



JIDeTEV
Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Empleo de la Teledetección y Sistemas de Información Geográfica para la Clasificación del Uso del Suelo de una Cuenca de la Ciudad de Oberá Misiones

José Javier Fernández ^{a b}

^a Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina.

^b Becario Doctoral CONICET

e-mails: josejfernandez.24@gmail.com

Resumen

El objetivo de este trabajo es generar una metodología para la clasificación del uso del suelo de una cuenca de la región serrana de Misiones, a través del empleo de la teledetección satelital y del uso de los sistemas de información geográfica para el procesamiento de dichas imágenes satelitales. Con la información de los distintos sensores satelitales, recopiladas en la imagen, y la combinación de estas se procedió a clasificar el uso del suelo de la cuenca, empleando el software de información geográfica de versión libre QGIS. Los resultados que se obtuvieron demuestran que la cuenca del A° Lata posee una ocupación urbana (viviendas y vías de comunicación) de solamente del 6,3 %, mientras que la mayor superficie es ocupada por plantaciones y flora autóctona que superan el 65 %.

Palabras Clave Teledetección, Imágenes Satelitales, Sistemas de información geográfica, Cuenca, Hidrología Urbana

1. Introducción

Los cambios del uso del suelo son unos de los factores que afectan directamente la dinámica del escurrimiento superficial, el reemplazo de la fauna autóctona por suelos para cultivos y/o urbanos modifican la cobertura del suelo aumentando las superficies impermeables en las cuencas y, por consiguiente, los volúmenes de escurrimiento. Debido a la evolución temporal de dicha alteración, se hace indispensable generar herramientas para la evaluación de las mismas remota y periódicamente. Esta evaluación permitiría correlacionar los tipos de coberturas de suelo con algunas de las variables que se utilizan para estimar caudales en cuencas no aforadas (siendo estas la mayoría en la región), como ser: el Número de Curva del Método del Servicio de Conservación de Suelos (SCS) o el coeficiente de escorrentía del Método Racional.

La teledetección es la técnica que permite adquirir imágenes de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales [1], esta viene siendo una herramienta de monitoreo remoto desde que se ha empleado la fotografía aérea desde naves como globos a mitades del siglo XIX. En la actualidad existen varias misiones con el objetivo de monitorear la superficie terrestre, dichas misiones están compuestas por satélites artificiales, como Landsat o Sentinel, que recogen imágenes a partir de sus sensores instalados que toman datos de la energía emitida y reflejada de las distintas superficies terrestre, *Figura 1*. Estos datos, guardados en cada pixel de la imagen, se agrupan en lo que se conoce como “bandas” del satélite, estas recogen por separado distintas “firmas

espectrales” que emite o refleja la superficie, como se puede observar en la *Figura 2*, donde se muestran tres tipos de coberturas de suelo, su reflectividad en función de la longitud de la onda que es capturada por los distintos sensores, como así también la “franjas espectrales” que recoge cada banda.

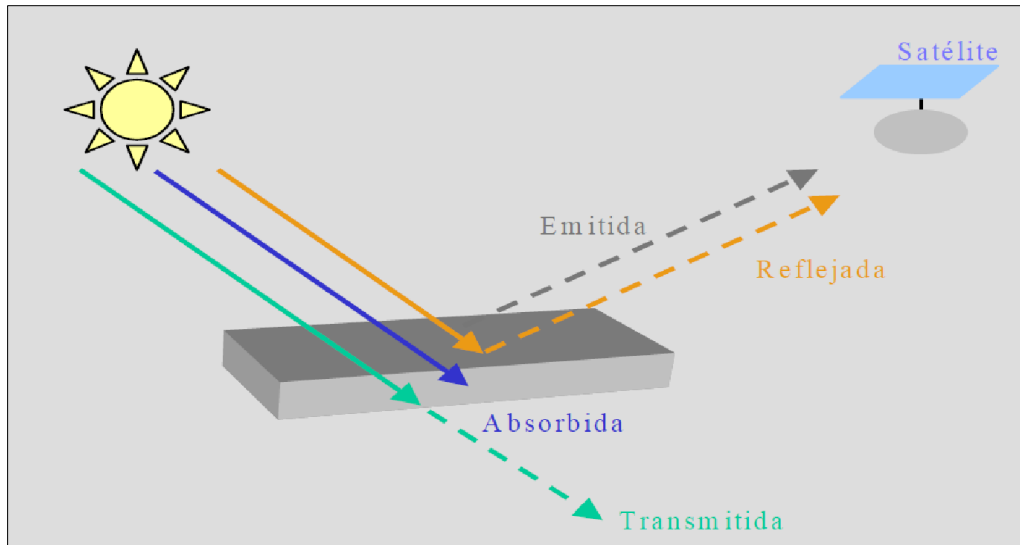


Fig. 1. Fundamentos de la teledetección satelital, extraído del *Manual de Teledetección* [2]

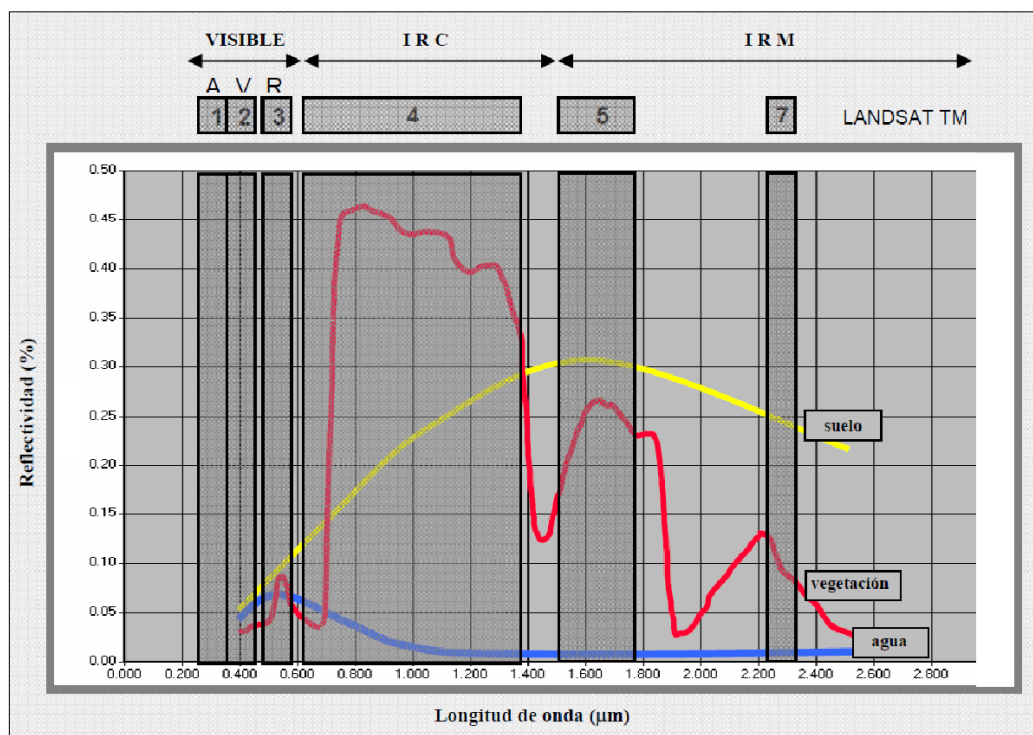


Fig. 2. Firmas espectrales y bandas espectrales de LANDSAT TM, *Manual de Teledetección* [2]

En este trabajo se emplean las imágenes de la Misión Copernicus, específicamente del satélite Sentinel-2. El mismo es un satélite multispectral que recoge datos de 13 bandas, posee una resolución espacial de 10, 20 y 60 m. y una resolución temporal de 5 días [3]. Las bandas que se

utilizan son el verde, rojo, azul y el infrarrojo cercano, 2 – 3 – 4 y 8 respectivamente y las combinaciones de estas para realizar la clasificación de la cobertura del suelo.

2. Metodología

- La Cuenca de Estudio:

Primeramente, se determinó el punto de cierre de la cuenca, como aquel que se sitúa antes de la desembocadura del Arroyo Bonito, precisamente en la intersección del cauce con la Calle Caroba, *Figura 3*. Una vez ubicado el punto de control, se delimitó la cuenca en el software libre QGIS 3.4.8. Dicha delimitación se realizó el empleo del Modelo Digital de Elevación, MDE-Ar del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el cual posee una resolución de 30 metros por pixel y en Misiones posee un error medio de -2,38m [4].

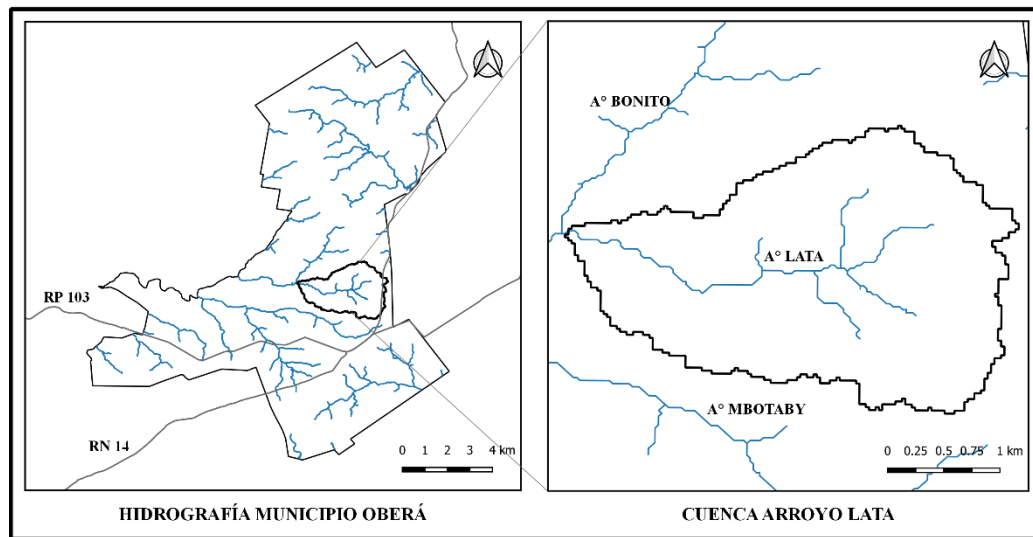


Fig. 3. Hidrografía del Municipio y Ubicación Geográfica de la Cuenca

A su vez, con el mismo software se determinaron los siguientes parámetros:

- Área: 728 ha.
- Perímetro: 15,67 km.
- Longitud del cauce principal: 4,55 km.
- Pendiente Media de la cuenca: 8,85 %.
- Pendiente Media del cauce principal: 1,85 %.

- Imágenes Satelitales:

Como se mencionó, las imágenes que se utilizaron son las de la Misión Copernicus del satélite Sentinel-2, descargadas gratuitamente en la página de la misión [5], *Figura 4* y *5*. El criterio que se siguió para descargarlas, fue elegir aquellas imágenes donde no existan nubes sobre la cuenca de estudio y, además, que las mismas sean recientes, en lo posible del año 2021. La imagen que cumplió estos requisitos fue la del día 30-5-2021 capturada a las 13:42.

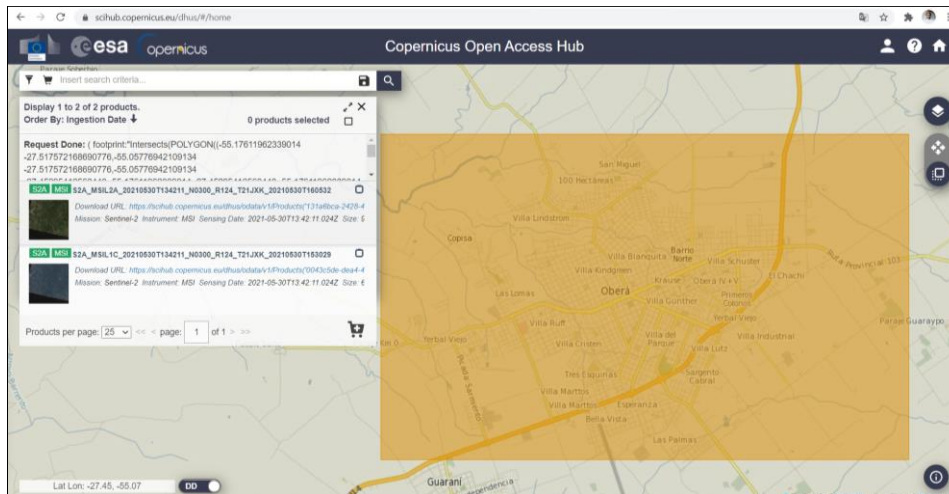


Fig. 4. Selección del área de Interés de la Imagen a descargar en la página web del satélite.

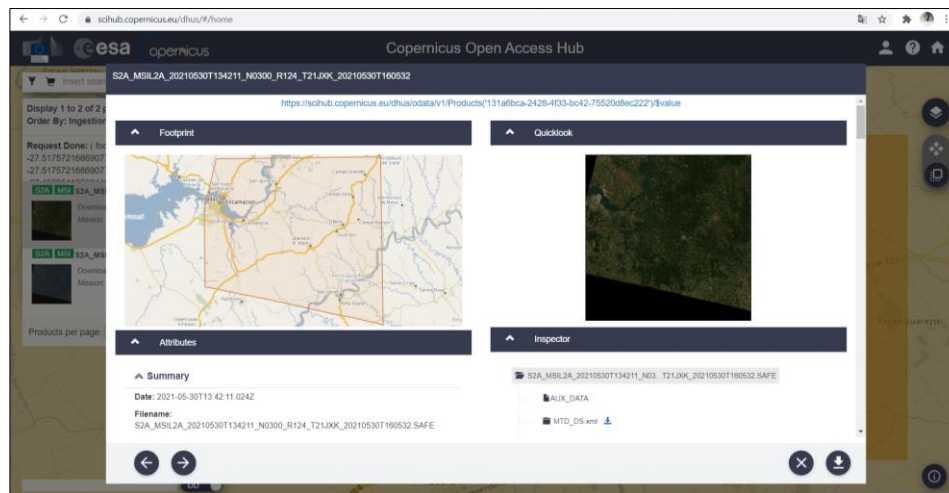


Fig. 5. Selección de la Imagen a descargar en la página web del satélite.

- Procesamiento de la Imagen Satelital:

El procesamiento de la imagen a partir de sus bandas se realizó en el software QGIS 3.4.8, donde se combinaron las bandas de color azul, verde, rojo e infrarrojo cercano (2-3-4 y 8 respectivamente) para obtener el *color verdadero* y las combinaciones de *falso color* e *índices* con las se clasificaron los distintos usos del suelo, ver *Tabla 1*.

Tabla 1. Combinaciones de bandas y cálculo del Índice.

Tipo	Bandas Combinadas y/o Operaciones
Color verdadero	R:4-V:3-A:2
Infrarrojo para Vegetaciones	R:8-V:4-A:3
Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada NDVI	$(8-4) / (8+4)$

Nota: R-V-A corresponde a las bandas roja, verde y azul.

El índice de vegetación es una operación entre las bandas que mayor influencia tienen en la firma espectral de la vegetación, como se observa en la *Figura 2*, siendo estas las bandas roja e infrarrojo cercano.

Los valores que toma este índice van de -1 a 1, donde los valores cercanos a -1 son los propios para cuerpos de agua, los suelos desnudos toman valores entre 0,1 y 0,2, la vegetación densa y sana toma valores por encima de 0,5.

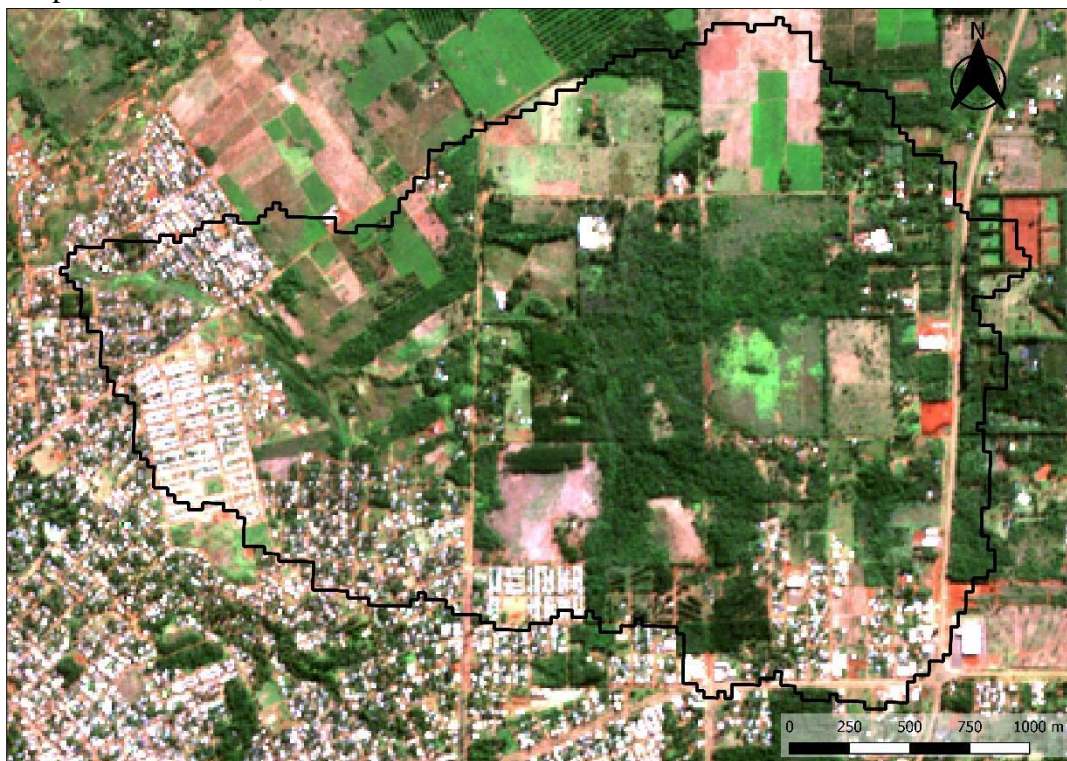


Fig. 6. Color verdadero de la cuenca de estudio

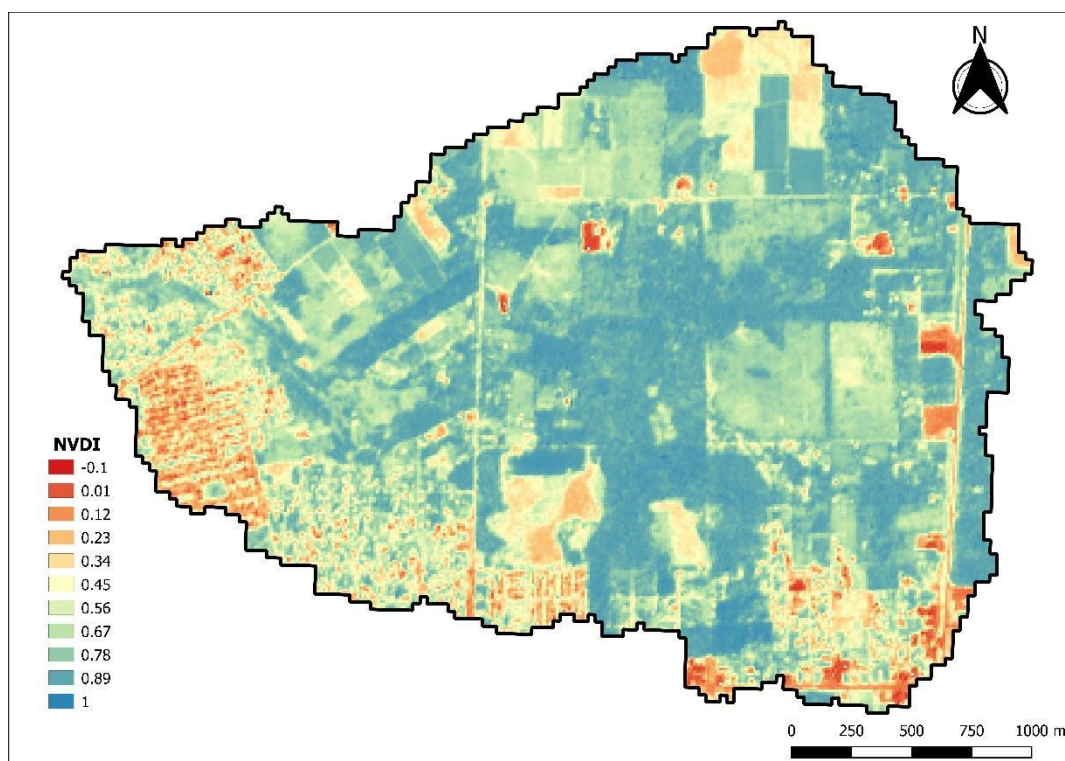


Fig. 7. Índice NVDI de la cuenca de estudio.

- Complemento SCP

El complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP siglas en inglés) es un repositorio de código abierto y libre acceso para QGIS, que permite realizar la clasificación semiautomática de las imágenes satelitales, también conocida esta operación como clasificación supervisada. El objetivo principal de SCP es proporcionar un conjunto de herramientas interrelacionadas para el procesamiento ráster, con el fin de hacer un flujo de trabajo automático y facilitar la clasificación de la cobertura del suelo Manual de Usuario del SCP [6].

El procedimiento que se llevó a cabo en dicho complemento se resume en los siguientes ítems:

1. Cargado de las imágenes satelitales y sus bandas.
2. Combinación de las bandas para permitir identificar las distintas la cobertura de suelos.
3. Generación de las áreas de entrenamiento *Figura 8*, donde se seleccionó pequeñas áreas correspondientes a cada uso del suelo *Tabla 2*, para su posterior clasificación total de manera automática.

Tabla 2. Coberturas del suelo de la cuenca del A°Lata

Tipo de Uso del Suelo
Monte
Yerba
Té
Suelo Descubierta
Suelo Descubierta 1
Vivienda
Vías de Comunicación

4. Clasificación automática de la cobertura de suelo (*Figura 9*), realizada de manera automática a partir de las áreas de entrenamiento seleccionadas.

5. Generación del ráster de clasificación de salida.

Como se mencionó, dicha clasificación es semiautomática y supervisada, dado que para determinar las áreas de entrenamiento se debe conocer previamente el tipo de cobertura de suelo existente en el área de estudio, esto se logró debido a que la cuenca ya es objeto de estudio en trabajos anteriores [7] y dicho uso del suelo se constató en reiteradas visitas en campo.

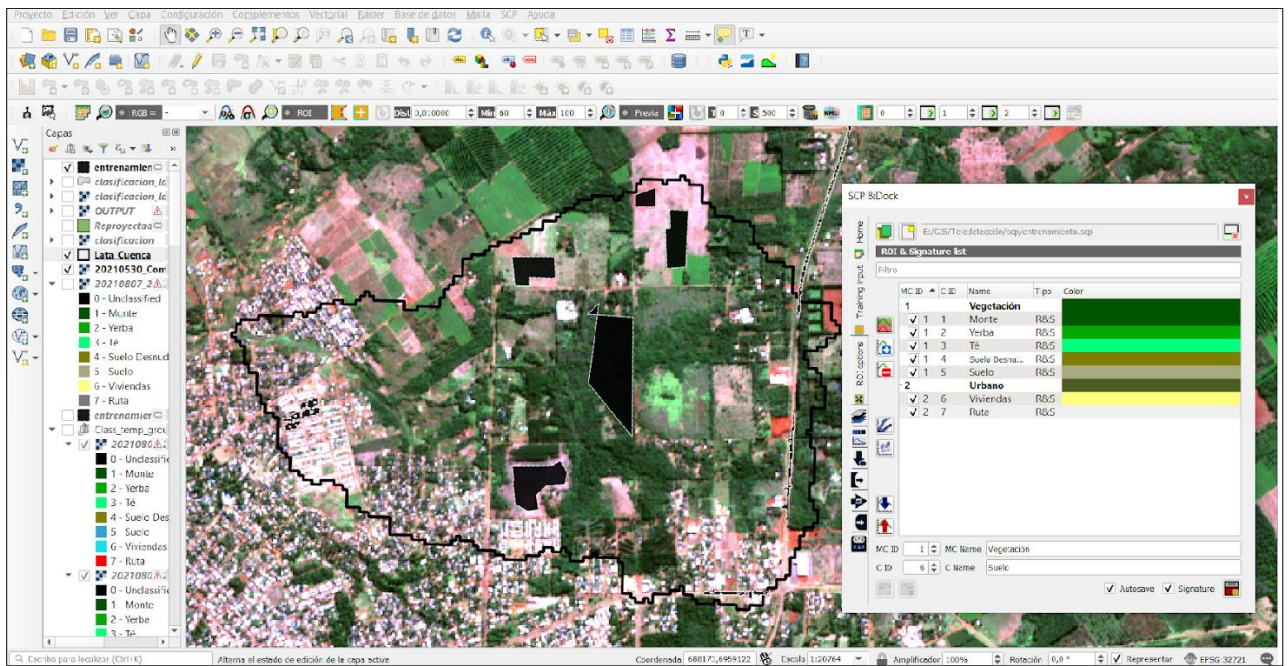


Fig. 8. Áreas de Entrenamiento.

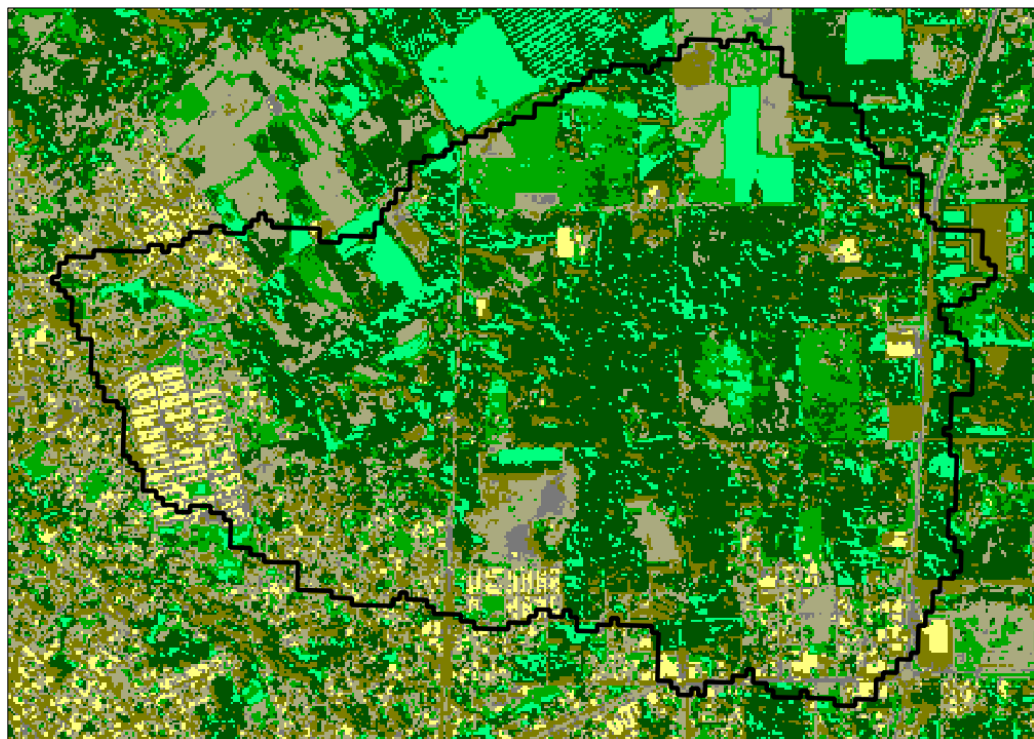


Fig. 9. Clasificación automática de la cobertura del suelo de la cuenca.

- Vectorización

Una vez que se realizó la clasificación, se procedió a transformar los datos ráster (imagen) a vector de área, para el cálculo de la superficie que ocupa cada cobertura del suelo. Esto se realizó en el software QGis con la herramienta para vectorizar ráster, el resultado se presenta en la *Figura 10*.

3. Resultados

De la clasificación obtenida se obtuvo como resultado un mapa de cobertura de suelo de la cuenca *Figura 10* y las correspondientes superficies que ocupan cada una de ellas *Tabla 3* y *Figura 11*.

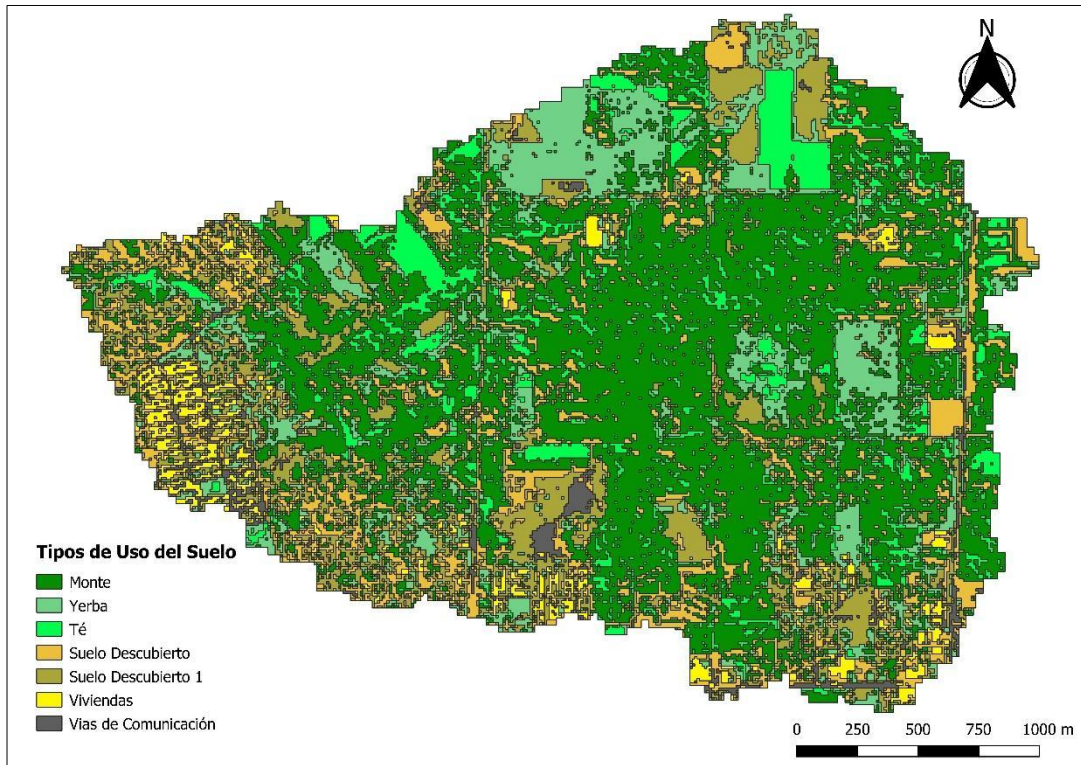


Fig. 10. Clasificación de la cobertura de suelo de la cuenca del A°Lata

Tabla 3. Superficies de Cobertura del suelo de la cuenca del A°Lata

Tipo de Uso del Suelo	Sup. [ha.]	% Sup. Ocupada
Monte	304,97	41,89%
Yerba	100,95	13,87%
Té	73,31	10,07%
Suelo Descubierta	90,33	12,41%
Suelo Descubierta 1	112,90	15,51%
Vivienda	24,78	3,40%
Vías de Comunicación	20,73	2,85%
Total	727,98	100,00%

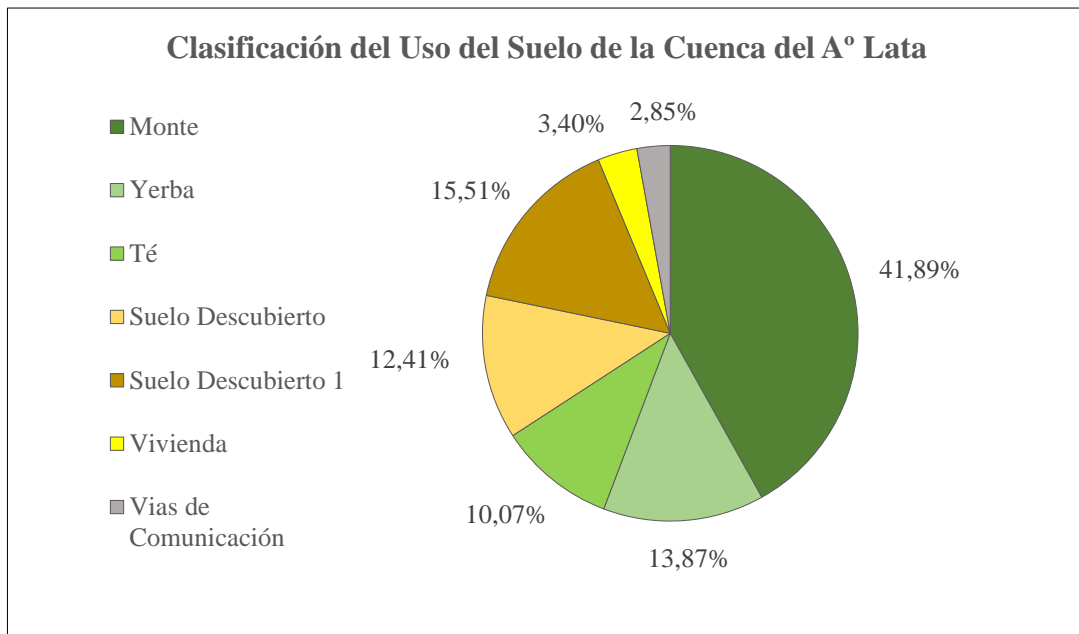


Fig. 11. Gráfico de distribución de superficies ocupada por cada cobertura del suelo de la cuenca

4. Conclusiones

De la metodología que se siguió y de las herramientas utilizadas para la clasificación automática y supervisada de la cobertura de suelo, se destaca que las mismas son una herramienta que facilita el trabajo y disminuye significativamente el tiempo del mismo. Sin embargo, las mismas poseen ciertas limitaciones debido a que se debe conocer con mucha experiencia el tipo de cobertura de suelo del área de estudio, como también los valores de las firmas espectrales de estas. Más allá de esto, presenta una dificultad que excede lo anterior, debido a que distintos tipos de coberturas de suelo pueden tener similares firmas espectrales y se confunde la clasificación, esto puede derivarse a que los índices utilizados son para el monitoreo de suelos ocupados por vegetación y no como el caso del área de estudio que se combina con suelos urbanos. Esto último ha ocurrido en este trabajo y se omitió debido a que el objeto del mismo es generar y entrenar la metodología de clasificación, más allá de los resultados obtenidos.

Pese a lo anterior, se destaca la importancia de estas herramientas para un monitoreo remoto y periódico del cambio del uso del suelo, y cómo combinar estas con demás evaluaciones de impacto del cambio del uso del suelo.

Por último, la importancia de seguir entrenando esta metodología en trabajos futuros para generar una adecuada clasificación que contemple lo antes dicho, y sumar como una herramienta válida para la evaluación hidrológica e hidráulica del comportamiento de cuencas urbanas y rurales.

5. Referencias

- [1] E. Chuvieco, “Fundamentos de Teledetección Espacial”, 2da Edición, Ediciones Rialp S.A., Madrid, 1995.
- [2] “Manual de Teledetección”, Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas, Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Argentina, 2004.
- [3] Sentinel-2: ESA’s Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services (ESA, 2012), documento accesible en la url: https://sentinel.esa.int/documents/247904/349490/S2_SP-1322_2.pdf.
- [4] “Modelo Digital de Elevaciones de la República Argentina versión 2.0 “, Instituto Geográfico Nacional, Argentina, 2019.
- [5] <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>
- [6] Congedo Luca (2020). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation. DOI: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.25480.65286/1>.
- [7] J. Fernandez, “Herramientas Gis para la Estimación de Caudales de Crecidas”, publicado en Jidetev, Oberá, Misiones, Argentina, 2020.