

PAP4J10A. PAP PROGRAMA DE MODELACION MATEMATICA PARA EL DESARROLLO DE PLANES Y PROYECTOS DE NEGOCIO II.

Guía – Número de la Curva

Objetivo: Obtener el Número de la Curva para una Cuenca hidrológica utilizando capas de uso de suelo y edafología.

El número de la curva (NC) es un parámetro hidrológico que permite caracterizar el potencial de escorrentía en una cuenca hidrográfica y se determina a partir de algunas características físicas del territorio como el tipo, la densidad y el tratamiento de las coberturas, así como por el grupo hidrológico del suelo. (NRCS, 2004).

PARTE 1 - Preparación de datos en programa QGIS

Abrir QGIS.

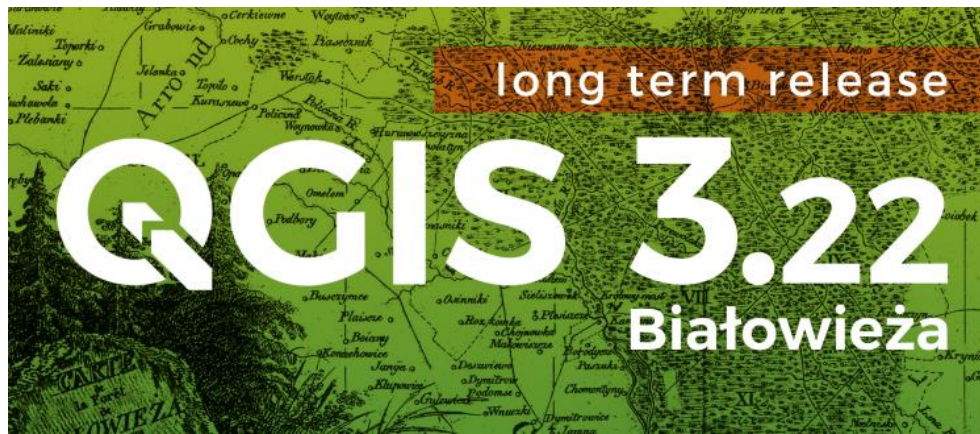


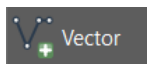
Figura 1. Programa QGIS 3.22

Proyecto > Nuevo.

Se abrirá un nuevo proyecto. Se recomienda guardar el proyecto en una carpeta del ordenador con un nombre representativo, ejemplo: Numero_Curva.

Las capas que se necesitan para comenzar son:

- Capa de uso de suelos (archivo ráster)
- Capa de edafología (archivo vectorial)
- Capa de cuenca (archivo vectorial)
- Capa de área de influencia – 5km (archivo vectorial)

Primero se añaden  las capas vectoriales  de la cuenca, área de influencia y el shapefile de edafología.

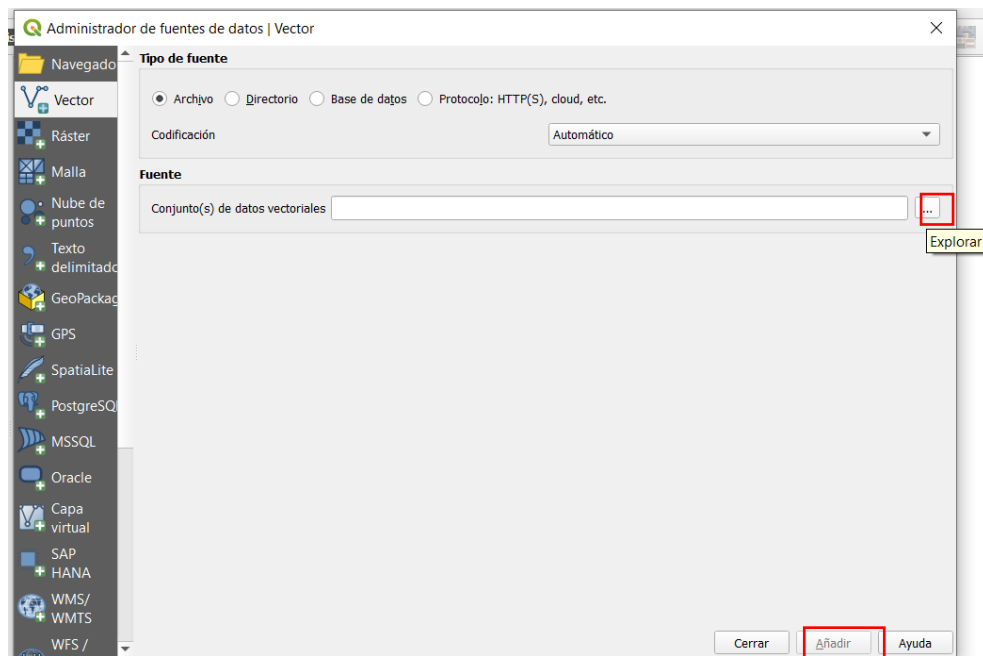


Figura 2. Ventana de administrador de fuentes de datos para añadir capa vectorial

Tanto a la capa de cuenca, como a la capa de área de influencia se les debe de cambiar la simbología para que sólo quede remarcado el perímetro.

Clic derecho sobre la capa de la cuenca > Propiedades > Simbología > Relleno Simple > Color de relleno > Relleno transparente.

También se puede modificar el color de la línea en “Color de marca” y seleccionar cualquier color.

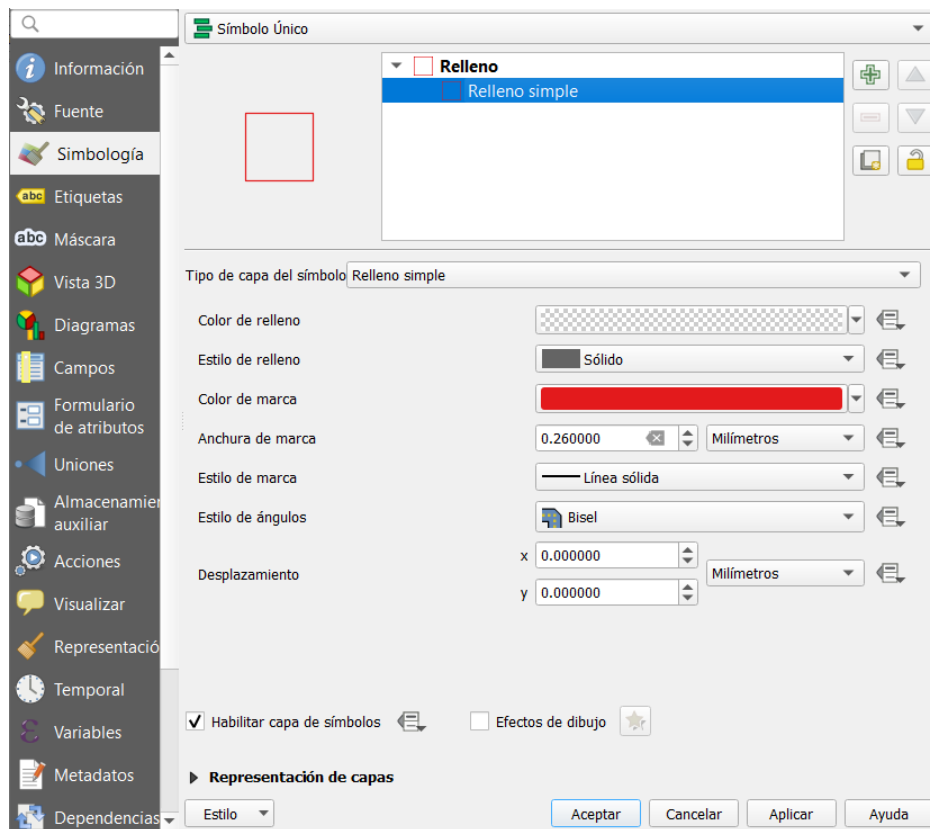


Figura 3. Ventana de cambio de simbología.

Después, se añade la capa ráster  de uso de suelo (creada en con la guía de Teledetección). La pantalla se deberá de ver de la siguiente manera con las 4 capas.

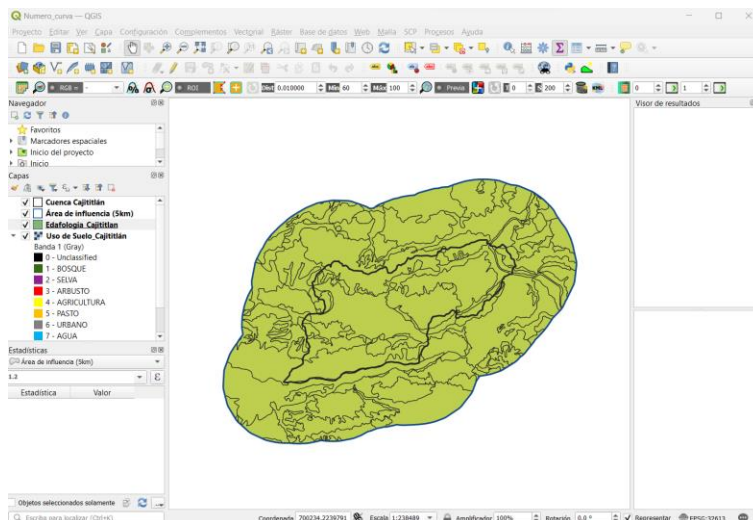


Figura 4. Pantalla con capas agregadas.

PARTE 2 - Convertir de ráster a vectorial

La capa de usos de suelos se encuentra en formato ráster, sin embargo, para este procedimiento se debe de convertir en capa vectorial. Previamente, se debe de volver a recortar la capa ráster de “uso de suelo” con la capa vectorial de “área de influencia (5km)” para evitar posibles errores en los datos de la capa.

Ráster > Extracción > Cortar ráster por capa de máscara

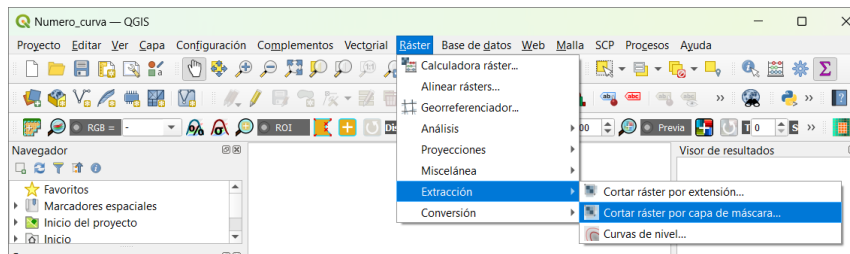


Figura 5. Ruta para encontrar herramienta "Cortar ráster".

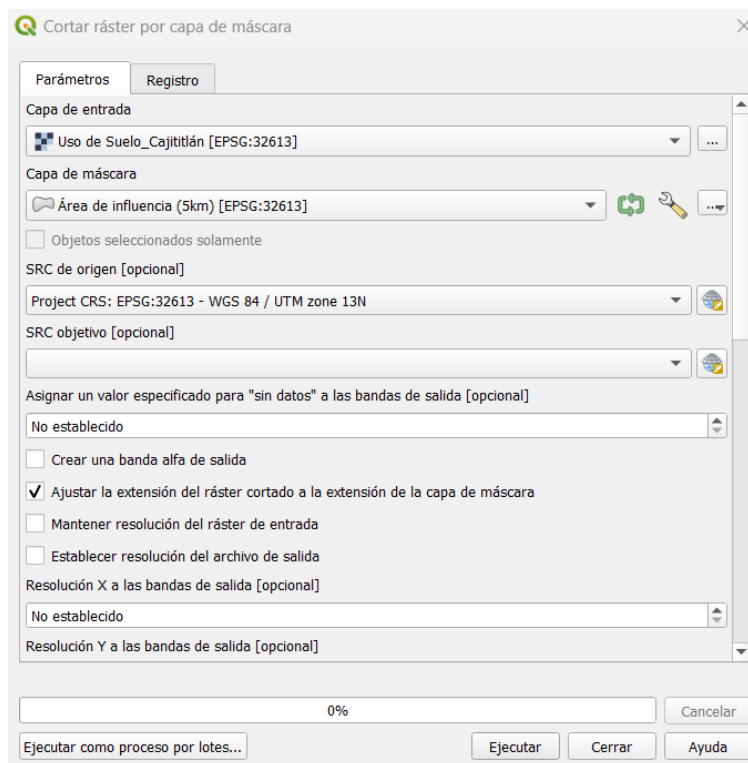


Figura 6. Ventana de herramienta "Cortar ráster por capa de máscara".

Como se observa en la figura 6, en *Capa de entrada* se añade la capa de Uso de Suelo y en la *Capa de máscara* se agrega el Área de influencia. En la parte de *SRC de origen (opcional)* se debe de seleccionar la proyección en la que se está trabajando, en este caso “WGS 84 / UTM zone 13N”. Finalmente se da click en **Ejecutar**.

Para convertir el ráster en vector:

Ráster > Conversión > Poligonizar (ráster a vectorial)

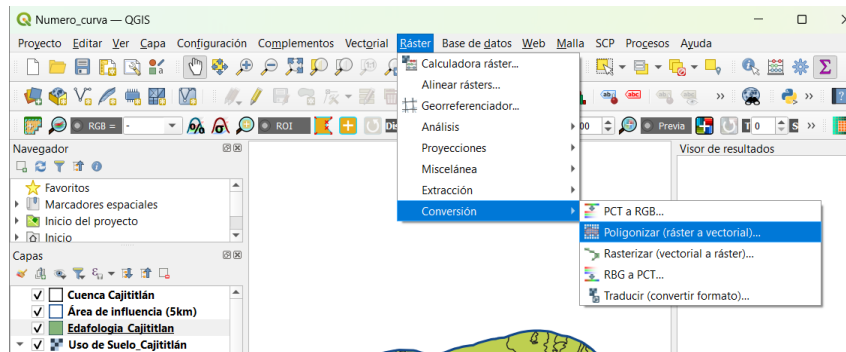


Figura 7. Ruta para encontrar herramienta "Poligonizar (ráster a vectorial)".

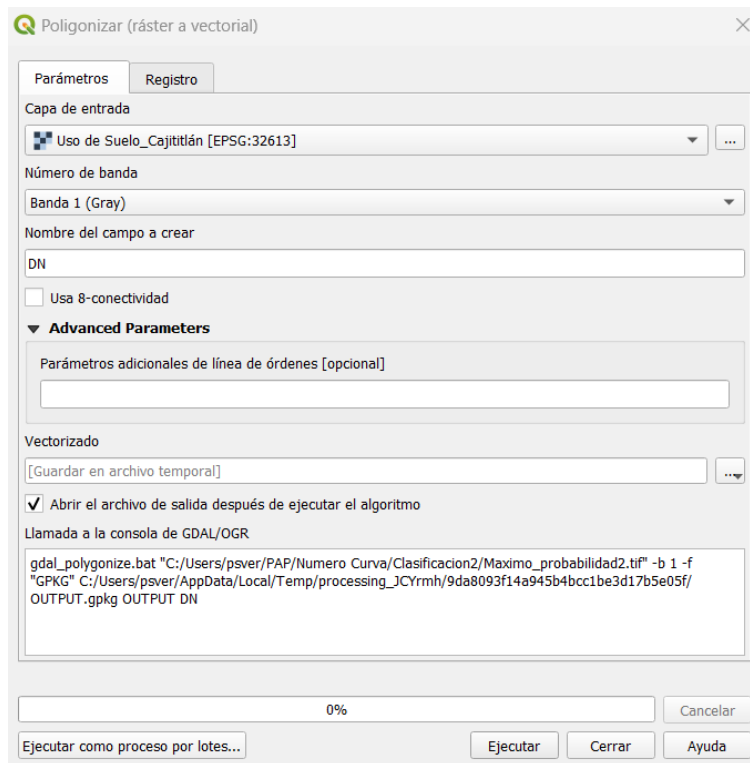


Figura 8. Ventana de herramienta "Poligonizar (ráster a vectorial)".

En la ventana que se abre para la herramienta de **Poligonizar** se agrega en *Capa de entrada* la de "Uso de suelo" y se da click en **Ejecutar**. Se creará una capa temporal, se puede guardar como archivo con el nombre "Cobertura_poligonos".

Esta capa se tiene que **Disolver** (figura 9) conforme al campo de LULC para que los polígonos que se generaron queden disueltos de acuerdo con la clasificación establecida en la GUÍA-TELEDETECCIÓN.

Vectorial > Herramientas de geoprocreso > Disolver

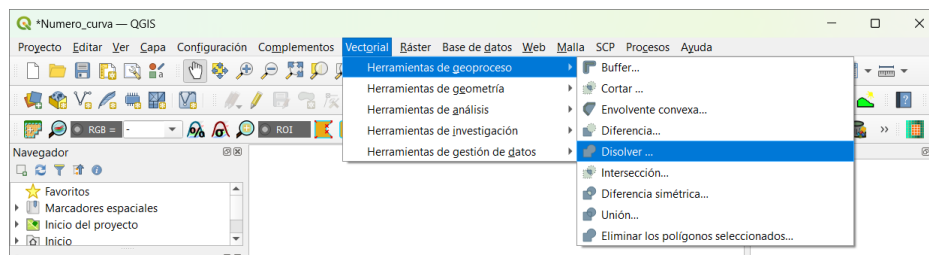


Figura 9. Ruta para encontrar herramienta "Disolver".

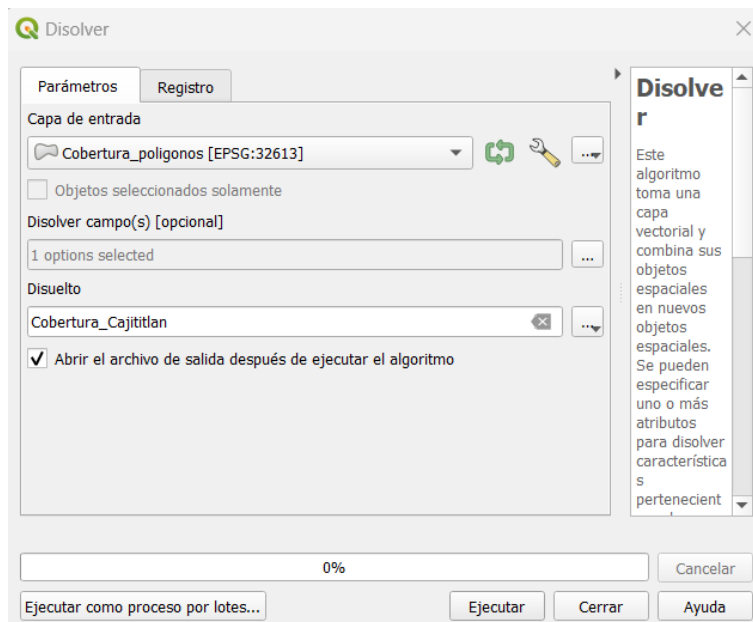


Figura 10. Ventana de herramienta Disolver.

En la *Capa de entrada* se agrega la capa de "Cobertura_poligonos" y en la parte de *Disolver campo(s) [opcional]* se da click en [...] y se selecciona el campo LULC como en la figura 11. Se da click en **Aceptar**.

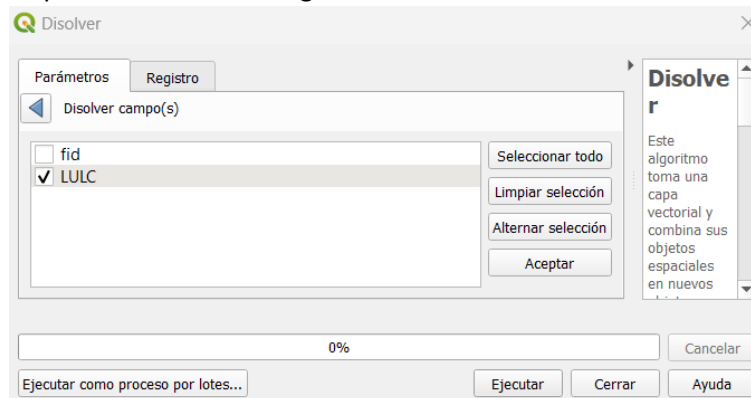


Figura 11. Ventana de "Disolver campo(s) [opcional]"

Se recomienda guardar la capa como archivo permanente antes de dar click en **Ejecutar**, en este caso se guardó como "Cobertura_Cajititlan" debido a que en referencia a que es la cobertura del suelo de la cuenca. Después, se modifica la simbología para que quede clasificada de acuerdo con el LULC y se les da colores acordes con lo que representa su clase (figura 12).

Click derecho en capa "Cobertura_Cajititlan" > Propiedades > Simbología

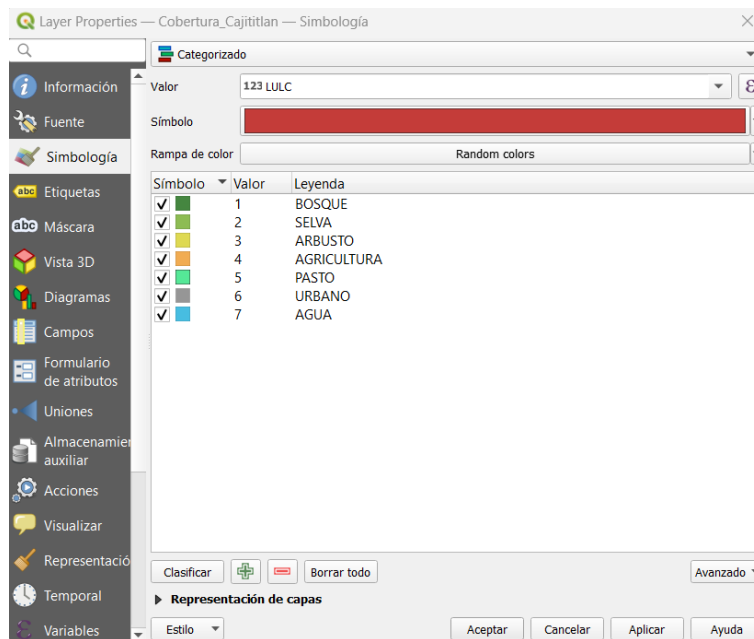


Figura 12. Ventana de "Simbología".

En la figura 13, se muestra el mapa de cobertura del suelo para la cuenca de Cajititlán.

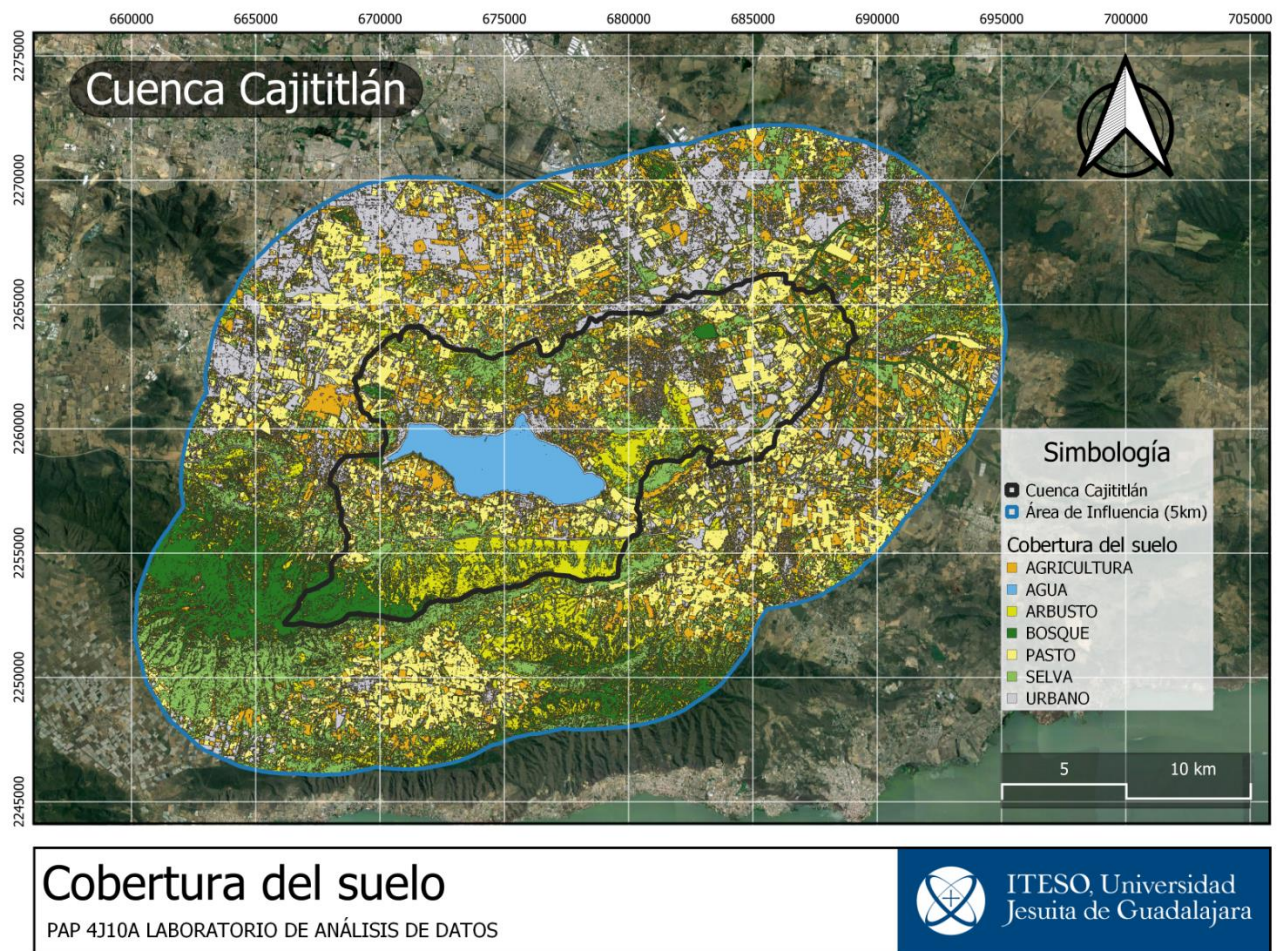


Figura 13. Mapa de Cobertura de Suelo de la cuenca de Cajititlán

PARTE 3 - Clasificación de Grupo hidrológico del suelo

Los grupos hidrológicos del suelo describen el potencial de escorrentía de lluvia de diferentes tipos de suelo. Hay cuatro grupos: A, B, C, D, donde A tiene el menor potencial de escorrentía y D tiene el mayor. (InVEST, 2021). Estos grupos fueron definidos por el “Soil Conservation Service (SCS)”, que clasificó hidrológicamente más de 4000 suelos basándose en su potencial de escurrimiento y agrupándolos en los 4 grupos antes mencionados. Conociendo la edafología (tipos de suelos) de una zona se puede clasificar el grupo hidrológico de acuerdo con la clase de textura.

De la capa de edafología se abre la tabla de atributos (en estos momentos la tabla tiene muchos campos que no se necesitarán por lo que se tienen que eliminar las columnas). En la esquina derecha se activa la *edición*  y se da click en *borrar columnas* . Los campos que deben de quedar son lo que se muestran en la figura 14.



	fid	SUELPREUNI	SUELPRESUB	CLASETEX
1	1	Cambisol	éutrico	Gruesa
2	2	Feozem	háptico	Media
3	3	Feozem	háptico	Media
4	4	Feozem	háptico	Media

Figura 14. Tabla de atributos de capa de edafología con campos necesarios.

Después, se agrega un campo nuevo  con el *Nombre* de “TIPO_SUELO” y en *Tipo* se escoge *Texto (cadena)* con una *Longitud* de 2, ver figura 15.

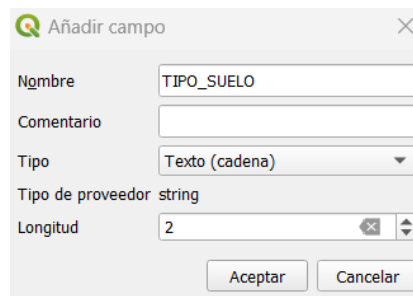


Figura 15. Ventana de “Añadir campo”.

En esta columna se van a escribir los tipos de suelo según el grupo hidrológico al que pertenecen. Para determinar el grupo se clasificó de acuerdo con el tipo de textura (campo de “CLASETEX”). Para los suelos con textura gruesa, se les asignó el grupo hidrológico B. Para los suelos con textura media, se les asignó el grupo C. Y para los suelos con textura fina, se les asignó el grupo D. No se consideró el grupo A para la zona de la cuenca de Cajititlán debido a que no es común este tipo de textura en el área. Ver tabla de figura 16 como referencia.

Grupo hidrológico		Clase textura
A	1	Gruesa
B	2	Gruesa
C	3	Media
D	4	Fina

Figura 16. Grupo hidrológico respecto a textura de suelo.

Después de escribir los grupos hidrológicos en la columna de “TIPO_SUELO” se da click en el botón de *Edición*  y se guardan los cambios. En la capa de edafología se debe categorizar la simbología poniendo en *Valor* al “TIPO_SUELO”, ver figura 17. En la figura 18, se muestra el mapa final de grupos hidrológicos para la cuenca de Cajititlán.

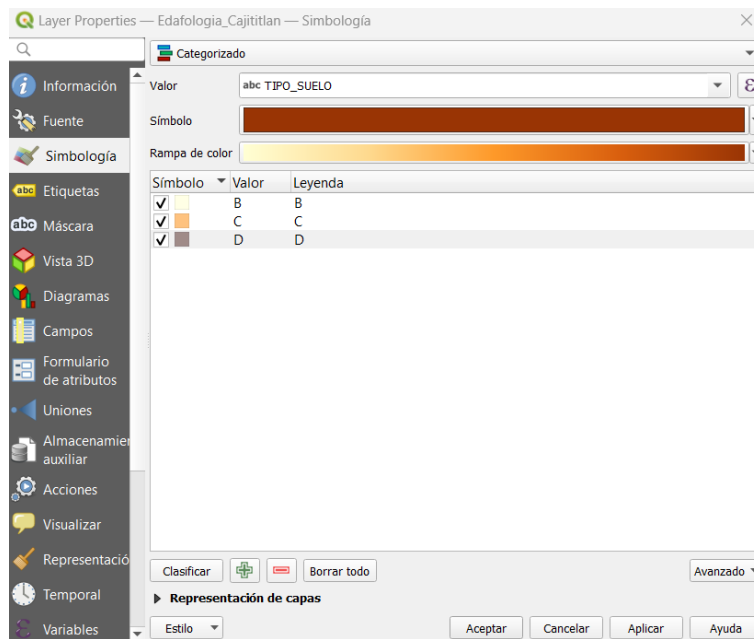
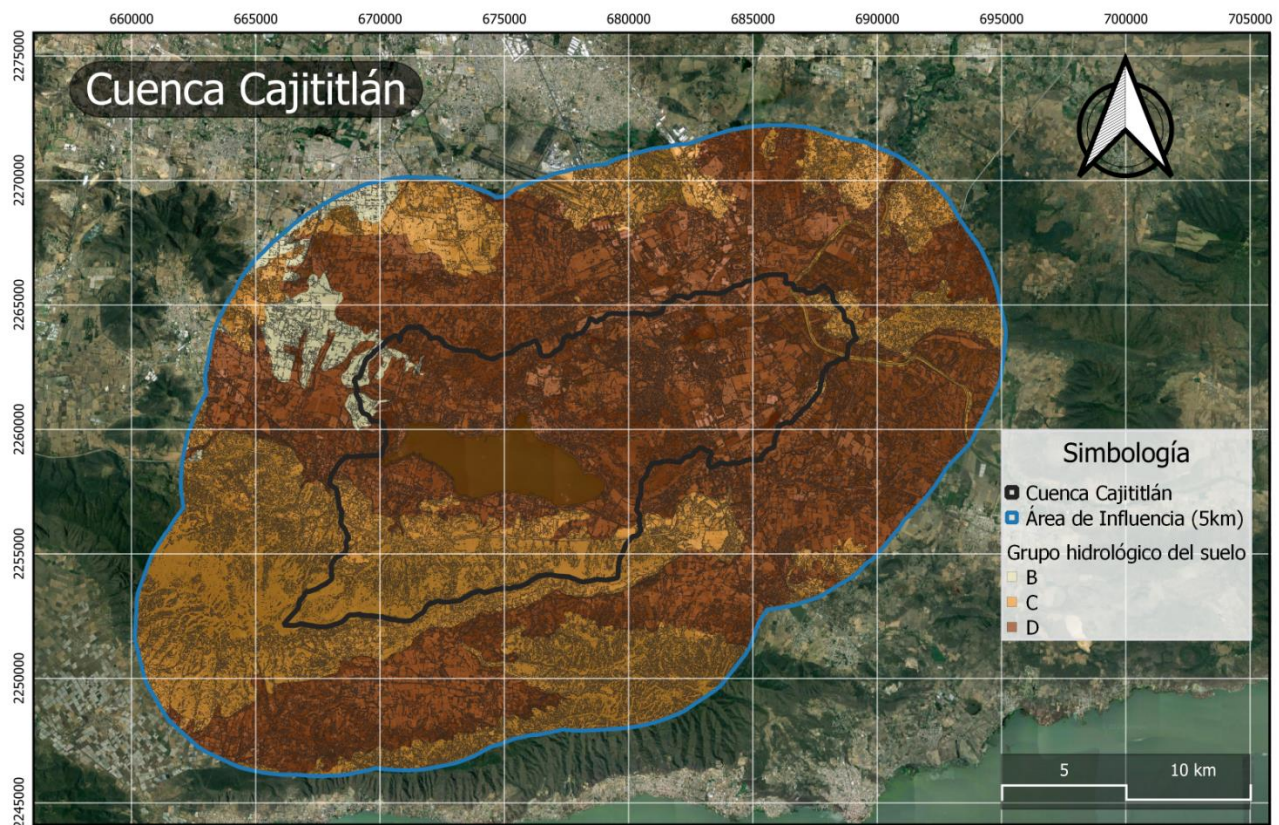


Figura 17. Ventana de "simbología" para grupo hidrológico.



Grupo hidrológico del suelo

PAP 4J10A LABORATORIO DE ANÁLISIS DE DATOS



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

Figura 18. Mapa de Grupo hidrológico del suelo para la cuenca de Cajititlán.

PARTE 4 - Asignación de valores de Número de la curva

Debido a que los valores del número de la curva consideran la condición hidrológica, que se refiere a la capacidad de infiltración del agua al subsuelo, primero se debe de agregar un nuevo campo a la tabla de atributos de la capa de “Cobertura_Cajititlán” donde se asignará la condición hidrológica de acuerdo con el tipo de cobertura que tenga.

De manera general se determinó que bosque, selva y pasto tienen buena (B) condición hidrológica, para arbustos y agricultura se consideró que tienen condición hidrológica regular (R), para las zonas con agua se consideró mala (M), y para el uso de suelo urbano se consideró una condición hidrológica nula. Los valores deben quedar como la tabla de la figura 19.



	fid	LULC	COBERTURA	Cond_hidro
1	2	1	BOSQUE	B
2	1	2	SELVA	B
3	4	3	ARBUSTO	R
4	18	4	AGRICULTURA	R
5	13	5	PASTO	B
6	6	6	URBANO	NULL
7	158957	7	AGUA	M

Figura 19. Tabla de cobertura de suelo con su clasificación de condición hidrológica.

Antes de asignar los valores de número de la curva se debe realizar una **Unión** de capas entre las capas de “Cobertura_Cajititlan” y “Edafología_Cajititlan”, ver figura 20.

Vectorial > Herramienta de geoprocso > Unión

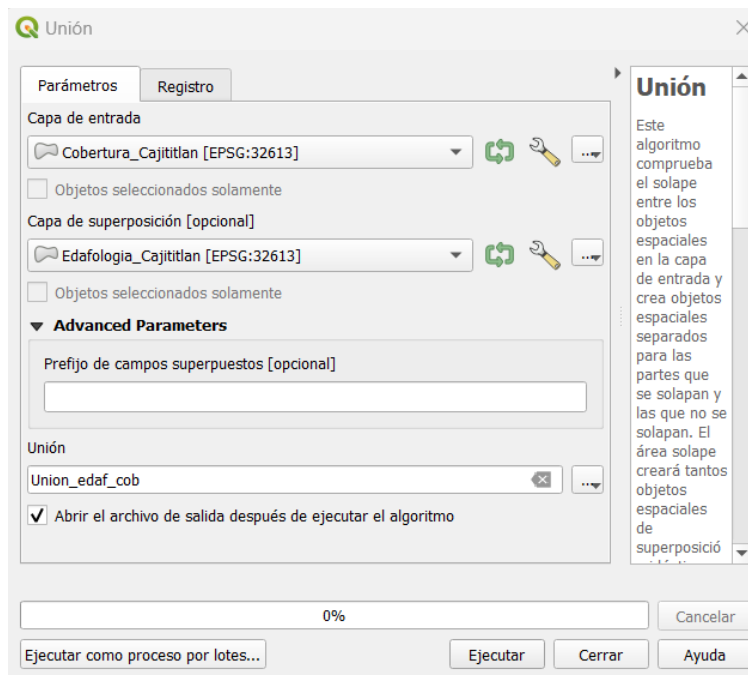


Figura 20. Ventana de herramienta "Unión".

NOTA: el procesamiento de la herramienta Unión puede llegar a ser tardado dependiendo de la cantidad de polígonos que se tenga en las capas que se están uniendo.

Una vez que se tenga la capa, en la tabla de atributos se debe de observar los campos de ambas capas, incluyendo los agregados previamente de "TIPO_SUELO" y "Cond_hidro". Posteriormente se utilizará la herramienta **Disolver** para que los campos que tienen las mismas características se disuelvan, es decir, no estén repetidos.

Vectorial > Herramientas de geoprocесamiento > Disolver

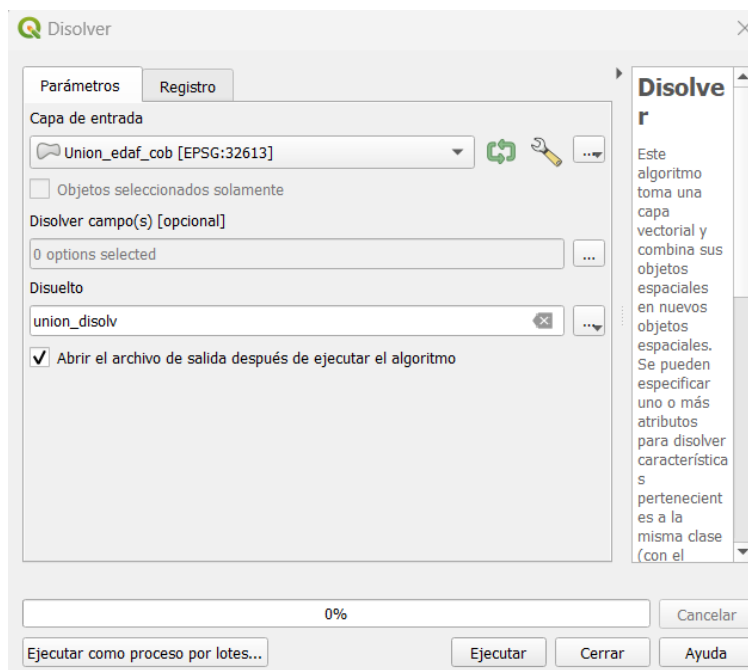


Figura 21. Ventana de herramienta "Disolver".

En *Disolver campo(s) [opcional]* se selecciona “COBERTURA”, “Cond_hidro” y “TIPO_SUELO”. Después, se guarda la nueva capa con un nombre representativo, en este caso se le asignó “union_disolv”. Ver figura 21 y 22.



Figura 22. Ventana de Disolver campos(s) [opcional].

Al abrir la tabla de atributos de esta capa se debe de verificar que toda la columna de “TIPO_SUELO” contengan datos, en caso de que contenga datos “NULL” se deben de eliminar esas filas. Para realizar esto, se da click en el botón *edición*  y se selecciona las filas (se pondrán en color azul), enseguida se da click en *borrar objetos seleccionados* .

Posteriormente, se debe de agregar un nuevo campo para poner los valores del número de la curva, en esto caso tendrá el nombre de “NC_2”, el tipo será *Texto (cadena)* y en *longitud* se asigna un 3.

En este nuevo campo se deben de agregar los valores de NC que corresponden según la condición y el grupo hidrológicos determinados anteriormente para cada tipo de suelo. Para asignar los valores se considera lo siguiente:

“El número de la curva toma valor de 0 a 100 según sea su capacidad de generar escorrentía superficial. Para cuerpos de agua y humedales que están conectados a la corriente, el NC se puede establecer en 99 (es decir, suponiendo que esos pixeles transmitan rápidamente el flujo rápido).” (InVEST, 2021).

Además, se utilizaron como referencia las tablas del “*Hydrology National Engineering Handbook*” de la NRCS y la tabla de la “*Resolución 865 de 2004*” del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de Bogotá, Colombia. Al final de esta guía se muestra una sección de tablas con los valores utilizados señalados. A continuación, en la tabla de la figura 23, se presenta un resumen de los datos que se han determinado para este caso de estudio.

Uso de suelo		Condición hidrológica	Número de la curva (en base a grupo hidrológico)			
MC-ID	MC-Name		A	B	C	D
1	BOSQUE	B	25	55	70	77
2	SELVA	B	45	66	77	83
3	ARBUSTO	R	55	72	81	86
4	AGRICULTURA	R	65	76	84	96
5	PASTO	B	39	61	74	80
6	URBANO	Nulo	74	84	90	92
7	AGUA	M	99	99	99	99

Figura 23. Tabla con información general sobre las condiciones hidrológicas y valores de NC respecto al Uso de Suelo.

NOTA: Una vez asignados los valores del NC, ya se tienen la información que requiere InVEST para la tabla de datos biofísicos sobre este tema.

PARTE 5 - Cálculo del Número de la Curva para toda la cuenca.

Por último, se calculará el Número de la Curva general para toda la cuenca. Para esto se continúa editando la tabla de atributos de la capa creada “union_disolv”, en esta ocasión se da click en el botón *Abrir calculadora de campos*, se abrirá una ventana que se debe de llenar como se muestra en la figura 24. Es importante que en la parte de *Expresión* se divida el \$area entre 1000000 para que quede en kilómetros cuadrados, debido a que por defecto se encuentra en metros.

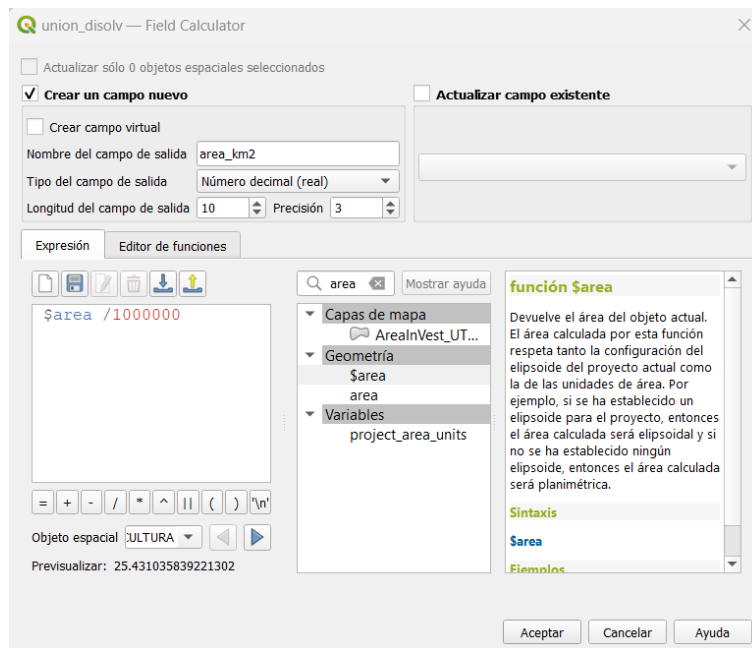


Figura 24. Ventana de herramienta "Calculadora de campos".

Después, se agrega un nuevo campo con Nombre “NCi*Ai” (ver figura 25), donde se realizará una operación multiplicando “NC_2” por “área_km2”.

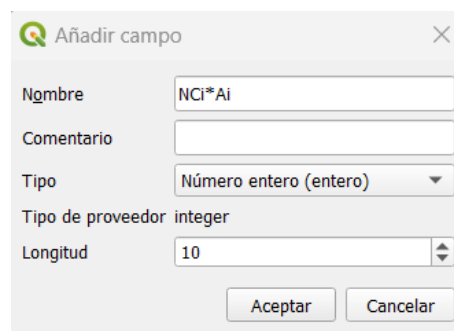


Figura 25. Ventana de añadir campo para "NCi*Ai".

Para multiplicar ambos campos, se debe de seleccionar la nueva columna (NCi*Ai) en la parte superior derecha, debajo del botón de *Edición*, que dice actualmente “fid” (1.2 fid), en el siguiente espacio se escribe la multiplicación “NC_2*area_km2” y se da click en el botón *Actualizar todo*. Para más referencia, ver figura 26.

GUÍA. Número de la Curva

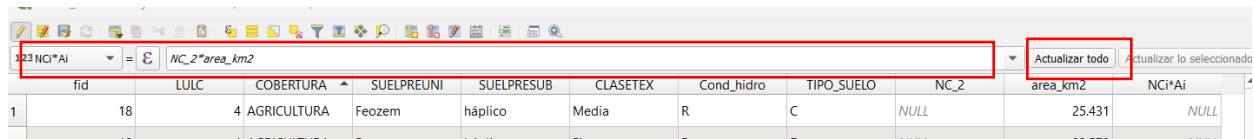


Figura 26. Visualización de área de herramientas para multiplicación de campos.

Después de calcular el campo NCi*Ai, se debe de guardar los cambios realizados en la tabla de atributos. La tabla de quedar como se muestra en la figura 27.

Número de la Curva— Objetos Totales: 19, Filtrados: 19, Seleccionados: 0

	fid	LULC	COBERTURA	Cond_hidro	SUELPREUNI	SUELPRESUB	CLASETEX	TIPO_SUELO	NC_2	area_km2	NCi*Ai
1	18	4	AGRICULTURA	R	Feozem	háplico	Media	C	84	25.431	2136
2	18	4	AGRICULTURA	R	Feozem	háplico	Fina	D	96	93.579	8984
3	18	4	AGRICULTURA	R	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	76	3.147	239
4	158957	7	AGUA	M	Vertisol	pélico	Fina	D	99	15.683	1553
5	4	3	ARBUSTO	R	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	72	0.328	24
6	4	3	ARBUSTO	R	Feozem	háplico	Media	C	81	49.808	4034
7	4	3	ARBUSTO	R	Feozem	háplico	Fina	D	86	29.961	2577
8	2	1	BOSQUE	B	Feozem	háplico	Fina	D	77	4.951	381
9	2	1	BOSQUE	B	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	55	0.061	3
10	2	1	BOSQUE	B	Feozem	háplico	Media	C	70	44.224	3096
11	13	5	PASTO	B	Feozem	háplico	Fina	D	80	129.913	10393
12	13	5	PASTO	B	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	61	8.184	499
13	13	5	PASTO	B	Feozem	háplico	Media	C	74	30.268	2240
14	1	2	SELVA	B	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	66	0.543	36
15	1	2	SELVA	B	Feozem	háplico	Media	C	77	70.747	5448
16	1	2	SELVA	B	Feozem	háplico	Fina	D	83	59.045	4901
17	6	6	URBANO	NULL	Feozem	háplico	Fina	D	92	66.492	6117
18	6	6	URBANO	NULL	Feozem	háplico	Media	C	90	24.042	2164
19	6	6	URBANO	NULL	Cambisol	éutrico	Gruesa	B	84	6.974	586

Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 27. Tabla de atributos completa para procedimiento de Número de la Curva.

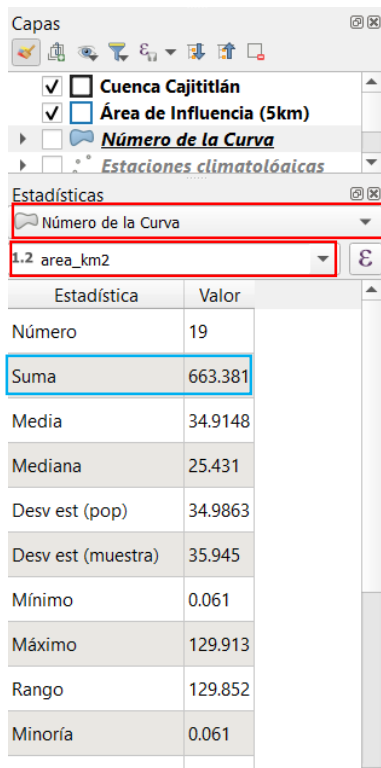


Figura 28. Ventana de herramienta "Resumen estadístico".

Para el cálculo del NC de la cuenca se utilizará la suma de los campos "NCi*Ai" y "area_km2". Esta sumatoria se puede obtener con las herramientas de Qgis, en la pestaña de "**Ver**" seleccionando Resumen estadístico. Se abrirá una nueva ventana (figura 28) donde se pueden observar los datos estadísticos de cada capa, en esta sección se selecciona la capa que se ha trabajado de "union_disolv" o "Numero de la Curva" y el campo del que se quiere obtener información estadística.

Con la siguiente ecuación se puede obtener el NC general para toda la Cuenca:

$$NC = \frac{\sum NC_i * A_i}{\sum A_i}$$

De acuerdo con los datos estadísticos, las sumatorias de los campos son:

$$\sum NC_i * A_i = 55,411$$

$$\sum A_i = 663.381$$

$$NC = \frac{55,411}{663.381} = \mathbf{83.53}$$

Esto dio como resultado general un **valor del Número de la Curva de 83.53 para toda la cuenca de Cajititlán**. Lo que quiere decir este valor es que, a grandes rasgos, la cuenca tiene características que provocan que exista **alta escorrentía** en la zona.

Finalmente, se obtuvo el mapa de Número de la Curva cambiando la simbología de acuerdo con el campo de "NC_2". Ver figura 29.

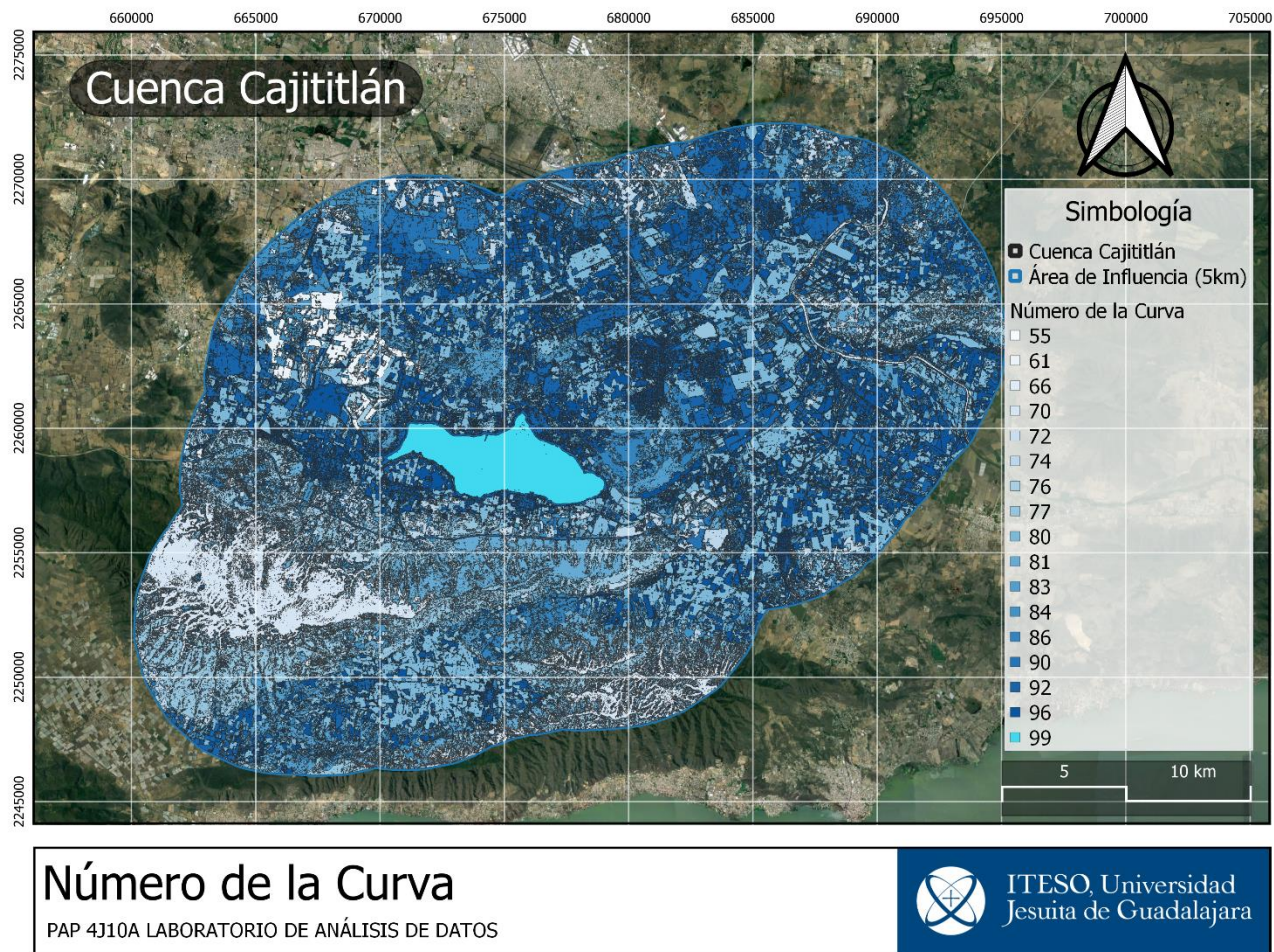


Figura 29. Mapa del Número de la Curva para la cuenca de Cajititlán.

Bibliografía

- Ambiental GIS. (22 de noviembre de 2022). *Numero de Curva de una cuenca en Qgis*. Obtenido de Ambiental GIS: <https://www.youtube.com/watch?v=TZfc4NO27IQ>
- Díaz, Á., & Mercado, T. (Julio-Diciembre de 2017). Determinación del número de la curva en la subcuenca de Betancí (Córdoba, Colombia) mediante teledetección y SIG. *INGENIERÍA Y DESARROLLO*, 35(2), 452-470. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v35n2/2145-9371-inde-35-02-00452.pdf>
- InVEST. (2021). *Seasonal Water Yield*. Obtenido de InVEST: https://storage.googleapis.com/releases.naturalcapitalproject.org/invest-userguide/latest/en/seasonal_water_yield.html
- NRCS. (2004). *Chapter 9. Hydrologic Soil-Cover Complexes*. United States Department of Agriculture. Obtenido de <https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17758.wba>
- Suárez Pérez, S. (04 de Agosto de 2004). RESOLUCION 865 DE 2004. *Diario Oficial*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Obtenido de https://www.corpamag.gov.co/archivos/normatividad/Resolucion865_20040722.htm

TABLAS

De la tabla obtenida de la “Resolución 865 de 2004”, se obtuvieron los datos de NC para los usos de suelo de:

- BOSQUE (bosque con condición hidrológica buena).
- AGRICULTURA (cultivos en hileras rectas estrechas con mala condición hidrológica).
- PASTOS (pastos de pastoreo con buena condición hidrológica).
- URBANO (pavimentos, la condición hidrológica está considerada como nula).

USO DE LA TIERRA	COBERTURA TRATAMIENTO O PRACTICA	CONDICION HIDROLOGICA	GRUPO DE SUELOS				
			A	B	C	D	
NUMERO DE CURVA							
1.Rastrojo	Hileras Rectas	-----	77	86	91	94	
2.Cultivos en Hileras	Hileras Rectas	Mala	71	81	88	91	
	Hileras Rectas	Buena	67	78	85	89	
	Curvas de Nivel	Mala	70	79	84	88	
	Curvas de Nivel	Buena	65	75	82	86	
	Cur/Niv y Terrazas	Mala	68	74	80	82	
	Cur/Niv y Terrazas	Buena	62	71	78	81	
3.Cultivos en Hileras Estrechas	Hileras Rectas	Mala	65	76	84	86	
	Hileras Rectas	Buena	63	75	83	87	
	Curvas de Nivel	Mala	63	74	82	85	
	Curvas de Nivel	Buena	61	73	81	84	
	Cur/Niv y Terrazas	Mala	61	72	79	82	
	Cur/Niv y Terrazas	Buena	59	70	78	81	
4.Leguminosas en Hileras Estrechas o Forraje en Rotación	Hileras Rectas	Mala	66	77	85	89	
	Hileras Rectas	Buena	58	72	81	85	
	Curvas de Nivel	Mala	64	75	83	85	
	1/ Curvas de Nivel	Buena	55	69	78	83	
	Cur/Niv y Terrazas	Mala	63	73	80	83	
5.Pastos de Pastoreo	Cur/Niv y Terrazas	Buena	51	67	76	80	
		Mala	68	79	86	89	
		Regular	49	69	79	84	
		Buena	39	61	74	80	
		Curvas de Nivel	Mala	47	87	81	88
		Curvas de Nivel	Regular	25	59	75	83
6.Pastos de Corte	Curvas de Nivel	Buena	6	35	70	79	
		Buena	30	58	71	78	
7.Bosque		Mala	45	66	77	83	
		Regular	36	60	73	79	
		Buena	25	55	70	77	
8.Patios		-----	59	74	82	86	
9.Caminos de Tierra 2/		-----	72	82	87	89	
10.Pavimentos		-----	74	84	90	92	

1/ Siembre Tupida o al Voleo
2/ Incluyendo Derecho de Vía

Figura 30. Tabla para obtener Número de la Curva de Bosque, Pasto, Agricultura y Urbano. Fuente: Suárez Pérez, 2004.

Además, se utilizaron las tablas del “*Hydrology National Engineering Handbook*” para obtener los datos de ARBUSTOS (figura 31) y SELVA (figura 32). Específicamente en estos tipos de suelos se consideraron los factores más cercanos que se encontraron. Para el uso de suelo de SELVA, se consideró el dato de Woods – Poor, por ser valores que se encuentran entre el NC de BOSQUE y de ARBUSTO.

Table 9–2 Runoff curve numbers for arid and semiarid rangelands ^{1/}

----- Cover description ----- cover type	----- hydrologic condition ^{2/} -----	----- Hydrologic soil group -----			
		A ^{3/}	B	C	D
Herbaceous—mixture of grass, weeds and low-growing brush, with brush the minor element	Poor		80	87	93
	Fair		71	81	89
	Good		62	74	85
Oak-aspen—mountain brush mixture of oak brush, aspen, mountain mahogany, bitter brush, maple, and other brush	Poor		66	74	79
	Fair		48	57	63
	Good		30	41	48
Pinyon-juniper—pinyon, juniper, or both; grass understory	Poor		75	85	89
	Fair		58	73	80
	Good		41	61	71
Sage-grass—sage with an understory of grass	Poor		67	80	85
	Fair		51	63	70
	Good		35	47	55
Desert shrub—major plants include saltbush, greasewood, creosotebush, blackbrush, bursage, palo verde, mesquite, and cactus	Poor	63	77	85	88
	Fair	55	72	81	86
	Good	49	68	79	84

Figura 31. Tabla para obtener Número de la Curva de Arbusto. Fuente: NRCS, 2004.

Table 9-1 Runoff curve numbers for agricultural lands ^{1/} — Continued

covertype	Cover description treatment ^{2/}	hydrologic condition ^{3/}	-- CN for hydrologic soil group --			
			A	B	C	D
Pasture, grassland, or range- continuous forage for grazing ^{4/}		Poor	68	79	86	89
		Fair	49	69	79	84
		Good	39	61	74	80
Meadow-continuous grass, protected from grazing and generally mowed for hay		Good	30	58	71	78
Brush-brush-forbs-grass mixture with brush the major element ^{5/}		Poor	48	67	77	83
		Fair	35	56	70	77
		Good	30 ^{6/}	48	65	73
Woods-grass combination (orchard or tree farm) ^{7/}		Poor	57	73	82	86
		Fair	43	65	76	82
		Good	32	58	72	79
Woods ^{8/}		Poor	45	66	77	83
		Fair	36	60	73	79
		Good	30	55	70	77
Farmstead—buildings, lanes, driveways, and surrounding lots		---	59	74	82	86
Roads (including right-of-way):						
Dirt		---	72	82	87	89
Gravel		---	76	85	89	91

Figura 32. Tabla para obtener Número de la Curva de Selva. Fuente: NRCS, 2004.