



UTPL
La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia



Sistemas de Información Geográfica para Análisis de Riesgos

Guía didáctica

Facultad de Ingenierías y Arquitectura

Departamento de Geociencias

Sistemas de Información Geográfica para Análisis de Riesgos

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Gestión de Riesgos y Desastres	IV

Autores:

Gonzalez Coronel Ivonne María
Morocho Cuenca José Ramiro
Reyes Bueno Fabian René



SIST_2008

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Sistemas de Información Geográfica para Análisis de Riesgos

Guía didáctica

Gonzalez Coronel Ivonne María

Morocho Cuenca José Ramiro

Reyes Bueno Fabian René

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-256-5



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons – **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir** – copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** – remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento**– debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial**-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual**-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Índice

1. Datos de información.....	7
1.1. Presentación de la asignatura	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	7
1.3. Competencias específicas de la carrera	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura.....	8
2. Metodología de aprendizaje.....	8
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....	9
Primer bimestre	9
Resultado de aprendizaje 1	9
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	9
 Semana 1	9
 Unidad 1. Consultas de bases de datos alfanuméricas.....	10
1.1. Fundamentos de bases de datos	10
1.2. Análisis espacial y consultas de bases de datos.....	11
Actividades de aprendizaje recomendadas	13
 Semana 2	13
1.3. Lenguaje SQL.....	14
1.4. Consultas de bases de datos en QGIS.....	17
Actividades de aprendizaje recomendadas	19
Autoevaluación 1	21
 Semana 3	23
 Unidad 2. Consultas espaciales	23
2.1. Fundamentos.....	23
2.2. Operadores de consultas espaciales.....	25
Actividades de aprendizaje recomendadas	33
 Semana 4	34
2.3. Consultas espaciales en QGIS.....	34
Actividades de aprendizaje recomendadas	36

Autoevaluación 2	38
Semana 5	42
Unidad 3. Operaciones con tablas de atributos	42
3.1. Bases de datos	42
3.2. Añadir y modificar información en la tabla de atributos	45
3.3. Calcular nuevos campos	45
Actividades de aprendizaje recomendadas	49
Autoevaluación 3	51
Semana 6	53
Unidad 4. Geoprocесamiento.....	53
4.1. Introducción al geoprocесamiento	53
4.2. Zonas de influencia.....	54
4.3. Operaciones de solape	57
Semana 7	59
4.4. Manipulación de capas.....	59
Actividades de aprendizaje recomendadas	68
Autoevaluación 4	70
Actividades finales del bimestre.....	72
Semana 8	72
Segundo bimestre	74
Resultado de aprendizaje 1	74
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	74
Semana 9	74
Unidad 5. Análisis de información raster.....	74
5.1. Álgebra de Mapas	74
Actividades de aprendizaje recomendadas	79
Autoevaluación 5	82
Semana 10	84

5.2. El modelo digital de elevaciones	84
Actividades de aprendizaje recomendadas	91
Autoevaluación 6	94
Semana 11	96
Unidad 6. Evaluación multicriterio	96
6.1. Concepto de EMC	96
6.2. Creación de capas a combinar.....	97
6.3. Métodos de combinación	98
Actividades de aprendizaje recomendadas	99
Autoevaluación 7	101
Semana 12	103
Unidad 7. Teledetección	103
7.1. Procesamiento de imágenes	103
Actividades de aprendizaje recomendadas	105
Semana 13	105
7.2. Teledetección para la gestión de riesgos y desastres.....	106
Actividades de aprendizaje recomendadas	110
Semana 14	110
7.3. Datos satelitales para el monitoreo de inundaciones.....	110
Actividades de aprendizaje recomendadas	113
Semana 15	113
7.4. Datos satelitales para el monitoreo de derrumbes y terremotos.....	113
Actividades de aprendizaje recomendadas	116
Autoevaluación 8	117
Actividades finales del bimestre.....	119
Semana 16	119
4. Solucionario	121
5. Referencias bibliográficas	130
6. Anexos	133



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Trabajo en equipo.

1.3. Competencias específicas de la carrera

- Maneja y evalúa datos relacionados con la gestión de riesgo (mapas temáticos de riesgo, reportes, guías metodológicas).
- Identifica y detecta las amenazas (implícitas y explícitas) en diferentes escenarios.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

La Constitución Política del Ecuador del 2008, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización COOTAD, el Código de Planificación y Finanzas Pública COPFP, la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del suelo LOOTUGS, entre otros, tienen marcados los lineamientos generales de desarrollo del Ecuador basado en la planificación territorial, en la que la gestión de riesgos juega un papel fundamental. En este sentido los Gobiernos autónomos descentralizados deben generar la información necesaria que les permita generar un modelo territorial en el que se visibilicen los riesgos existentes en el territorio y se pueda gestionar adecuadamente. En esta asignatura, los alumnos adquirirán conocimientos y destrezas en el uso de herramientas de análisis espacial con la finalidad de mejorar la planificación territorial para prevenir y mitigar desastres sionaturales.



2. Metodología de aprendizaje

La asignatura Sistemas de Información Geográfica para Análisis de Riesgos, es una asignatura que, partiendo de problemas específicos planteará procesos que permitan abordarlos y sugerir alternativas de solución. En ese sentido, la asignatura se basará principalmente en la metodología de aprendizaje basado en problemas (ABP). Para cada tema tratado plantearemos diferentes casos que resolverá de forma autónoma, contando con la guía del docente. Bajo esta metodología, se puede desarrollar en una variedad de escenarios y permite utilizar diversas estrategias para el aprendizaje, una de las características del ABP es que el estudiante se sitúa en un contexto real de su profesión y desarrolla el pensamiento crítico y la toma de decisiones para la resolución de un problema de la profesión. Para mayor información sobre esta metodología revise este [enlace](#).



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Maneja la herramienta SIG para el análisis de riesgos socionaturales y análisis espaciales para la toma de decisiones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Durante el primer bimestre, se revisarán temáticas como el manejo y consulta de bases de datos, consultas espaciales y herramientas de geoprocесamiento, que son procesos indispensables para la realización de análisis de riesgos. Estos contenidos le ayudarán a fortalecer el manejo de los SIG para el análisis espacial de riesgos, identificando y manejando herramientas de consultas de base de datos, consultas espaciales, y de geoprocесamiento, además del manejo de tablas.



Semana 1

Esta semana revisará algunas definiciones importantes en el ámbito del análisis espacial, definiciones como bases de datos y sus componentes, análisis espacial, y consultas de bases de datos.

Unidad 1. Consultas de bases de datos alfanuméricas

1.1. Fundamentos de bases de datos

Las consultas de bases de datos se utilizan para hacer análisis alfanumérico, es decir para generar información a partir de los atributos de una capa.



Antes de iniciar con la explicación de consultas de bases de datos es indispensable primero conocer los fundamentos de bases de datos, por tanto, le pido que realice una lectura del apartado **8.2 fundamentos de bases de datos** de ADDIN CSL_CITATION

Ahora que leyó los fundamentos, seguramente tiene más claro el concepto de una base de datos, que como bien lo dice Olaya (2020), es un conjunto de datos estructurado y almacenado de forma sistemática con objeto de facilitar su posterior utilización. Existen varios ejemplos de bases de datos, uno de ellos y tradicional es la biblioteca, se trata de una base de datos con documentos impresos que son indexados para su consulta.

Las bases de datos son a menudo administradas desde sistemas gestores de bases de datos, los cuales nos permiten acceder de forma rápida y aprovechar esos datos. Como se describe en Olaya (2020), existen varias ventajas al trabajar con bases de datos: independencia, accesibilidad, seguridad, menor redundancia, mayor eficiencia en la captura de datos, mayor coherencia, mayor valor informativo, rapidez de acceso y facilidad de reutilización.

Aunque existen varios modelos de bases de datos, el más utilizado en la actualidad en general y en el ámbito de los SIG es el modelo de bases de datos relacionales. Ahora le planteo las siguientes preguntas.



¿Por qué se llaman bases de datos relacionales? ¿Por qué es este modelo de bases de datos el más utilizado? Encontrará la respuesta en el apartado 8.2.3 Modelos de bases de datos, y 8.2.4 Bases de datos relacionales, de Olaya (2020).

En estas tablas relacionales las columnas representan distintos atributos o características de las entidades, mientras que las filas conforman distintos registros, cada una de las filas está asociada a una entidad.

1.2. Análisis espacial y consultas de bases de datos

Las bases de datos relacionales son una parte importante a la hora de realizar análisis espacial en SIG. Ahora, ¿qué es el análisis espacial?



Para responder a esta pregunta es necesario que lea el Apartado **10.2 ¿Qué es el análisis espacial? y 10.3 Razonamiento y consulta geográfica en un SIG** de Olaya (2020).

Como lo menciona Olaya, el análisis espacial no debería verse como un conjunto de complejos algoritmos, sino como una colección de procesos con los que explorar los datos espaciales. Este análisis espacial busca responder a preguntas relativas a: posición y extensión, forma y distribución, asociación espacial, interacción espacial o variación espacial. Estas preguntas pueden resolverse a partir de consultas de bases de datos, consultas espaciales o herramientas de geoprocесamiento.



Para entender entonces las consultas en general y las consultas de bases de datos en particular, lea el apartado **12.1 Introducción y 12.2 Consultas en un SIG y 12.3 Consultas temáticas** del Olaya (2020).

Una consulta es entonces una llamada a un sistema gestor de bases de datos, el cual devuelve como respuesta una selección de aquellos elementos que se ajusta a los criterios establecidos. Como ya se mencionó anteriormente esta consulta puede realizarse sobre la componente temática (consulta de bases de datos), sobre la componente espacial (consulta espacial), o sobre las dos.

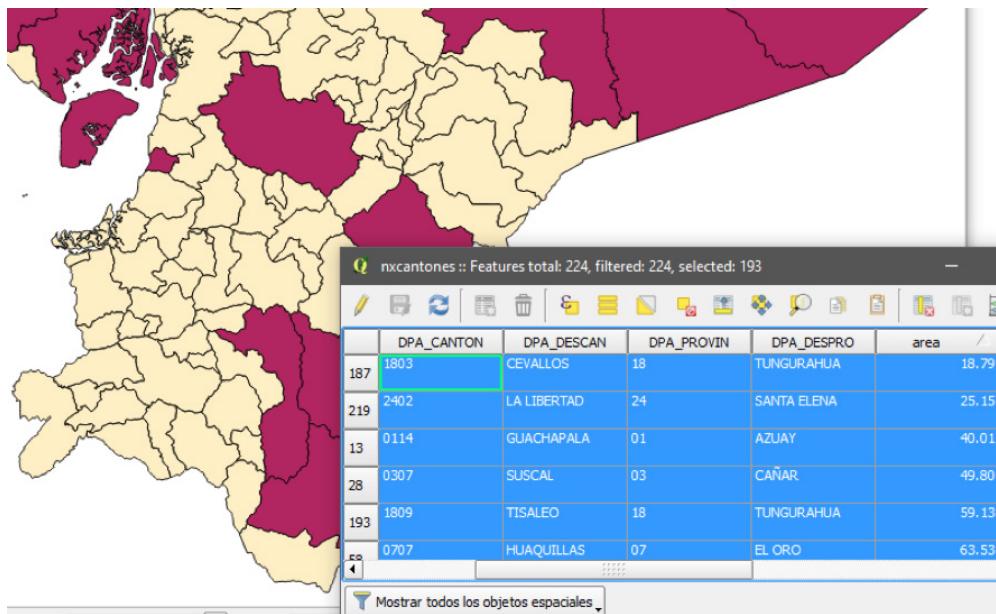
Las consultas temáticas entonces son preguntas realizadas sobre las bases de datos.

¿Qué tipo de consultas se pueden realizar sobre una base de datos?

Imagine que tiene una capa que contiene todos los cantones del país y entre sus atributos tiene un campo en el que se determina la superficie. A partir de una consulta a esta base de datos usted podría seleccionar los cantones que tienen una superficie menor al cantón Loja, por ejemplo, o los cantones que están dentro de un rango de superficie.

Para realizar estas consultas, se suelen utilizar varias formas. Una de ella es realizando una selección manual de todos los elementos que cumplan con un determinado criterio, que en el caso del ejemplo sería ordenando los elementos por su superficie y luego seleccionando todos los cantones que tienen una superficie menor a 1894,95 ha que es la superficie de Loja, dando como resultado lo que se muestra en la figura 1.

Figura 1.
Selección manual de objetos espaciales



Nota. Selección manual de objetos espaciales que tienen una superficie menor a 1894,95 ha. [Captura de pantalla].

Como se observa en la imagen, las filas han sido ordenadas de manera ascendente en función del campo área (fijarse en la flecha que indica ese orden en el nombre del campo) y se han seleccionado manualmente (color azul) aquellas filas que tienen una superficie inferior al límite establecido.

Esto puede ser manejable en bases de datos pequeñas y con consultas fáciles, sin embargo, cuando no se dan estas características o incluso cuando son utilizadas varias características para realizar la consulta, es necesario acudir a un lenguaje de consulta.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Realice el siguiente juego

Para familiarizarse con algunos términos de una base de datos relacional, arrastre los nombres que correspondan a cada elemento de una base de datos relacional. Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión del siguiente recurso.

Base de datos relacionales

Actividad 2: Revisión de video

Si todavía no tiene instalado el [programa QGIS](#), en él puede observar el proceso de instalación.

En algunas ocasiones cuando se finaliza la instalación y se intenta iniciar el programa, aparece un error. En el video antes mencionado se plantea una solución. La versión con la que se trabajará en clases será la de QGIS 3.10. Se usa este software no solamente porque es libre (lo que a su vez significa que es gratuito), multiplataforma, sino también por su robustez al momento de realizar procesos de análisis espacial por las múltiples herramientas y complementos que ofrece. Se trabajará con la versión 3.16 por ser una versión de lanzamiento con soporte a largo plazo (*long release*), que puede ser descargada desde la [página oficial de QGIS](#).



Semana 2

Ahora que ha leído ya respecto a bases de datos y sus características, en esta semana conocerá el proceso para realizar consultas de bases de datos,

conociendo inicialmente el lenguaje comúnmente utilizado para realizar estas consultas y luego el proceso para realizarlo en QGIS.

1.3. Lenguaje SQL

El lenguaje de consulta más extendido dentro de los SIG es el lenguaje SQL (lenguaje estructurado de búsqueda).



Revise el apartado **12.3.2 El lenguaje SQL** del texto básico el cual se enfoca en definir el lenguaje SQL, así como su estructura.

Como habrá podido leer, para realizar una consulta de base de datos lo primero que debe hacerse es recuperar datos con la opción SELECT, luego debe definirse la tabla desde la que se recuperarán los datos con la opción FROM y finalmente la condición que deben cumplir los datos que se recuperarán con la opción WHERE.

En el ejemplo dado anteriormente, la respuesta para identificar a los cantones que tienen una superficie menor a la del cantón Loja (1894,95 ha), la respuesta sería:

SELECT * (recuperar los datos de todos los campos).

FROM nxcantones (desde la tabla de atributos denominada 'nxcantones').

WHERE "área" < 1894,95 (cuya superficie sea menor a 1894,95).

En un entorno SIG, se puede asumir las dos primeras partes debido a que la consulta ya se la realiza sobre una tabla de atributos, por tanto, lo que debemos saber configurar es la condición (WHERE).

La condición debe tener tres elementos fundamentales, sin uno de los cuales no funcionará.

"área"	<	1894,95
CAMPO	OPERADOR	VALOR

Como se observa en la expresión, lo primero que debe asignarse en la condición es el **CAMPO**. Deberá entonces seleccionarse uno de los campos que conforman la tabla de atributos.

El segundo elemento es el **OPERADOR**.

Los operadores con mayor frecuencia utilizados son los operadores de comparación y los operadores lógicos.

Los operadores de comparación se utilizan para comparar dos expresiones. En el siguiente anexo se describen los operadores comúnmente utilizados al momento de realizar consultas temáticas. [Anexo 1](#).

Como se puede observar los diferentes operadores, así como algunas formas de uso. Sin embargo, para mejorar la comprensión sobre su uso, a continuación, planteamos algunos ejemplos. A partir del anexo 2, construya las expresiones que permitan dar respuesta a las consultas que queremos realizar. Esta tabla tiene 4 columnas. Las columnas **DPA_DESPAR**, **DPA_DESCAN**, y, **DPA_DESPRO** en las cuales se almacena el nombre de parroquia, cantón y provincia respectivamente; y finalmente la columna **área** en la cual se almacena la superficie en hectáreas. [Anexo 2](#).

- a. *¿Cuántas parroquias tienen una superficie mayor a 5000 ha?*
- Recuerde siempre mantener la estructura de la consulta: CAMPO, OPERADOR, VALOR.
- En este caso la consulta va enfocada a la superficie, el CAMPO que contiene la superficie en la tabla se denomina “**área**”, por tanto, ya tenemos el primer elemento en la estructura de la consulta.
- La condición es que el área sea mayor a 5000 ha, por tanto, el OPERADOR que utilizaremos será ‘mayor que’ >.
- Finalmente, el valor, como los datos en el campo área ya están en hectáreas, entonces el VALOR a escribir debería ser 5000.

La expresión entonces es:

“área” > 5000

- b. *¿Cuántas parroquias pertenecen a la provincia de Loja?*

- a. En este caso la consulta busca filtrar datos por provincia, el CAMPO que contiene los nombres de provincia en la tabla se denomina "**DPA_DESPRO**".
- b. La condición es que pertenezca a la provincia de Loja, por tanto, el OPERADOR que utilizaremos será aquel que nos permita seleccionar los elementos que coincidan con el valor de referencia, es decir 'igual que' =.
- c. Finalmente, el valor debe ser 'Loja', que es el nombre de provincia por el que queremos filtrar las parroquias.

"DPA_DESPRO"	=	'LOJA'
CAMPO	OPERADOR	VALOR

Note que cuando el valor no es numérico, debe escribirse con comillas simples.

- c. ¿Cuántas parroquias existen en la base de datos cuyo nombre finalice con la palabra agosto?
- d. En este caso la consulta busca filtrar datos por nombres de parroquias, el CAMPO que contiene estos nombres en la tabla se denomina "**DPA_DESPAR**".
- e. La condición es que el nombre finalice en agosto, es decir que se quiere que se seleccionen las parroquias que, independientemente del nombre que tengan, en la parte final tengan la palabra agosto, por tanto, el OPERADOR que utilizaremos será 'Como' **LIKE**.
- f. Finalmente, el valor debe ser 'agosto', pero debe hacerse uso del comodín % antes de la palabra agosto para indicar que aceptamos cualquier cadena de caracteres antes de agosto, es decir quedaría '%Agosto'.

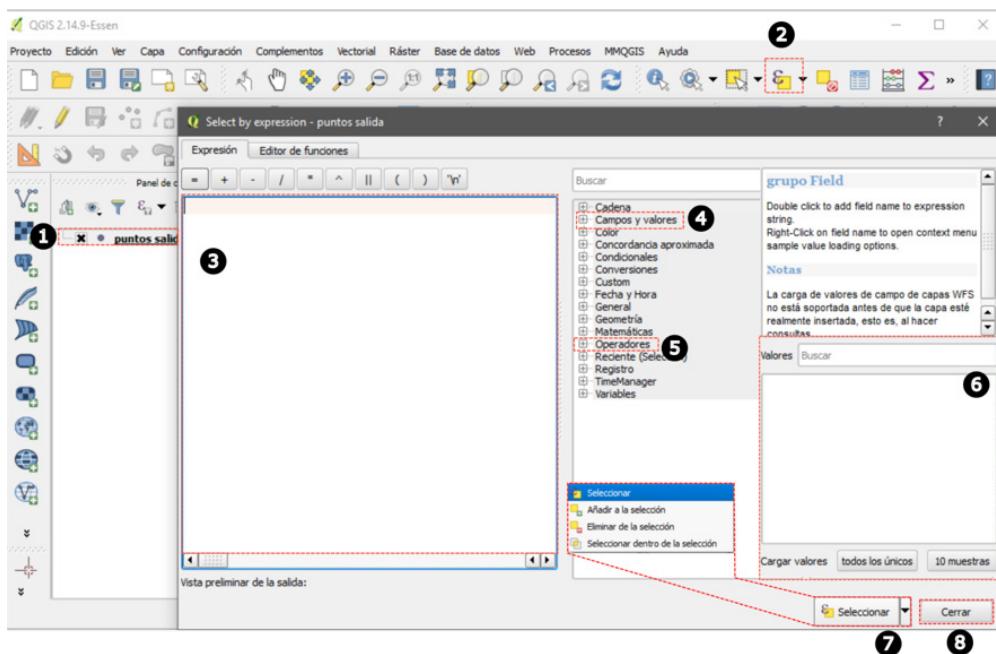
"DPA_DESPAR"	LIKE	'%Agosto'
CAMPO	OPERADOR	VALOR

1.4. Consultas de bases de datos en QGIS

En el entorno de QGIS, tomando como referencia la figura 2, el proceso a seguir para realizar consultas temáticas o de bases de datos se mencionan a continuación. Las consultas de bases de datos se realizan desde el ícono “Seleccionar objetos espaciales usando una expresión”  (número 2 en el mapa), para lo cual es necesario antes tener seleccionada la capa sobre la que se va a realizar la consulta (1).

Figura 2.

Interfaz gráfica de la selección de objetos espaciales a partir de una expresión



Nota. Interfaz gráfica de la selección de objetos espaciales a partir de una expresión. [Captura de pantalla].

Una vez abierta la ventana de selección de objetos espaciales tiene la apariencia mostrada en la figura 2, la cual tiene una pantalla en la que se va construyendo la consulta en la izquierda, una vista de herramientas, campos y valores en la mitad y una vista de valores únicos hacia la derecha.

Una vez abierta esta pantalla de visualización, para construir una expresión lo común es seguir los siguientes pasos:

1. Desplegar **Campos y valores** (4) y dar doble clic en el campo que contiene los valores a filtrar.
2. Desplegar **Operadores** (5) y seleccionar el operador que se adecúe a la consulta que quiera realizar.
3. Si los valores son numéricos se escribe directamente ese número en donde se está construyendo la consulta (3), y si los valores son de texto, entonces lo recomendable es regresar a campos y valores y dar un solo clic en el campo que contiene los valores, a continuación, dar clic en la opción **todos los únicos** de una ventana que aparecerá a la derecha (6) y finalmente dar doble clic en el valor que entrará en la consulta.
4. Una vez realizado esto, basta dar clic en la opción seleccionar (7) y luego cerrar (8). Como se dará cuenta, a la derecha de la opción seleccionar hay un ícono que despliega cuatro opciones de selección:
 - a. **Seleccionar:** Si tenía una selección anterior sobre la misma capa, esta opción elimina la selección y selecciona solamente los elementos que cumplan con la expresión.
 - b. **Añadir a la selección:** Si tenía una selección anterior sobre la misma capa, esta opción añade todos los elementos que cumplan con la expresión a esa selección previa.
 - c. **Eliminar de la selección:** Si tenía una selección anterior sobre la misma capa, esta opción elimina de la actual selección aquellos elementos que cumplan con la condición establecida en la expresión.
 - d. **Seleccionar dentro de la selección:** Si tenía una selección anterior sobre la misma capa, esta opción hace una nueva selección únicamente sobre los elementos seleccionados previamente, de aquellos elementos que cumplan con la condición.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Construya las siguientes consultas

Para familiarizarse con la estructuración de consultas espaciales, basándose en el anexo 2, plantee usted las expresiones para las siguientes consultas.

- a. ¿Qué parroquias pertenecen al cantón Ibarra?

CAMPO	OPERADOR	VALOR
-------	----------	-------

- b. ¿Cuántas parroquias tienen una superficie inferior a 2000 ha?

CAMPO	OPERADOR	VALOR
-------	----------	-------

- c. ¿Cuántas parroquias empiezan su nombre con la palabra A?

CAMPO	OPERADOR	VALOR
-------	----------	-------

Nota. Conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Actividad 2. Revisión de video

En el siguiente video, usted podrá tener una [explicación detallada de la aplicación del lenguaje SQL en el QGIS](#) para realizar consultas de bases de datos. Se muestran definiciones, características de las condiciones, la forma en la que se estructuran, y los tipos de selecciones a elegir.

Actividad 3: Autoevaluación 1

Revise los contenidos sobre la Unidad 1. Consultas de bases de datos alfanuméricas y conteste la autoevaluación. La autoevaluación tiene

carácter formativo, con el objetivo de que pueda mejorar, reforzar y retroalimentar sus conocimientos en cada unidad.

Para desarrollar la autoevaluación le sugiero analizar las actividades recomendadas en las semanas 1 y 2. La autoevaluación contiene preguntas de opción múltiple con una sola respuesta. Después de contestar cada una de las preguntas, puede verificar las respuestas correctas en el solucionario. Si tiene errores, vuelva a intentar de esta forma retroalimentará su aprendizaje.

A partir de la tercera pregunta, utilice el anexo 3, que contiene las columnas **DPA_DESPAR**, **DPA_DESCAN**, y **DPA_DESPRO** en las cuales se almacena el nombre de parroquia, cantón y provincia respectivamente y finalmente la columna área en la cual se almacena la superficie en hectáreas. [Anexo 3.](#)

Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:



Autoevaluación 1

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. Las preguntas realizadas sobre una tabla de atributos se denominan:
 - a. Consultas espaciales.
 - b. Consultas temáticas.
 - c. Consultas de geoprocесamiento.

2. ¿Cuál es el orden de una condición?
 - a. Campo, operador, valor.
 - b. Operador, valor, campo.
 - c. Campo, valor, operador.
 - d. Operador, campo, valor.

3. ¿Cuál es la expresión que debe utilizarse para conocer el número de parroquias que tienen una superficie mayor a 5000 ha?
 - a. “Área” > ‘5000’
 - b. “Área” >= ‘5000’
 - c. “Área” > 5000

4. ¿Cuál es el operador adecuado para seleccionar todas las parroquias que pertenecen a la provincia de Loja?
 - a. LIKE.
 - b. ILIKE.
 - c. IGUAL.
 - d. Todas.

5. ¿Para seleccionar las parroquias cuyo nombre finaliza con la palabra agosto, qué comodín debe usarse y en dónde debe ubicarse?
 - a. Debe utilizarse el comodín _, y debe ubicarse al final de la palabra agosto.
 - b. Debe utilizarse el comodín %, y debe ubicarse antes de la palabra agosto.
 - c. Debe utilizarse el comodín _, y debe ubicarse antes de la palabra agosto.

6. ¿Qué parroquias pertenecen al cantón Ibarra?
 - a. San Pedro.
 - b. San Miguel de Ibarra.
 - c. San Miguel de los Bancos.
7. El análisis espacial es un conjunto de procesos para explorar datos espaciales.
 - a. Verdadero
 - b. Falso
8. ¿Cuál es la expresión correcta para seleccionar las parroquias que tienen una superficie de 2000 hectáreas o menos?
 - a. “Área” < 2000
 - b. “Área” > 2000
 - c. “Área” <= 2000
9. ¿Cuál es la expresión correcta para seleccionar las parroquias que empiezan su nombre con la palabra A?
 - a. “DPA_DESPAR” = ‘A%’
 - b. “DPA_DESPAR” LIKE ‘A%’
 - c. “DPA_DESPAR” LIKE ‘%A%’
10. ¿Cuál es la expresión correcta para seleccionar las parroquias que tienen una superficie de 2000 hectáreas o menos y su nombre empiece con la palabra A?
 - a. “Área” <= 2000 AND “DPA_DESPAR” LIKE ‘A%’
 - b. “Área” <= 2000 OR “DPA_DESPAR” LIKE ‘A%’
 - c. “Área” <= 2000 LIKE ‘A%’

[Ir al solucionario](#)



Unidad 2. Consultas espaciales

En esta unidad, usted conocerá una segunda alternativa para realizar consultas, las consultas espaciales. Las consultas espaciales se realizan siempre tomando en cuenta una capa que será la base para realizar la consulta y otra capa sobre la que se seleccionarán los elementos. La variable fundamental en este sentido es la localización y forma de los elementos geográficos. En esta unidad abordaremos los fundamentos y los operadores de consultas espaciales, para luego realizar una práctica de consultas espaciales.

2.1. Fundamentos

Las consultas espaciales son una parte del análisis especial, y buscan seleccionar objetos espaciales de una capa con base en otra, aprovechando las relaciones espaciales existentes entre los elementos de dos capas, es decir la topología.



Para entender el funcionamiento de las consultas espaciales, es necesario que usted realice una lectura del apartado **12.4 Consultas espaciales** de Olaya (2020).

¿Entiende ahora las diferencias entre consultas espaciales y consultas temáticas?

Las principales diferencias son:

- Mientras una consulta temática se realiza sobre los atributos de una capa, la consulta espacial se realiza sobre la localización espacial de una capa.
- Para realizar una consulta temática se utiliza una capa, mientras que para realizar una consulta espacial son necesarias dos capas, la capa sobre la que se hará la consulta y la capa que servirá de referencia para realizar esta consulta.

Al igual que en las consultas temáticas, las consultas espaciales se basan en lenguajes de consulta. En este sentido la norma Simple Features for SQL define cómo emplear el lenguaje SQL a objetos espaciales.

Egenforen (citado por Worboys & Duckham, 2004) propuso una clasificación de relaciones topológicas, tomando la idea básica de que cada elemento está compuesto por un borde (puntos o líneas que separan el interior del exterior), un interior (puntos, líneas o áreas que están dentro del objeto) y un exterior (puntos, líneas o polígonos que no están en el interior ni en el borde).

Esto genera al menos nueve posibles relaciones entre dos objetos:

- Que el borde del objeto A se interseque con el borde del objeto B.
- Que el interior del objeto A se interseque con el borde del objeto B.
- Que el exterior del objeto A se interseque con el borde del objeto B.
- Que el borde del objeto A se interseque con el interior del objeto B.
- Que el interior del objeto A se interseque con el interior del objeto B.
- Que el exterior del objeto A se interseque con el interior del objeto B.
- Que el borde del objeto A se interseque con el exterior del objeto B.
- Que el interior del objeto A se interseque con el exterior del objeto B.
- Que el exterior del objeto A se interseque con el exterior del objeto B.

Teniendo en cuenta estas posibles relaciones, en la tabla 1 se mencionan algunas de las relaciones topológicas más importantes entre dos objetos.

Tabla 1.

Relaciones topológicas más importantes entre los objetos espaciales

Operación	Poli-poli	Línea-Línea	Punto-Punto	Línea-Poli	Punto-Poli	Punto-Línea
Contiene	x					
Cruza		x		x	x	x
Dentro	x			x	x	x
Está inconexo	x	x	x	x	x	x
Igual	x	x	x			
Interseca	x	x	x	x	x	x
Solapa	x	x	x			
Toca	x	x		x	x	x

Nota. Relaciones topológicas más importantes entre los objetos espaciales.

2.2. Operadores de consultas espaciales

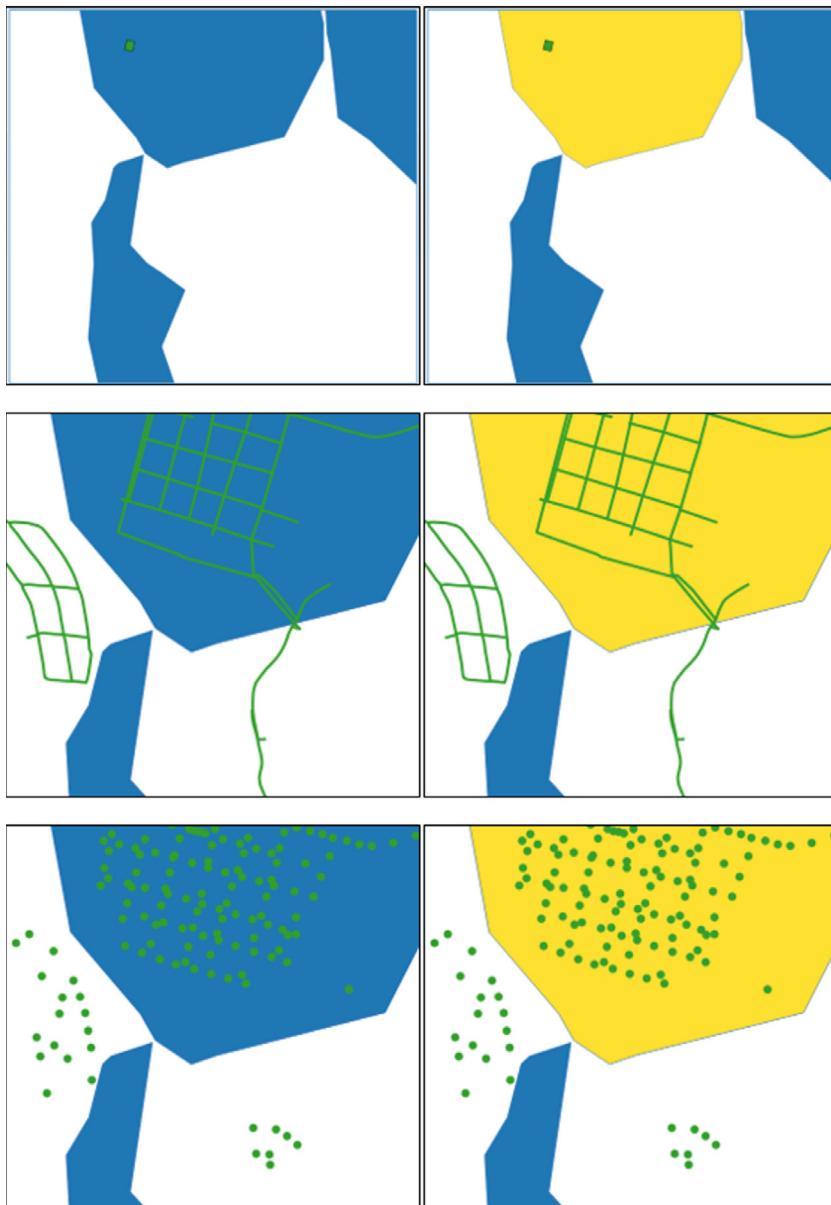
Para continuar con el aprendizaje le invito a profundizar el tema mediante la revisión de algunos aspectos que se deben considerar:

2.2.1. Contiene

Esta consulta se utiliza para seleccionar los objetos de una capa A (siempre polígono) que encierran o contengan a elementos de la capa B (pueden ser polígonos, puntos o líneas). Una condición para la selección de los objetos de la capa A es que el interior y el borde de los elementos de la capa B estén completamente dentro de la capa A. Como regla general, ni las líneas ni los puntos pueden contener polígonos Los resultados de las operaciones se muestran en la figura 3.

Figura 3.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Contiene'



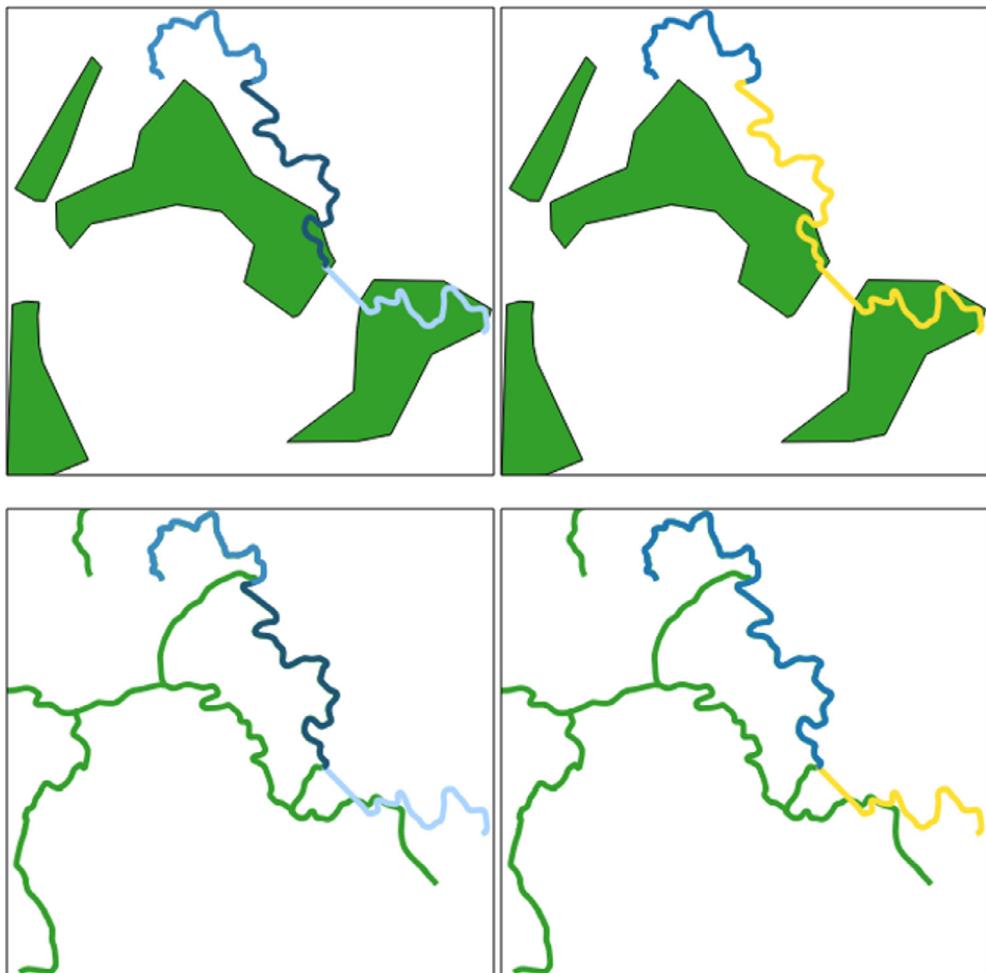
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Contiene'.

2.2.2. Cruza

El borde de un objeto de la capa A (línea) se cruza con un objeto de la capa B, es decir no finaliza en el borde, sino que llega a traspasar o tocar el interior del objeto. Una condición es que siempre debe tener una parte fuera del objeto, de lo contrario, como se observa en la figura 4, no será seleccionado.

Figura 4.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Cruza'



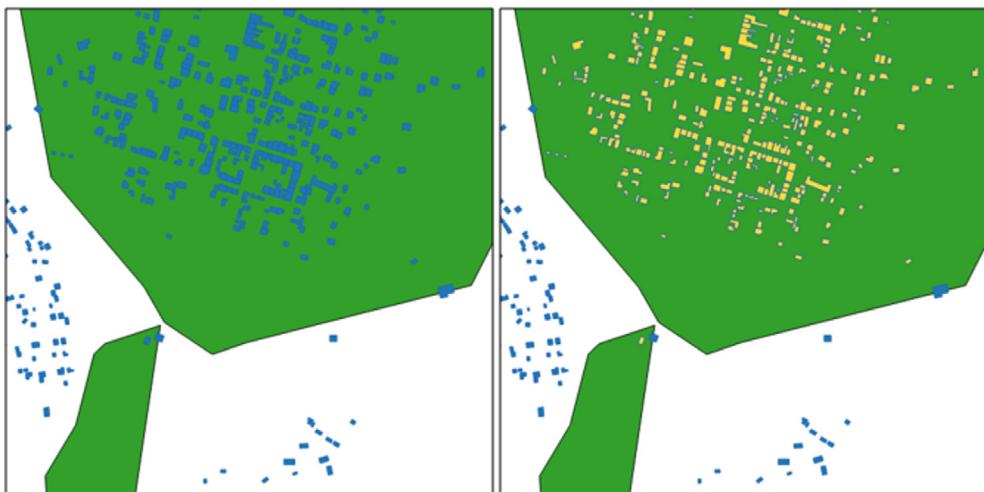
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Cruza'.

2.2.3. Dentro

El objeto de la capa A está completamente dentro del objeto de la capa B (figura 5). Es lo opuesto a contiene. Si A está completamente dentro de B, entonces B contiene a A.

Figura 5.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Dentro'



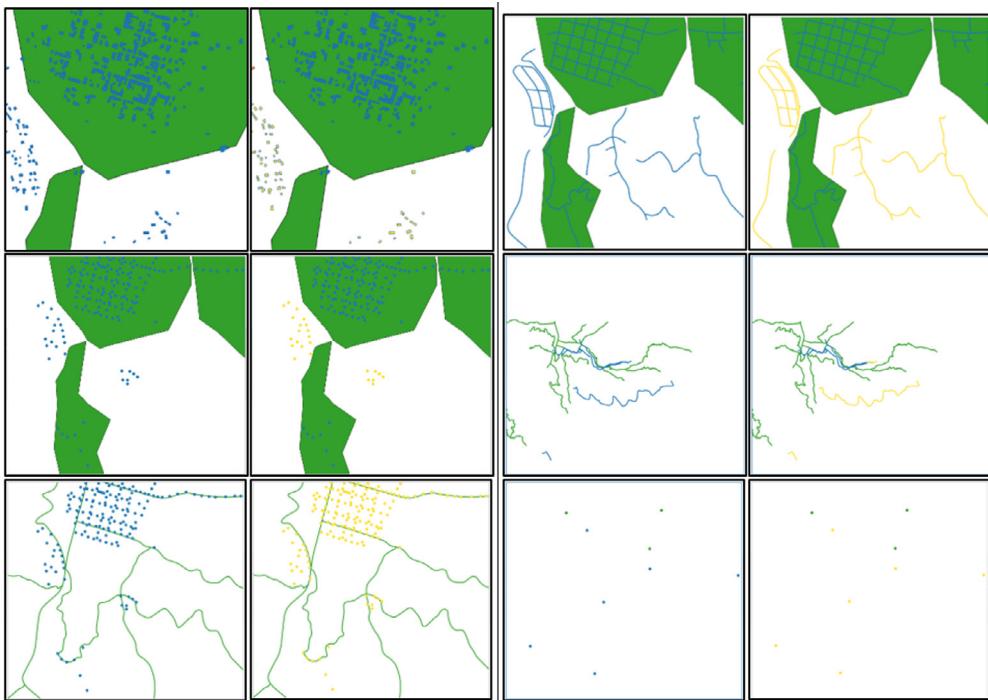
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Dentro'.

2.2.4. Está inconexo

El objeto de la capa A no tiene un área de intersección con el objeto de la capa B. Pueden ser puntos, líneas o polígonos en las dos capas. En la figura 6 se muestran los resultados de esta consulta.

Figura 6.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Inconexo'



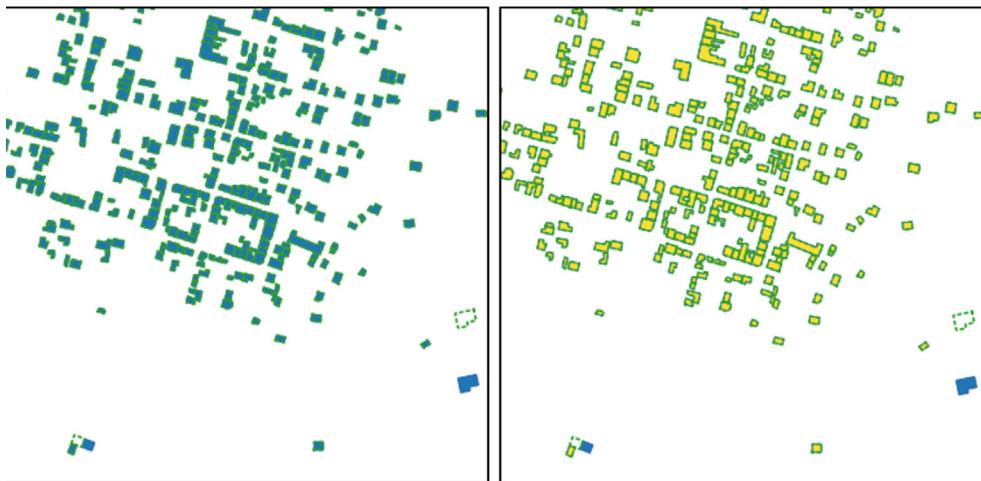
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Inconexo'.

2.2.5. Igual

El objeto de la capa A tiene exactamente la misma geometría que el objeto de la capa A (figura 7). Las geometrías de los dos objetos deben ser las mismas (puntos con puntos, líneas con líneas, polígonos con polígonos)

Figura 7.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Igual'



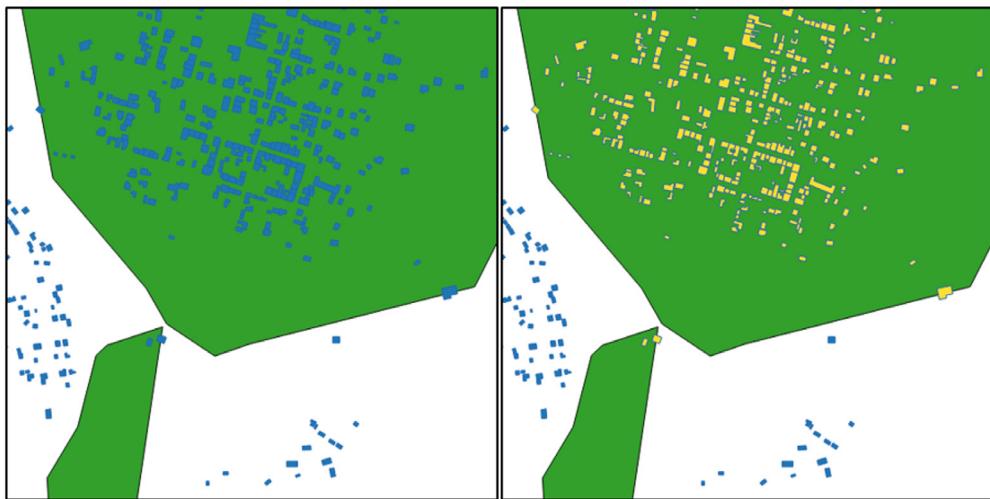
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Igual'.

2.2.6. Interseca

Los objetos de la capa B se intersecan con objetos de la capa A. No es necesario que estén completamente dentro, es suficiente con que se lleguen a tocar para que resulten seleccionados, como se observa en la figura 8.

Figura 8.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Interseca'



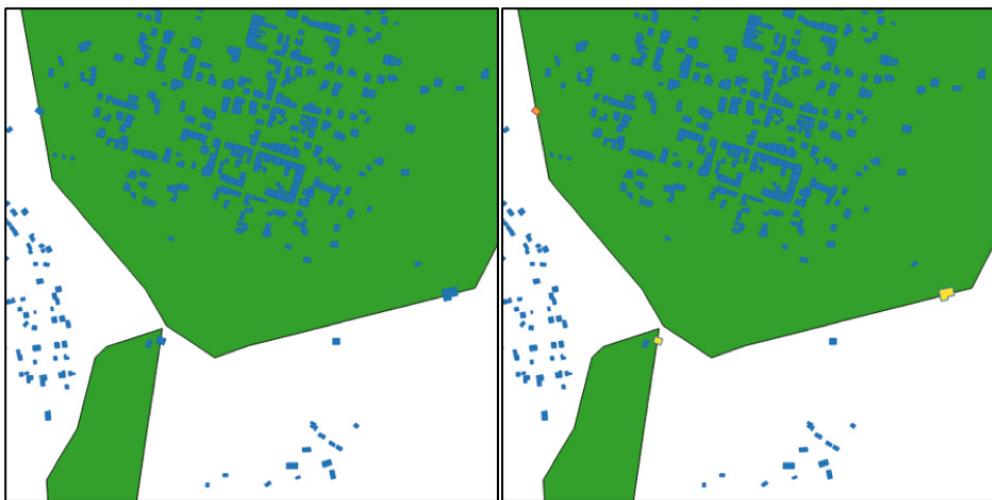
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Interseca'.

2.2.7. Solapa

Como se observa en la figura 9, se seleccionan los objetos de la capa A que se cruzan con el borde de la capa B.

Figura 9.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Solapa'



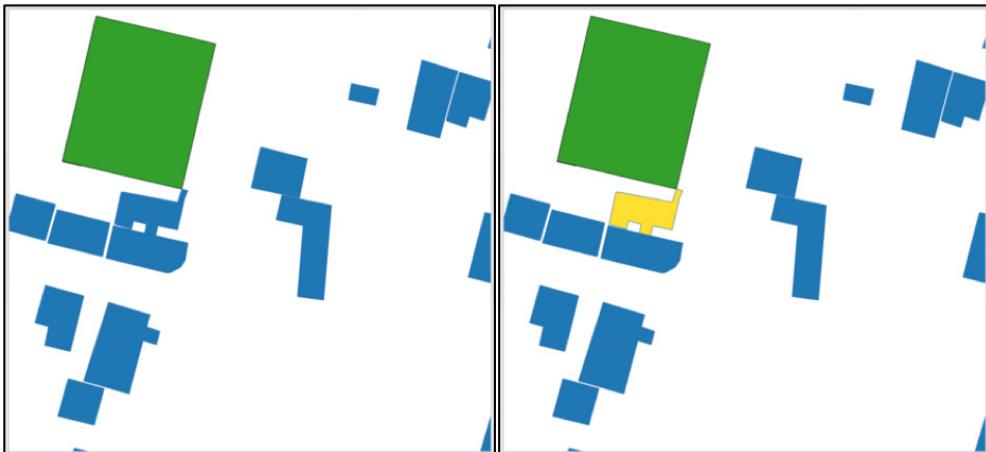
Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Solapa'.

2.2.8. Toca

Los objetos de la capa A se seleccionan cuando uno de sus vértices toca un vértice del objeto de la capa B (figura 10).

Figura 10.

Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Toca'



Nota. Representación de los resultados de la aplicación de una consulta espacial utilizando el operador espacial 'Toca'.

En las figuras anteriores puede ver cómo funciona cada uno de los operadores. Para estos ejemplos hemos utilizado como capa de entrada (la capa de la que queremos seleccionar los elementos) a la capa que contiene los elementos de color azul, y como capa que servirá de base para hacer la selección a aquella que contiene los elementos de color verde. Los elementos que tienen color amarillo son elementos de la capa azul que resultan seleccionados al aplicar cada operador espacial.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Revisión de vídeo

Revise en el siguiente video algunas [características de las consultas espaciales](#), así como las consultas más utilizadas.

Como habrá visto en el video, el operador a utilizar dependerá de los elementos que se quieren seleccionar. Hay varios operadores que pueden usarse en este análisis.



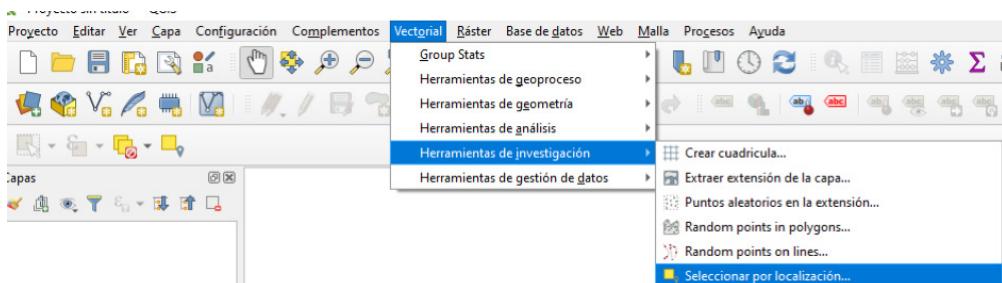
2.3. Consultas espaciales en QGIS

Para que se active la herramienta consultas espaciales en QGIS es necesario que se hayan cargado al menos dos capas en el programa.

Como se observa en la figura 11, la herramienta se encuentra en el menú Vectorial> Herramientas de investigación> Seleccionar por localización.

Figura 11.

Captura de pantalla del acceso, desde el menú 'Vectorial' a la herramienta 'Selección por localización'

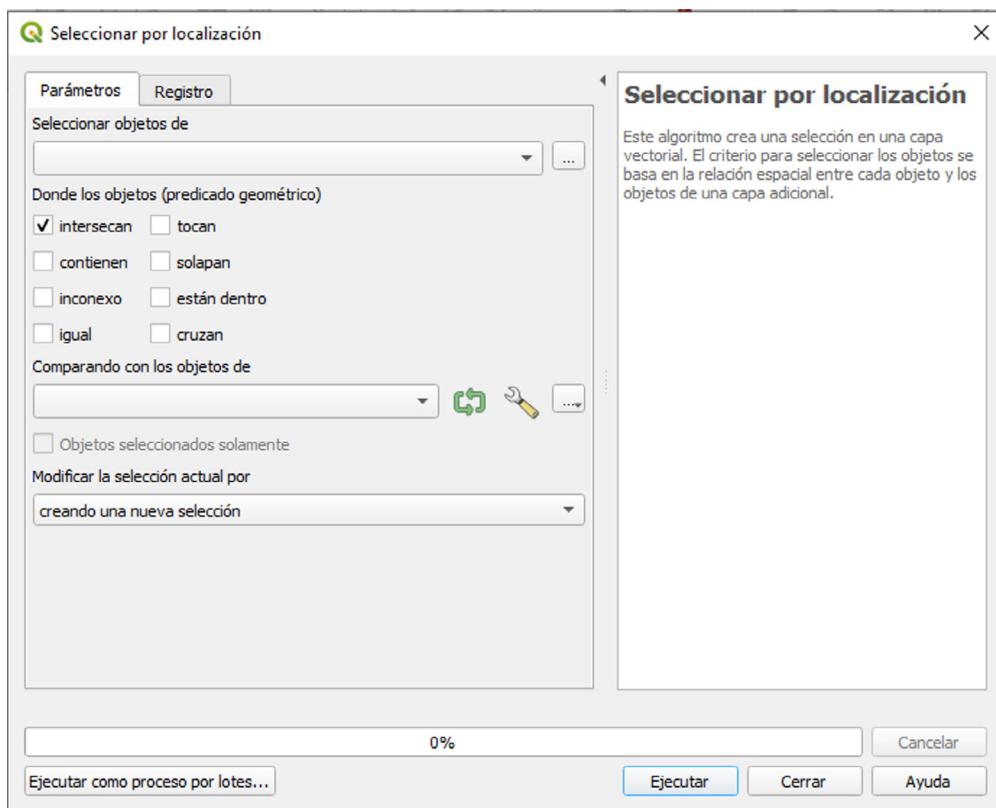


Nota. Acceso, desde el Menú 'Vectorial' a la herramienta 'Selección por localización'. [Captura de pantalla].

La ventana de selección por localización (figura 12), se deben configurar algunos elementos.

Figura 12.

Captura de pantalla de la interfaz de la herramienta ‘Selección por localización’



Nota. Interfaz de la herramienta ‘Selección por localización’. [Captura de pantalla].

En la figura anterior se encuentran las siguientes opciones:

- **Seleccionar objetos de:** aquí se deberá poner la capa sobre la que quiere hacer la selección espacial.
- **Donde los objetos:** identifica el operador espacial a utilizar (de los revisados en el apartado anterior) que será seleccionado en función de la operación que se deseé realizar.
- **Comparando con los objetos de:** será la capa de referencia para la selección de los objetos de la capa identificada al inicio.

- **Modificar la selección actual por:** esta opción permitirá identificar el tipo de selección, que puede ser:
 - Nueva selección
 - Añadir a la selección actual
 - Eliminar de la selección actual
- Debajo de cada una de las capas hay unas casillas que deberán marcarse si en la capa hay seleccionada una parte de los objetos, eso quiere decir que aplicará la selección espacial únicamente sobre los elementos seleccionados (primera capa) o tomando como referencia solamente los elementos seleccionados (segunda capa).

Cuando se aplica la consulta se pintarán de color diferente a la inicial (normalmente amarillo) los objetos que cumplen con esa condición espacial.

Una vez finalizada la consulta espacial se deberá presionar en cerrar para salir de la ventana.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Revisión de video

Revise en el siguiente video [en dónde encontrar y cómo configurar una consulta espacial](#).

Como puede observar, existen varias opciones de selección, lo invito a probar estas opciones y distintas configuraciones en QGIS.

Actividad 2: Práctica 1

Desarrolle la actividad práctica 1 que se publicará en la sección de anuncios académicos de la asignatura en la semana correspondiente. Para desarrollarla, descargue los recursos disponibles en la sección Archivos en la carpeta denominada “Prácticas”.

Con el desarrollo de esta práctica podrá aplicar los conocimientos sobre consultas espaciales y de bases de datos en QGIS.

Actividad 3: Autoevaluación 2

Revise los contenidos sobre la Unidad 2. Consultas espaciales y conteste la autoevaluación. La autoevaluación tiene carácter formativo, con el objetivo de que pueda mejorar, reforzar y retroalimentar sus conocimientos en cada unidad.

Para desarrollar la autoevaluación le sugiero analizar las actividades recomendadas en las semanas 3 y 4. La autoevaluación contiene preguntas de opción múltiple con una sola respuesta. Después de contestar cada una de las preguntas, puede verificar las respuestas correctas en el solucionario. Si tiene errores, vuelva a intentar de esta forma retroalimentará su aprendizaje.

Una vez finalizado el estudio de la Unidad 2, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!

Realice la autoevaluación para comprobar sus conocimientos.



Autoevaluación 2

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que se encuentran completamente dentro de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
 - a. Contiene.
 - b. Cruza.
 - c. Dentro.
 - d. Esta inconexo.
 - e. Igual.
 - f. Interseca.
 - g. Solapa.
 - h. Toca.

2. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que no se conecten con la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
 - a. Contiene.
 - b. Cruza.
 - c. Dentro.
 - d. Esta inconexo.
 - e. Igual.
 - f. Interseca.
 - g. Solapa.
 - h. Toca.

3. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que tengan exactamente la misma forma geométrica que los elementos de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
- a. Contiene.
 - b. Cruza.
 - c. Dentro.
 - d. Esta inconexo.
 - e. Igual.
 - f. Interseca.
 - g. Solapa.
 - h. Toca.
4. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que estén completa o parcialmente dentro de elementos de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
- a. Contiene.
 - b. Cruza.
 - c. Dentro.
 - d. Esta inconexo.
 - e. Igual.
 - f. Interseca.
 - g. Solapa.
 - h. Toca.
5. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que contengan completa o parcialmente elementos de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
- a. Contiene.
 - b. Cruza.
 - c. Dentro.
 - d. Esta inconexo.
 - e. Igual.
 - f. Interseca.
 - g. Solapa.
 - h. Toca.

6. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que se encuentren sobre el borde de elementos de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
- Contiene.
 - Cruza.
 - Dentro.
 - Esta inconexo.
 - Igual.
 - Interseca.
 - Solapa.
 - Toca.
7. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que en algún vértice toquen algún elemento de la capa B, se debe utilizar el operador espacial:
- Contiene.
 - Cruza.
 - Dentro.
 - Esta inconexo.
 - Igual.
 - Interseca.
 - Solapa.
 - Toca.
8. Para seleccionar todos los elementos de la capa A que se encuentren completamente dentro de la capa B, la capa A debe ubicarse en la opción:
- Seleccionar objetos de.
 - Comparando con los objetos de.
9. Una consulta espacial se basa en:
- Dos capas vectoriales.
 - Dos bases de datos.
 - Dos campos.

10. ¿Se pueden combinar consultas espaciales con consultas temáticas?

- a. Si
- b. No

[Ir al solucionario](#)



Unidad 3. Operaciones con tablas de atributos

En esta unidad trataremos respecto a las tablas de atributos y las operaciones que podemos llevar a cabo con ellas. Lo que aquí analizaremos tiene correspondencia con los contenidos de los capítulos: [8. Bases de datos](#) y [11. Consultas y operaciones con bases de datos](#) del texto básico.

Para empezar, partamos recordando que los elementos gráficos (representados por las primitivas geométricas: puntos, líneas y polígonos) que se trabajan en un SIG, tienen información asociada en bases de datos o lo que comúnmente denominamos tabla de atributos, veamos a qué nos referimos con esto a continuación.

3.1. Bases de datos

Considerando el hecho de que un SIG nos permite gestionar una gran cantidad de datos y que esta se encuentra asociada a bases de datos, es importante que conozcamos algunos de sus detalles para luego adentrarnos en el trabajo con ellas.



Para comprender el fundamento de lo que significa una base de datos, le invito a que realice una lectura comprensiva del apartado [8.2. Fundamentos de bases de datos](#), de Olaya (2020)

Una vez que ha comprendido el significado, veamos algunos aspectos clave, partiendo siempre del hecho que una base de datos es un conjunto de datos estructurado y almacenado de forma sistemática con objeto de facilitar su posterior utilización; que los elementos clave que nos permiten realizar una correcta gestión de datos es la estructuración y sistematicidad que poseen; y que de todos los tipos de bases de datos, las más utilizadas y que necesitamos para un trabajo en SIG son las bases de datos relacionales (Olaya, 2020).

La particularidad de estas bases de datos relacionales es que están enlazadas a los componentes espacial y temático de los elementos gráficos

y la información o valores que definen las propiedades de los elementos o entidades se denominan atributos, por lo tanto, al gestionar en estas bases de datos, estamos gestionando atributos. El denominar estas bases de datos con el nombre de tablas de atributos tiene su razón, ya que la información se organiza en filas (registros) y columnas (campos).

En cuanto a los tipos de datos que podemos almacenar en una tabla de atributos, estos podrían ser principalmente: alfanuméricos, fechas, cadenas de texto, valores reales (números decimales), valores enteros (números enteros), entre otros. Un ejemplo de ello le presento a continuación

Ejemplo:



Si tuviésemos el caso de que manejamos información sobre el uso del suelo, bien podríamos construir una base de datos con algunas variables propias de este tipo de información y que a continuación verá en la figura 13

Veamos entonces esta figura, nótese los campos (columnas) y la información que contiene en función a las variables.

Figura 13.

Ejemplo de base de datos

Código_cantón	Tipo_de_uso	Ubicación	Propietario	Superficie (Km ²)	Observaciones
0140	Cultivo agrícola	Cantón Bolívar. Parroquia Santa Ana. Sector Dos puentes	Sebastián Araujo Huertas	1275.80	3 tipos de cultivo agrícola

↑ ↑ ↑ ↑ ↑

Valores enteros	Cadena de texto	Valores decimales	Alfanumérico
-----------------	-----------------	-------------------	--------------

Nota: Elaboración propias

Como pudo haberse notado en el ejemplo anterior, en cada campo se incluyen diferentes variables como valores enteros (números enteros) como es el caso de un código; cadenas de texto, que sería la descripción, valores

reales (números decimales), como una cantidad que incluye decimales y un valor alfanumérico, que combina números y texto.

Le invito a leer el apartado 8.2.4 del texto básico donde encontrará algunos ejemplos de bases de datos relacionales, así como la terminología que suele emplearse con cada uno de sus elementos.

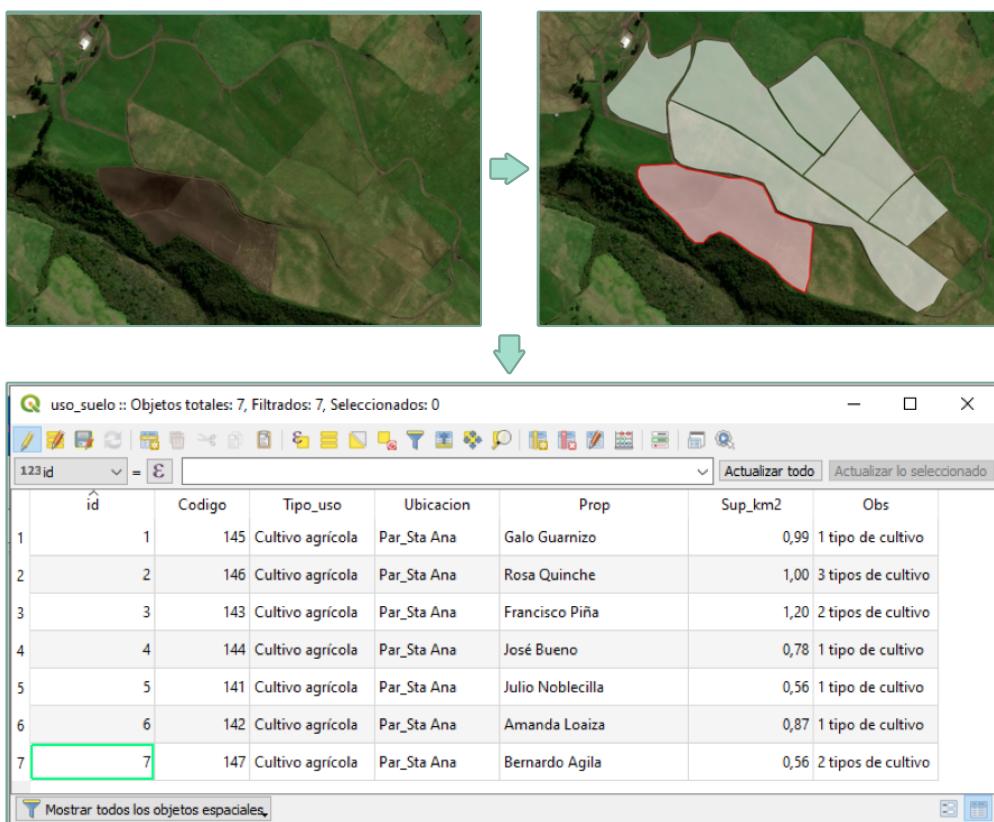
Ejemplo:



En un SIG como QGIS esta base de datos o tabla de atributos estaría asociada a un elemento gráfico y se vería como el siguiente ejemplo de la figura 14 donde se ha obtenido información del polígono rojo

Figura 14.

Tabla de atributos asociada a su elemento gráfico



Nota: Elaboración propia.

En este caso, cada fila representa a un polígono de la imagen satelital y a su vez estos elementos gráficos, están asociados con algunas variables, que

en la tabla se organizan en columnas. La intención de esto es que en la tabla podamos contener la información temática que necesitemos.

3.2. Añadir y modificar información en la tabla de atributos

El añadir y modificar información en la tabla de atributos tiene como fundamento lo analizado en las Unidades 1 y 2 referentes las consultas en bases de datos, una vez que conozcamos muy bien como esto funciona será mucho más sencillo que podamos generar más información en nuestra tabla de atributos, si considera que aún no comprende adecuadamente estos fundamentos, es momento de ir a revisarlos.

Cuando trabajamos con información geográfica, es común que necesitemos realizar cambios o ajustes en los datos que están contenidos en la tabla de atributos de una capa vectorial, entre las acciones principales que podemos realizar tenemos:

- Añadir nuevos datos
- Eliminar datos
- Calcular nuevos datos
- Cargar una lista de datos de otra capa
- Reorganizar la información de la tabla de atributos

Adicional a ello, es necesario indicar que podemos:

- Importar datos
- Exportar datos

Un ejemplo de esto lo podemos ver en el trabajo con QGIS en el siguiente recurso educativo.

[Añadir y modificar tabla de atributos](#)

3.3. Calcular nuevos campos

Como ya revisamos en el apartado anterior, una de las operaciones que nos permite obtener información de las entidades que trabajamos en un SIG es calcular nuevos campos. Existen algunas variables nuevas que podemos obtener a partir de la información temática y espacial que está contenida

en una determinada entidad, esto es posible cuando trabajamos con la calculadora de campos.

La calculadora de campos es una herramienta basa en el diálogo de un Constructor de expresiones que ofrece una interfaz completa para definir una expresión y aplicarla a un campo existente o recién creado (QGIS, 2021).

Entre las expresiones más utilizadas (que serían nuevas variables a obtener) que podemos generar utilizando la calculadora de campos están:

- Información relacionada con el tiempo
Por ejemplo, fechas, hora actual, intervalos de tiempos, entre otros.
- Información de geometría.
Por ejemplo, se pueden obtener variables como: área, perímetro, longitud, coordenadas, entre otros.
- Información basada en operaciones matemáticas.

Por ejemplo, se puede calcular funciones trigonométricas, sumas, restas, multiplicación, división, intervalos, raíz cuadrada, logaritmos, porcentajes, entre otros, lo invito a revisar:

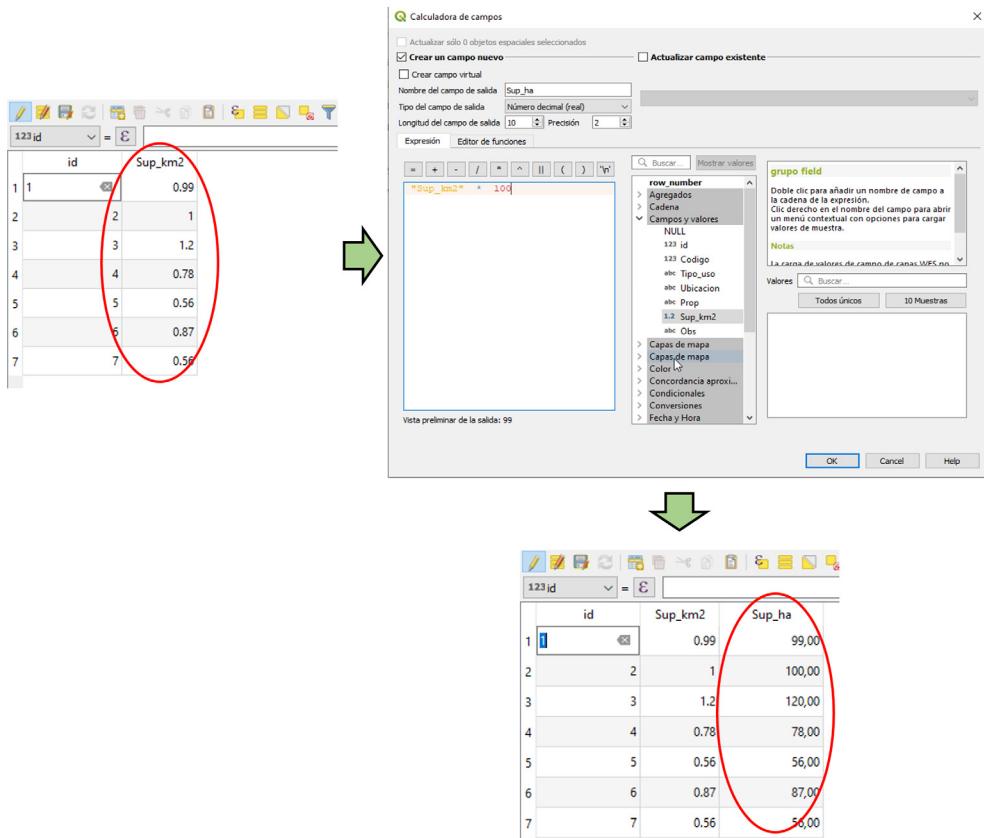
Ejemplo:



Un ejemplo de ello sería cuando obtenemos la superficie de un área en kilómetros y necesitamos convertirla en hectáreas (figura 15) o en los casos donde requerimos crear un campo que combine información de dos campos (figura 16).

Figura 15.

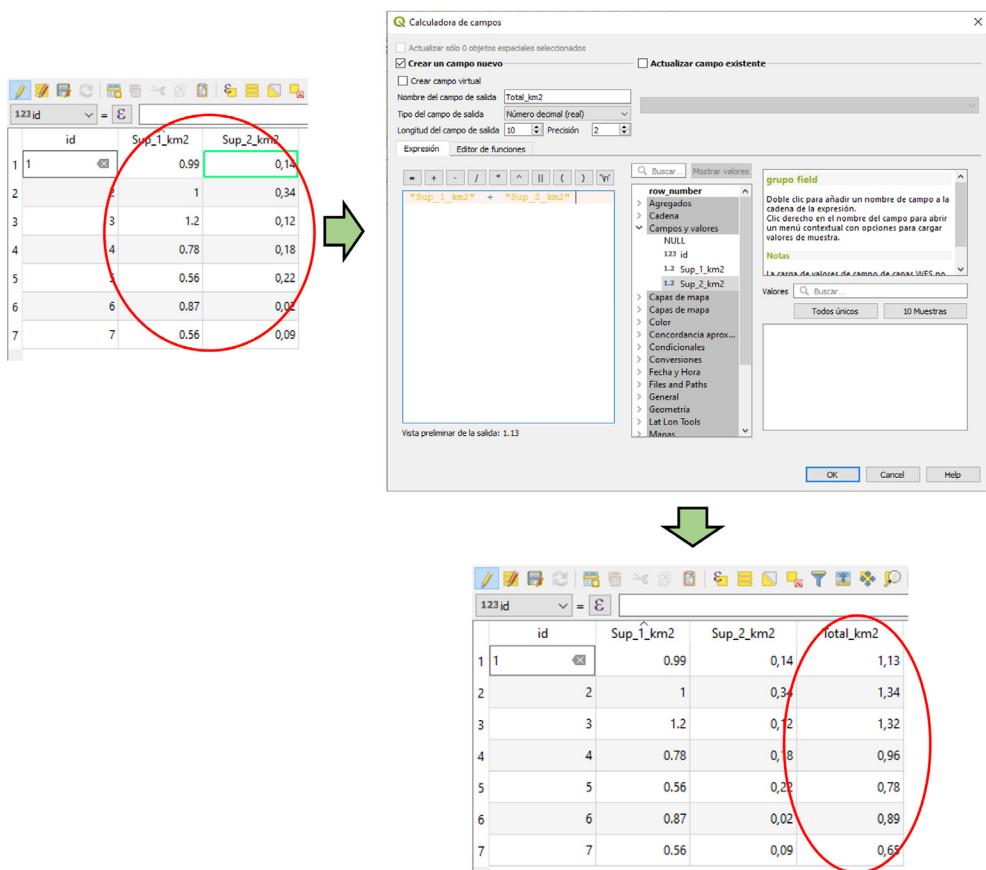
Trabajo en tabla de atributos con operadores matemáticos



Nota: Elaboración propia.

Figura 16.

Trabajo en tabla de atributos interactuando con campos



Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en el ejemplo anterior, mediante el uso de la calculadora de campos hemos podido obtener nueva información a partir de procesos de operaciones matemáticas pero basados en la información de geometría de las capas utilizadas.

Existen muchas expresiones más que se pueden trabajar, algunas de ellas pueden ser trabajarse de manera combinada, sobre todo entre las de geometría y las basadas en operaciones matemáticas. Algunas formas de trabajar con las tablas de atributos, usted las puede revisar en el recurso de [QGIS documentation](#), entre ellos los modelos de bases de datos: jerárquicas, en red, relacionales y orientadas a objetos. El uso de estos modelos depende de la estructura utilizada en la base de datos con sus ventajas y desventajas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Revisión de vídeo

Revise en el siguiente video encontrará algunos procesos de operaciones en la tabla de atributos con QGIS. [Curso QGIS 3.0 - Tema 03 - Tabla de Atributos](#)

Como podrá haberse percatado, a través de la tabla de atributos es posible realizar algunas de las principales operaciones como son el obtener algunos campos nuevos, eliminar campos existentes o ingresar más información.

Actividad 2: Práctica 2

Desarrolle la actividad práctica 2 que se publicará en la sección de anuncios académicos de la asignatura en la semana correspondiente. Para desarrollarla, descargue los recursos disponibles en la sección Archivos en la carpeta denominada “Prácticas”.

En esta práctica usted va a aprender a realizar las principales operaciones de la tabla de atributos que revisamos en los contenidos de la unidad, tales como añadir y modificar la información aquí contenida.

Actividad 3: Autoevaluación 3

Revise los contenidos sobre la Unidad 3. Operaciones con tablas de atributos y conteste la autoevaluación. La autoevaluación tiene carácter formativo, con el objetivo de que pueda mejorar, reforzar y retroalimentar sus conocimientos en cada unidad.

Para desarrollar la autoevaluación le sugiero analizar las actividades recomendadas anteriores, revisar detenidamente los contenidos de la unidad y desarrollar la práctica correspondiente. La autoevaluación contiene preguntas de opción múltiple con una sola respuesta. Después de contestar cada una de las preguntas, puede verificar las respuestas correctas en el solucionario. Si tiene errores, vuelva a intentar de esta forma retroalimentará su aprendizaje.

Una vez finalizado el estudio de la Unidad 3, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!



Autoevaluación 3

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. Las bases de datos más utilizadas en la actualidad en un SIG son las:
 - a. Relacionales.
 - b. De jerarquía.
 - c. De datos en red.
2. Las bases de datos que se usan en un SIG están enlazadas a los componentes:
 - a. Temporal y geográfico.
 - b. Hardware y software.
 - c. Espacial y temático.
3. En un SIG la base de datos que contiene información de las diferentes entidades se denomina:
 - a. Tabla de contenidos.
 - b. Tabla de atributos.
 - c. Fuentes de datos.
4. De todos los tipos de información que se pueden almacenar en una tabla de atributos, cuál no es la correcta:
 - a. Alfanuméricos, texto y valores decimales.
 - b. Valores reales, fechas, cadenas de texto.
 - c. Imágenes y fórmulas.
5. ¿Cuál sería un ejemplo de dato “valor real” que se puede ingresar en una tabla de atributos?
 - a. 3.141615.
 - b. 3.
 - c. El punto de coordenadas fue tomado utilizando un GPS con precisión de 5 m aproximadamente.

6. En el caso de tener un dato como “5 ecosistemas asociados”, de qué tipo de dato hablamos:
- a. De texto.
 - b. Numérico.
 - c. Alfanumérico.
7. Cuáles de las siguientes operaciones da como resultado eliminar una columna de la tabla de atributos:
- a. Eliminar campo.
 - b. Reorganizar campos.
 - c. Calcular nuevos datos.
8. El ícono de la tabla de atributos  permite:
- a. Añadir un nuevo campo de texto.
 - b. Eliminar un registro.
 - c. Acceder a la calculadora de campos.
9. El ícono de la tabla de atributos  permite:
- a. Eliminar un registro.
 - b. Reorganizar las columnas.
 - c. Eliminar una columna.
10. Una operación con la tabla de atributos que requiera una operación de geometría sería:
- a. Realizar una suma.
 - b. Obtener un porcentaje.
 - c. Obtener el perímetro.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 4. Geoprocесamiento

En esta unidad trabajaremos con el geoprocесamiento, lo aquí analizado se relaciona con los contenidos del [Capítulo 18. Operaciones geométricas con datos vectoriales del texto básico](#). Antes de iniciar hay que aclarar que las operaciones de geoprocесamiento se realizan sobre los datos vectoriales, los cuales contienen información geométrica (geometrías como tales) y el carácter no geométrico (atributos asociados) (Olaya, 2020). Así también, aquí veremos que, a través de las operaciones geométricas de geoprocесamiento pueden modificarse, combinarse y analizarse las geometrías representadas en los datos vectoriales.

4.1. Introducción al geoprocесamiento

En el geoprocесamiento las operaciones que realizamos transforman los datos vectoriales actuando sobre sus geometrías, con el concurso en algunos casos de los atributos de estas, los resultados de estas operaciones son nuevas capas cuyas geometrías aportan información adicional a las geometrías originales o bien las transforman para que su uso sea más adecuado en otros análisis u operaciones (Olaya, 2020).

Analicemos detenidamente lo que el autor del texto básico nos indica. Ya en la anterior unidad habíamos trabajado en la tabla de atributos, veímos que es posible modificar o generar nueva información a partir de datos de la misma tabla o a su vez a partir de los elementos vectoriales y sus geometrías. En este caso, haremos algo similar solo que estos datos nos van a generar como resultado nuevas capas vectoriales con sus datos que nos ayudarán a generar información útil para los análisis que estemos realizando.



Para comprender las bases del geoprocесamiento le invito a que realice una lectura comprensiva del apartado 18.1. [Introducción, de Olaya \(2020\)](#)

Como habrá podido ver, algunas de estas operaciones de geoprocесamiento consiste en trabajar sobre las geometrías de las entidades y cuyo resultado es obtener nuevas capas con información adicional. Veamos a continuación estas operaciones.

4.2. Zonas de influencia

Como habrá podido revisar en el texto básico, una zona de influencia es también conocida como buffer. Cuando nos referimos a una zona de influencia, hay que tener claro que se trata de un área que rodea a un determinado elemento o entidad y su objetivo es mantener estas entidades del mundo real distantes entre ellas (QGIS, 2021).

La aplicación de estas zonas de influencia es variada y en el campo del manejo y conservación de recursos naturales su determinación cobra mucho sentido, ya que a través de estas se puede establecer una especie de zonificación que puede dar como resultado el identificar áreas con un uso, protección o manejo determinado.

Para profundizar el estudio del tema, lo invito a revisar el siguiente ejemplo:

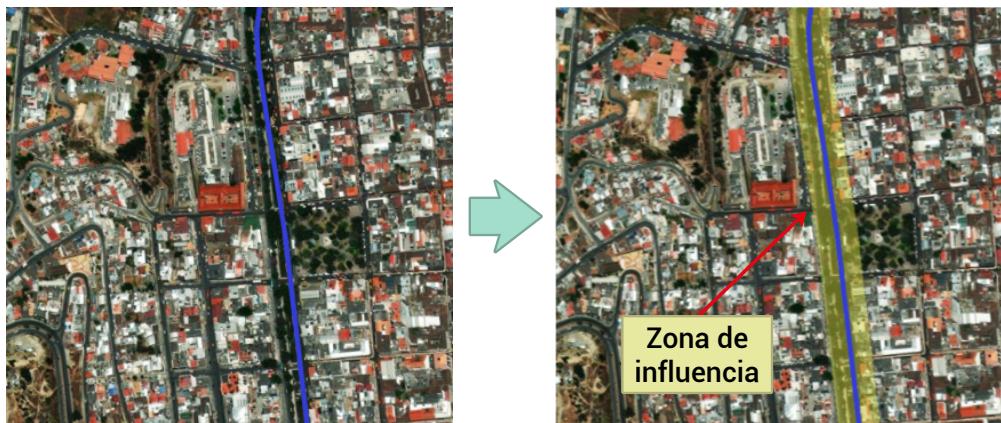


Ejemplo:

Un ejemplo claro de esto es cuando se establece el área de protección de riberas de los ríos. Con esta herramienta, podríamos calcular e identificar, entre todas las zonas, una zona de riesgo de inundación debido al posible desbordamiento de los cauces. Imaginemos que el criterio técnico establece que esta zona debería tener una dimensión de 30 m a cada lado del río, si esta zona se encuentra ocupada con alguna actividad o uso humano, sería posible catalogarla como zona de alto riesgo. Esto lo podemos ver en la figura siguiente.

Figura 17.

Ejemplo de determinación de zona de influencia



Nota: Elaboración propia.

En la imagen de la izquierda puede notarse el trazado del río, en la derecha, en amarillo, la zona de influencia establecida en 30 m a cada lado del río, nótese la cantidad de viviendas e infraestructura que se encontrarían en esta posible zona de riesgo de inundación.

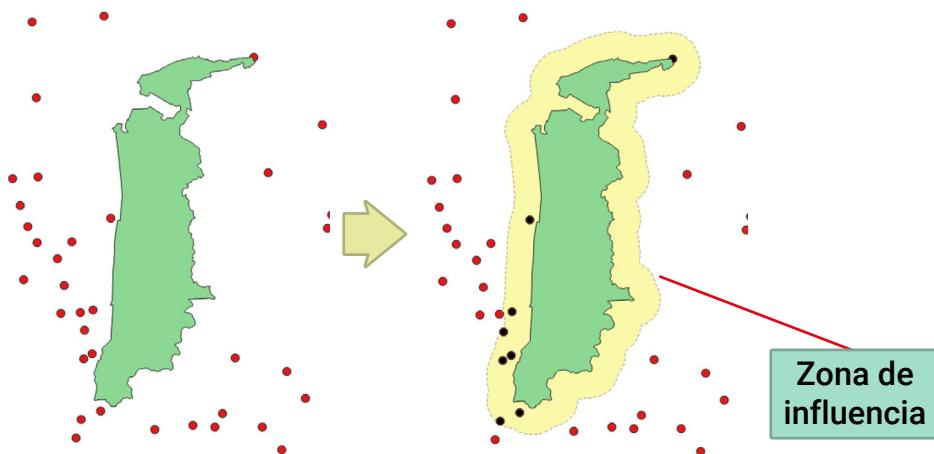
Ejemplo:

Otro ejemplo podría ser, el que en un área protegida quisieramos establecer una zona de influencia de los poblados humanos como presión a esta área, por ejemplo, de 2 km. A través de la obtención de un buffer, podríamos determinar qué población es la que estaría ubicada dentro o fuera de esta área. Esto se muestra en el ejemplo siguiente.



Figura 18.

Ejemplo de determinación de zona de influencia



Nota: Elaboración propia.

En el gráfico de la izquierda tenemos el área protegida y las poblaciones circundantes, en el gráfico de la derecha el área de influencia en amarillo y los poblados dentro de esta en color negro.

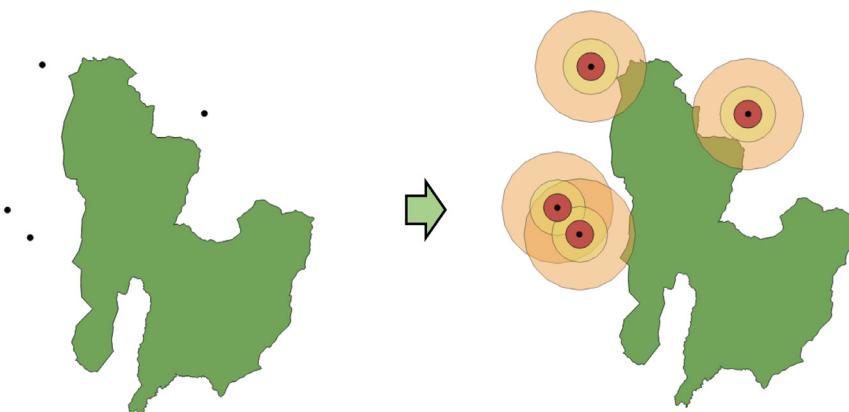
Ejemplo:

Veamos un último ejemplo, si quisiéramos analizar el área de afectación de la contaminación lumínica de los poblados sobre un área protegida y si tuviésemos conocimiento que esta afecta en diferentes rangos de impacto, por ejemplo: a 2,5 km en alto, a 5 km moderado y a 10 Km leve impacto, podríamos establecer qué ciudades afectan más y qué sectores del área protegidas serían los más afectadas. Esto se muestra en el ejemplo siguiente.



Figura 19.

Ejemplo de determinación de zona de influencia



Nota: Elaboración propia.

En el gráfico de la izquierda, los poblados en puntos de color negro y en el polígono verde el área protegida. En el gráfico de la izquierda diferentes buffers, en rojo la zona de alto impacto, en amarillo la zona de impacto leve y en naranja la zona de impacto leve. Tres de los cuatro poblados impactan levemente en sectores relativamente amplios del área protegida y dos medianamente en los límites del área.

Le invito a leer en el texto básico otros ejemplos y más explicaciones de este tema. Al terminar, intente resolver las siguientes preguntas: ¿En qué tipos de entidades se puede calcular zonas de influencia? ¿En el caso de los polígonos se puede obtener una zona de influencia hacia el interior? ¿Se puede establecer zonas de influencia variable? ¿Se pueden simplificar las zonas de influencia cuando estas se solapan?

Si pudo contestar adecuadamente a estas interrogantes estará listo para avanzar al siguiente tema, si aún encuentra vacíos, es momento de detenerse a revisar nuevamente estos contenidos.

4.3. Operaciones de solape

Como pudo darse cuenta, en el último ejemplo del apartado anterior, al generarse algunas zonas de influencia, se produce la intersección de algunas de ellas, a esto se le llama solape. Existen procesos que generan un resultado similar, pero en estos casos son el resultado de operaciones de

combinación de capas equivalente a las expresadas en el álgebra de mapas mediante funciones locales, las cuales reciben el nombre de operaciones de solape (Olaya, 2020).

Como resultado de estas operaciones, se generan nuevas capas vectoriales con distintos tipos de entidades, principalmente polígonos (Olaya, 2020). En definitiva, estas operaciones nos permiten generar nueva información a partir del cruce de información de dos capas vectoriales de base.

Para fortalecer sus conocimientos en el tema, se ilustra con un ejemplo práctico:

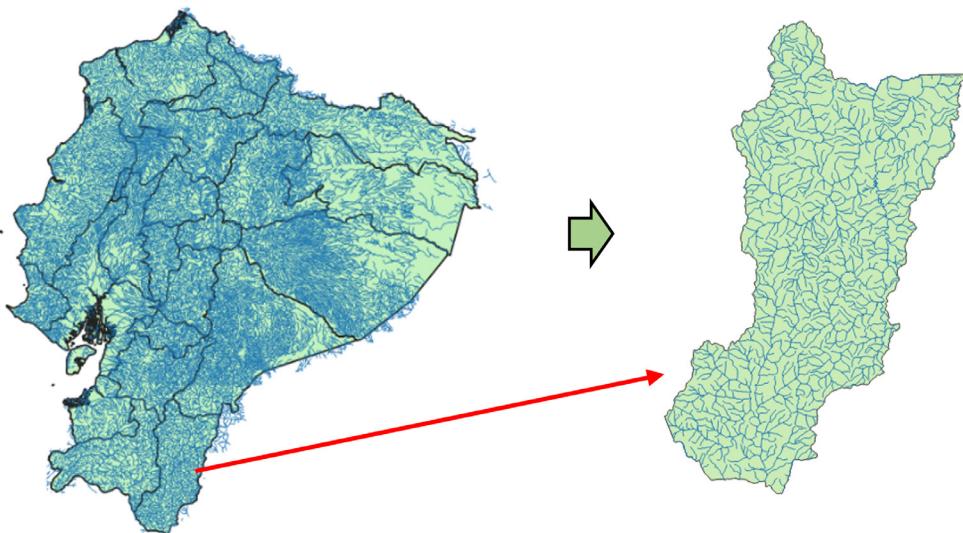
Ejemplo:



Si trabajamos con la información de la red hidrográfica de todo el país y nos encontramos con que nuestra área de trabajo es la red hidrográfica de la provincia de Zamora Chinchipe, entonces gracias al geoprocесamiento será sencillo extraer nuevos mapas con estas variables (provincia y red hidrográfica de la provincia), tal como se muestra en el ejemplo siguiente.

Figura 20.

Ejemplo de resultado de operación de geoprocесamiento



Nota: Elaboración propia.

Como podrá ver en el ejemplo, con estas herramientas de geoprocесo, se ha extraído del mapa nacional únicamente lo que es interesante para nuestro trabajo y que es el polígono que representa la provincia y su red hídrica.

Ya que trabajaremos con el software QGIS, debemos tener claro de antemano que todos estos procesos se encuentran en lo que se denominan “Herramientas de geoproceso”, en las cuales encontramos operaciones como:

Tabla 2.

Herramientas de geoproceso y su descripción

Ícono	Herramienta	Propósito
	Cortar	Sobreponer capas de tal manera que la salida contenga zonas que cruzo la capa de corte.
	Diferencia	Sobreponer capas de tal manera que la salida contenga las zonas que no intersecó la capa de corte.
	Intersección	Sobrepone capas de manera que la salida contenga áreas donde ambas capas se cruzan.
	Unión	Sobreponer capas de manera que la salida contenga las áreas intersecadas y las no intersecadas.
	Envolvente	Crear un envolvente convexo para una capa de entrada, o en función de un campo ID.
	Diferencia simétrica	Sobreponer capas de manera que la salida contenga esas zonas de las capas de entrada y diferencia que no se intersecan.
	Disolver	Combinar entidades basadas en el campo de entrada. Todos los rasgos con valores de entrada idénticos se combinan para formar un solo rasgo.
	Eliminar polígonos astilla	Combinar las entidades seleccionadas con el polígono vecino con el área más grande o el límite más grande en común.

Nota: Elaboración propia.

Revisemos a continuación cuál es la funcionalidad y uso de cada una de ellos.



Semana 7

4.4. Manipulación de capas

4.4.1. Recorte (cortar)

Es también conocida como “Clip” o “clipping”, este nombre es común en otros softwares de SIG. Este proceso es muy útil para extraer una parte

de una capa y crear con ella una nueva. Mientras la capa elegida para ser cortada puede estar formada por elementos puntuales, lineales y poligonales, la figura o figuras geométricas que delimitarán el corte han de ser siempre polígonos (Moreno, 2008).

Para profundizar sus conocimientos en este tema, lo invito a revisar el siguiente ejemplo:

Ejemplo:

Si estamos trabajando con información respecto a todos los ríos del país y lo que nos interesa es solamente los ríos de la parroquia Loja, a través de la herramienta de cortar, podemos obtener únicamente aquella red hidrográfica que se encuentren coincidiendo con la capa de la parroquia Loja. El resultado se puede ver en la figura 21.

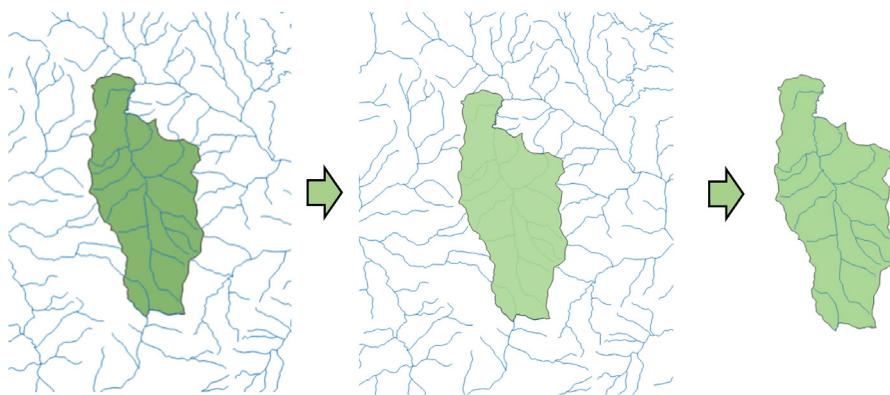


Como resultado de este proceso se ha obtenido la red hídrica de la capa de máscara que es el polígono y que es lo que buscábamos realizar.

Un aspecto interesante es que se puede hacer el recorte de un elemento, más de un elemento de una capa o con todos los elementos que se tengan. Las nuevas capas creadas tras el corte, mantendrán todos los campos que inicialmente poseía el documento inicial (Moreno, 2008).

Figura 21.

Ejemplo de herramienta recortar



Nota: Elaboración propia.



Es momento de que revise su texto básico en el Capítulo 18. Apartado 18.3.1, aquí se mencionan algunos otros aspectos que se deben considerar cuando se realiza esta operación en puntos, líneas y polígonos.

Luego de esta lectura, hay aspectos que deben estar claros, por ejemplo, que debe haber una o varias capas de entrada interactuando con una capa de referencia y como resultado de ello las diferentes salidas ya sean de polígonos, puntos y líneas. Revise ahora cómo se comporta cada geometría según la operación a realizar, a continuación, revisaremos esto.

4.4.2. Diferencia

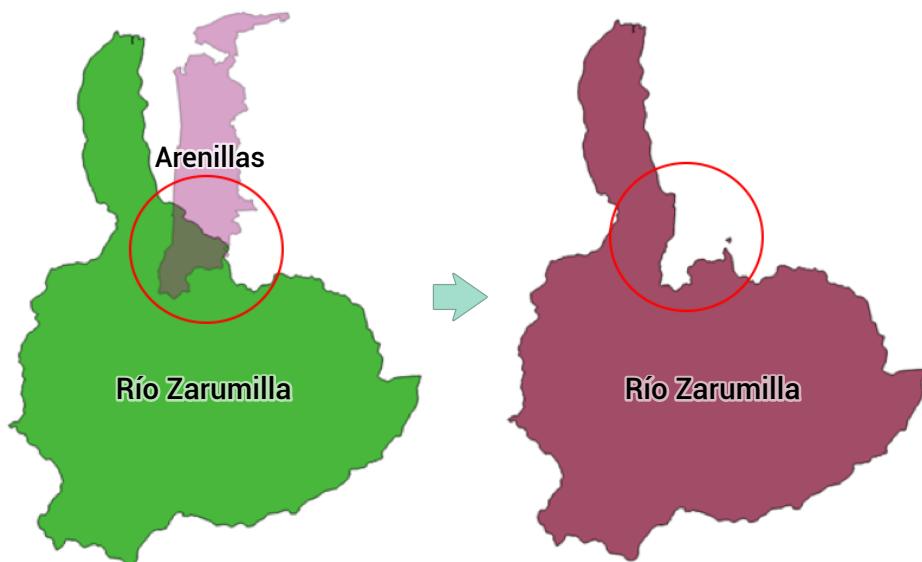
Es el proceso contrario al recorte. En este se mantiene en la capa resultante las geometrías de la capa recortada, pero tan solo aquellas que entran dentro del área de recorte definida por otra capa adicional (la capa de recorte). En la diferencia el proceso es semejante, pero en este caso las zonas que se mantienen son las que no entran dentro de la zona definida por la capa de recorte. Puede entenderse como la realización de un recorte, pero en lugar de utilizando un conjunto de polígonos de recorte, empleando su complementario.



Ejemplo:

Si estamos trabajando para el manejo de la cuenca hidrográfica del Zarumilla, donde esta se sobrepone con el área de la Reserva Ecológica Arenillas y necesitamos realizar la planificación territorial únicamente del área de la cuenca sin considerar el área con territorio protegido (por el diferente uso que podría tener), podremos utilizar la herramienta de diferencia para conocer únicamente el territorio de la cuenca sin el área protegida. El resultado se puede ver en la figura 22.

Figura 22.
Ejemplo de herramienta diferencia



Nota: Elaboración propia.

Como podrá fijarse, en el gráfico se ha excluido el área de la Reserva Ecológica Arenillas, considerándose así solo el territorio de la cuenca del Zarumilla.



Es momento de que revise su texto básico en el Capítulo 18, apartado 18.3.1, aquí se muestran otros ejemplos de la aplicación de esta operación.

En el ejemplo que acabamos de revisar en el texto básico, podrá identificar que el resultado de las capas de salida, una vez ejecutado el proceso de recorte, genera un resultado diferente ya sea para entidades de tipo polígono, punto o líneas. En cuanto a la tabla de atributos de la capa resultante, se concentra únicamente en los elementos que se contienen dentro del límite de la capa de recorte.

4.4.3. Intersección

La intersección es un proceso en el que se preservan los objetos comunes a las capas que se están analizando y el resultado es así mismo una capa común. A diferencia del recorte, la información empleada para crear la tabla resultante no proviene únicamente de una capa (la capa recortada),

sino de ambas capas de origen. Por ello, se producen modificaciones en las geometrías, que se dividen (se «trocean») según sea la intersección con las geometrías de la otra capa, y también en las tablas de atributos. Los atributos de cada una de las nuevas entidades son todos los asociados a las entidades que han dado lugar a dicha entidad intersección. Puesto que solo se mantienen en la capa resultante las entidades donde exista coincidencia, siempre habrá información en ellas sobre ambas capas. Es decir, la tabla de atributos resultante tiene tantos campos como el conjunto de las dos capas de partida (Olaya, 2020).



Ejemplo:

En el mismo sentido del ejemplo anterior, si ahora lo que nos interesa conocer es solamente el área común entre la Reserva Ecológica Arenilla y la cuenca del Río Zarumilla porque se requiere trabajar exclusivamente en esta superficie de territorio, la herramienta de intersección nos facilitará obtener esa información. El resultado se puede ver en la figura 23.

Figura 23.
Ejemplo de herramienta intersección



Nota: Elaboración propia.

Como podrá ver, en el gráfico de la derecha solo se encuentra el área común a los polígonos de la cuenca del Río Zarumilla y de la Reserva Ecológica Arenillas.



Es momento de que revise su texto básico en el Capítulo 18 apartado 18.3.1, analice el ejemplo que se muestra para la intersección y cómo se mostraría la tabla de atributos resultante de este proceso.

En este apartado se explica muy claramente cómo la tabla de atributos mantiene la información solo de aquellas zonas para las que se dispone de información en ambas capas de entrada. Revise adicionalmente algunas implicaciones de este proceso.

4.4.4. Unión

Este proceso se aplica únicamente a polígonos y tiene especial utilidad pues permite componer mapas que han sido manipulados independientemente. El polígono de base será cortado en la intersección con el polígono superpuesto, de tal manera que la nueva capa contendrá los atributos de ambas capas (Moreno, 2008).

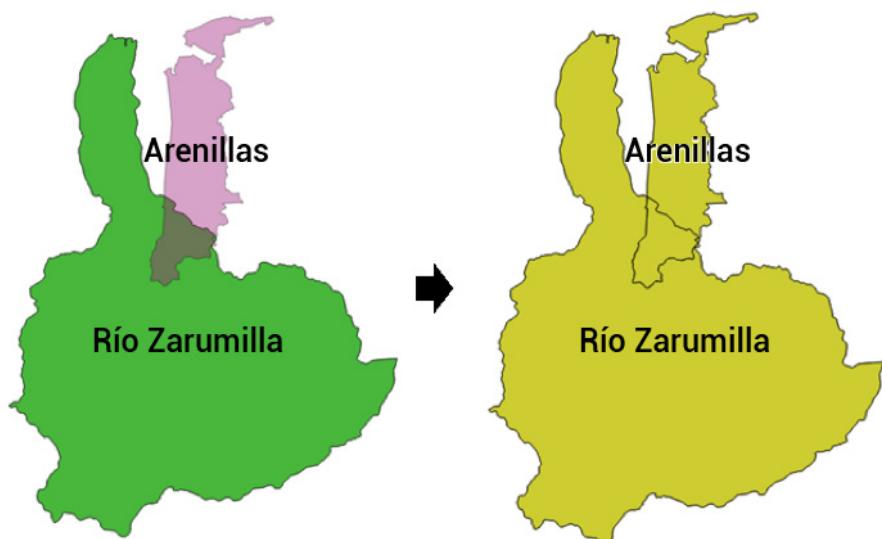
En la capa resultante del proceso aparecen todas las geometrías de la intersección y, junto a estas, también aquellas que corresponden a las zonas que aparecen únicamente en una de las capas de origen. Al cruzar estas capas, y al igual que en el caso de la intersección, sus geometrías se «trocean», pero en este caso todos esos «trozos» obtenidos aparecen en la capa resultante, y no solamente algunos de ellos (Olaya, 2020).



Ejemplo:

Continuando con el ejemplo anterior, si por alguna razón nos interesa realizar un manejo conjunto de los recursos del área protegida de la Reserva Ecológica Arenillas y de la cuenca del Río Zarumilla, tendríamos un área única sobre la cual trabajar, es aquí donde la herramienta de unión nos ayuda a obtener la superficie total de manejo. El resultado se puede ver en la figura 24.

Figura 24.
Ejemplo de herramienta unión



Nota: Elaboración propia.

En el gráfico anterior, se puede notar que ambos polígonos se han unido en uno solo, visualmente no existe una diferencia entre las imágenes, no obstante, debe saber que la diferencia se encuentra en los datos que contiene la tabla de atributos.



Es momento de que revise su texto básico en el Capítulo 18, apartado 18.3.1, analice las particularidades de este proceso y otros ejemplos que se muestran adicionalmente.

En este proceso podremos identificar que la capa resultante hay zonas que están cubiertas por una de las capas o por ambas y su tabla de atributos integra campos del conjunto de capas de entrada.

4.4.5. Polígonos astilla

Son también llamados polígonos espúreos y son el producto de las operaciones geométricas de solape donde se generan elementos resultantes de una intersección y que, aunque deberían coincidir, existen diferencias o imprecisiones al crearlas. La falta de coincidencia va a dar lugar a polígonos adicionales que no deberían estar ahí (Olaya, 2020), los cuales generalmente son pequeños y requieren un proceso complementario en el cual se utiliza la herramienta de “polígonos astilla”.

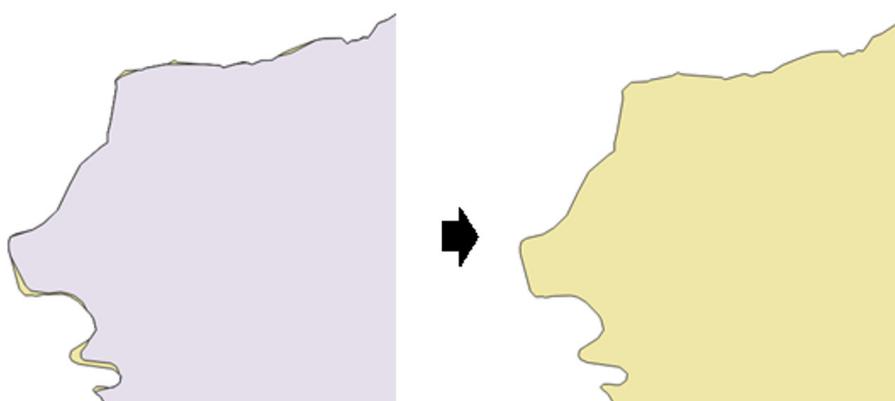
Ejemplo:

Al momento de utilizar la información de dos capas del mismo lugar, es posible que nos encontremos con que no coinciden, esto es justamente el resultado de que como se tratan de capas creadas por separado y donde es normal que existan imprecisiones, es aquí donde esta herramienta es de suma utilidad. El resultado se puede ver en la figura 25.



Figura 25.

Ejemplo de herramienta polígonos astilla



Nota: Elaboración propia.

Como podrá ver, en la imagen de la izquierda aparecen polígonos astilla que luego de haber sido corregidos utilizando la herramienta mencionada, muestran la información correcta del área de trabajo.



Es momento de que revise su texto básico en el Capítulo 18, apartado 18.3.1, analice detenidamente las formas en las que se puede evitar el aparecimiento de polígonos astilla.

Como habrá podido comprender de la lectura, para evitar los polígonos espúreos o astilla (o *slyver polygons*) durante una intersección, se puede introducir algoritmos de tolerancia o eliminarlos posteriormente al resultado del proceso. Revise ahora las características que se suelen presentar.

4.4.6. Disolución o disolver

Nos permite agregar los elementos de una capa que comparten el mismo valor en un campo determinado de su tabla de atributos, dando lugar a una nueva capa resultado de dicha agregación. Esta operación permite

simplificar los elementos geográficos de la capa de entrada, así como los registros de su tabla de atributos, unificando elementos que presentan la misma propiedad. Puede aplicarse tanto en elementos de tipo puntual, lineal o poligonal (Alonso, 2016).

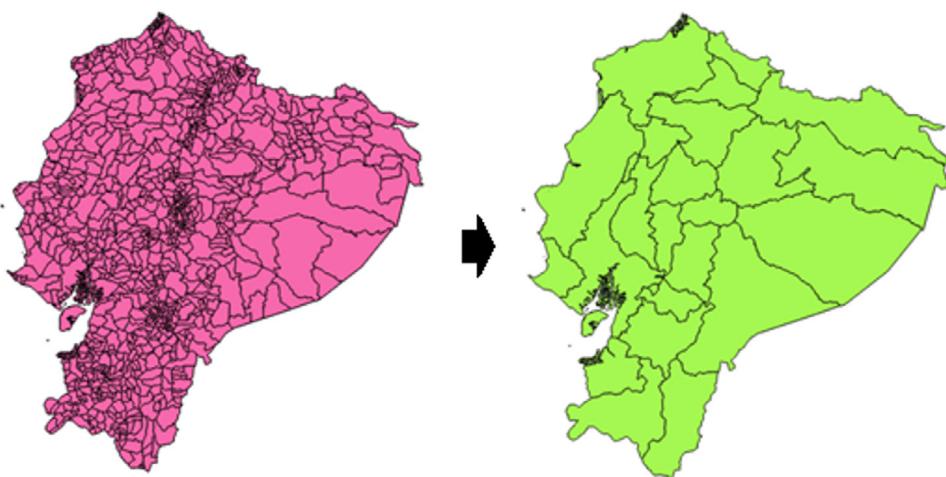


Ejemplo:

Si deseamos extraer de una capa de cantones una capa con la extensión de la provincia a la que pertenecen, es posible hacerlo a través de la agregación de los diferentes polígonos que conforman los cantones. El resultado se puede ver en la figura 26.

Figura 26.

Ejemplo de herramienta disolución o disolver



Nota: Elaboración propia.

Este proceso es una modificación basada en atributos y consiste en que se puede emplear la tabla donde estos se encuentran para definir la forma en la que se realiza la operación geométrica. Como usted verá en el gráfico anterior, no habría diferencia más que en la agrupación de los cantones, no obstante, la diferencia radical está en que la operación disolver hace que todos aquellos polígonos que tengan asociado un determinado valor en uno de sus atributos pasen a constituir una nueva y única entidad, ya sea esta de un solo polígono o varios disjuntos (Olaya, 2020).



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Revisión de vídeo

Revise en el siguiente video cómo proceder con las principales [operaciones de geoprocесamiento con datos vectoriales en QGIS](#).

Una vez que haya revisado este tutorial, podrá haberse percatado que se puede obtener información variada a partir de una capa vectorial y utilizando geoprocесos como buffer, o diferencia.

Actividad 2: Práctica 3

Desarrolle la actividad práctica 3 que se publicará en la sección de anuncios académicos de la asignatura en la semana correspondiente. Para desarrollarla, descargue los recursos disponibles en la sección Archivos en la carpeta denominada “Prácticas”.

En esta práctica usted va a realizar diferentes procedimientos con las operaciones de solape o de geoprocесamiento utilizando datos vectoriales. Los procesos aquí aplicados tienen como fundamento lo revisado en los contenidos de la unidad, será muy necesario que previo a realizar la práctica interiorice la lógica de cada uno de ellos.

Actividad 3: Autoevaluación 4

Revise los contenidos sobre la Unidad 4. Geoprocесamiento y conteste la autoevaluación. La autoevaluación tiene carácter formativo, con el objetivo de que pueda mejorar, reforzar y retroalimentar sus conocimientos en cada unidad.

Para desarrollar la autoevaluación le sugiero analizar las actividades recomendadas anteriores, revisar detenidamente los contenidos de la unidad y desarrollar la práctica correspondiente. La autoevaluación contiene preguntas de opción múltiple con una sola respuesta. Después de contestar cada una de las preguntas, puede verificar las respuestas correctas en el

solucionario. Si tiene errores, vuelva a intentar de esta forma retroalimentará su aprendizaje.

Una vez finalizado el estudio de la Unidad 4, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!



Autoevaluación 4

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. Las operaciones de geoprocесamiento se aplican a los datos:
 - a. Ráster.
 - b. Vectoriales.
 - c. TIN.

2. Las operaciones de geoprocесamiento dan como resultado:
 - a. Una nueva capa con su propia geometría.
 - b. Modificaciones en la capa original y diferente geometría.
 - c. Una geometría similar, pero en la misma capa original.

3. Una zona de influencia es también conocida como:
 - a. Buffer.
 - b. Polígono astilla.
 - c. Polígono disuelto.

4. Un ejemplo de zona de influencia de un elemento como una línea sería:
 - a. Conocer la distancia que hay entre el punto de origen y de fin.
 - b. Establecer puntos de referencia sobre una línea y obtener su longitud.
 - c. Establecer un área que rodea a la línea.

5. La herramienta de geoprocесo cortar tiene como propósito:
 - a. Sobreponer capas de tal manera que la salida contenga zonas que cruzó la capa de corte.
 - b. Crear un envolvente convexo para una capa de entrada, o en función de un campo ID.
 - c. Combinar las entidades seleccionadas con el polígono vecino con el área más grande o el límite más grande en común.

6. Si se tiene una capa de vías de todo el país y se requiere excluir (es decir no considerar) las vías de un polígono que representa un cantón, cuál sería el geoproceso adecuado a utilizar:
- Unión.
 - Diferencia.
 - Disolver.
7. Si se requiere unificar dos capas que contienen información similar en una sola capa, qué geoprocreso se debe utilizar:
- Cortar.
 - Unión.
 - Diferencia simétrica.
8. En caso de requerir conocer qué zonas de un determinado polígono se intersectan con otro, qué operación de geoprocесamiento es la más adecuada:
- Unión.
 - Intersección.
 - Polígono astilla.
9. Para qué se utiliza la opción de geoprocесamiento de “polígono astilla”:
- Para eliminar polígonos que son el producto de una intersección donde no coinciden las dos capas involucradas.
 - Para crear nuevos polígonos con información similar a las capas que se utilizó para la intersección.
 - Para obtener polígonos resultantes de una intersección y que considera la información de las dos capas involucradas.
10. En QGIS las herramientas de geoprocесamiento se ubican en:
- En el menú principal en la pestaña “Ráster”.
 - En el menú lateral en el ícono de “Añadir capa vectorial”.
 - En el menú principal en la pestaña “Vectorial”.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 8

Unidades 1, 2, 3, y 4.

Una vez que hemos finalizado el tratamiento de los contenidos de todo el bimestre, es la oportunidad de retroalimentar el aprendizaje obtenido. Este será un ejercicio muy útil para detectar vacíos que pudieran existir y reforzar aspectos que los tenemos claros. Le sugiero tomar en cuenta algunas sugerencias para evaluar su avance:

- Identifique los temas que le resultaron más complicados y reviselos nuevamente deteniéndose en los aspectos que no estén del todo claros.
- Revise las autoevaluaciones y sus respuestas correctas. Si encuentra que aún tiene errores en sus respuestas, vuelva a revisar los contenidos.
- Revise nuevamente las prácticas y desarrolle de manera autónoma otras similares con sus propios datos.
- Acuda a las tutorías para hacer consultas puntuales a su profesor, aproveche este espacio para aclarar sus dudas u obtener explicaciones ampliadas.

Actividad 1

- **Actividad de aprendizaje:** Revisar y analizar las temáticas y contenidos estudiados en el bimestre.
- **Tipo de recurso:** Evaluación presencial

- **Orientación metodológica:** La evaluación es presencial y se rinde al finalizar el bimestre. La fecha en la que debe rendir la evaluación es propuesta por la Universidad. Considera que esta actividad no se puede recuperar. Las preguntas son de opción múltiple con una sola respuesta correcta. Se sugiere realizar nuevamente las autoevaluaciones de las unidades correspondientes. Recuerde, la evaluación presencial es una actividad formativa–sumativa que evalúa la adquisición de las competencias del componente.
- **Instrumento de evaluación:** Evaluación impresa o en línea. Esta evaluación es parte de las actividades de aprendizaje autónomo.



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Maneja la herramienta SIG para el análisis de riesgos sconaturales y análisis espaciales para la toma de decisiones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimados/as estudiantes, durante el segundo bimestre aprenderemos cuestiones relacionadas con el análisis de información raster, técnicas de evaluación multicriterio y aplicaciones de teledetección para el monitoreo de algunos tipos de riesgos. Los conceptos y ejercicios propuestos para el segundo bimestre serán de mucha utilidad para fortalecer sus competencias en el análisis espacial de riesgos.

Les invito a aprovechar este proceso de aprendizaje. ¡Comencemos!



Semana 9

Durante esta semana abordaremos el tema de análisis de información raster relacionado con el álgebra de mapas. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

Unidad 5. Análisis de información raster

5.1. Álgebra de Mapas

La información raster se caracteriza por representar la realidad a través de un conjunto de celdas o píxeles. En términos prácticos, cuando tratamos con información raster estamos tratando con matrices de datos. Estas matrices constituyen una estructura ideal para la aplicación de algoritmos o funciones matemáticas.

Al aplicar una función a una capa o conjunto de capas obtenemos una salida de nuevos datos. En esta unidad estudiaremos los tipos de funciones que se

utilizan en el álgebra de mapas y, como complemento, un ejemplo práctico de su aplicación.



Para entender los conceptos fundamentales sobre el álgebra de mapas y los tipos de funciones, es necesario que usted realice una lectura del capítulo 15 Álgebra de mapas (15.1 Introducción y 15.2 Tipos de funciones) del texto de Víctor Olaya.

En este capítulo aprenderá con detalle la definición y ejemplos de los tipos de funciones, los cuales se exponen de forma resumida en los siguientes apartados.

5.1.1. Funciones locales

Las funciones locales calculan el valor de una celda en una capa de salida, tomando en cuenta únicamente los valores de esa misma celda en la/las capa/s de entrada. Entre los operadores locales más utilizados tenemos:

- Aritméticos (suma, resta, multiplicación, división, raíz cuadrada, potencia).
- Lógicos (AND, OR, XOR, NOT, $>$, \geq , $<$, \leq , $=$, \neq).
- Trigonométricos (sen, cos, tan, ...).
- Condicionales (si condición entonces instrucciones, sino instrucciones)

Estos operadores permiten realizar operaciones aritméticas, reclasificación, superposiciones, máscaras de análisis, entre otras funciones más.

Observe el siguiente ejemplo (figura 27). La matriz MDE representa los datos de elevación de una zona X. En la matriz MDE*10 se ha multiplicado la matriz MDE por el valor de 10. Este es un ejemplo de operador local, ya que la operación de multiplicación se realiza para cada una de las celdas individuales. En la matriz resultante se ha puesto el cero en color rojo para resaltar el cambio.

Figura 27.

Matriz MDE

396	395	392	387	380
400	400	395	393	387
407	406	400	400	393
413	410	406	404	400
420	414	410	406	404

MDE

3960	3950	3920	3870	3800
4000	4000	3950	3930	3870
4070	4060	4000	4000	3930
4130	4100	4060	4040	4000
4200	4140	4100	4060	4040

MDE*10

Nota. Matriz MDE (izq.) representando datos de elevación y Matriz MDE*10 (der.) donde se han multiplicado los valores originales por 10.

Como pueden notar, al aplicar una función local, la operación se realiza celda por celda.

5.1.2. Funciones focales

Las funciones focales se conocen también como funciones de vecindad, ya que, para calcular el nuevo valor del píxel en la capa de salida, toman en cuenta el valor del píxel y los valores de los píxeles vecinos. La vecindad por defecto se considera a las ocho celdas inmediatamente adyacentes a la celda de análisis, aunque en ocasiones también se habla de vecindad extendida.

Como ejemplos de funciones focales tenemos: estadísticas, filtros sobre imágenes (mediana, moda, detección de bordes, etc.), pendiente, orientación, sombreado, análisis de visibilidad o distancia.

Vamos a revisar con un ejemplo el mecanismo de cálculo de una función focal.

Una de las principales técnicas que componen el procesamiento digital de imágenes es la de realce o mejora de imágenes. Dentro de estas técnicas se encuentran los filtros de paso bajo. Estos filtros suavizan los contrastes espaciales presentes en una imagen. Un filtro de paso bajo muy utilizado es el filtro de media, el cual consiste en aplicar una máscara de dimensión 3 x 3 en la cual las nueve celdas tienen el mismo peso (figura 28).

Figura 28.

Ejemplo de ventana 3x3 para calcular el promedio de la vecindad

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Nota: Elaboración propia.

Supongamos que tenemos una capa raster con información sobre niveles de riesgo sísmico a la cual le aplicamos el filtro de media. Vamos a calcular el nuevo valor de la celda **5** (figura 29), para esto debemos sacar un promedio de las celdas que se encuentra dentro de la vecindad. Entonces el cálculo sería:

Figura 29.

Matriz (izq.) representando el nivel de riesgo sísmico y matriz (der.) donde se ha aplicado el filtro de media

$$\frac{1 + 2 + 3 + 4 + \textcolor{red}{5} + 3 + 7 + 5 + 3}{9} = 3.7$$

1	2	3	4	5	4
4	5	3	3	4	3
7	5	3	6	5	4
7	5	4	5	6	7
7	5	7	8	7	7
7	5	8	9	8	9

Nivel de riesgo sísmico

3.0	3.0	3.3	3.7	3.8	4.0
4.0	3.7	3.8	4.0	4.2	4.2
5.5	4.8	4.3	4.3	4.8	4.8
6.0	5.6	5.3	5.7	6.1	6.0
6.0	6.1	6.2	6.9	7.3	7.3
6.0	6.5	7.0	7.8	8.0	7.8

Nivel de riesgo sísmico con filtro de media
con filtro de media

Nota: Elaboración propia.

Como pueden notar, el efecto del filtro de media es suavizar los contrastes de los valores. Por ejemplo, en la capa original la celda inmediatamente

superior a la celda 5 tiene el valor de 2. Mientras que, en la capa de salida, después de aplicar el filtro, la celda superior tiene el valor de 3 y la celda 5 el valor de 3.7, con lo cual se reduce la diferencia entre los valores originales.

5.1.3. Funciones zonales

Una zona está constituida por un grupo de celdas contiguas que presentan un mismo valor temático. El valor en cada celda de la capa resultante es función del valor de todas las celdas conectadas a esta que presentan un mismo valor para una de las capas de entrada (pertenecen a la misma zona).

Con funciones zonales podemos obtener estadísticas zonales. Observe el siguiente ejemplo:

Figura 30.

Ejemplo de cálculo de una función zonal

1	1	1	3	3	3
1	1	1	3	3	3
1	1	3	3	4	4
2	2	4	4	4	4
2	2	4	4	4	4
2	2	4	4	4	4

Variable temática: Uso del suelo
1: Urbano, 2: Pastizal, 3: Cultivo, 4: Bosque

396	395	392	387	380	378
400	400	395	393	387	380
407	406	400	400	393	390
413	410	406	404	400	390
420	414	410	406	404	400
422	418	415	410	408	404

Variable cuantitativa: Altitud

398.9	398.9	398.9	388.1	388.1	388.1
398.9	398.9	398.9	388.1	388.1	388.1
398.9	398.9	388.1	388.1	402.9	402.9
416.2	416.2	402.9	402.9	402.9	402.9
416.2	416.2	402.9	402.9	402.9	402.9
416.2	416.2	402.9	402.9	402.9	402.9

Altitud promedio por zonas

Nota: Elaboración propia.

En este caso para cada zona (tipo de uso del suelo), se ha calculado el promedio tomando los valores únicamente de las celdas que corresponden a la misma zona. El valor resultante es el valor de salida en la nueva capa. Por ejemplo, los valores de la zona 1 (uso urbano) son 396, 395, 392, 400, 400, 395, 407 y 406. En total son 8 celdas, por lo cual el valor promedio resultante es 398.9, este valor se asigna para todas las celdas de la zona 1. El mismo procedimiento se replica para obtener la altitud promedio del resto de zonas.

5.1.4. Funciones globales

El valor resultante de la función es obtenido a partir de todas las celdas de la capa. Ejemplo de este tipo de funciones son algunos métodos de interpolación, funciones de distancia, estadísticas globales. Observe el siguiente ejemplo (figura 31):

Figura 31.

Ejemplo de cálculo de una función global

396	395	392	387	380	378		401	401	401	401	401	401
400	400	395	393	387	380		401	401	401	401	401	401
407	406	400	400	393	390		401	401	401	401	401	401
413	410	406	404	400	390		401	401	401	401	401	401
420	414	410	406	404	400		401	401	401	401	401	401
422	418	415	410	408	404		401	401	401	401	401	401

Altitud

Promedio global de altitud

Nota: Elaboración propia.

En el ejemplo para calcular el promedio global de la capa se han considerado los valores de todas las celdas de la capa original.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimados estudiantes, las actividades propuestas a continuación no son evaluadas y no debe entregarlas al docente. Estas le permitirán verificar sus avances y reforzar los conocimientos de la unidad correspondiente.

Actividad 1: Complete las matrices

- Con base en los valores de la matriz original MDE del tema 5.1.1, rellene las siguientes matrices según la operación indicada. En el caso 1, se trata de una operación lógica, donde los valores mayores o iguales a 400 tendrán el valor de 1 y los que no cumplan con la condición tendrán un valor de 0. En el caso 2, se debe reclasificar según los rangos indicados. Fíjese en las celdas de ejemplo para asignar el valor correcto a las celdas restantes.

Figura 32.

Ejercicio de cálculo de funciones locales

0				
1				

Caso 1: MDE>=400

2				1
3				
4				

Caso 2: Reclasificar MDE

Valor antiguo	Valor nuevo
380 - 390	1
391 - 400	2
401 - 410	3
411 - 420	4

Nota: Elaboración propia.

- Aplique a la matriz de nivel de riesgo sísmico del tema 5.1.2, el siguiente filtro. Fíjese en el ejemplo para que calcule el valor de las celdas restantes.

Figura 33.

Ejemplo de herramienta polígonos astilla

Filtro			Índice			Índice filtrado		
-1	-1	-1	1	2	3	4	5	4
-1	9	-1	4	5	3	3	4	3
-1	-1	-1	7	5	3	6	5	4
			7	5	4	5	6	7
			7	5	7	8	7	7
			7	5	8	9	8	9

$(-1 \times 1) + (-1 \times 2) + (-1 \times 3) + (-1 \times 4) + (9 \times 5) + (-1 \times 3) + (-1 \times 7) + (-1 \times 5) + (-1 \times 3)$
 $(-1 \times 5) + (-1 \times 3) + (-1 \times 3) + (-1 \times 5) + (9 \times 3) + (-1 \times 6) + (-1 \times 5) + (-1 \times 4) + (-1 \times 5)$

Nota. Ejercicio de cálculo de una función zonal.

- En el texto básico y en el ejemplo de esta guía se mencionan a las cuencas hidrográficas y categorías de uso del suelo sirven para realizar análisis zonales. Consulte en otros textos o en Internet, qué otras variables pueden utilizarse como zonas.
- Explore otras herramientas del QGIS para generar nueva información a partir de capas raster, como por ejemplo la reclasificación y funciones de distancia.
- Realice la práctica 5.1 sobre Álgebra de mapas. Con la ejecución de esta práctica podrá visualizar lo importante de la comprensión de los conceptos revisados en este apartado.

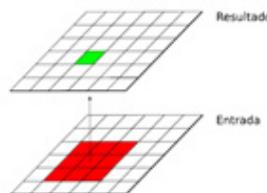
Actividad 2. Autoevaluación 5

Una vez finalizado el estudio del tema 5.1, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!

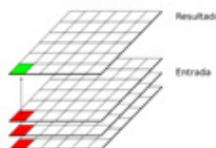


Autoevaluación 5

1. La definición actual de álgebra de mapas es obra de:
 - a. Roger Tomlinson.
 - b. Diana Tomlin.
 - c. John McHarg.
2. El álgebra de mapas comprende:
 - a. Solamente operaciones matemáticas o algebraicas entre capas ráster.
 - b. Lo que se conoce en un entorno SIG como calculadora de mapas.
 - c. Variables, expresiones y funciones que permiten obtener nuevos datos.
3. ¿Qué tipo de función representa la figura?
 - a. Local.
 - b. Focal.
 - c. Zonal.
 - d. Global.



4. ¿Qué tipo de función representa la figura?



- a. Local.
- b. Focal.
- c. Zonal.
- d. Global.

5. El cálculo de la pendiente es un ejemplo de función:
- a. Local.
 - b. Focal.
 - c. Zonal.
 - d. Global.
6. El valor mínimo de una capa se obtiene mediante una función:
- a. Local.
 - b. Focal.
 - c. Zonal.
 - d. Global.
7. El índice de erosión promedio por cuencas hidrográficas corresponde a una función:
- a. Local.
 - b. Focal.
 - c. Zonal.
 - d. Global.
8. La reclasificación es una función:
- a. Local.
 - b. Focal.
 - c. Zonal.
 - d. Global.
9. La vecindad de una celda también se conoce como:
- a. Ventana de análisis.
 - b. Operador lógico.
 - c. Zona o región.
10. Un ejemplo de operador lógico es:
- a. Tangente.
 - b. Suma.
 - c. Mayor que.

[Ir al solucionario](#)



Semana 10

Durante esta semana abordaremos el tema de análisis de información raster relacionado con el modelo digital de elevaciones. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

El estudio de la superficie terrestre es muy importante para el análisis geográfico de cualquier problemática territorial. En esta unidad revisaremos los aspectos más importantes acerca del Modelo Digital de Elevaciones y la información que se puede derivar del mismo.

5.2. El modelo digital de elevaciones



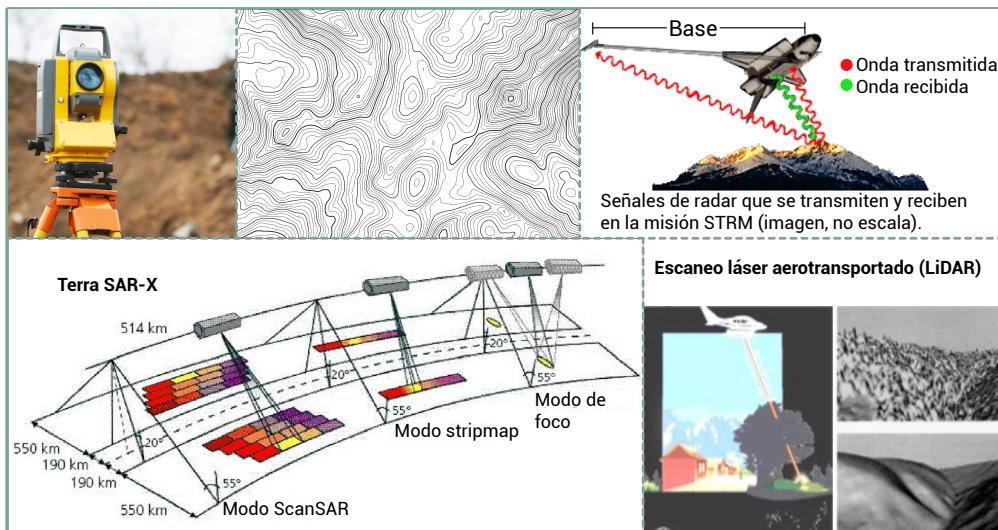
Para profundizar su comprensión sobre el Modelo Digital de Elevaciones, realice una lectura comprensiva el capítulo 16 Geomorfometría y análisis del terreno (16.1 Introducción, 16.2 El modelo digital de elevaciones, 16.3 Creación y preparación del MDE y 16.4 Análisis morfométrico) del texto de Víctor Olaya.

5.2.1. Fundamentos del MDE

La superficie terrestre es un fenómeno continuo, por lo tanto, un modelo de representación raster es adecuado para recoger dicha superficie. En otras palabras, un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) es un modelo cuantitativo de la superficie, específicamente representa los valores de altitud o elevación de la superficie terrestre. Los datos de elevación se pueden obtener de fuentes primarias como levantamientos topográficos, teledetección, nubes de puntos LiDAR o fuentes secundarias como curvas de nivel o restitución fotogramétrica (figura 34).

Figura 34.

Algunas fuentes de datos topográficos

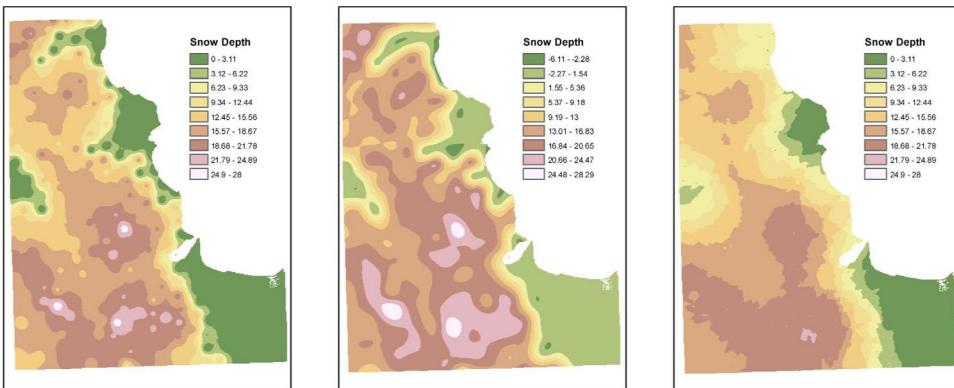


Nota. Tomado de http://www.charim.net/sites/default/files/handbook/flowchart/DMB/32/dem_final_1/index.html

Una vez que se han obtenido los datos de elevación se aplican técnicas de interpolación para crear el MDE. Para mejorar el resultado se suele incluir información como la red de drenaje y zonas irregulares del terreno. En la figura 35, se observan algunas técnicas de interpolación. La técnica IDW suaviza los resultados conservando los detalles en las locaciones con los valores más altos y más bajos. El método Spline tiende a generalizar mucho la superficie interpolada, generando incluso zonas con valores negativos. El método Kriging produce zonas con límites más toscos e incluye la cuantificación de la correlación espacial (figura 35).

Figura 35.

Algunos métodos de interpolación: IDW (izq.), Spline (centro) y Kriging (der.)



Nota. Tomado de <https://i.stack.imgur.com/vohvE.jpg>

Finalmente, antes de ser utilizado para derivar información, es necesario que el MDE sea corregido con la finalidad de eliminar datos erróneos o mejorar el análisis hidrológico (figura 36).

Figura 36.

Eliminación de depresiones en un MDE para análisis hidrológico

Relleno de pozo

DEM original

7	7	6	7	7	7	7	5	7	7
9	9	8	9	9	9	9	7	9	9
11	11	10	11	11	11	11	9	11	11
12	12	8	12	12	12	12	10	12	12
13	12	7	12	13	13	13	11	13	13
14	7	6	11	14	14	14	12	14	14
15	7	7	8	9	15	15	13	15	15
15	8	8	8	7	16	16	14	16	16
15	11	11	11	11	17	17	6	17	17
15	15	15	15	15	18	18	15	18	18

Pozos

Celdas de cuadrícula o zonas completamente rodeadas por terreno más alto.

Pozos llenos

7	7	6	7	7	7	7	5	7	7
9	9	8	9	9	9	9	9	7	9
11	11	10	11	11	11	11	11	9	11
12	12	10	12	12	12	12	12	10	12
13	12	10	12	13	13	13	13	11	13
14	10	10	11	14	14	14	14	12	14
15	10	10	10	10	15	15	15	13	15
15	10	10	10	10	16	16	16	14	16
15	11	11	11	11	17	17	17	14	17
15	15	15	15	15	18	18	15	18	18

Puntos de vertido

La celda de la cuadrícula más baja adyacente a un pozo.

Nota. Tomado de http://images.slideplayer.com/24/7545478/slides/slide_16.jpg

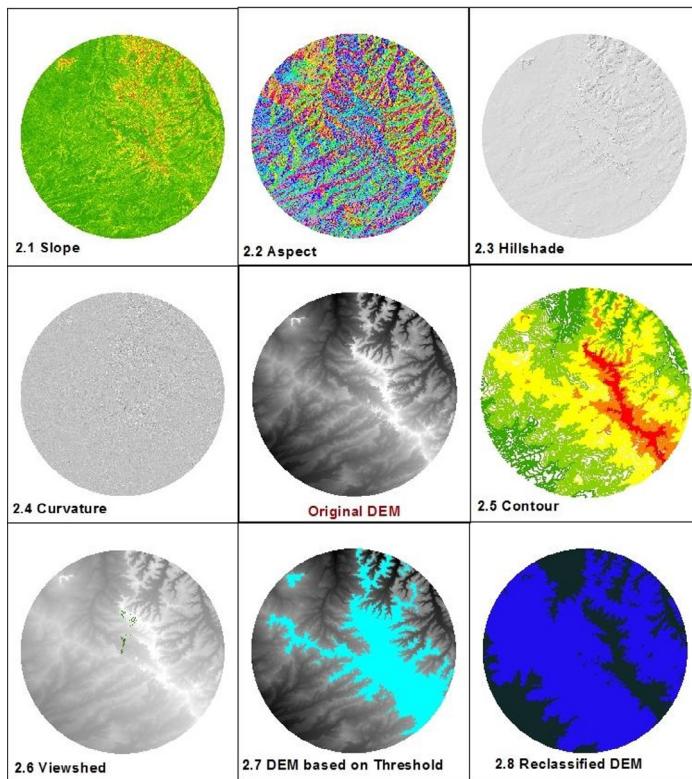
Hemos revisado brevemente el procedimiento para obtener un MDE, desde la obtención de datos, pasando por la interpolación y por último la corrección. Los MDE corregidos se pueden utilizar para:

- Determinar atributos del terreno, como es el caso de la altitud en cualquier punto, la pendiente o la orientación.
- Encontrar elementos del terreno tales como cuencas de drenaje, divisorias de agua, redes de drenaje y canales, cumbres y depresiones, y otros accidentes del terreno.
- Modelar funciones hidrológicas, flujos de energía o fuegos forestales.
- Delimitar zonas en riesgo de inundación y modelar riesgos influenciados por la topografía (erosión, derrumbes, etc.).

5.2.2. Información derivada del MDE

El MDE es una fuente de variedad de información. En la figura 37 podemos observar de manera resumida algunas variables que se pueden derivar del MDE.

Figura 37.
Información derivada del MDE



Nota. (2.1 Pendiente, 2.2 Aspecto, 2.3 Sombreado, 2.4 Curvatura, 2.5 Curvas de nivel, 2.6 Cuencas visuales, 2.7 Umbrales de altitud, 2.8 MDE Reclasificado).

Tomado de http://rgis.unm.edu/wp-content/uploads/2015/10/DEM_Analysis.jpg

A continuación, vamos a revisar de forma resumida las variables derivadas del MDE de uso más común.

Pendiente

Cuando en un SIG medimos la pendiente, se trabaja con ventanas de 3 x 3 celdas (vecindad inmediata), de manera que el valor de la celda central de la ventana se obtiene a partir del cálculo de valor de las pendientes existentes entre esa celda y las celdas vecinas (figura 38). El valor y la orientación de las pendientes son variables utilizadas en multitud de aplicaciones (pautas de distribución de la vegetación, modelos de erosión, delimitación de cuencas hidrográficas, capacidad de acogida de nuevos usos, etc.).

Figura 38.

Determinación del valor de la pendiente en un SIG

140	100	140
100		100
140	100	140

A) Altitudes

12	10	8
8		6
2	8	10

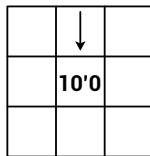
B) Diferencias de altitud

676	678	680
680	688	694
686	696	700

C) Distancias horizontales

8'6	10'0	5'7
8'0		6'0
1'4	8'0	7'1

D) Pendientes



E) Pendiente de la celda central

Nota. Tomado de <https://miriadax.net/web/curso-practico-de-sistema-de-informacion-geografica-sobre-software-libre-2-edicion-/inicio>

Como puede observar en la figura anterior, la pendiente se calcula en función de la diferencia de altitud y distancias horizontales entre las celdas vecinas.

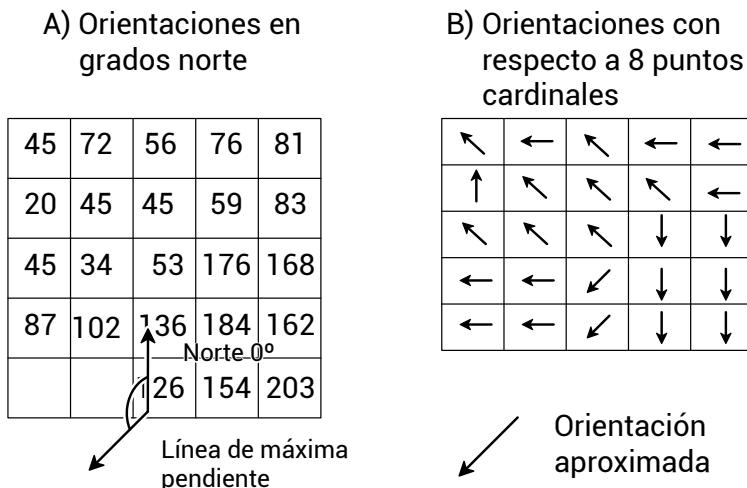
Orientación

La orientación es una variable que representa el ángulo de inclinación de la pendiente, según el valor del ángulo se puede conocer el punto cardinal hacia el que estas están inclinadas, y, en consecuencia, hacia donde vierten las aguas de lluvia. Es por esto que es una variable muy importante en la delimitación de cuencas hidrográficas y drenajes.

Los valores de orientación se expresan en grados, en un rango entre 0 y 360 (figura 39). Donde 0 representa una celda sin pendiente (orientación "hacia el cielo") y los valores entre 1 y 360 representan los azimuts en grados según el sentido de las agujas del reloj desde el norte. El Norte es 1, el Este es 90 grados, el Sur 180 grados, etc.

Figura 39.

Determinación de la orientación en un SIG



Nota. Tomado de <https://miriadax.net/web/curso-practico-de-sistema-de-informacion-geografica-sobre-software-libre-2-edicion-/inicio>

Con este esquema puede darse cuenta de la forma de interpretar los valores de orientación derivados del MDE.

Análisis del sombreado del relieve

Una vez que se ha determinado la pendiente y la orientación del terreno, es posible construir un modelo de iluminación, más conocido como mapa de sombreado.

Según UPM (2017), el sombreado es una técnica cartográfica clásica, según la cual se supone que existe un foco luminoso, generalmente en el noroeste y con un ángulo de 45° sobre la horizontal, que ilumina la superficie representada en el mapa produciendo un efecto de sombreado: las pendientes, de acuerdo con su orientación reciben los rayos de luz con mayor o menor intensidad o incluso quedarán en sombra. El resultado es un nuevo mapa cuyos valores expresan distintas intensidades de iluminación.

El sombreado del relieve se utiliza para realizar visualmente los elementos del terreno simulando los efectos de iluminación de la luz del sol sobre la superficie del terreno. El sombreado estima valores de reflectancia de la superficie a partir de la posición del sol a cualquier altitud y en cualquier azimut.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Realice el ejercicio

- En el tema 5.2.1, se describen tres variables básicas: pendiente, orientación y mapas de sombras. En el texto básico y en QGIS, consulte qué otras variables se pueden derivar del modelo de elevaciones y cuáles son sus aplicaciones en el análisis espacial de riesgos (por ejemplo, análisis hidrológicos, modelos de susceptibilidad, etc.).
- Descargue información de altitud del sitio [OpenTopography](#). En este sitio puede acceder, de forma sencilla y sin registro previo, a sets de datos globales de elevación. Una vez en la página, haga clic en el menú Data-Find Data Map (figura 40).

Figura 40.

Menú Data en el sitio OpenTopography

The screenshot shows the OpenTopography homepage. At the top, there is a blue header bar with links for 'Getting Started', 'MyOpenTopo', 'Donate', and a search bar. Below the header, the OpenTopography logo is displayed, followed by the text 'High-Resolution Topography Data and Tools'. A navigation menu bar contains links for 'HOME', 'DATA', 'RESOURCES', 'LEARN', and 'ABOUT'. The 'DATA' link is currently selected and highlighted in blue. Under the 'DATA' menu, there are three options: 'FIND DATA MAP', 'DATA CATALOG', and 'CONTRIBUTE'. The main content area below the menu shows a search bar with the placeholder 'Find Topography Data' and a 'SEARCH' button.

Nota. Menú Data en el sitio OpenTopography. Tomado de captura de pantalla OpenTopography.

En el mapa que aparece, puede hacer Zoom hasta una zona de interés

(por ejemplo, la ciudad de Loja). Con el botón dibuje un polígono que encierre la zona de interés y automáticamente en la parte inferior observará cuántos sets de datos de elevación hay disponibles para su zona (figura 41). Ubíquese en Global Data y haga clic sobre SRTM GL1 para descargar los datos de elevación de la misión SRTM a una resolución aproximada de 30 metros.

Figura 41.

Resultados de la búsqueda de datos de elevación

RESULTS:

Total 5 datasets found for all data sources.

● OT High Resolution Topography: [0]

● USGS 3DEP: [0]

● OT Community Contributed: [1]

● Global Data: [4]



Datasets listed below are hosted by OpenTopography and are available in point cloud format for download and processing (e.g., creating custom DEMs). In some cases derived data products such as raster and Google Earth Image overlays are also available. Click the button to the right of the dataset name to access the available data products.

1 Global Bathymetry and Topography at 15 Arc Sec: SRTM15+ V2.1

SRTM15+

2 Global Multi-Resolution Topography (GMRT) Data Synthesis

GMRT

3 ALOS World 3D - 30m

AW3D30

4 Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global

AW3D30 Ellipsoidal

SRTM GL1 Ellipsoidal

SRTM GL3

SRTM GL1



Nota. Tomado de Captura de pantalla OpenTopography.

Para descargar debe llenar los datos que se presentan en la figura 42. Puede seleccionar el formato de salida, en el ejemplo seleccionamos GeoTiff.

También puede generar salidas adicionales como un mapa de sombras (hillshade) o relieves hipsométricos (color-relief). En Job Description debe ingresar un título y una breve descripción del uso de la información. Ingrese su dirección de correo electrónico en Enter your e-mail address. En este correo recibirá la notificación de que su solicitud ha sido procesada y está

lista para la descarga. Finalmente haga clic en el botón.

SUBMIT

Figura 42.

Formulario de descarga de datos de elevación

2. Data Output Formats

Select Data Output Format: GeoTiff

3. Visualization

Generate hillshade images from DEMs
 Generate additional color-relief and colored hillshades
 Generate additional Google Earth KMZ files

Altitude of the light: 45 (in range: [0-90] degrees)
Azimuth of the light: 315 (in range: [0-360] degrees)

Job Description

These options allow users to describe and keep track of their jobs. Information entered below is recorded along with other job parameters in your personal accessed via [myOpenTopo](#) (available only to registered OpenTopography users).

Job title (up to 100 characters): descarga de MDE
Job description (up to 500 characters): MDE Loja
Enter your e-mail address for notification upon completion of

Nota. Tomado de Captura de pantalla OpenTopography.

El tiempo de proceso de la solicitud dependerá de la extensión de la zona seleccionada. Si seleccionó una zona pequeña, el enlace de descarga se demorará algunos segundos en generarse. El archivo generado lo puede cargar en QGIS para analizarlo.

- Regístrese en la plataforma SIGTIERRAS. En la página del [centro de descargas](#), revise el vídeo tutorial y el tutorial en pdf para registrarse y descargar modelos digitales del terreno en diferentes zonas del país.
- Realice la práctica 5.2 para adquirir destrezas en el manejo de un modelo digital de elevaciones.

Actividad 2. Autoevaluación 6

Una vez finalizado el estudio del tema 5.2, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!



Autoevaluación 6

En las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. Modelo digital del terreno es sinónimo de modelo digital de elevaciones.
 - a. Sí.
 - b. No.
2. El modelo de representación de la superficie terrestre que presenta mayor facilidad para implementar algoritmos es:
 - a. Vectorial.
 - b. Ráster.
 - c. Arco-nodo.
3. La digitalización de curvas de nivel es una fuente de datos topográficos:
 - a. Puntual.
 - b. Primaria.
 - c. Secundaria.
4. La mayoría de las variables correspondientes al análisis morfométrico del terreno, se obtienen a partir de funciones:
 - a. Locales.
 - b. Focales.
 - c. Zonales.
5. ¿Cuál es el mejor método de interpolación para crear un MDE?
 - a. Distancia inversa.
 - b. Kriging.
 - c. Splines.

6. La corrección de valores del MDE se hace solamente para estimar los valores de zonas en las que no se han registrado datos.
- Sí.
 - No.
7. Las pendientes:
- Varían entre 0 y 360°.
 - Aproximan un modelo de iluminación del terreno.
 - Reflejan la variación máxima de la elevación.
8. Los valores de orientación:
- Varían entre 0 y 360°.
 - Aproximan un modelo de iluminación del terreno.
 - Reflejan la variación máxima de la elevación.
9. Los mapas de sombras:
- Varía entre 0 y 360°.
 - Aproximan un modelo de iluminación del terreno.
 - Reflejan la variación máxima de la elevación.
10. En un mapa de orientaciones, ¿qué valor corresponde a la dirección sur?
- 0.
 - 90.
 - 180.
 - 360.

[Ir al solucionario](#)



Durante esta semana abordaremos el tema de evaluación multicriterio. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

Unidad 6. Evaluación multicriterio

6.1. Concepto de EMC

La evaluación multicriterio (EMC) es una técnica de apoyo a la toma de decisiones. La toma de decisiones se refiere al proceso de seleccionar una alternativa, entre varias posibles, para resolver una situación problemática. La EMC ha sido ampliamente utilizada en estudios socioambientales, en evaluación de riesgos naturales y en determinación de localización idónea para instalaciones de servicios. La EMC puede definirse como un conjunto de técnicas que tienen por finalidad “investigar un número de alternativas bajo la luz de múltiples criterios y objetivos en conflicto” (Voogd, 1983).

Santiago-Rodríguez et al. (2015) mencionan algunos conceptos clave relacionados con la EMC:

- Objetivo. Problema principal que se quiere resolver.
- Decisión. Elección de una de las alternativas posibles para solucionar el problema.
- Alternativa. Cada una de las soluciones posibles a un problema.
- Criterio. Los parámetros que reflejan las preferencias sobre una alternativa. Se relacionan a las ventajas o inconvenientes de las alternativas. Los criterios pueden ser cuantitativos o cualitativos, pero siempre deben expresarse de forma cuantificable.

Por ejemplo, analicemos el estudio de Lagos (2012). En este estudio el objetivo es zonificar el riesgo de tsunami en el centro-sur de Chile. El riesgo fue evaluado a través de los siguientes criterios: magnitud de la profundidad de inundación, velocidad de la corriente, distancia a sitios seguros, pendiente del terreno, altitud, pobreza y densidad de habitantes. Con la integración de estos criterios, se logró discriminar los niveles de

riesgo en cada localidad, información que es muy útil para la planificación del territorio.

De este ejemplo podemos deducir que los criterios de evaluación deben ser exhaustivos, coherentes, independientes, aplicables y no redundantes.



Para entender los conceptos fundamentales sobre la evaluación multicriterio, es necesario que usted realice una lectura del capítulo 21.4 Evaluación multicriterio del texto de Víctor Olaya.

Como puede observar, Olaya menciona que la EMC requiere de dos pasos importantes que son la creación de capas y la forma de combinar dichas capas. A continuación, revisemos lo más importante de estos temas.

6.2. Creación de capas a combinar

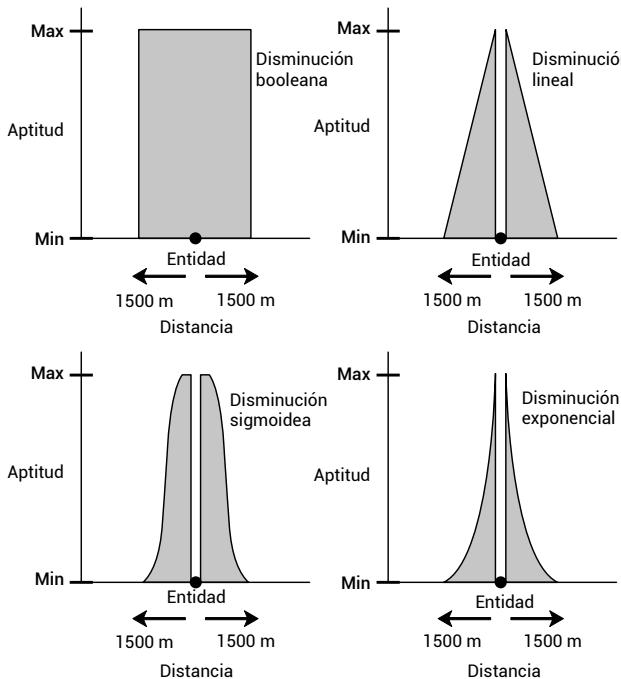
En el apartado anterior habíamos analizado el ejemplo del estudio de Lagos (2012). Como podemos observar, los criterios utilizados tienen unidades de medida muy diferentes. Por ejemplo, la altitud se mide en metros, la pendiente en porcentaje, la pobreza a través de un índice, etc.

Para poder integrar estos criterios en una EMC, es necesario estandarizarlos y transformarlos según el nivel de adecuación con respecto al objetivo planteado. Supongamos que queremos identificar zonas para recreación (objetivo) y establecemos que los sitios alejados 1500 metros de vías principales (criterio) son óptimos. En este caso, necesitamos una capa de distancia a vías principales y transformarla a una escala de 0 a 1, de manera que el valor de 1500 tenga el valor de 1 (máxima aptitud) y el resto de la capa, el valor de 0 (mínima aptitud). De igual manera si tuviéramos otro criterio como distancia a ríos, pendiente, tipo de suelo o categoría de uso del suelo, deberíamos transformar los valores de la capa a una escala de 0 a 1, para poder combinar con el resto de capas.

Para expresar la aptitud también se puede usar escalas de 0 a 100 o de 0 a 255, lo importante es normalizar todas las capas a la misma escala. En la figura 43 podemos observar dos tipos de clasificación de la aptitud. En la clasificación booleana la aptitud se mantiene máxima a la distancia de 1500 metros, para pasar directamente a no tener aptitud con valores mayores o menores a 1500. Por otro lado, la clasificación difusa muestra la máxima

aptitud a la distancia de 1500, pero la aptitud disminuye gradualmente a medida que nos alejamos del valor de 1500. En la clasificación difusa se pueden utilizar funciones como la lineal, sigmoidea o exponencial (Moreno Jiménez et al., 2017).

Figura 43.
Comparación entre clasificación booleana y difusa



Nota. Comparación entre clasificación booleana (disminución booleana) y difusa (disminución lineal, sigmoidea y exponencial). Tomado de Moreno Jiménez et al. (2017).

Como puede observar, la clasificación booleana genera una aptitud binaria, mientras que la clasificación difusa determina varios grados de aptitud.

6.3. Métodos de combinación

Con los mapas de criterios creados, se procede a combinarlos. Cuando hemos preparado mapas booleanos, se puede realizar una unión o intersección booleana. La unión equivale a una suma o al operador lógico OR (se puede cumplir uno o varios criterios), mientras que la intersección

corresponde a una multiplicación o al operador lógico AND (se deben cumplir todos los criterios).

Cuando hemos preparado mapas con clasificación difusa, podemos aplicar diversos métodos. En el texto básico se explican la regla de Dempster y la metodología de Jerarquías Analíticas.

Vamos a profundizar en la metodología de Jerarquías Analíticas (AHP). Este procedimiento permite asignar pesos a los criterios, a través de una comparación de la importancia relativa entre pares de criterios. Estos pesos se utilizan por lo general para integrar los criterios a través de una combinación lineal ponderada. Revise el siguiente recurso, para comprender los pasos que se deben seguir para obtener los pesos mediante el método AHP.

Metodología AHP

Finalmente, es importante tener claro que los criterios pueden ser factores o restricciones. Los factores se pueden generar como mapas continuos (difusos) o booleanos y expresan en qué grado se mejora o se reduce la aptitud para una alternativa determinada. Las restricciones por lo general se representan a través de mapas booleanos, ya que son una limitante para la alternativa. Por ejemplo, cuando se evalúa alternativas para expansión urbanística, una restricción puede ser una capa de áreas protegidas, dentro de cuyos límites, por estipulación legal, no se puede urbanizar.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Realice el ejercicio

- Analice el estudio de [Lagos \(2012\)](#) acerca de la obtención de mapas de riesgo por tsunami a través de EMC. Identifique la escala de normalización de los criterios. ¿Se ha realizado una clasificación booleana o difusa de los criterios? ¿Logra reconocer si alguno de los criterios corresponde a una restricción? Note también la forma en que se han agrupado los criterios, teniendo en cuenta la amenaza y vulnerabilidad para determinar el nivel de riesgo.

- Realice entrevistas a personas de su lugar de residencia para priorizar los riesgos que les parecen más importantes. Puede usar como ejemplo la siguiente matriz (tabla 3). Personalice la matriz con los riesgos que sean comunes en su lugar de residencia. Utilice la metodología AHP para determinar la importancia (peso) de cada riesgo. Para llenar la matriz, puede utilizar el promedio de puntuaciones de las personas entrevistadas.

Tabla 3.

Ejemplo de matriz de priorización de riesgos

	Inundaciones	Deslizamientos	Terremotos	Tsunamis
Inundaciones				
Deslizamientos				
Terremotos				
Tsunamis				

Nota. Ejemplo de matriz de priorización de riesgos. Elaborado por los autores.

Con este ejercicio podrá ordenar los riesgos según su importancia desde el punto de vista de la comunidad.

Nota. Conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.

Actividad 2. Autoevaluación 7

Una vez finalizado el estudio de la Unidad 6, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!



Autoevaluación 7

Para las siguientes preguntas, indique si el enunciado es verdadero o falso.

1. () La evaluación multicriterio siempre se realiza a través de una expresión definida, por ejemplo, una fórmula.
2. () En evaluación multicriterio, los objetivos son las soluciones posibles para un problema.
3. () Los criterios pueden ser de dos tipos: factores y restricciones.
4. () Para combinar los criterios es necesario normalizarlos o estandarizarlos.
5. () La clasificación booleana de un criterio da como resultado zonas adecuadas (1) y no adecuadas (0).

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

6. La evaluación multicriterio sirve para:
 - a. Calcular coeficientes de correlación entre variables.
 - b. Seleccionar alternativas combinando variables.
 - c. Clasificar variables según su ponderación.
7. Agregando factores a través de una intersección se obtiene un mapa:
 - a. Booleano.
 - b. Difuso.
 - c. Continuo.

8. Un cultivo alcanza su máxima aptitud de rendimiento entre los 600 a los 1000 metros de elevación. Si se realiza una clasificación difusa de este criterio, ¿cómo se debería plantear?
- Los valores entre 600 a 1000 se transforman a 1 (máxima aptitud). Los valores menores a 600 y mayores a 1000 se transforman a 0 (mínima aptitud).
 - Los valores menores a 600 van aumentando gradualmente hasta llegar a 1. Los valores entre 600 a 1000 se transforman a 1 (máxima aptitud). Los valores mayores a 1000 se transforman a 0 (mínima aptitud).
 - Los valores menores a 600 van aumentando gradualmente hasta llegar a 1. Los valores entre 600 a 1000 se transforman a 1 (máxima aptitud). Los valores mayores a 1000 van disminuyendo gradualmente hasta llegar a 0 (mínima aptitud).
9. Si se quiere establecer zonas para desarrollo industrial una restricción sería:
- La franja de protección de ríos y quebradas.
 - La distancia a centros poblados.
 - La altitud del terreno.
10. Para elaborar un mapa de riesgo de inundación, el criterio de precipitación estaría relacionado a:
- Vulnerabilidad.
 - Amenaza.
 - Susceptibilidad.

[Ir al solucionario](#)



Semana 12

Durante esta semana recordaremos algunas cuestiones básicas sobre el tema de teledetección, para luego revisar los procesos de corrección más comunes que se deben realizar a una imagen. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

Unidad 7. Teledetección

Antes de revisar los portales para la descarga de imágenes satelitales, revisaremos brevemente algunos conceptos básicos relacionados con la teledetección. Como podrán recordar, la Teledetección es una herramienta que nos permite obtener información de la superficie terrestre sin estar en contacto físico con ella. Podemos relacionar el concepto de recoger datos a distancia con nuestros sentidos. Por ejemplo, la vista, el olfato y el oído son capaces de captar estímulos distantes (luz, olores, ruido) para enviar información al cerebro; mientras que, el tacto y el gusto sí requieren el contacto directo con algún objeto para poder enviar señales al cerebro.

En el caso de la Teledetección, los sensores, que se encuentran a bordo de diferentes satélites, son capaces de medir la radiación electromagnética en diferentes longitudes de onda. Revise el siguiente recurso para repasar las principales características del espectro electromagnético.

[El espectro electromagnético](#)

La radiación captada por los sensores se procesa y se convierte en una imagen digital, la cual es el producto que podemos procesar y analizar en un entorno SIG.

A continuación, revisaremos algunos de los procedimientos más generales para corregir las imágenes y poder trabajar con ellas.

7.1. Procesamiento de imágenes



Para profundizar en este tema revise el capítulo 17. Procesado de imágenes del texto de Olaya (2020), temas 17.1 Introducción, 17.2 Correcciones y preparación de imágenes y 17.3 Mejoras

Es importante tener claro que las imágenes satelitales son imágenes multibanda, por lo tanto, requieren formatos especiales como GeoTIFF, ECW o JPEG. Además, al disponer de varias bandas, es posible realizar combinaciones asignando las diferentes bandas en distinto orden en los canales RGB (rojo, verde y azul).

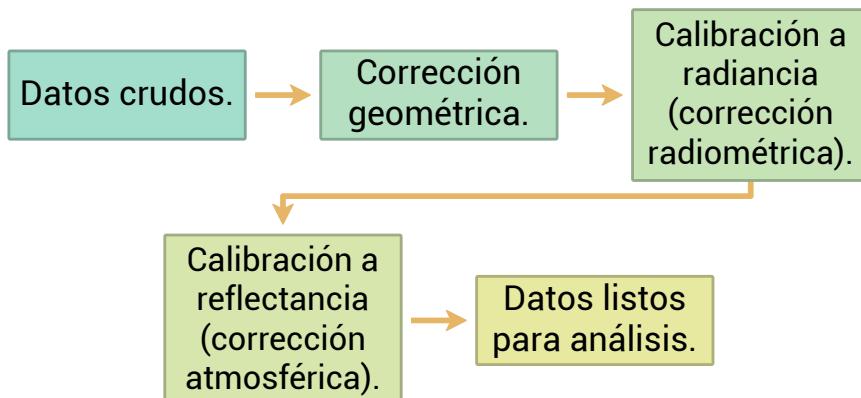
Otra cuestión relevante es revisar siempre el nivel de procesamiento de la imagen, pues la mayoría de productos ya tienen algún tipo de corrección. Revisemos brevemente los tipos de procesamiento más comunes (Olaya, 2020):

- Corrección geométrica. Sirve para corregir la posición de los píxeles de la imagen. Por ejemplo, la rectificación u ortorrectificación.
- Corrección atmosférica. Se utiliza para corregir efectos atmosféricos de difusión y absorción.
- Corrección radiométrica. Abarca procedimientos que ayudan a corregir el nivel digital de un píxel. Por ejemplo, el equilibrado radiométrico (transformación lineal), mosaicos (unión de imágenes adyacentes), contraste (redistribución de los píxeles a los niveles de gris de la imagen), filtros (para destacar o suavizar elementos de la imagen) y pansharpening (fusión con banda de mejor resolución espacial).

En la figura 44 puede observar un esquema simplificado de las correcciones que se suelen aplicar a una imagen satelital.

Figura 44.

Orden de procesamiento de las imágenes



Nota: Elaboración propia.

Las imágenes con los niveles de procesamiento antes mencionados se aplican en muchísimos campos desde la agricultura hasta la geopolítica. En el siguiente apartado, veremos cómo se utilizan en el ámbito de la gestión de riesgos y desastres.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Realice el ejercicio

- Revise el [manual de procesamiento de imágenes Landsat 8](#). En este documento podrá seguir con facilidad los procedimientos de mejora de estas imágenes. Además, podrá identificar los parámetros necesarios para convertir los niveles digitales a radiancia, reflectancia y temperatura de brillo.
- Revise el documento [El Programa Copernicus para la monitorización del territorio y los Objetivos del Desarrollo Sostenible](#). En los capítulos 5 y 7 dispone de guías para el procesamiento de imágenes Sentinel 1 y 2. Observe la importancia de la misión Sentinel para la gestión de emergencias y las diferencias entre los sensores que conforman este programa.
- Explore distintos portales para la visualización y descarga de diferentes imágenes satelitales en el recurso [Recopilatorio de los mejores visores para teledetección](#)
- Realice la práctica sobre Correcciones y mejoras de una imagen, para fortalecer su comprensión sobre este tema.



Semana 13

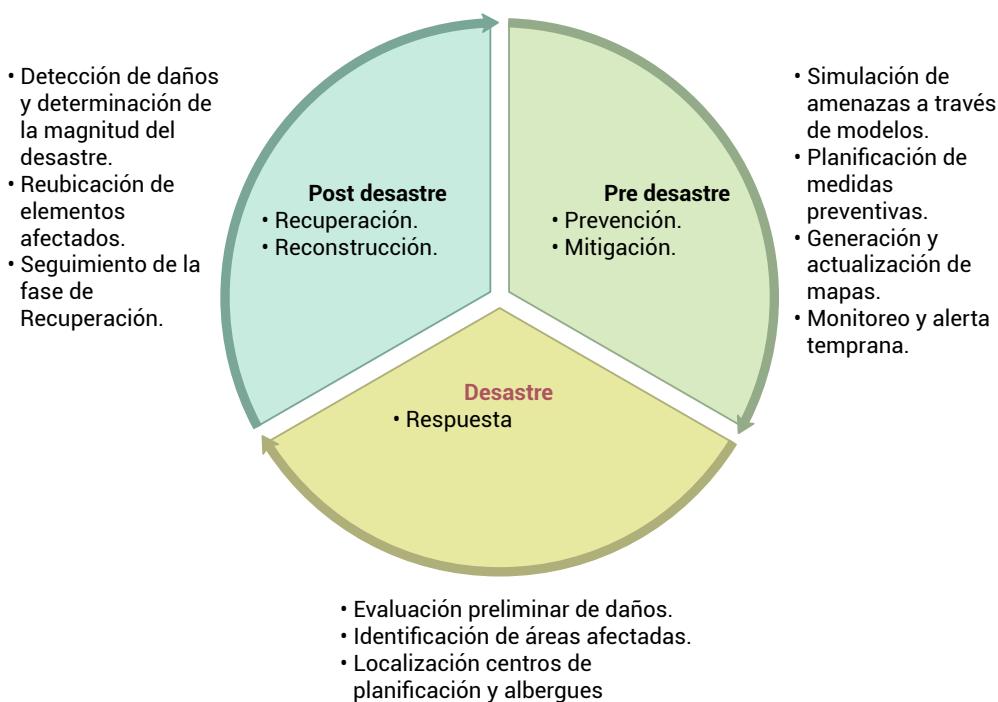
Durante esta semana realizaremos un recuento de los productos de teledetección más utilizados en tareas de gestión de riesgos y desastres. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

7.2. Teledetección para la gestión de riesgos y desastres

En la actualidad, los datos provenientes de teledetección se consideran fundamentales para generar información útil antes, durante y después de un desastre. En la figura 45, podemos observar algunas de las tareas en las que la teledetección ofrece un gran apoyo.

Figura 45.

Aplicaciones de teledetección en las fases del desastre



Nota. Adaptado de Staub y Hans-Peter, 2014.

Como puede observar, los datos obtenidos mediante teledetección son útiles en todas las fases del desastre.

Según la Organización de Estados Americanos [OEA] (1993), a la hora de seleccionar una imagen satelital para el análisis de riesgos, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- El tamaño de píxel de la imagen, si se requieren estudios a mayor detalle será mejor un producto comercial como Ikonos, si es para un estudio regional puede servir Landsat y para un estudio global MODIS.

- Número de bandas, las diferentes regiones del espectro electromagnético contribuyen con información útil dependiendo del tipo de desastre.
- Resolución radiométrica, a mayor número de niveles digitales, mayor nitidez de la imagen.
- Marco temporal, la frecuencia de toma de las imágenes es importante cuando se quiere determinar el efecto inmediato de un evento. También, la disponibilidad de mayor cantidad de datos históricos permite mejorar el modelamiento de ciertos fenómenos.

Los productos de teledetección también dependen del tipo de sensor utilizado. En este sentido, se puede disponer de productos como (Joyce et al., 2009):

- Datos ópticos (espectro visible, infrarrojo cercano y de onda corta). Los datos ópticos permiten mapear distintos elementos de la superficie terrestre, aunque se ven muy afectados por las condiciones de nubosidad. Varían desde resolución espacial baja a alta. Por lo general, la frecuencia de toma de imágenes de alta resolución depende de pedidos o de proyectos y cubrir un área grande puede resultar costoso. Las imágenes de resolución media a baja suelen estar disponibles para la descarga gratuita. En la figura 46 se puede visualizar una relación entre la resolución de diferentes imágenes satelitales.

Figura 46.

Vista de la zona centro de la ciudad de Loja con satélites de diferente resolución



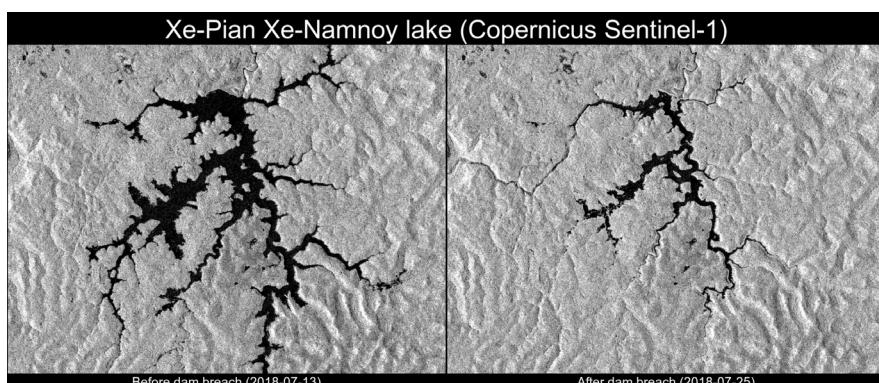
Nota. Vista de la zona centro de la ciudad de Loja con satélites de diferente resolución: Google Earth, menor a dos metros; Sentinel 2, 10 metros en bandas del espectro visible y Landsat 8, 30 metros en bandas del espectro visible.

Después de observar esta imagen, podemos notar claramente que las imágenes de alta resolución tienen un tamaño de píxel más pequeño, mientras que las imágenes de baja resolución tienen un tamaño de píxel más grande.

- Datos radar (SAR). Se pueden tomar independientemente de las condiciones atmosféricas o de iluminación (provienen de sensores activos). Son muy útiles en la identificación de características geológicas y geomorfológicas. Además, suelen presentar ruido (speckle), interferencias por efectos topográficos o resolución espacial baja en algunos productos. En la figura 47 se puede apreciar una visualización de la falla de la represa en el Lago Xe Pian Xe Namnoy en Laos en 2018.

Figura 47.

Impacto de la falla de la represa en el lago Xe Pian Xe Namnoy



Nota. Tomado de ESA, 2018.

Cabe aclarar que la imagen anterior se obtiene después de un tratamiento adecuado. Es decir, se requiere capacitación especializada para poder interpretar correctamente este tipo de datos.

- Datos térmicos. Los datos térmicos son útiles en monitoreo de procesos volcánicos o incendios. Por ejemplo, en el portal [Global Forest Watch](#), se puede acceder a alertas de incendios activos VIIRS. Este producto ayuda a identificar incendios a nivel global casi en tiempo real, a través de un algoritmo que combina bandas del infrarrojo medio y térmico. En la figura 48 se muestra uno de los portales para la descarga de datos sobre incendios [FIRMS](#).

Figura 48.

Geoportal FIRMS para la descarga de datos VIIRS



Nota. Tomado de FIRMS. [Captura de pantalla].

En el anexo, pueden observar algunos ejemplos de aplicación de la teledetección en distintas fases de la gestión de riesgos. Anexo 4.

Ediloja insertar documento [Anexo 4](#).

Como pueden darse cuenta, existen variedad de productos y aplicaciones. Cabe anotar que cuando ocurren desastres de gran magnitud las agencias espaciales proporcionan a los países imágenes satelitales o productos derivados de ellas, como forma de apoyo a la respuesta. Este mecanismo de apoyo se denomina Carta Internacional: Espacio y Grandes Desastres. La información proporcionada se destina principalmente a las autoridades competentes en gestión de riesgos de cada país, para que puedan tomar las decisiones pertinentes.

¡Espero que estos contenidos le hayan resultado útiles e interesantes!



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Realice una búsqueda bibliográfica

- Revise el anexo 4 y haga una búsqueda en la web acerca de las características de los sensores recomendados para cada aplicación. Clasifique los sensores según su resolución y también según el costo de adquisición. Con esta revisión podrá darse cuenta de que, por lo general, los productos de mayor resolución son comerciales.
- Revise el artículo [Potencial de la percepción remota - estudio basado en desastres naturales ocurridos durante los últimos 5 años en Chile](#). Con el análisis de este documento, complemente la información del anexo 4, identificando otras aplicaciones según la fase de gestión del riesgo que corresponda.
- Infórmese más acerca de la [Carta Internacional: Espacio y Grandes Desastres](#). Ingrese a la web oficial para revisar los productos generados para el evento del terremoto de 2016 en Ecuador o de cualquier otro desastre que sea de su interés.



Semana 14

Durante esta semana aprenderemos acerca de los datos disponibles para el monitoreo de inundaciones. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

7.3. Datos satelitales para el monitoreo de inundaciones

De acuerdo a OEA (1993), las inundaciones son el más común de los peligros naturales que puede afectar a personas, infraestructura y medio ambiente natural. Las inundaciones comúnmente se deben a: precipitaciones intensas y persistentes, subida anormal de mareas o del nivel del mar, deshielos, coladas de barro, rotura de diques o represas, dificultades de drenaje o infiltración y construcción de áreas artificiales (Martínez y Martín, 2010).

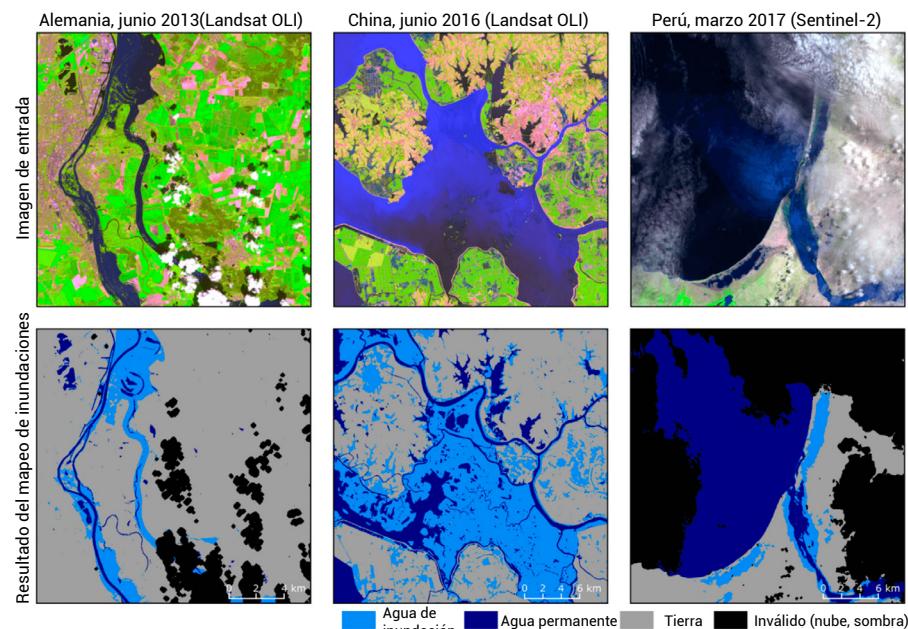
Las masas de agua en estado líquido tienden a absorber energía existiendo una menor absorción en el visible y una absorción ligeramente mayor en las bandas del infrarrojo de onda corta o SWIR. Debido a este comportamientopectral, se puede identificar zonas inundadas con ayuda de composiciones RGB o índices como el NDWI (Matellanes, 2019).

Klemas (2015), afirma que los sistemas de teledetección óptica y por radar en satélites y aviones proporcionan información para observar y delimitar zonas afectadas por inundaciones, evaluar los daños y alimentar modelos de vulnerabilidad. Además, las mediciones sobre el terreno pueden integrarse con datos de teledetección para observar los cambios en la extensión de las aguas superficiales y obtener otra información hidrológica.

Cuando las nubes y los árboles no ocultan la superficie del agua los sensores visibles/infrarrojos de alta resolución proporcionan una buena delimitación de las zonas costeras inundadas. Las imágenes en el infrarrojo cercano son especialmente eficaces porque las bandas espectrales del infrarrojo cercano son fuertemente absorbidas por el agua, pero reflejadas por la tierra.

Figura 49.

Mapeo de inundaciones a partir de diferentes imágenes satelitales



Nota. Tomado de Wieland y Martinis, 2019.

Los sensores activos, como el SAR, pueden penetrar las nubes, las plantas acuáticas emergentes y las copas de los árboles para detectar el agua estancada.

Los altímetros de radar pueden medir directamente las variaciones del nivel de los ríos grandes. El LIDAR aerotransportado puede utilizarse para determinar la profundidad del agua de las zonas inundadas (Klemas, 2015).

La evaluación de los daños causados por las inundaciones puede beneficiarse de las imágenes de teledetección tanto de media resolución (20-250 m) como de alta resolución (0,5-4 m). Las imágenes de media resolución se utilizan para evaluar los daños generales de las inundaciones en grandes áreas, como humedales costeros o manzanas enteras, y pueden obtenerse con

Imágenes multiespectrales/hiperespectrales por satélite o por radar. Las imágenes de alta resolución se utilizan para determinar los daños detallados en casas, carreteras, diques y otras estructuras y se obtienen con cámaras aerotransportadas o imágenes de satélite de alta resolución (Klemas, 2015).

La NASA, a través de su programa Applied Remote Sensing Training Program–ARSET, pone a disposición del público capacitaciones en temas de teledetección. Para complementar este tema, revisaremos una capacitación sobre el tema de inundaciones, disponible en el enlace que se muestra a continuación.



Para profundizar en este tema revise el vídeo [Teledetección para escenarios de desastres: Inundaciones](#)

También se recomienda revisar la [presentación](#) asociada a este video, ya que puede encontrar de forma resumida los portales más importantes para el monitoreo de inundaciones a nivel global.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Visite los siguientes recursos

- Revise el [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas](#) del Ecuador. Con base en el capítulo relacionado con inundaciones, haga un resumen de las causas, consecuencias e historia de esta amenaza en nuestro país. También, analice el modelo cartográfico utilizado para elaborar los mapas de amenaza y exposición.
- Explore la plataforma [Global Flood Monitoring System \(GFMS\)](#). Este portal es mencionado en la capacitación de ARSET, puede orientarse con la presentación o el video para descargar y visualizar la información disponible.



Semana 15

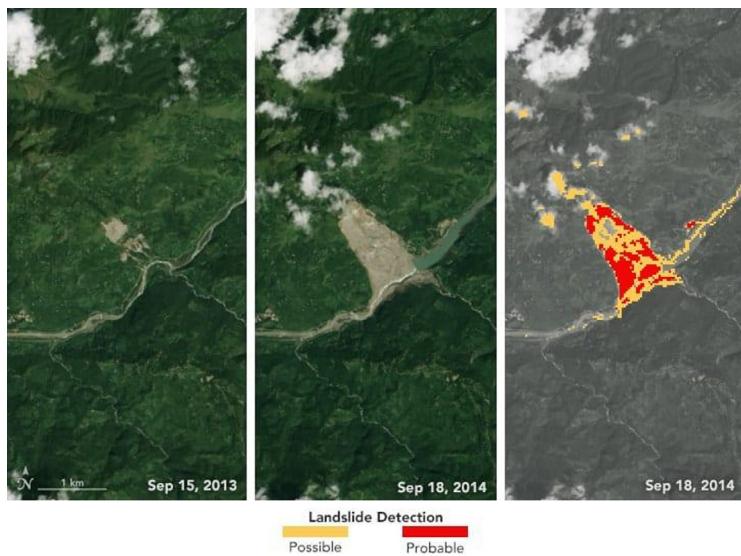
Durante esta semana aprenderemos acerca de los datos disponibles para el monitoreo de derrumbes y terremotos. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

7.4. Datos satelitales para el monitoreo de derrumbes y terremotos

Los derrumbes o deslizamientos de tierras son procesos dinámicos de la superficie terrestre. Aunque pueden producirse de forma lenta, habitualmente se trata de desplazamientos violentos de grandes volúmenes de tierra y rocas. Influyen en su ocurrencia las pendientes elevadas, el tipo de litología y de suelos del sustrato, las precipitaciones abundantes, la orientación de las grietas, la actividad sísmica y volcánica. También contribuyen factores antrópicos como cambios en la cobertura vegetal, tales como repoblaciones forestales o deforestación, incendios forestales, excavaciones y actividades mineras o construcción de infraestructuras viarias (Martínez y Martín, 2010).

Zhao y Lu (2018) indican que imágenes ópticas como Landsat TM/ETM, SPOT 1-5, ASTER, IRS-1C LISS III, RapidEye y otras imágenes de alta resolución se utilizan para hacer inventarios de deslizamientos y estudio de su cinemática. Asimismo, datos SAR como Envisat ASAR, ALOS/PALSAR, COSMO-SkyMed constellation, TerraSAR-X, TerraSAR-X/TanDEM-X y Sentinel-1, se usan como fuente de datos cuando hay condiciones atmosféricas adversas. Datos LiDAR, se utilizan para hacer modelación 3D de los derrumbes, mientras que modelos de elevación derivados de SAR se aplican en la cuantificación de la erosión y volumen del movimiento en masa. También se suelen implementar sensores SAR en terreno. En la imagen 50 puede observar un ejemplo de detección de deslizamientos a partir de imágenes Landsat 8.

Figura 50.
Mapeo de deslizamientos



Nota. Mapeo de deslizamientos aplicando el algoritmo Sudden Landslide Identification Product (SLIP) desarrollado por la NASA. Tomado de Borneman, 2016.

Por otro lado, los terremotos de origen tectónico son movimientos bruscos de la Tierra, que se producen cuando, por el desplazamiento de las placas tectónicas, se libera repentinamente la energía acumulada. La distribución geográfica de este tipo de terremotos coincide con la localización de las

grandes fallas geológicas y de los bordes de las placas tectónicas. Otras causas pueden ser procesos volcánicos, el hundimiento de cavidades cársticas, masivos movimientos de ladera y la realización de pruebas nucleares (Martínez y Martín, 2010).

Según Rathje et al. (2008), la teledetección no puede reemplazar a las observaciones en terreno para documentar y comprender los efectos de los terremotos. Sin embargo, pueden ser un gran complemento para apoyar en actividades pre-sismo y post-sismo (a corto y largo plazo). En la tabla 4 se indican algunos ejemplos de estas actividades.

Tabla 4.

Imágenes satelitales aplicadas a actividades pre-sismo y post-sismo

Tipo de datos	Actividades pre-evento	Actividades post-evento (corto plazo)	Actividades post-evento (largo plazo)
Imágenes ópticas de alta resolución (IKONOS, Quickbird, OrbView-3)	Elaboración de mapas base	Respuesta a la emergencia	Estudios detallados de los efectos del terremoto
	Inventario de infraestructura	Reconocimiento del terremoto	
	Estimación de pérdidas	Evaluación rápida de daños y pérdidas	
Imágenes ópticas y SAR de resolución alta, media y baja	Patrones detallados de daños		
	Ubicación general de daños		
LiDAR	Evaluación rápida de daños y pérdidas		
	Geometría de las fallas		

Nota. Tomado de Rathje et al. (2008).

Para complementar este tema, revisaremos una capacitación de ARSET sobre el tema de derrumbes y terremotos, disponible en el enlace que se muestra a continuación.



Para profundizar en este tema revise el video [Teledetección para escenarios de desastres: Derrumbes y terremotos](#)

También se recomienda revisar la [presentación](#) asociada a este vídeo, ya que puede encontrar de forma resumida los portales más importantes para la obtención de datos de derrumbes y terremotos a nivel global.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Actividad 1: Revise los siguientes recursos

- Revise el [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas](#) del Ecuador. Con base en los capítulos relacionados con deslizamientos y terremotos, haga un resumen de las causas, consecuencias e historia de esta amenaza en nuestro país. También, analice el modelo cartográfico utilizado para elaborar los mapas de amenaza y exposición.
- Explore el portal de la NASA [Global Landslide Catalog](#). Este portal es mencionado en la capacitación de ARSET, puede orientarse con la presentación o el vídeo para descargar y visualizar la información disponible.
- Ingrese a la plataforma [Global Earthquake Model](#), la cual es una iniciativa colaborativa para transparentar los datos disponibles acerca de terremotos a nivel global. Descargue la base de datos de fallas activas y visualícela en QGIS.

Actividad 2. Autoevaluación 8

Una vez finalizado el estudio de la Unidad 7, le recomendamos realizar la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre los temas. Si detecta falencias de conocimiento vuelva a revisar los contenidos. ¡Éxitos!



Autoevaluación 8

Para las siguientes preguntas, indique si el enunciado es verdadero o falso.

1. () Las correcciones geométricas rectifican valores mal asignados a algunos píxeles.
2. () Los procesos de rectificación y ortorrectificación son sinónimos, por lo tanto, aplican el mismo procedimiento.
3. () Las correcciones que se aplican para rectificar el ruido de una imagen son las correcciones radiométricas.
4. () Los filtros de suavizado producen un efecto de desenfoque al fusionar dos imágenes.
5. () La fusión permite obtener imágenes de mejor resolución al combinar la banda pancromática con otras bandas.

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

6. Un ejemplo de actividad pre desastre es:
 - a. Evaluación rápida de daños.
 - b. Localización de albergues.
 - c. Simulación de amenazas a través de modelos.
7. Los datos que se pueden tomar en la noche o en el día son los que provienen de sensores:
 - a. Activos.
 - b. Pasivos.
 - c. Térmicos.
8. Para realizar una asignación de fondos en zonas afectadas por un desastre, sería mejor utilizar imágenes de resolución:
 - a. Baja.
 - b. Media.
 - c. Alta.

9. Para estudiar inundaciones con imágenes ópticas se debe tomar en cuenta que el comportamientopectral del agua se caracteriza por:
- Menor absorción en las bandas del infrarrojo y mayor absorción en las bandas visibles.
 - Mayor absorción en las bandas del infrarrojo y menor absorción en las bandas visibles.
 - El mismo nivel de absorción en las bandas del infrarrojo en las bandas visibles.
10. En un estudio global para identificar regiones con mayor nivel de riesgo geológico, sería recomendable utilizar imágenes de resolución:
- Alta y muy alta.
 - Alta y media.
 - Media y baja.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 16

Estimado/as estudiantes, hemos llegado a la finalización del segundo bimestre. Espero que los temas estudiados a lo largo de este tiempo hayan sido de su interés y hayan podido aprovechar las actividades propuestas. Esta semana está destinada a la revisión y estudio de los contenidos del segundo bimestre. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- Estudiar las unidades del segundo bimestre de la guía didáctica, aplicando técnicas de estudio como mapas conceptuales, resúmenes y esquemas.
- Realizar una lectura comprensiva de las lecturas obligatorias en los temas que corresponda, subrayando o resaltando ideas principales y consultando el significado de términos nuevos.
- Revisar las actividades calificadas y autoevaluaciones para reforzar su comprensión sobre los temas.

A continuación, le propongo que repase la siguiente tabla con el resumen de los temas estudiados durante el segundo bimestre.

Tabla 5.*Resumen de temas del segundo bimestre*

Unidad	Tema	Recurso de estudio
5. Análisis de información ráster	5.1. Álgebra de Mapas	Guía didáctica Capítulo 15 Álgebra de mapas (15.1 Introducción y 15.2 Tipos de funciones) del texto de Víctor Olaya
	5.2. El Modelo Digital de Elevaciones	Guía didáctica Capítulo 16 Geomorfometría y análisis del terreno (16.1 Introducción, 16.2 El modelo digital de elevaciones, 16.3 Creación y preparación del MDE y 16.4 Análisis morfométrico) del texto de Víctor Olaya
6. Evaluación multicriterio	6.1. Concepto de EMC	Guía didáctica
	6.2. Creación de capas a combinar	Capítulo 21.4 Evaluación multicriterio del texto de Víctor Olaya
	6.3. Métodos de combinación	
7. Teledetección	7.1. Procesamiento de imágenes	Guía didáctica Capítulo 17 Procesado de imágenes (temas 17.1 Introducción, 17.2 Correcciones y preparación de imágenes y 17.3 Mejoras) del texto de Víctor Olaya
	7.2. Teledetección para la gestión de riesgos y desastres	Guía didáctica
	7.3. Datos satelitales para el monitoreo de inundaciones	Guía didáctica REA Teledetección para escenarios de desastres: Inundaciones
	7.4. Datos satelitales para el monitoreo de derrumbes y terremotos	Guía didáctica REA Teledetección para escenarios de desastres: Derrumbes y terremotos

¡Felicidades por su esfuerzo y mucho éxito en la evaluación bimestral!



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	Cuando se usa una tabla de atributos o base de datos alfanumérica como base para realizar una consulta, se trata de una consulta temática. Una consulta espacial y un análisis basado en geoproccesamiento realizaría consultas en función de su posición espacial y forma.
2	a	La forma correcta de escribir una expresión es poniendo primero el nombre del <<campo>>, luego el <<operador>> y finalmente el <<valor>> que se quiere seleccionar.
3	c	Lo primero a realizar es identificar el campo que contiene la superficie. En el caso de la tabla de ejemplo, el campo se denomina "Área". Luego el operador, de acuerdo a la consulta se requiere todo lo que sea superior a 5000 hectáreas, por tanto el operador será '>'. Finalmente el valor; como el campo área tiene los datos numéricos determinados en hectáreas de acuerdo al enunciado, y se trata de un dato configurado como numérico, el valor será 5000 y se escribirá directamente en la consulta, sin poner comilla simple (se pone con comilla simple los datos configurados como tipo texto).
4	d	En este caso, las tres opciones son correctas y arrojaría exactamente los mismos resultados.
5	b	En este caso, hay dos parroquias que finalizan con la palabra agosto: '10 de agosto' y '16 de agosto'. De las alternativas planteadas, para hacer la consulta correctamente debería utilizarse el comodín % antes de la palabra agosto, con lo cual estaríamos seleccionando todos los valores de ese campo (parroquias) que tengan cualquier texto al inicio, pero que finalizan con la palabra agosto.
6	b	Si nos quedamos únicamente con las filas que en el campo " DPA_DESCAN " tienen como nombre 'IBARRA', y luego vemos los valores de esas filas en el campo " DPA_DESPAR " podemos observar que el único valor es 'San Miguel de Ibarra'.
7	a	Efectivamente cuando se realiza un análisis espacial se está realizando un proceso exploratorio en el cual se puede conocer en dónde están localizados los elementos que tienen unas determinadas características, sean temáticas o de localización.
8	c	En este caso, usando el campo "Área", se deberá utilizar el operador '<=' dado que deberían seleccionarse las parroquias con superficie menor a 2000 hectáreas, pero también las que tengan 2000.

Autoevaluación 1

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
9	b	El operador a utilizar para resolver esta consulta es <i>LIKE</i> debido a que queremos consultar elementos que tengan una parte del valor. Adicionalmente, como se quiere seleccionar todas las parroquias que empiecen con 'A', entonces podemos decir que luego de esa primera palabra puede tener cualquier otro texto, por tanto el comodín % deberá ponerse luego de la A.
10	a	Es una consulta con dos condiciones, en las cuales el operador de concatenación debe ser AND, porque se pide que se cumplan las dos condiciones.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	c	Dentro: El objeto de la capa A está completamente dentro del objeto de la capa B (figura 2.3). Es lo opuesto a contiene. Si A está completamente dentro de B, entonces B contiene a A.
2	d	Inconexo El objeto de la capa A no tiene un área de intersección con el objeto de la capa B. Pueden ser puntos, líneas o polígonos en las dos capas. En la figura 2.4 se muestran los resultados de esta consulta.
3	e	Igual El objeto de la capa A tiene exactamente la misma geometría que el objeto de la capa A (figura 2.5). Las geometrías de los dos objetos deben ser las mismas (puntos con puntos, líneas con líneas, polígonos con polígonos).
4	f	Interseca. Los objetos de la capa B se intersecan con objetos de la capa A. No es necesario que estén completamente dentro, es suficiente con que se lleguen a tocar para que resulten seleccionados, como se observa en la figura 2.6.
5	f	Interseca. Los objetos de la capa B se intersecan con objetos de la capa A. No es necesario que estén completamente dentro, es suficiente con que se lleguen a tocar para que resulten seleccionados, como se observa en la figura 2.6.
6	g	Solapa Como se observa en la figura 2.7, se seleccionan los objetos de la capa A que se cruzan con el borde de la capa B.
7	h	Toca Los objetos de la capa A se seleccionan cuando uno de sus vértices toca un vértice del objeto de la capa B (figura 2.8).
8	a	Seleccionar objetos de: aquí se deberá poner la capa sobre la que quiere hacer la selección espacial.
9	a	Las consultas espaciales necesitan dos capas espaciales, la primera sobre la que se realizará la selección, y la segunda que servirá de referencia.
10	a	Se pueden combinar consultas espaciales y temáticas, se puede hacer primero una de las dos, para luego complementar con el otro tipo de consulta utilizando las diferentes opciones de selección.

**Ir a la
autoevaluación**

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	De todos los tipos de bases de datos, las más utilizadas y que necesitamos para un trabajo en SIG son las bases de datos relacionales.
2	c	Las bases de datos relacionales están enlazadas a los componentes espaciales y temáticos de los elementos gráficos, y la información o valores que definen a las propiedades de los elementos o entidades se denominan atributos.
3	b	Se denomina tabla de atributos, el denominar estas bases de datos con ese nombre tiene su razón, ya que la información se organiza en filas (registros) y columnas (campos).
4	c	En cuanto a los tipos de datos que podemos almacenar en una tabla de atributos, estos podrían ser principalmente: alfanuméricos, fechas, cadenas de texto, valores reales (números decimales), valores enteros (números enteros), entre otros. No se pueden almacenar imágenes o fórmulas diseñadas en un editor de texto.
5	a	Un dato de valor real hace referencia a un dato numérico decimal.
6	c	El dato "5 ecosistemas asociados" integra caracteres de texto y numéricos, por lo tanto, se trata de un dato alfanumérico.
7	a	La operación que permite eliminar una columna completa de la tabla de atributos es la de eliminar campo, debemos recordar que un campo es una columna.
8	c	Este ícono permite acceder a la calculadora de campos de QGIS y realizar con ella procesos de obtención de información más complejos a partir de la información de la tabla de atributos.
9	b	Este ícono permite reorganizar las columnas de la tabla de atributos.
10	c	Una operación de geometría es obtener el perímetro a partir de la información espacial de la entidad en análisis.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	En el geoprocесamiento las operaciones que realizamos transforman los datos vectoriales actuando sobre sus geometrías, con el concurso en algunos casos de los atributos de estas.
2	a	Los resultados de estas operaciones son nuevas capas, cuyas geometrías aportan información adicional a las geometrías originales o bien las transforman para que su uso sea más adecuado en otros análisis u operaciones.
3	a	Una zona de influencia es también conocida como buffer.
4	c	Cuando nos referimos a una zona de influencia, hay que tener claro que se trata de un área que rodea a un determinado elemento o entidad y su objetivo es mantener estas entidades del mundo real distantes entre ellas.
5	a	El propósito de este proceso es sobreponer capas de tal manera que la salida contenga zonas que cruzó la capa de corte.
6	b	La herramienta de diferencia nos permite sobreponer la capa de vías y del cantón de tal manera que la salida contenga todas las vías excepto las del cantón que intersectó.
7	b	Se debe utilizar la herramienta de unión que permite sobreponer capas de manera que la salida contenga las áreas interceptadas y las no interceptadas.
8	b	La intersección es un proceso en el que se preservan los objetos comunes a las capas que se están analizando y el resultado es así mismo una capa común.
9	a	La operación de polígono astilla se usa en los casos en que el producto de las operaciones geométricas de solape genera elementos resultantes de una intersección que deberían coincidir, pero que no lo hacen porque ocurren diferencias o imprecisiones al crearlas.
10	c	Las herramientas de geoprocесamiento de QGIS se ubican en el menú principal en la pestaña “vectorial”.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 5

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	La definición actual del álgebra de mapas la debemos a Dana Tomlin, quien estableció la división principal de funciones y dio cuerpo a la disciplina, sentando así las bases para lo que es hoy en día la manera habitual de proceder en el análisis de capas geográficas ráster.
2	c	El álgebra de mapas lo forman un conjunto de variables (los mapas), expresiones y funciones, los cuales, a través de una sintaxis adecuada, permiten la obtención de nuevos resultados geográficos.
3	b	La función representada en el gráfico es una función FOCAL, para obtener el resultado se toman en cuenta los valores de la celda de análisis y de su vecindad inmediata.
4	a	La función representada en el gráfico es una función LOCAL, para obtener el resultado se toman en cuenta solamente los valores de la misma celda en las diferentes capas.
5	b	El cálculo de la pendiente se trata de una operación de vecindad inmediata: Se trabaja con ventanas de 3 x 3 celdas de manera que el valor de la celda central de la ventana se obtiene a partir del cálculo de valor de las pendientes existentes entre esa celda y las celdas vecinas.
6	d	Para obtener el valor mínimo de una capa, se debe analizar todas las celdas del ráster de entrada, lo cual implica una función global.
7	c	Las cuencas hidrográficas constituyen zonas, por lo cual el índice de erosión promedio por cuenca implica una función zonal.
8	a	La reclasificación es una operación local que se realiza a partir de una capa de información fuente. Por lo tanto, a partir del valor de cada celda en la capa fuente se obtiene el valor que corresponde a esa misma celda en la capa resultante.
9	a	La vecindad es una ventana de análisis, la más común es la ventana 3X3 que corresponde a la vecindad inmediata de la celda de análisis.
10	c	Mayor que es un operador lógico, ya que los valores que cumplen con la condición son verdaderos y los que no son falsos.

[Ir a la
autoevaluación](#)

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	Un MDT es una «estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa y continua», mientras que un MDE es un caso particular dentro de los MDT en el cual la variable recogida es la elevación.
2	b	El formato más adecuado para la representación de la superficie terrestre, tanto por sus características como por la facilidad con la que permite la implementación de algoritmos, es el formato ráster, y será en este formato en el que se basen los análisis siguientes.
3	c	Las curvas de nivel son una fuente secundaria, ya que se obtienen de la digitalización de mapas topográficos. Es decir, requieren un tratamiento previo para poder utilizarse en un SIG.
4	b	El análisis morfométrico del MDE estudia el relieve y la orografía de la superficie por este definida, caracterizándolo a través de parámetros adicionales. Recurriendo una vez más a los conceptos del álgebra de mapas, estos parámetros se basan en su gran mayoría en un análisis focal.
5	c	Los splines representan una de las mejores alternativas para la creación de MDE. Frente a las restantes metodologías, algunos autores recomiendan el uso de splines para la obtención de MDE idóneos para el análisis.
6	b	La corrección de valores del MDE también busca eliminar errores incorporados por el uso de distintas fuentes de datos y la presencia de valores discrepantes muy improbables.
7	c	La pendiente refleja la variación máxima de la elevación.
8	a	La orientación es un valor en grados que expresa el ángulo formado entre el punto cardinal hacia el que está orientada la pendiente y el norte entre 0 a 360°, así, por ejemplo, una pendiente orientada hacia el este tendrá un valor de 90° y de 180° si está orientada hacia el sur.
9	b	El mapa de sombras es una técnica cartográfica clásica, según la cual se supone que existe un foco luminoso, generalmente en el noroeste y con un ángulo de 45° sobre la horizontal, que ilumina la superficie representada en el mapa produciendo un efecto de sombreado.
10	c	La orientación es un valor en grados que expresa el ángulo formado entre el punto cardinal hacia el que está orientada la pendiente y el norte entre 0 a 360°, así, por ejemplo, una pendiente orientada hacia el este tendrá un valor de 90° y de 180° si está orientada hacia el sur.

[Ir a la
autoevaluación](#)

Autoevaluación 7

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	falso	La EMC no es una fórmula predefinida, sino una combinación de variables que se han priorizado para el estudio de determinado objetivo.
2	falso	En EMC, los objetivos son el problema principal que se quiere resolver.
3	verdadero	Los criterios pueden ser factores (cuando inciden en el nivel de aptitud) o restricciones (cuando determinan zonas donde no se puede proponer alternativas).
4	verdadero	Las variables que intervienen en una EMC tienen escalas y unidades de medida diferentes, por lo tanto, antes de combinarlas es necesario normalizarlas o convertirlas a una escala común.
5	verdadero	En la clasificación booleana, el valor de 1 es verdadero (si cumple con las condiciones) y el de 0 es falso (no cumple con las condiciones).
6	b	La EMC sirve para seleccionar alternativas, a través de la evaluación de diferentes criterios de aptitud.
7	a	La intersección da como resultado un mapa booleano, ya que equivale a la operación lógica AND. Las zonas donde se cumplen ambos criterios tendrán el valor de 1, mientras que las zonas donde solo se cumpla uno de los criterios tendrán el valor de 0.
8	c	El ejemplo planteado requiere realizar una clasificación difusa, por lo tanto, los valores deben aumentar gradualmente hasta 600 y reducir gradualmente después de 1000.
9	a	La franja de protección de cuerpos hídricos suele ser una restricción legal, por cuanto estas zonas se deben destinar únicamente a conservación del agua.
10	b	La precipitación estaría relacionada a la amenaza, como una de las causas posibles para que se produzca una inundación.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 8

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	falso	Las correcciones geométricas rectifican distorsiones de forma provocadas por los movimientos y oscilaciones del sensor, o por el relieve del terreno, entre otros factores.
2	falso	A diferencia de la rectificación, que busca corregir errores geométricos, ubicando correctamente en un plano horizontal, la ortorrectificación utiliza un elemento adicional que es la altitud, y busca corregir las distorsiones provenientes del relieve del terreno.
3	verdadero	Las correcciones radiométricas corrigen valores erróneamente registrados o ruido presente en la imagen, entre otras alteraciones que pueden aparecer en esta.
4	falso	Los filtros de suavizado producen un efecto de desenfoque, restando definición a la imagen. Atenúan las diferencias entre píxeles vecinos.
5	verdadero	Por medio de la fusión pueden crearse imágenes sintéticas que combinen imágenes con alta resolución espacial y otras con alta resolución espectral, y que presenten alta resolución en ambas componentes.
6	c	La simulación de amenazas a través de modelos es una herramienta pre desastre, que sirve como insumo para la planificación
7	a	Los sensores activos pueden registrar datos a cualquier hora del día, pues tienen su propia fuente de radiación.
8	c	La actividad de asignación de fondos requiere un análisis muy detallado, por lo tanto, se deben utilizar imágenes de alta resolución como Ikonos o Quickbird, entre otras.
9	b	El agua se caracteriza por absorber más en el infrarrojo y menos en el visible.
10	c	Para un estudio general es suficiente utilizar imágenes de resolución media y baja, como Landsat o MODIS, entre otras.

[Ir a la autoevaluación](#)



5. Referencias bibliográficas

- Alonso, D. (2016). Las 10 herramientas de geoprocесamiento que todo analista GIS debería conocer. Disponible en: https://mappinggis.com/2014/10/herramientas-de-geoprocесamiento-en-gis/#3-Dissolve_Disolver
- Dam breach in the Xe-Pian Xe-Namnoy lake area, ESA, 27.07.2018, URL: http://m.esa.int/spaceinimages/Images/2018/07/Dam_breach_in_the_Xe-Pian_Xe-Namnoy_lake_area
- Joo, J. & Alvarado, V. (2013). Evaluación multicriterio/multiobjetivo aplicada a datos sobre educación: una primera aproximación. Revista Educación y Tecnología, 3, 112-123.
- Joyce, K., Wright, K., Samsonov, S. y Ambrosia, V. (2009). Remote sensing and the disaster management cycle, Advances in Geoscience and Remote Sensing, Gary Jedlovec, IntechOpen, DOI: 10.5772/8341. Available from: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-geoscience-and-remote-sensing/remote-sensing-and-the-disaster-management-cycle>
- Klemas, V. (2015). Remote sensing of floods and flood-prone areas: An overview. Journal of Coastal Research, 31(4), 1005– 1013. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.
- Lagos, Marcelo. (2012). Zonificación del riesgo de tsunami en el centro-sur de Chile. Revista de geografía Norte Grande, (53), 7-21. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022012000300001>
- Martínez, J. y Martín, M.P. (Eds.). (2010). Guía Didáctica de Teledetección y Medio Ambiente, Madrid, Red Nacional de Teledetección Ambiental, 197 pp.
- Matellanes, R. (2019). Evaluación de inundaciones mediante teledetección. Disponible en <https://geoinnova.org/blog-territorio/evaluacion-de-inundaciones-mediante-teledeteccion/>.

Moreno Jiménez, A. (Coord.) (2008). Sistemas y análisis de la información geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Edt. Alfaomega. España.

Moreno Jiménez, A. (Coord.), Buzai, G. D. (Coord.) y Fuensalida Díaz, M. (Coord.) (2017). Sistemas de información geográfica: aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales (2a. ed.). Madrid, RA-MA Editorial.

QGIS. (2017). Trabajar con la tabla de atributos. Disponible en: https://docs.qgis.org/2.14/es/docs/user_manual/working_with_vector/attribute_table.html

Rathje, E., Eeri, M. y Adams, B. (2008). The Role of Remote Sensing in Earthquake Science and Engineering: Opportunities and Challenges. Earthquake Spectra - EARTHQ SPECTRA. 24. 10.1193/1.2923922.

Santiago-Rodríguez, S., Romo-Lozano, J., Portillo-Vázquez, M. y Borja-de la Rosa, M. (2015). Multicriteria Decision Methods as an Alternative for Evaluating the UACH Research System. Education Journal. Vol. 4, No. 6, 2015, pp. 343-351. doi: 10.11648/j.edu.20150406.14

Staub, G., y Hans-Peter, B. (2014). Potencial de la percepción remota-estudio basado en desastres naturales ocurridos durante los últimos 5 años en Chile. Boletim de Ciências Geodésicas, 20(1), 204-221. <https://doi.org/10.1590/s1982-21702014000100013>

Universidad de Alcalá. Universidad de Melbourne. (2017). Guía de autoaprendizaje sobre Sistemas de Información Geográfica. Disponible en: <http://www.geogra.uah.es/gisweb/>

UPM-Universidad Politécnica de Madrid. (2017). Curso práctico de Sistemas de Información Geográfica. Disponible en: <https://miriadax.net/web/cursopractico-de-sistema-de-informacion-geografica-sobre-software-libre>

Voogd, H. (1983). Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning. Pion Ltd., London.

Wieland, M., Martinis, S. (2019). A Modular Processing Chain for Automated Flood Monitoring from Multi-Spectral Satellite Data. Remote Sens. 11, no. 19: 2330. <https://doi.org/10.3390/rs11192330>

Worboys, M., Duckham, M. (2004). GIS: A Computing Perspective. Chapter 4. Models of geospatial information. Boca Raton, etc.: CRC Press.

Zhao, C. y Lu, Z. (2018). Remote Sensing of Landslides—A Review. *Remote Sens.* 10, no. 2: 279. <https://doi.org/10.3390/rs10020279>



6. Anexos

Anexo 1. Descripción de los operadores comúnmente utilizados para la elaboración de consultas temáticas

OPERADOR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
<	Menor que	Se puede usar con texto, en cuyo caso selecciona todos los elementos que alfabéticamente se ubican antes del valor de referencia o con número o fechas, para lo cual selecciona los valores inferiores a un determinado número o anteriores a una determinada fecha.
<=	Menor o igual que	La única diferencia con respecto a < es que incluye en la selección los elementos que coinciden con el valor de referencia.
=	Igual que	Se puede usar con texto, números y fechas, selecciona todos los elementos que coinciden con el valor de referencia.
<>	No igual que	Se puede usar con texto, números y fechas, selecciona todos los elementos que no coinciden con el valor de referencia.
>	Mayor que	Se puede usar con texto, en cuyo caso selecciona todos los elementos que alfabéticamente se ubican después del valor de referencia o con número o fechas, para lo cual selecciona los valores superiores a un determinado número o posteriores a una determinada fecha.
>=	Mayor o igual que	La única diferencia con respecto a > es que incluye en la selección los elementos que coinciden con el valor de referencia.

OPERADOR	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
LIKE	Como	<p>Se usa cuando se quiere seleccionar un patrón de caracteres en un determinado campo, es decir cuando los caracteres que se buscan están parcialmente en un campo. Por ejemplo, si tenemos un <i>shape</i> con un campo llamado "COBERTURA" que tiene valores como 'bosque de pino', 'bosque de eucalipto', 'bosque nativo' y es nuestro interés seleccionar todos los elementos que sean 'bosque' independientemente de lo que sea se aplica el operador LIKE. Este operador va acompañado de los comodines % cuando se acepta cualquier número de caracteres adicionales o cuando se acepta un carácter adicional.</p> <p>Ej. "COBERTURA" LIKE 'bosque%'</p>
ILIKE	Como	<p>ILIKE trabaja de forma similar a LIKE, la única diferencia es que no es sensible a mayúsculas y minúsculas</p> <p>Ej. "COBERTURA" ILIKE 'bosque%'. </p>

Nota: Descripción de los operadores comúnmente utilizados para la elaboración de consultas temáticas.

Anexo 2. Ejemplo de tabla de atributos sobre la que se puede realizar consultas temáticas

DPA_DESPAR	DPA_DESCAN	DPA_DESPRO	Área
CUENCA	CUENCA	AZUAY	7617.43
GUARANDA	GUARANDA	BOLÍVAR	51948.33
AZOGUES	AZOGUES	CAÑAR	5909.77
TULCAN	TULCAN	CARCHI	13646.69
RIOBAMBA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	6237.93
LATACUNGA	LATACUNGA	COTOPAXI	26449.92
MACHALA	MACHALA	EL ORO	20233.68
ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	6749.98
BELLAVISTA	SANTA CRUZ	GALÁPAGOS	118375.28
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	242839.49
SAN MIGUEL DE IBARRA	IBARRA	IMBABURA	24166.31
LOJA	LOJA	LOJA	28585.97
ANTONIO SOTOMAYOR (CAB. EN PLAYAS DE VINCES)	VINCES	LOS RÍOS	14234.17
10 DE AGOSTO	PEDERNALES	MANABÍ	23318.89
16 DE AGOSTO	PALORA	MORONA SANTIAGO	9423.35
SAN JUAN DE MUYUNA	TENA	NAPO	18273.17
PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA (EL COCA)	ORELLANA	ORELLANA	14606.97
PUYO	PASTAZA	PASTAZA	8776.85
ALANGASÍ	QUITO	PICHINCHA	2917.46
ANCONCITO	SALINAS	SANTA ELENA	892.9
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	108875.02
NUEVA LOJA	LAGO AGRI	SUCUMBÍOS	37896.13
AMBATILLO	AMBATO	TUNGURAHUA	1242.29
28 DE MAYO (SAN JOSÉ DE YACUAMBI)	YACUAMBI	ZAMORA CHINCHIPE	48416.71

Nota. Tabla de atributos sobre la que se puede realizar consultas temáticas.

Anexo 3. Tabla de atributos para desarrollar algunas preguntas planteadas en la autoevaluación

DPA_DESPAR	DPA_DESCAN	DPA_DESPRO	Área
CUENCA	CUENCA	AZUAY	7617.43
GUARANDA	GUARANDA	BOLÍVAR	51948.33
AZOGUES	AZOGUES	CAÑAR	5909.77
TULCAN	TULCAN	CARCHI	13646.69
RIOBAMBA	RIOBAMBA	CHIMBORAZO	6237.93
LATACUNGA	LATACUNGA	COTOPAXI	26449.92
MACHALA	MACHALA	EL ORO	20233.68
ESMERALDAS	ESMERALDAS	ESMERALDAS	6749.98
BELLAVISTA	SANTA CRUZ	GALÁPAGOS	118375.28
GUAYAQUIL	GUAYAQUIL	GUAYAS	242839.49
SAN MIGUEL DE IBARRA	IBARRA	IMBABURA	24166.31
LOJA	LOJA	LOJA	28585.97
ANTONIO SOTOMAYOR (CAB. EN PLAYAS DE VINCES)	VINCES	LOS RÍOS	14234.17
10 DE AGOSTO	PEDERNALES	MANABÍ	23318.89
16 DE AGOSTO	PALORA	MORONA SANTIAGO	9423.35
SANTIAGO	LOJA	Loja	18273.17
PUERTO FRANCISCO DE ORELLANA (EL COCA)	ORELLANA	ORELLANA	14606.97
PUYO	PASTAZA	PASTAZA	8776.85
ALANGASÍ	QUITO	PICHINCHA	2917.46
ANCONCITO	SALINAS	SANTA ELENA	892.9
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS	SANTO DOMINGO	SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS	108875.02
NUEVA LOJA	LAGO AGRIÓ	SUCUMBÍOS	37896.13
AMBATILLO	AMBATO	TUNGURAHUA	1242.29
28 DE MAYO (SAN JOSE DE YACUAMBI)	YACUAMBI	ZAMORA CHINCHIPE	48416.71

Nota: Tabla de atributos para desarrollar algunas preguntas planteadas en la autoevaluación.

Anexo 4. Aplicaciones de la teledetección en la gestión de riesgos y desastres

Etapa de gestión	Caso	Datos requeridos	Sensores	Aplicación
Prevención	Ubicación de rastros de fallas y zonas de ruptura	Modelo de elevaciones (MDE) de alta resolución	LiDAR, SAR	Planificación del uso del suelo alrededor de fallas activas para reducir el riesgo de desarrollo futuro en ubicaciones de peligro de fallas.
Prevención	Fallas de desplazamiento	SAR interferométrico	ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR	Conocimiento de las tasas de desplazamiento de fallas para modelos numéricos de pronóstico de la magnitud de posibles terremotos.
Prevención	Mapeo de llanuras de inundación	MDE	Lidar, ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR, Sentinel 1	Identificación de cambios en el uso de la tierra o medidas de protección en llanuras aluviales.
Prevención	Cobertura y uso del suelo	Datos ópticos y SAR polarimétrico	SPOT, ASTER, RADARSAT-2, Landsat, Sentinel 2	Planificación de cuencas hidrográficas para reducir el riesgo de inundaciones y deslizamientos.
Prevención	Cambios en la vegetación	Series temporales	SPOT, ASTER, RADARSAT-2, Landsat, MODIS	Determinar zonas de sequía, mapeo de amenaza por incendios.
Prevención	Flujos de lava y laharés	MDE, datos ópticos de alta resolución	SAR, Lidar, AVNIR-2, ASTER, Sentinel 2	Zonificación de la amenaza, concienciación a la población, localización de refugios.
Prevención	Identificación de pendientes inestables	MDE, SAR interferométrico, imágenes ópticas estéreo de alta resolución	LiDAR, ENVISAT ASAT, ALOS PALSAR, fotografía aérea	Mapeo de la amenaza para planificación de infraestructuras.

Etapa de gestión	Caso	Datos requeridos	Sensores	Aplicación
Prevención	Mapas de línea base de infraestructura	Imágenes ópticas de muy alta resolución	Fotografía aérea, Quickbird, Ikonos, Worldview	Identificar infraestructura en riesgo para la mitigación y para evaluar daños.
Prevención	Línea base de datos topográficos	Imágenes ópticas de resolución moderada a alta	AVNIR-2, Sentinel 2, fotografía aérea, Quickbird, Ikonos, Worldview	Modelación de peligros.
Preparación	Alarmas climáticas	RADAR, imágenes visibles e infrarrojas de escala global	GOES, NOAA, Meteosat	Alerta temprana de eventos climáticos severos.
Preparación	Movimiento y deformación del suelo	InSAR	ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR, Sentinel 1	Detección temprana de deformaciones en zonas volcánicas.
Preparación	Humedad del suelo	SAR de onda larga	SMAP	Detección de escasez de agua, capacidad de retención de agua del suelo para potencial de inundación o deslizamiento.
Preparación	Variabilidad de la temperatura del suelo	Imágenes térmicas, infrarrojo cercano para temperaturas muy altas	ASTER, MODIS, Landsat, AVHRR	Monitoreo de calentamiento y enfriamiento de volcanes.
Preparación	Mapeo batimétrico y costero	SONAR, Laser depth ranging	LADS, Topex Poseidon	Modelación de peligro de tsunami.
Preparación	Visualización y aviso de peligros potenciales	Imágenes ópticas de moderada a alta resolución, superpuestas en MDE	Fotografía aérea, Quickbird, Ikonos, Sentinel-2	Educación sobre peligros y riesgos, ejercicios de manejo de emergencias, planeación de escenarios de riesgos.

Etapa de gestión	Caso	Datos requeridos	Sensores	Aplicación
Preparación	Detección de temperatura del océano o cambios de presión atmosférica en ciclones, huracanes o tifones	Imágenes térmicas de escala gruesa	MODIS, GOES, AVHRR	Alerta temprana de clima severo.
Respuesta	Inundación	SAR, datos ópticos	Radarsat, ASTER, Quickbird, Ikonos, Sentinel 1 y 2	Determinar la magnitud, ubicación y duración de los impactos.
Respuesta	Grandes deslizamientos provocados por tormentas o terremotos	SAR, datos ópticos de moderada a alta resolución	Radarsat, Landsat, ASTER, Quickbird, Ikonos, Sentinel 1 y 2	Determinar la magnitud, ubicación y duración de los impactos.
Respuesta	Cenizas y gases volcánicos	Infrarrojos de onda corta y térmicos	GOES, TOMS, MODIS	Para avisos de cenizas volcánicas y para advertir a las aerolíneas sobre trayectorias de vuelo peligrosas.
Respuesta	Información pública	Imágenes ópticas de alta resolución	Quickbird, Ikonos	Apoyo informativo para población en riesgo.
Respuesta	Rastreo de embarcaciones	SAR	Terra SAR-X, Cosmo Sky-Med	Localizar embarcaciones durante tormentas.
Respuesta	Deformación co-sísmica y post-sísmica	InSAR	ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR	Confirmar la magnitud de terremotos y pronosticar posibles réplicas.

Etapa de gestión	Caso	Datos requeridos	Sensores	Aplicación
Recuperación	Tasa de recuperación (remoción de escombros, rebrote de vegetación, reconstrucción)	imágenes de moderada a alta resolución con continuidad temporal	Fotografía aérea, Quickbird, Worldview, Ikonos, Sentinel 2	Comparar la efectividad de Estrategias de recuperación, determinar si el presupuesto de ayuda se está usando adecuadamente, verificar la recuperación de hábitats, identificar zonas de riesgo residual.
Recuperación	Ubicación de infraestructura e instalaciones	Imágenes de muy alta resolución	Fotografía aérea, Quickbird, Worldview, Ikonos,	Creación de mapas base.
Recuperación	Revisión del MDE	InSAR, LiDAR	ENVISAT ASAR, ALOS PALSAR	Cuando la elevación local y regional cambio producto de un gran terremoto o erupción volcánica
Recuperación	Estado actual	Imágenes de muy alta resolución	Fotografía aérea, Quickbird, Worldview, Ikonos,	Identificar áreas para asignar fondos para la recuperación

Nota: Aplicaciones de la teledetección en la gestión de riesgos y desastres. Tomado de Joyce et al. 2009.