

**Centro Nacional de Alta Tecnología (CeNAT)**

**Programa de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS)**



# TALLER



**QGIS 2.8.2 Y SU INTERFAZ GRÁFICA**

**SAN JOSÉ, COSTA RICA  
2015**

---

## TALLER QGIS 2.8.2 Y SU INTERFAZ GRÁFICA

---

**Bach. Rodolfo Mora Zamora**

[rmora@cenat.ac.cr](mailto:rmora@cenat.ac.cr)

**Bach. Daniel Flores Cordero**

[dflores@cenat.ac.cr](mailto:dflores@cenat.ac.cr)

**Soporte y Desarrollo**

**CeNAT-PRIAS**

[prias@cenat.ac.cr](mailto:prias@cenat.ac.cr)

**Cartog. y Geog. Christian Vargas Bolaños**

[cvargas@cenat.ac.cr](mailto:cvargas@cenat.ac.cr)

---

# TALLER QGIS 2.8.2 Y SU INTERFAZ GRÁFICA

---

## Objetivos

### Objetivo General

Desarrollar conocimientos y destrezas básicas en la herramienta de información geográfica Quantum GIS.

### Objetivos Específicos

1. Desarrollar las destrezas necesarias para la compilación de información y construcción de mapas en QGIS.
2. Explorar las herramientas de análisis de datos disponibles en QGIS.
3. Conocer las capacidades de expansión de las herramientas de QGIS.

## Contenidos

### Contenido para el taller

1. Introducción a QGIS
  - a. Entorno
  - b. Herramientas de navegación y consulta.
2. Administración de Capas
  - a. Capas vectoriales
    - i. Cargar una capa SHP
    - ii. Activar el cambio de sistemas de coordenadas al vuelo
    - iii. Cambiar el sistema de coordenadas de una capa vectorial
    - iv. Manejo de Capas Vectoriales
      1. Creación de una capa vectorial
      2. Edición de una capa vectorial
        - 2.2.1 Cambiar a modo de edición
      3. Añadir objetos espaciales
      4. Modificar un objeto espacial
      5. Herramienta de autoensamblado
      6. Guardar los cambios de la capa

- v. Tabla de atributos
  - 1. Desplegar la tabla de atributos de una capa
  - 2. Seleccionar objetos por la tabla de atributos
  - 3. Buscar dentro de la tabla de atributos
  - 4. Añadir atributos nuevos
  - 5. Eliminar atributos
  - 6. Calcular atributos
    - 6.1 Cálculo de población total de cada cantón al año 2000
    - 6.2 Cálculo del área en m<sup>2</sup> de cada cantón
    - 6.3 Cálculo de área en hectáreas
- v. Simbología de la capa
  - 1. Cambiar los estilos de la simbología
  - 2. Agregar etiquetas a la simbología
- b. Capas ráster
  - i. Cargar una capa raster
  - ii. Cambiar la visualización de una capa
    - 1. Modificar la combinación de bandas
    - 2. Modificar los parámetros de máximos y mínimos
  - iii. Creación y edición de capas ráster
    - 1. Georeferenciar una imagen
    - 2. Cambiar la proyección de una capa georeferenciada
- c. Capas de geoservicios
  - i. Añadir capas de geoservicios
- 3. Generación de mapas
  - a. Crear un nuevo diseñador
  - b. Crear un nuevo espacio de mapa
  - c. Asignar la escala y la flecha de norte
  - d. Añadir leyenda o tablas de atributos
  - e. Añadir elementos gráficos de apoyo
  - f. Crear múltiples espacios de mapa en el mismo diseñador
  - g. Imprimir o exportar como archivo
  - h. Guardar el diseñador como plantilla
- 4. Análisis de información
  - a. Herramientas de geoprocso
    - i. Envoltente convexa
    - ii. Búffer
    - iii. Intersección
    - iv. Unión
    - v. Diferencia

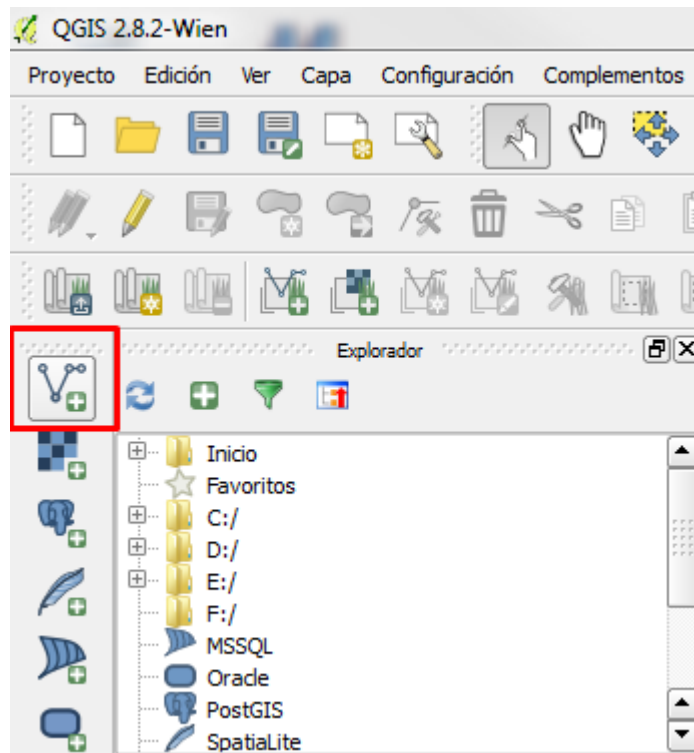
- vi. Dissolver
- b. Herramientas de interpolación vectorial
  - i. Centroides de polígonos
  - ii. Diagramas de Voronoi
- c. Interoperabilidad vectorial-ráster
  - i. Interpolar a partir de datos vectoriales
    - a. Peso inverso de la distancia (IDW)
    - b. Red irregular de triángulos (TIN)
    - c. Vecino más cercano (NN)
  - ii. Generar ráster a partir de capa vectorial
  - iii. Generar vectores a partir de capa ráster
  - iv. Recortar una imagen
  - v. Generar curvas de nivel a partir de un modelo de elevación
- 5. Complementos
  - a. Instalación de complementos de Python


## ***Tema 2.Administración de capas vectoriales***

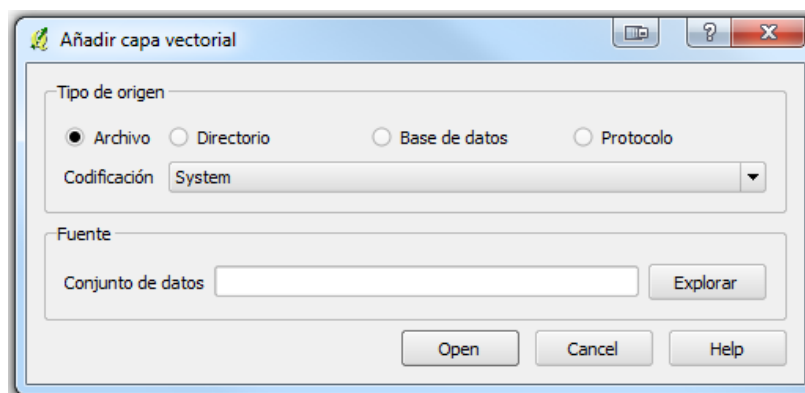
### ***Capas vectoriales***

Las capas de información de tipo vectorial son representaciones geométricas de objetos espaciales en formas simplificadas de líneas, puntos o polígonos. Existen diversos formatos de intercambio para almacenar información espacial de tipo vectorial, probablemente el formato más usado es el estándar privado de ESRI denominado shapefile.

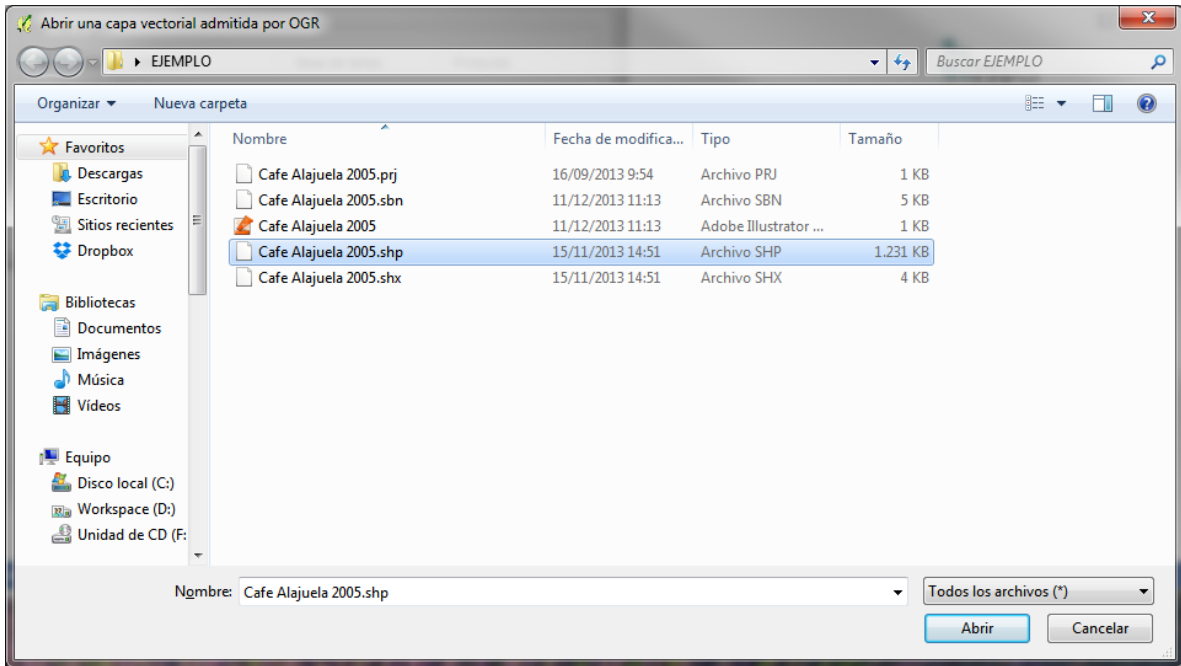
#### **a) i.Cargar una capa SHP**



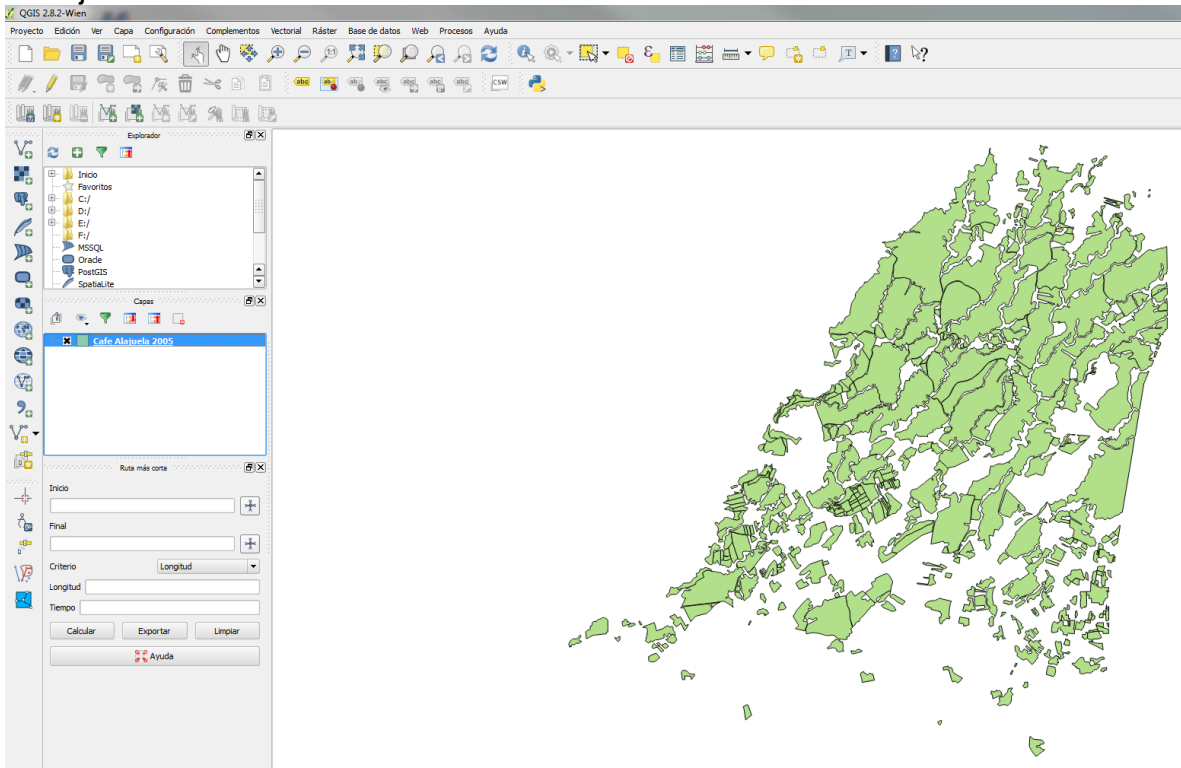
En la barra de herramientas de añadir capas se encuentra la herramienta de añadir capas vectoriales  con la cual se despliega el diálogo de añadir capa vectorial que despliega varias opciones para el usuario, con la opción Archivo seleccionada se puede navegar hasta la capa utilizando el botón Explorar



En el diálogo del explorador se debe seleccionar el archivo \*.shp requerido, nótese que el tipo de archivo seleccionado es el “Archivos shape de ESRI”



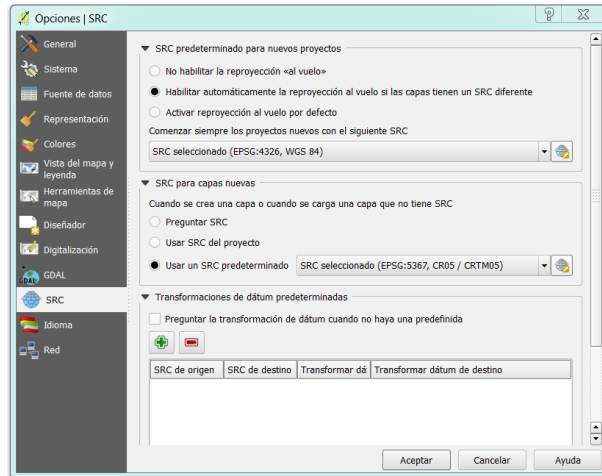
Posteriormente al presionar el botón Abrir, la capa se carga en el espacio de trabajo.



## ii. Activar el cambio de sistema de coordenadas al vuelo

QGIS administra las capas en el contexto de proyectos, en un mismo proyecto pueden haber múltiples capas de distintos tipos, temáticas y sistemas de referencia, sin embargo QGIS no despliega correctamente capas de distintos sistemas de referencia a menos que se active la opción de cambio de sistema de coordenadas al vuelo para el proyecto.

En el menú Configuración seleccionar “Opciones” y en la pestaña de “SRC” seleccionar la opción “Habilitar automáticamente la reproyección al vuelo si las capas tienen un SRC diferente” Esto permitirá al usuario seleccionar el sistema de coordenadas global del proyecto, en este caso CRTM 05.

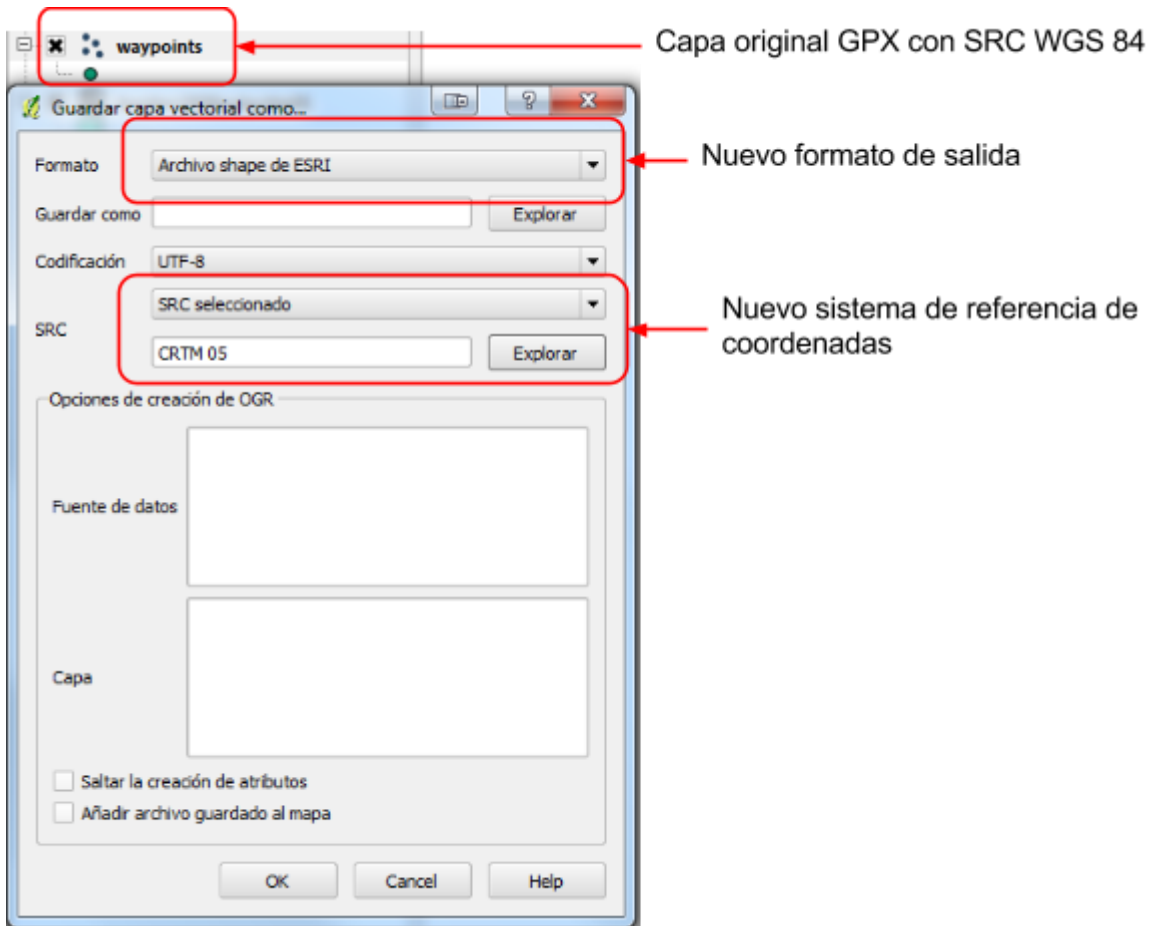


A partir de este momento todas las capas desplegadas en el espacio de trabajo se trasladarán adecuadamente sin importar las diferencias que presenten en el sistema de coordenadas.

## iii. Cambiar el sistema de coordenadas de una capa vectorial

En ocasiones es necesario convertir el sistema de coordenadas de una capa a otro con el fin de compartirla o homogeneizar el espacio de trabajo, en QGIS se puede realizar esta operación dando clic derecho sobre el nombre de la capa en el panel de capas y seleccionando la opción “Guardar Como” en este menú se puede cambiar el formato de la capa, por ejemplo para exportar una capa GPX a SHP, el nombre de la capa, la codificación de texto y el sistema de referencia de la capa. Para cambiar a un sistema de referencia arbitrario se debe seleccionar la opción SRC seleccionado y con el botón de Explorar se puede seleccionar el nuevo sistema de coordenadas. En el ejemplo una capa GPX que se almacenó con proyección WGS 84 se exporta a formato SHP con proyección CRTM 05





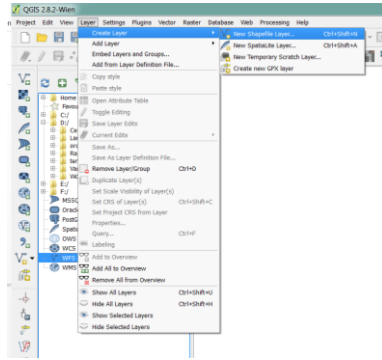
Por medio de esta herramienta se pueden exportar capas desde QGIS a Google Earth utilizando el formato de salida KML con el sistema de coordenadas WGS 84:



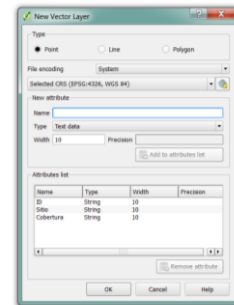
#### iv. Manejo de Capas Vectoriales

##### 1. Creación de una capa vectorial

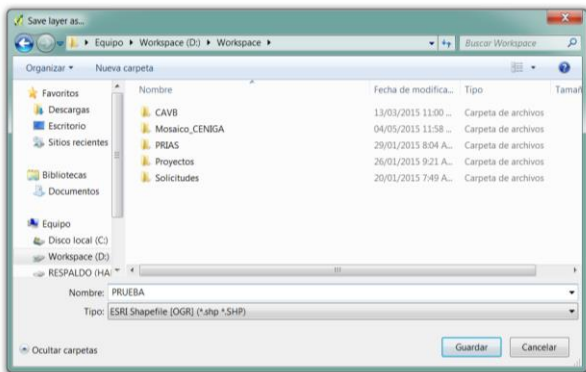
Para la creación de la capa dirigirse hacia la barra principal y en la opción de Layer escoger la primera opción como se muestra en la imagen



Una vez seleccionado el tipo de vector a crear, color el tipo de proyección y generar la lista de atributos para la cobertura, finalmente dar en el botón **OK**.



Al dar en el botón de **OK** se desplegará una pantalla como la



siguiente, en ella se colocará la dirección de la capa vectorial a guardar y el nombre del archivo.

## 2. Edición de una capa vectorial

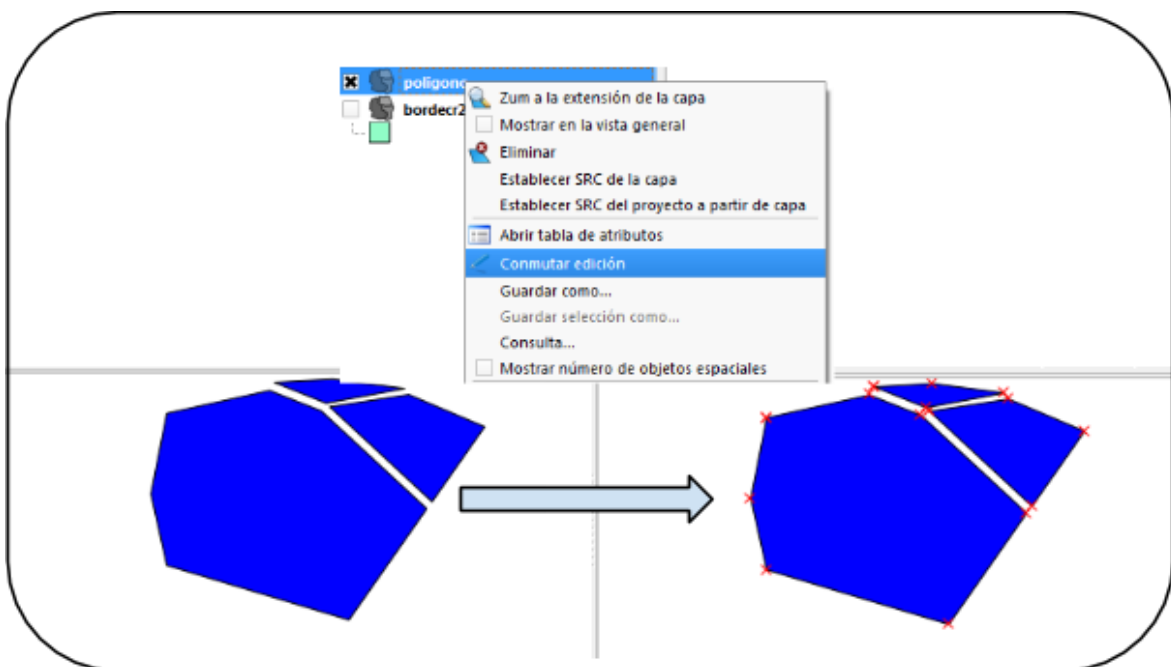
QGIS cuenta con variadas

herramientas de edición que permiten modificar la forma y posición de elementos en una capa vectorial.

### 2.2.1 Cambiar a modo de edición

Para editar una capa vectorial es necesario habilitarla para edición, para esto se debe seleccionar la capa en el panel de capas, al dar clic derecho sobre el nombre de la capa se despliega el menú de la capa y se puede seleccionar la opción "Conmutar edición". A partir de este punto el usuario puede utilizar todas las

herramientas de edición disponibles según el tipo de capa que desea editar<sup>1</sup>.



### 3. Añadir objetos espaciales

Con las herramientas de añadir objetos espaciales se pueden agregar nuevos objetos a la capa seleccionada:



Añadir puntos



Añadir líneas

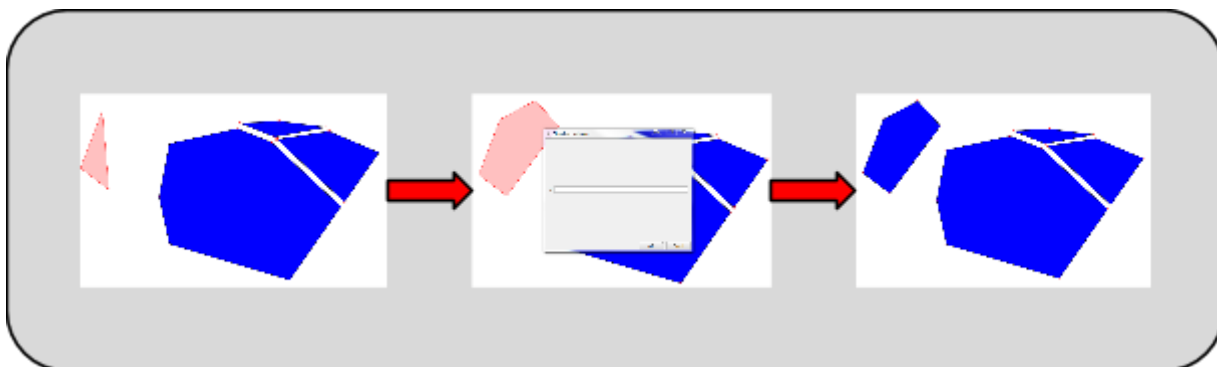


Añadir Polígonos

Una vez seleccionada la herramienta de añadir objetos se pueden trazar los puntos que delimitan al objeto en el espacio de trabajo con el ratón, el nuevo objeto se termina haciendo clic derecho en el lugar del último vértice del objeto.






<sup>1</sup> Las herramientas de edición para capas vectoriales difieren según el tipo de geometría de la capa, las opciones de una capa tipo punto son distintas a la de una tipo línea o polígono.

QGIS desplegará entonces el formulario para ingresar el valor de los atributos del nuevo objeto:



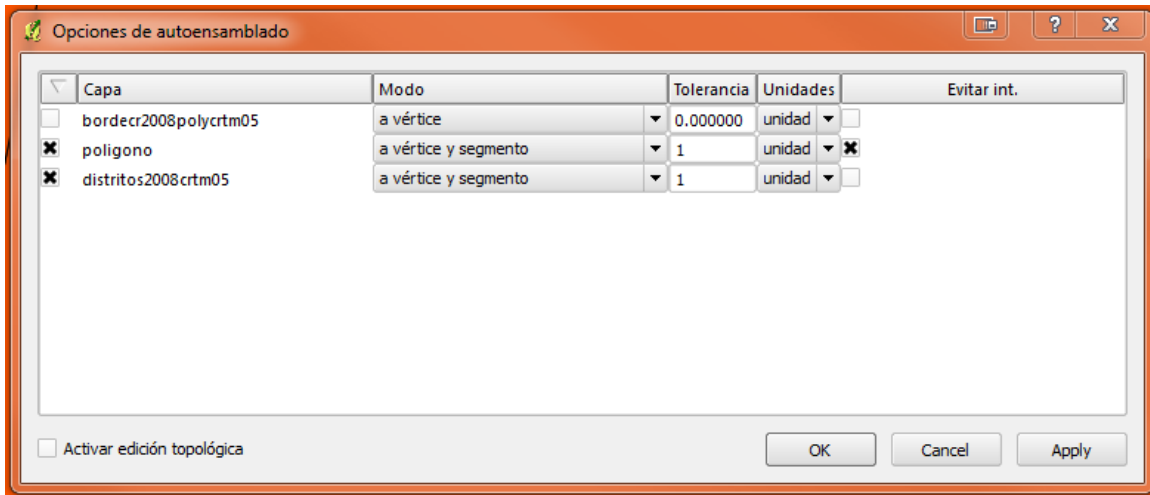
#### 4. Modificar un objeto espacial

Los objetos espaciales de una capa se pueden seleccionar individualmente, mover, modificar o eliminar utilizando las herramientas correspondientes:

-  Seleccionar objeto individual
-  Deseleccionar todos los objetos seleccionados
-  Mover objeto individual
-  Editar nodos de un objeto individual
-  Eliminar objetos seleccionados

#### 5. Herramienta de autoensamblado

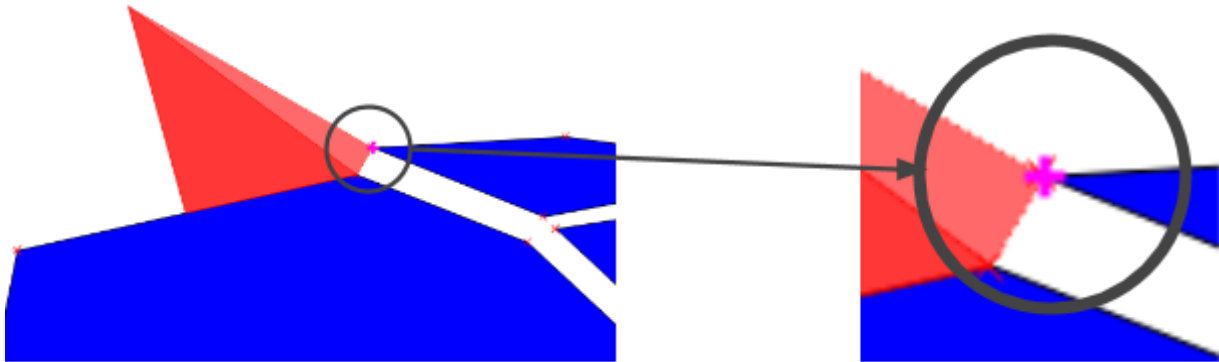
Para esto se requiere habilitar la herramienta de autoensamblado o *snap*. En el menú Configuración seleccionar “Opciones de Autoensamblado” que desplegará el panel con los distintos parámetros de autoensamblado posibles en QGIS.



En el margen izquierdo del panel se pueden seleccionar las capas para las cuales se quiere aplicar la herramienta de autoensamblado, por ejemplo si únicamente se desea que la capa polígono capture los bordes internos se debe marcar el cuadro de selección junto a la capa polígono. Si se marca además el cuadro de selección de la capa distritos la interacción de autoensamblado además tomará en cuenta los vértices y bordes de la capa distritos.

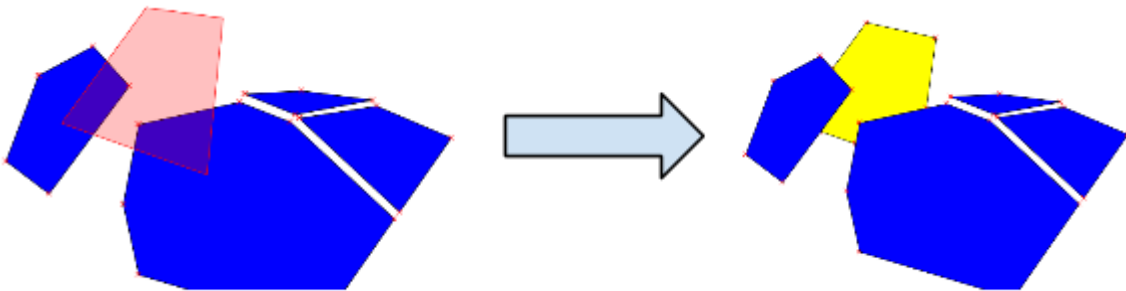
El modo de autoensamblado permite al usuario seleccionar si quiere ajustar únicamente a los vértices, a los bordes o ambos, la tolerancia le indica al programa con cuánta precisión desea el usuario que se ajusten los valores, esto se puede seleccionar en unidades del mapa (metros para CRTM 05) o en milímetros<sup>2</sup> (unidades del mapa según la escala actual).

<sup>2</sup> Para mejor precisión se recomienda utilizar la tolerancia en unidades del mapa. Un valor de 0.05 brindará una precisión de cinco centímetros de ajuste en la proyección CRTM 05.



Con la herramienta de autoensamblado activa, cuando un objeto se está dibujando sus vértices se ajustan a los bordes o los vértices de las capas activas automáticamente.


La opción de Evitar intersección permite al usuario indicarle al programa que elimine todo el contenido de cualquier línea o polígono que interseque con un objeto de la capa indicada, esta opción es útil al graficar capas de tipo polígono y se requiere que los polígonos tengan bordes comunes pero no traslape.



El elemento que se está dibujando interseca múltiples objetos de la capa polígono.

Con la opción de Evitar Intersecciones activa el polígono resultante no tiene secciones traslapadas con los otros elementos de la misma capa.

## 6. Guardar los cambios de la capa


Para guardar los cambios realizados se debe utilizar el botón de guardar cambios . Si los cambios de una capa no se guardan y el sistema se cierra o el equipo se apaga, todos los cambios realizados se perderán de manera irrecuperable.

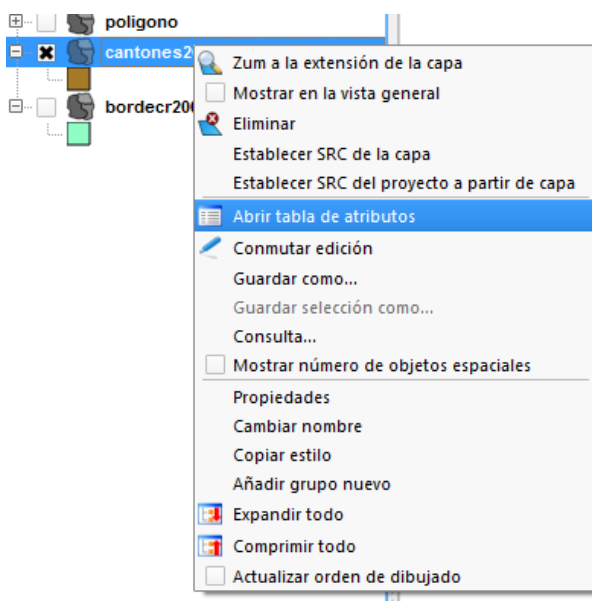
## v. Tabla de atributos

Los objetos espaciales de tipo vectorial pueden almacenar más información que únicamente la geometría, por ejemplo un objeto de la capa de cantones puede indicar el nombre, código y la provincia a la cual pertenece, entre otras cosas.

### 1. Desplegar la tabla de atributos de una capa

Al seleccionar una capa en el panel de capas se pueden utilizar algunos controles únicamente para esa capa, uno de esos controles es el que despliega la tabla de

atributos de todos los objetos de la capa : , otra manera de desplegar la tabla de atributos es seleccionando la opción del menú contextual de la capa seleccionada



La tabla de atributos tiene posee un listado de registros en su parte izquierda, en la superior herramientas de consulta y modificación de atributos y dentro de la capa columnas con información.

Herramientas de consulta y modificación de atributos      Nombres de atributo

Números de registro

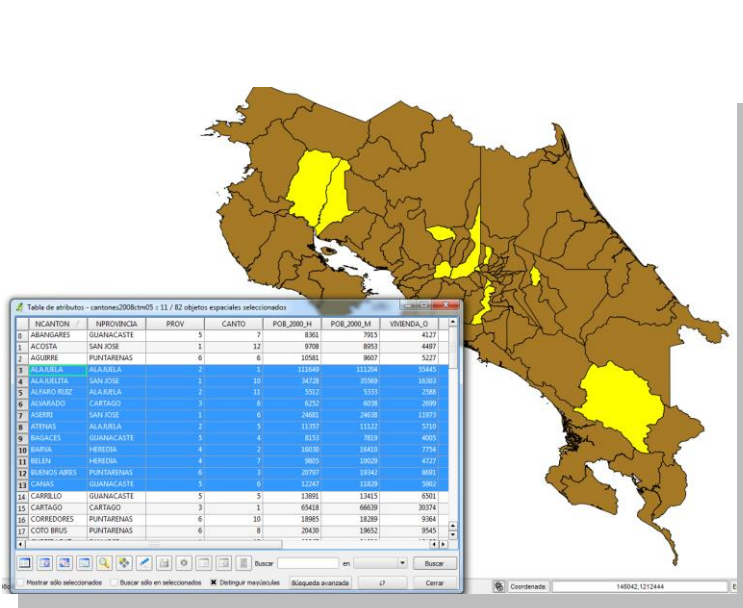
	NCANTON	DEPARTAMENTO	PROV	CANTO	POB_2000_H	POB_2000_M	VIVIENDA_O	VIVIENDA_M
0	ABANGARES	GUANACASTE	5	7	8361	7915	412	
1	ACOSTA	SAN JOSE	1	12	9708	8953	449	
2	AGUIRRE	PUNTARENAS	6	6	10581	9607	522	
3	ALAJUELA	ALAJUELA	2	1	111649	111204	5544	
4	ALAJUELITA	SAN JOSE	1	10	34728	35569	1630	
5	ALFARO RUIZ	ALAJUELA	2	11	5512	5333	258	
6	ALVARADO	CARTAGO	3	6	6252	6038	269	
7	ASERRI	SAN JOSE	1	6	24681	24638	1197	
8	ATENAS	ALAJUELA	2	5	11357	11122	571	
9	BAGACES	GUANACASTE	5	4	8153	7819	400	
10	BARVA	HEREDIA	4	2	16030	16410	775	
11	BELEN	HEREDIA	4	7	9805	10029	472	
12	BUENOS AIRES	PUNTARENAS	6	3	20797	19342	869	
13	CANAS	GUANACASTE	5	6	12247	11829	590	
14	CARRILLO	GUANACASTE	5	5	13891	13415	650	
15	CARTAGO	CARTAGO	3	1	65418	66639	3037	
16	CORREDORES	PUNTARENAS	6	10	18985	18289	936	
17	COTO BRUS	PUNTARENAS	6	8	20430	19652	954	
18	CURRIDABAT	SAN JOSE	1	18	29367	31522	1548	
19	DESAMPARADOS	SAN JOSE	1	3	94514	98964	4744	
20	DOTA	SAN JOSE	1	17	3277	3242	158	
21	EL GUARCO	CARTAGO	3	8	17345	16443	753	
22	ESCAZU	SAN JOSE	1	2	25420	26952	1317	

2. Seleccionar objetos por la tabla de atributos

Al hacer clic sobre el número de registro de cualquier fila se puede seleccionar el registro correspondiente en la tabla de atributos y el objeto respectivo se seleccionará en el mapa

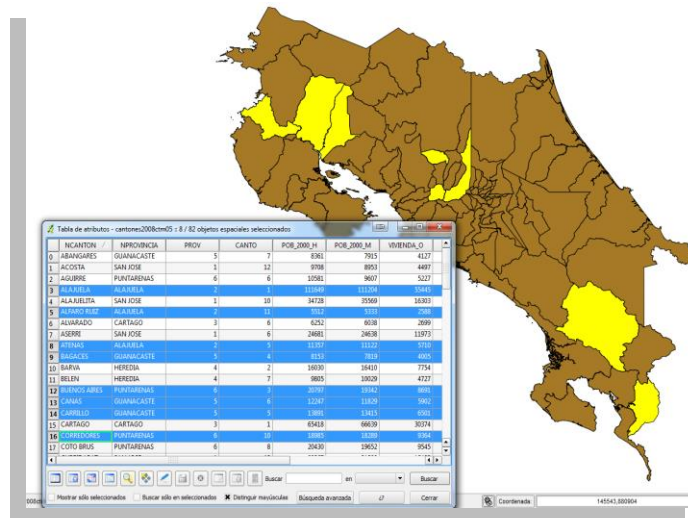
	NCANTON	CODNUM	NPROVINCIA	PROV	CANTO	POB_2000_H	POB_2000_M	VIVIENDA_O
0	ABANGARES	507	GUANACASTE	5	7	8361	7915	412
1	ACOSTA	112	SAN JOSE	1	12	9708	8953	449
2	AGUIRRE	606	PUNTARENAS	6	6	10581	9607	522
3	ALAJUELA	201	ALAJUELA	2	1	111649	111204	5544
4	ALAJUELITA	110	SAN JOSE	1	10	34728	35569	1630
5	ALFARO RUIZ	211	ALAJUELA	2	11	5512	5333	258
6	ALVARADO	306	CARTAGO	3	6	6252	6038	269
7	ASERRI	106	SAN JOSE	1	6	24681	24638	1197
8	ATENAS	205	ALAJUELA	2	5	11357	11122	571
9	BAGACES	504	GUANACASTE	5	4	8153	7819	400
10	BARVA	402	HEREDIA	4	2	16030	16410	775
11	BELEN	407	HEREDIA	4	7	9805	10029	472
12	BUENOS AIRES	603	PUNTARENAS	6	3	20797	19342	869
13	CANAS	506	GUANACASTE	5	6	12247	11829	590
14	CARRILLO	505	GUANACASTE	5	5	13891	13415	650
15	CARTAGO	301	CARTAGO	3	1	65418	66639	3037
16	CORREDORES	610	PUNTARENAS	6	10	18985	18289	936
17	COTO BRUS	608	PUNTARENAS	6	8	20430	19652	954
18	CURRIDABAT	118	SAN JOSE	1	18	29367	31522	1548
19	DESAMPARADOS	103	SAN JOSE	1	3	94514	98964	4744
20	DOTA	117	SAN JOSE	1	17	3277	3242	158
21	EL GUARCO	308	CARTAGO	3	8	17345	16443	753
22	ESCAZU	102	SAN JOSE	1	2	25420	26952	1317





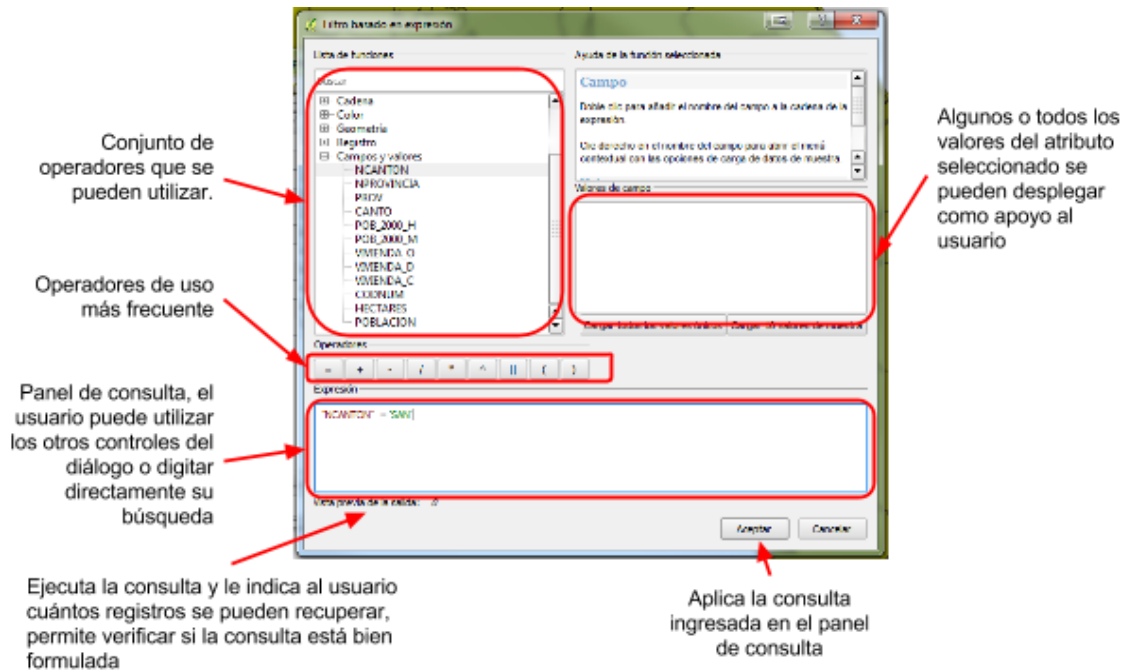
Con un registro específico seleccionado y manteniendo presionado el botón del teclado SHIFT se pueden seleccionar múltiples registros al hacer clic sobre cualquier otro registro de la tabla

Manteniendo presionado el botón del teclado CTRL se pueden seleccionar múltiples registros independientes de la tabla al hacer clic sobre su número de registro correspondiente.



### 3. Buscar dentro de la tabla de atributos

Utilizando los registros encontrados, ir a la opción de Advanced Filter (expresión); se ingresan los valores en el panel de consulta, respetar la sintaxis determinada por el sistema, ejemplo los valores de texto deben ir en comillas simples (por ejemplo: 'SAN JOSE').




En la siguiente tabla se describe el uso de algunos operadores junto con ejemplos de los mismos:

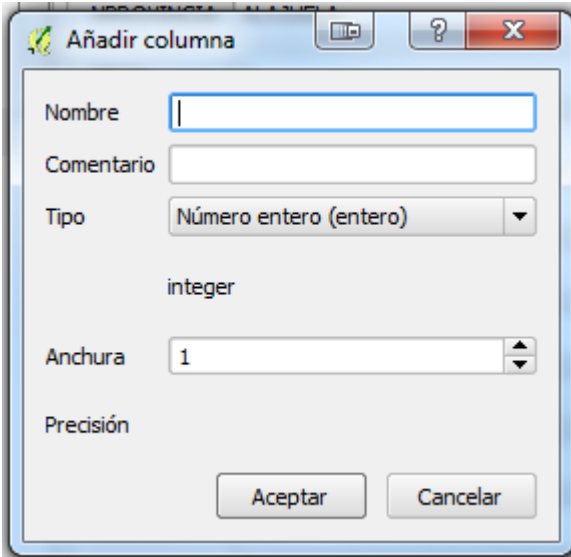
Operador	Sintaxis	Uso	Ejemplo
=	A = B	Recupera todos los registros que tengan el valor <b>B</b> para el atributo <b>A</b>	PROV = 1 NCANTON = 'POAS'
<	A < B	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> es menor a <b>B</b>	PROV < 3
>	A > B	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> es mayor a <b>B</b>	PROV > 3
<=	A <= B	Recupera todos los registros en los	PROV <= 3

		cuales el valor de la columna <b>A</b> es menor o igual a <b>B</b>	
>=	A >= B	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> es mayor o igual a <b>B</b>	PROV >= 3
!=	A != B	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> es distinto a <b>B</b>	PROV != 3 NCANTON != 'DOTA'
COMO/LIKE	A LIKE 'B'	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> corresponde a la expresión regular <b>B</b> . Se puede utilizar en conjunto con el operador % que le indica al sistema que uno o varios caracteres son desconocidos	NCANTON LIKE 'SAN%'  NCANTON LIKE 'SAN%MINGO'
DISTINTO DE/ILIKE	A ILIKE B	Recupera todos los registros en los cuales el valor de la columna <b>A</b> no corresponde a la expresión regular <b>B</b> . Se puede utilizar en conjunto con el operador % que le indica al sistema que uno o varios caracteres son desconocidos	NCANTON ILIKE 'SAN%'  NCANTON ILIKE 'SAN%MINGO'
EN/IN	A IN (X,Y,Z)	Recupera todos los registros para los cuáles el valor del atributo <b>A</b> sea igual a alguno de los valores <b>X</b> , <b>Y</b> o <b>Z</b>	PROV IN (1,3,6)

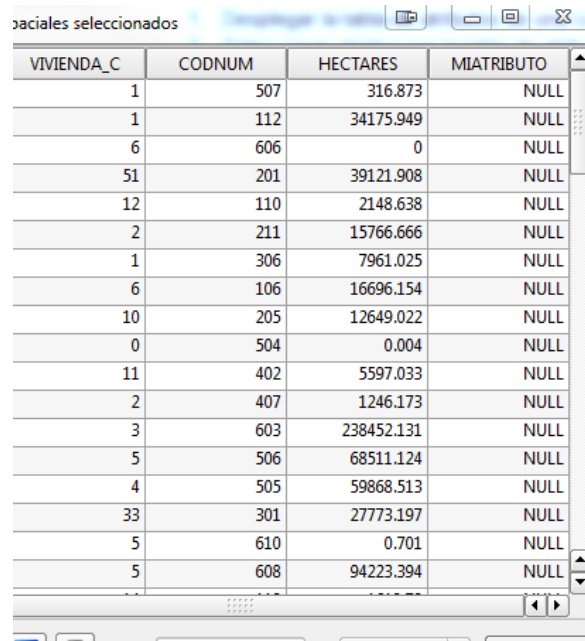
NO EN/ NOT IN	A <b>NOT IN</b> (X,Y,Z)	Recupera todos los registros para los cuáles el valor del atributo <b>A</b> no sea igual a ninguno de los valores <b>X</b> , <b>Y</b> o <b>Z</b>	PROV <b>NOT IN</b> (2,4,5,7)
Y/AND	A <b>AND</b> B	Recupera todos los registros que cumplan la condición <b>A</b> y la condición <b>B</b>	PROV < 3 <b>AND</b> PROV != 1
O/OR	A <b>OR</b> B	Recupera todos los registros que cumplan la condición <b>A</b> o la condición <b>B</b> o ambas	PROV > 3 <b>OR</b> PROV = 1
NO/NOT	<b>NOT</b> A	Recupera todos los registros que no cumplan la condición <b>A</b>	<b>NOT</b> PROV = 1

#### 4. Añadir atributos

Con el botón de New Column  se pueden agregar o modificar atributos dentro de la tabla; al añadir un atributo nuevo aparece la siguiente ventana.

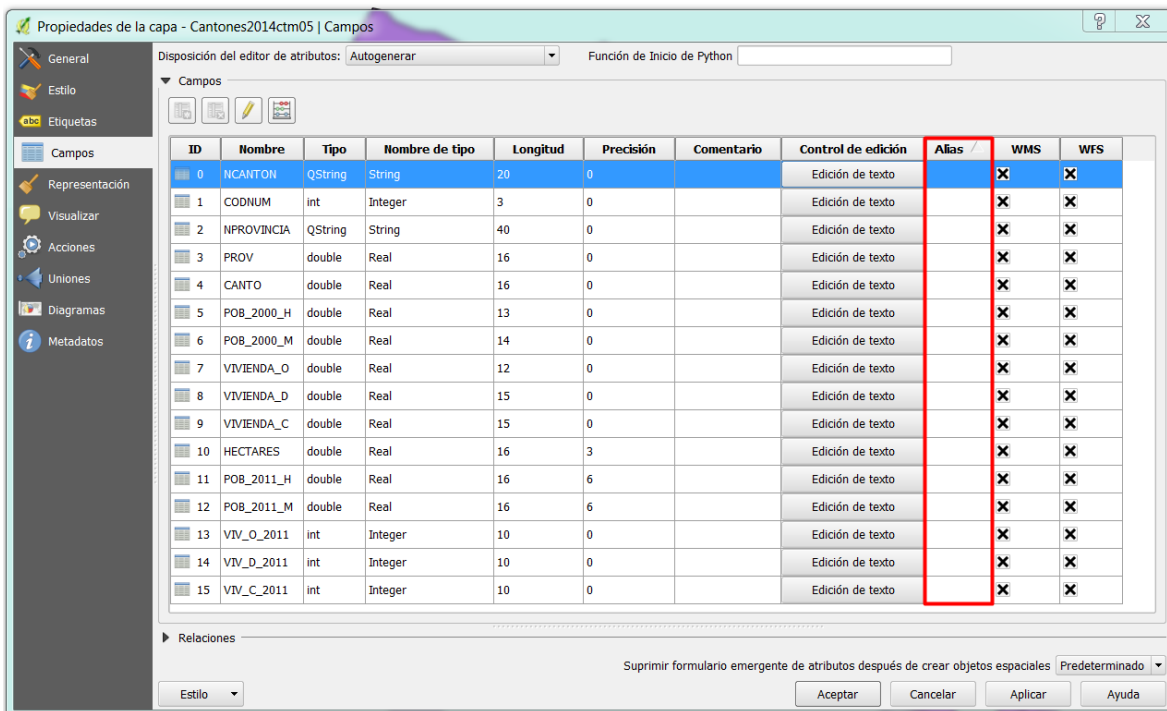


Los nuevos atributos añadidos de esta forma se agregan al final de la tabla y en todos los registros existentes tomará el valor NULL que corresponde a un valor inválido o vacío.




VIVIENDA_C	CODNUM	HECTARES	MIATRIBUTO
1	507	316.873	NULL
1	112	34175.949	NULL
6	606	0	NULL
51	201	39121.908	NULL
12	110	2148.638	NULL
2	211	15766.666	NULL
1	306	7961.025	NULL
6	106	16696.154	NULL
10	205	12649.022	NULL
0	504	0.004	NULL
11	402	5597.033	NULL
2	407	1246.173	NULL
3	603	238452.131	NULL
5	506	68511.124	NULL
4	505	59868.513	NULL
33	301	27773.197	NULL
5	610	0.701	NULL
5	608	94223.394	NULL

En propiedades de la capa, opción llamada *Campos* se pueden agregar atributos nuevos y asignar un Alias o nombre alternativo de mejor lectura a cualquier atributo.



## 5. Eliminar Atributos

Mientras la capa está en modo de edición se puede eliminar un atributo utilizando


el control  de borrar columna en la tabla de atributos, el usuario debe seleccionar la columna que desea eliminar y al aceptar el cambio la columna desaparecerá de la tabla. En la ficha de campos del diálogo de propiedades de la capa se pueden eliminar atributos, el campo debe seleccionarse antes de usar el control de borrar columna, el sistema eliminará la columna inmediatamente.

Por último guardar los cambios efectuados a la cobertura.



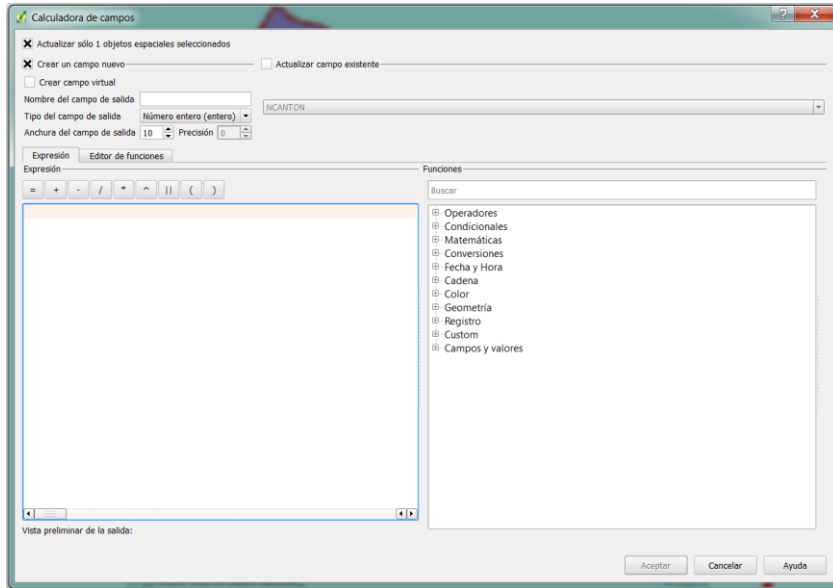
## 6. Calcular atributos

El valor de un atributo se puede calcular utilizando los valores actuales de los demás atributos o la información espacial de cada objeto de la capa. El resultado se puede almacenar en un atributo existente o en uno nuevo. Con el control de

calculadora de atributos  el sistema despliega el diálogo para calcular atributos con todas sus opciones. El usuario puede decidir si desea actualizar el valor para todos los campos o sólo para los campos que tenga actualmente seleccionados, puede seleccionar el campo a actualizar o crear un campo nuevo y dispone de funciones aritméticas, funciones matemáticas, conversiones entre tipos de datos, operadores geométricos, información relacionada con cada registro y los valores de los campos existentes.

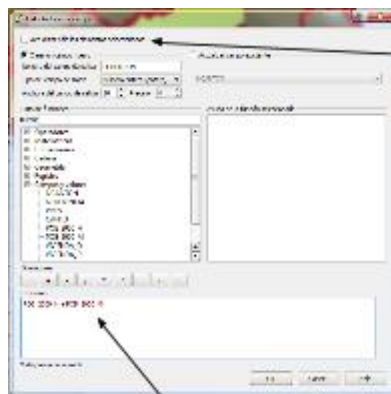
En el campo de expresión se puede escribir manualmente la operación que le dará valor al atributo o se puede utilizar el panel de herramientas del margen izquierdo del diálogo. QGIS permite construir expresiones matemáticas tan complejas como sea necesario e incluso, con conocimientos más avanzados, construir expresiones condicionales.

A continuación se presentan algunos ejemplos de cálculos que se pueden realizar para la capa de cantones y las expresiones para alcanzarlos



### 6.1 Cálculo de población total de cada cantón al año 2000

Los campos POB\_2000\_H y POB\_2000\_M reflejan la población de hombres y mujeres al año 2000 para cada cantón. Si se suman los valores en un campo nuevo llamado población se puede obtener el total para cada cantón:



Nótese que la opción de actualizar sólo elementos seleccionados está desactivada

POB\_2000\_H + POB\_2000\_M

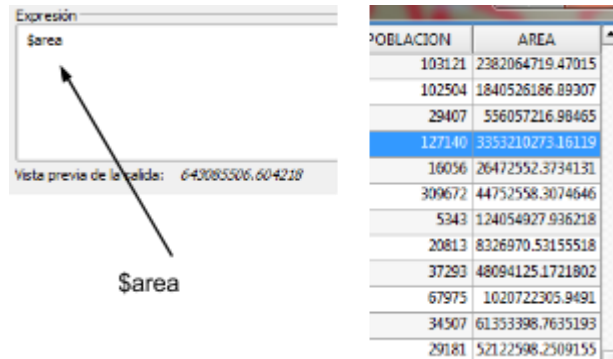
En el resultado se puede apreciar la nueva columna POBLACION con los valores correspondientes

POB_2000_H	POB_2000_M	VOTINDIA_B	VOTINDIA_C	VOTINDIA_D	VOTINDIA_E	VOTINDIA_F	VOTINDIA_G	VOTINDIA_H	VOTINDIA_I	VOTINDIA_J	VOTINDIA_K	VOTINDIA_L	VOTINDIA_M	VOTINDIA_N	VOTINDIA_O	VOTINDIA_P	VOTINDIA_Q	VOTINDIA_R	VOTINDIA_S	VOTINDIA_T	VOTINDIA_U	VOTINDIA_V	VOTINDIA_W	VOTINDIA_X	VOTINDIA_Y	VOTINDIA_Z	POBLACION
57	5743	7991	2571	590	3	709	1117,00	131,71																			
58	5224	3023	2507	290	25	300	1,400	13,204																			
59	14814	14073	7304	727	3	104	5519,535	26407																			
60	64803	60117	30418	3818	20	210	13038,810	127210																			
61	8941	8933	2310	215	7	405	2647,75	16536																			
62	145647	162009	78913	1311	158	101	1472,210	136677																			



## 6.2 Cálculo del área en m<sup>2</sup> de cada cantón

La capa de cantones se encuentra en CRTM 05, por lo que las unidades de mapa ya están dadas en metros y sólo es necesario calcular el área de cada cantón.



The image shows a screenshot of a GIS software interface. On the left, there is a field labeled 'Expresión' (Expression) containing the text '\$area'. Below this field, a preview window shows the value '649085506.604218'. An arrow points from the '\$area' text in the expression field to the 'AREA' column in a data table on the right. The table has two columns: 'POBLACION' (Population) and 'AREA'. The data is as follows:

POBLACION	AREA
103121	2382064719.47015
102504	1840526186.09307
29407	556057216.98465
127140	3553210273.16119
16056	26472552.3734131
300672	44752558.3074646
5343	124054927.936218
20813	8326970.53155518
37293	48094125.1721802
67975	1020722305.9491
34507	61353398.7635193
29181	52122598.2509155

## 6.3 Cálculo de área en hectáreas

El área en hectáreas es igual a 1/10000 veces el área en metros. La expresión adecuada entonces es:

$$\text{\$área} / 10000$$

### vi. Simbología de la capa

#### 1. Cambiar los estilos de la simbología

En *Propiedades de la capa*, en la pestaña de *Estilo*, se presentan múltiples opciones para modificar el estilo de la capa como el color, el relleno de la línea, el grosor de la línea y la transparencia de los símbolos.

**Selector de tipo de simbología**

Muestra las opciones de graficado del símbolo sencillo (renderizador)

Modifica la transparencia de la capa

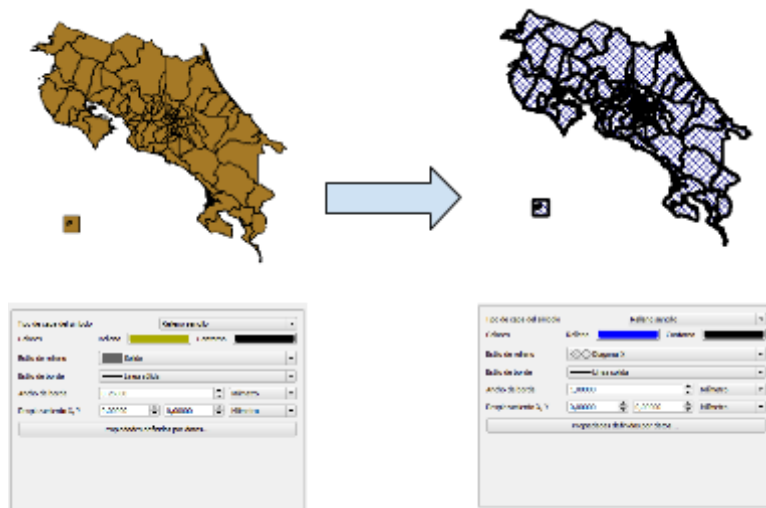
Modifica el color del renderizador

Guarda el estilo actual para usos posteriores. Permite guardar el estilo en el formato de estilos SDL

Cambia el tipo de relleno, permite utilizar reglas dependientes de la geometría

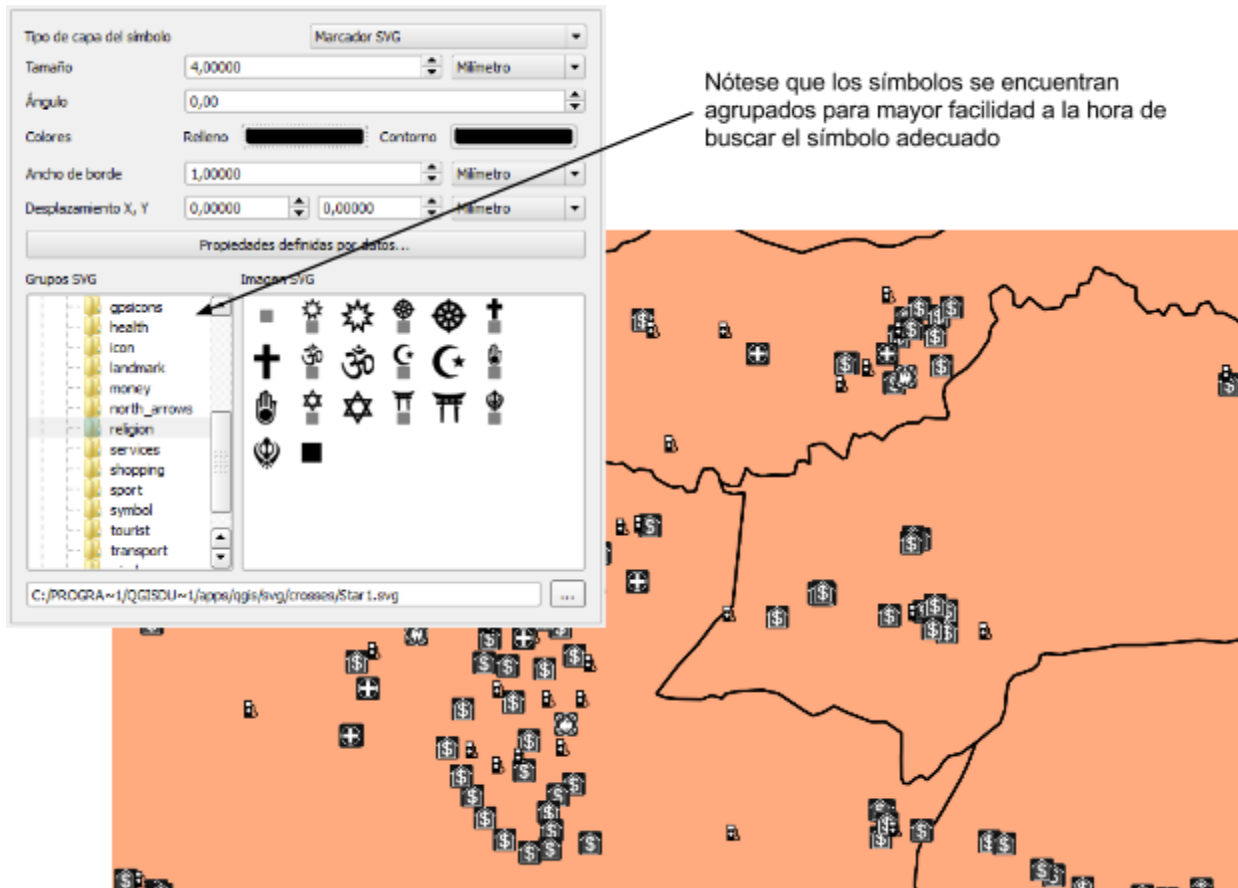
Cambia el estilo de relleno, permite utilizar tramas o patrones de relleno

Por ejemplo, la simbología de la capa de cantones se puede variar para que tenga bordes más gruesos y relleno de entramado color azul oscuro:



El esquema de símbolo único permite generar una simbología personalizada que permite diferenciar elementos entre varias capas, por ejemplo si se toman capas

de hospitales, estaciones de bomberos, agencias bancarias y gasolineras, todas capas de tipo punto, y se despliegan en el mismo mapa.

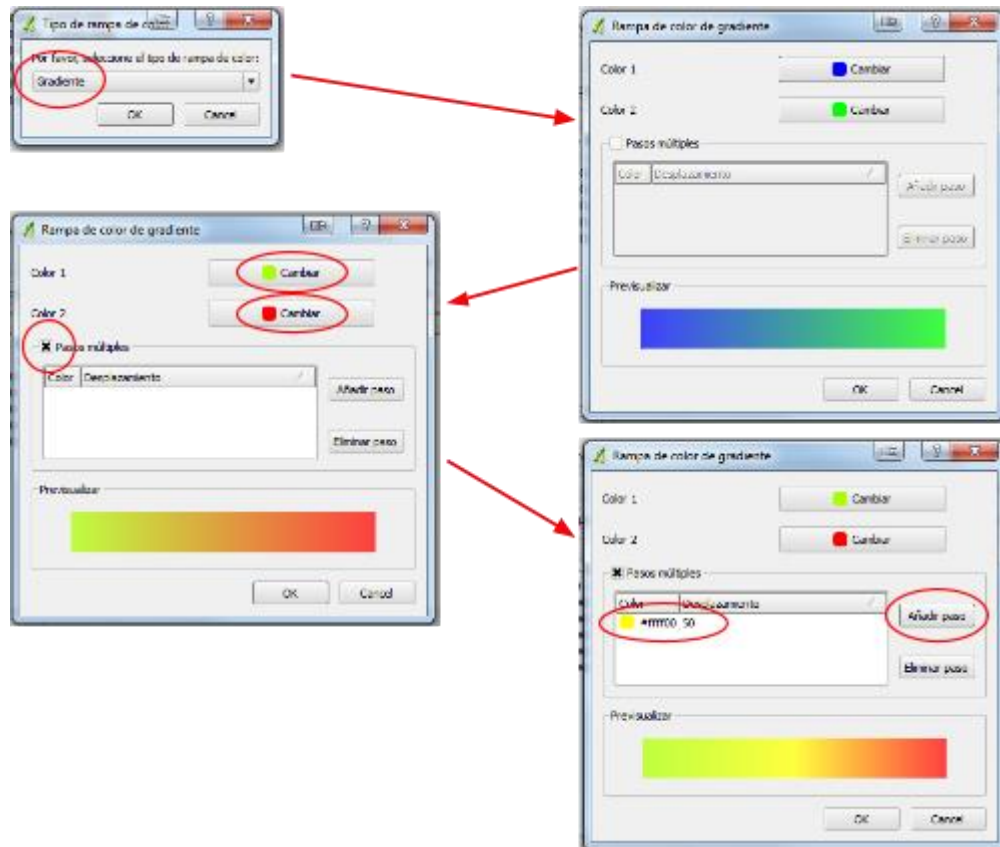


La simbología de tipo *Categorizado*, sirve para diferenciar objetos descritos por atributos nominales, como el nombre de provincia, o categorías discretas que tienen un número limitado de posibles valores.

La simbología de tipo *Graduado*, permite diferenciar fácilmente estos comportamientos, este tipo de simbología crea intervalos de valores numéricos que se comportan igual a las categorías, permitiendo utilizar las mismas rampas de color. Para ello usar el campo de columna el atributo llamado Población previamente creado.

En la opción de rampa de color seleccionar una nueva rampa y crear una rampa de tipo gradiente. En el panel de selección de colores asignar verde para el primer

color, rojo para el segundo color, habilitar la opción de pasos múltiples, añadir un nuevo paso de color amarillo y asignarlo al 50% de la gradiente.



Asignar a la nueva rampa el nombre GnYIRd, devuelta en el diálogo de estilo asignar el número de clases deseadas, 10 para el ejemplo, y seleccionar un modo de clasificación: (Gandhi 2012)

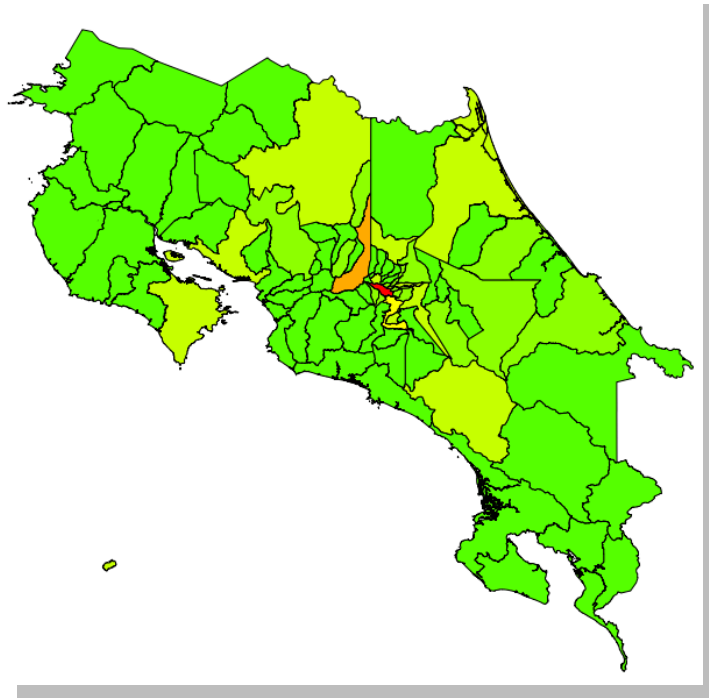
- **Intervalo Igual:** Divide los posibles valores del atributo entre  $n$ , donde  $n$  es el número de clases, y crea  $n$  clases que van desde el menor valor posible hasta el mayor valor.
- **Cuantiles:** Calcula los intervalos de manera que cada clase tenga exactamente el mismo número de elementos.
- **Natural Breaks:** Analiza los valores de los intervalos de manera que dentro de cada intervalo la varianza sea la mínima posible y entre intervalos la varianza sea la máxima posible, obteniendo grupos de valores lo más similares posible.

- **Desviación Estándar:** Calcula el promedio de los valores y agrupa los intervalos por su desviación estándar con respecto al promedio, es un método más sencillo para obtener grupos de valores similares, sin embargo no es tan preciso como el Natural Breaks.
- **Pretty Breaks:** Calcula la cantidad de intervalos más cercana a **n** posible de manera que los valores límite de cada intervalo sean números cerrados.

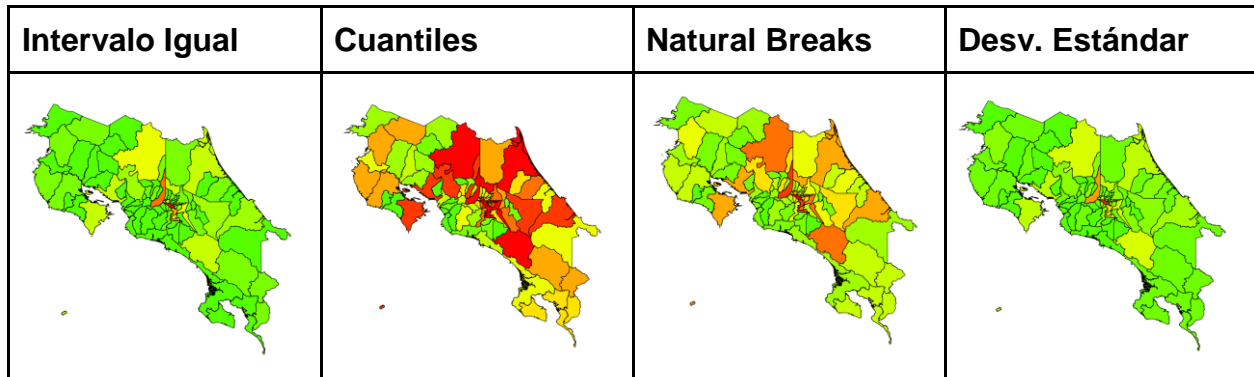
En el ejemplo se muestran los intervalos creados por cada estrategia al categorizar la población de la capa cantones:

Intervalo Igual	Cuantiles	Natural Breaks	Desv. Estándar	Pretty Breaks
4877.0000 - 35356.5000	4877.0000 - 11212.7000	4877.0000 - 6534.0000	4877.0000 - 21760.2389	4877.0000 - 50000.0000
35356.5000 - 65836.0000	11212.7000 - 15758.4000	6534.0000 - 18661.0000	21760.2389 - 46465.5976	50000.0000 - 100000.0000
65836.0000 - 96315.5000	15758.4000 - 19762.6000	18661.0000 - 29766.0000	46465.5976 - 71170.9562	100000.0000 - 150000.0000
96315.5000 - 126795.0000	19762.6000 - 25201.2000	29766.0000 - 42189.0000	71170.9562 - 95876.3148	150000.0000 - 200000.0000
126795.0000 - 157274.5000	25201.2000 - 33442.0000	42189.0000 - 55585.0000	95876.3148 - 120581.6735	200000.0000 - 250000.0000
157274.5000 - 187754.0000	33442.0000 - 37648.2000	55585.0000 - 80279.0000	120581.6735 - 145287.0321	250000.0000 - 300000.0000
187754.0000 - 218233.5000	37648.2000 - 48534.2000	80279.0000 - 103894.0000	145287.0321 - 169992.3908	300000.0000 - 309672.0000
218233.5000 - 248713.0000	48534.2000 - 64273.0000	103894.0000 - 132057.0000	169992.3908 - 194697.7494	
248713.0000 - 279192.5000	64273.0000 - 103059.3000	132057.0000 - 222853.0000	194697.7494 - 219403.1080	
279192.5000 - 309672.0000	103059.3000 - 309672.0000	222853.0000 - 309672.0000	219403.1080 - 244108.4667	
			244108.4667 - 268813.8253	
			268813.8253 - 293519.1840	
			293519.1840 - 318224.5426	
			318224.5426 - 309672.0000	

Usando el método Pretty Breaks el mapa resultante muestra los cantones coloreados en distintas intensidades según la población total para el año 2000:



El mismo mapa utilizando distintas metodologías presenta comportamientos muy diferentes:



Conocer el comportamiento de la variable estudiada puede ayudar a seleccionar el mejor método, en este caso la variable se comporta como una variable aleatoria de tipo exponencial, donde el grueso de población se encuentra en muy pocos cantones y la mayoría de cantones presenta muy poca población, por esta razón los métodos de **Intervalo Igual**, **Desviación Estándar** y **Pretty Breaks** presentaron muy malos resultados. El método de cuantiles fuerza una mejor representación en comportamientos de este tipo, sin embargo es una estrategia forzada que funciona mejor en variables aleatorias uniformes, mientras que la estrategia de Natural Breaks obtuvo una muestra representativa de los valores de población obteniendo un resultado más claro de interpretar.

Si se conoce el comportamiento de la muestra se puede simplificar la selección de metodología de la siguiente manera:

- **Variable Aleatoria Uniforme<sup>3</sup>**: Intervalo Igual o Pretty Breaks si son 100 o más valores, Cuantiles para menos de 100 valores.
- **Variable Aleatoria Normal<sup>4</sup>**: Desviación Estándar.
- **Variable Aleatoria Exponencial<sup>5</sup> o Logarítmica<sup>6</sup>**: Natural Breaks, se puede usar Cuantiles para más de 100 valores y más de 10 clases.

Una buena práctica en todos los métodos, excepto **Pretty Breaks**, es modificar las etiquetas de las clases de manera que la lectura de la simbología se simplifique, en el diálogo de simbología, en la lista de clases, al hacer doble clic sobre la etiqueta de una clase el sistema permite su edición:

<sup>3</sup> Para mayor información de la distribución aleatoria uniforme consultar <http://mathworld.wolfram.com/UniformDistribution.html>

<sup>4</sup> Para mayor información de la distribución aleatoria normal consultar <http://mathworld.wolfram.com/NormalDistribution.html>

<sup>5</sup> Para mayor información de la distribución aleatoria exponencial consultar <http://mathworld.wolfram.com/ExponentialDistribution.html>

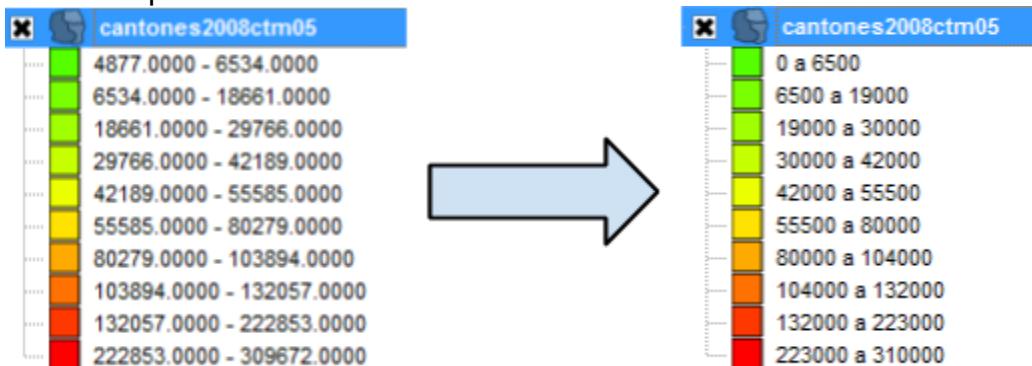
<sup>6</sup> Para mayor información de la distribución aleatoria logarítmica consultar <http://mathworld.wolfram.com/LogarithmicDistribution.html>

Etiqueta	
0 - 653...	4877.0000 - 6534.0000



Etiqueta	
0 a 6500	

Editar las etiquetas simplifica la simbología y permite una interpretación más sencilla del mapa resultante:



Naturalmente este tipo de modificaciones afecta la precisión de la interpretación, por ejemplo el primer intervalo realmente comprende desde los 4877 a los 6534 habitantes, se simplifica la interpretación del intervalo si se dice que inicia en 0 habitantes, dado que es el intervalo con los valores más bajos, pero este valor no es real porque no existe ningún cantón con población 0.

De igual manera se simplifica la lectura si se dice que el intervalo termina en 6500 habitantes, pero este valor también es falso porque el intervalo representa los cantones hasta los 6534 habitantes.

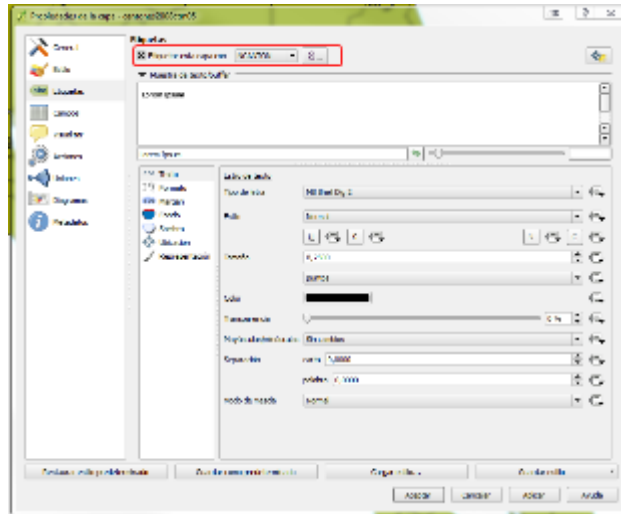
En ciertas circunstancias se podría decir que este error es aceptable, por ejemplo si el mapa resultante se quiere para consulta del público en general, sin embargo para estudios formales esta representación del resultado podría ser inaceptable.

## 2. *Agregar etiquetas a la simbología*

En el panel de capas, en el menú de propiedades en la pestaña de Etiquetas se debe marcar la opción “Etiquetar esta capa con” en el menú desplegable se debe seleccionar el atributo de interés<sup>7</sup>, por ejemplo en la capa de poblados se puede seleccionar el campo “NOMBRE” que mostrará sobre cada punto de poblado el nombre correspondiente.

En el panel de “Estilo de texto” se puede seleccionar el tipo de letra, el tamaño y otras opciones sencillas de despliegue; en las cejillas de Margen, Fondo y Sombra se representan los cambios de manera más estilizada.

<sup>7</sup> Adicionalmente se puede crear una expresión para la construcción de etiquetas utilizando el botón de expresión.



## b. **Capas ráster**

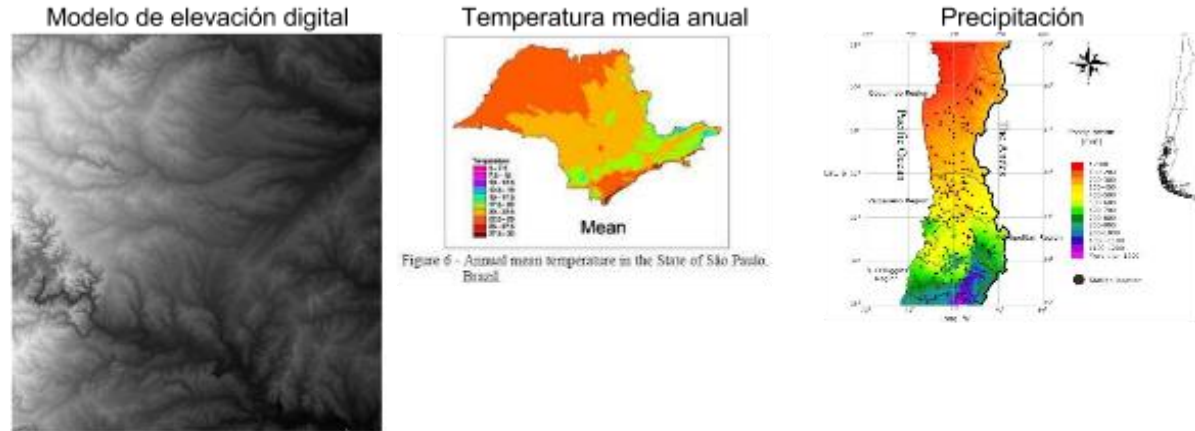
Los datos vectoriales son excelentes para describir fenómenos discretos, representaciones en el espacio de objetos puntuales claramente separados unos de otros. Sin embargo existen datos que no pueden separarse de forma tan puntual, datos continuos, que no pueden representarse por medio de un objeto vectorial. Por ejemplo los mapas de temperatura de la superficie de la tierra no se pueden representar de manera continua por vectores, al igual que los modelos digitales de elevación.

Estos datos se pueden discretizar generando capas vectoriales, como una capa de curvas de nivel, sin embargo es posible que se quiera mantener un dato de este tipo en su naturaleza continua y añadirlo así a un mapa o proyecto. Las capas de tipo ráster permiten representar datos de este tipo.

Una capa ráster se compone de una cuadrícula de datos atómicos comúnmente llamados teselas, que contienen múltiples datos almacenados y que usualmente




se representan como escalas de colores. El ejemplo más inmediato de una capa de tipo ráster es una fotografía de la tierra en la cuál la información guardada es de hecho una escala de colores. Ejemplos menos evidentes son los modelos de elevación digital, mapas de temperatura, mapas de precipitación, entre otros.

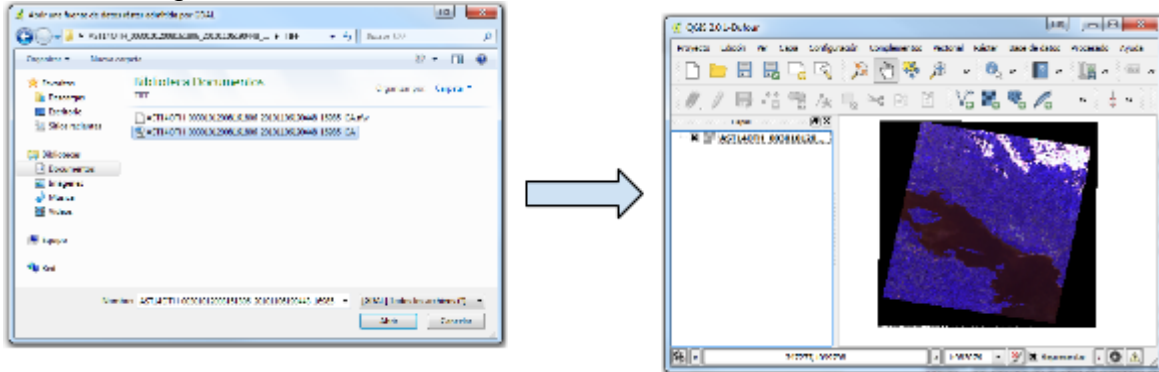


<http://fmepedia.safe.com/servlet/rtImage?eid=ka430000000VUjE&feid=00N30000006n8xS&refid=0EM30000000TXeI>

<http://origin-ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S0022169411003635-gr1.jpg>

## i. Cargar una capa ráster

En la barra de herramientas de QGIS el control de “Añadir capa ráster”  puede agregarse una capa de tipo imagen al espacio de trabajo de QGIS, al igual que con las capas de tipo vectorial sólo es necesario seleccionar el archivo que se desea cargar y el tipo correcto de dato, en este caso una capa de tipo GeoTIFF con una imagen satelital ASTER.



## ii. Cambiar la visualización de una capa

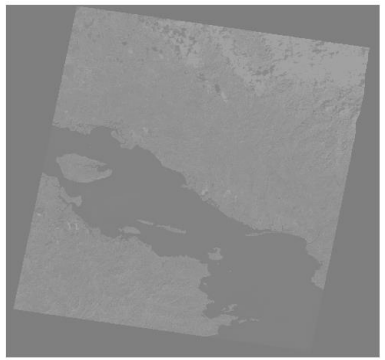
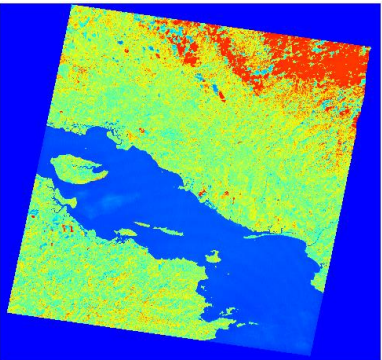
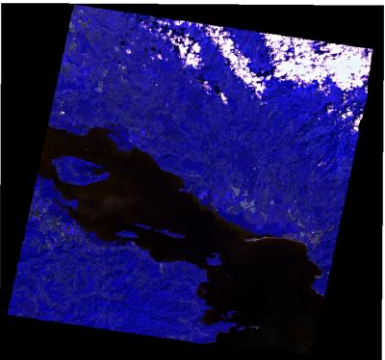
La información obtenida de una capa raster no siempre es fácil de interpretar por el software QGIS, en ocasiones es necesario indicarle cómo deben utilizarse los datos para mejorar la representación para lo cual son necesarios varios pasos.

### 1. Modificar la combinación de bandas

La información de escala de color se puede representar por el uso de bandas de color, por ejemplo utilizar una única banda mostrará una imagen en blanco y negro, mientras que utilizar tres bandas RGB (rojo, verde y azul) representará la imagen en colores. En el menú contextual de la capa, en la opción de propiedades, en la pestaña de estilo se pueden seleccionar las bandas de color correspondientes a la imagen.



Cambiando las opciones de combinación de bandas se obtienen resultados diferentes en la representación de la imagen:

Escala de grises con la banda 3	Pseudo-color con la banda 3	Combinación de color R:2, G:1, B:1
		

## 2. Modificar los parámetros de máximos y mínimos

En la pestaña de estilo se pueden graduar los valores mínimos y máximos de la escala de manera que se represente la imagen en tonalidades más sencillas de interpretar.

Banda roja Banda 2 (Green) ▼

Min/max

Banda verde Banda 1 (Red) ▼

Min/max

Banda azul Banda 1 (Red) ▼

Min/max

Mejora de contraste Estirar a MinMax ▼

Cargar valores min /max

Corte del conteo acumulativo  -  %

Min / max

Media +/- desviación estándar ×

Extensión

Completo

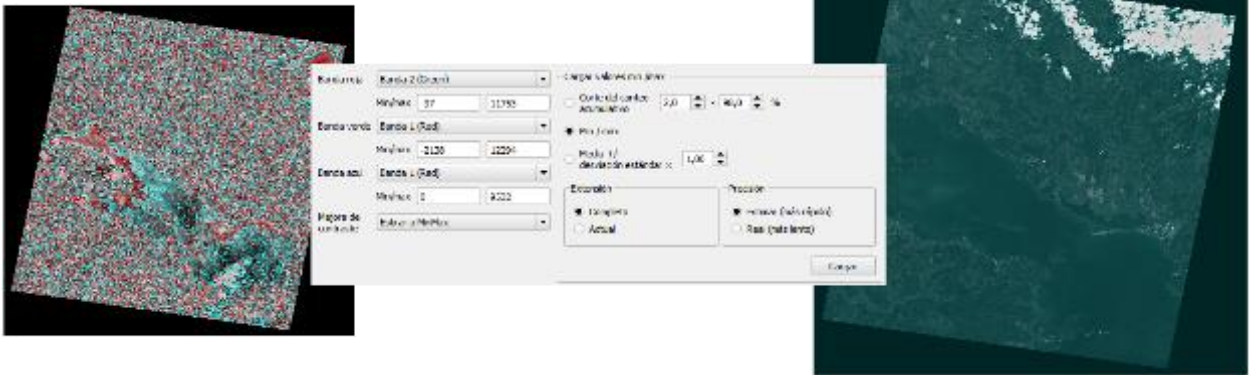
Actual

Precisión

Estimar (más rápido)

Real (más lento)

Los valores de mínimos y máximos se pueden ingresar manualmente si se conocen o calcular utilizando los controles de estimación del QGIS, una vez asignados se puede seleccionar una opción de estiramiento que fuerce el despliegue de la capa a estos rangos de valores:



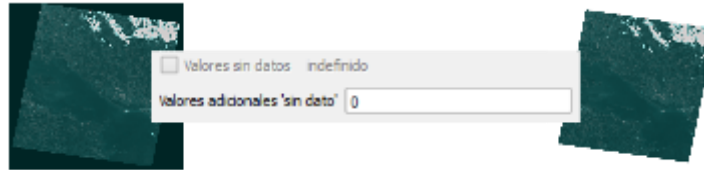
El usuario puede definir valores especiales para cada banda en función de mejorar el despliegue a conveniencia, por ejemplo en la imagen resultante los valores de verde son muy predominantes y los valores de rojo son muy tenues, se puede incrementar la intensidad de los rojos disminuyendo el valor máximo del rango de rojos en la imagen:

Max R: 11753	Max R: 8000	Max R: 5000

La opción de desviación estándar modifica el estiramiento en función a los valores promedio y no a los valores mínimos y máximos obteniendo resultados diferentes:

Min Max	Desviación Estándar x 2	Desviación Estándar x 1

En la pestaña de transparencia se puede asignar el valor nulo de color, en el ejemplo el color negro representado por la combinación R:0, G:0, B:0 se utiliza para demarcar los bordes de la imagen, al asignar este valor en la opción de “Valor sin datos” los pixeles negros de la imagen no se despliegan permitiendo trasladar la imagen con otros datos sin la intervención del borde negro:



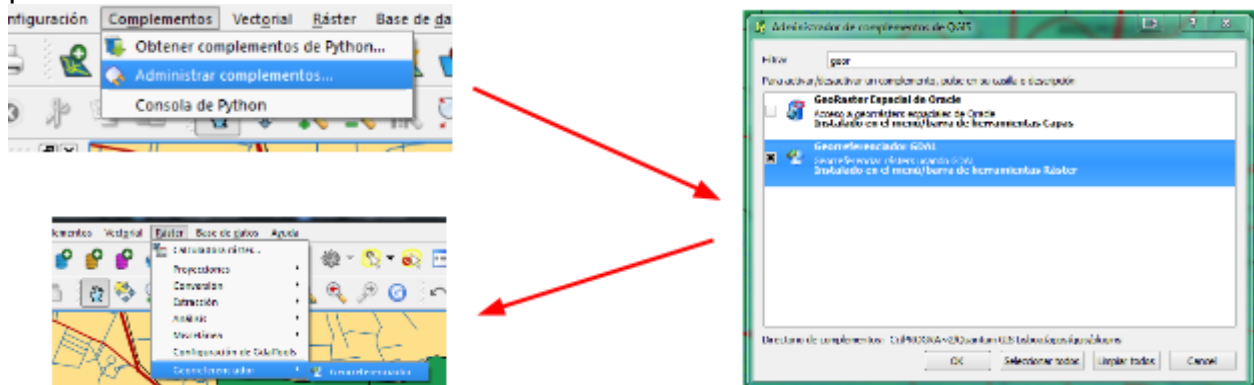
### iii. Creación y edición de capas ráster

Teniendo una imagen fuente sin referencia geográfica se puede crear fácilmente una capa ráster. El primer paso es obtener una fuente de información que se traslape con los datos de la imagen que se quiere referenciar y que contenga la referencia geográfica correcta.

#### 1. Georeferenciar una imagen

Para el ejemplo se utilizará la capa de distritos y la de red de caminos<sup>8</sup> del Atlas 2008 para georeferenciar la hoja cartográfica de Abra<sup>9</sup>. Una vez cargadas las capas es necesario habilitar el complemento de georeferenciar de QGIS. En el menú de complementos, seleccionar la opción “Administrar complementos” y en la barra de búsqueda del diálogo emergente escribir la palabra clave “geor” el complemento para georeferenciar debería aparecer entre las opciones del diálogo.

Se debe marcar la casilla junto al nombre de la extensión y presionar OK para habilitar el complemento, el complemento de georeferenciación aparecerá bajo la pestaña “Ráster” de la barra de menús de QGIS.





<sup>8</sup> Al usar capas vectoriales es recomendable modificar la simbología de las capas para mejorar el despliegue según lo que se necesite.

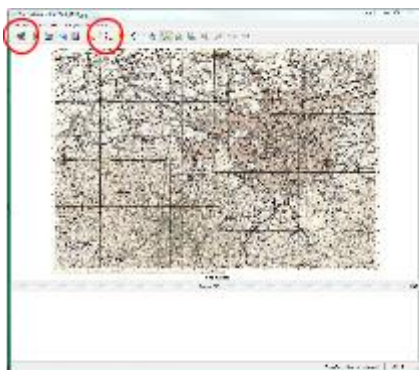
<sup>9</sup> Las hojas cartográficas para todo el país se pueden encontrar en el siguiente enlace: [http://www.mapasdecostarica.info/completas/cr1\\_50.htm](http://www.mapasdecostarica.info/completas/cr1_50.htm)

Antes de iniciar el proceso de georeferenciación es necesario anotar las coordenadas de los puntos de control que se utilizarán para la georeferenciación, 6 puntos deberían ser suficientes para generar la proyección de la hoja cartográfica, utilizando la capa de caminos se tomarán las coordenadas de algunas secciones de carretera fáciles de identificar en el mapa:



1. 479068,1099632
2. 475619,1093026
3. 489235,1098656
4. 491376,1099828
5. 491322,1098459
6. 494687,1100167

Una vez capturadas las coordenadas se despliega el diálogo del georreferenciador, en el diálogo se carga la imagen utilizando el control “Abrir ráster”  seleccionar el sistema de referencia deseado, en este caso CRTM 05 y navegar en el mapa hasta encontrar los puntos identificados previamente en el mapa, a cada punto se le deben asignar las coordenadas capturadas previamente utilizando la herramienta de “Añadir punto” :




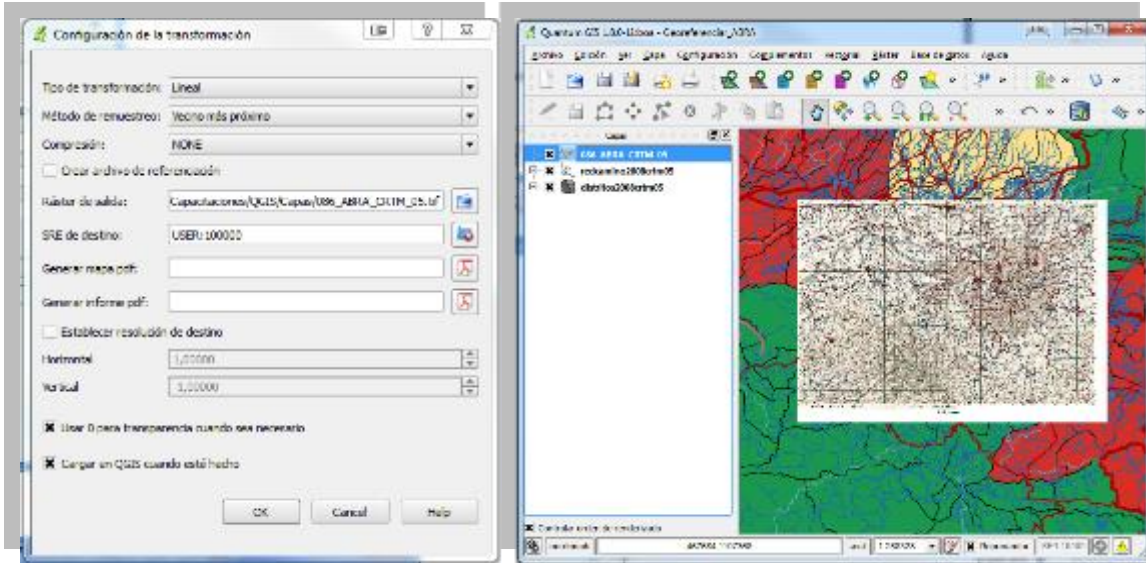
Una vez seleccionados todos los puntos de control se deben seleccionar los parámetros de transformación en el menú “**Configuración** -> Configuración de la transformación”.

Los parámetros de transformación definen qué tipo de modificaciones deben aplicarse a la imagen para que se adapte mejor a la proyección. Como la imagen a proyectar es una hoja cartográfica proyectada en un sistema de coordenadas plano no será necesario deformarla mucho por lo que la transformación de tipo “Lineal” con el método de remuestreo del vecino más próximo debería ser suficiente<sup>10</sup>. A la capa resultante se le asignará el nombre 086\_ABRA\_CRTM\_05,

<sup>10</sup> Existen múltiples factores que pueden incrementar la dificultad de la proyección de una imagen, como el

el tipo de archivo debe ser GeoTIFF, el SRE destino debe ser CRTM 05 y si se desea se pueden marcar las opciones de “Usar 0 para transparencia cuando sea necesario” y “Cargar en QGIS cuando esté hecho”.

Una vez asignadas las opciones se debe utilizar el control de “**Comenzar georreferenciado**”  cuando el proceso termine la capa se agregará al espacio de trabajo de QGIS correctamente posicionada:



## 2. Cambiar la proyección de una capa georeferenciada

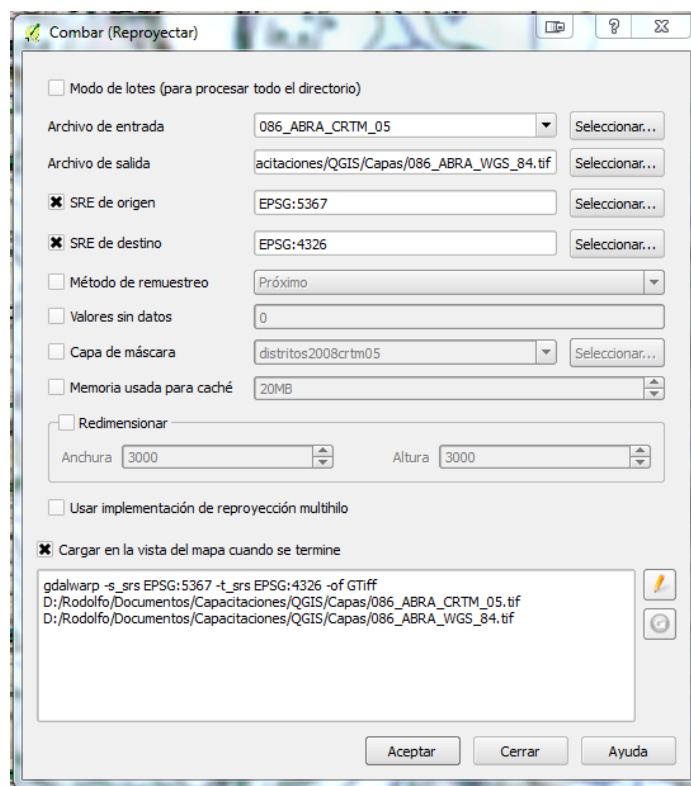
Si se conoce la proyección en la que está desplegada una capa, pero se desea cambiar la capa a otro sistema de referencia se puede re proyectar la capa utilizando la herramienta de “**Combar (Reproyectar)**” del menú “Ráster -> Proyecciones”. Con esta herramienta se puede re proyectar una única imagen o múltiples imágenes en un directorio activando el “Modo de lotes”, se debe asignar el archivo de entrada y el nombre del archivo de salida.

Así mismo se debe asignar el sistema de referencia fuente y el destino y si se desea se pueden modificar los parámetros de remuestreo o utilizar una máscara vectorial para recortar el resultado.

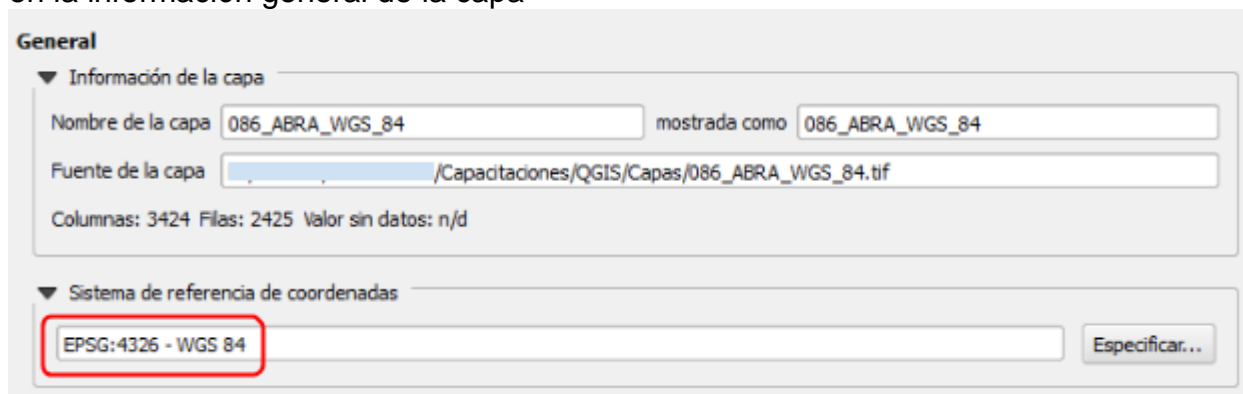
En el ejemplo la capa previamente georeferenciada con el nombre 086\_ABRA\_CRTM\_05 se migrará a la proyección WGS 84 (código EPSG: 4326).

---

relieve, la forma de la imagen, el tipo de imagen y el tamaño de la imagen. Cuando estos factores se presentan se debe seleccionar un método de transformación más potente con un método de remuestreo más flexible.



La capa resultante se despliega en la proyección WGS 84 como se puede verificar en la información general de la capa



### c. Capas de geoservicios

Existen múltiples fuentes de información que se pueden añadir al espacio de trabajo de QGIS, los archivos planos son las fuentes más comunes, sin embargo QGIS puede añadir capas de servicios de mapas publicados en internet.

En Costa Rica la principal fuente de geoservicios es el Sistema Nacional de Información Territorial o SNIT en donde se pueden encontrar capas de uso común como la división político-administrativa, hidrografía, caminos, entre otras.

El SNIT se puede consultar en la dirección web [www.snitcr.go.cr](http://www.snitcr.go.cr) y en la pestaña de Servicios OGC se pueden consultar todas las capas publicadas.



## i. Añadir capas de geoservicios

Existen varios tipos de servicios de mapas web que pueden consultarse con QGIS. Los más destacados son los servicios de tipo WMS que permiten al usuario únicamente visualizar la información de la capa que requiere a modo de imagen y con reglas de estilo predefinidas, y los servicios WFS que permiten al usuario visualizar capas de tipo vectorial y operar con la información de los objetos espaciales o modificar su simbología.

Para añadir una capa de geoservicios es necesario conocer la dirección web de una fuente de geoservicios y a la vez conocer la ruta exacta a los servicios que tiene publicados. Por ejemplo en el SNIT se puede encontrar la lista de geoservicios y cada uno incluye la dirección del servicio específico:

### Servicios de tipo polígono

**Descripción:** Servicios con geometrias de tipo poligono  
**URL:** <http://www.snitcr.org/cgi-bin/wms?map=poligonos.map>

**Versión:** 1.3.0

**Formato:** PNG

### Ortofoto Escalas 1:5000 y 1:1000

**Descripción:** Servicio de imágenes en formato JPG, cuenta con 2 mosaicos distintos, uno para cada escala

**URL:** <http://www.snitcr.org/cgi-bin/wms?map=ortofoto.map>


**Versión:** 1.3.0

### Servicios WFS (servicio de datos)

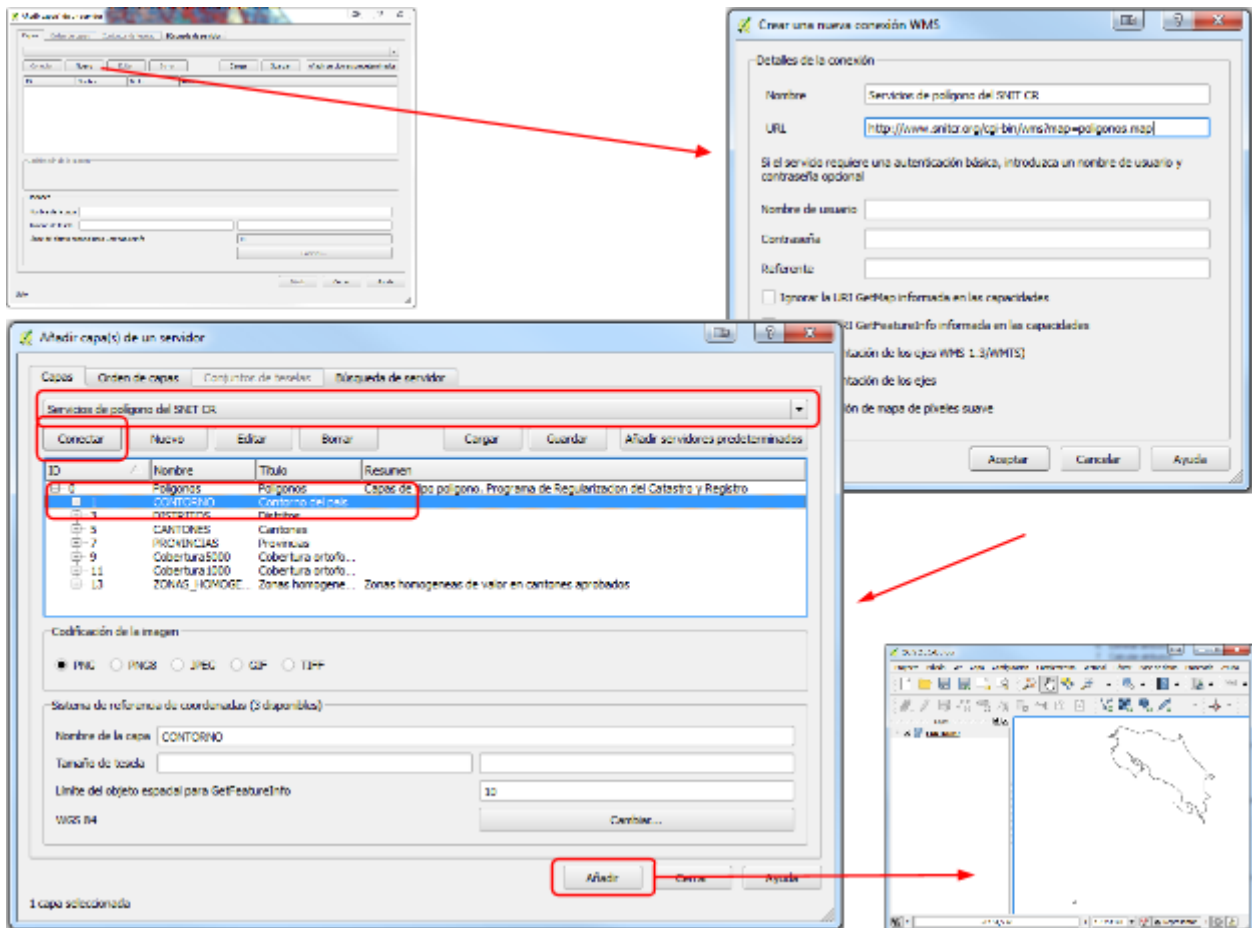
**Descripción:** Servicio de datos [WFS](#)


**URL:** <http://www.snitcr.org/cgi-bin/wms?map=wfs.map>

**Formato:** XML (GDF-WFS)

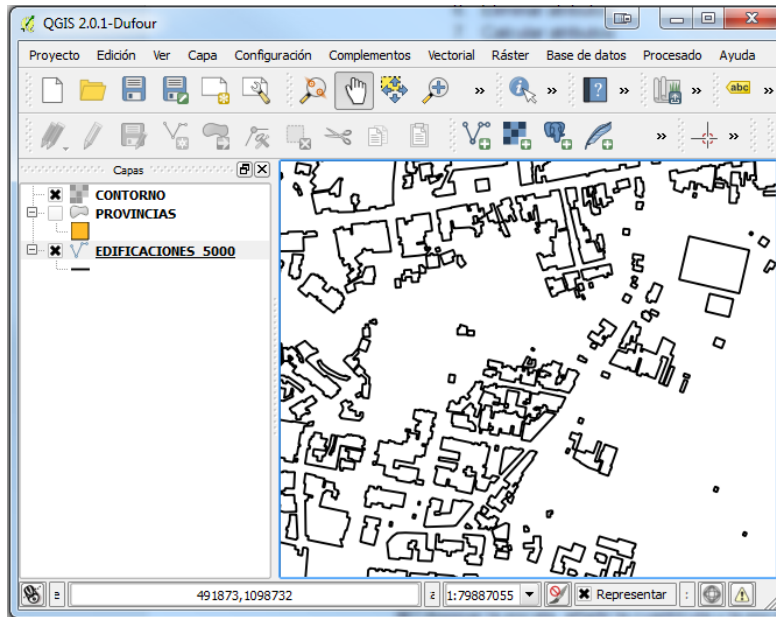
Para agregar un nuevo servicio WMS es necesario ingresar la ruta del servidor en el administrador de servidores del QGIS utilizando el control de “Añadir capa WMS/WMTS” . En el administrador de servidores el usuario puede añadir nuevos servicios o agregar capas de los servicios previamente utilizados. Si nunca se ha añadido un servicio de mapas el panel de capas aparece vacío. Para agregar un nuevo servicio es necesario utilizar el botón de “Nuevo”, ingresar el nombre y la dirección del servicio correspondiente y al presionar “Aceptar” el nuevo servicio aparecerá en el diálogo de servidores. Una vez cargado un servidor de mapas web se debe seleccionar y presionar “Conectar” para listar las capas publicadas en ese servidor. En el ejemplo se agrega el servicio de polígonos<sup>11</sup> del SNIT y se añade la capa de contorno del país al proyecto.

<sup>11</sup> Los servicios de tipo polígono están publicados en la dirección <http://www.snitcr.org/cgi-bin/wms?map=poligonos.map>

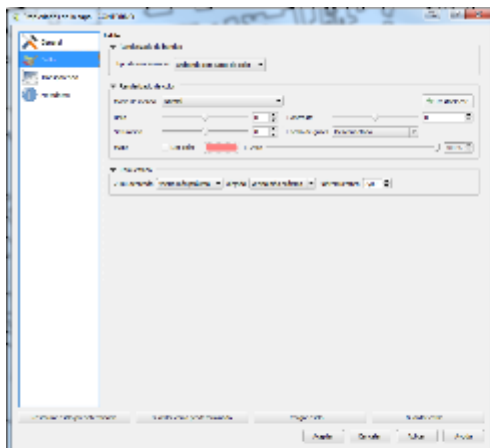


Para agregar un servicio de tipo WFS se debe utilizar el control de “Añadir capa WFS”  y seguir el mismo procedimiento para añadir servidores. Por ejemplo se puede añadir la capa de edificaciones a escala 1:5000 contenido en el servicio de WFS del SNIT<sup>12</sup>:

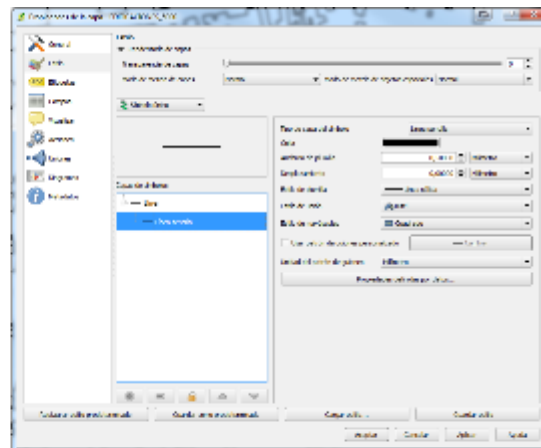
<sup>12</sup> Los servicios de tipo WFS están publicados en la dirección <http://www.snitcr.org/cgi-bin/wms?map=wfs.map>



Nótese que a las capas de tipo WMS no puede cambiarse el estilo, mientras que las capas de tipo WFS sí brindan opciones como cualquier capa vectorial:



Capa de contorno del país (WMS)



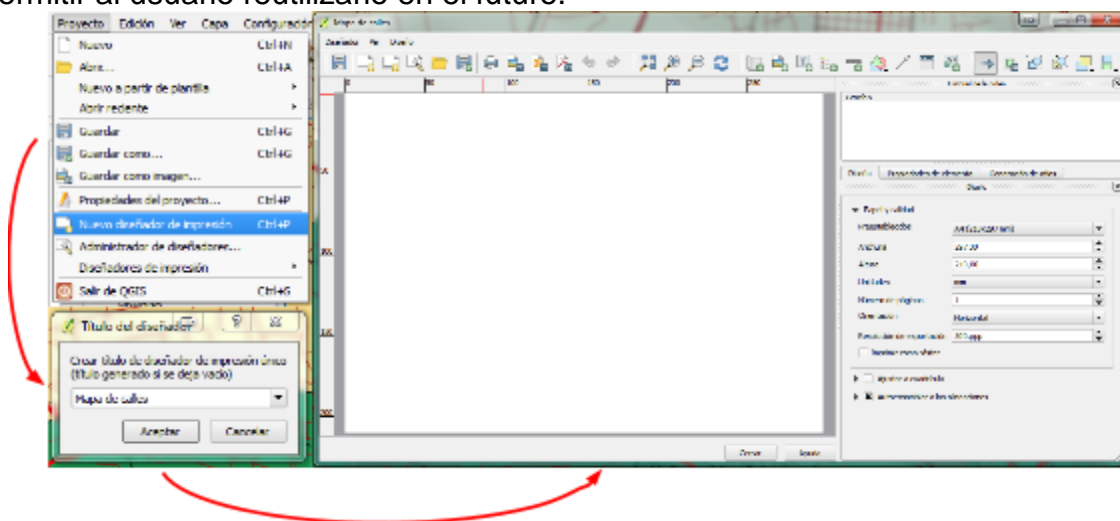
Capa de edificaciones (WFS)

### 3. Generación de mapas



QGIS es un sistema de información geográfica orientado a cartografía, por lo tanto una de sus principales funciones es el diseño de mapas para impresión. QGIS genera mapas a partir de “Diseñadores de impresión” en los cuáles el usuario puede definir todos los parámetros visuales que requiere para el diseño de su mapa.

#### a. Crear un nuevo diseñador


En el menú de “Proyecto” aparece la opción “Nuevo diseñador de impresión”, al crear un nuevo diseñador de impresión se solicita al usuario nombrar el diseñador, el nombre del diseñador debería ser representativo ya que se almacenará para permitir al usuario reutilizarlo en el futuro.

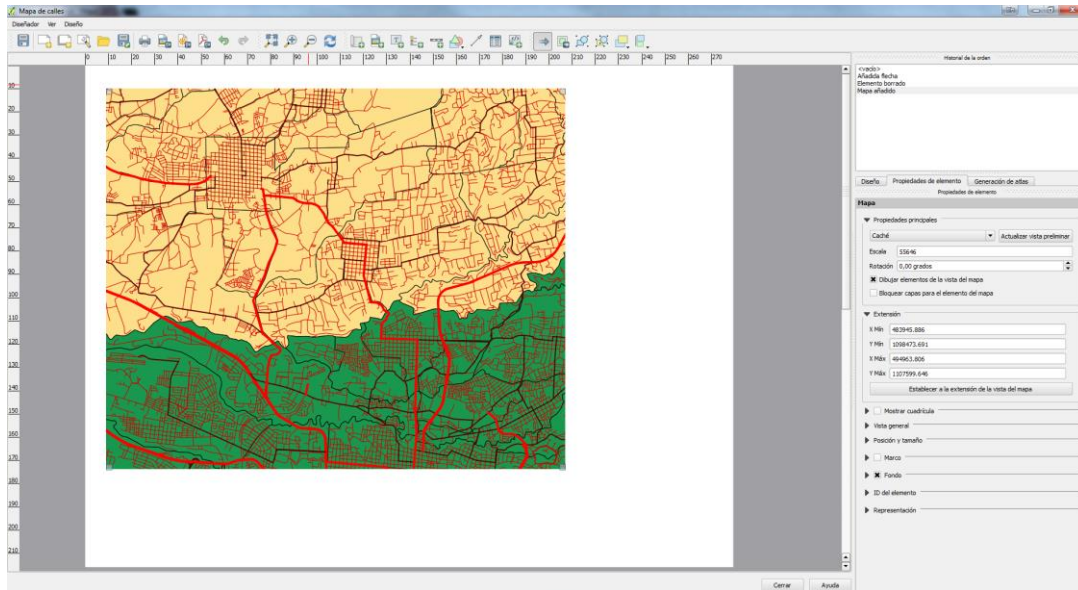


Las herramientas del panel de “Diseño” ubicadas en la margen derecha del diseñador permiten al usuario seleccionar el tipo de papel para la impresión, la orientación del papel, la cantidad de páginas que cubrirá el diseño, la resolución de impresión y ajustes de alineación de los elementos en el mapa. Las herramientas de la barra principal permiten acercar o alejar el espacio de diseño

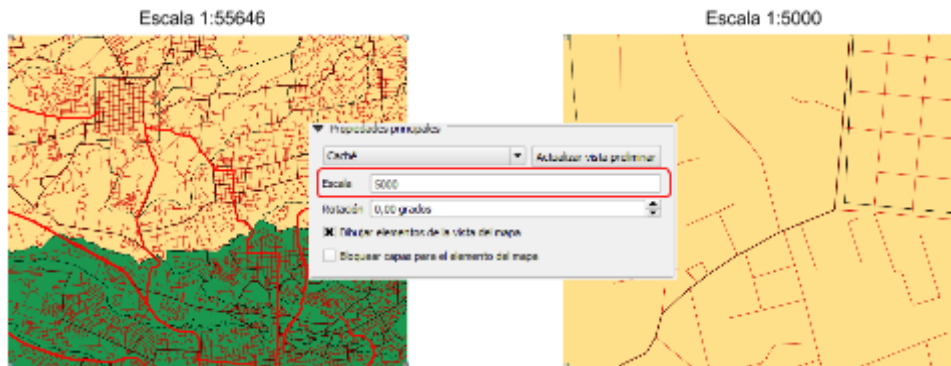
 , añadir elementos al diseño como áreas de mapa, imágenes, texto, leyenda, escalas, figuras geométricas, tablas de atributos de las capas entre otras funciones 

#### b. Crear un nuevo espacio de mapa

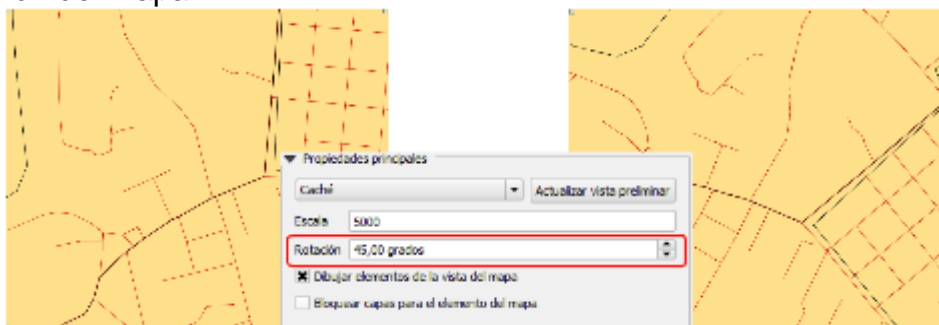
Para añadir un nuevo espacio de mapa se debe utilizar el control de “Añadir mapa nuevo”  que permite al usuario crear un nuevo espacio en el diseñador que contiene la información del proyecto de QGIS:



En las opciones de “Propiedades de elemento” en la segunda pestaña de la margen derecha del diseñador se pueden ajustar parámetros del mapa. Por ejemplo se puede ajustar la escala del mapa:




La rotación del mapa:



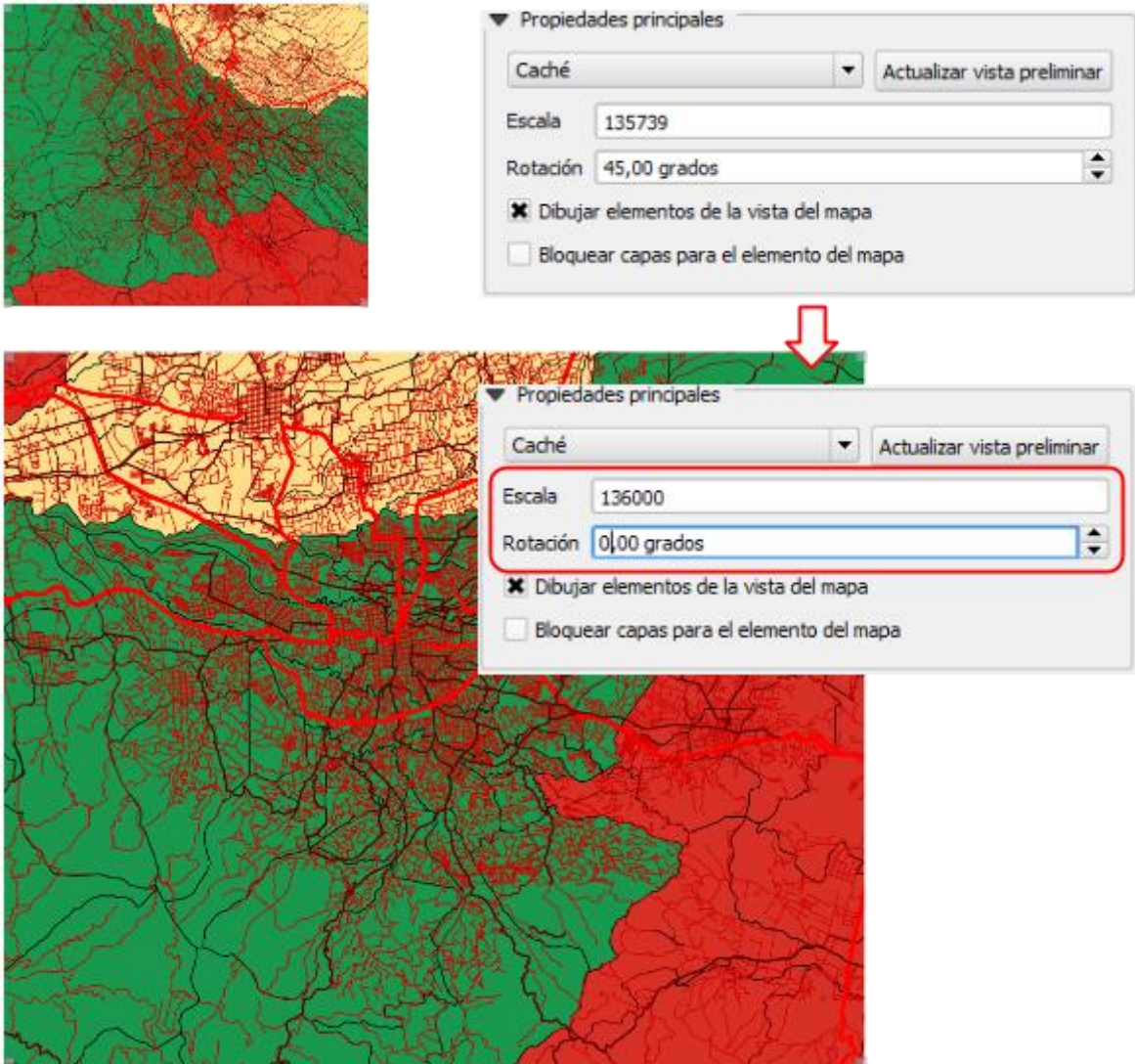
La extensión del mapa:



Al modificar la extensión del mapa, se modifica automáticamente la escala del mapa, la manera más sencilla de obtener la escala deseada es modificando la vista en el espacio de trabajo de QGIS, ajustando la escala deseada, centrando los elementos de interés y posteriormente en el diseñador establecer la extensión a la vista del mapa. Por ejemplo si se quiere en el mapa de calles que se desplieguen los centros poblados más importantes de la provincia de San José y Heredia se debe primero centrar la vista a la posición más adecuada utilizando la herramienta de zoom :

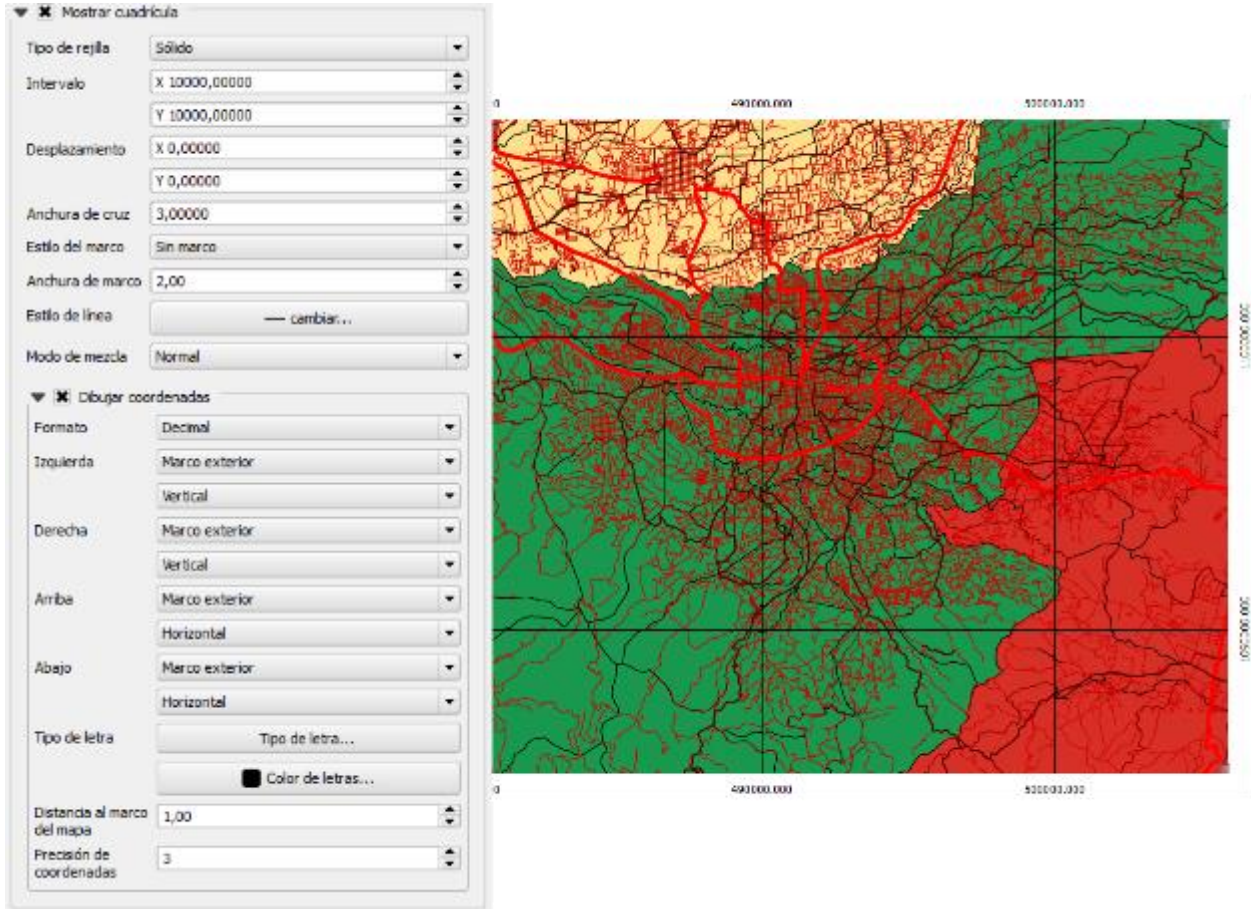


Una vez centrada la vista deseada en el diseñador de mapas se puede utilizar el control de “Establecer a la extensión de la vista” para que el espacio de mapa refleje los datos centrados en la vista actual:




La escala y el ángulo se pueden ajustar manualmente para representar el mapa en unidades más amigables, por ejemplo pasar de 1:135739 a 1:136000.

Las herramientas de “Mostrar cuadrícula” permiten al usuario personalizar la cuadrícula, el marco y el despliegue de coordenadas de su mapa, por ejemplo se puede dibujar una cuadrícula con líneas guía cada 10000 metros<sup>13</sup>, con tipo de línea sólido o cruces y con coordenadas en los lados del mapa que desee el usuario:



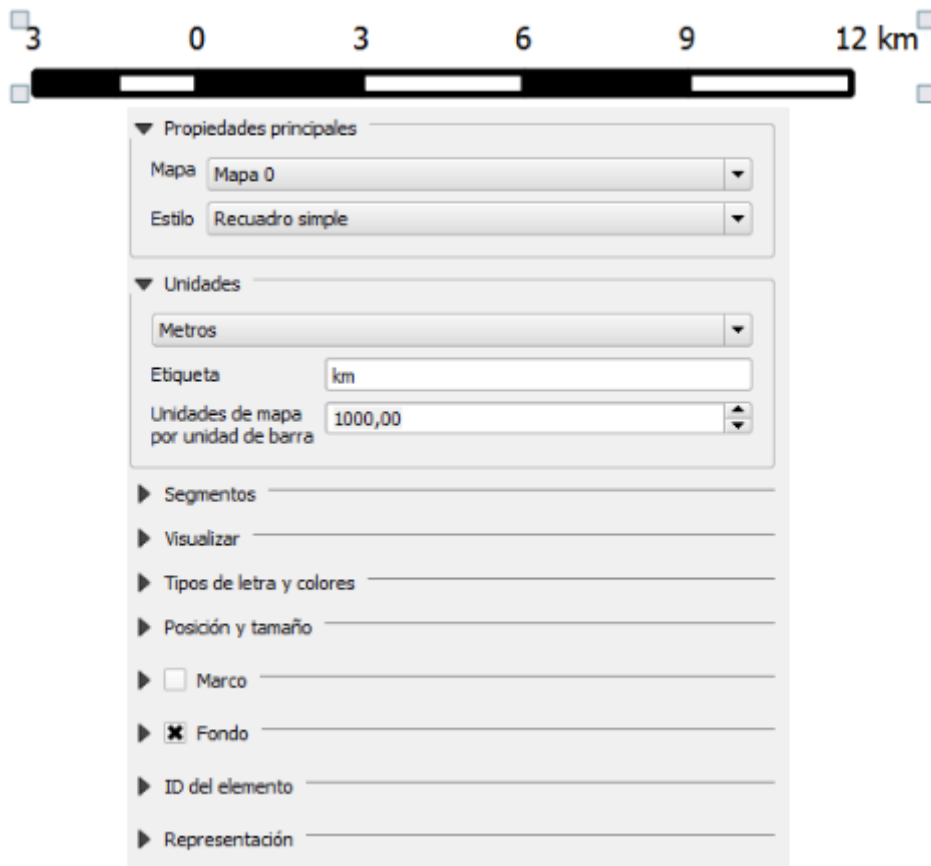
### ***c. Asignar la escala y la flecha de norte***

Con la herramienta de “Añadir nueva barra de escala”  se puede dibujar en el lugar deseado del mapa la barra de escala de referencia, en el panel de “Propiedades del elemento” se puede seleccionar para cuál elemento de mapa se ingresó la escala<sup>14</sup>, el estilo de la escala, las unidades de referencia, la etiqueta de las unidades, la cantidad de segmentos y configuraciones de visualización. Por ejemplo se puede crear una barra de escala con recuadro simple que represente una unidad cada 1000 metros:

<sup>13</sup> Las unidades de medida de la cuadrícula dependen de las unidades de medida de la proyección actual del proyecto.


<sup>14</sup> Más adelante se cubrirán las opciones para añadir múltiples elementos de mapa en un mismo mapa.





La opción de estilo Numérico permite mostrar la escala únicamente en unidades de referencia:



Para añadir la flecha de norte es necesario obtener una imagen de alguna fuente externa<sup>15</sup>, una vez obtenida una imagen se debe insertar un nuevo elemento de imagen con el control de “Añadir imagen” , el elemento de imagen vacío se debe ubicar en el espacio del diseñador donde el usuario guste y en las “Propiedades principales” de las opciones de “Propiedades de elemento” se puede ubicar y asignar la imagen seleccionada<sup>16</sup>:

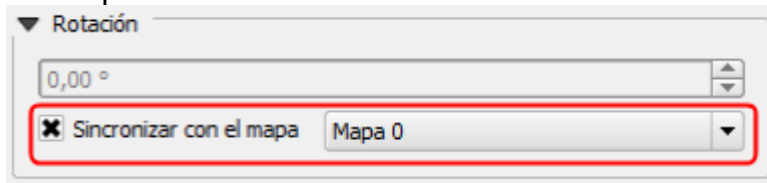


La opción de “Rotación” en las propiedades del objeto de imagen permiten ajustar


<sup>15</sup> QGIS cuenta con una biblioteca de imágenes en formato SVG dentro de las cuales pueden encontrarse algunas flechas de norte.

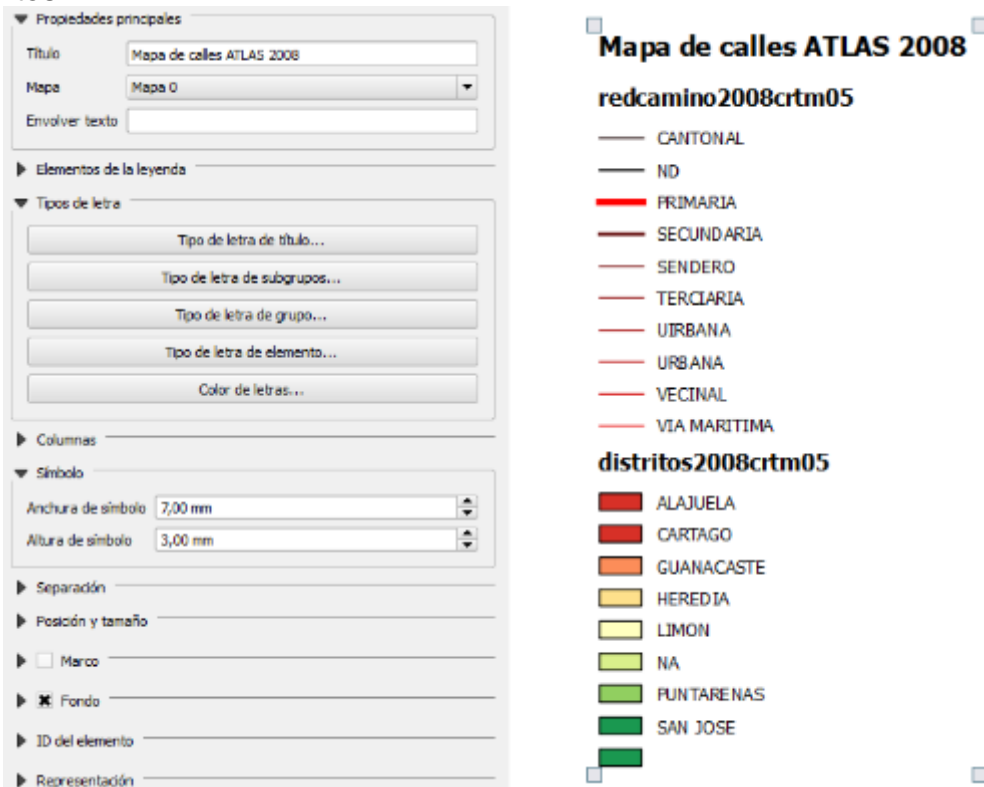
<sup>16</sup> La imagen de flecha de norte utilizada en este documento fue obtenida de la siguiente dirección web: [http://www.clker.com/cliparts/0/9/1/7/1206581155266239536Anonymous\\_north\\_arrow.svg.hi.png](http://www.clker.com/cliparts/0/9/1/7/1206581155266239536Anonymous_north_arrow.svg.hi.png)

manualmente la rotación de la imagen o sincronizarla con un elemento de mapa ya agregado al diseñador. Si se sincroniza la imagen con un elemento de mapa y el mapa se gira, la imagen girará adecuadamente manteniendo la parte superior hacia el norte del mapa.



#### d. Añadir leyenda o tablas de atributos

Con la herramienta de “Añadir leyenda nueva”  se puede añadir un nuevo elemento gráfico al diseñador correspondiente a la leyenda de las capas visibles en un elemento de mapa seleccionado. En el panel de “Propiedades de elemento” se pueden modificar varios parámetros, como el título, el mapa seleccionado, los tipos de letra de los elementos, el tamaño de los símbolos, la separación entre elementos:



En las herramientas de “Elementos de la leyenda se pueden modificar los elementos mostrados por la leyenda, ya sea agregando elementos nuevos, eliminando elementos que no interesa describir o cambiando el nombre de algún elemento:

**Mapa de calles ATLAS 2008**

**Red de Caminos**

- CANTONAL
- PRIMARIA
- SECUNDARIA
- SENDERO
- TERCARIA
- URBANA
- VECINAL
- VIA MARITIMA

**Distritos [849]**

- ALAJUELA [109]
- CARTAGO [51]
- GUANACASTE [155]
- HEREDIA [47]
- LIMON [77]
- PUNTARENAS [288]
- SAN JOSE [121]

Subir o bajar elemento en la leyenda

Añadir o eliminar elemento de la leyenda

Mostrar conteo de elementos para clase vectorial en la leyenda

Modificar nombre de elemento de la leyenda

Además de la leyenda se puede añadir la información de la tabla de atributos de alguna de las capas si así se requiere. Utilizando el control de “Añadir tabla de atributos” se puede añadir un nuevo elemento de tabla de atributos en el diseñador. En las propiedades del elemento se puede seleccionar la capa deseada, los atributos a desplegar, el elemento de mapa de referencia, la cantidad de filas o habilitar la opción de mostrar sólo objetos seleccionados:

NDISTRITO	POB_2000_H	POB_2000_M
DULCE NOMBRE DE JESUS	4615	4737
CASCAJAL	3278	3265
CONCEPCION	2096	2062
SAN JERONIMO	2510	2401
DESAMPARADOS	10355	10720
SAN JOSE	2564	2538
SANTA LUCIA	2665	2797
SAN JUAN	3125	3120
SAN RAFAEL	4286	4365
SAN ROQUE	1504	1567
BARRANTES	1392	1418
SAN JOSECITO	5373	5453
MERCEDES	9510	10207
PARA	1397	1367
PARACITO	810	794
RIO SEGUNDO	5428	5608
SANTIAGO	3375	3503
SAN PABLO	10084	10729
SAN JOAQUIN	3105	3241
HEREDIA	9678	10513

**Propiedades principales**

Capa: distritos2008crtm05

Atributos...

Mostrar sólo los objetos espaciales seleccionados

Mapa de diseñador: Mapa 0

Máximo de filas: 20

Margen: 1,00

Mostrar cuadrícula

Anchura de marca: 0,50

Color...

**Tipos de letra**

Tipo de letra de la cabecera...

Tipo de letra del contenido...

**Posición y tamaño**

Marco


### e. Añadir elementos gráficos de apoyo

El diseñador de mapas de QGIS permite al usuario añadir elementos gráficos como figuras geométricas, flechas, campos de texto, entre otros. Con las herramientas de añadir figura geométrica se puede seleccionar el tipo de figura y agregarla al mapa:



La herramienta de añadir figura permite añadir elipses, rectángulos y triángulos



Adicionalmente la herramienta de caja de texto  permite al usuario añadir notas al mapa, esta herramienta es útil para añadir créditos por las capas y el título del mapa:

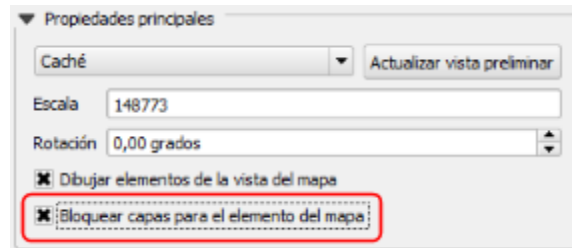


### f. Crear múltiples elementos de mapa en el mismo diseñador

Varias de las herramientas observadas hasta el momento tienen opciones para vincularse con un elemento de mapa del diseñador, QGIS permite al usuario mantener más de un elemento de mapa en el mismo diseñador, cada uno con escalas diferentes e incluso diferentes combinaciones de capas o simbología. Para añadir nuevos elementos de mapa es importante como primer paso indispensable bloquear todos los elementos de mapa actualmente ingresados en el diseñador, de manera que al cambiar la escala y la simbología los elementos previamente agregados no cambien<sup>17</sup>.

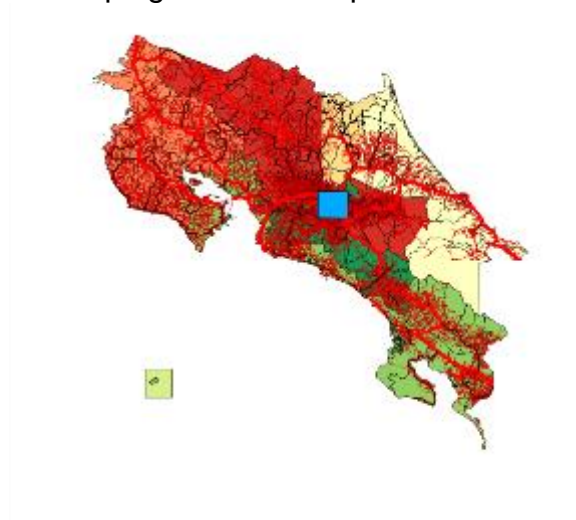
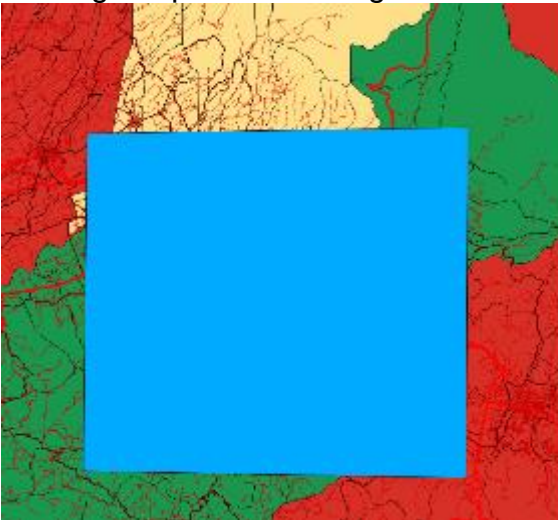
Para bloquear un elemento de mapa se debe seleccionar el mapa deseado del diseñador y en las propiedades de elemento marcar la opción “Bloquear capas para el elemento de mapa”

<sup>17</sup> Si no se bloquean los elementos de mapa ya ingresados, cualquier cambio en el proyecto de QGIS puede alterar la información del mapa. Es importante recordar bloquear los elementos de mapa cuando se haya obtenido el resultado deseado.

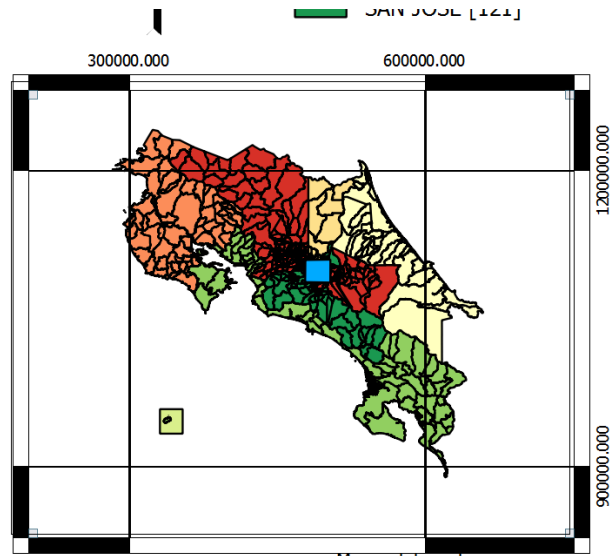


Una vez realizado este paso se puede añadir un nuevo elemento de mapa al diseñador, siguiendo los mismos pasos que se siguieron para añadir el primer elemento.

En el ejemplo se va a añadir un pequeño cuadro de ubicación en el mapa. Para esto en el proyecto de QGIS se va a añadir una nueva capa vectorial con un rectángulo que delimite a grosso modo el espacio desplegado en el mapa:



Una vez ajustada la escala deseada para el nuevo espacio de mapa, en el diseñador se puede añadir el nuevo elemento de mapa, al igual que en los pasos anteriores a este elemento de mapa se le pueden ajustar parámetros tales como la escala, la extensión, la rotación, el marco, la cuadrícula, entre otras opciones.



Mapa elaborado por:

Una vez añadido el nuevo elemento de mapa es importante, al igual que con el elemento anterior, bloquear las capas que lo componen para prevenir pérdida de información.

A este nuevo elemento de mapa se le pueden crear otros elementos de apoyo, como la flecha de norte, la simbología o la escala, en el ejemplo se añadirá una escala adicional para apoyar el nuevo elemento de mapa:

Propiedades principales

Mapa: Mapa 1

Estilo: Recuadro simple

Unidades

Metros

Etiqueta: km

Unidades de mapa por unidad de barra: 1000,00

Segmentos

Segmentos: Izquierda 2, derecha 2

Tamaño: 100000,00 unidades

Altura: 2 mm

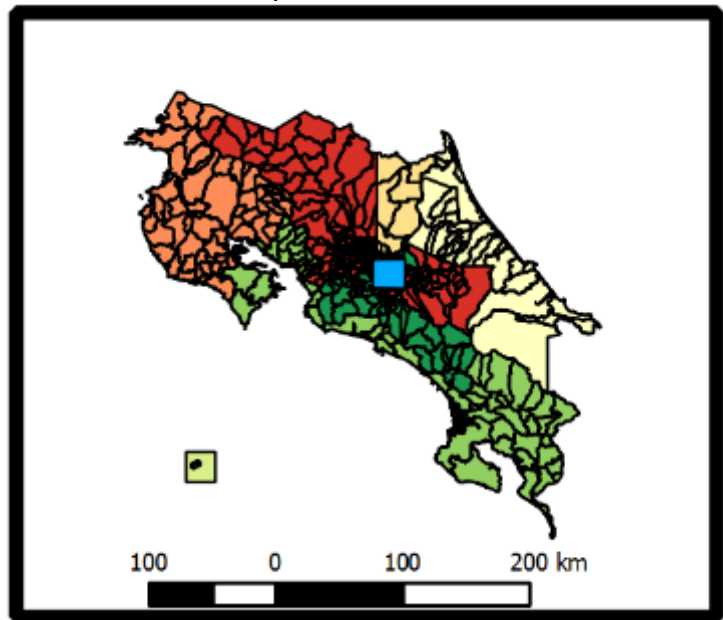
Visualizar

Margen de caja: 0,00 mm

Margen de etiquetas: 1,00 mm

Ancho de línea: 0,40 mm


Alineación: Izquierda



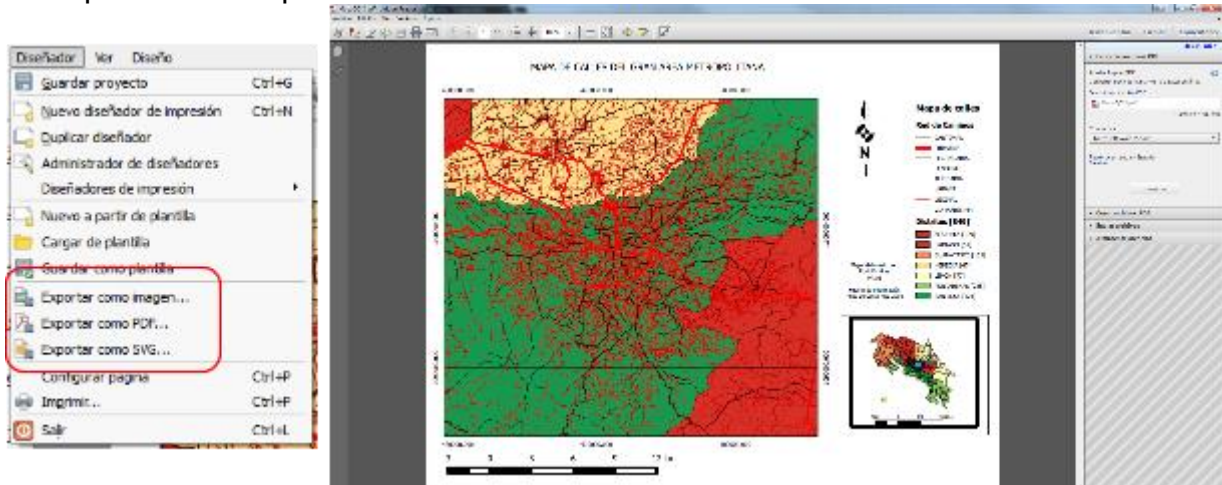
Nótese que algunas opciones de despliegue de la barra de escala se han modificado para este mapa en particular, por ejemplo la unidad de la escala es de 1000 metros, mientras que la unidad de cada segmento de la escala es de 100 kilómetros. La altura de la barra, la cantidad de segmentos, el margen de la caja y las etiquetas y el ancho de la línea se modificaron para un despliegue más compacto de la barra.

### **g. Imprimir o exportar como archivo**

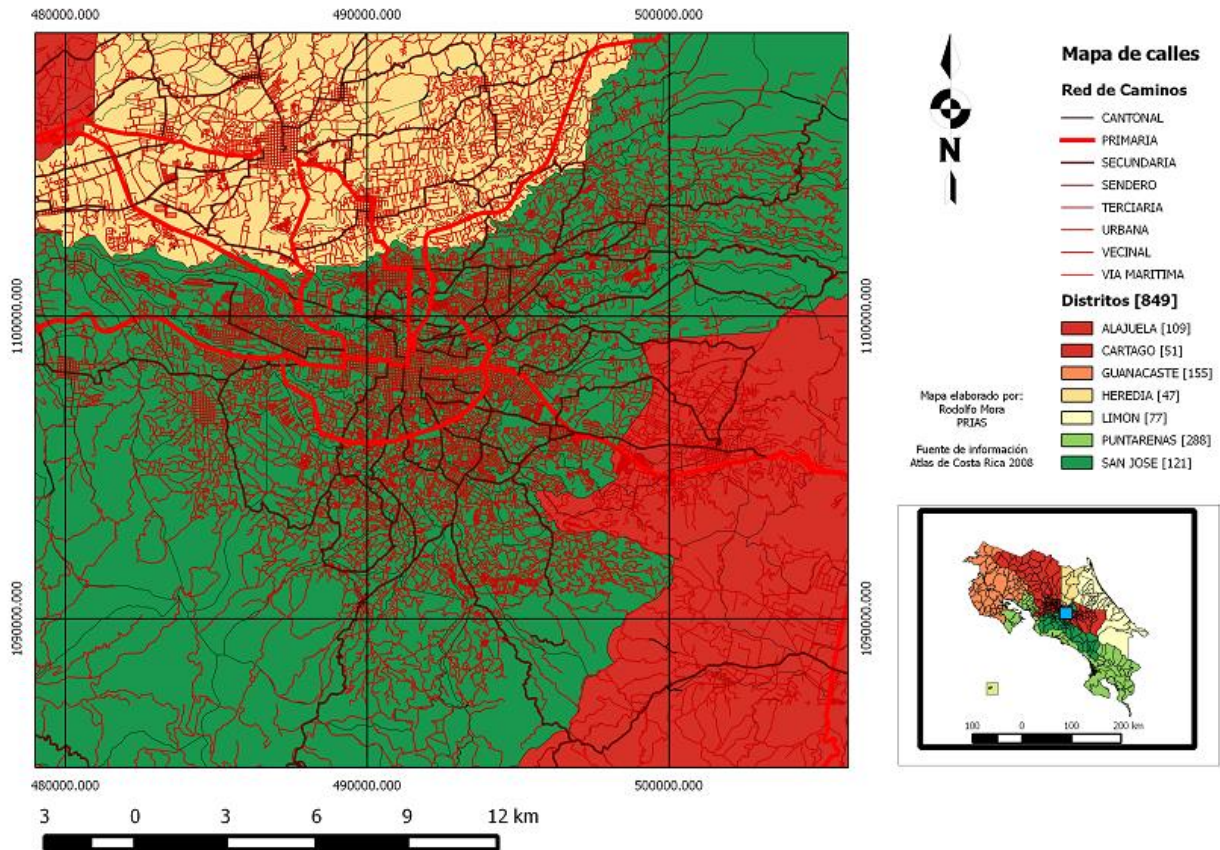
Una vez terminado el diseño del mapa, el resultado se puede enviar a imprimir, exportar como imagen, como imagen vectorial o como PDF. Para imprimirlo sólo

es necesario utilizar el control de impresión  y seleccionar la impresora y las opciones de papel adecuados, en el caso del ejemplo el mapa fue diseñado en una hoja tamaño Carta (8,5x11 pulgadas).

Las opciones de exportación se encuentran en el menú “Diseñador”:




## MAPA DE CALLES DEL GRAN ÁREA METROPOLITANA



### ***h. Guardar diseñador como plantilla***

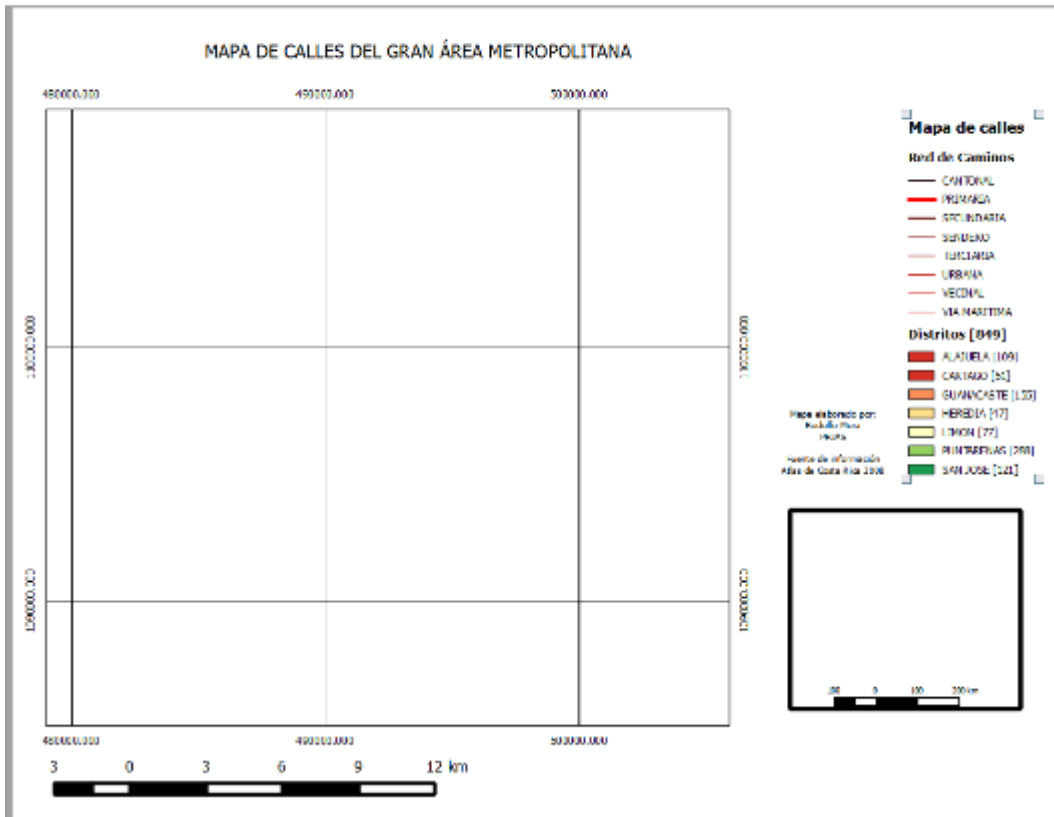
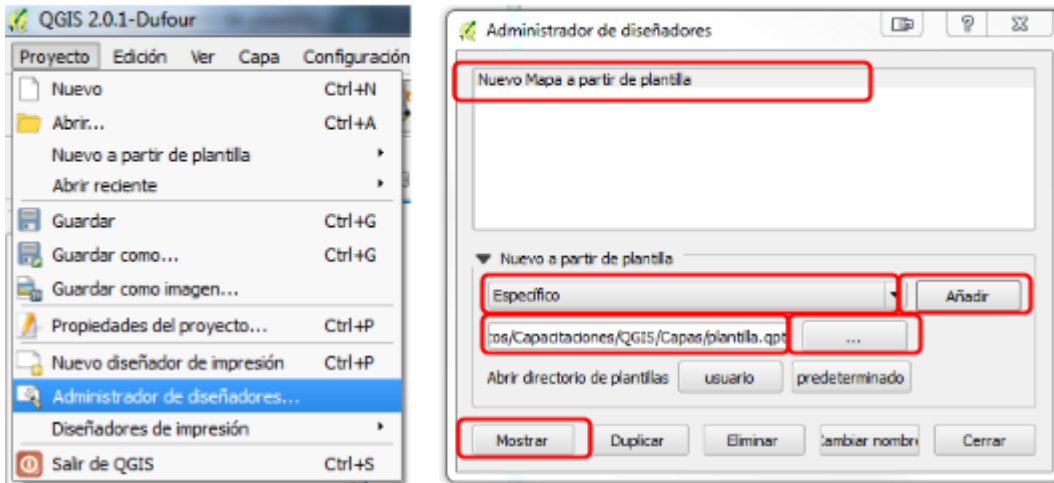
Al diseñar un mapa en QGIS es posible que el usuario desee conservar la distribución de los elementos gráficos o la localización circunscrita a los elementos de mapa ingresados. QGIS permite al usuario guardar el diseñador del mapa como plantilla de manera que el usuario pueda crear un nuevo mapa utilizando los mismos elementos o la misma localización. Utilizando el control de “Guardar como

plantilla”  del diseñador de mapas de QGIS el usuario puede seleccionar el directorio y el nombre de archivo de la plantilla nueva que se almacena con la extensión “\*.qpt”.

Para cargar una plantilla previamente creada en un proyecto nuevo de QGIS se debe utilizar el “Administrador de diseñadores” en el menú “Proyecto” de la barra de menús de QGIS. En el administrador de diseñadores, en la sección de “Nuevo a partir de plantilla” se debe seleccionar la opción de “Específico” y utilizar el control de navegación para seleccionar el archivo de plantilla deseado. Una vez encontrada la plantilla se debe utilizar el control “Añadir” para agregar la plantilla al administrador de diseñadores del proyecto con un nuevo nombre de diseñador y luego con el botón “Mostrar” se puede desplegar el diseñador con todos los



elementos guardados por el usuario:



Nótese que la plantilla conserva todos los campos de texto, los elementos de mapa, la leyenda<sup>18</sup> y las barras de escala. Adicionalmente los elementos de mapa conservan la escala y la extensión que se les dió durante la etapa de diseño.

<sup>18</sup> Los valores de la leyenda se deben actualizar una vez agregadas las capas del nuevo mapa.

## 4. Análisis de información

Las herramientas de análisis de QGIS le permiten al usuario generar nuevos datos a partir de información ya existente.

### a. Herramientas de geoproceso

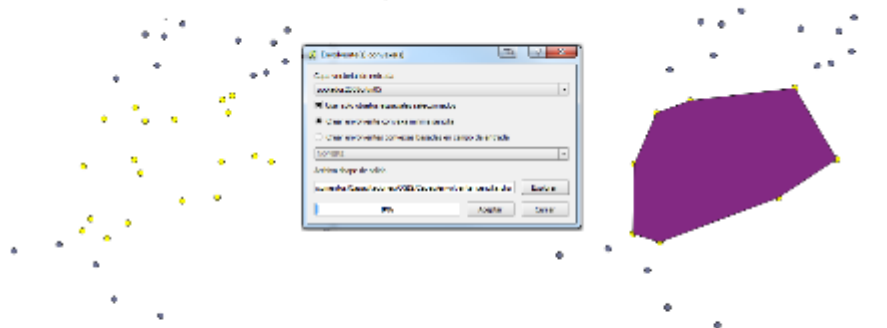
Por medio de la composición de capas se pueden crear nuevas geometrías que respondan a interacción entre diferentes datos.

#### i. Envoltente convexa

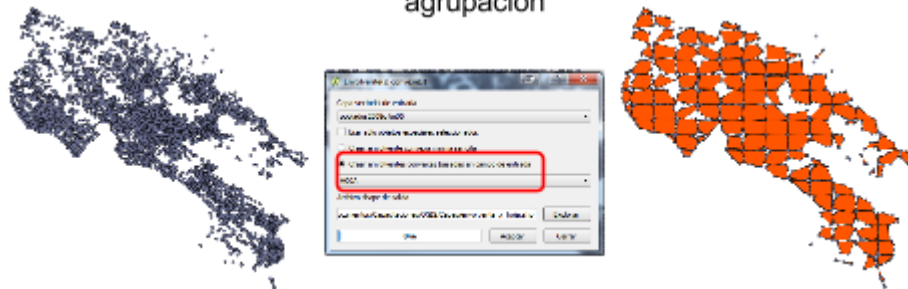
Creará el polígono que mejor encierra todos los objetos seleccionados de una capa vectorial específica. Para utilizar esta herramienta se debe utilizar el control **Envoltente(s) convexa(s)** localizado en el menú de “Vectorial” bajo la opción de “Herramientas de Geoproceso”.

En el diálogo de la envoltente convexa se debe seleccionar la capa con los datos fuente, se permite al usuario indicar si desea utilizar sólo los datos seleccionados o toda la capa y el tipo de envoltente que requiere, ya sea un único polígono, o múltiples figuras utilizando los valores de algún atributo como factor de agrupación.


Envoltente convexa sencilla utilizando únicamente puntos seleccionados



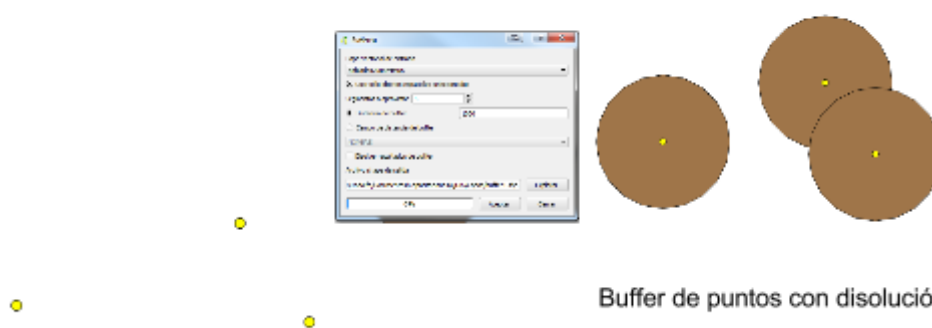
Envoltente convexa utilizando el valor del atributo “HOJA” como factor de agrupación



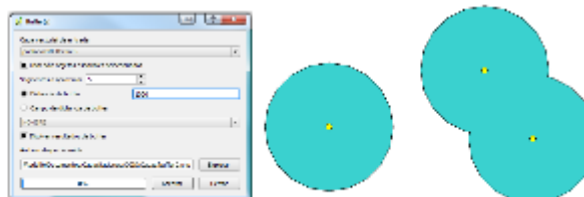
## ii. Buffer

Crea un polígono alrededor de cada objeto espacial seleccionado, el polígono nuevo cubre el área del objeto espacial más un margen definido por el usuario. Esta herramienta se encuentra en el control  Buffer(s) ubicado en el menú de “Herramientas de Geoproceso”. En el diálogo de opciones del buffer el usuario puede seleccionar la capa de datos fuente, indicar si desea utilizar únicamente los elementos seleccionados, la cantidad de segmentos le permite mejorar la suavidad del resultado (más segmentos = mayor suavidad de los bordes), la distancia de separación del buffer (en unidades del mapa según la proyección de la capa), para la cual pueden utilizarse los valores de algún atributo de la capa y si el usuario marca la opción de disolver resultados, los polígonos generados que presenten intersecciones se unirán en una sola geometría.


Buffer de puntos sin disolución

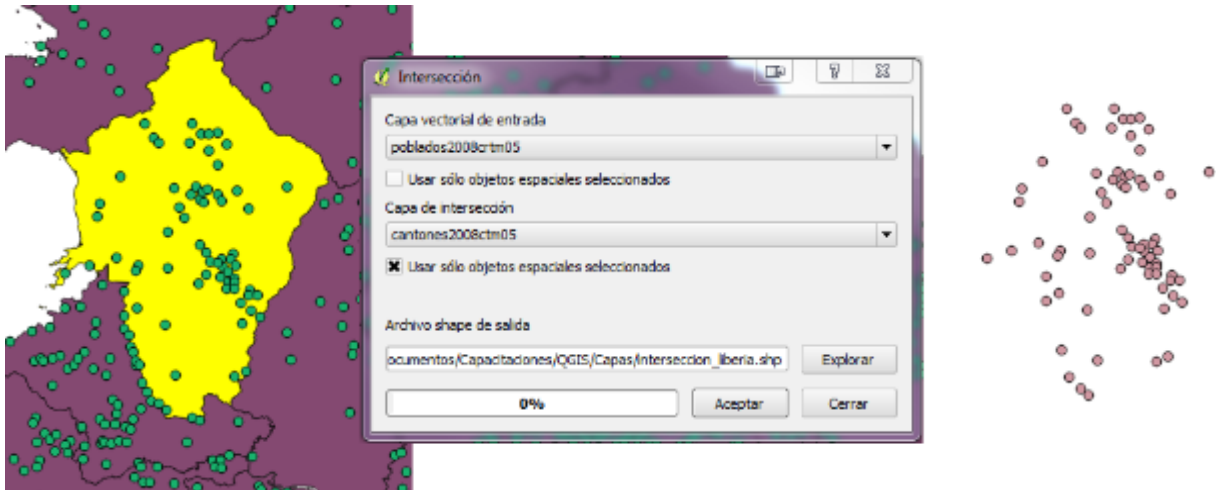


Buffer de puntos con disolución




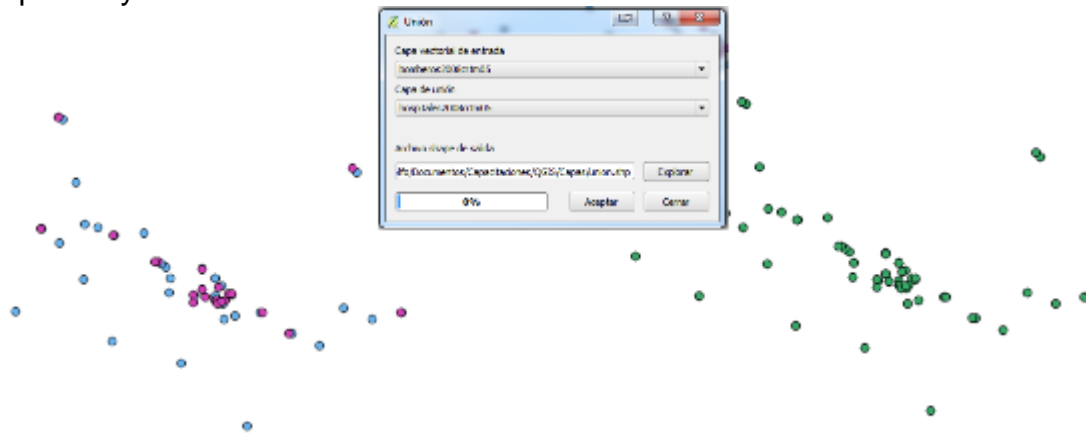
## iii. Intersección

Extrae la información espacial de una capa que se traslapa con los elementos de otra capa. En el menú de “Herramientas de Geoproceso” se debe seleccionar el control  Intersección, esto desplegará el diálogo de intersección en el cual se debe seleccionar la capa de entrada, de la cual se quieren extraer objetos, la capa de intersección, de la cual se quieren delimitar los objetos a extraer, si se desea utilizar sólo los elementos seleccionados en cada caso y el nombre del archivo de salida. Por ejemplo se pueden extraer todos los poblados del cantón de Liberia:



#### iv. Unión


Crea una nueva capa que contiene los elementos de dos capas distintas del mismo tipo. Al ejecutar la herramienta de Unión se mezclan las tablas de atributos de las dos capas. La herramienta se encuentra en el menú de “Herramientas de Geoproceso” en la opción  Unión. Por ejemplo se pueden unir en la misma capa los puntos que identifican los hospitales y las estaciones de bomberos:

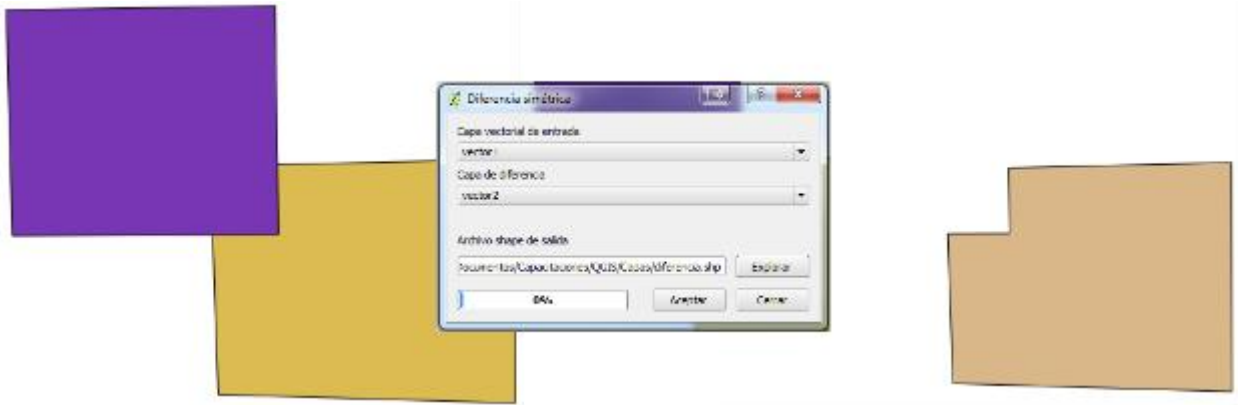


Los hospitales están representados por los puntos púrpura, las estaciones de bomberos por los puntos celestes.


La capa con puntos verdes es el resultado de la unión.

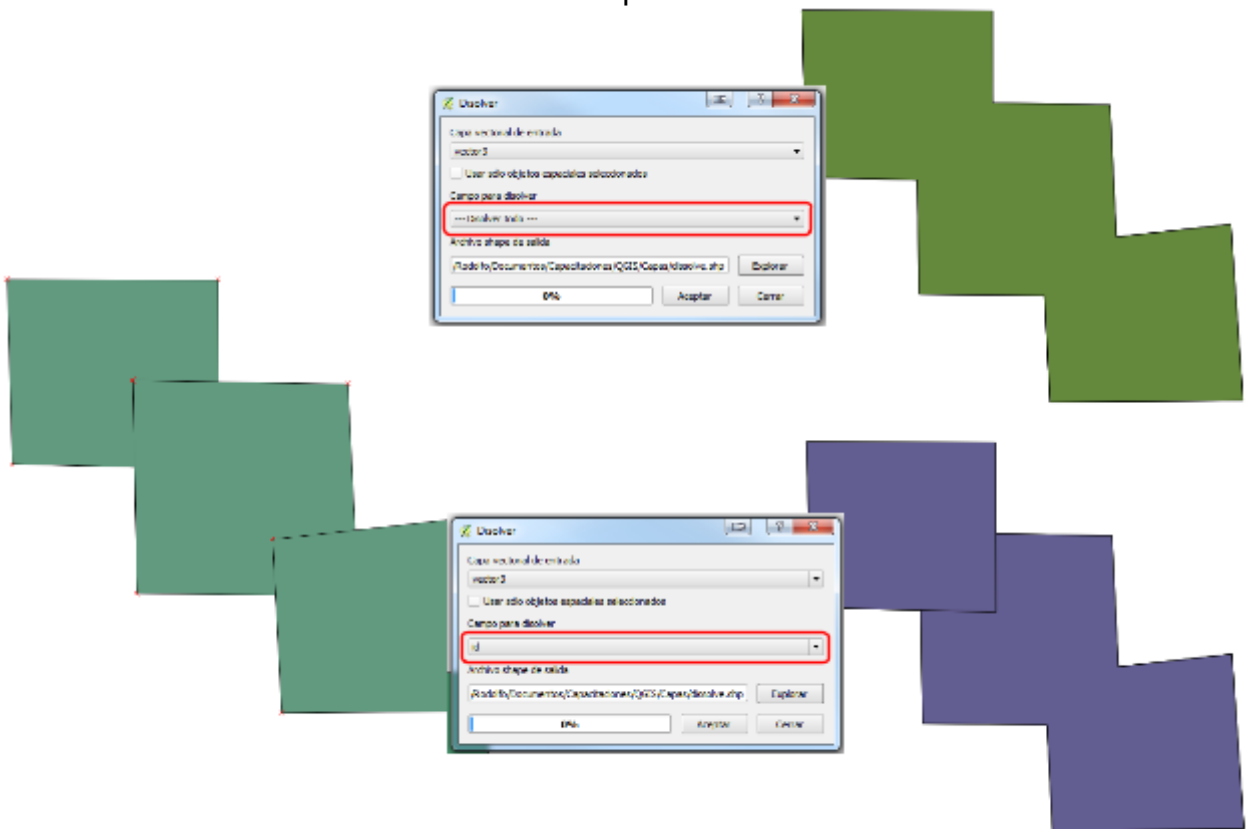
#### v. Diferencia

Extrae de la capa de entrada la información espacial que no se traslapa con los elementos de la capa de diferencia. Esta herramienta no tiene opciones adicionales y se encuentra en el menú de “Herramientas de Geoproceso” en la opción  Diferencia.



## vi. Dissolver

Una vez que se tiene la información espacial de varios elementos de una capa en un sólo elemento, puede limitarse a los elementos seleccionados, utilizar el valor de un atributo para identificar cuáles elementos deben unirse o simplemente unir todos los elementos de la capa. Para utilizar esta herramienta se puede utilizar el control  **Dissolver** en el menú “Herramientas de Geoproceso”.



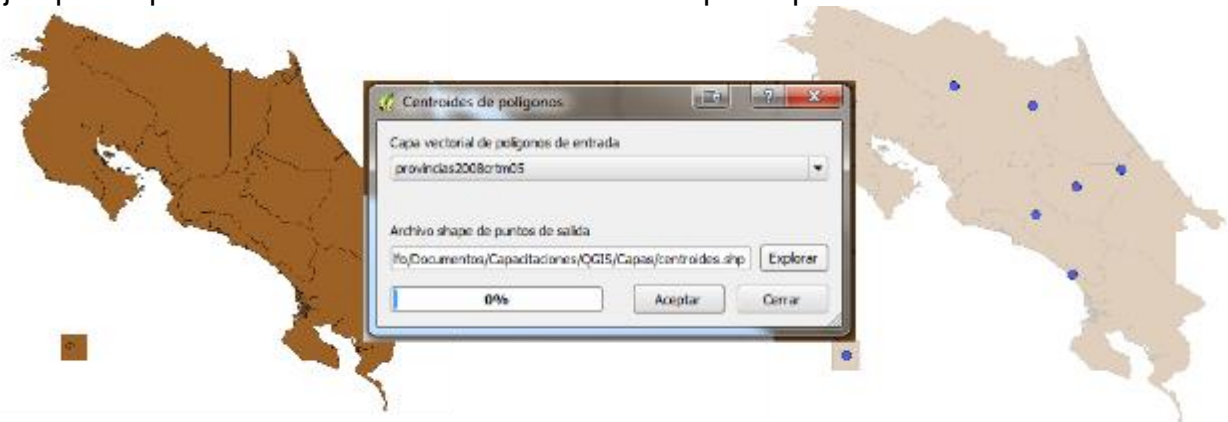
## ***b. Herramientas de interpolación vectorial***

A partir de la información conocida de una capa vectorial se pueden derivar nuevos datos utilizando las relaciones espaciales entre los distintos objetos ya

presentes. En el menú de “Vectorial” bajo el apartado de “Geometría” se encuentra tres herramientas útiles de interpolación vectorial que permiten este tipo operaciones.

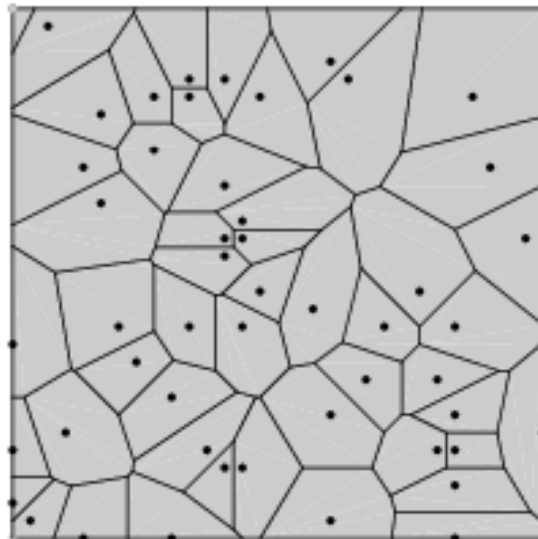
### i. Centroides de polígonos

El punto en promedio más cercano a todos los puntos de un polígono se conoce como centroide, en QGIS se puede calcular el centroide de todos los objetos de una capa de polígonos utilizando la herramienta de “Centroides de polígonos”. Por ejemplo se pueden calcular los centroides de la capa de provincias de Costa Rica:



### ii. Diagramas de Voronoi

Si en el plano descrito por una capa de puntos se crea un polígono convexo por cada punto de manera que todos los puntos del polígono se encuentren más cerca del punto generador que de cualquier otro punto del plano, se obtiene un diagrama de celdas de Voronoi, tal como lo describe Weisstein (s.f.B).

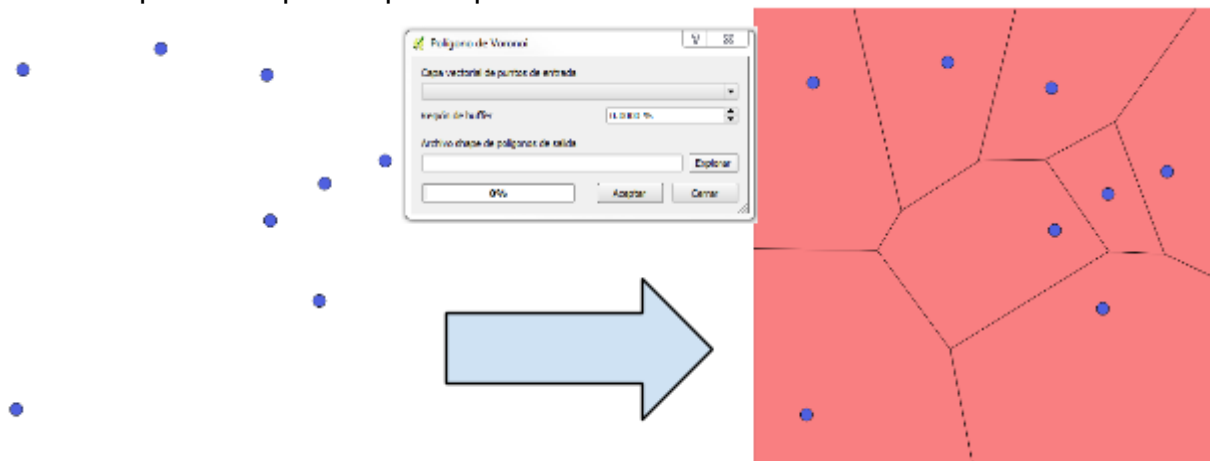


19

Los vértices de las celdas de voronoi se comportan como centroides de los

<sup>19</sup> Imagen tomada de <http://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html>

triángulos descritos por una triangulación de Delaunay de la misma capa de puntos. Utilizando la opción de “Polígonos de Voronoi” se pueden crear las celdas de Voronoi para cualquier capa de puntos en QGIS:



La opción de “Región de buffer” en el diálogo le indica al algoritmo cuánto espacio adicional debe crear en el marco cuadrado del diagrama.

### ***c. Interoperabilidad vectorial-ráster***

#### **i. Interpolar a partir de datos vectoriales**

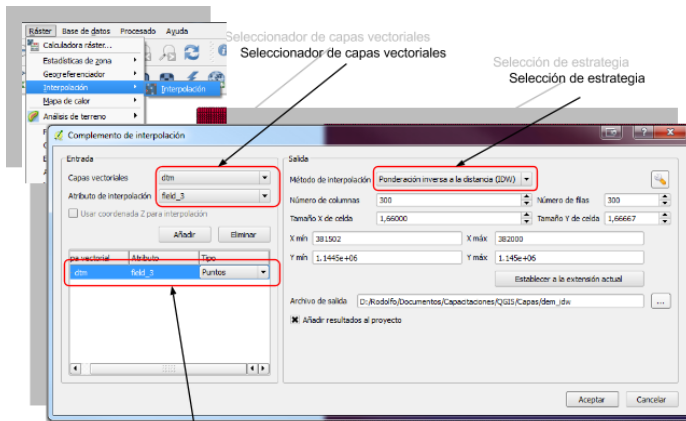
En ciertos casos se puede generar información ráster a partir de datos vectoriales, dado que los datos vectoriales son discretos y por lo general están orientados a representar la información de simplificada es probable que no se cuente con toda la información necesaria para generar una imagen, sin embargo es probable también que la información con la que sí se cuenta sea suficiente. Los procesos que aproximan información faltante a partir de datos presentes se conocen como procesos de interpolación.

Existen múltiples estrategias de interpolación con importantes diferencias en la calidad de los datos. Por ejemplo el algoritmo de interpolación de Kriging es uno de los algoritmos más populares por su precisión, sin embargo presenta mucho ruido en su resultado final y por lo general requiere procesamiento adicional para suavizar los datos, mientras que el algoritmo de superficies SPLINE obtiene un resultado suavizado más agradable a la vista que no requiere procesamiento adicional, pero sacrifica parte de la precisión en los datos extremos (mínimos y máximos locales).

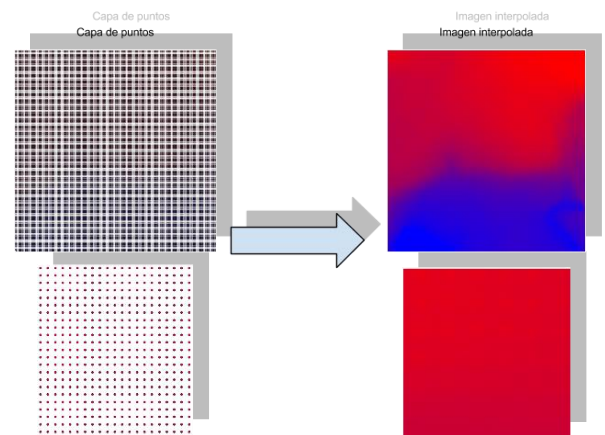
Quantum GIS cuenta con cuatro estrategias de interpolación:

#### **a. Peso inverso a la distancia (IDW)**

Para calcular el valor de un punto desconocido se pondera el valor de todos los puntos conocidos en relación a su distancia, es decir se asume que el valor de un punto desconocido es más parecido al de los puntos más cercanos y menos parecido a de los puntos más lejanos. Para ello seguir los siguientes pasos:



Capas y atributos a utilizar en la interpolación (datos conocidos)



## b. Red irregular de triángulos (TIN)

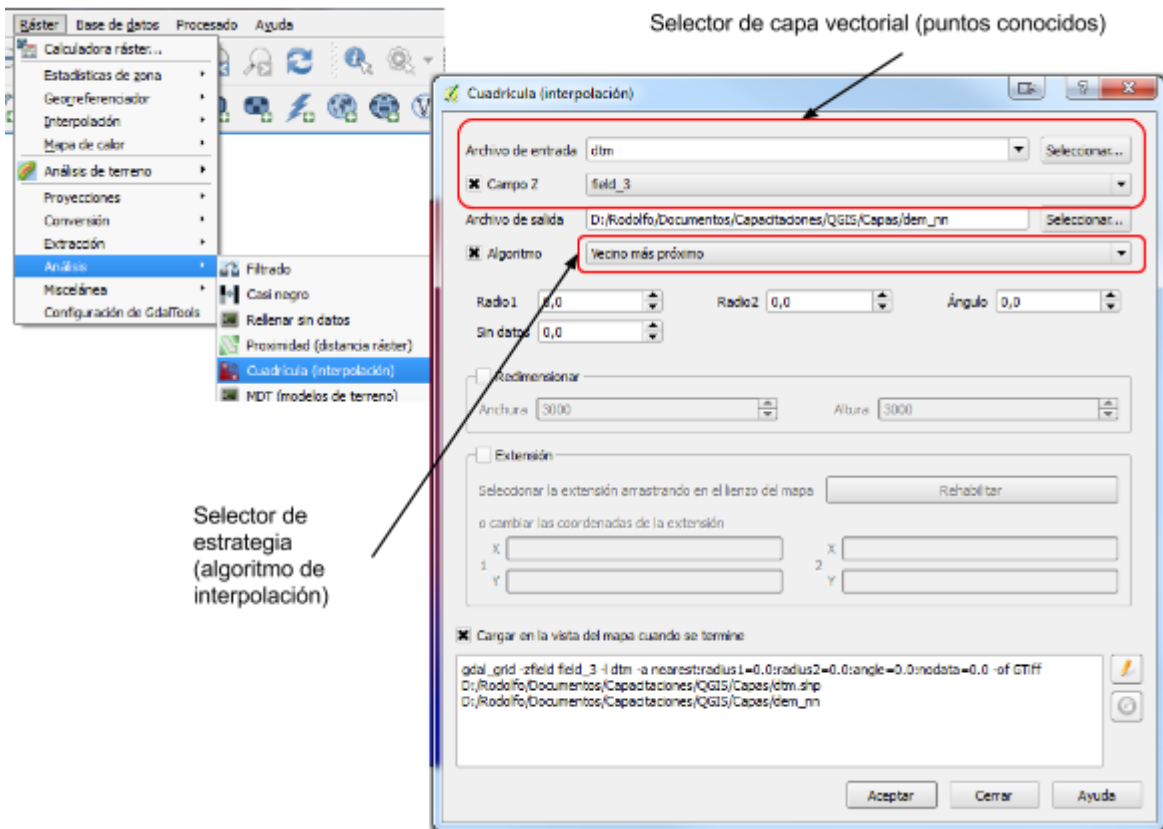
La estrategia de IDW intenta obtener valores con una gradiente de cambio suave, existen opciones, sin embargo, que mejoran drásticamente la velocidad de ejecución del algoritmo utilizando una estrategia más ingenua. La opción TIN calcula triángulos entre cada tres puntos cercanos utilizando alguna estrategia de triangulación, como la triangulación de Delaunay, y utilizando la información de estos tres puntos genera la fórmula de un plano que contenga todos los puntos interiores al triángulo respectivo, la interpolación de TIN calcula entonces los valores desconocidos asignándoles el valor correspondiente según la fórmula del plano. El proceso termina más rápido que utilizando la estrategia de IDW, sin embargo el resultado final es más tosco. La estrategia de TIN también está presente en el diálogo de “Interpolación” en el menú “Ráster”.

## c. Vecino más cercano (NN)

Hasta ahora las estrategias vistas aproximan el valor de los puntos desconocidos, al estrategia del vecino más cercano asigna a cada punto desconocido el mismo valor que tiene el punto conocido más cercano, al igual que TIN, la estrategia de NN sacrifica calidad por velocidad. En el menú “Ráster” en la opción de “Análisis” se encuentra otro diálogo de interpolación llamado “Cuadrícula (Interpolación)”, en este diálogo se presentan opciones distintas de interpolación con algunos

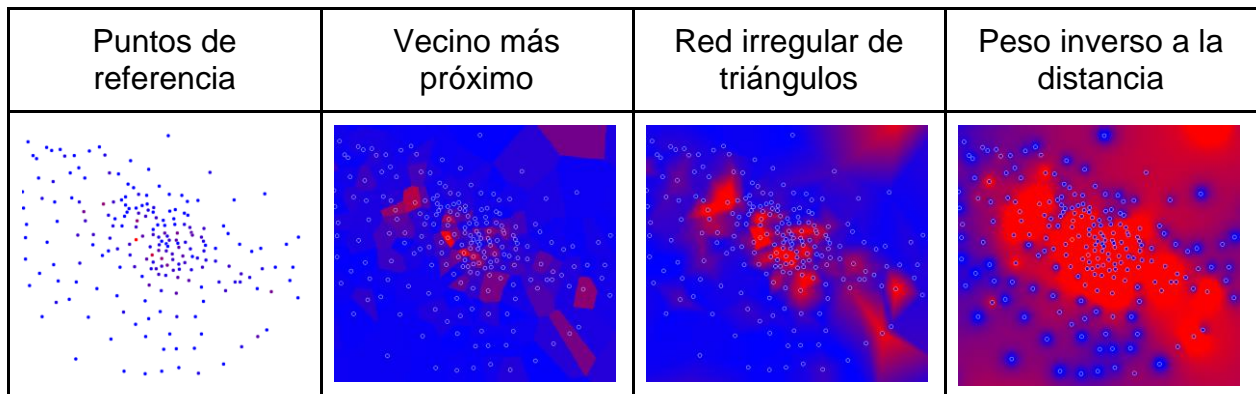


algoritmos adicionales, entre ellos la estrategia del vecino más cercano:



20

En el siguiente ejemplo se generó una capa con los centroides de distritos y se interpoló una superficie utilizando el valor de la población de cada distrito. En los resultados se pueden apreciar las diferencias en la calidad de cada algoritmo:



Nótese como en el mapa generado por NN se generan “celdas” de información del mismo color, el mapa resultante es el mismo que se obtendría generando un diagrama de celdas de Voronoi, en el caso de TIN se presentan gradientes rectas

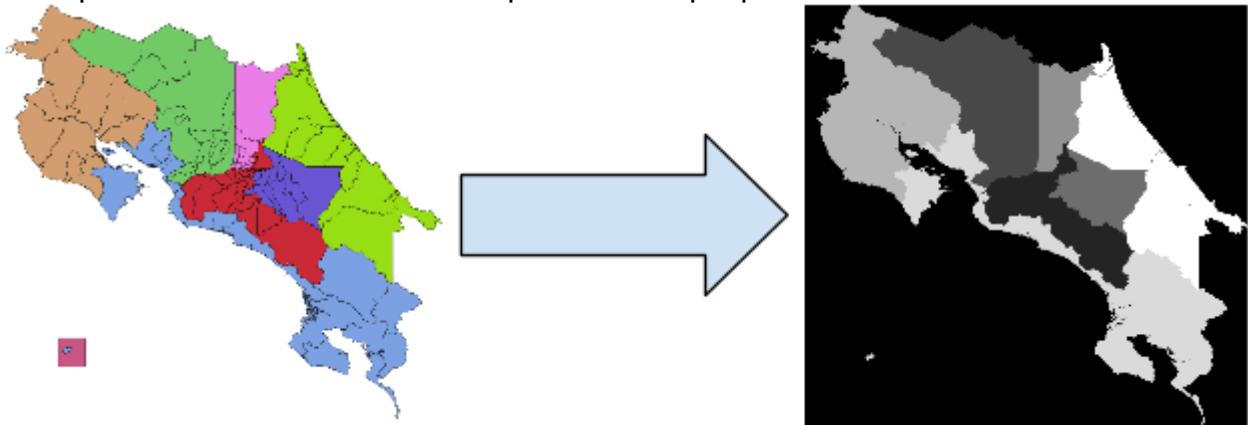
<sup>20</sup> En el diálogo de “Cuadrícula (interpolación)” la estrategia por defecto es IDW, sin embargo si se selecciona entre las opciones esta estrategia se pueden seleccionar valores para algunos parámetros de ajuste.

suavizadas con comportamientos de “bordes”, IDW presenta gradientes circulares más suaves con la particularidad de que se presenta un color predominante que responde a la influencia de datos más frecuentes en la escena.

## ii. Generar ráster a partir de capa vectorial

Utilizando una capa vectorial de tipo polígono se puede generar una capa de tipo ráster que contenga en la información de las teselas algún atributo específico de los objetos vectoriales. Esta herramienta se encuentra en el menú “Ráster” en el submenú de “Conversión” utilizando el diálogo “Rasterizar (vectorial a ráster)”.

Por ejemplo se puede convertir en imagen la capa de cantones utilizando como valor para las teselas el número de provincia al que pertenece cada cantón:



## iii. Generar vectores a partir de capa ráster

De la misma manera una capa ráster se puede utilizar para generar capas vectoriales de tipo polígono utilizando la herramienta “Poligonizar (ráster a vectorial)”:



## iv. Recortar una imagen

La herramienta de recorte facilita eliminar información raster para el uso de la misma seguir los siguientes pasos.

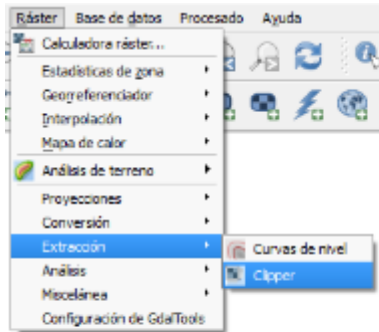


Imagen que se desea recortar

Ruta y nombre del archivo resultante

Selector de la opción de recorte por capa de máscara

Capa de máscara seleccionada

Selector de la opción de recorte por extensión. Si se usa esta opción el usuario debe ingresar las coordenadas que delimitan la extensión que desea recortar

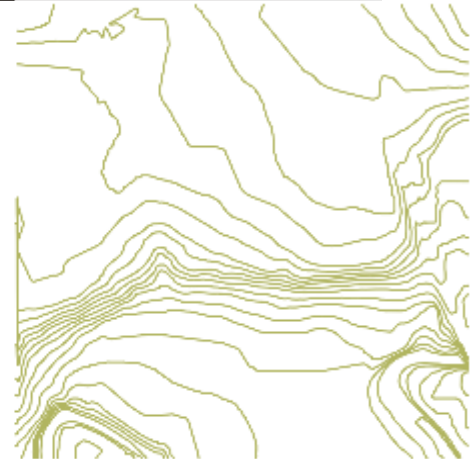
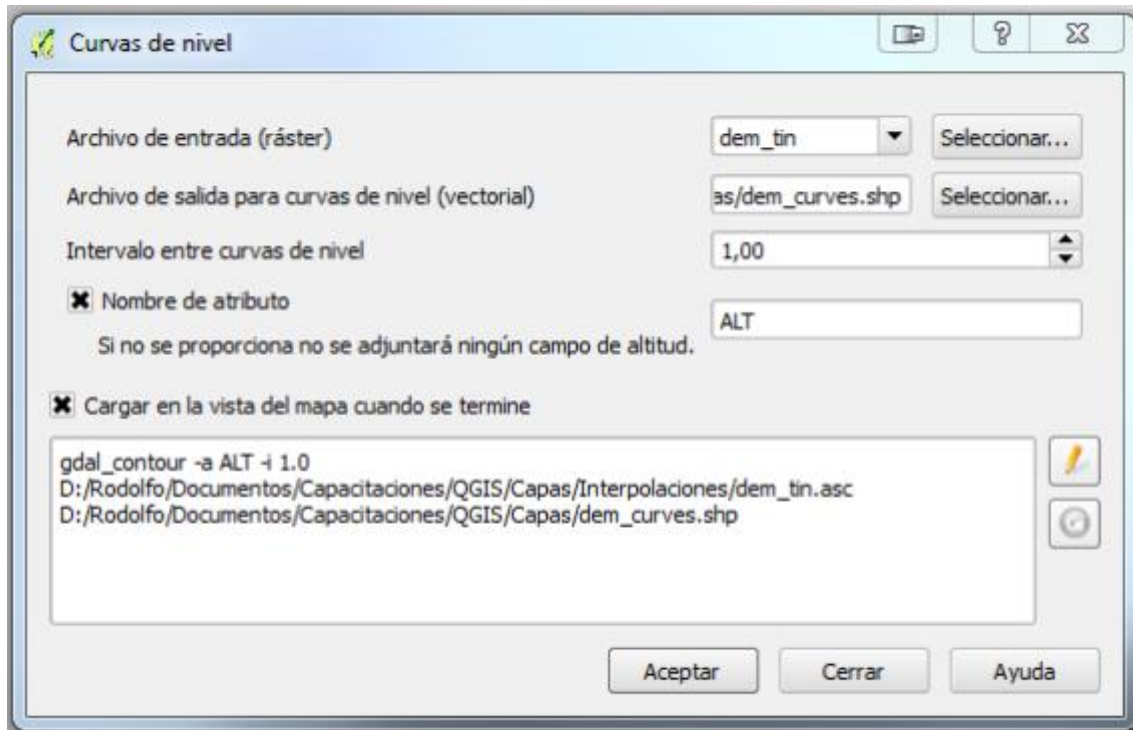
```

gpl@vamp ~$ q -cutline
C:/Rodolfo/Documents/Capacitaciones/QGIS/Capas/lineal/continental/bordeo 200
8poliyo trn05 clip -crop_to_extline -of GTiff
D:/Rodolfo/Documents/Capacitaciones/QGIS/Capas/Interpolaciones/pop_alm
D:/Rodolfo/Documents/Capacitaciones/QGIS/Capas/clip
  
```



## v. Generar curvas de nivel a partir de un modelo de elevación

Utilizando un modelo de elevación se puede realizar la extracción de curvas de nivel, para ello realizar el siguiente procedimiento.



## v. Complementos

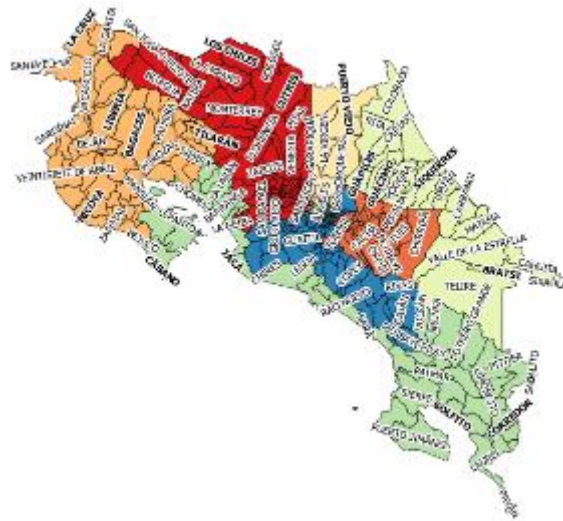
QGIS al ser una herramienta de código abierto cuenta con una gran comunidad de usuarios interesados en adaptar la funcionalidad del sistema a sus necesidades. En función de incrementar los aportes de la comunidad QGIS tiene integrado un administrador de complementos que permite a los usuarios programar sus propias funciones adicionales e incluirlas en el sistema en la forma de complementos.

### a. Instalación de complementos de Python

En la barra de menús de QGIS, bajo el menú "Complementos" se encuentra la

opción “Administrar e instalar complementos” que muestra al usuario un diálogo con todos los complementos disponibles para su instalación. En este diálogo el usuario puede leer descripciones de los complementos y la versión<sup>21</sup> del complemento específica.

Para instalar un complemento de la lista se debe seleccionar el complemento específico y utilizar el botón “Instalar complemento”



<sup>21</sup> Importante: los complementos con número de versión 0.x son complementos que aún no están completos o no han sido debidamente probados, es esperable que la funcionalidad de este tipo de complementos no sea del todo estable.

## Bibliografía

GNU Project (2013). What is free software? GNU Project - Free Software Foundation. Consultado el 29 de Agosto del 2013, 2013, disponible en <http://www.gnu.org/philosophy/free-sw.html>

The Open Source Definition | Open Source Initiative. (n.d.). The Open Source Initiative | Open Source Initiative. Consultado el 29 de Agosto del 2013, disponible en <http://opensource.org/osd>

Gandhi, U. (2012). Quantum GIS (QGIS) Tutorials: Tutorial: Styling Vector Data in QGIS - Basics. Quantum GIS (QGIS) Tutorials. Consultado el 6 de Setiembre de 2013, disponible en <http://qgis.spatialthoughts.com/2012/02/tutorial-styling-vector-data-in-qgis.html>

Tan, H. (2004). TerraLook. ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer. Consultado el 19 de Setiembre de 2013, disponible en [http://asterweb.jpl.nasa.gov/TerraLook\\_aster.asp](http://asterweb.jpl.nasa.gov/TerraLook_aster.asp)

Jensen, J. R. (2007). Remote sensing of the environment: an earth resource perspective (2da ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). Instituto Geográfico Nacional - Ministerio de Fomento - Gobierno de España. Consultado el 14 de Octubre de 2013, disponible en <http://www.ign.es/ign/layoutIn/actividadesSistemaInfoGeografica.do>

[Weisstein, E.W.](#) (s.f.A) "Delaunay Triangulation". Wolfram Mathworld. Consultado el 16 de Octubre de 2013, disponible en <http://mathworld.wolfram.com/DelaunayTriangulation.html>

[Weisstein, E.W.](#) (s.f.B) "Voronoi Diagram". Wolfram Mathworld. Consultado el 16 de Octubre de 2013, disponible en <http://mathworld.wolfram.com/VoronoiDiagram.html>