

# DETERMINACIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO CON TELEDETECCIÓN EN PINAMAR.

Verónica E. Giovenale<sup>a</sup>, Camila B. Anselmino<sup>a</sup> y Fernanda J. Gaspari<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas CEIDE. FCAyF-UNLP, ARGENTINA.

email: [veronica.giovenale@agro.unlp.edu.ar](mailto:veronica.giovenale@agro.unlp.edu.ar)



Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena

## INTRODUCCIÓN

Desde 1940, varias localidades de la costa bonaerense han modificado su paisaje natural producto de la antropización que devino en un paisaje urbano, como es el caso de Pinamar (Figura 1). El proceso de la urbanización induce una transformación radical de la cobertura y del uso del suelo el cual se encontraba ocupado en general por paisajes naturales como se observa en la imagen (Figura 2). De allí, la identificación de la dinámica espacio-temporal resulta indispensable para establecer pautas de ordenamiento territorial. En ella también se ve como las áreas costeras se ven afectadas por este crecimiento urbanístico y por el desarrollo de actividades humanas como en este caso, el turismo.

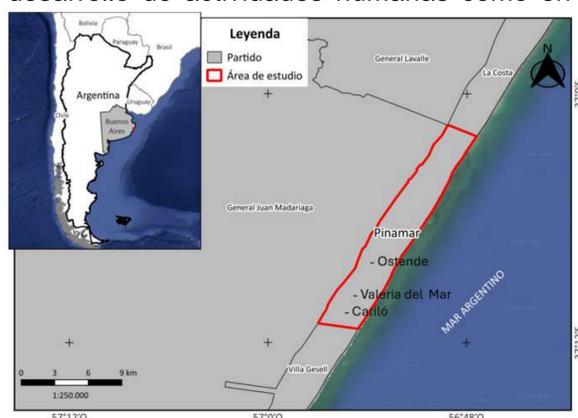


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio.

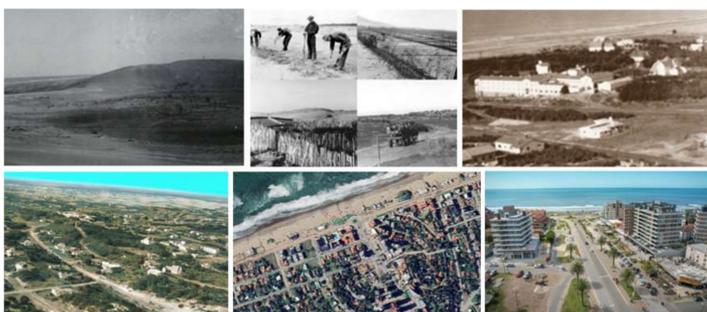


Figura 2. Proceso de urbanización.

Es por ello que se planteó como objetivo analizar con teledetección la evolución del cambio de uso del suelo en Pinamar.

## METODOLOGÍA

Se realizó una zonificación apoyada en Sistemas de Información Geográfica (SIG), utilizando el índice de vegetación normalizado (NDVI), para observar la evolución espacial y temporal de los usos del suelo en las 3 últimas décadas. Posteriormente se elaboró un mapa de transición de urbanización utilizando el índice de construcción definido por teledetección con imágenes satelitales. El análisis incluyó datos satelitales multiespectrales de Landsat 5, 7 y 8, para evaluar los Índices de Construcción (NDBI) y de Construcción mejorado (BU) en el mismo período. El cálculo de estos índices se estableció según:

**NDVI (Índice de Vegetación Normalizado)** (Ecuación 1). Se utilizó para identificar áreas con mayor cobertura vegetal.

**NDBI (Índice de Área Construida Normalizado)** (Ecuación 2). Se calculó basándose en la reflectancia de las bandas infrarrojas para determinar la proporción de construcción en cada píxel.

**BU (Índice de Construcción)** (Ecuación 3). Este índice se calculó como la diferencia entre NDBI y NDVI para representar las áreas construidas, mostrando la relación inversa entre áreas construidas y vegetación.

$$NDVI = \frac{(Banda\ IR) - (Banda\ R)}{(Banda\ IR) + (Banda\ R)} \quad NDBI = \frac{(Banda\ IRC) - (Banda\ IR)}{(Banda\ IRC) + (Banda\ IR)} \quad BU = NDBI - NDVI$$

Ecuación 1

Ecuación 2

Ecuación 3

**Evaluación de la Tasa de Cambio** (Ecuación 4). Para visualizar los cambios en el índice de construcción (BU) durante el periodo de estudio, se aplicó la Tasa de Cambio de Senisterra et al. (2014).

$$P = (100/t_2 - t_1) * \ln(S_2/S_1)$$

Ecuación 4

Donde S1 y S2 (ha) corresponden a la superficie en el tiempo t1 y t2, expresado en años, respectivamente, y P es el porcentaje de cambio por año.

## RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados para los índices NDVI, NDBI y BU para agosto de 1990 y diciembre de 2021 (Figura 3, 4 y 5).

En 1990, los valores de NDVI son bajos (mínimo de 0,10) al norte, con dunas, en la zona urbana central, con mayor forestación, son más altos (hasta 0,59). En 2021, la urbanización redujo el NDVI en el área urbana, alto en zonas forestadas (máximo de 0,75), especialmente en Cariló, una reserva Forestal.

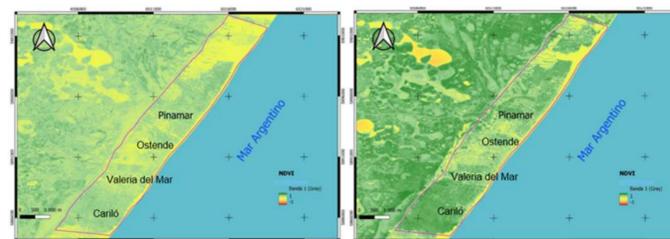


Figura 3. Mapa NDVI 1990 (izq.) y 2021 (der.).

En 1990, el NDBI, en áreas forestadas y no urbanizadas, valores mínimos (-0,45), en zonas forestadas en norte y sur del partido y, en la zona norte y parte correspondiente a Ostende y Valeria del Mar, aún no edificadas valores entre -0,05 y 0,10. En 2021, los máximos (0,01) fueron en áreas densamente pobladas y con más construcción, mientras que los mínimos (-0,30) se encontraron en áreas forestadas con mayor vigor.

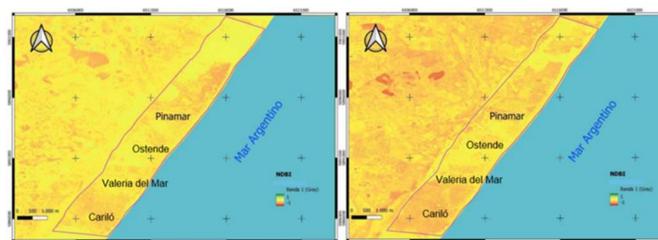


Figura 4. Mapa NDBI 1990 (izq.) y 2021 (der.).

En 1990, el valor BU máximo de -0,05 fue en zonas de dunas y áreas con baja forestación como Ostende y Valeria del Mar, el valor mínimo de -1 indicó ausencia de construcción o predominio de vegetación. En 2021, tuvieron distribución similar, con mayor vegetación Cariló y áreas residenciales del norte de Pinamar.

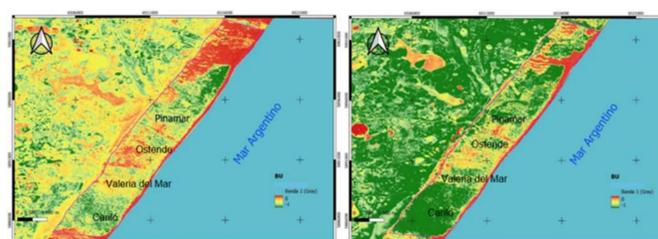
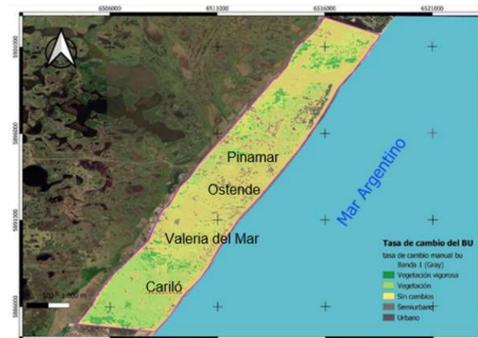


Figura 5. Mapa de BU, 1990 (izq.) y 2021 (der.).

En la Figura 6, P se indica en las zonas de color verde, que representan a la Vegetación. Al sur se visualiza el avance de la urbanización en Ostende y Valeria donde se identifican áreas Semiurbanas y Urbanas, también en la parte norte de Pinamar.

Figura 6. Mapa P (1990-2021).



## CONCLUSIONES

La interpretación por imágenes satelitales Landsat permitió la identificación de áreas construidas, contribuyendo al monitoreo y análisis del crecimiento urbano y del cambio del uso del suelo a lo largo del tiempo. Para el área estudiada se observó la presencia de vegetación implantada y una densificación de las áreas forestales en las inmediaciones de la urbanización.

Se pudo analizar el avance de la urbanización, pero debido a que en gran parte está forestado/parquizado, los resultados no fueron visibles por teledetección.

Además, se evidenció que la utilidad de los índices espectrales y su aplicación junto con técnicas de teledetección proporcionaron información valiosa para la planificación territorial, permitiendo identificar áreas urbanas, áreas forestales, áreas con suelo desnudo y cambios en el uso del suelo.