

UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”



DIRECCIÓN DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE

TRABAJO ACADÉMICO

**EVALUACIÓN DE LOS PROCESOS DE DEFORESTACIÓN EN EL PERIODO
(1985 - 2024) DEL DISTRITO DE HUEPETUHE, DEPARTAMENTO DE
MADRE DE DIOS MEDIANTE TELEDETECCION FORESTAL**

AUTOR: Eduardo Luisenrique Sanchez Carrión

Perú

2024

RESUMEN

El estudio consistió en cuantificar las áreas deforestadas en las zonas más impactadas por la minería ilegal del distrito de Huepetuhe durante el periodo 1985 al 2024 con el uso de datos de clasificación de cobertura de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0 los cuales fueron procesados utilizando el método de clasificación semiautomática denominada "Random Forest" con imágenes Landsat para la validación de las áreas deforestadas y cambios de cobertura y suelo mediante la aplicación de herramientas de teledetección de Google Earth Engine (GEE) y el Software ArcGIS . La metodología incluyó procedimientos de revisión de antecedentes, descarga de datos y validación que permitieron evaluar la calidad de la información generada y los datos reportados. Los resultados del trabajo reportan; una superficie deforestada para los años 1985-1990 de 143308.89 ha, que representa una tasa anual de cambio de cobertura de - 3,36% y una deforestación anual promedio de 4609.59 ha/año. De ello se deducen para los años 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2010-2015 tasas anuales de cambio de - 4,11%, -6,50%, y -6,50%, -7,75%, con una deforestación anual promedio de 23242.77 ha/año y para el año 2024 un deforestación de 40567.33 ha/año equivalente a 29.59% de la cobertura forestal total del distrito de Huepetuhe Los cambios producidos en el área de estudio, muestran la sistemática conversión de bosque a deforestación para el año 2024, es mayor, así el responsable es el avance de la minería aurífera aluvial influenciada por la pavimentación de la vía interoceánica y por el alza del precio del oro como el agente principal de la deforestación, y en menor orden, la ampliación de la frontera agrícola, la ganadería y la actividad forestal.

Palabras clave: deforestación, Random Forest, pérdida de bosque, cambio de uso de suelo, MAPBIOMAS.

INTRODUCCIÓN

El uso del suelo y las alteraciones en la cobertura del mismo han sido temas cruciales de investigación debido a sus impactos variados en sistemas naturales y humanizados. Las modificaciones en el uso del suelo pueden influir en la biodiversidad de las reservas naturales cercanas, así como en las redes hídricas, el suelo y otros factores.

En Perú, la minería ilegal de oro alcanzó niveles de crisis entre los años 2017 y 2018 en la zona conocida como La Pampa (región Madre de Dios), eliminando miles de hectáreas de bosque primario en la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata.

A inicios de 2019, el gobierno peruano implementó la Operación Mercurio, una intervención multisectorial contra la minería ilegal, enfocándose inicialmente en La Pampa. Esta operación fue posteriormente reemplazada (desde 2021) por el Plan Restauración, el cual incluyó intervenciones en otras zonas mineras críticas de la región Madre de Dios en la Amazonía peruana sur.

En 2024, la deforestación y la minería ilegal en Perú continúan siendo problemas críticos, especialmente en la región amazónica de Madre de Dios. La minería ilegal no solo contribuye a la destrucción de vastas áreas de bosque, sino que también está vinculada a otros problemas serios como el tráfico de personas y la explotación laboral y sexual. Estos problemas están exacerbados por una institucionalidad ambiental precaria y la falta de políticas públicas sostenidas para enfrentar estas actividades ilícitas.

El impacto económico de la minería ilegal es significativo. En 2023, las pérdidas económicas en Madre de Dios superaron los 407 millones de dólares, una cifra alarmante que muestra el crecimiento de esta actividad destructiva. A pesar de los esfuerzos del gobierno, como operativos en comunidades indígenas para controlar la minería ilegal, estos no han sido suficientes para detener el avance de la deforestación.

Además, la presencia de la minería ilegal en áreas protegidas y comunidades indígenas ha llevado a un desplazamiento de los mineros hacia nuevas zonas, lo que sigue expandiendo el problema a nivel regional. Esta situación requiere

una respuesta multisectorial y una mayor coordinación interinstitucional para ser abordada efectivamente (Finer y Mamani, 2024).

El objetivo de este estudio es analizar la deforestación en un intervalo de 5 años para el periodo 1985 al 2022 a través de los datos de clasificación de cobertura de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0, que permitirá contar con una línea de base para ser incorporada a los planes estratégicos regionales y se traduzca en decisiones técnicas y políticas de manejo de los recursos naturales como reforestación, restauración, rehabilitación, agroforestería e instalación de viveros forestales.

1. Problema del proyecto académico

La minería en Madre de Dios está devastando los bosques. Un reciente informe del Proyecto de Monitoreo de la Amazonía Andina (MAAP, por sus siglas en inglés) señala que entre 2021 y septiembre de 2023 se deforestaron 23,881 hectáreas. Esta cifra es equivalente a más de 33,000 campos de fútbol o seis veces el tamaño del distrito limeño de Chorrillos.

Lo que sorprende a los expertos es que, al comparar estos resultados con el informe anterior, la cifra actual supera en 5,460 hectáreas lo registrado en el periodo 2021-2022. La mayor parte de la reciente deforestación se concentra en la Zona de pequeña minería y minería artesanal de Madre de Dios, conocida como el 'corredor minero'. En esta área, de casi medio millón de hectáreas, se han deforestado 18,174 hectáreas en los últimos tres años. Las 5,707 hectáreas restantes perdidas se deben al avance descontrolado de la minería ilegal, que ha invadido al menos diez comunidades indígenas y las zonas de amortiguamiento de tres áreas naturales protegidas (Finer y Mamani, 2024).

Dourojeanni (2014) y Alarcón et al. (2021) identifican el crecimiento demográfico, la inmigración y la pobreza como las principales causas de la deforestación en Madre de Dios. Estos factores están vinculados a actividades agropecuarias, minería, construcción de infraestructuras como el Corredor Vial Interoceánico Sur (CVIS) y la falta de planificación urbana y territorial. El CVIS es señalado como la causa subyacente, ya que las causas directas como la pobreza, inmigración y agricultura no afectaron significativamente los bosques hasta su finalización. El monitoreo de los cambios de cobertura proporciona información

valiosa sobre los impactos de las actividades económicas en el territorio y sus recursos (Berberoglu y Akin, 2009).

Diversos estudios basados en teledetección han sido realizados para analizar la dinámica de pérdidas de bosques y carbono (Rojas et al., 2019). En Perú, estos estudios geoespaciales son cruciales, demostrando que las actividades agrícolas y ganaderas, realizadas en pequeñas explotaciones, son responsables del 41.9% y 19.9% de la deforestación respectivamente, lo que resultó en la emisión de 170 TgC entre 1990 y 2005 (De Sy et al., 2015). Los datos de teledetección son útiles por su cobertura repetitiva en tiempo real y se complementan con sistemas de información geográfica, proporcionando una plataforma adecuada para el análisis y actualización de datos geoespaciales (Cihlar, 2000).

En la actualidad el distrito de Huepetuhe, Madre de Dios, Laberinto y Tambopata, son unos de los sectores donde se produce los mayores cambios de cobertura producto de la deforestación e impulsados por la deforestación generados por la agricultura y la minería informal e ilegal. “sumado a los problemas socio ambientales al uso de la tenencia de áreas agrícolas, forestales (madera, productos diferentes a la madera, reforestación, ecoturismo y conservación), territorio de comunidades nativas y áreas naturales protegidas (ANP), conflictos sociales, trata de personas, salud pública, entre otros” (Barba 2019). Ante ello, el presente trabajo académico tiene la finalidad de evaluar y analizar los cambios de cobertura de bosque a deforestación (agricultura y minería) del periodo 1985 al 2022 a través de los datos de clasificación de cobertura de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0 para desarrollar estrategias que ayuden a los tomadores de decisión local a desarrollar planes para la conservación de bosques y especies forestales en el distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios, Perú.

1.2. Formulación del problema

Problema general

¿Cuánto será el cambio de cobertura y uso de suelo de bosque a deforestación en un intervalo de 5 años del periodo 1985 al 2022 del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios?

Problemas específicos

- ¿Cuánto será la deforestación en el periodo 1985 al 2024 del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios?
- ¿Cuál será el cambio de cobertura y uso de suelo (bosque a deforestación) en el periodo 1985 al 2024 del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios?
- ¿Cuál será la cantidad de deforestación para el año 2024, a partir de los mapas base de cambio de cobertura y uso de suelo del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar los procesos de deforestación en el periodo (1985 – 2024) del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios.

1.3.2. Objetivos específicos

- Analizar y cuantificar la deforestación en un intervalo de 5 años para el periodo (1985 – 2024) del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios.
- Analizar y cuantificar el cambio de cobertura y uso de suelo (bosque a deforestación) en el periodo de 1985 – 2024 del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios.
- Determinar la cantidad de deforestación en aérea para el año 2024, a partir de los mapas base de cambio de cobertura y uso de suelo.

1.4. Justificación e importancia

En lo académico

La investigación contribuirá a desarrollar estrategia y planes para la conservación de bosques y especies forestales amenazados por la minería ilegal y tala indiscriminada en el distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios, como determinar las áreas deforestadas a partir del cambio de cobertura de vegetación y suelo a través de los datos de clasificación de cobertura de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0 con la finalidad de aplicar herramientas de sistemas de información geográfica y generar mapas que permitan visualizar los

impactos ambientales que causa la minería, agricultura, cambio de uso de suelo y demás actividades antropogénicas que degradan los recursos forestales así como identificar zonas para el adecuado planteamiento de proyectos de desarrollo, lugares apropiados para uso de tierras agrícolas, actividades productivas, reducción de impactos ambientales, aprovechamiento sostenibles de recursos naturales, gestión de recursos hídricos, construcción de territorios urbanos y rurales resilientes, creación de corredores económicos, zonificación forestal y agrícola, promoción de sitios turísticos y mantenimiento de la calidad de vida de la población del distrito de Huepetuhe.

Los aportes del trabajo académico son:

Ambientalmente: Contribuirá a identificar, analizar y evaluar los distintos factores que intervienen en la deforestación del distrito de Huepetuhe. Además, ayudará como insumo para la elaboración de la zonificación ecológica y económica forestal de varias provincias de la región Madre de Dios.

Metodológicamente: el diseño metodológico podrá ser reproducido y utilizado para obtener la misma información en provincias, distritos, unidades hidrográficas, áreas de conservación, dejando las puertas abiertas para nuevas investigaciones y para el desarrollo tecnológico.

Socialmente: generará información importante para el desarrollo de proyectos de inversión para las autoridades regionales y municipales, así como distintas instituciones públicas y privadas relacionados en la conservación de la biodiversidad que existen dentro de los recursos forestales (MUNICIPALIDAD DISTRITAL Y PROVINCIAL, SERNAMP, SERFOR, entre otras), pobladores y autoridades de las comunidades campesinas que habitan dentro del distrito de Huepetuhe. Se espera que la reproductibilidad de este estudio permita el desarrollo y crecimiento forestal sostenido y sostenible de tantos centros poblados como ciudades de la región Madre de Dios.

Económicamente: los resultados pueden ayudar a una mejor comprensión del estado actual de la cobertura vegetal, forestal, fauna, flora, hidrológica, edafología, biológica, geografía, sociológica y mejorar el planeación de las actividades económicas como la optimización del Uso del Suelo en la agricultura, atracción de inversiones en un territorio ordenado libre de impactos

ambientales como la deforestación y minería ilegal, reducción de costos asociados a la recuperación de suelos y bosques, mitigación del cambio climático y la gestión los recursos de manera sostenible.

2. Antecedentes

Alvarez y Aide (2015) realizaron el análisis de estudio se comprobó que existe cierta relación con el aumento de la deforestación en las regiones tropicales de América del sur causados por la minería debido al crecimiento del valor del oro e indica que su mayor crecimiento sobresale entre el año 2007 y 2013, “determinando que aproximadamente 1 680 km² de estos bosques se perdieron entre 2001 y 2013”. Sin dejar de mencionar a la crisis económica que tuvo influencia en estos cambios mayores a 90% en deforestación evidenciadas en 4 ecorregiones, en mención: Bosques Húmedos Guyanés (41%), Suroeste del Amazonas (28%), Tapajós-Xingú (11%), Bosque colombianos. Haciendo mención también que la region de Madre de dios fue una de las zonas afectadas con 473 km² de áreas deforestadas, los distritos con mayor influencia de este impacto negativo hacia los bosques fueron: Madre de Dios, Inambari y Huepetuhe, “además, menciona que la extracción de oro está afectando a Áreas Naturales Protegidas como la Reserva Comunal Amarakaeri, Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene, pertenecientes al Departamento de Madre de Dios - Perú”.

Mendoza y Alarcón (2014), Realizaron una evaluación de la deforestación en la zona de amortiguamiento en Madre de Dios con el uso de herramientas en procesamiento de imágenes satelitales, el objetivo del estudio fue determinar las hectáreas deforestadas diferenciando en su cuantificación el tipo de actividad para ello se utilizaron imágenes obtenidas en los meses de agosto y setiembre del año 2011 para los criterios de clasificación se dispuso lo siguiente Minería, pastizales, pastizales remontados y tumba para ello se ejecutó mediante el algoritmo Spectral Angle Mapper la cuantificación indica que por minería se deforesto 7178,50 Ha; en pastizales fue de 4631,49 Ha; para pastizales remontados de 9113,22 Ha y en tumba de 1443,15 Ha, llegando a concluir que la influencia de la actividad humana en el afán extraer este mineral y de las demás actividades en esta zonas se están impactando al medio ambiente, y que la construcción de la vía interoceánica y el elevado valor del oro

contribuyeron a la pérdida de bosque, el estudio identificó tres zonas en la cual indica cuál de estas es la más afectada por el nivel de impacto del área una manera de ayudar a la gestión de recursos naturales y del medio ambiente.

Barba (2019), determinó que las áreas deforestadas entre 1999 y 2030 pueden calcularse analizando y modelando el cambio de la cubierta forestal a lo largo de esos períodos., para la realización de este trabajo se colectó imágenes de los satélites landsat 5 para los años 1999 y 2011 y Landsat para el año 2016, los datos obtenidos para los distintos periodos son los siguientes 1999 un área deforestada de 1 832,30 ha, 2011 un área deforestada de 10 530,72 ha y para el 2016 un área deforestada de 17 039,29 ha, la detección de áreas de cambio a través de imágenes de diferenciación, se evidencian áreas deforestadas con un aumento gradual en los periodos en mención: 1999-2011 (12 años) con 9 187,51 ha, y del 2011-2016 (5 años) con 9 469,71 ha.

3. Metodología de investigación

3.1. Tipo de investigación

El trabajo académico es una investigación de tipo descriptiva con un diseño no experimental transeccional correlacional, porque se cuantifico los cambios de cobertura y uso de suelo y la deforestación en el periodo (1985 – 2024) del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios (Hernández et al. 2010).

3.2. Diseño de la investigación

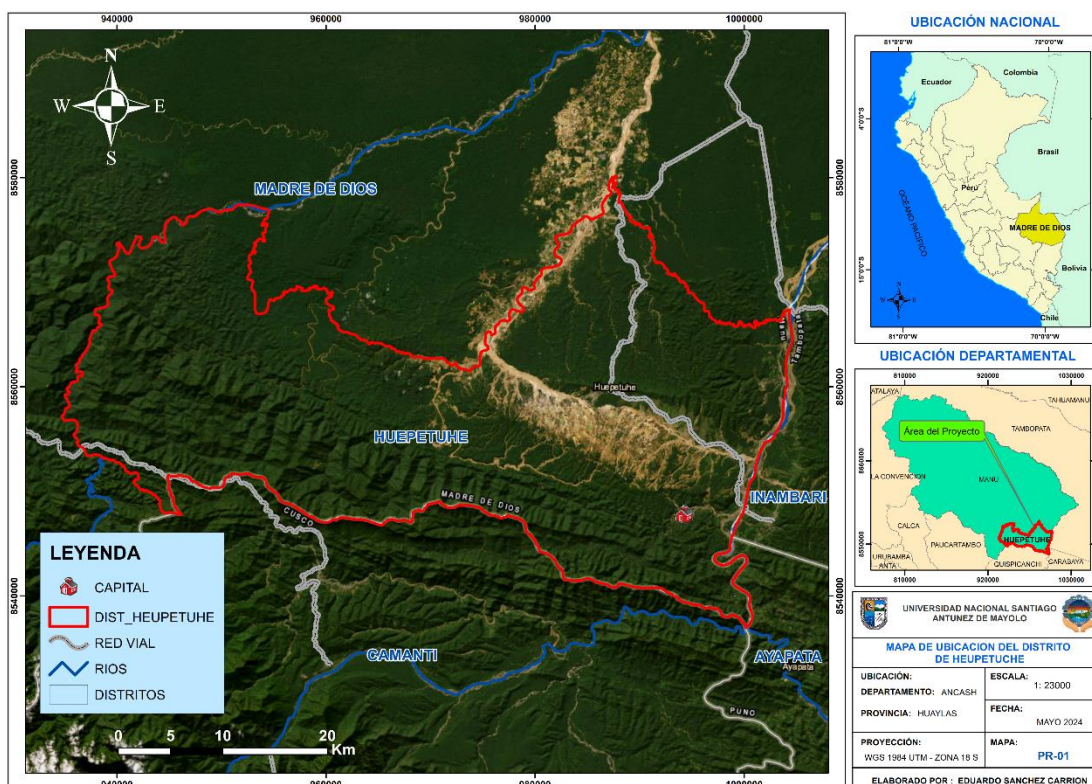
Es transversal y longitudinal de tendencia, debido a que se cuantifico los cambios de cobertura y uso de suelo en el periodo (1985 – 2024) del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios (Hernández et al. 2010).

3.3. Delimitación espacial y temporal

El lugar de estudio se encuentra situado en la Región de Madre de Dios y del distrito de Huepetuhe con un área de 153.049.4 ha. De acuerdo a la Zonificación Ecológica Económica – ZEE (geo servidor MINAM, Alarcón et al. 2016), cuenta con aproximadamente 10 965 pobladores (INEI 2017).

Figura 1

Mapa de Ubicación del distrito de Huetpetuhe, Departamento de Madre de Dios



Fuente: MINAM (2024)

3.3.1. Clima e hidrografía

El clima es caluroso y lluvioso. En Huetpetuhe, la precipitación media mensual es de 300 mm y la temperatura media es de 25 °C similar a puerto maldonado. La tenencia de la tierra en Madre de Dios, especialmente en la región estudiada, es una mezcla de explotaciones agrícolas privadas, concesiones forestales para la recolección de castaña (*Bertholletia excelsa* H.B.K) y madera, concesiones mineras y de exploración petrolera, tierras indígenas y reservas naturales (GOREMAD y IIAP 2009; Alarcón et al. 2016), “esta última muestra a la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Manu como áreas directamente amenazadas por la deforestación” (Alarcón et al. 2016).

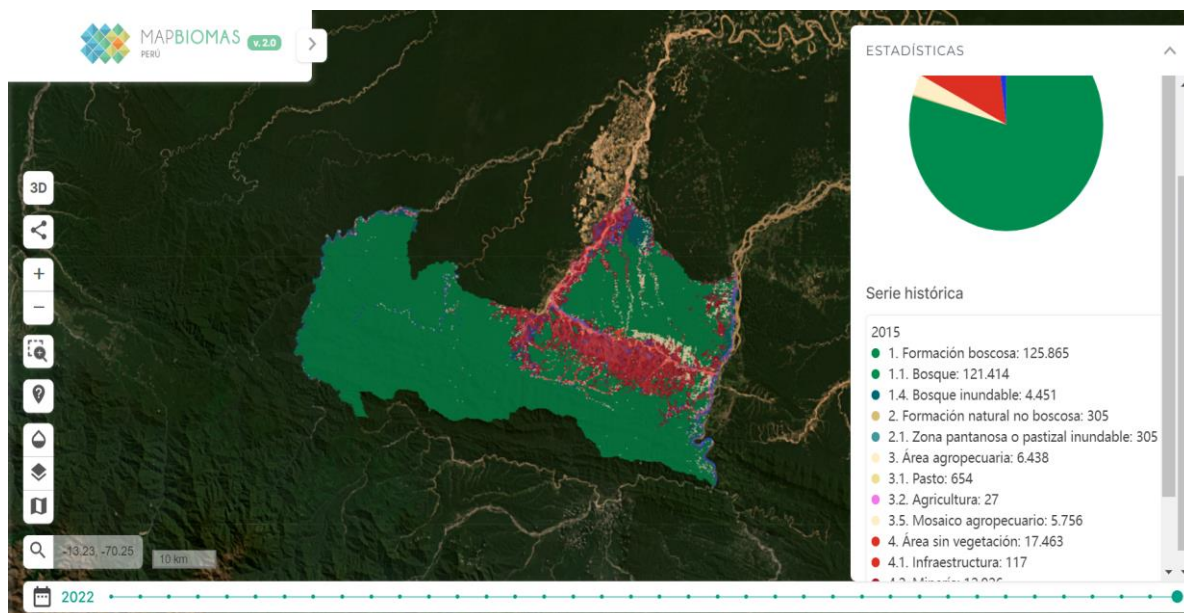
3.4. Población y muestra

Se considero como población el área total del distrito Huetpetuhe de 153.049.4 ha, situado en la parte sur-oeste del departamento de Madre de Dios. Esta área de estudio sirvió como base para la evaluación de la deforestación en el periodo (1985 - 2022) mediante la clasificación de cobertura y suelo de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0, los cuales fueron procesados y validados con las

imágenes satelitales Landsat y PlanetScope para la determinación de las áreas deforestadas al año 2024.

Figura 2

Mapa de Cobertura del distrito de Huepetuhe en MAPBIOMAS Perú v 2.0



Fuente: MAPBIOMAS (2024)

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Método y técnicas

La técnica que se utilizó en el presente trabajo para la obtención de datos es el procesamiento de imágenes satelitales descargadas desde el año 1985 al 2024 del catálogo Landsat en la plataforma Google Earth Engine (GEE) y los datos de la clasificación de cobertura y suelos de MAPBIOMAS Perú v 2.0. Este método consistió en la descarga y procesamiento de imágenes satelitales del área de estudio mediante la clasificación Random Forest con aplicación de códigos de Java script.

La selección de la clasificación Random Forest fue de manera no probabilística; ya que el procesamiento consistió en la identificación geoespacial en imágenes satelitales de las zonas con cobertura y áreas deforestadas.

El instrumento de recolección de datos utilizado es el software ArcGIS y Microsoft Excel para realizar los cuadros donde se anotará los resultados de áreas

deforestadas por agricultura, minera ilegal, cambio de uso de suelo y realizar la estimación de áreas deforestadas al año 2024.

El análisis espacial de los cambios de cobertura y uso de suelo producto de la pérdida de bosque de los años 1985 al 2022 se realizó con los datos de MAPBIOMAS Perú v 2.0.

3.5.2. Procesamiento de datos y análisis estadístico

En el procesamiento de datos se aplicó la categorización supervisada descargadas de la plataforma MAPBIOMAS Perú v 2.0 de los años 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 y 2022 (figura 3 y tabla 1).

Para el proceso se utilizó la plataforma de Google Earth Engine, con la cual se obtuvo las imágenes de los distintos periodos para identificación de cambios de cobertura, con el software ArcGIS se realizó la reclasificación y cálculo de áreas de deforestación de cada año de estudio.

Figura 3

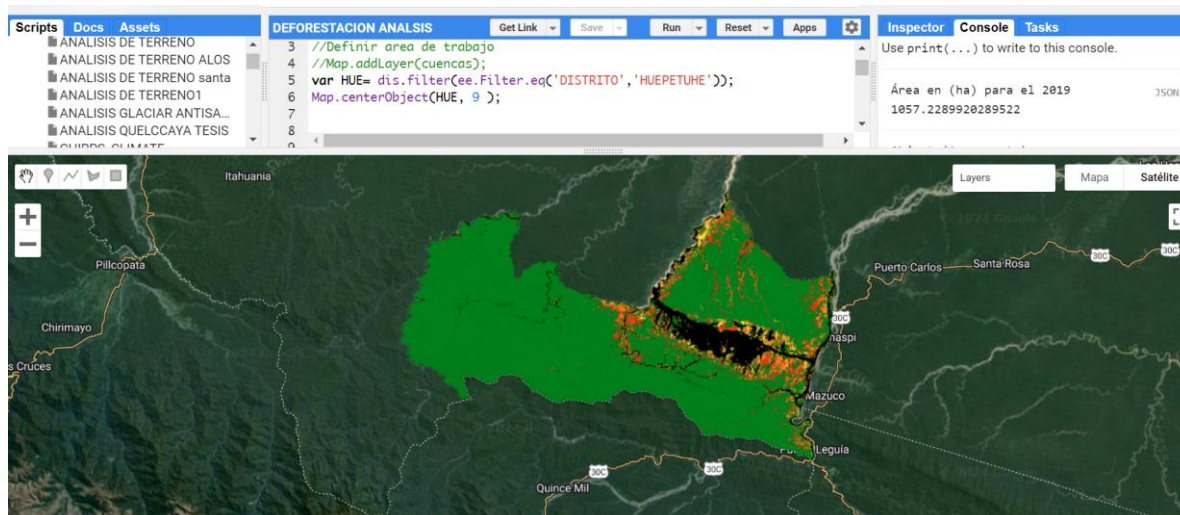
Clasificación de cobertura y suelo del área de estudio en MAPBIOMAS Perú v 2.0 en Google Earth Engine (GEE)



Fuente: MAPBIOMAS (2024)

Figura 4

Identificación de áreas deforestadas del área estudio en Google Earth Engine (GEE)



Fuente: GEE (2024)

Tabla 1

Información de datos de cobertura de MAPBIOMAS Perú v 2.0

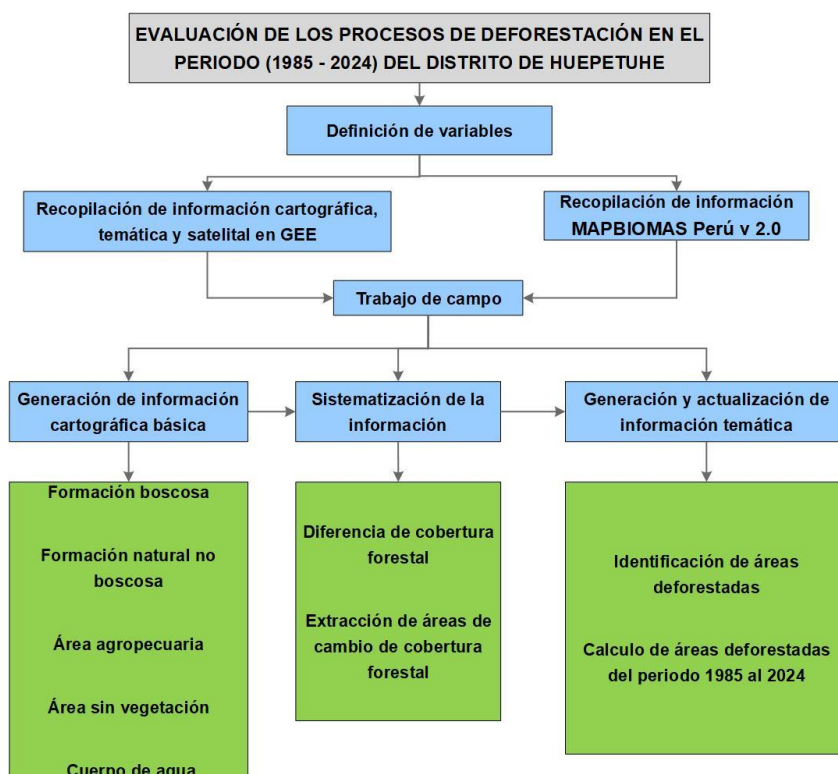
Características	Año
Colección 1.0	Huepetuhe 1985
Colección 1.0	Huepetuhe 1990
Colección 1.0	Huepetuhe 1995
Colección 1.0	Huepetuhe 2000
Colección 1.0	Huepetuhe 2005
Colección 1.0	Huepetuhe 2010
Colección 1.0	Huepetuhe 2015
Colección 2.0	Huepetuhe 2022

Las categorizaciones y los cambios de coberturas y uso del suelo fueron desarrollados mediante la leyenda de clasificación de MAPBIOMAS Perú v 2.0; la cual fue adaptada por la Mesa de Servicios Ambientales y REDD de Madre de Dios formulada el 2013 (MSAR); creada por CORINE Land Cover” (IDEAM 2010; Alarcón et al. 2016; Barba 2019).

3.6. Esquema de procesamiento de datos

Figura 5

Diseño metodológico



4. Resultados

Tabla 2

Deforestación por la minería ilegal del año 1985-2024

Años	Clases		
	Bosque (ha)	Deforestación (ha)	Deforestación (%)
1985	143308.89	4609.59	3.36
1990	138091.00	5636.66	4.11
1995	135207.95	8908.62	6.50
2000	136383.99	10626.97	7.75
2005	130574.07	11788.74	8.60
2010	130154.57	14236.12	10.39
2015	125865.40	17463.33	12.74
2022	120903.70	23242.77	16.96
2024	141233.65	40567.33	29.59

Figura 6

Cobertura de bosque (Ha) y áreas de Deforestación de 1985 al 2024

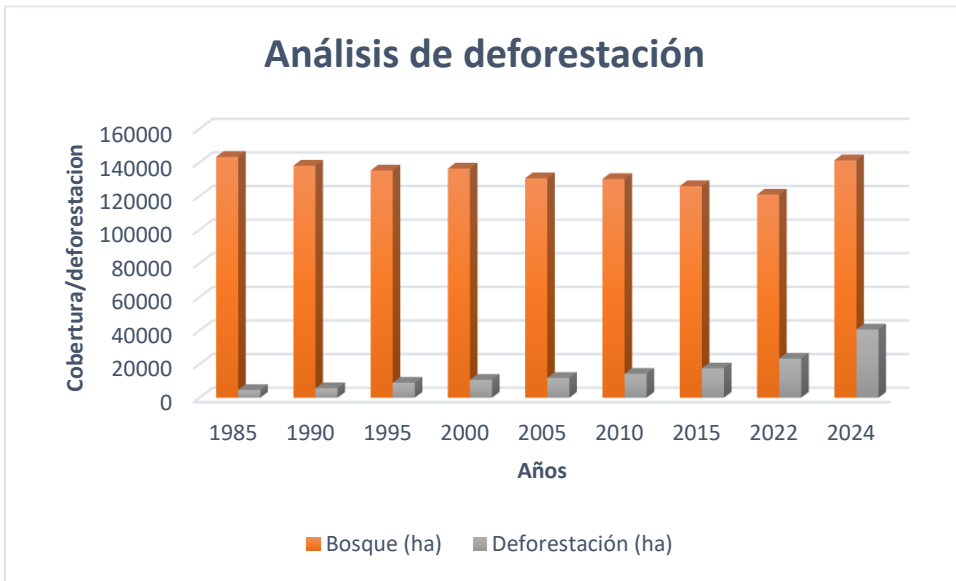


Figura 7

Mapa de coberturas del año 1985 del distrito Huetpetuhe

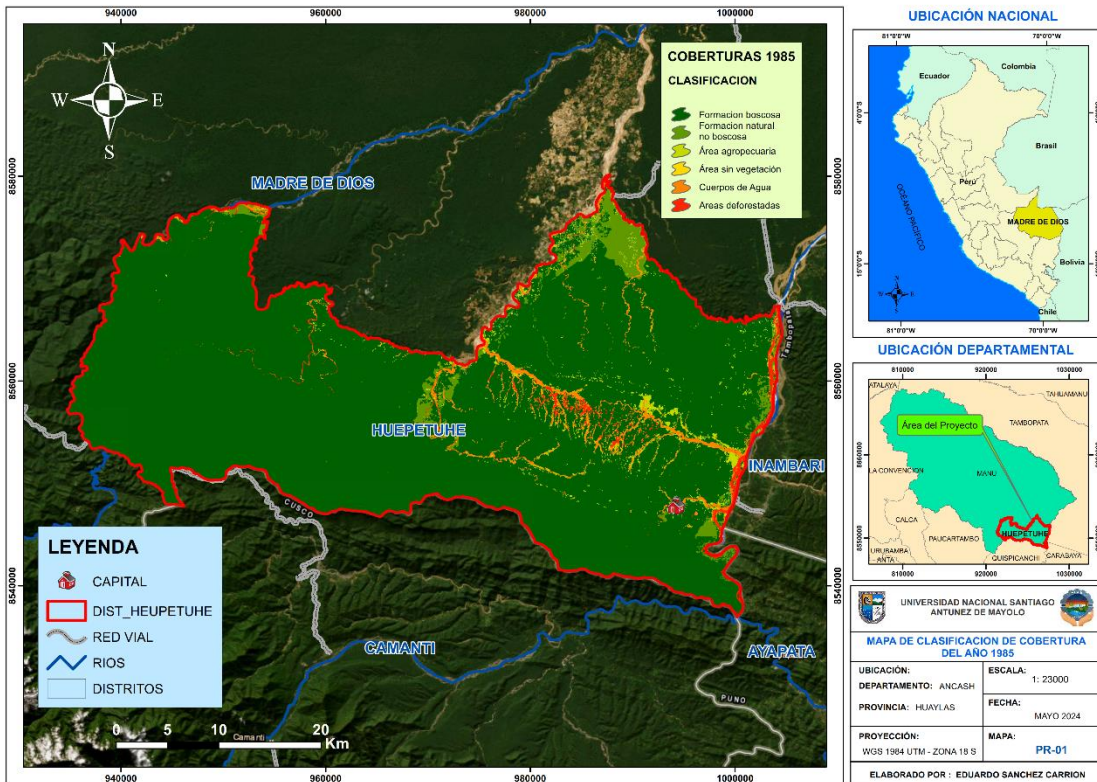


Figura 7

Mapa de coberturas del año 2022 del distrito Huetpetuhe

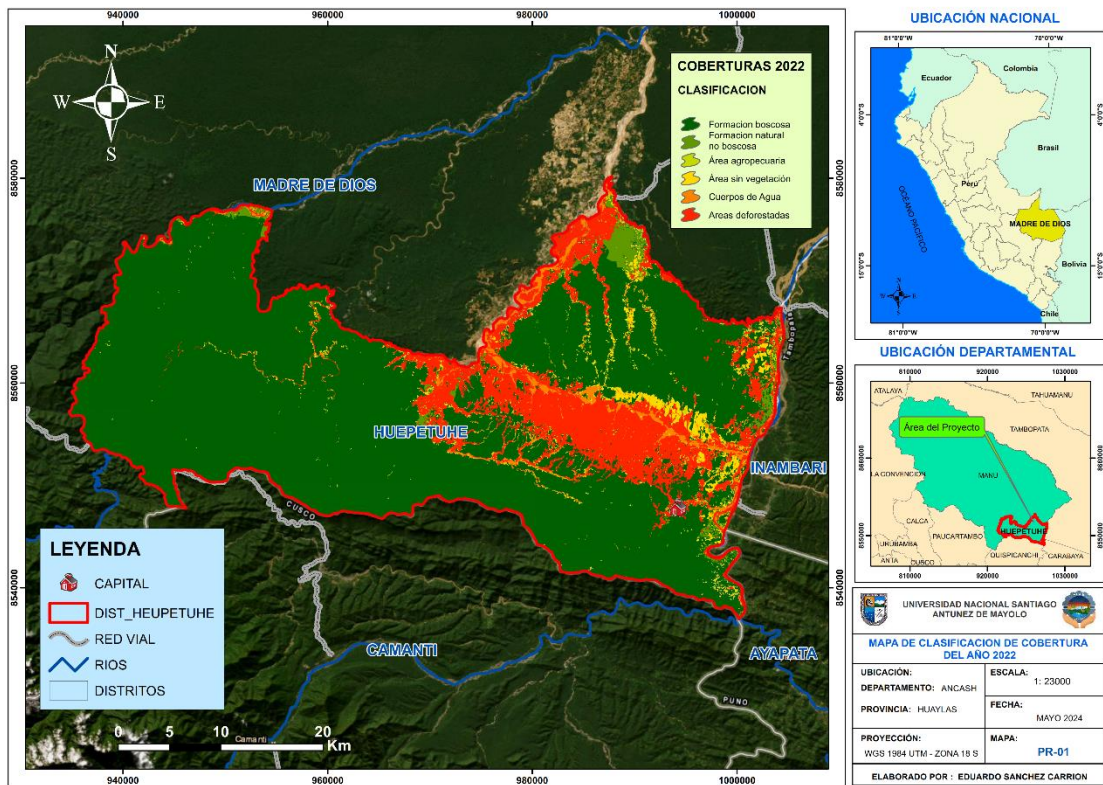


Figura 8

Mapa de áreas de deforestación del año 2024 del distrito Huetpetuhe

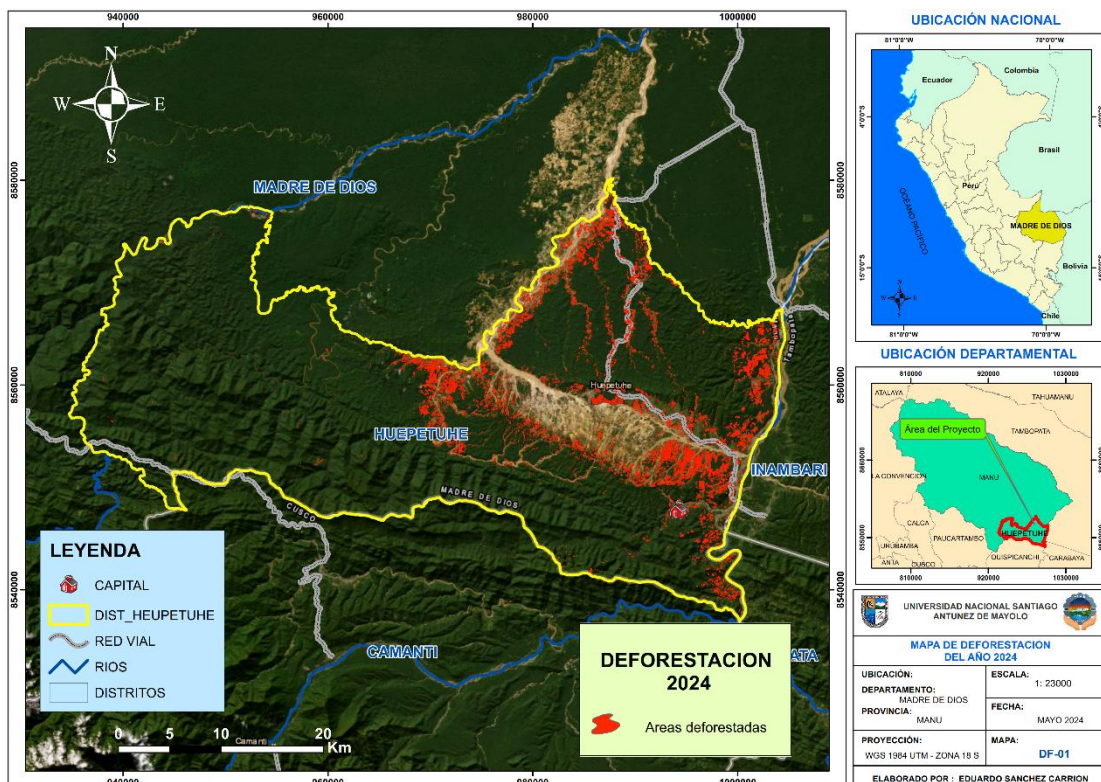
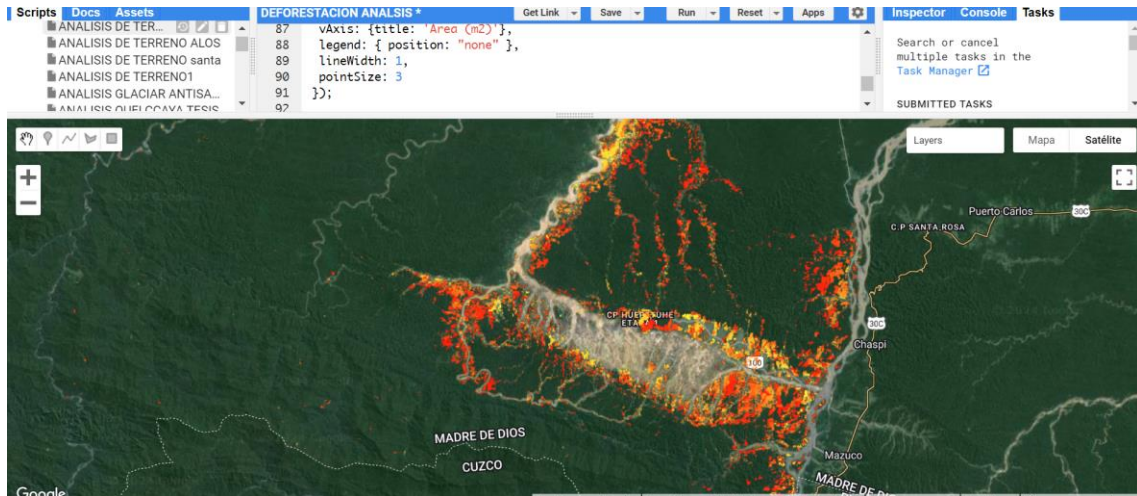


Figura 8

Áreas de deforestación desde 1985 hasta del año 2024 del distrito Huepetuhe



5. Conclusiones

Se realizó el Análisis de la deforestación en un intervalo de 5 años para el periodo (1985 – 2024) del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios.

Se determino el cambio de cobertura y uso de suelo (bosque a deforestación) en el periodo de 1985 – 2024 del distrito de Huepetuhe, Departamento de Madre de Dios.

La cantidad de deforestación en aérea para el año 2024 fue de 40567.33ha equivalente a 29.59 % del recurso forestal del distrito de Huepetuhe, a partir de los mapas base de cambio de cobertura y uso de suelo.

6. Recomendaciones

- ✓ Los resultados obtenidos en la investigación podrán servir para la ejecución de proyectos de reforestación, uso sostenible del suelo, agricultura responsable aplicando la técnica agroforestal, para conservar y proteger los bosques, en el distrito de Huepetuhe.
- ✓ Descargar las coberturas de MAPBIOMAS Perú v 2.0 realizando adecuadamente el filtro de la plataforma del área de estudio.
- ✓ Utilizar un software especializado como el ArcGIS, debido a que posee una infinidad de algoritmos desarrollados que facilitan los procesos de correcciones y clasificación de las imágenes satelitales.
- ✓ Para obtener un resultado óptimo es recomendable realizar las correcciones atmosféricas de las imágenes que se utilizan para validar las áreas deforestadas ya que elimina las perturbaciones que presentan las imágenes satelitales.
- ✓ Para realizar estudios similares a esta investigación es recomendable trabajar con imagen satelital de alta resolución, debido a que esto permite un análisis con más exactitud de la superficie terrestre.

7. Referencias bibliográficas

- Alarcón-Aguirre, G, Canahuire Robles, R.R., Guevara Duarez, F. M., Rodríguez Achata, L., Gallegos Chacón, L.E., Gárate-Quispe, J. (2021). Dinámica de la pérdida de bosques en el sureste de la Amazonia peruana: un estudio de caso en Madre de Dios. *Ecosistemas*, 30(2), 2175. Obtenido de <https://doi.org/10.7818/ECOS.2175>
- Berberoglu, S. & Akin, A. (2009). Assessing different remote sensing techniques to detect land use/cover changes in the eastern Mediterranean. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11(1), 46-53. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jag.2008.06.002>
- Chen, D., Duan, Y., Jiang, P., & Li, M. (2024). Spatial zoning to enhance ecosystem service co-benefits for sustainable land-use management in the Yangtze River economic Belt, China. *Ecological Indicators*(111753), 159.
- Cihlar, J. (2000). Land cover mapping of large areas from satellites: Status and research priorities. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), 1093-1114. Obtenido de <https://doi.org/10.1080/014311600210092>
- CONAM. (2006). Guía Metodológica de Zonificación Ecológica Económica (ZEE) para Gobiernos Locales del Perú. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/guia-metodologica-zonificacion-ecologica-economica-zee-gobiernos>
- DEFENSORÍA DEL PUEBLO. (2023). Reporte de conflictos sociales N.º 238. Obtenido de http://www.defensoria.gob.pe/areas_tematicas/paz-social-y-prevencion-deconflictos/
- Dourojeanni, M. (2014). Ocupación humana y áreas protegidas de la Amazonia del Perú. *Ecología Aplicada*, 13, 225-232.
- Escobar, M. E. S. (2008). El ordenamiento territorial: experiencias internacionales. *Instituto Nacional de Ecología*.
- Finer M, Mamani N. (2024). Minería de Oro en la Amazonía peruana sur, resumen 2021-2024.
- Garay, J. (2022). Zonificación económica y ecológica, y ordenamiento territorial en el Perú. *Derecho & Sociedad*(59), 1-19.
- Glave, M. (2012). Ordenamiento territorial y desarrollo en el Perú: Notas conceptuales y balance de logros y limitaciones.

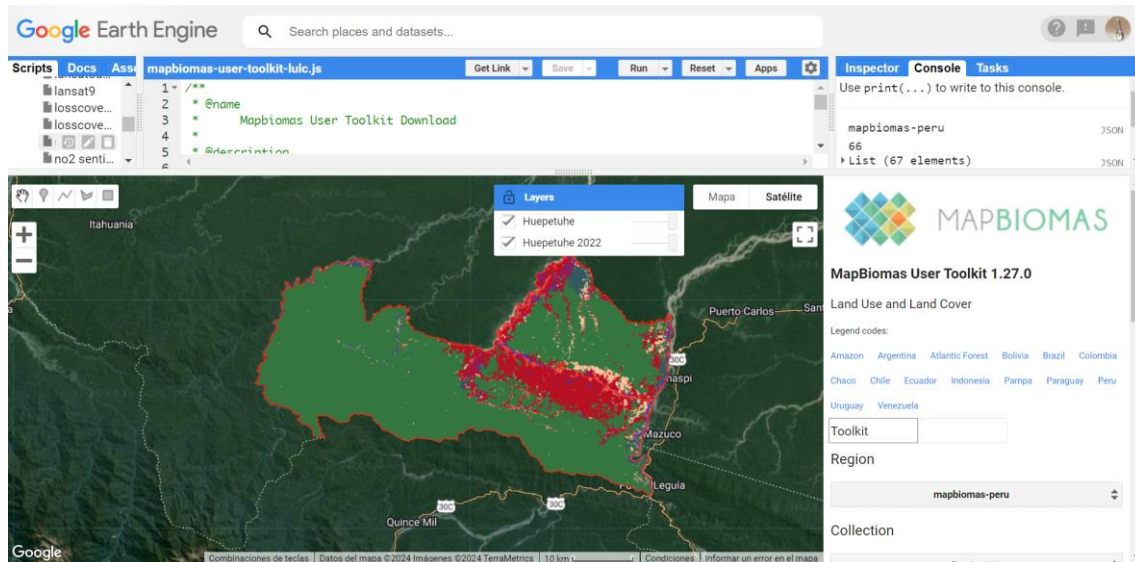
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, María del Pilar. (2010). Metodología de la investigación. *Editorial McGraw Hill*.
- IPCC. (2018b). Glosario. Obtenido de https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf
- Li, J., Hu, D., Wang, Y., Chu, J., Yin, H., & Ma, M. (2024). Study of identification and simulation of ecological zoning through integration of landscape ecological risk and ecosystem service value. *Sustainable Cities and Society*(105442), 107.
- Ministerio del Ambiente. (2015). Orientaciones básicas sobre el Ordenamiento Territorial en el Perú. *Dirección General de Ordenamiento Territorial. 2 ed. Lima, II*, 60 p.
- Ministerio del Ambiente. (2016). Ordenamiento Territorial en el Perú 2011-2015. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/2.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2022). Informes de gestión. *Dirección General de Ordenamiento Territorial y la Gestión Integrada de los Recursos Naturales*.
- Moreno Sánchez, R. J. (2022). Influencia de la caracterización del sistema territorial en la zonificación ecológica económica del distrito de Taricá, 2020.
- Nieto Córdova, J. O. (2022). Propuesta de zonificación ecológica y económica como instrumento de gestión para el distrito de Pariahuanca-Huancayo, 2021.
- Pineda Ramirez, E. A. (2022). Propuesta de microzonificación ecológica-económica, para el desarrollo sostenible del distrito Chavín de Huántar, 2020.
- Portocarrero Bazán, H. (2023). El ordenamiento territorial como instrumento de planificación para la conservación de la biodiversidad en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba.
- Sendra, J. B. (1994). Sistema de información geográfica. *Estudios Geográficos. 201*, 55(214).
- Vargas, C.; Rojas, E.; Castillo, D.; Espinoza, V.; Calderón, A.; Guidice, R. & Málaga, N. (2012). Protocolo de clasificación de pérdida de cobertura en los bosques húmedos amazónicos entre los años 2000 y 2011. *Lima: Ministerio de Agricultura u Riego u Ministerio del Ambiente*. Obtenido de https://geo.serfor.gob.pe/geoserfor/images/Reporte_Bosques/Protocolo_clasificacion_perdida_bosques_2000_2011.pdf

Villafani Vega, J. I. (2017). Modelamiento geoespacial para la caracterización físico, biótico y socioeconómico de la cuenca alta del río Santa-Ancash.

8. Anexos

Anexo 1. Scripts de los datos utilizados de MAPBIOMAS Perú v 2.0

<https://code.earthengine.google.com/6c1a84b66d19d3044aec4641b3158e19>



Anexo 2. Scripts de análisis de datos en Google Earth Engine

<https://code.earthengine.google.com/99d3d17c05b0ca2f826640021ca643b1>

