



PROYECTO I+D+I-XVII-2023-048
**“ANÁLISIS DE PROBLEMAS TERRITORIALES EN EL ECUADOR
UTILIZANDO MACHINE LEARNING Y SENSORES REMOTOS DESDE UNA
PERSPECTIVA DE CAMBIO CLIMÁTICO (APTECUCC)”**

Actividad T.5.2 Redacción y envío de 4 artículos científicos a revistas nacionales/internacionales.

Entregable V.5.1. Copia digital de cada artículo, registro de envío y DOI (caso de estar disponible) (documento y enlace web) (M10).

BOSQUEJO DE ARTÍCULO CUENCA

Título tentativo: Monitoreo de cambios de Uso del suelo a través de imágenes PlanetScope y Google Earth Engine

Objetivos:

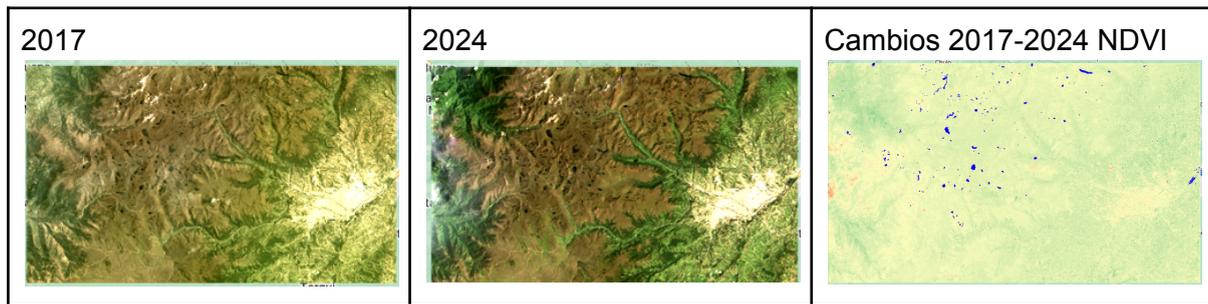
- O1. Evaluar la factibilidad del monitoreo de cambios de Uso del suelo a través de imágenes PlanetScope, provistas en el marco de NICFI.
- O2. Determinar la información espectral/radar adecuada para el monitoreo de cambios.
- O3. Evaluar la temporalidad de la información base para determinar la frecuencia con la que debe presentarse la información de cambio.

Metodología:



Resultados esperados:

- R1. Determinar las zonas de cambio a través de mosaicos de información NICFI
- R2. Correlacionar los cambios con variables territoriales.



BOSQUEJO DE ARTÍCULO QUITO

Título tentativo: Evolución de algunos de los principales problemas territoriales de la ciudad de Quito y su área metropolitana en el marco de los cambios de uso del suelo.

Objetivos:

Objetivo general:

Analizar la evolución de algunos de los principales problemas territoriales de la ciudad de Quito y su área metropolitana (asentamientos informales, desarrollo urbano no controlado, avance de la frontera agraria y evolución de los espacios naturales) en el marco de los cambios de uso del suelo.

Objetivos específicos:

OE1. Identificar los cambios en el uso del suelo en Quito y su área metropolitana en tres momentos temporales del periodo 1985-2020.

OE2. Determinar los patrones espaciales de cambios de uso del suelo, así como sus factores asociados.

OE3. Examinar la correlación entre la evolución en el tiempo de problemas territoriales como son los asentamientos informales, el desarrollo urbano descontrolado, el avance de la frontera agraria y la pérdida de espacios naturales y el cambio del uso del suelo en Quito y su área metropolitana.

Metodología:

Se realizará la identificación y el análisis de las tendencias de cambios de uso del suelo, con el apoyo de sensores remotos y la creación de una base de datos de asentamientos informales debido a que no es posible identificar dichas zonas mediante el análisis automático de imágenes satélite a diferencia de lo que sucede con los otros problemas territoriales analizados.

La metodología de clasificación se apoyará en los métodos de Machine Learning y datos de sensores remotos (imágenes de satélite).

El uso de técnicas de Machine Learning (ML) permitirá generar la cartografía de US en el periodo 1985-2020 para el área de estudio determinada.

La inteligencia artificial, concretamente Machine Learning (ML), incluyendo random forest, support vector machine, redes neuronales o Markov Model, proporcionan los métodos analíticos necesarios para representar los patrones espaciales.

Resultados esperados:

Se definirá los elementos impulsores de cambio, las denominadas fuerzas impulsoras de cambio (topografía, infraestructura, factores climáticos, demográficos y socioeconómicos) correlacionando con los cambios en el uso del suelo y la conformación de los patrones espaciales resultantes en el territorio.

BOSQUEJO DE ARTÍCULO GUAYAQUIL

Título tentativo:

Predicción del impacto del desarrollo de infraestructuras en los usos y coberturas del suelo. Caso de estudio: Aeropuerto de Guayaquil en Daular, Ecuador.

Objetivo general:

Determinar el impacto a futuro de la implantación de un aeropuerto en Daular (Guayaquil, Ecuador) en las coberturas y usos del suelo mediante el empleo de imágenes satélite y herramientas informáticas libres de geoprocesado y predicción.

Objetivos específicos:

- O1. Determinar las transiciones en el uso y coberturas de suelo en el período 2000 -2020.
- O2. Evaluar los factores impulsores de los cambios de usos de suelo en el período 2000 -2020.
- O3. Proyectar los usos del suelo para el año 2040 considerando las diferentes alternativas viales propuestas por la Municipalidad de Guayaquil.

Problema:

El proyecto de construcción de un nuevo aeropuerto, con una superficie de más de 2000 hectáreas en el territorio de la comuna de Daular, a 26 km de Guayaquil, tendrá capacidad para movilizar a 10 millones de personas. La ausencia de vías adecuadas para permitir una fácil y rápida comunicación desde Guayaquil, ha originado la formulación de algunas alternativas viales por parte de la Municipalidad de Guayaquil que afectarían irremediablemente a áreas naturales de gran valor ecológico y propiciarían la transformación del territorio más inmediato, pues dicha infraestructura atraerá inversiones del sector hotelero y del transporte, así como la construcción de edificaciones destinadas a albergar otros servicios necesarios para el funcionamiento del aeropuerto, modificando sustancialmente las actividades y el soporte territorial.

Metodología:

Como primer paso se identificarán los usos del suelo en la zona de estudio en tres momentos temporales del periodo 2000-2020. Para ello se desarrollará una metodología de clasificación de imágenes satélites empleando métodos de Machine Learning. La comparación de los usos en el periodo permitirá obtener los vectores de cambio de usos del

suelo. En paralelo, se recolectarán capas de información con componente espacial que serán empleadas como variables predictoras de los usos del suelo en el proceso de predicción de usos futuros. Estas variables estarán relacionadas con la orografía, el clima (considerando diferentes escenarios de CC) y las infraestructuras. A partir de la información de usos del suelo, las variables predictoras seleccionadas y el empleo de varias funciones incluidas en el paquete lulcc del software libre R se realizará la predicción de usos del suelo para el 2040 bajo diferentes alternativas viales.

Resultados esperados:

Los resultados de este estudio, en el marco de la construcción de un aeropuerto en Daular, permitirán predecir los costes ambientales y sociales futuros aparejados a diferentes alternativas de acceso a dicha infraestructura. Del mismo modo, se dispondrá de información fundamental para el eficiente despliegue de medidas preventivas de protección de los entornos naturales que pueden verse afectados, así como la planificación de los usos del suelo en dichos entornos para paliar conflictos sociales.

De manera concreta, se espera obtener los siguientes productos cartográficos:

R1. Mapas con las zonas de cambio en el período 2000-2020.

R2. Correlación de los cambios con los factores impulsores: demográficos, económicos y de infraestructura.

R3. Mapas con los cambios de suelo y cobertura vegetal en los escenarios futuros considerados.

Bibliografía de referencia:

Bacior, S. y Prus, B. (2018). Infrastructure development and its influence on agricultural land and regional sustainable development. *Ecological Informatics* 44, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.02.001>

Xu, X.; Zhu, G.; Zhang, C.; Zhao, X.; Li, Y. (2024). Research Progress of the Impacts of Comprehensive Transportation Network on Territorial Spatial Development and Protection. *Land* 13(4), 479. <https://doi.org/10.3390/land13040479>

BOSQUEJO DE ARTÍCULO LOJA

Título tentativo: Detección y monitoreo de asentamientos informales en Loja, Ecuador, utilizando datos abiertos y análisis basado en objetos

Objetivos:

O1. Desarrollar un conjunto de indicadores basados en datos abiertos socioeconómicos y espaciales para detectar la conformación de asentamientos informales.

O2. Analizar la dinámica espacio-temporal de los asentamientos informales en Loja, Ecuador, mediante un enfoque de análisis basado en objetos.

O3. Identificar patrones de consolidación y cambios en el uso del suelo en los asentamientos informales de Loja, Ecuador.

Problemática: La detección de polígonos de asentamientos informales suele ser desafiante, especialmente cuando se trata de análisis espacio temporales. La teledetección multispectral por satélite suele no ser adecuada para ciudades intermedias y pequeñas, donde los polígonos de ocupación residencial en zonas periféricas son de menor tamaño. Por ello un análisis basado en objetos (OBIA), al manejar módulos pequeños de sistemas complejos, permite identificar la conformación y evolución de los asentamientos informales a través del tiempo de manera objetiva y eficaz (Fallatah et al., 2019); haciendo uso de datos abiertos y de información local (Assarkhaniki et al., 2021). Además, este análisis puede ser replicable para otras ciudades intermedias y pequeñas.

Metodología:

O1. Desarrollar un conjunto de indicadores basados en datos abiertos socioeconómicos y espaciales para detectar la conformación de asentamientos informales.	Resultados esperados
<ul style="list-style-type: none">● Desarrollo de indicadores: En base a una revisión de literatura se identifican los indicadores de conformación de asentamientos informales.● Recopilación de datos abiertos: Recopilar y procesar los siguientes datos abiertos para el área de estudio de Loja, Ecuador:<ul style="list-style-type: none">○ Datos censales a nivel de manzana o sector (población, vivienda, nivel socioeconómico, etc.)○ Cartografía de infraestructura y servicios básicos (vías, redes de agua, electricidad, etc.)○ Información geoespacial de elementos relevantes (asentamientos formales, zonas de riesgo, vertientes, etc.)● Selección de indicadores: Identificar y seleccionar un conjunto de indicadores potenciales que puedan reflejar la conformación de asentamientos informales, como:<ul style="list-style-type: none">○ Densidad de población○ Porcentaje de viviendas sin acceso a servicios básicos○ Distancia a asentamientos formales, vías y zonas de riesgo	R1.

<ul style="list-style-type: none"> ○ Pendiente del terreno ○ Proximidad a vertientes y cuerpos de agua ● Análisis estadístico y validación: Realizar un análisis estadístico de los indicadores seleccionados para determinar su capacidad de discriminar entre áreas con y sin asentamientos informales. Utilizar técnicas como regresión logística, análisis de componentes principales o árboles de decisión para identificar los indicadores más relevantes. ● Definición del conjunto final de indicadores: Seleccionar el conjunto final de indicadores que permitan detectar de manera más efectiva la conformación de asentamientos informales en el área de estudio. 	
<p>O2. Analizar la dinámica espacio-temporal de los asentamientos informales en Loja, Ecuador, mediante un enfoque de análisis basado en objetos.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Preprocesamiento de imágenes: Obtener y preprocesar las ortofotos e imágenes Planet Scope del área de estudio, incluyendo correcciones geométricas y radiométricas. ● Segmentación basada en objetos (OBIA): Aplicar un enfoque de segmentación basada en objetos a las imágenes preprocesadas para identificar objetos que puedan representar asentamientos informales. (Mudau & Mhangara, 2023) ● Extracción de características de los objetos: Calcular un conjunto de características para cada objeto segmentado, como tamaño, forma, textura, índices de vegetación, entre otros. ● Clasificación de objetos: Aplicar algoritmos de aprendizaje automático, como Random Forest o SVM, para clasificar el uso del suelo en el área de estudio. Utilizar los indicadores desarrollados en el Objetivo 1 como variables de entrada. ● Análisis espacio-temporal: Realizar un análisis de la dinámica espacio-temporal de los asentamientos informales identificados a lo largo del tiempo, utilizando las imágenes disponibles. Evaluar cambios en la extensión, densidad y patrones de crecimiento de los asentamientos. 	R2.
<p>O3. Identificar patrones de consolidación y cambios en el uso del suelo en los asentamientos informales de Loja, Ecuador.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ● Análisis de consolidación: Evaluar el grado de consolidación de los asentamientos informales identificados en el Objetivo 2 a través de indicadores como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Densidad de construcciones ○ Presencia de infraestructura y servicios básicos ○ Mejoras en las viviendas (materiales, número de pisos, etc.) ○ Detección de cambios en el uso del suelo: Utilizar las imágenes multitemporales para detectar y cuantificar los cambios en el uso del suelo dentro de los asentamientos informales, como: <ul style="list-style-type: none"> ○ Conversión de áreas verdes o terrenos baldíos a áreas construidas ○ Expansión de los asentamientos informales hacia zonas adyacentes ● Análisis de patrones espaciales: Identificar patrones espaciales en 	R3.

<p>la consolidación y cambios de uso del suelo, como:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Agrupación de asentamientos informales ○ Dirección y velocidad de crecimiento ○ Relación con elementos geográficos (vías, ríos, zonas de riesgo, etc.) <ul style="list-style-type: none"> ● Integración de resultados: Integrar los hallazgos del análisis de consolidación y cambios de uso del suelo para comprender mejor los patrones de desarrollo y evolución de los asentamientos informales en el área de estudio. 	
---	--

Resultados esperados:

R1. Indicadores basados en datos abiertos socioeconómicos y espaciales

Validación de los indicadores

R2. Mapas de asentamientos informales.

Evaluación de la precisión y exactitud de la clasificación .

Análisis de la evolución y dinámica espacio-temporal.

R3. Indicadores de consolidación

Análisis de patrones espaciales de consolidación y cambios de uso del suelo

Bibliografía:

- Assarkhaniki, Z., Sabri, S., & Rajabifard, A. (2021). Using open data to detect the structure and pattern of informal settlements: an outset to support inclusive SDGs' achievement. *Big Earth Data*, 5(4), 497–526. <https://doi.org/10.1080/20964471.2021.1948178>
- Fallatah, A.; Jones, S.; Mitchel, D. y Kohli, D. (2019). Mapping informal settlement indicators using object-oriented analysis in the Middle East. *International Journal of Digital Earth*. 12(7) p. 802-824.
- Mudau, N., & Mhangara, P. (2023, September 26). Mapping and Monitoring Informal Settlements Using RS Technologies. In Encyclopedia. <https://encyclopedia.pub/entry/49656>

Entregable V.5.6. Listado de tesis de máster/doctoral que incluyen resultados derivados de este proyecto y descripción del contenido incluido en cada caso (documento) (M14).

En el caso de contar con alguna propuesta hasta la fecha, caso contrario se informará con el avance de la tarea.

Elaborado por:

Fecha de elaboración: 24/06/24

Dra. Monserrath Mejía S
Quito

Dra. Teresa Pérez de Murzi
Guayaquil

Ing. Diego Pacheco (MSc)
Cuenca

Arq. Verónica Muñoz (MSc)
Loja

Ing. Ivonne González (MSc)
Loja