



Diciembre, 2024

# MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES DEL ECUADOR CONTINENTAL



EL NUEVO  
**ECUADOR**

Ministerio de  
Agricultura y Ganadería

## **PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA**

Daniel Noboa Azín

## **MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA**

Danilo Palacios Márquez

## **COORDINADOR GENERAL DE INFORMACIÓN NACIONAL AGROPECUARIA**

Marco Vinicio Jiménez

## **DIRECTOR DE GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN AGROPECUARIA**

Fabrizio Carrera Martínez

## **EQUIPO TÉCNICO**

Darwin Sánchez Rodríguez (Líder Unidad de Suelos, MAG-CGINA-DGGA)

Darwin Yánez (Analista Dirección de Análisis de Riesgos, SGR)

## **DISEÑO**

Fabián Luna López

Primera Edición, 2024

© Ministerio de Agricultura y Ganadería

Av. Amazonas y Av. Eloy Alfaro, Quito 170516. Piso 5to.

[www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec)

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los editores y se cite correctamente la fuente.

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA  
PROHIBIDA SU VENTA**



**EL NUEVO  
ECUADOR**

Ministerio de  
Agricultura y Ganadería

# CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. ANTECEDENTES .....	3
3. JUSTIFICACIÓN .....	4
4. OBJETIVOS.....	6
4.1 Objetivo General .....	6
4.2 Objetivos Específicos .....	6
5. MARCO CONCEPTUAL .....	6
6. METODOLOGÍA.....	11
6.1 Parámetros cartográficos .....	11
6.2 Área de estudio y período de monitoreo .....	11
6.3 Insumos utilizados .....	12
6.4 Esquema metodológico .....	13
6.5 Criterios para evaluar aspectos edáficos y agro-técnicos .....	14
6.6 Descripción de variables .....	14
6.7 Transformación de datos .....	19
6.8 Clasificación de los niveles de susceptibilidad a inundaciones.....	23
7. RESULTADOS .....	24
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	27
8.1 Conclusiones .....	27
8.2 Recomendaciones.....	28
9. BIBLIOGRAFÍA.....	29
10. ANEXOS:.....	32



## SIGLAS

<b>CGINA</b>	Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria
<b>CONALI</b>	Comité Nacional de Límites Internos
<b>DGGA</b>	Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria
<b>EIRD</b>	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
<b>FAO</b>	<i>Food and Agriculture Organization</i>
<b>IEE</b>	Instituto Espacial Ecuatoriano
<b>MAG</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>SENPLADES</b>	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
<b>SGR</b>	Secretaría de Gestión de Riesgos
<b>SIG</b>	Sistema de Información Geográfica
<b>UNDRR</b>	Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres
<b>UTM</b>	<i>Universal Transverse Mercator</i>
<b>WGS84</b>	<i>World Geodetic System 1984</i>



## 1. INTRODUCCIÓN

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2010) indica que el tema de los desastres es claramente un problema de desarrollo de los países. Primero, porque en los países en desarrollo algunos fenómenos naturales, ya sean de origen hidrometeorológico, geosísmico, vulcanológico o de otra naturaleza, suelen tener consecuencias mayores que en los países desarrollados. Segundo, porque diversos factores asociados al bajo nivel de desarrollo son causa de la amplificación de tales consecuencias. Tercero, porque el impacto de los fenómenos naturales sobre las posibilidades de desarrollo de largo plazo es sensiblemente mayor en los países menos desarrollados.

Los desastres constituyen momentos de ruptura o crisis, cuyas repercusiones en el desarrollo de una población o un territorio son determinantes y causan muchas veces un retroceso (D'Ercole y Trujillo, 2003).

La evaluación del riesgo requiere disponer de un conocimiento detallado de las características cuantitativas y cualitativas de la amenaza y la vulnerabilidad, como también de los factores que lo determinan y de sus consecuencias físicas, sociales, económicas y ambientales. Esto es un primer paso necesario para cualquier estudio serio de estrategias de reducción de desastres (EIRD, 2004).

La presente memoria técnica corresponde al mapa de: “SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES EN EL ECUADOR CONTINENTAL A ESCALA 1:25.000”, y describe la información, el procesamiento, análisis y aplicación de la metodología utilizada y los resultados obtenidos al analizar las variables que mejor califican la susceptibilidad a inundaciones.

El estudio se realizó con el fin de determinar aquellas zonas en las que se deberían implementar medidas o prácticas de protección que permitan reducir los riesgos; información que coadyuvará a profundizar los estudios de amenazas por inundaciones (pluviales y fluviales) en la gestión territorial, mejora y sostenibilidad de la producción agraria.

## 2. ANTECEDENTES

A lo largo de la historia, el hombre ha sido atraído por las tierras fértiles de las tierras aluviales donde sus vidas se facilitan en virtud de su cercanía a fuentes de agua y comida. Irónicamente, el mismo río o arroyo que provee sustento a la población circundante también expone a estas poblaciones a desastres debido a inundación periódica (Román, 2006).

Según la Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres – UNDRR (2023), señala que desde el año 2000, los desastres han afectado a más de 190 millones de personas en América Latina y el Caribe. Es decir, 3 de cada 10 habitantes de la región han tenido que hacerle frente a un huracán, un terremoto, una sequía, deslizamiento de tierras o un volcán, por nombrar sólo algunas de las emergencias por desastres más comunes en la región.

Las inundaciones son el desastre más común en la región, con 681 inundaciones (+133 desde el 2019) desde el año 2000. A pesar del número relativamente bajo de muertes directamente asociadas con las inundaciones, han afectado a 49 millones de personas (+8 millones de personas desde 2019) y han causado unos daños totales de casi 28.000 millones de dólares (+2.000 millones desde 2019) (UNDRR, 2023).

La problemática de las inundaciones responde a un riesgo complejo y dinámico en el que emerge un fenómeno impredecible, incierto e incontrolable. Sus efectos se ven reflejados en pérdidas humanas, económicas, ambientales y materiales. Los factores a considerarse en el riesgo de inundaciones son: distribución espacial de la lluvia, topografía, características físicas de los arroyos y ríos, pendiente del terreno, pérdida de cobertura vegetal, uso de suelo, disposición de desechos, invasión humana en zonas inundables y la expansión de la mancha urbana debido a la ausencia de planificación y ordenamiento territorial (FAO & FID, 2013).

La metodología empleada para identificar la susceptibilidad a inundaciones se basa en la evaluación de la vulnerabilidad ante las inundaciones, por lo que es necesario identificar las áreas que podrían ser afectadas por cualquier tipo de inundación y evaluar el peligro potencial de la misma, obteniendo así un producto final que mejora el conocimiento para la gestión agrícola y del territorio en general.

El desarrollo de esta metodología tiene como base principal la dinámica de los flujos superficiales y subsuperficiales basados en el control topográfico del escurrimiento, calculados principalmente por el índice topográfico de humedad (ITH), ofreciendo de esta manera una mejor perspectiva en lo referente a la predicción de sitios que, por saturación y alta concentración del escurrimiento, puedan actuar como rutas iniciales a procesos mayores de inundación.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Los fenómenos naturales pueden llegar a producir daños en la población y las economías de los países, y por añadidura en sus sistemas sociales y políticos, son parte de los procesos geodinámicos de la vida del planeta (CEPAL, 2000).

Bello, Bustamante y Pizarro (2020) señalan que, ante la situación de crecientes amenazas, riesgos y vulnerabilidades, los países tienen el desafío de transitar de la atención de la emergencia causada por desastres a la gestión del riesgo de desastres. Para ello, se requiere una transición de un paradigma a otro, de la gestión de las amenazas convencionales a una mejor comprensión de las interacciones dinámicas de los riesgos sistémicos. Consciente de estas dinámicas entre el desarrollo sostenible y los desastres, la comunidad internacional ha plasmado en marcos mundiales, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el Marco de Sendai, elementos que pueden servir de guía orientadora para una gestión de riesgos coordinada y articulada entre los distintos actores del desarrollo, y liderada por los gobiernos, para hacer frente a tales desafíos.

Los principios de integralidad para alcanzar el desarrollo sostenible plasmados en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y reflejados de igual manera en el Marco de Sendai promueven la adopción de enfoques basados en sistemas, así como un mejor entendimiento de la naturaleza de los riesgos, impulsando nuevas líneas de investigación, metodologías y oportunidades para la planificación antes, durante y después de un desastre.

Nuestro país por su posición geográfica en el planeta se encuentra sometido a diversas amenazas naturales, principalmente de origen geológico e hidro-meteorológico, que cada cierto tiempo afectan, en mayor o menor grado, a la población y su infraestructura. De entre todas ellas, las amenazas que mayor impacto socioeconómico han causado están las inundaciones, ocasionando pérdidas de vidas humanas, generando incalculables afectaciones en el sector agropecuario, daños y/o pérdidas en bienes e infraestructuras (IEE, 2015).

El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2019), señala que, las inundaciones y las lluvias fuertes son las amenazas que presentan mayor incidencia en el territorio



desde el punto de vista de la frecuencia (44 %) durante los últimos 35 años. Por otro lado, desde el número de muertos y desaparecidos, la amenaza que tiene mayor incidencia son las inundaciones, seguida de las tormentas fuertes y mareas altas.

Según Gallardo (1987), el fenómeno de las inundaciones en el Ecuador es un problema complejo de incidencia meteorológica, oceanográfica e hidrológica. Inciden, por ejemplo, las corrientes marinas del Pacífico oriental, debilitamiento de los vientos alisios, mayor evaporación impuesta por las elevadas temperaturas y el efecto orográfico de los Andes, originando intensas y persistentes precipitaciones en toda la costa de país. En lo hidrológico es un problema de mecánica fluvial, en el que intervienen fenómenos como el desbordamiento de los ríos, acumulación de aguas lluvias e influencia de las mareas.

El fenómeno de El Niño 2015/2016 fue particularmente fuerte y provocó graves alteraciones en los patrones meteorológicos, desencadenando tanto inundaciones como sequías durante diferentes fases. Estos choques climáticos recurrentes, que desencadenan periodos cíclicos de sequía y lluvias torrenciales, han tenido graves repercusiones en la seguridad alimentaria y la producción agrícola, afectando a los medios de vida, la salud, el agua, el saneamiento, la educación y otros sectores de la región (UNDRR. 2023).

En el país, los estratos más pobres son los más severamente afectados, deteriorándose aún más sus condiciones de vida. En alimentación y nutrición se pueden producir la pérdida de cosechas, el retraso en las siembras y consecuentemente el desabastecimiento alimentario.

Los desastres tienen efectos significativos, en términos generales negativos, sobre las perspectivas de desarrollo de largo plazo en la región de América Latina y el Caribe. El efecto acumulativo mostraría una tendencia creciente de los efectos directos, pero de manera mucho más significativa se han incrementado extraordinariamente los valores de los efectos macroeconómicos (CEPAL, 2000). Las inundaciones, sin importar su origen, tienen efectos secundarios tales como afectaciones a la salud, transporte, movilidad, comercio, educación, industria, pesca, infraestructura pública, etc.; generando un elevado costo de atención, incremento en los costos directos e indirectos de las afectaciones y procesos de recuperación. En la Tabla 1 se resumen los efectos de las inundaciones sobre la superficie terrestre y agrícola.

**Tabla 1.** Efectos de las inundaciones en la superficie de la tierra y en la agricultura

Tipo de desastre	Efectos en la superficie de la tierra	Efectos en la agricultura
Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Erosión</li> <li>● Sobresaturación de agua</li> <li>● Desestabilización de suelos y deslizamientos</li> <li>● Sedimentación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Destruye cosechas, altera el tipo de cultivos y los ciclos de cosecha</li> <li>● Daño localizado en tierras, sembradíos y zonas boscosas</li> <li>● La mayor humedad mejora la calidad de algunas tierras y las vuelve productivas (así sea temporalmente)</li> </ul>

**Fuente:** Adaptado de CEPAL, 2000.

La Secretaría de Gestión de Riesgos (2023d) señala en su Informe de Situación por emergencias y desastres en Ecuador (SitRep) – Afectaciones por lluvias del 01 de enero del 2023 hasta el 31 de diciembre 2023, que se han presentado 3.181 eventos peligrosos por lluvia a nivel nacional como inundaciones (41,30 %), deslizamientos (33,86 %), colapsos estructurales (8,02 %), vendavales (5,75 %), socavamientos (5,69 %), aluviones (2,33 %), entre otros. Las provincias que han sido más impactadas en la población son: Guayas, Los Ríos, Esmeraldas, Manabí, Santa

Elena, Bolívar, Cotopaxi, El Oro. Las afectaciones en el sector agrícola a nivel nacional fueron de 16.312,9 ha de cultivos afectados y 17.808,7 ha de cultivos perdidos.

Con estos antecedentes y con la necesidad de proveer información confiable y oportuna a la sociedad, se generó el “Mapa de Susceptibilidad a Inundaciones del Ecuador Continental” mediante el análisis de índices topográficos, parámetros biofísicos y el uso de Sistemas de Información Geográfica; información que servirá de insumo para generar mapas más detallados.

En este contexto se ha desarrollado el presente estudio, como el primero de varios enfoques metodológicos para el análisis de inundaciones, con el fin de suministrar una herramienta útil para investigadores, entidades responsables del manejo de las emergencias, instituciones encargadas de la gestión integral del recurso hídrico y en general para todas aquellas personas o entidades encargadas de la planeación y administración territorial.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo General**

Actualizar la cartografía temática sobre la Susceptibilidad a Inundaciones generada mediante el Método Geomorfológico Integrado, información fundamental para la gestión territorial, sostenibilidad y mejoramiento de la productividad agraria.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar las áreas susceptibles a retener humedad ya sea por concentración del escurrimiento o anegamiento mediante el Índice Topográfico de Humedad (ITH).
- Analizar los indicadores geomorfológicos que aportan información referente a inundaciones pasadas y muestran la probabilidad relativa de nuevos eventos.
- Definir, delimitar y cuantificar las áreas con niveles de susceptibilidad a inundaciones: Sin, Baja, Media y Alta.
- Cuantificar las áreas de las clases agrológicas agropecuarias (I, II, III, IV y V) susceptibles a inundaciones.

## **5. MARCO CONCEPTUAL**

### **INUNDACIÓN**

En el Glosario Hidrológico Internacional (OMM – No. 385, 2012) se define a la inundación como el desbordamiento del agua fuera de los confines normales de un río o cualquier masa de agua y/o la acumulación de agua procedente de drenajes en zonas que normalmente no se encuentran anegadas.

La Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) en su momento Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias – SNGRE (2019), señala que la inundación es la ocupación por parte del agua de zonas o regiones que habitualmente se encuentran secas. Normalmente es consecuencia de la aportación inusual y más o menos repentina de una cantidad de agua superior a la que puede drenar el propio cauce del río, aunque no siempre es este el motivo. Las inundaciones se producen por diversas causas (o la combinación de éstas), pueden ser por causas

naturales como las lluvias, oleaje o deshielo; o por causas no naturales como la rotura de presas, por ejemplo.

Las inundaciones están consideradas entre las amenazas naturales más destructivas y comunes, debido a la amplia distribución geográfica de las llanuras de inundación de los ríos y las zonas costeras bajas. Las inundaciones son causadas principalmente por fenómenos hidrometeorológicos, se producen cuando las precipitaciones normales, precipitaciones de intensidades fuertes o eventos extraordinarios (por ejemplo, el fenómeno de El Niño) sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo (inundación por saturación del suelo) (SGR, 2023c).

### TIPOS DE INUNDACIÓN<sup>1</sup>

Según el Instituto Geológico y Minero de España – IGME (2008), las inundaciones naturales (eliminando las generadas por causas exclusivamente humanas, como las fugas y roturas en conducciones o almacenamientos) son básicamente de dos tipos (Tabla 2): terrestres (en el sentido de “tierra adentro”), en las que aguas dulces anegan territorios del interior de los continentes; y litorales o costeras, en las que las aguas marinas o lacustres-palustres invaden los sectores limítrofes con el dominio terrestre; entre ambos tipos existen diferentes combinaciones y situaciones intermedias. Por lo tanto, dada la diversidad de fenomenología, es más correcto hablar en plural de este tipo de riesgo, es decir, de riesgo de inundaciones o susceptibilidad a inundaciones.

El origen de las inundaciones terrestres suele ser dual: o bien el desbordamiento de corrientes fluviales (ríos, arroyos, torrentes, etc.); o bien el encharcamiento de zonas llanas o endorreicas sin vinculación con la red fluvial, tanto por acumulación de la precipitación sin que circule sobre la superficie terrestre (precipitación “in situ”, sobrealimentación de un lago), como de origen hidrogeológico asociado a surgencias o elevación de la superficie freática sobre la superficie del terreno.

En el primer caso, el aumento de caudal por encima de la capacidad del cauce para desalojarlo conlleva el desbordamiento y la ocupación de los márgenes. Estos aumentos de caudal se pueden producir durante crecidas y/o avenidas, diferentes en cuanto a las causas que generan los aumentos de caudal; mientras que las crecidas se relacionan con precipitaciones generalizadas y de larga duración (frontales) o fusión progresiva de mantos nivales y deshielo glaciar; las avenidas pueden originarse tras precipitaciones intensas concentradas (orográficas y/o convectivas), roturas de represamientos naturales (lagos, lagunas y presas de castores) o artificiales (puentes obstruidos, embalses), inadecuado funcionamiento o rotura de obras hidráulicas (azudes, presas de embalse, balsas, depósitos, diques artificiales) o, por fusión repentina de nieve o hielo inducida por actividad volcánica (Lahares y Jökulhlaup).

Otras causas de inundaciones terrestres con menor incidencia son la formación y aumento de nivel en lagos originados por represamientos causados por movimientos de ladera o avances glaciares; y el aumento del nivel freático por encima de la superficie topográfica como consecuencia de descargas de acuíferos, como ocurre en las depresiones cársticas.

Además de todas estas posibles causas directas, que actúan como factores desencadenantes de las inundaciones terrestres, existen otros factores condicionantes, que potencian o intensifican estos fenómenos. Básicamente son parámetros topográficos, como la pendiente de la cuenca hidrográfica y de las corrientes fluviales, o el tamaño y la forma de la cuenca; el tipo de suelo, su geometría y la cubierta vegetal del terreno. En igualdad de otras condiciones desencadenantes (lluvias), las mayores inundaciones se dan en pequeñas cuencas de

---

<sup>1</sup> Fuente: Instituto Geológico y Minero de España, 2008.

montaña, con formas redondeadas, altas pendientes, suelos delgados e impermeables y ausencia de vegetación. De la misma manera, actuaciones como la urbanización o deforestación de amplios sectores de las cuencas contribuyen al aumento de los caudales circulantes.

La UNDRR (2023), señala que las inundaciones repentinas son el tipo más peligroso de inundación, ya que su poder destructivo, combinado con una velocidad increíble y la imprevisibilidad, significa que pueden ocurrir con poca o ninguna advertencia, produciendo consecuencias devastadoras para las poblaciones que reciben estos golpes de manera desprevenida y sin preparación.

En cuanto a las inundaciones litorales o costeras, las causas pueden relacionarse con aumentos del nivel del agua de mares y lagos durante tormentas y temporales, fenómenos ciclónicos atípicos (huracanes, tifones, tormentas tropicales, ciclones, tornados y mangas de agua), fuertes variaciones mareales y barométricas, o como consecuencia de tsunamis. Estas inundaciones suelen afectar, como es lógico, a sectores costeros con escaso relieve (muy llanos), como deltas, bahías, ríos y estuarios, marismas y playas, islas barreras, etc. En ocasiones, estos fenómenos costeros se producen combinados, ayudados o acelerados por el hundimiento progresivo de estas zonas costeras, bien de forma natural (subsistencia) o artificial (sobrepeso de construcciones, sobreexplotación de acuíferos, aprovechamiento de recursos minerales, como hidrocarburos, diapiros salinos, etc.).

Por último, muchas inundaciones en zonas litorales son una combinación o sucesión de orígenes terrestres y costeros, de forma que los ríos, con altos caudales circulantes en situación de crecida, no pueden desembocar con normalidad al mar o lago, por encontrarse éste con altos niveles como consecuencia de temporales o mareas vivas en situación de pleamar. En estas circunstancias se agravan las situaciones de inundación también por las dificultades para desaguar el alcantarillado urbano, cuyos sumideros pueden convertirse en auténticas urgencias.

**Tabla 2.** Clasificación básica de los tipos de inundaciones de acuerdo con su origen

<b>T I P O S  D E  I N U N D A C I O N E S</b>	<b>NATURALES</b>	<b>TERRESTRES</b>	<b>Vinculadas a la red fluvial</b>	<b>Torrenciales</b>	<b>Crecientes súbitas</b>
				Crecientes lentas	Aumento lento del nivel del agua
				Rotura de presas naturales	Lagos, represamientos naturales
				Obstrucción de cauces	Movimientos del terreno
		No vinculadas a la red fluvial	Endorreísmo	Precipitación in situ, aportes a lagos	
			Hidrogeológicas	Surgencias, variaciones del nivel freático	
	<b>LITORALES</b>	Mareales			
		Olas y ondas			
	<b>INDUCIDAS</b>	Obstáculos al flujo, impermeabilizaciones del suelo, deforestación			
	<b>ANTRÓPICAS</b>	Gestión inadecuada de obras hidráulicas			Desembalses
Roturas y fugas			Almacenamientos, conducciones		

**Fuente:** IDEAM, 2017 adaptado de Instituto Geológico y Minero de España, 2008.

Las inundaciones, sin importar su origen, tienen efectos secundarios tales como afectaciones a la salud, transporte, movilidad, comercio, educación, industria, pesca, infraestructura pública, etc.; generando un elevado costo de atención, incremento en los costos directos e indirectos de las afectaciones y procesos de recuperación (SNGR-ECHO-UNISDR, 2012).

Las inundaciones significan un sensible deterioro de los niveles de vida de la población afectada, con daños materiales en los sectores productivos y de infraestructura. Es importante reconocer que las inundaciones, en el mediano plazo, dejan como saldo favorable una fertilización de las tierras afectadas, lo que las hace más productivas y evita el gasto en fertilizantes químicos, pero promueve la ocupación de zonas de alto riesgo a inundaciones (SNGR-ECHO-UNISDR, 2012).

## TIPOS DE MAPAS DE INUNDACIÓN<sup>2</sup>

El objetivo en general de los mapas de inundaciones 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.

En base a lo manifestado en el párrafo anterior es posible elaborar distintos tipos de mapas de inundación dependiendo de la información disponible, de la escala de trabajo y del objetivo del mapa:

- Mapa de Susceptibilidad de Inundación
- Mapa de Evento 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, se hace una descripción resumida del mapa de susceptibilidad de inundación:

**Mapa de Susceptibilidad de Inundación:** Son mapas elaborados a escala de semidetalle. Estos mapas son el primer paso para los mapas más detallados. Indica 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.

El principal objetivo es para planeación estratégica, tal como: a) Programa de inventario de inundaciones, b) Planeación nacional o regional, y c) Planificación de emergencias y gestión de riesgos.

## CONCEPTUALIZACIÓN

**Amenaza:** Es un proceso, fenómeno o actividad humana que puede ocasionar muertes, lesiones u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales. Matemáticamente expresado con la probabilidad de exceder un nivel de

---

<sup>2</sup> Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM, 2017.



ocurrencia de un evento con una cierta intensidad, en cierto sitio y en cierto período de tiempo (Cardona, 1993; SGR, 2023a).

**Avenida o crecida:** Elevación, generalmente rápida, del nivel de agua de un curso, hasta un máximo a partir del cual dicho nivel desciende a una velocidad menor (OMM, 2012).

**Desastre:** Es una interrupción grave en el funcionamiento de la comunidad en alguna escala, debido a la interacción de eventos peligrosos con las condiciones de exposición y de vulnerabilidad que conlleven a pérdidas o impactos de alguno de los siguientes tipos: humanos, materiales, económicos o ambientales que requiere atención del Estado central (SGR, 2023a).

**Evento o suceso peligroso:** Es la manifestación o materialización de una o varias amenazas en un período de tiempo específico (SGR, 2023a).

**Llanura de inundación:** Terreno adyacente a una corriente de agua que se inunda sólo cuando el caudal supera la capacidad hidráulica máxima de paso (OMM, 2012).

**Periodicidad:** Es la característica de efectuarse cierto espacio de tiempo. Repetición regular (IEE, 2015).

**Período de retorno (intervalo de recurrencia):** Intervalo de tiempo medio a largo plazo transcurrido entre un fenómeno hidrológico y otro de igual o mayor magnitud (OMM, 2012).

**Recurrencia:** Repetición de un suceso hidrológico con una magnitud igual, menor o mayor que un fenómeno anterior (OMM, 2012).

**Riesgo de desastres:** Es la probable pérdida de vidas o daños ocurridos en una sociedad o comunidad en un período de tiempo específico, que está determinado por la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de resistencia (SGR, 2023a).

**Susceptibilidad:** Es 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 (SGR, 2023a).

**Vulnerabilidad:** Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad de una persona, una comunidad, los bienes o los sistemas a los efectos de las amenazas (SGR, 2023a).

**Zonificación de amenazas<sup>3</sup>/susceptibilidades<sup>4</sup>:** delimitar las zonas de amenazas/susceptibilidad presente, en un territorio con diferentes niveles de probabilidad/intensidad. En función del detalle de la información disponible, se definirán cinco o tres niveles de susceptibilidad/amenaza, pudiendo ser: muy baja, baja, media, alta y muy alta; o baja, media y alta, según corresponda. La probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con cierta intensidad, en cierto sitio y en cierto período de tiempo. Zonas propensas a la ocurrencia de eventos asociados a peligros de origen natural o antrópico (SGR, 2023a).

---

<sup>3</sup> Zonas con alta probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto período de tiempo.

<sup>4</sup> Zonas propensas a la ocurrencia de eventos asociados a peligros de origen natural o antrópico.

## 6. METODOLOGÍA

Para categorizar la susceptibilidad a inundaciones se establece un esquema basado en un modelo empírico cualitativo, el mismo que depende en gran medida de la experiencia y del conocimiento intuitivo.

En razón de lo antes expuesto, es básico analizar la dinámica de los flujos superficiales y subsuperficiales basados en el control topográfico del escurrimiento, calculados principalmente por el Índice Topográfico de Humedad (ITH), interpretar la información obtenida del estudio geopedológico (geomorfología y suelos) y además apoyarse en la información histórica acerca de inundaciones; estos insumos son la base principal del Método Geomorfológico Integrado.

Cabe mencionar que mediante la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se contará con un modelo cartográfico que represente las zonas susceptibles a las inundaciones pluviales y fluviales en el Ecuador continental.

### 6.1 Parámetros cartográficos

Sistema de referencia: WGS84.

Sistema de coordenadas: Planas, proyección cartográfica UTM.

Zona: 17 Sur.

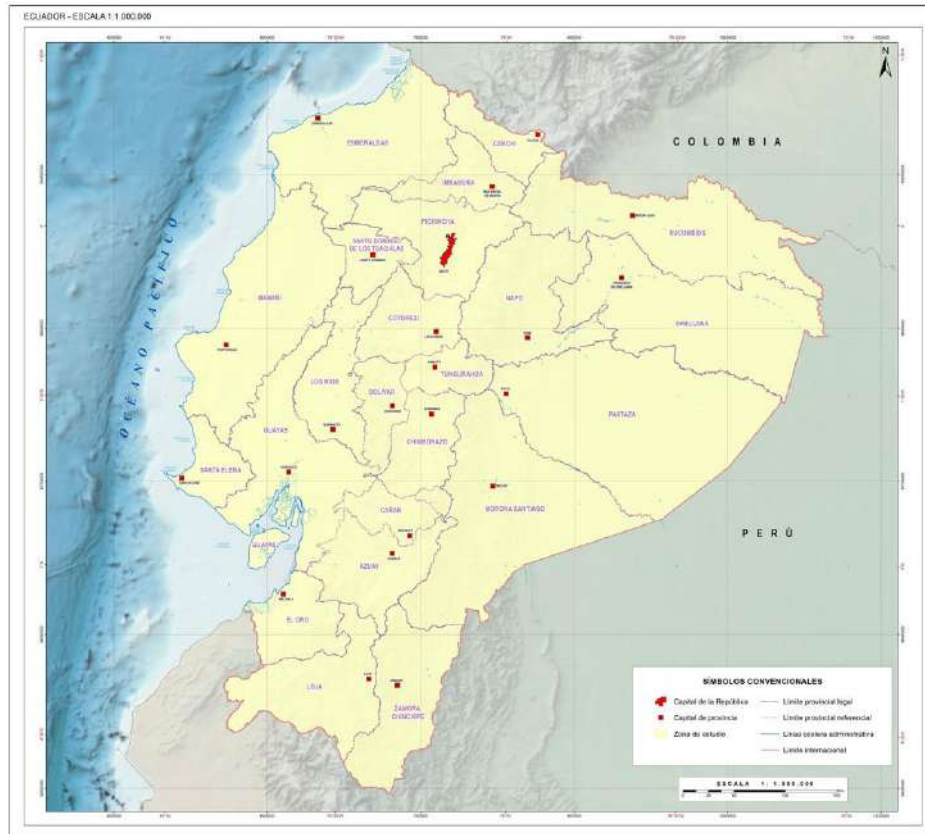
Escala: 1: 25.000.

Unidad mínima de mapeo: 1 hectárea.

Precisión horizontal: 7.5 metros

### 6.2 Área de estudio y período de monitoreo

La zona de estudio para el mapeo de susceptibilidad a inundaciones se visualiza en la Figura 1, y corresponde a la superficie total del Ecuador continental.



**Figura 1.** Área de estudio del mapa de susceptibilidad a inundaciones, año 2024

### 6.3 Insumos utilizados

El principal insumo para el desarrollo del presente estudio es:

- Mapa geopedológico generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio, a Nivel Nacional a escala 1:25.000”, durante los años 2009-2015, (versión editada MAG, 2019).

La información secundaria comprende:

- Modelo Digital de Elevación Global, versión 3: NASA EOSDIS *Land Processes* DAAC, resolución espacial de 30 metros, año 2019.
- Mapa geomorfológico generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), proyecto “Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio, a Nivel Nacional a escala 1:25.000”, durante los años 2009-2015, (versión editada MAG, 2019).
- Mapa de Capacidad de Uso de las Tierras generado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES), proyecto “Generación de



Geoinformación para la Gestión del Territorio, a Nivel Nacional a escala 1:25.000", durante los años 2009-2015, (versión editada MAG, 2021).

Paquete informático utilizado:

- ArcGIS (versiones 10.x)

## 6.4 Esquema metodológico

El esquema metodológico (Figura 2), relaciona las variables de geomorfología (pendiente y forma de relieve), Índice Topográfico de Humedad (ITH) y suelos (textura superficial y textura a profundidad), donde se destaca la calidad y disponibilidad de la información geográfica (cartográfica) y la manera de interrelacionar las diferentes capas temáticas hasta obtener un mapa de susceptibilidad a inundaciones.

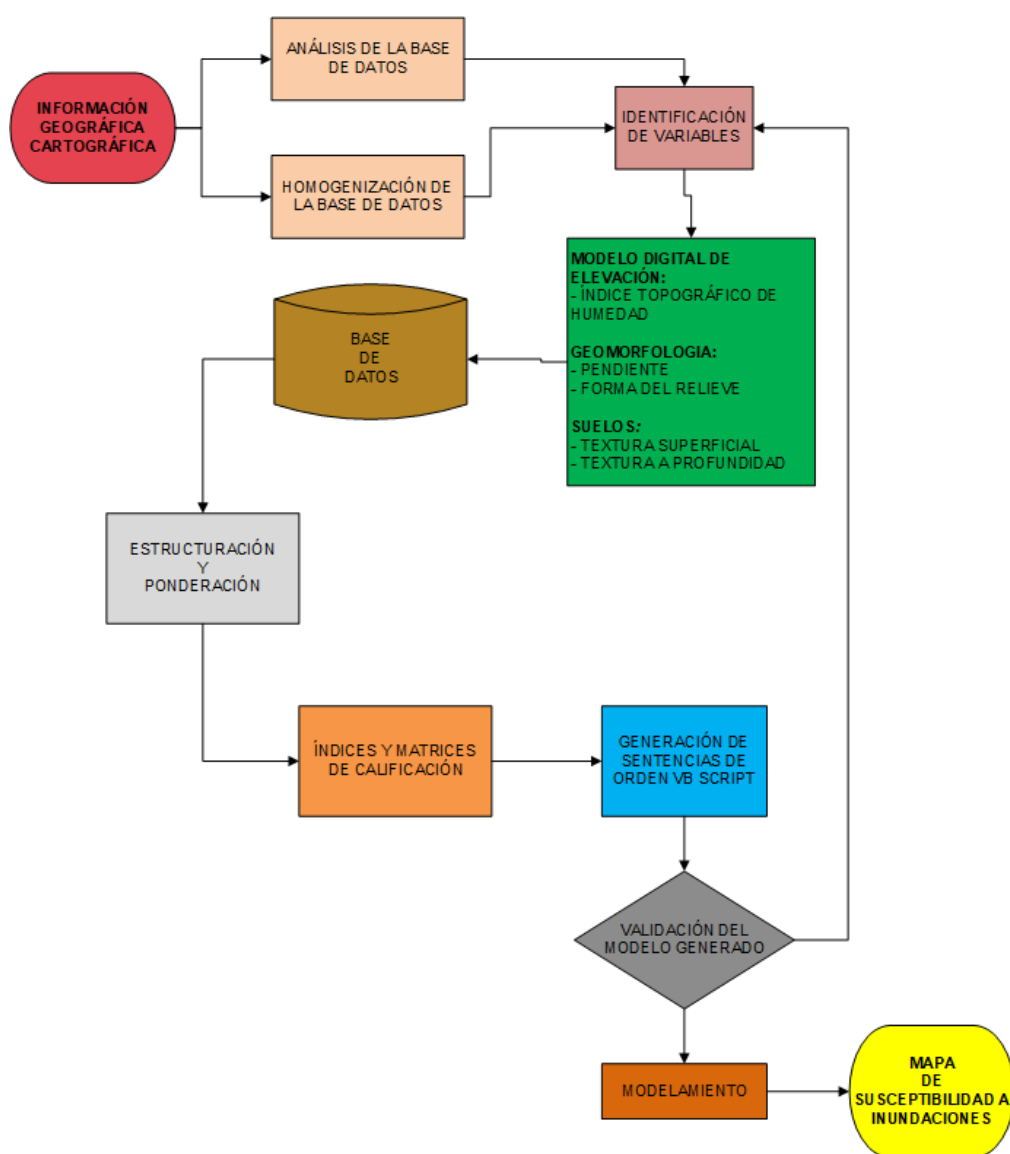


Figura 2. Esquema metodológico

## 6.5 Criterios para evaluar aspectos edáficos y agro-técnicos

Evaluación de las variables geomorfológicas y edáficas con el fin de seleccionar las de mayor influencia en la determinación de la susceptibilidad a inundaciones. A través de un método empírico cualitativo se consideran las siguientes variables, siendo estas en el orden lógico de su impacto e importancia:

El factor topografía referido mediante la pendiente, el índice topográfico de humedad y la forma del relieve; y el factor suelo que contempla la textura en superficie y la textura a profundidad.

Finalmente, se transforman los resultados a niveles de susceptibilidad a inundaciones y su visualización cartográfica, los parámetros que definen los niveles de susceptibilidad a inundaciones quedan reflejados en el Cuadro No. 8.

## 6.6 Descripción de variables

### Índice Topográfico de Humedad (ITH)

Este índice está relacionado con la humedad edáfica y refleja la tendencia del suelo a la generación de escorrentías, debido a que los perfiles con mayor humedad son más proclives a saturarse, por lo que la precipitación caída sobre ellos puede convertirse mucho más fácilmente en escorrentía. Así, cuanto más elevado es el valor de este índice, mayor humedad debe presentar la celda en función de su configuración topográfica, la cual es extraída de un Modelo de Elevación Digital (MED). Una de las grandes ventajas que ofrecen los MED es que contienen información totalmente distribuida, espacialmente continua y fácilmente transformable, de allí que la precisión y robustez del Índice Topográfico de Humedad (ITH) depende de la exactitud y escala del MED utilizado para su generación (Roa Lobo, J. y Kamp, U., 2012).

La viabilidad de asociar procesos geomorfológicos con métodos como el ITH ha sido demostrada en diferentes trabajos como los descritos en el Tabla 3:

**Tabla 3.** Resumen de algunas aplicaciones del ITH por área temática, tipo, procedimiento y autores

Área Temática	Tipo de Estudio	Procedimiento	Autores
ITH / Vegetación	Correlación diversidad de plantas vasculares, pH, niveles freáticos y humedad del suelo / índices topográficos de humedad	Construcción de diferentes índices topográficos de humedad bajo distintos algoritmos y correlación de éstos	Sorensen <i>et al.</i> , 2005
	Caracterización de la producción neta primaria	Cálculo de áreas potenciales de crecimiento vegetal basado en niveles del ITH	White & Running, 1994
	Patrones y distribución de la vegetación		Moore <i>et al.</i> , 1993; Zinko <i>et al.</i> , 2005
	Localización de sitio potenciales para plantaciones de bosques	Cálculo de la humedad del suelo basado en niveles del ITH	Holmgren, 1994

Área Temática	Tipo de Estudio	Procedimiento	Autores
<b>ITH / Erosión</b>	Evaluación y monitoreo de modelos de erosión y sedimentación	Comparación de índices para el cálculo de humedad y flujos hídricos como también ITH	Saavedra & Mannaerts, 2003
<b>ITH / Suelos</b>	Distribución espacial de la humedad del suelo	Aplicación del ITH bajo redes neuronales artificiales	Maneta & Schnabel, 2003
	Variación de la humedad edáfica y topografía	Cálculo comparativo del ITH y humedad edáfica en una cuenca	Qiu <i>et al.</i> , 2001
	Predicción de las propiedades del suelo a partir de MED	Cálculo del ITH y su asociación con otras propiedades del suelo	Florinsky <i>et al.</i> , 2002
	Distribución de la humedad edáfica y relación con índices topográficos	Cálculo del ITH y su asociación con la humedad edáfica	Western <i>et al.</i> , 1999
<b>ITH / Hidrología</b>	Escalas y su impacto en procesos hidrológicos	Cálculo y comparación de ITH a diferentes escalas espaciales sobre una misma área	Beven <i>et al.</i> , 1988; Famiglietti & Wood, 1991; Sivapalan & Wood, 1987; 1990
	Modelamiento físico-hidrológico en cuencas	Introducción del ITH	Beven & Kirkby, 1979
<b>ITH / Modelamiento</b>	Identificación del trazado de flujos hídricos para modelado geoquímico	Trazado del escurrimiento superficial a partir del cálculo de ITH	Robson <i>et al.</i> , 1992
	Extracción/digitalización de estructuras topográficas	Aplicación de filtros lineares para la determinación de flujos en una cuadrícula SIG. Ejemplos con el ITH	Jenson & Domingue, 1988 Holmgren, 1994a
	Determinación del escurrimiento superficial en vertientes a partir de MED	Aplicación de ITH a partir de MED de una misma cuenca, pero elaborados a diferentes escalas	Quinn <i>et al.</i> , 1991
<b>ITH / Deslizamientos</b>	Determinación de la susceptibilidad a movimientos de masa	Asociación del ITH a vertientes susceptibles a deslizamientos	Alcántara-Ayala, 2000

**Fuente:** Roa y Kamp, 2012.

Maneta y Schnabel (2003), plantean que la variabilidad espacial y temporal de la distribución de la humedad en el suelo es producto de una cantidad de factores que lo determinan y que se influyen mutuamente, pero agrega que autores como Florinsky *et al.* (2002); Qiu *et al.* (2001), Western *et al.* (1999) y Beven & Kirkby (1979), coinciden en considerar el relieve como el factor determinante de los patrones de humedad del suelo, dando lugar al desarrollo de índices o métodos que ponen en relación las formas del terreno con propiedades del suelo. De allí que, el ITH sea un factor fundamental en el modelado de procesos geomórficos por contribuir a su cuantificación, considerando igualmente que el análisis cuantitativo de la geomorfología no

solo describe las características topográficas sino revela también procesos geomorfológicos (Dong et al., 2008).

El ITH combina la contribución al escurrimiento de un área local drenada y la pendiente de la misma, y es comúnmente usado para cuantificar el control topográfico sobre los procesos hidrológicos. Este modelo expresa parcialmente el volumen relativo y la cantidad de movimiento del flujo que pasará por cada punto del terreno. A mayor área drenada y menor pendiente se incrementa la concentración y saturación hídrica en los suelos, áreas con valores altos de ITH son zonas de concentración del escurrimiento (Alcántara-Ayala, 2000).

Roa Lobo y Kamp (2012) señalan que la capacidad del ITH para revelar no solo las áreas de concentración del escurrimiento sino también sus áreas de divergencia, permite entonces a través de su análisis e interpretación heurística, la zonificación geomorfológica del área de estudio en zonas dinámicas: zona de escurrimiento difuso, zona de escurrimiento concentrado y lecho potencial de inundación. Estas zonas reflejan en primera instancia los niveles de amenaza por inundación de detritos, estableciéndose como el área de menor amenaza la zona de escurrimiento difuso.

### **Pendiente**

Característica importante en las inundaciones, resultante de dividir la diferencia de nivel entre dos puntos (alto y bajo) por las distancias horizontales entre ellos, expresado en porcentaje.

Mendieta y Valencia (2005) explican que la pendiente de un terreno es el ángulo de inclinación con respecto a una línea horizontal de referencia. Por tanto, este ángulo se mide con la tangente, es decir lado opuesto sobre lado adyacente. En la Tabla 4 se presentan las clases y rangos de pendientes, así como el tipo de inclinación.

**Tabla 4.** Clases, rangos de pendientes y tipo de inclinación

<b>Etiqueta</b>	<b>Rango (%)</b>	<b>Tipo de inclinación</b>
Plana	0 - 2	Relieves planos
Muy suave	> 2 - 5	Relieves casi planos
Suave	> 5 - 12	Relieves ligeramente ondulados
Media	> 12 - 25	Relieves medianamente ondulados
Media a fuerte	> 25 - 40	Relieves mediana y fuertemente disectados
Fuerte	> 40 - 70	Relieves fuertemente disectados
Muy fuerte	> 70 - 100	Relieves muy fuertemente disectados
Escarpada	> 100 - 150	Relieves escarpados
Muy escarpada	> 150 - 200	Relieves muy escarpados
Abrupta	> 200	Relieves abruptos
No aplicable	-	Indica que el atributo no es aplicable al objeto.

**Fuente:** Adaptado del Catálogo de Objetos. MAG, 2023.

### **Unidad morfológica**

Define el tipo de la forma del relieve a través de un nombre representativo, enmarcado en el análisis de las características de la unidad ambiental (MAG, 2023). En la Tabla 5 se puede apreciar un ejemplo de la unidad morfológica.

**Tabla 5.** Ejemplo de unidad morfológica

Origen	Unidad Geomorfológica	Descripción	Visualización
Fluvial	Valle fluvial, llanura de inundación	Franja de terreno asociada directamente a la dinámica fluvial y constituida por depósitos aluviales. El terreno que incluye está sometido, parcial o totalmente, a inundaciones con diferentes periodos de retorno	

**Fuente:** Información geomorfológica. MAG, IEE, SENPLADES, 2009-2015.

### Textura superficial y a profundidad

Según De La Rosa (2008), citado por MAG (2019), la textura es una expresión sintética de las características de cada horizonte que dependen de la proporción de los distintos tamaños de la partícula, es decir, se define como el porcentaje en peso del suelo mineral que queda comprendido en varias fracciones de tamaño de partículas. Estas fracciones texturales son: arena (2 a 0,05 mm), limo (0,05 a 0,002 mm) y arcilla (<0,002 mm).

Para conocer el origen de la textura del suelo hay que considerar en primer término la roca madre. El suelo tendrá indiscutiblemente una tendencia congénita a ser arcilloso, limoso o arenoso, según la roca sea arcillosa, limosa o arenosa, en el caso de rocas sedimentarias y sedimentos, o bien sea capaz de producir esos elementos en el curso de su alteración, si se presenta el estado de roca consolidada y coherente (MAG, 2019; Navarro y Navarro, 2014).

La textura superficial corresponde a la textura predominante en espesor que se encuentra dentro de los 20 cm de profundidad. Se puede decir que, generalmente, es la textura del horizonte "A". Mientras que, la textura predominante en espesor a partir de los 20 a 50 cm. Se la define también como textura a profundidad o del subsuelo (MAG, 2023). En la Tabla 6 se aprecia las diferentes clases texturales y su agrupación en términos generales.

**Tabla 6.** Clases texturales de los suelos (textura superficial y a profundidad)

CLASE TEXTURAL	TÉRMINOS GENERALES
ARENA	Suelos arenosos. Textura gruesa
ARENA MUY FINA	
ARENA FINA	
ARENA MEDIA	
ARENA GRUESA	
ARENO FRANCO	Suelos francos. Moderadamente gruesa
FRANCO ARENOSO	
FRANCO	Suelos francos. Media
FRANCO LIMOSO	

<b>LIMOSO</b>	
<b>FRANCO ARCILLO - ARENOSO</b>	Suelos francos. Moderadamente fina
FRANCO ARCILLO - LIMOSO	
<b>FRANCO ARCILLOSO</b>	
<b>ARCILLOSO</b>	Suelos arcillosos. Textura fina
ARCILLO - ARENOSO	
<b>ARCILLO - LIMOSO</b>	
<b>ARCILLA PESADA</b>	
SIN SUELO	Roca, afloramientos rocosos.

**Fuente:** Información geopedológica. MAG, IEE, SENPLADES, 2009-2015.

Porta, J y López-Acevedo, M. (2005), señalan que la relación entre textura y comportamiento probable de los suelos (Tabla 7) y a falta de medidas directas, la información de Johnson (1979) y Craul (1999) puede resultar orientativa (modificado):

**Tabla 7.** Textura y comportamiento probable de los suelos

Atributos	Suelos arenosos	Suelos de textura		Suelos arcillosos
		Franca	Franco-limoso	
<b>Permeabilidad</b>	Alta	Media	Media	Baja
Compacidad	Baja	Media	Media a alta	Alta
Plasticidad	Baja	Media		Alta
CRAD	Baja	Media	Media a alta	Alta
Energía de retención de agua	Baja		Media	Alta
Potencial de escorrentía	Baja	Baja a media	Alta	Media a alta

Por las razones antes mencionadas, en el presente estudio se agrupa la textura en cuatro grupos, en función de sus características y comportamiento respecto a la permeabilidad, que se sintetizan en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Clasificación de grupos texturales referente a la susceptibilidad a inundaciones

GRUPOS TEXTURALES			
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Arena Arena muy fina Arena fina Arena media Arena gruesa Areno francoso	Franco arenoso Franco Franco limoso Limoso	Franco arcilloso Franco arcillo - arenoso Franco arcillo - limoso	Arcillo - arenoso Arcillo - limoso Arcilloso Arcilla pesada

Sánchez (2022), señala que la gran mayoría de suelos se componen de nutrientes orgánicos, partículas de roca junto con agua y aire en sus espacios intersticiales. El proceso de exposición a la intemperie en particular es el responsable de la estructura física. Las partículas pueden ser minerales de arcilla cuyo atributo es la impermeabilidad, y su respuesta es el aumento



de escorrentía superficial, mientras que arenas y gravas pueden ser muy permeables, disminuyendo la escorrentía superficial y el grado de inundación.

## 6.7 Transformación de datos

### Estructura y ponderación de variables

La estructuración y ponderación de variables se realiza mediante la utilización de matrices de decisión de doble entrada, se forman los niveles de susceptibilidad a las inundaciones, confrontándolos con cada variable en estudio.

### Síntesis de los niveles de susceptibilidad a inundaciones

El análisis de los niveles de impacto permite asignar niveles de susceptibilidad a inundaciones, los cuales serán modificados, al contraponerlos con las variables de pendiente, índice topográfico de humedad, textura superficial y textura a profundidad.

Acorde a lo mencionado, los niveles de susceptibilidad a inundaciones son: SIN, correspondiente al nivel 1: sin susceptibilidad; BAJA, nivel 2: susceptibilidad ligera; MEDIA, correspondiente al nivel 3: susceptibilidad moderada, y ALTA, nivel 4: susceptibilidad fuerte (Tabla 9).

**Tabla 9.** Parámetros que definen los niveles de susceptibilidad a inundaciones

MATRIZ DE DECISIÓN DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIÓN					
FACTOR	VARIABLES	SUSCEPTIBILIDAD			
		ALTA	MEDIA	BAJA	SIN
TOPOGRAFÍA	Pendiente (%)	Menor al 5%	Menor al 12%	Menor al 25%	Mayor al 25%
	Índice Topográfico de Humedad	4, 3	4, 3	4, 3, 2	4, 3, 2, 1
SUELO	Permeabilidad del suelo (Textura superficial)	Grupos: 4, 3	Grupos: 4, 3, 2	Grupos: 4, 3, 2, 1	–
	Permeabilidad del suelo (Textura a profundidad)	Grupos: 4, 3	Grupos: 4, 3, 2, 1	Grupos: 4, 3, 2, 1	–

### Elaboración de las matrices de interacción

Mediante la utilización de las matrices de decisión, los niveles de susceptibilidad a inundaciones se evalúan según la limitación/facilitación en cada una de las variables de estudio.

El análisis de las clases de pendiente permite asignar niveles de susceptibilidad a inundaciones, las cuales serán modificadas, al contraponerlas con las variables de pendiente, índice topográfico de humedad, textura superficial y textura a profundidad.

Al momento de calificar el índice de la pendiente, también se tomó en cuenta las características similares que poseen entre los diferentes rangos de pendiente (Tabla 10).

**Tabla 10.** Niveles de susceptibilidad de acuerdo con la pendiente

Etiqueta	Rango (%)	Nivel
PLANA	0 - 2	4

MUY SUAVE	> 2 - 5	4
SUAVE	> 5 - 12	3
MEDIA	> 12 - 25	2
MEDIA A FUERTE	> 25 - 40	1
FUERTE	> 40 - 70	1
MUY FUERTE	> 70 - 100	1
ESCARPADA	> 100 - 150	1
MUY ESCARPADA	> 150 - 200	1
ABRUPTA	> 200	1

Una concentración de escurrimiento catalogada como ‘alta’ corresponde a superficies en el terreno analizado donde, debido a su muy baja pendiente, recibe el escurrimiento de su área contribuyente, generando una saturación del suelo y propiciando la formación de surcos de escorrentía. En el mismo sentido, una concentración de escurrimiento ‘muy alta’ corresponde a las superficies más bajas, casi planas del terreno analizado, y cuya proclividad a concentrar el escurrimiento superficial las presenta como áreas inundables (Roa y Kamp, 2012).

A continuación, se presenta la modificación del nivel de susceptibilidad a inundaciones respecto a: el índice topográfico (Tabla 11), la textura superficial (Tabla 12), y a la textura a profundidad (Tabla 13).

**Tabla 11.** Modificación del nivel de susceptibilidad a inundaciones por el índice topográfico de humedad

Nivel	Concentración del escurrimiento			
	Baja (1)	Moderada (2)	Alta (3)	Muy alta (4)
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	1	3	4	4

**Tabla 12.** Modificación del nivel de susceptibilidad a inundaciones por la textura superficial

Nivel	Grupo textural			
	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	2	3	3	3
4	2	3	4	4



**Tabla 13.** Modificación del nivel de susceptibilidad a inundaciones por la textura a profundidad

Nivel	Grupo textural			
	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3
4	3	3	4	4

Por otro lado, se ha considerado que existen una serie de geoformas a las que, debido a sus características y tras un análisis minucioso, se les asigna directamente el nivel de "Sin", con el fin de no realizar los cálculos descritos anteriormente (Anexo 1).

#### **Aplicación de la matriz de decisión (modelamiento), sentencia script**

En base a la matriz de decisión de los niveles de susceptibilidad a inundaciones y de calificación, se elaboró un código de programación que consta de una serie de instrucciones que deben cumplirse para determinar cada una de las categorías definidas en Anexo 1.

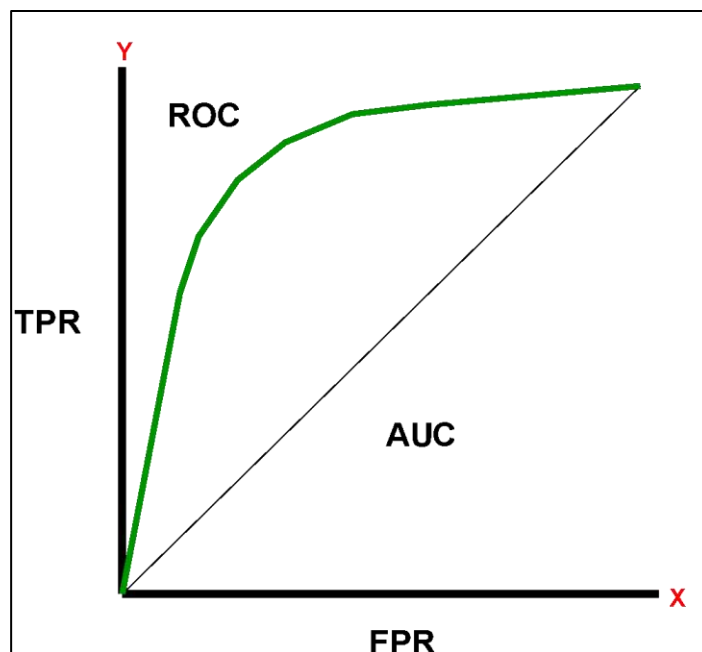
Esta matriz, es utilizada con la base de datos geográfica preliminar elaborada e introducida en el software ArcGIS, dentro de la herramienta de *field calculator*/VB script.

#### **Validación del modelo**

Una vez obtenido el mapa preliminar de susceptibilidad a inundaciones, se realizó la validación del modelo de susceptibilidad empleando la curva ROC (Receiver Operating Characteristic o Característica Operativa del Receptor) – AUC (Area Under the Curve o Área bajo la curva), la cual es una medida del rendimiento de los programas de clasificación en umbrales, ROC es una medida de probabilidad y AUC representa el grado o medida de separabilidad indicando cuanto es capaz el modelo de distinguir las clases (nivel de amenaza). Cuanto mayor sea el AUC mejor será el modelo para predecir clases.

Un modelo excelente tiene un AUC cercano a 1, lo que significa que tiene una buena medida de separabilidad, mientras que un modelo deficiente tiene un AUC cercano a cero, lo que significa que tiene la peor medida de separabilidad. Y cuando el AUC es 0.5 indica que el modelo no tiene capacidad alguna de separar las clases.

Como resultado del análisis se obtiene un AUC de 0.859, valor que indica que el modelo utilizado para la generación del mapa de susceptibilidad a inundaciones en el Ecuador continental es aceptable, adicionalmente se debe realizar un levantamiento de información en campo para ajustar las zonas que presentan incertidumbre sobre todo aprovechando la etapa lluviosa.



**Figura 3.** Curva ROC – AUC.

Para el uso de la Curva ROC – AUC se aprovechó de los registros históricos de eventos de inundación suscitados a nivel nacional desde el año 2010 hasta el 2023, información que reposa en los servidores de la Secretaría de Gestión de Riesgos más el mapa de susceptibilidad a inundaciones generado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. La curva ROC se traza poniendo TPR (True Positive Rate) frente a FPR (False Positive Rate) (Figura 3).

#### **Ajuste del modelo (matriz)**

Una vez cumplida la fase de gabinete, se realizan los ajustes pertinentes al modelo – matriz de decisión preliminar de susceptibilidad a inundaciones.

#### **Modelamiento rectificado**

Una vez ejecutado el ajuste a la matriz de decisión y al código de programación, se efectúa un nuevo modelamiento para obtener el mapa de susceptibilidad a inundaciones.

#### **Normalización y estandarización**

El proceso de calidad se realiza de acuerdo con las normas ISO 19157 y se ejecutan los siguientes procedimientos:

Coherencia Topológica de las coberturas temáticas: Se aplica las siguientes reglas topológicas.

- a) Tipo polígono: Must Not Overlap, Must Not Have Gaps.
- b) Revisión de las unidades mínimas de mapeo según la escala:
- c) Chequeo y reparación de la geometría de las coberturas temáticas.

La cobertura debe estar suavizada y dentro de los límites de la División Política Administrativa provincial, cantonal y parroquial entregada por el ente competente.

Catalogación de la información geográfica: El proceso de Catalogación de las bases de datos se realiza conforme al documento del Catálogo de Objetos Temáticos del MAG vigente, el mismo que ha sido elaborado en base a los lineamientos técnicos establecidos por el Catálogo

Nacional de Objetos Geográficos, que ha tomado como referencia las normas ISO / TS 19110:2005 e ISO 19126: 2009.

Se ejecutan los siguientes procedimientos:

- a) Creación de una base de datos .mdb en ArcGIS.
- b) Estandarización de campos: el nombre de los campos y su codificación se realiza conforme al Catálogo de Objetos del MAG.
- c) Estandarización de las bases de datos: el contenido de los campos se escribe con mayúsculas, sin tildes y sin caracteres especiales

## 6.8 Clasificación de los niveles de susceptibilidad a inundaciones

Como se puede observar en las tablas del 9 al 12, conforme aumentan las condiciones favorables a inundaciones aumenta la susceptibilidad, así se determinan los niveles de susceptibilidad a inundaciones que son: SIN, correspondiente al nivel 1: sin susceptibilidad; BAJA, nivel 2: susceptibilidad ligera; MEDIA, correspondiente al nivel 3: susceptibilidad moderada, y ALTA, nivel 4: susceptibilidad fuerte (Tabla 14).

**Tabla 14.** Descripción de los niveles de susceptibilidad a inundaciones

<b>CLASIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES</b>	
<b>Nivel</b>	<b>SUSCEPTIBILIDAD</b>
1	Sin Susceptibilidad
2	Baja
3	Media
4	Alta

A continuación, se describen cada uno de los niveles de susceptibilidad a inundaciones:

### **Nivel 1: Sin susceptibilidad**

Localizadas en aquellas áreas donde los niveles de concentración del escurrimiento superficial son bajos, los niveles de la superficie del agua no producen daños, afectaciones y/o pérdida alguna. Principalmente corresponden a lugares donde la pendiente va de media fuerte hacia abrupta y donde las clases texturales del suelo van generalmente desde moderadamente gruesas a gruesas.

### **Nivel 2: Susceptibilidad Baja**

Son aquellas áreas donde los niveles de concentración del escurrimiento superficial son moderados, áreas propensas a inundarse por desbordamientos de los ríos, originados por eventos hidrometeorológicos extraordinarios, cubriendo superficies de cono de esparcimiento, valles fluviales, terrazas medias y diques o bancos aluviales. Estas áreas están ubicadas en las partes adyacentes a los márgenes de los ríos y generalmente en pendientes menores al 25 %. También corresponden a zonas que presentan suelos desde texturas gruesas hasta moderadamente, que se anegan solo por la presencia de precipitaciones con intensidades excepcionales.

### **Nivel 3: Susceptibilidad Media**

Son las áreas donde los niveles de concentración del escurrimiento superficial son desde altos a muy altos, siendo propensos a inundaciones tanto pluviales (por anegamiento) como fluviales (por desbordamiento de los ríos), generadas por precipitaciones fuertes o extraordinarias, que cubren los niveles ligeramente ondulados, terrazas medias, valles fluviales y las superficies de cono de esparcimiento, localizados en pendientes menores al 12 % y en suelos de textura media y moderadamente fina.

### **Nivel 4: Susceptibilidad Alta**

Son aquellas áreas donde los niveles de concentración del escurrimiento superficial son generalmente muy altos, zonas donde la inundación pluvial de cualquier frecuencia (baja, media, alta) produce anegamientos en los depósitos aluviales (terrazas pantanosas, niveles planos, terrazas bajas y cauces actuales, etc.), depósitos fluvio-lacustres (depresiones pantanosas o de decantación, basines, etc.), niveles ondulados con presencia de agua, valle fluviales, sectores más bajos de la llanura (niveles ligeramente ondulados) y en áreas con suelos de texturas fina o moderadamente fina y con pendientes menores al 5%. En forma general, son aquellas inundaciones cíclicas, que ocurren todos los años en la época lluviosa.

## **7. RESULTADOS**

Los aspectos fundamentales de la evaluación de las amenazas o susceptibilidades son presentar resultados y asegurar que las autoridades encargadas de la formulación de políticas comprendan el valor agregado que representa la cartografía y la toma de conciencia sobre amenazas o susceptibilidades.

Las superficies y porcentajes (Figura 4) de las áreas con susceptibilidad a inundaciones, han sido agrupadas en 4 niveles: el Nivel 1 “Sin”, abarca 19’738.335 ha que representan el 79,3% en relación de la superficie total estudiada; seguido del Nivel 2 “Baja”, con una superficie de 2’772.052 ha que equivale al 11,1%; el Nivel 3 “Media”, ocupa una superficie de 454.592 ha, con el 1,8% en relación con área total analizada; y finalmente el nivel 4 “Alta”, comprende 1’350.869 ha que representa el 5,4% del total de superficie estudiada. Las zonas no aplicables del estudio corresponden a áreas pobladas, cuerpos de agua, eriales-sin cobertura vegetal e infraestructura antrópica y cubren una superficie de 582.372 ha que representan el 2,3% del área total estudiada (24’898.219 ha).



**Fuente:** MAG/CGINA/DGGA, noviembre 2023

**Figura 4.** Porcentaje de participación nacional de los niveles de Susceptibilidad a Inundaciones en el Ecuador continental

En la Tabla 15, se aprecia las superficies (hectáreas) por provincia y nivel de susceptibilidad a inundaciones. Las provincias que presentaron la mayor superficie de susceptibilidad a inundaciones son las siguientes:

- En el Nivel 4 - “Alta”, la provincia de Guayas con 412.851,16 ha.
- En el Nivel 3 - “Media”, la provincia de Guayas con 192.010 ha
- En el Nivel 2 - “Baja”, la provincia de Orellana con 532.892 ha

**Tabla 15.** Superficie (ha) a nivel provincial de los niveles de susceptibilidad a inundaciones en el Ecuador Continental

PROVINCIA	SUPERFICIE (HA) DE LOS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES					TOTAL
	SIN SUSCEP.	BAJA	MEDIA	ALTA	NO APLICABLE	
AZUAY	786.506	9.008	2.460	5.052	14.245	<b>817.271</b>
BOLÍVAR	372.762	18.369	673	690	3.197	<b>395.693</b>
CAÑAR	282.366	31.254	1.950	1.300	5.987	<b>322.857</b>
CARCHI	360.261	12.013	1.387	3.059	1.599	<b>378.319</b>
CHIMBORAZO	570.852	5.871	3.730	2.302	10.042	<b>592.798</b>
COTOPAXI	571.201	34.823	3.585	1.846	7.317	<b>618.771</b>
EL ORO	417.682	12.158	28.134	85.254	43.774	<b>587.002</b>

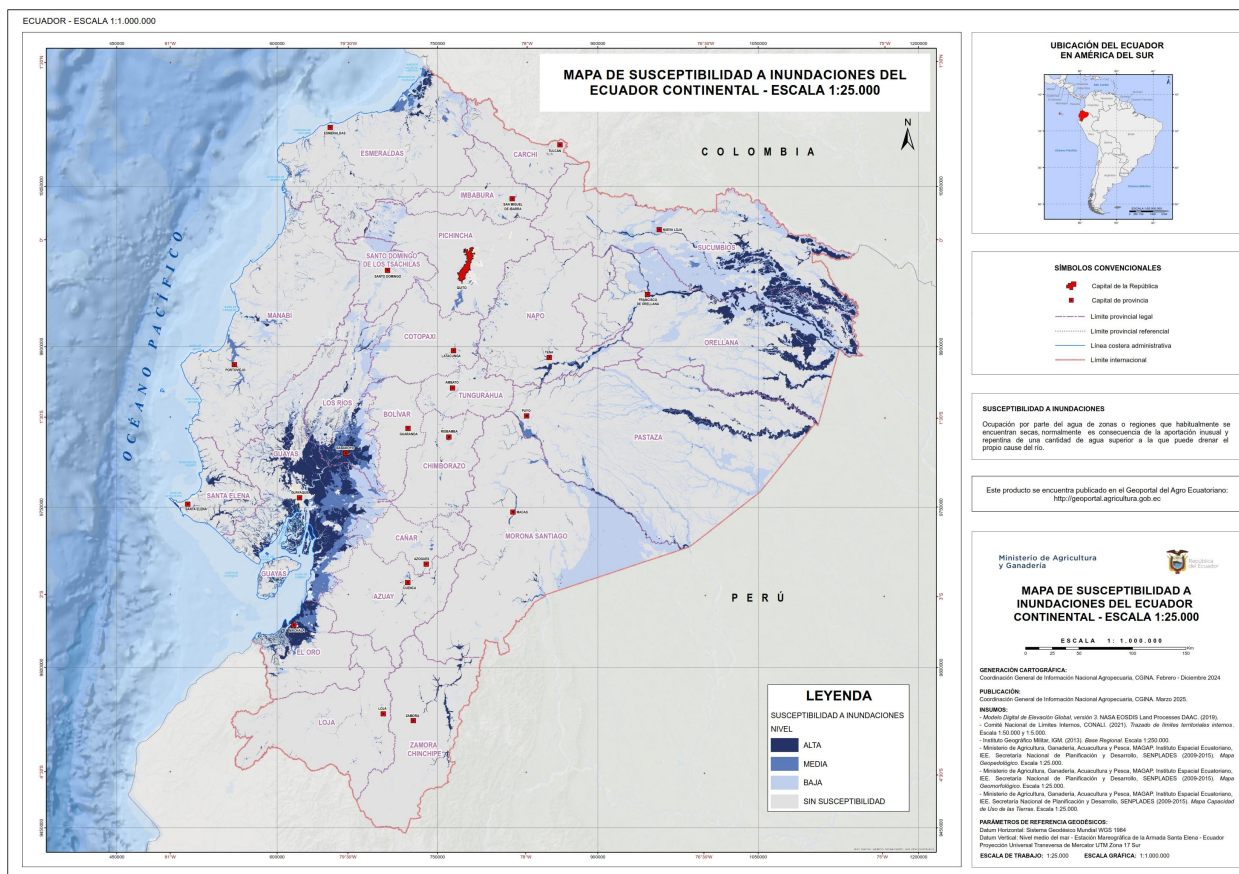
ESMERALDAS	1.348.663	97.659	35.836	47.672	53.755	<b>1.583.584</b>
GUAYAS	663.276	158.613	192.010	412.851	163.209	<b>1.589.959</b>
IMBABURA	458.765	5.055	2.901	3.396	9.015	<b>479.132</b>
LOJA	1.085.580	5.858	2.562	3.438	8.951	<b>1.106.388</b>
LOS RIOS	370.462	165.463	60.628	102.726	24.547	<b>723.825</b>
MANABÍ	1.728.047	109.022	35.129	16.972	62.491	<b>1.951.660</b>
MORONA SANTIAGO	1.896.662	454.599	6.223	24.212	18.745	<b>2.400.441</b>
NAPO	1.166.623	38.373	14.837	25.179	9.210	<b>1.254.222</b>
ORELLANA	1.343.868	532.892	4.341	275.204	16.572	<b>2.172.878</b>
PASTAZA	2.394.874	450.363	15.559	90.417	13.489	<b>2.964.701</b>
PICHINCHA	828.571	56.855	11.330	1.503	47.074	<b>945.332</b>
SANTA ELENA	309.691	7.185	15.881	21.379	14.710	<b>368.846</b>
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	281.743	84.772	152	592	10.704	<b>377.962</b>
SUCUMBÍOS	1.096.307	468.850	12.660	204.025	27.930	<b>1.809.772</b>
TUNGURAHUA	321.005	4.970	1.905	1.439	9.261	<b>338.580</b>
ZAMORA CHINCHIPE	1.023.262	6.371	493	20.216	6.157	<b>1.056.500</b>
ISLA	899	-	147	27	28	<b>1.102</b>
ZONA EN ESTUDIO: JUVAL (CAÑAR - CHIMBORAZO)	58.407	1.656	81	116	362	<b>60.622</b>
<b>TOTAL</b>	<b>19.738.335</b>	<b>2.772.052</b>	<b>454.592</b>	<b>1.350.869</b>	<b>582.372</b>	<b>24.898.219</b>

**Fuente:** MAG/CGINA/DGGA, noviembre 2023

En el **Anexo 2** se puede acceder a los datos estadísticos generados a nivel cantonal.

En la **Figura 5** se observa la distribución espacial de los niveles de susceptibilidad a inundaciones en el Ecuador continental.





Fuente: MAG/CGINA/DGGA, noviembre 2023

Figura 5. Mapa de susceptibilidad a inundaciones, año 2023

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 8.1 Conclusiones

- El Índice Topográfico de Humedad evidencia aquellas áreas de concentración del escurrimiento y además sus áreas de divergencia, permitiendo la zonificación geomorfológica del área de estudio en zonas dinámicas: zona de escurrimiento difuso, zona de escurrimiento concentrado y lecho potencial de inundación. Estas zonas reflejan en primera instancia los niveles de amenaza por inundación de detritos, estableciéndose como el área de menor amenaza la zona de escurrimiento difuso.
- Este método interpretativo (modelo empírico cualitativo), basado en los efectos combinados del relieve y las propiedades físicas del suelo; toma en consideración para el presente estudio los siguientes aspectos que determinan niveles de susceptibilidad: a) Características del terreno como la pendiente, la unidad morfológica y el índice topográfico de humedad; y b) Características de los suelos como la textura superficial y a profundidad.
- Del total del área (5'727.179 ha) apta para la Agricultura y otros usos – arables, el 32 % (1'835.265 ha) se encuentran en áreas con susceptibilidad a inundaciones, distribuidas de la siguiente manera: la Clase I con 29.272 ha, la Clase II con 424.228 ha, la Clase III con 988.301 ha y la Clase IV con 393.463 ha. Mientras que del total del área (2'856.367 ha) de tierras con

poco riesgo de erosión (Clase V), el 69 % (1'982.499 ha) se encuentran en áreas con susceptibilidad a inundaciones.

## 8.2 Recomendaciones

- Si bien el presente estudio sobre la susceptibilidad a inundaciones se considera en términos generales un estudio exploratorio restringido al análisis topográfico, los resultados obtenidos permiten ampliar y orientar el conocimiento del área en estudio hacia objetivos concretos. Esta información indudablemente puede servir de punto de partida a los tomadores de decisiones en los distintos aspectos de la gestión integrada de las inundaciones.
- Utilizar los resultados obtenidos y datos disponibles en el presente trabajo, como insumos principales para la obtención de mapas más detallados que servirán como una herramienta fundamental para los usuarios finales en los diferentes campos de aplicación, tanto en medidas predictivas, preventivas y correctivas.



## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara-Ayala, I. 2000. Índice de susceptibilidad a movimientos del terreno y su aplicación en una región semiárida. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología. México, D. F.
- Agencia Federal de Administración de Emergencias – FEMA. Definiciones de desastres y emergencias – FEMA. Accedido el 15 de enero de 2024, en <http://www.fema.gov/esp/riesgo/inundacion/hechos.shtm>
- Bello, O., Bustamante, A., y Pizarro, P. (2020). Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/108). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, Chile.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL. (2000). Un tema del desarrollo: la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres.
- D’Ercole, R. y Trujillo, M. (2003). Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Editorial: Cooperazione Internazionale (COOPE). Quito, Ecuador.
- De La Rosa, D. (2008). Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Consejo Superior de Investigaciones Científicas - CSIC. Madrid, España.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres – EIRD. (2004). Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Ginebra, Suiza.
- FAO, & FID. (2013). Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Organización De Las Naciones Unidas, 1(1), 12-272.
- Gallardo, E. (1987). Plan Nacional de los Recursos Hidráulicos. Anexo 8 Apéndice No.4 Informe sobre las inundaciones en el Ecuador. INERHI. Quito, Ecuador.
- Instituto Espacial Ecuatoriano – IEE. (2015). Memoria técnica del mapa de zonas de susceptibilidad a inundaciones/Proyecto “Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25.000”. Quito, Ecuador.
- Instituto Geológico y Minero de España – IGME. (2008). Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones. Guía metodológica para su elaboración. Área de Investigación en Peligrosidad y Riesgos Geológicos. Madrid, España.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. (2017). Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. Bogotá, Colombia.
- Leiva, F., Fuentes, C., y Gwaitero, B. (2012). Metodología para la evaluación del riesgo ambiental causado por el uso de plaguicidas en sistemas hortofrutícolas en el departamento de Cundinamarca. Universidad Nacional de Colombia – Sede Bogotá/Facultad de Agronomía. Bogotá, D.C.
- Maneta, M. y Schnabel, S. (2003). Aplicación de redes neuronales artificiales para determinar la distribución espacial de la humedad del suelo en una pequeña cuenca de drenaje. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.
- Mendieta, J. y Valencia, R. (2005). Cartografía básica aplicada. Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG. (2023). Catálogo de objetos geográficos y productos cartográficos agropecuarios del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Volumen VI. Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria/Dirección de Generación de Geoinformación Agropecuaria/Gestión de Infraestructura de Datos Geospaciales Agropecuarios. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería – MAG. (2019). Metodología unificada del estudio Geopedológico del Ecuador Continental, escala 1:25.000. Ministerio de Agricultura y Ganadería - Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria. Quito, Ecuador
- Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres – UNDRR. (2023). PANORAMA DE LOS DESASTRES EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE 2000 – 2022.
- Organización Meteorológica Mundial – OMM. (2012). Glosario Hidrológico Internacional. OMM-No. 385. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Porta, J. y López-Acevedo, M. (2005). Agenda de campo de suelos: Información de suelos para la agricultura y el medio ambiente. Madrid, España.
- Roa Lobo, J. y Kamp, U. (2012). Uso del índice topográfico de humedad (ITH) para el diagnóstico de la amenaza por desborde fluvial, Trujillo-Venezuela. Universidad de los Andes. Revista Geográfica Venezolana, vol. 53. Núm. 1. Mérida, Venezuela.
- Roman, M. (2006). Plan de prevención para emergencias por desastres naturales en la provincia de Pichincha, su organización y aplicación en la educación básica en la próxima década/Tesis presentada como requisito para optar al Título de Máster en Seguridad y Desarrollo con mención en Gestión Pública y Gerencia Empresaria. Instituto de Altos Estudios Nacionales/XXXIII Curso Superior de Seguridad Nacional y Desarrollo. Quito, Ecuador.
- Ruano, M. (2008). Control de la exactitud posicional en cartografía. Primer borrador. Quito, Ecuador.
- Sánchez, E. (2022). Sensores remotos, GIS y software R aplicado a Hidrogeología y Cambio Climático. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos – SGR. (2023<sup>a</sup>). Estándares mínimos de prevención y mitigación de riesgos para el ordenamiento territorial, uso y gestión de suelo y para la edificación. Samborondón, Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos – SGR. (2023<sup>b</sup>). Guía para el fortalecimiento de capacidades comunitarias para prevenir y afrontar los efectos del fenómeno del niño. Samborondón, Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos – SGR. (2023<sup>c</sup>). Plan Nacional para la reducción de Riesgos en Ecuador. Samborondón, Ecuador.
- Secretaría de Gestión de Riesgos – SGR. (2023<sup>d</sup>). Afectaciones por lluvias del 01 de enero de 2023 hasta el 31 de diciembre de 2023. Informe de Situación por emergencias y desastres en Ecuador (SitRep)
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos – SNGR, Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea – ECHO. Oficina de las Naciones Unidas para

la Reducción del Riesgo de Desastres – UNISDR. (2012). Ecuador: Referencias Básicas para la Gestión de Riesgos. Quito, Ecuador.

Servicio Nacional De Gestión De Riesgos Y Emergencias – SNGRE. (2019). Lineamientos Para Incluir La Gestión Del Riesgo De Desastres En El Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial (PDOT). Samborondón, Ecuador

## 10.ANEXOS:

### Anexo 1. Códigos de programación

- **Código de programación para la determinación de los niveles de susceptibilidad a inundaciones**

```
dim txs_p
if ([txs] = "ARENA") then
x=1
end if
if ([txs] = "ARENA MUY FINA") then
x=1
end if
if ([txs] = "ARENA FINA") then
x=1
end if
if ([txs] = "ARENA GRUESA") then
x=1
end if
if ([txs] = "ARENA MEDIA") then
x=1
end if
if ([txs] = "ARENO FRANCO") then
x=1
end if
if ([txs] = "FRANCO ARENOSO") then
x=2
end if
if ([txs] = "FRANCO") then
x=2
end if
if ([txs] = "FRANCO LIMOSO") then
x=2
end if
if ([txs] = "LIMOSO") then
x=2
end if
if ([txs] = "FRANCO ARCILLOSO") then
x=3
end if
if ([txs] = "FRANCO ARCILLO - ARENOSO") then
x=3
```

```

end if
if ([txs] = "FRANCO ARCILLO - LIMOSO") then
x=3
end if
if ([txs] = "ARCILLA PESADA") then
x=4
end if
if ([txs] = "ARCILLO - ARENOSO") then
x=4
end if
if ([txs] = "ARCILLO - LIMOSO") then
x=4
end if
if ([txs] = "ARCILLOSO") then
x=4
end if
if ([txs] = "NO APLICABLE") then
x=0
end if

```

---

```

dim ttd_p
if ([ttd] = "ARENA") then
x=1
end if
if ([ttd] = "ARENA MUY FINA") then
x=1
end if
if ([ttd] = "ARENA FINA") then
x=1
end if
if ([ttd] = "ARENA GRUESA") then
x=1
end if
if ([ttd] = "ARENA MEDIA") then
x=1
end if
if ([ttd] = "ARENO FRANCO") then
x=1
end if
if ([ttd] = "FRANCO ARENOSO") then
x=2
end if
if ([ttd] = "FRANCO") then

```

```

x=2
end if
if ([ttd] = "FRANCO LIMOSO") then
x=2
end if
if ([ttd] = "LIMOSO") then
x=2
end if
if ([ttd] = "FRANCO ARCILLOSO") then
x=3
end if
if ([ttd] = "FRANCO ARCILLO - ARENOSO") then
x=3
end if
if ([ttd] = "FRANCO ARCILLO - LIMOSO") then
x=3
end if
if ([ttd] = "ARCILLA PESADA") then
x=4
end if
if ([ttd] = "ARCILLO - ARENOSO") then
x=4
end if
if ([ttd] = "ARCILLO - LIMOSO") then
x=4
end if
if ([ttd] = "ARCILLOSO") then
x=4
end if
if ([ttd] = "SIN SUELO") then
x=4
end if
if ([ttd] = "NO APLICABLE") then
x=0
end if

```

---

```

dim sus_inu
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and ([ith] = "4" or [ith] = "3")
and ([txs_p] = "4" or [txs_p] = "3") and ([ttd_p] = "4" or [ttd_p] = "3")) then
x="ALTA"
end if
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and ([ith] = "4" or [ith] = "3")
and ([txs_p] = "4" or [txs_p] = "3") and ([ttd_p] = "2" or [ttd_p] = "1")) then

```

```

x="MEDIA"
end if
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and ([ith] = "4" or [ith] = "3")
and [txs_p] = "2") then
x="MEDIA"
end if
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and ([ith] = "4" or [ith] = "3")
and [txs_p] = "1") then
x="BAJA"
end if
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and [ith] = "2") then
x="BAJA"
end if
if (([pen_desc] = "0 - 2 %" or [pen_desc] = "> 2 - 5 %") and [ith] = "1") then
x="SIN"
end if
if ([pen_desc] = "> 5 - 12 %" and ([ith] = "4" or [ith] = "3") and ([txs_p] = "4" or [txs_p]
= "3" or [txs_p] = "2")) then
x="MEDIA"
end if
if ([pen_desc] = "> 5 - 12 %" and [ith] = "2") then
x="BAJA"
end if
if ([pen_desc] = "> 5 - 12 %" and ([ith] = "4" or [ith] = "3") and [txs_p] = "1") then
x="BAJA"
end if
if ([pen_desc] = "> 5 - 12 %" and [ith] = "1") then
x="SIN"
end if
if ([pen_desc] = "> 12 - 25 %" and ([ith] = "4" or [ith] = "3" or [ith] = "2")) then
x="BAJA"
end if
if ([pen_desc] = "> 12 - 25 %" and [ith] = "1") then
x="SIN"
end if
if ([pen_desc] = "> 25 - 40 %" or [pen_desc] = "> 40 - 70 %" or [pen_desc] = "> 70 - 100
%" or [pen_desc] = "> 100 - 150 %" or [pen_desc] = "> 150 - 200 %" or [pen_desc] = ">
200 %") then
x="SIN"
end if
if ([txs_p] = "0") then
x="NO APLICABLE"
end if
if ([otx] = "TIERRAS MISCELANEAS") then

```

x="SIN"  
end if

- **Código de programación para la determinación las unidades morfológicas “Sin” susceptibilidad a inundaciones**

if ([uge] = "TECTONICO EROSIVO" or ([uge] = "DEPOSICIONAL EROSIVO" and NOT ([umo] = "DEPRESION DE DECANTACION" or [umo] = "SUPERFICIE DISECTADA" or [umo] = "SUPERFICIE POCO DISECTADA"))) or [uge] = "POLIGENICAS" or [uge] = "GRAVEDAD Y MOVIMIENTOS EN MASA" or [uge] = "EROSIVO") then

x="SIN"  
end if

if ([umo] = "ABRUPTO DE CONO DE DEYECCION DISECTADO" or [umo] = "ABRUPTO DE CONO DE DEYECCION MUY DISECTADO" or [umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCION" or [umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCION DISECTADO" or [umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCION MUY DISECTADO" or [umo] = "VERTIENTE DE CONO DE DEYECCION MUY DISECTADO" or [umo] = "VERTIENTE DE CONO DE ESPARCIMIENTO" or [umo] = "GLACIS DE ESPARCIMIENTO" or [umo] = "SUPERFICIE DE COLMATACION" or [umo] = "SUPERFICIE DE RELLENO" or [umo] = "VERTIENTE RECTILINEA" or [umo] = "PLAYA MARINA" or [umo] = "PLAYAS EMERGIDAS" or [umo] = "ABANICO ALUVIAL ANTIGUO" or [umo] = "ABANICO ALUVIAL RECIENTE" or [umo] = "ABRUPTO DE FLUJO DE LAVA" or [umo] = "ABRUPTO DE FLUJO DE LAVA") then

x="SIN"  
end if

if ([umo] = "SUPERFICIE POCO DISECTADA" and ([nug] = "FORMACION BABA" or [nug] = "FORMACION BALZAR" or [nug] = "FORMACION PICHILINGUE" or [nug] = "FORMACION SAN TADEO")) then

x="SIN"  
end if

if ([uge] = "ESTRUCTURAL" OR [uge] = "TECTONICO MARINO") then  
x="SIN"

end if

if ([umo] = "PLANICIE COSTERA" and [nug] = "DEPOSITOS MARINOS") then  
x="SIN"

end if

if ([umo] = "SUPERFICIE DISECTADA" and ([uam] = "FORMAS HEREDADAS DE TRANSGRESIONES MARINAS CUATERNARIAS" or [uam] = "GRAN CONO TABULAR DE LA LLANURA COSTERA" or [uam] = "RELIEVES DE LOS MARGENES DE LAS CIMAS FRIAS" or [uam] = "LLANURA ALUVIAL ANTIGUA")) then



```

x="SIN"
end if
if ([umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO" and ([uam] =
"RELIEVES ESTRUCTURALES Y COLINADOS TERCARIOS" or [uam] = "CIMAS
FRIAS DE LAS CORDILLERAS DE FORMAS HEREDADAS PALEOGLACIARES"
or [uam] = "CORDILLERA COSTERA SEGMENTO MEMBRILLAL" or [uam] =
"CORDILLERA DEL CONDOR" or [uam] = "CORDILLERA DEL CUTUCU" or [uam]
= "LOS CORREDORES BAJO CENIZAS VOLCANICAS DE COSANGA Y MACAS
- MENDEZ" or [uam] = "MEDIO ALUVIAL" or [uam] = "RELIEVES DE FONDO DE
CUENCAS INTERANDINAS CON PARCIAL COBERTURA PIROCLASTICA" or
[uam] = "VERTIENTES ANDINAS OCCIDENTALES DE LA SIERRA NORTE" or
[uam] = "VERTIENTES ANDINAS OCCIDENTALES DE LA SIERRA SUR" or [uam]
= "VERTIENTES INFERIORES Y RELIEVES DE LAS CUENCAS INTERANDINAS
DE LA SIERRA NORTE" or [uam] = "VERTIENTES Y RELIEVES INFERIORES DE
LAS CUENCAS INTERANDINAS SOBRE VOLCANISMO DE LA SIERRA NORTE"
or [uam] = "LOS PIEDEMONTES CERCANOS CON COBERTURA DE CENIZAS
VOLCANICAS")) then
x="SIN"
end if
if ([umo] = "ABRUPTO DE CONO DE ESPARCIMIENTO" or [umo] = "ESCARPE DE
TERRAZA" or [umo] = "DEPOSITOS DE DESLIZAMIENTO, MASA DESLIZADA"
or [umo] = "GLACIS DE ESPARCIMIENTO DISECTADO" or [umo] = "MACRON"
or [umo] = "MORFOLOGIA ABOLLADA" or [umo] = "RELIEVE VOLCANICO
COLINADO ALTO" or [umo] = "RELIEVE VOLCANICO COLINADO BAJO" or
[uam] = "RELIEVE VOLCANICO COLINADO MEDIO" or [umo] = "RELIEVE
VOLCANICO COLINADO MUY ALTO" or [umo] = "VERTIENTE DE VALLE
GLACIAR" or [umo] = "VERTIENTE HETEROGENEA" or [umo] = "VERTIENTE
HETEROGENEA CON FUERTE DISECCION" or [umo] = "VERTIENTE
RECTILINEA" or [umo] = "VERTIENTE RECTILINEA CON FUERTE DISECCION"
or [umo] = "COLUVION ANTIGUO" or [umo] = "COLUVION RECIENTE" or [umo]
= "SUPERFICIE VOLCANICA ONDULADA" or [umo] = "TERRAZA COLGADA" or
[uam] = "TERRAZAS ESCALONADAS" or [umo] = "TESTIGO DE CONO DE
ESPARCIMIENTO" or [umo] = "TESTIGO DE GLACIS DE ESPARCIMIENTO" or
[uam] = "TERRAZA ALTA" or [umo] = "ABANICO ALUVIAL ANTIGUO" or [umo]
= "ABANICO ALUVIAL RECIENTE" or [umo] = "ABRUPTO DE FLUJO DE LAVA"
or [umo] = "CALDERA" or [umo] = "TERRAZA COLGADA" or [umo] = "TERRAZAS
ESCALONADAS" or [umo] = "TESTIGO DE CONO DE DEYECCION" or [umo] =
"DOLINA, CAMPO DE DOLINAS" or [umo] = "GARGANTA" or [umo] = "GLACIS
DE ACUMULACION" or [umo] = "BARRANCO" or [umo] = "COLINAS EN MEDIA
NARANJA") then
x="SIN"
end if
if ([umo] = "PLANICIE COSTERA" and [sotx] = "PSAMMENTS") then
x="SIN"

```

```

end if
if ([uam] = "PIEDEMORTE ANDINO" and [uge] = "FLUVIAL" and ([umo] =
"SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO DISECTADO" or [umo] =
"SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO")) then
x="SIN"
end if
if ([nug] = "FORMACION MERA" and ([umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE
ESPARCIMIENTO DISECTADO" or [umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE
ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO")) then
x="SIN"
end if
if ([umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO DISECTADO" or [umo]
= "SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO MUY DISECTADO" and ([uam] =
"CORREDORES, DEPRESIONES (COSANGA, LIMON - GUALAQUIZA Y
ZUMBA) Y VERTIENTES BAJAS MARGINALES" or [uam] = "LOS
PIEDEMONTES CERCANOS CON COBERTURA DE CENIZAS VOLCANICAS" or
[uam] = "PIEDEMONTES DISTALES, CON PARCIAL COBERTURA DE CENIZAS
VOLCANICAS" or [uam] = "PIEDEMONTES PROXIMOS, CON COBERTURA DE
CENIZAS VOLCANICAS RECIENTES" or [uam] = "LAS COLINAS
OCCIDENTALES DE LA AMAZONIA PERIANDINA" or [uam] = "LOS
PIEDEMONTES SIN CENIZAS" or [uam] = "VERTIENTE ORIENTAL DE LA
CORDILLERA REAL CON CENIZA VOLCANICA"))then
x="SIN"
end if
if ([uam] = "PIEDEMORTE ANDINO" and [uge] = "DEPOSICIONAL" and [umo] =
"SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO" and [nug] = "FORMACION
MERA") then
x="SIN"
end if
if ([umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO" and ([uam] = "LOS
CORREDORES BAJO CENIZAS VOLCANICAS DE COSANGA Y MACAS -
MENDEZ" or [uam] = "PLANICIES Y RELIEVES PERIANDINOS" or [uam] =
"VERTIENTE ORIENTAL DE LA CORDILLERA REAL CON CENIZA
VOLCANICA" or [uam] = "LOS PIEDEMONTES SIN CENIZAS" or [uam] =
"PIEDEMONTES PROXIMOS, CON COBERTURA DE CENIZAS VOLCANICAS
RECIENTES") and [nug] = "FORMACION MERA") then
x="SIN"
end if
if ([uam] = "LOS CORREDORES BAJO CENIZAS VOLCANICAS DE COSANGA Y
MACAS - MENDEZ" and [umo] = "SUPERFICIE DE CONO DE ESPARCIMIENTO")
then
x="SIN"
end if

```

```

if ([uge] = "VOLCANICO" and NOT ([umo] = "LAHAR ANTIGUO" or [umo] =
"LLANURA DE DEPOSITOS VOLCANICOS")) and [uge] = "FORMACION
CANGAHUA") then
x="SIN"
end if
if ([uge] = "LADERAS" or [uge] = "GLACIAR" or [uge] = "FLUVIO GLACIAR") then
x="SIN"
end if
if ([region] = "SIERRA" and [umo] = "TERRAZAS INDIFERENCIADAS") then
x="SIN"
end if
if ([umo] = "HONDONADAS PANTANOSAS DE ORIGEN GLACIAR -
PERIGLACIAR" and [txs] = "NO APLICABLE") then
x="MEDIA"
end if

```

- **Código de programación para la determinación las unidades morfológicas que por sus características tienen una “Alta” susceptibilidad a inundaciones**

```

if ([umo] = "ESTUARIO" or [umo] = "MARISMA" or [umo] = "MARISMA,
ESTUARIO" or [umo] = "SALITRAL" or [umo] = "TERRAZA BAJA Y CAUCE
ACTUAL" or [umo] = "SUPERFICIE PLANA INTERVENIDA" or [umo] = "BASIN"
or [umo] = "DEPRESION PANTANOSA" or [umo] = "CAUCES Y MEANDROS
OCASIONALMENTE FUNCIONALES" or [umo] = "DEPRESION DE
DECANTACION" or [umo] = "DEPRESION LAGUNAR" or [umo] = "NIVEL
ONDULADO CON PRESENCIA DE AGUA / NIVEL PLANO" or [umo] = "NIVEL
ONDULADO CON PRESENCIA DE AGUA" or [umo] = "MEANDRO
ABANDONADO" or [umo] = "TERRAZA PANTANOSA") then
x="ALTA"
end if

```

**Anexo 2.** Superficie (ha) a nivel cantonal de los niveles de susceptibilidad a inundaciones en el Ecuador Continental

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
<b>AZUAY</b>	<b>5.052</b>	<b>2.460</b>	<b>9.008</b>	<b>786.506</b>	<b>803.026</b>
CAMILO PONCE ENRÍQUEZ	474	838	768	18.502	<b>20.583</b>
CHORDELEG	35		93	10.207	<b>10.334</b>
CUENCA	2.534	1.358	5.592	300.907	<b>310.391</b>
EL PAN			1	13.864	<b>13.865</b>
GIRON	55		3	33.854	<b>33.912</b>
GUACHAPALA	3		11	3.869	<b>3.883</b>
GUALACEO	271		498	33.489	<b>34.258</b>
NABON	38		44	62.869	<b>62.951</b>
OÑA	80	62	9	28.706	<b>28.857</b>
PAUTE	551		147	25.269	<b>25.966</b>
PUCARA	135		5	63.464	<b>63.603</b>
SAN FERNANDO	6	56	149	14.005	<b>14.216</b>
SANTA ISABEL	363	128	697	80.800	<b>81.988</b>
SEVILLA DE ORO	9		8	30.808	<b>30.826</b>
SIGSIG	498	18	982	65.896	<b>67.394</b>
<b>BOLÍVAR</b>	<b>690</b>	<b>673</b>	<b>18.369</b>	<b>372.762</b>	<b>392.495</b>
CALUMA	2		2.318	14.903	<b>17.223</b>
CHILLANES	2	39	1.604	64.990	<b>66.634</b>
CHIMBO	4		378	26.427	<b>26.810</b>
ECHEANDIA	275	7	3.155	20.792	<b>24.229</b>
GUARANDA	384	593	4.694	179.117	<b>184.789</b>
LAS NAVES	23	9	6.124	8.376	<b>14.531</b>
SAN MIGUEL	1	27	95	58.156	<b>58.279</b>
<b>CAÑAR</b>	<b>1.300</b>	<b>1.950</b>	<b>31.254</b>	<b>282.366</b>	<b>316.870</b>
AZOGUES	339	412	230	60.488	<b>61.470</b>
BIBLIAN	5	12	322	17.396	<b>17.734</b>
CAÑAR	314	1.303	5.373	177.046	<b>184.036</b>
DELEG	31		203	6.980	<b>7.214</b>
EL TAMBO	101	67		5.994	<b>6.162</b>
LA TRONCAL	510	156	25.126	9.210	<b>35.002</b>
SUSCAL				5.252	<b>5.252</b>
<b>CARCHI</b>	<b>3.059</b>	<b>1.387</b>	<b>12.013</b>	<b>360.261</b>	<b>376.720</b>
BOLIVAR	52	270	126	35.135	<b>35.584</b>
ESPEJO	118	434	29	56.129	<b>56.710</b>
MIRA	164	8	233	57.624	<b>58.030</b>
MONTUFAR	358	38	868	36.307	<b>37.571</b>

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
SAN PEDRO DE HUACA		11	206	7.323	7.541
TULCÁN	2.367	626	10.550	167.742	181.284
<b>CHIMBORAZO</b>	<b>2.302</b>	<b>3.730</b>	<b>5.871</b>	<b>570.852</b>	<b>582.756</b>
ALAUSÍ	147	1.647	652	105.980	108.426
CHAMBO	11		398	16.069	16.478
CHUNCHI		89	161	26.877	27.127
COLTA	892	77	569	79.494	81.033
CUMANDA	6		718	14.733	15.457
GUAMOTE	110	731	778	116.994	118.613
GUANO	643	598	864	43.506	45.610
PALLATANGA		2	395	37.478	37.874
PENIPE	182	109	92	36.346	36.729
RIOBAMBA	311	478	1.244	93.376	95.409
<b>COTOPAXI</b>	<b>1.846</b>	<b>3.585</b>	<b>34.823</b>	<b>571.201</b>	<b>611.454</b>
LA MANÁ	523	652	18.446	45.297	64.918
LATACUNGA	118	1.689	792	143.803	146.400
PANGUA	353	252	10.369	60.189	71.163
PUJILÍ	20	467	1.690	129.973	132.150
SALCEDO	817	526	189	44.619	46.151
SAQUISILÍ				15.414	15.414
SIGCHOS	16		3.337	131.905	135.257
<b>EL ORO</b>	<b>85.254</b>	<b>28.134</b>	<b>12.158</b>	<b>417.682</b>	<b>543.228</b>
ARENILLAS	9.670	1.257	6.268	55.108	72.303
ATAHUALPA	19			28.006	28.025
BALSAS	5		56	6.720	6.781
CHILLA				33.107	33.107
EL GUABO	16.684	16.589	2.481	21.128	56.882
HUAQUILLAS	2.132	362		3.157	5.651
LAS LAJAS	137	63	422	29.005	29.627
MACHALA	31.117	1.466			32.584
MARCABELI	98	29	105	14.471	14.703
PASAJE	7.833	2.636	1.711	31.399	43.578
PINAS	379		264	60.063	60.707
PORTOVELO	0		62	28.087	28.149
SANTA ROSA	17.128	5.732	643	42.789	66.293
ZARUMA	50		147	64.643	64.840
<b>ESMERALDAS</b>	<b>47.672</b>	<b>35.836</b>	<b>97.659</b>	<b>1.348.663</b>	<b>1.529.830</b>
ATACAMES	101	2.904	2.243	43.770	49.018
ELOY ALFARO	11.878	16.680	23.441	382.678	434.676
ESMERALDAS	649	1.365	4.735	121.547	128.296

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
MUISNE	4.475	6.810	3.282	99.243	<b>113.810</b>
QUININDE	9.714	842	14.650	330.777	<b>355.983</b>
RIOVERDE	639	495	8.025	140.449	<b>149.608</b>
SAN LORENZO	20.216	6.740	41.283	230.198	<b>298.438</b>
<b>GUAYAS</b>	<b>412.851</b>	<b>192.010</b>	<b>158.613</b>	<b>663.276</b>	<b>1.426.751</b>
ALFREDO BAQUERIZO MORENO (JUJAN)	14.825	4.715	3.096		<b>22.636</b>
BALAO	2.788	23.910	6.856	2.508	<b>36.062</b>
BALZAR	1.181	3.929	18.862	92.068	<b>116.041</b>
COLIMES	7.811	3.694	12.458	51.083	<b>75.046</b>
CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA	4.634	805	16.971	2.109	<b>24.519</b>
DAULE	34.463	11	37	14.244	<b>48.756</b>
DURÁN	13.830	9.984		339	<b>24.153</b>
EL EMPALME	866	91	5.943	55.006	<b>61.905</b>
EL TRIUNFO	13.335	7.301	19.877	13.962	<b>54.475</b>
GENERAL ANTONIO ELIZALDE	51	848	7.940	4.707	<b>13.547</b>
GUAYAQUIL	115.568	23.752	4.295	196.662	<b>340.277</b>
ISIDRO AYORA	5.304	827	1.677	41.019	<b>48.827</b>
LOMAS DE SARGENTILLO	2.173	100	149	4.279	<b>6.701</b>
MILAGRO	14.596	22.756	797	9	<b>38.158</b>
NARANJAL	61.005	43.028	17.528	38.747	<b>160.309</b>
NARANJITO	2.286	8.365	11.405	65	<b>22.121</b>
NOBOL	5.719	629	72	6.690	<b>13.111</b>
PALESTINA	3.753	253	756	13.578	<b>18.341</b>
PEDRO CARBO	3.561	4.132	8.456	77.054	<b>93.204</b>
PLAYAS	1.097	1.357	151	21.782	<b>24.387</b>
SALITRE	32.930	652	11	4.695	<b>38.288</b>
SAMBORONDON	28.516	346	7	669	<b>29.539</b>
SAN JACINTO DE YAGUACHI	29.108	22.807			<b>51.915</b>
SANTA LUCÍA	12.006	1.148	649	21.999	<b>35.803</b>
SIMON BOLÍVAR	1.446	6.567	20.620		<b>28.633</b>
<b>IMBABURA</b>	<b>3.396</b>	<b>2.901</b>	<b>5.055</b>	<b>458.765</b>	<b>470.117</b>
ANTONIO ANTE	9	65	107	7.181	<b>7.362</b>
COTACACHI	1.462	317	2.366	180.760	<b>184.905</b>
IBARRA	1.501	1.086	1.375	107.941	<b>111.903</b>
OTAVALO	43	1.293	686	48.460	<b>50.482</b>
PIMAMPIRO	155	140	41	43.103	<b>43.439</b>
SAN MIGUEL DE URCUQUÍ	226	0	481	71.320	<b>72.027</b>



PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
<b>ISLA</b>	<b>27</b>	<b>147</b>		<b>899</b>	<b>1.073</b>
<b>LOJA</b>	<b>3.438</b>	<b>2.562</b>	<b>5.858</b>	<b>1.085.580</b>	<b>1.097.437</b>
CALVAS	63	161	314	84.104	<b>84.642</b>
CATAMAYO	68	516	371	63.540	<b>64.494</b>
CELICA	117		225	51.441	<b>51.784</b>
CHAGUARPAMBA	4	0	181	30.900	<b>31.085</b>
ESPINDOLA	66	169	128	51.106	<b>51.469</b>
GONZANAMA	163	130	103	67.553	<b>67.950</b>
LOJA	689	383	2.015	183.353	<b>186.440</b>
MACARA	264	203	194	56.031	<b>56.691</b>
OLMEDO			0	11.368	<b>11.368</b>
PALTAS	385	468	544	113.737	<b>115.134</b>
PINDAL	0	20	78	19.958	<b>20.056</b>
PUYANGO	270	0	128	62.823	<b>63.222</b>
QUILANGA	9	0	223	23.351	<b>23.583</b>
SARAGURO	278		470	107.254	<b>108.002</b>
SOZORANGA	30	14	105	41.934	<b>42.084</b>
ZAPOTILLO	1.033	496	777	117.126	<b>119.433</b>
<b>LOS RÍOS</b>	<b>102.726</b>	<b>60.628</b>	<b>165.463</b>	<b>370.462</b>	<b>699.279</b>
BABA	21.179	3.312	2.013	24.031	<b>50.535</b>
BABAHoyo	39.789	23.911	33.554	6.680	<b>103.934</b>
BUENA FE	427	99	11.587	38.975	<b>51.088</b>
MOCACHE	2.417	988	5.925	46.504	<b>55.834</b>
MONTALVO	12.339	2.899	11.707	8.010	<b>34.955</b>
PALENQUE	2.222	93	6.686	46.076	<b>55.078</b>
PUEBLOVIEJO	2.366	12.278	752	17.545	<b>32.941</b>
QUEVEDO	342	325	6.115	28.419	<b>35.201</b>
QUINSALOMA	34		18.922	8.990	<b>27.946</b>
URDANETA	2.456	10.137	11.657	13.667	<b>37.916</b>
VALENCIA	4.009	1.715	36.972	51.570	<b>94.266</b>
VENTANAS	5.260	1.055	11.019	32.432	<b>49.766</b>
VINCES	9.886	3.815	8.554	47.564	<b>69.819</b>
<b>MANABÍ</b>	<b>16.972</b>	<b>35.129</b>	<b>109.022</b>	<b>1.728.047</b>	<b>1.889.170</b>
24 DE MAYO	803	2.838	1.416	49.301	<b>54.358</b>
BOLÍVAR	168	150	3.065	46.804	<b>50.188</b>
CHONE	3.182	4.566	15.038	280.700	<b>303.486</b>
EL CARMEN	758	23	11.046	151.621	<b>163.449</b>
FLAVIO ALFARO	494	1.866	3.670	128.111	<b>134.142</b>
JAMA	416	759	2.825	50.973	<b>54.973</b>
JARAMIJO	117	6	354	8.922	<b>9.399</b>



PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
JIPIJAPA	428	849	8.134	136.694	<b>146.106</b>
JUNÍN		10	2.604	23.858	<b>26.472</b>
MANTA	65	416	701	24.241	<b>25.423</b>
MONTECRISTI	783	1.169	6.542	60.675	<b>69.168</b>
OLMEDO	259	122	2.722	22.457	<b>25.560</b>
PAJÁN	530	3.671	4.652	100.856	<b>109.709</b>
PEDERNALES	5.370	793	1.603	173.832	<b>181.598</b>
PICHINCHA	150	55	294	100.509	<b>101.009</b>
PORTOVIEJO	514	5.325	8.845	77.134	<b>91.818</b>
PUERTO LÓPEZ	111	1.038	1.386	39.921	<b>42.456</b>
ROCAFUERTE	316	7.354	300	19.247	<b>27.218</b>
SAN VICENTE	662	217	7.051	62.803	<b>70.733</b>
SANTA ANA	173	2.205	10.154	88.451	<b>100.982</b>
SUCRE	1.014	1.558	4.141	58.827	<b>65.540</b>
TOSAGUA	657	138	12.478	22.108	<b>35.381</b>
<b>MORONA SANTIAGO</b>	<b>24.212</b>	<b>6.223</b>	<b>454.599</b>	<b>1.896.662</b>	<b>2.381.695</b>
GUALAQUIZA	3.700	524	849	210.225	<b>215.297</b>
HUAMBOYA	247	1.373	1.466	62.053	<b>65.140</b>
LIMON INDANZA	265	17	329	182.218	<b>182.829</b>
LOGRONO	1.704	236	1.787	113.859	<b>117.585</b>
MORONA	2.985	494	19.269	408.969	<b>431.719</b>
PABLO SEXTO	424	1.016	4.085	132.320	<b>137.846</b>
PALORA	3.335	1.952	2.280	136.856	<b>144.422</b>
SAN JUAN BOSCO	37	68	2.643	106.064	<b>108.812</b>
SANTIAGO	800	340	411	134.719	<b>136.269</b>
SUCUA	220	138	1.077	116.013	<b>117.448</b>
TAISHA	7.674	12	386.448	213.612	<b>607.746</b>
TIWINTZA	2.822	53	33.955	79.754	<b>116.584</b>
<b>NAPO</b>	<b>25.179</b>	<b>14.837</b>	<b>38.373</b>	<b>1.166.623</b>	<b>1.245.012</b>
ARCHIDONA	56	4.655	4.416	294.613	<b>303.739</b>
CARLOS JULIO AROSEMENA TOLA	3.225	981	799	44.734	<b>49.739</b>
EL CHACO	3.568	604	4.141	337.989	<b>346.302</b>
QUIJOS	941	907	5.733	150.242	<b>157.824</b>
TENA	17.390	7.690	23.285	339.044	<b>387.408</b>
<b>ORELLANA</b>	<b>275.204</b>	<b>4.341</b>	<b>532.892</b>	<b>1.343.868</b>	<b>2.156.306</b>
AGUARICO	214.447	306	252.580	654.178	<b>1.121.511</b>
FRANCISCO DE ORELLANA	52.043	2.338	165.311	483.093	<b>702.786</b>
LA JOYA DE LOS SACHAS	5.047	217	100.752	12.119	<b>118.136</b>
LORETO	3.667	1.480	14.249	194.478	<b>213.873</b>

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
<b>PASTAZA</b>	<b>90.417</b>	<b>15.559</b>	<b>450.363</b>	<b>2.394.874</b>	<b>2.951.212</b>
ARAJUNO	44.763	2.818	111.712	720.817	<b>880.110</b>
MERA	3.220	7.501	1.894	39.800	<b>52.415</b>
PASTAZA	41.110	5.215	336.303	1.604.978	<b>1.987.607</b>
SANTA CLARA	1.323	25	454	29.278	<b>31.080</b>
<b>PICHINCHA</b>	<b>1.503</b>	<b>11.330</b>	<b>56.855</b>	<b>828.571</b>	<b>898.258</b>
CAYAMBE	39	2	219	117.855	<b>118.114</b>
DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO	255	1.450	3.048	379.798	<b>384.551</b>
MEJÍA	208	6.994	6.502	125.490	<b>139.194</b>
PEDRO MONCAYO	34		111	32.727	<b>32.871</b>
PEDRO VICENTE MALDONADO	54	1.150	14.684	45.175	<b>61.062</b>
PUERTO QUITO	864	1.133	29.167	36.938	<b>68.102</b>
RUMIÑAHUI		229	0	9.566	<b>9.795</b>
SAN MIGUEL DE LOS BANCOS	49	372	3.124	81.023	<b>84.568</b>
<b>SANTA ELENA</b>	<b>21.379</b>	<b>15.881</b>	<b>7.185</b>	<b>309.691</b>	<b>354.136</b>
LA LIBERTAD	0	8	34	1.187	<b>1.229</b>
SALINAS	938	114	70	3.718	<b>4.840</b>
SANTA ELENA	20.440	15.759	7.080	304.786	<b>348.066</b>
<b>SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS</b>	<b>592</b>	<b>152</b>	<b>84.772</b>	<b>281.743</b>	<b>367.259</b>
LA CONCORDIA	34	0	4.947	26.243	<b>31.225</b>
SANTO DOMINGO	558	152	79.825	255.500	<b>336.034</b>
<b>SUCUMBIOS</b>	<b>204.025</b>	<b>12.660</b>	<b>468.850</b>	<b>1.096.307</b>	<b>1.781.842</b>
CASCALES	2.793	890	25.783	95.322	<b>124.788</b>
CUYABENO	126.027	657	113.130	139.958	<b>379.772</b>
GONZALO PIZARRO	3.473	1.300	4.204	213.952	<b>222.929</b>
LAGO AGRIO	4.460	2.532	69.303	232.214	<b>308.509</b>
PUTUMAYO	38.841	1.795	86.867	219.151	<b>346.655</b>
SHUSHUFINDI	27.795	5.484	169.346	45.123	<b>247.748</b>
SUCUMBIOS	637		216	150.588	<b>151.441</b>
<b>TUNGURAHUA</b>	<b>1.439</b>	<b>1.905</b>	<b>4.970</b>	<b>321.005</b>	<b>329.319</b>
AMBATO	11	1.532	908	94.373	<b>96.823</b>
BAÑOS DE AGUA SANTA	478	42	723	104.756	<b>105.998</b>
CEVALLOS			57	1.721	<b>1.778</b>
MOCHA			271	8.143	<b>8.414</b>
PATATE	77	12	23	28.851	<b>28.963</b>
QUERO			836	15.869	<b>16.705</b>
SAN PEDRO DE PELILEO	90	64	24	18.752	<b>18.931</b>

PROVINCIA/CANTÓN	SUPERFICIE (ha) DE LAS NIVELES DE SUSCEPTIBILIDAD A INUNDACIONES				TOTAL
	ALTA	MEDIA	BAJA	SIN	
SANTIAGO DE PILLARO	784	194	2.023	42.955	<b>45.955</b>
TISALEO		61	105	5.586	<b>5.752</b>
<b>ZAMORA CHINCHIPE</b>	<b>20.216</b>	<b>493</b>	<b>6.371</b>	<b>1.023.262</b>	<b>1.050.342</b>
CENTINELA DEL CÓNDOR	1.405		17	24.253	<b>25.675</b>
CHINCHIPE	3		265	109.413	<b>109.681</b>
EL PANGUI	3.598	33	652	58.462	<b>62.744</b>
NANGARITZA	5.936	49	1.733	193.948	<b>201.666</b>
PALANDA	19	8	755	202.508	<b>203.291</b>
PAQUISHA	2.850	81	379	30.177	<b>33.487</b>
YACUAMBI	143	50	769	124.098	<b>125.060</b>
YANTZAZA	4.991	249	1.171	94.216	<b>100.626</b>
ZAMORA	1.271	23	631	186.187	<b>188.112</b>
<b>ZONA EN ESTUDIO: JUVAL (CAÑAR - CHIMBORAZO)</b>	<b>116</b>	<b>81</b>	<b>1.656</b>	<b>58.407</b>	<b>60.260</b>
<b>NO APLICABLE</b>					<b>582.372</b>
<b>TOTAL</b>	<b>1.350.869</b>	<b>454.592</b>	<b>2.772.052</b>	<b>19.738.335</b>	<b>24.898.219</b>





*EL NUEVO*  
**ECUADOR** 

**Ministerio de  
Agricultura y Ganadería**



@AgriculturaEcuador



@agricultura.ec



@AgriculturaEc

[www.agricultura.gob.ec](http://www.agricultura.gob.ec)