

Manual de Usuario Atlas Urbano

Documento Técnico

Junio 2026

Tabla de contenido

Acceso y licencia	2
1. Resumen.....	3
2. Especificaciones del producto.....	4
2.1 Información general.....	4
2.2 Descripción del producto.....	4
2.3 Formato del producto.....	7
2.4 Contenido del producto.....	7
2.5 Capas del producto	8
2.6 Atributos de metadatos.....	9
3. Resumen metodológico	11
Referencias.....	15

Acceso y licencia

Archivos disponibles en <https://www.copernicuslac-chile.eu>

Licencia: Open & Free Data - CopernicusLAC.

Citación recomendada:

- **Manual de usuario:** "CopernicusLAC Chile. (2025). *Manual de Usuario: Atlas Urbano para Latinoamérica y el Caribe (Versión 1.0)*. <https://www.copernicuslac-chile.eu>"
- **Datos:** "CopernicusLAC Chile. (2025). *Atlas Urbano para Latinoamérica y el Caribe (Versión 1.0)* [Conjunto de datos]. <https://www.copernicuslac-chile.eu>"

1. Resumen

El presente documento describe una versión del servicio de Atlas Urbano, específicamente diseñada para la región de América Latina y el Caribe (LAC), el cual responde a la necesidad de generar información geoespacial de las coberturas y usos de suelo urbano en donde se represente la realidad de cada país de la región, con el fin de monitorear, gestionar y destinar recursos para mejorar las condiciones urbanas, además de contribuir al Objetivo de Desarrollo Sostenible relacionado con generar ciudades sostenibles (ODS 11).

El producto de Atlas Urbano ofrece una clasificación a resolución de 10m. en las áreas urbanas capitales de los países de la región, el cual se encuentra adaptado a sus necesidades, tomando como base las clasificaciones realizadas por el Urban Atlas (European Commission, 2011) desarrollado para el territorio europeo. La adaptación de estas clases se basó en la disponibilidad de datos para cada categoría, además de su representación a la escala de 10 m. La información utilizada corresponde principalmente a datos de Observación de la Tierra y conjunto de datos locales y auxiliares, según la situación de disponibilidad de datos geoespaciales de cada país.

El conjunto de información geoespacial elaborado para las ciudades de la región, junto con las imágenes multiespectrales de Sentinel-2 se elaboraron dos modelos de aprendizaje automático para resolver la detección de estructuras de mayor detalle, cómo son las calles y edificios, y por otra parte, las otras clases propuestas que requieren mayor información contextual para mejorar el rendimiento de la segmentación.

Se definió un conjunto armonizado de clases generales de uso y cobertura del suelo, donde la integración de estas con información provista por instituciones nacionales y regionales permitió entrenar modelos de aprendizaje automático supervisado, basados en grandes volúmenes de imágenes multiespectrales Sentinel-2 del programa Copernicus, remuestreadas a una resolución espacial de 10m.

Las futuras versiones del producto buscarán refinar y ampliar los niveles de clasificación, avanzando hacia una estructura jerárquica de hasta dos niveles de detalle, que permita distinguir con mayor precisión las diferentes estructuras urbanas. Este proceso apunta a consolidar un servicio robusto, interoperable y sostenible en el tiempo, mediante la colaboración constante con instituciones de la región buscando generar una herramienta sólida para mejorar la planificación territorial de América Latina y el Caribe.

2. Especificaciones del producto

Este capítulo detalla las especificaciones técnicas del producto Atlas Urbano para América Latina y el Caribe, organizadas en los siguientes aspectos: información general del producto, descripción de su contenido temático, formato de distribución, estructura de capas y atributos de metadatos. Esta documentación está orientada a facilitar la correcta descarga, integración y uso del producto en sistemas de información geográfica y plataformas de análisis territorial.

2.1 Información general

La presente subsección reúne los parámetros técnicos fundamentales que caracterizan el producto Atlas Urbano para América Latina y el Caribe. Esta información permite al usuario conocer los atributos operativos del producto antes de su descarga e integración en proyectos de análisis territorial y planificación urbana. La Tabla 1 concentra los atributos generales del producto, incluyendo nombre, versión, sensor fuente (Sentinel-2 u otros), resolución espacial (por ejemplo, 10m.), periodicidad, formato de distribución (Shapefile y GeoTIFF), nivel de procesamiento, esquema de clasificación, sistema de referencia de coordenadas y extensión de cobertura regional sobre las capitales nacionales de América Latina y el Caribe.

Tabla 1. Información general del producto Atlas Urbano.

Producto	Mapa Atlas Urbano para América Latina y el Caribe
Resolución espacial	0.000089° (~10m. en la línea del ecuador)
Resolución temporal	Anual
Variable	Uso de suelo urbano
Formato	Geotiff / Shapefile
Cobertura geográfica	33° norte, -60° sur, -123° oeste y -25° este
Cobertura temporal	2020 a 2024. (Dataset histórico en producción)

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Descripción del producto

El Atlas Urbano para América Latina y el Caribe, se centra en las capitales regionales presentadas en la Tabla 2. Estas ciudades abarcan 38 teselas de Sentinel-2 Nivel 2A, cada una con una extensión de 110x110 kms. y una resolución espacial remuestreada a 10m. (Figura 1). Estas teselas constituyen la base espacial operativa sobre la cual se generan las clasificaciones urbanas.

Tabla 2. Capitales nacionales consideradas para la elaboración del Atlas Urbano.

País	Ciudad
Brasil	Brasilia
Bolivia	La Paz
Chile	Santiago
Ecuador	Quito
Perú	Lima
Paraguay	Asunción
Argentina	Buenos Aires
Uruguay	Montevideo
México	Ciudad de México
Guatemala	Guatemala
Islas Caimán	George Town
Costa Rica	San José
Aruba	Oranjestad
Panamá	Panamá
El Salvador	San Salvador
Granada	Saint George's
Surinam	Paramaribo
Guayana Francesa	Cayena
Santa Lucía	Castries

País	Ciudad
Honduras	Tegucigalpa
Nicaragua	Managua
Belice	Belmopán
Islas Turcas y Caicos	Gran Turca
Jamaica	Kingston
Haití	Puerto Príncipe
República Dominicana	Santo Domingo
Colombia	Bogotá
Bahamas	Nassau
Cuba	La Habana
Venezuela	Caracas
Trinidad y Tobago	Puerto España
Guyana	Georgetown
Puerto Rico	San Juan
Anguila	The Valley
Antigua y Barbuda	Saint John's
Martinica	Fort-de-France
Barbados	Bridgetown

Fuente: Elaboración propia.

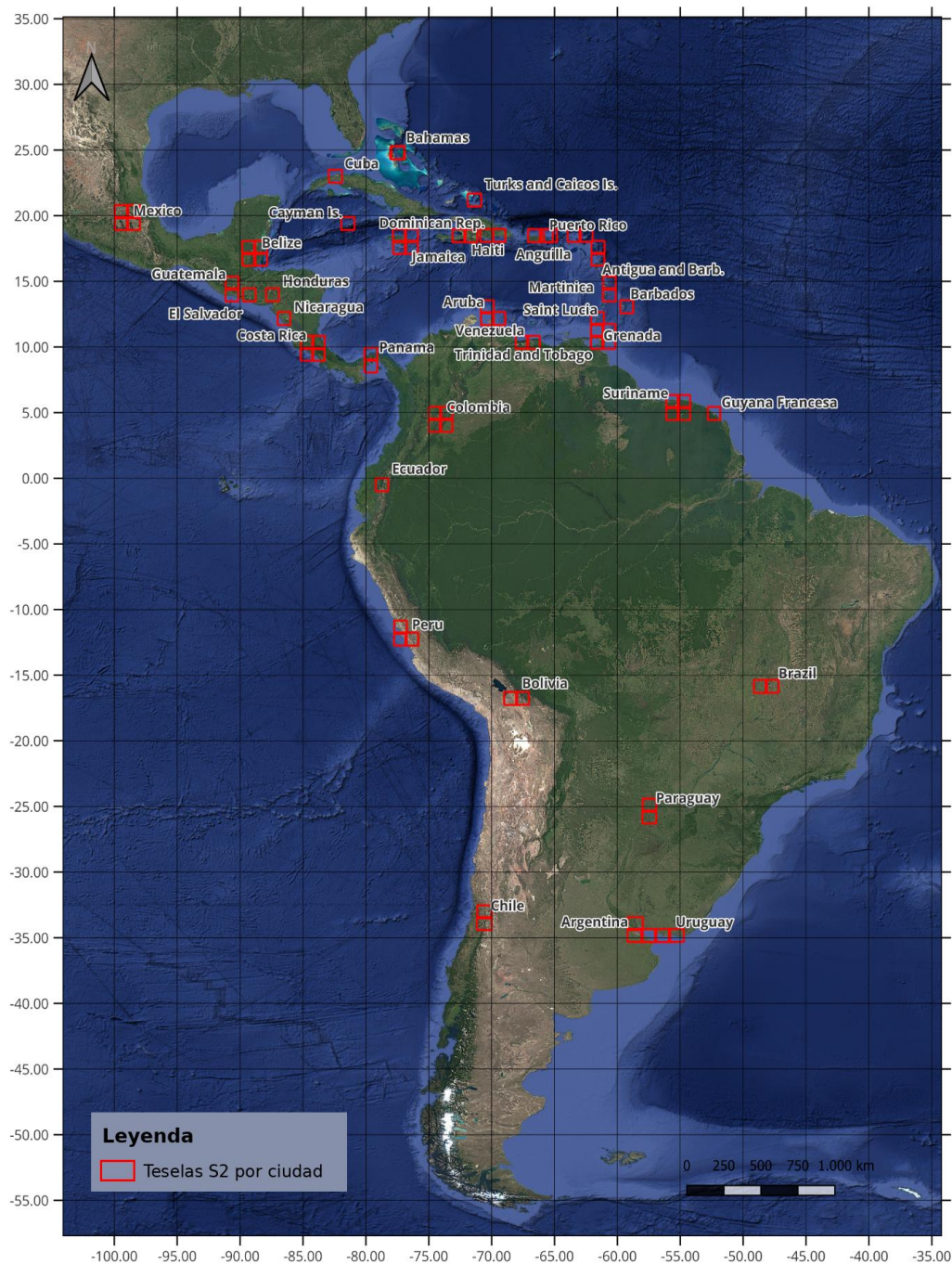


Figura 1. Cobertura de teselas Sentinel-2 utilizadas por ciudad. Fuente: Elaboración propia.

2.3 Formato del producto

Archivo descargable desde la plataforma en formato vectorial (Shapefile) y archivo ráster (Geotiff).

Shapefile: Al descargar el producto el usuario obtiene un archivo comprimido (.zip) que contiene:

- Los componentes estándar del formato (.dbf, .prj, .shp, .shx).
- Un archivo adicional en formato CSV que actúa como diccionario de clases, incluyendo los códigos, nombres y descripciones asociados al esquema de clasificación utilizado.

Geotiff: Al descargar el producto el usuario obtiene los archivos:

- Ráster por tesela (.tiff), siguiendo la convención de nombres definida anteriormente.
- Tesela Ráster Virtual (.vrt) que actúa como mosaico general para la visualización y procesamiento continuo del área solicitada.

Este esquema de distribución permite tanto el análisis local como la integración fluida en proyectos GIS mediante mosaicos virtuales.

2.4 Contenido del producto

El visor del servicio de Atlas Urbano permite visualizar un mapa de clasificación discreta que representa 11 clases, derivadas de la clasificación propuesta por Urban Atlas (European Commission, 2011) y adaptado a la realidad de América Latina y el Caribe. El producto considera una resolución espacial de 10m., garantizando consistencia en la interpretación regional.

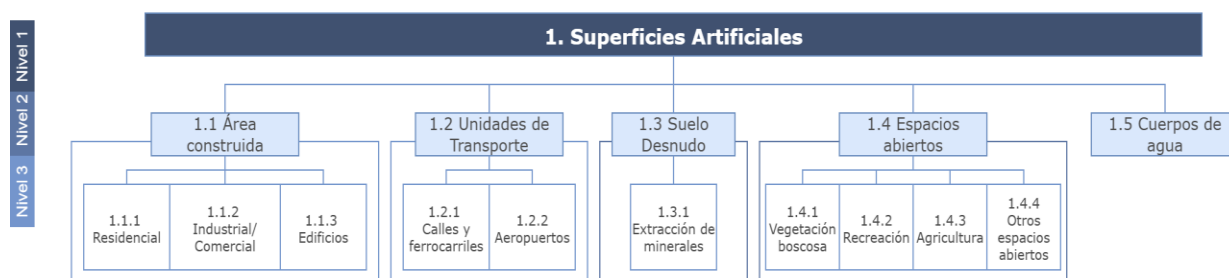


Figura 2. Esquema de clases propuestas para Atlas Urbano. Fuente: Elaboración propia.

2.5 Capas del producto

En el visor del servicio de Atlas Urbano es posible visualizar un mapa compuesto por valores discretos que representan 11 clases de uso y cobertura de suelo, mediante la adaptación propuesta por el servicio de monitoreo terrestre de Europa. Este producto posee una resolución espacial de 10m. A continuación se presenta la tabla oficial de definiciones, adaptada a partir de la guía de mapeo del servicio de Europa, utilizada como referencia para la clasificación regional.

Tabla 3. Descripción de clases presentes en Atlas Urbano.

Código Vector/ráster	Nomenclatura	Información adicional
4096	Superficies Artificiales	Corresponden a superficies que cuentan con intervención antrópica, excluyendo el uso de suelo agrícola. Se consideran las áreas con estructuras artificiales y superficies con vegetación natural presente en equipamiento urbano, como parques, plazas y arbolado urbano, y la vegetación artificial presente principalmente en equipamiento deportivo. Las superficies asociadas no selladas y con vegetación son áreas funcionalmente relacionadas con actividades humanas, excepto la agricultura.
4368	Zona residencial	Corresponden a un uso predominantemente residencial, independiente de su esquema habitacional. Logra incluir los distritos comerciales centrales (CBD) siempre que exista un uso residencial parcial.
4384	Zona industrial/comercial	Suelo que presenta edificios y/o estructuras artificiales con uso no residencial, es decir, industrial, comercial o relacionados con el transporte y almacenamiento son dominantes.
4400	Edificaciones	Corresponden a estructuras artificiales con un destino de uso desconocido, pueden ser edificaciones aisladas y edificios asociados.
4608	Unidades de Transporte	Para el caso de las unidades de transporte y terrenos asociados se consideran rutas terrestres, rutas de servicios y terrenos asociados a aeropuertos, ferrocarriles, puertos, entre otros.
4624	Calles y ferrocarriles	Se consideran carreteras principales, autopistas, ejes residenciales y áreas de servicio.
4640	Aeropuertos	Se consideran las instalaciones del aeropuerto: pistas, edificios y terrenos asociados.

36864	Suelo Descubierto	La detección de superficie de suelo descubierta presenta un alto valor dentro de la planificación urbana y gestión del espacio público, principalmente porque estos representan potenciales sitios de edificación, botaderos establecidos o no oficiales, o sitios de extracción minera cercanos a las urbes pero sin presencia predominante de edificios.
37120	Extracción de minerales	Corresponde a sitios de extracción a cielo abierto, ya sean extracción de arenas o canteras, visibles según la unidad MinMU. Considera, además, sitios de vertederos de distinto dominio (públicos, privados, legales o ilegales), y su terreno asociado (puede incluir zonas vegetadas u áreas de servicio).
5120	Espacios Abiertos	Corresponde a suelo principalmente exento de construcciones, considera las áreas verdes urbanas además de las áreas de uso agrícola y silvestre.
5168	Recreación	Se consideran instalaciones deportivas y de ocio como, canchas de pasto sintético, campos de golf, hipódromos, parques urbanos, zoológicos o bandejones verdes que cumplan con las unidades mínimas de mapeo, entre otros.
5152	Agricultura	Dentro de las áreas urbanas se reconoce actividad antrópica asociada a cultivos, huertos y plantaciones que se encuentran de forma extensiva o en presencia de una capa importante de vegetación natural.
5136	Vegetación boscosa	Áreas ocupadas por bosques y zonas arboladas, con un patrón de vegetación extenso y denso, presente en las áreas urbanas.
5184	Otros espacios abiertos	Tierras abandonadas con arbustos; Pendientes empinadas y arbustivas de zonas erosionadas; pastos en proceso de colonización natural; vegetación silvestre; vegetación escasa, entre otros.
45056	Cuerpos de agua	Considera todos los cuerpos de agua y cursos de agua, naturales (ríos, lagos, lagunas, humedales) o artificiales (embalses, piscinas, piscinas de relave), que cumplan con la unidad mínima de mapeo cartográfico.

Fuente: Elaboración propia.

2.6 Atributos de metadatos

Los Geotiffs se describen a nivel de archivo (Tabla X) y a nivel de banda (Tabla XX):

Tabla 4. Metadatos de Geotiff a nivel de archivo.

Atributo	Descripción	Ejemplo		
Copyright	Aviso de Copyright	CopernicusLAC Chile 2025/ data referencial		
Tipo de datos	tipo de datos	UInt16 - Entero natural de 16 bits		
Formato imagen	Metadatos del controlador de GDAL	GeoTIFF		
		Shapefile		
Sistema de referencia de coordenadas	SRC utilizado	EPSG:4326 - WGS 84		
Unidades	Unidades de mapa	Lat/long (geográfico)		
Tamaño píxel	Resolución espacial en grados	-8,83E+13		
		-8,83E+13		
Leyenda	Clases en base a la Numeración con base hexadecimal	Clase	Nivel	Número decimal
		Superficies artificiales	1	4096
		Zona Residencial	2	4368
		Zona Comercial/ Industrial	2	4384
		Edificaciones	2	4400
		Unidades de transporte	1	4608
		Calles y ferrocarriles	2	4624
		Aeropuertos	2	4640
		Suelo Desnudo	1	36864
		Extracción de minerales	2	37120
		Espacios Abiertos	1	5120
		Vegetación boscosa	2	5136
		Agricultura	2	5152
		Recreación	2	5168
		Otros espacios abiertos	2	5184

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Metadatos de Geotiff a nivel de banda,

Atributo	Descripción	Ejemplo
Descripción	Nombre de Banda	Banda 1
noData Value	Valor usado para representar pixeles sin información o sin clase definida	0
Offset	offset a aplicar a los datos	NA
Escala	escala a aplicar a los datos	NA
Tabla de color	Información de representación de color	RGB

Fuente: Elaboración propia.

3. Resumen metodológico

Para el producto Urban Atlas, se propone un esquema de clasificación con 11 clases de cobertura y uso del suelo, que incluyen: Zona residencial, Zonas industrial/comercial, Otras edificaciones, Calles y ferrocarriles, Aeropuertos, Vegetación boscosa, Agricultura, Recreación, Otros espacios abiertos, Extracción de minerales, y Cuerpos de agua. Las imágenes satelitales utilizadas corresponden a medianas anuales de Sentinel-2 para cada ciudad, además de tener filtros de nubosidad local, dependiendo la complejidad de la zona a estudiar. Las imágenes se utilizaron por separado como archivo multibanda para sus resoluciones de 10m. (B02, B03, B04, B08) y sus resoluciones de 20m. (B05, B06, B07, B8A, B11 Y B12) esto para la obtener información a nivel de píxel y su contexto espacial, para el producto final las bandas se remuestrea a la resolución mínima del producto, obteniendo un producto a 10m.

Con respecto a la preparación de los datos para la aplicación de los modelos, se seleccionaron conjuntos de datos para la fase de entrenamiento, siendo estos una combinación de OpenStreetMap (OSM, 2023), Open Buildings (Google Research, 2023) y Microsoft's Building Footprints (2022) donde se armonizaron las clases de cada una de estas capas según las equivalencias de las clases propuestas para el Atlas Urbano. Además de datos provenientes de instituciones gubernamentales de distintos países de la región, este conjunto proporciona anotaciones globales consistentes y de alta calidad para edificaciones y uso del suelo. Esta información, satelital y fuentes de datos mencionadas, se extrajo para 30 ciudades capitales y ciudades intermedias de la región, utilizando como referencia el año 2023, con el objetivo de capturar la diversidad y variabilidad considerando sus diferentes tamaños, contextos geográficos y patrones de desarrollo en América Latina y el Caribe. Para

los datos de entrenamiento y para las imágenes satelitales se crearon parches etiquetados de 192 x 192 píxeles para el conjunto de datos de resolución de 10m. y de 96 x 96 píxeles para el conjunto de datos de resolución de 20m.

El esquema de trabajo se dividió en la aplicación de dos modelos de arquitecturas complementarias de aprendizaje profundo, **HRNet (High-Resolution Network)**, utilizada por separado para detectar elementos estructurales como carreteras e infraestructuras urbanas principales, manteniendo alta resolución espacial en toda la red para mejorar la detección de bordes y detalles, (Johnson et al., 2022); el otro modelo corresponde a uno para responder correctamente a la detección de superficies delgadas y de menor superficie, como edificios y la clase calles y red ferroviaria; y otro modelo **SFANet (Spatial Feature Aggregation Network)** basada en U-Net con un backbone de EfficientNet-B3 (Tan & Le, 2019), el cual fue preentrenado con un conjunto de datos de ImageNet-1k (Deng et al., 2009). Para este caso, fue empleada para clasificar las clases restantes del Atlas Urbano, sin considerar ejes estructurantes y edificios. Se seleccionó ya que logra integrar información contextual y jerarquías espaciales para mejorar el rendimiento de la segmentación semántica en paisajes urbanos heterogéneos (Hwang et al., 2024). Para el entrenamiento se incluyeron estrategias para manejar el desbalance entre clases, utilizando una función de pérdida focal y pesos híbridos para dar mayor importancia a categorías subrepresentadas como es el caso de “aeropuertos” y “extracción de minerales”. La división del conjunto de datos de entrenamiento corresponde al 80% de entrenamiento, y 20% datos de prueba. Donde se evaluaron las métricas de precisión y F1-score obteniendo resultados óptimos para áreas urbanas. Para el caso del modelo de HRNet de calles se obtuvo un F1-score de 0.973 y un IoU de 0.95, para el modelo de HRNet de edificios se obtuvo un F1-score de 0.972 y un IoU de 0.95. Finalmente, para los resultados de SFANet se obtuvo como métricas globales un F1-score de 0.74 y un IoU de 0.74.

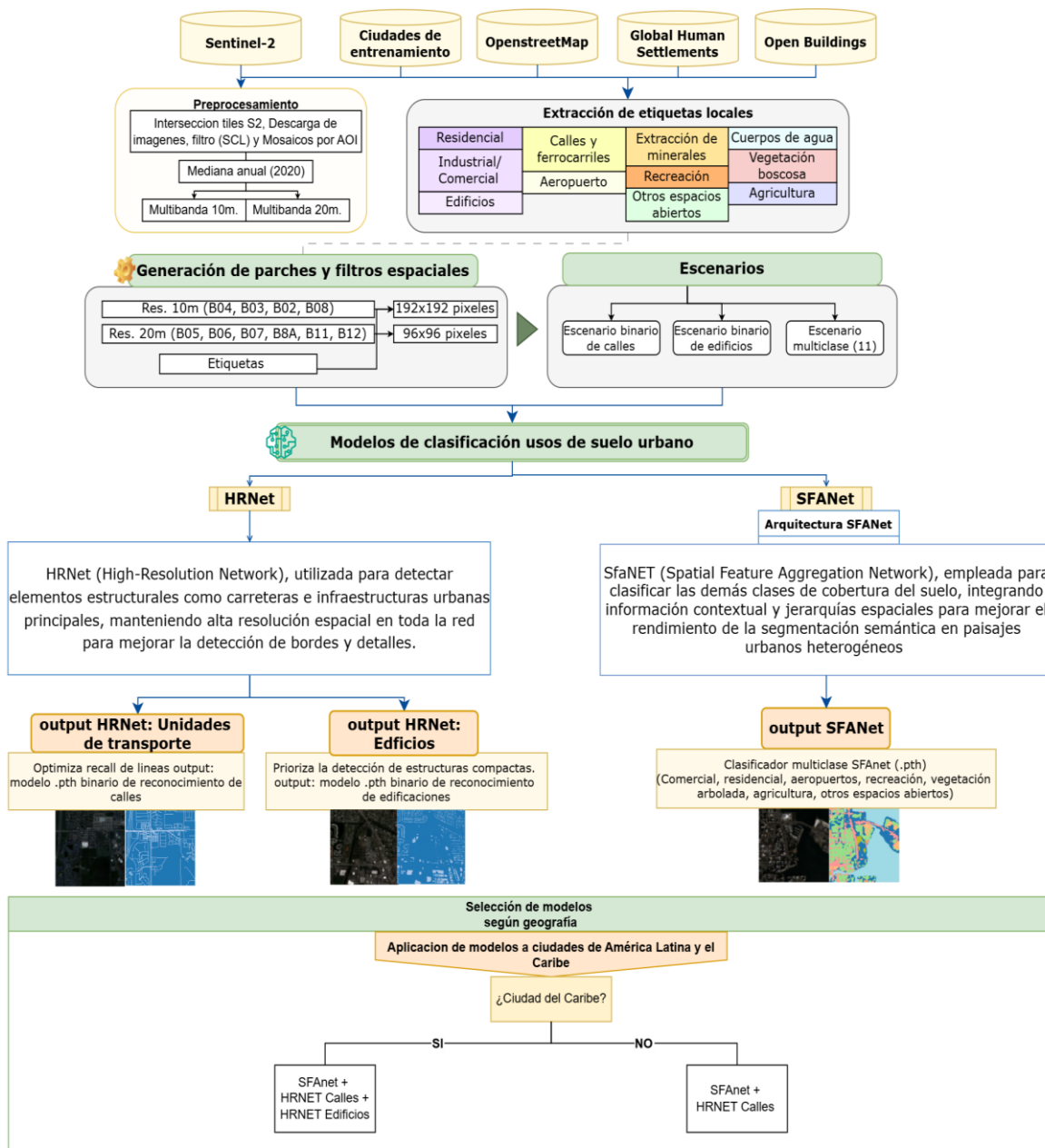


Figura 3. Metodología general utilizada en el desarrollo del Atlas Urbano. Fuente: Elaboración propia.

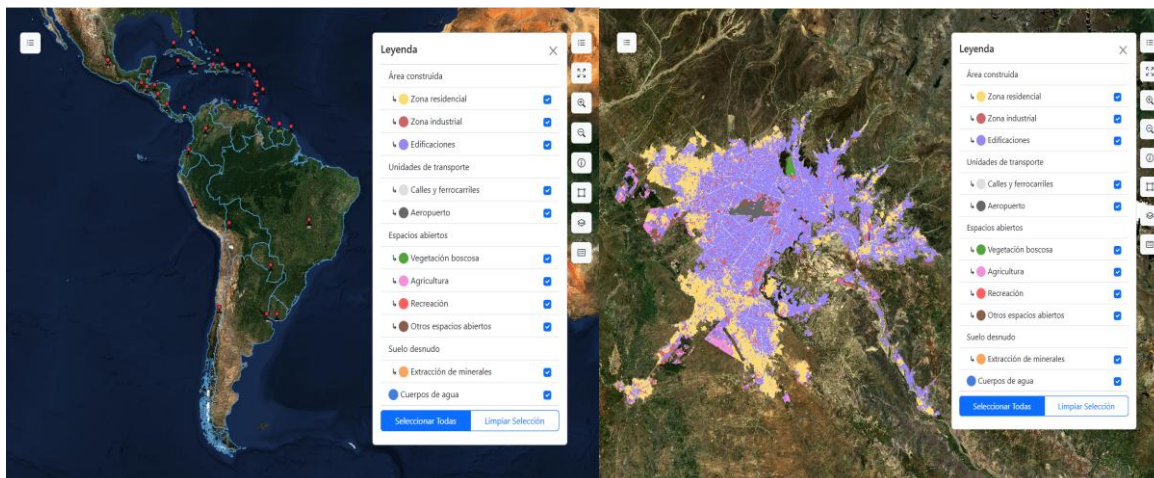


Figura 4. a) Despliegue de Atlas Urbano con los marcadores para cada ciudad. b) Presentación de resultados para La Paz, Bolivia. Fuente: Elaboración propia.

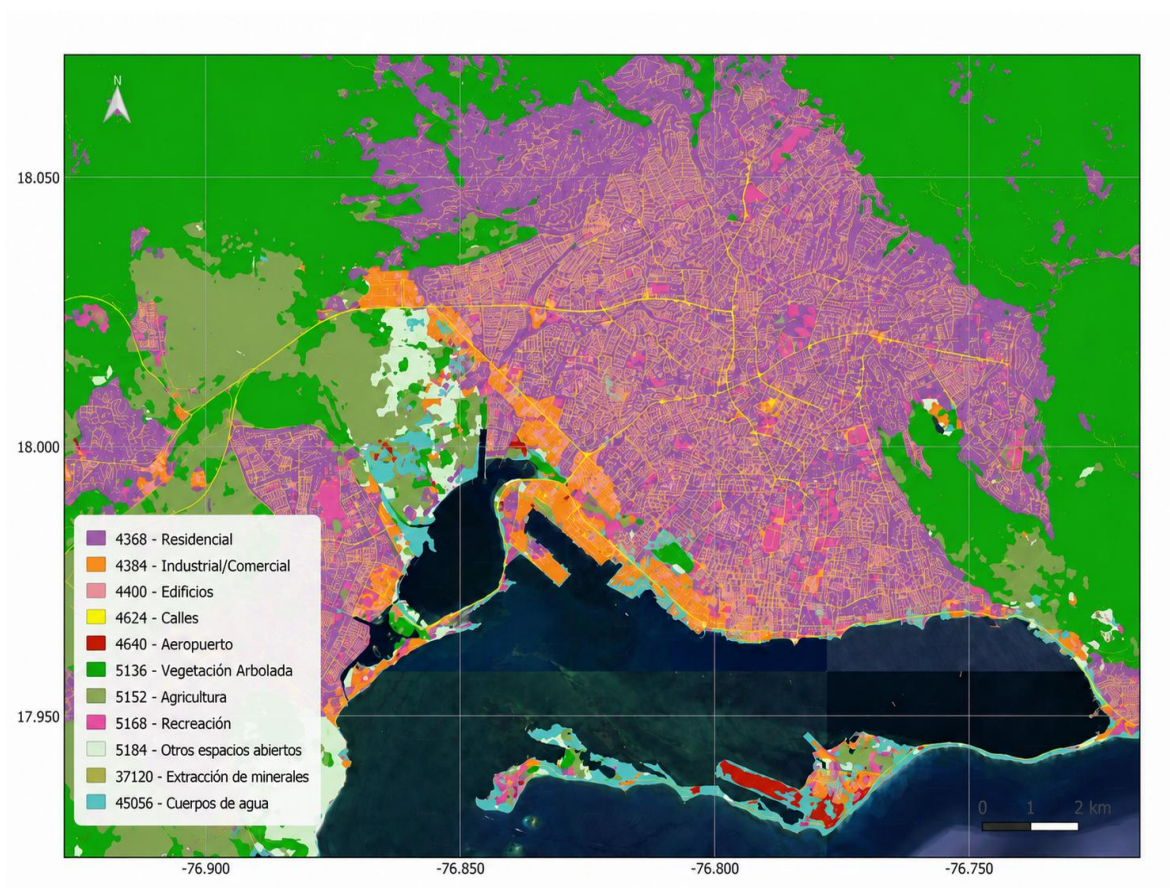


Figura 5. Detalle de Atlas Urbano 2024 de Kingston, Jamaica. Fuente: Elaboración propia.

Referencias

Deng, J., Dong, W., Socher, R., Li, L.-J., Li, K., & Fei-Fei, L. (2009). ImageNet: A large-scale hierarchical image database. *2009 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 248–255. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2009.5206848>

European Commission, Directorate-General for Regional Policy. (2011). *Mapping guide for a European Urban Atlas* (Urban Atlas land cover/land use 2006 mapping guide). <https://land.copernicus.eu/en/technical-library/urban-atlas-2006-mapping-guide/@download/file>

Hwang, G., Jeong, J., & Lee, S. J. (2024). SFA-Net: Semantic feature adjustment network for remote sensing image segmentation. *Remote Sensing*, 16(17), 3278. <https://doi.org/10.3390/rs16173278>

Johnson, N., Treible, W., & Crispell, D. (2022). OpenSentinelMap: A large-scale land use dataset using OpenStreetMap and Sentinel-2 imagery. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops* (pp. 1333–1341).

Microsoft. (2022). *Microsoft building footprints* [Data set]. Microsoft. <https://github.com/microsoft/GlobalMLBuildingFootprints>

Google Research. (2023). *Open Buildings* [Data set]. Google. <https://sites.research.google/open-buildings/>

OpenStreetMap contributors. (2023). OpenStreetMap [Data set]. OpenStreetMap Foundation. <https://www.openstreetmap.org>

Tan, M., & Le, Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In *Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML)*. <https://arxiv.org/abs/1905.11946>