pueden utilizar para capturar la posición de entidades lineales que juegan un papel importante en una superficie, como cadenas montañosas o arroyos. A continuación se aprecian gráficos en los que se pueden ver los nodos y aristas de un TIN (izquierda) y los nodos, bordes y caras de un TIN (derecha).



**Figura 22.5.** Creación de red de triángulos irregulares.  
 Fuente: Unión Temporal Coropoguvio 2015.

- Interpolación de los perfiles topográficos de los Ríos en 2d a 3d.**

La interpolación de datos que se encuentran en 2D con valores X,Y, consiste en asignar un tercer valor Z a la información obtenida desde una superficie. La superficie de entrada puede ser un ráster, una red irregular de triángulos (TIN) o un dataset de terreno.

El argumento de método de interpolación se utiliza para especificar el tipo de interpolación a aplicar. Cuando la superficie de entrada es un ráster, la única opción es bilineal. Ésta utiliza un promedio ponderado entre los cuatro centros de celda más cercanos que rodean el punto de interpolación. Cuando la superficie de entrada es un TIN o terreno, puede elegir entre lineal (el valor predeterminado), vecinos naturales o una de las cuatro opciones de alineación completa.

Lineal	Utiliza un promedio ponderado de los tres nodos del triángulo que contiene el punto de interpolación.
Vecinos naturales	Utiliza los vecinos de Voronoi del punto de interpolación.
Componer z mín.	Obtiene z desde uno de los TIN o vecinos naturales del terreno de un punto de consulta. Se usa la z del vecino con la altura mínima.
Componer z máx.	Obtiene z desde uno de los TIN o vecinos naturales del terreno de un punto de consulta. Se usa la z del vecino con la altura máxima.
Componer z del más cercano	Obtiene z desde uno de los TIN o vecinos naturales del terreno de un punto de consulta. Se utiliza el valor z del vecino más cercano en X,Y al punto de consulta.
Componer z más cercano al valor medio	Obtiene z desde uno de los TIN o vecinos naturales del terreno de un punto de consulta. Se utiliza el valor z del vecino más cercano a la altura promedio de todos los vecinos.

Cuando en la superficie de un TIN, no hay una Distancia de muestra predeterminada. Si no hay ninguna distancia de muestra especificada, la herramienta tomará muestras de los límites de las líneas y los polígonos en las ubicaciones originales de los vértices y del lugar donde estas entidades cruzan las aristas del triángulo. Muestrear en las intersecciones de las aristas es apropiado cuando se utiliza la interpolación lineal porque captura todos los detalles disponibles de la superficie lineal, donde cada triángulo es un plano, sin sobre o submuestreo.

Luego de realizar estos procedimientos, se procede a consultar los datos adicionados a los perfiles que se encontraban en 2d, y consultar los valores z (altura) asignados, una vez consultados estos valores, se podrá graficar los datos, para así obtener en gráficamente el perfil de los ríos principales.

- **Parámetros analizados subcuenca del río Teusacá.**

Para la subcuenca del río Teusacá se tuvieron en cuenta los siguientes resultados de laboratorio, los cuales se compararon con las normas ya mencionadas con el fin de establecer el índice de calidad de agua como criterio de calidad.

**Tabla 22.1.** Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Teusacá.

PARAMETROS	UNIDAD	RÍO TEUSACÁ			
		ZONA ALTA	ZONA MEDIA	ZONA MEDIA BAJA	ZONA BAJA
pH	Unidades	7	6,7	6,8	6,84
Conductividad	µS/cm	46,97	25,89	92,86	122,86
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,6	7,3	5	2,9
DBO	mg/L	5	2	3,17	5,20
DQO	mg/L	29,37	13	17	34,31
Nitrógeno Total	mg/L	1	1	1,45	1,79
Fosforo Total	mg/L	0,13	0,07	0,12	0,24
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	73,15	32	101,97	150,49
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	4057	220	86,00	220
Coliformes Totales	NMP/100 mL	23702	2616	9584	11687
ICA Clasificación del ICA IDEAM.	Puntaje	0,77	0,72	0,64	0,66
	Clasificación ICA	Aceptable	Aceptable	Regular	Regular

Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.

- **Parámetros analizados subcuenca del río Aves.**

Para la subcuenca del río Aves se tuvieron en cuenta los siguientes resultados de laboratorio, los cuales se compararon con las normas ya mencionadas con el fin de establecer el índice de calidad de agua como criterio de calidad.

**Tabla 22.2.** Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Aves.

PARAMETROS	UNIDAD	RÍO AVES	
		ZONA ALTA	ZONA BAJA
pH	Unidades	6,8	6,9
Conductividad	μS/cm	25,02	21,36
Oxígeno Disuelto	mg/L	5,9	6,5
DBO	mg/L	2,18	2,04
DQO	mg/L	17,5	17,1
Nitrógeno Total	mg/L	1,13	1
Fosforo Total	mg/L	0,080	0,07
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	45,1	44,9
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	649	898
Coliformes Totales	NMP/100 mL	6013	4933
ICA Clasificación del ICA IDEAM.	Puntaje	0,71	0,73
	Clasificación ICA	Aceptable	Aceptable

Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.

- **Parámetros analizados subcuenca del río Chipatá.**

Para la subcuenca del río Chipatá se tuvieron en cuenta los siguientes resultados de laboratorio, los cuales se compararon con las normas ya mencionadas con el fin de establecer el índice de calidad de agua como criterio de calidad.

**Tabla 22.3.** Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Chipatá.

PARAMETROS	UNIDAD	RÍO CHIPATÁ	
		ZONA MEDIA	ZONA BAJA
pH	Unidades	6,8	7,0
Conductividad	μS/cm	15	14
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,62	6,58
DBO	mg/L	2	2
DQO	mg/L	10	13
Nitrógeno Total	mg/L	1	1
Fosforo Total	mg/L	0,060	0,06
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	22	25
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	10	457
Coliformes Totales	NMP/100 mL	2149	6360
ICA Clasificación del ICA IDEAM.	Puntaje	0,72	0,74
	Clasificación ICA	Aceptable	Aceptable

Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.

- **Parámetros analizados subcuenca del río Siecha.**

Para la subcuenca del río Siecha se tuvieron en cuenta los siguientes resultados de laboratorio, los cuales se compararon con las normas ya mencionadas con el fin de establecer el índice de calidad de agua como criterio de calidad.

**Tabla 22.4.** Parámetros iniciales para la obtención de los objetivos de calidad río Siecha

PARAMETROS	UNIDAD	RÍO SIECHA	
		ZONA ALTA	ZONA BAJA
pH	Unidades	6,93	6,90
Conductividad	μS/cm	22,52	36
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,92	6,41
DBO	mg/L	2,23	2
DQO	mg/L	14,39	13
Nitrógeno Total	mg/L	1,13	1
Fosforo Total	mg/L	0,15	0,10
Solidos Suspendidos Totales	mg/L	28,71	42
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	88,79	1194
Coliformes Totales	NMP/100 mL	1915	5159
ICA Clasificación del ICA IDEAM.	Puntaje	0,89	0,8
	Clasificación ICA	Aceptable	Aceptable

Fuente: Unión Temporal Corpoaguavio 2015.