



MAPBIOMAS

VENEZUELA

Apéndice

Módulo MapBiomás Urbano Venezuela (Beta)

Delimitación de Áreas Urbanas y Periurbanas

Colección 3 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo

Equipo responsable:

- Carlos Enrique González
- Carlos Urdaneta
- Edgar Yerena
- Laura Ugas
- Keysha Rodríguez-Ayala
- Jorlenys Roldán

2026

Resumen Ejecutivo

El Módulo Urbano de MapBiomás Venezuela constituye el análisis más completo y detallado de la cartografía histórica de asentamientos humanos realizado en el país hasta la fecha. Ante el marcado vacío de datos censales y geospaciales actualizados en Venezuela, este documento técnico describe la metodología desarrollada para transformar esos vacíos de información en evidencia científica útil para el análisis territorial, así como para caracterizar la dinámica urbana nacional durante las últimas cuatro décadas (1985-2024).

A diferencia de las clasificaciones globales automatizadas, este módulo implementa un enfoque basado en supervisión experta e integración multifuente. Utilizando como referencia el mapa de cobertura terrestre de Esri (10 m), derivado de imágenes Sentinel-2, se refinó la serie histórica de cobertura y uso del suelo (LULC) de la Colección 3, lo que permitió mitigar errores sistemáticos de confusión espectral en zonas de actividad minera y regiones áridas. Como resultado, se identificaron y delimitaron 1.124 Unidades Urbanas (UU), validadas por una red interinstitucional de académicos de la Universidad Simón Bolívar (USB), la Universidad Central de Venezuela (UCV), la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA) y especialistas en sensores remotos.

La principal innovación de este producto radica en su visión multidimensional del territorio, estructurada en tres ejes fundamentales:

1. **Diferenciación territorial:** se delimita con rigor el Área Urbana (AU) consolidada y su Área Periurbana (APU). Esta última se define con base en instrumentos legales, como los Planes Rectores, lo que permite identificar frentes de expansión y procesos de ocupación informal.

2. **Verde urbano y periurbano:** entendido como el conjunto de elementos con cobertura vegetal —parques, espacios recreativos y otros espacios naturales o agrícolas— localizados dentro de las ciudades. En este módulo el verde urbano puede identificarse cuando su superficie supera 1 hectárea.
3. **Análisis de exposición ante amenazas:** el módulo integra capas críticas de sismicidad basadas en datos de la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS), así como variables hidrogeomorfológicas como la pendiente del terreno y la altura sobre el drenaje más cercano (HAND, por sus siglas en inglés), lo que convierte al módulo urbano en una herramienta clave para la gestión del riesgo de desastres.

Presentado en su versión beta, este módulo no solo ofrece una cronología precisa de la urbanización en Venezuela, sino que también constituye una plataforma de ciencia abierta y transparente. Su objetivo es poner a disposición de planificadores, investigadores y sociedad civil datos de alta resolución que contribuyan a un desarrollo territorial más seguro, sostenible y sustentado en evidencia científica.

Contenido

Resumen Ejecutivo	3
Contenido	5
Lista de Figuras	7
Acrónimos y Abreviaturas	7
1. Introducción	9
1.1. Visión general	10
1.2. Área de estudio y definiciones operativas	11
1.2.1. Áreas Urbanas (AU)	12
1.2.2. Áreas Periurbanas (APU)	13
1.2.3. Unidad Urbana (UU): la entidad de análisis	13
1.3. Aplicaciones y valor estratégico del producto	14
1.3.1. Planificación territorial y gobernanza sostenible	14
1.3.2. Gestión socioambiental y resiliencia	14
1.3.3. Gestión integral del riesgo de desastres	15
1.3.4. Democratización de la información y ciencia ciudadana	15
2. Información básica y antecedentes	15
2.1. Contexto histórico y relevancia de las áreas urbanas y periurbanas en Venezuela	16
2.1.1. Contexto histórico del desarrollo urbano	16
2.1.2. Relevancia de las áreas periurbanas	17
2.2. Hacia el módulo MapBiomás Urbano Venezuela (justificación y alcance)	18
2.3. Iniciativas y referentes metodológicos	19
3. Metodología	20
3.1. Insumos y fuentes de información	21
3.2. Definición de criterios y validación por juicio de expertos	22
3.2.1. Red interinstitucional de expertos	22
3.2.2. Aportes críticos de la consulta	22
3.3. Fase de supervisión y aseguramiento de la calidad	23
3.4. Procesamiento y delimitación de Áreas Urbanas (AU) y Periurbanas (APU)	24
3.4.1. Definición del Área Urbana (AU)	24
3.4.2. Delimitación del Área Periurbana (APU)	25
3.4.3. Producto final: capa de Unidades Urbanas (UU)	26
4. Resultados	26
4.1. Caracterización de las Unidades Urbanas (UU)	26

4.2. Análisis del Área Urbana (AU) y del Área Periurbana (APU)	28
4.3. Mejora en la precisión temática y espacial	29
5. Módulo Urbano	29
5.1. Urbanización anual	30
5.2. Períodos de urbanización	31
5.3. Vegetación urbana	32
5.4. Pendiente urbana	34
5.5. Altura sobre el drenaje más cercano	36
5.6. Sismicidad urbana	38
6. Conclusiones	40
7. Referencias	42

Lista de Figuras

Figura 1. Construcción de las Unidades Urbanas.	13
Figura 2. Vista parcial (desde la plataforma) del área urbana de los estados La Guaira, Miranda y Distrito Capital.	32
Figura 3. División del periodo 1985-2024 en quinquenios de urbanización para la ciudad de Maturín, Monagas. Vista desde la plataforma.	34
Figura 4. Visualización (desde la plataforma) de la vegetación en áreas urbanas de la Isla de Margarita, Nueva Esparta.	35
Figura 5. Visualización (desde la plataforma) de la vegetación en áreas periurbanas de Coro, Falcón.	36
Figura 6. Clasificación de la pendiente del terreno en zonas urbanas de Petare, Miranda. Vista desde la plataforma.	37
Figura 7. Clasificación de la pendiente del terreno en zonas periurbanas de la Colonia Tovar, Aragua. Vista desde la plataforma.	38
Figura 8. Clasificación de la proximidad a hidrografía (altura sobre el drenaje más cercano) en el área urbana de San Fernando de Apure, Apure. Vista desde la plataforma.	39
Figura 9. Clasificación de la proximidad a hidrografía (altura sobre el drenaje más cercano) en área periurbana de Cabruta, Guárico. Vista desde la plataforma.	40
Figura 10. Clasificación de la actividad sísmica en parte del eje nororiental venezolano, con la ciudad de Cumaná en el nivel de amenaza más alto. Vista desde la plataforma.	42

Acrónimos y Abreviaturas

ATBD Algorithm Theoretical Basis Document (Documento Base Teórico de Algoritmos).

AU Área urbana.

APU Área periurbana.

DPT División Político Territorial.

FAO Food and Agriculture Organization for the United Nations (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura).

FUNVISIS Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas.

HAND Height Above Nearest Drainage (Altura Sobre el Drenaje más Cercano).

INE Instituto Nacional de Estadística.

INTI Instituto Nacional de Tierras.

LSIGMA-USB Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental de la Universidad Simón Bolívar.

LULC Land Use/Land Cover (Cobertura y uso del suelo).

MINEC Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo.

ONU Organización de las Naciones Unidas.

PDUL Plan de Desarrollo Urbano Local.

POU Planes de Ordenación Urbanística.

POT Planes de Ordenación del Territorio y Uso del Suelo.

SIGOT Sistema de Información Geográfica de Ordenación del Territorio.

UCLA Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado.

UCV Universidad Central de Venezuela.

USB Universidad Simón Bolívar.

UU Unidad Urbana.

1. Introducción

El presente documento, “Apéndice Módulo MapBiomias Urbano Venezuela (Beta), Delimitación de Áreas Urbanas y Periurbanas” constituye la guía metodológica fundamental para el análisis de la dinámica de las áreas urbanas y periurbanas de Venezuela durante el período 1985-2024. A diferencia de otros módulos temáticos de MapBiomias Venezuela, el Módulo Urbano no ejecuta una clasificación espectral primaria independiente; por el contrario, representa una fase de refinamiento, supervisión y delimitación de contornos a partir de la Colección 3 de cobertura y uso del suelo.

Este proceso se fundamenta en un protocolo de supervisión experta y validación multifuente. Como insumo de referencia, se integró el mapa de cobertura terrestre de Esri (2023), un producto de alta resolución espacial (10 m) derivado de imágenes Sentinel-2, con el fin de auditar y optimizar la serie histórica de cobertura y uso del suelo de MapBiomias Venezuela (Colección 3). Esta integración permitió mitigar errores sistemáticos de comisión y omisión, y mejorar la consistencia espacial de los asentamientos detectados.

El resultado es una capa nacional consolidada de 1.124 Unidades Urbanas (UU), que trascienden la clasificación espectral al incorporar atributos de toponimia oficial y jerarquía político-administrativa. Esta estructura de datos no solo delimita el área urbana, sino que también proporciona una plataforma para el análisis geoespacial y la toma de decisiones con un nivel de detalle histórico sin precedentes en nuestro país.

Las UU están conformadas por el Área Urbana (AU) y las Áreas Periurbanas (APU), entendidas estas últimas como espacios dinámicos de transición, tensión y mezcla de usos entre la mancha urbana

consolidada y el área rural (Aguilera-Martínez *et al.*, 2019). Esta delimitación ofrece ventajas estratégicas para la gobernanza y la planificación territorial sostenible. Al definir técnicamente el periurbano, el módulo proporciona bases objetivas para que las administraciones públicas reduzcan la indefinición urbanística y apliquen instrumentos específicos de ordenamiento, como los Planes Rectores compilados por el Instituto Nacional de Tierras (INTI). Esto permite controlar fenómenos como la dispersión urbana (*urban sprawl*) y la ocupación informal, procesos que no solo encarecen la infraestructura pública, sino que también degradan el paisaje y los servicios ecosistémicos.

Finalmente, este esfuerzo técnico, validado por una red interinstitucional de expertos académicos y gremiales, se pone a disposición pública a través del Módulo MapBiomás Urbano Venezuela (versión beta), integrando capas de exposición ante amenazas y vegetación urbana para apoyar una gestión integral del riesgo de desastres.

1.1. Visión general

Como nodo integrante de la Red Panamazónica y Global, MapBiomás Venezuela tiene como misión generar series históricas de mapas de cobertura y uso del suelo (LULC, por sus siglas en inglés), con una resolución espacial de 30 metros (basados en Landsat), para la totalidad del territorio nacional —incluido el estado Guayana Esequiba— desde 1985 hasta la actualidad.

En las versiones anteriores a la Colección 3 de LULC, la representación de los asentamientos humanos se limitaba a las clases funcionales “Uso urbano” y “Otras áreas antrópicas sin vegetación”. Sin embargo, la complejidad del crecimiento de las ciudades venezolanas exigía una

aproximación que trascendiera la detección espectral de materiales de construcción.

El Módulo Urbano de MapBiomás Venezuela surge como una capa de valor agregado diseñada para refinar, caracterizar y detallar el fenómeno urbano desde una perspectiva multidimensional. Este módulo no solo delimita la mancha construida, sino que también segmenta el territorio en Unidades Urbanas (UU), diferenciando con mayor rigor el Área Urbana (AU) consolidada de su Área Periurbana (APU) de expansión.

Más allá de la delimitación geométrica, el módulo integra indicadores críticos de resiliencia y habitabilidad:

- **Verde urbano y periurbano:** evaluación multitemporal de la cobertura vegetal que permite analizar la conectividad ecológica entre los relictos naturales del periurbano y las áreas verdes intraurbanas, fundamentales para la mitigación del efecto de isla de calor urbana, entre otros procesos.
- **Exposición ante amenazas:** de tipo sísmico con base en la zonificación nacional; y asociadas al relieve, expresado mediante la pendiente del terreno, y a la proximidad hidrológica, estimada a través del indicador HAND.

Esta visión integral convierte al módulo en una de las bases de datos geoespaciales más completas sobre el sistema urbano venezolano, proporcionando una herramienta relevante para el monitoreo histórico y la gestión prospectiva del riesgo de desastres y la sostenibilidad.

1.2. Área de estudio y definiciones operativas

El área de estudio abarca la totalidad del territorio de la República Bolivariana de Venezuela. Para capturar la complejidad de los

asentamientos humanos en un marco temporal de 40 años, el módulo trasciende la clasificación espectral básica y establece una jerarquía de definiciones operativas basada en tres componentes fundamentales: las áreas urbanas, periurbanas y la unidad urbana.

1.2.1. Áreas Urbanas (AU)

La esencia de las Áreas Urbanas reside en su configuración espacial ininterrumpida y su persistencia física sobre el territorio. Más que una agregación estadística de datos demográficos, las AU se definen por la consolidación de un tejido morfológico que trasciende las fronteras jurisdiccionales, respondiendo a una lógica de expansión orgánica y funcionalidad sistémica.

Esta "matriz continua" amalgama diversas tipologías de ocupación en una unidad espacial cohesionada. En este sentido, el fenómeno urbano se manifiesta como una realidad territorial unificada —la ciudad real— que desborda la fragmentación administrativa de los límites municipales o distritales —la ciudad legal— mediante procesos de conurbación y consolidación de infraestructuras.

Desde el punto de vista operativo y metodológico, esta definición integra las siguientes clases de la Colección 3 de MapBiomias Venezuela:

- **Uso Urbano (Clase 24):** sectores caracterizados por una alta densidad de estructuras edificadas y una predominancia de superficies impermeabilizadas.
- **Otras Áreas Antrópicas No Vegetadas (Clase 25):** componentes esenciales de la dinámica urbana que incluyen infraestructuras logísticas y funcionales, tales como nodos de transporte, redes viales, complejos industriales, puertos y aeropuertos.

Asimismo, se reconoce la heterogeneidad interna de la matriz urbana. Por ello, también están integradas áreas verdes intraurbanas como componentes funcionales, cuya existencia está condicionada y contenida por la estructura construida circundante.

1.2.2. Áreas Periurbanas (APU)

Representan el espacio dinámico de transición y mezcla de usos entre el área urbana consolidada y el área rural. Esta definición es clave para identificar los frentes de expansión y los procesos de ocupación informal. El APU se delimita mediante criterios de proximidad o áreas de influencia (*buffers*) y, de manera prioritaria, mediante la integración de instrumentos de ordenación territorial, como los Planes Rectores, lo que permite mapear el territorio con potencial de crecimiento de acuerdo con la normativa nacional.

1.2.3. Unidad Urbana (UU): la entidad de análisis

La **Unidad Urbana** es la unidad fundamental de análisis de este módulo. Resulta de la unión topológica del área urbana consolidada y su franja periurbana (**UU = AU + APU**; ver Figura 1).

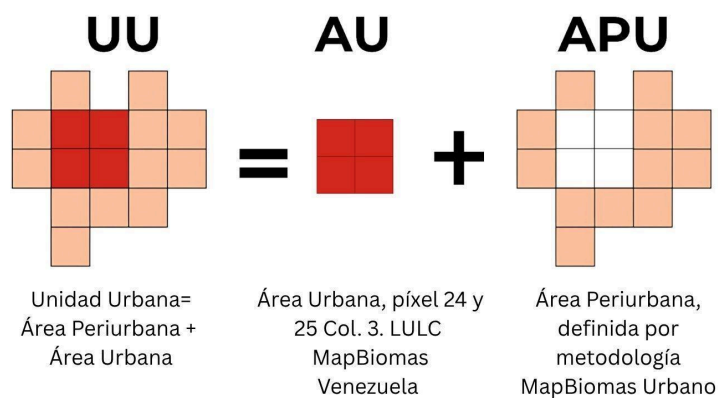


Figura 1. Construcción de las Unidades Urbanas.

Esta definición permite pasar de un análisis de píxeles aislados a un análisis de entidades geográficas con identidad propia, asociadas a una toponimia y jerarquía político-administrativa.

Bajo esta lógica, se consolidaron 1.124 unidades que conforman el sistema de ciudades y centros poblados del país, lo que facilita la comparabilidad estadística y el monitoreo de políticas públicas.

1.3. Aplicaciones y valor estratégico del producto

El desarrollo del Módulo Urbano responde a la necesidad crítica de contar con datos geospaciales actualizados y precisos, cuya ausencia ha limitado históricamente la gestión territorial en Venezuela. Este producto no constituye únicamente una base cartográfica, sino también un insumo técnico orientado a fortalecer los siguientes ámbitos:

1.3.1. Planificación territorial y gobernanza sostenible

- **Toma de decisiones informadas:** proporciona un marco técnico objetivo para el diseño de políticas públicas, permitiendo que las administraciones locales y nacionales basen su planificación en datos reales de expansión urbana y no en estimaciones.
- **Control del crecimiento urbano:** facilita el monitoreo de la dispersión urbana (*urban sprawl*) y de la ocupación en áreas periurbanas, permitiendo la aplicación más efectiva de instrumentos de ordenación territorial, como los Planes Rectores.

1.3.2. Gestión socioambiental y resiliencia

- **Monitoreo del verde urbano y periurbano:** permite apoyar la conservación y gestión de la vegetación urbana y periurbana,

fundamental para mitigar las islas de calor y preservar servicios ecosistémicos en las ciudades.

- **Análisis de impacto multitemporal:** facilita el estudio de cómo el cambio de uso del suelo ha afectado el entorno inmediato de los centros poblados durante los últimos 40 años.

1.3.3. Gestión integral del riesgo de desastres

- **Mitigación de amenazas:** contribuye directamente a la gestión del riesgo de desastres mediante la superposición de la mancha urbana con variables de sismicidad e indicadores hidrogeomorfológicos, como la pendiente del terreno y la altura sobre el drenaje más cercano, lo que permite identificar áreas expuestas a inundaciones o movimientos en masa.

1.3.4. Democratización de la información y ciencia ciudadana

- **Conciencia y participación:** fortalece a la sociedad civil y a las comunidades organizadas al ofrecer una herramienta transparente y de libre acceso para comprender las transformaciones de su territorio.
- **Referente tecnológico:** promueve el uso de la teledetección y de plataformas de *cloud computing*, como Google Earth Engine, como herramientas fundamentales para el mapeo consistente, automatizado y objetivo de las formas urbanas en el país.

2. Información básica y antecedentes

MapBiomás Venezuela es una red colaborativa de especialistas en sensores remotos, sistemas de información geográfica y programación, dedicada al mapeo de la cobertura y uso del suelo en el país. La red de

cocreadores de MapBiomias Venezuela está conformada por organizaciones con amplia trayectoria en la gestión de datos geoespaciales y la conservación ambiental, entre ellas el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental de la Universidad Simón Bolívar (LSIGMA-USB), la organización no gubernamental Provita y la asociación civil Wataniba.

En el caso del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Modelado Ambiental (LSIGMA-USB), se trata de un centro de investigación en geografía digital adscrito al Laboratorio C de la Universidad Simón Bolívar, en Venezuela. Desde 2022 forma parte de MapBiomias Venezuela, asumiendo la responsabilidad de generar las clases de cobertura y uso del suelo en las regiones de los Llanos Centrales y Orientales, así como en la cuenca del Unare y Barlovento. En esta oportunidad, el LSIGMA-USB asumió el rol de mejorar las clasificaciones de “Uso urbano” y “Otras áreas antrópicas sin vegetación”, clases que representan las áreas construidas venezolanas en la Colección 3 de cobertura y uso del suelo de MapBiomias Venezuela, con el fin de desarrollar el módulo urbano en su versión beta para el país.

2.1. Contexto histórico y relevancia de las áreas urbanas y periurbanas en Venezuela

2.1.1. Contexto histórico del desarrollo urbano

La base del sistema urbano venezolano surge de la colonización española, que estableció un patrón de poblamiento ordenado en términos de ubicación y trazado (Martínez, 2006). A finales del siglo XIX, la estructura del país era predominantemente rural y solo tres ciudades —Caracas, Valencia y Maracaibo— superaban los 20.000 habitantes (Bolívar, 2006). A partir del siglo XX, la explotación petrolera transformó el

territorio e impulsó migraciones masivas desde el campo hacia nodos urbanos asociados a la inversión y al gasto público. Esto generó una transición demográfica acelerada: la población urbana pasó de 35 % en 1936 a 83 % en 1981 (Bolívar, 2006).

En la actualidad persiste una marcada asimetría territorial: el eje centro-norte-costero —conformado por Distrito Capital y los estados Miranda, Aragua, La Guaira y Carabobo—, junto con el estado Zulia, concentra 46 % de la población en sólo 9 % del territorio (Bolívar, 2006). Según el último censo nacional de 2011, nueve estados agrupan aproximadamente dos tercios de la población total del país: Zulia, Miranda, Carabobo, Distrito Capital, Lara, Aragua, Anzoátegui, Bolívar y Táchira (INE, 2014). Este crecimiento demográfico, combinado con la limitada disponibilidad de suelo urbanizable y a un marco de planificación, condujo a la expansión urbana hacia las zonas periféricas, consolidando un desarrollo periurbano a menudo asociado con la informalidad y el acceso limitado a los servicios básicos.

2.1.2. Relevancia de las áreas periurbanas

El área periurbana se entiende como el espacio de transición entre el área urbana y el área rural. Con una estructura y un perfil de uso variables, constituye el territorio de crecimiento futuro del área urbana, en el cual pueden desarrollarse actividades urbanas periféricas de forma descontrolada y aleatoria, así como actividades rurales vinculadas funcionalmente con la ciudad.

Delimitar este espacio dinámico de transición y mezcla de usos entre el área urbana consolidada y el área rural (Aguilera-Martínez et al., 2019) ofrece ventajas para la gobernanza y la planificación territorial sostenible.

Al establecer límites técnicos para el periurbano, la administración pública puede reducir la ambigüedad urbanística y facilitar la aplicación de normativas específicas destinadas a regular la dispersión urbana y la ocupación informal; procesos que, de otro modo, incrementan los costos de infraestructura y comprometen la integridad del paisaje.

La definición de estos límites urbanos es fundamental para el monitoreo territorial y el análisis técnico, especialmente en proyectos como MapBiomias. Al establecer una unidad espacial de análisis claramente definida, se fortalece la capacidad de cuantificar tasas de expansión, modelar escenarios futuros y evaluar políticas de conservación. Además, se favorece la comparabilidad estadística internacional y la rendición de cuentas.

2.2. Hacia el módulo MapBiomias Urbano Venezuela (justificación y alcance)

Venezuela enfrenta un vacío crítico de información demográfica y geoespacial actualizada. La ausencia de datos oficiales recientes sobre la expansión urbana ha limitado la capacidad de las instituciones para tomar decisiones informadas, dejando desprotegidas áreas de valor ecológico y agrícola que han sido absorbidas por el crecimiento descontrolado de las periferias.

En este contexto, las clases “**Uso urbano**” y “**Otras áreas antrópicas sin vegetación**” de la Colección 3 de MapBiomias Venezuela (2025) representaron un hito, al constituir la primera aproximación sistemática y multitemporal a la mancha urbana nacional. No obstante, el **Módulo Urbano (versión beta)** surge para elevar ese estándar, pasando de una clasificación de coberturas a una caracterización integral del ecosistema urbano.

El alcance de este módulo se define en tres ejes de transformación:

- **Refinamiento y consistencia histórica:** mediante algoritmos de posprocesamiento y supervisión experta, el módulo optimiza las clasificaciones de LULC y ofrece una cartografía de centros poblados con mayor precisión y nivel de detalle para el período 1985-2024.
- **Multidimensionalidad del dato:** el módulo trasciende la detección de infraestructura al integrar la vegetación intraurbana y variables de exposición ante amenazas. Esto permite reconocer, por primera vez y a escala nacional, áreas críticas frente a amenazas sísmicas e hidrogeomorfológicas, como deslizamientos e inundaciones.
- **Transparencia y actualización continua:** concebido como una herramienta de acceso libre, el módulo plantea una actualización anual de los datos. Esto busca asegurar que investigadores, planificadores y sociedad civil dispongan de una fuente de información actualizada y transparente para estudiar las consecuencias socioambientales de la urbanización.

Con un archivo histórico de 40 años, el Módulo Urbano se posiciona como una herramienta clave para la construcción de ciudades más resilientes y para una gestión del territorio basada en evidencia científica.

2.3. Iniciativas y referentes metodológicos

Para garantizar la interoperabilidad de los datos y el rigor científico, la delimitación de las áreas urbanas y periurbanas en Venezuela se alineó con estándares internacionales y con experiencias previas de la red MapBiomass.

Se adoptó como referente principal el *Manual metodológico para definir ciudades, localidades y zonas rurales* (UE, FAO, ONU-Hábitat, OCDE y

Banco Mundial, 2022). Este estándar internacional propone una definición armonizada que facilita la comparación estadística entre países.

- **Fundamento técnico:** la metodología se basa en una malla de población de 1 km², que clasifica el territorio a lo largo de un continuo urbano-rural mediante criterios de densidad poblacional y contigüidad.
- **Adaptación al módulo:** el uso de este referente permite clasificar las Unidades Urbanas de Venezuela bajo una lógica de “zonas semidensas” y “centros urbanos”, superando la dicotomía tradicional urbano-rural y favoreciendo una caracterización estandarizada y comparable con otros países de la región.

Además, se tomó como referencia la experiencia de MapBiomás Brasil, que ha constituido un pilar técnico y operativo para este proyecto. La evolución desde una clasificación binaria inicial (Colección 1) hasta un módulo avanzado basado en la Colección 9 (1985-2023) sirvió como hoja de ruta metodológica y analítica para el desarrollo del módulo en Venezuela.

3. Metodología

La delimitación de las áreas urbanas y periurbanas en el contexto de MapBiomás Venezuela se concibe como un proceso de refinamiento geográfico y técnico aplicado sobre la clasificación base de cobertura y uso del suelo (LULC). El principal resultado de este módulo es la generación de una capa de información denominada **Unidades Urbanas (UU)**, la cual integra la dinámica espectral histórica derivada de datos satelitales con criterios de planificación territorial y validación experta.

El objetivo central es definir con precisión el contorno de las **Áreas Urbanas (AU)** y las **Áreas Periurbanas (APU)** a escala nacional, estableciendo una jerarquía de centros poblados que permita analizar la expansión urbana más allá de la respuesta espectral del píxel.

3.1. Insumos y fuentes de información

Para alcanzar la precisión requerida en la delimitación del área periurbana, se implementó un enfoque multifuente que trasciende la resolución espacial de la serie Landsat.

- **Fuentes cartográficas globales (línea base de alta resolución):** el insumo primario para la identificación de las “áreas construidas” provino del Mapa de Cobertura Terrestre de Esri (2023). Esta base, derivada de imágenes Sentinel-2 con resolución espacial de 10 metros, permitió capturar texturas urbanas sutiles que sirvieron como marco de referencia para la delimitación periurbana.
- **Fuentes cartográficas locales e institucionales:** se integró la base de datos inti_CARTOINTI_PLANES_RECTORES (INTI, 2005), que compila instrumentos legales de planificación tales como Planes de Ordenación Urbana (POU), Planes de Ordenación del Territorio y Uso del Suelo (POT), Planes de Desarrollo Urbano Local (PDUL) y Planes Rectores. Esta información fue fundamental para dotar a la delimitación de un sustento jurídico y administrativo.
- **Datos auxiliares y toponimia:** se utilizaron las capas de centros poblados (escala 1:250.000) y la División Político-Territorial (DPT), provenientes del Sistema de Información Geográfica de Ordenación del Territorio (SIGOT), del Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo (MINEC), así como del Instituto Nacional de Tierras (INTI). Estas fuentes permitieron asociar correctamente los

nombres oficiales y las jerarquías político-administrativas a cada polígono identificado.

3.2. Definición de criterios y validación por juicio de expertos

Para garantizar la pertinencia territorial y el rigor científico de la delimitación urbana y periurbana, se estableció una red de consulta transdisciplinaria que involucró a instituciones académicas, técnicas y gremiales del país. Este proceso de validación experta no actuó únicamente como una fuente de información, sino también como marco normativo y técnico para la toma de decisiones metodológicas.

3.2.1. Red interinstitucional de expertos

Se contó con la participación de especialistas asociados a los siguientes sectores:

- **Sector académico:** departamentos de Planificación Urbana y Biología de la Universidad Simón Bolívar (USB), Facultad de Arquitectura y Urbanismo e Instituto de Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela (UCV), y el Decanato de Ingeniería Civil y Urbanismo de la Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA).
- **Sector técnico e institucional:** Instituto Nacional de Estadística (INE), Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) y el Centro de Estudios Integrales del Ambiente de la Universidad Central de Venezuela (CENAMB-UCV).
- **Sector gremial y ambiental:** Cámara Inmobiliaria Metropolitana, Consejo Venezolano de Construcción Sostenible, Sociedad de Ciencias Naturales La Salle y la Comisión Mundial de Áreas Protegidas (UICN, por sus siglas en inglés).

3.2.2. Aportes críticos de la consulta

La interacción con esta red permitió:

- **Ajuste de umbrales:** validar que los filtros de superficie — de 4 y 20 ha— son representativos de la morfología de los asentamientos venezolanos.
- **Consenso en la delimitación periurbana:** definir las distancias de las áreas de influencia (*buffers*), entre 250 m y 1.000 m, de acuerdo con la jerarquía político-administrativa y la dinámica de expansión de las ciudades.
- **Integración legal y ambiental:** alinear la cartografía con los instrumentos de planificación territorial, especialmente los Planes Rectores, y con la legislación ambiental vigente.

3.3. Fase de supervisión y aseguramiento de la calidad

Dado que las “áreas construidas” del Mapa de Cobertura Terrestre de Esri (2023) pueden presentar errores de comisión en suelos desnudos o afloramientos rocosos, se aplicó un protocolo progresivo de supervisión y filtrado.

- **Filtrado por superficie crítica:** a partir de un universo inicial de 144.436 polígonos correspondientes a la clase 7 de Esri, se aplicó un primer filtro de superficie para seleccionar únicamente aquellos parches mayores a 4 hectáreas. Esto redujo la muestra a 12.865 polígonos representativos de tejidos urbanos en formación.
- **Criterio de proximidad y conectividad:** sobre los polígonos resultantes del primer filtro, se ejecutó un segundo filtro mediante un análisis de intersección espacial con un radio de búsqueda de entre 250 y 1.000 metros, según la jerarquía político-administrativa, con respecto a la capa oficial de centros poblados (INTI, 2005). Los

polígonos menores de 20 hectáreas que no presentaron proximidad a un centro poblado registrado fueron descartados, eliminando así falsos positivos asociados a infraestructuras aisladas o a errores espectrales del Mapa de Cobertura Terrestre de Esri (2023).

- **Auditoría visual regionalizada:** la muestra final de 5.826 polígonos, resultante de la aplicación del filtro de proximidad, fue sometida a una supervisión visual dividida en cinco regiones geográficas. Mediante imágenes de muy alta resolución espacial (World Imagery de Esri), el equipo de expertos validó la ubicación, identificó la toponimia oficial y verificó la coincidencia con los píxeles 24 (**Uso urbano**) y 25 (**Otras áreas antrópicas sin vegetación**) de la Colección 3 de MapBiomias Venezuela. Este proceso condujo a la consolidación de una capa final de 1.124 unidades urbanas.

3.4. Procesamiento y delimitación de Áreas Urbanas (AU) y Periurbanas (APU)

Una vez obtenida la capa de polígonos validados y supervisados (1.124), se procedió a la estructuración final de las **Unidades Urbanas (UU)** mediante un análisis de superposición de capas de información espacial y lógica booleana. El objetivo de esta fase fue diferenciar el núcleo urbanizado consolidado de su entorno inmediato de expansión.

3.4.1. Definición del Área Urbana (AU)

El Área Urbana consolidada se definió a partir de los datos históricos de la Colección 3 de cobertura y uso del suelo de MapBiomias Venezuela.

- **Insumos:** se utilizaron específicamente los píxeles clasificados como **Uso urbano** (clase 24) y **Otras áreas antrópicas sin vegetación** (clase 25).
- **Procedimiento:** para garantizar la continuidad de la mancha urbana y eliminar fragmentaciones artificiales propias de la resolución de 30 metros, se aplicó la herramienta Eliminar parte del polígono (*Eliminate Polygon Part*), la cual rellena los huecos presentes en los polígonos. Este proceso generó un perímetro urbano sólido y consistente para toda la serie temporal 1985-2024.

3.4.2. Delimitación del Área Periurbana (APU)

La delimitación del Área Periurbana constituye la principal innovación técnica de este módulo, al combinar la mayor precisión espacial de Sentinel-2 con criterios técnicos y administrativos vinculados con la gestión urbana nacional.

- **Generación de áreas de influencia (*buffers*) diferenciadas:** sobre la capa de polígonos de “áreas construidas” supervisadas, derivadas de Esri/Sentinel-2, se aplicó un análisis de proximidad mediante áreas de influencia cuya distancia fue definida según la jerarquía político-administrativa del centro poblado:
 - Capitales de estado: 1.000 metros.
 - Capitales de municipio: 750 metros.
 - Capitales de parroquia: 500 metros.
 - Otros centros poblados: 250 metros.
- **Integración con instrumentos legales:** estas áreas de influencia fueron cruzadas con los polígonos de los Planes Rectores y POU (INTI, 2005). Cuando existía un instrumento legal, este actuó como límite definitivo del crecimiento proyectado.

- **Cálculo de la franja de transición:** para obtener la delimitación precisa del APU, se realizó una resta geométrica entre el conjunto envolvente —basado en áreas de influencia y planes— y el Área Urbana. El resultado fue una franja de borde que representa el área periurbana.

3.4.3. Producto final: capa de Unidades Urbanas (UU)

El resultado de este flujo de trabajo es un archivo vectorial (.shp) de cobertura nacional, estructurado bajo criterios de consistencia topológica, que garantiza la ausencia de solapes y vacíos entre categorías y entre unidades político-administrativas. Este producto contiene los siguientes atributos:

- **Atributos de localización:** nombre oficial (toponimia), estado, municipio y parroquia.
- **Jerarquía:** clasificación según importancia administrativa (capitales, centros poblados, entre otros).
- **Zonificación:** diferenciación clara entre núcleo consolidado (AU) y zona de transición o periferia (APU).

Este producto permite, por primera vez, analizar no sólo cuánto ha crecido el área urbana en Venezuela, sino también hacia dónde se desplaza la frontera urbana con respecto a su planificación legal, mejorando la precisión en el cálculo de métricas espaciales.

4. Resultados

El procesamiento y refinamiento de la información geoespacial contenida en el módulo urbano permitieron consolidar una base de datos geoespacial sin precedentes para Venezuela, caracterizada por la

integración de la dinámica espectral histórica derivada de datos satelitales y de información oficial de planificación territorial.

4.1. Caracterización de las Unidades Urbanas (UU)

Tras la aplicación de los filtros de superficie y proximidad, y la posterior supervisión experta, se consolidó una capa nacional de 1.124 polígonos validados como **Unidades Urbanas (UU)**. Estas unidades representan la diversidad de asentamientos del país y se organizan bajo la siguiente estructura jerárquica:

- **Capitales de estado:** representan los núcleos de mayor consolidación y jerarquía funcional del país. Su relevancia como centros de poder regional y nodos de servicios especializados —como salud, educación superior y banca— se traduce en áreas periurbanas más extensas y complejas, donde la presión sobre el uso del suelo es mayor y la planificación urbana resulta más crítica.
- **Capitales de municipio:** son unidades que actúan como centros de servicios locales y puntos de articulación económica para su entorno inmediato. Presentan una expansión dinámica estrechamente vinculada a los principales ejes viales, funcionando como conectores entre las grandes ciudades y el área rural.
- **Capitales de parroquia:** corresponden a asentamientos menores con categoría administrativa oficial, esenciales para la presencia del Estado en el territorio. Su delimitación permite comprender la base de la red urbana nacional y su papel en la cohesión socioterritorial de regiones menos densamente pobladas.

- **Otros centros poblados:** son pequeños asentamientos que pudieron ser cartografiados e incorporados gracias a la resolución espacial de Sentinel-2 y a la aplicación de criterios de proximidad y superficie (filtros de 4 y 20 ha). Estas unidades, frecuentemente subestimadas o invisibilizadas en clasificaciones globales, son fundamentales para comprender la capilaridad del poblamiento en Venezuela y los frentes de ocupación incipiente.

4.2. Análisis del Área Urbana (AU) y del Área Periurbana (APU)

Uno de los aportes más significativos de este módulo es la diferenciación técnica entre el núcleo urbano consolidado y su franja de influencia inmediata. La delimitación del **Área Periurbana (APU)** permite una lectura multiescalar de la expansión territorial, revelando patrones que suelen quedar ocultos en cartografías binarias de tipo urbano/no urbano.

Los principales hallazgos indican lo siguiente:

- **Área Urbana (AU):** representa el tejido más denso, estable y de alta reflectancia identificado en la serie histórica de la Colección 3 de MapBiomass Venezuela. Esta unidad constituye el núcleo central donde la infraestructura de servicios y la red vial presentan mayor consolidación.
- **Área Periurbana (APU):** definida mediante la integración de áreas de influencia jerarquizadas y la zonificación de los Planes Rectores, esta capa identifica las zonas de transición y de contacto directo con la matriz natural o agrícola. Es en el APU donde se concentran los principales vectores de presión asociados al crecimiento urbano y a la transformación del uso del suelo.

Esta diferenciación metodológica permite observar que, en metrópolis con expansión dinámica, el área periurbana captura de manera efectiva asentamientos espontáneos en zonas de borde carentes de servicios básicos, desarrollos residenciales e industriales en las periferias, y áreas donde el tejido urbano comienza a desarticular ecosistemas locales. Esto facilita la identificación de zonas con alta demanda de instrumentos específicos de ordenamiento territorial.

4.3. Mejora en la precisión temática y espacial

La comparación entre la capa original de cobertura y uso del suelo de MapBiomias Venezuela (Colección 3) y la capa refinada de **Unidades Urbanas** evidencia tres mejoras relevantes:

- **Reducción de errores de comisión:** la supervisión visual de imágenes de World Imagery (Esri) y la aplicación de filtros de superficie permitieron eliminar falsos positivos en zonas mineras del estado Bolívar y en áreas áridas del estado Falcón, donde el algoritmo Random Forest tendía a clasificar erróneamente ciertas superficies como urbanas.
- **Recuperación de asentamientos dispersos:** gracias a la resolución espacial de 10 metros de Sentinel-2, fue posible delimitar áreas periurbanas en centros poblados pequeños que no eran claramente detectables a 30 metros de resolución con Landsat.
- **Consistencia topológica:** el producto final presenta una estructura espacial consistente, sin solapes entre categorías, lo que facilitó su integración en los submódulos de análisis.

5. Módulo Urbano

El Módulo Urbano constituye una plataforma de análisis que trasciende la clasificación básica de cobertura y uso del suelo. Los productos aquí contenidos, generados para el período 1985-2024, permiten una comprensión multidimensional del fenómeno urbano en Venezuela al integrar la dinámica espacial con factores de riesgo ambiental y resiliencia ecológica. A continuación, se describen 6 subproductos disponibles en la versión beta del módulo.

5.1. Urbanización anual

Mapeo de las áreas urbanas año por año, lo que permite calcular tasas de crecimiento específicas por municipio o ciudad (Figura 2). A continuación la descripción de la leyenda del subproducto Urbanización Anual:

- **Uso Urbano:** área de asentamiento humano con infraestructura de entorno construido con edificaciones y vialidad. También incorpora las periferias urbanas que están en constante expansión. En la Amazonía, incluye comunidades indígenas.
- **Otras áreas antrópicas sin vegetación:** áreas desprovistas de cobertura vegetal, compuestas de diversas infraestructuras como: patios industriales, puertos, aeropuertos, represas, aeródromos, principales vías terrestres y otras infraestructuras fuera de áreas urbanas.

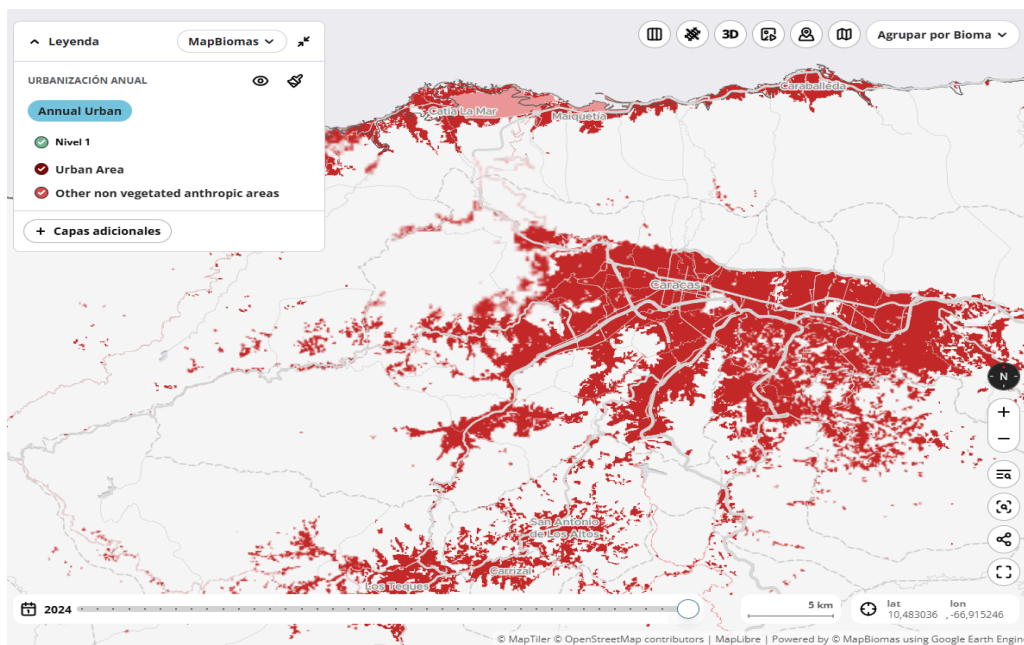


Figura 2. Vista parcial (desde la plataforma) del área urbana de los estados La Guaira, Miranda y Distrito Capital.

5.2. Períodos de urbanización

Síntesis visual que agrupa la expansión urbana en bloques de cinco años, útil para identificar hitos en la transformación del territorio y su relación con contextos socioeconómicos (Figura 3). A continuación la descripción de la leyenda del subproducto Periodos de urbanización:

- **Área Urbanizada hasta 1985:** representa la extensión de las infraestructuras construidas y superficies impermeabilizadas consolidadas al inicio del período de estudio.
- **Área Urbanizada entre 1986 y 1990:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 1985 a la cobertura detectada en 1990, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 1991 y 1995:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la

mancha urbana de 1990 a la cobertura detectada en 1995, aislando el crecimiento neto del período.

- **Área Urbanizada entre 1996 y 2000:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 1995 a la cobertura detectada en 2000, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 2001 y 2005:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 2000 a la cobertura detectada en 2005, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 2006 y 2010:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 2005 a la cobertura detectada en 2010, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 2011 y 2015:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 2010 a la cobertura detectada en 2015, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 2016 y 2020:** superficie incorporada al tejido urbano durante este quinquenio. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 2015 a la cobertura detectada en 2020, aislando el crecimiento neto del período.
- **Área Urbanizada entre 2021 y 2024:** superficie incorporada al tejido urbano en el período final. Resulta de la sustracción de la mancha urbana de 2020 a la cobertura detectada al cierre de la colección, aislando la expansión más reciente.

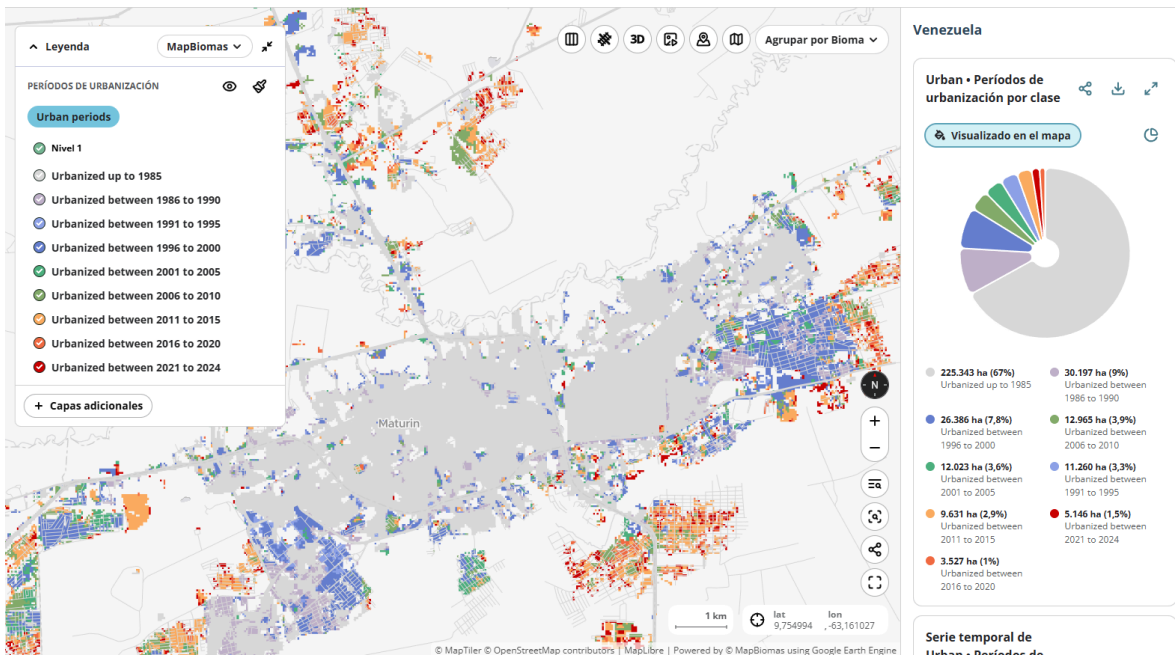


Figura 3. División del periodo 1985-2024 en quinquenios de urbanización para la ciudad de Maturín, Monagas. Vista desde la plataforma.

5.3. Vegetación urbana

A diferencia de otros productos cartográficos globales, este módulo desagrega la vegetación presente dentro y alrededor de las ciudades (Figuras 4 y 5) en cuatro niveles de detalle, lo que permite analizar servicios ecosistémicos urbanos y procesos como las islas de calor.

- **Nivel 1:** delimitación de área urbana (AU) y área periurbana (APU).
- **Nivel 2:** clasificación de cobertura interna (Área sin vegetación y vegetación urbana/periurbana)
- **Nivel 3:** clasificación general de la cobertura vegetal y no vegetal, incluyendo formaciones boscosas, herbazales, áreas agrícolas y superficies sin vegetación, con base en el primer nivel de la leyenda de cobertura y uso del suelo de la Colección 3 de MapBiomas Venezuela.

- **Nivel 4:** caracterización taxonómica y estructural más detallada, por ejemplo, bosques inundables, plantaciones forestales y afloramientos rocosos, basada en el segundo nivel de la leyenda de la Colección 3. Este nivel es especialmente útil para el análisis de la biodiversidad urbana y periurbana.

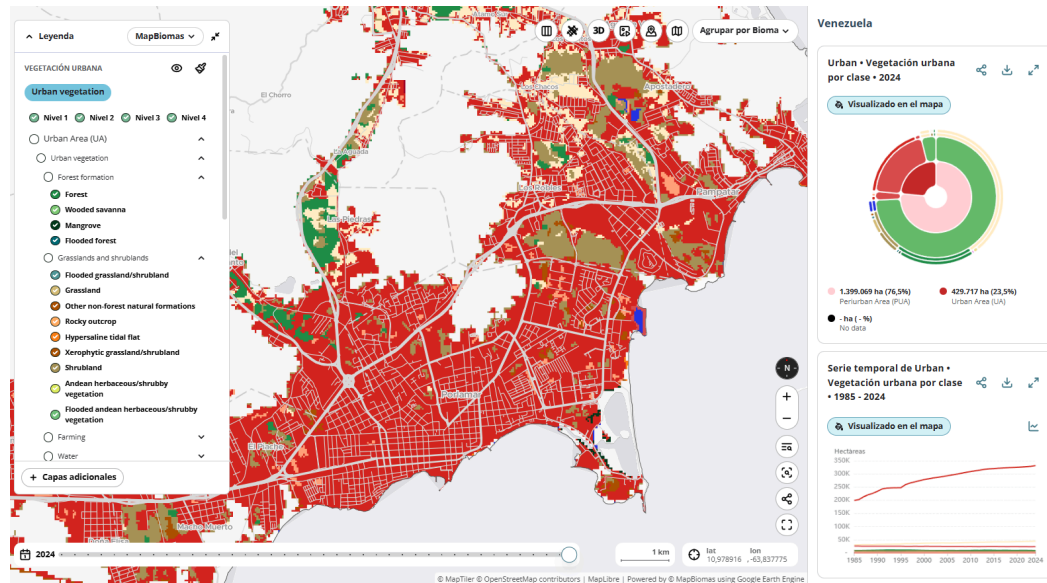


Figura 4. Visualización (desde la plataforma) de la vegetación en áreas urbanas de la Isla de Margarita, Nueva Esparta.

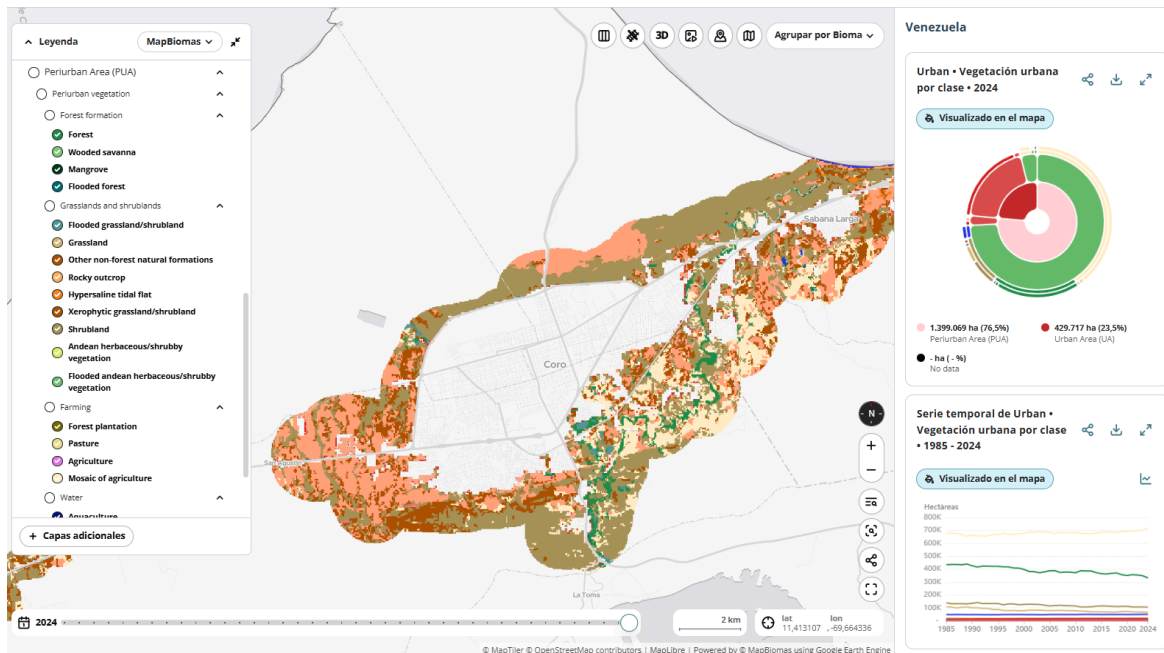


Figura 5. Visualización (desde la plataforma) de la vegetación en áreas periurbanas de Coro, Falcón.

5.4. Pendiente urbana

Clasificación de la pendiente del terreno en porcentaje, dividida en cuatro rangos, los cuales se describen a continuación:

- **Hasta 10 %:** áreas con relieve predominantemente plano a suavemente ondulado. Representan las superficies con menores restricciones físicas para el desarrollo urbano.
- **Entre 10 - 25 %:** áreas con relieve ondulado. Indican zonas de transición donde el desarrollo urbano requiere de intervenciones técnicas moderadas para la adecuación del terreno y drenajes.
- **Entre 25 - 45 %:** áreas con relieve accidentado o de montaña. Estas superficies presentan restricciones significativas para la urbanización.

- **Más del 45 %:** áreas con relieve escarpado o de fuertes pendientes. Representan zonas de alta fragilidad ecológica y geomorfológica, donde la urbanización es limitada o se considera crítica.

Esta capa permite identificar asentamientos, especialmente informales, localizados en terrenos con potencial de inestabilidad de ladera (Figuras 6 y 7).

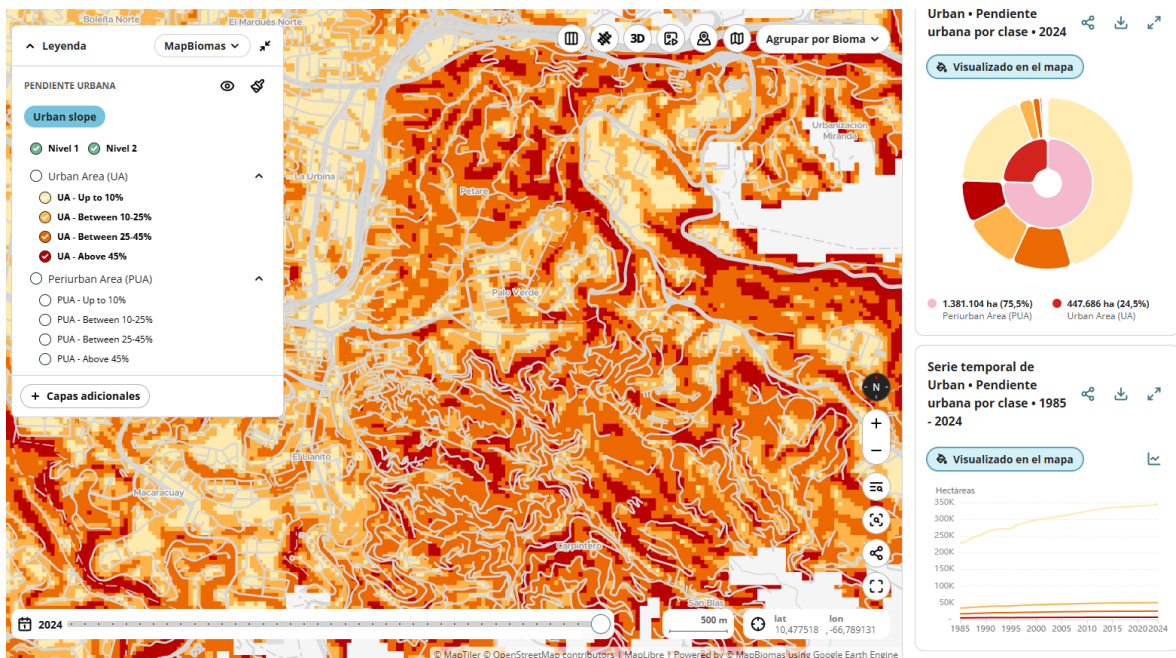


Figura 6. Clasificación de la pendiente del terreno en zonas urbanas de Petare, Miranda. Vista desde la plataforma.

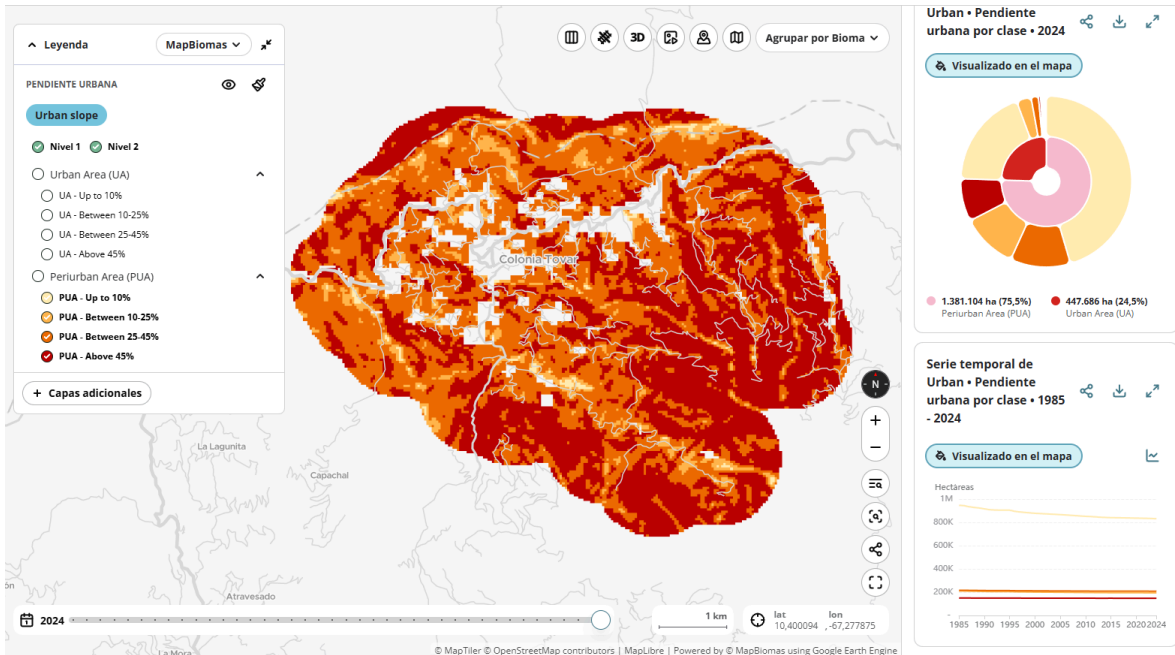


Figura 7. Clasificación de la pendiente del terreno en zonas periurbanas de la Colonia Tovar, Aragua. Vista desde la plataforma.

Fuente de información: Modelo Digital de Elevación del SRTM 30 m (NASA, 2013).

5.5. Altura sobre el drenaje más cercano

Este indicador de proximidad vertical a la red de drenaje más cercana (HAND, por sus siglas en inglés). Categoriza el territorio en tres niveles de amenaza que se describen a continuación:

- **Hasta 3 m:** áreas con una elevación vertical muy baja respecto al cauce de agua más cercano.
- **Entre 3 y 6 m:** áreas de elevación moderada sobre el drenaje.
- **Por encima de 6 m:** áreas con mayor altura relativa respecto a la red de drenaje.

Esta variable permite modelar zonas con posible susceptibilidad a inundación fluvial (Figuras 8 y 9).

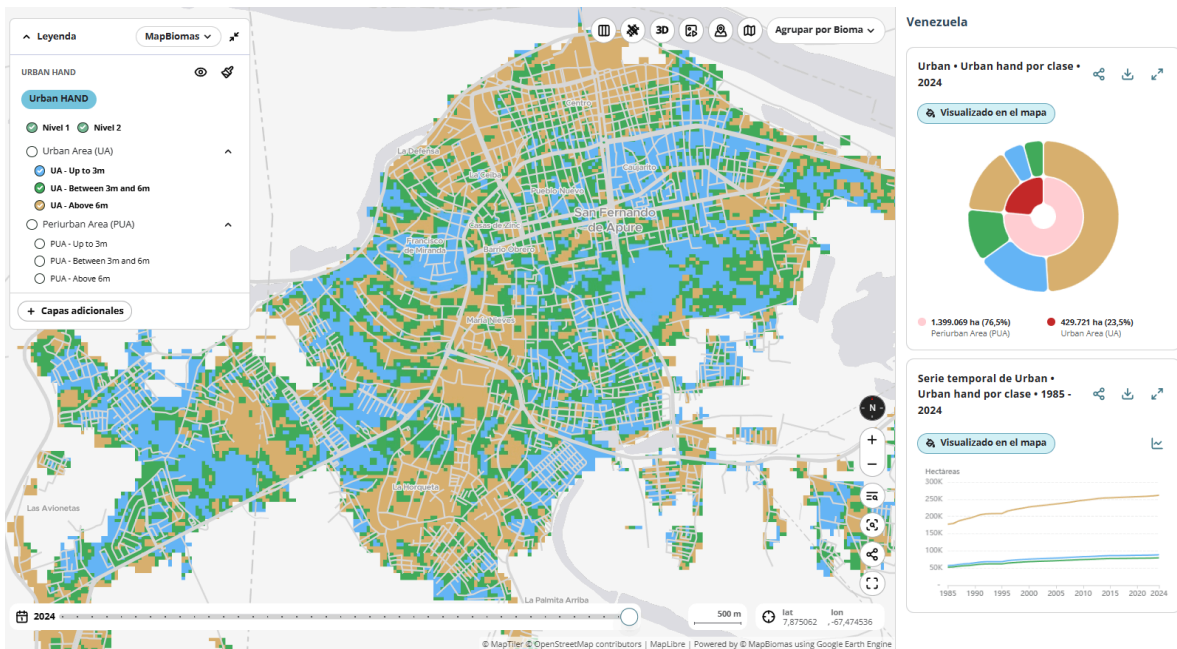


Figura 8. Clasificación de la proximidad a hidrografía (altura sobre el drenaje más cercano) en el área urbana de San Fernando de Apure, Apure. Vista desde la plataforma.

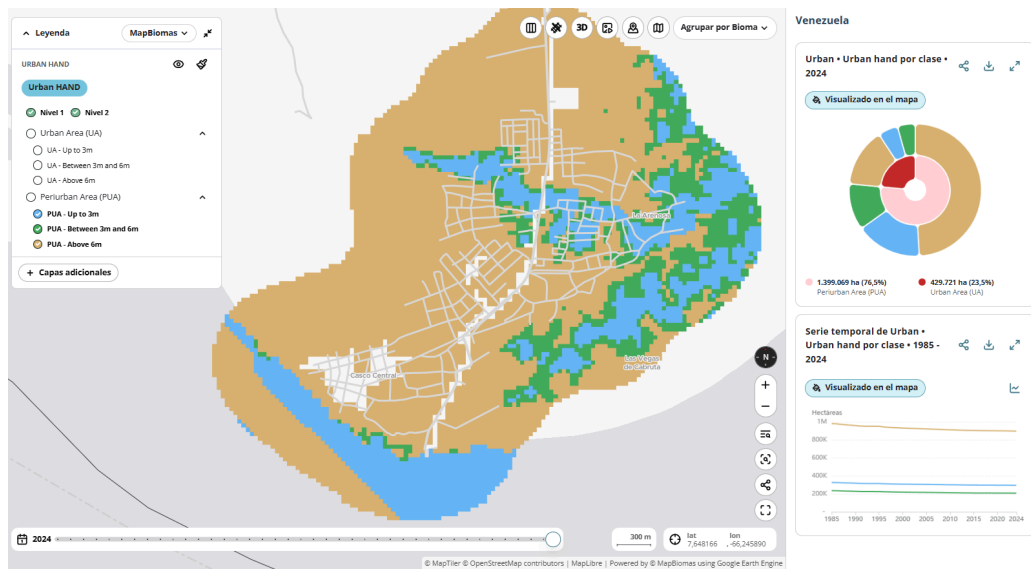


Figura 9. Clasificación de la proximidad a hidrografía (altura sobre el drenaje más cercano) en área periurbana de Cabruta, Guárico. Vista desde la plataforma.

Fuente de información: Altura sobre el Drenaje más Cercano (HAND) (Donchyts *et al.*, 2016).

5.6. Sismicidad urbana

Dada la ubicación de Venezuela en el borde de interacción entre las placas del Caribe y la Suramericana, la sismicidad es una variable crítica para la gestión del riesgo de desastres en áreas urbanas. Este módulo integra la zonificación sísmica nacional, basada en los datos históricos y neotectónicos de **FUNVISIS**, para clasificar las **1.124 Unidades Urbanas** según su nivel de exposición sísmica.

Para una interpretación técnica y estandarizada, se utilizó una escala de amenaza Sísmica categorizada en cinco niveles de criticidad, vinculados directamente a la aceleración máxima esperada del terreno y la proximidad a los sistemas de fallas principales (Boconó, San Sebastián y El Pilar):

- **Muy Bajo:** zona muy alejada de las fallas sísmicas, donde se pueden sentir muy levemente las vibraciones.
- **Bajo:** zona alejada de las fallas sísmicas, pero donde aún pueden llegar vibraciones leves.
- **Moderado:** zona distanciada de las fallas sísmicas, con ocurrencia de sismos y vibraciones moderadas.
- **Alto:** zona cercana a las fallas sísmicas más importantes, con ocurrencia de sismos grandes y vibraciones severas.
- **Muy Alto:** zona muy cercana a las fallas sísmicas más importantes, con ocurrencia de sismos grandes y vibraciones muy intensas.

Esta categorización permite identificar casos críticos donde la expansión urbana y periurbana ocurre sobre suelos con potencial de licuefacción o

cercanía inmediata a trazas de falla, proporcionando un insumo fundamental para la actualización de los planes de ordenamiento y protocolos de protección civil (Figura 10).

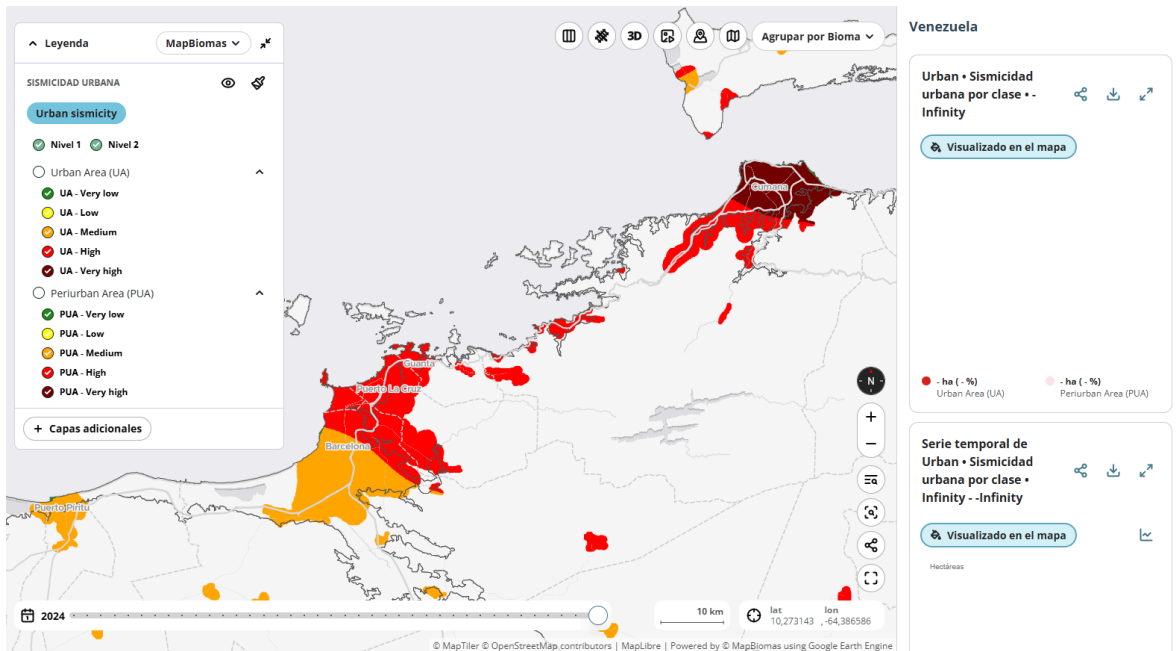


Figura 10. Clasificación de la actividad sísmica en parte del eje nororiental venezolano, con la ciudad de Cumaná en el nivel de amenaza más alto. Vista desde la plataforma.

Fuente de información: Geología y Sismicidad (Singer *et al.*, s.f), Amenaza Sísmica (Hernández y Delgado, 2019) y Cartografía Temática (Coronel *et al.*, 2025).

6. Conclusiones

El desarrollo del Módulo MapBiomás Urbano Venezuela (versión beta) representa un avance relevante en la precisión de la cartografía temática del país. A partir de la implementación de la metodología propuesta y del análisis de los resultados obtenidos, se desprenden las siguientes conclusiones.

En primer lugar, la integración de la capa de polígonos de “áreas construidas”, derivada de Esri/Sentinel-2 y con resolución espacial de 10 metros, como base para la supervisión de la serie histórica de cobertura y uso del suelo de MapBiomás Venezuela, demostró ser una estrategia efectiva. Esta aproximación permitió corregir errores sistemáticos de comisión, especialmente en regiones con firmas espectrales similares a las urbanas, como zonas de actividad minera en el sur del Orinoco y áreas de suelo desnudo en ambientes semiáridos, contribuyendo a que los 1.124 polígonos de la capa de Unidades Urbanas (UU) correspondan a asentamientos humanos reales.

En segundo lugar, la delimitación de las Áreas Periurbanas (APU), fundamentada en criterios legales —como los Planes Rectores— y en áreas de influencia diferenciadas según jerarquía político-administrativa, trasciende la mera observación satelital. Al diferenciar el núcleo consolidado del área urbana de su zona de transición, el módulo ofrece una herramienta útil para la planificación territorial y la gestión del riesgo de desastres, al permitir identificar áreas de expansión donde la presión sobre los ecosistemas naturales y la exposición frente a amenazas puede ser mayor.

Asimismo, la participación de una red de expertos provenientes de universidades y organismos técnicos del país, entre ellos UCV, USB, UCLA,

FUNVISIS e INE, fortalece la solidez técnica del documento. El ajuste de los umbrales de filtrado —4 y 20 hectáreas— a partir del juicio experto, contribuye a que el producto final refleje de forma más fiel la realidad morfológica y político-administrativa de Venezuela, superando las limitaciones de un proceso de clasificación completamente automatizado.

Por otra parte, se obtuvo un producto final con consistencia topológica, sin solapes ni vacíos entre categorías espaciales, lo que facilita su incorporación inmediata en sistemas de información geográfica a escala nacional y regional. En este sentido, el módulo constituye una base para futuros análisis de dinámica urbana histórica, expansión periurbana y evaluación territorial.

Finalmente, los resultados de este proceso se integran en la plataforma del Módulo Urbano como un sistema de información aplicable al análisis territorial. Además del seguimiento de la expansión urbana, esta herramienta incorpora el monitoreo de vegetación urbana y periurbana, así como la caracterización de variables físicas relevantes, entre ellas la pendiente del terreno, sismicidad y altura sobre el drenaje más cercano. En conjunto, MapBiomás Venezuela pone a disposición una base de datos geoespacial robusta y transparente, orientada a fortalecer la planificación y la toma de decisiones basadas en evidencia científica.

7. Referencias

1. Aguilera-Martínez, F. A., et al. (2019). *Concepto de borde, límite y frontera desde el espacio geográfico. El borde urbano como territorio complejo: reflexiones para su ocupación*. Universidad Católica de Colombia.
2. Bolívar, M. (2006). La población venezolana, su dinámica y su distribución espacial. En Fundación Empresas Polar (Ed.), *GeoVenezuela*. Fundación Empresas Polar. https://bibliofep.fundacionempresapolar.org/media/1024/gv_t3_c23_p168_255_lres_single_preview.pdf
3. Coronel, G., López, O., Giménez, V., Suárez, E., Rojas, R. y González, A. (2025). *Cartografía temática*. Centro de Ingeniería Sísmica (CISIS), Instituto de Materiales y Modelos Estructurales (IMME), Universidad Central de Venezuela.
4. Donchyts, G., Winsemius, H., Schellekens, J., Erickson, T., Gao, H., Savenije, H. H., y Van de Giesen, N. (2016). *Global 30 m Height Above the Nearest Drainage (HAND)* [Capa de información geoespacial]. *Geophysical Research Abstracts*, 18, EGU2016-17445-3.
5. Esri. (2023). *Esri 10-Meter Land Cover (2017-2022)* [Capa de información geoespacial]. Sentinel-2 Land Cover Explorer. <https://livingatlas.arcgis.com/landcoverexplorer/>
6. Hernández, J. y Delgado, J. (2019). *Amenaza sísmica*. Grupo de Trabajo de Sismorresistencia. Norma Covenin 1756-1:2019.
7. Instituto Nacional de Estadística (INE). (2014). *XIV Censo Nacional de Población y Vivienda. Resultados del total nacional de la República Bolivariana de Venezuela*. <https://ine.gob.ve/wp-content/uploads/2024/09/Censo-Nacional-2011.pdf>

8. Instituto Nacional de Tierras (INTI). (2005). *Planes Rectores e Instrumentos Normativos Oficiales* [Capa de información geoespacial].
9. MapBiomias Venezuela. (2025a). *Colección 3 de los mapas anuales de cobertura y uso del suelo de Venezuela (Versión 1.0)* [Capa de información geoespacial]. <https://venezuela.mapbiomas.org/>
10. MapBiomias Venezuela. (2025b). *Documento Base Teórico de Algoritmos (ATBD): Colección 3 de los mapas anuales de cobertura y uso del suelo de Venezuela (1985-2024) (Versión 1.0)*. Proyecto MapBiomias. <https://venezuela.mapbiomas.org/acceda-a-los-atdbs/>
11. Martínez, N. (2006). La población venezolana y su concentración urbana. En Fundación Empresas Polar (Ed.), *GeoVenezuela*. Fundación Empresas Polar. https://bibliofep.fundacionempresaspolar.org/media/1024/gv_t3_c23_p168_255_lres_single_preview.pdf
12. NASA JPL. (2013). *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Digital Elevation Data Version 3.0* [Capa de información geoespacial].
13. Singer, A., Audemard, F., Rendón, H., Rodríguez, L., Romero, G., Alvarado, L. y Paolini, M. (s.f.). *Geología y sismicidad*. Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS).
14. Unión Europea, FAO, ONU-Hábitat, OCDE y Banco Mundial. (2022). *Aplicación del grado de urbanización: manual metodológico para definir ciudades, localidades y zonas rurales para comparaciones internacionales*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/12/ks-02-20-499-en-n.pdf>

Forma de citar este documento

MapBiomias Venezuela. (2026). Apéndice: Módulo MapBiomias Urbano Venezuela - Delimitación de las Áreas Urbanas y Periurbanas (Versión beta). En Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD): MapBiomias Venezuela - Colección 3 (Versión 1). [\[Enlace o DOI si estuviera disponible\]](#).

Forma de citar las colecciones de datos

MapBiomias Venezuela. (2026). *Versión beta de la serie anual de mapas de expansión urbana de Venezuela*. MapBiomias Venezuela. DOI pendiente.

Los datos de MapBiomias son públicos, abiertos y de libre uso, incluidos fines comerciales, bajo la licencia Creative Commons Attribution (CC-BY).