



**GUÍA PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL DE CUENCAS EN QGIS COMO HERRAMIENTA  
PEDAGÓGICA PARA EL CURSO DE HIDROLOGÍA**

Presentado Por

Juan Sebastián Manrique Bautista

Cristian Fabián Guazo Díaz

Director

---

Diego Alejandro Guzmán Arias, PhD

Universidad Pontificia Bolivariana  
Seccional Bucaramanga  
Facultad de Ingeniería Civil  
Piedecuesta  
2021

## Contenido

<b>1. Objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Objetivo general.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>2. Justificación.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Metodología.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Resumen general de trabajo de grado.....</b>	<b>14</b>
<b>5. General summary of work of grade.....</b>	<b>15</b>
<b>6. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>7. Funcionamiento al agregar el nuevo contenido.....</b>	<b>17</b>
<b>7.1 Incorporación del QGIS a la carta descriptiva.....</b>	<b>17</b>
<b>7.2 Contenido.....</b>	<b>19</b>
<b>7.3 Experiencia de aprendizaje.....</b>	<b>19</b>
<b>7.4 Evaluación de la competencia.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Base de datos.....</b>	<b>21</b>
<b>9. Desarrollo del banco de videos de YouTube.....</b>	<b>24</b>
<b>10. Capítulo 1: generalidades del QGIS.....</b>	<b>26</b>
<b>10.1 Descarga e instalación.....</b>	<b>26</b>
<b>10.2 Introducción a QGIS.....</b>	<b>34</b>
<b>10.3 Uso del QGIS dentro de la hidrología.....</b>	<b>39</b>
<b>10.3.1 Imágenes ráster.....</b>	<b>40</b>
<b>10.3.2 Imágenes vectoriales.....</b>	<b>40</b>
<b>10.3.3 DEM (modelos digitales de elevación).....</b>	<b>41</b>
<b>11. Capítulo 2: Fuentes para descargar datos.....</b>	<b>43</b>
<b>11.1 Alos palar.....</b>	<b>43</b>
<b>11.2 Open Topography.....</b>	<b>44</b>
<b>11.3 Ráster.....</b>	<b>47</b>
<b>11.4 Descargar datos ráster.....</b>	<b>48</b>
<b>11.5 Descargar datos del IDEAM.....</b>	<b>51</b>
<b>12. Capítulo 3: Procesamiento de datos en QGIS.....</b>	<b>57</b>
<b>12.1 Creación DEM a partir de imágenes ráster.....</b>	<b>57</b>
<b>12.2 Delimitación de cuenca.....</b>	<b>62</b>

---

<b>12.3</b>	<b>Delimitación de subcuenca .....</b>	<b>92</b>
<b>12.4</b>	<b>Mapas de pendiente.....</b>	<b>105</b>
<b>12.5</b>	<b>Orden de drenaje.....</b>	<b>108</b>
<b>12.6</b>	<b>Red de drenaje.....</b>	<b>116</b>
<b>12.7</b>	<b>Curva hipsométrica.....</b>	<b>120</b>
<b>12.8</b>	<b>Tiempo de concentración.....</b>	<b>134</b>
<b>12.9</b>	<b>Longitud red hídrica.....</b>	<b>138</b>
<b>12.10</b>	<b>Cálculo de área, perímetro, ancho de cuenca, desnivel altitudinal.....</b>	<b>142</b>
<b>12.10.1</b>	<b>Perímetro .....</b>	<b>142</b>
<b>12.10.2</b>	<b>Área .....</b>	<b>145</b>
<b>12.10.3</b>	<b>Longitud máxima(km).....</b>	<b>147</b>
<b>12.10.4</b>	<b>Densidad de drenaje.....</b>	<b>151</b>
<b>12.10.5</b>	<b>Ancho de cuenca.....</b>	<b>154</b>
<b>12.10.6</b>	<b>Desnivel altitudinal.....</b>	<b>155</b>
<b>13.</b>	<b>Uso del lenguaje Python en QGIS. ....</b>	<b>157</b>
<b>13.1</b>	<b>¿Por qué usar Python? .....</b>	<b>157</b>
<b>13.2</b>	<b>GitHub.....</b>	<b>157</b>
<b>14.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones. ....</b>	<b>158</b>
<b>15.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>160</b>

## Tabla de ecuaciones

Ecuación 1-tiempo de concentración kirpich.....	134
Ecuación 2-tiempo de concentración Williams.....	134
Ecuación 3-tiempo de concentración Témez .....	135
Ecuación 4-tiempo de concentración Giandotti.....	135
Ecuación 5-tiempo de concentración California Culverts Practice .....	135
Ecuación 6- tiempo de concentración retardo SCS.....	136
Ecuación 7- tiempo de concentración Passini.....	136
Ecuación 8- tiempo de concentración Bransby-Williams.....	137
Ecuación 9- tiempo de concentración Izzard .....	137

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1-grafico de respuesta de estudiantes .....	18
Ilustración 2-contenidos carta descriptiva curso hidrología .....	19
Ilustración 3- experiencias de aprendizaje curso Hidrología .....	19
Ilustración 4- evaluación de las competencias.....	20
Ilustración 5- base de datos .....	21
Ilustración 6 base de datos (ilustración) software de A.Ejecutiva, Daniel M. Gonzales, 2015 .....	22
Ilustración 7- Búsqueda banco de video .....	24
Ilustración 8- Modelo banco de datos .....	25
Ilustración 9- Descarga QGIS .....	26
Ilustración 10- selección tipo de procesador .....	27
Ilustración 11- selección instalador Windows.....	28
Ilustración 12- selección instalador mac.....	28
Ilustración 13- selección carpeta descarga .....	29
Ilustración 14-instalador .....	30
Ilustración 15- selección Packagel.....	30
Ilustración 16- terminos y condiciones .....	31
Ilustración 17- proceso de instalación .....	32
Ilustración 18- finalización proceso de instalación .....	32
Ilustración 19- búsqueda de QGIS en el ordenador .....	33
Ilustración 20- Elementos de trabajo de QGIS .....	34
Ilustración 21- Barra de menú.....	35
Ilustración 22- Barra de herramientas .....	35
Ilustración 23- Panel de capas.....	35
Ilustración 24- Panel de herramientas de procesos.....	36
Ilustración 25- Barra de estado. ....	36
Ilustración 26- Ventana de proyecto.....	37
Ilustración 27-Ventana de propiedades del proyecto.....	37
Ilustración 28- Ventana de edición .....	38
Ilustración 29- Ventana ver .....	38

Ilustración 30- Ventana configuración .....	39
Ilustración 31- logo geo portal .....	41
Ilustración 32- Ejemplo DEM.....	42
Ilustración 33-Satelite alos pulsar .....	43
Ilustración 34- USGS.....	44
Ilustración 35- OpenTopography .....	45
Ilustración 36-NOAA GLOBE (National Oceanic and Atmospheric Administration.....	45
Ilustración 37-DATA.GOV .....	46
Ilustración 38- Digital Elevation Model over Europe(EU-DEM) .....	47
Ilustración 39- Ejemplo de Ráster- fuente arcmap .....	47
Ilustración 40-EarthExplore.....	49
Ilustración 41- imágenes Ráster.....	50
Ilustración 42- fuente ideam .....	51
Ilustración 43- descarga de datos- fuente DHIME .....	52
Ilustración 44- fuente ideam .....	52
Ilustración 45-parametros - fuente ideam .....	53
Ilustración 46- parametros - fuente ideam .....	53
Ilustración 47-opciones de descarga- fuente ideam.....	54
Ilustración 48- consulta y descarga de datos Hidrometeorologicos.....	54
Ilustración 49- descomprimir archivos.....	55
Ilustración 50-SAWAT: (Soil y Water Assessment Tool) - Fuente argisblog.....	56
Ilustración 51-the power project- fuente nasa prediction of worldwide .....	56
Ilustración 52- Crear DEM .....	57
Ilustración 53- Añadir Ráster.....	58
Ilustración 54- Cargar Ráster .....	58
Ilustración 55- imagen ráster .....	59
Ilustración 56- curvas de nivel.....	60
Ilustración 57- modificación de capas.....	61
Ilustración 58-modificacion curvas de nivel.....	61
Ilustración 59- Grass 7 .....	62
Ilustración 60- Añadir Ráster.....	63
Ilustración 61- Ráster cuenca surata.....	64
Ilustración 62- nuevo directorio de mapas .....	64
Ilustración 63- elegir carpeta para guardar.....	65
Ilustración 64- localización y nombre de la carpeta.....	65
Ilustración 65- proyección.....	66
Ilustración 66- seleccionar país .....	67
Ilustración 67- nombre de directorio de mapas .....	67
Ilustración 68- abrir propiedades del ráster .....	68
Ilustración 69- simbología .....	68
Ilustración 70- ráster con modificaciones .....	69
Ilustración 71- seleccionar región .....	70
Ilustración 72- herramientas de GRASS .....	71
Ilustración 73- nombre mapa ráster .....	72

---

Ilustración 74- ejecución .....	73
Ilustración 75- Módulos Grass.....	74
Ilustración 76- Parametros modulo r.fill.dir .....	75
Ilustración 77- parametros r.watershed .....	75
Ilustración 78- parametros r.watershed .....	76
Ilustración 79- resultados módulos.....	77
Ilustración 80- capa de acumulación.....	78
Ilustración 81- nueva capa de archivo shape .....	79
Ilustración 82- parametros capa archivo shape .....	80
Ilustración 83- opción símbolo lápiz.....	81
Ilustración 84- asignar nombre .....	81
Ilustración 85- establecer SRC de la capa.....	82
Ilustración 86- selector de sistema de referencia de coordenadas .....	83
Ilustración 87- modulo r.water.outlet.....	84
Ilustración 88-parametros r.water.outlet .....	85
Ilustración 89- delimitación cuenca .....	86
Ilustración 90- modulo r.to.vect.area .....	87
Ilustración 91- parametros r.to.vec.area .....	88
Ilustración 92- resultados módulos.....	89
Ilustración 93-Modulo v.out.ogr.....	90
Ilustración 94- parametros modulo v.out.ogr .....	91
Ilustración 95- cortar raster por capa de mascara .....	92
Ilustración 96-parametros cortar ráster por capa de mascara .....	93
Ilustración 97- resultado cuenca recortada .....	94
Ilustración 98- activar panel caja de herramientas de procesos .....	95
Ilustración 99- buscador modulo r.fill.dir.....	96
Ilustración 100-parametros módulos r.fill.dir .....	97
Ilustración 101- resultado modulo .....	98
Ilustración 102- modulo r.watershed.....	98
Ilustración 103- parametros modulo r.watershed.....	99
Ilustración 104-capas creadas .....	99
Ilustración 105-activar capa de drenaje.....	100
Ilustración 106- modulo r.water.outlet.....	101
Ilustración 107- selección de subcuencas .....	102
Ilustración 108-parametros r.water.outlet .....	103
Ilustración 109-resultado delimitación subcuenca .....	104
Ilustración 110-resultado delimitación subcuenca .....	104
Ilustración 111- modulo r.slope.aspect.....	105
Ilustración 112- parametros r.slope.aspect .....	106
Ilustración 113- resultado modulo .....	107
Ilustración 114- añadir capa vectorial .....	108
Ilustración 115- administrador de fuente de datos .....	108
Ilustración 116- modulo r.to.vect.line.....	109
Ilustración 117- modulo r.to.vect.line.....	109

Ilustración 118-resultado drenaje.....	110
Ilustración 119-parametros modulo v.out.ogr.....	111
Ilustración 120-cortar vectorial por capa de mascara .....	111
Ilustración 121-tabla de atributos de la cuenca orden .....	112
Ilustración 122-tramo seleccionado.....	112
Ilustración 123-tabla de corrientes de cuenca.....	113
Ilustración 124-propiedades cuenca orden .....	114
Ilustración 125- parametros etiquetas.....	115
Ilustración 126-resultado orden de drenaje .....	115
Ilustración 127-duplicado capa .....	116
Ilustración 128-abrir tabla de atributos .....	116
Ilustración 129- tabla de atributos.....	117
Ilustración 130- tabla de atributos.....	118
Ilustración 131- resultado .....	119
Ilustración 132-búsqueda curva hipsométrica.....	120
Ilustración 133- parametros curvas hipsométricas.....	120
Ilustración 134- archivo descargado .....	120
Ilustración 135-selección texto de columnas.....	121
Ilustración 136-parametros convertir texto en columnas .....	121
Ilustración 137- parametros convertir texto en columnas .....	122
Ilustración 138- parametros convertir texto en columnas .....	123
Ilustración 139-columna área parcial.....	123
Ilustración 140- creación columna AQSA.....	124
Ilustración 141-creacion columna %AP.....	124
Ilustración 142-creacion grafico.....	125
Ilustración 143- seleccionar datos .....	125
Ilustración 144-seleccionar origen de datos .....	126
Ilustración 145-parametros serie.....	126
Ilustración 146- resultado curva hipsométrica .....	127
Ilustración 147-parametros serie.....	128
Ilustración 148-parametros origen de datos.....	128
Ilustración 149-resultado grafica .....	129
Ilustración 150-parametros cambiar tipo de grafico .....	130
Ilustración 151-resultado grafica .....	131
Ilustración 152-seleccionar datos .....	131
Ilustración 153-modificar frecuencia .....	132
Ilustración 154-parametros serie.....	133
Ilustración 155- resultado curva hipsométrica .....	133
Ilustración 156- buscador ruta mas corta .....	138
Ilustración 157-parametros ruta mas corta .....	138
Ilustración 158-abrir tabla de atributos de la ruta más corta .....	139
Ilustración 159- resultado .....	140
Ilustración 160- resultado .....	141
Ilustración 161-añadir capa vectorial.....	142

---

Ilustración 162- parametros administrador de fuentes .....	143
Ilustración 163-abrir tabla de atributos .....	143
Ilustración 164-seleccionar calculadora .....	144
Ilustración 165-parametros calculadora .....	144
Ilustración 166-resultado .....	145
Ilustración 167- parametros calculadora .....	146
Ilustración 168-resultado .....	147
Ilustración 169-abrir tabla de atributos .....	147
Ilustración 170-parametros tabla de atributos .....	148
Ilustración 171-parametros calculadora .....	149
Ilustración 172- seleccionar sumatoria .....	149
Ilustración 173- estadísticas cuenca orden .....	150
Ilustración 174- resultado área .....	151
Ilustración 175- parametros calculadora .....	152
Ilustración 176- resultado km2 .....	152
Ilustración 177-parametros calculadora .....	153
Ilustración 178-resultado densidad de drenaje .....	153
Ilustración 179-abrir regla.....	154
Ilustración 180- seleccionar propiedades elevación .....	155
Ilustración 181-parametros simbología .....	156

## 1. Objetivos.

### 1.1 Objetivo general.

Desarrollar una guía de apoyo pedagógico para el curso de hidrología en pregrado, orientada al análisis espacial de cuencas usando la herramienta QGIS.

### 1.2 Objetivos específicos.

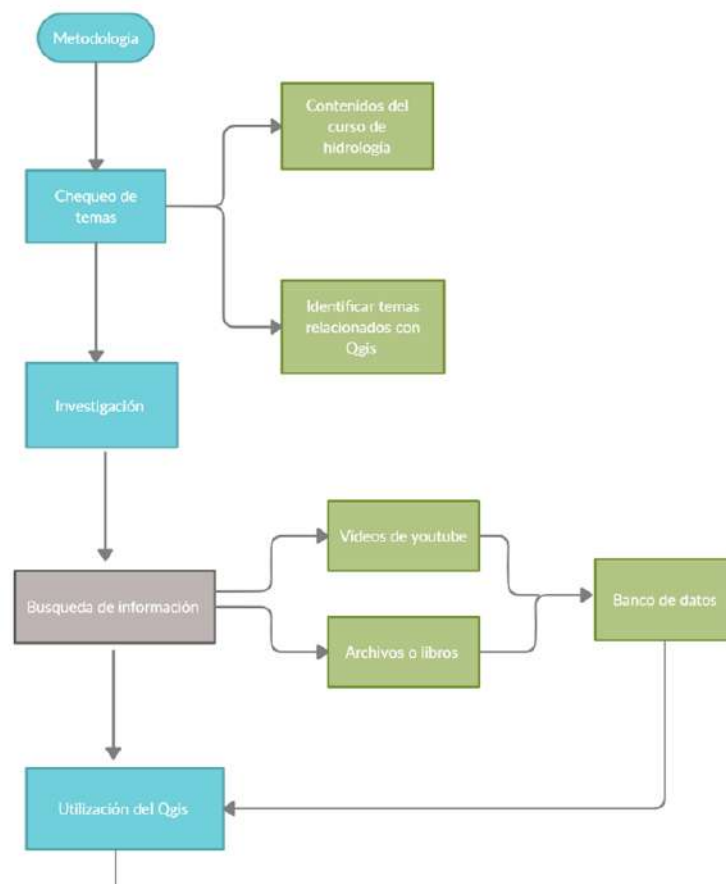
- ✓ Determinar los contenidos de la carta descriptiva del curso de hidrología que se relacionan con el análisis espacial y que serán usados dentro del QGIS.
- ✓ Crear una base de datos a partir de videos de YouTube con el fin de recopilar información relacionada con el programa
- ✓ Elaborar un texto guía con contenido teórico y ejemplos ilustrativos para la gestión pedagógica del análisis espacial en el curso de hidrología.

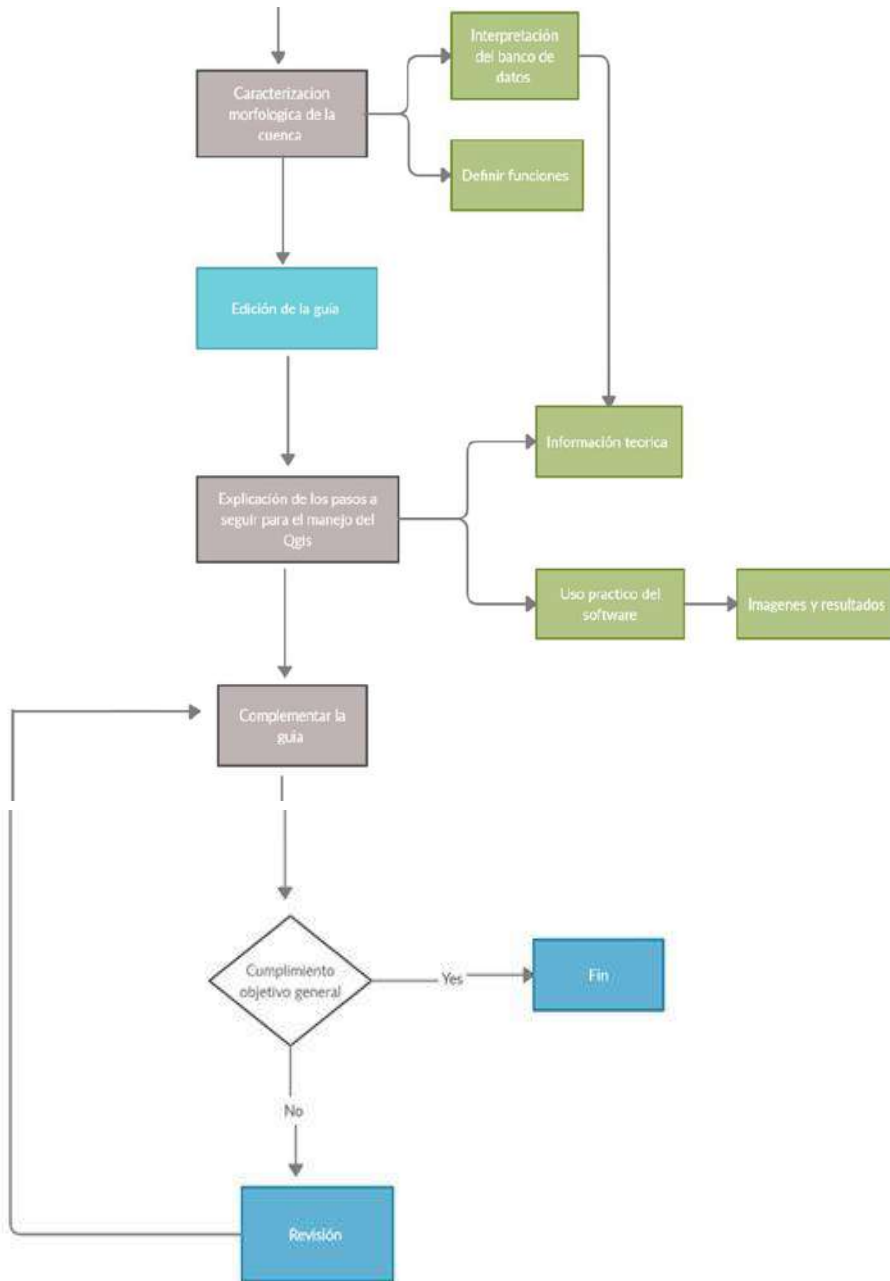
## 2. Justificación.

Para el análisis espacial de cuencas existen gran variedad de softwares, pero la mayoría de estos tienen un gran costo monetario lo cual, hace que sea menos accesibles para los estudiantes, sin embargo, con QGIS se pueden realizar todos estos procesos de forma gratuita (<https://qgis.org/es/site/>). También es importante recalcar que en inglés hay pocos documentos específicos relacionados con el análisis hidrológico en QGIS y en español son aún más escasos. Otra de las características a destacar es el lenguaje abierto ya que gracias a esto se puede desarrollar habilidades en la programación que se convierte en una ventaja a la hora de hacer un análisis espacial además de que cuenta con gran variedad de tutoriales encontrados en YouTube por esta razón, no se limita a utilizar pocas funciones si no que aumenta el alcance y la calidad. Por último el QGIS es una herramienta que ayuda a representar la información y poder analizar los conceptos de la hidrología de manera ilustrada, con imágenes que permitan aprender de una manera más interactiva.

### 3. Metodología.

El primer paso que se realiza es la revisión y análisis de la carta descriptiva, de esta manera se encontraron los temas que se relacionan con el uso del QGIS, determinando así que tras anexar el software se presentara en gran medida beneficios en el desarrollo de las temáticas de la carta, para lograr este objetivo se propone un método de evaluación para esta competencia que permita dar una idea de los conocimientos que se adquirieron al estar en contacto con el programa. se requiere organizar la información obtenida mediante una base de datos la cual, permite a los estudiantes acceder a una videoteca de YouTube con solución a cualquier duda correspondiente del software. Por último, se editará la guía mostrando las funciones relacionadas con el contenido del curso y su respectivo paso a paso explicado de manera escrita e ilustrada.





## 4. Resumen general de trabajo de grado

### RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** GUÍA PARA EL ANÁLISIS ESPACIAL DE CUENCAS EN QGIS COMO HERRAMIENTA PEDAGÓGICA PARA EL CURSO DE HIDROLOGÍA

**AUTOR(ES):** Juan Sebastián Manrique Bautista  
Cristian Fabián Guazo Díaz

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Diego Alejandro Guzmán Arias

### RESUMEN

Para la guía se llevo a cabo una revisión y análisis de la carta descriptiva del curso de hidrología, de esta manera se encontraron los temas que se relacionan con el uso del QGIS, teniendo estos temas presentes pasamos a hacer una búsqueda de videos tutoriales en YouTube el cual, se requiere organizar la información obtenida mediante una base de datos que permite a los estudiantes acceder a una videoteca con solución a cualquier duda correspondiente del software después , se edita la guía mostrando las funciones relacionadas con el contenido del curso y su respectivo paso a paso explicado de manera escrita e ilustrada. por último, se redactaron unas conclusiones y recomendaciones que son importantes para el desarrollo óptimo de la guía.

### PALABRAS CLAVE:

hidrología, QGIS, videoteca, carta descriptiva, guía, YouTube

### V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## 5. General summary of work of grade

### GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

**TITLE:** GUIDE FOR THE SPATIAL ANALYSIS OF WATERSHED IN QGIS AS A PEDAGOGICAL TOOL FOR THE HYDROLOGY COURSE

**AUTHOR(S):** Juan Sebastián Manrique Bautista  
Cristian Fabián Guazo Díaz

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Diego Alejandro Guzmán Arias

### ABSTRACT

For the guide, a review and analysis of the descriptive letter of the hydrology course was carried out, in this way the topics related to the use of QGIS were found, keeping these topics in mind we went on to search for tutorial videos on YouTube which, it is required to organize the information obtained through a database that allows students to access a video library with a solution to any corresponding doubt about the software afterwards, the guide is edited showing the functions related to the content of the course and its respective step by step explained in written and illustrated way. Finally, conclusions and recommendations were drawn up that are important for the optimal development of the guide.

### KEYWORDS:

hydrology, QGIS, video library, description letter, guide, YouTube

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

## 6. Introducción.

En el desarrollo del manual se dará un enfoque por pasos, los cuales tendrán subíndices, estos tendrán un posterior desarrollo en la continuación del manual. Dentro de estos capítulos se abordarán unos aspectos los cuales permitirán un desarrollo integro, completo y de la mejor forma al proyecto, mostrando de manera detallada los diferentes aspectos en los que se basa la elaboración de este proyecto. Siendo un contenido patente abordado primeramente por el conocimiento del software que se va trabajar el cual se denomina QGIS. A su vez se implementará el muestreo de distintas formas de obtener los datos, los tipos y como procesarlos para su utilidad en el software anteriormente mencionado. Finalmente se brindará un inteligible procesamiento a realizar en el software de QGIS paso a paso para que sea efectuado de una manera correcta para una delimitación y estudio de la cuenca hidrográfica determinada.

## 7. Funcionamiento al agregar el nuevo contenido.

### 7.1 Incorporación del QGIS a la carta descriptiva.

Incorporación del software QGIS mediante un módulo en la carta descriptiva del curso de hidrología de modo que tenga un lugar en los contenidos y en las experiencias de aprendizaje, al igual que la propuesta de evaluación para este y como esta competencia trae beneficios en el programa semestral.

Actualmente la tecnología nos ha permitido avanzar en los métodos de investigación al igual que se ha mejorado la forma de representar fenómenos de la naturaleza, así como sus características sin embargo muchos de ellos son muy difíciles de usar debido a su complejidad o también debido a que son muy difíciles de adquirir, QGIS es un software tipo SIG el cual nos permite mediante bases de datos manejar datos vectoriales y también ráster que se usan para el análisis hidrológico. Este es usado por excelencia en el medio científico debido a que presenta una serie de características que lo convierte en único y en una gran opción a la hora de aprender a realizar análisis espacial, entre esas características se encuentra el que es compatible con todos los sistemas operativos del mercado, también es un software totalmente gratis lo que lo vuelve un potencial instrumento para estudiantes que no siempre cuentan con la capacidad económica de invertir en programas que muchas veces tienen un precio elevado, a esto le podemos sumar la cantidad de información que se puede encontrar en internet, con esto los maestros, estudiantes y cualquier persona tendrá la posibilidad de mejorar sus habilidades a la hora de programar ya que es un software al que los usuarios se pueden llegar a adaptar fácilmente.

El QGIS será añadido a la carta descriptiva para que los alumnos de la hidrología mejoren sus competencias en herramientas computacionales y se familiaricen con el uso del software, ya que estos programas muchas veces se convierten en un instrumento indispensable a la hora de trabajar en ingeniería al igual que el conocimiento de estos muchas veces es exigido como requisito para poder ingresar a algún trabajo.

- **QGIS Y LOS ESTUDIANTES**

En la página oficial del QGIS se presenta una encuesta realizada a estudiantes de la Universidad del sur de Queensland la cual se encuentra en Australia y cuenta actualmente con más de 25.000 estudiantes a los cuales se les enseñó el QGIS como software para el análisis espacial de datos, esto para poder calificar el programa teniendo en cuenta diferentes factores como facilidad de acceso, ya que en algunas zonas rurales conseguir internet no es tan fácil, esto teniendo en cuenta que en esta universidad se inscriben en cursos de software tipo SIG (sistema de información geográfica) cerca de 350 personas de manera anual, los resultados finales terminaron siendo bastante satisfactorios que se verán en la siguiente gráfica

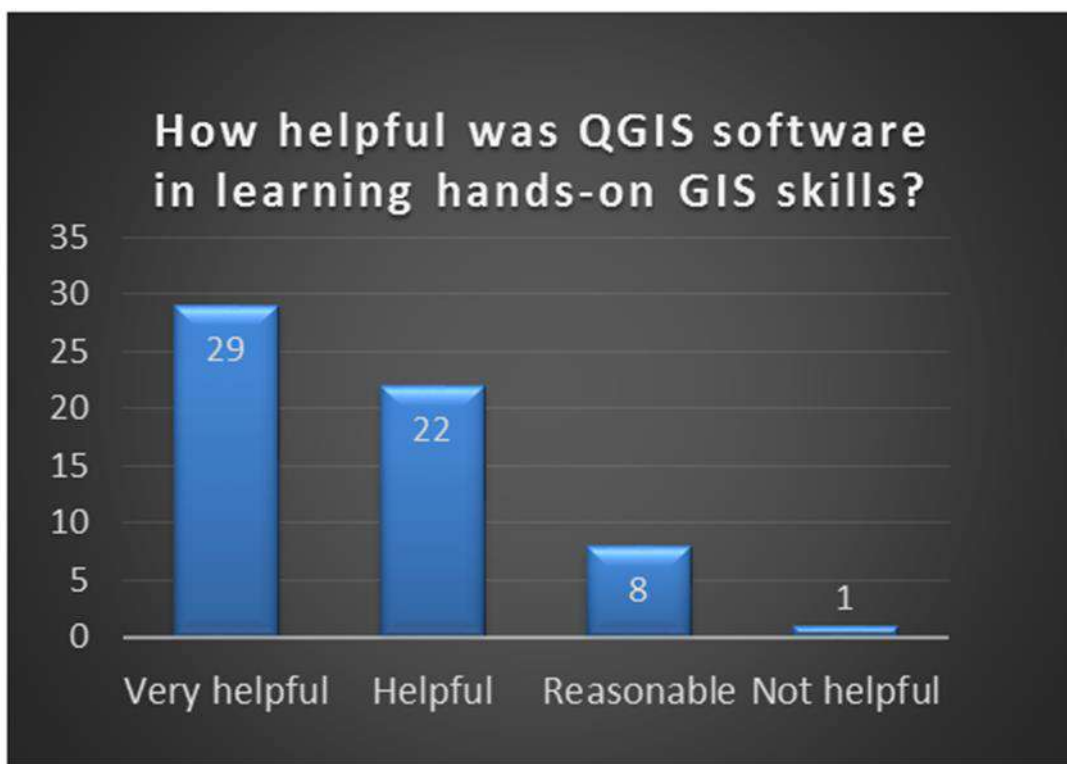


Gráfico de respuesta de estudiantes

*Ilustración 1-grafico de respuesta de estudiantes(QGIS Para El Aprendizaje a Distancia y La Enseñanza de SIG En Las Universidades, n.d.)*

Nota: Grafico de respuesta de estudiantes, pagina oficial QGIS

La cantidad de personas a las que se le hizo la encuesta fueron 60 personas, de las cuales 51 se mostraron satisfechos calificando el programa entre útil y muy útil como software para aprender de manera presencial y de manera remota.

El anterior estudio puede ser tomado como un gran precedente que justifica la incorporación del QGIS en el programa de hidrología, como manera de promover el uso de nuevas tecnologías dentro y fuera de la universidad Pontificia Bolivariana.

## 7.2 Contenido.

Uso del software QGIS aplicado al análisis espacial de datos en cuencas hidrológicas: En ítem se le presentara a los estudiantes el software y se les explicarán sus aplicaciones en la hidrología, de esta manera ellos podrán familiarizarse leyendo e indagando acerca de él.

### Contenidos:

1. Conceptos Generales e Introducción a la Hidrología: Definición de Hidrología; Concepto de Ciclo Hidrológico; Distribución de Agua en el Planeta; Balance Hídrico; Concepto de Cuenca Hidrológica.
2. Zona Superficial. Escorrentía: Caudal de Escurrimiento; Instrumentos para la Medición de Caudales en Corrientes; Curvas de Calibración; Hidrogramas; Flujo Base.
3. Agua Atmosférica: Conceptos Básicos de Meteorología (Temperatura; Radiación Solar; Vapor de Agua, Presión de Vapor y Presión Atmosférica; Humedad Específica y Relativa); Evaporación y Evapotranspiración; Precipitación (Pluviogramas, Histogramas, Curva de Huff, Curvas IDF, Precipitación Media sobre una Cuenca).
4. Agua Subterránea. Infiltración: Infiltrómetros; Curva de Horton; Método de Green & Ampt.
5. Estadística Hidrológica: Distribución Normal; Distribución Log-Normal; Distribución Gamma; Distribución Valores Extremos.
6. Relaciones Lluvia-Escorrentía; Método del US SCS; Método Racional; Método del Hidrograma Unitario; Curvas S.
7. Modelación hidrológica en el contexto del cambio climático.
8. **Uso del software QGIS aplicado al análisis espacial de datos en cuencas hidrológicas**

*Ilustración 2-contenidos carta descriptiva curso hidrología*

## 7.3 Experiencia de aprendizaje.

La mejor manera de enseñar este programa es de manera práctica, comenzando con la explicación de sus funciones básicas y elementos que lo constituyen, después se desarrollaran ejercicios fáciles que les permita a los estudiantes adaptarse a sus mecanismos para mejorar la calidad y la profundidad de sus trabajos.

### Experiencias de aprendizaje:

- Conoce diferentes metodologías para la medición y determinación de diversos fenómenos meteorológicos concernientes a la hidrología comprobando su validez para distintas situaciones
  - Reconoce el ciclo hidrológico como un proceso sin inicio ni final, así como las causas y consecuencias de sus diferentes componentes
  - Identifica las teorías y conceptos sobre el manejo del recurso hídrico
  - Reconoce la importancia del ciclo hidrológico y cómo está relacionado con el concepto de cuenca hidrológica
  - Identifica los equipos y herramientas utilizadas en labores de medición hidrológica
  - Conoce, comprende y aplica métodos y modelos para el análisis de precipitaciones
  - Analiza y comprende los fenómenos de evapotranspiración, escorrentía e infiltración como procesos consecuentes al de precipitación
  - Utiliza herramientas computacionales para la caracterización de cuencas hidrológicas
- Conoce los componentes de QGIS y es capaz de usarlos para desarrollar el análisis hidrológico de una cuenca**

*Ilustración 3- experiencias de aprendizaje curso Hidrología*

## 7.4 Evaluación de la competencia.

Una de las mejores maneras de poner a prueba es haciendo que los estudiantes interactúen de manera individual o grupal dentro del software pero sin ayuda del docente, de esta manera serán ellos quienes se resuelvan sus dudas y puedan dar solución a los problemas que se vayan presentando, para esto el docente les asignara a cada estudiante o grupo una cuenca, con la que ellos deberán trabajar y usar el análisis espacial de datos aplicado dentro del programa, para ello, contarán con una guía tipo paso a paso que presentara un ejemplo detallado, que será una gran ayuda para que ellos puedan aclarar dudas acerca de algunas funciones o modo correcto de uso del programa.

En el archivo anexo de Excel se muestra cómo se añaden estos componentes dentro de la carta descriptiva del curso de hidrología.

VALORACIÓN DE LAS COMPETENCIAS <sup>9</sup>		
Número del criterio	Ponderación	Evidencias
1. Aplico los conceptos mediante ecuaciones y/o fórmulas para la resolución de problemas.	25%	*Preinformes, informes y portafolios de laboratorio. *Pruebas escritas de resolución de ejercicios, preguntas abiertas y de selección. *Talleres para las horas de clase y/o de trabajo independiente.
2. Comprendo las dimensiones y unidades para la solución de problemas, mediante aplicaciones en clase	25%	*Pruebas escritas con estilo de preguntas Saber-Pro. *Pruebas escritas de resolución de ejercicios, preguntas abiertas y de selección. *Talleres para las horas de clase y/o de trabajo independiente.
3. Describo un problema desde diversos puntos de vista para entenderlo de manera global y dar soluciones pertinentes	25%	*Preinformes, informes y portafolios de laboratorio. *Pruebas escritas con estilo de preguntas Saber-Pro. *Pruebas escritas de resolución de ejercicios, preguntas abiertas y de selección.
4. Explico la lógica deductiva en la solución de un problema para analizar las alternativas y tomar decisiones dentro del software QGIS aplicado a los problemas relacionados con la hidrología en la ingeniería	25%	*Realización de Proyectos aplicados a la solución de problemas típicos de ingeniería. *Pruebas escritas con estilo de preguntas Saber-Pro. *Pruebas escritas de resolución de ejercicios, preguntas abiertas y de selección.

Ilustración 4- evaluación de las competencias

## 8. Base de datos.

Las bases de datos son una manera fácil y ordenada de almacenar datos, que nos permite acceder a determinado tipo de información de manera rápida, reduciendo el tiempo que tardamos buscando en internet o en libros, ya que estas muchas veces están organizadas por fechas, temas o títulos de documento. Estas fueron creadas con el propósito de transmitir información conservándola de manera que personas en un futuro pudieran usarla y ahora gracias a las nuevas tecnologías, se puede guardar una cantidad gigante de información y acceder a ella con tan solo un clic.



*Ilustración 5- base de datos(Tipos de Bases de Datos y Las Mejores Bases de Datos de 2021, n.d.)*

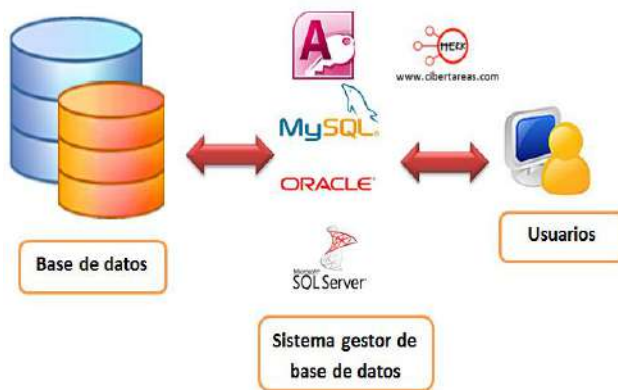
Existen diferentes tipos de bases de datos, unas más simples que otras y cada una con características fundamentales que determinan sus dificultades para usarla y la forma en que se transfiere su información, algunos tipos de bases de datos que existen son:

- ✓ **Estáticas:** Son aquellas las cuales su información no es modificable, generalmente se trata de documentos para leer o libros y es muy usada en el campo industrial o bases de datos enfocados en el estudio de la historia.
- ✓ **Dinámicas:** Son bases de datos que cumplen con almacenar información al igual que muchas otras, pero a diferencia de la estática esta puede ser modificada y actualizada, algunos datos que sean muy antiguos o ya sean discontinuados podrán ser eliminados e incorporar datos actualizados, al igual, su orden de búsqueda también puede ser variado.
- ✓ **Bibliográficas:** Son conjuntos de parámetros como lo son el título del libro, autores, ediciones, años de su publicación, descripción, temas, que permiten reducir la búsqueda y acceder más rápido a la información que queremos.
- ✓ **De texto completo:** Se consideran importantes, ya que están compuestos por documentos archivos o libros, totalmente completos y son las fuentes principales en las investigaciones y desarrollo de proyectos.

- ✓ **Directorios:** Es una forma de enumerar y enlistar algún tipo de información como números de alguna persona, direcciones de casas, correos, los más comunes son los directorios telefónicos que se tienen en las casas comúnmente, otro ejemplo puede ser en el campo empresarial, aquellas empresas que manejan gran cantidad de empleados y deben tener el registro de todos sus datos
  
- ✓ **Banco de imágenes y videos:** Son información que se descargó en su mayoría de internet, que sirve a la hora de complementar información de algún tema en específico, suele contener tutoriales, diagramas y esquemas que ayudan en el desarrollo de las investigaciones

**\*Las siguientes son las bases de datos catalogadas como las mejores en el 2020**

Oracle
IBM DB2
Microsoft SQL server
Teradata
SAP Sybase
NoSQL documentos –(mongoDB, couchbase server)
NoSQL clave valor- (Redis, Raik)
NoSQL columnas -8Apache cassandra, Apachabas)
Amazon simple DB
Base de datos AS a service
Informix
MySQL



*Ilustración 6 base de datos (ilustración) software de A.Ejecutiva, Daniel M. Gonzales, 2015*

Nota: base de datos (ilustración) software de A.Ejecutiva, Daniel M. Gonzales, 2015

**\*Programas en los cuales podemos crear bases de datos:**

*Excel
*FoxPro
*Microsoft Access
*FileMaker
*Kexi

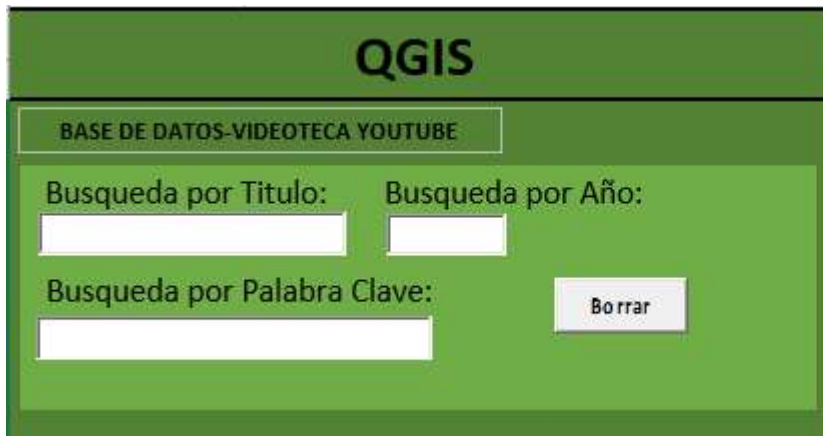
*(Ejemplos de Programas Para La Administración de Bases de Datos, n.d.)*



Hoy en día las bases de datos son pilar fundamental a la hora de realizar una investigación, algún tipo de análisis de algún tema determinado, desarrollo de proyectos ya sea escolares universitarios, maestrías o doctorados, ya que contienen información de todos los niveles, es importante su uso y actualización constante para mejorar los resultados a la hora de su implementación.

## 9. Desarrollo del banco de videos de YouTube.

La videoteca de la siguiente guía fue creada completamente con información de videos de YouTube, para facilitar el uso de esta fue creada en Excel ya que es un software con el que los estudiantes suelen estar más relacionados además de que funciona de una manera intuitiva que permite una búsqueda avanzada por medio de palabras clave, que los puede dirigir al video correspondiente a la temática que se necesite



The image shows a screenshot of a QGIS application window. The title bar reads "QGIS". Below the title bar, there is a tab labeled "BASE DE DATOS-VIDEOTECA YOUTUBE". The main area of the window contains a search interface with three input fields: "Busqueda por Titulo:" followed by a text box, "Busqueda por Año:" followed by a text box, and "Busqueda por Palabra Clave:" followed by a text box. To the right of the "Busqueda por Palabra Clave:" field is a button labeled "Borrar". To the right of the search interface is a circular logo with a green border and a stylized 'Q' in the center, featuring a yellow and orange arrow pointing upwards and to the right.

*Ilustración 7- Búsqueda banco de video*

Este banco de datos funciona de forma dinámica es decir los estudiantes tendrán acceso a ella y podrán modificarla con nuevos videos que puedan ir surgiendo con el pasar del tiempo, de versiones más actualizadas del programa o de nuevas maneras de interactuar con este

La base de datos cuenta con 6 columnas las cuales son

- ✓ Numero de referencia
- ✓ Título del video
- ✓ Link
- ✓ Año de publicación
- ✓ Canal de YouTube
- ✓ Descripción

Nº de referencia	Titulo	Link	Año de publicación	Canal de youtube	descripción
001	Introducción a QGIS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6tVXRe78eU4">https://www.youtube.com/watch?v=6tVXRe78eU4</a>	2017	Argongra	explicación rápida de los formularios principales, el menú, las herramientas básicas de cargar y visualizar la información
002	ARCGIS VS QGIS, beneficios de cada uno	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6QwvN8fWtug">https://www.youtube.com/watch?v=6QwvN8fWtug</a>	2019	MasterGIS	similitudes y diferencias entre QGIS y ARCGIS
003	Como descargar e instalar QGIS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2Q0KRO24pe">https://www.youtube.com/watch?v=2Q0KRO24pe</a>	2020	Ingeniera Nadia Suárez SIG	guía sencilla y rápida para la descarga e instalación del software QGIS según el sistema operativo del equipo.
004	como usar QGIS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=8n3ao5pbDek">https://www.youtube.com/watch?v=8n3ao5pbDek</a>	2019	MasterGIS	mini curso donde se realiza una breve explicación de descarga e instalación, menú y submenús entre otros.
005	Curso básico de QGIS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=8471o14MQsQ">https://www.youtube.com/watch?v=8471o14MQsQ</a>	2017	El blog de Fran	curso que abarca: crear shapefiles e importar puntos gps, georeferenciar una imagen, edición de puntos líneas y polígonos, administración de tablas, geoprocamiento y cálculo de geometrias, simbología de puntos, polígonos y líneas.
006	Introducción al formato raster	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=92v928MN-DU03M">https://www.youtube.com/watch?v=92v928MN-DU03M</a>	2014	Marie Remon Serr	curso sobre formato raster el cual enseña a trabajar con imágenes satelitales, modelos digitales del terreno y un análisis practico del desarrollo de las task.
007	Hidroclimatología Clase #1 - JBRAC	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=4d1019A2wz8&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1">https://www.youtube.com/watch?v=4d1019A2wz8&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1</a>	2020	Rivera Quijano	Clase sobre la Hidroclimatología
008	Entrevista Ing. José Vargas S., Uso de datos climatológicos	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2566w9eUj35&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1">https://www.youtube.com/watch?v=2566w9eUj35&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1</a>	2020	Fundación guano juato produca	Importancia y uso de los datos climatológicos
009	DEM y Modelo 3D en QGIS   Master GIS	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=3d1019A2wz8&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1">https://www.youtube.com/watch?v=3d1019A2wz8&amp;list=PLh1n1p4h-G16c4n1-Q1u1t1n1</a>	2017	MasterGIS	aprenda a generar un DEM a partir de un modelo de elevación digital a partir de las curvas de nivel

Ilustración 8- Modelo banco de datos

Este banco de videos fue creado con el propósito de ser una ayuda pedagógica para los estudiantes del curso de hidrología, en la cual se podrán apoyar para la realización de sus proyectos en QGIS en el transcurso del semestre. Este será un instrumento de profundización de cada tema en caso de que lleguen a tener alguna duda o inquietud dentro de la guía.

## 10. Capítulo 1: generalidades del QGIS.

En este capítulo se realiza una descripción de cómo descargar e instalar el software QGIS dependiendo del tipo de procesador del ordenador, además de mostrar su relación con los contenidos de la carta descriptiva del curso de hidrología, con las funciones principales del programa y su forma de uso para el análisis espacial de cuencas.

### 10.1 Descarga e instalación.

Primero que nada, antes de abordar cualquier otro aspecto del programa a majear es fundamental tener claro la página, y la mejor opción de descarga del software. Afortunadamente, QGIS cuenta con una página certificada para la descarga de su programa para cada uno de los diferentes sistemas operativos como lo son Windows, Linux y macOS.

Por consiguiente, en la página web (<https://www.qgis.org/es/site/>) da la opción inmediatamente de descargar el software. Al darle en esta opción abre otra página en donde muestra diferentes opciones de descarga del programa, donde se escoge entre la última versión de este para cada sistema operativo, o una versión anterior con menos características, pero más duradera.

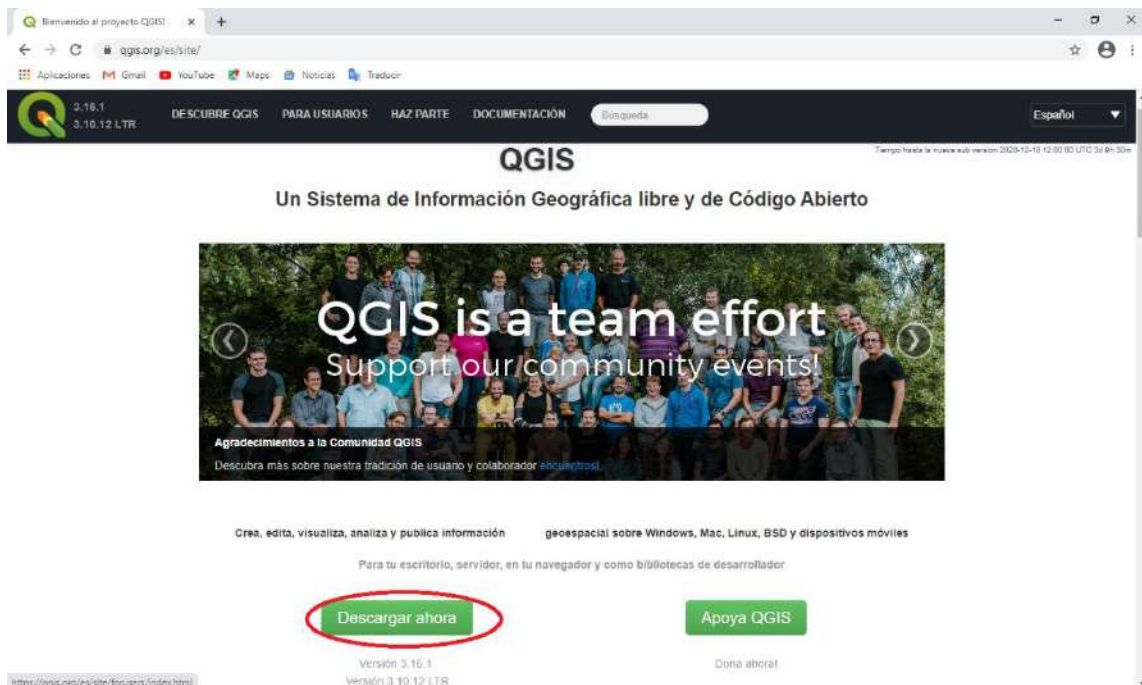
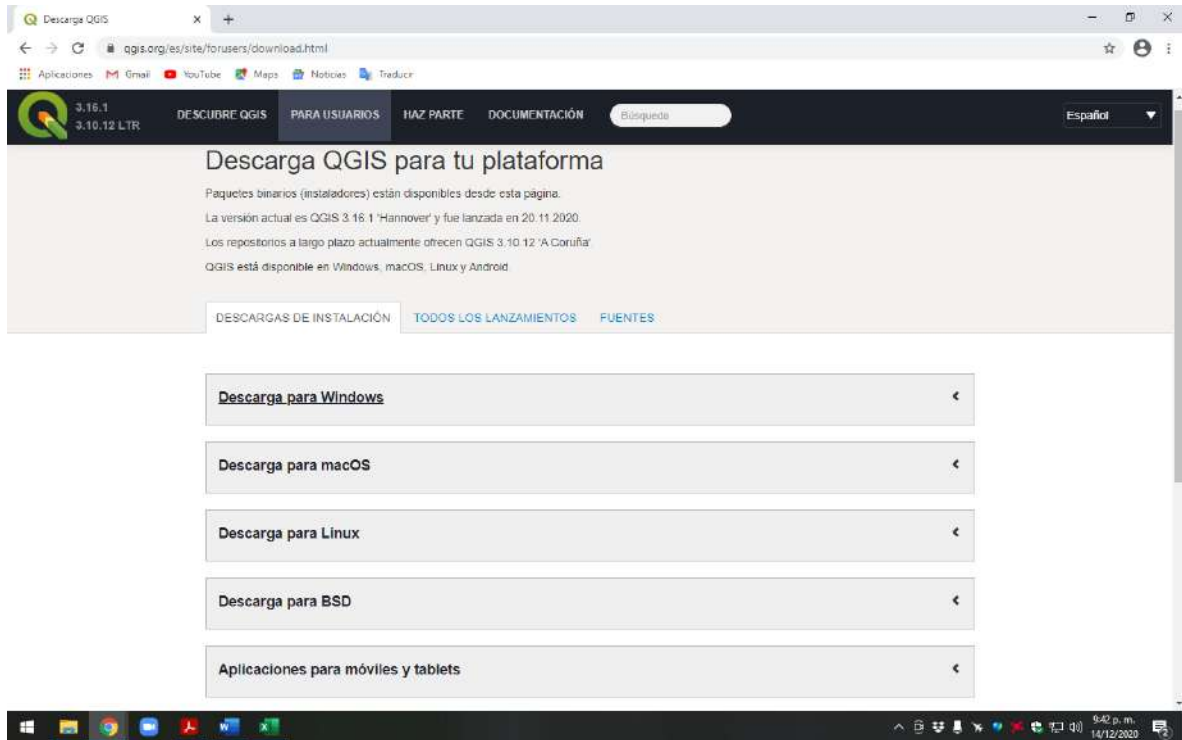


Ilustración 9- Descarga QGIS(Descarga e Instalación de QGIS 3.14 Pi. Última Versión 2020. - YouTube, n.d.)

En la siguiente imagen se muestran las opciones que se presentan en QGIS para los diferentes sistemas operativos



*Ilustración 10- selección tipo de procesador*

Debido a que los sistemas operativos más comunes hoy en día son Windows y macOS, se trabajara con el ejemplo de dichos sistemas., entonces simplemente se escoge el sistema operativo y la versión que se quiere descargar, las cuales ya se explicaron anteriormente.

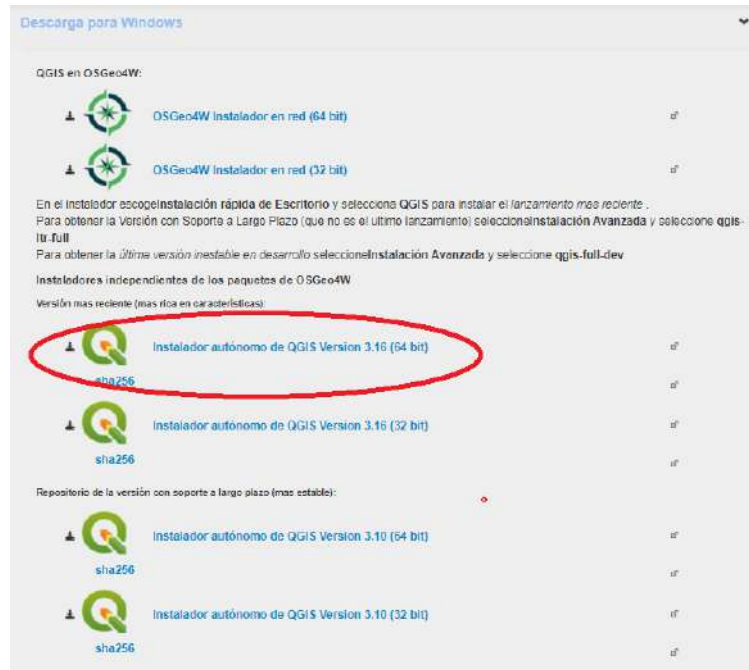


Ilustración 11- selección instalador Windows

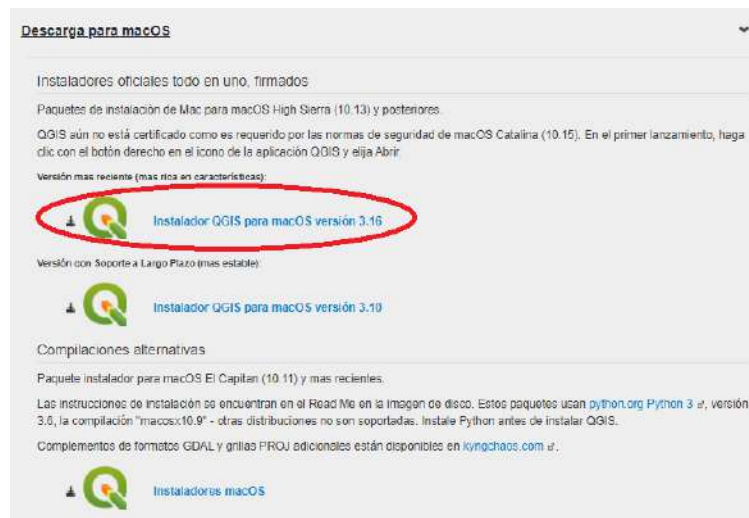


Ilustración 12- selección instalador mac

Una vez seleccionada la mejor opción para nuestro dispositivo, el programa va a pedir dónde se guardará la descarga para así iniciar con la instalación, tal como se muestra en la siguiente imagen, el usuario debe tomar la decisión de en qué carpeta va a almacenar el programa.

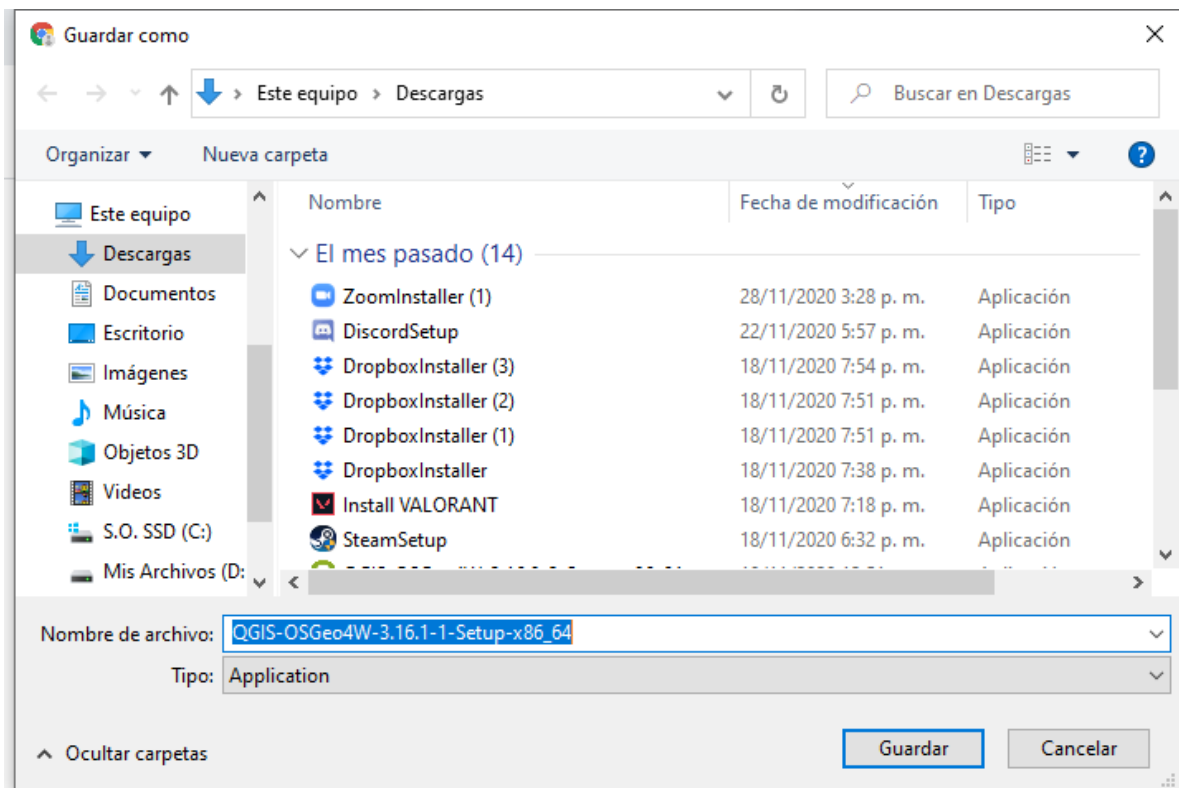


Ilustración 13- selección carpeta descarga

Una vez se dé clic en guardar, se empieza a ejecutar en la parte inferior del navegador que se esté usando. Prosiguiendo a abrir el archivo descargado, mostrará el lugar donde fue guardado anteriormente, se da doble clic para abrir el archivo y saldrá una ventana preguntando si se desea instalar el desktop o el WEB-GIS. La opción que se selecciona es la de Express Desktop Install. Cuando ya se seleccione esta opción se da clic en siguiente, luego mostrará por defecto los programas del paquete que se requieren para una efectiva instalación y se da nuevamente en siguiente

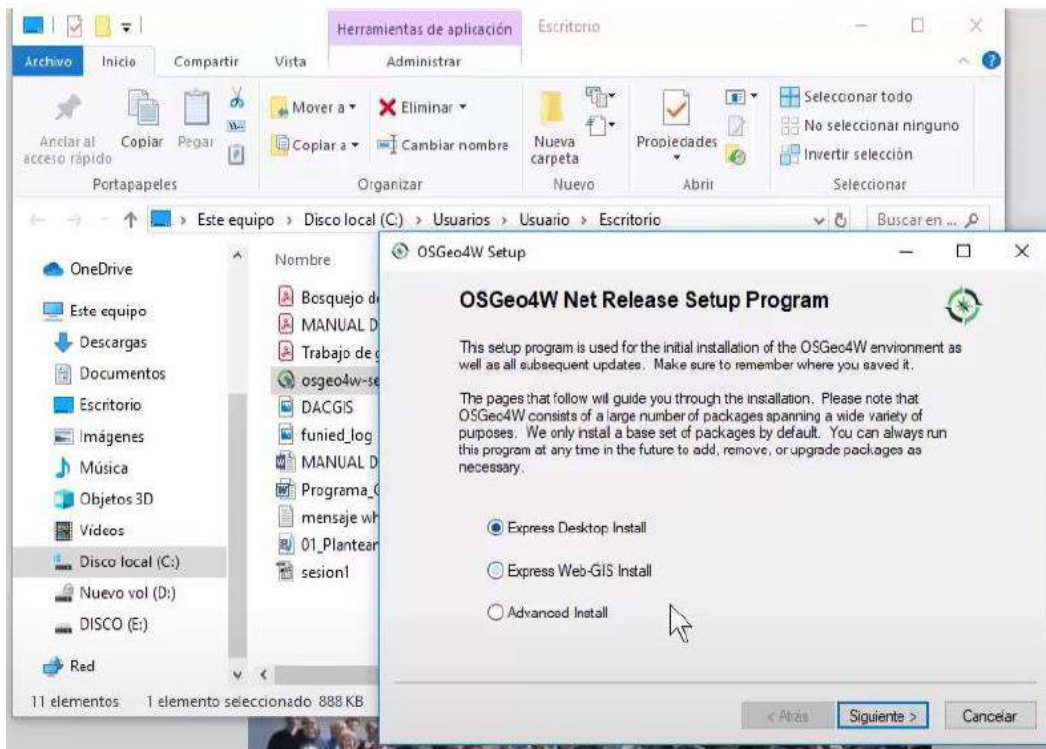


Ilustración 14-instalador

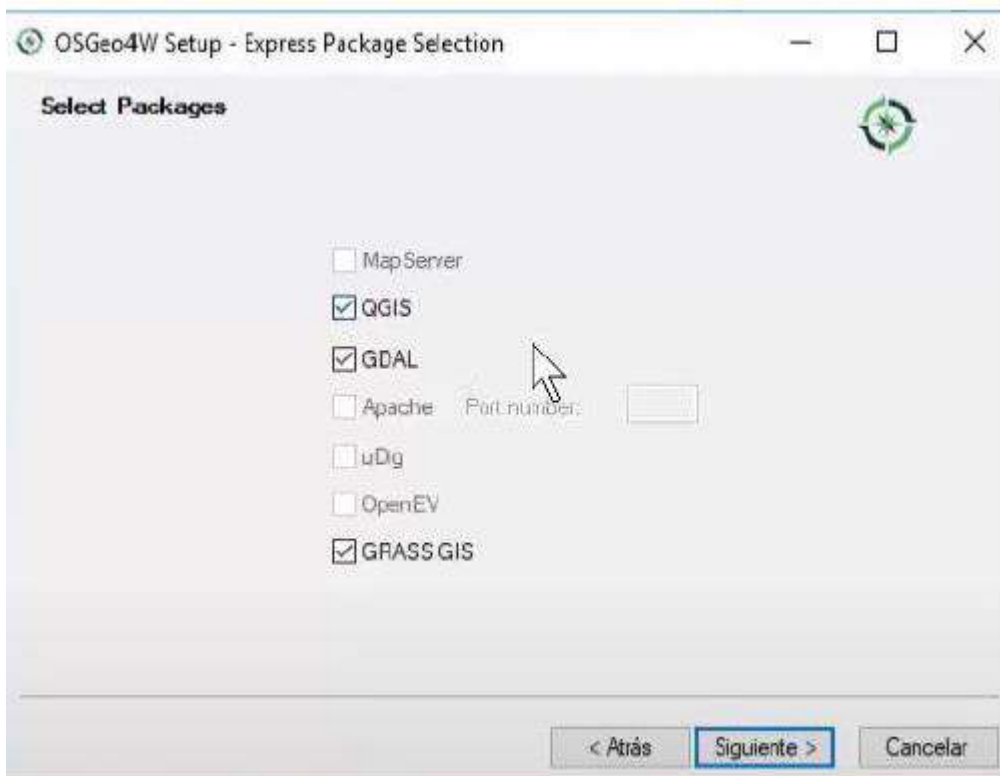


Ilustración 15- selección Package1

Se procederá a aparecer una ventana donde se deberá aceptar todas las licencias que tiene el programa, es decir que saldrá una (1) licencia a la vez y de la misma manera solicitará aceptar los términos del programa. Ya al haber terminado con las confirmaciones de términos y licencias, se deberá esperar unos minutos a que descargue el programa. Para terminar con este proceso, damos clic en Finalizar.

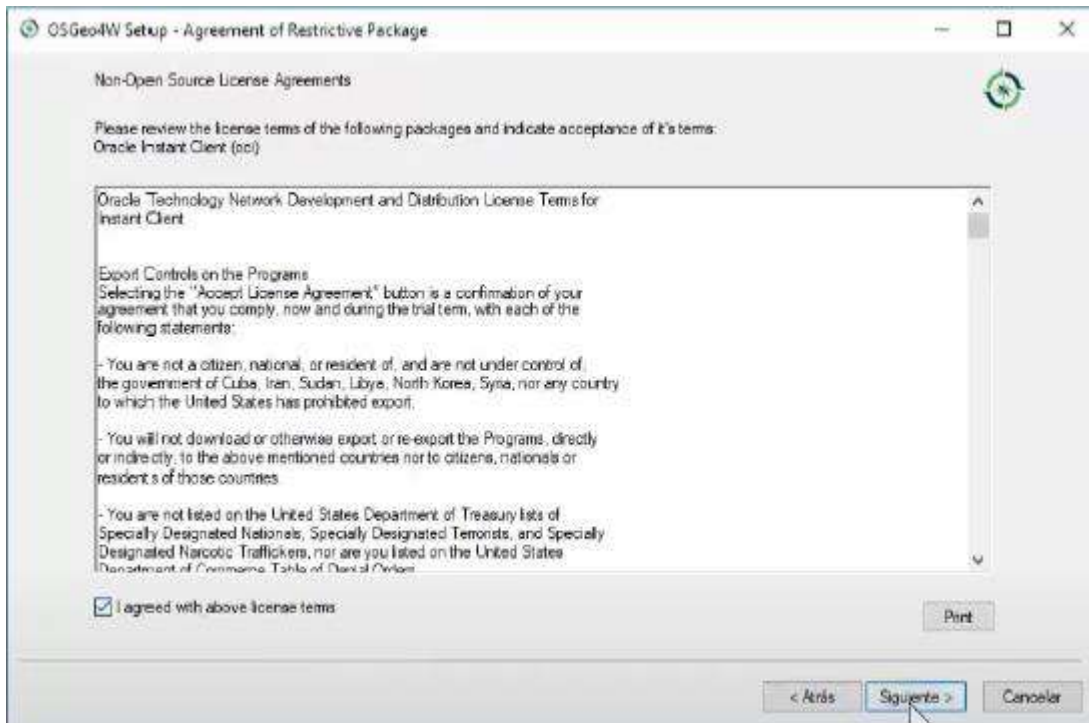


Ilustración 16- terminos y condiciones

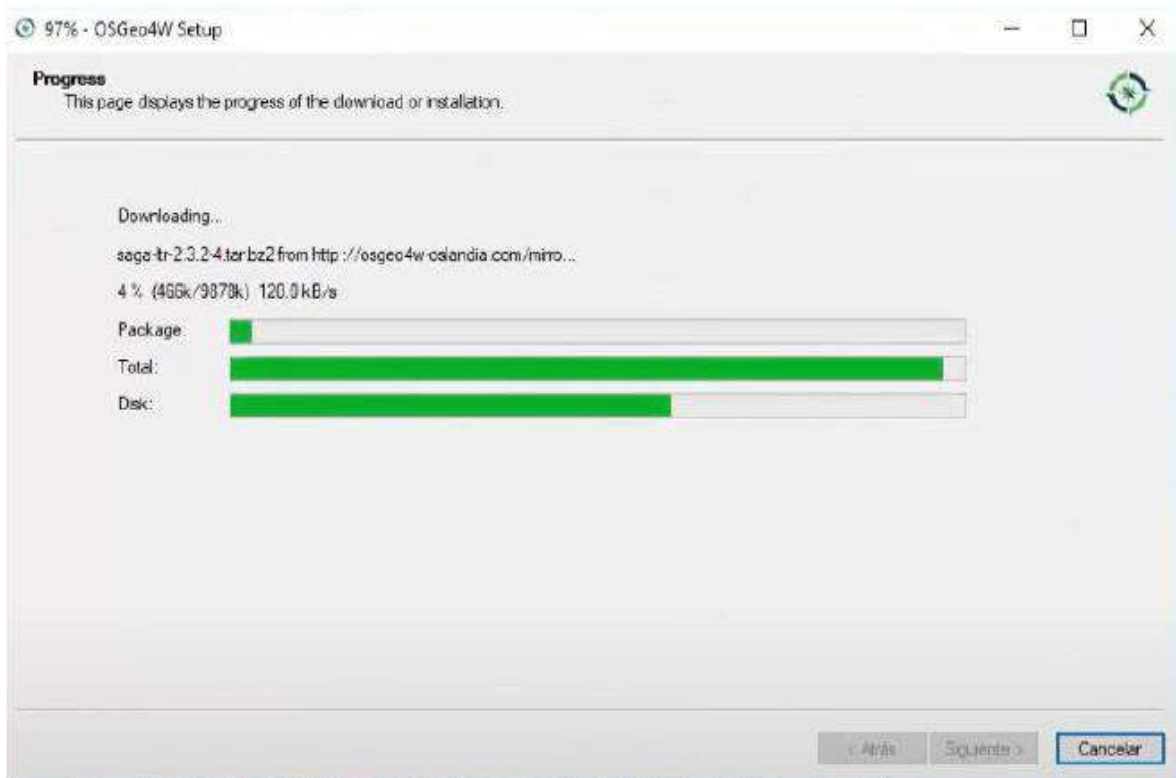


Ilustración 17- proceso de instalación

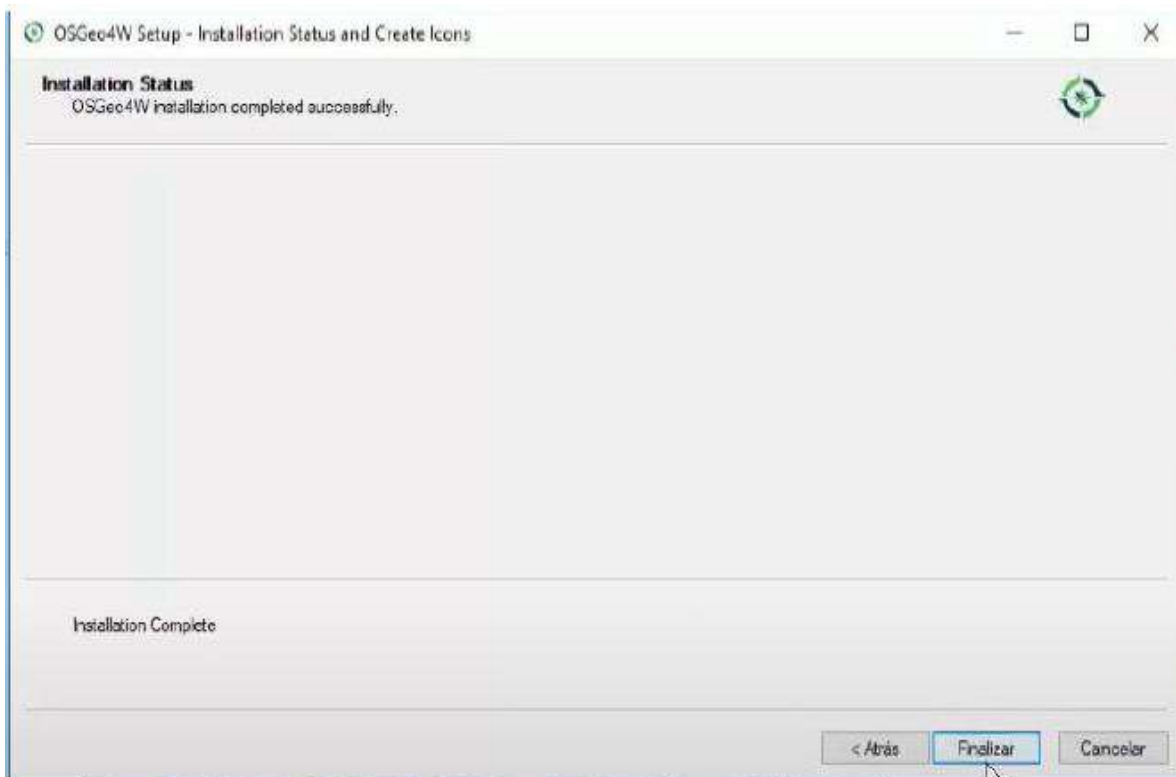


Ilustración 18- finalización proceso de instalación

Una vez que se cierre las ventanas de instalación, para verificar lo hecho anteriormente, se va a Inicio, se busca QGIS en el buscador y automáticamente el dispositivo mostrará ya los programas instalados.

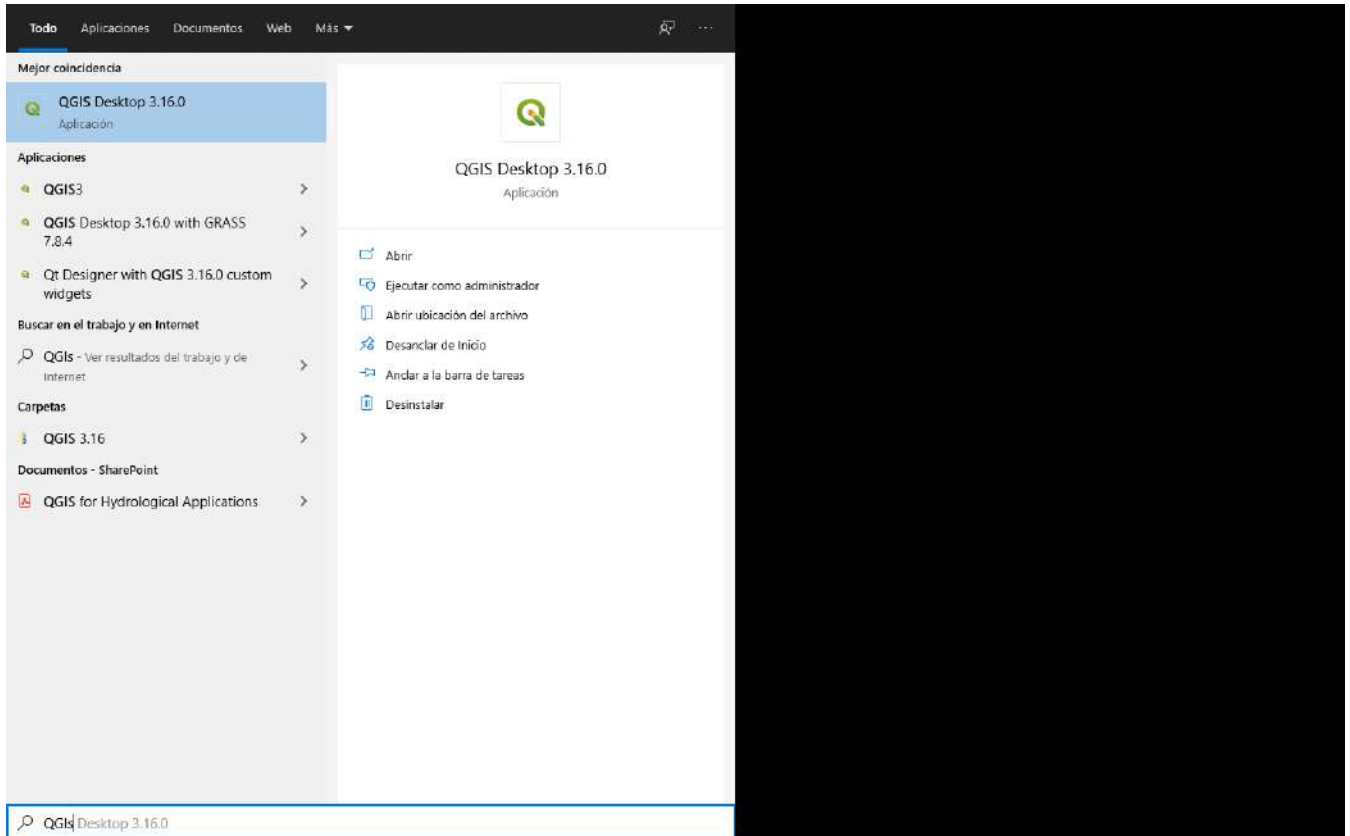


Ilustración 19- búsqueda de QGIS en el ordenador

## 10.2 Introducción a QGIS.

### ¿Qué es QGIS?

QGIS es un programa que es lanzó en el año 2002, dando así licencia de forma libre, con actualizaciones, el cual se ha realizado en el transcurso de los años gracias a las recomendaciones de sus usuarios. QGIS tiene compatibilidad con varios sistemas operativos tales como Mac, Windows, Android, entre otros. Este programa tiene una opción el cual se llama QGIS 2 three, el cual permite ver el terreno de forma 3D, permitiendo una mejor visualización y análisis del plano. Su forma de instalación es fácil y rápida por medio de su propia página de QGIS, permitiendo así una buena obtención del programa.

En otras variables a favor del uso de este software, tiene una base de datos geográficos el cual permite ser descargado para el usuario, en otras opciones que permite el programa, puede manejar formatos ráster y vectoriales. De esta manera este software es confiable y muy útil a la hora de usarlo, debido a que es capaz de editar, analizar, y visualizar datos de mapas.

### ¿Como funciona?

Este programa presenta una barra de menú, barra de herramientas, panel de capas, caja de herramientas de procesos, barra de estado y el área de trabajo.

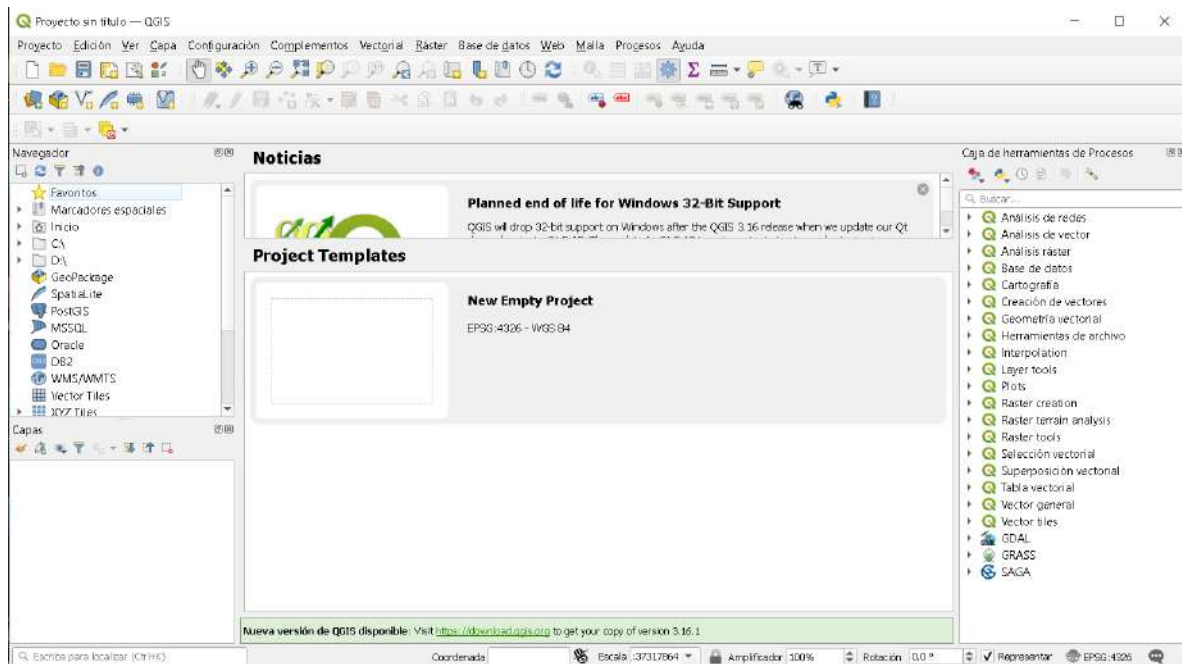


Ilustración 20- Elementos de trabajo de QGIS(Introducción a QGIS - YouTube, n.d.)

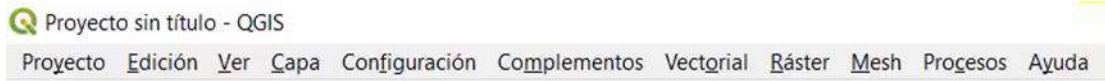


Ilustración 21- Barra de menú



Ilustración 22- Barra de herramientas

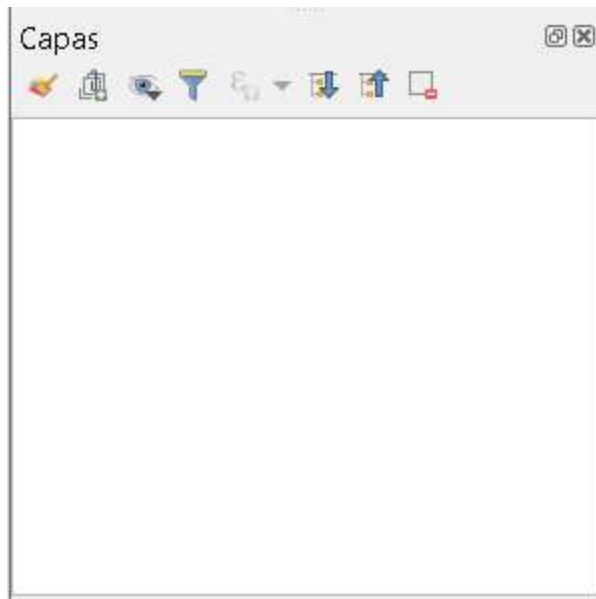


Ilustración 23- Panel de capas

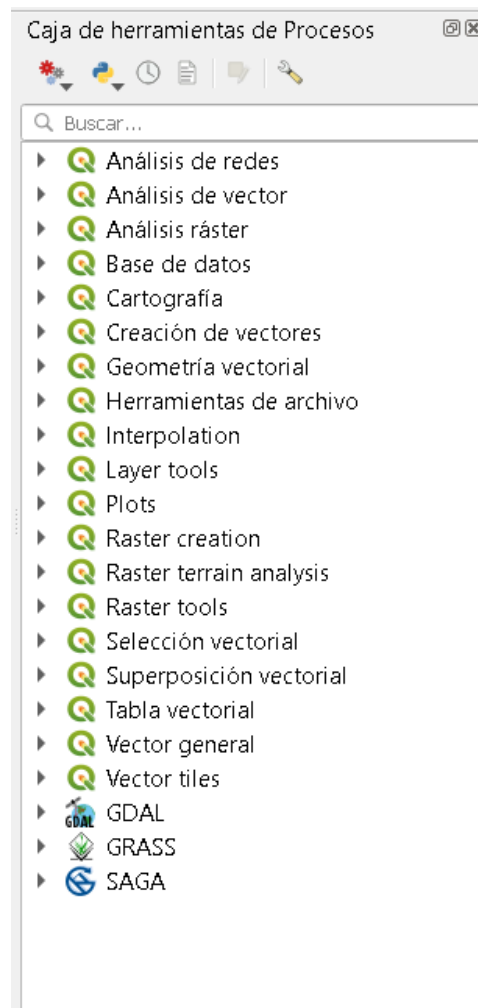


Ilustración 24- Panel de herramientas de procesos.

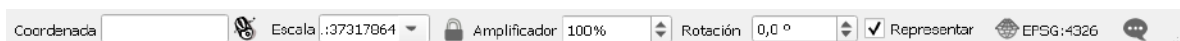


Ilustración 25- Barra de estado.

De este modo se dirige a la barra de menú de QGIS y se selecciona la opción “Proyecto”, allí se encontrar varias opciones tales como: Nuevo, Abrir, Guardar, Guardar como, Propiedades, Salir de QGIS, entre otros. Allí se da clic en “Propiedades”, aparecerá una nueva ventana el cual en ella se podrá configurar varias cosas del proyecto que se está realizando, los arreglos que se hagan serán aplicados y adaptados automáticamente.

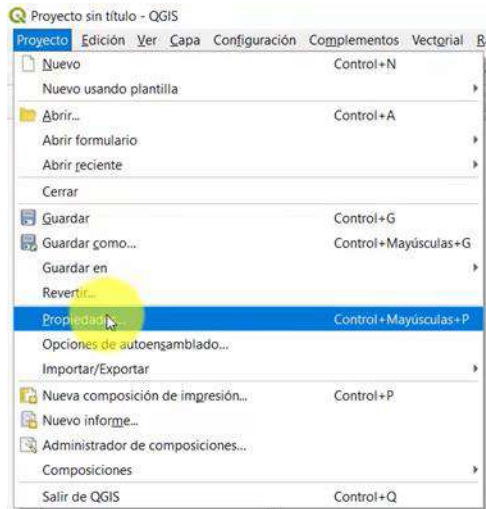


Ilustración 26- Ventana de proyecto

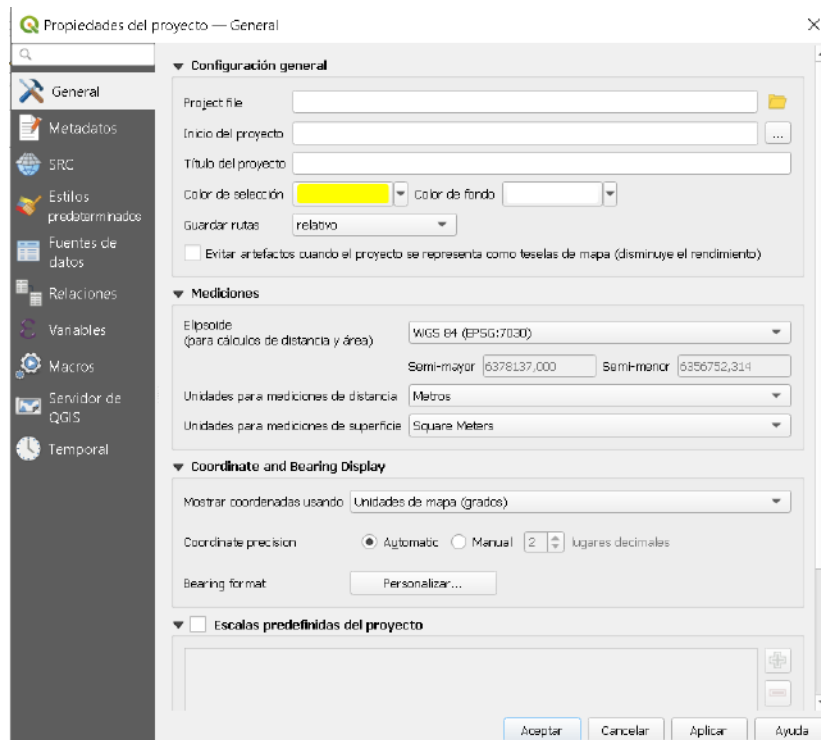


Ilustración 27-Ventana de propiedades del proyecto(Curso de QGIS 3.6 - Completo - 1 de 6 | MasterGIS - YouTube, n.d.)

La siguiente ventana de la barra de menú, encontramos “Edición”, en ella encontraremos todas las herramientas para la edición de capas vectoriales. Se puede observar que muchas de las herramientas se encuentran inhabilitadas, esto es debido a que el panel de capas se encuentra sin datos, aunque una vez se cargue información en el panel de capas, estas herramientas se activarán para realizar las ediciones que el usuario necesite.



Ilustración 28- Ventana de edición

Siguiendo con las otras ventanas de la barra de menú, podemos observar que hay una que se llama “Ver”, en ella tiene herramientas el cual permite realizar una visualización del proyecto, también tiene marcadores para realizar vistas dentro del lienzo de QGIS, del mismo modo activar los paneles o la barra de herramientas.

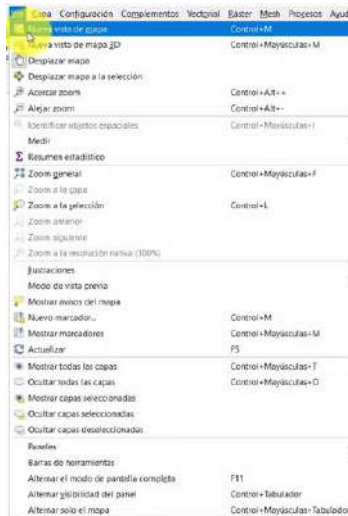


Ilustración 29- Ventana ver

En otras ventanas encontramos “Configuración”, el cual en esta herramienta podemos hacer cambios al proyecto en cuanto a tema, ya sea a escala de grises o modo nocturno, del mismo modo se puede hacer cambios en el color de fondo al color de preferencia del usuario. Cabe resaltar que estos cambios se aplicarán al momento de iniciar un nuevo proyecto u hoja de proyecto. Así mismo encontraremos más ventanas en la barra de menú con otras funciones. (Curso de QGIS 3.6 - Completo - 1 de 6 | MasterGIS - YouTube, n.d.)

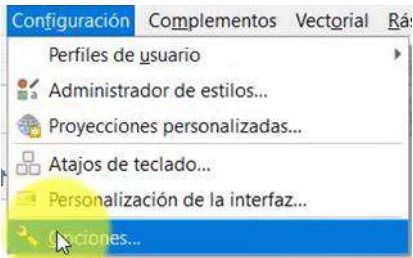


Ilustración 30- Ventana configuración

### 10.3 Uso del QGIS dentro de la hidrología.

Para cualquier profesional que este enfocado en el estudio del agua o en algunas de sus ramas es primordial ser capaz de gestionar los recursos hídricos superficiales y subterráneos en la escala de una cuenca hidrográfica completa. Dentro de una cuenca hidrográfica determinada, puede haber miles de pozos de monitoreo de agua subterránea, numerosos tramos de arroyos con medidores, así como mediciones de nieve y estaciones meteorológicas. Se deben considerar los efectos de la cobertura terrestre, la vegetación, el tipo de suelo, la topografía, la geología, la calidad del agua y otros factores para tomar decisiones de manejo acertada.

Entendemos ahora que las SIG o GIS son un gran conjunto de datos digitales que pueden ser usados para consultar, analizar o representar la información geográfica respectiva a un territorio, posteriormente esta información se puede representar en mapas con características especiales que muestran los datos que se requieren saber.

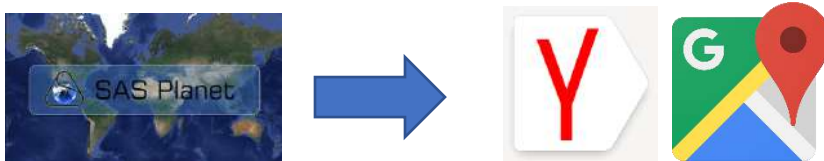
Podemos encontrar aplicaciones dentro del campo de la hidrología en la ingeniería civil como lo serían, Distribución de recursos, inundabilidad o sequías, Características del terreno y sus fuentes hídricas.

Como herramienta, el SIG es muy poderoso para abordar diferentes problemas de recursos hídricos, como la calidad del agua, el movimiento de las aguas subterráneas, la contaminación de las aguas subterráneas, la restauración de ríos, la predicción y gestión de inundaciones, etc., a escala local, regional, nacional o incluso global. Podría usarse para diferentes enfoques, como analizar la situación presente, modelar y estimular diferentes escenarios para predecir el futuro, proyectar nueva información y mejorar la toma de decisiones y el manejo de cuenca

### 10.3.1 Imágenes ráster

En este tipo de imágenes se encuentran las ortofotos y los modelos de elevación digital (DEM). Las primeras mencionadas son imágenes georreferenciadas, por lo cual en estas no se encuentran datos de la elevación ni tipos de suelo, a diferencia de los DEM que estos si contienen información que permiten realizar el perfil longitudinal y delimitación de áreas.

Para la generación de ortofotos se emplea el software SAS. Planet este permite observar el lugar en el cual se desea localizar la cuenca por diferentes imágenes como Bing, Google Maps, Yandex



### 10.3.2 Imágenes vectoriales

Este tipo de imágenes corresponde a las curvas de nivel, ríos que desean ser generados en la herramienta, estas son netamente visuales, es decir que en ellas no se encontrara ningún tipo de información relevante para la construcción del modelo.

Para descargar las imágenes vectoriales se recurren a plataformas en las cuales se puedan encontrar datos cartográficos y geográficos de la zona a evaluar. En el caso de Colombia, estos se pueden encontrar en Geoportal en diferentes formatos

Tanto los datos ráster como los datos vectoriales consisten en cuadrículas de pixeles de un tamaño determinado que nos sirve representar diferentes tipos de información el tamaño de dichos pixeles determinan la resolución espacial. En los satélites SPOT5 pueden tomar imágenes donde cada pixel es de 10m x10 m, el MODIS por ejemplo, toma imágenes donde cada pixel tiene un tamaño de 500 m x 500 m, existen imágenes con tamaños de pixel de área pequeña las cuales se denominan con el nombre de alta resolución ya que se logra distinguir a detalles sus características mientras que las imágenes con grandes tamaños de pixel se denominan de baja resolución en las cuales la calidad de los detalles son bajas



*Ilustración 31- logo geo portal*

### 10.3.3 DEM (modelos digitales de elevación)

Un DEM o más conocidos como sistemas digitales de elevación es una estructura numérica de datos que representa la distribución en el espacio de variables cuantitativas y continuas, en este caso representa las cosas de un determinado terreno en referencia a un sistema coordenado en concreto

Estos sistemas digitales también tienen afinidad con la ingeniería civil pueden ser usados en el para el conocimiento del terreno y realizar diseños para la construcción de infraestructuras diversas, ya sean minas a cielo abierto, vías, o simplemente el cálculo de volúmenes en un terreno determinado. También se pueden usar en el análisis hídrico para diseño de presas, puentes, puertos, etc.

Además, los DEM tienen otras aplicaciones tales como

#### **Manejo y planeación de recursos naturales:**

Este campo, el de mayor uso de los Modelos Digitales de Elevación, involucra disciplinas tales como planeación urbana y ambiental, teledetección, ciencias del suelo, agricultura, meteorología y climatología

#### **Ciencias de la tierra:**

La información precisa del terreno por medio de un DEM permite el monitoreo de cuencas de drenaje para monitoreo de inundaciones y control de contaminantes, modelamiento de flujos hidrológicos, simulaciones para la creación de cuencas hidrológicas, interpretación y cartografía geológica.

#### **Aplicaciones cartográficas:**

A partir de un Modelo Digital de Elevación se genera el Relieve Sombreado, con esta variante la visualización es un importante componente para comprender, analizar o explicar la distribución de fenómenos en la superficie de la tierra. El análisis del relieve sombreado es una técnica que se utiliza para generar de forma automática mapas de relieve sombreado

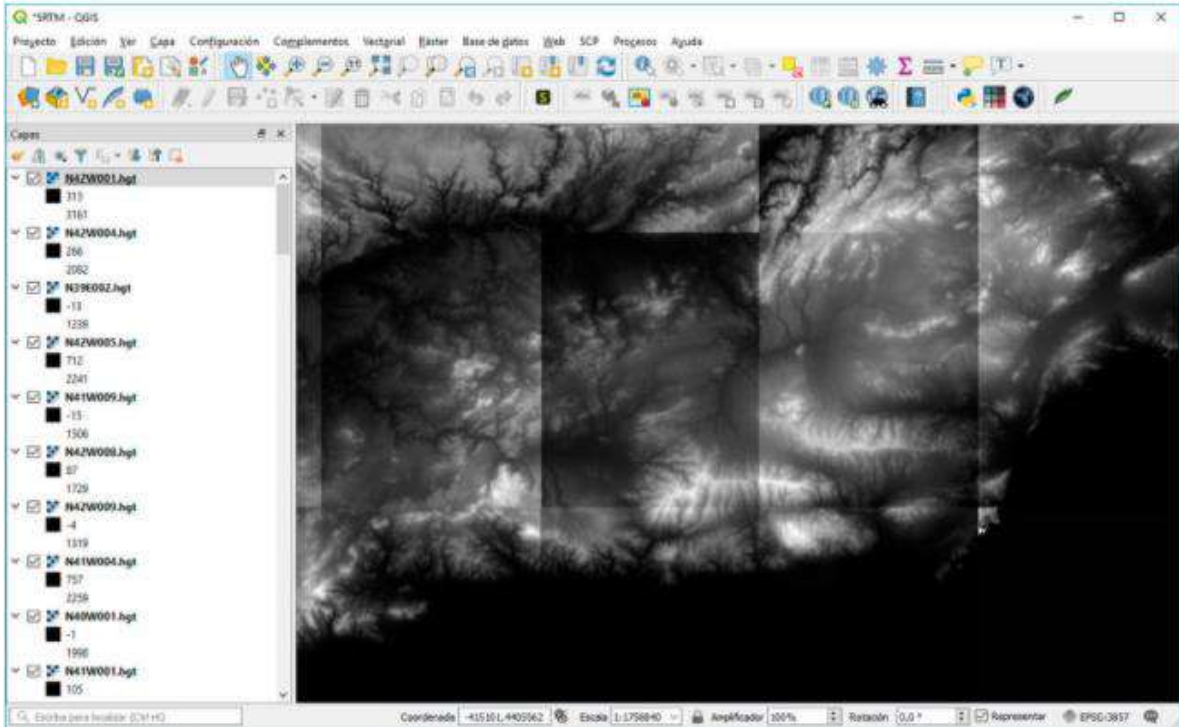


Ilustración 32- Ejemplo DEM(DEM y Modelo 3D En QGIS | Master SIG - YouTube, n.d.)

## 11. Capítulo 2: Fuentes para descargar datos.

En este capítulo mostraremos los programas en los cuales se puede descargar datos e imágenes ráster para usarlas dentro del QGIS para el desarrollo de los procedimientos correspondientes en la guía para el análisis de cuencas, además se mostrará algunos programas donde se puede descargar datos hidrometeorológicos.

### 11.1 Alos paltar

ALOS es el satélite conocido como DAICHI que te permite obtener Modelos Digitales de la Superficie con una resolución horizontal de 30 metro en todo el globo terráqueo. En este sitio web se pueden descargar los archivos DEM tan solo con registrarse y buscar los que se desea obtener



Ilustración 33-Satelite alos paltar (Fuentes Gratuitas Para Descargar DEM (Modelo de Elevación Digital), n.d.)

Nota: fuentes gratuitas para descargar DEM (ilustración)

STRM (stands for Shuttle Radar Topography Mission)

Es uno de los MDEs gratuito más conocidos en internet y puedes encontrarlo en casi todas partes, tiene una cobertura global con 30 metros de resolución horizontal, puedes leer todos los detalles técnicos en su web proporcionada por la NASA.

La forma más fácil de obtener SRTM es a través de Earth Explorer, y simplemente selecciona el área de interés, navegue por todos los formatos de dataset disponibles y seleccione SRTM de la categoría Digital Elevation (como en la siguiente imagen).

Una vez recuperados los datos para el área de Matterhorn, esta vez de SRTM, los cargaron en QGIS para poder trabajar con ellos.

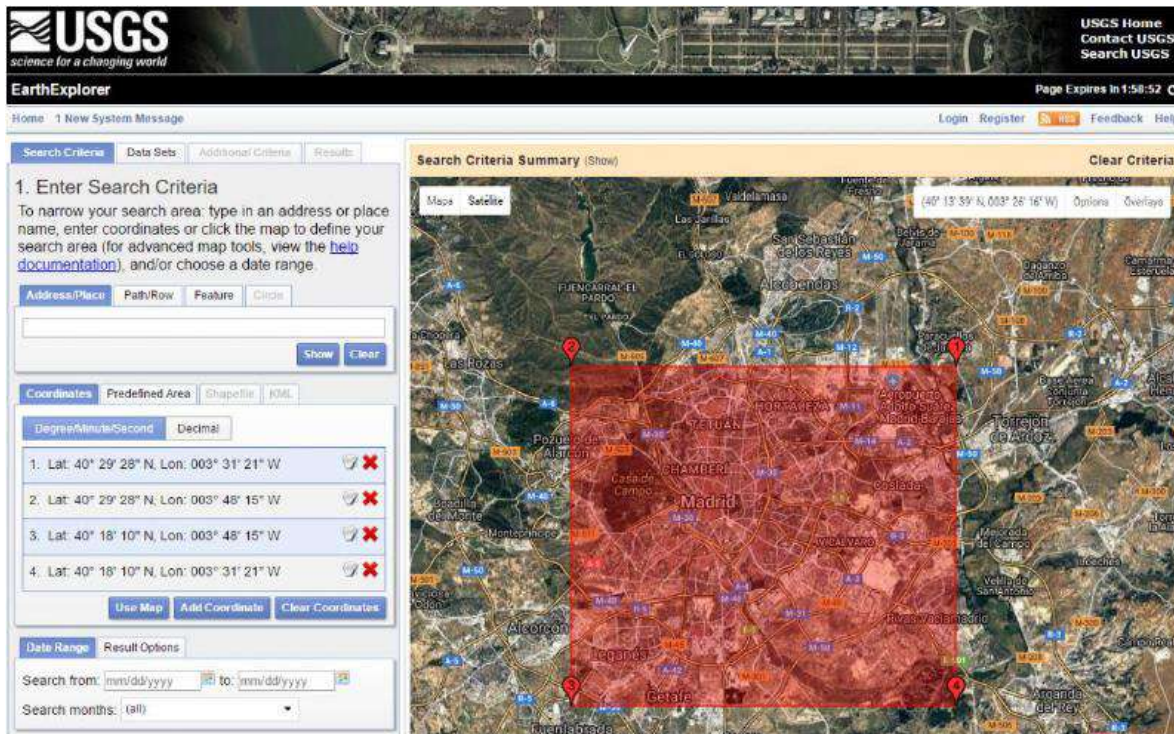


Ilustración 34- USGS

Nota: Earth Explorer fuentes gratuitas para descargar DEM (ilustración)

<https://www.cursosteledeteccion.com/fuentes-gratuitas-para-descargar-dem-modelo-de-elevacion-digital/>

## 11.2 Open Topography

LiDAR es un dispositivo que permite determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie utilizando un haz láser pulsado. No es fácil encontrar datos LiDAR, existen sitios web en los que puedes encontrarlos, pero la mayoría no son gratuitos, algunas fuentes proporcionan los datos de manera gratuita para un número limitado de lugares, en cambio algunos países proporcionan los datos LiDAR a través de sus propias páginas web

En la web de Open Topography podrás encontrar datos LiDAR gratuitos en Globe, por otro lado, también proporciona datos LiDAR ya mencionada anteriormente Earth Explorer, pero solo para un número limitado de lugares como es el caso de Estados Unidos, donde existe el Inventario de Elevación Interagencial de los Estados Unidos



Ilustración 35- OpenTopography (Fuentes Gratuitas Para Descargar DEM (Modelo de Elevación Digital), n.d.)

Nota: OpenTopography fuentes gratuitas para descargar DEM (ilustración)

Estados unidos y Europa cuentan con sus propias fuentes de información DEM más precisas y detalladas. Para el caso de Estados Unidos se pueden descargar a otra vez de DATA.GOV en el Programa de Elevación 3D del Mapa Nacional USGS (3DEP), o también en **NOAA GLOBE** (National Oceanic and Atmospheric Administration)



Ilustración 36-NOAA GLOBE (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Para Estados Unidos



Ilustración 37-DATA.GOV

Para Europa

Se pueden encontrar en **European environment Agency**, y allí se encuentra El Modelo de Elevación Digital sobre Europa (EU-DEM).



Ilustración 38- Digital Elevation Model over Europe(EU-DEM)

### 11.3 Ráster

Un Ráster se fundamenta en la división de área que se está estudiando en una matriz de celdas que suelen ser cuadrados. Cada una de estas celdas recibirá un valor único que representa la superficie que allí se encuentra, puede ir desde un simple color hasta información de temperatura o relieves. Algunos ejemplos más claros y conocidos de RASTER son las imágenes digitales y satelitales.

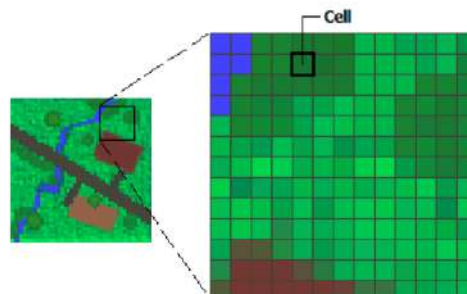


Ilustración 39- Ejemplo de Ráster- fuente arcmap (¿Qué Son Los Datos Ráster?—Ayuda | ArcGIS for Desktop, n.d.)

Los formatos almacenados en un formato ráster tienen tres clasificaciones diferentes, la primera son en datos temáticos, los cuales se usan principalmente para representar datos del terreno o de su uso; el segundo tipo es el de datos continuos, que contienen información de temperaturas o elevaciones, estas se presentan normalmente en imágenes satelitales. Por último, están las imágenes fotográficas o simplemente mapas o dibujos escaneados

Gracias a los avances tecnológicos de algunos países como los Estados Unidos y Japón, existen páginas abiertas a toda la población, en donde se encuentran los relieves y topografía de cualquier parte del mundo en formatos RASTER como imágenes satelitales.

Estas imágenes se descargan en dos formatos predeterminados dependiendo de la página o del objetivo del archivo, estos dos tipos de formato son el .tiff y el .shp

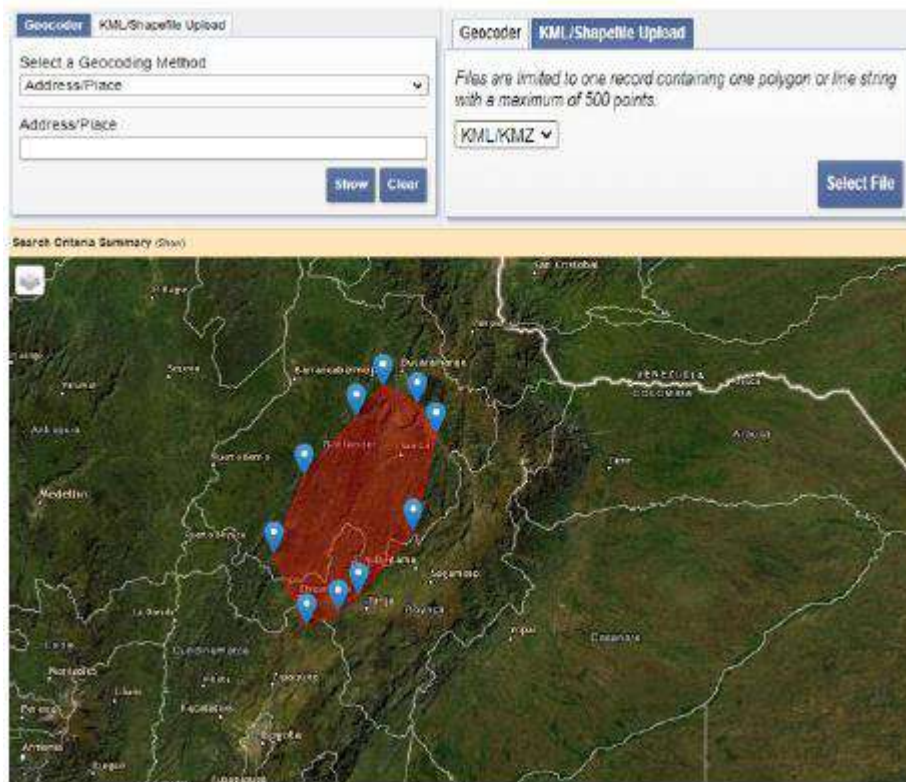
TIFF por definición es un formato de archivo informático usado para almacenar información de mapas por medio de bits, este formato es usado para presentar RASTER DEM debido a que cada bit puede almacenar información sobre el relieve de una superficie de un terreno y representarlo como un cambio de colores, los cuales son normalmente una escala de grises. Por otra parte, se encuentran los formatos shp, este formato es fácil y no topológico, generalmente es utilizado para almacenar información de tipo geométrica y geográfica.

#### 11.4 Descargar datos ráster

Para descargar los datos ráster DEM, es ingresar a EARTH EXPLORER, donde se pondrán descargar el ráster fácilmente.

##### **Earthexplore**

Tenemos que crear una cuenta para poder descargar los archivos DEM requeridos para el proyecto que lo necesite, igualmente, es posible exportar el polígono tomado desde Google Earth a la página de Earthexplorer. Para esto iniciamos la página, y vamos a la parte izquierda donde indica "Select a Geocoding Method" y seleccionamos "Address/Place", después cambiamos de pestaña y seleccionamos formato KML/KMZ, el cual como vimos anteriormente es el formato de descarga del polígono de Google, y por último se abre el programa



*Ilustración 40-EarthExplore (Descarga de Modelos de Elevación ¡GRATIS! Para Todo El Mundo (Raster) - YouTube, n.d.)*

En esta base de datos se descargarán archivos DEM de tipo SRTM. Para seleccionar este tipo de modelo de elevación nos dirigimos a la ventana de Data set – Digital elevation – SRTM - SRTM 1 Arc-Second – Results. Earthexplorer brinda la opción de observar el modelo de elevación antes de descargarlo, esto es posible con la opción de “Show browse overlay”; después en la opción “Download options” nos mostrara una ventana con diferentes opciones de descarga en la cual escogeremos el formato GeoTIFF, esto descargara la imagen de manera directa, este proceso se repite con todas las imágenes que se necesiten para modelar el polígono escogido



Ilustración 41- imágenes Ráster

## 11.5 Descargar datos del IDEAM

IDEAM es una institución que produce información confiable sobre las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente

De este modo para descargar datos climatológicos, primero, se debe ingresar a la plataforma web de IDEAM “[www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co)”, se da clic en solicitud de información, continuando con solicitar información

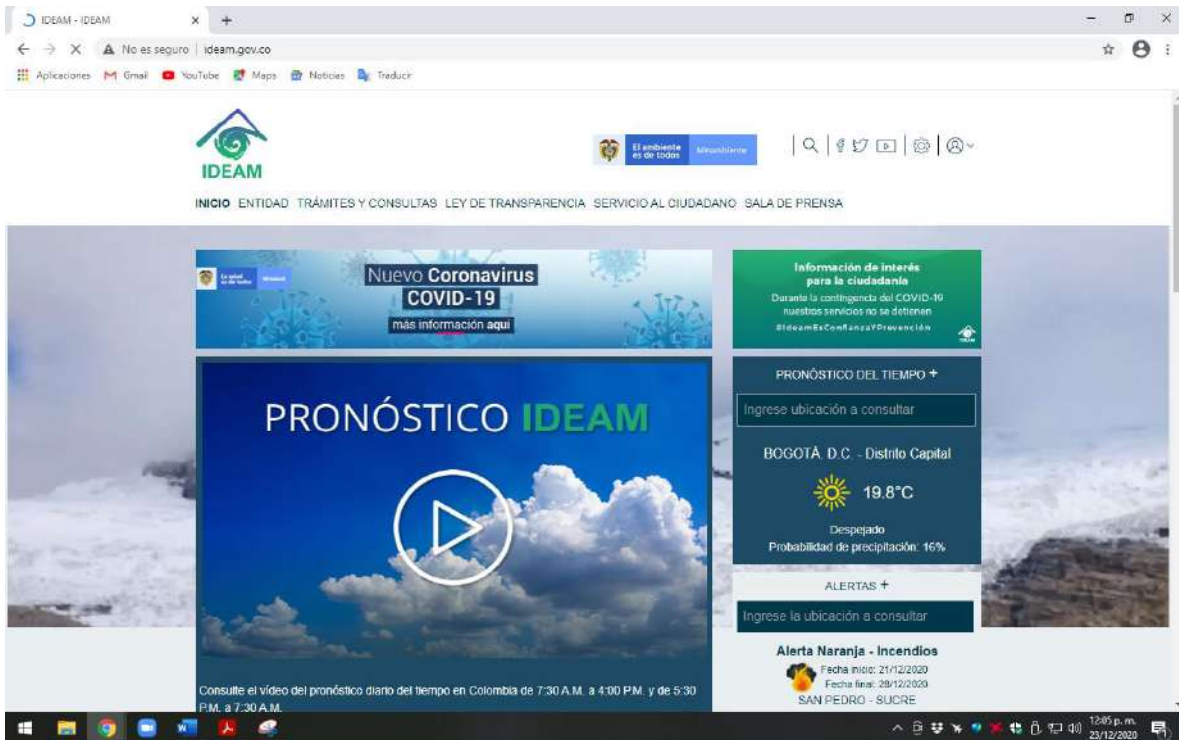


Ilustración 42- fuente ideam

Ingresar al siguiente link (<http://dhime.ideam.gov.co/webgis/home/>).  
Dar clic en consulta y descarga de datos meteorológicos



Ilustración 43- descarga de datos- fuente DHIME(DHIME, n.d.)

Después aceptar los términos y condiciones de la página

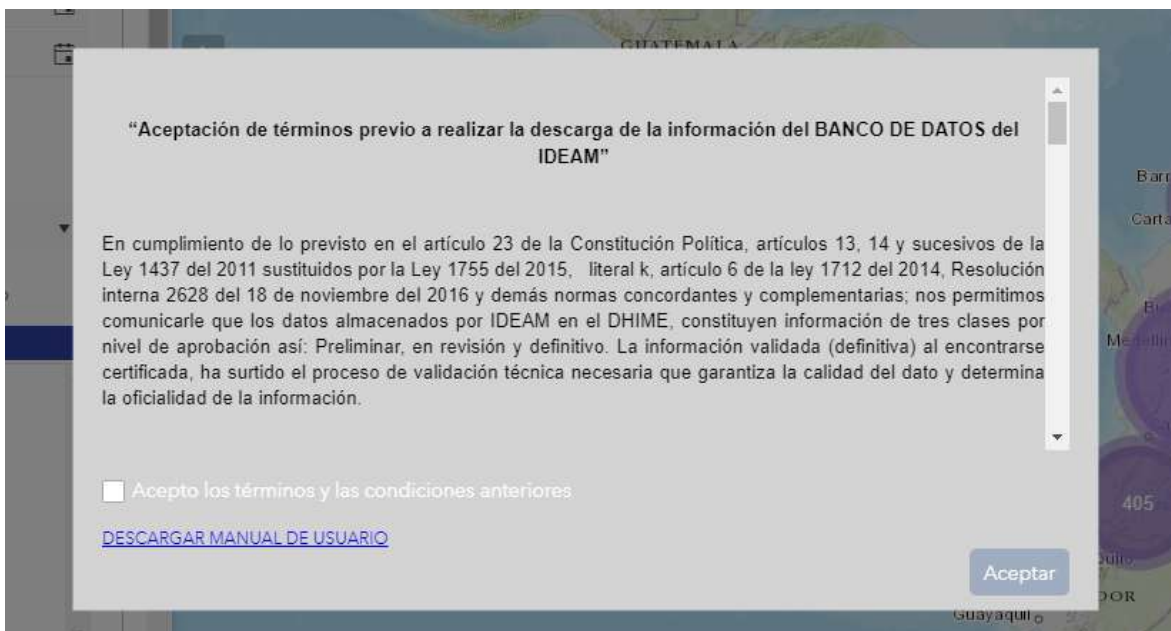


Ilustración 44- fuente ideam

Posteriormente nos aparecerá un panel el cual tienen ciertos parámetros que debemos llenar dependiendo de lo que queramos consultar, El usuario debe elegir estos filtros para limitar su búsqueda. Lo que significa que debe seleccionar una fecha inicial y una final, el parámetro que desea, su descripción y por últimos los datos de ubicación de la estación de la cual se quiere conocer

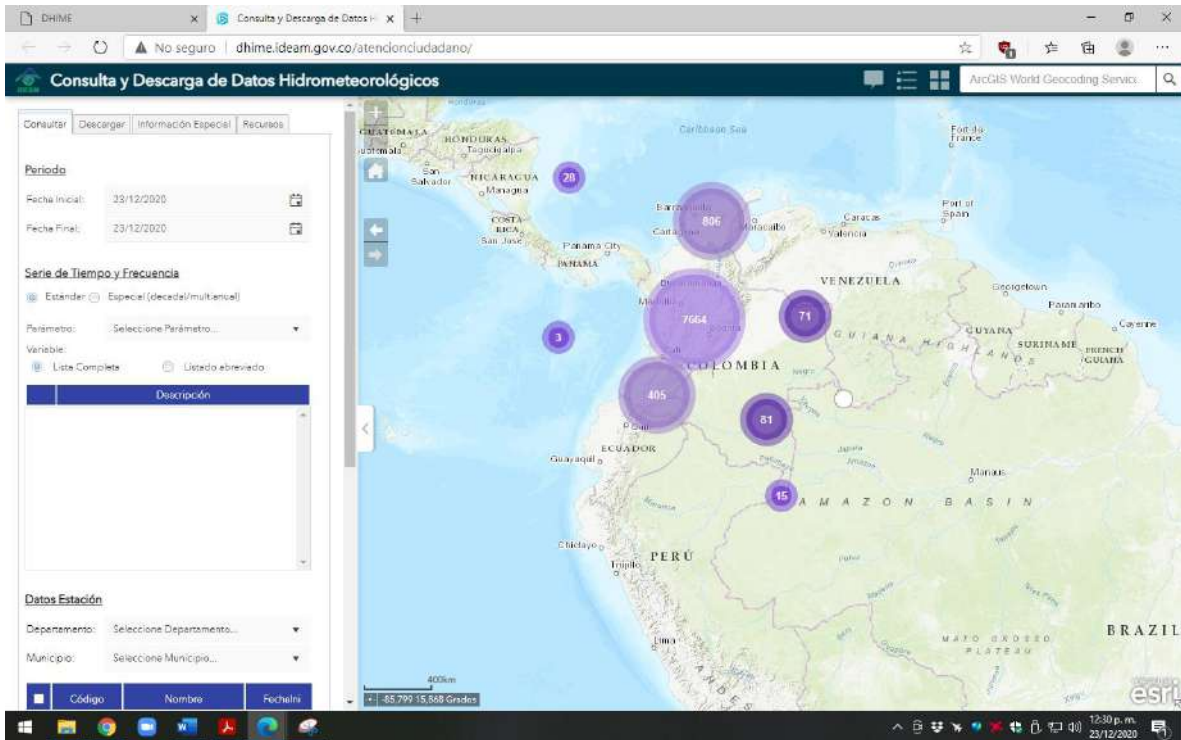


Ilustración 45-parametros - fuente ideam

Después de esto elegir la región la estación y llenar los datos de la consulta aparecerá unos códigos de las diferentes estaciones de la región que se eligió y se deberá elegir la que necesite

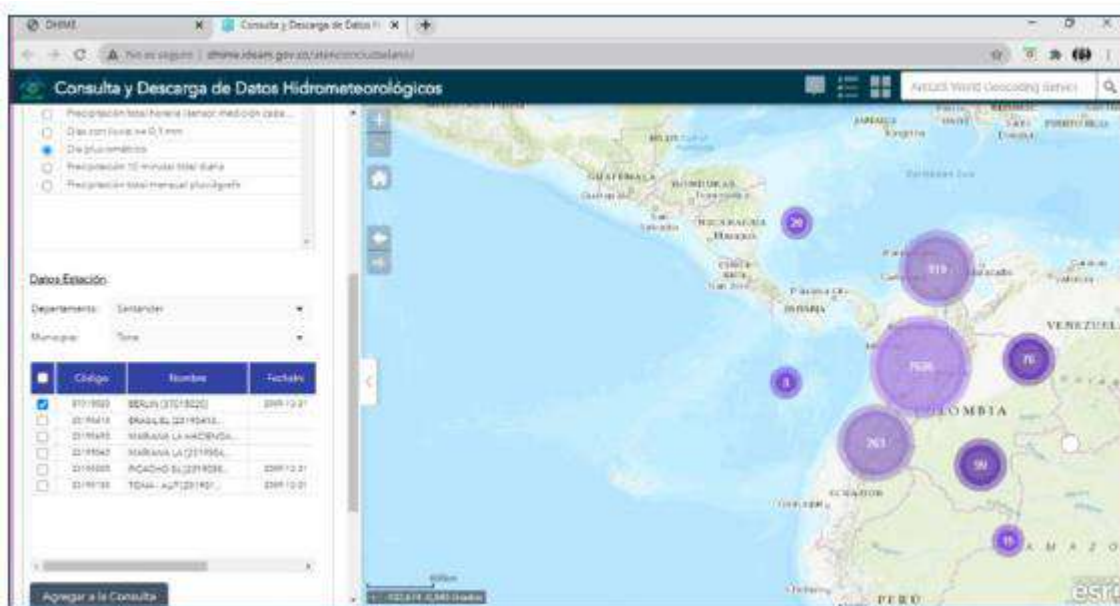


Ilustración 46 - parametros - fuente ideam

El paso final será dar clic en agregar a la consulta y posteriormente aparecerá este cuadro

En el cual se tendrá que dar aceptar sus términos de uso ,

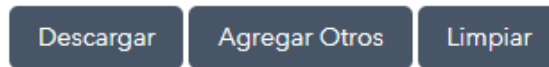


Ilustración 47- opciones de descarga- fuente ideam

Después de dar descargar se aceptarán los términos de uso



Ilustración 48- consulta y descarga de datos Hidrometeorologicos

Se le dará en descargar, y empezara a analizar su búsqueda, puede que los parámetros que se eligieron para esa ciudad y estación no tengan los registros que desea por lo que tendrá que cambiar la búsqueda a otra estación, pero si los hay s descargarán en un archivo comprimido

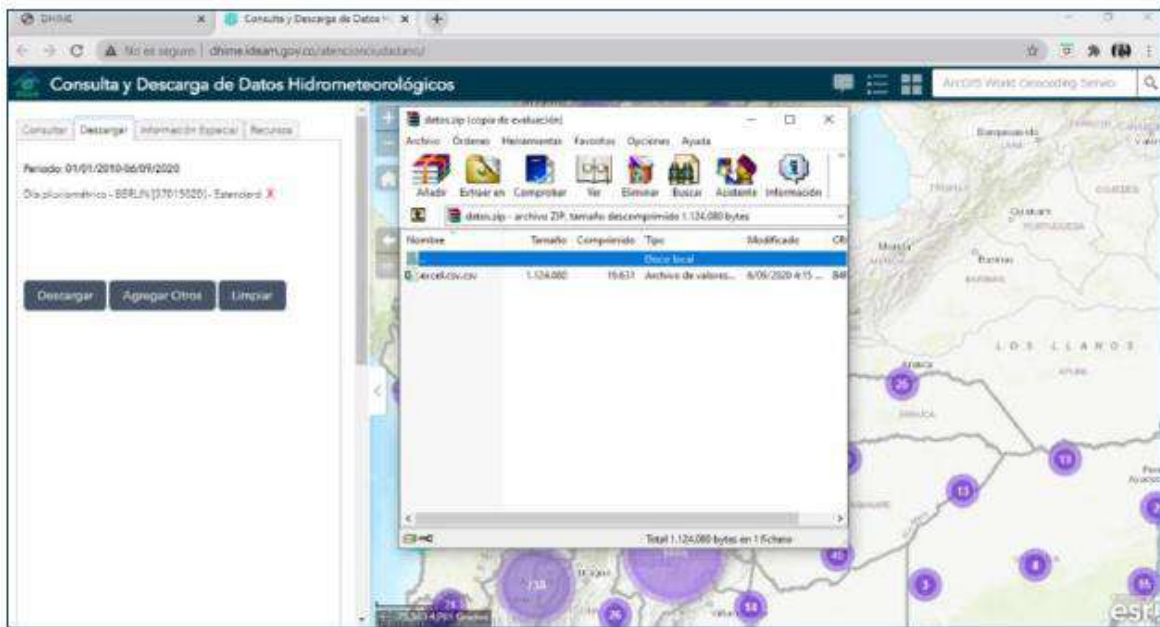


Ilustración 49- descomprimir archivos

Los datos son descargados en un archivo comprimido WinRAR, en el cual viene un Excel CSV (separado por comas). Para esto se debe realizar el proceso de separación de comas a columnas por medio de las herramientas de Excel

Finalmente descargados los datos estarán listos para ser usados en los análisis hidrológicos que se desee, hay más de 30 parámetros que se pueden descargar de esta manera

#### **PARRAFO ACERCA DE LA OTRA FORMA DE DESCARGAR DATOS DEL IDEAM, MEDIANTE SOLICITUD, ACLARANDO QUE EL DHIME ES LA MAS IMPORTANTE**

Existe otra forma para descargar información del IDEAM, se recomienda usar este método cuando se trate de un proyecto de gran escala ya que se necesita realizar una solicitud con toda los datos relacionados con el trabajo a realizar , se debe crear una cuenta primero que todo para poder iniciar sesión en la plataforma del IDEAM , después de llenar los formatos esta se envía como solicitud y después esperar la respuesta por parte de la institución que apruebe el acceso a la información solicitada

### Otras fuentes

**SWAT: (Soil y Water Assessment Tool)** Es una herramienta la cual tiene un modelo a escala de cuenca fluvial en la cual se observa el impacto generado sobre las cuencas hidrográficas complejas debido a las gestiones realizadas en la tierra



Ilustración 50-SAWAT: (Soil y Water Assessment Tool) - Fuente argisblog (SWAT: Soil & Water Assessment Tool, n.d.)

### Datos meteorológicos de la nasa

Estas en otra opción donde podemos encontrar información meteorológica, se debe ingresar al botón Power Data Access Viewer, allí se encuentra la información organizada en el mapa y señalada por puntos específico , regiones y otros , en la ventana que emerge se puede seleccionar las características de los datos que se desea buscar para así poder descargarlos

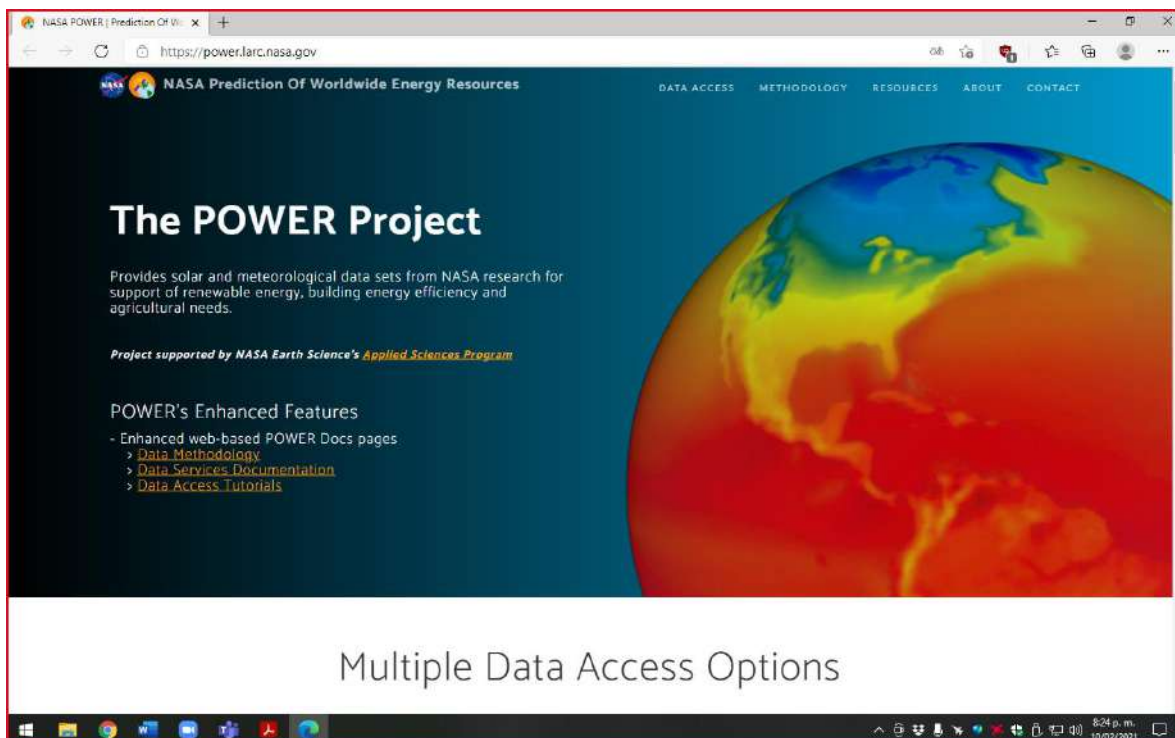


Ilustración 51-the power project- fuente nasa prediction of worldwide (NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resources, n.d.)

## 12. Capítulo 3: Procesamiento de datos en QGIS.

En el siguiente capítulo se mostraremos la manera en la que se utiliza los datos descargados anteriormente dentro del QGIS explicados mediante unos pasos a seguir que son necesarios para realizar el análisis espacial de una cuenca. Para el desarrollo de la siguiente guía se utilizó la cuenca Suratá en el cual, se puede simular un estudio detallado de esta cuenca con datos reales.

### 12.1 Creación DEM a partir de imágenes ráster

- Para añadir capa ráster debemos dirigirnos a la parte superior a la barra de herramientas de menú y dar clic en capa , luego añadir capa y después añadir capa ráster.

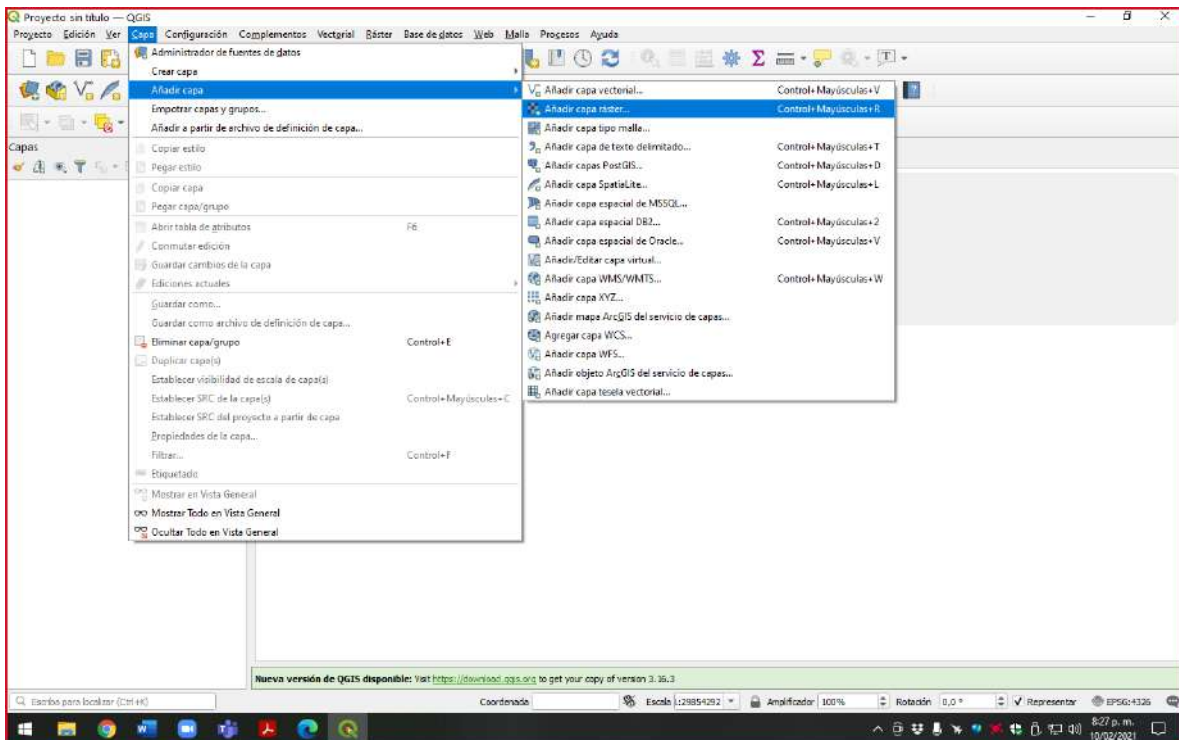


Ilustración 52- Crear DEM (Como Descargar Imágenes DEM Gratis y Fácil - YouTube, n.d.)

- Posteriormente aparecerá una ventana en la cual podemos buscar el ráster ya descargado en el ordenador del usuario, este procedimiento también se puede realizar con el comando Ctrl+Shift+R

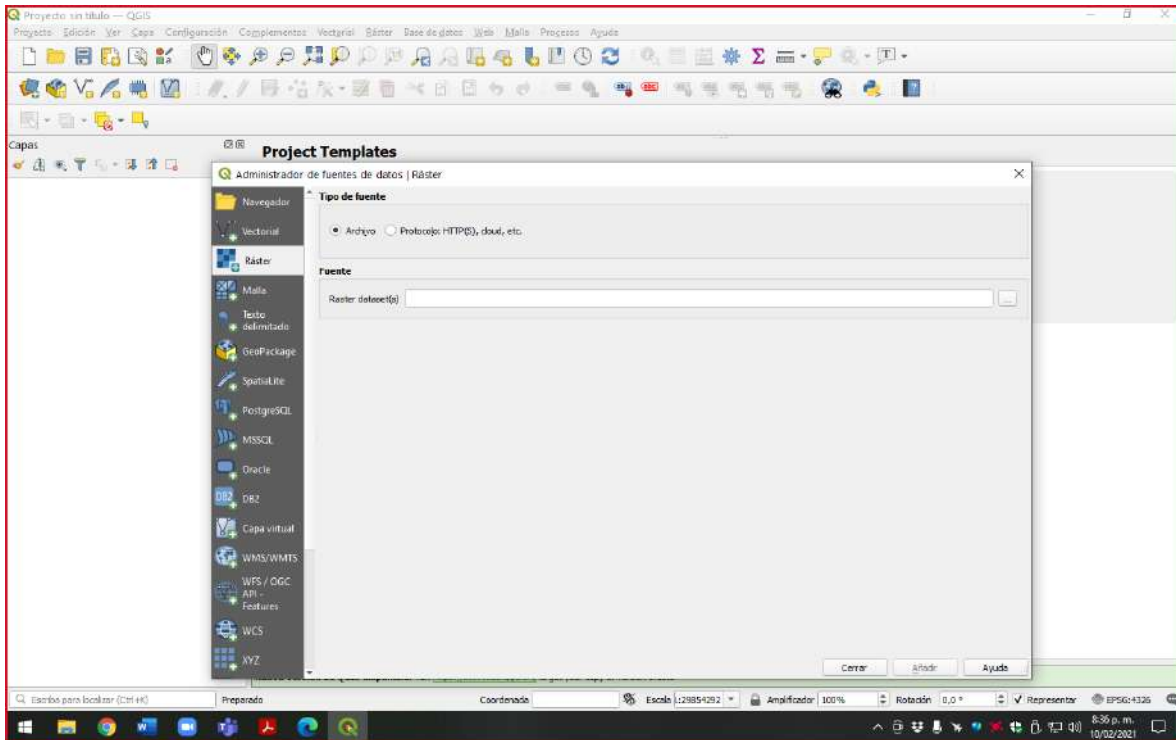


Ilustración 53- Añadir Ráster.

- Clic en abrir y después añadir

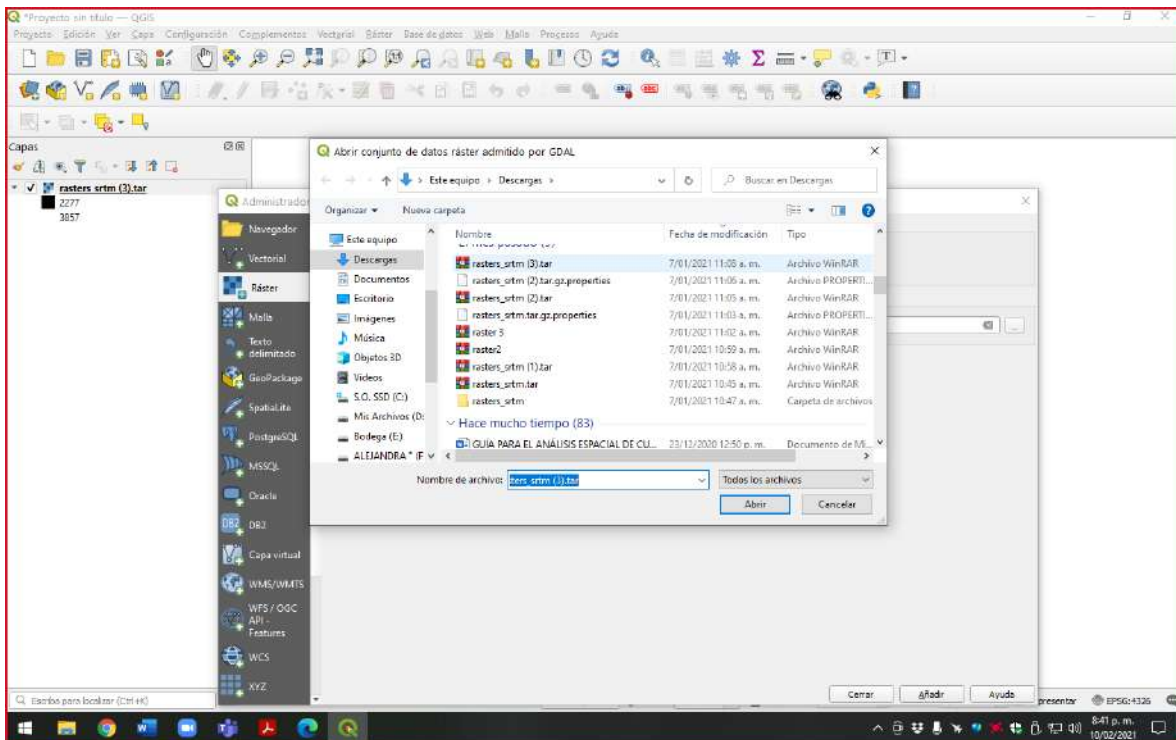
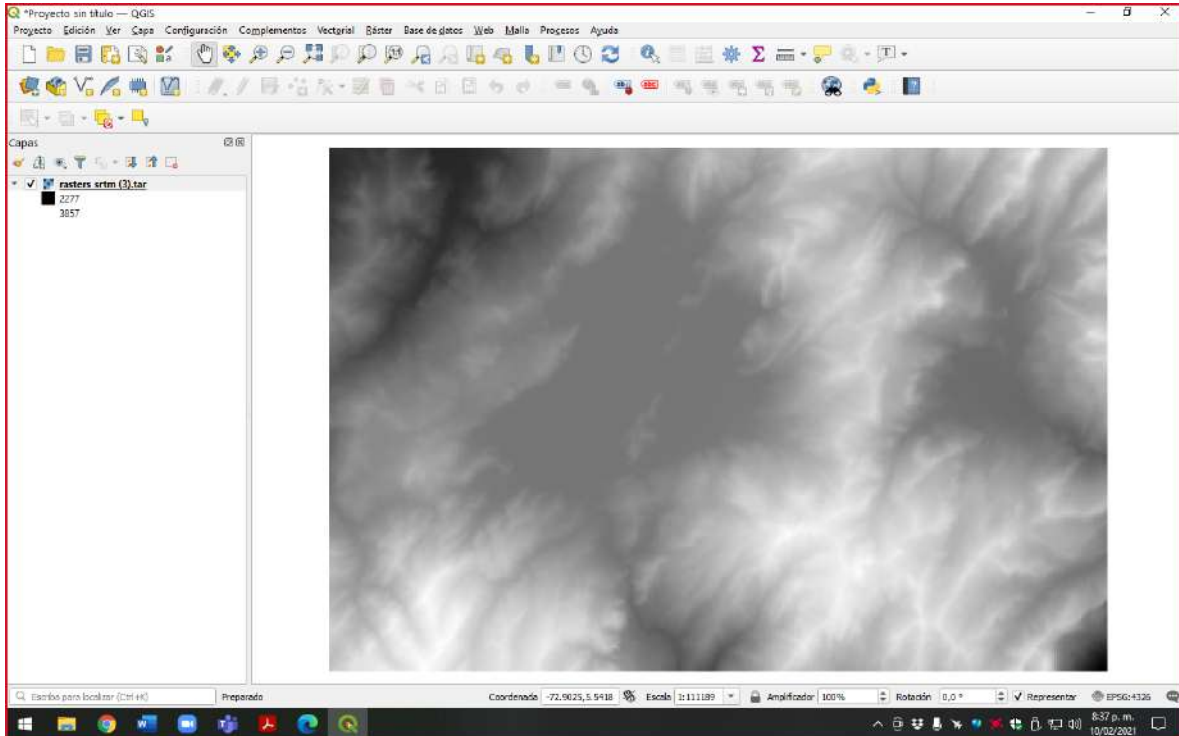


Ilustración 54- Cargar Ráster

- Después de esto se vera reflejado el ráster añadido



*Ilustración 55- imagen ráster*

- El siguiente paso a realizar es añadir las curvas de nivel, para esto nos dirigimos a la barra de herramientas en el menú y clic en la opción de ráster, luego clic en extracción y finalmente en clic en curvas de nivel

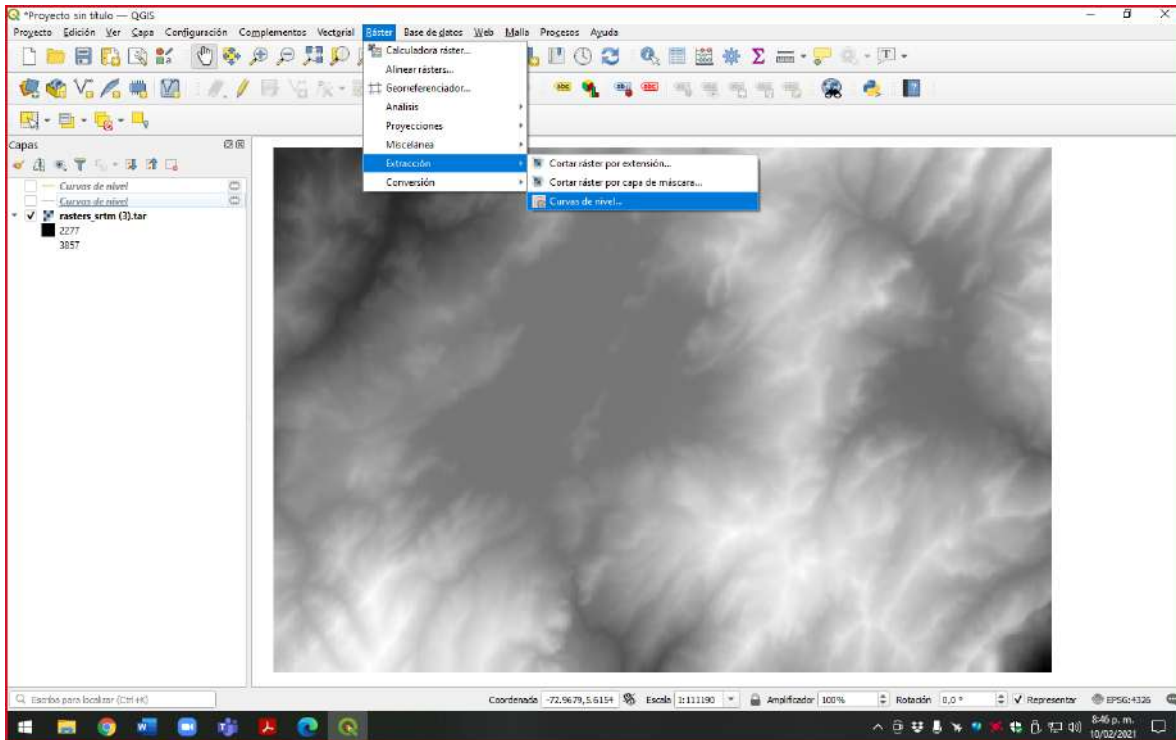


Ilustración 56- curvas de nivel

- En la siguiente ventana se hará la siguiente modificación, en capa de entrada se debe elegir el ráster con el que se está trabajando, después en el intervalo entre curvas de nivel se recomienda usar una distancia entre curvas de nivel de 15 metros, por defecto se deja habilitado la opción de abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo y finalmente se ejecuta

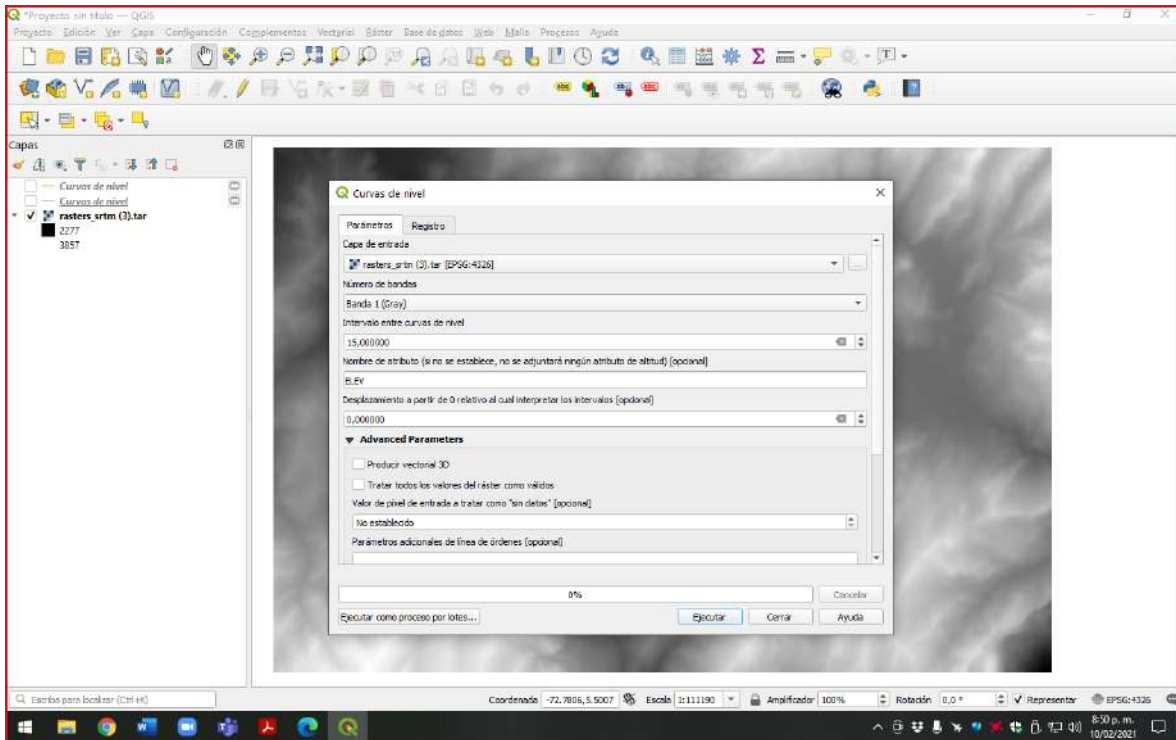


Ilustración 57- modificación de capas

- Hecho esto el programa tomara unos segundos ejecutando y al finalizar el proceso se podrán apreciar las curvas de nivel

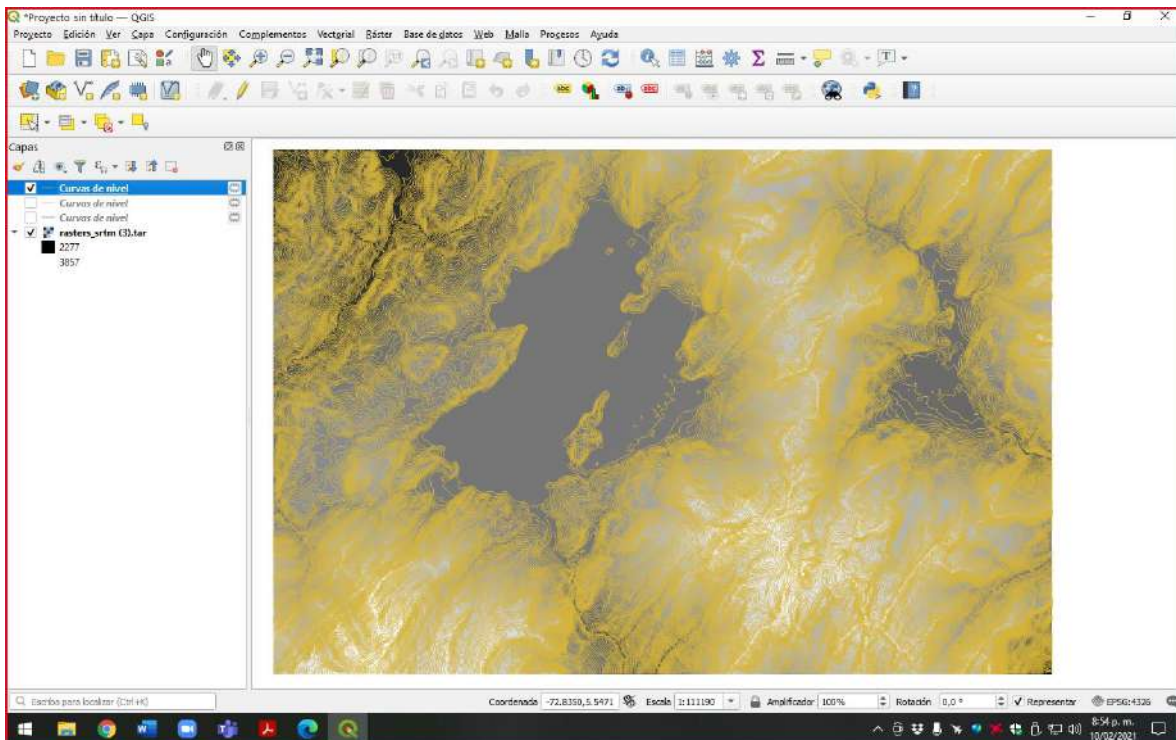


Ilustración 58-modificación curvas de nivel

## 12.2 Delimitación de cuenca

- Para delimitar una cuenca en QGIS debemos abrir el complemento Grass 7, que es uno de los accesos directos que se obtienen al descargar la carpeta del QGIS

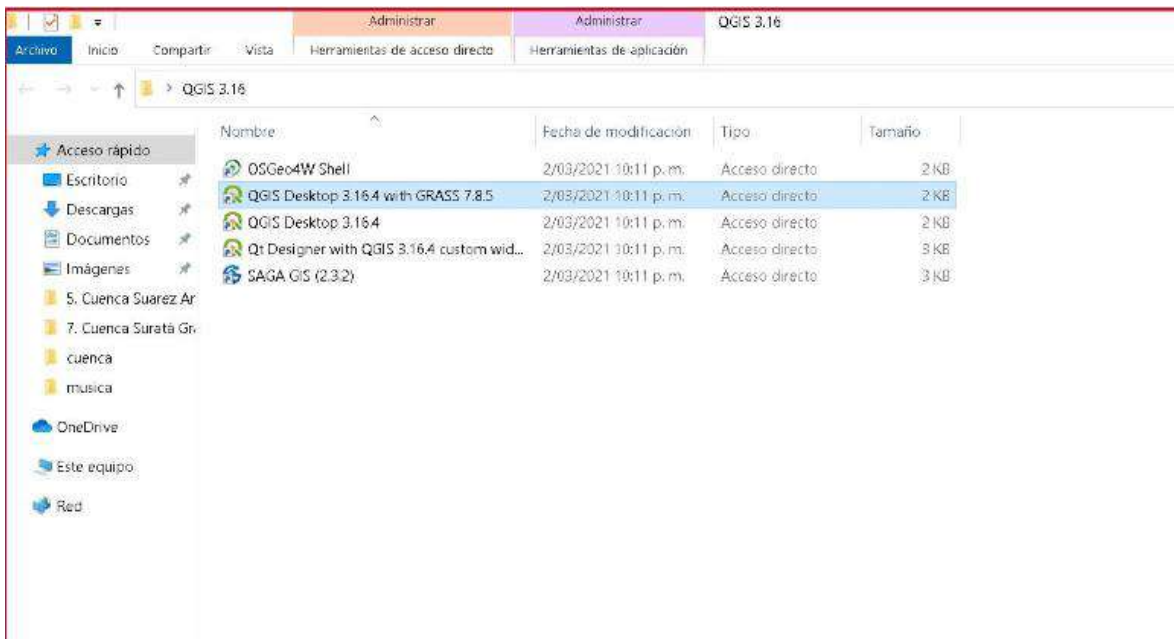


Ilustración 59- Grass 7 (Delimitar Automáticamente Una Cuenca Hidrográfica En QGIS - YouTube, n.d.)

- Ya estando en el QGIS, lo primero que debemos hacer es añadir el ráster , en la sección de capa , luego añadir capa y elegimos la que dice añadir capa ráster

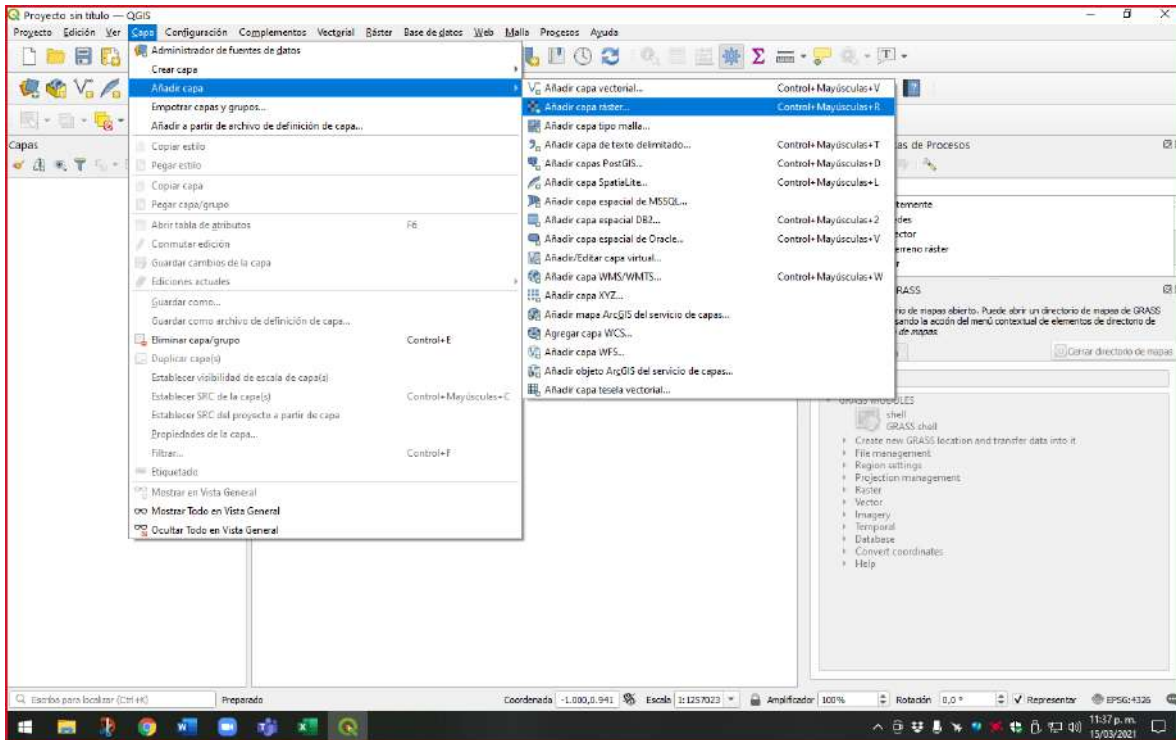


Ilustración 60- Añadir Ráster

- Posteriormente debemos cargar el ráster de la zona que queremos delimitar, este puede ser descargado por diferentes plataformas ya sea Earthexplore u open topography .En nuestro caso daremos el ejemplo de la delimitación de la cuenca surata

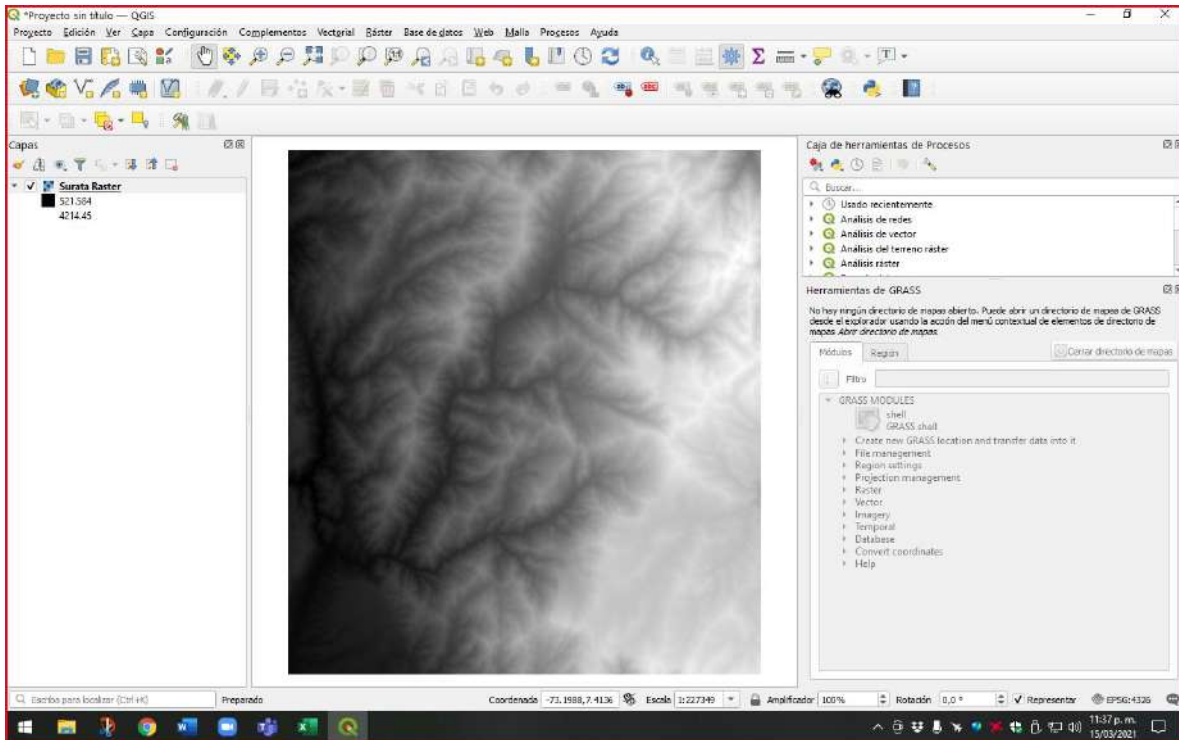


Ilustración 61- Ráster cuenca surata

- Después de añadir el ráster debemos crear un nuevo directorio de mapas , para ello iremos a complementos , Grass y luego nuevo directorio de mapas.

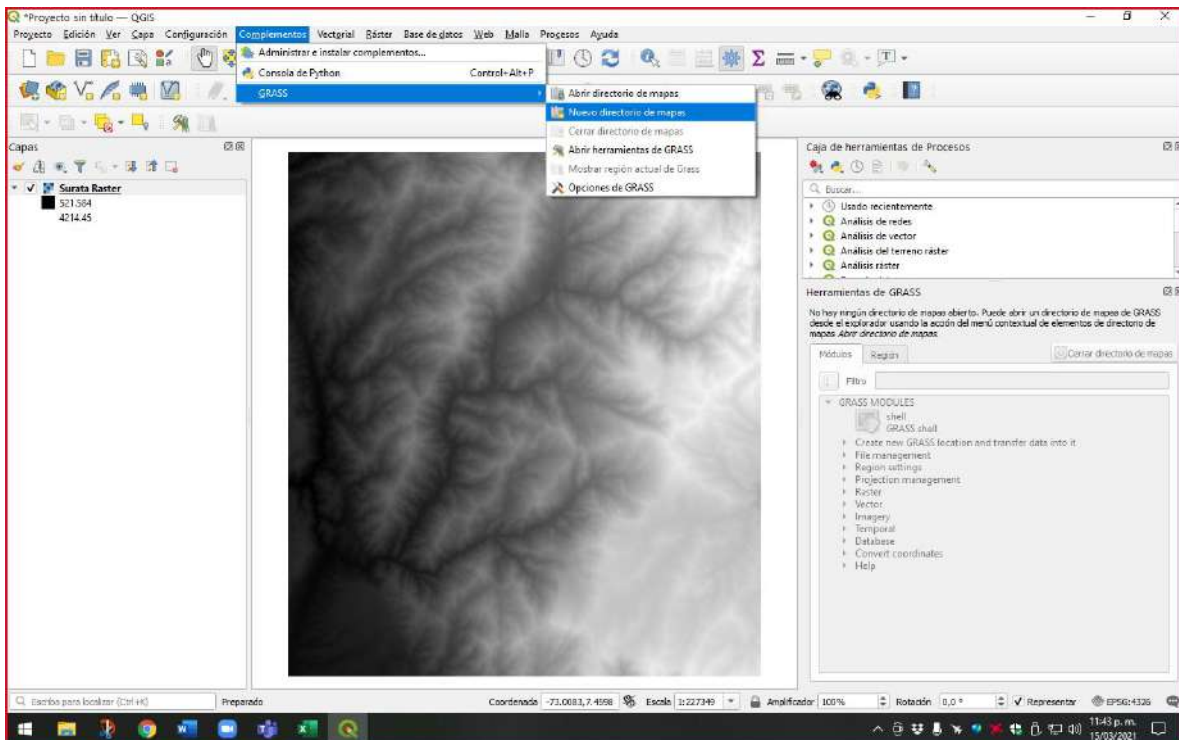


Ilustración 62- nuevo directorio de mapas

- Guardamos en una carpeta que nos facilite encontrar su ubicación

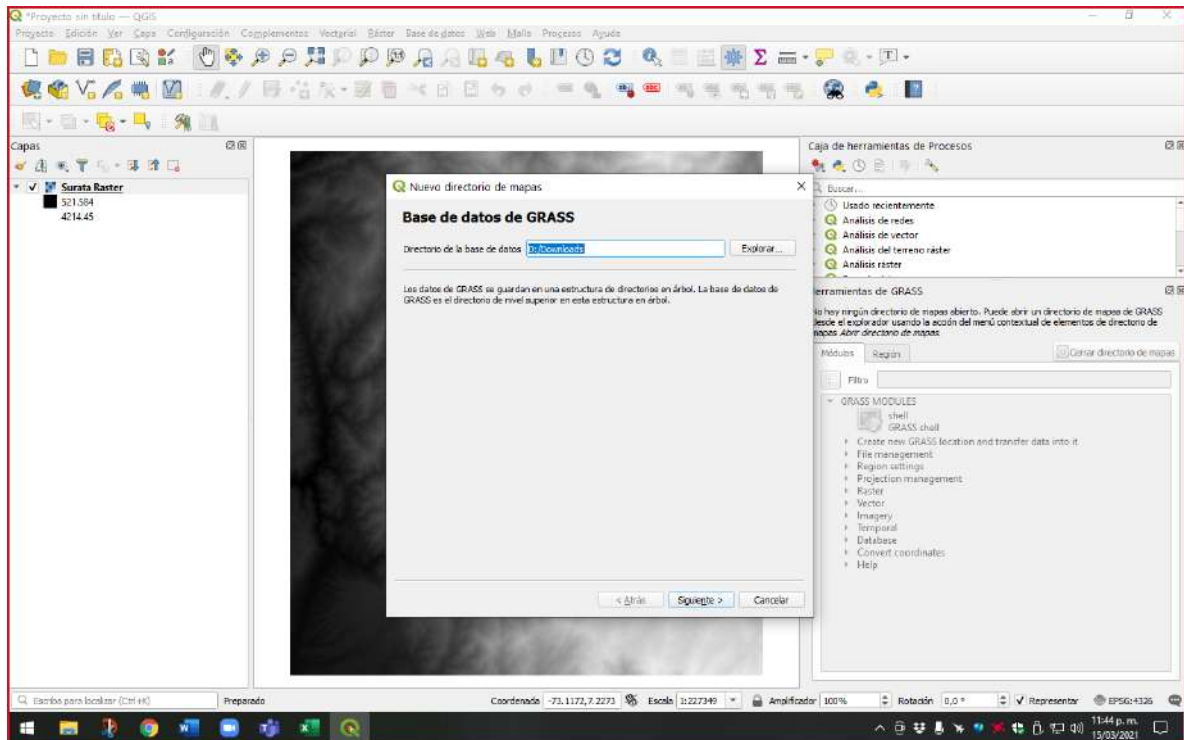


Ilustración 63- elegir carpeta para guardar

- El siguiente paso es crear una nueva localización y nombrarla , damos aceptar

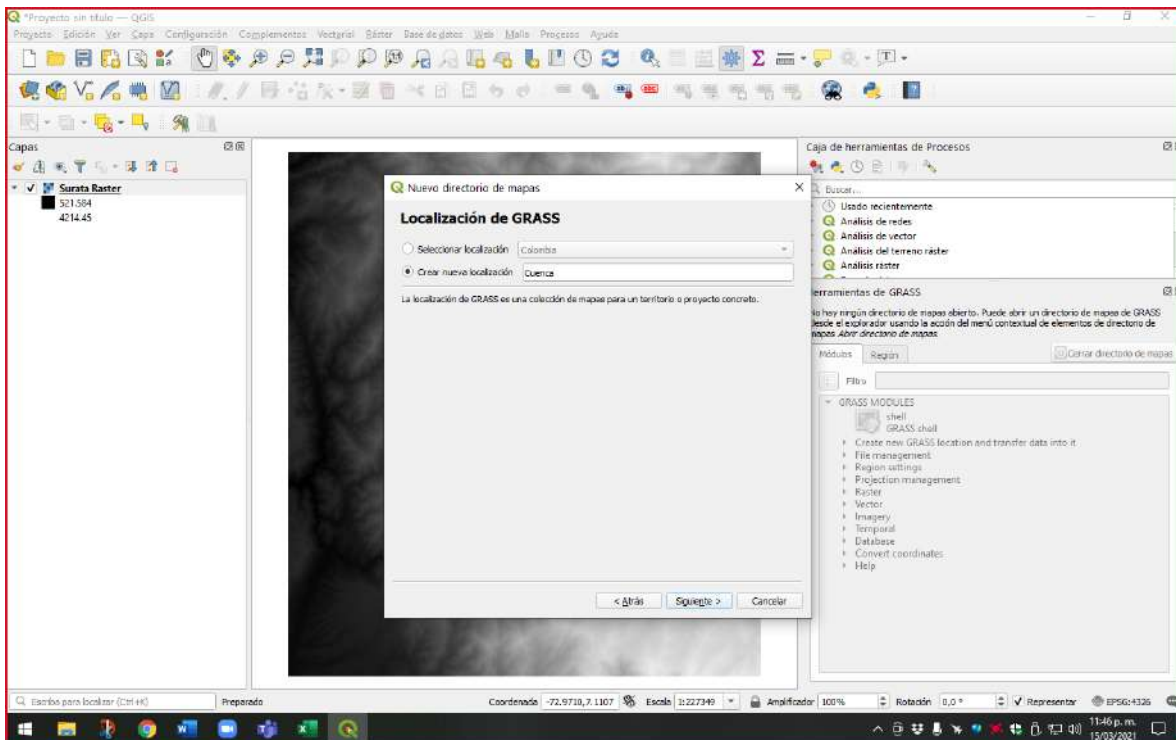


Ilustración 64- localización y nombre de la carpeta

- Después de dar aceptar debemos elegir la zona en la que trabajaremos en este caso será WGS84

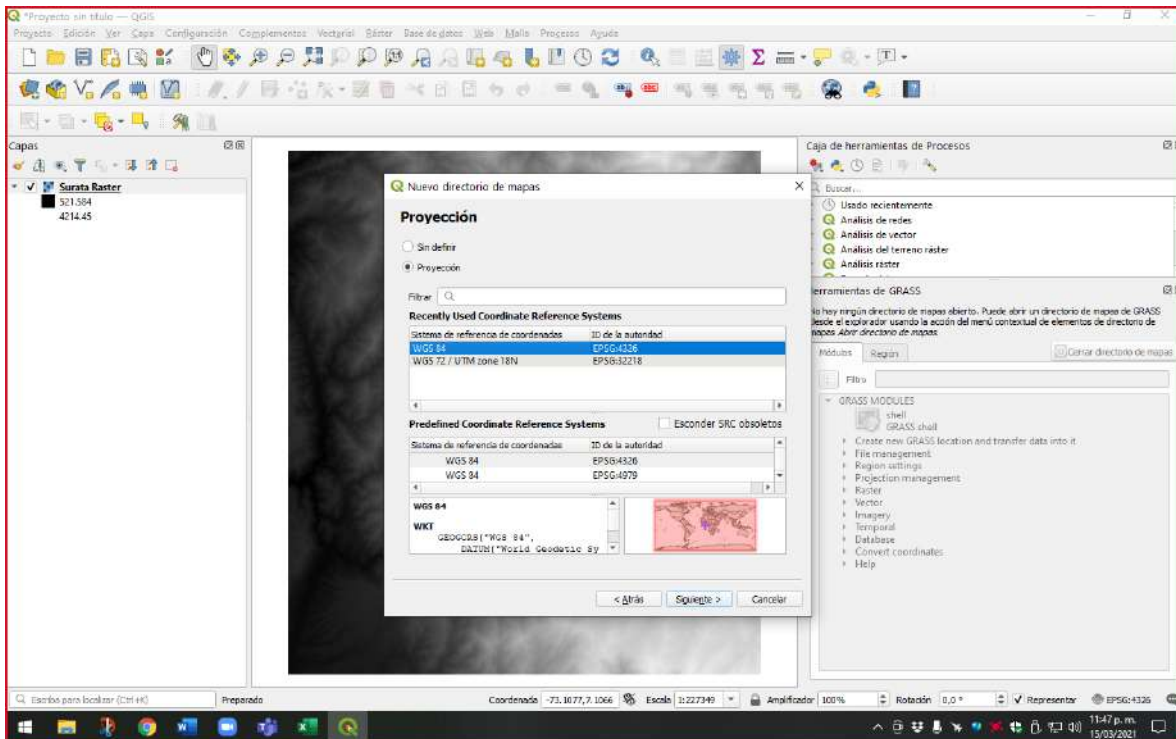


Ilustración 65- proyección (Curso Taller: Procesamiento Del DEM y Delimitación de Cuenca Hidrográfica - QGIS, SAGAGIS y GRASS - YouTube, n.d.)

- Damos a siguiente y elegimos el país en el que trabajaremos

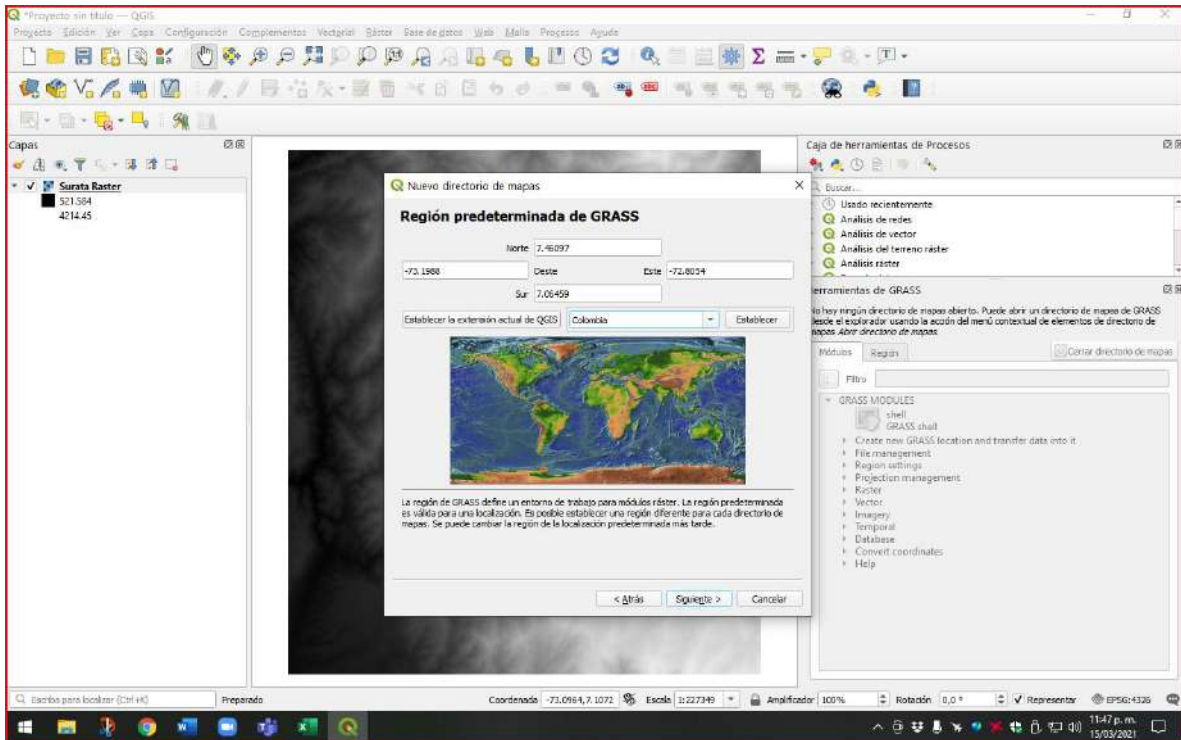


Ilustración 66- seleccionar país

- Elegimos e nombre del directorio y damos siguiente



Ilustración 67- nombre de directorio de mapas

- El paso siguiente es dar clic derecho en la capa del ráster y elegimos propiedades

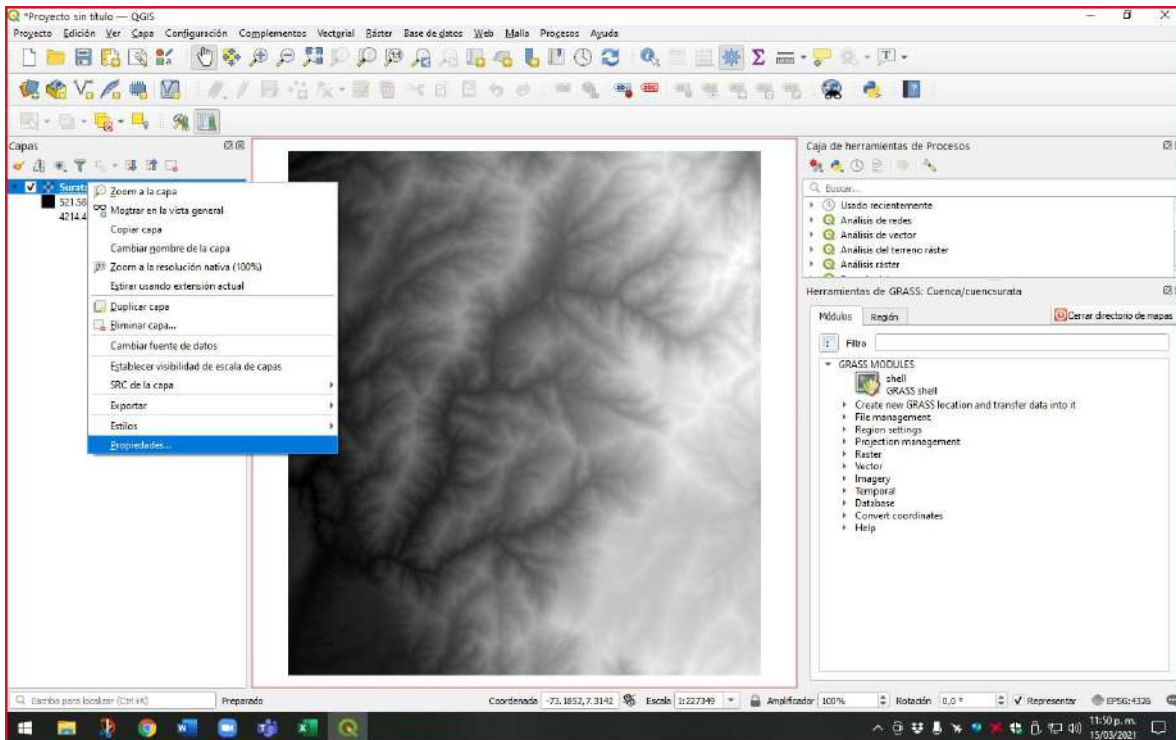


Ilustración 68- abrir propiedades del ráster

- Cambiamos el tipo de renderizado a mapa de sombras y damos clic en aplicar

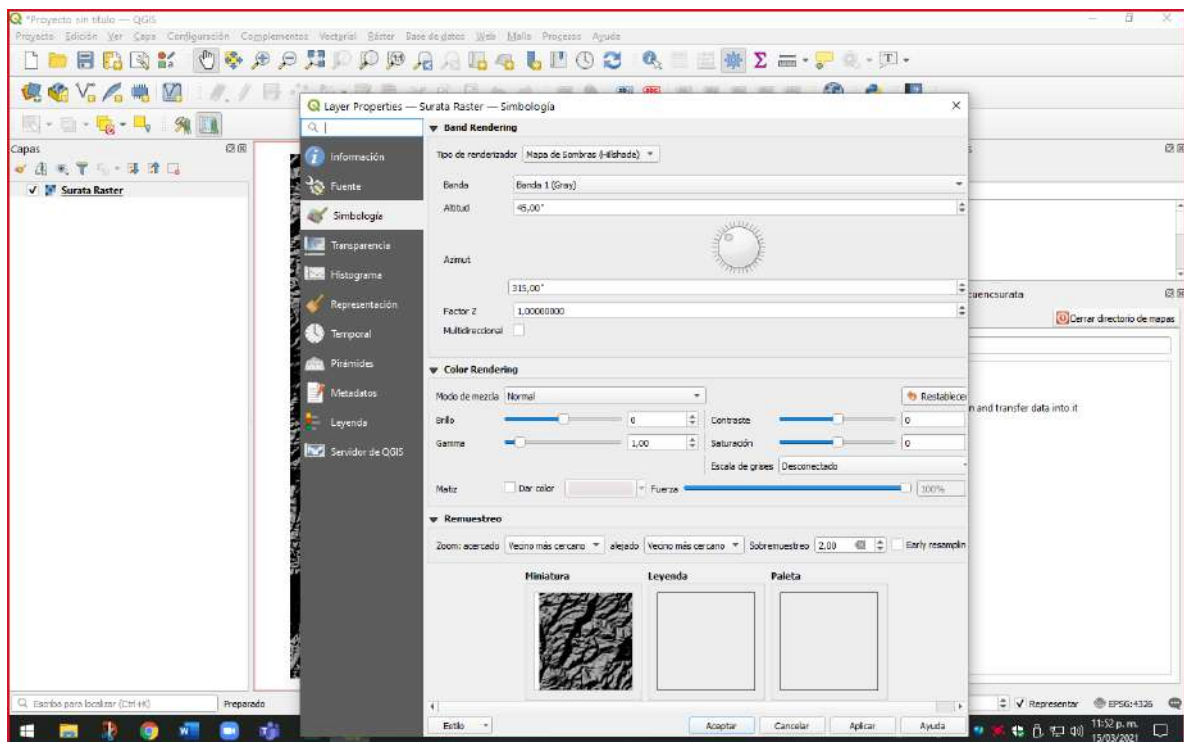
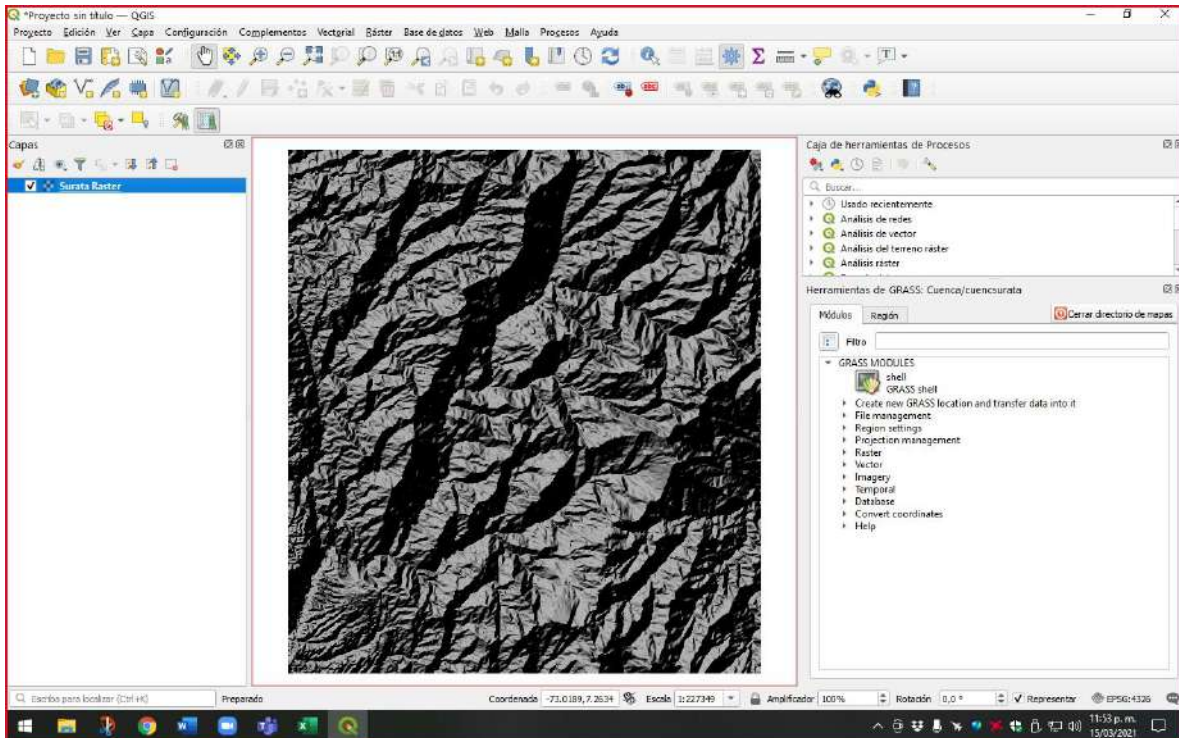


Ilustración 69- simbología

- Este es el resultado después de aplicar el cambio



*Ilustración 70- ráster con modificaciones*

Ahora vamos a pasar el Ráster a GRASS, primero vamos a delimitar la región dándole en “seleccionar la extensión arrastrando en el lienzo” para hacer el área más justa y le damos aplicar

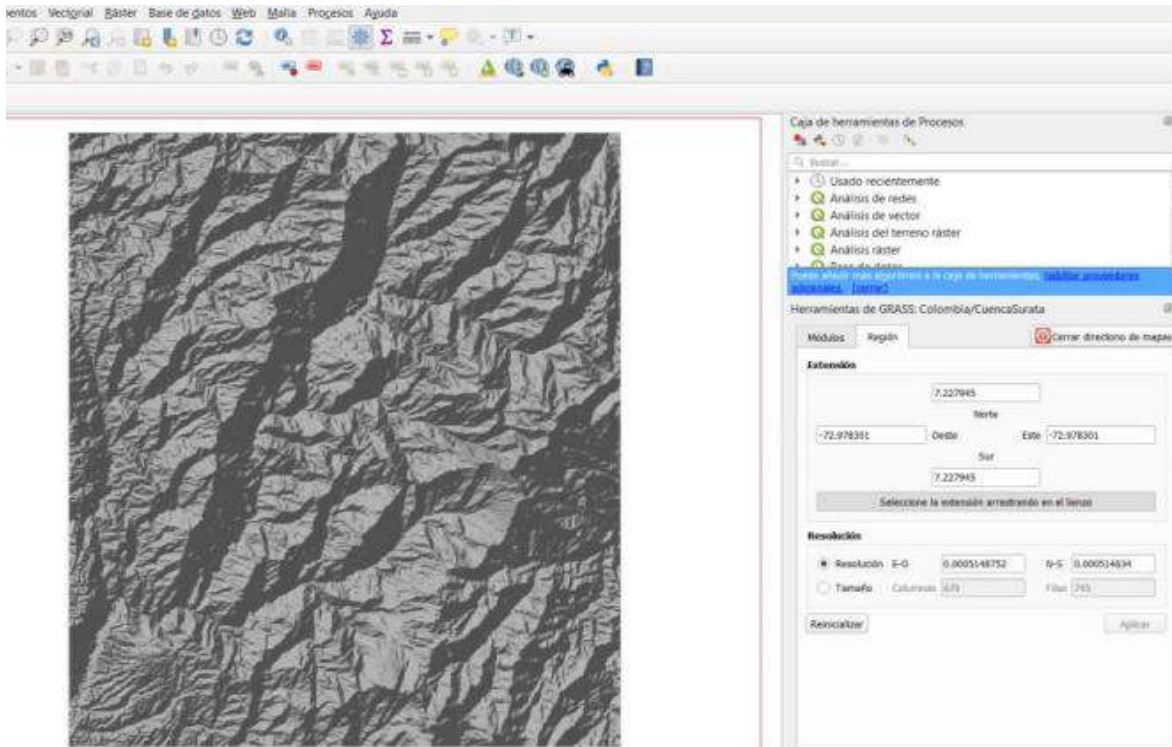


Ilustración 71- seleccionar región

Ahora vamos a la sección módulos en el mismo panel de GRASS y buscaremos la herramienta con nombre “r.in.gbal.qgis” y seleccionaremos el que está en GRASS MODULOS.

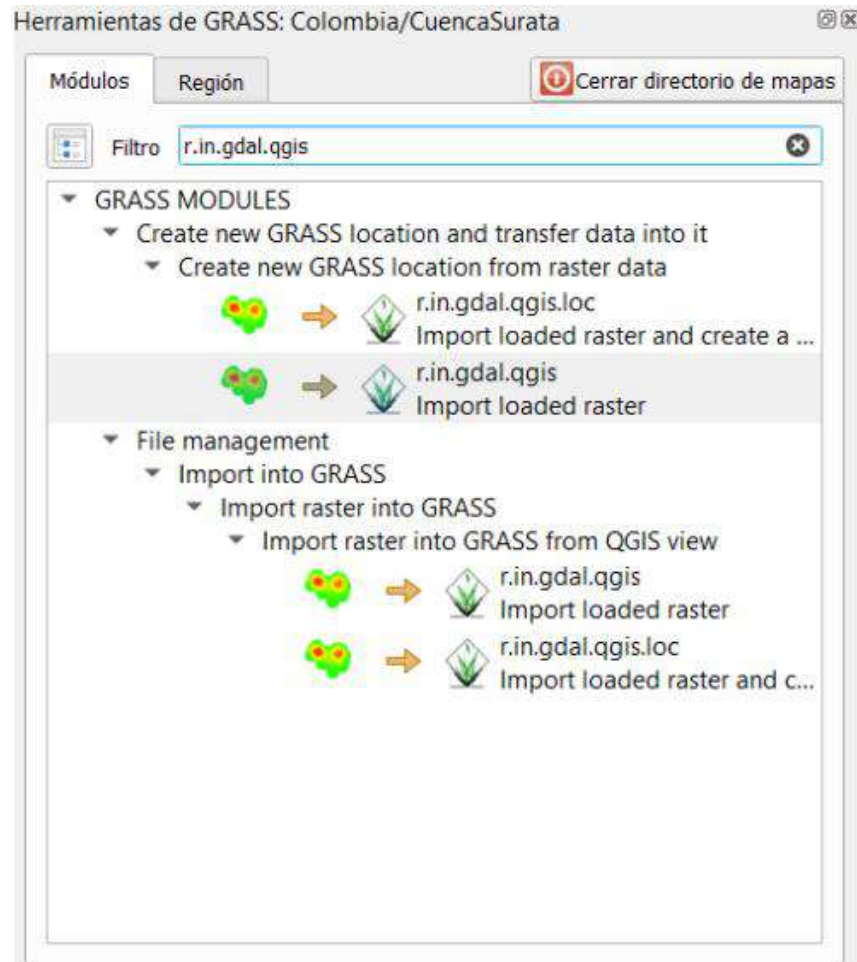


Ilustración 72- herramientas de GRASS

- Cuando lo seleccionemos nos aparecerá una nueva pestaña en la cual le colocaremos un nombre al archivo GRASS y le daremos, ejecutar y posteriormente ver salida

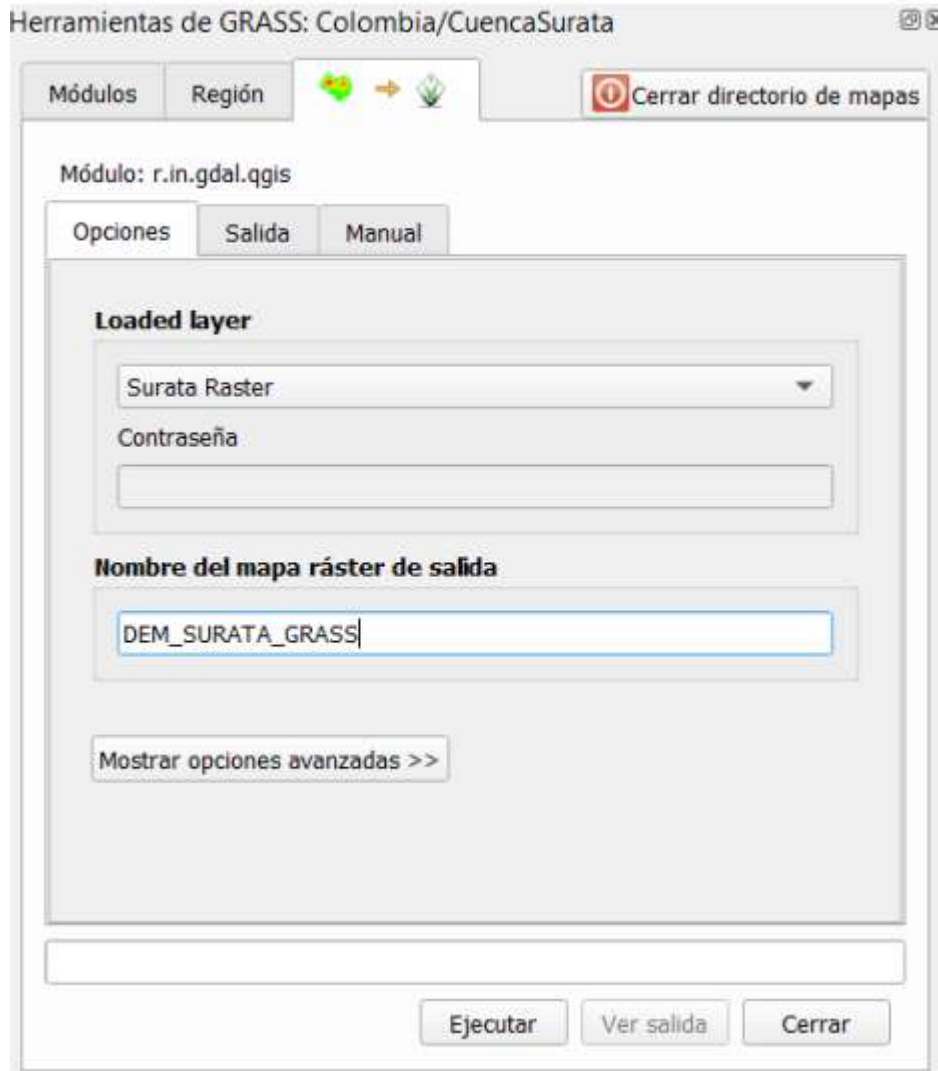


Ilustración 73- nombre mapa ráster

- Nos aparecerá este mensaje cuando ya se haya terminado el proceso, ahora le daremos en ver salida para que nos añada la capa a QGIS

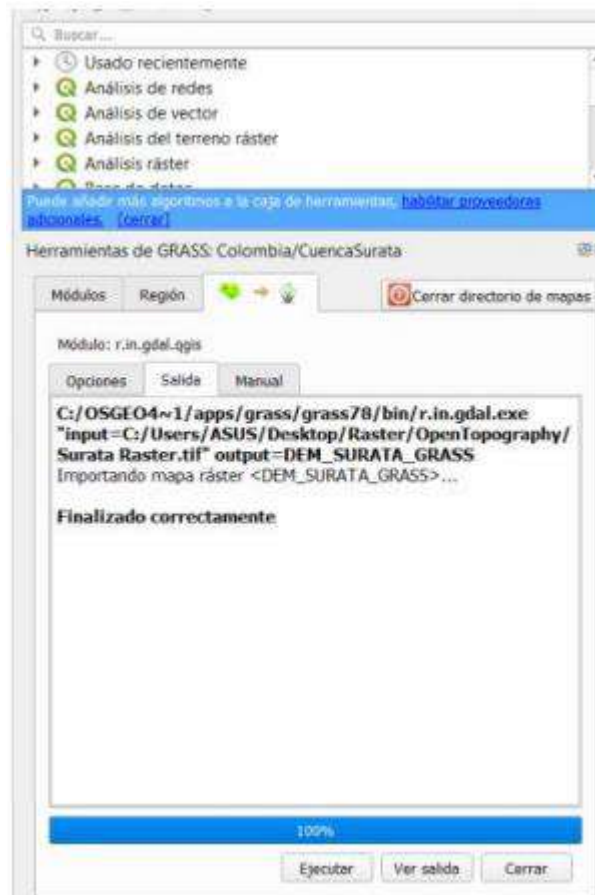
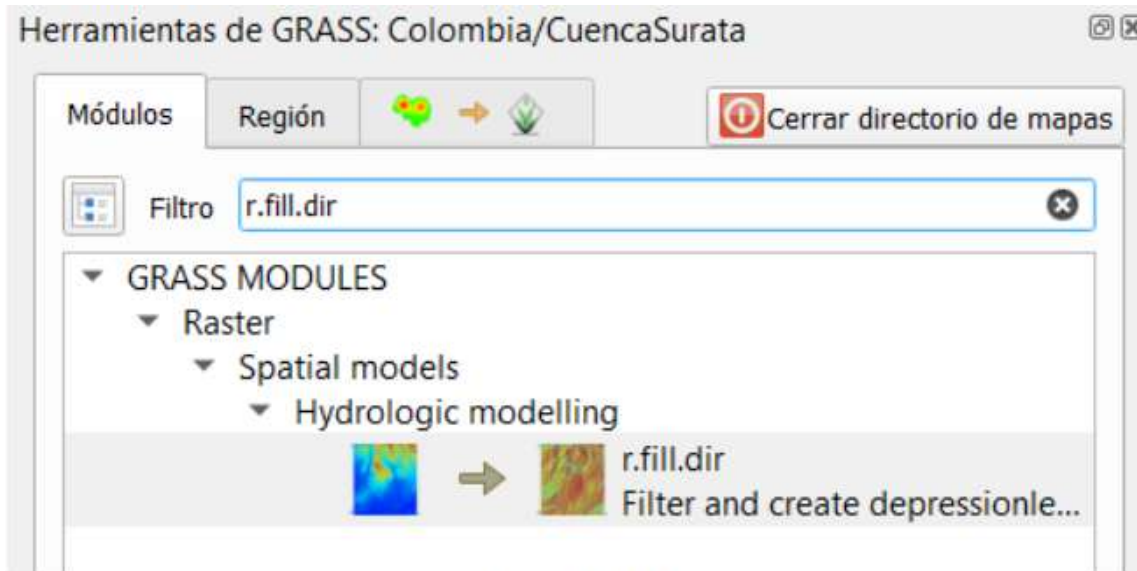


Ilustración 74- ejecución

- volvemos a los módulos de GRASS para poder buscar un módulo nuevo con el nombre de “r.fill.dir”, lo seleccionamos y se nos abrirá otra nueva pestaña.

**Ima 3 2 14**

*Ilustración 75- Módulos Grass*

- En el primer apartado donde dice “nombre de mapa ráster de entrada de elevación” seleccionamos el Grass que recién creamos, y en los dos siguientes apartados le colocamos el nombre de los Grass que vamos a crear a partir del que ya teníamos, además de dar clic en el cuadrado con esquinas naranjas y le damos ejecutar y ver salida para que se nos carguen.

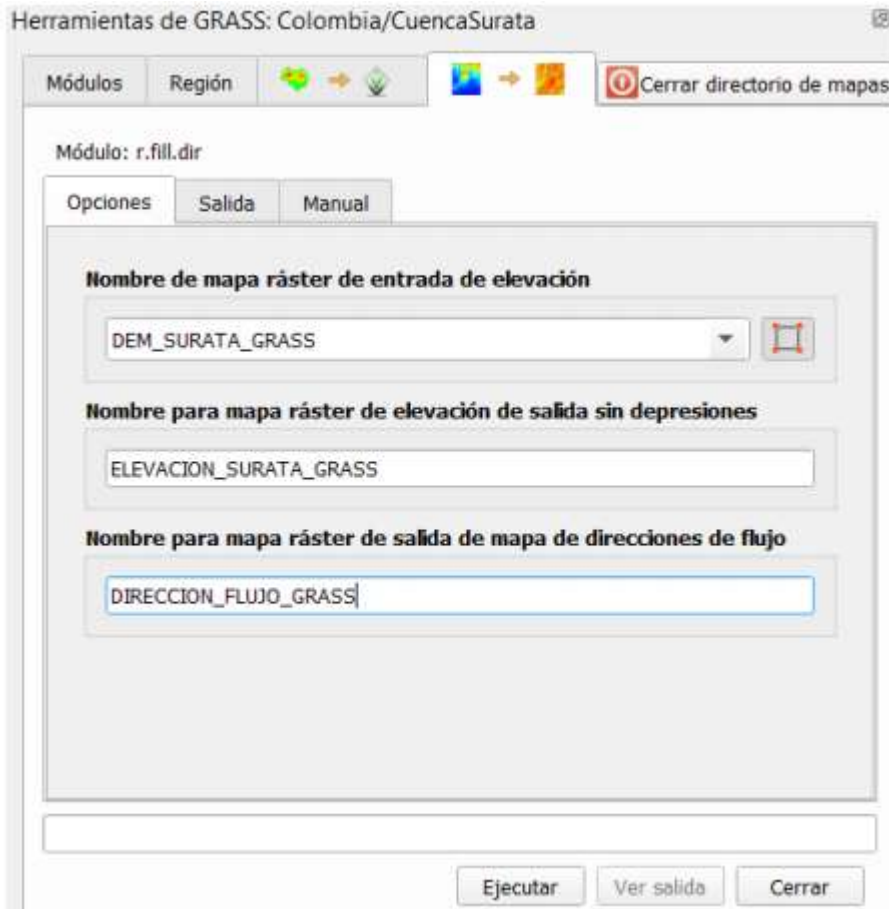


Ilustración 76- Parametros modulo r.fill.dir

- Nuevamente nos dirigiremos a módulos de Grass para buscar uno nuevo con el nombre de “r.watershed” y lo abrimos.

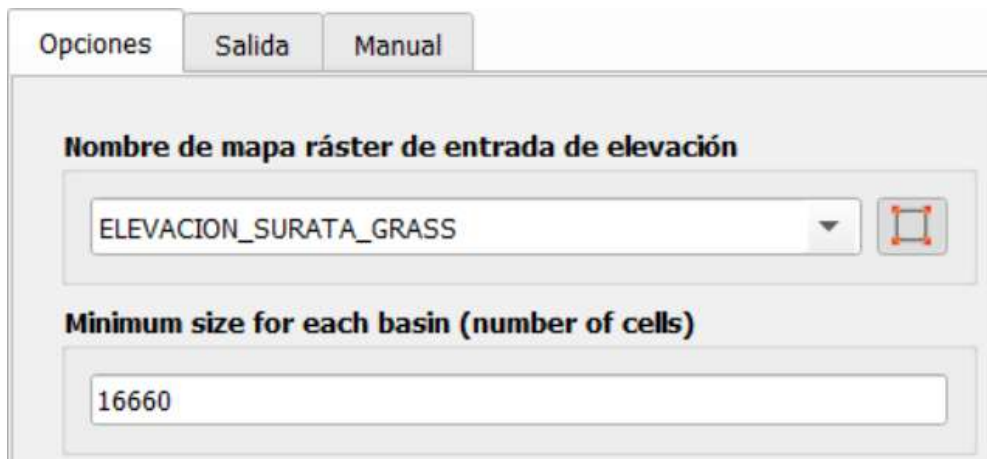


Ilustración 77- parametros r.watershed

- Para el resto de opciones debemos colocar el nombre como queremos que se guarde los archivos, damos ejecutar y ver salida

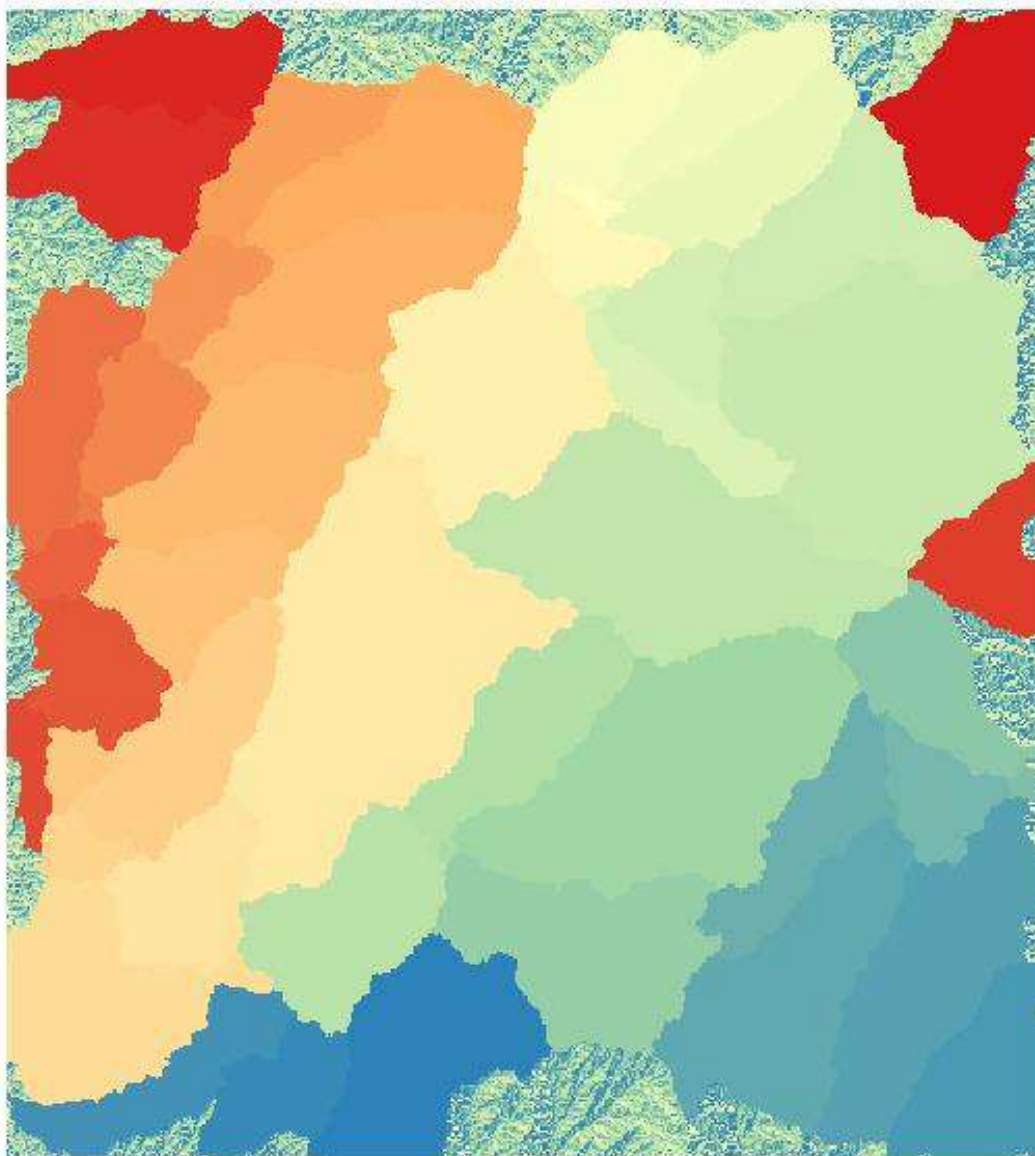


Ilustración 78- parámetros r.watershed

- Ahora debemos ubicar el punto de salida de la cuenca surata

Nota: Para facilitar este procedimiento vamos a la capa de acumulación, ya que en esta capa es más fácil visualizar la salida

- Si los Grass que estamos haciendo salen de color transparente debemos ir a la capa, clic derecho ,propiedades y cambiamos el color para poder diferenciarlos , esto nos quedara algo así



*Ilustración 79- resultados módulos*

- La siguiente imagen hace referencia a la capa de acumulacion, en ella se puede apreciar de mejor manera la salida de la cuenca que estamos analizando ,cuando encontremos la salida debemos hacer zoom hasta encontrar el pixel donde se encuentra y tomar sus coordenadas



*Ilustración 80- capa de acumulación*

- Teniendo las coordenadas debemos ir a capa, crear capa y nueva capa de archivo shape

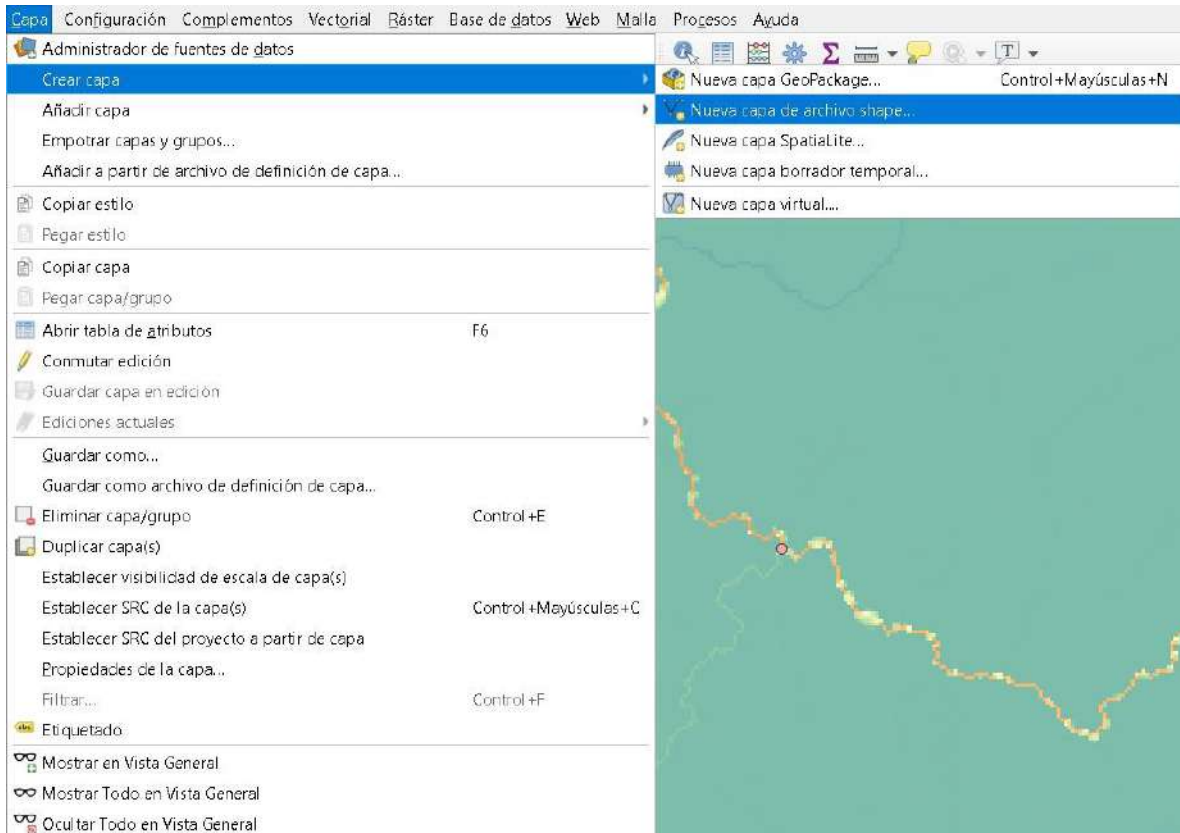
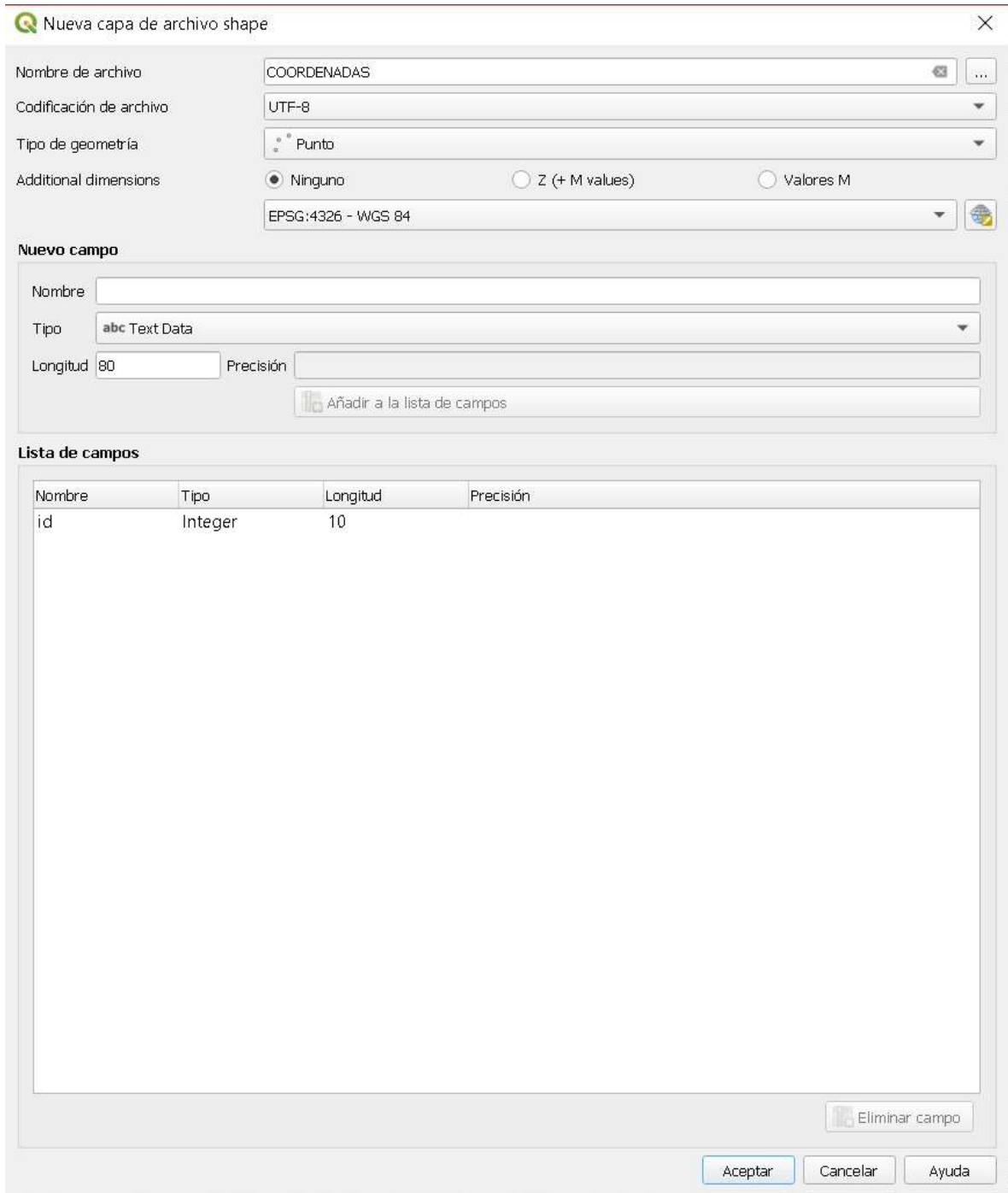


Ilustración 81- nueva capa de archivo shape

- Después de darle clic, vamos a colocarle un nombre donde dice “nombre de archivos”, en tipo de geométrica seleccionamos punto arriba de nuevo campo seleccionamos el sistema de referencia, luego le damos acepta



Nueva capa de archivo shape

Nombre de archivo: COORDENADAS

Codificación de archivo: UTF-8

Tipo de geometría: Punto

Additional dimensions:  Ninguno  Z (+ M values)  Valores M

EPSG:4326 - WGS 84

**Nuevo campo**

Nombre:

Tipo: abc Text Data

Longitud: 80 Precisión:

Añadir a la lista de campos

**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
id	Integer	10	

Eliminar campo

Aceptar Cancelar Ayuda

Ilustración 82- parametros capa archivo shape

- Estando en la capa que acabamos de crear seleccionamos el icono en forma de lápiz y luego donde se encuentran tres puntos



Ilustración 83- opción símbolo lápiz

- Después simplemente damos clic en la parte del mapa donde queremos el punto y le asignamos un nombre

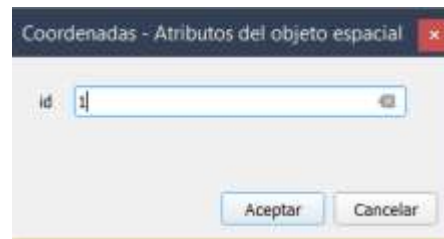


Ilustración 84- asignar nombre

- Ahora para que la capa tenga coordenadas, le vamos a dar clic derecho, establecer SRC y clic en establecer SRC de capa.

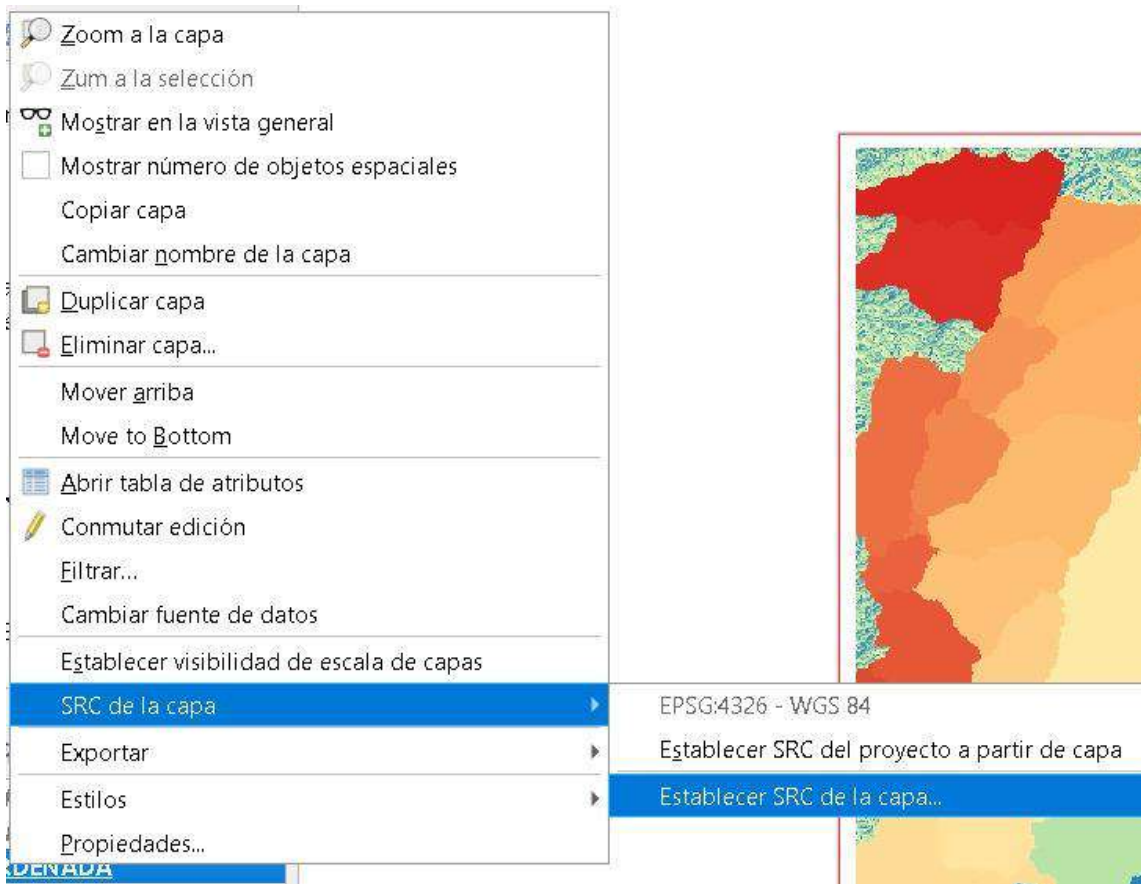


Ilustración 85- establecer SRC de la capa

- Luego seleccionamos el sistema que estamos usando y le damos aceptar

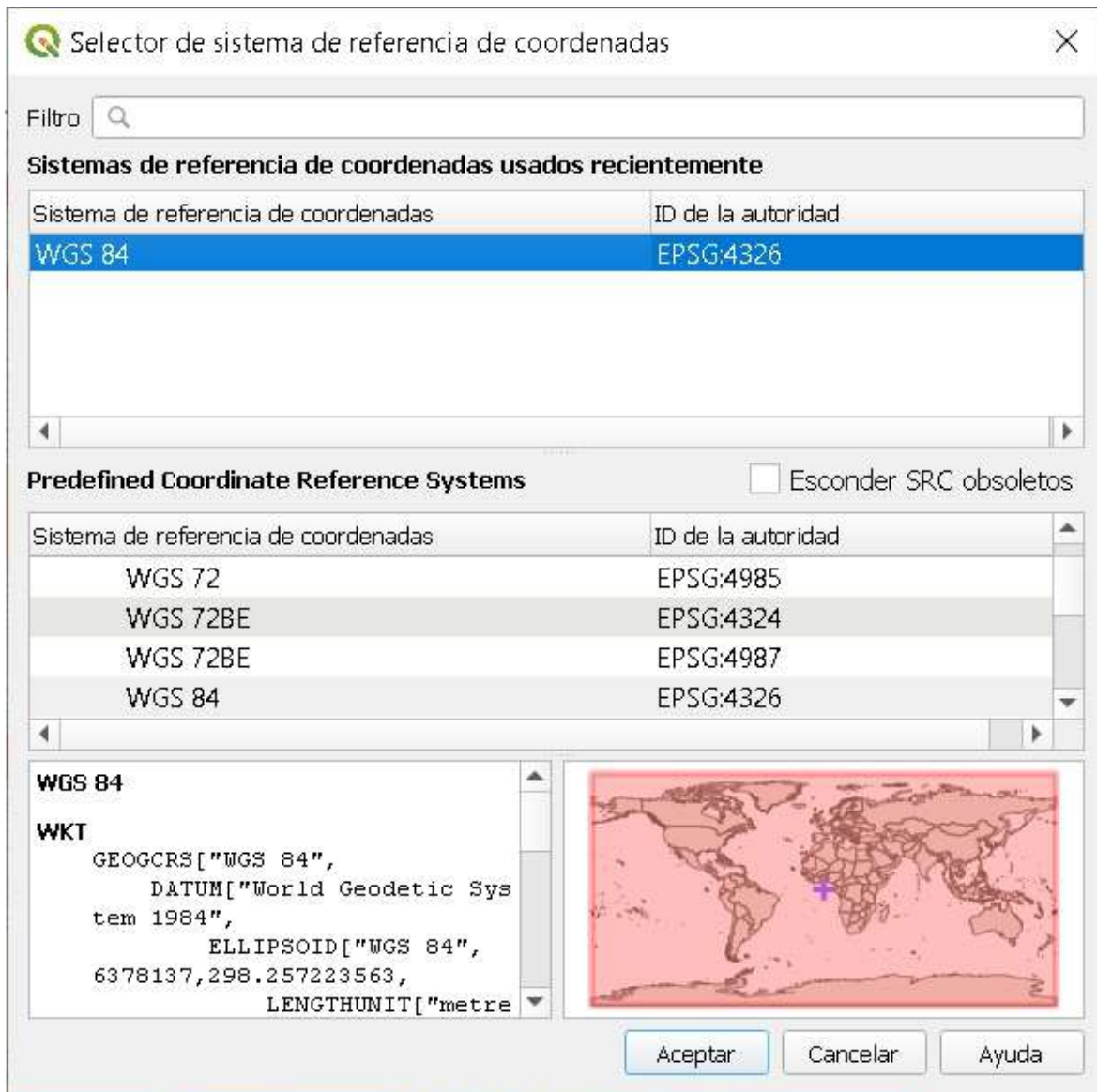


Ilustración 86- selector de sistema de referencia de coordenadas

- Ahora vamos a volver al panel de Grass y en filtros vamos a buscar "r.water.outlet" y lo seleccionamos.

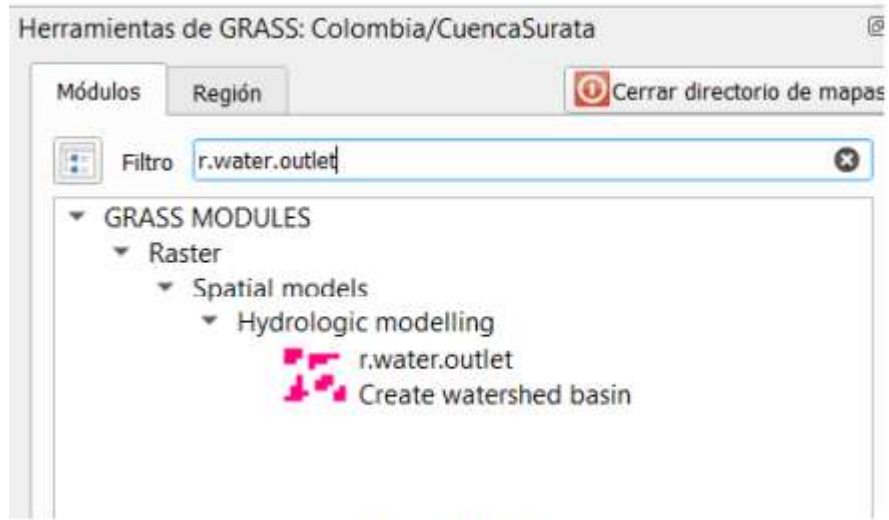


Ilustración 87- modulo r.water.outlet

- En la nueva pestaña que se abre seleccionaremos el Grass de dirección de drenaje, luego pondremos las coordenadas del punto de salida y por último le colocaremos nombre y daremos ejecutar

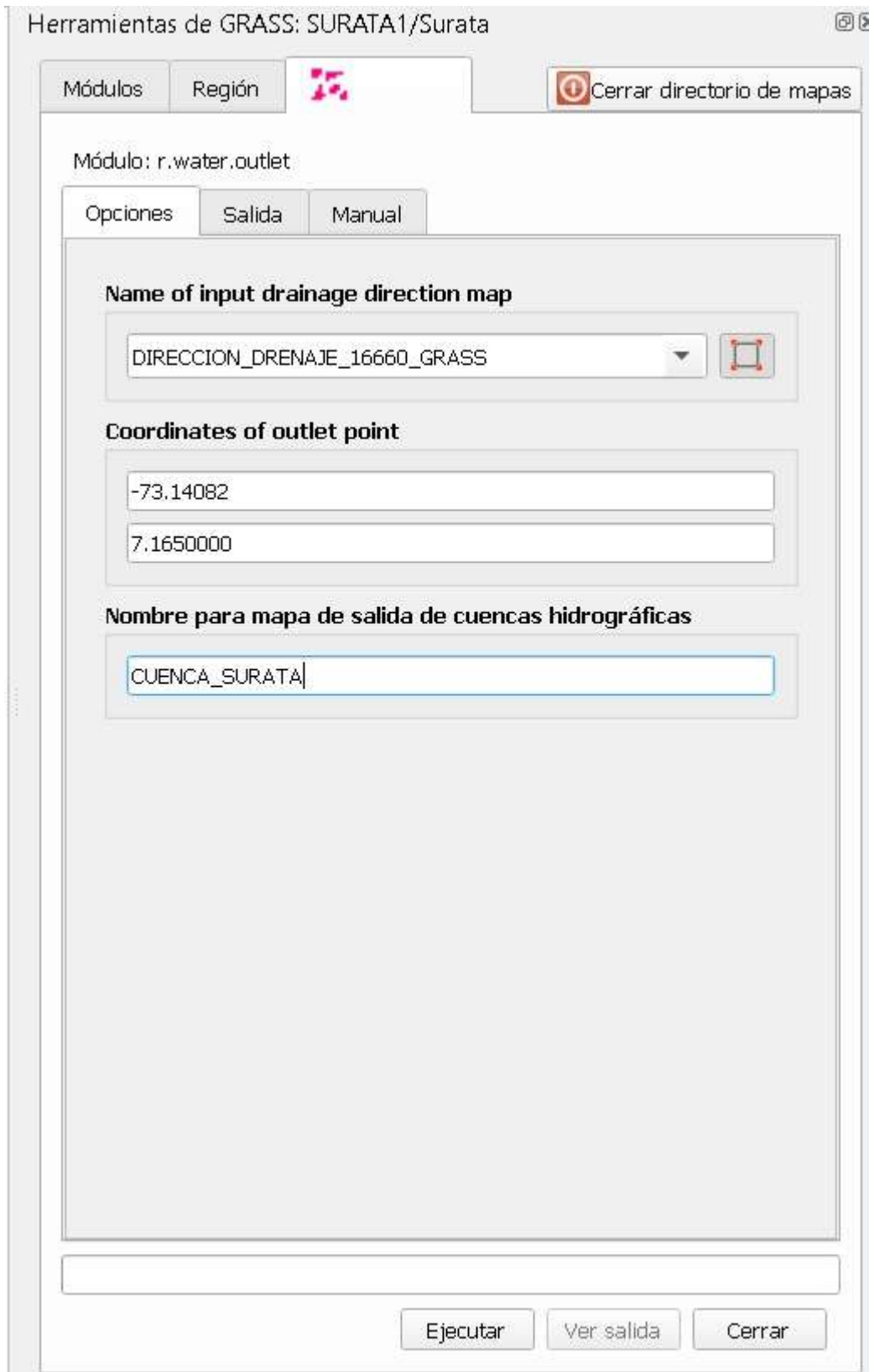
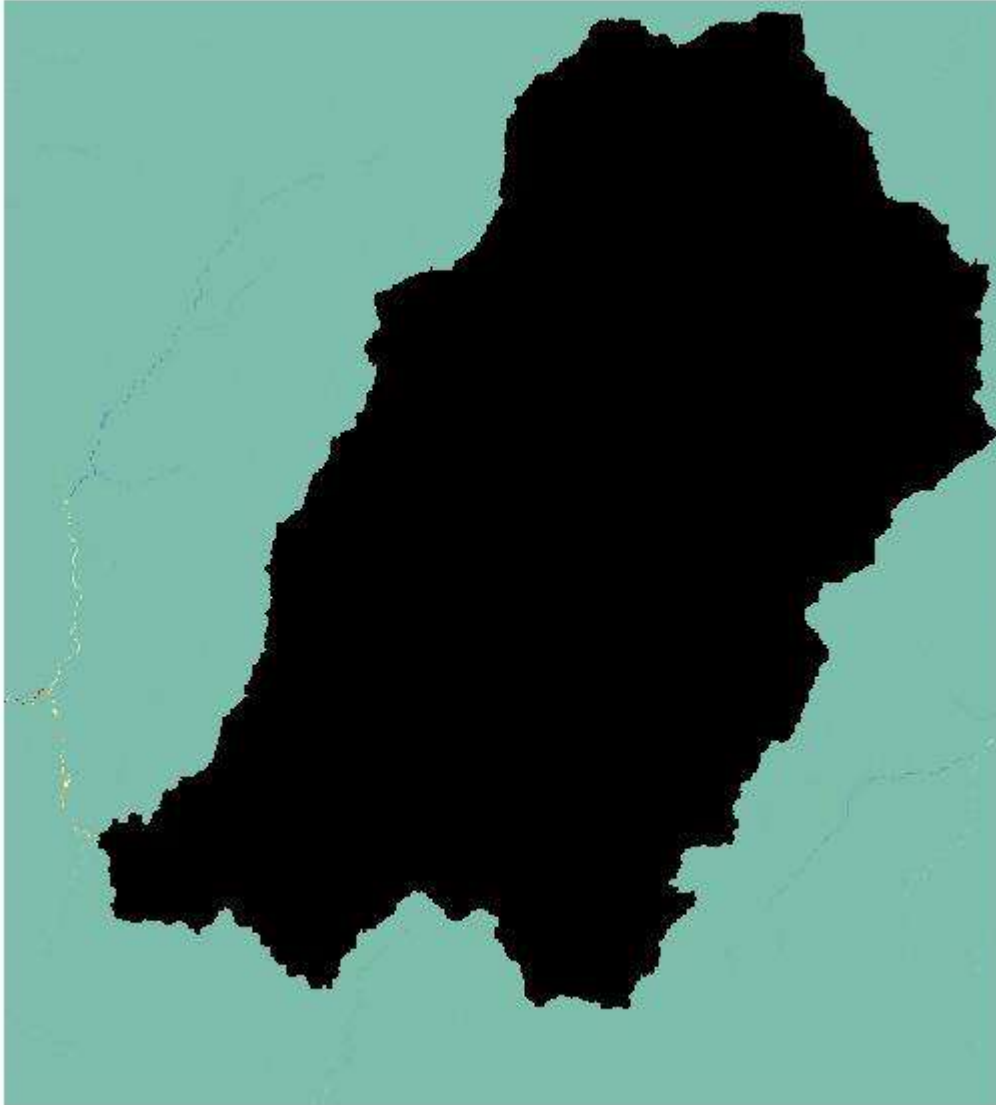


Ilustración 88-parametros r.water.outlet

- Luego de darle ejecutar le damos en ver salida y ya tendríamos delimitada nuestra cuenca



*Ilustración 89- delimitación cuenca*

- Como todo lo que hemos trabajado ha sido en Grass ahora lo pasaremos a uno que Qgis pueda leer, para ello vamos a buscar un módulo en Grass con nombre “r.to.vect.ave” y lo abrimos.

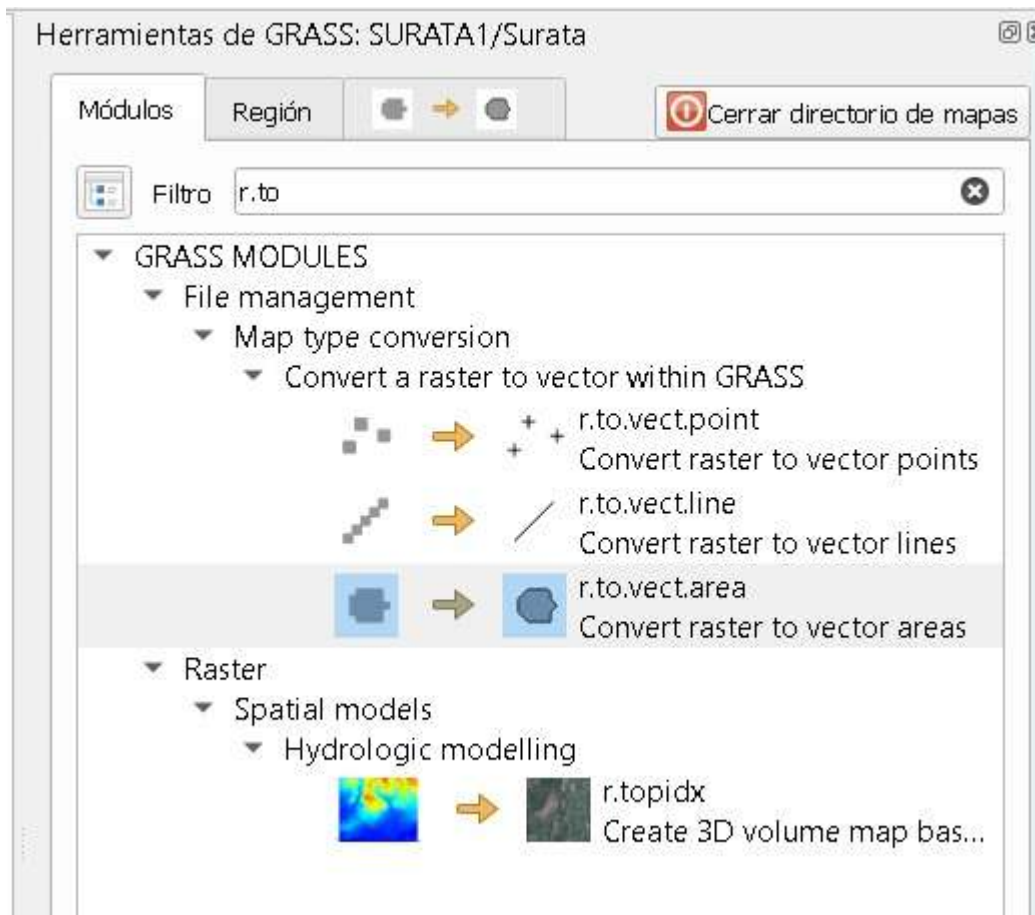


Ilustración 90- modulo r.to.vect.area

- Ahora en la pestaña que se desplego seleccionamos la cuenca que acabamos de crear la fijamos a la derecha para trabajar sobre ese archivo, le asignamos un nombre, y clic en el cuadro de esquinas naranjas y le damos, ejecutar y ver salida



Ilustración 91- parametros r.to.vec.area

- Este será el resultado

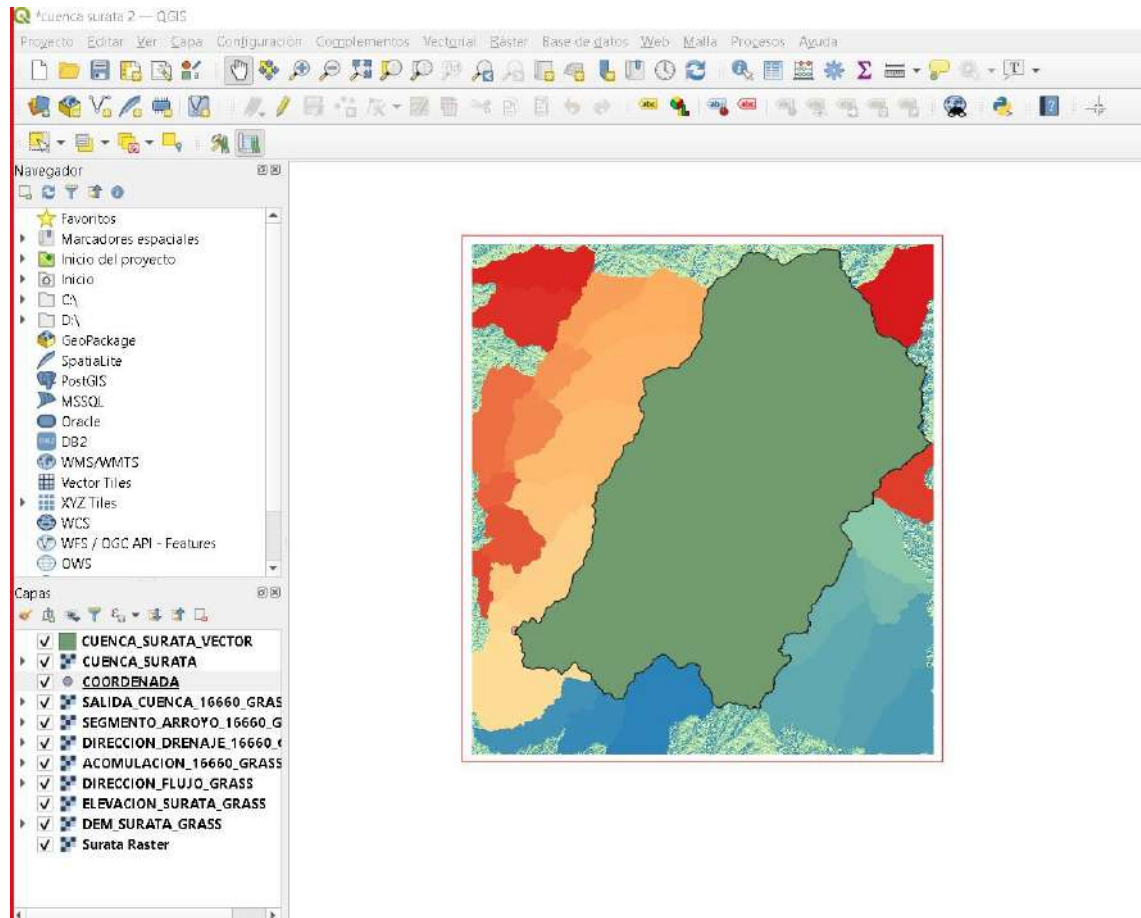


Ilustración 92- resultados módulos

- teniéndolo como un vector vamos a pasarlo a formato ShapaFile para que QGIS lo lea, buscamos un nuevo módulo con el nombre “v.out.ogr” y lo seleccionamos

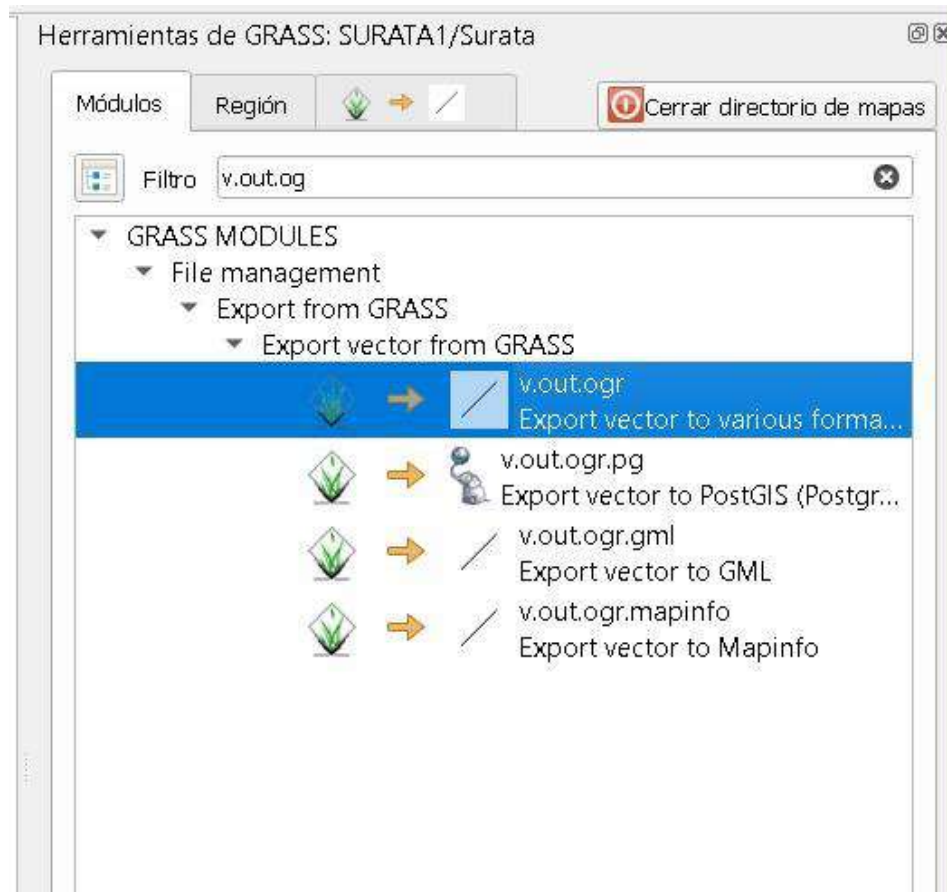


Ilustración 93-Modulo v.out.og

- Ya por último dentro del modulo seleccionamos primero el archivo en formato vector que acabamos de hacer, luego seleccionamos solo área y en formato buscamos “ESTI\_Shapefile” para que Qgis lo reconozca y para finalizar le asignamos una ruta y damos ejecutar

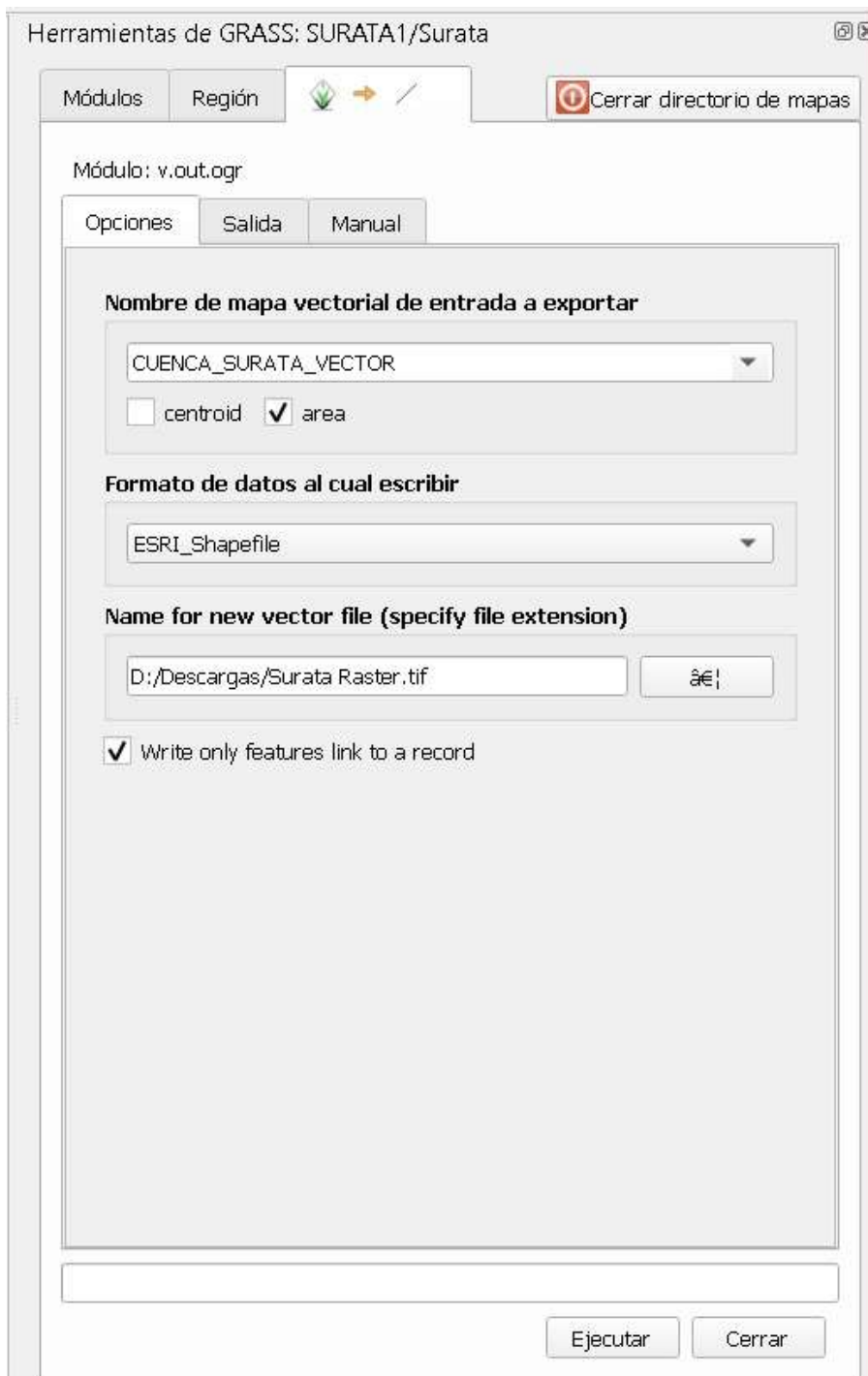
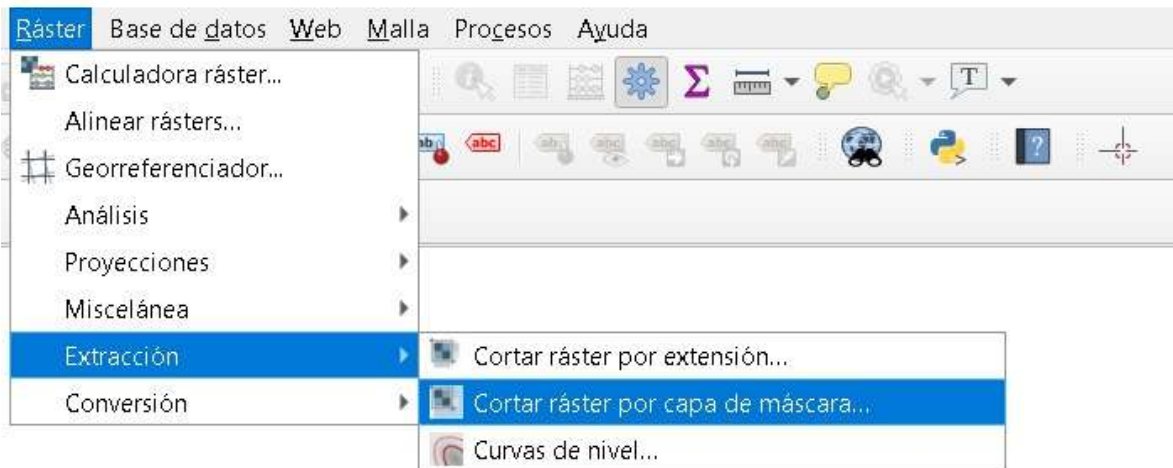


Ilustración 94- parametros modulo v.out.ogr

### 12.3 Delimitación de subcuenca

- Ahora para poder trabajar solo con la cuenca que delimitamos el pasado titulo vamos a realizar recorte de cada una de las capas que creamos en Grass para no repetir el trabajo que realizamos anterior mente, para ello vamos a ir a la parte superior, ráster, extracción y cortar ráster por capa de mascara



*Ilustración 95- cortar raster por capa de mascara*

- Primero vamos a seleccionar la capa que deseamos cortar en capa de entrada que es el ráster, luego en capa de mascara seleccionamos el archivo que convertimos a formato Shapefile y el CRS dejamos el que veníamos trabajando y le damos ejecutar

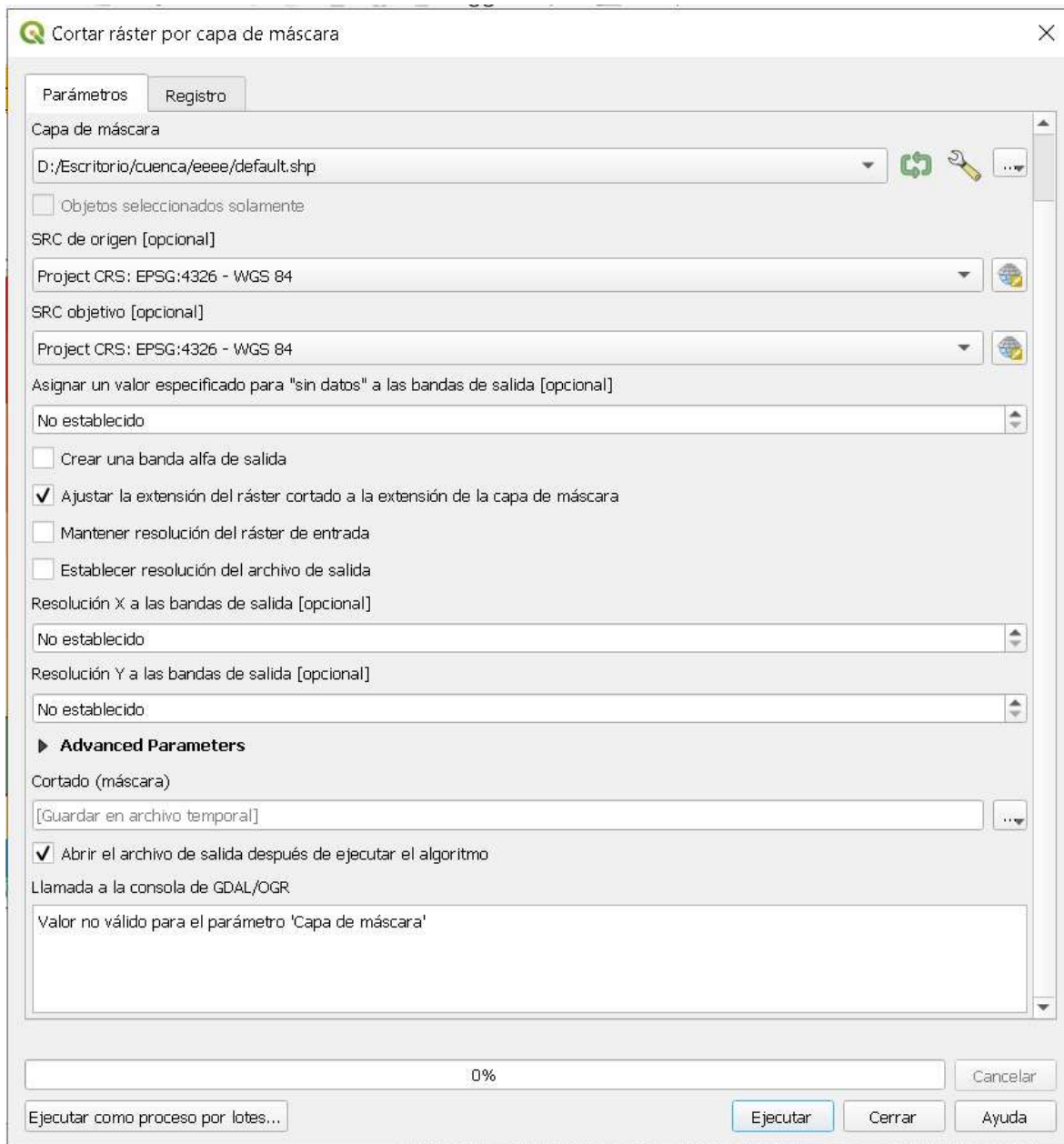
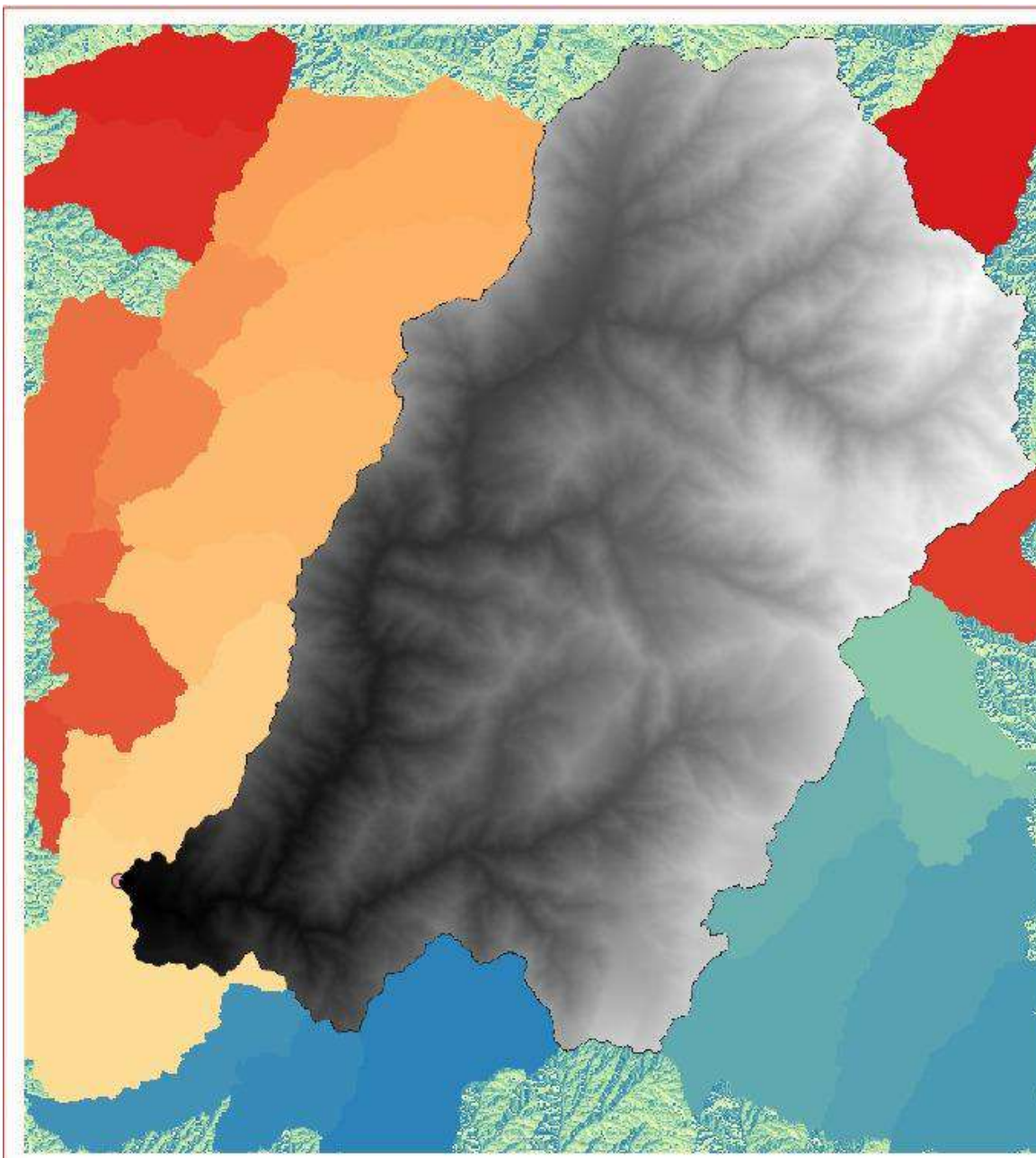


Ilustración 96-parametros cortar ráster por capa de mascara

- Nos quedara una capa con el nombre de “Cordato (mascara)” y con ella vamos a comenzar a trabajar.



*Ilustración 97- resultado cuenca recortada*

- Para poder comenzar a delimitar las subcuencas vamos a seguir un proceso similar al que usamos para delimitar la cuenca, para ello primero vamos a activar el panel “caja de herramientas de proceso” canco clic en un espacio en blanco en la barra superior y buscando esta opción para activarla.

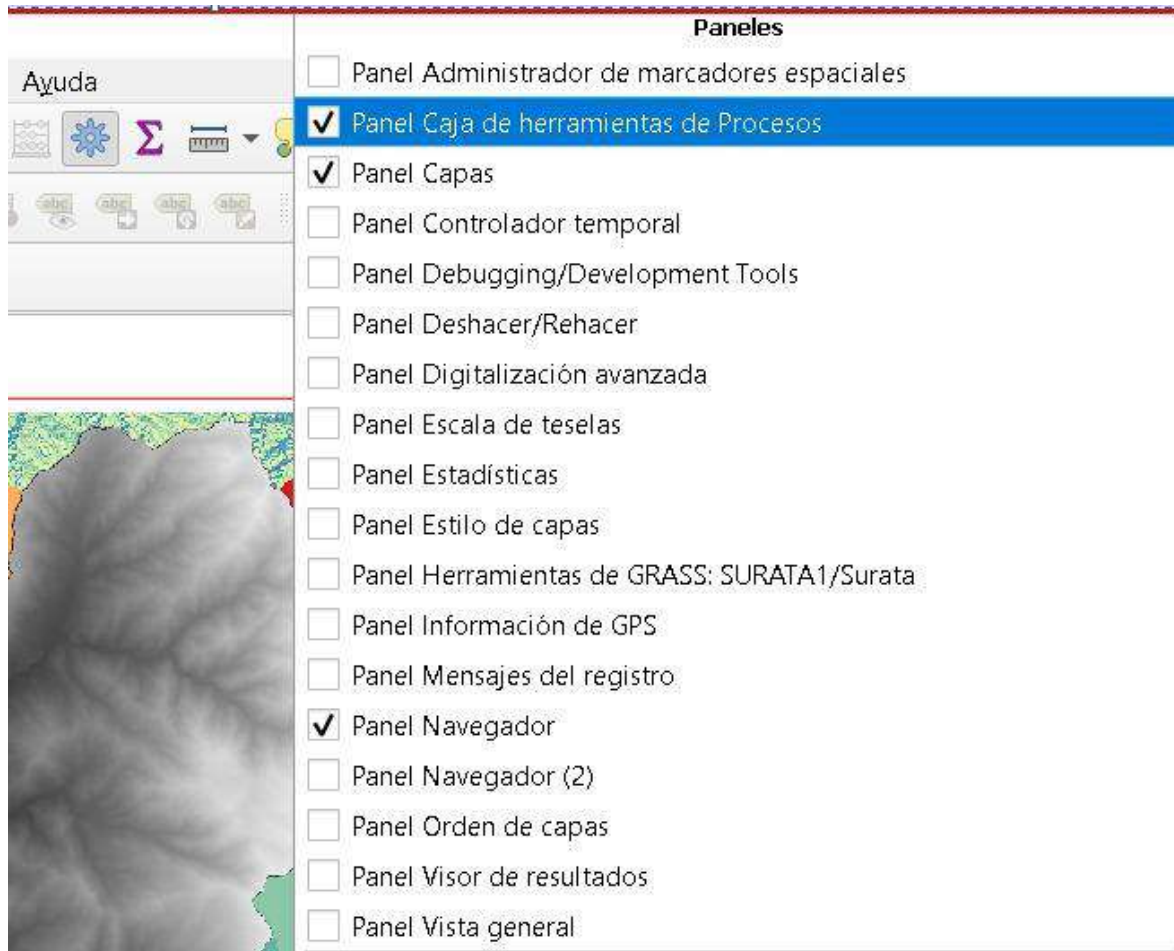


Ilustración 98- activar panel caja de herramientas de procesos

- Una vez este activa nos aparecerá a la derecha de nuestro proyecto, lo primero que vamos a hacer es desplegar la opción Grass, ráster y buscar "r.fill.dir". luego lo ejecutamos.

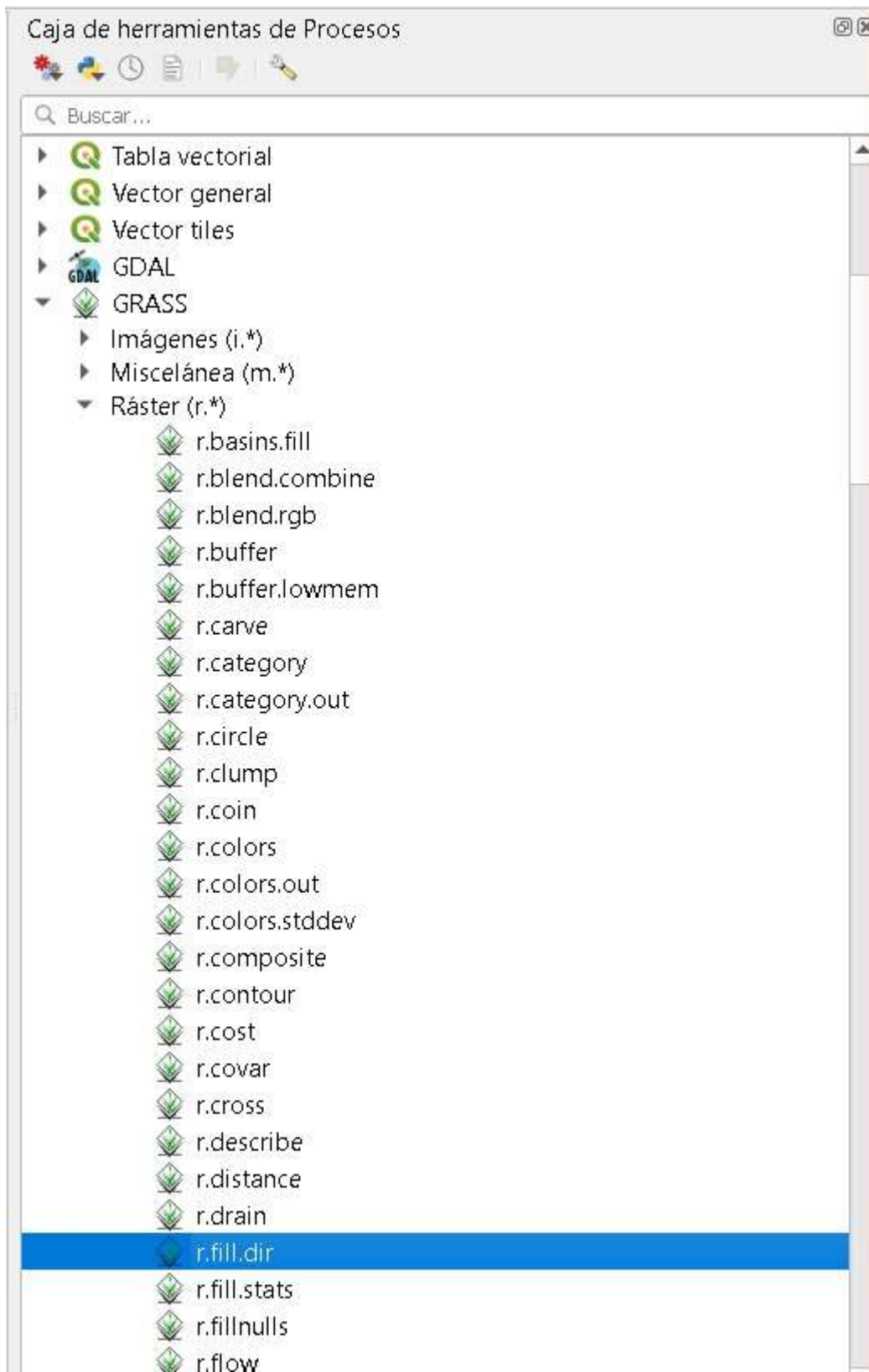


Ilustración 99- buscador modulo r.fill.dir

- Se abrirá una pestaña, en altitud colocaremos la cuenca recortada del ráster original, y le asignaremos un nombre y una dirección a el Dem sin depresión y la dirección de flujo. Le damos ejecutar.

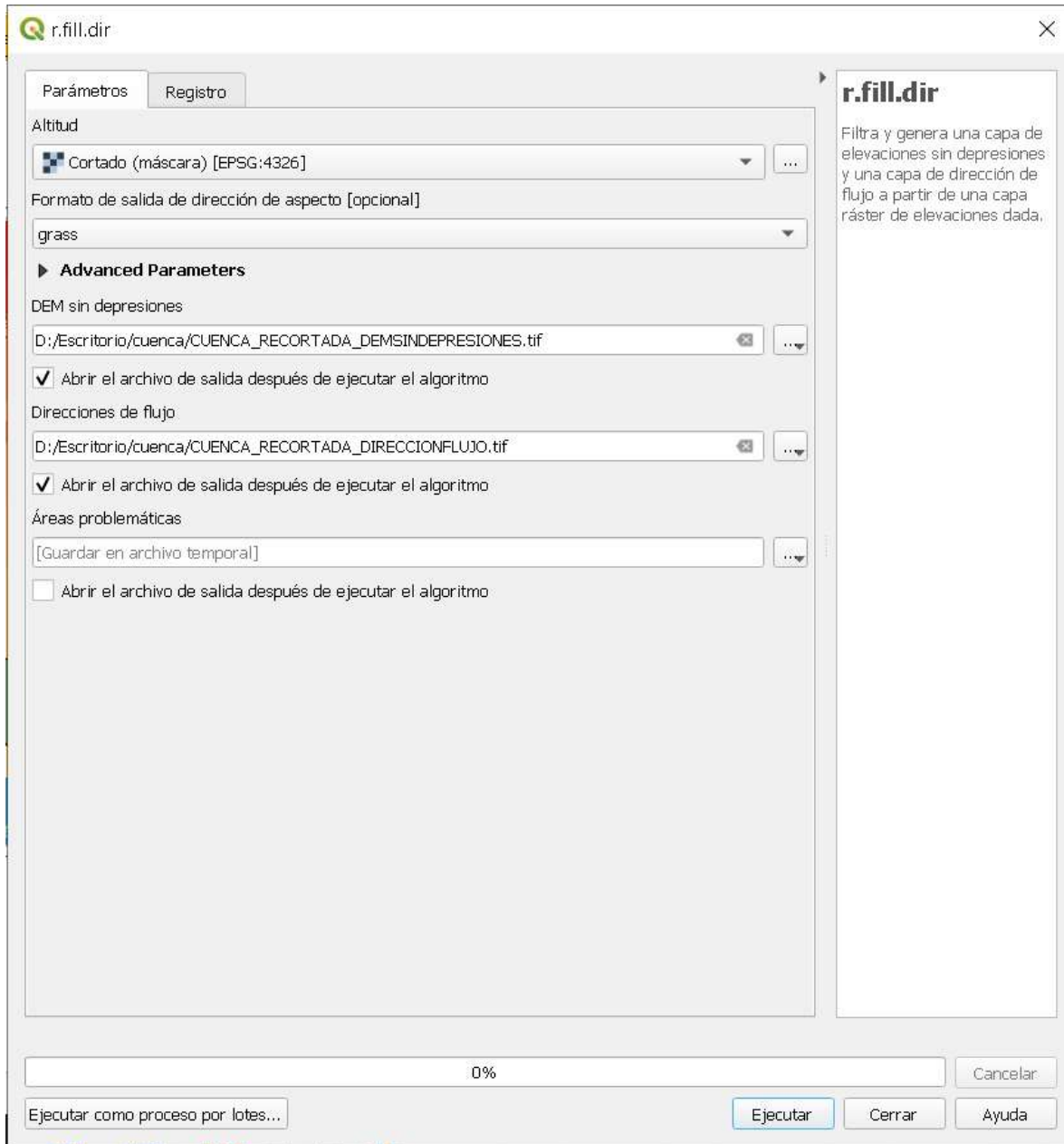


Ilustración 100-parametros módulos r.fill.dir

- Se crean dos capas nuevas con los nombres que les dimos y que usaremos en los siguientes pasos

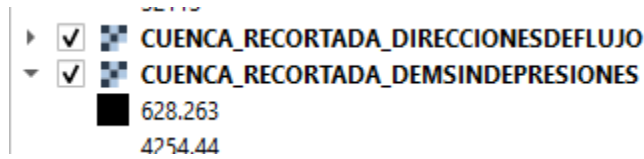


Ilustración 101- resultado modulo

- Ahora en el mismo apartado de herramientas de procesos buscaremos en el apartado de Grass, Ráster una herramienta de nombre “r.watershed” y se nos abrirá una nueva pestaña en la cual en altitud seleccionaremos la cuenca que recortamos del ráster principal, en tamaño mínimo de cuenca exterior vamos a colocar 1 ya que es el valor aproximado del pixel y habilitaremos la opción de flujo de dirección de flujo único .

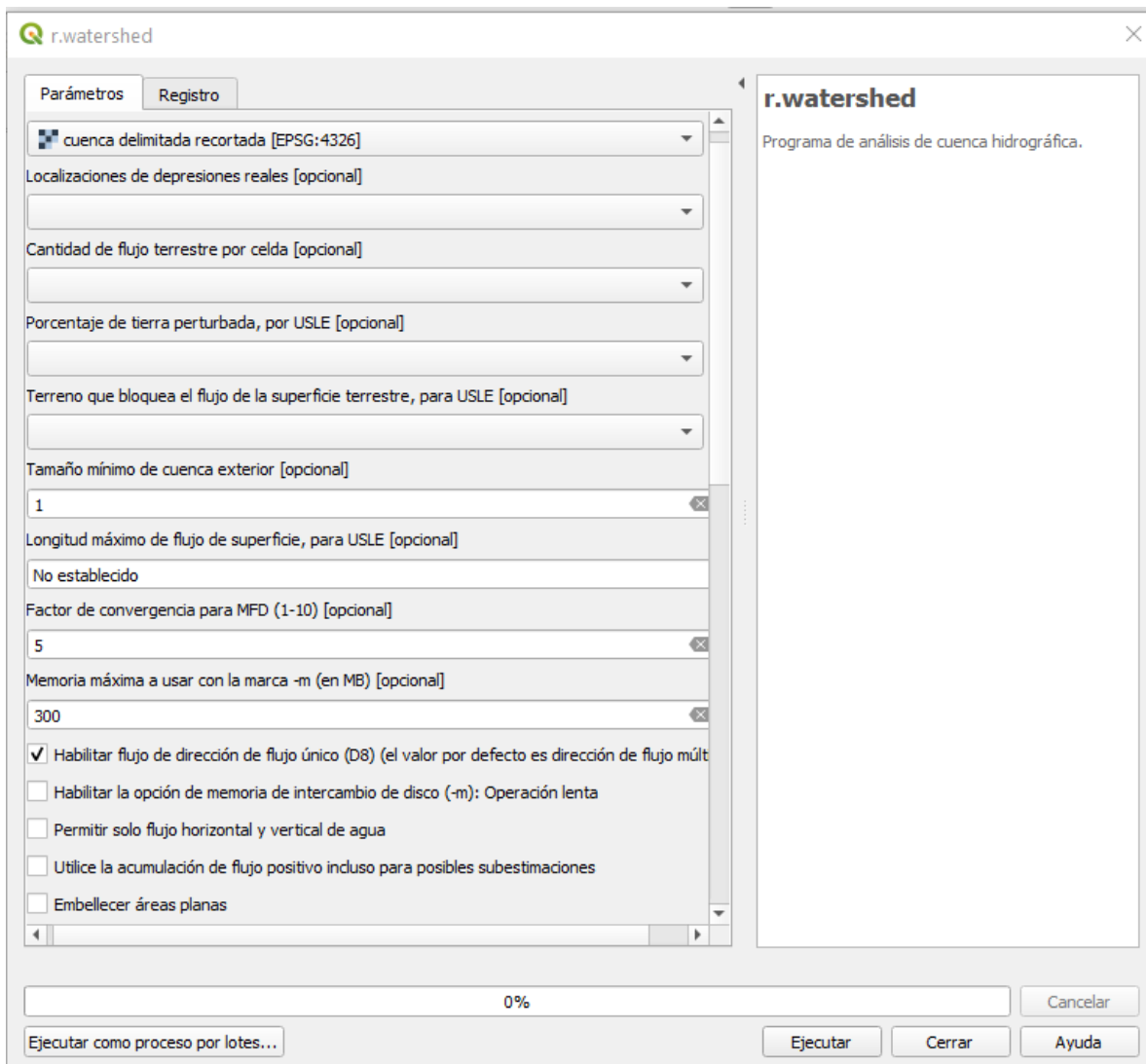


Ilustración 102- modulo r.watershed

- Si seguimos bajando encontraremos otras opciones en las cuales solo seleccionaremos las dos primeras, les asignamos una ruta y el resto de las opciones las deseccionamos. Por último, le damos ejecutar

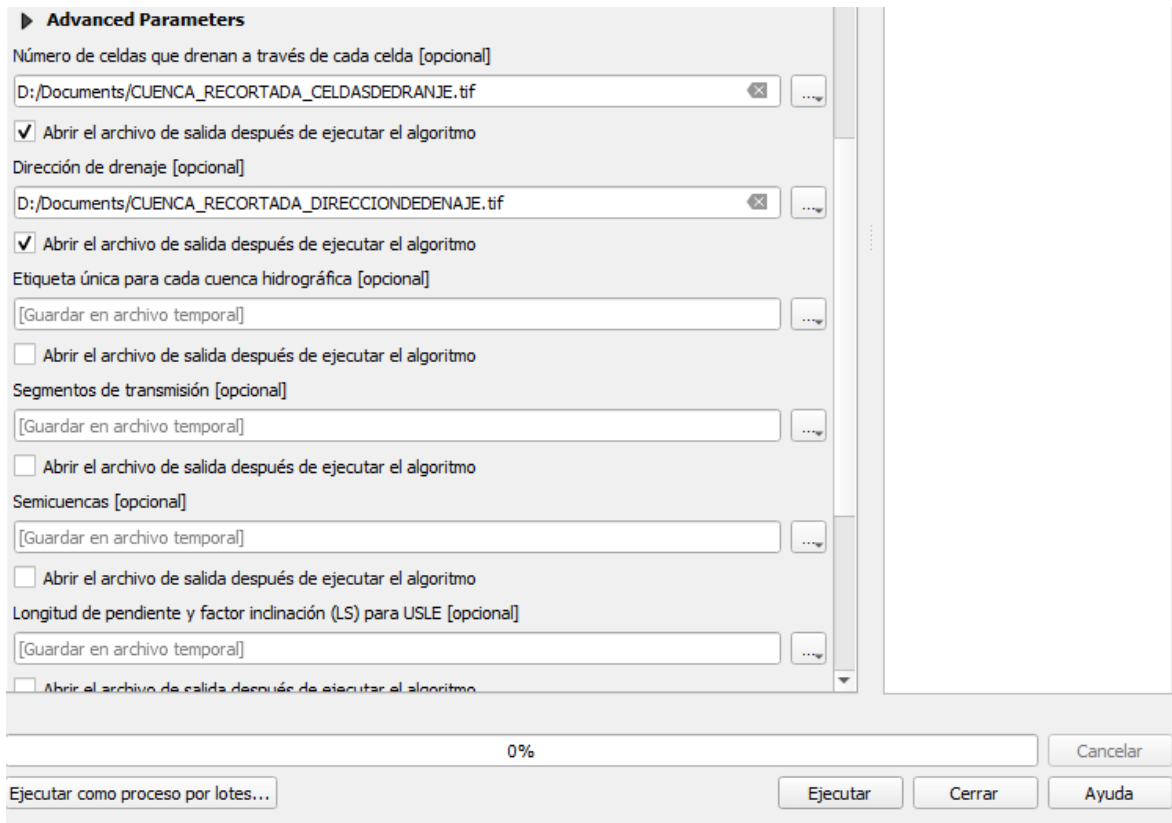


Ilustración 103- parametros modulo r.watershed

- Ahora tendremos dos capas mas entre las que creamos a partir de la cuenca recortada

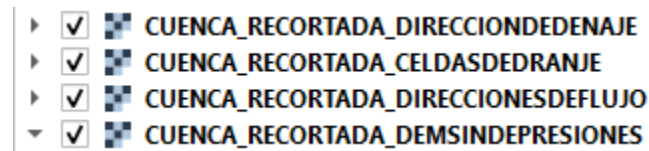


Ilustración 104-capas creadas

- Ahora dejaremos a la vista solo la capa de celdas de drenaje o numero de celdas de drenaje para observar bien el cauce



*Ilustración 105-activar capa de drenaje*

- Ahora para delimitar las cuencas internas vamos a buscar la herramienta de nombre “r.water.outlet” y la abriremos, allí debemos seleccionar la capa dirección de drenaje de la cuenca recortada.

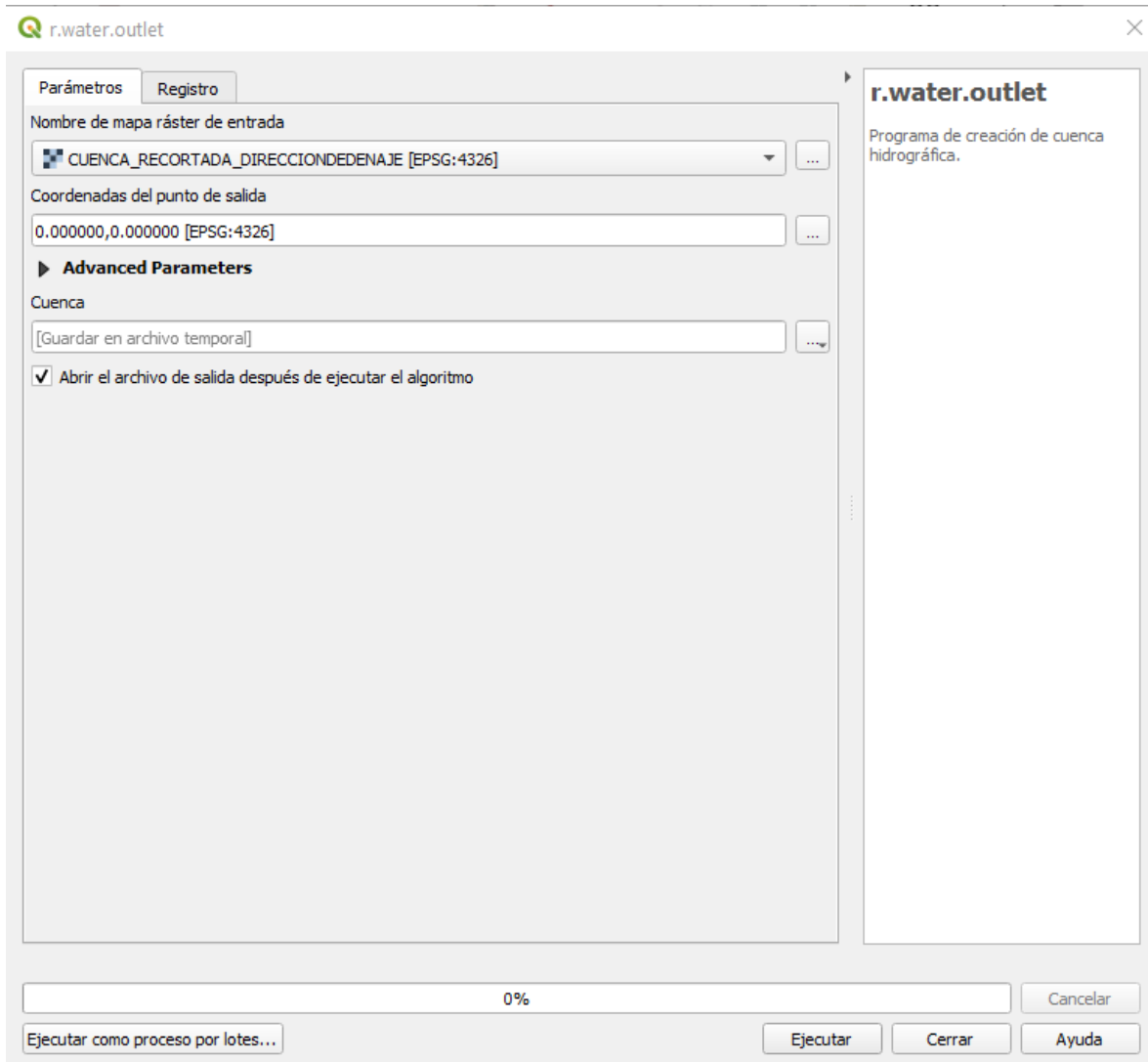
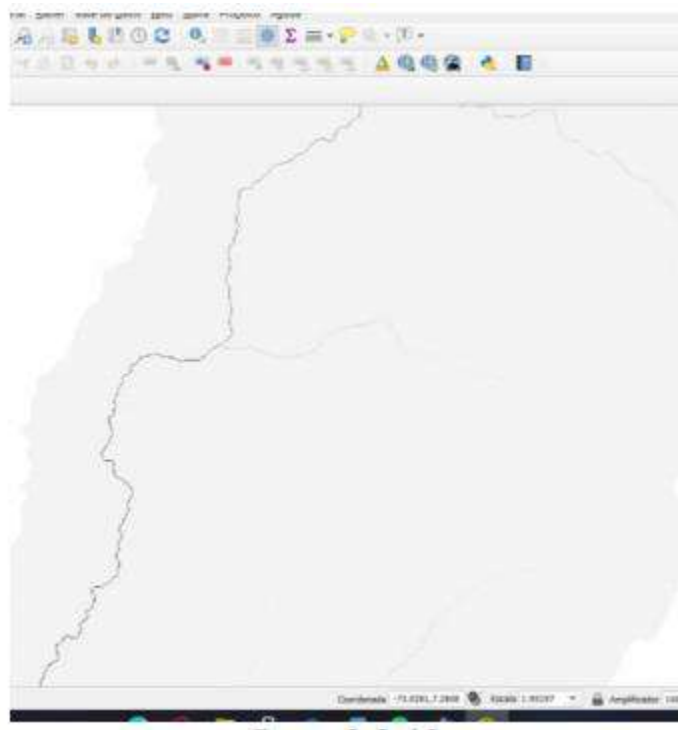


Ilustración 106- modulo r.water.outlet

- Y para las coordenadas del punto de salida le daremos en los tres puntos que se encuentran a la izquierda y seleccionaremos las fuentes hídricas que abastecen al cause principal de la cuenca, se debe colocar exactamente en el centro del ultimo pixel antes de tocar el cause principal



*Ilustración 107- selección de subcuencas*

- Luego de seleccionar el punto correcto le asignamos una ubicación para que se guarde la subcuenca número 1 y le damos ejecutar

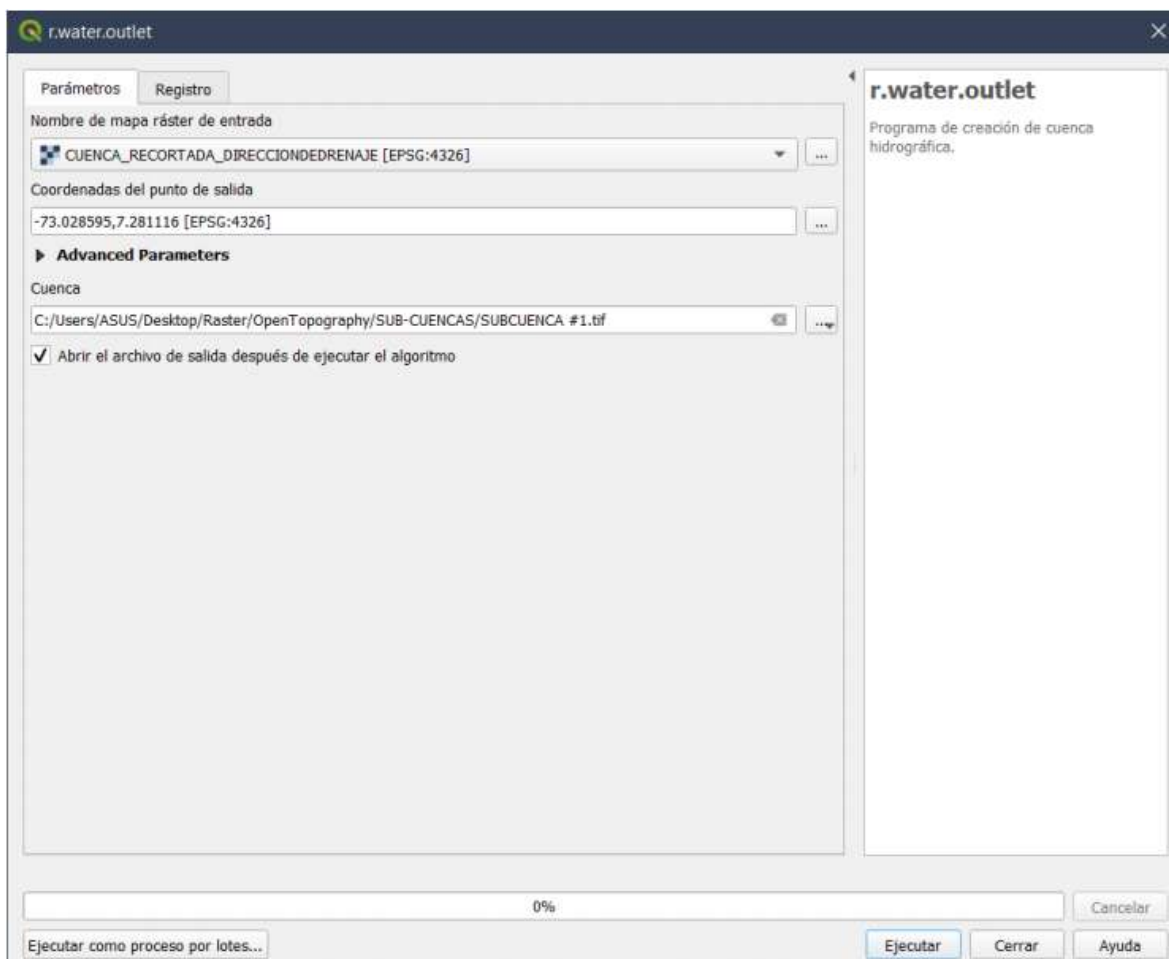


Ilustración 108-parametros r.water.outlet

- Se nos creara y marcara automáticamente una de las subcuencas que hay en nuestra cuenca

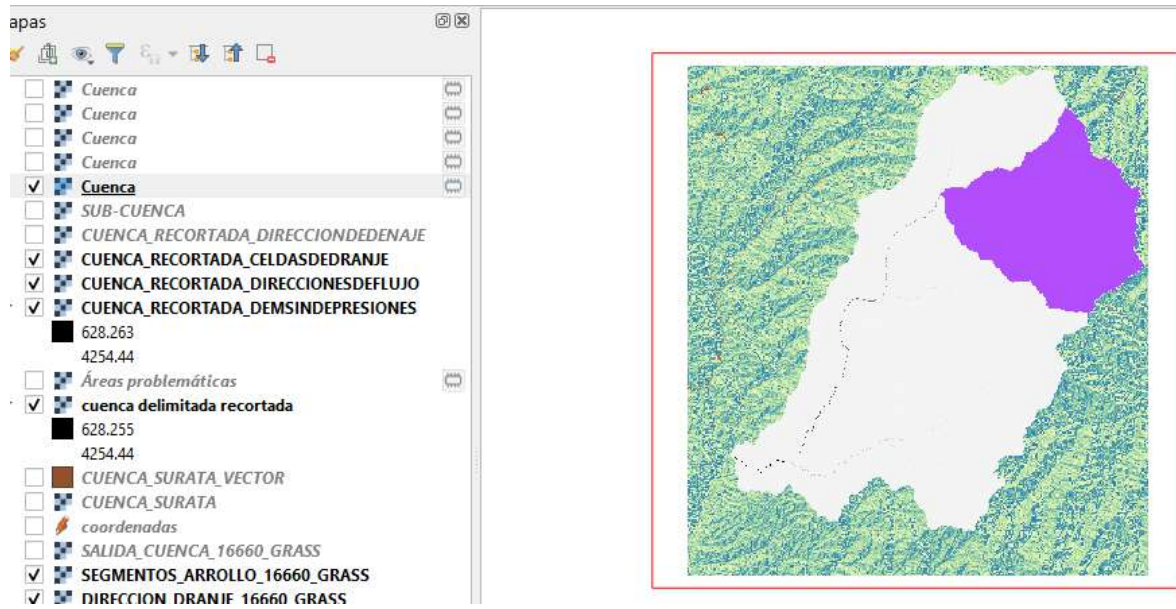


Ilustración 109-resultado delimitación subcuenca

- Para delimitar las demás subcuencas solo se debe repetir este procedimiento , poniendo el punto en las coordenadas en la que se encuentren los aportantes de la cuenca

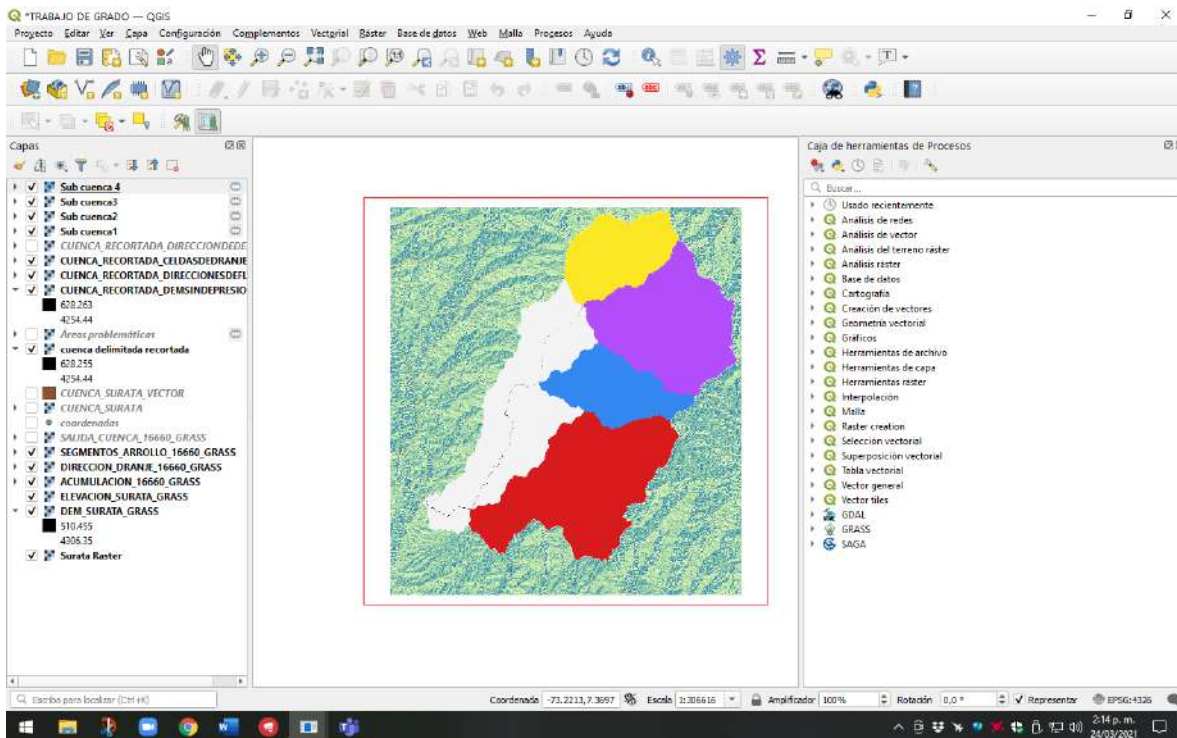


Ilustración 110-resultado delimitación subcuenca

- Quedará de esta manera, delimitando las diferentes subcuencas dentro de nuestra cuenca principal

**NOTA:** En este ejemplo se evidencian 4 subcuencas, que pertenecen a los diferentes aportantes de la cuenca surata, como lo son Charta tona y vetas, la parte que se encuentra en blanco se considera como una quinta subcuenca que hace parte del cauce principal de la cuenca surata. Es importante que antes de realizar una distribución de subcuencas, se realice el respectivo análisis de la cuenca delimitada ya que nos facilitara encontrar las fuentes hídricas aportantes

- De esta manera finalizaría la delimitación de subcuencas dentro de la delimitación de la Cuenca Surata

## 12.4 Mapas de pendiente

- Para hallar un mapa de pendientes de nuestra cuenca , es necesario usar la cuenca recortada ,vamos de nuevo a la caja de herramientas de procesos ,clic en GRASS luego ráster y luego buscamos el módulo r.slope.aspect.



*Ilustración 111- modulo r.slope.aspect*

- Al ejecutar este módulo nos aparecerá una tabla, en la primera casilla que es altitud debemos elegir a cuenca recortada delimitada, en el formato de la pendiente elegiremos FCELL y en parámetros avanzados en pendiente la guardaremos con el nombre de mapas de pendientes

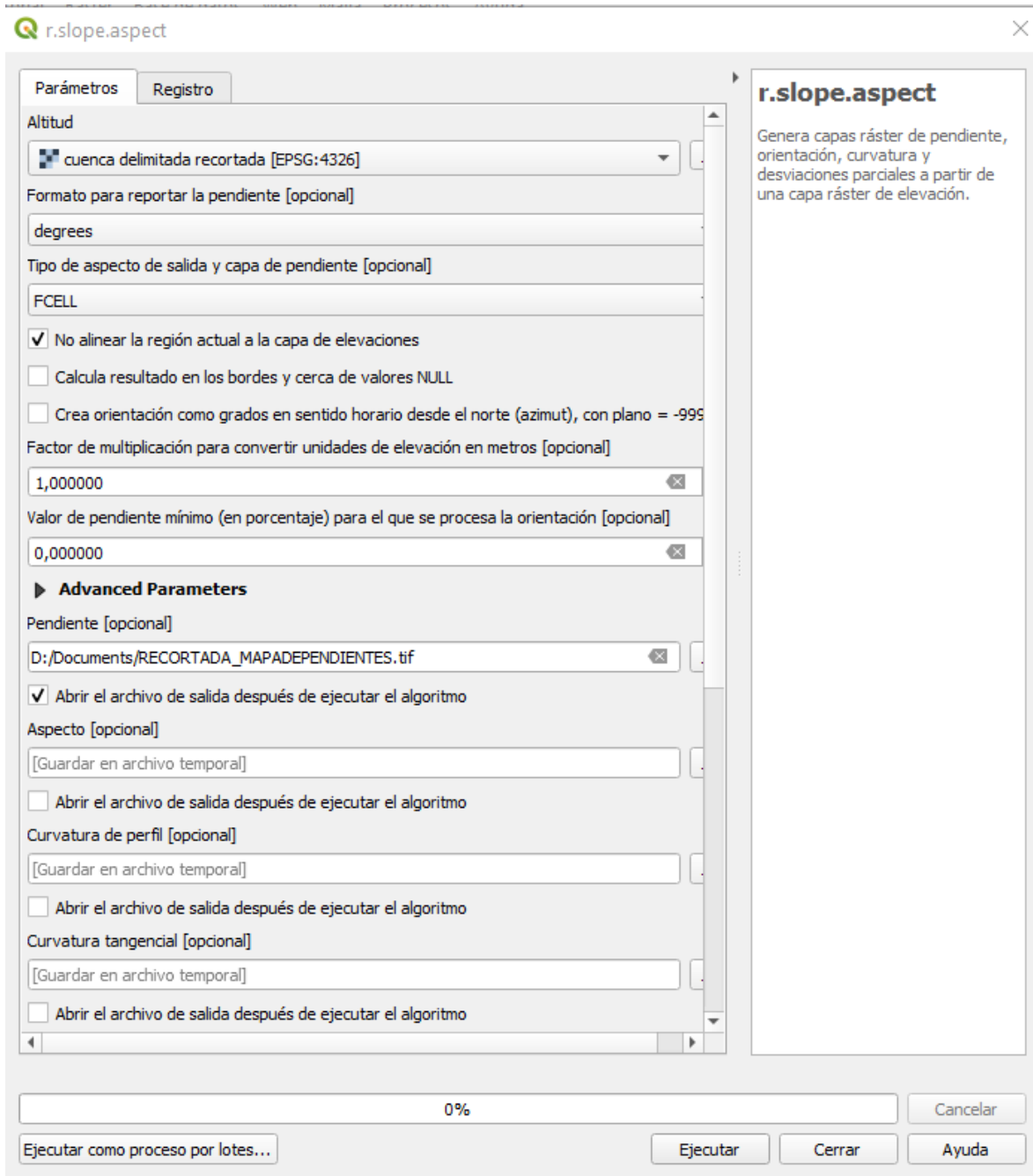


Ilustración 112- parametros r.slope.aspect

- Después de completar la tabla le damos ejecutar luego cerrar y ya tendremos lista la capa con nuestro mapa de pendientes

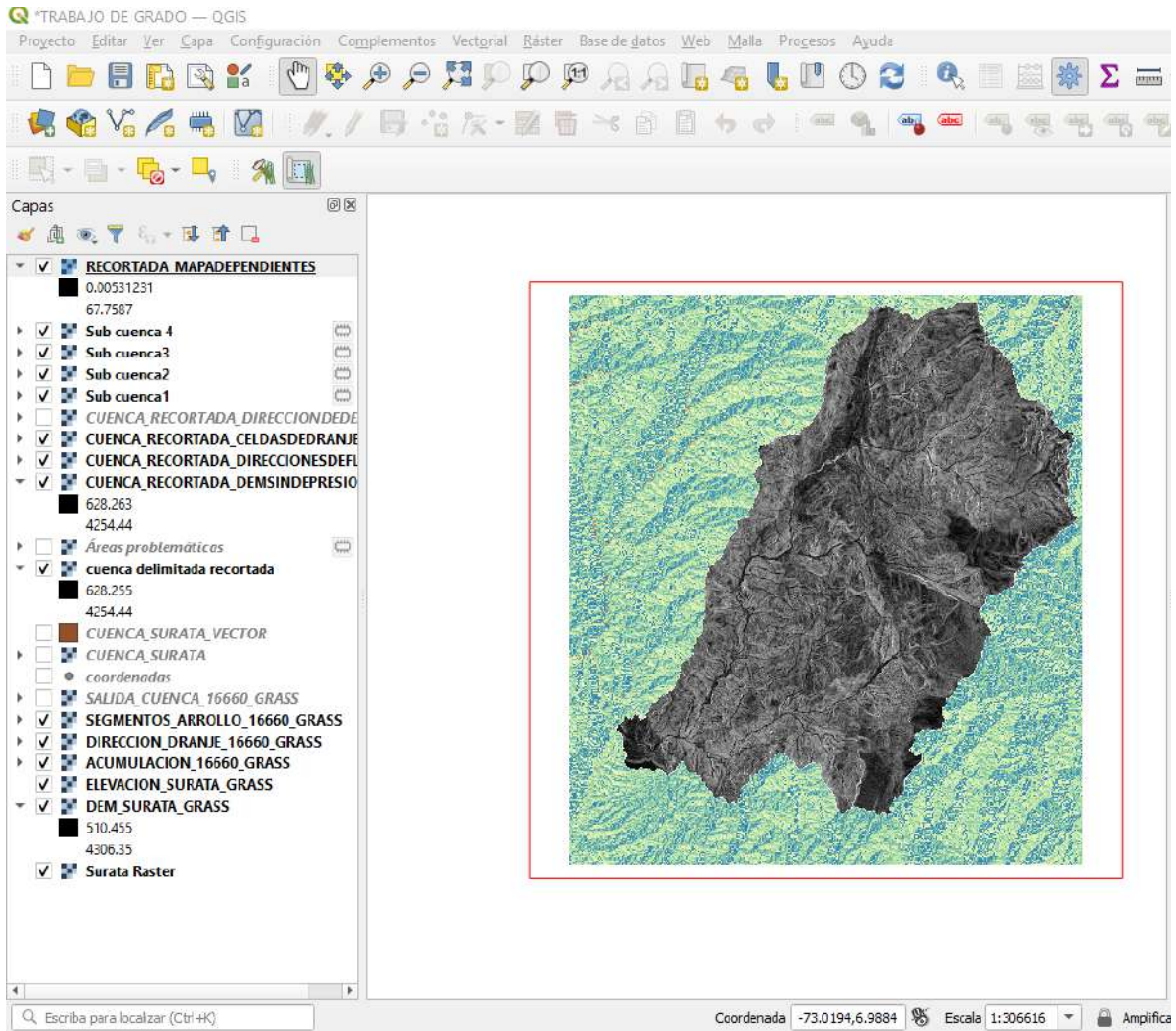


Ilustración 113- resultado modulo

## 12.5 Orden de drenaje

- Antes de empezar el procedimiento debemos cargar la capa exportada anteriormente en forma de la cuenca, en modo vector y guardad en formato shapefile , para ello debemos ir a la sección de arria ir dar clic en capa , posteriormente añadir capa y añadir capa vectorial

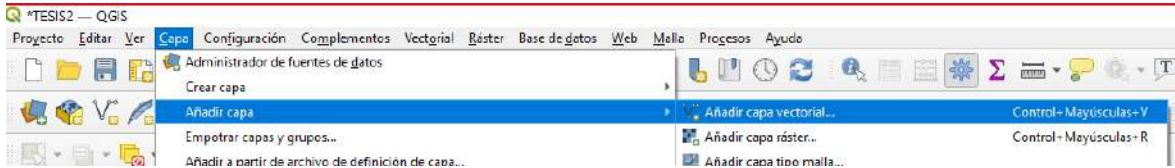


Ilustración 114- añadir capa vectorial

- Nos aparecerá un cuadro en el cual debemos cargar nuestra capa vector, le damos añadir y listo

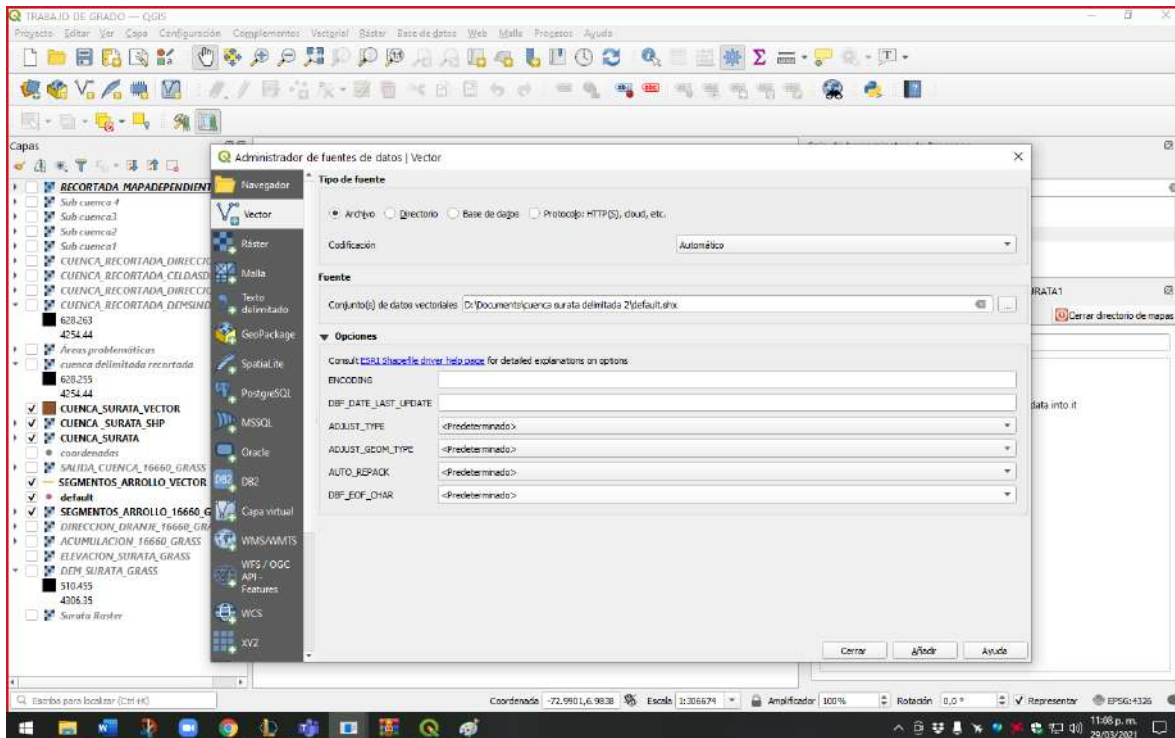


Ilustración 115- administrador de fuente de datos (Cómo Obtener El Orden de Una Red de Drenaje Con SAGA GIS y QGIS? - YouTube, n.d.)

- Para hallar el orden de drenaje será necesario usar las capas que hemos venido creando y transformar una de ellas a vector para ello utilizaremos el módulo de Grass, **r.to.vec.line**

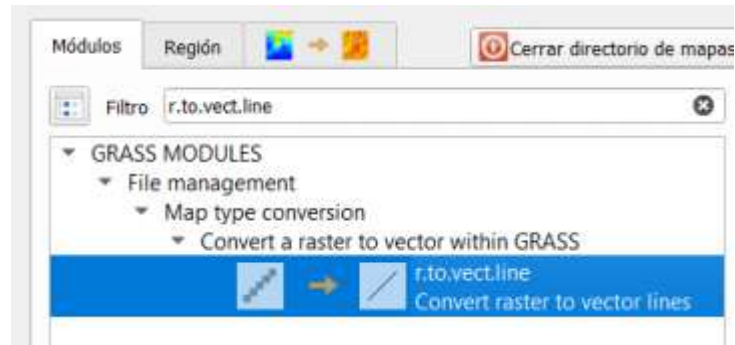


Ilustración 116- modulo r.to.vect.line

- Estando ya en el cuadro del módulo elegiremos el Grass creado anteriormente llamado SEGMENTOS\_ARROLLOS\_16660 y fijamos el cuadro que esta al lado derecho ,después asignaremos un nombre a la capa de salida ,después ejecutar y ver salida para poder ver nuestra nueva capa

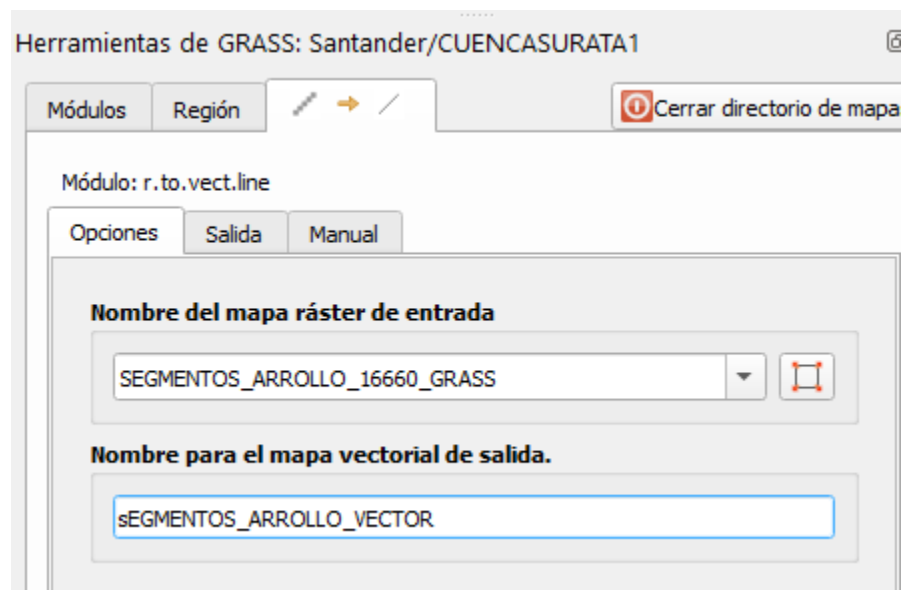
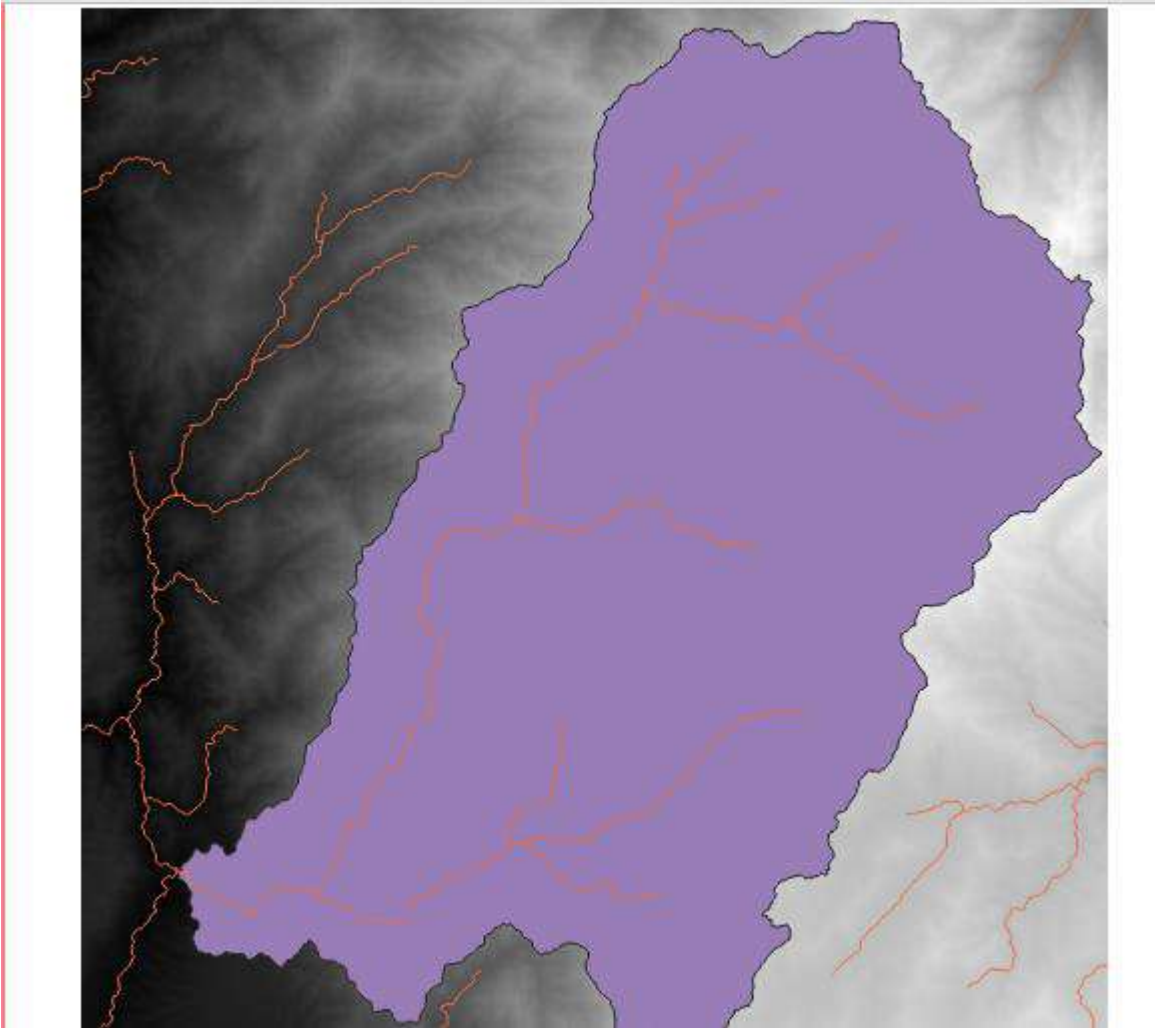


Ilustración 117- modulo r.to.vect.line

- Ahora ya tendremos la nueva capa en modo vector



*Ilustración 118-resultado drenaje*

- Ahora teniendo la nueva capa vector debemos exportarla como un archivo shapefile para que nuestro QGIS la pueda leer, nuevamente nos dirigimos al panel de Grass y en modulo buscamos **v.out.org** allí debemos buscar el segmento recortado es decir en nuestro caso segmento\_arrollo\_vector , guardamos en formato ESRI\_shapefile y le asignamos un nombre al nuevo archivo ,luego ejecutar .

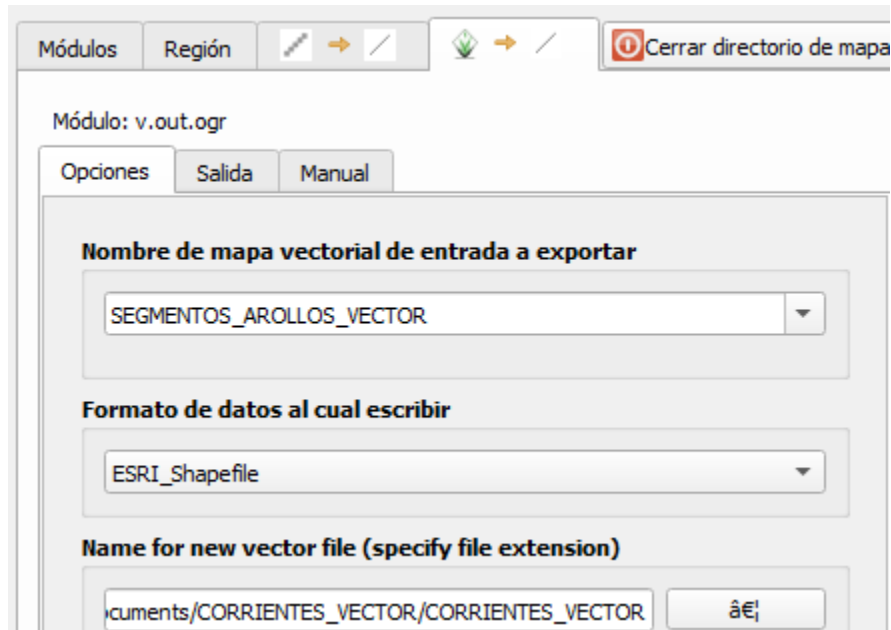


Ilustración 119-parametros modulo v.out.ogr

- Después realizamos un recorte para que las corrientes nos queden en la forma de la cuenca delimitada, para ello iremos a caja de herramientas de procesos y buscaremos **,cortar vectorial por capa de mascara**

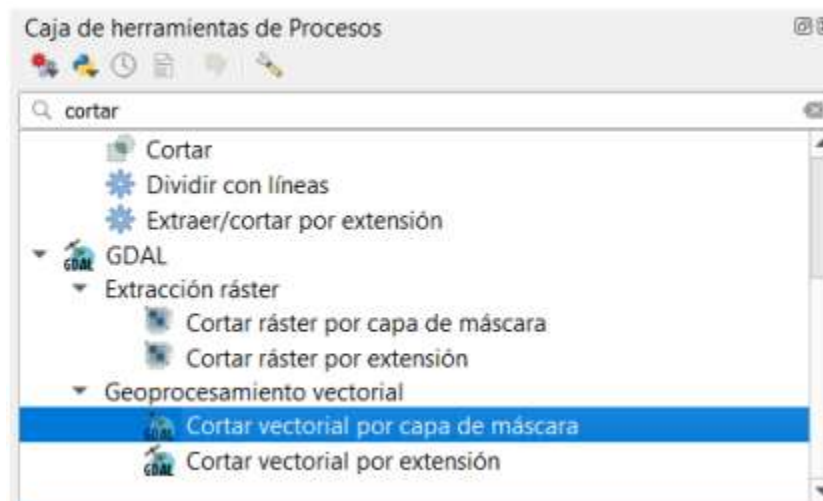


Ilustración 120-cortar vectorial por capa de mascara

- Estando dentro de la herramienta seleccionamos la capa de entrada nuestro vector de corrientes y en la capa mascarará se pondrá el archivo cargado en formato ogc le damos ejecutar y ya podemos empezar a hallar el orden de drenaje

- Ahora para comenzar a hallar el orden de manera manual debemos ir a nuestra capa de corrientes ,clic derecho y vamos a abrir tabla de atributos

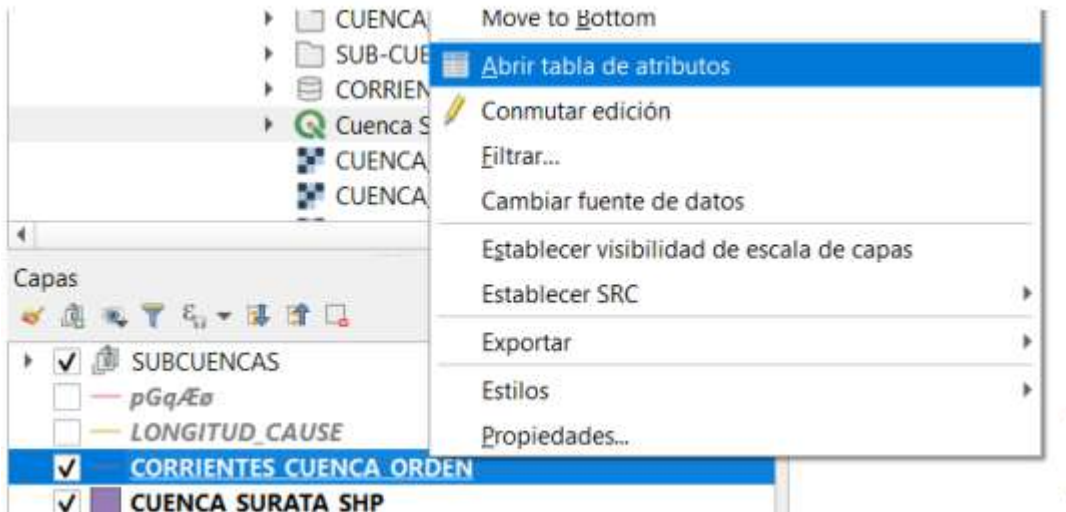


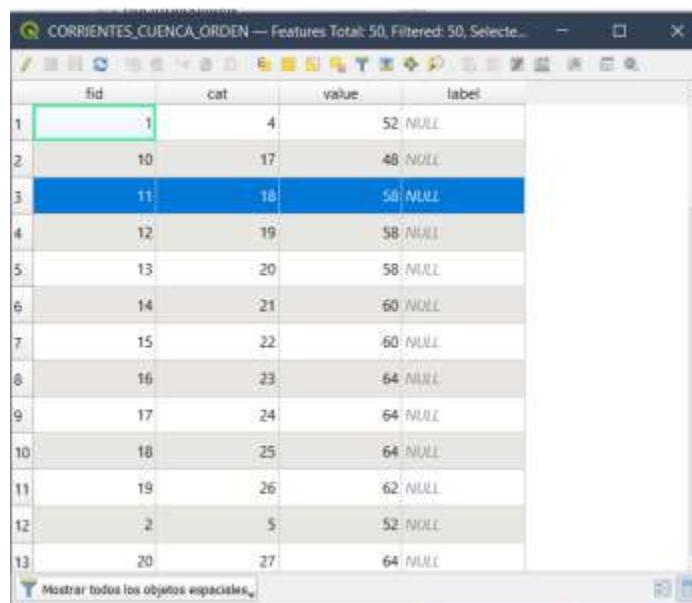
Ilustración 121-tabla de atributos de la cuenca orden

- Estando dentro de la tabla, nos pararemos y elegiremos las filas completas una por una , al seleccionarlas nos aparecerá en el QGIS al tramo que corresponde cada una de ellas , de esta manera



Ilustración 122-tramo seleccionado

- De esta manera veremos a que orden corresponde cada tramo al conocer el orden debemos colocar el numero en la columna de label donde dice la palabra NULL, damos doble clic y editamos , una por una , recordando la forma en que se suma el orden dependiendo de sus ramificaciones .al final le damos clic en el lápiz y finalmente le damos guardar



The screenshot shows a QGIS attribute table window titled 'CORRIENTES\_CUENCA\_ORDEN' with 50 features total and 50 filtered. The table has four columns: 'fid', 'cat', 'value', and 'label'. The data is as follows:

	fid	cat	value	label
1	1	4	52	NULL
2	10	17	48	NULL
3	11	18	58	NULL
4	12	19	58	NULL
5	13	20	58	NULL
6	14	21	60	NULL
7	15	22	60	NULL
8	16	23	64	NULL
9	17	24	64	NULL
10	18	25	64	NULL
11	19	26	62	NULL
12	2	5	52	NULL
13	20	27	64	NULL

*Ilustración 123-tabla de corrientes de cuenca*

- Luego iremos a la capa creada de corrientes, damos clic derecho y vamos a propiedades

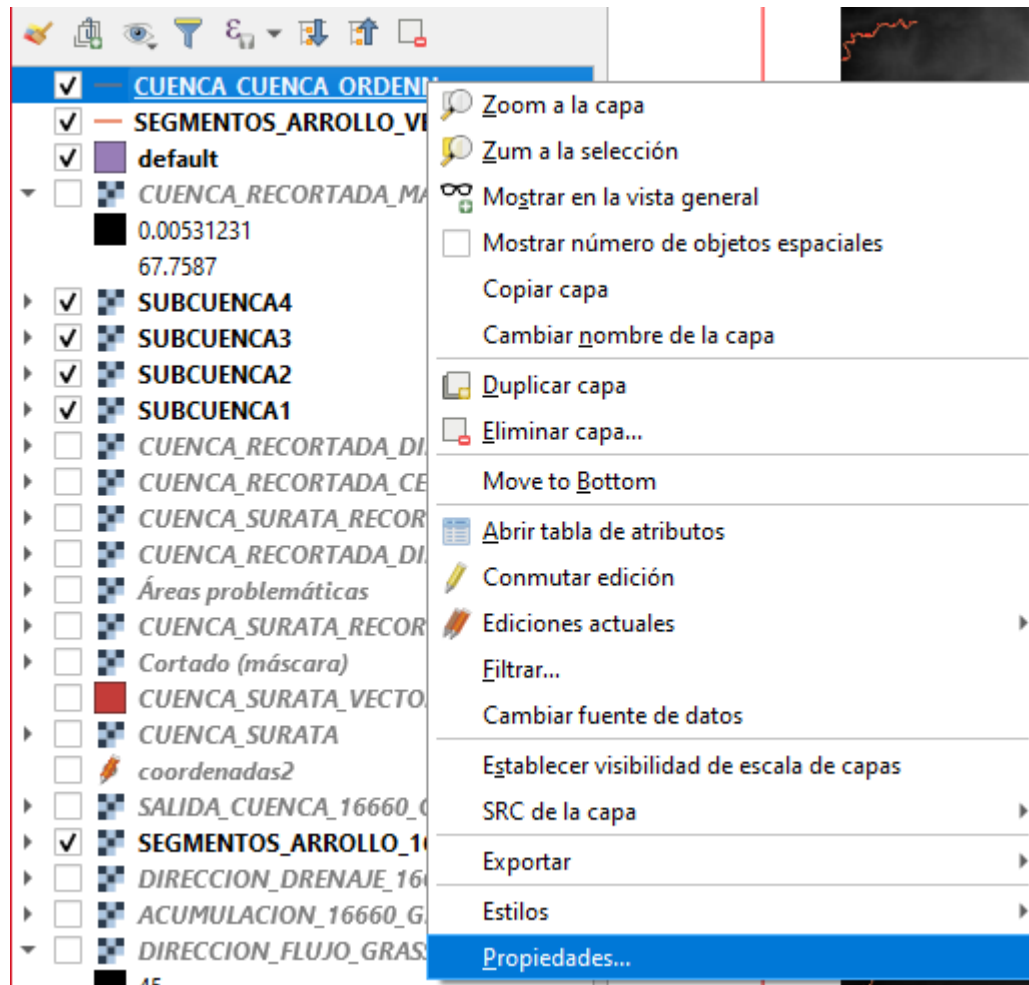


Ilustración 124-propiedades cuenca orden

- vamos a etiquetas y en caso de que no salga ninguna elegimos single Labels, posteriormente abajo en valor ponemos abc label, damos aplicar y luego aceptar

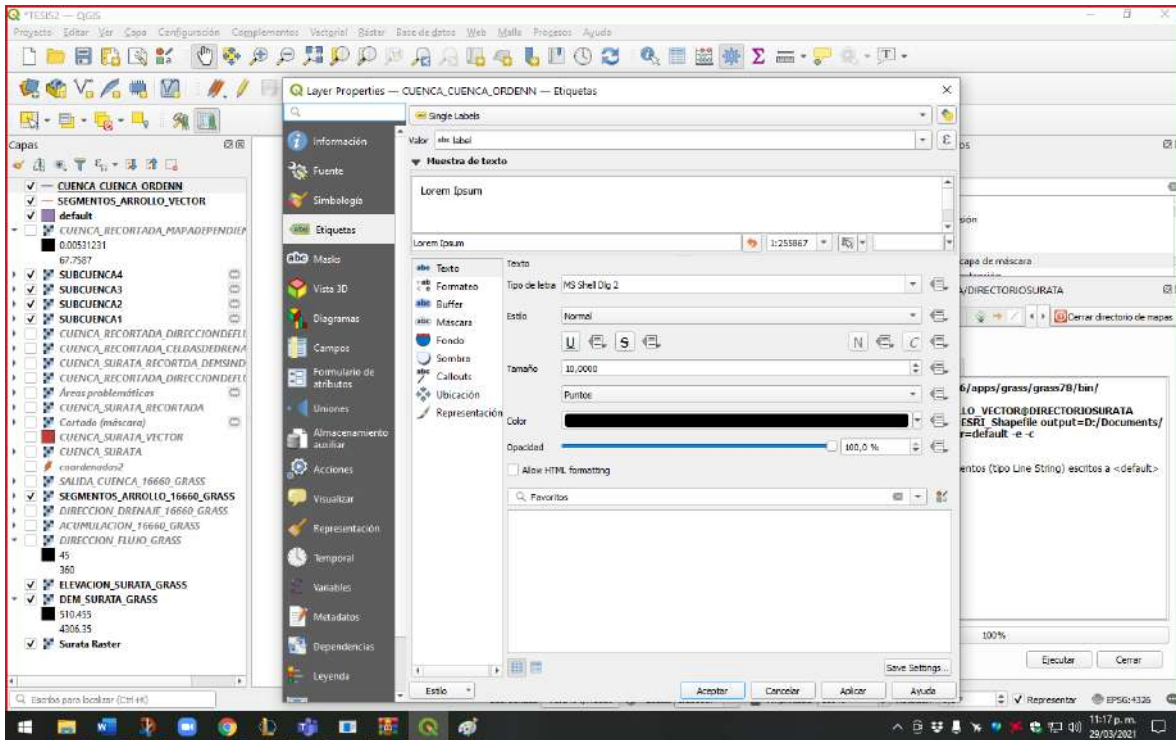


Ilustración 125- parametros etiquetas

- Y finalmente quedaría así nuestro orden de drenaje , con los números del orden en cada una de sus ramificaciones de la cuenca delimitada

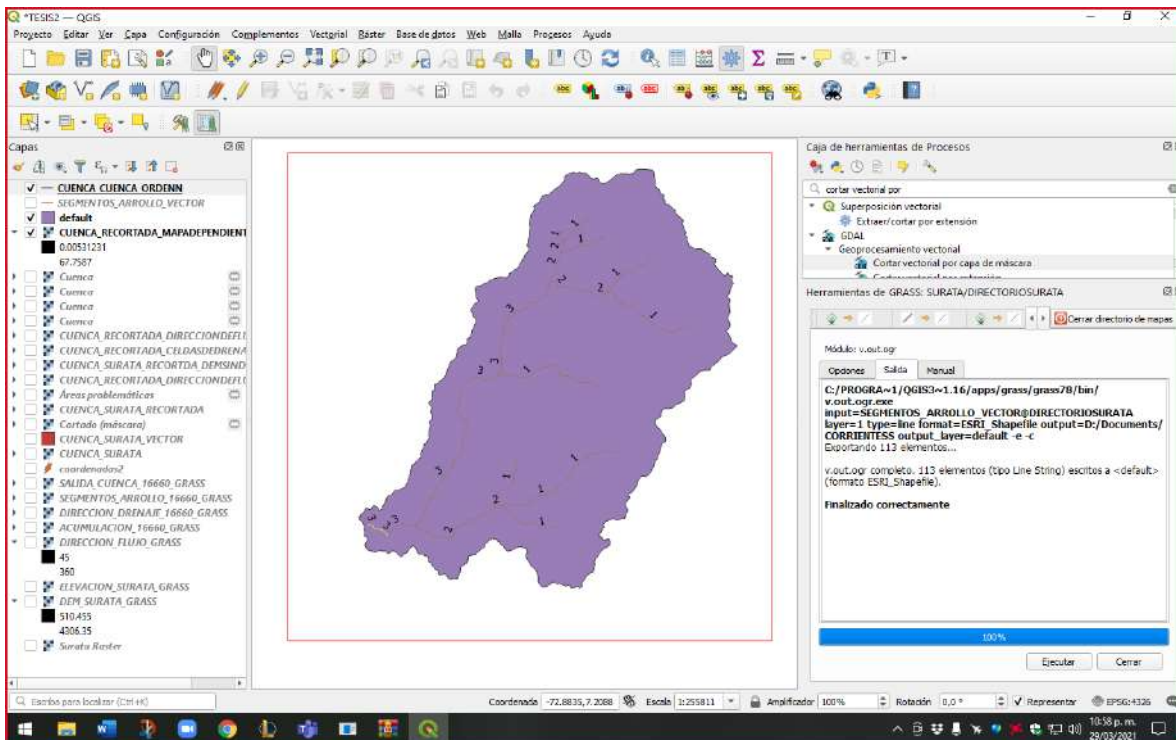


Ilustración 126-resultado orden de drenaje

## 12.6 Red de drenaje

- La red de drenaje es parte de la información que hallamos anteriormente, así que lo que haremos ahora mismo es tomar esa información y solo agregarle el nombre de las fuentes hídricas que se encuentra allí, para ello realizaremos una copia de la red de drenaje que antes teníamos, para ello le damos clic derecho a nuestra capa y duplicar

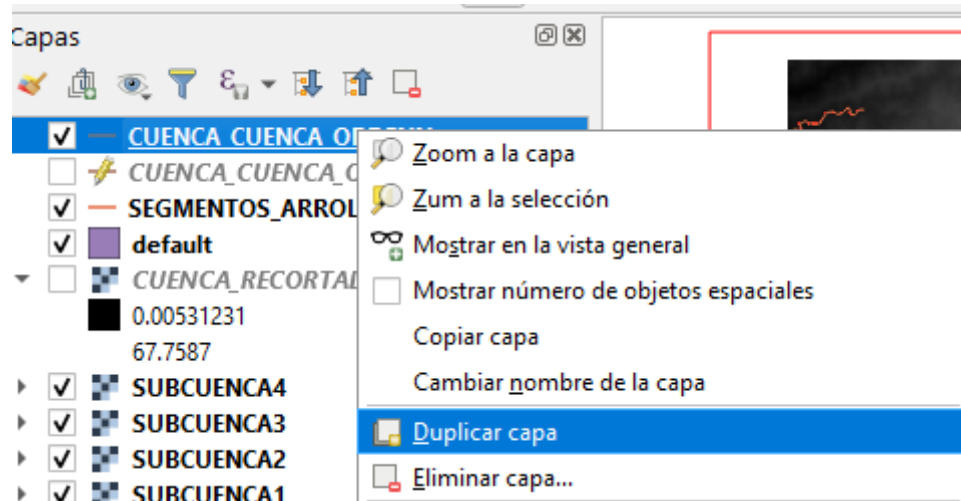


Ilustración 127-duplicado capa

- Básicamente es la misma capa pero al final dice copiar , en esta capa nueva le daremos clic derecho a la capa y abrir tabla de atributos

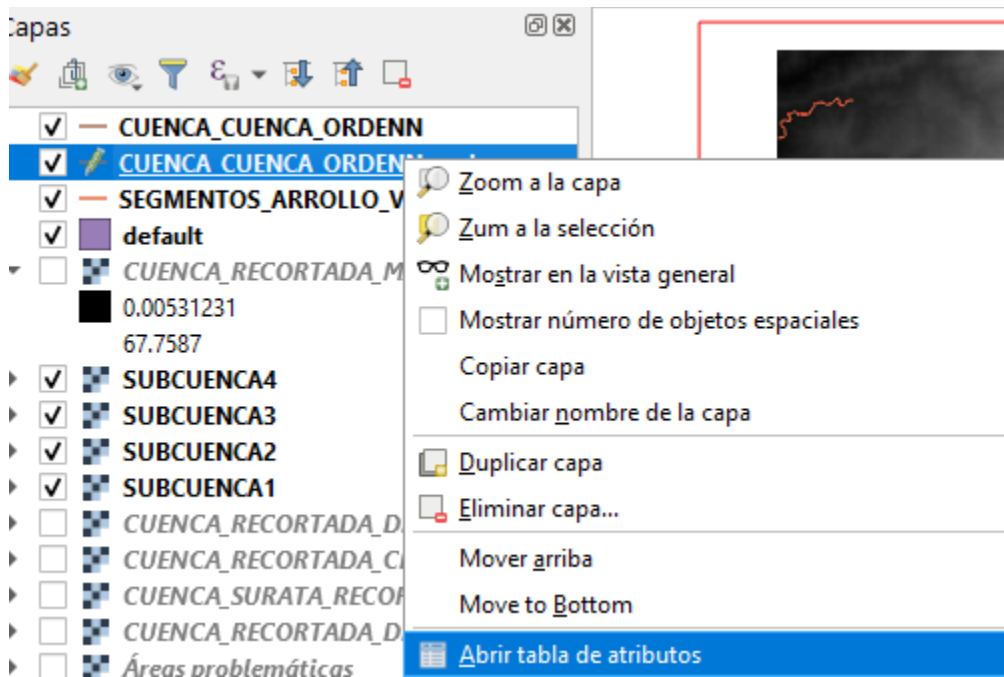
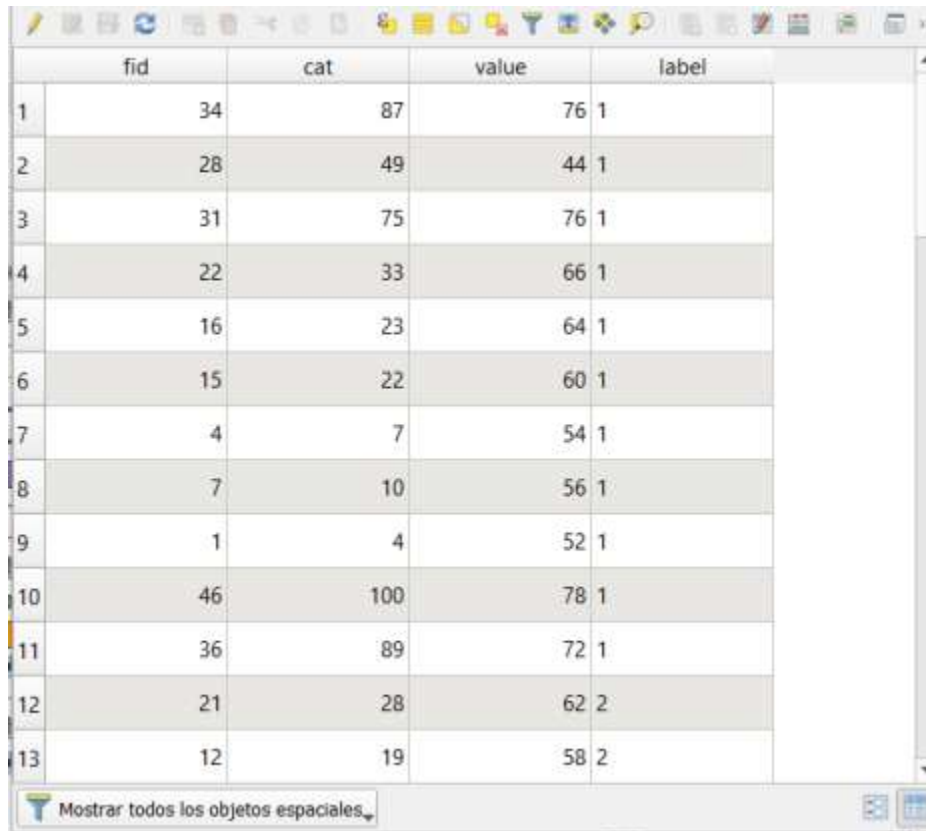


Ilustración 128-abrir tabla de atributos

- Se nos abrirá una tabla y lo que haremos es un proceso similar al que ya hemos hecho en el proceso para hallar el orden de drenaje de la cuenca



	fid	cat	value	label
1	34	87	76	1
2	28	49	44	1
3	31	75	76	1
4	22	33	66	1
5	16	23	64	1
6	15	22	60	1
7	4	7	54	1
8	7	10	56	1
9	1	4	52	1
10	46	100	78	1
11	36	89	72	1
12	21	28	62	2
13	12	19	58	2

Ilustración 129- tabla de atributos

- Buscaremos en la tabla a cuales filas pertenecen las fuentes hídricas de rio Charta, rio vetas ,rio surata y rio tona que son los afluentes aportantes de la cuenca de surata . Al seleccionar una fila donde aparece el número de orden se nos iluminara cada uno de las secciones de la fuente hídrica y ahí sabremos que nombre ponerle,(recordemos que lo único que debemos editar es la columna de label donde se encuentran los números del orden de drenaje de la cuenca )

CUENCA\_CUENCA\_ORDENN copiar — Features Total: 50, Filtered: 5...

123 fid = ε Actualizar todo Actualizar lo seleccionado

	fid	cat	value	label
36	47	101	42	3
37	49	103	42	3
38	48	102	42	3
39	11	18	58	3
40	27	46	46	3
41	26	37	46	3
42	25	36	46	3
43	24	35	46	3
44	30	56	44	3
45	29	55	44	3
46	28	49	44	Rio charta
47	44	98	44	Rio surata
48	23	34	46	Rio surata
49	50	104	70	Rio tona
50	21	28	62	Rio vetas

Mostrar todos los objetos espaciales

Ilustración 130- tabla de atributos

- Para guardar daremos clic en el lápiz y ya tendremos guardada nuestra red de drenaje de nuestra cuenca

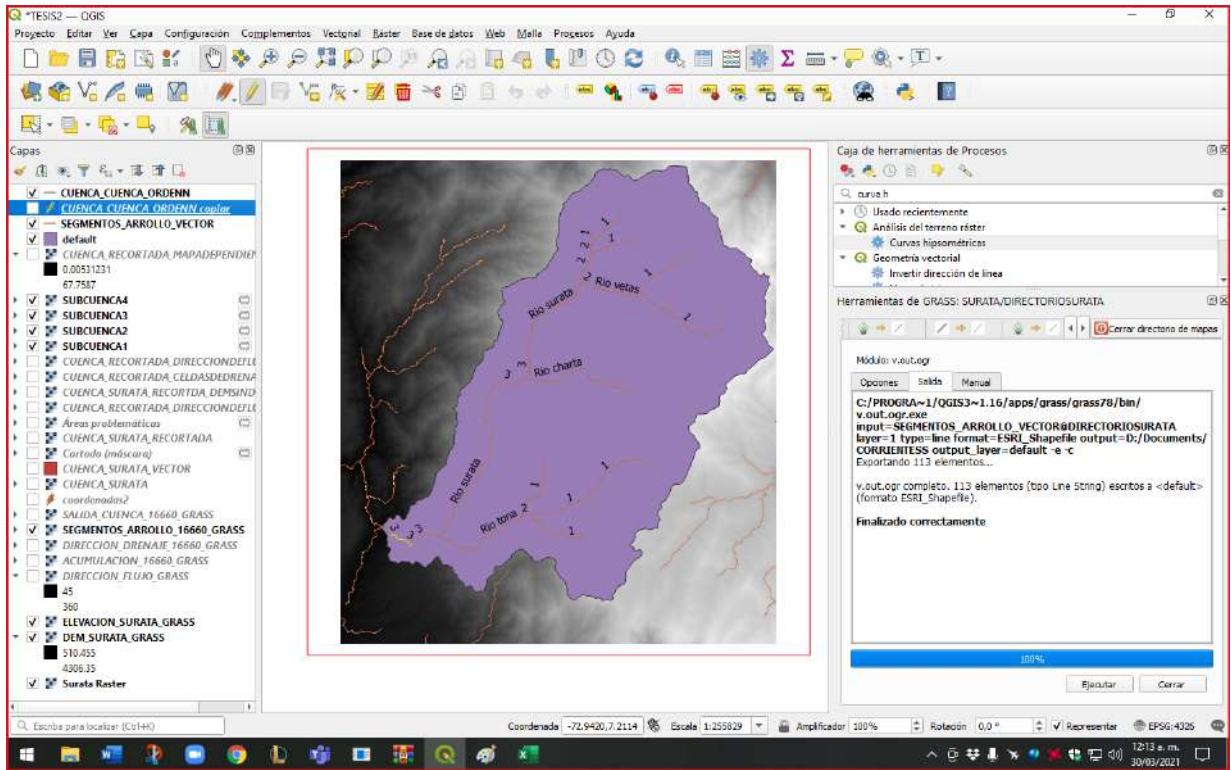


Ilustración 131- resultado

## 12.7 Curva hipsométrica

- Para comenzar a hallar nuestra curva hipsométrica iremos a la herramienta de cajas de proceso, buscaremos el módulo que se llama “curva hipsométrica” y lo abrimos.

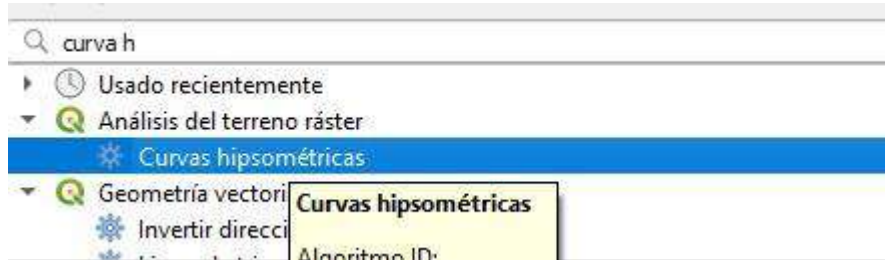


Ilustración 132-búsqueda curva hipsométrica (CURVA HIPSONOMETRICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES EN QGIS - YouTube, n.d.)

- Estando dentro de la pestaña, seleccionamos la capa recortada que tenemos de la cuenca y en capa de contorno elegimos el archivo shape, en paso lo dejaremos por defecto pero en curvas hipsométricas le asignamos una ruta y nombre para guardarlos en un archivo que abriremos en Excel donde allí crearemos nuestra grafica.

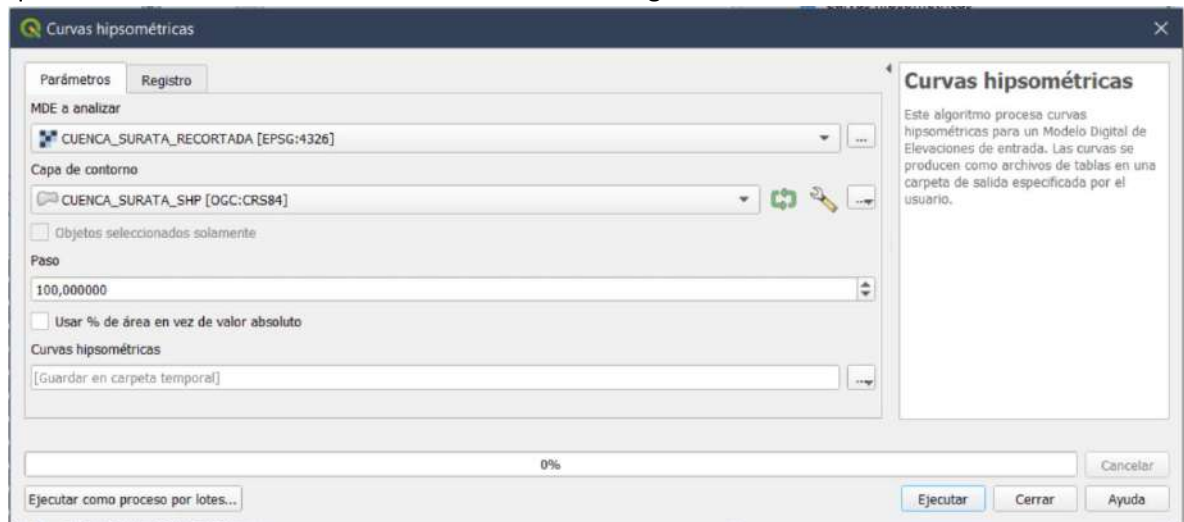


Ilustración 133- parametros curvas hipsométricas

- Nuestro archivo quedara guardado como



Ilustración 134- archivo descargado

- Cuando abrimos el archivos nos encontraremos con bastantes datos acumulados, para organizarlos seleccionaremos todos los datos y en la parte superior del Excel nos dirigimos a “datos” y luego a “texto en columnas”.

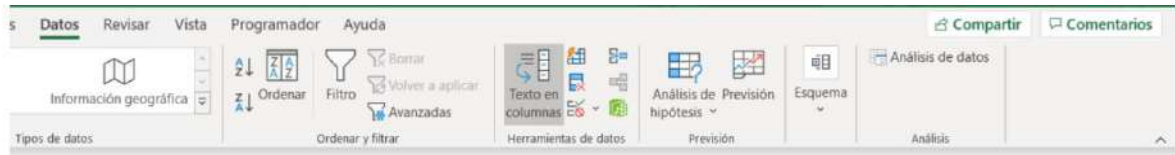


Ilustración 135-selección texto de columnas

- Seleccionaremos delimitados y siguiente

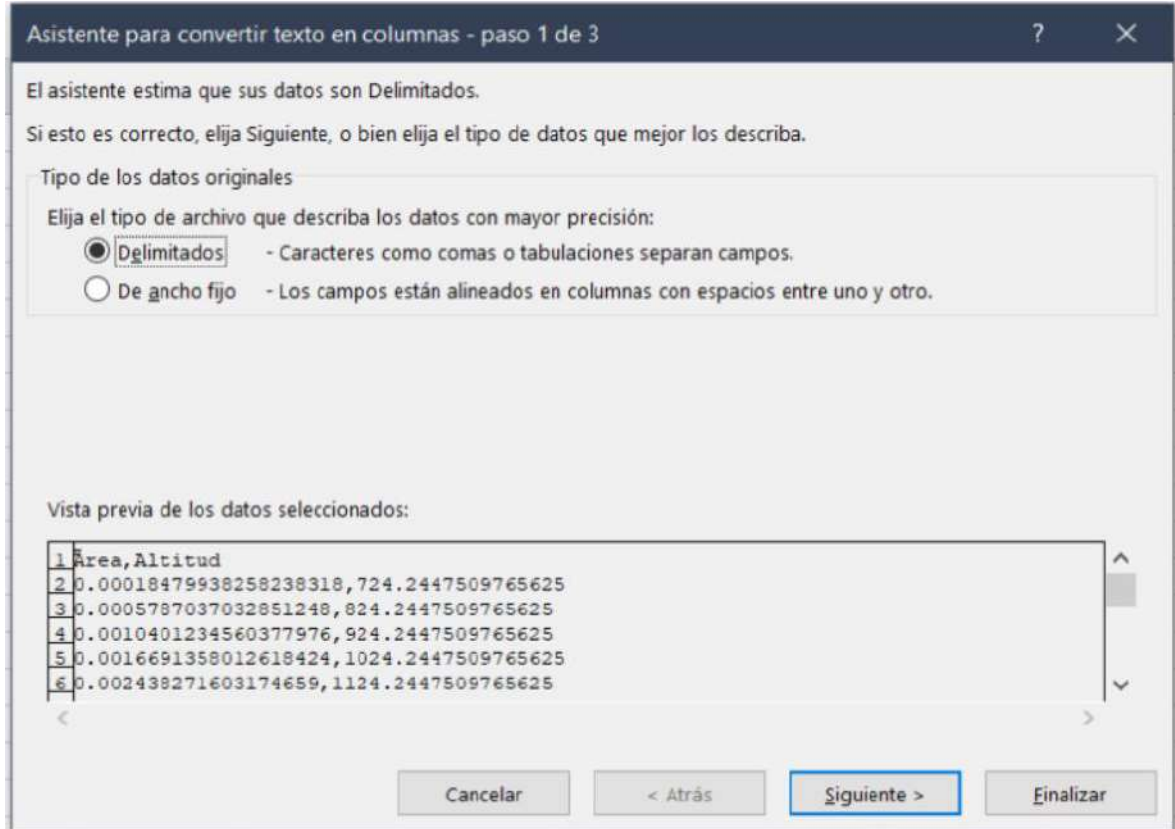


Ilustración 136-parametros convertir texto en columnas

- Ahora en separadores colocaremos comas y siguiente

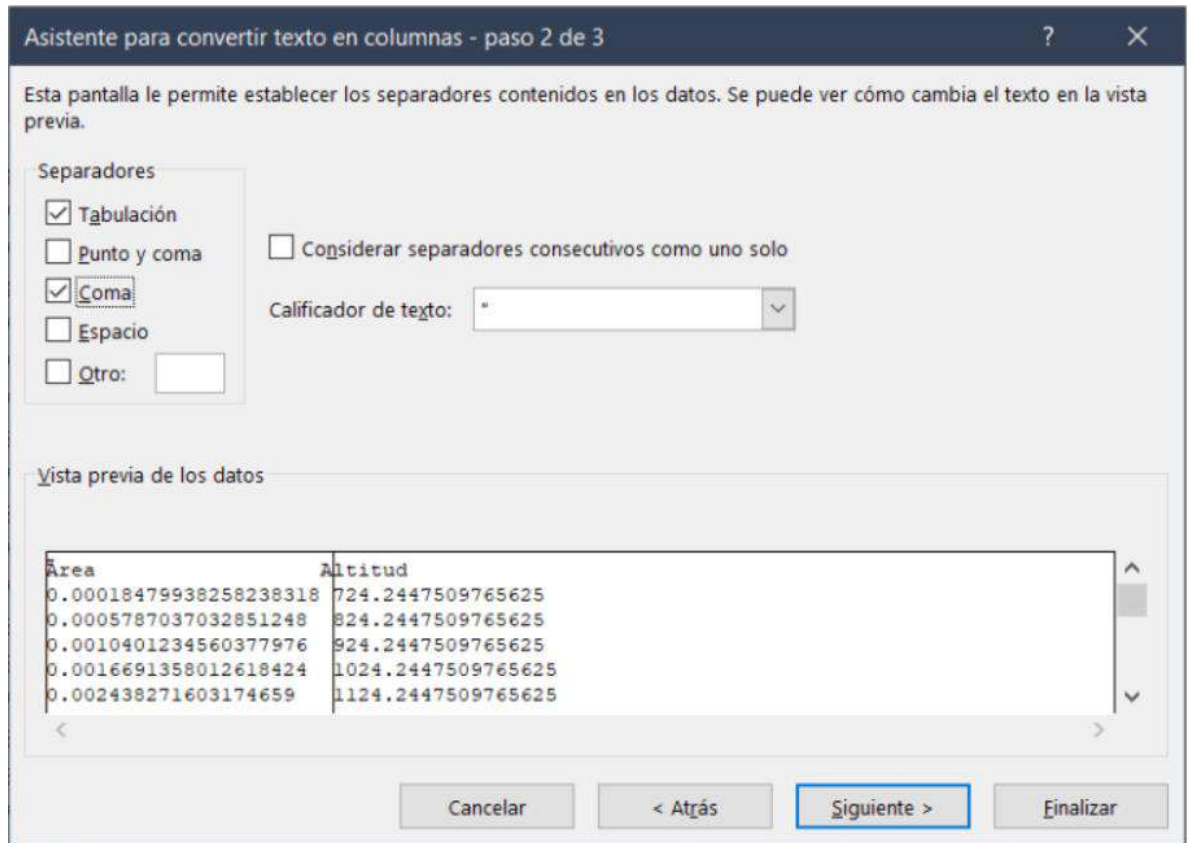


Ilustración 137- parametros convertir texto en columnas

- Después dejaremos lo que esta por defecto, finalizar y ya tendremos los valores ordenados.

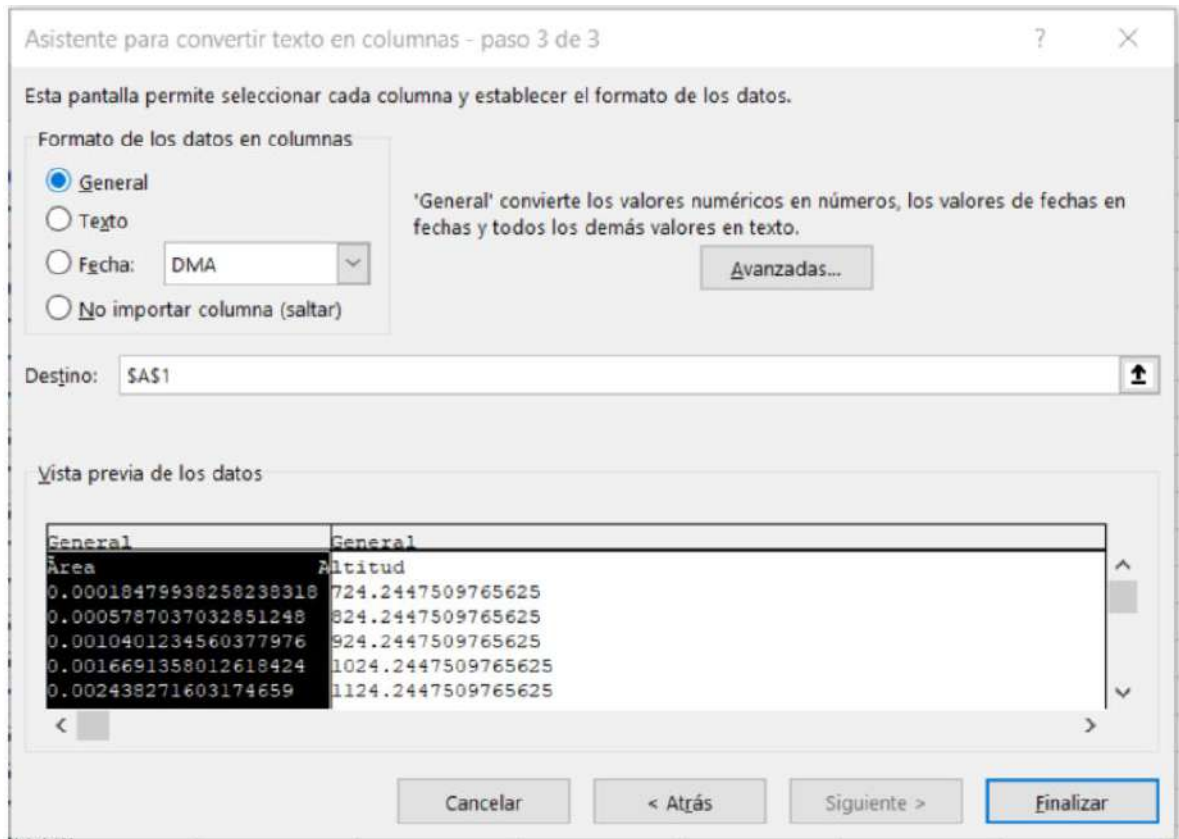


Ilustración 138- parametros convertir texto en columnas

- Teniendo los datos ordenados, crearemos una nueva columna con el nombre de área parcial, en la primera fila será igual al área que nos dio en el QGIS y en la segunda casilla será la área de la segunda casilla menos la de la primer casilla, esto lo repetiremos en todos los datos.

Área	Altitud	Area parcial
0.0001848	724.244751	0.0001848
0.0005787	824.244751	=A3-A2
0.00104012	924.244751	
0.00166914	1024.24475	
0.00243827	1124.24475	
0.0033314	1224.24475	
0.0044425	1324.24475	

Ilustración 139-columna área parcial

- Ahora en la siguiente casilla pondremos las áreas que quedan sobre el área fina, para ello haremos el cálculo la última área de la primera columna menos cada una de las áreas individuales donde el ultimo valor dará 0.

	A	B	C	D
	Área	Altitud	Area parcial	AQSA
	0.000184799	724.244751	0.000184799	=0.0565560184776113-A2
	0.000578704	824.244751	0.000393904	
	0.001040123	924.244751	0.00046142	
	0.001669136	1024.244751	0.000629012	

Ilustración 140- creación columna AQSA

- En la siguiente columna calcularemos el porcentaje del área parcial, tomaremos el área parcial lo multiplicamos por 1000 y lo dividimos en el último área que se encuentra en la primera columna, repetimos el paso a todos los datos.

	C	D	E
	Area parcial	AQSA	%AP
	0.000184799	0.051=C2*100/0.0565560184776113	
	0.000393904	0.055977315	0.696485239
	0.00046142	0.055515895	0.815863219
1	0.000629012	0.054886883	1.112193471
1	0.000760136	0.054417747	1.250052041

Ilustración 141-creacion columna %AP

- Para crear el grafico de hipsometría, nos dirigiremos a insertar, luego en grafico de dispersión de puntos y lo seleccionamos.

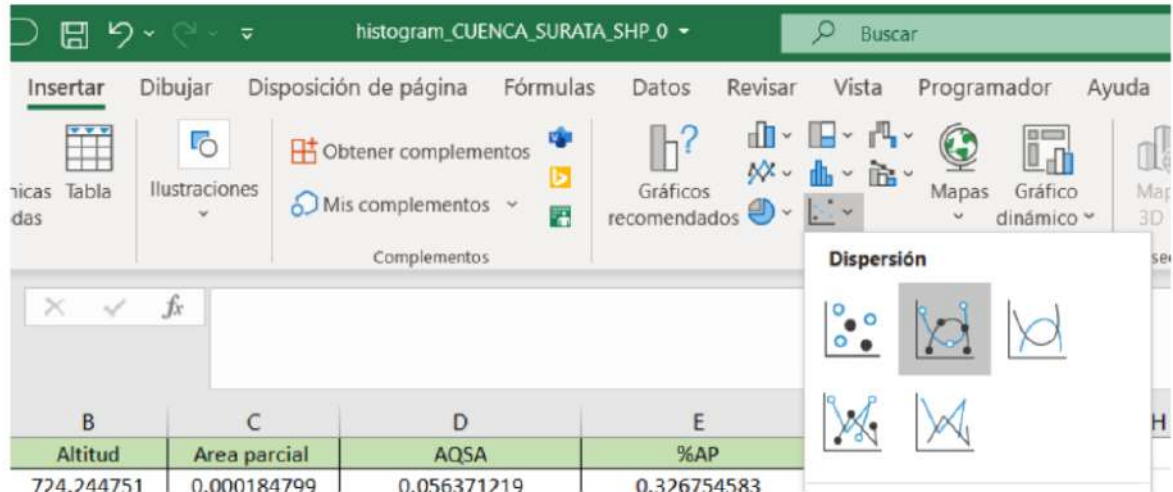


Ilustración 142-creacion grafico

- Nos aparecerá un gráfico en blanco, le daremos clic derecho y seleccionar datos

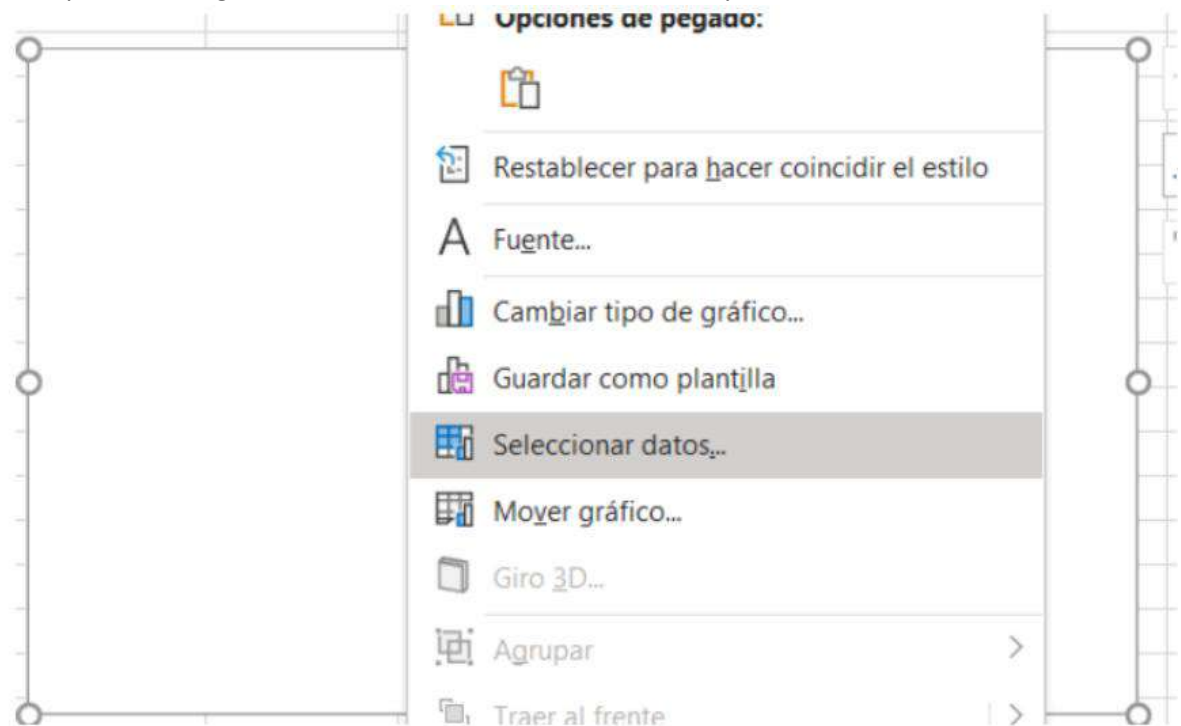


Ilustración 143- seleccionar datos

- Le daremos en agregar

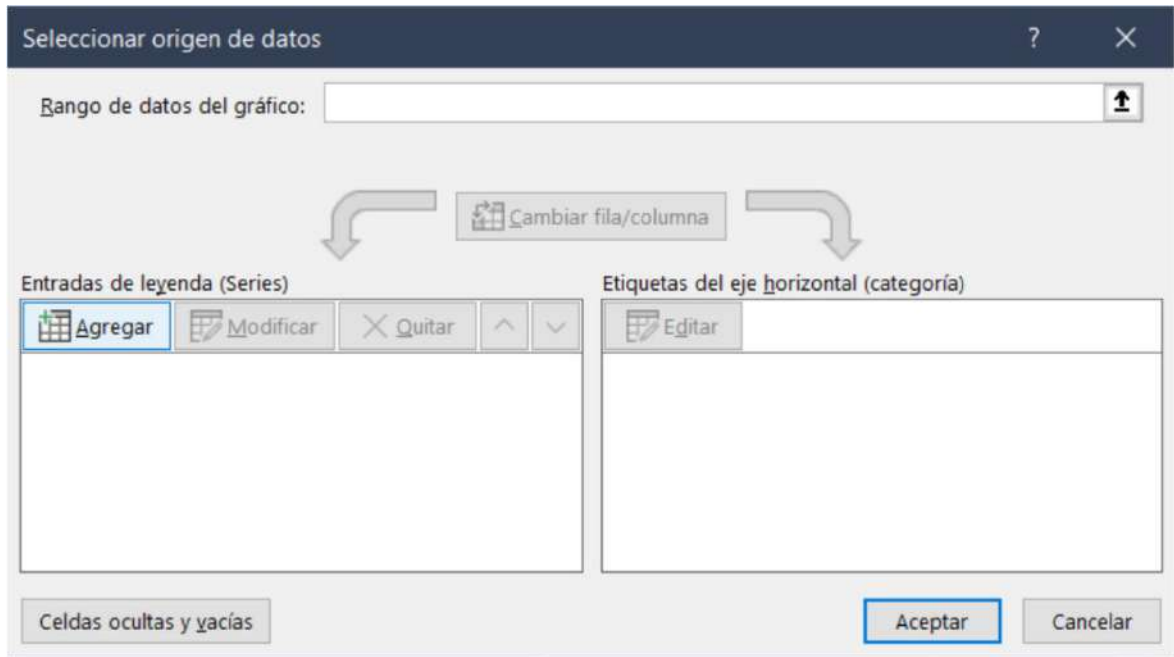


Ilustración 144-seleccionar origen de datos

- En el nombre de la serie pondremos “CURVA HIPSOMETRICA”, en valores X de la serie daremos flecha hacia arriba y seleccionaremos toda la columna de AQSA, en valores Y de la serie seleccionaremos toda la columna de latitud, damos aceptar.

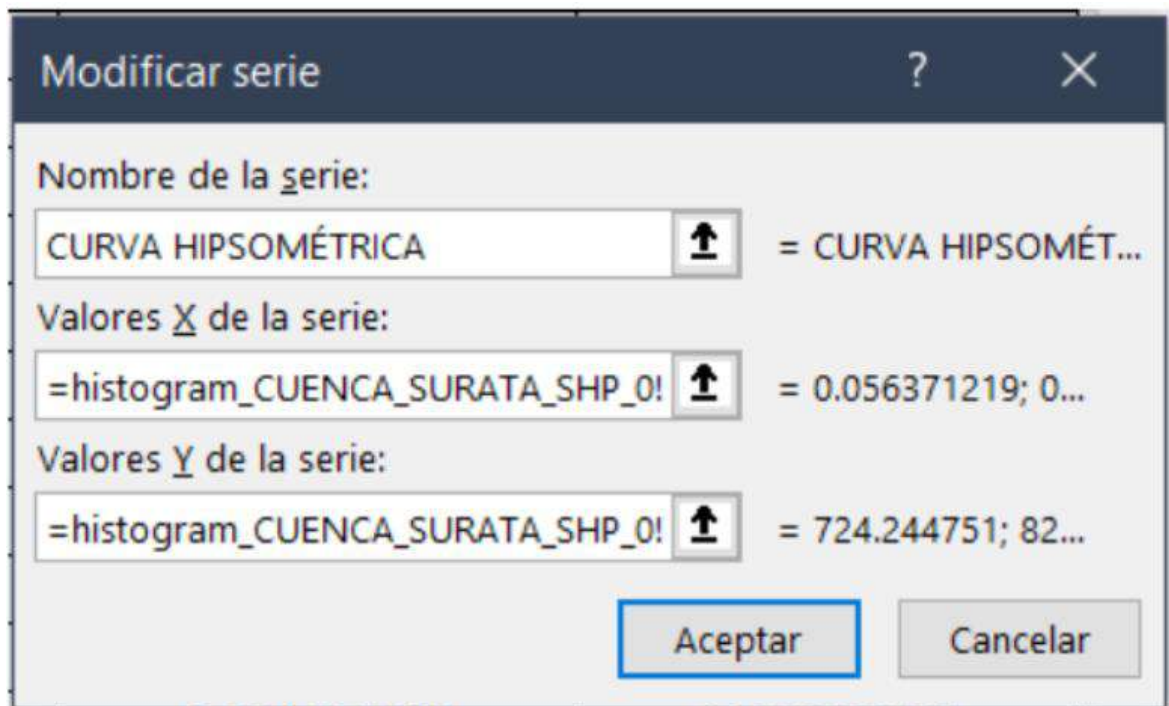


Ilustración 145-parametros serie

- Nos quedara un grafico similar a este

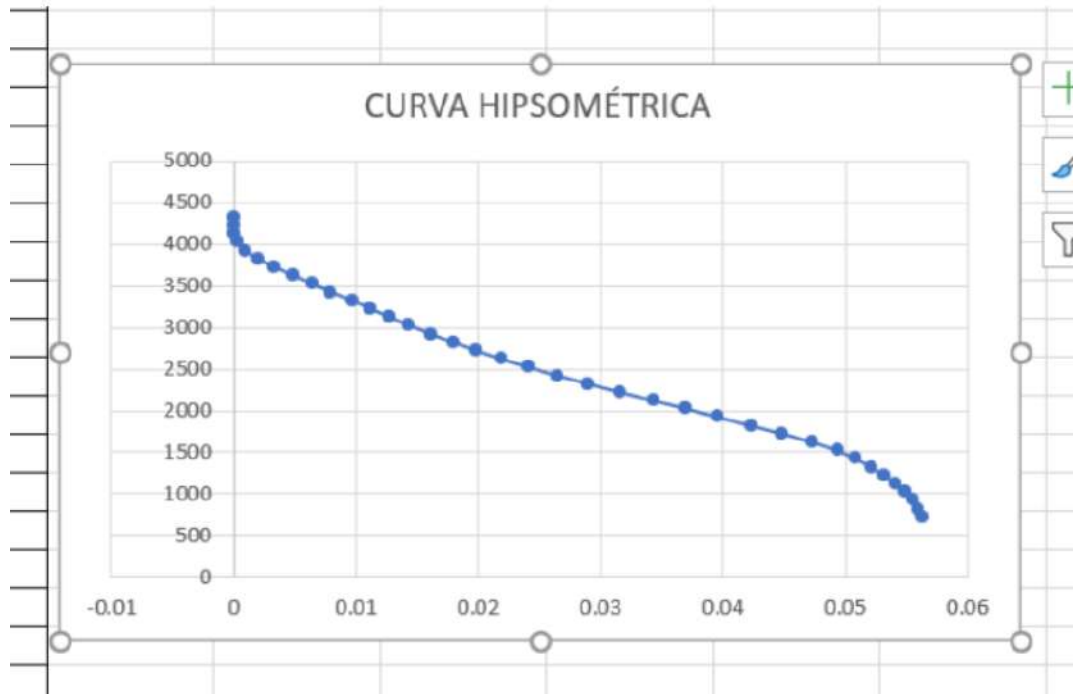


Ilustración 146- resultado curva hipsométrica

- Ahora volvemos a darle en clic derecho "seleccionar datos", después en agregar, donde pondremos en el nombre de la serie FRECUENCIA, en valores X de la serie seleccionaremos toda la columna de %AP, en valores Y de la serie seleccionaremos toda la columna de altitud y le daremos aceptar

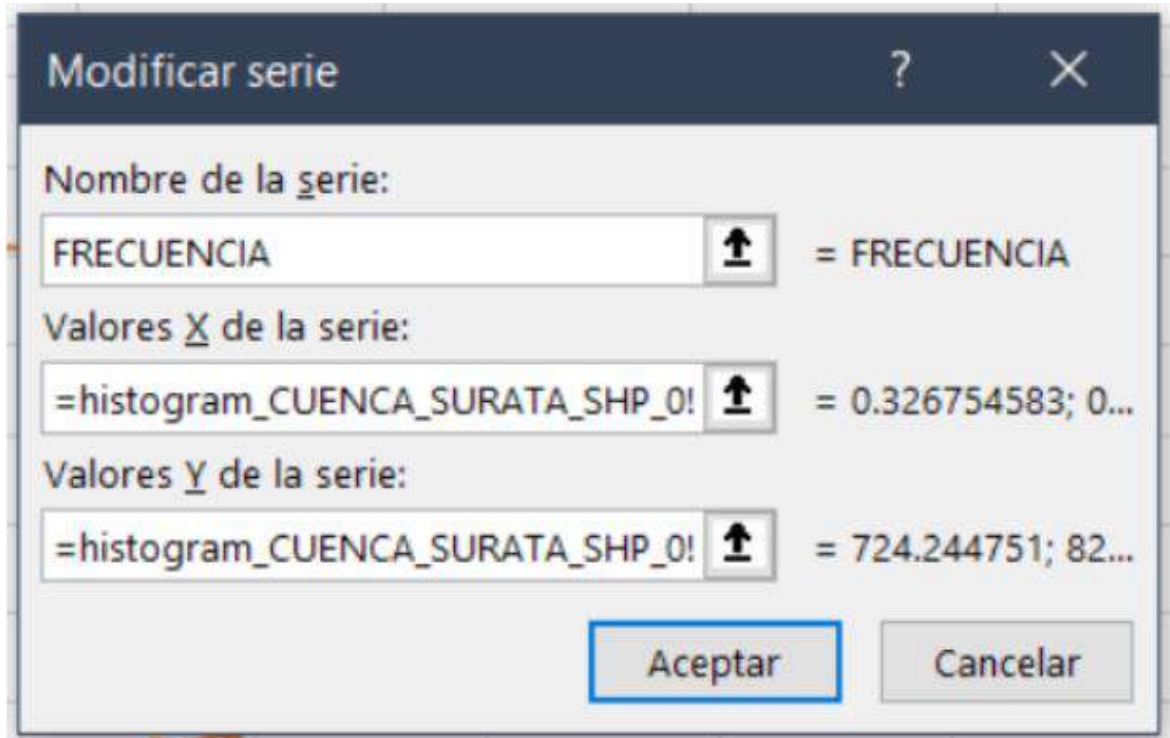


Ilustración 147-parametros serie

- Los datos agregados se verán de esta forma y le damos en aceptar

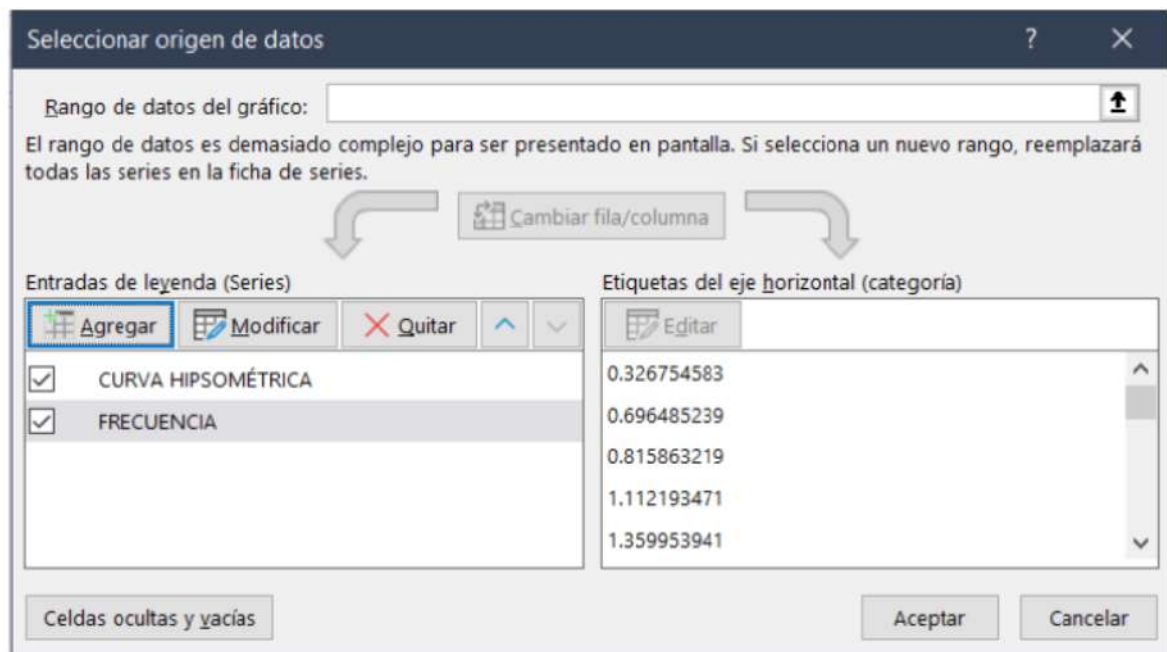


Ilustración 148-parametros origen de datos

- En mi caso quedo la grafica de la siguiente manera

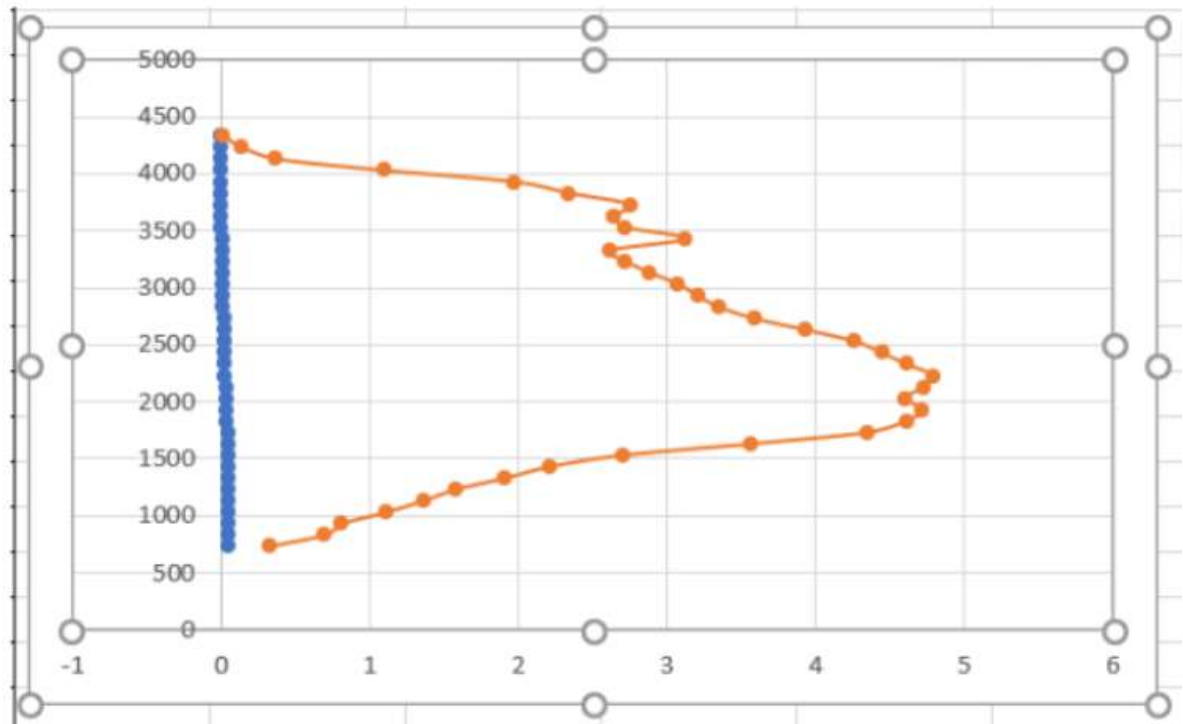


Ilustración 149-resultado grafica

- Seleccionaremos los datos de color naranja con clic izquierdo, después clic derecho y cambiar tipo de grafico en serie, iremos a la parte izquierda de la tabla en combinado, en la parte inferior de la tabla le asignaremos al primer nombre de serie dispersión con líneas suaves y en el segundo nombre de la serie barras aplicadas. Le daremos aceptar.



Ilustración 150-parametros cambiar tipo de grafico

- Nos quedara un grafico en nuestro caso así

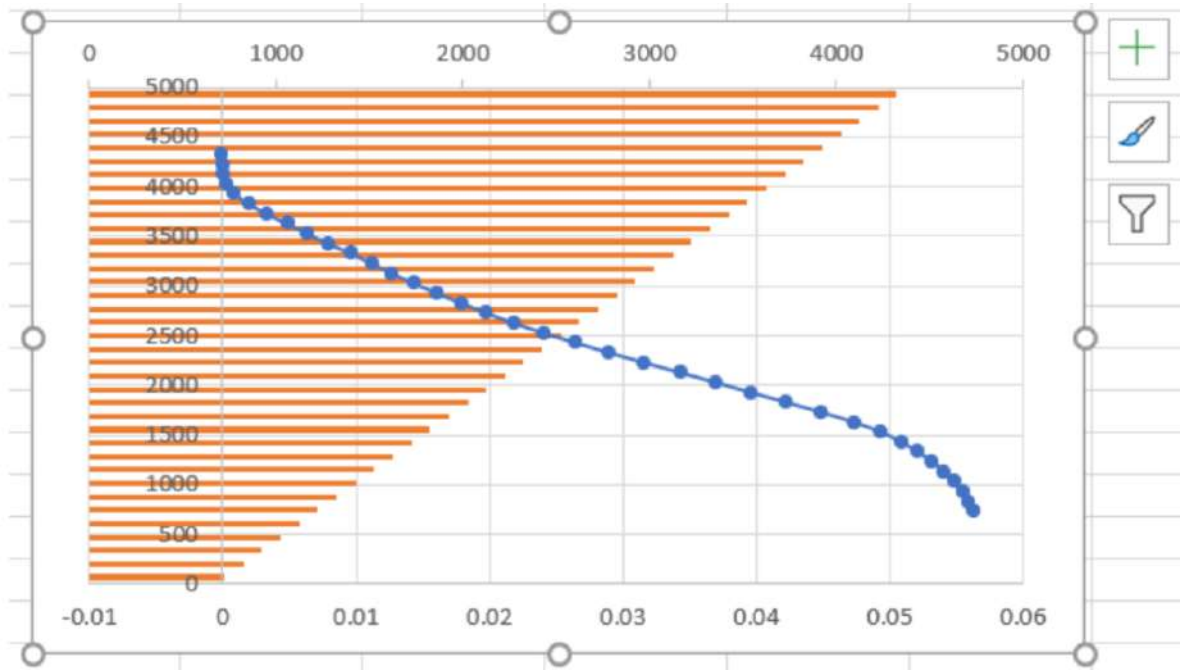


Ilustración 151-resultado grafica

- Por ultimo modificaremos los datos de frecuencia, le damos clic derecho sobre las barras naranjas y en seleccionar datos

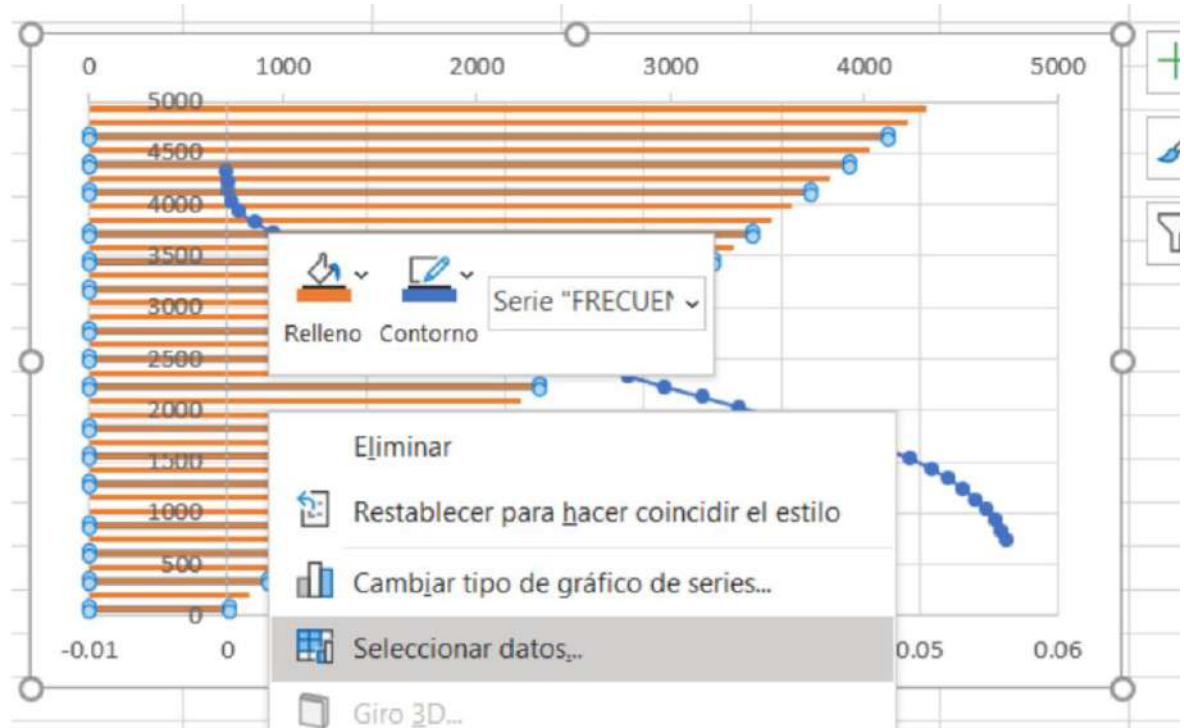
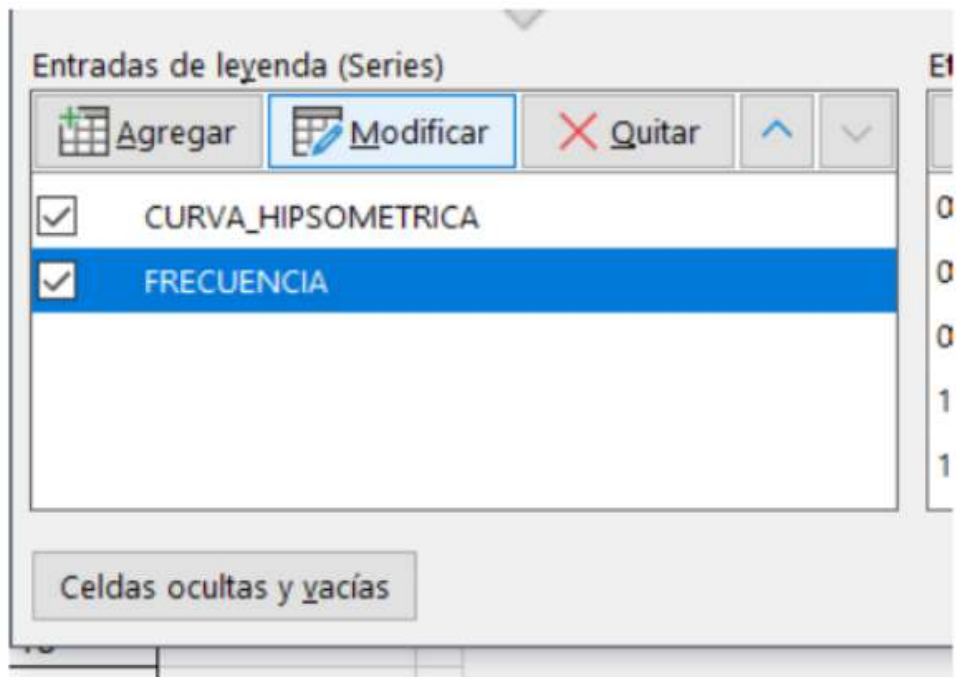


Ilustración 152-seleccionar datos

- En frecuencia le daremos modificar



*Ilustración 153-modificar frecuencia*

- Reasignamos los datos de valores de la serie y colocamos toda la columna de %AP y le damos aceptar.

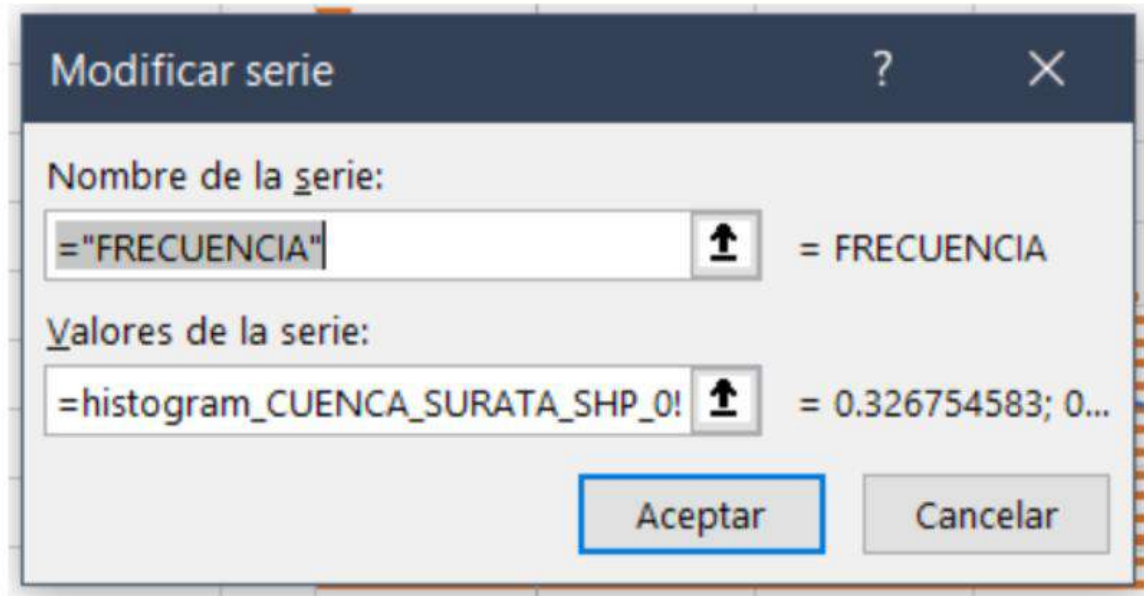


Ilustración 154-parametros serie

- Y tendríamos listo nuestra curva hipsométrica.

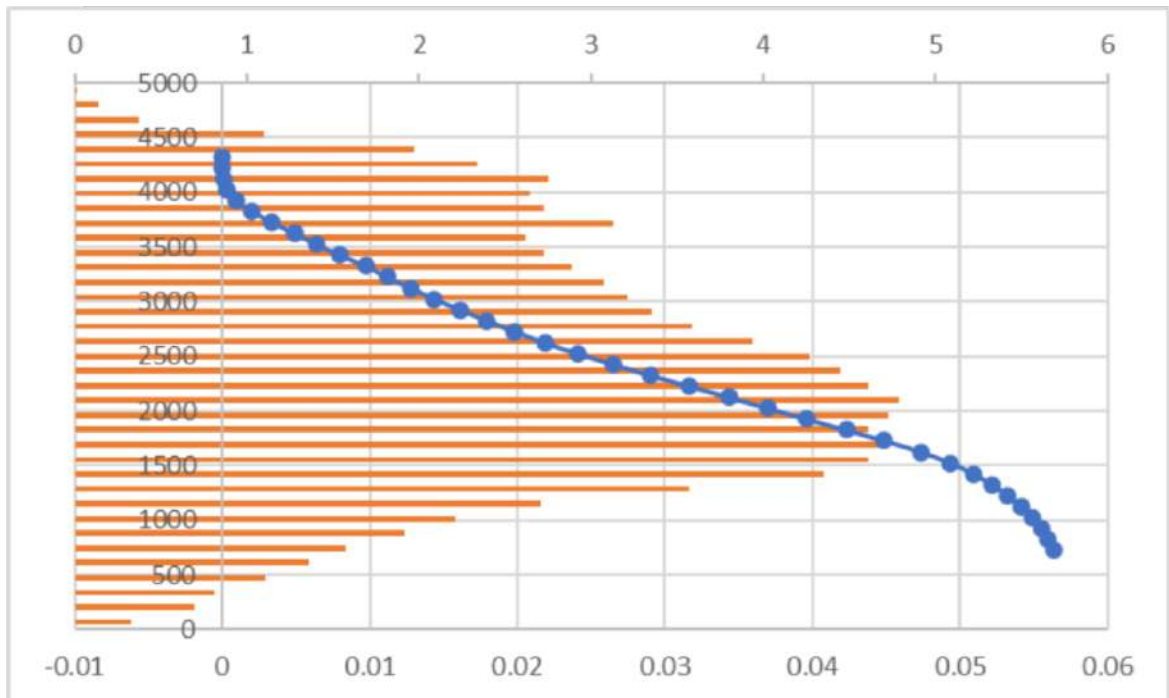


Ilustración 155- resultado curva hipsométrica

## 12.8 Tiempo de concentración

El tiempo de concentración lo hallaremos mediante una formula, existen diferentes maneras de hallarla con de diferentes autores, las cuales presentaremos a continuación

Kirpich.

$$TC = 0.066 \left( \left( \frac{L}{\sqrt{S}} \right)^{0.77} \right)$$

*Ecuación 1-tiempo de concentración kirpich(Ramón et al., n.d.)*

En donde:

L: longitud desde la estación de aforo hasta la divisoria siguiendo en cauce principal en kilómetros,  
So: diferencia de cotas entre los puntos extremos de la corriente en m/m.

Williams.

$$TC = \frac{LA^{0.4}}{DS^{0.2}}$$

*Ecuación 2-tiempo de concentración Williams*

En donde:

A: área de la cuenca en millas cuadradas  
L: distancia en línea recta desde el sitio de interés al punto más alto en millas  
So: diferencia de cotas entre los puntos más extremos dividida por L en porcentaje  
D: diámetro de una cuenca circular con área A en millas.

**Témez.**

$$TC = 0.3 \left( \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.75} \right)$$

*Ecuación 3-tiempo de concentración Témez*

En donde:

Tc: Tiempo de concentración en horas,

L: Longitud del cauce principal en kilómetros

So: Diferencia de cotas sobre L en porcentaje.

**Giandotti**

$$Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L}{0.8\sqrt{H}}, \text{ Siempre que } \frac{L}{36000} \geq Tc \geq \frac{L}{3600 + 1.5}$$

*Ecuación 4-tiempo de concentración Giandotti*

En donde:

tc= tiempo de concentración (horas)

S= área de la cuenca (km<sup>2</sup>),

L= longitud del cauce principal (km)

i= elevación media de la cuenca o diferencia de nivel principal (m).

**California Culverts Practice.**

$$TC = 0.0195 \left( \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \right)$$

*Ecuación 5-tiempo de concentración California Culverts Practice*

Proviene de la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.

L = longitud del curso de agua más largo (m)

H = diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m).

**Ecuación de retardo SCS (1973):**

$$TC = \frac{0.0136L^{0.8} \left( \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \right)}{S^{0.5}}$$

*Ecuación 6- tiempo de concentración retardo SCS*

En donde:

L = longitud hidráulica de la cuenca mayor trayectoria de flujo (m)

CN = Número de curva SCS

S = pendiente promedio de la cuenca (m/m).

**Passini:**

$$Tc = a \frac{(SL)^{1/3}}{i^{0.5}} \text{ Siendo } 0.04 \leq a \leq 0.13$$

*Ecuación 7- tiempo de concentración Passini*

En donde:

tc= tiempo de concentración (horas)

i= pendiente media del cauce principal (%)

S= área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

L= longitud del cauce principal (km)

a= alejamiento medio

Bransby-Williams:

$$T = \frac{L}{1.5D} \sqrt[5]{\frac{M^2}{F}}$$

*Ecuación 8- tiempo de concentración Bransby-Williams*

En donde:

T= tiempo de concentración (horas)

L= distancia máxima a la salida (km)

D= diámetro del círculo de área equivalente a la superficie de la cuenca (km<sup>2</sup>)

M= área de la cuenca (km<sup>2</sup>)

F= pendiente media del cauce principal (%)

**Izzard:**

Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y Áreas de céspedes; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de  $i$  por  $L$  debe ser  $\leq 3800$ .

$$TC = \frac{525 \cdot (0.0000276 \cdot i + c) \cdot L^{0.33}}{S^{0.333} \cdot i^{0.667}}$$

*Ecuación 9- tiempo de concentración Izzard*

En donde:

$i$  = intensidad de lluvia (mm/h)

$c$  = coeficiente de retardo

$L$  = longitud de la trayectoria de flujo (m)

$S$  = pendiente de la trayectoria de flujo (m/m).

## 12.9 Longitud red hídrica

- Para obtener la longitud de la red hídrica simplemente vamos a usar la capa que hallamos con anterior de las redes de drenaje más un comando de la caja de procesos llamado Ruta más corta (punto a punto)

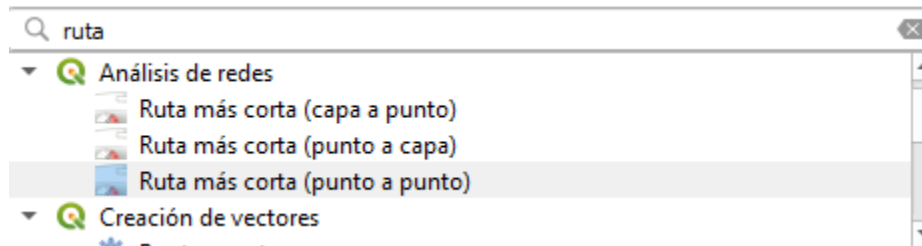


Ilustración 156- buscador ruta mas corta

- Teniendo abierto el módulo de ruta más corta lo que haremos es seleccionar en capa vectorial la capa que nos proporcione las redes hídricas y en tipo de ruca dejaremos en más corto. Paso seguido elegiremos el punto mas cercano y más lejano.
- NOTA: Al darle a los 3 puntos del lado derecho lo podremos poner de manera manual

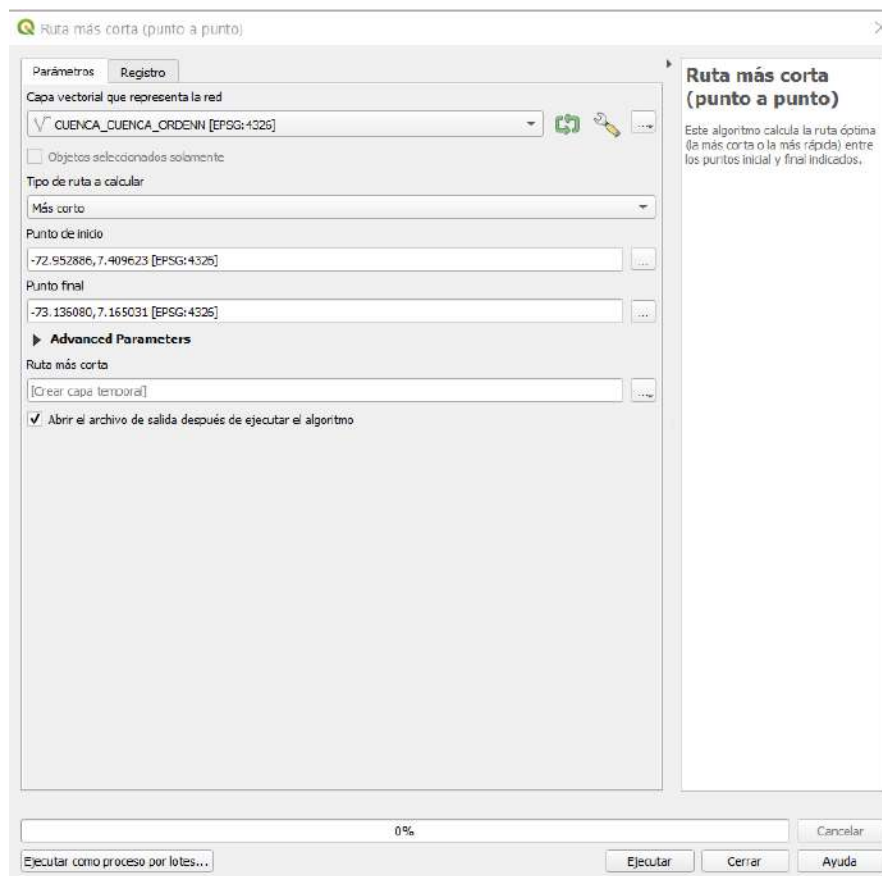


Ilustración 157-parametros ruta mas corta

- Terminado el proceso se nos creara una capa nueva que remarca la longitud del cauce principal.

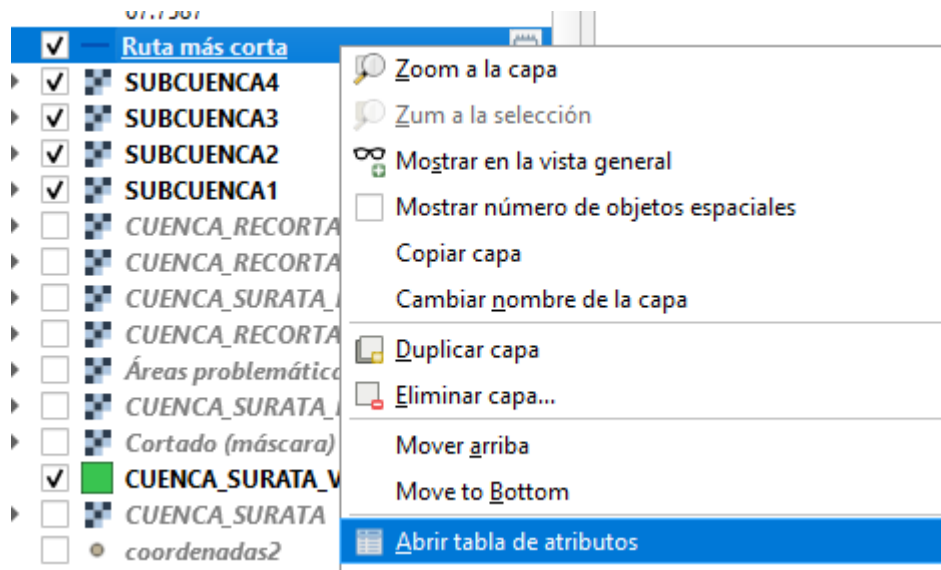
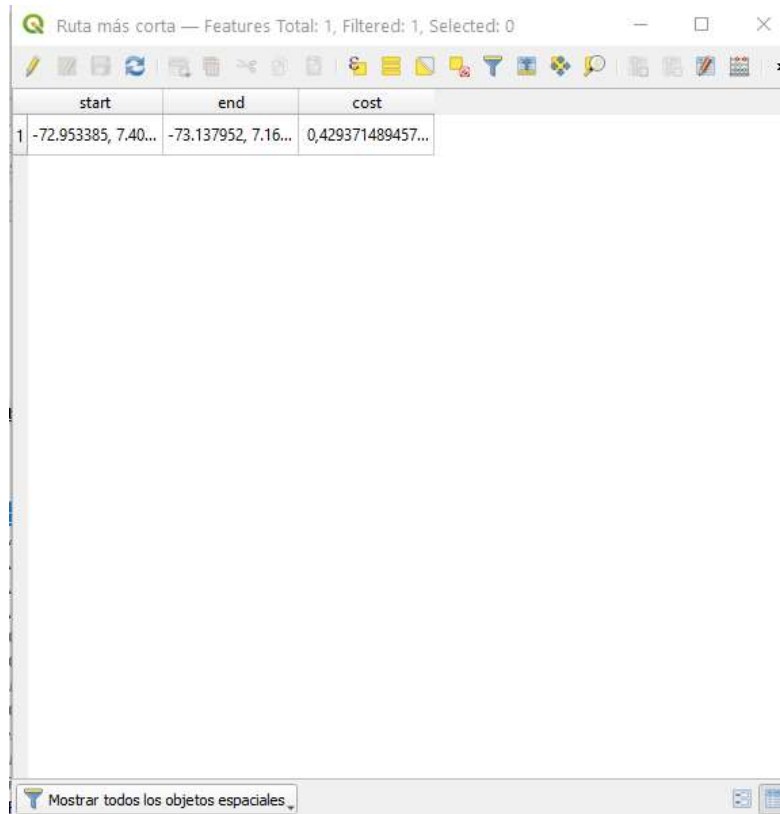


Ilustración 158-abrir tabla de atributos de la ruta más corta

- Para conocer la longitud, ahora vamos a darle clic derecho a la capa que acabamos de hallar y luego en abrir tabla de atributos



The screenshot shows a software window titled "Ruta más corta" with a status bar indicating "Features Total: 1, Filtered: 1, Selected: 0". Below the title bar is a toolbar with various icons. The main area contains a table with the following data:

	start	end	cost
1	-72.953385, 7.40...	-73.137952, 7.16...	0,429371489457...

At the bottom of the window, there is a button labeled "Mostrar todos los objetos espaciales" and a small grid icon.

Ilustración 159- resultado

- Estando dentro de la tabla nos aparecerán cuatro columnas, la primera es el número de sección (**es el numero 1**), la segunda es donde inicia el cauce, la tercera es donde termina y la última indica la longitud que tiene el cauce, esto depende de que unidades de medida está usando nuestros formatos. Ya tendríamos nuestra longitud lista.
- Terminado el proceso se nos creara una capa nueva que remarca la longitud del cauce principal.

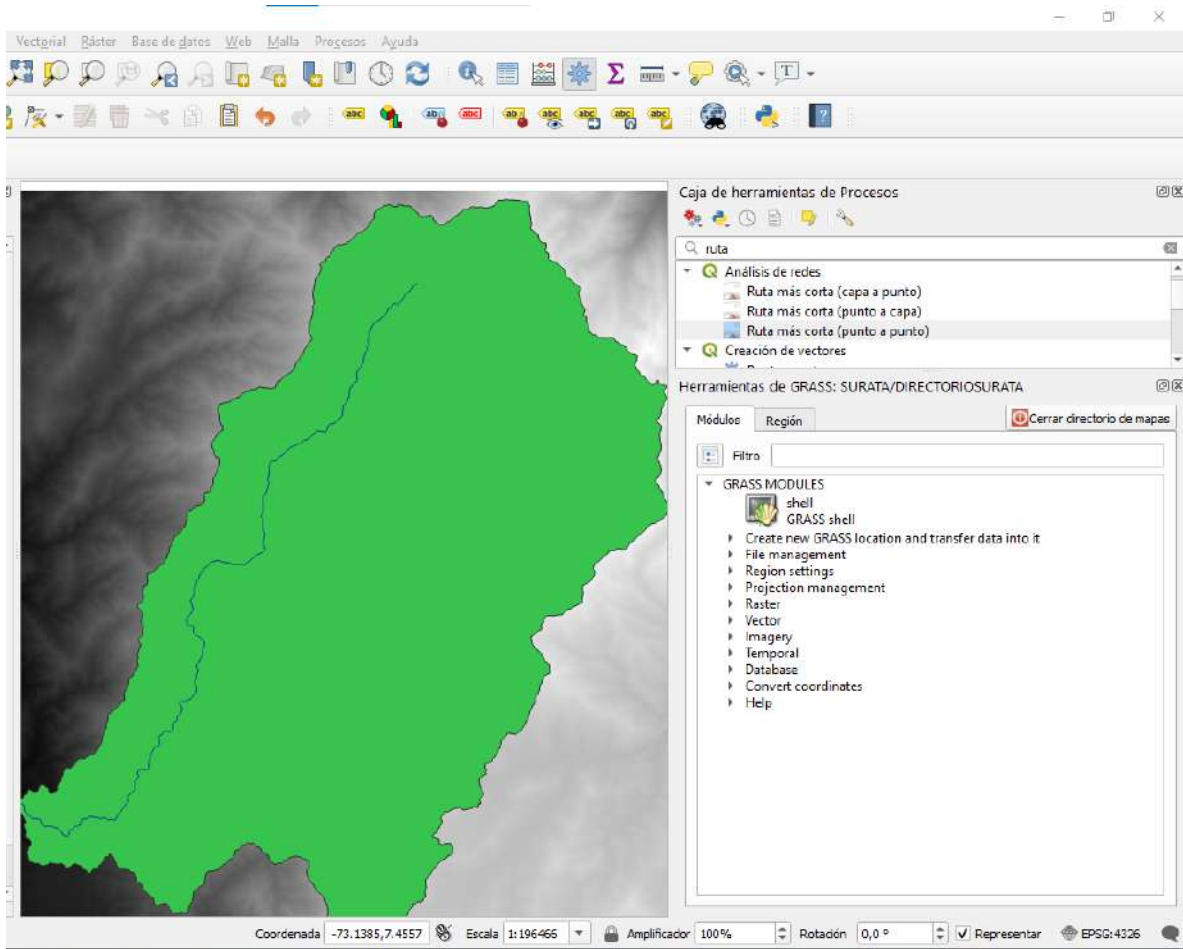


Ilustración 160- resultado (Longitud Red Hidráulica - QGIS - YouTube, n.d.)

## 12.10 Cálculo de área, perímetro, ancho de cuenca, desnivel altitudinal

### 12.10.1 Perímetro

- Lo primero que haremos será agregar una capa que será nuestros archivos shp que teníamos guardado anteriormente, para esto iremos a capa, añadir capa y luego añadir capa vectorial

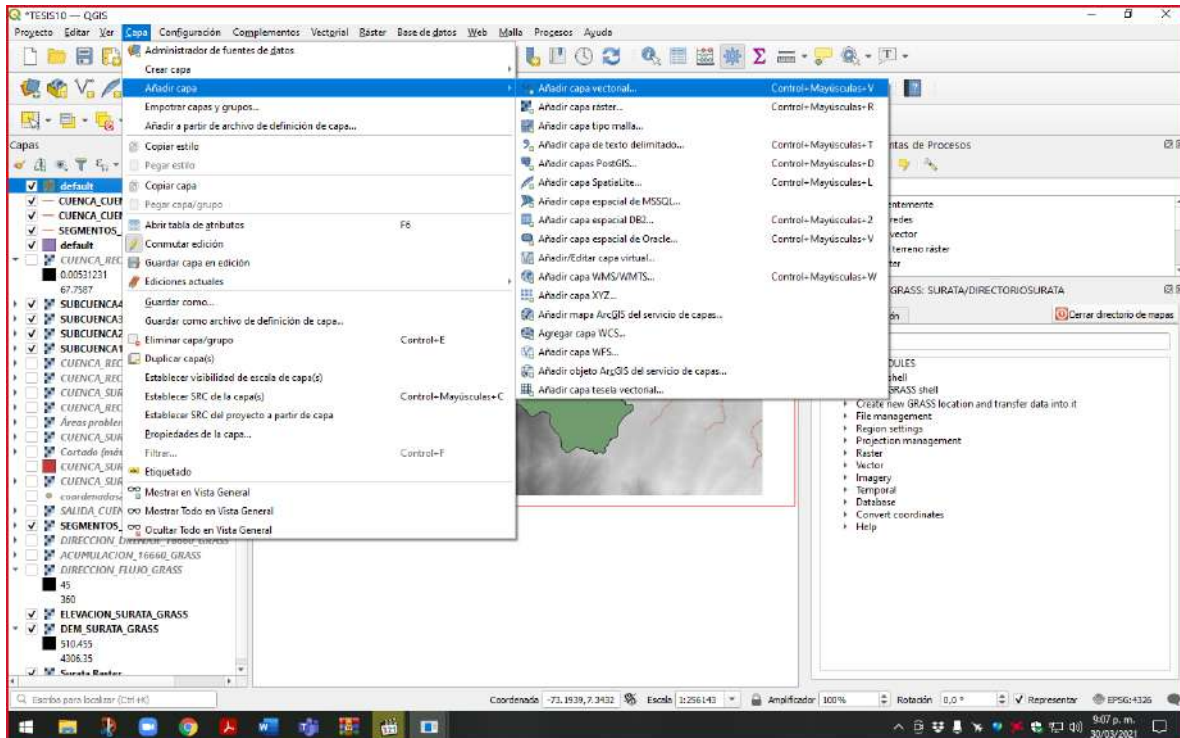


Ilustración 161-añadir capa vectorial

- Después agregaremos el archivo y daremos aceptar

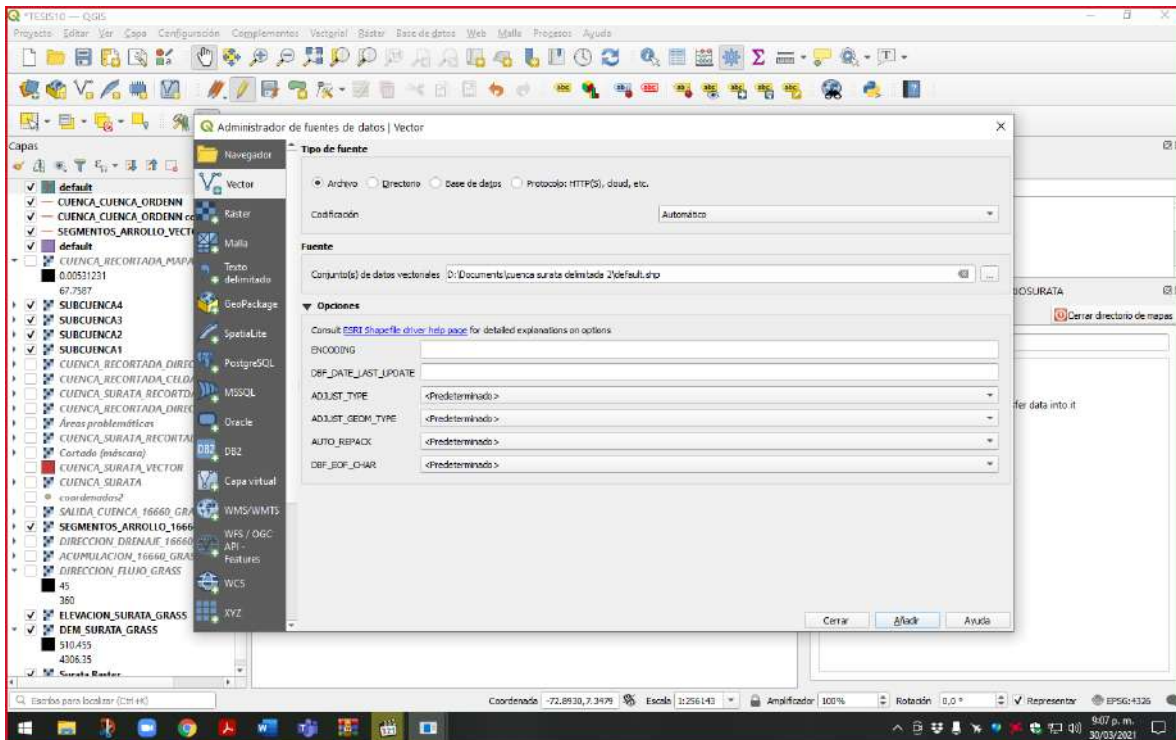


Ilustración 162- parametros administrador de fuentes

- Ahora debemos dar clic derecho en la nueva capa y abrir la tabla de atributos

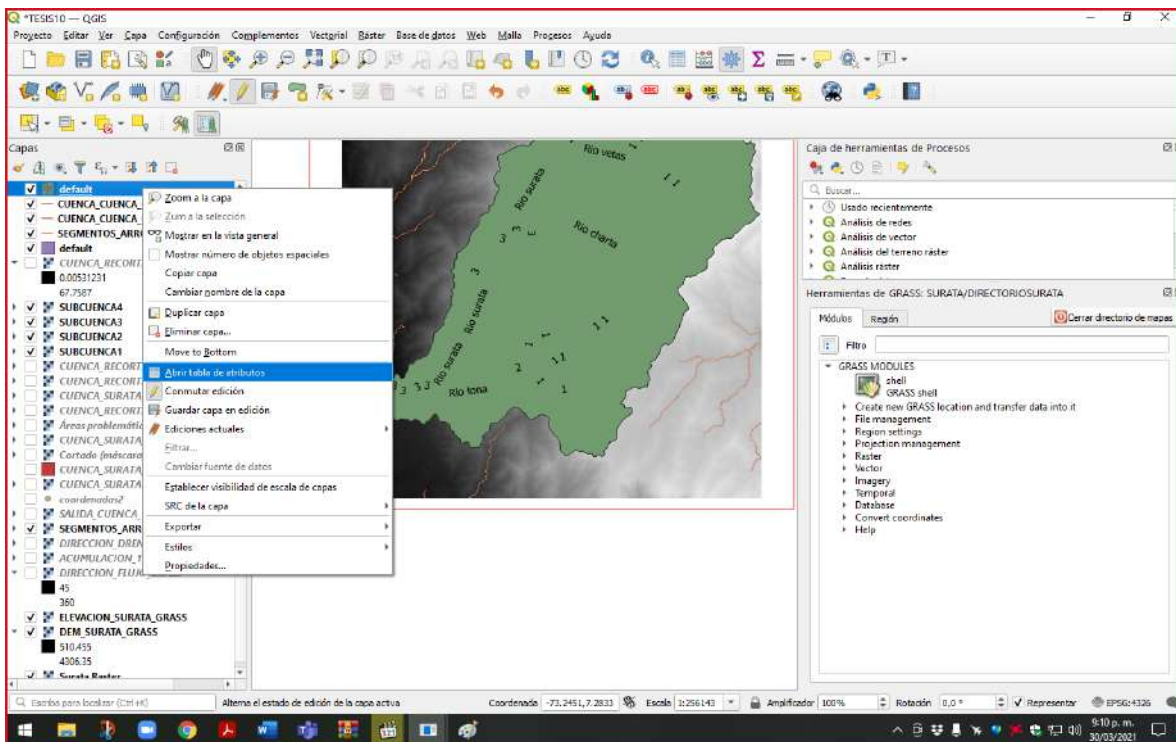


Ilustración 163-abrir tabla de atributos

- Al abrir la tabla de atributos daremos clic en el lapiz para poder editar y luego abriremos la calculadora de campos
- 

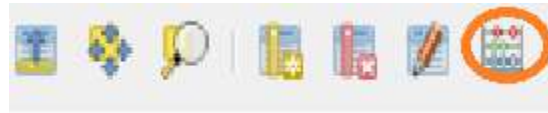


Ilustración 164-seleccionar calculadora

- Ahora nos saldrá el siguiente cuadro en el cual en nombre de salida elegiremos el nombre perimet y lo pondremos en metros, luego abajo en la lupa buscaremos perimet y elegiremos el que tiene el símbolo "\$" damos doble clic en la palabra y cuando salga en azul al lado izquierdo daremos aceptar

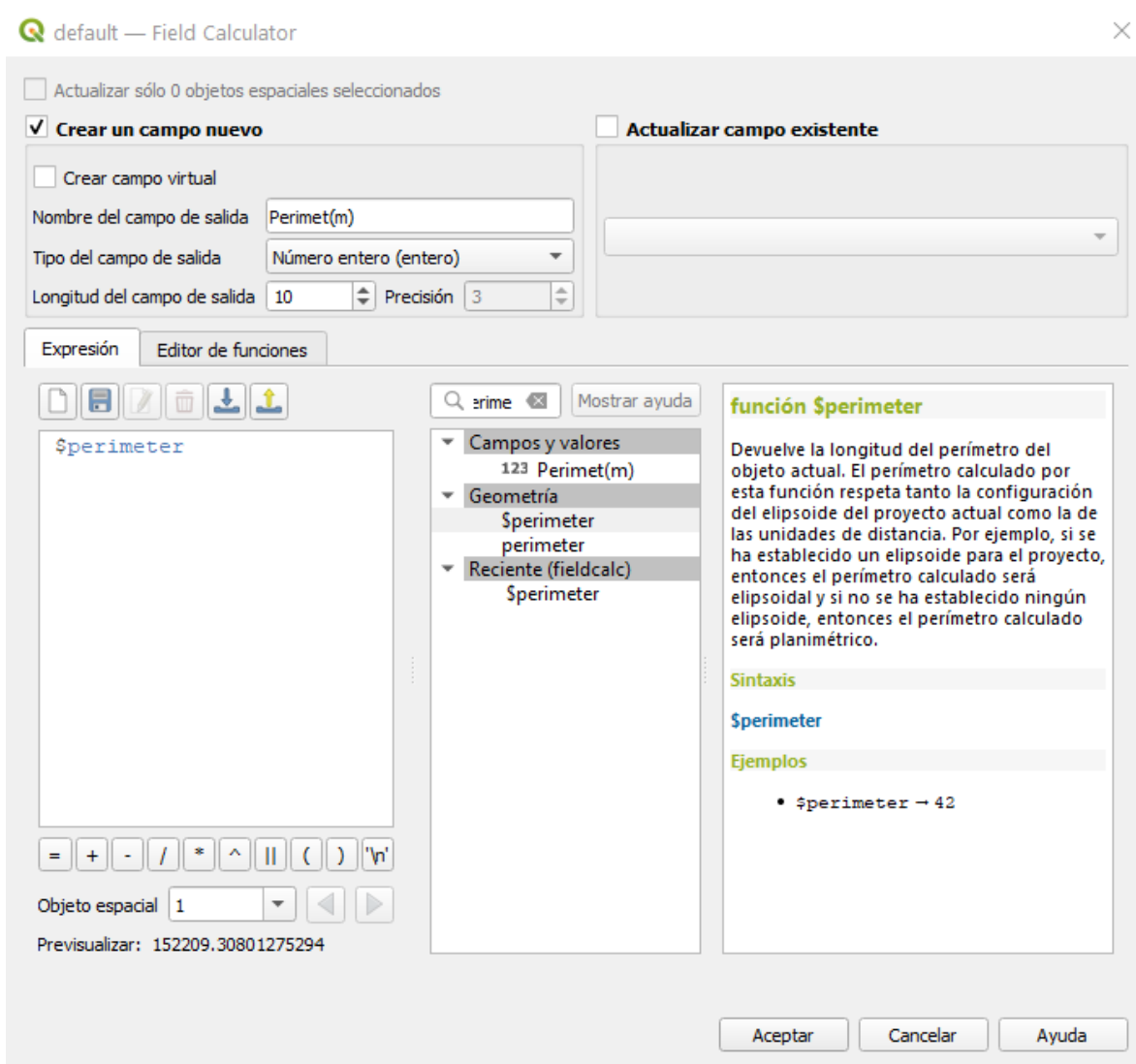
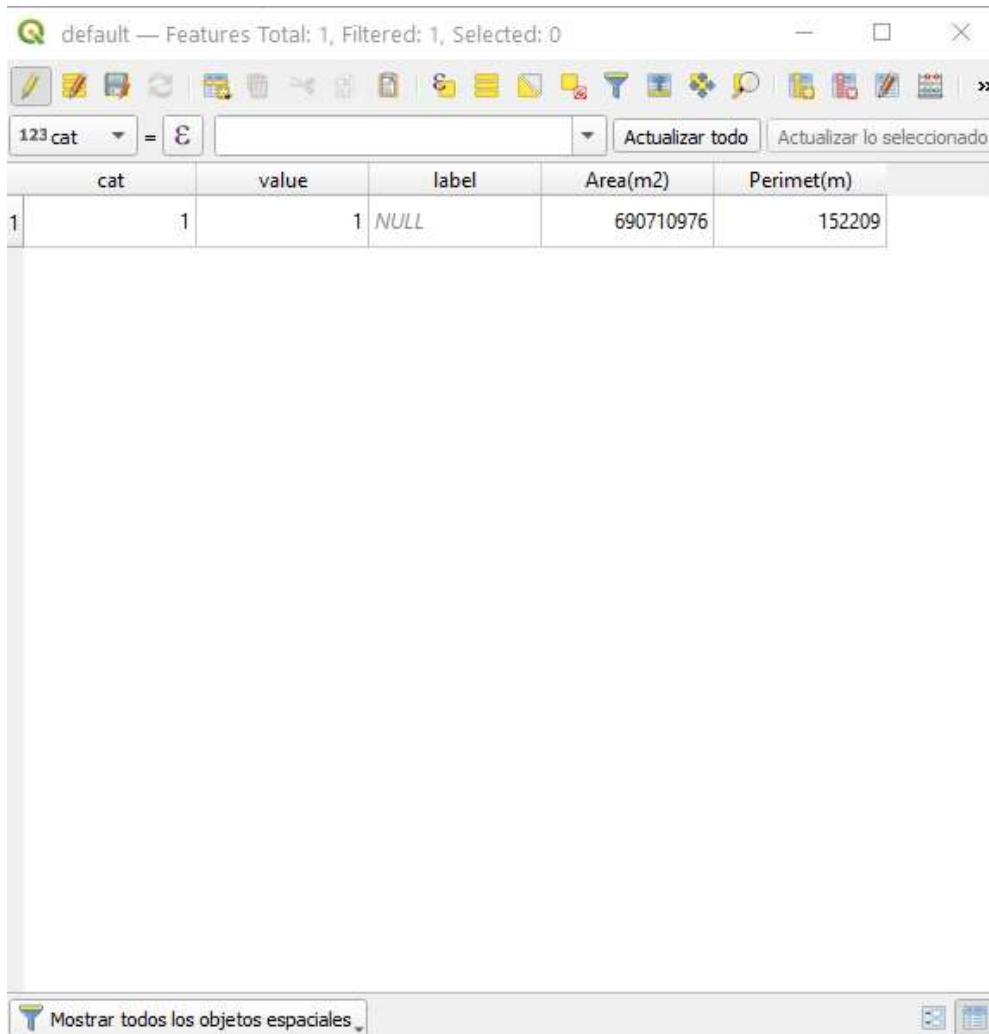


Ilustración 165-parametros calculadora

- Después de esto nos aparecerá el valor del perímetro en la tabla de atributos



cat	value	label	Area(m2)	Perimet(m)
1	1	NULL	690710976	152209

Ilustración 166-resultado

### 12.10.2 Área

- Para hallar el área debemos realizar un procedimiento similar al del perímetro, abriremos nuevamente la misma tabla de atributos y seleccionaremos nuevamente la calculadora de campo , después de esto nos aparecerá el cuadro en el cual en nombre de campo de salida , pondremos Área(m2) en tipo de salida pondremos numero entero , luego en la lupa buscaremos área y elegiremos en que tiene el símbolo “\$” doble clic y cuando aparezca en azul al costado izquierdo damos aceptar

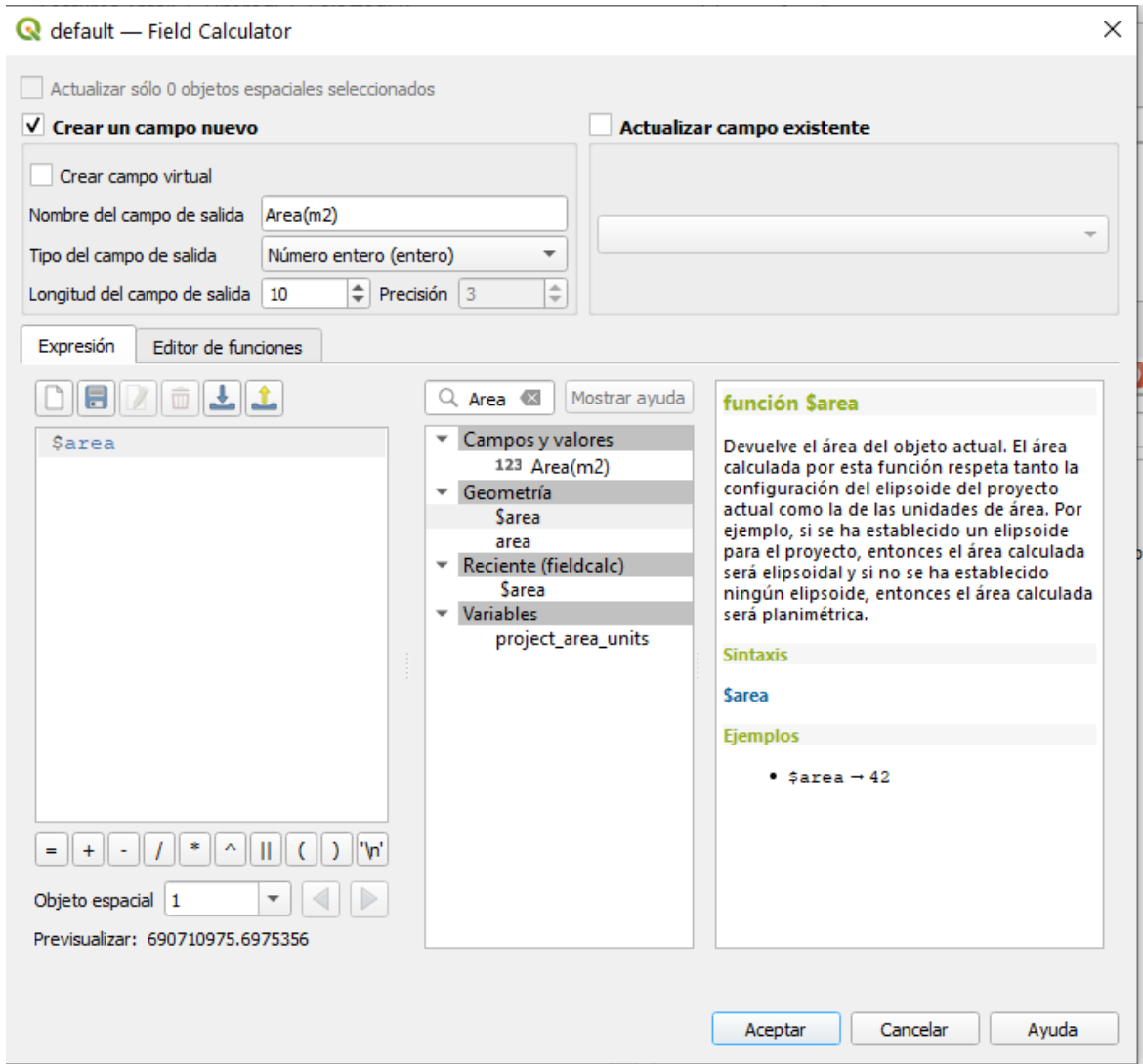


Ilustración 167- parametros calculadora

- Después de esto nos aparecerá el área en las unidades elegidas junto al perímetro

cat	value	label	Area(m2)	Perimet(m)
1	1	NULL	690710976	152209

Ilustración 168-resultado

### 12.10.3 Longitud máxima(km)

- Lo primero que debemos hacer para hallar la longitud máxima es ir a nuestra capa de corrientes , en este caso la llamamos cuenca\_cuenca\_orden ,y abrir la tabla de atributos

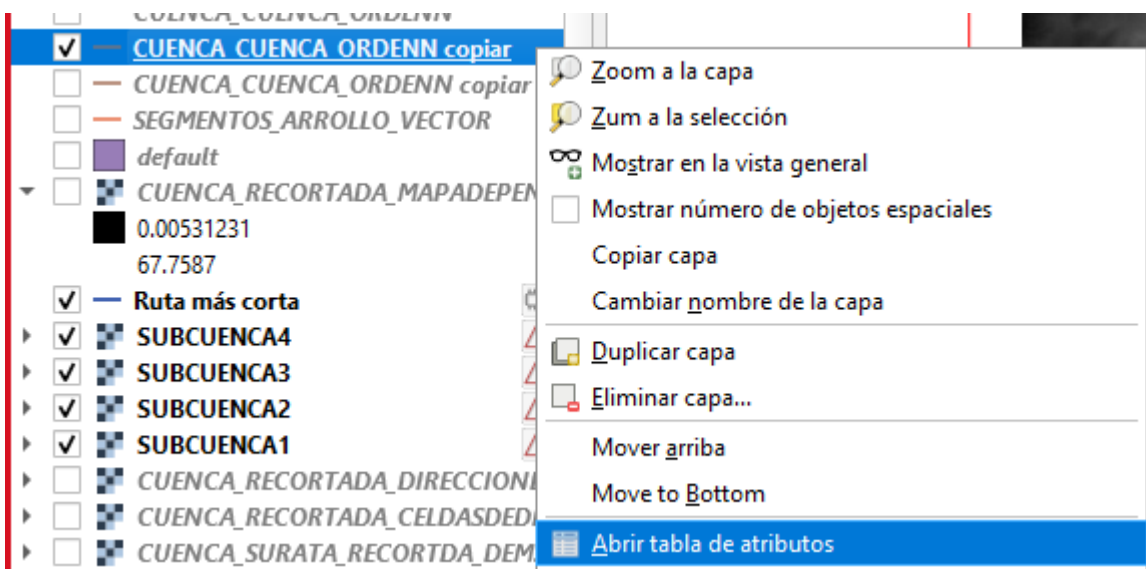


Ilustración 169-abrir tabla de atributos

- Ya estando en la tabla hay que hacer el mismo proceso que con el área y el perímetro , damos clic en el lápiz para editar y luego en la calculadora de campos

CUENCA\_CUENCA\_ORDENN copiar — Features Total: 50, Filtered: :

	fid	cat	value	label
1	34	87	76	1
2	35	88	74	1
3	32	76	76	1
4	33	86	74	1
5	46	100	78	1
6	7	10	56	1
7	4	7	54	1
8	2	5	52	1
9	3	6	52	1
10	1	4	52	1
11	15	22	60	1
12	22	33	66	1
13	18	25	64	1
14	16	23	64	1
15	17	24	64	1
16	31	75	76	1

Mostrar todos los objetos espaciales

Ilustración 170-parametros tabla de atributos

- Ahora en la calculadora debemos poner la opción de crear campo virtual , el nombre del campo pondremos LONGITUD en (KM) y en tipo de campo de salida elegiremos número decimal (doble ) ya que queremos que sea un dato preciso ,después abajo en l lupa

buscamos length y elegimos que tiene al lado el símbolo “\$”, doble clic y cuando salga en la parte izquierda en azul lo dividiremos en 1000 para obtener el dato en km ,después damos aceptar

- 

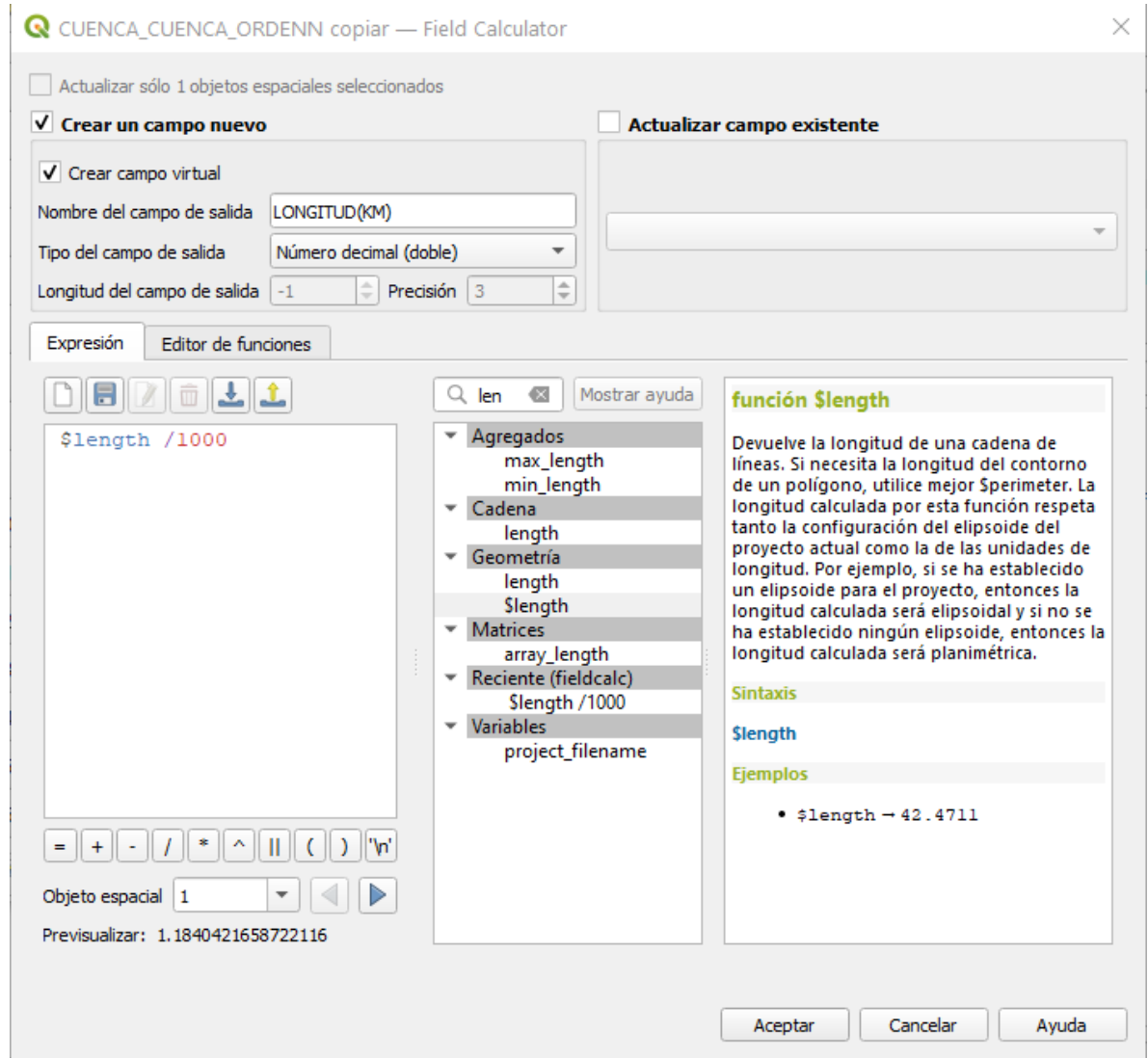


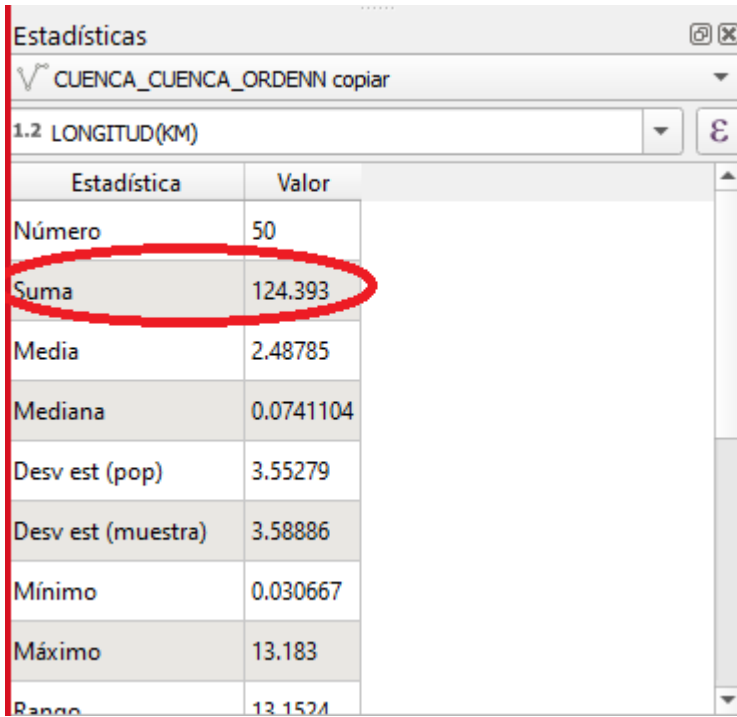
Ilustración 171-parametros calculadora

- Ahora debemos ir a los iconos de arriba y seleccionar en de sumatoria, que sirve para hallar estadísticas



Ilustración 172- seleccionar sumatoria

- Elegimos la capa que usamos para abrir la tabla de atributos y seleccionamos LONGITUD, después automáticamente nos arroja los datos estadísticos incluyendo el que buscamos que es la suma de todas las longitudes de las diferentes secciones, esta sería la longitud máxima



The screenshot shows the 'Estadísticas' window in QGIS. The window title is 'Estadísticas'. Below the title bar, there is a dropdown menu showing 'CUENCA\_CUENCA\_ORDENN copiar'. Below that, there is a field labeled '1.2 LONGITUD(KM)' with a dropdown arrow and a button with the Greek letter epsilon (ε). The main content is a table with two columns: 'Estadística' and 'Valor'. The table contains the following data:

Estadística	Valor
Número	50
Suma	124.393
Media	2.48785
Mediana	0.0741104
Desv est (pop)	3.55279
Desv est (muestra)	3.58886
Mínimo	0.030667
Máximo	13.183
Rango	13.1524

Ilustración 173- estadísticas cuenca orden (CALCULAR LA LONGITUD DE CUALQUIER RIO EN QGIS - YouTube, n.d.)

#### 12.10.4 Densidad de drenaje

- Para determinar la densidad de drenaje debemos calcular la longitud de todas las corrientes en kilómetros y dividirlo entre la superficie en kilómetros cuadrados, se calculan las distancias o longitudes de cada uno de los cauces dentro de nuestra red hídrica. Para el primer paso vamos a usar el valor de la suma de todas las longitudes halladas en el paso anterior, este será de **[124.393km]**, además del valor de nuestra área ya hallado anteriormente



Area(m2)
690710976

*Ilustración 174- resultado área (QGIS RRHH / Unidad III - Densidad de Drenaje, Longitud de Red Hídrica y Del Cauce Principal - YouTube, n.d.)*

- Este valor de área deberá ser pasado a kilómetros cuadrados para poder hacer el cálculo, para esto iremos nuevamente a la tabla de atributos crearemos el campo con nombre área (km<sup>2</sup>), elegiremos la opción de número decimal para que sea más exacto, después abajo en la lupa buscaremos nuestra área en m<sup>2</sup> y la dividiremos en 1000000 para pasarla de m<sup>2</sup> a km<sup>2</sup>

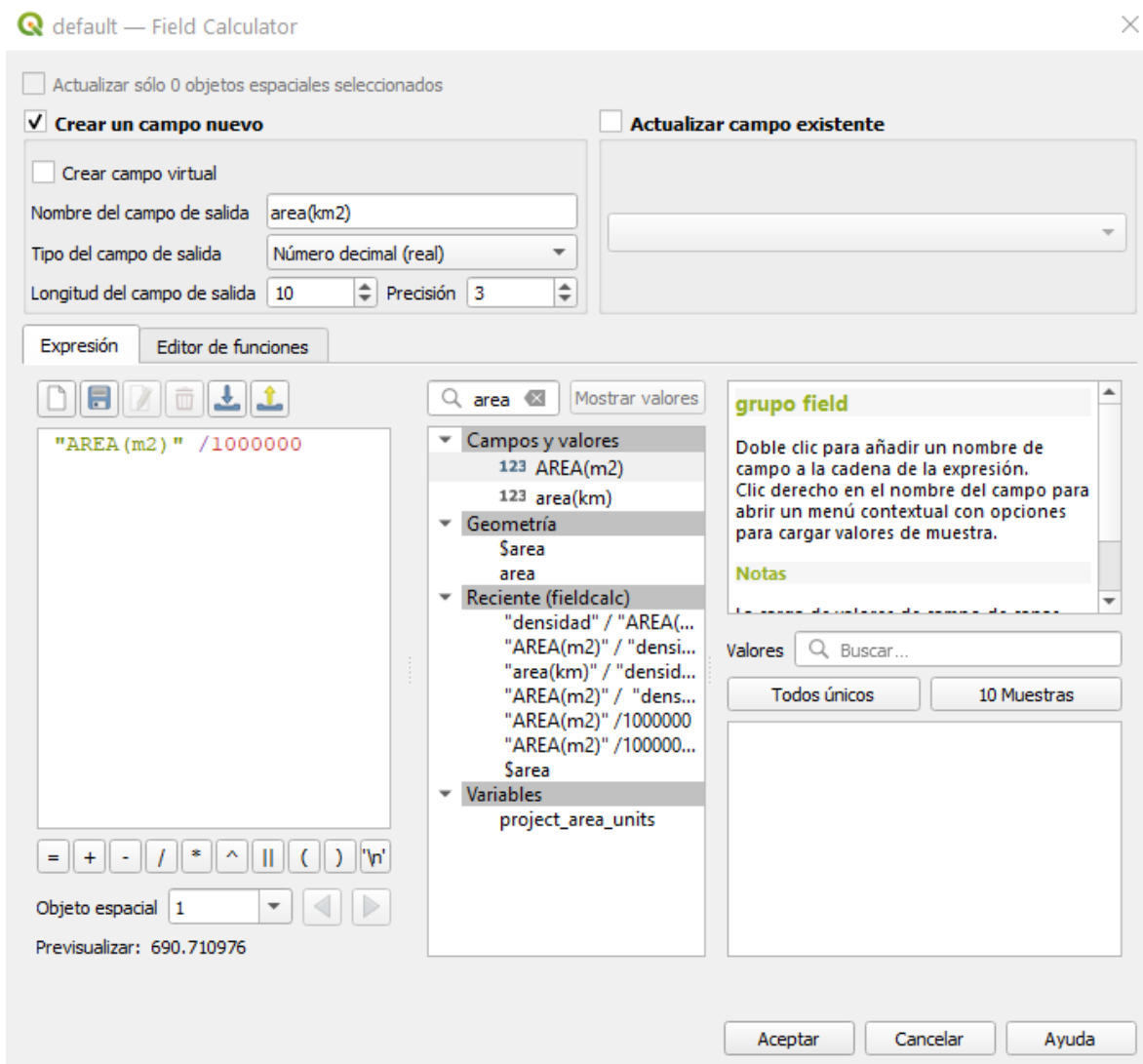


Ilustración 175- parametros calculadora

- Daremos en aceptar y ya tendremos nuestra área en km2

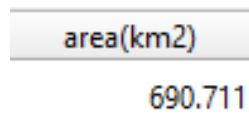


Ilustración 176- resultado km2

- Ahora iremos nuevamente a la calculadora de campo y pondremos el nombre drenaje o el que queramos para identificar la densidad de drenaje , nuevamente , seleccionamos la opción de decimal ,abajo en la lupa buscaremos nuestra área y elegiremos la longitud total que en este caso es 124.392 en km y luego la dividiremos en el área en km2 que acabamos de hallar

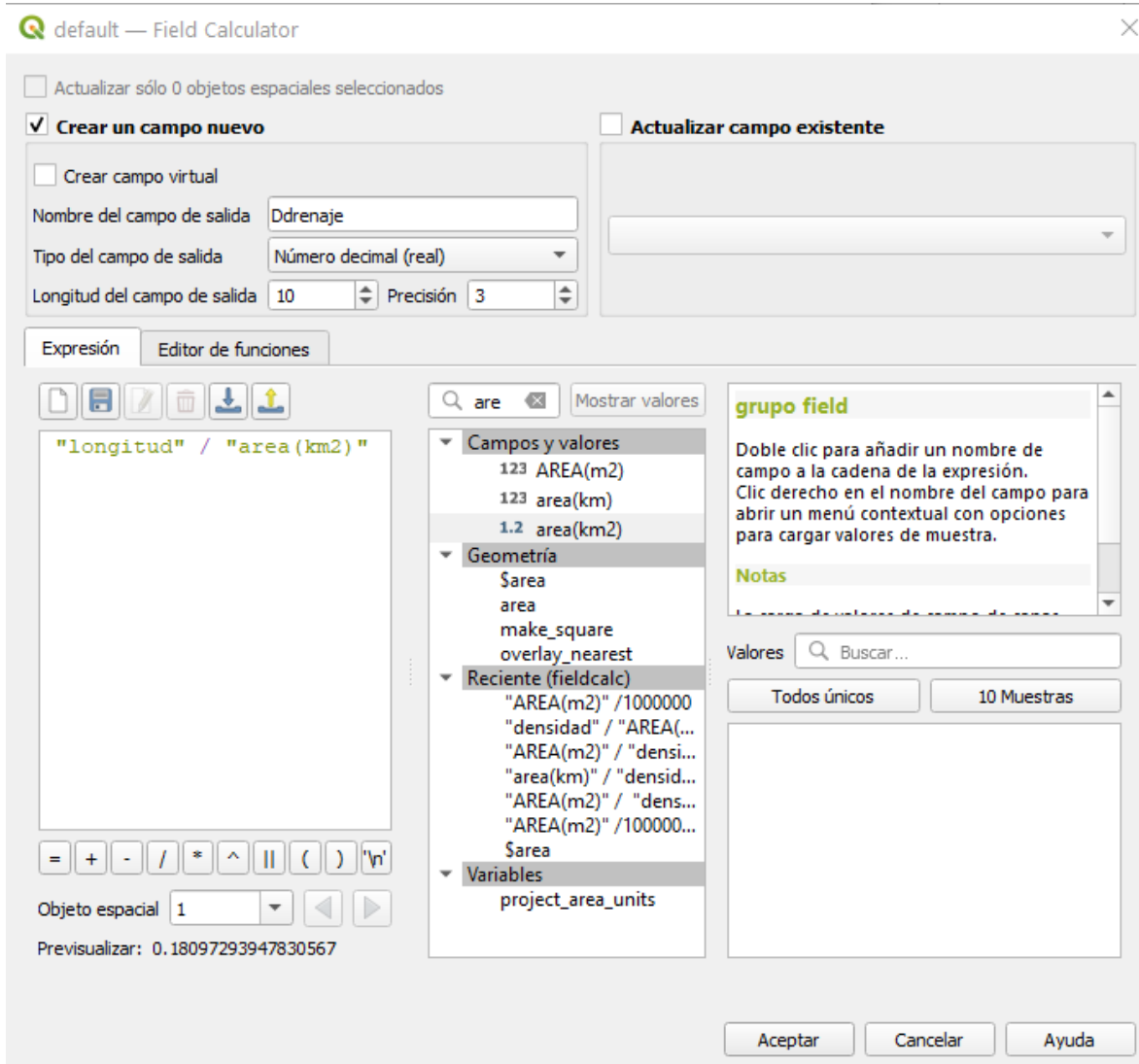


Ilustración 177-parametros calculadora

- Damos clic en aceptar y ya tendremos nuestra densidad de drenaje

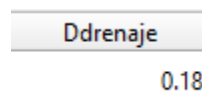


Ilustración 178-resultado densidad de drenaje

**NOTA:** En caso de querer un dato mas exacto asegurarse que en el cuadro anterior en la opción de precisión elegir 3 o más, esto garantizara un valor mas preciso.

### 12.10.5 Ancho de cuenca

- Para calcular el ancho de la cuenca necesitamos hallar dos datos diferentes en QGIS, los cuales son la longitud máxima de la cuenca y el área de esta, estos dos datos son necesarios debido a que la fórmula para calcular el ancho de la cuenca es el siguiente

$$W = \frac{A}{L}$$

Donde:

W=Ancho de la cuenca

A=Área de la cuenca

L=Longitud de la cuenca

- El área que usaremos será 690.710976 que es la que encontramos anteriormente y que también usamos para hallar la densidad de drenaje.
- La longitud máxima que usaremos será el tramo mas largo de la cuenca, para ello iremos a la regla que se encuentra al lado del icono de sumatoria en la barra principal, aparecerá un cuadro en el cual trazaremos la línea mas larga que se pueda formar de punta a punta.

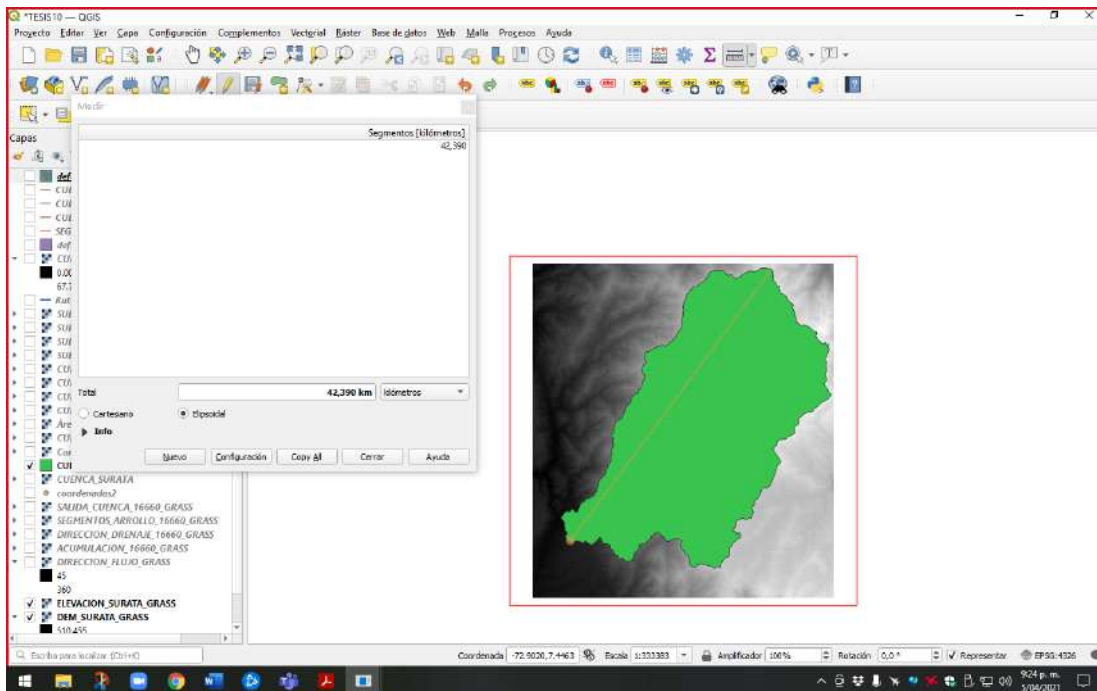


Ilustración 179-abrir regla

- Después aplicaremos la formula

$$W = \frac{690.710976(km^2)}{42.390(km)} = 16.29419Km$$

### 12.10.6 Desnivel altitudinal

- Lo más importante para calcular el desnivel altitudinal es saber cuáles son las cotas máxima y mínima de toda la cuenca delimitada, para esto vamos a las propiedades del DEM – simbología, en la sección de valores de carga máximos y mínimos seleccionamos la opción “Min /Max” y aplicamos; inmediatamente en la parte superior se mostrarán la cota máxima y mínima de la cuenca
- D. altitudinal =Cota Max-Cota min

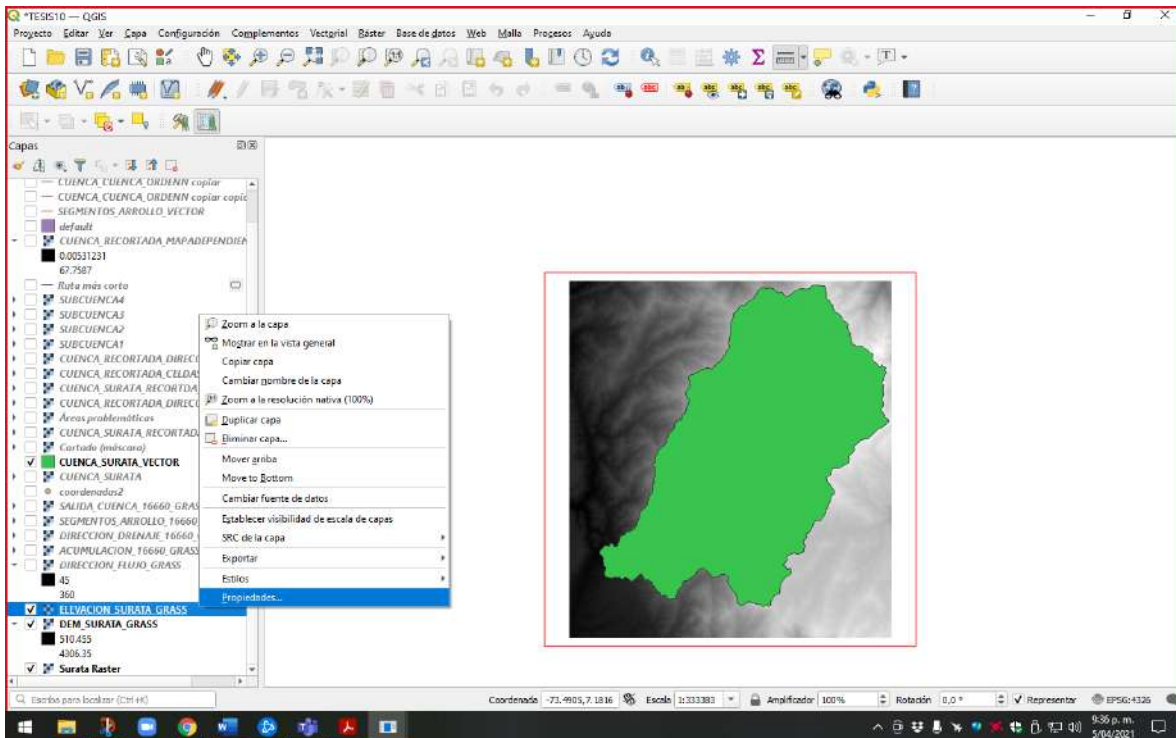


Ilustración 180- seleccionar propiedades elevación

- Estando en el cuadro ya veremos el mínimo y el máximo (estos hacen referencia a los puntos de las cotas) debajo de la opción que dice banda

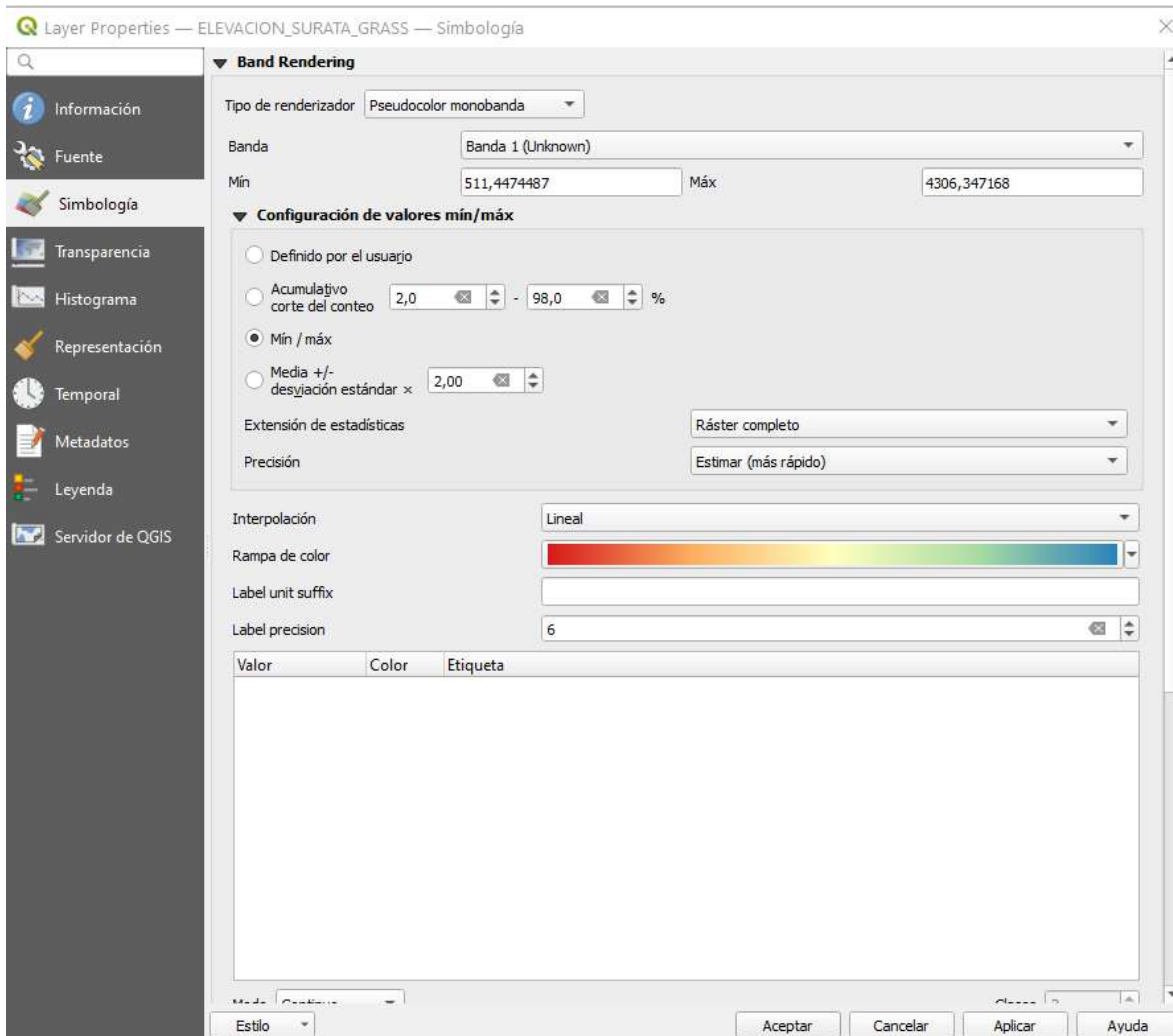


Ilustración 181-parametros simbología

- Ya teniendo las cotas podemos calcular el desnivel altitudinal restando la cota máxima menos la cota mínima del terreno de la cuenca delimitada, por lo tanto.

$$\textit{Desnivel altitudinal} = 4306,347168m - 511,4474487m = 3794.899719m$$

## 13. Uso del lenguaje Python en QGIS.

Python es el lenguaje principal en la gran mayoría del software SIG (sistemas de información geográfica), también es uno de los favoritos para programar debido a sus alcances y su forma de uso, en QGIS existe una librería llamada PyQGIS la cual sirve para ejecutar el código Python, esto se puede realizar desde la versión 0.9 lanzada en 2007. (*GitHub: Where the World Builds Software · GitHub*, n.d.)

Las características mas destacables de PYQGIS están:

- Desarrollar geoprosesamientos
- Editar elementos de una capa o tabla
- Crear aplicaciones personalizadas con funcionalidades gis
- Creación de nuevos complementos que son accesibles para la comunidad
- Automatización de tareas
- Crear nuevas geometrías

### 13.1 ¿Por qué usar Python?

- Generando tus propios scripts, podrás ahorrar tiempo y mejorar la precisión
- El manejo de inventarios, informes y consultas sobre los contenidos gis se pueden llevar acabo de una manera más sencilla, que permite tener actualizada las tablas, capas y datos
- Amplio volumen en el manejo de la información

### 13.2 GitHub

GitHub es una plataforma en la cual los desarrolladores de códigos de programación pueden subir sus trabajos a la nube, la cual otorga accesibilidad al público, pero el creador seguirá teniendo el control de código.

En esta plataforma se encuentra una gran colección de códigos dedicado al QGIS, algunos son completos para realizar nuevos procedimientos o también códigos que ayudan en la interfaz y mejoran la funcionalidad del programa

## 14. Conclusiones y Recomendaciones.

- En este trabajo se realizó una guía para el apoyo del curso de hidrología con el programa QGIS el cual, es un software de uso gratuito con un gran potencial para el análisis espacial de cuencas hidrográficas.
- Se estudio la carta descriptiva y se encontró que el software puede aportar al desarrollo del curso debido a que se relaciona directamente con los temas abordados dentro de la hidrología por esto, se considera pertinente agregar el QGIS como método pedagógico de dicha carta ya que, abarca el 30% del total de los contenidos.
- Se relaciono un banco de videos como complemento a la guía la cual, fue desarrollada en Excel y diseñada con un motor de búsqueda de tres condiciones: titulo, año y palabras claves con el fin de ser un apoyo didáctico al momento de realizar la búsqueda. Este banco de videos podrá ser actualizado por los estudiantes conforme aparezca nuevas versiones del programa manteniéndose así con información actualizada.
- Se desarrollo una guía en la que se puede hacer seguimiento a los procesos de caracterización de la morfología de cuencas comprendida en tres capítulos los cuales son generalidades, fuente de datos y procesamiento de datos. Para este documento se implementó la cuenca Surata que es un importante afluente de la cuenca del rio Lebrija seleccionada para realizar la guía.
- El software QGIS ofrece una gran cantidad de información tanto teórica en libros como practica en videos tutoriales de YouTube, con esta información podemos realizar procedimientos los cuales ayudan al análisis espacial de toda la cuenca estudiada, obteniendo datos importantes como lo pueden ser el orden de drenaje, red de drenaje, mapas de pendientes, tiempo de concentración, curvas hipsométricas, delimitación de la cuenca y sus respectivas subcuencas entre otros datos.
- Al iniciar un nuevo proyecto se recomienda antes de empezar crear una nueva carpeta para, allí, guardar todos los datos necesarios mientras se desarrollan los procedimientos, ya que algunos archivos que son necesarios para ciertos procesos pueden llegar a perderse.
- El QGIS es una herramienta de apoyo, pero el conocimiento del territorio es responsabilidad del modelador o estudiantes. Es necesario reconocer el área donde se va a poder realizar el proyecto, para poder diferenciar la red de drenaje, se sugiere antes de descargar el ráster, realizar el respectivo estudio el cual nos dará una referencia de la ubicación de la zona a evaluar por medio de un programa como puede ser Google earth.

- Se recomienda realizar todos estos pasos de manera continua, y en caso de tener que guardar para continuar después, cerciorarse de que se están guardando todas las capas correctamente ya que en algunos casos al abrir el proyecto puede haber pérdida de datos que restrinja el uso de algunas capas ya creadas.

## 15. Bibliografía

- ¿Qué son los datos ráster?—Ayuda | ArcGIS for Desktop.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>
- CALCULAR LA LONGITUD DE CUALQUIER RIO EN QGIS - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=53yUgHhZ4g8&ab\\_channel=RICHARDORECAJETANO](https://www.youtube.com/watch?v=53yUgHhZ4g8&ab_channel=RICHARDORECAJETANO)
- Como descargar imágenes DEM gratis y Fácil - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=y8w2XY5CCQ0&ab\\_channel=ElRoco](https://www.youtube.com/watch?v=y8w2XY5CCQ0&ab_channel=ElRoco)
- Cómo obtener el orden de una red de drenaje con SAGA GIS y QGIS? - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=SJpmV6Okqf4&ab\\_channel=Gidahatari](https://www.youtube.com/watch?v=SJpmV6Okqf4&ab_channel=Gidahatari)
- Curso de QGIS 3.6 - Completo - 1 de 6 | MasterGIS - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=anSaq5pbCpk&ab\\_channel=MasterGIS](https://www.youtube.com/watch?v=anSaq5pbCpk&ab_channel=MasterGIS)
- Curso Taller: Procesamiento del DEM y Delimitación de Cuenca Hidrográfica - QGIS, SAGAGIS y GRASS - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=PBhLQtzkzh4&ab\\_channel=HidroGIS](https://www.youtube.com/watch?v=PBhLQtzkzh4&ab_channel=HidroGIS)
- CURVA HIPSOMETRICA Y FRECUENCIA DE ALTITUDES EN QGIS - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=bFqS1uodK7M&ab\\_channel=RICHARDORECAJETANO](https://www.youtube.com/watch?v=bFqS1uodK7M&ab_channel=RICHARDORECAJETANO)
- Delimitar automáticamente una cuenca hidrográfica en QGIS - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=uKIWQ0FmQy4&ab\\_channel=FranzLeonardo](https://www.youtube.com/watch?v=uKIWQ0FmQy4&ab_channel=FranzLeonardo)
- DEM y Modelo 3D en QGIS | Master SIG - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=Lzd5m0j3zTI&ab\\_channel=MasterGIS](https://www.youtube.com/watch?v=Lzd5m0j3zTI&ab_channel=MasterGIS)
- Descarga de Modelos de Elevación ¡GRATIS! para todo el mundo (Raster) - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=6wP2Umaf4fw&ab\\_channel=SIGArteaga](https://www.youtube.com/watch?v=6wP2Umaf4fw&ab_channel=SIGArteaga)
- Descarga e Instalación de QGIS 3.14 Pi. Última Versión 2020. - YouTube.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=w2Q0CRO2Koo&ab\\_channel=IngenieraNadiaSuárezSIG](https://www.youtube.com/watch?v=w2Q0CRO2Koo&ab_channel=IngenieraNadiaSuárezSIG)
- DHIME.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <http://dhime.ideam.gov.co/webgis/home/>
- Ejemplos de programas para la administración de bases de datos.* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://techlandia.com/ejemplos-programas-administracion-bases-datos-lista\\_126285/](https://techlandia.com/ejemplos-programas-administracion-bases-datos-lista_126285/)
- Fuentes gratuitas para descargar DEM (Modelo de elevación digital).* (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://www.cursosteledeteccion.com/fuentes-gratuitas-para-descargar-dem-modelo-de-elevacion-digital/>

- GitHub: Where the world builds software · GitHub*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://github.com/>
- Introducción a QGIS - YouTube*. (n.d.). Retrieved May 14, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=qzTWReThezU&ab\\_channel=Argongra](https://www.youtube.com/watch?v=qzTWReThezU&ab_channel=Argongra)
- Longitud Red Hidráulica - QGIS - YouTube*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=i1G6x3Ms9yc&ab\\_channel=C\\_Valenzuela\\_Ro](https://www.youtube.com/watch?v=i1G6x3Ms9yc&ab_channel=C_Valenzuela_Ro)
- NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resources*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://power.larc.nasa.gov/>
- QGIS para el aprendizaje a distancia y la enseñanza de SIG en las universidades*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://qgis.org/es/site/about/case\\_studies/australia\\_distance\\_learning.html](https://qgis.org/es/site/about/case_studies/australia_distance_learning.html)
- QGIS RRHH / Unidad III - Densidad de drenaje, longitud de red hídrica y del cauce principal - YouTube*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from [https://www.youtube.com/watch?v=l3IZ1Om1icQ&ab\\_channel=GLConsultoresSAC](https://www.youtube.com/watch?v=l3IZ1Om1icQ&ab_channel=GLConsultoresSAC)
- Ramón, M., Blanquer, G., & Manuel, J. (n.d.). *Métodos para la determinación del tiempo de concentración (tc) de una cuenca hidrográfica*.
- SWAT: Soil & Water Assessment Tool*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/water/swat-soil-water-assessment-tool/>
- Tipos de bases de datos y las mejores bases de datos de 2021*. (n.d.). Retrieved May 18, 2021, from <https://pandorafms.com/blog/es/tipos-de-bases-de-datos-y-las-mejores-bases-de-datos-del-2016/>