

PROGRADACIÓN DEL DELTA DEL RÍO PARANÁ ENTRE 1986-2021: MAPEO MEDIANTE UNA TÉCNICA AUTOMÁTICA

Damián R. M. Vera*¹

(1) Centro de Estudios Integrales de la Dinámica Exógena (CEIDE-CONICET), Universidad Nacional de La Plata.
*Autor de correspondencia: damián_vera90@hotmail.com

PALABRAS CLAVE: progradación deltaica, índices de agua, mapeo automático.

El delta del río Paraná es altamente constructivo, dominado por la descarga fluvial, y su frente de avance está controlado por el régimen hidrológico de su cuenca de drenaje y por la dinámica propia del estuario del Río de la Plata (Marcomini et al., 2018). Este frente deltaico delimita la línea de costa actual del delta y su frente es irregular como consecuencia de la formación de numerosos bancos o barras de desembocadura asociadas con la terminación de los canales distributarios. La formación y estabilización de estos bancos, entre otros procesos, es la que determina la progradación del frente deltaico.

Son diversos los estudios sobre la progradación del frente deltaico utilizando cartografía histórica, imágenes aéreas y satelitales mediante el mapeo de la posición de la línea de costa, dando como resultado tasas de avance lineal de entre 45 y 70 m/año y un crecimiento superficial de 263 ha/año en el período 1775-2010 (Sarubbi et al., 2006; Medina y Codignotto, 2013; Cavallotto et al., 2018).

El presente trabajo pretende aportar una metodología de mapeo automática para identificar y cuantificar la superficie emergida/erosionada en el lapso 1985-2021 realizando un control de cambios sobre el índice normalizado de agua modificado (MNDWI) en imágenes Landsat, abarcando la totalidad del frente deltaico, desde las proximidades de la ciudad uruguaya de Nueva Palmira hasta la desembocadura del río Luján en el estuario del Río de la Plata. También se realizó una segmentación del frente de avance en cuatro sectores (A, B, C y D) para comparar sus resultados y realizar interpretaciones de los procesos que controlan la progradación/degradación de la línea de costa y la planicie deltaica.

Se utilizó una imagen Landsat 5 del 20/01/1986 y otra Landsat 8 del 22/12/2021, ambas ubicadas en la escena path/row 225/084, con un nivel de marea similar y levemente superior al del plano de reducción, provistas por el Servicio Geológico de los Estados Unidos y procesadas en el software libre QGIS. Primero, se realizó el pre-procesamiento con el complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) para transformar los niveles digitales en valores de reflectancia, aplicando la corrección atmosférica DOS. Posteriormente, se re proyectaron las imágenes al sistema de referencia POSGAR 2007 faja 6, se apilaron las bandas del verde y el infrarrojo cercano (SWIR1) para realizar el cálculo del MNDWI y se recortó el área correspondiente al frente de avance.

$$MNDWI = \rho_{Green} - \rho_{SWIR1} / \rho_{Green} + \rho_{SWIR1}$$

$$MNDWI (L5) = \rho_{b2} - \rho_{b5} / \rho_{b2} + \rho_{b5}$$

$$MNDWI (L8) = \rho_{b3} - \rho_{b6} / \rho_{b3} + \rho_{b6}$$

El MNDWI es el índice más adecuado para diferenciar cuerpos de agua, aumentando su alcance en regiones poco profundas (do Nascimento et al., 2019), arrojando valores > a 0 en presencia de agua y < a 0 para el resto de las coberturas. Por lo tanto, el valor 0, fue utilizado como umbral para binarizar la capa raster de cada índice en dos categorías: agua (1) y no agua (0). Posteriormente se calculó el cambio de la superficie cubierta por agua mediante la fórmula (a) de estas capas binarizadas

dando como resultado una nueva capa raster que se observa en la Fig. 1, que consta de tres categorías: (-1) donde hay nuevas áreas emergidas, (1) donde se erosionó la planicie deltaica o se modificó antrópicamente y (0) donde no hubo cambios.

$$(a) \quad \Delta MNDWI = MNDWI_{2021} - MNDWI_{1986}$$

	$\Delta MNDWI$	Píxeles (900m ²)	Superficie (km ²)	Tasa (has/año)
Sector A	-1	15.586	14,038	40,10
	1	602	0,542	-1,54
Sector B	-1	68.809	61,997	177,13
	1	1.506	1,356	-3,87
Sector C	-1	13.561	12,214	34,89
	1	90	0,081	-0,23
Sector D	-1	19.244	17,333	49,52
	1	1.805	1,625	-4,64
Total	-1	117.200	105,564	301,61
	1	4.003	3,605	-10,3

La tasa de progradación para la totalidad del frente deltaico es consistente con la calculada por Medina y Codignotto para el período 1976-2010 (249 has/año) y Sarubbi y colaboradores para el lapso 1984-2002 (353 has/año), reflejando que a esta escala temporal el delta del Paraná mantuvo una tasa de avance relativamente constante. También es posible apreciar la erosión de la planicie deltaica particularmente en los sectores B y D, más precisamente al norte del complejo insular Solís-Oyarvide (B), en las márgenes de los canales distributarios de la primera sección y sobre el área destinada a emprendimientos inmobiliarios como la Isla del Este o Colony Park (A).

La validación de esta metodología permitirá obtener la variación de la tasa de avance en periodos de tiempo más acotados y compararla con distintos parámetros de variabilidad climática, en especial aquellos de frecuencia interanual (2 a 7 años) como el Niño Oscilación del Sur (ENSO).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO:

Cavallotto, J.L., Gómez Arozamena, J.E., Forte, L.M., Bonachea, J., González Soto, F., Bruschi, M.V., Hurtado, M.A., Morellón, M., Kandus, P., Remondo, J., Morandeira, N., Rivas, V., Violante, R. y Cendrero, A. 2018. Análisis de la contribución relativa de los impulsores naturales y humanos en la progradación del delta del Río Paraná. Séptimo congreso Argentino de Cuaternario y Geomorfología. Libro de resúmenes 282-283, Puerto Madryn.

do Nascimento, E.F., de Oliveira, L.M.M., de Lima, J.F., das Montanhas Farias, Á.A., da Silva, J.G., 2019. Comparação de índices de agua na identificação de corpo hídrico por sensoriamento remoto. Anales del XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto 2686-2689.

Marcomini, S., Tripaldi, A., Leal, P., López, R., Alonso, M.S., Ciccio, P. L., Quesada, A., Bunicontró, P., 2018. Morfodinámica y sedimentación de un sector del frente deltaico del Paraná entre los años 1933 y 2016, provincia de Buenos Aires, Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 75(1): 1-16.

Medina, R.A., Codignotto, J.O., 2013. Evolución del delta del río Paraná y su posible vinculación con el calentamiento global. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 15(2): 191-200.

Sarubbi, A., Pittau, M.G., Menéndez, A.N., 2006. Delta del Paraná: avance del frente e incremento areal. INA. Proyecto LHA, 235.

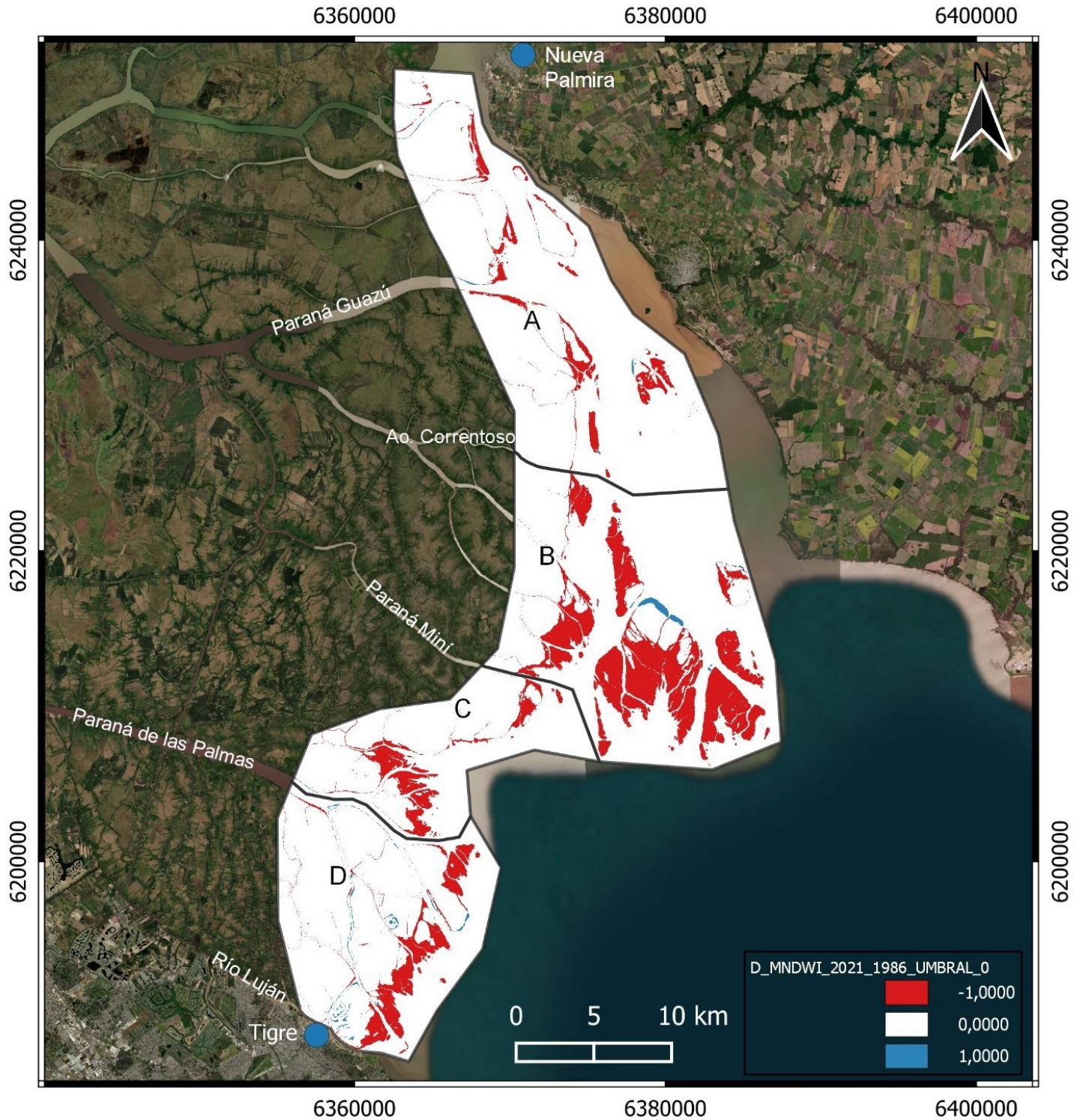


Figura 1. Resultado del mapeo automático donde se aprecian las nuevas áreas emergidas (rojo) y la superficie erosionada/degradada (azul).