

DETECCION DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL GRAN RESISTENCIA ENTRE 1990 Y 2020

CHANGE DETECTION OF LAND COVER IN THE GREAT RESISTENCIA BETWEEN 1990 AND 2020

Dr. Osvaldo Daniel Cardozo

Prof. Adjunto. Departamento de Geografía, UNNE – Inv. Adjunto. IIDTHH, CONICET-UNNE

Prof. Camilo Andrés Vera

Becario CIN. Departamento de Geografía, UNNE

Prof. Rocío Gabriela Godoy

Becaria CIN. Departamento de Geografía, UNNE

RESUMEN

Los cambios en el territorio debido a la acción humana o natural tienen múltiples efectos, y aunque algunos pueden ser más evidentes que otros, la principal dificultad reside en medir su magnitud y distribución espacial. Por ello, la detección de cambios en las coberturas de la tierra son una de las formas de aproximación al problema más utilizadas, y constituyen el insumo fundamental para cualquier iniciativa destinada a ordenar y planificar el territorio.

El propósito central de este trabajo es detectar y analizar los cambios en las coberturas de la tierra del Gran Resistencia entre los años 1990 y 2020, utilizando imágenes satelitales provenientes de la plataforma Landsat y un sistema clasificatorio desarrollado por la FAO. En base a los mapas de coberturas generados para ambos períodos de referencia, es posible medir el incremento del área urbanizada (superficie artificial), en detrimento de otras coberturas (vegetación natural terrestre o regularmente inundada).

PALABRAS CLAVES

Dinámica territorial; clasificación digital; Landsat; sistema FAO; área urbana.

ABSTRACT

Changes in the territory due to human or natural action have multiple effects, and although some may be more evident than others, the main difficulty lies in measuring their magnitude and spatial distribution. For this reason, the detection of changes in land cover is one of the most used forms of approach to the problem, and they constitute the fundamental input for any initiative aimed at ordering and planning the territory.

The main purpose of this work is to detect and analyse the changes in the land cover of the Great Resistance between 1990 and 2020, using satellite images from the Landsat platform and a classification system developed by the FAO. Based on the cover maps generated for both reference periods, it is possible to measure the increase in the urbanized area (artificial surface), to the detriment of other covers (natural terrestrial vegetation or regularly flooded).

KEY WORDS

Land dynamics; digital classification; Landsat imagery; FAO system; urban area.

Introducción

Los cambios en la cobertura de la superficie terrestre producto la acción humana o natural tiene múltiples efectos en el territorio, como la erosión de suelos, alteración de procesos hidrológicos, fragmentación del paisaje, cambios de infiltración en las cuencas, pérdida de hábitat y diversidad biológica, entre otras (Aramburu y Escribano, 2006). Frente a este

Publicado en formato digital:

Dr. O. D. Cardozo, Prof. C. A. Vera y Prof. R. G. Godoy. **DETECCION DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL GRAN RESISTENCIA ENTRE 1990 Y 2020.** GEOHOY. Sección Artículos Breves y Avances de Investigación. Boletín Semestral Digital del IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 02. N° 04. Octubre 2021 - Mayo 2022. ISSN 2618-5458. Resistencia, Chaco Resistencia, Chaco.

En: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geohoy/index.htm>

cuadro de situación, resulta evidente la necesidad de abordar estudios regulares sobre la dinámica de los cambios, donde el relevamiento de coberturas y usos de la tierra son el insumo principal en el marco de iniciativas orientadas a ordenar y planificar el territorio.

Aunque poco más de la mitad de la población mundial -un 55,3 %- vive en ciudades, para Latinoamérica el valor llega a 80,7 % y algunos países superan el 90 % (UN, 2018). Por esta razón, una de las coberturas más analizadas son las áreas urbanas, identificadas bajo diferentes denominaciones según el sistema clasificadorio considerado (ver Tabla 1).

Tabla 1: denominaciones de “urbano” según algunos sistemas de clasificación de coberturas.

Sistemas de Clasificación	Denominación de “urbano”
Anderson-USGS	Urban land
FAO	Artificial surface
Corine Land Cover	Artificial surface
IGBP	Urban and Built-Up
ISRO	Built-Up
GeoCover LC	Man Made, Urban/Built Up

Elaboración propia.

Por ello, en primer término se pretende generar información georreferenciada de las principales coberturas de la tierra en el Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) conforme al sistema de clasificación diseñado por la Food and Agriculture Organization (FAO) de la Naciones Unidas, utilizando técnicas de clasificación digital sobre imágenes satelitales de la plataforma Landsat. En segundo término se busca medir y describir los cambios en las coberturas de la tierra del AMGR entre 1990 y 2020.

Marco teórico

La caracterización, mapeo y monitoreo de las coberturas terrestres son una de las aplicaciones más importantes y típicas en el campo de los sensores remotos (Giri, 2012), sin embargo, en este proceso es frecuente confundir cobertura con uso de la tierra. Cuando hablamos de las coberturas, Di Gregorio y Jansen (2005) se refieren a la cubierta (bio)física que se observa sobre la superficie terrestre, por lo tanto, en términos amplios, no solo describe la vegetación natural (arbórea, arbustiva, herbácea) y los elementos antrópicos de la actividad humana (cultivos, infraestructuras, edificios, etc.) presentes en el territorio, también otras como afloramientos rocosos, suelo desnudo, cursos y cuerpos de agua. Por ello es importante remarcar que, a partir de imágenes satelitales podemos obtener información referida a las coberturas, pero no al uso de la tierra (Navone, 2011), aunque dada su estrecha relación, los cambios de cobertura y uso generalmente se estudian en forma conjunta.

La información referida a los cambios que se producen sobre un territorio determinado puede ser reflejados en sucesivos cortes temporales de *land cover*. Esta información resulta fundamental para cualquier tarea de ordenamiento o planificación territorial, ya que sin ella equivale a desconocer la evolución histórica y el estado actual del lugar (stock de recursos naturales y antrópicos), aumentando la incertidumbre en la toma de decisiones y la probabilidad de impactos no deseados sobre el territorio.

En cuanto a la dinámica del territorio, Chuvieco (2016) sostiene que los cambios pueden ser estacionales o de mayor permanencia. Particularmente cuando hablamos de *land change*, nos interesan estos últimos, ya que representan modificaciones observables, mensurables, que permanecen en el tiempo (muchos de ellos no vuelven a la situación inicial), y tienen un impacto significativo para el territorio.

Publicado en formato digital:

Dr. O. D. Cardozo, Prof. C. A. Vera y Prof. R. G. Godoy. **DETECCION DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL GRAN RESISTENCIA ENTRE 1990 Y 2020.** GEOHOY. Sección Artículos Breves y Avances de Investigación. Boletín Semestral Digital del IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 02. N° 04. Octubre 2021 - Mayo 2022. ISSN 2618-5458. Resistencia, Chaco Resistencia, Chaco.

En: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geohoy/index.htm>

Metodología

Con respecto a la información de base se emplearon imágenes multiespectrales del satélite Landsat, tanto de las plataformas 5 TM como 8 OLI, debido al importante registro histórico de imágenes disponibles en el catálogo online EarthExplorer de la USGS. Además, en la búsqueda de cambios significativos y observables, se consideró un periodo de 30 años (1990 y 2020), correspondientes al verano en nuestro hemisferio (diciembre a marzo).

La definición del Área Metropolitana del Gran Resistencia (AMGR) corresponde a una delimitación realizada en 2001 por el INDEC de la República Argentina, que comprende las unidades censales de los cuatro municipios: Resistencia, Barranqueras, Puerto Vilelas y Fontana.

Se utilizaron composiciones en falso color a partir de las bandas 7-4-2 y 7-5-3 en los sensores TM y OLI respectivamente (Figura 2), para mejorar la identificación de coberturas y toma de muestras, aunque durante el proceso de clasificación se incluyeron todas las bandas (7 en el nivel L2 Surface Reflectance) para cubrir mejor el rango espectral disponible.

Para la identificación de las coberturas, se empleó una herramienta de selección interactiva disponible en ArcGIS 10.x que permite digitalizar polígonos, controlar el número de píxeles, y generar la firma espectral para cada una de las coberturas identificadas (ver Figura 1).

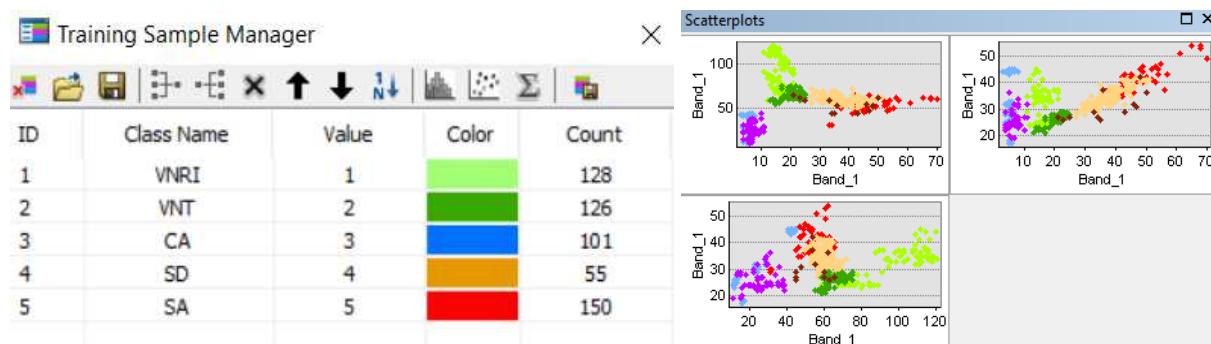


Figura 1: Control iterativo para toma de muestras (izquierda) y representación gráfica de las firmas espectrales (derecha).

Respecto a la representación gráfica de la derecha, cabe señalar la presencia de cierta confusión entre las categorías de cuerpo de agua natural (CAN) y artificial (CAA), como así también, entre suelo desnudo (SD) y la categoría correspondiente a urbano (SA).

Para evitar el clásico problema de disparidad en las leyendas al momento de realizar el inventario de coberturas, se utilizó el sistema de clasificación de la FAO (Di Gregorio y Jansen, 2005) cuyo esquema básico de coberturas se compone de siete categorías (ver Tabla 2).

Tabla 2: sistema de clasificación de coberturas en nivel 1 de la FAO

Identificador	Nombre	Abreviatura
1	Área Terrestre Cultivada	ATC
2	Vegetación Natural Terrestre	VNT
3	Vegetación Natural Regularmente Inundada	VNRI
4	Superficie Desnuda	SD
5	Superficie Artificial	SA
6	Cuerpo de Agua Artificial	CAA
7	Cuerpo de Agua Natural	CAN

Elaboración propia en base a Di Gregorio y Jansen, 2005.

Publicado en formato digital:

Dr. O. D. Cardozo, Prof. C. A. Vera y Prof. R. G. Godoy. **DETECCION DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL GRAN RESISTENCIA ENTRE 1990 Y 2020.** GEOHOY. Sección Artículos Breves y Avances de Investigación. Boletín Semestral Digital del IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 02. N° 04. Octubre 2021 - Mayo 2022. ISSN 2618-5458. Resistencia, Chaco Resistencia, Chaco.

En: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geohoy/index.htm>

Cabe indicar que, dentro del área de interés seleccionada para este trabajo, no fue posible reconocer elementos para los cultivos (ATC), y que tanto las categorías 6 como 7, fueron agregadas en una sola debido a la dificultad para diferenciarlas a causa de la alta confusión entre sus respuestas espectrales.

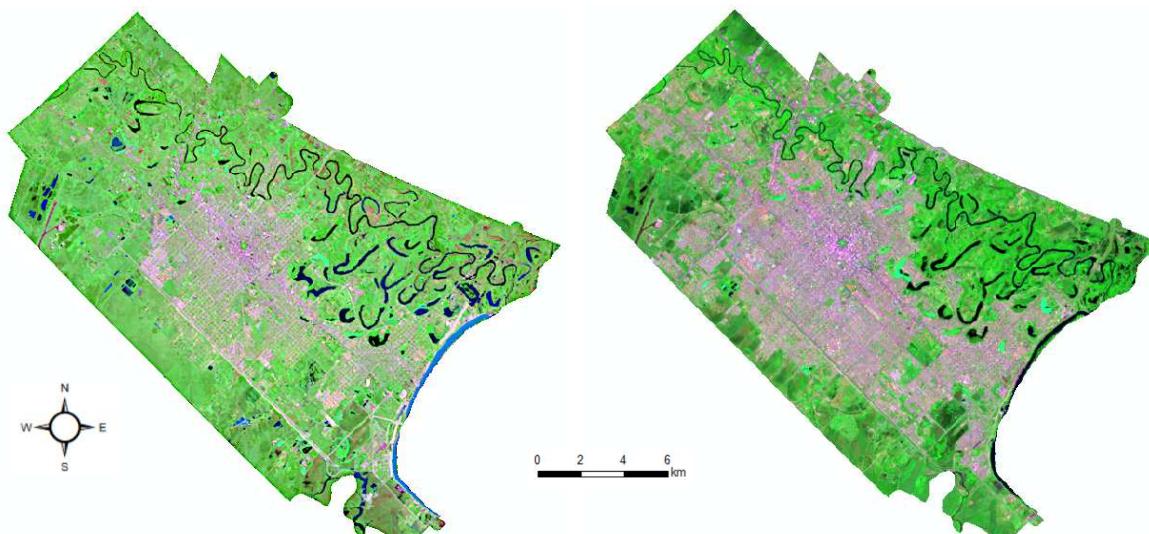


Figura 2: Composiciones en falso color del AMGR para los años 1990 (izquierda) y 2020 (derecha).

Luego de la toma de muestras y generación de firmas espectrales se aplicó un método supervisado (*Maximum Likelihood*) para la clasificación de las imágenes satelitales. Los resultados obtenidos para cada corte temporal fueron sometidos a un proceso de generalización (*Majority Filter* de 4x4), destinado a eliminar los píxeles aislados que producen cierto ruido en el resultado, reemplazándolos por las celdas contiguas representadas por la mayoría.

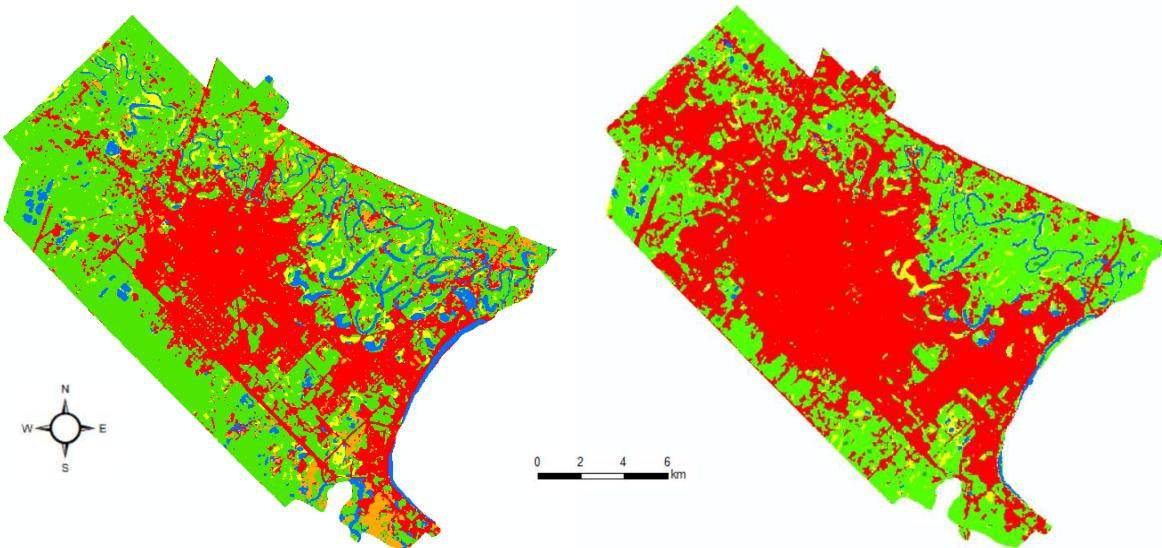


Figura 3: Coberturas de la tierra del AMGR para los años 1990 (izquierda) y 2020 (derecha).

Del cruce entre ambas capas de información referidas a las coberturas de la tierra, se obtiene la magnitud de los cambios -número de pixeles, superficies, porcentajes-, así como la distribución espacial por medio de mapas (ver Figura 3).

Consideraciones finales

En los estudios referidos a la dinámica del territorio cualquier afirmación de cambio debe apoyarse en métodos reproducibles y técnicas que demuestren su validez. En los estudios de cambios en las coberturas de la tierra (*land change*), el uso de imágenes satelitales y métodos de clasificación supervisados son fundamentales. Las categorías definidas por la FAO otorgan uniformidad a la denominación de las coberturas y permiten compararlas con otros estudios similares, independientemente del lugar.

Respecto a los cambios ocurridos en las coberturas del AMGR, como es de esperar para un lapso temporal de 30 años, lo más notorio es el aumento del 32 % al 47 % que sufrió la categoría urbana (SA), lo que implica un incremento de 15 puntos porcentuales. Lo segundo es que dicho crecimiento se produjo especialmente a expensas de la vegetación natural terrestre (VNT), que corresponde a las formaciones herbáceas, arbustivas y arbóreas del área de estudio, lo cual explica su reducción en 9 puntos porcentuales, seguida por otras como la vegetación natural regularmente inundada (VNRI).

Referencias bibliográficas

- Aramburu Maqua, M.P. y Escribano Bombín, R. 2006. **Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Medio Ambiente.** Editorial Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 904 p.
- Chuvieco, E. 2016. **Fundamentals of Satellite Remote Sensing. An environmental approach.** 2nd Edition. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, USA. 478 p.
- Di Gregorio, A y Jansen, LJM. 2005. **Sistema de Clasificación de la Cobertura de la Tierra. Conceptos de Clasificación y manual para el usuario. Version 2 del Programa LCCS.** Food and Agriculture Organization, United Nations. Roma, Italia. 217 p.
- Giri, C.P. 2012. **Remote Sensing of Land Use and Land Cover. Principles and Applications.** CRC Press. New York, USA. 477 p.
- Navone, SM. (Ed). 2011. **Sensores Remotos Aplicados al Estudio de los Recursos Naturales.** Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 223 p.
- United Nations. 2019. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision.** Department of Economic and Social Affairs, Population Division-UN. New York, USA. 124 p.

NOTA:

Una primera versión de este trabajo se expuso en mayo de 2019 durante las IV Jornadas de Intercambio de la Producción Científica en Humanidades y Ciencias Sociales, a partir de resultados preliminares del PI 17H016: Detección y medición de cambios en las coberturas y usos de la tierra en la Provincia del Chaco mediante Tecnologías de Información Geográfica en el periodo 1990 y 2020, financiado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste.

Publicado en formato digital:

Dr. O. D. Cardozo, Prof. C. A. Vera y Prof. R. G. Godoy. **DETECCION DE CAMBIOS EN LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN EL GRAN RESISTENCIA ENTRE 1990 Y 2020.** GEOHOY. Sección Artículos Breves y Avances de Investigación. Boletín Semestral Digital del IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 02. N° 04. Octubre 2021 - Mayo 2022. ISSN 2618-5458. Resistencia, Chaco Resistencia, Chaco.

En: <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geohoy/index.htm>