



Modalidad Abierta y a Distancia

# Itinerario 1: Prevención de Riesgos Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZ)

Guía didáctica

## Facultad de Ingenierías y Arquitectura

### Departamento de Geociencias

---

## Itinerario 1: Prevención de Riesgos Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZ)

### Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Gestión de Riesgos y Desastres	VII

### Autor:

Merino Vivanco Wilman Gonzalo



SIST\_3013

Asesoría virtual  
[www.utpl.edu.ec](http://www.utpl.edu.ec)

## **Universidad Técnica Particular de Loja**

### **Itinerario 1: Prevención de Riesgos Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZ)**

Guía didáctica

Merino Vivanco Wilman Gonzalo

#### **Diagramación y diseño digital:**

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

[www.ediloja.com.ec](http://www.ediloja.com.ec)

[edilojacialtda@ediloja.com.ec](mailto:edilojacialtda@ediloja.com.ec)

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-760-7



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 licenciatante. **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

<b>1. Datos de información.....</b>	<b>8</b>
1.1. Presentación de la asignatura .....	8
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	8
1.3. Competencias específicas de la carrera .....	8
1.4. Problemática que aborda la asignatura.....	9
<b>2. Metodología de aprendizaje.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....</b>	<b>11</b>
<b>Primer bimestre .....</b>	<b>11</b>
<b>Resultado de aprendizaje 1.....</b>	<b>11</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje .....	11
<b>Semana 1 .....</b>	<b>11</b>
<b>Unidad 1. Conceptualización y problemática.....</b>	<b>11</b>
1.1. Amenaza y vulnerabilidad.....	12
1.2. Amenazas hidrometeorológicas .....	12
1.3. Inundación .....	13
1.4. Clasificación de las inundaciones.....	16
1.5. Periodo de retorno.....	17
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	18
Autoevaluación 1.....	20
<b>Semana 2 .....</b>	<b>22</b>
<b>Unidad 2. Cartografía base y temática .....</b>	<b>22</b>
2.1. Definiciones cartográficas.....	22
2.2. Tipos de mapas .....	23
2.3. Fuentes de información .....	26
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	29
Autoevaluación 2.....	31
<b>Semana 3 .....</b>	<b>33</b>
<b>Unidad 3. Mapas de inundaciones .....</b>	<b>33</b>
3.1. Mapas de susceptibilidad de inundación .....	34

3.2. Mapas de eventos de inundaciones.....	35
3.3. Mapas de amenaza de inundación .....	36
<b>Semana 4 .....</b>	<b>37</b>
3.4. Mapas de zonificación de amenaza por inundación .....	37
3.5. Mapas de vulnerabilidad de inundación .....	37
3.6. Mapa de riesgo de inundación .....	38
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	39
Autoevaluación 3.....	41
<b>Semana 5 .....</b>	<b>43</b>
<b>Unidad 4. Evaluación multicriterio .....</b>	<b>43</b>
4.1. Definición y uso .....	43
4.2. Ventajas y desventajas de la EMC .....	44
Actividad de aprendizaje recomendada .....	46
<b>Semana 6 .....</b>	<b>46</b>
4.3. Metodología de la EMC.....	46
4.4. Variables mínimas para inundaciones.....	48
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	50
Autoevaluación 4.....	51
<b>Semana 7 .....</b>	<b>53</b>
<b>Unidad 5. Reclasificación .....</b>	<b>53</b>
5.1. Objetivo de la reclasificación.....	53
5.2. Herramientas en QGIS.....	54
5.3. Resultados de la clasificación.....	58
5.4. Exportar a polígonos .....	58
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	60
Autoevaluación 5.....	62
Actividades finales del bimestre .....	64
<b>Semana 8 .....</b>	<b>64</b>
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	64
<b>Segundo bimestre .....</b>	<b>65</b>

<b>Resultado de aprendizaje 1.....</b>	<b>65</b>
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje .....	65
<b>Semana 9 .....</b>	<b>65</b>
<b>Unidad 6. Álgebra de mapas y normalización de variables .....</b>	<b>66</b>
6.1. Álgebra de mapas .....	66
6.2. Definición de normalización .....	67
6.3. Uso en EMC .....	68
6.4. Método AHP .....	70
6.5. Sumatoria lineal ponderada.....	73
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	73
Autoevaluación 6.....	75
<b>Semana 10 .....</b>	<b>77</b>
<b>Unidad 7. Cartografía y datos básicos de partida .....</b>	<b>77</b>
7.1. Modelo digital del terreno.....	77
7.2. Ortofotos actuales .....	78
7.3. Uso del suelo .....	79
Actividad de aprendizaje recomendada .....	80
<b>Semana 11 .....</b>	<b>80</b>
7.4. Cálculo de pluviometría .....	80
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	82
Autoevaluación 7.....	84
<b>Semana 12 .....</b>	<b>86</b>
<b>Unidad 8. Cartografía de elementos expuestos y vulnerables.....</b>	<b>86</b>
8.1. Generalidades.....	86
8.2. Información básica requerida.....	87
8.3. Limitaciones en el caso de Ecuador .....	88
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	89
<b>Semana 13 .....</b>	<b>90</b>
8.4. Infraestructura expuesta a escala nacional .....	90
8.5. Inventario de presas y embalses.....	92

<b>Semana 14 .....</b>	<b>96</b>
8.6. Elementos esenciales SNGRE .....	96
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	100
Autoevaluación 8.....	101
<b>Semana 15 .....</b>	<b>103</b>
<b>Unidad 9. Cartografía de eventos históricos.....</b>	<b>103</b>
9.1. Estudio evolutivo del medio fluvial.....	103
9.2. Reconstrucción de eventos históricos.....	104
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	105
Autoevaluación 9.....	106
Actividades finales del bimestre .....	108
<b>Semana 16 .....</b>	<b>108</b>
Actividades de aprendizaje recomendadas .....	108
<b>4. Solucionario .....</b>	<b>109</b>
<b>5. Referencias bibliográficas .....</b>	<b>118</b>



---

## 1. Datos de información

---

### 1.1. Presentación de la asignatura



### 1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Aprendizaje continuo.
- Trabajo en equipo.
- Organización y planificación del tiempo.

### 1.3. Competencias específicas de la carrera

- Maneja y evalúa datos relacionados con la gestión de riesgo (mapas temáticos de riesgo, reportes y guías metodológicas), tener una percepción más profunda, el procesamiento óptimo de la información, basado en el estudio de indicadores para tal efecto.
- Posee capacidades de análisis, síntesis, abstracción y generalización en el manejo de los datos y de otras fuentes de información, para el fortalecimiento de la investigación enfocada hacia la aplicación de metodologías y procedimientos en la respuesta y preparación

en la gestión del riesgo y la presencia de desastres, en escenarios particulares y específicos, y un nivel adecuado de comprensión a la resolución de conflictos.

- Contribuye a la construcción de un pensamiento pragmático y analítico que le permita en la resolución de problemas, la comprensión, el establecimiento de analogías en caso similares y la búsqueda acertada a través del procesamiento de la información en la toma de decisiones acertadas.
- Aplica técnicas y métodos de investigación para la gestión del riesgo, y su gobernanza en la búsqueda y el entendimiento de la vulnerabilidad a las diferentes amenazas que enfrenta la sociedad y el país.
- Genera y determina estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático, como uno de los principales generadores de la presencia de amenazas recurrentes en el país.
- Aplica los conocimientos científico-tecnológicos para atender situaciones de emergencia y entender los procesos que lo originan (amenazas, vulnerabilidades y riesgos).

#### **1.4. Problemática que aborda la asignatura**

La escasa o casi nula investigación y divulgación sobre metodologías claras sobre modelamiento de zonas inundables en el territorio nacional, sumado al déficit de información temática de interés en torno a los fenómenos hidrometeorológicos, han generado la necesidad de fortalecer y ampliar el conocimiento en función de la determinación de zonas inundables. La cartografía como una herramienta o instrumento del ordenamiento territorial es indispensable a la hora de la toma de decisiones y elaboración de la política pública de uso y ocupación del suelo, enfocándose en la reducción del riesgo de inundaciones.

En esta asignatura los estudiantes comprenderán el uso y manejo de información geográfica y estadística mínima para la cartografía de zonas inundables, así como adquirirán conocimientos y destrezas en el modelamiento de distintos escenarios y aplicarán los estándares de las Políticas Nacionales de Geoinformación.



---

## 2. Metodología de aprendizaje

---

La asignatura de **itinerario 1: prevención de riesgos: sistema nacional de cartografía de zonas inundables**, se basará principalmente en la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con el objetivo de aportar al logro de los resultados de aprendizaje, el estudiante resolverá distintos casos planteados para cada tema tratado, los mismos que resolverá de manera autónoma, con la guía y tutoría del docente. Mediante esta metodología se contribuirá al desarrollo de un pensamiento de análisis, síntesis, abstracción y generalización de información estadística y geográfica y su aplicación en metodologías y procedimientos para plantear distintos escenarios a los problemas propuestos.

Los casos de análisis mediante el ABP harán que el estudiante se sitúe en un escenario real, conozca las variables que intervienen en el problema, aplique los conocimientos previos y, desarrolle propuestas a la problemática planteada, para la toma de decisiones. En la página [Project-Based Learning Research Review](#), encontrará mayor información sobre la metodología de aprendizaje ABP.

En este tiempo se tiene previsto el desarrollo de diversas actividades calificadas y no calificadas que permitirán al estudiante, por un lado, comprender y asimilar el conocimiento teórico, para poder fortalecer el trabajo práctico que desarrollarán a lo largo del ciclo académico. Para lo cual el estudiante contará con diferentes recursos como la guía didáctica, Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), bibliotecas físicas y virtuales, Recursos Educativos Abiertos (REA) y tutorías síncronas (*chat* académico).



### 3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



#### Primer bimestre

##### Resultado de aprendizaje 1

- Define y delimita la distribución espacial de los usos en zonas inundables.

Por medio de este resultado de aprendizaje conocerá y aplicará las distintas metodologías de zonificación y delimitación de áreas susceptibles a inundaciones, así como distintas herramientas SIG para su implementación.

#### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



##### Semana 1

A medida que se avance en la revisión de los distintos tópicos de la materia, usted podrá ir descubriendo distintas metodologías y herramientas que le ayuden a definir espacialmente zonas inundables, así como las distintas fuentes de información, uso de datos estadísticos y presentación de resultados y escenarios. Posteriormente, podrá realizar análisis de los posibles impactos sobre el ambiente, las personas, la economía, etc., debido al distinto grado de exposición a estos fenómenos hidrometeorológicos.

#### Unidad 1. Conceptualización y problemática

¡Estimado alumno!, al inicio del estudio de la presente asignatura empezaremos con recordar y comprender algunos conocimientos, conceptos y definiciones generales sobre riesgos, hidráulica, hidrología y meteorología, los mismos que se abordarán de manera constante en los distintos temas y problemas planteados en la presente asignatura.

## 1.1. Amenaza y vulnerabilidad

Actualmente, los términos, amenaza y vulnerabilidad se encuentran muy divulgados cuando se habla sobre eventos de riesgo, sin embargo, a pesar de ser términos complementarios entre sí en el análisis del riesgo, aún no existe una comprensión total de su uso y extensión.

- **Amenaza:** un fenómeno, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción de Riesgos de Desastres [UNISDR], 2016). En este sentido, dentro de amenazas naturales tenemos como ejemplo a inundaciones, terremotos, tsunamis, vendavales, movimientos de laderas.
- **Vulnerabilidad:** condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una persona, comunidad, bienes o sistemas al impacto de amenazas. (UNISDR, 2016). La vulnerabilidad siempre se encuentra sujeta y evaluada con respecto a una o varias amenazas, por ejemplo, la vulnerabilidad a inundaciones, vulnerabilidad a tsunamis, vulnerabilidad a erupciones volcánicas, etc.

## 1.2. Amenazas hidrometeorológicas

Son amenazas que se desencadenan a partir de las condiciones meteorológicas e hidrológicas extremas. Sumado a las condiciones físicas del terreno, desencadenan en un escenario desfavorable para la población, sus actividades y sus medios. Entre las principales tenemos a las inundaciones, lluvias intensas, vientos fuertes, huracanes, nevadas, otros. (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE], 2018a, p. 17)

Todos estos fenómenos hidrometeorológicos tienen como base o elemento principal al agua, la misma que cae, desciende o se precipita desde la atmósfera, hacia la superficie terrestre, de diferentes formas.

### 1.3. Inundación

Es la anegación del terreno con agua superficial debido a lluvias extremas en cortos períodos de tiempo, rompimiento de presas hidráulicas, ingreso de agua proveniente del mar en zonas costeras, desborde de ríos y quebradas, etc.

La palabra inundación, proviene del latín *inundatio-onis*, que significa cubrir las tierras con agua. La real academia española (s.f.) define a las inundaciones como “la acción y el efecto de inundar”, esto es, cubrir el terreno e incluso poblaciones, con agua. En el glosario de términos de gestión de riesgos de desastres del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2018) se define a las inundaciones como:

*Son eventos que se presentan cuando las precipitaciones superan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo (Inundación por saturación de suelo), o el caudal de agua supera la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o esteros (Inundaciones por desbordamientos de ríos). (p. 18)*

A nivel mundial son los eventos que generan mayor destrucción y daños, dejando tras su paso familias damnificadas, infraestructura inservible, servicios básicos colapsados, viviendas destruidas, hectáreas de cultivos arrasados, y cientos de millones de dólares en pérdidas económicas. A nivel local, según las estadísticas del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE) las inundaciones se encuentran en el cuarto puesto como eventos que más se han producido desde el año 2010 hasta el año 2021, solo después de incendios forestales, deslizamientos e incendios estructurales (tabla 1).

**Tabla 1.***Número de eventos peligrosos en el Ecuador*

Evento	# Eventos	%
Incendio forestal	20153	39,10%
Deslizamiento	9895	19,20%
Incendio estructural	8418	16,33%
Inundación	4594	8,91%
Colapso estructural	2580	5,01%
Actividad volcánica	946	1,84%
Vendaval	914	1,77%
Sismo	706	1,37%
Explosión	656	1,27%
Socavamiento	546	1,06%
Hundimiento	416	0,81%
Otros	1719	3,34%
<b>Total</b>	<b>51543</b>	<b>100%</b>

Nota. Adaptado de *SNGRE\_EventosPeligrosos\_2010\_2021Diciembre*, por Alan Mite - Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos, 2022, [Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias](#).

Sin embargo, dentro de las mismas estadísticas encontramos que las inundaciones son los eventos que más dejan familias afectadas, solamente después de los eventos por actividades volcánicas (tabla 2). Si se toma en cuenta el número de viviendas afectadas, las inundaciones se encuentran en primer lugar con un total 91.924.

**Tabla 2.**

Número de familias damnificadas en eventos peligrosos en Ecuador

Evento	Familias afectadas	%
Actividad volcánica	157500	63,29%
Inundación	47142	18,94%
Déficit hídrico	13620	5,47%
Deslizamiento	9638	3,87%
Plaga	5999	2,41%
Vendaval	2276	0,91%
Incendio estructural	2023	0,81%
Granizada	1742	0,70%
Colapso estructural	1648	0,66%
Oleaje	1585	0,64%
Aluvión	1360	0,55%
Otros	4340	1,74%
<b>Total</b>	<b>248873</b>	<b>100%</b>

Nota. Adaptado de *SNGRE\_EventosPeligrosos\_2010\_2021Diciembre*, por Alan Mite - Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos, 2022, [Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias](#).

En promedio se producen 383 eventos de inundación por año en el Ecuador, según registros del SNGRE se han generado picos de inundaciones en los últimos diez años de 616 y 600 eventos en los años 2017 y 2021, respectivamente. Con todos los efectos negativos que generan estos eventos, cobra más importancia el poder generar herramientas que ayuden a una gestión integral de las inundaciones y un ordenamiento territorial que disminuya la vulnerabilidad de personas y bienes.



Estimado estudiante, debemos tener claro que existen varias fuentes o causas que pueden desencadenar una inundación, no únicamente por el desborde de ríos en zonas bajas, también se pueden generar por el ingreso del agua del mar en zonas costeras, o por malos sistemas de desfogue de aguas, incluso por rompimiento de diques y presas. Esta clasificación la veremos más adelante.

## 1.4. Clasificación de las inundaciones

Las inundaciones se pueden clasificar por su fuente u origen, su temporalidad, sus efectos, su velocidad de ocurrencia, entre otros. Sin embargo, la clasificación más generalizada y utilizada es por su **origen**.

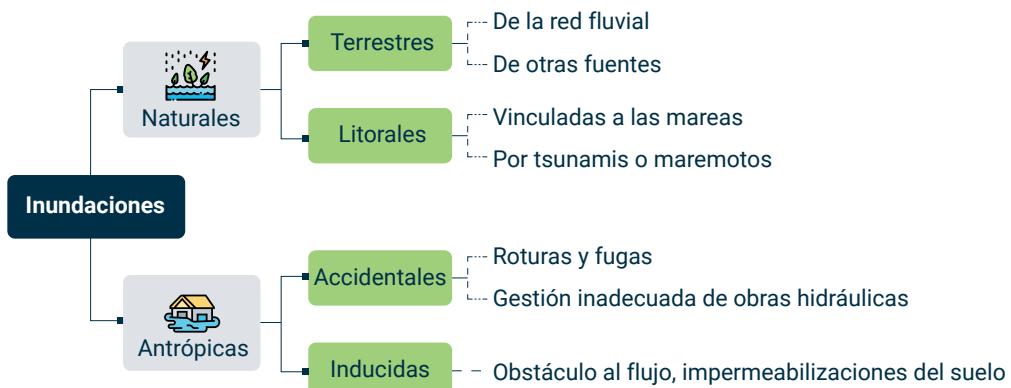
Según su origen, las inundaciones pueden ser naturales y antrópicas.

- Las de **origen natural** son las que se dan por acción de las precipitaciones, mareas, red fluvial y otras fuentes. Los eventos terrestres se pueden dar tanto en zonas altas y bajas por acción de las precipitaciones y el desborde de ríos. Mientras que las inundaciones litorales se presentan en el perfil costanero y son por acción del ingreso del mar dentro de sitios bajos en zonas costeras.
- Las **inundaciones antrópicas** son las que se generan por acción del ser humano, las mismas que pueden ser inducidas, cuando se planifica una inundación con un fin específico (generación hidroeléctrica), como accidentales, cuando se dan por un mal manejo de obras hidráulicas, o rotura de tuberías.

En la figura 1 se indica el tipo de clasificación de las inundaciones por origen, es decir, si son de tipo natural o antrópico.

**Figura 1.**

*Clasificación de inundaciones por origen*



Nota. Adaptado de *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación* (p. 20), por Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2017.

De un análisis histórico y estadístico, también se puede clasificar a las inundaciones por su **temporalidad u ocurrencia**. Teniendo así las siguientes:

- **Inundaciones cíclicas o periódicas:** son aquellas inundaciones que ocurren en época invernal, donde las precipitaciones en un sector se presentan con mayor frecuencia, con una periodicidad regular o normal en casi todos los años, estas inundaciones por lo general anegan zonas bajas, lechos de ríos, valles aluviales, entre otras zonas, que se conoce, de su ocurrencia. En cierto punto, las mismas son benéficas para la fertilización del suelo en zonas de plantaciones.
- **Inundaciones extraordinarias o anormales:** este tipo de inundaciones llegan a anegar de agua no solo las zonas que regularmente se inundan, sino también extensas áreas aledañas a los complejos fluviales. Estas se generan en cualquier año por presencia de precipitaciones excepcionales, generando inundaciones por crecidas de los ríos o por anegación de agua en zonas bajas o en zonas con sistemas de recolección de agua defectuosos. Este tipo de inundaciones son las más destructivas, ya que se presentan repentinamente y afectan a bienes y personas, inclusive existiendo pérdidas humanas en estos eventos.

## 1.5. Período de retorno

Tome en cuenta que, al hablar de inundaciones, lo primero que se nos viene a la mente son las lluvias fuertes, las precipitaciones intensas, es así como dentro de la temática de la precipitación se presenta este concepto de periodo de retorno, el mismo que es utilizado ampliamente en estudios y análisis hidrológicos. Si bien es un término que se podría vincular o usar en algunas amenazas, está ampliamente ligado al estudio estadístico de las precipitaciones.

El periodo de retorno es la cantidad de años que se espera que aparezca o se produzca un evento de igual magnitud, bajo características e intensidades similares (inundación, sismo, erupciones volcánicas, etc.). También se lo define como la probabilidad de que determinado evento se repita a través del tiempo.

El periodo de retorno puede variar dependiendo del objetivo de estudio o de la superficie bajo análisis. Por ejemplo, para obras civiles de control de inundaciones el periodo de retorno puede ir de 10 a 100 años, mientras que para puentes el periodo de retorno se puede incrementar hasta los 500 años.

Para el cálculo del periodo de retorno, de cualquier tipo de evento, es necesario una base de datos precisa sobre lo que queremos analizar. En el caso de las precipitaciones, se necesita información histórica sobre las lluvias dentro de un área en estudio, dicha información debe contener datos mínimos de cantidad de precipitación, frecuencia, intensidad, anexos a la georreferenciación e información de tiempo (fecha, hora) del evento de lluvia.



## 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 en la unidad correspondiente.

### **Actividad 1:** realice el siguiente juego

Continuemos con el aprendizaje mediante la revisión del siguiente juego de relacionar.

### **Tipos de inundaciones**

### **Actividad 2:** revise el siguiente recurso en línea

Descargue información sobre los eventos peligrosos que registra el [Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias \(SNGRE\)](#). En este archivo usted encontrará datos sobre los eventos peligrosos a partir del año 2010 al 2021, cada evento tiene algunas variables estadísticas que muestran el impacto de dicho evento, además de tener información geográfica de la localización del evento y la fecha del mismo.

¡Excelente!, a continuación, desarrolle las siguientes actividades:

- ¿Qué tipo de información encontró aquí?, ¿pudo visualizar cuantos eventos peligrosos y de qué tipo se han suscitado en su cantón o parroquia? Le invito a que realice algunos filtros o tablas dinámicas sobre el archivo, y dimensione el daño de algunos eventos peligrosos, entre esos las inundaciones.
- Con la información descargada y sus conocimientos en Sistemas de Información Geográfica (SIG), genere un mapa de puntos con los eventos de inundaciones que se han suscitado en tu cantón, esto le ayudará a visualizar las posibles áreas afectadas.

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

### **Actividad 3:** revisión del video

Observe los siguientes microvideos, en los cuales encontrará una breve descripción de conceptos básicos revisados en esta unidad.

- **Amenaza:** para reforzar nuestro conocimiento, le invito a visualizar con mucha atención el siguiente video donde se expone con claridad y ejemplos la definición de [amenaza](#).
- **Vulnerabilidad:** en el siguiente recurso visual, podemos afianzar el concepto de [vulnerabilidad](#).
- **Amenazas hidrometeorológicas:** le invito a que revise este video explicativo del tema.
- **Inundaciones:** para poder cuantificar los efectos y las magnitudes de las inundaciones, observemos con atención este video.
- **Clasificación de inundaciones:** le invito a ver este video donde nos muestra una clasificación de las inundaciones, y así reforzar nuestros conocimientos.

### **Actividad 4:** autoevaluación 1

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 1

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) Amenaza es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud.
2. Amenazas antrópicas son:
  - a. Inundaciones.
  - b. Terremotos.
  - c. Tsunamis.
  - d. Ninguna de las anteriores.
3. La condición de determinado factor a sufrir un impacto de un evento adverso, se lo cataloga como:
  - a. Amenaza.
  - b. Vulnerabilidad.
  - c. Riesgo.
  - d. Peligro.
4. ( ) Las amenazas hidrometeorológicas son las que se encuentran ligadas a procesos geodinámicos internos de la corteza terrestre.
5. Los eventos hidrometeorológicos tienen como principal factor a:
  - a. La temperatura.
  - b. El uso del suelo.
  - c. El agua.
  - d. El viento.
6. ( ) Las inundaciones se dan por la anegación con agua de una superficie del territorio.
7. ( ) Las inundaciones son los eventos que causan menor daño y destrucción a nivel local y mundial.

8. Tomando en cuenta el origen, las inundaciones se pueden dividir en:
- Cíclicas y extraordinarias.
  - Accidentales e inducidas.
  - Terrestres y costeras.
  - Naturales y antrópicas.
9. ( ) Las inundaciones extraordinarias son aquellas que ocurren en época invernal, con una periodicidad frecuente de año en año.
10. Se define como periodo de retorno a:
- La cantidad de años que se espera que aparezca o se produzca un evento de igual magnitud, bajo características e intensidades similares.
  - La probabilidad en años que ocurra un evento de mayor magnitud a alguno antes registrado.
  - La cantidad de años para que los efectos de un evento puedan ser subsanados en su totalidad.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 2

---

Una vez que hemos revisado las definiciones y bases teóricas de la gestión de riesgos de desastres y temas referentes a inundaciones, en esta semana de estudio nos centraremos en recordar y profundizar algunos temas referentes a cartografía, los mismos que serán de mucha ayuda para la presente asignatura. ¡Éxitos!

### Unidad 2. Cartografía base y temática

---

#### 2.1. Definiciones cartográficas

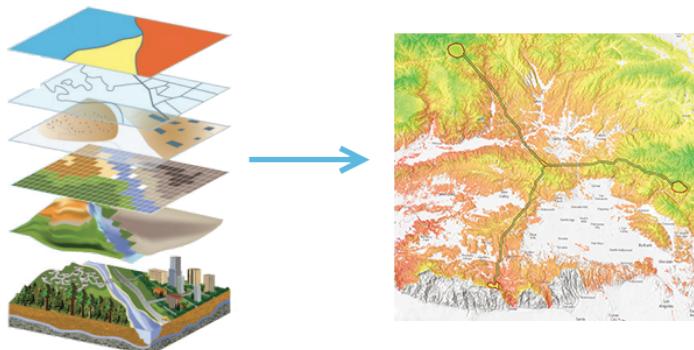
Vamos a reforzar algunos temas y definiciones cartográficas que ya han sido abordados en otros momentos de su estudio, sin embargo, esta terminología va a estar presente en un futuro en las unidades de estudio venideras, por lo que vamos a recordarlas.

- **Cartografía:** es la ciencia que estudia la representación de la superficie de la tierra, utilizando conceptos y teorías matemáticas para la aproximación y análisis de distintos fenómenos.
- **Mapa:** es la representación en dos dimensiones de la superficie de la tierra, así como de los distintos fenómenos que suceden en la misma. Un mapa nos ayuda a simplificar el territorio y a mostrar a quienes lo lean, una realidad abstraída por el diseñador de este elemento.
- **Escala:** la escala es relación que existe entre la distancia dentro del mapa o de la representación geográfica y una distancia o magnitud en la superficie. En otras palabras, es la relación entre la distancia en el mapa (medida en el papel) y la distancia real (medida en el terreno). Al hablar de la escala de la información geográfica, nos referimos al nivel de detalle de la información, a escalas grandes (1:1000) el nivel de detalle será mejor, y a partir de esta se podrá generar información más precisa sobre cualquier amenaza en el territorio.
- **Capa de información geográfica:** para poder abstraer o representar la superficie terrestre, se la divide en capas o estratos de información, en la cual cada una de estas representa o grafica una sola variable.

Por ejemplo, la capa de curvas de nivel contiene información sobre la altura del terreno, la capa de hidrología presenta información sobre los distintos cuerpos de agua que tiene el territorio. Así, sumando las distintas capas sobre un mismo territorio se tiene una apariencia de la realidad que se pretende representar.

En la figura 2 se puede observar las distintas capas de información geográfica que se pueden abstraer de la realidad, las mismas que conforman un modelo del territorio analizado.

**Figura 2.**  
*Ejemplo de capas de información geográfica*



Nota. Tomado de *Modelo de geoinformación de ArcGIS [Ilustración]*, por esri, 2023, [doc.arcgis](#). CC BY 2.0

## 2.2. Tipos de mapas

### 2.2.1. Mapas base

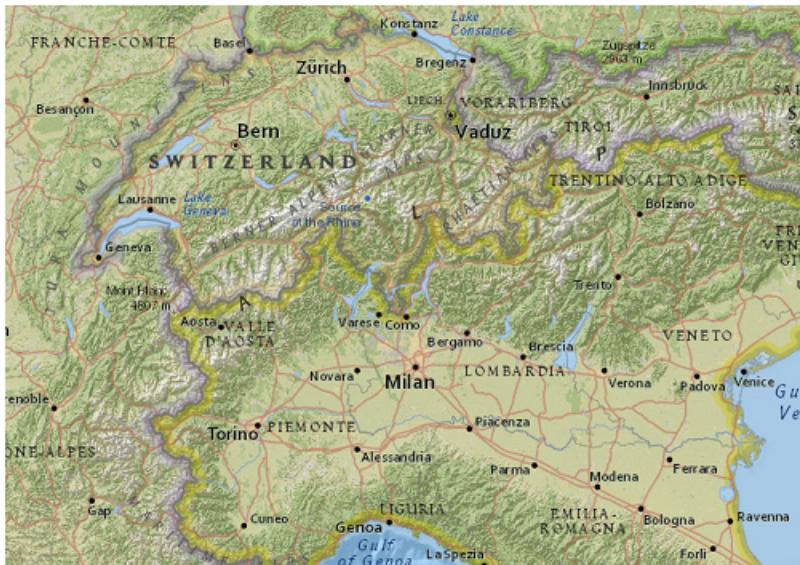
Un mapa base es la representación de la superficie de la tierra o una parte de ella, considerando variables o elementos básicos que estructuran el territorio. Un mapa base se encuentra conformado principalmente con información de vías, hidrografía, altura (curvas de nivel y puntos acotados), poblados, división política, administrativa u otra información que se considere no temática o especial.

Estos mapas sirven de referencia para colocar o sobreponer información temática del territorio. Sobre los mismos se realizan los análisis cartográficos dentro de un estudio o plan.

En la figura 3 podemos observar un mapa base con información de poblados, vías principales, cuerpos de agua y relieve.

### Figura 3.

#### Ejemplo de mapa base



Nota. Tomado de *Tipos de mapas de ArcGIS* [Ilustración], por esri, 2023, [resources.arcgis.com](#). CC BY 2.0

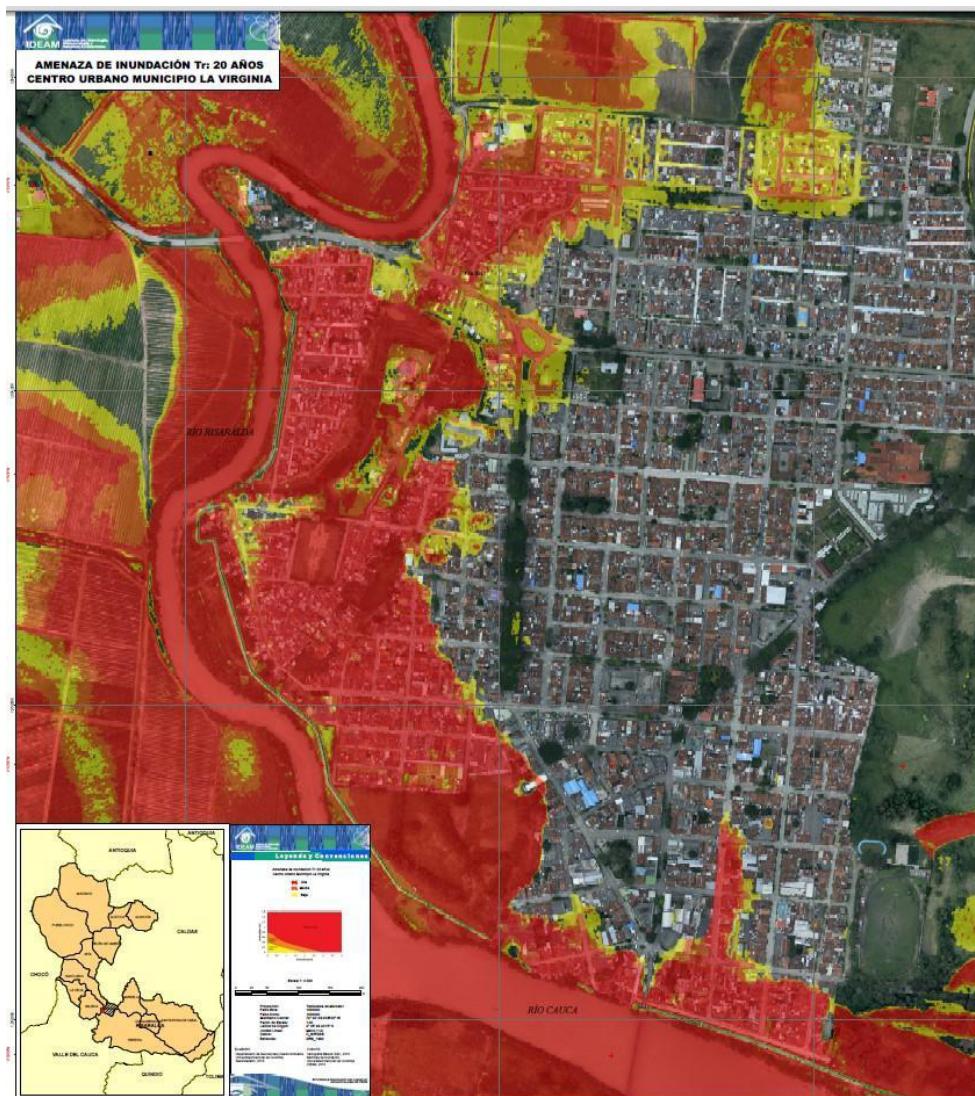
Al igual que los mapas temáticos, los mapas base necesitan proyecciones cartográficas dentro de cada una de las capas de información.

#### 2.2.2. Mapas temáticos

Los mapas temáticos representan un fenómeno específico sobre la superficie terrestre. Estos mapas tienen la finalidad de reflejar la información sobre un tema específico o un aspecto particular de una zona geográfica. Los mismos se pueden desarrollar en función de variables físicas, sociales, económicas, culturales, o cualquier otra que tenga relación con un territorio en concreto. Por ejemplo, un mapa temático es el mapa de zonas susceptibles a inundaciones, mapa de deslizamientos de ladera, mapa de zonas propensas a inundaciones, mapa de incidencia de incendios forestales, etc.

En la figura 4 se evidencia un mapa temático de amenazas por inundación a un tiempo de retorno de 20 años, los colores de la leyenda muestran las zonas más propensas a este tipo de eventos.

**Figura 4.**  
*Ejemplo de mapa temático*



Nota. Tomado de Amenazas inundación [Ilustración], por IDEAM, 2023, [ideam.gov.co](http://ideam.gov.co). CC BY 2.0

Como anteriormente se mencionó, los mapas temáticos son dispuestos sobre los mapas base, territorializando la variable en análisis.

## 2.3. Fuentes de información

Las fuentes de información que se utilizan en cartografía y en SIG pueden ser muy variadas y presentarse en varios formatos. La forma en que los datos son recolectados o generados, determina el uso y finalidad que se le puede dar, así como los procesos de generar subproductos a partir de los mismos.

Anteriormente, todos los datos que se operaba dentro de un SIG, provenían de mapas impresos, los mismos que después de un proceso de escaneado y digitalizado, se convertían en datos digitales. Hoy en día se dispone de mayor cantidad de datos en formato digital que en formato análogo o impreso.

Los datos que se utilizan en SIG pueden proceder de dos tipos de fuentes, las fuentes primarias o fuentes secundarias. Las fuentes primarias son aquellas en las que se toman los datos directamente en campo y pueden ser sometidos a cambios y operaciones en un SIG. Los datos secundarios son aquellos que se derivan de un proceso o de un dato primario.



Para profundizar en los temas de fuentes de información, realice una lectura comprensiva de las páginas 93-96 del libro de [Víctor Olaya \(Sistemas de información geográfica\)](#), en donde encontrará definiciones más ampliadas de tipos de datos y sus fuentes.

Después de conocer los tipos de datos y sus respectivas fuentes de información para la realización de cartografía y análisis mediante un SIG, nos concentraremos en las fuentes de información para cartografía de riesgos, y principalmente de inundaciones.

Al hablar de fuentes de información, nos referimos a información geográfica relevante en el análisis de riesgos. Esta información se centrará en la necesidad de elaborar una metodología de cruce de variables (capas de información) que permita generar un mapa de escenarios de algún riesgo específico. Las variables que intervienen en el modelo determinarán la información necesaria para su implementación.

Las fuentes de información para la elaboración de cartografía de riesgos, y en este caso muy preciso de cartografía de inundaciones, deben ser, en el mejor de los casos, de fuentes oficiales generadoras de cartografía, tanto para la información base, como para la información temática. Es así que los ministerios, secretarías, institutos, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), y otros organismos gubernamentales, son responsables de generar información de calidad en cada una de sus materias. Esto no impide que otras instituciones y entes privados generen información que pueda ser utilizada para modelar zonas de inundación u otras capas referenciales sobre el tema.

Una de las capas de información más relevante en el análisis de inundaciones es la información hidrometeorológica. En este caso es el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el principal generador de bases de datos históricas sobre estas variables. Sin embargo, existe una limitación muy grande en la cantidad y distribución de estaciones meteorológicas en el país, además de la discontinuidad en la toma de datos de las estaciones meteorológicas implementadas.

De aquí la necesidad que, dentro del componente de planificación y ordenamiento territorial que tiene bajo su cargo los GAD cantonales, se generen proyectos de implementación de estaciones meteorológicas en cada uno de sus territorios, y esta información se encuentre dentro de cada Sistema de Información Local (SIL) que debe implementar estos niveles de gobierno. Esto con el fin de tener más información útil para la planificación y gestión de su territorio.

De la misma forma, como lo posee el INAMHI, existen ya muchas instituciones públicas, en especial ministerios e institutos, que han compartido la información mediante el uso de Geoportales, o páginas web. En la tabla 3 se indican algunas instituciones que poseen sus datos referentes al territorio, descargables en la web.

**Tabla 3.***Fuentes de datos de información geográfica*

Institución	Tipo de información
Instituto geográfico Militar	Cartografía base nacional Topografía Hidrografía Centros poblados Otros
Ministerio de ambiente, agua y transición ecológica	Cuencas hidrográficas Áreas protegidas
Ministerio de agricultura y ganadería	Uso y cobertura de suelo
Instituto nacional de estadísticas y censos	Información poblacional
Servicio nacional de gestión de riesgos y emergencias	Zonas susceptibles a inundaciones (escala nacional)
Ministerio de salud	Ubicación de instituciones educativas
Ministerio de educación	Ubicación de instituciones de salud pública y privada
Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	Líneas de conducción de electricidad
Ministerio de transporte y obras públicas	Vías nacionales
Otros ministerios	Que generen información territorial de elementos expuestos a inundaciones

Nota. Merino, V., 2023.

Igualmente, dentro de la normativa nacional, existe la política nacional de datos abiertos, la cual fomenta la divulgación de información de interés público de todas las instituciones de la función ejecutiva. El Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas (2010) hace referencia a:

*El Sistema Nacional de Información constituye el conjunto organizado de elementos que permiten la interacción de actores con el objeto de acceder, recoger, almacenar y transformar datos en información relevante para la planificación del desarrollo y las finanzas públicas. Sus características, funciones, fuentes, derechos y responsabilidades asociadas a la provisión y uso de la información serán regulados por este código, su reglamento y las demás normas aplicables (Artículo 33).*

En este sentido, se desarrolló el [Sistema Nacional de Información](#), coordinado por la Secretaría Técnica de Planificación (Planifica Ecuador), cuyo objetivo es la publicación y gestión de información territorial de los distintos ministerios en una misma base de datos, construida bajo estándares de calidad y normas para toda la información generada.

### 2.3.1. Geoportales

Un geoportal es un vínculo o acceso entre los usuarios y las instituciones generadoras de información geográfica. Estos portales permiten al usuario descubrir, visualizar, recortar, descargar, información geográfica que genera la entidad y que es de libre acceso (no es restringida). Esta puerta de acceso se da exclusivamente mediante los recursos en *Internet*, haciendo de esta manera mucho más ágil la disponibilidad de información territorial.

Dentro de los geoportales que son de importancia en el tema de la gestión de riesgos y desastres tenemos:

- [Instituto geográfico militar.](#)
- [Ministerio de Agricultura y Ganadería.](#)
- [Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.](#)
- [Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.](#)
- [Ministerio de Educación.](#)
- [Ministerio de Salud Pública.](#)
- [Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.](#)

De igual manera, existen geoportales de instituciones o entes privados que aportan con información geográfica necesaria para el análisis de riesgos.



### 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 en la unidad correspondiente.

#### Actividad 1: descarga de información geográfica de geoportales

Ingrese al [Geoportal del SNGRE](#), y descargue la información referente a zonas susceptibles a inundaciones en formato SHP. De la misma manera, descargue información base sobre el uso del suelo, poblados, instituciones educativas e instituciones de salud de los geoportales respectivos. Recorte la información a nivel del cantón donde usted vive y analice los usos de los suelos, poblados e instituciones educativas y de salud que se encuentran bajo susceptibilidad alta a inundaciones.

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

## **Actividad 2:** revisión del documento

Le invito a revisar el siguiente documento, aquí encontrará información sobre [servicios web de mapas base](#).

## **Actividad 3:** visualización y conocimiento de la plataforma de información

Le invito a visualizar en el siguiente enlace la [red de estaciones meteorológicas](#) que cuenta el INMAHI. Aquí podrá identificar la densidad de las estaciones meteorológicas de esta institución, así como los datos que ofrece y su estado (operativa o no operativa). Visualice dentro de su provincia de residencia el número de estaciones meteorológicas que se muestran.

## **Actividad 4:** autoevaluación 2

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 2

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La cartografía es la ciencia que estudia la representación de la superficie de la tierra.
2. ( ) Un mapa es la representación en tres dimensiones de la topografía del terreno, así como de fenómenos naturales que se desarrollan en él.
3. La escala se la define como:
  - a. La relación entre la distancia en el mapa con la distancia en una carta topográfica.
  - b. La relación entre la distancia en el mapa y la distancia real en la superficie.
  - c. La relación entre la distancia en la superficie, con la distancia en el terreno.
4. ( ) El nivel de detalle de la información geográfica está dado por la escala
5. En una escala 1:1.000, un centímetro en el mapa equivale a:
  - a. 100 metros.
  - b. 1 kilómetro.
  - c. 1000 metros.
  - d. 10 metros.
6. ( ) Una capa de información geográfica representa dos o más variables sobre el territorio.
7. Generalmente, a los mapas se los puede dividir en dos, estos son:
  - a. Mapas topográficos y mapas temáticos.
  - b. Mapas base y mapas temáticos.
  - c. Mapas temáticos y mapas temporales.

8. ( ) Un mapa temático representa información base del territorio, sirven de referencia para colocar o sobreponer otra información.
9. Las fuentes de información pueden ser de dos tipos:
- a. Análogas y digitales.
  - b. Primarias y secundarias.
  - c. Escaneo y digitalización.
10. ( ) Un geoportal es una puerta de enlace o vínculo entre usuarios y generadores de información geográfica, el mismo se encuentra disponible a través de la web.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 3

---

Una vez que se ha revisado los conceptos y definiciones sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgo, y hemos recordado algunos principios y términos básicos sobre cartografía y sistemas de información geográfica, en esta tercera semana nos adentramos en la cartografía de inundaciones, conoceremos los distintos tipos de mapas de inundaciones, sus objetivos y su metodología. En esta unidad despejaremos algunas dudas sobre este tipo de herramientas de gestión. Le deseo los mejores éxitos en esta semana.

### Unidad 3. Mapas de inundaciones

---

Como ya se mencionó en las unidades anteriores, mediante un mapa se pretende representar un fenómeno, una actividad, un evento, etc. Es así que un mapa de riesgos de inundaciones nos mostrará principalmente las áreas susceptibles a inundaciones con la valoración de la vulnerabilidad del territorio ante este tipo de eventos adversos.

En otro concepto tenemos que:

El objetivo general de los mapas de inundación es proveer información de eventos pasados o la extensión probable o potencial de inundación y sus respectivos impactos, lo cual ayuda a los tomadores de decisiones en los distintos aspectos de la gestión integrada de las inundaciones. (Vargas et al. 2017, p. 22)

Los mapas de inundaciones pueden ser de algunos tipos, depende del objetivo del mapa, del alcance o escala que se le quiera dar, incluso depende de la información disponible. Es así que dentro de la presente unidad se analizarán los siguientes tipos de mapas de inundaciones:

- Mapa de susceptibilidad de inundación
- Mapa de eventos de inundación
- Mapa de amenaza de inundación
- Mapa de zonificación de amenaza por inundación
- Mapa de vulnerabilidad de inundación
- Mapa de riesgo de inundación
- Mapa de emergencia de inundación

A continuación, profundizaremos en el análisis de algunos de estos tipos de mapas.

### 3.1. Mapas de susceptibilidad de inundación

Tomando en consideración desde el punto de vista conceptual, estos mapas muestran “el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto o sistema para enfrentar una amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento peligroso” (SNGRE, 2018a, p. 14). De esta manera, este tipo de mapas indican:

El tipo de inundación (lenta o súbita) y los límites externos para un evento extremo elaborado por la superposición de áreas potencialmente inundables y los usos del suelo u otros parámetros que representen daño potencial. Por tanto, la zona afectada es una superposición de mapas topográficos, imágenes de satélite o mapas de uso del suelo. (Vargas et al. 2017, p. 22)

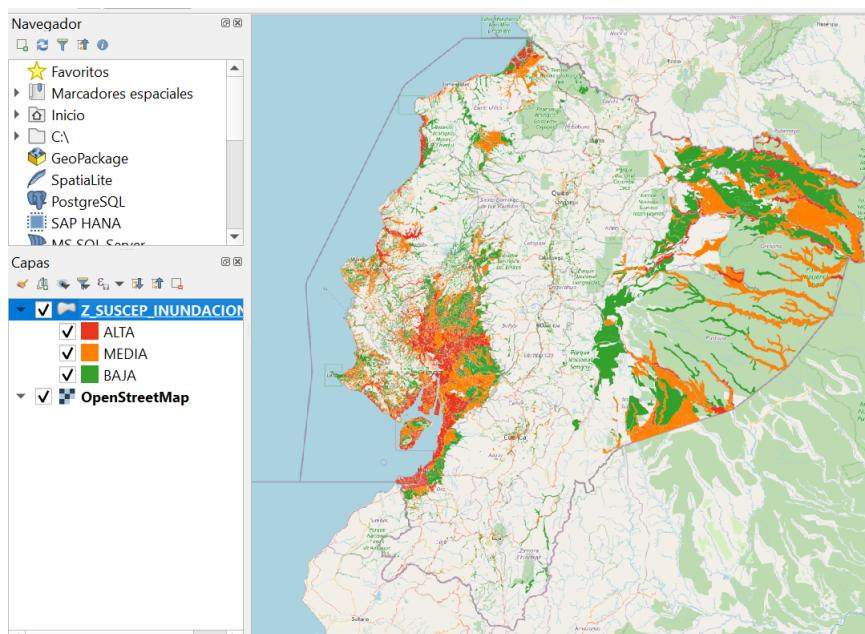
Este tipo de mapas se elaboran a nivel cantonal o provincial, a una escala baja. Son el punto de partida para el análisis más específico de otros mapas.



Para comprender de mejor manera este tema y revisar un ejemplo, le invito a que revise el apartado 4, de la [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), página 22.

**Figura 5.**

Presentación de la capa de susceptibilidad a inundaciones del SNGRE



Nota. Merino, V., 2023.

El SNGRE nos presenta dentro de su base de datos del geoportal, la capa y el mapa de susceptibilidad a inundaciones, año 2015, figura 5. Esta información, según la memoria técnica del proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25.000” detalla que la escala de generación de esta capa es 1:25.000. Es una primera aproximación a la vulnerabilidad para inundaciones en el territorio, de aquí se podría mejorar el nivel de escala y enfocarse en la susceptibilidad alta para nuevos trabajos.

### 3.2. Mapas de eventos de inundaciones

Estos mapas muestran eventos históricos de inundaciones que se han presentado en un determinado sector del territorio. Contienen una descripción espacial, es decir, la extensión lo más aproximada o precisa posible del evento en una fecha determinada. Además de mostrar los efectos de las distintas inundaciones, sirven para la validación o corrección de modelos hidrológicos de mapas de amenazas de inundaciones.

Debido a la fuente de información, estos mapas pueden estar desde escalas muy grandes y con buen detalle (1:1.000) o a escalas más pequeñas (1:100.000) dependiendo de la extensión del terreno analizado y la extensión de la inundación.



Profundicemos este tema revisando un ejemplo, le invito a que repase el apartado 4, de la [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), página 23.

En este sentido, las herramientas de teledetección cobran mucha importancia, debido a que, con una imagen satelital y un proceso de clasificación e interpretación, se puede obtener resultados muy específicos sobre áreas inundadas, incluso hacer un análisis multitemporal con respecto a la evacuación de la lámina de agua de un determinado sector.

### 3.3. Mapas de amenaza de inundación

Este tipo de mapa incluye la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones, profundidades esperadas, área inundable, velocidad de flujo, entre otras variables que intervienen en los modelos de amenazas, para un periodo de retorno establecido en una o varias probabilidades.

Son mapas que exigen un mejor detalle de la información, es por esto que se los debe trabajar a gran escala, por ejemplo 1:2.000 hasta 1:20.000, esto con el fin de combinar con la información de vulnerabilidad territorial y elementos expuestos y tener mejor precisión del modelo.

Los mapas de amenaza de inundación proporcionan información básica para desarrollar la orientación técnica sobre varios problemas de manejo de llanuras de inundación y ayudan a las diferentes partes interesadas, incluyendo los gobiernos locales, a tomar decisiones en la gestión de inundaciones. Por tanto, son importantes para la evaluación del riesgo de inundación, el desarrollo de planes de mitigación de inundaciones, la preparación de esquemas de manejo integral del riesgo de inundación y en particular para la planificación urbana local. (Vargas et al. 2017, p. 24)

Este tipo de mapa se debe implementar dentro de los planes de desarrollo y ordenamiento territorial cantonal y su respectivo plan de uso y gestión del Suelo, a una escala de planeación que permita la identificación de estas zonas con amenaza.



Revisemos el siguiente recurso [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), página 24, y comprendamos el ejemplo planteado.



#### Semana 4

Apreciado estudiante, continuamos en el análisis y revisión de los distintos tipos de mapas de inundación.

### 3.4. Mapas de zonificación de amenaza por inundación

Este tipo de mapa parte de los mapas de amenaza por inundación, categorizando la amenaza en rangos, por ejemplo: alta, media o baja. Su principal objetivo es proveer a los planificadores territoriales y urbanistas una herramienta para la adjudicación de usos de suelos a actividades que se puedan desarrollar en estas zonas, bajo cierto tipo de limitaciones o medidas atenuantes. De igual manera, se los utiliza para el desarrollo de normativa de uso y ocupación de suelo. Por esta razón se deben desarrollar a una escala de detalle, con la mayor precisión posible, ya que producto de esta identificación y zonificación se encontrarán zonas afectadas.



Con la revisión del siguiente recurso [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), página 26, y comprenderemos el ejemplo planteado.

### 3.5. Mapas de vulnerabilidad de inundación

Este tipo de mapas representa la posible afectación que tendrá un evento. Esta vulnerabilidad viene incluida en la información de los distintos elementos expuestos a inundaciones. Estos mapas se pueden representar de manera cuantitativa o cualitativa.

Las escalas entre 1:100.000 y 1:25.000 son apropiadas para obtener una visión general del daño potencial. Se necesitan escalas mayores (1:5.000 a 1:25.000) para la planificación de emergencia, mostrando, por ejemplo, población vulnerable, incluidas las personas de edad y los discapacitados, así como la infraestructura de la línea de vida. (Vargas et al. 2017, p. 27).

Para generar este tipo de mapas es necesario una base de datos georreferenciada de todos los elementos expuestos a inundaciones en un territorio, datos de población, grupos vulnerables, infraestructuras vitales, vías de comunicación, etc., este proceso resulta ser dinámico, de una actualización constante, puesto que la misma dinámica territorial, así lo exige. Los mapas de vulnerabilidad dan las primeras medidas de reacción que se pueden tener en el momento de darse un evento adverso de este tipo, ya que muestran las posibles consecuencias de un evento de esta magnitud.



Para comprender de mejor manera estos tipos de mapas y revisar un ejemplo, le invito a que explore el apartado 4, de la [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), página 27

### 3.6. Mapa de riesgo de inundación

Los mapas de riesgo de inundación son aquellos que combinan o integran tanto el mapa de amenazas como el mapa de vulnerabilidad del territorio. Los mapas de riesgos tienen, entre otros, los siguientes usos y propósitos:

- **Evaluación de medidas:** la comparación de los riesgos con y sin medidas se utiliza para demostrar la eficacia y la justificación económica, por lo tanto, apoyan el establecimiento de prioridades para las medidas de reducción de riesgos.
- **Gestión de inundaciones:** al comparar diferentes mapas de riesgo (basados en escenarios con y sin contramedidas), el efecto global de las medidas puede evaluarse, tal como el análisis costo-beneficio.
- **Planificación del uso de la tierra:** se ocupa del desarrollo futuro y, por lo tanto, necesita mapas de riesgos.  
En los mapas de riesgo, pueden verse las consecuencias de los errores del pasado.

- **Seguros:** los mapas de riesgo proporcionan información sobre el valor de los activos expuestos y ayudan a las compañías de seguros a fijar las primas para los contratos individuales. (Vargas et al. 2017, p. 28)

La escala a la que se deben generar estos mapas, de igual manera que la vulnerabilidad y amenaza, debe ser con el mejor detalle posible. Ciertamente, al ser un producto de dos variables anteriores, este mapa se encuentra sujeto a la escala menor de cualquiera de estas variables que intervienen. Sin embargo, se debe poder definir las zonas de impacto de la amenaza y la vulnerabilidad asociada a esa zona.



En la página 28 de la [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#) encontrará un ejemplo de un mapa de riesgos y algunos detalles de interés.

Igualmente, existen muchos otros mapas que se pueden generar con respecto a las inundaciones, estos, como se dijo anteriormente, dependerán del objetivo que se plantee mostrar o investigar. Por ejemplo, el mapa de emergencia ante inundaciones, nos da razón de los recursos y principales acciones a tomar frente a un evento de este tipo. Los mapas más locales (a nivel de ciudad) sobre taponamientos del sistema de alcantarillado, dan información sobre las áreas en las cuales se debe intervenir con medidas hidráulicas. Mapas de emergencias de inundaciones reportadas al servicio integrado de seguridad ECU 911, entre otros.



### 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 en la unidad correspondiente.

#### Actividad 1: realice el siguiente juego

Para reforzar el conocimiento sobre tipos de mapas de inundaciones, realizaremos el siguiente juego de selección.

#### [Tipos de mapas de inundaciones](#)

## **Actividad 2:** lectura del texto citado

Realice una lectura comprensiva del apartado 4 del documento [guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación](#), de las páginas 22 a la 29 y, genere un mapa conceptual sobre los tipos de mapas de inundaciones que se pueden generar.

**Nota.** Conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o documento word

Esta actividad le ayudará a reforzar lo revisado en la guía didáctica. Seguramente después de esta actividad ya sabrá distinguir los tipos de mapas, su escala de elaboración, así como sus objetivos y fines.

## **Actividad 3:** autoevaluación 3

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 3

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) Los mapas de inundaciones proveen de información de eventos pasados y futuros, sus impactos y afectaciones.
2. Selecciones tres tipos de mapas de inundaciones:
  - a. Susceptibilidad, amenaza y multitemporal de inundaciones.
  - b. Amenaza, vulnerabilidad, y precipitación máxima de inundaciones.
  - c. Susceptibilidad, amenaza y zonificación de inundaciones.
3. Los mapas de susceptibilidad de inundaciones son idénticamente iguales a los mapas de vulnerabilidad a inundaciones.
4. ( ) La escala de elaboración de los mapas de susceptibilidad de inundaciones debe ser muy alta.
5. Los mapas de eventos históricos de inundaciones se llaman:
  - a. Mapas de eventos de inundaciones.
  - b. Mapas multitemporales de zonas inundables.
  - c. Mapas de zonificación de inundaciones.
6. El mapa que refleja la probabilidad de ocurrencia de una inundación es:
  - a. Mapa de zonas de inundación.
  - b. Mapa de riesgo de inundación.
  - c. Mapa de amenaza de inundación.
7. ( ) Un mapa de zonificación de amenaza por inundación categoriza a la amenaza en varios rangos y los territorializa.

8. El mapa de inundación que mide el posible daño o impacto a personas, bienes, infraestructura y el medio ambiente es:
- a. Mapa de riesgos de inundación.
  - b. Mapa de vulnerabilidad de inundación.
  - c. Mapa de amenaza de inundación.
  - d. Mapa de eventos de inundación.
9. ( ) El mapa de riesgo de inundación es la combinación del mapa de amenazas con el mapa de vulnerabilidad de inundación.
10. ( ) La escala que genera un mapa de riesgo es independiente de la escala de los mapas de amenazas y vulnerabilidad.

[Ir al solucionario](#)



## Semana 5

---

En la presente semana se abordará temas sobre la evaluación multicriterio, que servirán de base para las metodologías de combinación de variables territorializadas, dentro de la cartografía de zonas inundables.

### Unidad 4. Evaluación multicriterio

---

Son diversas y muy distintas las variables que intervienen en los eventos de inundaciones. La localización geográfica, la forma de la superficie terrestre (geomorfología), la topografía, la pendiente, el tipo de suelo y su capacidad de infiltración, la intervención humana, entre otras, que conjuntamente con las precipitaciones, provocan las inundaciones. Esto genera, al hablar de cartografía, la necesidad de emplear metodologías, herramientas, técnicas para mezclar o combinar todas estas variables territorializadas, en este punto es crucial la evaluación multicriterio, como paso fundamental en el cruce de variables.

#### 4.1. Definición y uso

La Evaluación Multicriterio (EMC) no es exclusiva de los análisis territoriales, o de los sistemas de información geográfica, su uso ha sido extendido a varias ramas de las ciencias, social, económico o ambiental, en donde se necesite tomar decisiones a partir de varios criterios. La EMC aporta metódica y objetivamente a la toma de decisiones entre varias alternativas sobre un tema específico.

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. (González et al. 2021, p. 96)

La EMC es un método que permite la integración o relación entre varias variables o fuentes de datos, independientemente de sus unidades de medida, de sus rangos, de su clasificación.

Se desarrolló inicialmente en la década de 1970 por Thomas L. Saaty, siendo ampliamente aplicado para resolver problemas prácticos en economía, transporte, educación, asignación de recursos, planificación y gestión integrada, su abundante utilización se debe a la incorporación de criterios que pueden basarse en información cuantitativa o cualitativa (Sevillano Rodríguez, 2020).

En un ejemplo, Chávez et al. (2016), utilizó criterios como inclinación de la pendiente, cobertura y uso de suelo, distancia a ríos y cuerpos de agua, tipos de suelo y geología, con el fin de evaluar y zonificar la susceptibilidad a inundaciones de la subcuenca río Atoyac-Oaxaca de Juárez, a partir del índice de vulnerabilidad biofísica. Cada uno de estos criterios fue reclasificado en categorías o clases, los mismos mediante una ponderación fueron combinados en una plataforma SIG y al final se comparó los resultados de los modelos, con mapas históricos de inundaciones del territorio.

Olaya (2020) menciona metodológicamente que la evaluación del multicriterio parte desde la recopilación de manera independiente de las variables o información que intervienen en un fenómeno y en primer lugar se debe concebir de qué forma y cómo afecta esta variable a dicho fenómeno, es decir se la pondera.



Estimado estudiante, le invito a revisar el apartado 21.4 evaluación multicriterio del texto de Víctor Olaya ([Sistemas de información geográfica](#)), aquí encontrará algunas definiciones adicionales sobre EMC.

## 4.2. Ventajas y desventajas de la EMC

Si bien la EMC es una gran herramienta de conjugación de variables que intervienen en un fenómeno, la información necesaria para poder desarrollar esta evaluación presenta alguna dificultad, tanto de obtención, de manipulación y de combinación.

A continuación, podemos resumir algunas ventajas y desventajas de la aplicación de la evaluación multicriterio.

**Tabla 4.***Ventajas y desventajas de la EMC*

<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
Fácil aplicación de la metodología de EMC	No existe una fuente única de información que genere todas las variables a introducir en el modelo
No se necesita un software especializado para el cruce de las variables, se lo puede realizar en cualquier SIG	Falta de estandarización en el levantamiento, y procesamiento de información geográfica
Conjuga todas las variables que sean posibles de territorializar o materializar en una capa de información geográfica	Poca disponibilidad de información geográfica de las variables
Combinación de variables mediante la aplicación de álgebra de mapas	El conocimiento de expertos sobre el tema de inundación no está muy divulgado, y es indispensable en la metodología
Permite validar el modelo comparándolo con eventos históricos	Heterogeneidad en escalas de información
Se puede especializar las variables puntuales sobre el territorio mediante herramientas de interpolación	Heterogeneidad en estándares de la información geográfica
Conversión de datos de capas vector a raster, y viceversa	Levantamiento de información local, lo cual no permite generalizar más el modelo
La escala de la capa resultante se encontrará en función de la escala más pequeña del total de las variables	Discrepancia entre definiciones en instituciones generadoras de información
Permite construir jerarquías dentro de las variables	Inexistencia, en algunos casos, de metadatos
Establecimiento de prioridades	Periodo de estudio de variables muy cortos
Trabajar en un equipo multidisciplinario	Corte o discontinuidad de la información geográfica o estadística
Los procesos de EMC suelen ser iterativos, lo que permite repetir con facilidad el experimento	Para las variables hidrometeorológicas, no existe una densificación de estaciones de monitoreo que provean información más precisa.
	Puede considerarse como un método subjetivo, enfocándose únicamente en criterios de expertos

Nota. Merino, V., 2023.



## Actividad de aprendizaje recomendada

Estimados estudiantes, la actividad propuesta a continuación no es evaluada y no debe entregarla al docente. Esta le permitirá verificar sus avances y reforzar los conocimientos en la unidad correspondiente.

**Actividad:** lectura del texto

- Descargue y lea detenidamente el documento de [Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia](#).
- Identifique las variables que intervienen en este modelo de EMC.
- Identifique las variables de las cuales podría obtener información en su lugar de residencia.
- Mencione qué variables, que no se toman en cuenta en el documento, usted tomaría en cuenta para generar su propio modelo.

Nota. Conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o documento word



## Semana 6

---

En la presente semana se abordará temas sobre la evaluación multicriterio, que servirá de base para las metodologías de combinación de variables territorializadas, dentro de la cartografía de zonas inundables.

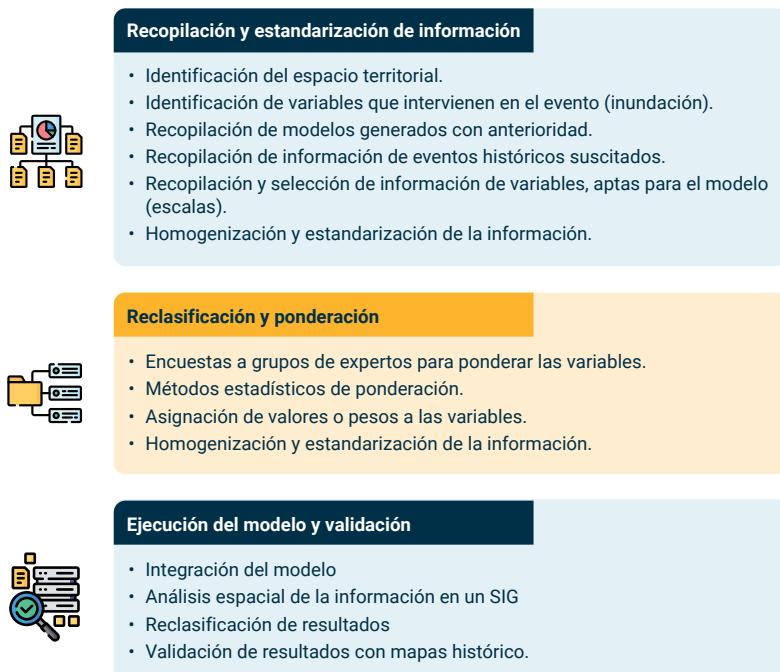
### 4.3. Metodología de la EMC

Si bien, no existe un método exclusivo a seguir para la EMC enfocado a inundaciones, u otra amenaza, hay algunos pasos claros y generales que pueden describir dentro de una metodología.

En primer lugar, se debe definir el objetivo del mapa, el cual queremos obtener mediante una EMC, con esto, se enfoca el nivel de detalle o escala de la información necesaria y las variables requeridas para el modelo. A continuación, podrá encontrar en la figura 6 un proceso resumido de pasos de una EMC enfocado a inundaciones.

## **Figura 6.**

### *Metodología de una EMC*



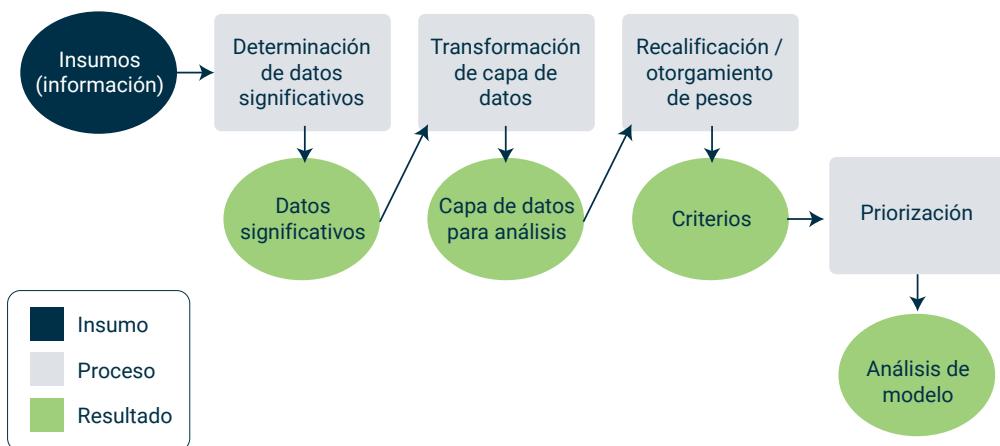
*Nota.* Merino, V., 2023.

Como se ha dicho anteriormente, la EMC no es exclusiva de un análisis de riesgos, es así que, en la figura 6 a continuación, también se puede visualizar un proceso de evaluación, con otro objetivo. De aquí se puede visualizar que al igual que un sistema de procesos, en la EMC se tiene insumos, transformación (procesos) y productos o resultados.

Los insumos vendrían a ser las capas de información geográfica de las variables seleccionadas para cada modelo, los procesos de transformación vienen dados por aquel trabajo que reclasificar, normalizar y ponderar la información, igualmente la inclusión de las variables en el modelo es un proceso. Y el resultado puede ser parcial, con los productos intermedios y final con el mapa definitivo. En la figura 7 se puede visualizar la ilustración sobre este proceso.

**Figura 7.**

Proceso de una EMC



Nota. Tomado de *Esquema general de la metodología de la Evaluación Multicriterio [Ilustración]*, por Iturrealde, O., 2018, [ResearchGate](#). CC BY 2.0

#### 4.4. Variables mínimas para inundaciones

A continuación, vamos a revisar cuáles son las variables mínimas que intervienen en una EMC enfocada a inundaciones. Si bien, en un riesgo de inundación, son muchas las variables que intervienen, tanto en la generación de la amenaza, como en la vulnerabilidad del territorio, es complejo obtener todas estas variables a escalas significativas para el análisis.

Existen datos o variables que ayudan a definir y mejorar el detalle de los modelos, sin embargo, los mismos son prescindibles. En cambio, tenemos información mínima que no se puede dejar de tener para generar cartografía de inundaciones mediante una EMC.

Las variables mínimas a tomar en cuenta para una EMC de inundaciones son:

**Figura 8.**  
*Información mínima para EMC de inundación*

	<b>Modelo digital de elevación</b> Como variable principal para generación de información secundaria (altura, pendiente, topografía, etc.)
	<b>Red hidráulica</b> Del área de estudio o cuenca hidrográfica
	<b>Asentamientos humanos</b> Catastros o información poblacional
	<b>Geomorfología</b> Formas de terreno
	<b>Información meteorológica</b> Precipitación, curvas de intensidad, duración y frecuencia
	<b>Información hidrológica</b> Caudales de agua y variaciones, pronósticos, períodos de retorno
	<b>Uso de cobertura del suelo</b> Cuantificación de daños y vulnerabilidad

Nota. Merino, V., 2023.

Cabe destacar que la precisión del modelo dependerá, en gran proporción, de la escala de cada una de las capas. Dependiendo del objetivo del mapa, la precisión requerida deberá ser mayor o menor. A nivel municipal, para ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo sería óptimo trabajar a una escala 1:10.000.

La inclusión de mayor número de variables puede ayudar a mejorar el modelo, sin embargo, la generación o disponibilidad de esta información en muchos casos puede llegar a generar confusión, demora o interrupción del proceso.

Alguna información adicional que se puede incluir en el modelo puede ser la siguiente:

- Tipos de suelos (profundidad, infiltración, retención, etc.).
- Elementos expuestos (infraestructura específica).
- Información histórica de eventos (capas SHP o raster de inundaciones).

- Otra que se considere importante dependiendo del objetivo y del territorio.

Si se desea otorgar un grado de confiabilidad al modelo, debería pasar por un proceso de validación. Una de las alternativas es la comparación con mapas de inundaciones pasadas, o mediante la obtención de información de inundaciones con sensores remotos (imágenes satelitales).

Calabia et al. (2012) menciona que una validación del modelo se puede desarrollar basada en un análisis de incertidumbre, cuyo objetivo es analizar el alcance del efecto que los posibles errores en los datos de partida del modelo puedan provocar en los resultados. Es decir, introducir un error o una distorsión en las variables que conforman el modelo, tanto en el componente espacial como en el componente temático, y analizar la variación del resultado final mediante el cálculo de la Incertidumbre Media Cuadrática (IMC).

Una manera de validar el modelo es mediante una visita a campo, comprobando la diferencia de los resultados obtenidos y los antiguos límites o evidencias de inundaciones.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

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

### Actividad 1: revisión del video

Observe el siguiente microvideo, en el cual encontrará una breve descripción de lo revisado en esta unidad, explicaciones sobre la [EMC, sus usos y su conformación dentro de los SIG](#).

### Actividad 2: autoevaluación 4

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 4

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La EMC, es una técnica de apoyo a la toma de decisiones en varias ramas de las ciencias, mediante el análisis de criterios que intervienen en el fenómeno.
2. ( ) La falta de estandarización en el levantamiento, y procesamiento de información geográfica, dentro de la recopilación de información para una EMC, se define como:
3. ( ) Una desventaja de una EMC es que no permite de ninguna manera validar el modelo.
4. El nivel de detalle del resultado de una combinación de capas mediante una EMC está dado por:
  - a. La temporalidad de la información.
  - b. La escala de la información.
  - c. El modelo de EMC utilizado.
  - d. El criterio de expertos.
5. Para poder realizar una EMC dentro de los primeros pasos se debe:
  - a. Clasificar la información geográfica.
  - b. Ponderar las variables.
  - c. Definir el objetivo del mapa bajo una EMC.
6. ( ) La encuesta a grupos de expertos para ponderar las variables requeridas dentro de una EMC, se debe realizar al final de la implementación del modelo, como etapa de validación.

7. Como punto final del proceso de EMC se encuentra:
- Asignación de valores o pesos a las variables.
  - Homogeneización de la información.
  - Validación de resultados.
8. ( ) La información de tipos de suelo (profundidad, infiltración, retención, etc.) es indispensable para la elaboración de una EMC para inundaciones.
9. ¿Qué tipo de información se puede derivar de un Modelo Digital de Elevación?
- Alturas, topografía, pendientes.
  - Pendientes, topografía, vegetación.
  - Alturas, pendientes, geología.
10. ( ) Un método de validación de un modelo de EMC es por análisis de incertidumbre, mediante la inserción de errores o distorsiones.

[Ir al solucionario](#)



Continuando con el proceso de análisis dentro de la generación de cartografía de inundaciones, un momento muy importante es la reclasificación de la información geográfica de las variables que intervienen en una EMC. A continuación, analizaremos este proceso. ¡Éxitos en esta nueva unidad!

### Unidad 5. Reclasificación

---

#### 5.1. Objetivo de la reclasificación

Como ya se ha revisado anteriormente, las distintas variables para modelar inundaciones poseen sus unidades de medida, sus rangos, su propia clasificación. En una EMC la combinación de todas las variables es posible, si se reclasifican las mismas dentro de un mismo rango o escala, a este proceso se lo llama parametrización. Para nuestra finalidad, trataremos a la parametrización como una transformación o reclasificación de los valores o clases de las variables, en un nuevo rango, en función de su aporte o susceptibilidad al fenómeno. En otras palabras, cambiar la categoría o unidad de medida de la variable, por un nuevo valor que se encuentre en concordancia de la función o peso que cumple sobre la ocurrencia del fenómeno.

Por ejemplo, para el análisis de inundaciones, la pendiente del terreno, que mide el grado de inclinación, cumple un papel fundamental. Se conoce qué terrenos con pendientes planas son más propensos a la acumulación de agua, es decir, a inundaciones, que, en comparación con terrenos de pendientes inclinadas, fuertes o escarpadas, donde el agua se infiltra hacia el interior o se escurre por acción de la gravedad. En este sentido, la pendiente del terreno puede clasificarse según sus clases en comparación con la exposición a inundaciones.

Visualicemos la tabla 5. En esta tabla se muestran los rangos de pendiente tanto cuantitativos, con su unidad de medida en porcentaje, como cualitativos. Mediante el criterio de expertos y otros estudios, se le atribuye a cada rango (clase) un valor de susceptibilidad, en este caso a inundaciones. Estos rangos pueden encontrarse tanto en categorías

numéricas, como en categorías cualitativas, o las dos en conjunto como el caso analizado. Por ejemplo, la pendiente que se encuentra entre 0 y 2 %, pendiente plana, según criterios de los expertos, es altamente susceptible a inundaciones y se le asignará, dentro de una escala del 0 al 5, el valor más alto.

**Tabla 5.**

*Ejemplo de parametrización de la variable de pendiente del terreno*

Clase	Pendiente (%)	Superficie	Susceptibilidad a inundaciones	Categoría de susceptibilidad
1	0 - 2	Plano	Muy alta	5
2	2 - 6	Suavemente inclinado	Alta	4
3	6 - 13	Inclinado	Media	3
4	13 - 25	Moderadamente escarpado	Baja	2
5	25 - 55	Escargado	Muy baja	1
6	> 55	Muy escarpado	Nula	0

Nota. Merino, V., 2023.

Se debe tomar en cuenta que, para la parametrización de todas las variables, se debe considerar la misma escala de medición y reclasificación. Por ejemplo, de 0 a 5, siendo 0 un valor nulo de susceptibilidad y 5 el valor más alto, con gran susceptibilidad.



En conclusión, el objetivo de la reclasificación de las variables es cambiar los valores de entrada de la información geográfica (por lo general archivos raster), por nuevos valores. Dentro de la EMC la reclasificación hace posible la combinación de las variables del modelo.

## 5.2. Herramientas en QGIS

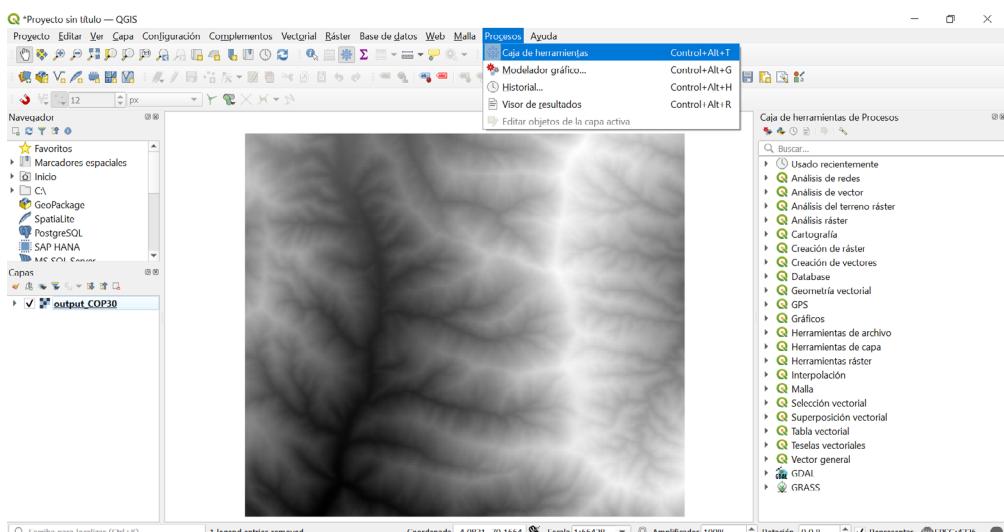
La reclasificación se realiza mediante herramientas de un SIG, estas son las que reemplazan los valores de entrada de una capa por los valores otorgados por el usuario. El QGIS es un software que permite realizar estas operaciones, de una manera fácil y obteniendo los resultados deseados.

La información ráster se caracteriza por representar la realidad a través de un conjunto de celdas o píxeles. En términos prácticos, cuando tratamos con información ráster estamos tratando con matrices de datos. Estas matrices constituyen una estructura ideal para la aplicación de algoritmos o funciones matemáticas. (González et al. 2021, p. 74).

A continuación, podremos observar el proceso de reclasificación en QGIS. Existen algunos métodos o herramientas en este software que nos permitirán realizar este ejercicio.

**Figura 9.**

Captura de pantalla de la ubicación herramienta de reclasificación en QGIS



Nota. Merino, V., 2023.

En la pestaña superior de Procesos, seleccionar la caja de herramientas, la misma que se desplegará a un lado de la pantalla. Se apertura el conjunto de herramientas de Análisis ráster, la primera herramienta revisada es Reclasificar por tabla.

Se desplegará una ventana auxiliar en la cual podrá:

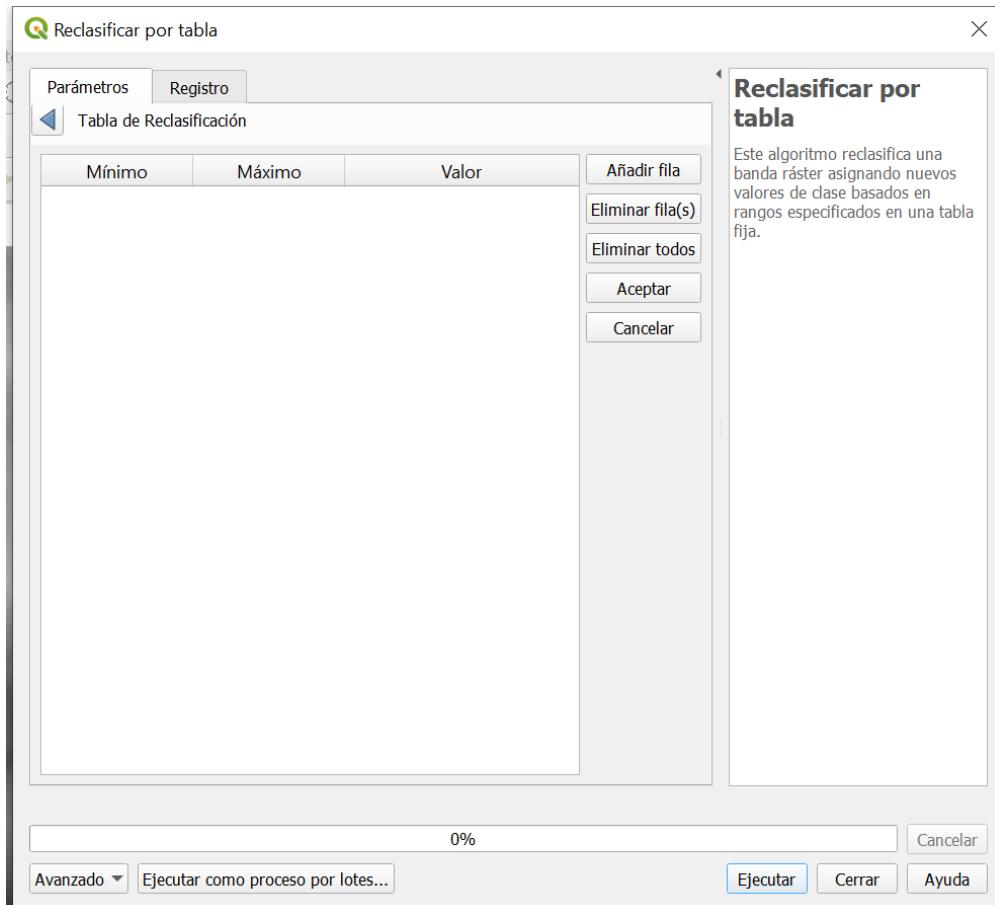
- Capa ráster: seleccionar la capa sobre la que va a trabajar.
- Número de banda: mostrará el número de bandas que posee el ráster y se podrá realizar la operación por banda.
- Tabla de reclasificación: se ingresa en los 3 puntos y se desplegará una ventana auxiliar.

- Raster reclasificado: nos da la opción de mantener el archivo ráster de salida como temporal o guardarla de manera definitiva.

La ventana auxiliar de tabla de reclasificación se muestra en la figura 10.

**Figura 10.**

Captura de pantalla de herramienta *Tabla de Reclasificación*

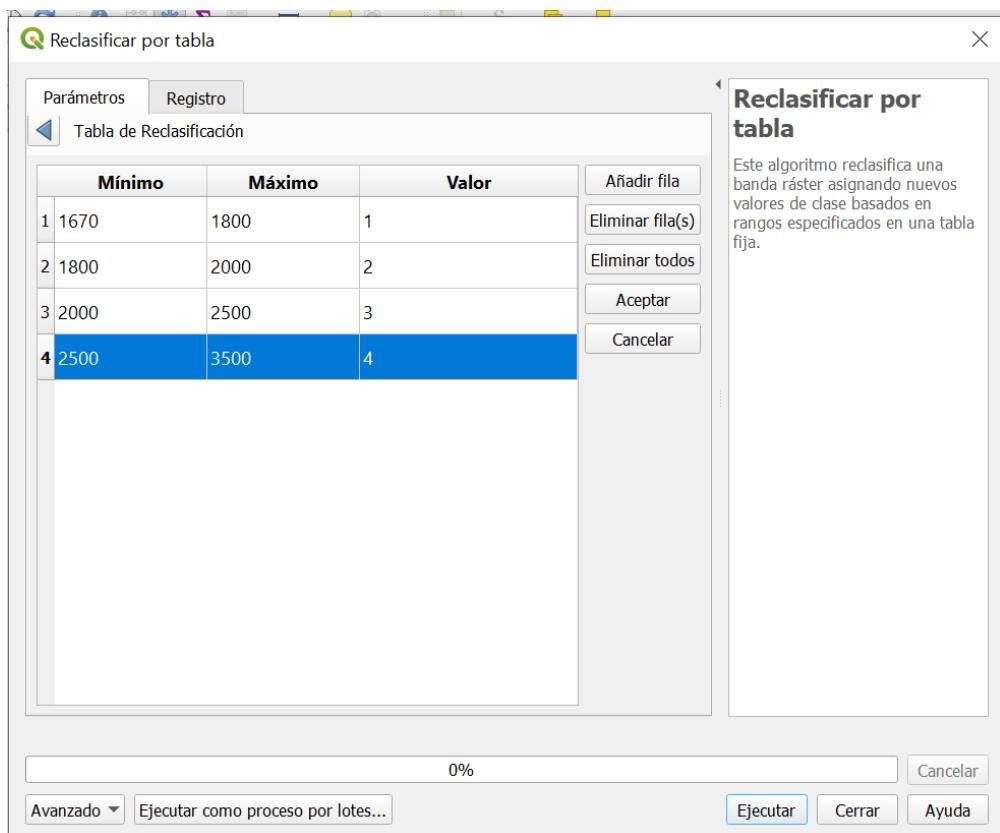


Nota. Merino, V., 2023.

En esta ventana usted podrá ir agregando filas y creando una tabla donde colocará el valor mínimo del rango de datos del archivo ráster, el valor máximo de esa clase, y el nuevo valor que va a tomar esa clase.

**Figura 11.**

Captura de pantalla de tabla de reclasificación



Nota. Merino, V., 2023.

Una vez que se haya creado la tabla de la reclasificación, se acepta y se ejecuta, tal como se muestra en la figura 11. Con esto se creará un nuevo archivo ráster con las clases que se hayan especificado. En el ejemplo anterior se reclasificó un ráster de alturas en cuatro nuevos rangos.

 Le invito a revisar el video: [QGIS - Reclasificar raster](#), para que pueda observar el proceso paso a paso.

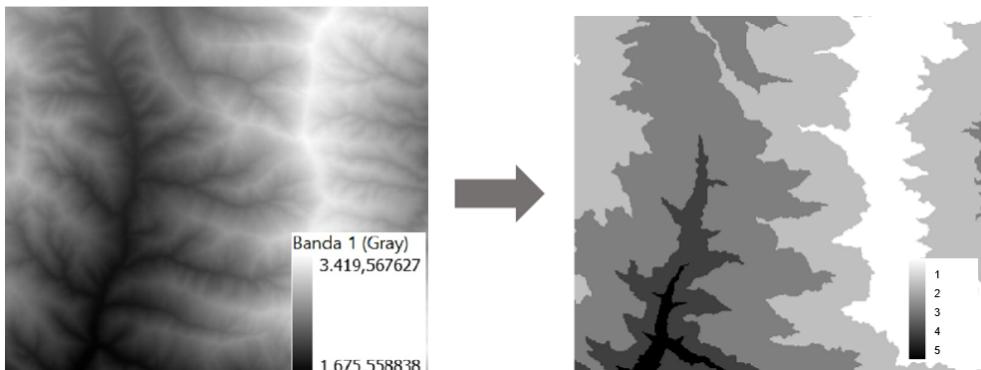
Igualmente, existen otras herramientas en QGIS que permiten realizar una reclasificación de un ráster: [Calculadora raster](#) y la herramienta de `r.reclass`

### 5.3. Resultados de la clasificación

Una vez que se ha reclasificado, como archivo de salida tenemos un nuevo ráster (figura 12), con valores según se hayan especificado.

**Figura 12.**

Captura de pantalla de raster original y raster reclasificado en QGIS



Nota. Merino, V., 2023.

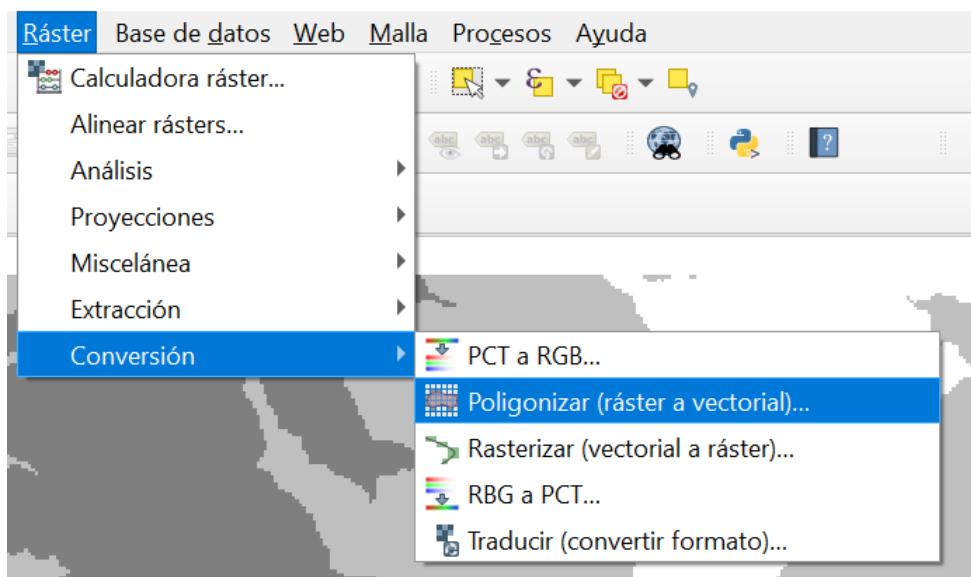
Para una EMC todos los ráster que intervienen en el modelo deben estar recategorizados, y como ya se lo dijo, en el mismo rango de valores. Es así como se tendrán  $n$  ráster reclasificados.

### 5.4. Exportar a polígonos

La conversión de formato ráster a vectorial permite utilizar algunas herramientas que se encuentran disponible en el formato vector y no en el ráster. Se revisa este apartado para poder transformar los formatos de los datos. En el menú Ráster, Conversión, poligonizar (ráster a vectorial), también se puede encontrar en la caja de herramientas. En la figura 13 se puede observar el acceso a esta herramienta.

**Figura 13.**

Captura de pantalla de la ubicación de la herramienta polygonizar

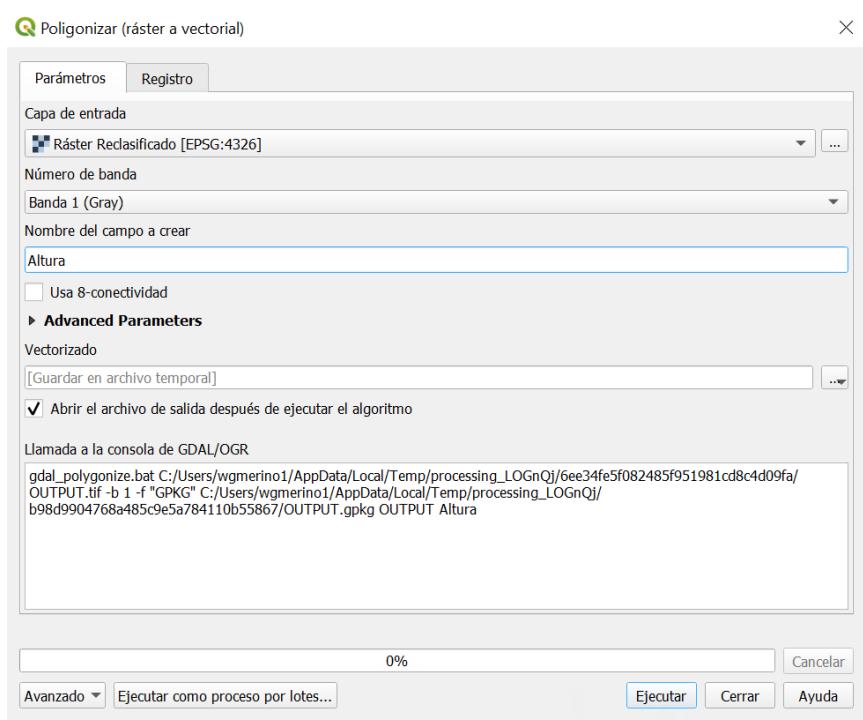


Nota. Merino, V., 2023.

En la pantalla auxiliar que se despliega, en la capa de entrada, escogemos el ráster que vamos a convertir y, en nombre del campo a crear, colocamos el nombre que va a tener dentro de la tabla de atributos de este campo. Como se muestra en la figura 14.

**Figura 14.**

Captura de pantalla de la herramienta polygonizar



Nota. Merino, V., 2023.

De esta manera pasaremos el archivo ráster a un archivo vector para poder continuar con los análisis respectivos.



Estimado estudiante, le invito a que refuerce este tema visualizando el siguiente video sobre [conversión de Formato Ráster a Vectorial](#).



### Actividades de aprendizaje recomendadas

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

### **Actividad 1:** ejercicio práctico

- Descargue información de altitud de un sitio de su interés de la página [OpenTopography](#), reclasifique el MDE descargado en 5 categorías y conviértalo en archivo vector.
- De la misma manera, a partir del MDE, genere un archivo de pendientes del terreno en porcentaje. Reclasifique este archivo en 5 categorías y conviértalo en un archivo vector.

*Nota.* Conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o documento word

### **Actividad 2:** autoevaluación 5

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 5

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La reclasificación se realiza únicamente sobre archivos vector.
2. En una EMC se utiliza la reclasificación para:
  - a. Poder combinar todas las variables.
  - b. Poder extrapolar la información de las variables.
  - c. Generar un archivo vector de las variables.
3. ( ) En una EMC la reclasificación se realiza enfocándose en la susceptibilidad o aporte de este rango al evento analizado.
4. ( ) Existe una sola herramienta en QGIS que permite la reclasificación de datos raster.
5. En la reclasificación por tabla se establecen:
  - a. Los rangos del archivo resultante.
  - b. Los rangos y las clases de salida de los archivos resultantes.
  - c. Las clases de salida del archivo resultante.
6. ( ) El archivo raster reclasificado tendrá información del archivo raster original.
7. ( ) Los archivos raster reclasificados para una EMC pueden contener varias escalas de información.
8. ( ) La conversión de formato raster a vectorial permite utilizar algunas herramientas que se encuentran disponibles en el formato vector.
9. La herramienta que permite transformar un archivo raster a vector es:
  - a. Rasterización.
  - b. Combinar.
  - c. Poligonizar.

10. ( ) La herramienta de reclasificación es exclusiva del software QGIS

[Ir al solucionario](#)



## Actividades finales del bimestre



### Semana 8

Unidades 1, 2, 3, 4, 5



**Excelente!!** Una vez que hemos finalizado el estudio de las 5 primeras unidades correspondientes al primer bimestre, le invito a reforzar tus conocimientos mediante una revisión rigurosa de las mismas. Identifique algunos vacíos que pueda tener en la materia y realice una lectura comprensiva de estas unidades.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, le invito a revisar las siguientes actividades finales del primer bimestre.

- **Actividad:** revisar y analizar las temáticas y contenidos estudiados en el bimestre, así como realizar nuevamente las prácticas requeridas.
- **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. Considere 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

- Define y delimita la distribución espacial de los usos en zonas inundables.

A medida que se avance en la revisión de los distintos tópicos de la materia, usted podrá ir descubriendo distintas metodologías y herramientas que le ayuden a definir espacialmente zonas inundables, así como las distintas fuentes de información, uso de datos estadísticos y presentación de resultados y escenarios. Posteriormente, podrá realizar análisis de los posibles impactos sobre el ambiente, las personas, la economía, etc., debido al distinto grado de exposición a estos fenómenos hidrometeorológicos.

### Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje

Estimados/as estudiantes, durante este segundo bimestre nos adentraremos en el aprendizaje de algunos métodos para estandarizar las variables que intervienen en la cartografía de zonas inundables, así como conocer los datos de partida que tenemos a nuestra disposición para poder realizar análisis cartográficos de inundaciones. Igualmente, revisaremos lo concerniente a análisis climáticos e hidrológicos, como disparadores de las inundaciones y terminar con un estudio de los elementos que se encuentran expuestos a estos eventos.

Les invito a empezar este proceso de aprendizaje de la mejor manera.  
¡Éxitos!



### Semana 9

Durante esta semana abordaremos la unidad 6 acerca de álgebra de mapas, la normalización de variables, proceso clave para la combinación de variables en la cartografía de inundaciones. Les invito a revisar con atención los recursos propuestos.

### 6.1. Álgebra de mapas

Se llama álgebra de mapas a la integración o superposición de varias capas temáticas relacionadas entre sí, para obtener una nueva capa resultante, la misma que muestra o genera una nueva información. Es un proceso matemático de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Según Olaya (2020) “se entiende por álgebra de mapas el conjunto de técnicas y procedimientos que, operando sobre una o varias capas en formato ráster, nos permite obtener información derivada, generalmente en forma de nuevas capas de datos” (p. 279).

La utilidad del álgebra de mapas es que nos permite combinar variables, dentro de un modelo matemático, para obtener resultados probables de un fenómeno, en otras palabras, nos permite modelar y aproximarnos a la realidad de un evento mediante la combinación de elementos (capas) de información que intervienen en el mismo.

Más adelante veremos la utilidad de estos procesos, debido a que, dentro del análisis de la cartografía de inundaciones, se toma como base la combinación de información geográfica temática, para obtener como resultado posibles áreas inundables sobre el territorio. Por ejemplo, para obtener un mapa de riesgo de inundaciones se debe tomar en cuenta el mapa de amenazas a inundaciones y el mapa de vulnerabilidad a inundaciones, el producto de estos dos mapas nos dará como resultado un mapa de riesgos por inundaciones. En la figura 3 se hace referencia a la combinación de tres variables, pendientes, geomorfología y suelo, para obtener un modelo de un mapa de amenaza a inundaciones.

**Figura 15.**

Ejemplo de combinación de capas en un álgebra de mapas



Nota. Merino, V., 2023.

El método de combinación, así como el peso que se da a cada una de las variables, dependerán del enfoque que se aplique para obtener el resultado.

## 6.2. Definición de normalización

Podemos entender a la normalización como el proceso de transformación de escala de los datos de una variable con el fin de poder comparar o combinar con respecto a otros conjuntos de elementos. Dicho de otra manera, la normalización son proporciones, que no cuentan con unidades de medida que permiten poder comparar o combinar variables o parámetros distintas y con distintas unidades de medida.

Para la cartografía de zonas inundables, la normalización se basa en el proceso de construir todas las variables que intervienen en el modelo, en una misma escala, bajo los mismos parámetros de medida, los mismos que pueden ser cualitativos (muy alto, alto, medio, etc.) o también pueden ser cuantitativos (10, 7, 5, 3, etc.).

Como lo menciona Berumen y Llamazares (2007) “si se tienen varios criterios con diferentes escalas (dado que ellos no se pueden sumar directamente), se requiere un proceso previo de normalización para que pueda efectuarse la suma de las contribuciones de cada uno de los atributos” (p. 68).



Le invito a ver el siguiente video, donde encontraremos una explicación sobre [la normalización de variables](#).

### 6.3. Uso en EMC

La normalización de las variables es un requisito de la gran mayoría de modelos, dentro de la EMC, cada variable que se evalúa o que interviene en el fenómeno tiene su propia escala o unidad de medida.

González et al. (2021) nos da el siguiente ejemplo del uso de la normalización:

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. (p. 97)

Es decir, sin normalización de variables no se podría realizar una EMC. La finalidad de la normalización es adentrarse en la variable y analizar en qué medida, cada rango interviene o influye en el objetivo. La valoración tanto de las variables como de sus escalas se generan desde la experiencia de expertos en el tema.

La normalización se realiza de manera independiente para cada variable que interviene en una EMC. No corresponde aplicar la misma valoración para normalizar a dos variables. Los valores normalizados corresponden a cada variable, y estos deben estar en una misma escala de medición.

Si bien, la mayoría de capas o variables que se combinan dentro de mapas de riesgos a inundaciones, son capas con información cualitativa, existen expresiones matemáticas que ayudan a normalizar variables cuantitativas. Si usted desea integrar dentro de su modelo una variable cuantitativa, la podría normalizar mediante la siguiente expresión:

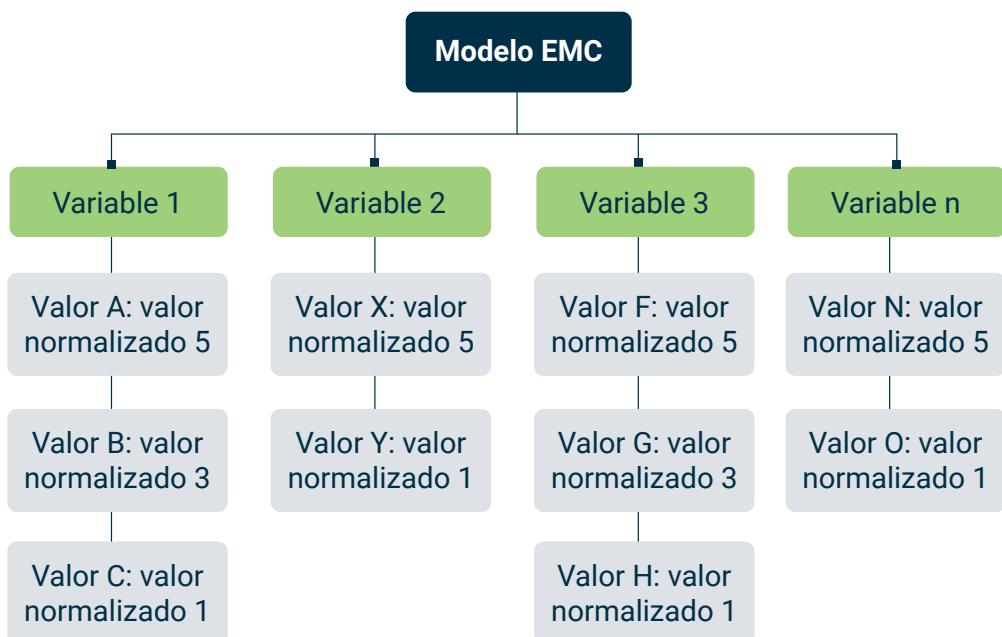
$$e_i = \frac{x_i - \min x_i}{\max x_i - \min x_i}$$

Siendo  $e_i$  el valor normalizado de la alternativa  $i$  y  $x_i$  el valor de la alternativa  $i$ . Los factores basados en datos temáticos se han puntuado entre 0 y 1 mediante un procedimiento de comparación por pares. (Santé Riveira & Crecente Maseda, 2004, p. 48)

En la figura 16 se puede observar que en un modelo de EMC en la cual intervienen muchos criterios, cada uno de estos se debe normalizar dependiendo de sus propiedades intrínsecas y sus subconjuntos.

**Figura 16.**

*Ejemplo del uso de la normalización en una EMC*



Nota. Merino, V., 2023.

Para ilustrar de mejor manera la explicación, pensemos en la variable de pendiente del terreno que nos ofrece información acerca de la inclinación de la superficie. Los subconjuntos o la clasificación de las pendientes van desde plana hasta escarpada. Al analizar esta clasificación y normalizarla, lo haremos en función del fenómeno y cómo esta interviene en él. En el caso de inundaciones, en pendientes planas la susceptibilidad es muy alta, por lo cual se le atribuirá esta calificación, y si se lo desea hacer con un valor cuantitativo, se le asignará el número mayor de la escala, por ejemplo, un 5. Sin embargo, si analizamos la misma variable, pendiente del terreno, pero enfocándonos a un fenómeno de movimientos de laderas (deslizamientos, derrumbes, caída de rocas, otros.) las pendientes bajas tendrán menor susceptibilidad, y se les podrá asignar el valor más bajo dentro de la normalización.

Sevillano (2020) en su trabajo de zonificación de la amenaza ante inundaciones, trabaja en 7 variables, profundidad, acumulación de flujo, canales, ríos, pendientes, humedales y quebradas. A todas estas variables las normaliza en 3 parámetros, alto, medio y bajo, en función de su influencia, en mayor o menor grado, para las inundaciones. (p. 57)

Al final se tendrán todas las variables clasificadas en función de un mismo criterio, pero enfocándose al peso o influencia sobre el fenómeno, por ejemplo, se pueden clasificar en los siguientes grados de susceptibilidad (tabla 6):

**Tabla 6.**

*Ejemplo de grados de susceptibilidad*

Categoría de la susceptibilidad	Grado de la susceptibilidad
1	Muy Baja
2	Baja
3	Media
4	Alta
5	Muy Alta

Nota. Merino, V., 2023.

Después de terminar la reclasificación o normalización de las variables, es necesario igualmente asignar un peso a cada variable dentro del modelo, ya que la magnitud de participación de las variables sobre un evento no es similar. Por ejemplo, dentro de un evento de inundación mayor peso o importancia tiene la variable de pendiente del terreno, a la variable de tipo de suelo. Este análisis es próximo a la normalización y existen algunas metodologías de asignación de pesos a las variables, entre las que sobresale el método AHP que veremos a continuación.

#### 6.4. Método AHP

El método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), propuesto por Thomas Saaty en 1980, es un método cuantitativo para la toma de decisiones multicriterio que permite generar escalas de prioridades basándose en juicios expertos manifestados a través de comparaciones por pares mediante una escala de preferencia. Esta escala permite incorporar en un modelo de decisión juicios sobre intangibles, representando la dominancia o preferencia de una alternativa frente a otra en relación con un atributo. (Nantes, 2019, p. 56)

Dentro del proceso de jerarquías analíticas de Saaty uno de los pasos más importantes es establecer los factores o variables que intervienen en esa decisión.

Para una EMC la aplicación de la metodología AHP nos permitirá asignar un peso a cada variable según el criterio de expertos sobre el tema, mediante la comparación por pares, así se determina la importancia de cada uno de estos factores sobre los demás.

La escala de Saaty, nos permite asignar un valor al comparar un criterio A con un criterio B, esta escala va desde 1/9 hasta 9. Si la importancia del primer criterio es mayor a la del segundo criterio analizado, se utilizarán los números enteros (1, 3, 5, 7, 9), y los números fraccionarios recíprocos, se utilizan si el primer criterio es menos importante que el segundo.

Para tener mejor referencia de la calificación, en la tabla 7 encontraremos una escala verbal sobre la escala numérica.

**Tabla 7.**  
*Escala de Saaty*

Valor	Definición
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores

Nota. Adaptado de *Escala de Saaty*, (p. 72)., por Berumen & Llamazares Redondo, 2007.

La obtención de los pesos se la realiza en una matriz de comparaciones pareada (matriz de Saaty), donde se exponen los criterios y cada una de sus calificaciones, de la siguiente manera (tabla 8):

**Tabla 8.***Ejemplo de matriz de Saaty, paso 1*

Criterios	C1	C2	C3	C4
C1	1	9	3	5
C2	1/9	1	1/5	7
C3	1/3	5	1	1/3
C4	1/5	1/7	3	1
Suma Columna	1,64	15,14	7,2	13,3

Nota. Merino, V., 2023.

Al final de las columnas se hace la sumatoria de todos los valores calificados. A continuación, se divide el valor sumado de cada columna, nuevamente para cada valor del criterio (tabla 9).

**Tabla 9.***Ejemplo de matriz Saaty, paso 2*

Criterios	C1	C2	C3	C4
C1	1÷1,64	9÷15,14	3÷7,2	5÷13,3
C2	1/9÷1,64	1÷15,14	1/5÷7,2	7÷13,3
C3	1/3÷1,64	5÷15,14	1÷7,2	1/3÷13,3
C4	1/5÷1,64	1/7÷15,14	3÷7,2	1÷13,3
Suma Columna	1,64	15,14	7,2	13,3

Nota. Merino, V., 2023.

Seguidamente, se promedian los valores resultantes de cada fila de la matriz, es decir, de derecha a izquierda, obteniendo así el peso de la variable sobre el modelo, como se detalla en la tabla 10.

**Tabla 10.***Ejemplo de matriz Saaty, paso 3*

Criterios	C1	C2	C3	C4	Peso
C1	0,61	0,59	0,42	0,38	0,50 = 50%
C2	0,07	0,07	0,03	0,53	0,17= 17%
C3	0,20	0,33	0,14	0,03	0,17= 17%
C4	0,12	0,01	0,42	0,08	0,16=16%
Sumatoria					100%

Nota. Merino, V., 2023.

En el caso del criterio 1 (C1) se sumaría la fila respectiva ( $0,61 + 0,59 + 0,42 + 0,38$ ) dando un valor de 1,99 y se lo dividiría para el número de criterios, en este caso son 4, dando un resultado para este criterio de 0,5, pasando a porcentaje queda como 50%. Esto significa que el criterio 1 influye en un 50% sobre el fenómeno analizado.

## 6.5. Sumatoria lineal ponderada

Una vez que se ha obtenido los pesos de las variables, el siguiente paso es integrarlos. Para la integración de las variables se utiliza la suma lineal ponderada, la misma que consiste en sumar cada variable o criterio multiplicado por su peso.

$$R_i = \sum_{j=1}^n (w_j * e_{ij})$$

Dnde:

- **R<sub>i</sub>**: Fenómeno o evento a evaluar
- **w<sub>j</sub>**: peso del criterio j
- **e<sub>ij</sub>**: valor normalizado de la alternativa i en el criterio j.
- **n**: número de criterios involucrados en la investigación.

Al aplicar este tipo de modelos de sumatoria lineal, nos facilita también el procesamiento en un entorno SIG. Simplemente realizando un álgebra de mapas, utilizando las calculadoras ráster se puede ejecutar el cálculo de toda la ecuación. De igual manera, se puede trabajar en formato vectorial en QGIS con el *plugin* VectorMCDA.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

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

## **Actividad 1:** realice el siguiente juego

Para reforzar el conocimiento sobre los conceptos revisados en esta semana, realizaremos el siguiente juego de completar.

### [Conceptos de álgebra de mapas y normalización de variables](#)

## **Actividad 2:** visualización del microvideo

Estimado estudiante, le invito a ver los siguientes videos:

- [Configurar la Matriz Saaty para Evaluación Multicriterio](#), en este video se hace la determinación de pesos por el método de Saaty, con un ejemplo práctico y en una plantilla de Excel.
- [Superposición Ponderada en Análisis Multicriterio con ArcGIS](#), en este video podrá encontrar un ejemplo de EMC, que involucra las actividades de normalización y reclasificación dentro de un SIG anteriormente.

## **Actividad 3: realice el ejercicio**

Para un mapa de amenazas a inundaciones usted tiene las siguientes variables: pendientes, geomorfología, distancia a ríos, tipo de suelos, con ellas construya una matriz Saaty de comparación entre pares y obtenga, según su criterio, el peso de las variables.

Tabla para completar

Criterios	Pendientes	Geomorfología	Distancia a ríos	Tipo de suelos
Pendientes				
Geomorfología				
Distancia a ríos				
Tipo de suelos				
Suma Columna				

Nota. Conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o documento word

## **Actividad 4: autoevaluación 6**

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 6

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La normalización de variables se entiende como el proceso de transformación de escala de los datos de una variable.
2. Para poder realizar la valoración de las escalas dentro de una variable, se la realiza con ayuda de:
  - a. Software especializado.
  - b. Operaciones matemáticas.
  - c. Opiniones de expertos en el tema.
3. ¿Se puede tener diferentes rangos para cada variable dentro de una normalización?
  - a. Si.
  - b. No.
  - c. Es independiente.
4. ( ) Los grados de susceptibilidad que se le asigna dentro de una variable, están dados de manera definitiva para esta variable en cualquier fenómeno que se analice.
5. El método de ponderación Analytic Hierarchy Process (AHP), propuesto por Thomas Saaty, es un método:
  - a. Cuantitativo.
  - b. Cualitativo.
6. ( ) Dentro de una EMC únicamente se le asigna los pesos a las 3 primeras variables que intervienen en el modelo.
7. La comparación que realiza la metodología AHP es:
  - a. Comparación de pares.
  - b. Comparación de iguales.
  - c. Comparación de opuestos.

8. La escala de Saaty, que nos permite asignar una calificación dentro de una matriz de evaluación, está entre los siguientes valores:
- a. 9 hasta 9
  - b.  $1/9$  hasta 9
  - c.  $-1/9$  hasta 9
9. ( ) La suma de los pesos debe ser igual a 1, o al 100 %.
10. ( ) La sumatoria lineal ponderada ayuda a integrar las variables multiplicadas por su peso.

[Ir al solucionario](#)



Durante esta semana abordaremos la unidad 7 acerca de la información base que se debe generar para realizar la cartografía de zonas de inundación.

### **Unidad 7. Cartografía y datos básicos de partida**

---

"La información de partida para los estudios del SNCZI se basa fundamentalmente en la necesidad de disponer de información cartográfica lo más actual posible y de calidad suficiente de los tramos de estudio" (Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino [MMAMRM], 2011, p. 19).

La información requerida para la cartografía de zonas inundables es muy variada y depende del contexto territorial que se vaya a evaluar. Sin embargo, existe información base que no se puede pasar por alto, como por ejemplo el modelo digital de elevación, ortofotos o imágenes satelitales y uso de suelo, ya que proveen de información muy importante para la modelización de estos eventos.

#### **7.1. Modelo digital del terreno**

Como punto de partida del análisis del área de estudio, la obtención de un Modelo Digital del Terreno (MDT) es indispensable y juega un rol muy importante dentro de la cartografía de zonas inundables. La escala que tiene este modelo digital ayudará a afinar el estudio y que los resultados sean más precisos.

La superficie terrestre es un fenómeno continuo, por lo tanto, un modelo de representación ráster 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. (González et al. 2021, p. 84)

La importancia de esta información radica no solamente en los datos sobre la altura del terreno, sino que a partir de un MDT se puede generar más variables y elementos del territorio, que en el caso de las inundaciones son también muy importantes, algunas de estas variables son:

- Pendiente.
- Curvas de nivel.
- Orientación.
- Identificación de cuencas de drenaje.
- Divisorias de aguas.
- Redes de drenajes y canales.
- Cumbres y depresiones.

Ya se ha dicho que un MDT puede tener varias fuentes de datos para su realización, sin embargo, para la cartografía de zonas inundables y dependiendo del objetivo del mapa, la precisión de la información juega un rol muy importante. Es así que, para generar un MDT que represente fielmente a la realidad topográfica del terreno, se puede utilizar tecnología LIDAR.

Para un amplio entendimiento de este tema, revise el documento que se cita en la parte de **recurso de aprendizaje**.

## 7.2. Ortofotos actuales

Las ortofotos son fotografías aéreas de una parte de la superficie terrestre, que, tras un proceso de rectificación, no son afectadas por distorsiones, son óptimas para la realización de cartografía de precisión y las medidas sobre las mismas serán lo más parecidas a la realidad.

La importancia de incluir ortofotos actuales en el análisis de inundaciones radica en que:

- Es fácilmente identificable la distribución hídrica sobre el territorio.
- Se puede identificar los elementos del terreno que son vulnerables ante un evento de inundación.
- Permite identificar la desactualización en la cartografía de elementos expuestos.

- Una vez obtenidas las simulaciones de áreas susceptibles a inundaciones, se puede superponer a la ortofoto e identificar las posibles pérdidas.

Las ortofotos históricas aportan información al proceso de cartografía de zonas inundables. Además, “permiten estudiar el cauce y sus evidencias geomorfológicas de crecidas en un escenario más cercano al natural que el actual” (MMAMRM, 2011, p. 30).

Igualmente, permite al planificador tener una idea de la evolución del uso y ocupación del suelo, proyectar el mismo en función del tiempo y obtener datos concretos de pérdidas en caso de un evento de inundación.

Para un amplio entendimiento de este tema, revise el documento que se cita en la parte de **recurso de aprendizaje**.

### 7.3. Uso del suelo

“Para el análisis se consideran las capas correspondientes a los mapas de agrupamiento del suelo y procesos degradativos del mismo. Este incluye la cartografía de los suelos impermeables tanto en las zonas no urbanizadas como muy poco urbanizadas” (PNUD, 2014, p. 12).

El uso de suelo es una variable muy importante a considerar en la cartografía de inundaciones, aportando información sobre la vulnerabilidad del territorio, con el mapeo de actividades que se desarrollan (agrícolas, ganaderas, residenciales, industriales, etc.) teniendo así un primer alcance del impacto de un evento de inundación.

La información actual e histórica del uso del suelo, permitirá elaborar un análisis multitemporal sobre la evolución de esta variable, detectando hallazgos que puedan ser de consideración en el análisis de inundaciones.

Para un amplio entendimiento de este tema, revise el documento que se cita en el siguiente apartado de **recurso de aprendizaje**

### **Recurso de aprendizaje**



El recurso que va a utilizar para este resultado de aprendizaje es:

**Lectura:** [Guía metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables](#), apartado 2, cartografía y datos básicos de partida



### **Actividad de aprendizaje recomendada**

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en la actividad que se describe a continuación:

**Actividad:** lectura del texto

Lea comprensivamente el documento [Modelos de Elevación de precisión y su importancia en la simulación de inundaciones](#), y analice la importancia de un modelo digital de elevación, así como de la precisión del mismo, en un contexto de simulación de inundaciones.



### **Semana 11**

---

Durante esta semana continuaremos revisando la unidad 7 acerca de la información base hidrometeorológica que se debe generar para realizar la cartografía de zonas de inundación. Tomando en consideración a las precipitaciones intensas como detonadoras de inundaciones.

## **7.4. Cálculo de pluviometría**

El peligro de inundación por desbordamiento de cauces debido al exceso de lluvia se relaciona directamente con la precipitación pluvial en la cuenca analizada y las características de la topografía del terreno circundante al cauce. Por lo tanto, los modelos utilizados para determinar los escurrimientos a partir de la precipitación que los origina están basados en relaciones de lluvia-escurrimiento. (Consorcio Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina - Consultores en Riesgos y Desastres [Consorcio ERN], 2011, p. 71)

El análisis hidrometeorológico en los modelos de cartografía de zonas de inundaciones, es fundamental para precisar, más allá de un estudio a nivel territorial (de zonas), un análisis temporal enfocándose en las lluvias intensas y su recurrencia.

El análisis sobre las lluvias nos debe llevar a recabar información de parámetros básicos en un punto geográfico específico, estos son:

- Duración de la lluvia.
- Intensidad media de la lluvia.
- Volumen total de la precipitación.
- Tiempo entre precipitaciones sucesivas.

La duración de la lluvia está dada por el tiempo, expresado en sus unidades, que perdura una precipitación sobre un punto específico de medición. La intensidad se medirá la cantidad de agua, en milímetros, que cae por hora. Estas dos variables son inversamente proporcionales, ya que, a mayor intensidad de lluvia, la duración es menor y viceversa. El producto de la duración por la intensidad nos da el volumen total de la precipitación.

Una cuenca hidrográfica puede llegar a ser muy extensa territorialmente, por lo que pueden existir varias estaciones meteorológicas que contengan datos sobre las precipitaciones, por lo cual se presenta el desafío de calcular una precipitación media, para esto el Consorcio ERN, (2011) plantea los siguientes métodos de cálculo:

- a. **Media aritmética de las precipitaciones:** se calcula la precipitación media como la media aritmética de las precipitaciones. Este método solo es aceptable si existen muchas estaciones y se observa que la precipitación es similar en todas ellas. Además, el valor calculado no incluye ningún tipo de valoración de la distribución espacial de las estaciones.
- b. **Método de los polígonos de Thiessen:** se basa en asignar cada punto de la cuenca a la estación más próxima; el dominio estudiado se divide en subregiones o zonas de influencia en torno a cada estación. Se deben unir las estaciones de dos en dos y dibujar las mediatrixes de estos segmentos, asignando a cada estación el área A limitada por las poligonales que forman las mediatrixes. La precipitación medida (o calculada) en cada pluviómetro se pondrá entonces por la fracción del área total de la cuenca comprendida en cada zona de influencia.

Una vez delimitadas las zonas de influencia, y calculadas sus áreas, se obtiene la precipitación media Pm.

- c. **Método de las isoyetas:** se basa en la hipótesis de tener suficientes datos como para poder dibujar las isoyetas, que son líneas que unen puntos con la misma precipitación media. Un mapa de isoyetas es un documento básico dentro del estudio hidrológico de una cuenca, no solamente permite cuantificar el valor medio, sino que presenta gráficamente la distribución espacial de la precipitación para el periodo considerado.

Al área entre dos isoyetas sucesivas, se le asigna el valor de precipitación promedio entre tales isoyetas. Conociendo el área encerrada entre pares sucesivos de isoyetas, se obtiene la precipitación regional. El método requiere hacer supuestos en "cimas" y "hoyos".

Al trazar las isoyetas para lluvias mensuales o anuales, se pueden incorporar los efectos topográficos sobre la distribución espacial de la precipitación, tomando en cuenta factores tales como la altura y la exposición de la estación. Este método también se recomienda para calcular promedios espaciales en el caso de eventos individuales localizados. (p. 52)

Para un amplio entendimiento de este tema, revise los documentos que se citan en la parte de actividades recomendadas.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

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

#### Actividad 1: realizar las siguientes lecturas

- [Modelos de evaluación de amenazas naturales y selección](#), apartado 4 modelo de evaluación de amenaza por lluvias intensas, específicamente análisis de lluvias(4.2.1).

- [Modelos de evaluación de amenazas naturales y selección](#), apartado 5 modelo de evaluación de amenaza por inundación, específicamente análisis simplificado de inundaciones (5.4.4).

### **Actividad 2: realice el ejercicio**

Ingresar a la página de [Datos Climáticos](#), y realice una búsqueda de información climática lo más cercano a su lugar de residencia. Identifique los parámetros que muestra la página y analice lo concerniente a la precipitación. En el video: [Descargar datos climatológicos de diferentes regiones del mundo](#), podrá encontrar un pequeño tutorial de ingreso a la página.

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

### **Actividad 3: autoevaluación 7**

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 7

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La información de partida para los estudios de la cartografía de zonas inundables no necesariamente debe ser actual y de alta calidad.
2. ¿Qué información se considera base e indispensable para la generación de cartografía de zonas inundables?
  - a. Modelo digital del terreno, ortofotos y población.
  - b. Ortofotos, uso de suelo y modelo digital de elevación.
  - c. Uso de suelo, ortofotos y escorrentía.
3. ( ) Un modelo digital del terreno representa en una capa vectorial los valores de altitud o elevación de la superficie terrestre.
4. Las fuentes de un MDT pueden ser:
  - a. Levantamientos topográficos.
  - b. Teledetección.
  - c. Estaciones meteorológicas.
  - d. A y b son correctas.
  - e. Todas las anteriores.
5. A partir de un MDT se puede obtener los siguientes productos o variables:
  - a. Pendiente del terreno.
  - b. Curvas de nivel.
  - c. Orientación.
  - d. Temperatura.
  - e. Precipitación.
  - f. A, b y c son correctas.
  - g. Todas las anteriores.

6. ( ) Las ortofotos, son fotografías aéreas de una parte de la superficie terrestre sin tomar en cuenta procesamiento alguno.
7. ( ) El uso de suelo aporta con información importante sobre las actividades que se desarrollan en el territorio bajo análisis, así como de las posibles afectaciones que se den tras un evento de inundación.
8. ¿Qué parámetros básicos sobre lluvias se necesitan conocer para un análisis de inundaciones?
- Intensidad de la lluvia y vientos, volumen total y precipitación por metro cuadrado.
  - Duración e intensidad de la lluvia, volumen total y tiempo entre precipitaciones.
  - Volumen total de lluvia, hora de la precipitación, duración de la lluvia.
9. ¿Qué métodos de cálculo de precipitación media en una cuenca nos presenta ERN-CAPRA?
- Promedio ponderado, media aritmética, polígonos de Thiessen.
  - Polígonos de Thiessen, media aritmética, mediana.
  - Media aritmética, polígonos de Thiessen, método de isoyetas.
  - Media aritmética, polígonos de Thiessen, mediana.
10. ( ) Las isoyetas, que son líneas que unen puntos con la misma precipitación media.

[Ir al solucionario](#)



Durante esta semana empezaremos revisando la unidad 8 sobre los elementos que se encuentran expuestos y vulnerables ante un evento de una inundación, su cartografía y cómo se debe estructurar una base de datos georreferenciada mínima sobre estos elementos.

### **Unidad 8. Cartografía de elementos expuestos y vulnerables**

---

#### **8.1. Generalidades**

Se ha descrito desde los inicios de la materia que el análisis de riesgos está dado no solo por la presencia o ausencia de una amenaza, sino también está dado y radica su importancia en todos los elementos que se encuentran expuestos o susceptibles de sufrir algún daño o afectación por un evento de magnitud.

Dichos elementos expuestos pueden ser componentes de obras de infraestructura, sus contenidos, y de manera general los ocupantes de la infraestructura expuesta o los habitantes de las poblaciones consideradas. En general, puede incluirse en la base de datos cualquier elemento geográficamente referenciado susceptible de sufrir algún tipo de efecto por causa de cualquier parámetro de intensidad de amenaza que se defina. (Consorcio ERN, 2011, p. 7)

De aquí surge la necesidad de tener un inventario mínimo georreferenciado de estos elementos con información básica, pero que permita realizar un acercamiento o una estimación en función de pérdidas, y que cada elemento contenga datos de su vulnerabilidad y nivel de exposición.

Generalmente, los elementos expuestos se deciden de antemano en función de los centros de interés. Puede tratarse de elementos tan diversos como las actividades económicas de un país, el patrimonio histórico de una provincia o el sistema hospitalario de una ciudad. (D'Ercole & Trujillo, 2003, p. 5)

Dentro del análisis de competencias, los gobiernos autónomos descentralizados tienen bajo su cargo algunas responsabilidades, de esta manera serían ellos quienes generen la mayor cantidad de información de elementos expuestos. Un claro ejemplo es el catastro de bienes inmuebles que se encuentra bajo competencia del nivel municipal, fuente principal de información para la vulnerabilidad.

## 8.2. Información básica requerida

El nivel de detalle de la información hace que los análisis sobre elementos expuestos sean más precisos y genere la menor cantidad de errores. Sin embargo, el obtener información precisa, a un nivel de detalle óptimo, genera costos económicos que, en muchos casos, los gobiernos en todos sus niveles no destinarian. Sin embargo, existe alguna información mínima de elementos expuestos que se puede generar y que contribuye al proceso.

En este sentido, la metodología CAPRA menciona algunos elementos mínimos a considerar para los bienes expuestos:

**Figura 17.**

*Información mínima de elementos expuestos*



Nota. Adaptado de *Modelo de exposición de país*, (p. 13), por CAPRA, 2011, Editorial.

- **Número de referencia:** número aleatorio o en el sistema que posee ese elemento en la capa de información.
- **Georreferenciación:** ubicación del bien en función de sus coordenadas.
- **Tipo constructivo:** se toma en cuenta el número de pisos, el uso predominante del bien, la fecha en que fue construida y el estrato socioeconómico.

- **Función de vulnerabilidad:** debe estar expresada en términos del daño físico y en término de afectación humana (número de víctimas).
- **Valoración económica:** valor de reposición de la estructura sola, una opción es calcular mediante los índices del precio cuadrado de construcción multiplicado por el área.
- **Ocupación humana:** la ocupación de un bien durante el día y durante la noche, descrita como porcentaje. Se define en función del tipo de bien (residencial, comercial, salud, educación, etc.).

A nivel general, se pueden incluir los activos expuestos de diversos sistemas de infraestructura tales como vías, puentes, plantas potabilizadoras de agua potables, tanques de agua potable, líneas de transmisión eléctrica, subestaciones eléctricas, proyectos hidroeléctricos, túneles, instalaciones industriales importantes, antenas de comunicación, centros de emergencias y seguridad, y otros que se consideren vitales o importantes.

El Consorcio ERN (2011) nos menciona que:

El sistema permitiría la definición de otro tipo de componentes, como son zonas de cultivo o, en general, cualquier otro elemento susceptible de daño que permita una georreferenciación y una asignación de una función de vulnerabilidad particular ante una intensidad relacionada con un fenómeno amenazante cuya distribución geográfica es conocida. (p.9)

### 8.3. Limitaciones en el caso de Ecuador

El objetivo de la cartografía de inundaciones es poder realizar un análisis del riesgo con el uso de los datos y la información disponible en el territorio. Se dispone de información geográfica y estadística de diferentes instituciones públicas, privadas, Organismos No Gubernamentales (ONG), fundaciones, entre otras entidades, sin embargo, existen algunas limitaciones para el uso de esta información, D`Ercole y Trujillo, (2003) exponen las siguientes:

- La heterogeneidad de las fuentes: la información cartográfica reunida proviene de varias instituciones y cada una de ellas trabaja con programas informáticos distintos, con fines múltiples y con coordenadas y escalas diferentes.

- Algunos fenómenos ocurridos son muy locales (deslizamientos) y no se puede elaborar con precisión los mapas a nivel nacional (escalas).
- El conocimiento muy parcial de algunas amenazas implica una información escasa y confiable solo en parte (metodologías variables).
- La existencia de mapas diferentes para una misma amenaza (amenaza sísmica).
- La inexistencia en algunos casos de metadatos (información sobre los datos) que impide entender lo que está cartografiado y compararlo con una información de otra fecha.
- En el caso de algunos eventos ocurridos, el periodo de estudio es muy corto.

Todo esto sumado a un deficiente o inexistente sistema de información local (GAD), un Sistema de Información Nacional (SNI) desactualizado y en desuso, el celo de instituciones públicas sobre información pública, la falta de divulgación de la información, el desconocimiento de leyes de datos abiertos, y otros elementos, hacen que la recopilación de información de estas fuentes sea un incordio para investigadores, técnicos y consultores.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

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

### Actividad 1: lectura del texto

Lea comprensivamente el documento de [metodología de definición del inventario de activos expuestos](#), del apartado 1 hasta el 1,2 e identifique la información mínima sobre elementos expuestos que ahí se menciona.

## **Actividad 2:** visualización de Geovisor

Realice una visualización y manipulación del [geovisor](#) del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador, de la Universidad del Azuay, donde encontrará información geográfica sobre variables territoriales de la provincia del Azuay y a nivel zonal.

## **Actividad 3:** realice el ejercicio

En una matriz que contenga los datos mínimos de información de elementos expuestos, llene información de los bienes inmuebles (viviendas) que existen en la manzana donde reside, suponiendo un escenario de inundación en su sector, puede utilizar la siguiente matriz de ejemplo:

Tabla de ejemplo para completar

# Vivienda	Coordenada X	Coordenada Y	Tipo constructivo	Función de vulnerabilidad	Valoración	Ocupación	
						Día	Noche
1	699422.65	9558841.51	Residencial	Física	120000	10%	100%
2							
n..							

Nota. Conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o documento word



## **Semana 13**

Durante esta semana continuamos en la revisión de la unidad 8 sobre los elementos expuestos y vulnerables ante un evento de una inundación, su cartografía a nivel nacional, de ciudad y de zonas específicas con mayor detalle, y qué elementos conforman estas bases de datos.

### **8.4. Infraestructura expuesta a escala nacional**

Los riesgos socioambientales no se analizan desde las fronteras político-administrativas, si bien hay eventos que afectan a localidades puntuales, las inundaciones suelen darse en extensión muy grande de territorio, en especial en las zonas costeras. Cuando suceden eventos de gran magnitud, que sobrepasan las capacidades resolutivas de un nivel cantonal o provincial, debe actuar el nivel con capacidad de respuesta, como lo

es el nivel nacional. Igualmente, al tratarse de eventos de gran escala, es más probable que infraestructura estratégica nacional sufra daños, es así como, desde un nivel nacional y sectorial, se debe contar con una base de datos que identifique toda esta infraestructura y mida la vulnerabilidad y exposición de esta.

Cada ministerio (sector) cuenta con una base de datos georreferenciada de sus instalaciones, conducciones, vías, líneas, edificios, proyectos, etc., pero no incluye un análisis de vulnerabilidad o exposición. Por lo tanto, se debe generar esta información bajo estándares establecidos por la entidad rectora de la gestión de riesgos y estándares en la generación de geoinformación.

La importancia de esta información no solo radica en que se genere, sino también en que esté disponible para otras entidades, GAD, ONG, y público en general, y su actualización sea permanente, dando así una herramienta para planificación y preparación a la sociedad.

A nivel del Ecuador se debe implementar esta base de datos de elementos estratégicos nacionales con su nivel de exposición, de la infraestructura que se indica en la figura 18:

## Figura 18.

*Tipo de infraestructura nacional expuesta*



- Vías de la Red Estatal
- Puentes de la Red Estatal
- Presas
- Proyectos hidroeléctricos



- Subestaciones de energía
- Líneas de transmisión de energía
- Nodos o bases de comunicaciones
- Poliductos



- Estaciones de bombeo
- Terminales de hidrocarburos
- Puestos marítimos
- Aeropuertos
- Edificios de instituciones de seguridad y defensa

Nota. Merino, V., 2023.

Bajo el análisis de exposición, cada una de estas infraestructuras debe contar mínimamente con información sobre tipo de construcción, función, valor de reposición, número de ocupantes (si los tiene), la función de vulnerabilidad física y humana, y el grado de exposición ante eventos, en este caso inundaciones.

### 8.5. Inventario de presas y embalses

Existen varias infraestructuras que se construyen dirigidas para el aprovechamiento del agua, las mismas que en muchos casos son multifunciones entre estas infraestructuras, tenemos a las presas y los embalses, a continuación, definiremos cada uno de estos:

Según Rodríguez (2005), presa se define como:

Presa o PA es una barrera o dique fabricada de piedra, hormigón, acero, madera, gaviones o materiales sueltos (préstamo de roca, suelo, arcilla, arena, grava), que se construye habitualmente en una cerrada o desfiladero sobre el cauce de un río, arroyo o canal. El objetivo o función de las PA es el de embalsar el agua en el cauce fluvial para elevar su nivel con el objetivo de derivarla, mediante canalizaciones de riego, para su aprovechamiento (p. 7).

Navarro (2010), define a los embalses como “sistemas híbridos entre un río y un lago. Presentan características ecológicas asociadas a estos dos sistemas, así como otras que les son exclusivas” (p. 80).

Dentro de los usos o finalidades que pueden tener los embalses y las presas, tenemos: Riego, producción hidroeléctrica, abastecimiento de agua para consumo humano, entre otros que se pueden visualizar en la figura 19.

**Figura 19.**  
*Usos de presas y embalses*



Nota. Merino, V., 2023.

El riesgo socioambiental en este tipo de infraestructuras se genera cuando existe la probabilidad de fallas en la infraestructura.

Como en el caso de toda obra estructural, existe el riesgo de que la presa falle e inunde poblaciones ubicadas cercanas al curso de agua, aguas abajo del cierre. Los estudios de ingeniería civil, geológica y minera se encargan de reducir al mínimo la posibilidad de la rotura del dique de una presa mediante un análisis exhaustivo del comportamiento de la obra ante situaciones extremas, calculando la estabilidad de la presa tomando en consideración sismos, lluvias torrenciales y otras catástrofes ambientales controladas por la geodinámica externa e interna de la tierra, así como posibles errores humanos. (Rodríguez Pacheco, 2005, p. 17)

Imaginemos la velocidad que la gran masa de agua adquiere en el momento de rotura de una presa aguas abajo, generando un desastre de grandes magnitudes.

Históricamente y en varios países a nivel mundial se han dado este tipo de eventos, generando miles de muertos y desaparecidos, dejando además pérdidas por cultivos, ganado, infraestructura, contaminación y pérdida de ecosistemas frágiles.

En Ecuador no existe una legislación enfocada directamente a este tipo de infraestructuras, en la cual se norme todo lo referente al impacto de estas sobre el territorio.

Si bien los embalses están reconocidos en la legislación ecuatoriana, su regulación resulta ser insuficiente. El grave problema que se presenta es que, al construirse la infraestructura, se generó una normativa marco que no es congruente con la secundaria, así como existen deficiencias normativas para regular la eficiencia y sostenibilidad de dichas infraestructuras. (Carpio, 2019, p. 57)

Sin embargo, en la legislación española, está muy clara y señala, dentro de otra información, que existe un inventario de presas y embalses.

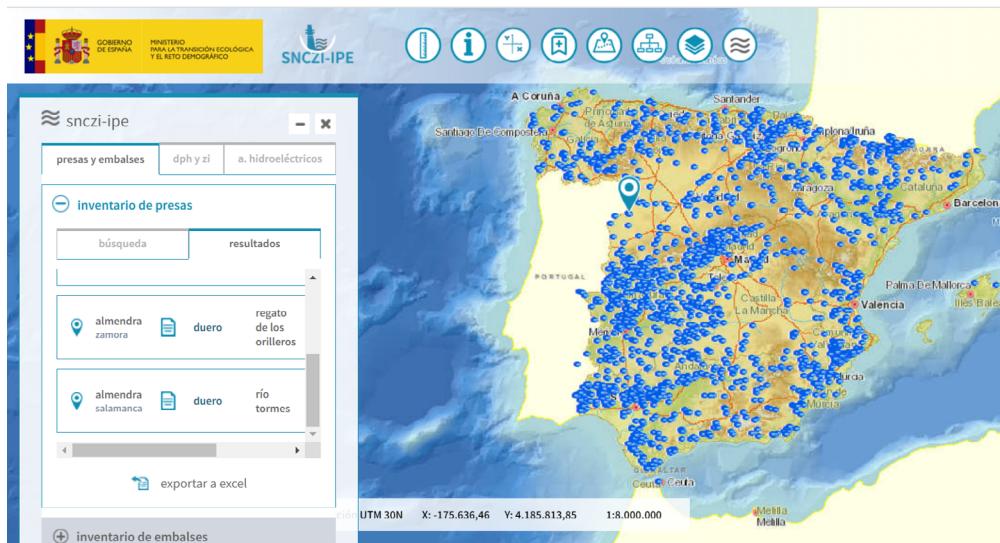
El inventario de presas se configura como un instrumento de gestión de gran eficacia, que se muestra a través de un visor de cartografía. En un sentido amplio, puede incluir un gran conjunto de datos referidos a las distintas actuaciones que deben llevarse a cabo en las presas. Para conseguir su mayor utilidad se incluye en este inventario una información seleccionada relativa a la tipología de presas, características geométricas y geográficas, características de la

cuenca y el embalse, usos de las presas, etc., que permita al usuario y al órgano gestor darse cuenta con rapidez de la información relevante de la presa y el embalse y que posibiliten la realización de consultas sobre esa información. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022)

Este visor permite, en primera instancia, la visualización de la totalidad de presas y embalses que tiene el país ibérico. También presenta herramientas de búsqueda de información precisa, con fichas técnicas de las respectivas presas. En la figura 20 se podrá visualizar el entorno de este geovisor.

**Figura 20.**

Captura de pantalla Geoportal inventario de presas y embalses



Nota. Tomado de SNCZI-Inventario de Presas y Embalses, por Gobierno de España, SNCZI-Inventario de Presas y Embalses.

Algo que recalcar de este geoportal, es que la información se encuentra disponible y sin restricción, la información que despliega el buscador se puede exportar a distintos formatos, que permiten realizar una base de datos propia y georreferenciada.

La implementación de una herramienta de similares características en nuestro país no sería tan compleja, debido a que la cantidad de presas y embalses de distintos propósitos no es tan grande en comparación con la de España. Sin embargo, si es una necesidad de información para la planificación.



Estimado estudiante, durante esta semana nos adentraremos en el conocimiento de la metodología de identificación de elementos esenciales que nos presenta la autoridad nacional del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, cómo y qué criterios se utiliza para su valoración. ¡Continuemos!

### 8.6. Elementos esenciales SNGRE

Todos los territorios tienen un conjunto de componentes que son claves dentro del territorio, tales como: servicios de salud, transporte, agua, comercio, puertos, recreación, entre otros. Estos componentes son claves y soportan el funcionamiento y desarrollo de los territorios ahora y en el futuro, dentro de estos componentes existen elementos relevantes a los que denominamos “esenciales” que no se pueden perder porque la dinámica actual del territorio se vería afectada gravemente. (SNGRE, 2018b, p.13)

Dentro de la normativa ecuatoriana aprobada existe la definición de elementos esenciales, con una similitud de los elementos expuestos, sin embargo, existe una diferencia, que, dentro de la respectiva escala, los elementos esenciales son situados en un nivel superior que los elementos expuestos, puesto que, son vitales para los procesos de sus localidades, ciudades, regiones o a nivel nacional.

Los criterios para su identificación son:

- Elementos que cubren o forman parte de los servicios básicos (agua potable, electricidad, gas, telecomunicaciones), y otros que permiten el normal funcionamiento de una zona (vías, mercados, hospitalares, otros).
- Elementos que se encuentren dentro del campo económico, turístico-recreacional y empresarial.

Dentro de las agendas de reducción de riesgos que propone el SNGRE, a los elementos esenciales, hay que definirlos por dos grandes características, la importancia del elemento en el sistema territorial y el nivel de exposición que tiene el mismo.

El SNGRE propone la siguiente matriz para poder evaluar estas dos características, en primer lugar, a la importancia (tabla 11):

**Tabla 11.**  
*Matriz de importancia de elementos esenciales*

Componente del sistema territorial	Elemento esencial	Cobertura poblacional	Cobertura territorial	Funciones	Alternativas	Total	Nivel de importancia

Nota. Adaptado de *Matriz de valoración / criterios de Importancia de un elemento*, por SNGRE, 2018, p. 15.

Para llegar al total de cada elemento, se suma la calificación de cada criterio, igualmente cada criterio tiene rangos de calificación, según las características del elemento evaluado (tabla 12).

**Tabla 12.**  
*Criterios de evaluación de importancia de elementos esenciales*

Criterios	Características del elemento	Calificación
Cobertura	Hasta 40% de la población	1
	Del 41% a 60%	2
	Más del 60 % de la población	3
Cobertura territorial	Nacional	4
	Regional	3
	Cantonal o Provincial	2
	Zona, distrito o sector	1
Funciones	Con 1 función	1
	Con 2 funciones	2
	Con 3 funciones o más	3
Alternativas	Con 2 o más sustitutos	0
	Con 1 sustituto	1
	Insustituible	2

Nota. Adaptado de *Importancia de un elementos esencial*, por SNGRE, 2018, p. 13.

Si el total de calificación es de 0 a 3, el nivel de importancia de este elemento es bajo, si va de 4 a 5 el nivel de importancia es medio, y si su calificación es de 6 o más, este elemento esencial es de alta importancia.

Para medir el nivel de exposición, se evalúa a qué y a cuántas amenazas socio-naturales se encuentra expuesta este elemento esencial, con una matriz simple de análisis (tabla 13). En esta matriz se coloca el número 1 si el elemento está expuesto a alguno de estos eventos, y 0 si no lo está, al final se da la sumatoria y se le otorga un nivel de exposición que va desde bajo (1 y 2), medio (3 y 4), medio (si tiene 1 evento recurrente), alto (5 o más). Igualmente, la leyenda en los colores es de rojo para alto, naranja para medio y verde para bajo.

**Tabla 13.***Matriz de identificación de nivel de exposición*

Elemento	sismo	Erupción volcánica	Inundaciones	Deslizamientos	Incendios Estructural por amenaza interna	Incendios forestales	Aguaje/ Oleaje	Tsunami	Por eventos recurrentes	Otros	Total	Nivel de exposición
												Rojo
												Ambar
												Verde

Nota. Adaptado de *Matriz para identificar nivel de exposición*, por SNGRE, 2018, p. 16.

La valoración de importancia de un elemento esencial y el registro de vulnerabilidad permitirá identificar si existen zonas críticas, es decir zonas con posible concentración de elementos esenciales, esta identificación permite ver que existen varios elementos expuestos a una misma amenaza, o que están expuestos a más de una amenaza, en zonas no mitigables, o infraestructura en zonas productivas o asentamientos humanos. (SNGRE, 2018b, p.15)

El recurso que va a utilizar para este resultado de aprendizaje es:

**Recurso de aprendizaje**

**Lectura:** [Metodología para elaborar Agendas de reducción de riesgos](#), apartado 9, aquí encontrará una ampliación del tema de elementos esenciales.



## Actividades de aprendizaje recomendadas

### Actividad 1: lectura del texto

Revise y analice dentro de la [agenda de reducción de riesgos](#) de la provincia del Azuay los campos en los cuales identifican elementos esenciales. Igualmente, puede revisar las amenazas a las que se encuentran expuestos.

### Actividad 2: autoevaluación 8

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 8

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) Dentro de la evaluación de elementos expuestos, únicamente se toma en consideración a las infraestructuras.
2. La característica principal una base de datos de elementos expuestos es:
  - a. Cuente con información de costos de reposición.
  - b. Posea información de la entidad que genera la base de datos.
  - c. Sea una base de datos georreferenciada.
3. ¿Qué nivel de gobierno tiene bajo su cargo la mayor cantidad de información de elementos expuestos?
  - a. Nacional.
  - b. Provincial.
  - c. Cantonal.
  - d. Parroquial.
4. De los siguientes elementos, ¿cuál de ellos no es un elemento mínimo dentro de la metodología CAPRA?
  - a. Georreferenciación.
  - b. Ocupación humana.
  - c. Valoración económica.
  - d. Valoración ambiental.
  - e. Función de vulnerabilidad humana.
  - f. Tipo constructivo.
5. ( ) La valoración económica se refiere al valor de reposición de la estructura o bien inmueble

6. La información cartográfica reunida proviene de varias instituciones y cada una de ellas trabaja con programas informáticos distintos. Esta limitación se refiere a:
- Homogeneidad de las fuentes.
  - Inexistencia de metadatos.
  - Periodos de tiempo de estudio cortos.
  - Heterogeneidad de las fuentes.
7. ( ) En las presas y embalses no existe riesgo de fallo o de otro tipo, debido a su ingeniería y análisis estructurales.
8. El inventario de presas se configura como:
- Instrumento de gestión.
  - Mapa de elementos.
  - Geoportal.
  - Visor geográfico.
9. La metodología del SNGRE nos presenta los siguientes criterios para evaluar la importancia de un elemento esencial:
- Cobertura poblacional, cobertura territorial, costo y alternativas.
  - Cobertura territorial, funciones, alternativas y desempeño.
  - Cobertura poblacional, cobertura territorial, funciones y alternativas.
10. ( ) El nivel de exposición se mide enfocándose en la cantidad de amenazas a las que el elemento se encuentra expuesto.

[Ir al solucionario](#)



En esta semana analizaremos la cartografía de eventos pasados, de qué manera han evolucionado los cauces fluviales, en qué magnitud se han dado las inundaciones con anterioridad, entre otros temas que ayudan a aprender del pasado e incluir información en análisis futuros. ¡Éxitos!

### **Unidad 9. Cartografía de eventos históricos**

---

Los datos históricos de inundaciones en un territorio son de gran importancia. Permitirán tener un punto de partida de información real sobre algún suceso en el pasado, el nivel de afectación, la intensidad del evento, el tiempo de duración, entre otras variables que pueden ayudar dentro del proceso de planificación y toma de decisiones.

La cartografía de eventos históricos se puede dividir en dos grandes grupos, en primer lugar, se analiza la cartografía del estudio evolutivo del medio fluvial (ríos y sus componentes), y en segundo un análisis y reconstrucción cartográfica de eventos históricos.

#### **9.1. Estudio evolutivo del medio fluvial**

Según el MMAMRM (2011), el estudio evolutivo del medio fluvial se realiza mediante el uso de fotografías aéreas históricas. Este análisis persigue identificar las zonas más activas e inundables del medio fluvial observado en las diferentes fotografías aéreas disponibles (p. 111).

Si bien, la data de fotografías aéreas en nuestro país no es muy larga, este análisis se puede realizar mediante herramientas de teledetección con imágenes satelitales.

Estimado estudiante, le invito a revisar el siguiente recurso que va a utilizar para este resultado de aprendizaje:

### Recursos de aprendizaje



**Lectura:** [Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables](#), revise el apartado 4.2 sobre los principales parámetros que se pueden encontrar mediante el análisis histórico del medio fluvial.

## 9.2. Reconstrucción de eventos históricos

El estudio de evidencias históricas cobra cada vez más importancia por los datos que aporta en el análisis de las inundaciones, aporta información más allá de los datos históricos de mediciones hidrometeorológicas, que pueden tener vacíos, además de ofrecer una primera aproximación de zonas inundables.

Los datos sobre eventos históricos se pueden recopilar de archivos históricos, de revistas y periódicos, además de entrevistas con personas o técnicos que estuvieron presentes en aquellos eventos, así como recorridos de especialistas en campo, obteniendo evidencias de posibles avenidas de inundación.

Hay que tener en cuenta que, en función del ámbito inundable implicado, pueden darse variaciones en el tratamiento de datos. En el caso de las zonas ligadas a llanuras aluviales, y teniendo en cuenta que una escala de trabajo apropiada para los objetivos del SNCZI estaría en torno a 1:5.000, resulta preferible la recopilación de información detallada y continua de los eventos que han tenido lugar en las últimas décadas a centrar el estudio en abarcar varios siglos pero con carencias informativas, tanto lagunas de eventos como déficit o poca precisión en los datos descriptivos. (MMAMRM, 2011, p.124)

En caso de que se cuente con información disponible y espacialmente dispersa en el territorio, se puede realizar cartografía histórica de inundaciones. Los pasos por seguir serían los siguientes: Recopilación de información y textos de fuentes confiables sobre los eventos en el territorio, selección de eventos y jerarquización de inundaciones históricas, esto se puede resumir en la figura 21.

**Figura 21.**

*Paso de cartografía de inundaciones*



Nota. Merino, V., 2023.

Estimado estudiante le invito a revisar las siguientes actividades recomendadas que va a utilizar para este resultado de aprendizaje.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

#### Actividad 1: lectura

Le invito a leer la [Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables](#), revise el apartado 4.3, desde 4.3.1 hasta 4.3.4, aquí encontrará una ampliación sobre los pasos para la identificación y mapeo de evidencias históricas de inundaciones.

#### Actividad 2: observe el video

Revise y analice el video: [Tutorial de Determinación de Vulnerabilidad a Inundaciones usando Mapas Históricos y QGIS](#), comprenda el uso de cartografía histórica en la definición de áreas de vulnerabilidad actual a inundaciones.

#### Actividad 3: autoevaluación 9

Estimados estudiantes, para evaluar los aprendizajes adquiridos sobre esta temática, le invito a desarrollar la autoevaluación que a continuación se presenta.



## Autoevaluación 9

Para las siguientes preguntas, seleccione la opción correcta.

1. ( ) La cartografía de eventos históricos se puede dividir en dos grupos, la cartografía del estudio evolutivo del medio fluvial, y la reconstrucción cartográfica de eventos históricos.
2. Para el estudio evolutivo del medio fluvial, se lo realiza mediante:
  - a. Medición histórica de caudales.
  - b. Uso de perforaciones en el suelo.
  - c. Fotografías aéreas disponibles.
3. ¿Se puede utilizar como alternativa para el estudio evolutivo del medio fluvial, las imágenes satelitales?
  - a. Sí.
  - b. No.
4. ( ) Hay que tener en cuenta que los límites cartografiados sobre fotografías aéreas georreferenciadas pueden contener un error con respecto a la posición real de la orilla.
5. Las evidencias históricas de inundaciones aportan más información que:
  - a. Las ortofotografías.
  - b. Los mapas actuales de inundaciones.
  - c. Datos hidrometeorológicos históricos.
6. Las fuentes de archivos históricos son:
  - a. Revistas y periódicos de las fechas.
  - b. Entrevistas con técnicos y pobladores.
  - c. Recorridos de especialistas.
  - d. Todos los anteriores.

7. Los pasos para realizar cartografía histórica de inundaciones son:
  - a. Recopilación, rectificación e impresión.
  - b. Recopilación, análisis y definición de inundabilidad histórica.
  - c. Recopilación, selección y análisis.
8. La escala necesaria para mapas de peligrosidad de inundaciones es:
  - a. 1:10.000
  - b. 1:1.000
  - c. 1:5.000
9. ( ) La fecha, duración y ubicación precisa de la zona afectada, son datos importantes a ser recopilados sobre el evento de inundación.
10. ( ) Durante la recopilación en campo, toda la información debe ser utilizada en los análisis.

[Ir al solucionario](#)



## Actividades finales del bimestre



### Semana 16

---

Estimado/as estudiantes, hemos culminado las unidades del segundo bimestre, espero que todos los temas tratados sirvan y refuerzen el proceso de enseñanza dentro de la carrera. Esta última semana del bimestre servirá para revisar y afianzar los contenidos estudiados.



### Actividades de aprendizaje recomendadas

Estimado estudiante, la evaluación bimestral trata sobre las unidades 6, 7, 8 y 9 que se han revisado a partir de la semana 9 hasta la semana 15, por lo tanto, es importante que previo al desarrollo de la misma, haya revisado los contenidos, para que sus respuestas, estén acorde a lo impartido.



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



## 4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Las amenazas son procesos, fenómenos o algunas actividades humanas que pueden generar impacto en las personas, bienes y el medioambiente.
2	d	Las inundaciones, terremotos y tsunamis son amenazas naturales. Las amenazas antrópicas son las que se producen por interferencia directa del ser humano, por ejemplo, un incendio forestal provocado.
3	b	La vulnerabilidad se la define como la condición que tiene un determinado factor o entidad a sufrir un impacto de una amenaza.
4	b	Las amenazas hidrometeorológicas se encuentran ligadas a procesos de la atmósfera y las precipitaciones.
5	c	Los eventos hidrometeorológicos tienen como principal factor al agua.
6	a	Las inundaciones son la anegación de partes de la superficie del territorio.
7	b	A nivel mundial y local, las inundaciones causan mayor daño y pérdidas económicas.
8	d	Las inundaciones se dividen en naturales y antrópicas, considerando su origen.
9	b	Las inundaciones extraordinarias ocurren en cualquier año, por presencia de precipitaciones excepcionales.
10	a	El periodo de retorno se define como la cantidad de años que se espera que aparezca o se produzca un evento de igual magnitud, bajo características e intensidades similares.

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La cartografía es la ciencia que estudia la representación de la superficie terrestre y todos los fenómenos que en ella suceden.
2	b	Un mapa es la representación en dos dimensiones de la superficie de la tierra, así como de los distintos fenómenos que se presentan.
3	b	La escala es la relación que existe entre la distancia dentro del mapa o de la representación geográfica y una distancia o magnitud en la superficie.
4	a	En una escala mayor, el nivel de detalle de la información es mejor.
5	d	En una escala 1:1.000, un centímetro en el mapa equivale a 1.000 centímetros en el terreno, lo que equivale a 10 metros.
6	b	Una cama de información representa una única variable sobre el territorio.
7	b	En una gran clasificación los mapas pueden ser de dos tipos, temáticos y base.
8	b	Un mapa temático representa una variable específica sobre el territorio.
9	b	Las fuentes de información pueden ser de dos tipos, primarias, es decir, que son tomadas directamente en campo, y secundarias, que ya vienen de un proceso y se derivan de fuentes primarias.
10	a	Ung es un vínculo o enlace entre usuarios e instituciones generadoras de información geográfica.

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	Los mapas de inundaciones identifican eventos pasados y también la probabilidad y la afectación de eventos futuros.
2	c	Entre otros, tenemos estos tres tipos de mapas de inundaciones: susceptibilidad, amenaza y zonificación.
3	b	Los mapas de vulnerabilidad miden el grado de afectación por ocurrencia de una inundación, mientras que en el mapa de susceptibilidad mide el tipo de inundación o evento a la cual es susceptible un territorio.
4	b	Los mapas de susceptibilidad se generan a baja escala, siendo el punto de partida para otros tipos de mapas y análisis.
5	a	Los mapas de eventos de inundaciones muestran las inundaciones y sus efectos en un determinado tiempo.
6	c	El mapa de amenaza provee la información de la ocurrencia o no, y en qué grado, de una inundación.
7	a	Un mapa de zonificación de amenaza por inundación categoriza a la amenaza en varios rangos, como alto, medio o bajo.
8	b	El mapa de vulnerabilidad mide el posible daño o impacto a personas, bienes, infraestructura y el medioambiente.
9	a	Para generar el mapa de riesgo de inundación, se toma en cuenta tanto la vulnerabilidad como la amenaza.
10	b	La escala de un mapa de riesgo depende exclusivamente de la escala de trabajo tanto de las amenazas como de las vulnerabilidades.

[Ir a la autoevaluación](#)

#### Autoevaluación 4

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La Evaluación Multicriterio (EMC), es una técnica de apoyo a la toma de decisiones en varias ramas de las ciencias, mediante el análisis de criterios que intervienen en el fenómeno.
2	b	Es una desventaja, puesto que la falta de estandarización genera problemas al momento de combinar la información,
3	b	La EMC si permite una validación del modelo.
4	b	La escala de las capas de información determina el nivel de detalle del modelo y de los resultados.
5	c	El primer paso de una EMC es tener claro el objetivo del mapa con el que se va a implementar.
6	b	Este es un proceso que se desarrolla durante todo el proceso, en especial durante el procesamiento y normalización de las variables.
7	c	Al final de una EMC se debe realizar una validación del modelo.
8	b	La información del tipo de suelo y sus características no son indispensables para una EMC de inundaciones, sin embargo, si puede ayudar a afinar el modelo.
9	a	De un MDE entre otra información, se puede derivar la altura, topografía y pendientes.
10	a	El método de análisis de incertidumbre es un método de validación de una EMC.

Ir a la  
autoevaluación

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	La reclasificación se la realiza sobre archivos raster, esto no quita que no se pueda realizar en vector, sin embargo, si se habla de reclasificación, se habla de raster.
2	a	En el proceso de una EMC es necesario combinar las variables, las mismas que se encuentran en archivos raster, por lo cual todas las capas deben estar expresadas en la misma escala.
3	a	Para realizar la reclasificación dentro de una EMC, se evalúa cómo actúa esta variable sobre un evento o fenómeno analizado, así como sus respectivos rangos.
4	b	Existe más de una forma de reclasificar un raster en QGIS
5	b	En una reclasificación por tabla se establecen los rangos que se desea tomar para formar una nueva clase, así como el valor que tomará esta nueva clase.
6	b	El nuevo archivo de salida contendrá únicamente los nuevos valores asignados a este.
7	b	Es necesario que todos los archivos que intervienen en una EMC, se encuentren en la misma escala de medición.
8	a	Se convierte de formato, para poder tener mayor flexibilidad en la utilización de herramientas.
9	c	La herramienta para convertir un archivo raster a vector es poligonizar.
10	b	En todos los softwares de SIG existen herramientas que permiten reclasificar archivos raster.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 6		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La normalización es convertir los datos de una variable, a otra escala para poder combinarla.
2	c	Dentro de la normalización, la ponderación se trabaja con ayuda de expertos en el tema, los que analizan y priorizan las variables.
3	b	Al momento de normalizar, todas las variables deben estar en la misma escala o rangos de valor, para de esta manera poder combinarlos entre si.
4	b	El grado de susceptibilidad que se le asigne a una variable en una normalización, está dada únicamente para ese fenómeno en específico que se está evaluando y no se puede generalizar para otros fenómenos.
5	a	El método Analytic Hierarchy Process (AHP), propuesto por Thomas Saaty, es un método cuantitativo, ya que asigna valores a las variables.
6	b	En una EMC todas las variables a intervenir deben ser asignadas su peso en la ecuación.
7	a	La metodología AHP compara pares de variables entre sí y evalúa el peso de una en función de otra.
8	b	La escala de Saaty que nos ayuda a calificar dentro de una matriz de evaluación va de 1/9 hasta 9.
9	a	La suma de los pesos que intervienen en una EMC debe ser igual a 1 o al 100 %
10	a	Para la integración de las variables se utiliza la Suma Lineal Ponderada.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 7

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	La información de partida para los estudios del SNCZI se basa fundamentalmente en la necesidad de disponer de información cartográfica lo más actual posible y de calidad suficiente de los tramos de estudio.
2	b	La generación de cartografía de zonas inundables puede incluir un gran número de variables para su análisis, sin embargo, el MDT, las ortofotos y el uso de suelo son parámetros básicos con los que se debe contar.
3	b	Un modelo digital del terreno representa en una capa raster los valores de altitud o elevación de la superficie terrestre.
4	d	Entre otras, las fuentes para generar un MDT son los levantamientos topográficos y la teledetección.
5	f	Un MDT aparte de generar información de la altura de la superficie, puede derivar en otros productos cuya importancia es muy alta, como lo es la pendiente del terreno, curvas de nivel, orientación de la superficie.
6	b	Las ortofotos son fotografías aéreas de una parte de la superficie terrestre, que, tras un proceso de rectificación, no son afectadas por distorsiones geométricas.
7	a	La capa de uso de suelo nos da a conocer las actividades que se desarrollan en el territorio y las cuales son propensas a sufrir daño por la ocurrencia de una inundación.
8	b	Los parámetros básicos que se necesitan conocer para la cartografía de zonas inundables son la duración de la lluvia, la intensidad de la lluvia, el volumen total y el tiempo entre precipitaciones.
9	c	ERN- Capra propone que para conocer la información de precipitación en zonas donde existe más de una estación meteorológica, se puede usar la media aritmética, los polígonos de Thiessen, y el método de isoyetas.
10	a	Las isoyetas son isolíneas que unen puntos de igual precipitación.

[Ir a la  
autoevaluación](#)

Autoevaluación 8		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	b	En la evaluación de elementos expuestos el principal factor a considerar es la población, después las infraestructuras.
2	c	Para que la información pueda ser contrastada con las amenazas, la misma debe ser georreferenciada y contar con su ubicación precisa en coordenadas.
3	c	El nivel cantonal es el que tiene bajo sus competencias de generar la base de datos de más elementos expuestos, esto debido a su competencia de uso y gestión de suelo, además de ser la entidad encargada de elaborar los catastros urbanos y rurales.
4	d	Los elementos mínimos para la metodología CAPRA son la georreferenciación, la ocupación humana, la valoración económica, la función de vulnerabilidad y el tipo constructivo.
5	a	Valor de reposición de la estructura sola, una opción es calcular mediante los índices del precio cuadrado de construcción multiplicado por el área.
6	d	La heterogeneidad de las fuentes dice que la información cartográfica reunida proviene de varias instituciones y cada una de ellas trabaja con programas informáticos distintos.
7	b	Como en el caso de toda obra estructural, existe el riesgo de que la presa falle e inundé poblaciones ubicadas cercanas al curso de agua, aguas abajo del cierre.
8	a	El inventario de presas se configura como un instrumento de gestión de gran eficacia, que se muestra a través de un visor de cartografía.
9	c	Los criterios de evaluación de la importancia son: cobertura poblacional, cobertura territorial, funciones y alternativas.
10	a	El nivel de exposición se mide enfocándose en la cantidad de amenazas a las que el elemento se encuentra expuesto.

[Ir a la autoevaluación](#)

## Autoevaluación 9

Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	a	La cartografía de eventos históricos se puede dividir en dos grandes grupos, en primer lugar, se analiza la cartografía del estudio evolutivo del medio fluvial (ríos y sus componentes), y en segundo un análisis y reconstrucción cartográfica de eventos históricos.
2	c	Según el Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino (2011) el estudio evolutivo del medio fluvial se lo realiza mediante uso de fotografías aéreas históricas.
3	a	Si bien, la data de fotografías aéreas en nuestro país no es muy larga, este análisis se puede realizar mediante herramientas de teledetección con imágenes satelitales.
4	a	Debido a las metodologías pasadas de ortorectificación, se debe tener cuidado con la precisión de la información histórica de fotografías aéreas y cartografía en general.
5	c	Debido a que los datos históricos en su mayoría de los casos tienen tiempos prolongados de intermitencia en su información.
6	d	Los datos sobre eventos históricos se pueden recopilar de archivos históricos, de revistas y periódicos, además de entrevistas con personas o técnicos que estuvieron presentes en aquellos eventos, así como recorridos de especialistas en campo.
7	b	Los pasos para realizar cartografía histórica de inundaciones son la recopilación, análisis y definición de inundabilidad histórica.
8	c	El detalle necesario que se debe obtener en cartografía de peligrosidad de inundaciones se logra a una escala 1:5.000
9	a	La información básica a tener sobre inundaciones en la recopilación en campo es la fecha, la duración de la inundación y con la mayor precisión el área afectada.
10	b	En gabinete se debe realizar una validación de las entrevistas en campo, debido a imprecisiones y contradicciones que se pueden encontrar.

[Ir a la autoevaluación](#)



---

## 5. Referencias bibliográficas

---

- Asamblea General, N. (2016). *Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de Naciones Unidas –UNISDR*. Ginebra, Suiza. [https://www.unisdr.org/files/10760\\_undgdrguidancenotesspanish28lowreso.pdf](https://www.unisdr.org/files/10760_undgdrguidancenotesspanish28lowreso.pdf)
- Asamblea Nacional. (2010). *Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas*. Suplemento del Registro Oficial 306 de 24-jul-2020. [https://ces.gob.ec/lotaip/2020/Julio/Literal\\_a2/C%C3%B3digo%20Org%C3%A1nico%20de%20Planificaci%C3%B3n%20Finanzas%20P%C3%BAblicas.pdf](https://ces.gob.ec/lotaip/2020/Julio/Literal_a2/C%C3%B3digo%20Org%C3%A1nico%20de%20Planificaci%C3%B3n%20Finanzas%20P%C3%BAblicas.pdf)
- Berumen, S. A., & Llamazares Redondo, F. (2007). La utilidad de los métodos de desición multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de Administración*, 65-87. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-35922007000200004](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922007000200004)
- Calabia Aibar, A., Gómez Delgado, M., & Benavides Gutiérrez, G. (2012). Validación de un modelo basado en Técnicas de Evaluación Multicriterio y SIG a partir de análisis de incertidumbre. Una propuesta para mejorar la introducción de distorsión en las variables de partida. *XV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica*, 535-544. <https://digital.csic.es/handle/10261/85459>
- Carpio García, C. C. (2019). *La regulación de las presas y embalses en el Ecuador. Perspectivas y propuestas para una regulación sostenible*. Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/33063/1/Trabajo%20de%20titulaci%C3%B3n.pdf>
- Chávez Cortés, M. M., Cervantes, G. B., & Salas Flores, A. C. (2016). Evaluación multicriterio de la vulnerabilidad biofísica ante inundaciones en la subcuenca río Atoyac-Oaxaca de Juárez. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 97-109. doi:10.19136/era.a4n10.816

Consortio Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina - Consultores en Riesgos y Desastres. (2011). *Tomo I: Metodología de Modelación Probabilista de Riesgos Naturales. Informe Técnico ERN-CAPRA-T1-3: Modelos de evaluación de amenazas naturales y selección.* <https://ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-R6-T1-3%20-%20Modelos%20de%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Amenazas.pdf>

Consortio Evaluación de Riesgos Naturales - América Latina - Consultores en Riesgos y Desastres. (2011). *Tomo I: Metodología de Modelación Probabilista de Riesgos Naturales. Informe Técnico ERN-CAPRA-T1-4: Metodología de definición del inventario de activos expuestos.* <https://ecapra.org/sites/default/files/documents/ERN-CAPRA-R6-T1-4%20-%20Metodolog%C3%A1tica%20de%20definici%C3%B3n%20del%20inventario%20de%20activos%20expuestos.pdf>

D'Ercole, R., & Trujillo, M. (2003). *Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador: Los desastres, un reto para el desarrollo.* Quito. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01191420/document>

González Coronel, I. M., Morocho Cuenca, J. R., & Reyes Bueno, F. R. (2021). *Sistemas de Información Geográfica para Análisis de Riesgos.* Loja: Ediloja Cía. Ltda.

Ministerio de Medioambiente y Medio Rural y Marino. (2011). *Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.* Madrid. [https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/guia\\_snczi\\_baja\\_optimizada\\_tcm30-422920.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/agua/publicaciones/guia_snczi_baja_optimizada_tcm30-422920.pdf)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Inventario de Presas y Embalses.* <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/seguridad-de-presas-y-embalses/inventario-presas-y-embalses/>

Nantes, E. A. (2019). El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones. *Investigación Operativa*, 54-73. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/26474/28219>

Navarro, E., García-Berthou, E., & Armengol, J. (2010). *Investigación y ciencia*, 80-87. [https://digital.csic.es/bitstream/10261/35290/1/Navarro\\_et.al\\_IC\\_2010.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/35290/1/Navarro_et.al_IC_2010.pdf)

Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. <https://volaya.github.io/libro-sig/>

Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. (2014). *Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial*. Cuba. <https://dipecholac.net/docs/files/475-libro-metodologia-riesgo-ama.pdf>

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (s.f.). *Diccionario de la lengua española* (23.<sup>a</sup> ed ed.). Recuperado el 17 de enero de 2023, <https://dle.rae.es/inundaci%C3%B3n>

Rodríguez Pacheco, R. L. (2005). *Similitud y diferencia entre las presas de agua y las de relave. Riesgo ambiental por rotura*. [https://www.researchgate.net/publication/327551907\\_Similitud\\_y\\_diferencia\\_entre\\_las\\_presas\\_de\\_agua\\_y\\_las\\_de\\_relave\\_Riesgo\\_ambiental\\_por\\_rotura](https://www.researchgate.net/publication/327551907_Similitud_y_diferencia_entre_las_presas_de_agua_y_las_de_relave_Riesgo_ambiental_por_rotura)

Santé Riveira, I., & Creciente Maseda, R. (2004). EVALUACIÓN DE MÉTODOS PARA LA OBTENCIÓN DE MAPAS CONTINUOS DE APTITUD PARA USOS AGROFORESTALES. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, 40-68. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/1310149.pdf>

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2018a). *Glosario de términos de gestión de riesgos de desastres*. Samborondón.

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (2018b). *Metodología para elaborar agendas de reducción de riesgos*. Samborondón.

Sevillano Rodríguez, M. E. (2020). Zonificación de la amenaza ante inundaciones a partir de un método de evaluación multicriterio en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia. *GeoFocus*, 47-76. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.661>

Vargas Martínez, N. O., Verdugo Rodríguez, N., Arbelaez Salazar, J. D., Caicedo Carrascal, F. M., & Triana García, J. V. (2017). *Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación*. Bogotá.