

# Cambios del uso de la tierra y propuesta de zonificación para el cantón de Montecristi, Ecuador (2010-2017)

Byron Simón Baque Solís<sup>1</sup>, María Gabriela Camargo Mora<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica Particular de Loja

\*Autor para correspondencia: mgcamargo@utpl.edu.ec

Recibido: 2022/07/21 Aprobado: 2023/10/27

DOI: <https://doi.org/10.26621/ra.v1i29.845>

## RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo analizar los cambios en los usos de la tierra entre los años 2010 y 2017 en el cantón de Montecristi, Ecuador, mediante la identificación de las condiciones biofísicas, dinámicas socioeconómicas y tendencias que favorecen o limitan la ocupación, con la finalidad de formular propuestas de zonificación como instrumento para administrar y controlar la ocupación territorial y minimizar impactos, catástrofes y conflictos de usos. El cantón de Montecristi forma parte de la provincia de Manabí; su economía se sustenta en la industria, la agricultura, el turismo y el comercio, donde se registran cambios en los usos del suelo, conflictos e impactos ambientales que disminuyen la calidad de vida de la población y generan riesgos socioambientales. ¿Cuáles son los cambios en los usos de la tierra y las tendencias que deben considerarse para la administración y control de la ocupación en el cantón de Montecristi? Para dar respuesta, se elaboró un diagnóstico integral de las condiciones biofísicas y socioeconómicas; posteriormente, se realizó un análisis temporal y espacial de los cambios en el uso de la tierra; se identificaron las causas y consecuencias de los cambios; por último, se formularon propuestas de zonificación del uso de la tierra para el año 2030. Como resultado, se registró un avance de los usos urbanos, agrícolas y ganaderos y una disminución de los usos forestales y de la cubierta vegetal que impactan en la biodiversidad y en la prestación de servicios ecosistémicos. Se formularon propuestas de zonificación para orientar la gestión y administración de la ocupación con el fin de crear territorios más habitables, seguros y sostenibles.

**Palabras clave:** uso de la tierra, zonificación, planificación territorial, componente biofísico

## ABSTRACT

This paper aims to analyze the changes in land use in the Montecristi canton, Ecuador, between 2010 and 2017, by identifying biophysical conditions, socioeconomic dynamics, and trends that favor or limit the occupation, to formulate zoning proposals as an instrument to manage and control land occupation and minimize impacts, disasters and conflicts of uses. The canton of Montecristi is part of the province of Manabí; its economy is based on industry, agriculture, tourism, and commerce, where changes in land use, conflicts, and environmental impacts are registered that diminish the quality of life of the population and generate socio-environmental risks. What are the changes in land use and trends that should be considered for the management and control of land occupation in the canton of Montecristi? To answer this question, a comprehensive diagnosis of the biophysical and socioeconomic conditions was made, followed by a temporal and spatial analysis of the changes in land use; the causes and consequences of the changes were identified; and finally, proposals for land use zoning for the year 2030 were formulated. As a result, there was an increase in urban, agricultural and livestock uses and a decrease in forest and vegetation cover uses that impact biodiversity and the provision of ecosystem services. Zoning proposals were formulated to guide the management and administration of land use to create more habitable, secure, and sustainable territories.

**Keywords:** land use, zoning, territorial planning, biophysical component

Byron Simón Baque Solís  [orcid.org/0000-0003-0700-7136](https://orcid.org/0000-0003-0700-7136)

María Gabriela Camargo Mora  [orcid.org/0000-0003-2984-5675](https://orcid.org/0000-0003-2984-5675)



## INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) se refiere al uso de la tierra como a la función o propósito para el cual el suelo es utilizado por la población humana local y lo define como aquellas actividades humanas directamente relacionadas con el suelo, que hacen uso de sus recursos o que influyen en ellos (FAO, 1995, citado en Briassoulis, 2020).

El crecimiento acelerado de las zonas urbanas, motivado por los movimientos migratorios desde las zonas rurales sin una planificación adecuada, ha dado lugar a cambios en el uso de la tierra y a la aparición de conflictos de usos, lo que genera impactos negativos sobre la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos que, a su vez, contribuyen significativamente a los procesos de cambio climático a nivel regional (Sahagún, 2018).

La degradación del suelo es un proceso inducido por el hombre cuya consecuencia es la reducción de su salud y su capacidad para producir bienes económicos, además de proporcionar funciones reguladoras y de aprovisionamiento directamente relacionadas con el bienestar humano. El principal factor de degradación del suelo se debe a aspectos socioeconómicos: cambios demográficos, problemas de tenencia de la tierra, políticas ambientales y agrícolas inadecuadas, presión del mercado, actividades contaminantes, mal uso y mala o nula gestión (Anglés, 2021; Lázaro y Tur, 2018; López et al., 2015).

Es fundamental reconocer el suelo como un recurso natural no renovable indispensable para la vida e incluso para el desarrollo de múltiples actividades económicas, además de situarlo en el eje principal y transversal de la agenda para el desarrollo sostenible (Anglés, 2021). Para ello, es necesario analizar los cambios del uso de la tierra y sus tendencias y formular propuestas de zonificación como instrumento de gestión territorial que permita orientar y regular la ocupación y mitigar y prevenir impactos, situaciones de vulnerabilidad y riesgos siconaturales.

La planificación territorial es una política del Estado y un proceso que busca el análisis de una realidad a partir de sus elementos naturales, sociales, económicos e institucionales para crear escenarios futuros que garanticen la calidad de vida y el uso justo de los recursos naturales. Resulta esencial para una adecuada gestión de los usos de la tierra porque permite conocer la realidad actual y evita la construcción de escenarios futuros de ocupación expuestos a impactos y amenazas naturales.

En Ecuador, actores gubernamentales como instancias de gobiernos autónomos descentralizados (GAD) y la Asamblea Nacional aprobaron la Ley Orgánica de Uso y Ordenamiento Territorial (LOOTUGS, 2016), que establece una hoja de ruta estratégica para la planificación de los territorios e incluye algunos campos de acción a medio y largo plazo. Comprende un ciclo de planificación basado en diagnósticos territoriales e instrumentos de gestión enfocados a minimizar y prevenir desastres futuros. Propone incorporar el análisis del cambio de uso de la tierra y la formulación de propuestas de zonificación del uso para orientar y controlar la ocupación territorial (Baque, 2018).

El cantón de Montecristi forma parte de la provincia de Manabí; su economía se sustenta en la industria, la agricultura, el turismo y el

comercio, y registra conflictos de usos e impactos ambientales que disminuyen la calidad de vida de la población. Ante esta realidad surge la interrogante: ¿cuáles son los cambios en los usos de la tierra y las tendencias que deben considerarse en la administración y control de la ocupación en el cantón de Montecristi? Si los GAD tienen como competencia la regulación y control del uso y ocupación de suelo cantonal, es aconsejable revisar el objeto de administración.

El objetivo principal es analizar los cambios en el uso de la tierra entre 2010 y 2017 en el cantón Montecristi y, a partir de ahí, desarrollar una propuesta de zonificación considerando las amenazas naturales y los riesgos siconaturales como factor condicionante de la ocupación del territorio.

Para el análisis, se parte del diagnóstico de las condiciones biofísicas, con especial atención a las amenazas y riesgos siconaturales, las dinámicas socioeconómicas y los cambios en los usos de la tierra, además de las tendencias proyectadas para 2030.

## MÉTODOS

Existen varios métodos y técnicas para el análisis de los procesos de cambio de uso de la tierra (Reyes, 2021; Pérez, 2020). El procedimiento más confiable comprende el estudio de la dinámica espaciotemporal de la cubierta vegetal (Berry et al., 1996), el análisis del cambio de uso/ cobertura de la tierra (Meyer y Turner, 1994) y la documentación de las causas de los cambios en el uso (Camacho, 2017), reforzándolas con datos estadísticos y la interpretación de matrices, como la tabulación cruzada (Camacho, 2017; Mardone, 2011; Yamin et al., 2010; Salgado y Hernández, 2010).

A partir de experiencias anteriores, el análisis de los cambios en el uso de la tierra entre los años 2010 y 2017 en el cantón de Montecristi, provincia de Manabí, localizado en la región costera de Ecuador, y la formulación de una propuesta de zonificación se basaron en el estudio comparativo de la dinámica espacial y temporal de la cubierta vegetal y de los usos de la tierra. Tras identificar los cambios, se documentaron las causas que los provocaron y se formuló una zonificación de usos.

### Diagnóstico de la realidad territorial del cantón de Montecristi

Se inició con la elaboración de la cartografía base a escala 1:50 000 mediante el uso de un mosaico de imágenes satelitales del Servicio Geológico de Estados Unidos, perteneciente a la colección TerraLock ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) del año 2017, y ortofotos del Instituto Geográfico Militar (IGM) del cantón de Montecristi. Se utilizó proyección UTM, ELLIPSOID SAND DATUM WGS 84, cobertura del 100 % del área total, Mercator transversal), DATUM vertical (*Freedom Tideographic Station*), HORIZONTAL DATUM (*World Geodetic System*) - WGS 1984.

Posteriormente, se realizó un análisis de la realidad del cantón mediante diagnóstico externo, referido al análisis de las oportunidades y amenazas que inciden en el desarrollo del cantón, con énfasis en las variables sociales y económicas; así como un diagnóstico interno de las condiciones biofísicas y socioeconómicas para identificar peligros naturales, riesgos siconaturales, fortalezas y debilidades de la ocupación y el desarrollo territorial.

Para el análisis del componente biofísico, específicamente de los riesgos o peligros siconaturales, se consideró el informe *Diagnóstico de amenazas físico-naturales del cantón Montecristi, Provincia de Manabí-Ecuador* (Guerrero, 2017), una evaluación de los peligros a través del análisis de los controles geomorfológicos y las relaciones sísmicas para determinar las posibles amenazas de inundación: avulsiones, movimientos de masas de tierra y asentamientos (licuefacción del suelo). También se obtuvo una sectorización de los riesgos siconaturales mediante la aplicación de la metodología del Proyecto Multinacional Andino (PMA) (Heidarzadeh et al., 2017; Khaleghian, 2016; Hermelin, 2010; Ellerbeck, 2001). Se modificaron y adaptaron a las condiciones geomorfológicas de las zonas costeras del Piamonte (Tabla 1).

**Tabla 1.** Componente biofísico: análisis de amenazas

Apariencia	Variables/indicadores
Localización territorial	Ubicación urbana y rural
Dinámica geotécnica y geomorfológica	Dinámica geotécnica Geología - Geomorfolología Evaluación de taludes Evaluación de geomecánica de suelos Microzonificación sísmica
Amenazas hidroclimáticas	Hidroclimatología  Amenaza sísmica Amenaza por inundación Amenazas por movimientos de tierra Amenazas hidroclimática Amenazas por tsunami

Guerrero (2017)

### Análisis de los cambios del uso de la tierra y tendencias

Se basó en un inventario de cobertura y usos de la tierra para los años 2010 y 2017, mediante fotointerpretación de imágenes satelitales asistidas por generación de bases de datos geográficas y complementadas con trabajo de campo (Lázaro y Tur, 2018; Ballesteros, 2013; Braimoh, 2006). Los años se seleccionaron en función de la disponibilidad de información y recursos. Para optimizar el proceso de fotointerpretación, se ejecutaron dos fases: la primera fase consistió en un análisis previo que generó una leyenda preliminar, basada en el proyecto Mapa de Cobertura y Uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100 000 (MAGAP-MAE); en la segunda fase, se realizó una segunda fotointerpretación para evaluar y ajustar los resultados y se adaptó la leyenda preliminar (Tabla 2).

**Tabla 2.** Leyenda temática definida para el análisis del uso de la tierra

#	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
1	Agrícola	Cultivo anual	Cereales	Núcleo amarillo duro
		Cultivos semipermanentes	Tallo	Espárrago
		Mosaico agrícola y ganadero	Mosaico de cultivos	Misceláneas indefinidas

#	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV	
2	Antrópico	Artificializado No agrícola	Zonas verdes urbanas		
		Zonas versos artificiales	Instalaciones recreacionales		
		Extracción minera	Eliminación de residuos	Infraestructura de saneamiento	
			Extracción minera	Concesión minera	
				Refinería	
				Vía	
				Hidráulica	
				Portuaria	
			Bases industriales, comerciales y de comunicación	Aeropuerto	
				Industria	Fábrica
		Comercio	Granja avícola		
			Brickyard		
	Urbanizada		Tejido continuo	Urbano	
			Tejido discontinuo		
		Plantaciones forestales			
			Denso bosque natural	Bosque natural	
			Bosque natural fragmentado	Protector forestal de Sancán y cerro de Montecristi	
3	Forestal	Bosque nativo		Rodeando colinas de Portoviejo	
				Socio forestal comunitario bajo el exterior	
				Socio bosque comuna Bajo del Pechiche	
				Socio bosque comuna La Pila	
		Cobertura no vegetal	Zonas arenosas naturales	Playas y dunas de arena	
		Páramo			
4	Cobertura vegetal		Vegetación arbustiva		
			Matorrales abiertos	Pastizal	
		Vegetación herbácea	Densos matorrales	Matorral	

#	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel VI
5	Cuerpos de agua	Superficies de agua	Agua continental	Humedales artificiales
				Ríos
				Lagos
			Agua marina	Mares y océanos
			Estuarios	
			Acuicultura	
6	Protección	Protección continental	Parque nacional	Machalilla
			Refugio de vida silvestre	Pacocha

Se definieron unidades homogéneas de uso de la tierra para los años 2010 y 2017 mediante análisis comparativo y se identificaron cambios y tendencias conforme a los criterios siguientes:

- Positivo (+): una relación aritmética que refleja una tendencia creciente y denota un aumento o ganancias en el uso de la tierra evaluada.
- Negativo (-): una relación aritmética que refleja una tendencia decreciente y denota una disminución o pérdida del área de uso de la tierra evaluada.
- Nulo (±): una relación aritmética que refleja una tendencia constante y no registra cambios significativos en el uso de la tierra evaluada.

Se elaboró el mapa definitivo de cambios y tendencias de uso del suelo y, a partir de este, se elaboró el mapa de la propuesta de zonificación de la tierra para el cantón de Montecristi para el año 2030.

**Proceso de verificación e interpretación**

Para verificar la información, se realizaron salidas de campo que permitieron ajustar y rectificar los límites de los polígonos de usos y sus características predominantes, así como registrar la presencia de amenazas, riesgos siconaturales, cultivos, prácticas y sistemas de manejo, sistemas de riego, áreas protegidas y accesibilidad. Tras la elaboración de los mapas preliminares de zonificación del uso de la tierra, se ajustaron los cambios detectados y las tendencias (2010-2017) mediante trabajo de campo, y se identificaron las causas de los cambios.

**Formulación de la propuesta de zonificación del uso de la tierra**

La propuesta de zonificación de uso de la tierra se elaboró a partir de la realidad diagnosticada y de las tendencias identificadas. Mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), se superpusieron las capas de amenazas, riesgos siconaturales, usos actuales, usos potenciales, conflictos y compatibilidad de usos, cambios y tendencias en los usos y tendencias en el crecimiento de la población, y se identificaron áreas homogéneas. Como resultado, se generó el mapa de la zonificación de uso de la tierra para el cantón de Montecristi para el año 2030.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Consideraciones sobre las amenazas y riesgos siconaturales**

El territorio del cantón de Montecristi está dominado geológicamente por unidades formativas de origen sedimentario y volcánico, deformadas por un gran pliegue estructural. Domina el relieve un sinclinal en la zona central del territorio que produce la alineación de la microcuenca de los ríos Salado-Caña, así como dos (2) anticlinales: un anticlinal ubicado al norte del cantón, que bordea el centro poblado de Montecristi, y otro ubicado al sur del cantón (Guerrero, 2017).

En cuanto a la amenaza sísmica, las fallas geológicas que existen en el cantón de Montecristi tienen un potencial estimado de magnitud M 7,1 y Mw 6,8, que afecta a un radio de área de, al menos, 1 100 km², con un desplazamiento cosísmico significativo a lo largo de la traza de falla de 1,2 m. Otras fallas geológicas, si bien menores, tienen un potencial de magnitud M 6,4-6,8 y Mw 6,3-6,1, con un área de un radio de 125 km². Sin embargo, la región de La Pila se encuentra en zonas cercanas a las fuentes sísmicas del eje de subducción del Pacífico y, por esta razón, está expuesta a la amenaza sísmica más significativa.

Las áreas con un riesgo potencialmente alto de inundación dentro del cantón de Montecristi se corresponden con todas aquellas por debajo de los 120 m s. n. m., que incluyen la parte media-baja del cantón de Montecristi, a lo largo de las subcuencas bajas de los ríos Bravo, Caña y Salado. El área con un potencial de riesgo de inundación intermedio se encuentra entre los 120 y los 200 m s. n. m. y se corresponde con el fondo de los valles de los ríos y los principales lechos de inundación.

En cuanto a la amenaza por movimientos masivos de la tierra, se identifican: áreas geológico-geotécnicas muy estables; zonas geológico-geotécnicas estables, que representan la proporción territorial más sustancial, donde se encuentran la mayoría de las áreas urbanas; áreas geológico-geotécnicas inestables, que se sitúan en la parte oriental del cantón, en la localidad de La Pila, donde hay pendientes de 15°-30° asociadas a la presencia de afloramientos rocosos y suelos arcillo-limosos, y áreas geológico-geotécnicas inestables, que se distribuyen de manera dispersa en el cantón con geoformas de colinas y colinas altas con pendientes >30 ° y composiciones de rocas y suelos arcillo-limosos.

A nivel local, con base en la geomecánica del suelo, las ciudades de Montecristi y Manta (más de 100 m s. n. m.) están sujetas a fenómenos de licuefacción, por lo que se recomienda reducir los niveles de agua subterránea. El área que presenta la mejor calidad geomecánica de suelos se localiza en la sección de Manta media (dimensiones 10-50 m s. n. m.), debido a una mezcla de materiales de fricción (arena-limo) y cohesivos (arcillas), especialmente en áreas alejadas de los principales lechos de inundación de los ríos, que aportan cantidades significativas de finos al suelo.

**Cambios en el uso de la tierra en el cantón de Montecristi**

El cantón de Montecristi tiene una superficie total de 73 420 ha, principalmente rural, compuesta por playas, bosques y ecosistemas protegidos en un 93 % de la superficie total y tierra urbana en un 6,95% (Figura 1 y Tabla 3).

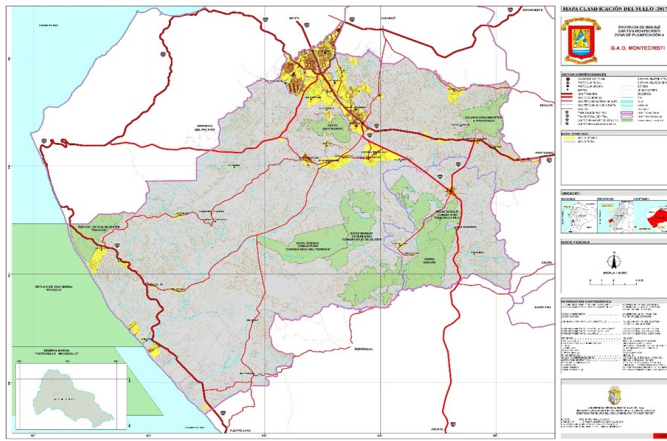


Figura 1. Clasificación de la tierra en urbano y rural. Cantón de Montecristi. Ecuador

Nota. Leyenda: polígonos amarillos, zona urbana; polígonos grises, zona rural; polígonos verdes, zonas protegidas Baque (2018)

En la Figura 2 y la Tabla 4 se muestran las tendencias en la cobertura y uso de la tierra entre 2010 y 2017, que registran cambios en el uso de la tierra, esto es, un aumento en el uso urbano en el sector Los Bajos y una disminución en los usos forestales, de cobertura vegetal y uso agrícola, siendo este último menos intenso:

- El uso urbano registró una tendencia positiva expresada en un incremento de 2 675 ha, pasando de 4 169 ha (5,68 %) a 6 844 ha (9,32 %) de la superficie total.
- El uso agrícola registra una superficie de 73 ha, que representa el 0,70 % de la superficie total del cantón de Montecristi, que para el año 2010 contaba con 7 172 ha (9,77 %) y para el año 2017 pasó a 7 245 ha (9,87 %), lo que supone una tendencia de crecimiento.
- En 2010 el territorio de Montecristi contaba con una superficie boscosa de, aproximadamente, 45 946 ha (62,5 %) que, en 2017, representaba solo 44 008 ha (59,94 %), lo que refleja una tendencia negativa por la disminución de la superficie en 1 938 ha, aproximadamente.
- Entre 2010 y 2017, el área de cobertura vegetal disminuyó de 14 119 ha (19,23 %) a 13 302 ha (18,12 %) del área total.
- El uso de masas de agua registró una tendencia positiva y ganó 7 ha, motivada por la construcción de albarradas.
- El uso de protección de las áreas naturales mantiene una tendencia constante de no variación de la superficie en el período de estudio.

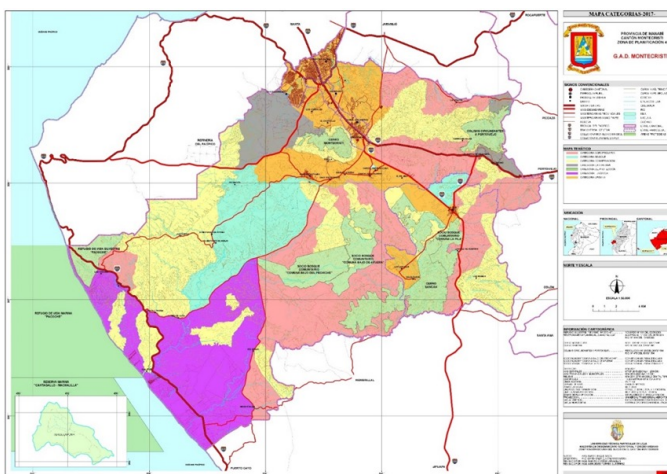


Figura 2. Uso de la tierra. Cantón de Montecristi. Provincia de Manabí. Ecuador (2017)

Nota. Leyenda: anaranjado, zona de crecimiento urbano; verde, zonas de protección; amarillo, zonas de conservación; rosado, producción agropecuaria; gris, zonas de actividad extractiva; azul turquesa, bosques; morado, zona turística. Baque (2018)

Tabla 3. Clasificación de los usos de la tierra en urbano y rural en el cantón de Montecristi. Provincia de Manabí. Ecuador

Categorías	Clases de suelos	Definición	Áreas territoriales
Suelo urbano consolidado		Terrenos bajo normativa urbanística, con servicios básicos, equipamientos e infraestructuras en red	Parroquias urbanas de Montecristi, General Alfaro, Aníbal San Andrés, Colorado, Leónidas Proaño
	Suelo urbano no consolidado	Núcleos urbanos y menores que requieren mejorar su proceso de urbanización; pueden o no estar sujetos a restricciones de uso por presencia de amenazas naturales o riesgos siconaturales	La parroquia rural de Montecristi: Bajos de Afuera, Bajo de Pechiche, el Bajo de La Palma, Cárcel Eloy Alfaro, Cárcel Simón Bolívar, El Arroyo, El Cerro Guayabal, El Chorrillo, La Sequita, Las Pampas, Las Cruces, Las Lagunas, Pile, Río de Caña, Río de Oro, Río Manta, San José, Toalla, Unión Patria, Camarones de abajo, Camarones de arriba, Aguas Nuevas, Cerro de Hojas, El Palmar, La Cruz de Juancho, Las Ánimas, Manantiales, Río Bravo y Los Corrales y La Pila
	Suelo de protección urbana	Debido a las características biofísicas, registra fragilidad ecológica o riesgos siconaturales	Zonas protegidas
Rural: destinado a actividades agroproductivas, extractivas o forestales, o que por sus especiales características biofísicas o geográficas deba ser protegido o reservado para futuros usos urbanos.	Tierras de producción rural	Tierras destinadas a la agricultura, acuicultura, ganadería, silvicultura, turismo, explotación de recursos naturales o actividades similares	Los Bajos, Las Lagunas, Manantiales, Pile y Las Pampas. Turística: La Pila, San José, Las Cruces, Pile y Manantiales

Urbano: los asentamientos humanos pueden ser de diferentes escalas e incluir núcleos urbanos en suelo rural.

Nota. Basado en CLIRSEN y SIGAPRO-MAGAP-ARCOM (2011)

**Tabla 4.** Usos de la tierra y tendencias. Cantón de Montecristi. Provincia de Manabí. Ecuador (2010-2017)

Uso de la tierra	2010 Área (ha)	2017 Área (ha)	Varia- ción 2010- 2017 (ha)	Tenden- cias
Urbano	4 169	6 844	2 675	Positivo
Agricultura	7 172	7 245	73	Positivo
Forestal	45 946	44 008	-1 938	Negativo
Cobertura vegetal	14 119	13 302	-817	Negativo
Cuerpos de agua	498	505	7	Positivo
Protector	1 516	1 516	0	Constante
Total	73 420	73 420		

Baque (2018)

### Causas de los cambios en el uso de la tierra

La tendencia al aumento del uso urbano se basa en los movimientos migratorios de la población de las zonas rurales a las urbanas en busca de oportunidades para satisfacer las necesidades básicas. Cuando se analizan los indicadores territoriales en las zonas rurales se registran valores bajos que muestran déficits de infraestructuras en red y equipamientos básicos, además de pobreza.

El aumento del uso agrícola y ganadero entra en conflicto con el uso de la cubierta forestal y vegetal, que se reduce significativamente por el avance de la frontera agrícola. A partir de la década de los 2000, con la asistencia del BID y el Banco Mundial al sector agrícola del Ecuador, se aplicaron políticas que buscaban lograr una mayor competitividad en el cultivo de productos primarios no tradicionales y la seguridad alimentaria (reformas agrarias y política agrícola de Ecuador) pero la alta vulnerabilidad de los precios y la dependencia de las transnacionales en el mercado mundial todo ello basado en programas agrícolas de liberalización de mercados internos y la apertura de economías al comercio internacional (López, 2019), promovió el avance de la actividad agrícola.

El aumento de la agricultura motivó el aumento de las masas de agua por la construcción de albaradas, infraestructura que sustenta el uso agrícola, ganadero y avícola. Por último, el uso de protección de las áreas naturales, bajo la gestión del Ministerio de Medio Ambiente, mantiene una tendencia constante.

### Propuesta de uso de la tierra para el cantón de Montecristi (2030)

La propuesta de uso de la tierra para el cantón de Montecristi (2030) es el instrumento que permite orientar, regular y controlar la ocupación del territorio. La propuesta se basa en los cambios de usos identificados, las tendencias y las limitaciones de ocupación por la presencia de amenazas y riesgos siconaturales, así como en los recursos naturales disponibles para el desarrollo del cantón. Los usos principales se representan mediante polígonos, georreferenciados e identificados por la siguiente nomenclatura (Figura 3):

- Uso urbano del suelo: ocupa 5 013 ha de la superficie total del cantón, integradas por zonas consolidadas ubicadas en las parroquias urbanas de Montecristi, General Alfaro, Aníbal, San Andrés, Colorado y Leónidas,

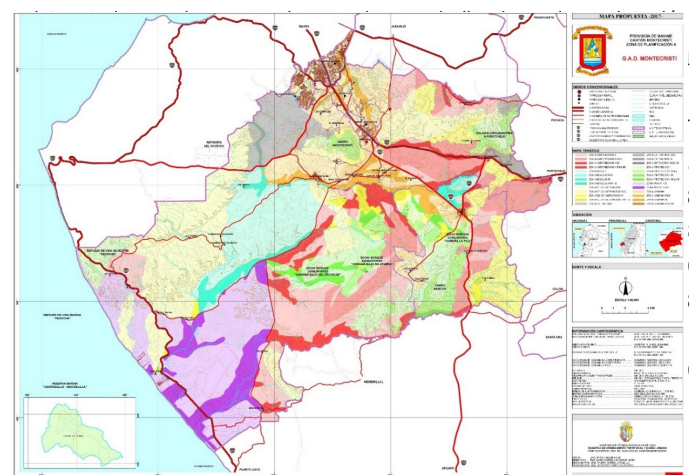
en el norte del territorio. Pertenece a la conurbación integrada para las ciudades de Manta, Portoviejo y Jaramijó. Se caracteriza por una alta densidad de población y construcción, un denso sistema de carreteras y una concentración de equipamientos y servicios básicos.

- Uso de la tierra para expansión urbana: se ubica adyacente al suelo urbano, determinado de acuerdo con las tendencias del crecimiento urbano, en línea con las políticas de protección de la tierra rural establecidas por la autoridad agraria o ambiental nacional competente (Ministerio de Agricultura y Ganadería, MAGAD). Lejos del límite urbano consolidado se encuentran los sectores de Las Cruces y San José, que, por su ubicación costera, registran un crecimiento significativo de la actividad inmobiliaria. En la actualidad, ambos sectores cuentan con proyectos habitacionales y lotes en construcción que posiblemente atraerán inversión y desarrollo turístico.

- Uso de la tierra agrícola y ganadera: en general, la tierra rural utilizada para la producción agrícola y ganadera, en el cantón de Montecristi, se encuentra al noreste, sur y suroeste. Se observa diversidad en la producción agrícola, con limitaciones por la falta de agua para el riego de los cultivos. El uso agrícola dedicado a la producción de maíz es de 3 512 ha (4,78 %) del total, el uso para producción de aves de corral es de 299 ha (0,41 %) y el uso acuícola, uso para minería artesanal y ladrillera es de 127 ha.

- Uso protector: las áreas protegidas son los patrimonios histórico-culturales y espacios que requieren protección por su fragilidad ambiental. Cubren una superficie de 44 008 ha (59,94 %) de bosques y una cobertura vegetal de 13.302 ha (18,12 %). Se ubican principalmente hacia el sur del cantón de Montecristi y están protegidas por la normativa legal: bosque protector Sancán y cerro de Montecristi en el norte del cantón. En las adyacencias del uso urbano, se localizan los cerros de Portoviejo (893 ha), mientras que, al noreste del cantón, el cerro de Montecristi, riberas de arroyos y las zonas protegidas de los ríos que atraviesan las ciudades representan 3 115 hectáreas.

- Uso de la tierra para la extracción minera: dentro del cantón Montecristi



**Figure 3.** Propuesta de zonificación del uso de la tierra. Cantón Montecristi. Provincia de Manabí. Ecuador (2030)

Nota. Leyenda: tonalidades de anaranjado y marrón, zona de crecimiento urbano; tonalidades de verde, zonas de protección; tonalidades de amarillo, zonas de conservación; tonalidades de rosado, zonas de producción agropecuaria con diferentes restricciones por riesgos siconaturales; gris, zonas de actividad extractiva; tonalidades de azul turquesa, bosques; tonalidades de morado, zonas turísticas. A mayor intensidad del color, mayor es la restricción por riesgos socio naturales. Baque (2018)

## Medidas para prevención y mitigación de riesgos siconaturales

La zonificación del uso de la tierra debe ser acompañada por medidas de prevención del riesgo siconaturales a medio y largo plazo. Para ello, se proponen cuatro tipos de acciones generales:

- Planificar el territorio a medio y largo plazo.
- Adoptar medidas técnicas y factores de seguridad en edificios e infraestructuras para prevenir o minimizar los efectos de los fenómenos sobre la población.
- Desarrollar planes de emergencia para definir las acciones en caso de ocurrencia de fenómenos.
- Educar y sensibilizar a la población para hacer frente a eventos geológicos, geotécnicos e inundables.

Por otra parte, en las áreas donde existen amenazas y riesgos, se deben realizar estudios especializados y considerar las recomendaciones siguientes:

- Elaborar y actualizar los proyectos de planificación y desarrollo territorial, considerando las amenazas y riesgos como condicionantes de la ocupación del territorio.
- Realizar un seguimiento de las zonas con mayor porcentaje de riesgo geológico y geotécnico.
- Controlar la deforestación evitando la tala de árboles en laderas.
- Con base en la mecánica del suelo, las ciudades de Montecristi y Manta (niveles superiores a 100 m s. n. m.) están sujetas a fenómenos de licuefacción, por lo que se recomienda reducir los niveles de agua subterránea. Además, el área con la mejor calidad geomecánica del suelo se reconoce en la sección media de Manta (alturas 10-50 m s. n. m.), debido a la mezcla de material de fricción (arena-limo) y cohesivo (arcilla), especialmente en las zonas alejadas de las llanuras de inundación más extensas de los ríos, que aportan cantidades significativas de materiales finos al suelo.
- Prevenir la construcción en zonas vulnerables que están condicionadas por amenazas y riesgos.
- Construir barreras o muros de contención y canales de drenaje en zonas inundables.
- Regular y controlar la construcción de viviendas y otro tipo de edificios e infraestructuras.
- Construir edificios de baja altura con cimientos profundos y cálculos ajustados en zonas con riesgos sísmicos y suelos licuables, así como la elaboración de la zonificación microsísmica para conocer los periodos sísmicos y las aceleraciones ajustadas al diseño estructural.
- Concienciar a la población sobre los tipos de amenazas a las que están expuesta y dar a conocer la realidad.
- De considerarse pertinente, la sección de resultados puede dividirse en subsecciones.

## CONCLUSIONES

El cantón de Montecristi es de carácter rural y su configuración cuenta con diversidad de atributos territoriales: presencia de una franja costera, áreas protegidas y bosques, suelos con capacidad agrícola y un sistema vial que facilita la integración e interconexión espacial interna y con otros cantones, además de proyectos estratégicos de importancia nacional. Es un territorio con potencial para el desarrollo de usos diversos que pueden crear oportunidades de diversidad en la matriz productiva.

En el cantón de Montecristi existen condiciones desfavorables biofísicas que limitan o condicionan la ocupación del territorio por la presencia de amenazas y riesgos, las cuales son consideradas en las propuestas de zonificación de uso para su mitigación o prevención de desastres en un futuro.

Entre 2010 y 2017 hubo cambios en el uso de la tierra: crecimiento de las zonas urbanas motivado por los movimientos migratorios; crecimiento de los usos agrícolas y ganaderos incentivados por las políticas nacionales, orientadas a fortalecer la producción agropecuaria, y disminución de áreas boscosas y cobertura vegetal, que genera la aparición de conflictos de usos e impactos negativos sobre la biodiversidad y la prestación de servicios ecosistémicos.

Considerando los cambios en el uso de la tierra, las tendencias en la ocupación y las condiciones biofísicas, se propone una zonificación del uso de la tierra para los 734,20 km<sup>2</sup> del cantón de Montecristi que sirva de instrumento para la gestión y control territorial: uso de conservación (ZC) y protección (ZP) (34 % de la superficie total del cantón); uso agrícola y pecuario (ZA) (23,46 %); uso turístico (ZT) (16,07 %); uso urbano (ZU) (12,73 %); uso bosques (ZB) (9,07 %); uso minero extractivo (ZE) (4,63 %).

Coincidiendo con Anglés (2021), es fundamental reconocer los usos del suelo como expresión-síntesis de la dinámica socioeconómica para con los recursos naturales, como un dominio natural no renovable para la vida e incluso para el desarrollo de múltiples actividades económicas, que cambian en el tiempo y registran tendencias territoriales. Eje principal y transversal en la agenda para el desarrollo sostenible.

Es necesario desarrollar y actualizar instrumentos de gestión territorial, como los planes, incorporando el análisis de los cambios y sus tendencias, al igual que su proyección en el futuro, para orientar y regular la ocupación y mitigar y prevenir situaciones de vulnerabilidad y riesgos siconaturales.

**Agradecimientos:** Agradecimiento al apoyo logístico del estudio brindado por la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL) y la Alcaldía de Montecristi, provincia de Manabí, Ecuador, institución rectora del orden territorial.

**Contribución de los autores:** Conceptualización, Baque, Camargo; metodología, Baque, Camargo; validación, Baque; análisis formal, Baque, Camargo; investigación, Baque, Camargo; redacción y preparación del borrador original, Camargo; redacción, revisión y edición, Camargo. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del documento.

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los patrocinadores no han tenido ningún papel en el diseño del estudio, recopilación, análisis o interpretación de datos, redacción del documento o decisión de publicar los resultados.

## REFERENCIAS

- Anglés, M. (2021). *Conversatorio: Gobernanza y uso sostenible del suelo, ¿Qué significa? Estrategias para lograrlo*. Programa de Estudios Interdisciplinarios del Suelo (PUEIS). México. DOI: <https://www.pueis.unam.mx>
- Baque, S. (2018). *Propuesta de zonificación de uso de la tierra en el cantón Montecristi, como síntesis de desarrollo socio económico y ambiental, después del terremoto del 16 de abril del 2016*. Trabajo de grado. Universidad Técnica Particular de Loja. Loja Ecuador. Pág. 128. <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/23142/1/Baque%20Solis%2C%20Byron%20Sim%C3%B3n.pdf>
- Braimoh, A. (2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113(1-4), 254-263.

- Briassoulis, H. (2020). *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches*. 2nd Ed. Edited by Scott Loveridge and Randall Jackson. WVU Research Repository, 2020. DOI: <https://researchrepository.wvu.edu/rri-web-book/3/>
- Ballesteros, A. (2013). *Cambio de uso de suelo en una comunidad de transición ecológica. Progreso Hidalgo, Estado de México: impactos y consecuencias (2005-2010)*. Tesis de licenciatura no publicada, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
- Berry, M. W., R. O. Flamm, B. C. Hazen, y MacIntyre, R. L. (1996). *The Land-Use Change and Analysis System (lucas) for Evaluating Landscape Management Decisions, IEEE Computational Science and Engineering*, 3(1), 24-35
- Braimoh, A. (2006). Random and systematic land-cover transitions in northern Ghana. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 113(1-4), 254-263.
- Camacho, J. M., Juan P., J. I., Pineda J., N. B., Cadena V., E. G., Bravo P., L. C. y Sánchez L., M. (2015). Cambios de cobertura/uso de la tierra en una porción de la Zona de Transición Mexicana de Montaña. *Madera y Bosques*, 21(1), 93-112. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2015.211435>
- Camacho, J. M. (2016). *Cambios de cobertura y uso de la tierra en el Surponiente del Estado de México. Modelos dinámicos y prospectivos. Aportación teórica - metodológica en las ciencias ambientales*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México.
- Camacho, R., Camacho, J. M., Balderas P. M., y Sánchez L. M. (2017). *Cambios de cobertura y uso de suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de México. Madera y Bosques*, vol. 23, núm. 3, 2017, pp. 39-60. DOI: <https://doi.org/10.21829/myb.2017.2331516>
- CLIRSEN, SIGAPRO, MAGAP, ARCOM (2011). *Morfometría de las Cuencas Hidrográficas*.
- Ellerbeck, M. (2001). Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres. Las Américas (EIRD). [http://www.eird.org/esp/revista/No8\\_2003/art13.htm](http://www.eird.org/esp/revista/No8_2003/art13.htm)
- Guerrero, O. A. (2017). *Diagnóstico de amenazas físico-naturales del cantón Montecristi. Provincia de Manabí*. Universidad de los Andes, Mérida.
- Heidarzadeh, M., Murotani, K., Satake, T. y Takagawa, S. T. (2017). Fault size and depth extent of the Ecuador earthquake (Mw 7.8) of 16 April 2016 from teleseismic and tsunami data. *Geophys. Res. Lett.* 44: 2211-2219 <http://doi.org/10.1002/2017GL072545>
- Hermelin, M. (2010). Propuesta de zonificación del suelo para la gestión del riesgo enfocada al ordenamiento territorial. *Revista Gestión y Ambiente*, 9- 13.
- Khaleghian, M. (2016). *Actas de la 6ª Conferencia Internacional sobre Desastres y Riesgos: Gestión Integrada de Riesgos - Hacia Ciudades Resilientes*, IDRC Davos, páginas 329-3516ª Conferencia Internacional sobre Desastres y Riesgos: Gestión Integrativa de Riesgos - Hacia Ciudades Resilientes, IDRC Davos 2016; Davos; Suiza; 28 de agosto de 2016 al 1 de septiembre de 2016; Código 140013.
- Lázaro, A., y Tur, C. (2018). Los cambios de uso de la tierra como responsables del declive de polinizadores: *Ecosistemas*, 27(2), 23-33. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1378>
- López, B. (2019). *Las Reformas Agrarias y Política Agrícola en el Ecuador*. Coyuntura/UCE/IE <https://coyunturaueie.org/2019/10/26/las-reformas-agrarias-y-politica-agricola-en-el-ecuador/>
- López Vazquez, V. H., Balderas Plata, M. A., Chávez Mejía, M. C., Juan Pérez, J. I. y Gutiérrez Cedillo, J. G. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 22(2), 136-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10439327004>
- Mardone, V. (2011). Zoning and evaluation of the natural risks of geomorphologic type: A tool of urban planning in Concepcion City. EURE. *Revista latinoamericana de estudios urbano regionales* 27(81):97-122.
- Meyer, W. B. y Turner, II B. L. (1994). *Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective*. Vol. 4, Cambridge University Press, Cambridge. DOI: [https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkozje\)\)/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2246743](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkozje))/reference/referencespapers.aspx?referenceid=2246743)
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (2016). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOGTUS)*. República de Ecuador. Quito. DOI: [https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Conceptos-Basicos\\_oficial\\_8M.pdf](https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2021/08/LOOTUGS-Conceptos-Basicos_oficial_8M.pdf)
- Pérez, J. I. (2020). Cambios de uso de la tierra y su influencia en la agricultura de riego en el Subtrópico Mexicano. *Revista Economía, sociedad y territorio*. vol. 19 no.61. DOI: <https://doi.org/10.22136/est20191357>
- Reyes, F. y Tubío, J. M. (Editores) (2021). *Gestión Territorial en Ecuador. Aportes de la RIGTIG al conocimiento en acción*. ISBN: 978-9978-77-569-1. EDIPUCE. <https://edipuce.edu.ec/gestion-territorial-en-ecuador-2/>
- Sahagún S. y Hernández, H. (2018). Impactos por cambio de uso de suelo en áreas naturales protegidas de la región central de la Sierra Madre Oriental. *CienciaUAT*, 12(2), 06-21. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v12i2.831>
- Salgado, M. A., Bernal, G. A., Yamin, L. E., y Cardona, O. D. (2010). Evaluación de la amenaza sísmica de Colombia. Actualización y uso en las nuevas normas colombianas de diseño sismo resistente NSR-10. *Revista de Ingeniería*, (32),28-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121018987004>
- Yamin, L., Ghesquiere, F., Cardona O. y Ordaz, M. (2013). *Modelación probabilista para la gestión del riesgo de desastre. El caso de Bogotá, Colombia*. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial. Region de América Latina y el Caribe biography. Following are two examples of an author's biography. <http://www.bancomundial.org/es/events/2013/10/08/disaster-risk-management-bogota-colombia>