

### Resumen

Un enfoque global reveló varios factores importantes que aceleran la deforestación, entre ellos: el crecimiento de las zonas urbanas, el aprovechamiento de las reservas forestales, la ganadería y agricultura, el valor de la madera y las redes de carreteras. El propósito de este estudio fue la evaluación del cambio del uso del suelo debido a acciones antrópicas en el medio natural en el cantón Mera, provincia de Pastaza, en el período 1990 – 2020 utilizando la herramienta de geoprocésamiento de ArcGIS, en conjunto con el programa Microsoft Excel para un análisis complementario y así poder determinar el estado de fragmentación del paisaje de las parroquias que conforman el cantón, como son: Mera, Shell y Madre Tierra. Los cambios del uso del suelo fueron derivados de la implementación de los datos de la cobertura proporcionadas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Las categorías de coberturas fueron: 1) Bosque, 2) Vegetación arbustiva o herbácea, 3) Tierras agropecuarias, 4) Cuerpos de agua, 5) Zonas antrópicas, y 6) Otras tierras. El presente estudio se orientó con los resultados obtenidos del cambio del uso del suelo únicamente de los años 1990, 2008 y 2020. Además, se evidencia que la cobertura que ha experimentado mayor cambio es la de tierras agropecuarias, seguido por la de bosque. Se determinó que gran parte de las actividades agropecuarias está ocupada por actividades avícolas, agro silvícolas y agrosilvopastoriles.

### Palabras clave

análisis multitemporal; Sistemas de Información Geográfica; cambios en la cobertura vegetal

### Abstract

A global approach revealed several important factors that accelerate deforestation, including: the growth of urban areas, the use of forest reserves, livestock and agriculture, the value of wood and road networks. The purpose of this study was the evaluation of the change in land use due to anthropogenic actions in the natural environment in the Mera canton, Pastaza province, in the period 1990 - 2020 using the ArcGIS geoprocessing tool, in conjunction with the program Microsoft Excel for a complementary analysis and thus be able to determine the state of fragmentation of the landscape of the parishes that make up the canton, such as: Mera, Shell and Madre Tierra. The changes in land use were derived from the implementation of coverage data provided by the Ministry of the Environment, Water and Ecological Transition (MAATE). The cover categories were: 1) Forest, 2) Shrub or herbaceous vegetation, 3) Agricultural lands, 4) Bodies of water, 5) Anthropic zones, and 6) Other lands. The present study was guided by the results obtained from the change in land use only in the years 1990, 2008 and 2020. In addition, it is evident that the coverage that has experienced the greatest change is that of agricultural land, followed by forest. It was determined that a large part of the agricultural activities is occupied by poultry, agroforestry and agrosilvopastoral activities.

### Keywords

multitemporal analysis; Geographic Information Systems; changes in vegetation cover

### Direcciones

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: mg.castillo@uea.edu.ec; ar.martinez@uea.edu.ec; mdedecker@uea.edu.ec

### Autor para la correspondencia

Marleny Geovana Castillo Caicedo. Universidad Estatal Amazónica. Pastaza, Ecuador. email: mg.castillo@uea.edu.ec

### Como citar

CASTILLO CAICEDO, M. G., Á. R. MARTÍNEZ TORRES AND M. K. E. DE DECKER. Análisis multitemporal (1990-2020) de los cambios de la cobertura del suelo del cantón Mera, provincia de Pastaza. PrePrint UEA, 2024, FOR2324, ep03-24. <https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2324ep03-24>

### Editores Académicos

Darwin Javier Sucoshañay Villalba

### Editorial

Editorial de la Universidad Estatal Amazónica  
2025

### Copyright:

Derechos de autor 2023-2025 UEA | PrePrint UEA

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.



Los autores del artículo autorizan a PrePrint UEA, a que este artículo se distribuya y sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0)

## 1. Introducción

Andrade (2022) plantea que Ecuador se destaca como uno de los países más biodiversos del mundo en proporción a su tamaño. A pesar de su dimensión geográfica relativamente pequeña, el país alberga una asombrosa diversidad de ecosistemas desde la región Costa hasta la selva amazónica y los altiplanos

andinos. Esta variedad de hábitats juega un papel crucial en la preservación de una amplia gama de especies de flora y fauna.

El GADPPz (2012) manifiesta que el cantón Mera abarca una superficie de alrededor de 518 km<sup>2</sup> y está situado al oeste de la provincia de Pastaza, con

coordenadas geográficas de aproximadamente 1°30' de latitud sur y 78°5' de longitud occidental.

El análisis de imágenes multitemporales y la detección de cambios del uso de suelo han sido áreas de investigación cruciales en el campo de sensores remotos durante décadas. A pesar de que se han destacado numerosos casos de éxito en la aplicación de estas técnicas para monitorear y detectar cambios ambientales, Hernández et al. (2023) destaca que persisten importantes desafíos en la utilización de imágenes multitemporales para obtener información precisa y oportuna sobre el medio ambiente y las actividades humanas en la tierra. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado un notable avance en la superación de estos obstáculos tecnológicos gracias al desarrollo de nuevas plataformas y sensores.

La disponibilidad más amplia de grandes archivos de imágenes históricas también ha abierto la puerta a la detección y modelado de cambios a largo plazo, lo que permite una mejor comprensión de la evolución del medio ambiente y las actividades humanas en la tierra. Una de las herramientas más importantes en los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y la percepción remota es la detección de cambios en el uso de suelo a partir de una secuencia multitemporal de imágenes de satélites (Hernández et al. 2023).

A lo largo del análisis multitemporal, se aborda la variabilidad en el uso del suelo durante los años seleccionados, destacando la evolución de categorías claves para comprender los patrones de cambio. Este enfoque, respaldado por herramientas SIG de vanguardia y datos provenientes de instituciones gubernamentales, Cáceres et al. (2023) proporcionan una visión

profunda de las dinámicas ambientales y sociales en el cantón Mera a medida que la región ha experimentado transformaciones sustanciales en su paisaje y estructura territorial.

El objetivo es ofrecer una visión integral y contextualizada de los cambios en el uso del suelo en el cantón Mera, centrándose en la interacción de factores antropogénicos y naturales. Esto implica investigar la expansión de la frontera agrícola, el desarrollo urbano, la deforestación y otros procesos relacionados, con el fin de identificar las causas principales de la transformación del paisaje. Al comprender estos factores, se pretende proporcionar una base sólida para el diseño e implementación de estrategias efectivas de planificación territorial y gestión ambiental, orientadas hacia la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible en el cantón Mera provincia de Pastaza.

## 2. Metodología

### 2.1. Localización

De acuerdo con los datos del INAMHI (2017), el cantón Mera, perteneciente a la provincia Pastaza, se encuentra ubicado en la parte oeste de la provincia de Pastaza, se delimita el territorio con el parque nacional Llanganates, al sur con Morona Santiago, al norte con la provincia del Napo y al este con la parroquia Puyo (Figura 1).

De acuerdo con Lucio (2019), el suelo del cantón tiene una estructura litológica formada por lutitas, calizas negras y areniscas donde predomina una cobertura de bosque y relieves montañosos. La zona de vida en cuestión corresponde al bosque siempre verde montano bajo, caracterizado por temperaturas que varían en un rango de 16 °C a 22 °C. La temperatura media anual del cantón Mera es de 21,3 °C con una precipitación de 4.507,6 mm. El cantón posee tres tipos diferentes de pisos altitudinales que son: Premontano a 600 - 2000 msnm, Montano Bajo a 2000 - 3000 msnm y Montano a 3000 - 4000 msnm (Figura 1).



**Figura 1** | Localización del cantón Mera

Los ecosistemas de la Cordillera Oriental de los Andes, como el arbustal siempreverde ripario y los bosques inundables, son fundamentales para la biodiversidad regional. Destacan por su extensa cobertura y por albergar una amplia variedad de especies vegetales y animales. Estos ecosistemas desempeñan un papel crucial en la regulación del agua y la conservación del suelo, lo que los convierte en elementos vitales para el equilibrio ambiental. Es esencial proteger y conservar estos hábitats, ya que proporcionan servicios ecosistémicos fundamentales y albergan una rica biodiversidad en la región. La densidad poblacional del cantón es de 19,7 habitantes por kilómetro cuadrado en 2020 (Ministerio del ambiente, 2015).

### 2.2. Métodos

Para llevar a cabo el análisis multitemporal del cantón Mera, se utilizaron los datos de cobertura del suelo proporcionados por el Mapa Interactivo del Ministerio

del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). En la página <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/> del MAATE, se ingresó a la sección Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques y en la opción Cobertura y Uso de Tierra se descargaron archivos digitales georreferenciados (en formato *shapefile*) correspondientes a los años 1990, 2008 y 2020.

Pucha et al. (2017) indican que los SIG poseen ventajas que permiten realizar análisis temporal debido a una gran variedad de herramientas especializadas y extensiones, como la interpolación espacial y temporal, que permiten fusionar datos de diferentes períodos de tiempo con precisión. Además, se pueden utilizar para los análisis temporales en los territorios de forma más eficientes.

Se realizaron los mapas de las coberturas de tierra de los años mencionados. El primer paso en la elaboración de los mapas consistió en la selección del cantón Mera. Para crear un nuevo *shapefile* del cantón, se seleccionó la opción "Data", y de allí se escogió la su opción "Export Data". Posteriormente, se desplegó el *shapefile* correspondiente a la cobertura del suelo del año respectivo. Se accedió a las opciones de herramientas denominada "Geoprocessing", donde se seleccionó la herramienta "Intersect" para llevar a cabo el corte de la cobertura según el contorno preciso del cantón Mera. Se eligió el Nivel I para desplegar las diferentes categorías: Bosque, Vegetación herbácea, Tierras agropecuarias, Cuerpos de agua, Zona antrópica y Otras tierras (Tabla 1); esta clasificación se ha mantenido consistente para todos los mapas generados.

**Tabla 1** | Categorización de cobertura según el Intergubernamental Panel sobre el Cambio climático (IPCC)

Nivel I	Nivel II	Definición Operativa	Fuente
Bosque	Bosque Nativo	Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.	MAE (2016)
	Plantación Forestal	Masa arbórea establecida entrópicamente con una o más especies forestales.	MAE (2011)
Vegetación Arbustiva y Herbácea	Vegetación Arbustiva	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.	MAE (2011)
	Páramo	Vegetación tropical altoandino-caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona.	MAGAP - IEE (2012)
	Vegetación Herbácea	Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.	MAGAP - IEE (2012)
Tierra Agropecuaria	Cultivo Semipermanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Permanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años, y ofrece durante este período varias cosechas.	MAGAP - IEE (2012)
	Pastizal	Vegetaciones herbáceas dominadas por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que, para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.	MAGAP - IEE (2012)
	Mosaico Agropecuario (Asociación)	Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizados; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.	MAGAP - IEE (2012)
	Cuerpo de Agua	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.
Zona Antrópica	Artificial	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico.	MAGAP - IEE (2012)
	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.	MAGAP - IEE (2012)
Otras Tierras	Infraestructura	Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social.	MAGAP - IEE (2012)
	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que, por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo, pueden tener otros usos.	MAGAP - IEE (2012)
	Glaciar	Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas.	MAGAP - IEE (2012)

El proceso de completar los tres mapas de cobertura del suelo involucró calcular el área de cada categoría de uso de suelo. Posteriormente, se utilizó la función "Summarize" para determinar el área total de cada tipo de cobertura en el cantón. Utilizando el programa Excel, se generó una tabla que detalla las áreas y porcentajes relativos a la cobertura en cada año.

En este artículo se llevó a cabo revisiones bibliográficas de tipo descriptivo, utilizando datos confiables provenientes de instituciones como el

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Mera (GADCM). Se focalizó en analizar las variaciones multitemporales en el uso del suelo durante los años 1990, 2008 y 2020.

En el presente análisis multitemporal se ha recurrido a información de los Planes de Desarrollo de Ordenamiento Territorial (PDOT) proporcionado por parte de las entidades públicas como es del Gobierno

Autónomo Descentralizado del cantón Mera (GADCM) además de sus respectivos GADs parroquiales de Shell y Madre Tierra y otras fuentes complementarias. Esta información es relevante para el presente estudio ya que permitió interpretar y comprender de una mejor manera de cómo estaba el estado de cobertura del suelo en los años de 1990, 2008 y 2020 respectivamente y como ha ido cambiando su composición. Este enfoque metodológico da una base para la comprensión y delimitación pormenorizada del impacto ambiental y social derivado de las actividades antropogénicas que han evolucionado sistemáticamente en la región. Se priorizó la evaluación anual en diversas categorías, incluyendo Bosque, Vegetación herbácea, Tierras agropecuarias, Cuerpos de agua, Zona antrópica y Otras tierras, para obtener una visión integral y contextualizada de la transformación del entorno en el tiempo.

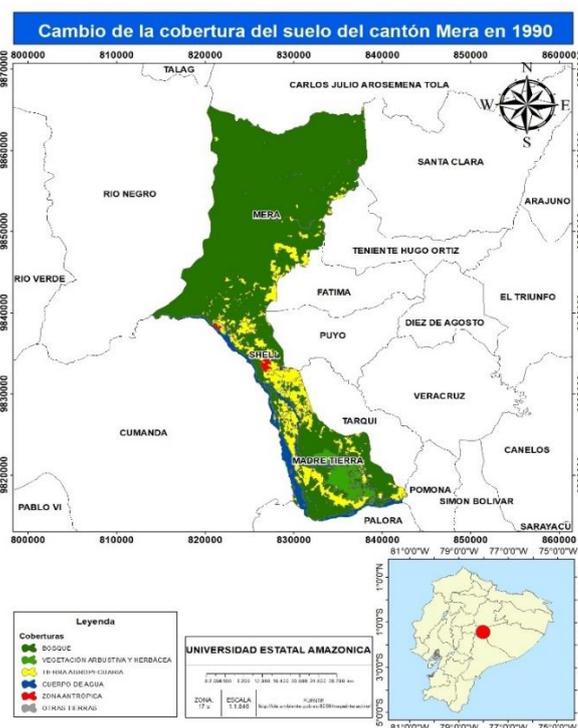
### 3. Resultados y discusión

El cantón Mera ha experimentado cambios significativos en la estructura y composición de sus coberturas de suelo con el paso del tiempo, particularmente notables en ciertas áreas. Estos cambios, más marcados y agresivos, han sido principalmente de origen antropogénico, como la conversión de bosques en tierras agropecuarias. Estas transformaciones son distintivas en comparación con otras regiones geográficamente similares.

En el año 1990 (**Figura 2**), en el cantón Mera, provincia de Pastaza se puede evidenciar que la cobertura del suelo está conformada en su gran mayoría de bosques con un área total de 416,59 km<sup>2</sup> (79,06 %) (**Tabla 2**). Las áreas de la cobertura bosques mayoritariamente cubrían el territorio en la parte superior donde se ubica el parque nacional Llanganates, además de ello en estas zonas nacen las principales fuentes de recursos hídricos y en la parte inferior remanentes de bosque importantes que juegan un papel en todo lo que son servicios ecosistémicos en el territorio.

Guevara (2021) plantea que dentro del cantón existen especies más sobresaliente como *Dictyocaryum lamarckianum* (Tola) (*Arecaceae*). Además, se encuentran *Ocotea javitensis*, *Dacryodes spp* (Canelo Amarillo) (*Burseraceae*), *Cedrela odorata* (Cedro) (*Meliaceae*) y *Bursera copallifera* (Copal) (*Burseraceae*) La mayor concentración de la cobertura boscosa se encuentra en la parte norte del cantón. El número de especies epífitas y hemiepífitas aumenta considerablemente en comparación con los bosques de tierras bajas, en particular dentro de las familias *Piperaceae*, *Araceae*, *Melastomataceae* y *Orchidaceae*. Dado el conjunto de especies que se encontraron, se puede asumir que en su mayoría era bosque primario debido a que la tala era difícil por la falta de acceso en

especial al Parque Nacional Llanganates (Guevara, 2021).



**Figura 2** | Cobertura de la tierra en 1990

La vegetación arbustiva y herbácea se encuentra mayoritariamente concentrada en la parte sur del cantón debido a las actividades agrarias donde se fomenta el cambio de bosques por pastizales o por especies arbustivas agrícolas, esta presencia de especies herbáceas se debe además a la facilidad de acceso a las zonas en comparación a su contraparte norte, las plantas herbáceas alcanzan alturas que oscilan entre 1 y 4 metros, mientras que los arbustos y árboles de estatura intermedia llegan a alcanzar alturas de 5 a 8 metros.

El GAD Cantonal de Mera (2015) señala la presencia de árboles dispersos que pueden ascender hasta los 30 metros. Este tipo de vegetación se extiende a lo largo del territorio y se encuentra en proximidad a los cursos de los ríos, lo que denota la influencia del agua en este ecosistema. La cobertura de esta vegetación abarca aproximadamente el 3,21 % del territorio del cantón, ocupando un área de 16,93 km<sup>2</sup> (**Tabla 2**).

El territorio empleado para las actividades agropecuarias en el cantón en el año 1990 aún se encontraba en porcentajes menores que abarcaba una extensión de 66,96 km<sup>2</sup> con el 12,71 % de ocupación territorial. Están distribuidas alrededor de los principales centros poblados como son: Mera, Shell y Madre Tierra y las principales comunidades; esto se establece principalmente que ellos han aprovechado estas tierras debido a las vías que conectan esta provincia. Al oeste se encuentra las parroquias Puyo y

Tarqui que conectan con las diferentes áreas finqueras de Shell y Madre Tierra donde la gente aprovecha las vías para generar sus actividades y esto permitir un comercio directo.

Guevara (2021) aporta que el cantón abarca una diversidad de enfoques incluyendo agricultura (plátano, guayaba), agro silvícola (asociación de balsa, boya y maíz), avicultura (crianza de pollos) y ganadería (especie Holstein) siendo esta última la que predomina y se concentran su mayor desarrollo en las zonas adyacentes (Tabla 2).

**Tabla 2** | Áreas y porcentaje de ocupación territorial de 1990

Cobertura del suelo	1990 km <sup>2</sup>	%
Bosque	416,59	79,06
Cuerpo del agua	24,56	4,66
Otras tierras	0,05	0,01
Tierra agropecuaria	66,96	12,7
Vegetación arbustiva	16,93	3,21
Zona antrópica	1,85	0,35
Total	526,94	100,00

Los cuerpos de agua situados en el cantón abarcan una superficie de 24,56 km<sup>2</sup>, lo que representa un índice de ocupación de tan solo un 4,66 % (Tabla 2). El principal cuerpo de agua que abastece el cantón es el río Pastaza que se encuentra bordeando las parroquias de Shell y Madre Tierra. Villalba (2015) menciona que en el cantón nace la mayoría de los ríos que recorren toda la provincia de Pastaza, desde el Parque Nacional Llanganates descenden con dirección al río Pastaza, eje hidrográfico principal de toda la provincia, es donde desembocan la mayoría de los ríos: Alpayacu, Pindo, Tigre, Cachicama, etc. (Romero, 2021).

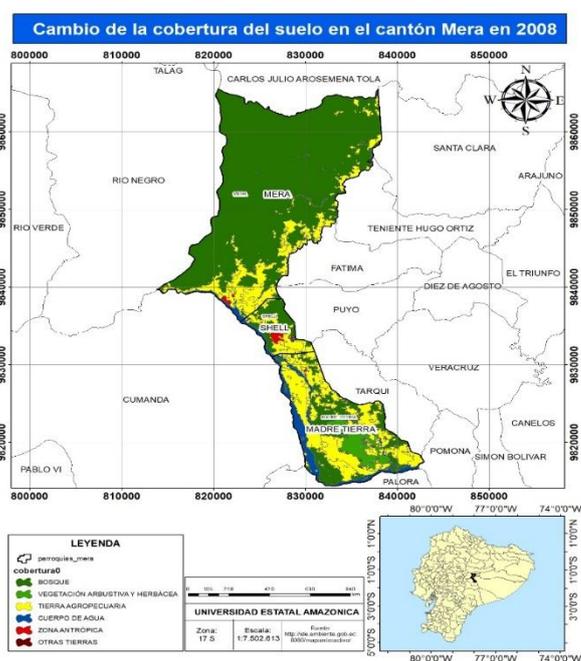
Las parroquias Mera y Shell presentaron un incremento paulatino de actividades antrópicas debido a que se encuentran cerca a la vía principal que conecta la ciudad del Puyo con la de Baños con una extensión territorial de 1,85 km<sup>2</sup> (0,35 %).

Basados en los datos del (INEC, 2018) y otros indican que el cantón Mera tenía una población de 5,947 habitantes. Sin embargo, durante el período que abarca desde el censo de 1990 hasta 2001, el cantón experimentó un significativo aumento en su población, con una tasa de crecimiento promedio anual del 2,8 %. El 91,7% reside en áreas rurales y se caracterizan por ser una población joven ya que el 47,5 %son menores de 20 años.

La cobertura “Otras tierras” comprenden áreas de suelo desnudo, sin cobertura vegetal o artificial. Estas áreas suelen aparecer en la orilla de los ríos en temporadas secas con niveles bajos de agua. En el transcurso de 1990 – 2001, la mina más importante fue del cañón de Mera en el cual se obtenía oro y plata, que operó en el sector San Juan de Bosco, cerca de la ribera

del río Pastaza. La mina fue explotada por la empresa Minerales del Ecuador S.A.

Para el año 2008 (Figura 3), la mayor parte del territorio que se encontraba cubierto por bosques empezó a disminuir debido a la creación de vías de acceso, como se evidencia en la parte norte y sur del cantón lo cual provocó cambios en el uso del suelo que iban dirigidas a actividades agrícolas en ciertos sectores, abarcando aproximadamente 355,04 km<sup>2</sup>, lo que representa el 67,38 %de la extensión total del área (Tabla 3).La vegetación arbustiva y herbácea se extiende por 15,30 km<sup>2</sup>, representando el 2,90% del territorio (Tabla 3) la cual se encuentra localizada en su mayoría en la parte que corresponde a la parroquia de Madre Tierra en el sur del cantón. Esta cobertura corresponde en su mayoría a especies forrajeras.



**Figura 3** | Cobertura de la tierra en 2008

Por otra parte, también existían áreas que se han conservado con el propósito de prevenir la erosión, proteger la vida silvestre y preservar fuentes de agua selectiva. (GAD Municipal Cantón Mera, 2015). Esto implica que la mayor parte de las tierras de la vegetación arbustiva y herbácea en el cantón Mera no pueden ser objeto de intervenciones que incluyan actividades agrícolas extractivas u otras que puedan poner en peligro la calidad del suelo y el suministro de agua.

Durante las décadas pasadas se han observado cambios en el uso del suelo en el cantón. En ese período 1990-2008, la actividad ganadera se consideraba una opción de ingresos económicos, junto con la expansión de monocultivos de naranjilla y la tala selectiva. Este patrón de cambio de uso del suelo era evidente en toda la extensión del cantón (SIERRA, 2013).

En el presente año, se registra que las extensiones dedicadas a actividades agropecuarias comprenden una superficie de 129,07 km<sup>2</sup>, lo cual equivale al 24,49 % del territorio (**Tabla 3**). Se observa un incremento notable en estas actividades destacándose como los principales impulsores de la expansión territorial, con consecuente reducción o transformación completa de otras coberturas, tales como los bosques y la vegetación arbustiva.

**Tabla 3** | Áreas y porcentaje de ocupación territorial de 2008

Cobertura del suelo	2008 km <sup>2</sup>	%
Bosque	355,04	67,38
Cuerpo del agua	24,55	4,66
Otras tierras	0,10	0,02
Tierra agropecuaria	129,07	24,49
Vegetación arbustiva	15,30	2,90
Zona antrópica	2,89	0,55
Total	526,94	100,00

Los bosques se encuentran en estado de degradación como resultado de la tala de especies maderables, que incluye tanto la tala legal como la ilegal, y debido a la falta de un control efectivo sobre la cantidad de madera que se extrae de estos bosques (GAD Municipal Cantón Mera, 2015).

Se presentan conflictos en el uso del suelo, ya que existen situaciones de sobreutilización como subutilización de los recursos disponibles para la agricultura y la ganadería, las áreas degradadas están experimentando una pérdida de cobertura vegetal, lo que las hace propensas a la erosión del suelo y otros factores ambientales negativos (GAD Municipal Cantón Mera, 2015).

Se ha observado que los cuerpos de agua abarcaban una extensión de 24,55 km<sup>2</sup>, representando un 4,66 % según la Tabla 3. Esta ligera variación puede atribuirse a cambios en los flujos de los ríos, tanto naturales como inducidos intencionalmente, con el fin de aprovechar recursos o proteger áreas habitadas por poblaciones humanas.

Se encuentran numerosos ríos, esteros y quebradas que juegan un rol importante que se originan a una altitud de 1150 metros sobre el nivel del mar. Entre estos cuerpos de agua, destacan los ríos Motolo, el río Bravo, el río La Plata, río Indio Muerto, río Pindo Chico y el río Salomé, entre otros, los cuales representan un recurso hídrico significativo para el cantón en sí (Romero, 2011).

Las áreas antrópicas han experimentado un incremento en su extensión de 2,89 km<sup>2</sup>, representando un 0,55 % del territorio. Este aumento indica un crecimiento leve, evidenciándose en la parte meridional del cantón. Esto puede atribuirse a varios factores como el fraccionamiento de tierras y la urbanización de las ciudadelas. Igualmente, la

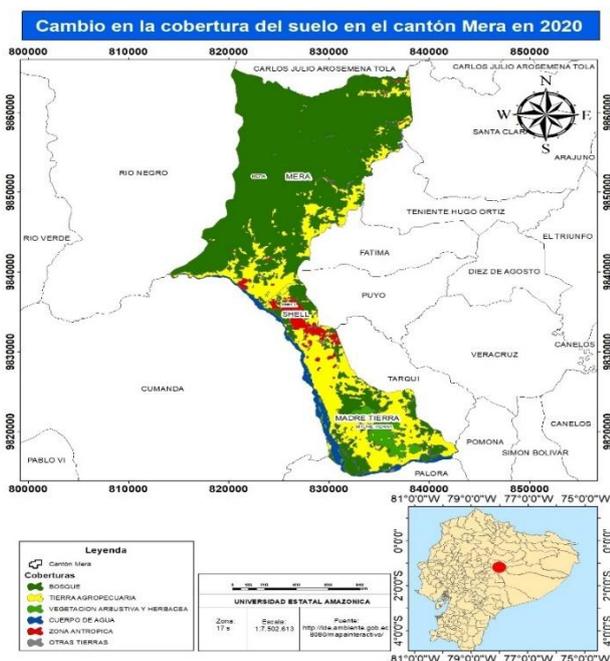
migración de varias familias que originalmente eran del cantón Baños se trasladó a Mera debido a la primera evacuación del volcán Tungurahua. El Municipio de Mera. (2015) indica que el crecimiento poblacional también fue impulsado por diversos factores. La ciudad atrajo a una variedad de personas, incluyendo jubilados, que se establecieron en la zona debido a su ubicación, condiciones climáticas favorables y la cultura de paz que caracteriza la región.

Las "Otras tierras" abarcan una extensión mínima de tan solo 0,10 km<sup>2</sup>, lo que representa un 0,02% del área total. La mayor parte de esta cobertura se localiza en las cercanías del río Pastaza, predominando especialmente en la parte este del cantón debido a las actividades mineras que son imperceptibles. Esta categoría de cobertura está mayormente compuesta por yacimientos naturales, tales como las riberas de los ríos que se encuentran por debajo de su nivel de caudal, y en una escala muy reducida, áreas que han sido afectadas por la actividad minera (Punguil, 2014).

En el año 2020 (**Figura 4**) se observa una disminución significativa en la cobertura bosque, que descendió al 66% de ocupación del territorio, equivalente a 347,77 km<sup>2</sup>, con una reducción de 7,27 km<sup>2</sup> (**Tabla 4**). Esta disminución se atribuye principalmente a dos factores: las actividades agropecuarias que siguen desarrollándose en la región y el crecimiento de zonas residenciales. Este último fenómeno ha sido impulsado por el incremento de infraestructuras viales en los últimos años, lo que ha provocado incluso la transformación de áreas previamente dedicadas a la agricultura y ganadería en zonas de ocupación humana.

Los bosques naturales van disminuyendo debido a la tala de especies maderables (tala legal e ilegal), y poco control del volumen de aprovechamiento forestal. Para poder frenar este proceso de degradación, las propiedades de tenencia individual que abarcan 856,71 km<sup>2</sup> en el Cantón Mera forman parte de una iniciativa de conservación. Esta iniciativa nombrada "Conservación de Bosques y Sostenibilidad en el Corazón de la Amazonia" tiene como objetivo principal preservar la vegetación natural y promover un uso sostenible de los recursos naturales a través de incentivos financieros (Valdez et al, 2020).

La vegetación herbácea y arbustiva, mayormente compuesta por pastizales, ha experimentado una reducción en su extensión, llegando a abarcar tan solo 14,44 km<sup>2</sup> del territorio. Esta disminución se ha observado especialmente en la parte sur del cantón, donde la parroquia Madre Tierra destaca como la más activa en actividades pecuaria, los cuales dependen de pastizales para su alimentación.



**Figura 4** | Cobertura de la tierra en 2020

Según el GAD Municipal del cantón Mera, (2015) las tierras destinadas para producción ganadera se ubican en áreas no adecuadas para desarrollar el pastoreo, debido a que el cantón se asienta en una zona cuya vocación natural es el mantenimiento de bosques protectores.

La cobertura agropecuaria experimentó un incremento en el año en cuestión considerablemente menor a comparación a los años anteriores, abarcando el 24,75% del territorio, lo que equivale a 130,44km<sup>2</sup>. Se evidencia que una de las parroquias más afectadas por este avance es la parte norte, donde se observa una notable disminución en la extensión de sus bosques debido a la expansión de actividades agrícolas. Este fenómeno también se manifiesta en la parte sur, donde una gran porción de su territorio ya está ocupada por la cobertura agropecuaria.

Ha incrementado a través de las décadas debido a que se ha ampliado la diversificación de cultivos como son los principales: *Ipomoea batatas* (Camote), *Colocasia esculenta* (Papa china), *Ananas comosus* (Piña), *Carica papaya* (Papaya), *Citrus reticulata* (Mandarina), *Zea mays* (Maíz), *Saccharum officinarum* (Caña de azúcar), *Manihot esculenta* (Yuca), *Musa x paradisiaca* (Plátano). (GAD Municipal Cantón Mera, 2015).

Según los datos recopilados del Censo Nacional Agropecuario para el Cantón Mera, se observa que un área de 130,4 km<sup>2</sup> se destinó a diversas actividades agropecuarias. De esta superficie, el 2,85 %estaba ocupado por cultivos permanentes, el 0,18 %por cultivos transitorios, el 0,09% en estado de barbecho, el 0,24 %en reposo, el 0,02% cubierto por pastos

naturales y el 2,56 %utilizado para otros fines (GAD Municipal Cantón Mera, 2015).

Se ha observado una notable reducción en la cobertura de cuerpos de agua en esta región, la cual ahora abarca solo un área de 19,90 km<sup>2</sup>, representando el 3,78 %del territorio. Esta disminución es principalmente atribuible a modificaciones en los caudales, tanto de origen antropogénico como natural. Esta tendencia es especialmente evidente en la parte sur del cantón, donde se puede apreciar que áreas que anteriormente estaban atravesadas por afluentes del río Pastaza, ahora están siendo utilizadas para la agricultura o la construcción de infraestructuras.

Las zonas antrópicas han experimentado un incremento exponencialmente mayor en las parroquias en comparación a los años anteriores, especialmente en Shell, debido al crecimiento de sus áreas residenciales, lo que ha provocado cambios significativos en la cobertura del suelo. En particular, se observa que la cobertura más afectada por estos cambios es la de tierras agropecuarias, que ha sido reemplazada en ciertas partes por zonas antrópicas por lo cual provoca que su extensión llegue a 14,13 km<sup>2</sup>. Este incremento representa ahora un porcentaje total del territorio del 2,68% (Tabla 4).

**Tabla 4** | Áreas y porcentaje de ocupación territorial de 2020

Cobertura del suelo	2008 km <sup>2</sup>	%
Bosque	347,77	66,00
Cuerpo del agua	19,90	3,78
Otras tierras	0,25	0,05
Tierra agropecuaria	130,44	24,75
Vegetación arbustiva	14,44	2,74
Zona antrópica	14,13	2,68
Total	526,94	100,00

La cobertura "Otras tierras" han experimentado un incremento para el año 2020, con una extensión de 0,25 km<sup>2</sup>, lo que representa un 0,05% del territorio. Este aumento se observa principalmente en la parte central y sur del cantón, donde ha habido un incremento significativo en la actividad de extracción de material pétreo del río Pastaza. Es en la zona sur donde esta actividad ha experimentado un mayor crecimiento, en parte debido a su mayor accesibilidad al río.

En el Cantón Mera, la actividad minera está vinculada principalmente a la extracción de materiales pétreos, los cuales se obtienen principalmente de las orillas del río Pastaza. Entre las más importantes esta la cantera "El Kilo" en la parroquia Mera, la cantera "Piedra Blanca" en la parroquia Shell y la cantera "B&B" en la parroquia Madre Tierra (Palacios, 2013).

El análisis multitemporal proporciona una visión detallada de los cambios en el cantón Mera a lo largo del tiempo. (Tabla 5).

En el periodo 1990-2008 el cantón Mera experimentó una reducción significativa en su cobertura bosque, pasando de 417 km<sup>2</sup> a 355,04 km<sup>2</sup> de su territorio (**Tabla 5**). Este cambio se vinculó a un aumento notable en actividades agropecuarias, creación de vías de acceso en ciertos sectores y actividad agrícola lo que provee un valor de disminución de 61,96 km<sup>2</sup> en los años proporcionados. Para el año 2020, la cobertura forestal se redujo en un área de 347,77 km<sup>2</sup>, experimentando una disminución de 7,27 km<sup>2</sup> desde 2008. Este cambio se atribuye principalmente al aumento de áreas urbanizadas, las cuales han suplantado terrenos anteriormente cubiertos por bosques de baja densidad.

Para el periodo 1990-2008 los cuerpos de agua presentaron una disminución de 0,01 km<sup>2</sup> dejándolo con un área de 24,55 km<sup>2</sup> esto debido a la pérdida de masa arbórea a las riberas de los ríos lo que provoca una disminución de su caudal. En el año 2020, los afluentes que atraviesan el cantón Mera experimentaron una reducción de área de 0,15 km<sup>2</sup>, dejándolos con una extensión total de tan solo 19,90 km<sup>2</sup>. Esta alteración en sus áreas se atribuye a la manipulación antrópica y natural de los afluentes, lo que ha conducido a una disminución en el caudal de los ríos e incluso a la desaparición completa de algunos de ellos. Este fenómeno es especialmente evidente en la parroquia Madre Tierra, donde durante este año se registró la pérdida casi total de uno de los afluentes del río Pastaza que atravesaba la mencionada parroquia.

**Tabla 5** | Comparación de coberturas de los años 1990, 2008 y 2020

Cobertura del suelo	1990		2008		2020		1990-2008	2008-2020
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%		
Bosque	417,00	79,06	355,04	67,38	347,77	66,00	61,96	7,27
Cuerpo de agua	24,56	4,66	24,55	4,66	19,90	3,78	0,01	4,65
Otras tierras	0,05	0,01	0,10	0,02	0,25	0,05	0,05	-0,15
Tierra agropecuaria	66,96	12,71	129,07	24,49	130,44	24,75	62,11	1,44
Vegetación arbustiva y herbácea	16,93	3,21	15,30	2,90	14,44	2,74	1,63	0,86
Zona antrópica	1,85	0,35	2,89	0,55	14,13	2,68	-1,04	11,24

Áreas designadas "Otras Tierras" en 1990 están conformada en su mayoría por suelo desnudo de las riberas de los ríos con un área de 0,05 km<sup>2</sup>. Sin embargo, para 2008, se observa un aumento notable, de 0,10 km<sup>2</sup> lo cual nos conlleva a decir que en los años mencionados existió un cambio notable de 0,05 km<sup>2</sup> del territorio. Este dato indica una escasa actividad minera durante ese lapso. La disminución del suelo desnudo en las orillas de los ríos puede interpretarse como un avance positivo en términos de conservación del suelo y prevención de la degradación ambiental. En 2020, la cobertura otras tierras ha experimentado un ligero incremento de 0,25 km<sup>2</sup> en comparación con la de 2008, dejándola con un área total de 0,15 km<sup>2</sup> esto se atribuye principalmente al aumento de concesiones mineras dedicadas a la explotación de recursos péticos a lo largo del río Pastaza.

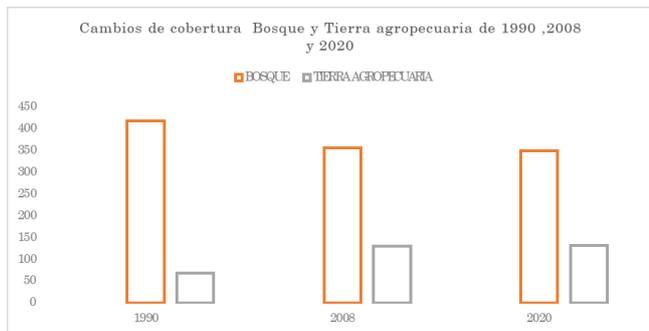
en el uso del suelo, sugiriendo adaptaciones en el sector agropecuario.

En el año 1990, las áreas destinadas para actividades agropecuarias en el cantón Mera contaban con un área de 66.96 km<sup>2</sup> en comparación al año 2008 que presento un aumento de 62,11 km<sup>2</sup> por lo cual el área para estas actividades es de 130,44 km<sup>2</sup> esto se debe al crecimiento de las actividades dedicada a la ganadería, agricultura, acuicultura y avicultura. Esta expansión refleja presiones adicionales sobre los recursos naturales, destacando la necesidad urgente de estrategias de gestión sostenible y conservación para mitigar los impactos ambientales negativos. La cobertura agropecuaria incrementó un área 1.44 km<sup>2</sup> desde el 2008- 2020 se atribuye a la diversificación de cultivos y la crianza de ganado esto refleja dinámicas

En 1990, la vegetación arbustiva y herbácea era abundante, con bosques abiertos y diversas alturas de plantas, cubriendo un área de 16,93 km<sup>2</sup> del territorio. Sin embargo, para 2008, experimentó cambios significativos, disminuyendo en un área de 1,63 km<sup>2</sup>, alcanzando los 14,44 km<sup>2</sup>. Para el año 2020, esta vegetación continuó su declive, reduciéndose en 0,86 km<sup>2</sup> debido a la eliminación de pastizales o arbustos para la construcción de infraestructuras, tanto residenciales como de otros fines. Este cambio fue particularmente evidente en la parroquia Shell. Otro motivo para la eliminación de pastizales es la implementación de plantaciones agrícolas, como se observa en la parroquia Madre Tierra.

La zona antrópica en 1990 ocupaba un área total de 1,85 km<sup>2</sup>, la cual aumentó significativamente para el año 2008, llegando a 2,89 km<sup>2</sup>, evidenciando un crecimiento de 1,04 km<sup>2</sup>, principalmente en la parte central del cantón. En 2020, esta área alcanzó una extensión de 14,13 km<sup>2</sup> del territorio total, un incremento notable atribuible a factores como el fraccionamiento de tierras y proyectos de urbanización.

En la **Figura 5** se puede observar los cambios más notorios de las coberturas del presente trabajo que fueron: bosque y tierras agropecuarias.



**Figura 5** | Cobertura de la tierra en 2020

## 4. Conclusiones

El análisis de los cambios en la cobertura del suelo en el cantón Mera revela transformaciones significativas entre 1990 y 2020. A pesar de la disminución en la cobertura forestal y el aumento de actividades agropecuarias, una parte considerable del territorio

aún se encuentra cubierta por bosques, subrayando la necesidad de enfoques de gestión sostenible para preservar estos ecosistemas críticos.

El establecimiento de zonas residenciales de forma indiscriminada sin planificación correspondiente y la disminución de cuerpos de agua presentan desafíos adicionales, resaltando a la conservación ambiental con el desarrollo humano para asegurar la sustentabilidad a largo plazo de Mera y su biodiversidad única.

El cambio de la cobertura a contribuido a la alteración del clima del sector con la liberación de CO<sub>2</sub> por la quema de cobertura vegetal al igual por la tala de los bosques además de la pérdida progresiva del hábitat de varias especies de animales haciendo que estos sean cada vez más difíciles de ser observados.

### Contribuciones de los autores

**Marleny Geovana Castillo Caicedo:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

**Ángel Raimundo Martínez Torres:** Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

**Maria Katharina Elisabeth de Decker:** Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

### Conflicto de intereses de los autores

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## 5. Referencias

GADPPz. 2012. Plan de desarrollo de la provincia de pastaza al año 2025 actualización 2012. Puyo-Pastaza Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, 2012

ANDRADE, KELLY. 2022. Análisis de los cambios en la cobertura vegetal como consecuencia de la actividad minera en el sector Madre Tierra, provincia de Pastaza, Ecuador en los periodos comprendidos entre 2013 al 2019. Escuela de posgrado Newman, TACNA - Perú: 2022

GAD CANTONAL DE MERA. 2015. Plan de desarrollo y ordenamiento Territorial. Mera: s.n., 2015

GUEVARA, DANIEL. 2021. Estudio de composición y estructura en dos tipos de bosque, en la fundación Sumak kawsay in situ, ubicada en el cantón mera, provincia de Pastaza. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador: 2021

GUEVARA, DANIEL. 2021. Estudio de composición y estructura en dos tipos de bosque, en la fundación Sumak kawsay *in situ*, ubicada en el cantón mera, provincia de Pastaza. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba – Ecuador: 2021

HERNANDEZ, MARIA, y otros. 2023. Análisis multitemporal del cambio de uso de suelo en el municipio de Linares, Nuevo León. Coahuila-México: Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 2023. Vol. 10. E. ISSN: 2007-901

INAMHI. 2017. Anuario meteorológico 2013. Quito-Ecuador. s.n., 2017

INEC. 2018. El INEC lanza el Plan para el Fortalecimiento de las Estadísticas del Trabajo 2018-2021. INEC. [En línea] 14 de 09 de 2018. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/?s=1990>

LUCIO, LILY. 2019. Plan de desarrollo turístico sostenible para el cantón mera, provincia de Pastaza. Riobamba – Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2019

MAATE. Mapa interactivo. Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. [En línea] [Citado el: 2024 de 02 de 27.] <http://ide.ambiente.gob.ec:8080/mapainteractivo/>

MUNICIPIO DE MERA. 2012. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Mera, Pastaza-Ecuador: Municipio del cantón Mera, 2012

- . 2015. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Mera. Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Mera, Mera-Pastaza: Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Mera, 2015
- PALACIOS, WASHINGTON. 2013. Estudio de impacto ambiental (Ex post). Consultora geológico - minera, Puyo- Ecuador: 2013
- PUCHA, FRANZ, y otros. 2017. Fundamentos del SIG. Loja: EdiLoja Cia.Ltda, 2017. ISBN 978-9942-28-901-8
- PUNGUIL, CARLA. 2014. Plan Estratégico Participativo Turístico de la Parroquia Madre Tierra, Cantón Mera, Provincia de Pastaza 2014 - 2019 Universidad Estatal Amazónica, Pastaza-Ecuador: 2014
- ROMERO, MAYRA. 2011. “El río Alpayacu y su incidencia en la comunicación vial entre la colonia 24 de mayo y el cantón Mera provincia de Pastaza”. Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador: 2011
- SIERRA, RODRIGO. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. Quito-Ecuador: Forest trends, 2013.
- VILLALBA, ERIKA. 2015. Las aguas residuales y su incidencia en la condición sanitaria de los habitantes del sector dique de Mera, cantón Mera, provincia de Pastaza. [aut. libro] Erika VILLALVA. Las aguas residuales y su incidencia en la condición sanitaria de los habitantes del sector dique de Mera, cantón Mera, provincia de Pastaza. Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2015, págs. 54-55