



Actualización y profundización del mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná

Informe actualización 2018

Priscilla Minotti



Wetlands
INTERNATIONAL

Programa Corredor Azul

*Conectando gente, naturaleza y economías
a lo largo del sistema de humedales Paraná-Paraguay*

© 2019 Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International.

El contenido de esta publicación puede ser reproducido libremente para fines de educación, difusión y para otros propósitos no comerciales. Un permiso previo es necesario para otras formas de reproducción. En todos los casos se debe dar el crédito correspondiente a la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales/ Wetlands International.

Esta publicación puede citarse como sigue: Minotti, P. 2019. Actualización y profundización del mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná. Programa Corredor Azul. Fundación Humedales / Wetlands International. Buenos Aires, Argentina.

Publicado por la Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales / Wetlands International.

Corredor Azul es un programa de Wetlands International financiado por DOB Ecology.

lac.wetlands.org

Foto de tapa: Natalia Machain

El material presentado en esta publicación y las designaciones geográficas empleadas no implican opinión alguna de parte de la Fundación para la Conservación y el Uso sustentable de los Humedales / Wetlands International, sobre la situación legal de cualquier país, territorio o área, en relación a la delimitación de sus fronteras.

Índice de contenidos

1. Introducción	1
2. Metodología	1
2.1. Fuentes de datos y entorno de digitalización	1
2.2. Interpretación de objetos geográficos en las imágenes	3
2.3. Validación de límites de diques y terraplenes	6
2.4. Atributos	10
3. Base de datos geográfica de endicamientos – Edición 2018	14
3.1. Endicamientos nuevos	14
3.2. Revisión de endicamientos de las ediciones 2010 y 2013.	15
3.3. Completamiento de diques no presentes en las base de datos de las ediciones 2010 y 2013.	16
3.4. Base de datos geográfica de endicamientos actualizada	17
4. Base de datos geográfica de terraplenes	21
5. Comparaciones y tendencias	23
6. Referencias	27

Resumen

Este documento presenta una base de datos geográfica sobre los endicamientos y terraplenes identificados en el Delta del Paraná, que toma como punto de partida los datos del mapa desde el año 2013 y los actualiza hasta julio de 2018. Esta base geográfica contiene 654 polígonos cubriendo 247.168 ha, lo que representa un 12,36 % de la superficie del Delta. Desde el año 2013 al 2018 se han incorporado 173 endicamientos nuevos, localizados casi totalmente en el Bajo Delta, que ocupan un total 19.695 ha que representa el 7,97% de la superficie total endicada y un 0,98% de la superficie total del Delta.

El principal uso actual de los endicamientos es el ganadero, seguido del forestal y mixto en proporciones similares. La mayor proporción de áreas endicadas se encuentra en territorio entrerriano, siendo la bonaerense levemente menor. En las regiones tradicionalmente afectadas por las grandes crecientes del río Paraná, que en este periodo tuvieron lugar entre 2014 y 2016, se destacan la desaparición de las áreas endicadas de uso agrícola y un aumento de superficies sin uso definido. Los de uso residencial son bajos en superficie total y presentan en general tamaños pequeños, son difíciles de distinguir o están bajo la modalidad de marinas, que no quedan representadas adecuadamente en una base de endicamientos. La superficie total endicada en el Delta del Paraná continúa en aumento, con una tendencia a la reducción del tamaño de los endicamientos muy marcada. La década actual es la que registra el mayor avance territorial, pero con endicamientos de mucho menor tamaño que los desarrollados en las décadas de mayor auge de esta práctica (1970 y 1980). También se afirma la transformación de los grandes endicamientos forestales a ganaderos o a usos mixtos.

La base de datos de terraplenes presenta total de 6.913 segmentos de terraplenes que recorren una longitud total de 8.893 km. La mayor proporción de terraplenes corresponde a los diques perimetrales seguida por los caminos y terraplenes interiores.

El territorio entrerriano presenta diques de mayor tamaño, una superficie endicada levemente mayor, y una mayor proporción de terraplenes de caminos. El bonaerense en cambio, presenta mayor número de diques pero de menor tamaño, y se han identificado mayor proporción de terraplenes internos. El uso es predominantemente ganadero y mixto en territorio entrerriano, mientras que en el bonaerense los usos típicos son el forestal y el residencial.

El panorama de la distribución de terraplenes y endicamientos presentado en esta actualización es mucho más realista que el definido en las bases de datos anteriores, mostrando de manera más contundente el grado de antropización de la región del Delta del Paraná.

Actualización y profundización del mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná – Año 2018-

1. Introducción

Este trabajo tiene como objetivo actualizar y completar las bases de datos geográficas para generar un mapa de la distribución geográfica de endicamientos¹ y terraplenes² de la región del Delta del Paraná actualizado al 2018.

Este informe tiene como objetivo particular presentar el resultado de la actualización de la distribución de endicamientos y terraplenes a partir de la interpretación de imágenes satelitales, integrando la información anterior correspondiente a la región de Delta. Esta actualización comprende las siguientes tareas:

- Registro de los límites de las áreas endicadas que surgen entre julio del 2013 hasta julio 2018,
- La actualización de los límites de diques y de las trazas de terraplenes existentes a mayor escala, es decir con mayor precisión espacial, y también de sus usos,
- El completamiento de diques y terraplenes no presentes en las base de datos de las ediciones 2010 y 2013.

Para las área endicadas nuevas se ha cubierto el Delta del Paraná de manera completa. En el caso de las mejoras en la precisión espacial y del completamiento de diques y terraplenes, la actualización no ha sido exhaustiva, avanzado dentro de los tiempos acordados.

2. Metodología

2.1 Fuentes de datos y entorno de digitalización

Como antecedentes se consideran: a) el mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná del año 2010 (Kandus y Minotti 2010, basado en la interpretación visual de imágenes satelitales Landsat TM, documentación de productores forestales y del INTA), b) el informe de urbanizaciones cerradas (Kandus, Minotti y Fabricante 2012, elaborado a partir de la documentación disponible de planes maestros sobre imágenes QuickBird en Google Earth®), y c) el informe de actualización y profundización del mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná edición 2013 (Minotti y Kandus 2014, basado mayormente en imágenes Spot 5 multiespectrales y pancromáticas).

Para la identificación y digitalización inicial de diques nuevos se utilizaron las imágenes de media y alta resolución que se indican en la Tabla 1. Se utilizaron las aplicaciones QGIS 2.18.24 Las Palmas y ArcGis 10.6, de manera indistinta.

¹Endicamiento: terreno rodeado por construcciones que evitan la entrada de agua durante las crecientes.

²Terraplen: construcción, acumulación o relleno de tierra para levantar el nivel del terreno y formar un plano para apoyar una construcción o camino. También se utiliza como barrera al escurrimiento del agua.

Tabla 1.-		Fuentes de imágenes satelitales usadas para la detección de endicamientos nuevos					
Satélite-Sensor	Path/Row usados	Fecha de toma de imagen					
		2013	2014	2015	2016	2017	2018
Sentinel 2MSI 2A	20HQH, 20HQJ, 21HUC, 21HTD, 21HTC		14/04/2014, 23/04/2014	12/09/2015, 04/12/2015, 11/12/2015	23/01/2016, 29/02/2016, 22/04/2016, 08/06/2016, 11/06/2016, 18/06/2016, 21/06/2016, 30/06/2016, 10/08/2016, 17/08/2016, 09/09/2016, 26/09/2016, 09/10/2016, 05/11/2016, 18/11/2016, 28/11/2016, 15/12/2016	27/01/2017, 06/02/2017, 21/07/2017, 24/09/2017, 14/10/2017, 30/11/2017	22/01/2018, 24/01/2018, 29/01/2018, 15/03/2018, 15/03/2018, 25/03/2018, 31/03/2018, 24/05/2018, 03/08/2018, 06/09/2018
Landsat OLI	225/84, 225/83, 226/83	16/07/2013, 25/07/2013, 17/08/2013, 27/09/2013, 14/11/2013, 23/12/2013	13/03/2014, 10/06/2014, 03/07/2014, 20/08/2014, 29/08/2014, 08/11/2014, 03/12/2014	12/02/2015, 01/04/2015, 12/05/2015, 15/07/2015, 22/07/2015			
CBERS4 PAN	164/138, 164/139, 165/137, 165/138, 166/137			30/01/2015, 28/02/2015, 15/04/2015, 18/04/2015, 18/04/2015, 12/06/2015, 05/07/2015, 05/07/2015, 08/07/2015, 20/08/2015, 18/09/2015, 15/11/2015, 15/11/2015			

Para la digitalización de diques y terraplenes a mayor detalle, como también para el completamiento de diques preexistentes, que no estaban incluidos en las bases de datos pasadas, se utilizaron los mapas base satelitales de las aplicaciones de SIG mencionadas. En el caso de QGIS se usaron como mapa base las imágenes de muy alta resolución disponibles en OpenLayers para Google Earth satelital y Bing Maps. En el caso de ArcGis se usaron las fuentes de imágenes correspondientes al mapa base satelital versión 2018 y cuyas imágenes para la zona de estudio se indican en la Tabla 2. Dichas digitalizaciones se realizaron generalmente a escala 1:10.000.

Tabla 2.-		Fuentes de imágenes satelitales para digitalización detallada		
Satélite-sensor	Proveedor	Tamaño de pixel (m)	Precisión especial (m)	Fecha de tomas
WV02	Vivid- DigitalGlobe - ArcGIS	0.5	4.23	11-11-2016
WV03_VNIR	Vivid- DigitalGlobe- ArcGIS	0.31	0.2	11-15-2014

Para polígonos observados en fechas más recientes se usaron las imágenes Sentinel 2A, resultando la digitalización a escala 1:20.000 o mayor.

Los polígonos finales se encuentran desproyectados, con elipsoide y datum global WGS84 (EPSG 4326) y en formato ESRI shapefile.

2.2. Interpretación de objetos geográficos en las imágenes



En líneas generales, la localización de diques nuevos se realizó mediante la interpretación visual de imágenes satelitales de los años 2016 a 2018. Para el Bajo Delta, se recorrió en pantalla cada isla, buscándose terraplenes perimetrales destacados entre los diques delimitados en la edición anterior (Figuras 1 y 2).

Figura 1.- Dique perimetral nuevo entre áreas endicadas registradas anteriormente. Imagen Digital Globe WV2 del 4/2013.



Figura 2.- Endicamiento nuevo en terrenos con forestaciones de distinto grado de manejo. Imágenes Digital Globe WV2 del 14-7-2015 (a) y del 31-1-2016 (b).

Para gran parte del Delta Entrerriano se usaron imágenes correspondientes a las crecientes de 2015 y 2016, donde los endicamientos se pueden distinguir por la presencia de áreas no inundadas y/o diques perimetrales que sobresalen en las áreas anegadas (Figura 3).



Figura 3.- Respuestas de endicamientos durante la creciente del 2016. a. endicamientos con forestación joven y en perfecto estado; b. área endicada completamente anegada. Imagen CNES Airbus Pleiades NEO del 27-3-2016.

Las ediciones anteriores fueron realizadas a una escala nominal del orden del 1:250.000 (2010) a 1:50,000 (2013), mientras que para la versión actual se usaron fuentes de datos de mayor detalle, 1:5,000 a 1:20,000. Estas fuentes de mayor resolución utilizadas en la edición actual permitieron detectar: a) diferencias en la posición de las trazas de diques perimetrales, b) la presencia de endicamientos no incluidos en ediciones anteriores y c) diferencias con la localización de endicamientos declarados en los planos maestros usados en la edición de 2010. Estos límites se fueron actualizados en la medida que se fueron identificando, pero no se hizo un trabajo sistemático de corrección, dándose prioridad a la inclusión de nuevos diques (Figura 4). En el caso de los grandes diques forestales incluidos en la edición de 2010, los límites iniciales fueron tomados de planos provistos por empresas forestales e interpretados sobre imágenes Landsat 5, pero no siempre se correspondían con los diques perimetrales existentes, presentando parcelas en áreas fuera de diques con caminos perimetrales.



Figura 4.- Ejemplos de límites corregidos. En blanco límite original, en rojo límite en la edición actual.

También se modificaron los límites de urbanizaciones en territorio isleño para incluir solamente áreas bajo dique o completamente modificadas por elevación del terreno, si bien los terraplenes en desarrollo quedaran incluidos en la base de datos geográfica de terraplenes (Figura 5).



Figura 5.- Urbanización cerrada según masterplan (a), pero no endicada todavía (b).



En el caso de la digitalización de terraplenes, en primer lugar, se agregaron segmentos a la base existente correspondientes a terraplenes lineales no incluidos en la edición anterior debido a la menor resolución de las imágenes satelitales usadas. En la medida de lo posible se ajustó la localización de las trazas de los terraplenes de ediciones anteriores a una posición con mayor precisión espacial (Figura 6).

Figura 6.- Diferencias en la localización de un terraplén de la edición 2010 sobre una imagen de muy alta resolución (Digital Globe WV2 del 15-9-2016).

Los segmentos localizados en el interior de los diques fueron clasificados como internos, los restantes fueron considerados caminos, si bien podrían ser también diques perimetrales en construcción. En segundo lugar, se convirtieron los polígonos de los endicamientos a líneas y se agregaron a la base de datos de terraplenes como diques perimetrales.

2.3. Validación de límites de diques y terraplenes

Los diques ingresados en esta edición se validaron usando las series históricas de imágenes de alta resolución de Google Earth, que cubren de manera irregular un periodo que va desde 2003 a 2018. Dichas imágenes fueron revisadas a escala aproximada 1: 5.000 a fin de identificar al menos una imagen dentro de la serie que mostrara claramente la presencia de un dique perimetral completo, o en el caso de diques abiertos su cierre contra un terraplén de camino o un albardón natural.

Se eliminaron aquellos polígonos incluidos en ediciones anteriores que no tuvieron correlato en ninguna de las imágenes de alta resolución usadas (4 polígonos en total). Casi todos estos polígonos correspondieron a zonas con albardones o rasgos naturales que presentaban ángulos rectos (Figura 7).



Figura 7.- Ejemplo de endicamiento identificado en 2013 pero cuyos límites se corresponden con rasgos propios del terreno, de acuerdo a las imágenes de alta resolución.

Para los terraplenes, la revisión con imágenes históricas de alta resolución tuvo como también como objetivo verificar que el objeto geográfico fuera terraplén. Por ejemplo, varias áreas desmontadas para el tendido eléctrico isleño fueron interpretadas como terraplenes en las



imágenes SPOT 4 y 5 multiespectrales de la edición 2013 (Figura 8). Se observaron también frecuentemente situaciones de desaparición de terraplenes, ya sea por crecientes extraordinarias del Paraná, como por movimientos de tierra para ser usados para rellenos de terrenos o modificaciones de otros terraplenes. Particularmente, cuando los terraplenes están en construcción o ampliación son altamente visibles porque no se encuentran cubiertos de vegetación.

Figura 8.- Ejemplo de terraplén levantado en 2013 pero que, de acuerdo con las imágenes de alta resolución, resulto ser el área de servicio de una línea de alta tensión.

Todavía hay terraplenes y endicamientos que no han sido identificados. Si los terraplenes están vegetados y son de baja altura (atajarrepuntes) son muy difíciles de distinguir (Figura 9), incluso en las imágenes de alta resolución. En cambio, son altamente visibles si no se encuentran cubiertos de vegetación, por ejemplo, cuando están en construcción o ampliación, o cuando la vegetación ha perdido follaje durante el invierno (Figura 10).



Figura 9.- Ejemplos de terraplenes vegetados. A y B tipo atajarrepunte; C dique perimetral con camino de poco uso. Fotos: F. Brancolini.



Figura 10.- Visibilidad de un mismo terraplén perimetral en distintos momentos. A. en construcción o recién terminado (2 de septiembre de 2003); B. más de una década después a fines del verano (4 de marzo 2017) y C, en invierno (13 de agosto de 2017).

Los barrios cerrados no son sinónimos de endicamientos, si bien presentan terraplenes con distintas características y permanencia (Figura 11).



Figura 11.- Barrio cerrado con terraplenes en desarrollo que no se corresponden con el perímetro. Las líneas rojas indican los límites de urbanizaciones cerradas. Fuente: imagen Digital Globe VW02 de 11/11/2016.

Un caso particular de intervenciones en el Delta es el de las marinas y los puertos. Las marinas se caracterizan por presentar áreas de costas extensamente dragadas, modificadas para el establecimiento de dársenas, junto con terrenos sobreelevados donde se asientan las edificaciones (Figura 12 A).

Las marinas grandes, con proyectos o máster plan publicados, quedan dentro de la base de urbanizaciones cerradas. Cuando presentan claramente algún tipo de terraplenado perimetral o al menos asociado al sector de edificaciones, sus límites pueden quedar bajo una figura de endicamiento o de segmentos de terraplenes. Pero si ninguna de estas situaciones es observable, la marina no queda incluida en estas bases de datos geográficas. Con los puertos, de toda índole, sucede algo similar. Los puertos se han desarrollado en general sobre áreas ocupadas por humedales, que han sido intensa y extensamente intervenidas con sectores sobreelevados y otros endicados, presentando distintas modificaciones para el desarrollo de dársenas y amarraderos, con radicaciones de edificios de gran tamaño para almacenamiento y logística, y en algunos casos también con procesos industriales (Figura 12 B). Un tercer tipo de modificación son los préstamos, particularmente los de gran tamaño, que son el resultado de excavaciones que se realizan en el terreno para llevar la tierra a otro lado. Si bien no son clasificables como endicamiento o terraplén, constituyen modificaciones antrópicas relevantes.

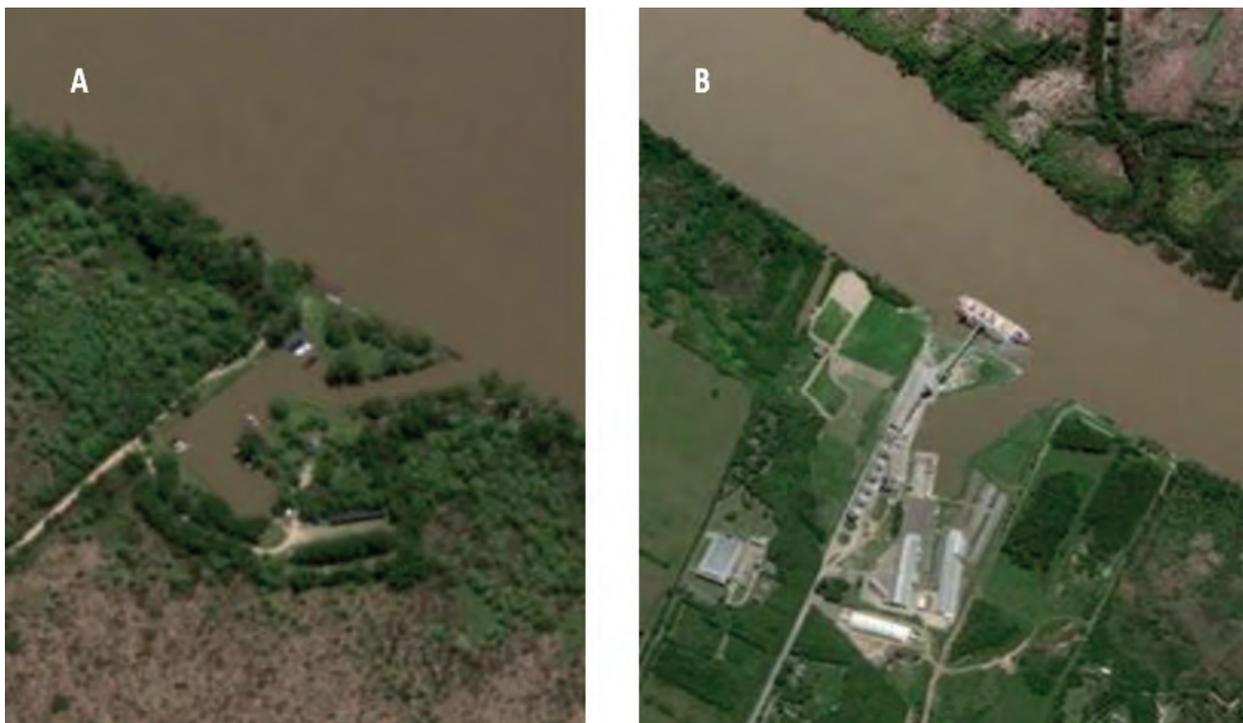


Figura 12. - Ejemplos de áreas con dársenas. A. Pequeña marina. B. Terminal portuaria privada.

Para verificar el uso de los terraplenes indicados como caminos, se descargaron vectores correspondientes a caminos y rutas del servidor de Open Street Maps (OSM <https://www.openstreetmap.org/#map=9/-33.1617/-59.9661>). Estos vectores no fueron incorporados a la base de datos, ya que esto requeriría un control de calidad más exhaustivo, la verificación de líneas duplicadas y la atribución correspondiente a la fuente usada.

2.4. Atributos

Se simplificó la tabla de atributos propuesta originalmente para los endicamientos, con modificaciones menores que no implican pérdidas de información y facilitarán el seguimiento y análisis en ediciones posteriores (Tabla 3).

Tabla 3.- Atributos de la base de datos geográfica de endicamientos edición 2018		
Atributo	Tipo	Descripción
Id2018	Numérico corto	Identificador del polígono del dique
Edición	Numérico corto (4)	Año de incorporación a la base de datos.
Uso Actual	Texto (20)	Uso del suelo dentro del dique (agrícola, forestal, ganadero, residencial, urbano, residencial, mixto, sin datos).
Origen	Numérico corto (4)	Año de construcción del dique o año de la imagen satelital donde se identifican claramente sus límites por primera vez
Década	Numérico corto (4)	Década para análisis de antigüedad por tipo de uso (1970 y anteriores todos juntos)
ha	Numérico flotante (7,3)	Superficie de los polígonos de diques en Hectáreas.

Se cambiaron nombres de los atributos **Uso** por **UsoActual**, **DecadOr** por **Origen** y **DecadaAct** por el de **Década**. Se eliminaron los atributos **Comentarios** e **Hist_uso** que corresponden a información específica de la edición 2010. El año de origen fue completado durante el proceso de validación de límites para todos los endicamientos de ediciones anteriores a partir del año 2000. Para los diques antiguos cuyos límites fueron mejorados, se utilizaron las de series históricas de imágenes Landsat de Google Earth que cubren el periodo desde el año 1984 al 2016 con imágenes de frecuencia anual, revisados a escala aproximada 1: 30.000. Para los endicamientos restantes se mantuvo como valor el atributo incluido en la década de origen de las ediciones anteriores (**DecadOr**).

Para los usos del suelo se usó un esquema similar al empleado en la edición 2013, usando el término genérico "residencial" para englobar endicamientos con viviendas, galpones, áreas parqueadas, marinas y urbanizaciones isleñas, dejando por el momento el valor urbano solamente para la localidad de Paranacito (Figura 13).



Figura 13.- Diferentes usos del suelo de los endicamientos: a. forestal (incluye plantaciones de nuez pecan); b. sin datos (sin uso identificable, anegado prolongado, pasivo de dique); c. agrícola; d. ganadero; e. mixto; f. residencial (viviendas con parquizaciones, marinas, urbanizaciones cerradas, áreas de recreación y urbano de Villa Paranacito).



Figura 14.- Categorización de terraplenes utilizada. A. Perimetrales; B. Internos; C. Caminos y rutas.

El diccionario de datos para los terraplenes fue el mismo que en la edición de 2013 y se presenta en la Tabla 4. Se consideraron los siguientes tipos de usos para los terraplenes (Figura 14): camino (rutas y camino vecinales), perimetral (el que corresponde a los diques cerrados) e interno (diques o caminos dentro de endicamientos).

Tabla 4.- Atributos de la base de datos geográfica de terraplenes Edición 2018		
Atributo	Tipo	Descripción
IdTerr	Numérico corto	Identificador del segmento lineal del terraplén
Edición	Numérico corto (4)	Año de incorporación a la base de datos.
Uso	Texto (20)	Clase de terraplén (perimetral, interno o camino).
km	Numérico flotante (7,3)	Longitud de los segmentos de terraplén en Km.

Para el cálculo de superficies y longitudes de terraplenes se usó la proyección UTM 21S con el elipsoide y datum global WGS84 2D (EPSG 32721).

3. Base de datos geográfica de endicamientos – Edición 2018

3.1. Endicamientos nuevos

Entre julio de 2013 y julio de 2018 se detectaron 173 endicamientos nuevos con un total 19.695 ha (Tabla 5 y Figura 15).

Tabla 5.- Endicamientos nuevos		
Año	Polígonos nuevos	Superficie (ha)
2013	36	7.275
2014	53	3.327
2015	35	4.808
2016	34	3.498
2017	11	767
2018	4	20
Totales	173	19.695

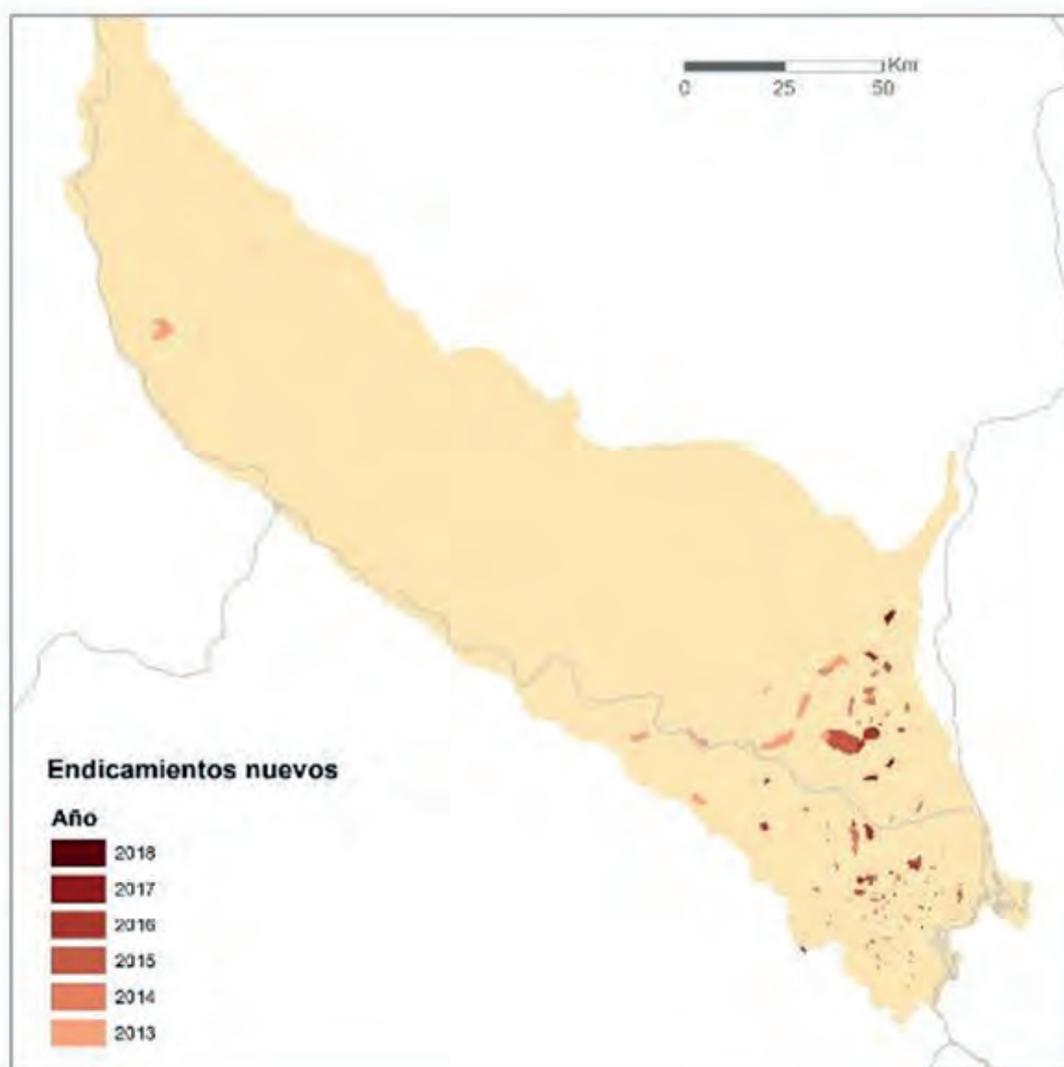


Figura 15.- Distribución de los endicamientos nuevos entre julio de 2013 y julio de 2018.

3.2. Revisión de endicamientos de las ediciones 2010 y 2013.

Para poder homologar el detalle de digitalización de los endicamientos nuevos, fue necesario revisar los polígonos de las ediciones anteriores sobre las imágenes de muy alta resolución. Se modificaron límites que se encontraban muy desplazados, se eliminaron polígonos que no se correspondían con endicamientos (ej. urbanizaciones cerradas, puertos) y se subdividieron endicamientos grandes en diques menores hechos en distintos años (Figura 16).

La Tabla 6 resume los cambios resultantes en cuanto al número de polígonos y superficie en hectáreas.

Tabla 6.-	Polígonos		Superficie (ha)	
	anterior	actual	anterior	actual
Edición				
2010	210	237	209.159	195.305
2013	179	88	33.589	19.843
Totales	389	325	240.748	215.148

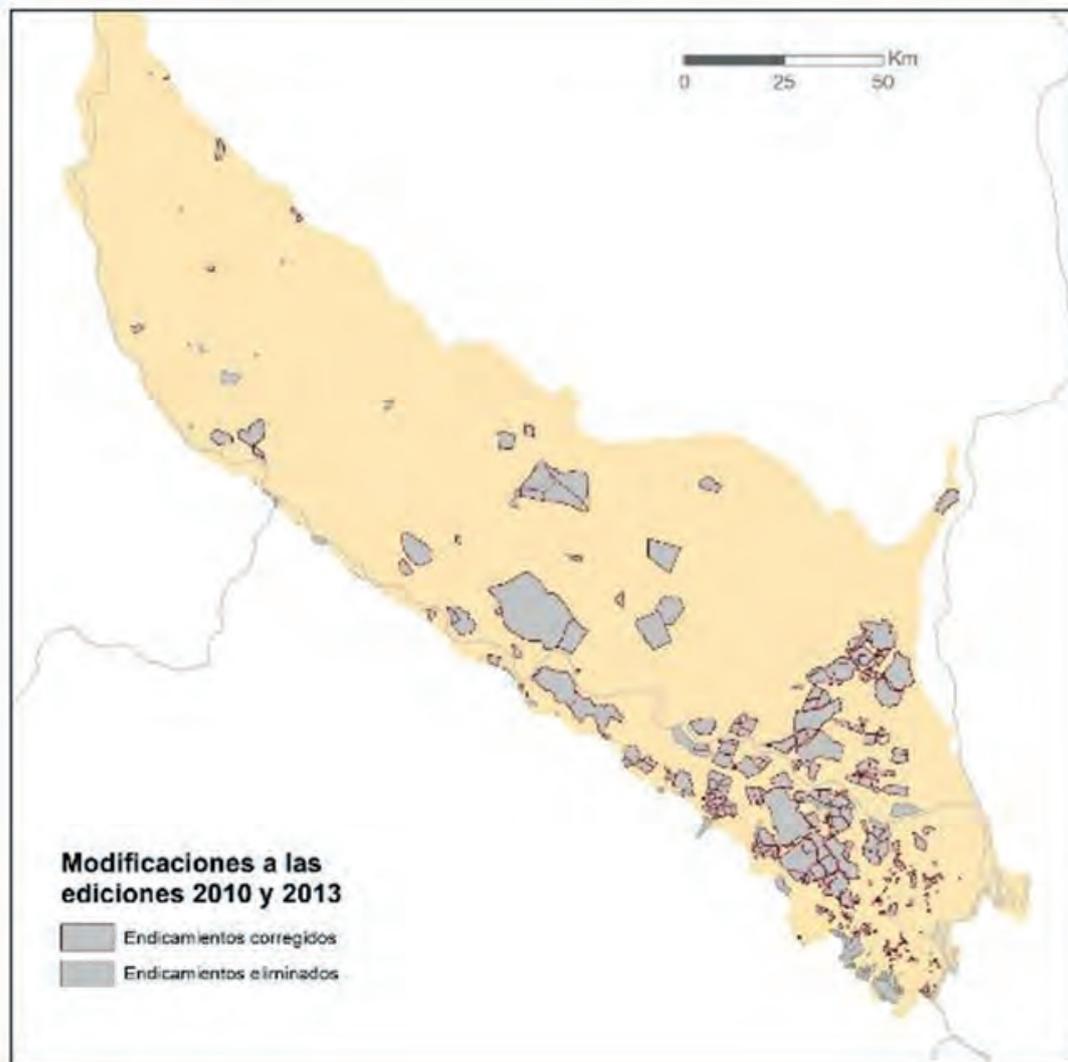


Figura 16.- Revisión y actualización de los límites de los endicamientos de ediciones anteriores.

3.3. Completamiento de diques no presentes en las base de datos de las ediciones 2010 y 2013.

Durante la revisión de límites se incorporaron también 156 polígonos no incluidos en las ediciones anteriores, cubriendo una superficie de 12.325 ha. La Figura 17 resalta la localización de estos polígonos.

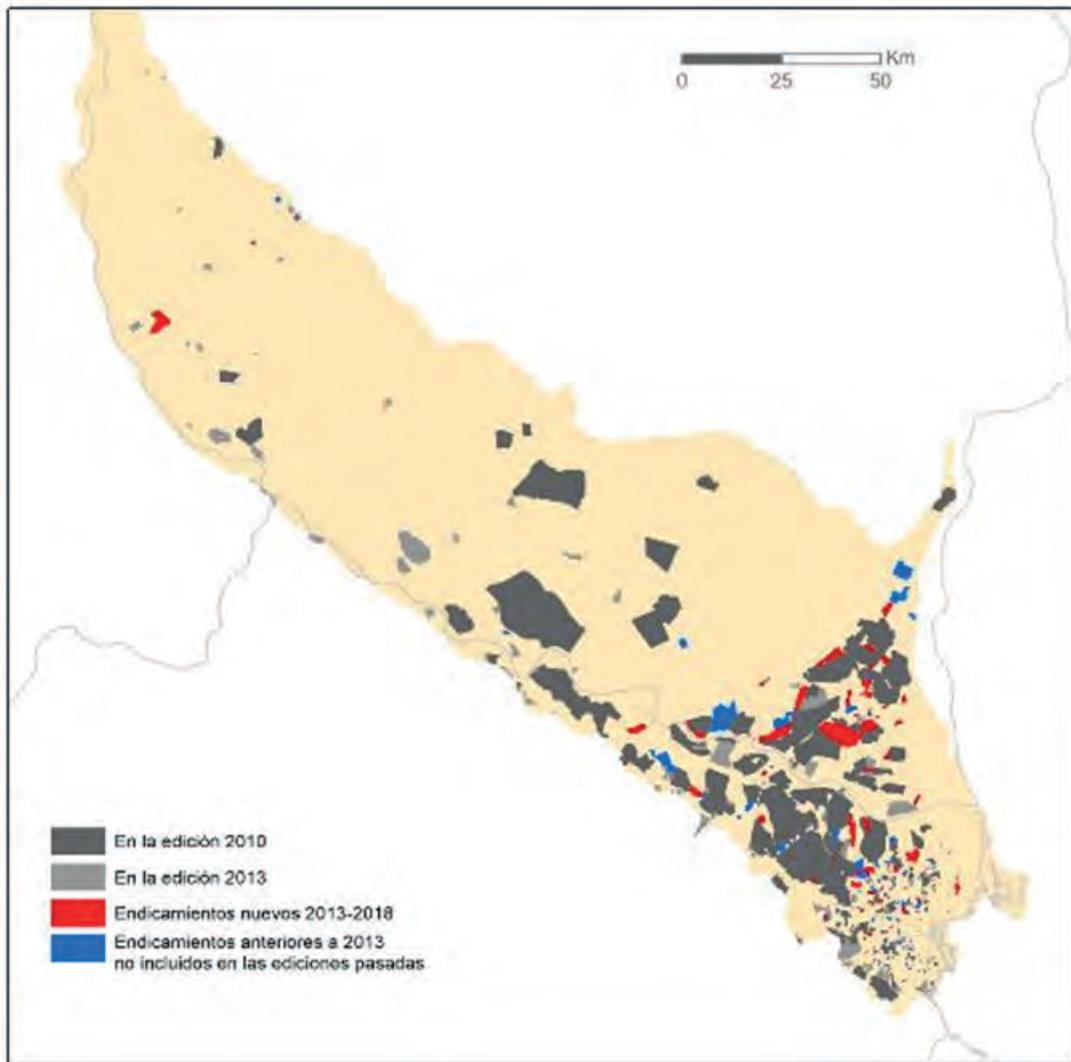


Figura 17.- Completamiento de endicamientos.

3.4. Base de datos geográfica de endicamientos actualizada

Como resultado de la presente actualización se ha generado una base de datos geográfica de los endicamientos identificados en la región del Delta del Paraná hasta julio de 2018. Esta base geográfica contiene 654 polígonos cubriendo 247.168 ha, lo que representa un 12,36 % de la superficie del Delta. La Tabla 7 presenta la distribución de los endicamientos de la base de datos geográfica actualizada completa, discriminada según edición y la Figura 18 presenta su distribución espacial.

Tabla 7.-	Superficie endicada			
Edición	Numero de polígonos	Superficie (ha)	% del total endicado	% Superficie del Delta
2010_actual	237	195.305	79,02	9,77
2013_actual	88	19.843	8,03	0,99
2018_nuevos	173	19.695	7,97	0,98
2018_anteriores	156	12.325	4,98	0,62
Totales	654	247.168	100	12,36

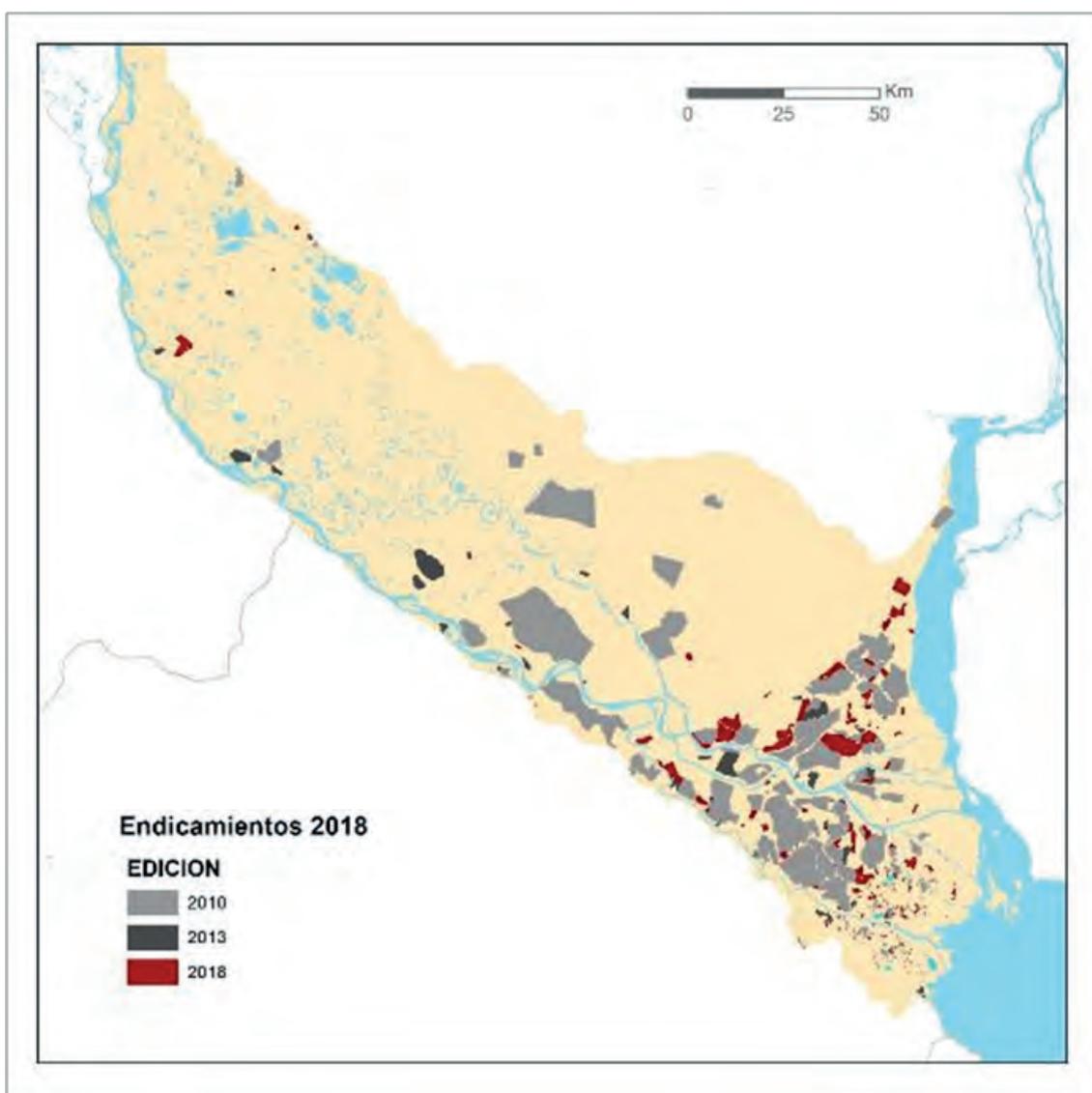


Figura 18.- Distribución de endicamientos del Delta según edición de la base de datos

Si analizamos el uso actual de los endicamientos (Tabla 8 y Figura 19) se observa que la mayor superficie corresponde a áreas sin datos, seguidas por el uso ganadero y luego por el forestal y el mixto en superficies similares. La cobertura de endicamientos con usos residenciales/urbanos constituye una proporción menor del territorio isleño deltaico.

Tabla 8.- Uso del suelo	Superficie endicada por tipo de uso del suelo	
	Superficie (ha)	N° de polígonos
sin datos	85.002	191
ganadero	73.013	104
forestal	44.157	223
mixto (forestal, ganadero, silvopastoril)	44.035	46
residencial/urbano	908	84
industrial	52	6

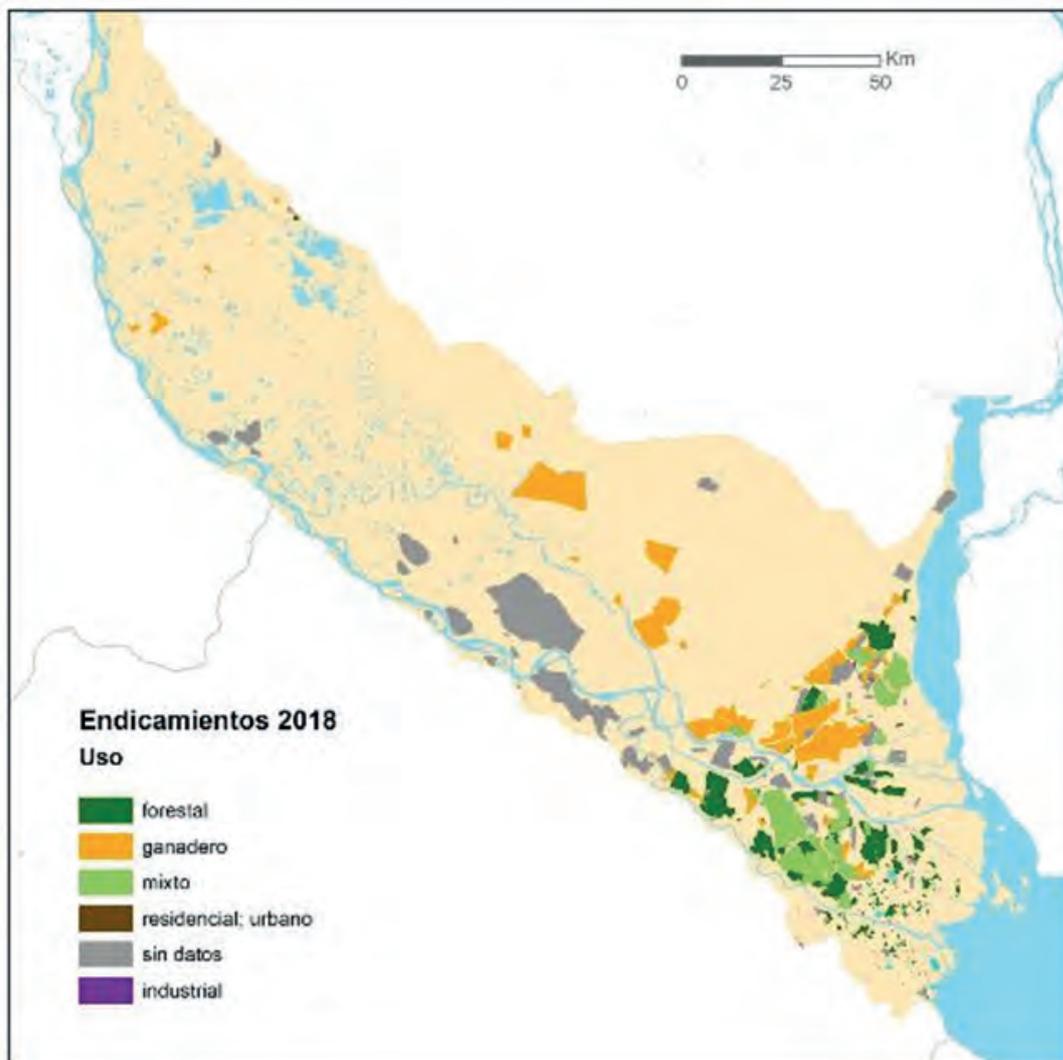


Figura 19.- Distribución de endicamientos del Delta por categoría de uso del suelo

Si tenemos en cuenta la década de origen, la década actual (2010) acumula la mayor superficie endicada, distribuida en un gran número de polígonos (Tabla 9 y Figura 20).

Tabla 9.- Superficie endicada por década		
Década	Superficie(ha)	Número de polígonos
1970	48.556	9
1980	56.527	81
1990	19.358	48
2000	57.132	166
2010	65.595	350

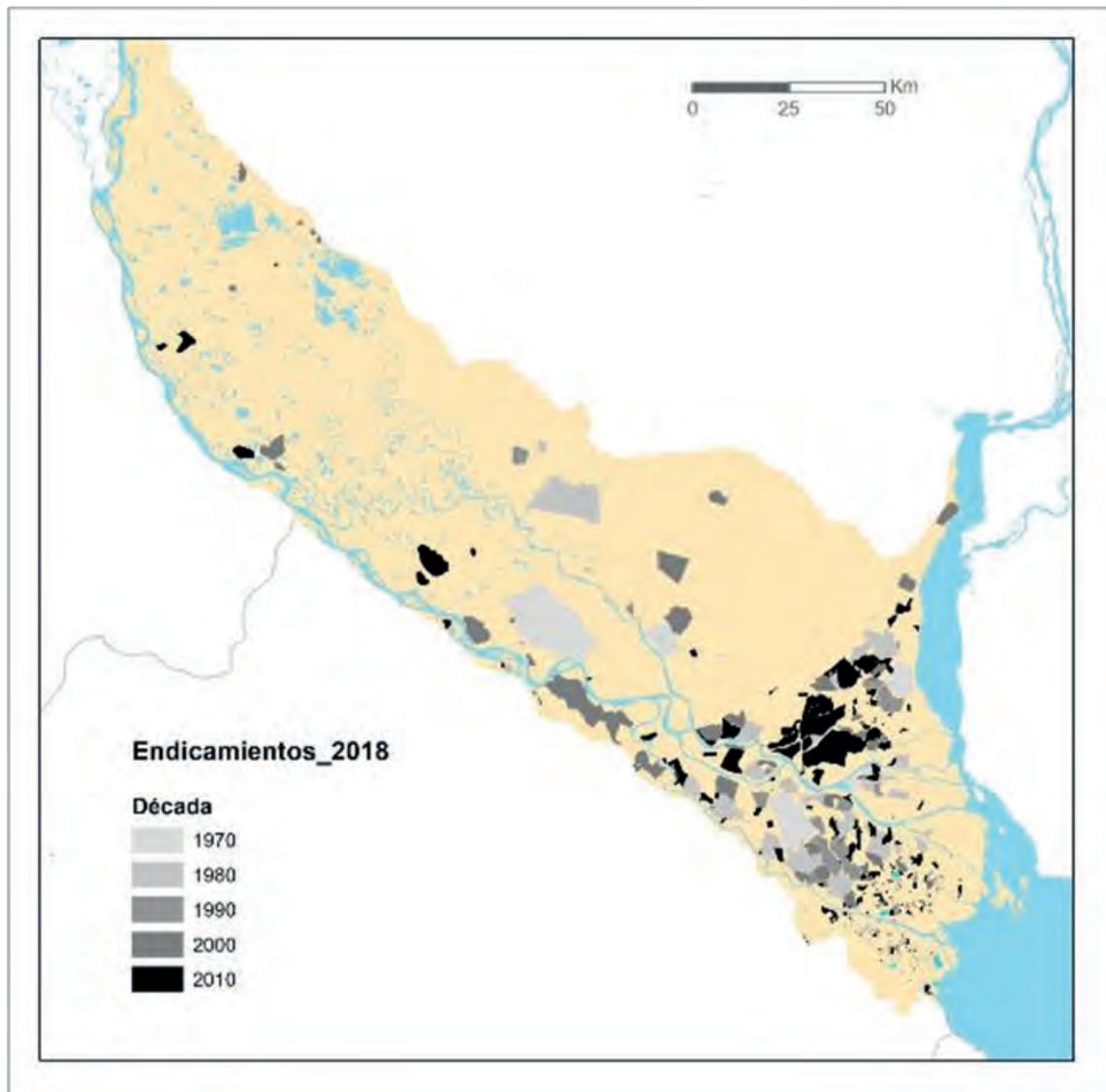


Figura 20.-Distribución de endicamientos del Delta por década de establecimiento o remodelación del dique

4. Base de datos geográfica de terraplenes

La base de datos actual registra un total de 6.913 segmentos de terraplenes que recorren una longitud total de 8.893 km (Tabla 10).

En esta edición se ha duplicado prácticamente la longitud total de terraplenes incorporados, con un aumento de cerca del 300% en el número de segmentos de terraplenes (Tabla 10). Se destaca el sector sudeste del Delta con un grado de intervención notablemente mayor que el noroeste (Figura 21).

Tabla 10.-	Extensiones de los distintos tipos de terraplenes registrados	
Edición	Nº segmentos	Longitud (km)
2010	1120	3.125
2013	675	1.136
2018	5118	4.632
Totales	6.913	8.893

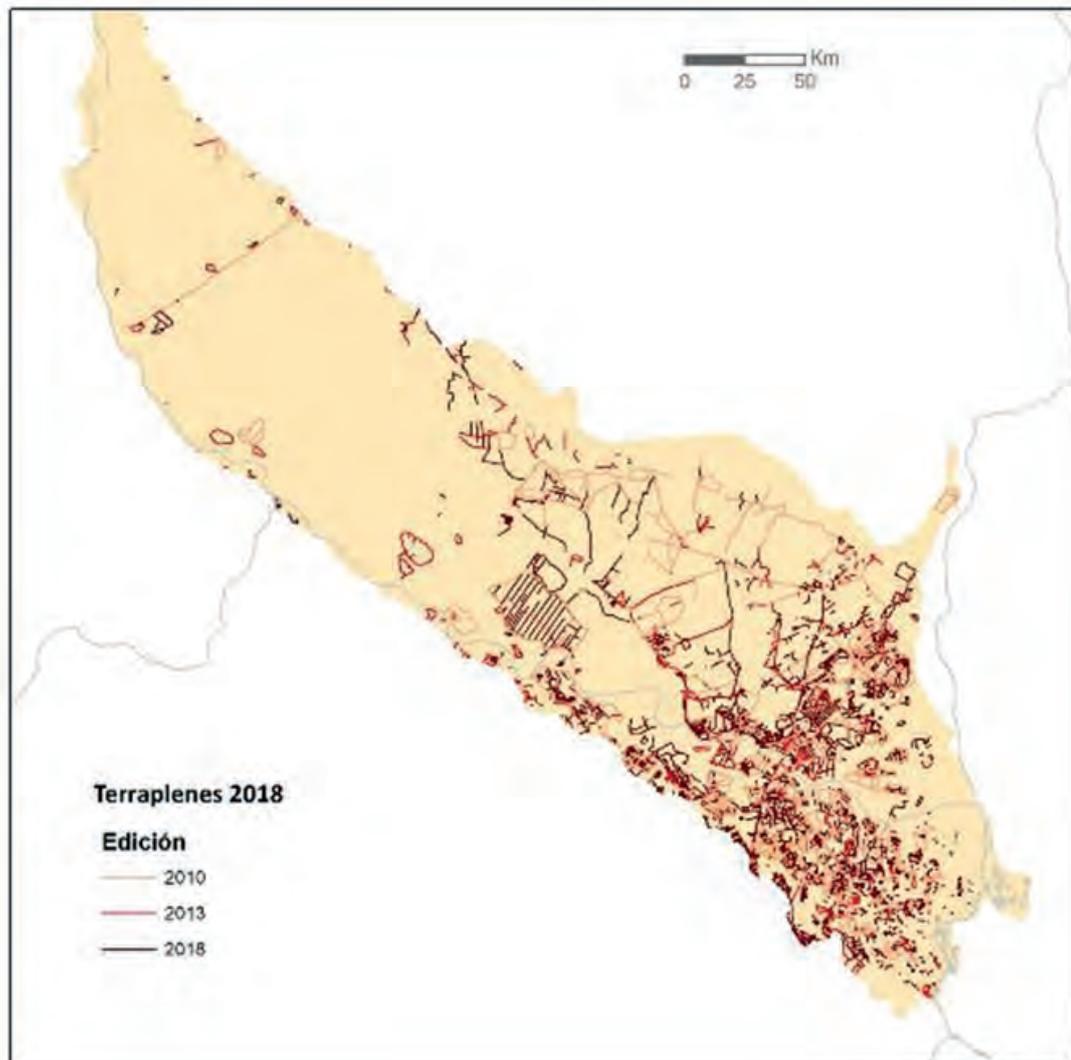


Figura 21.- Distribución de terraplenes incorporados en cada edición.

La mayor proporción de terraplenes corresponde a los diques perimetrales, seguida por los caminos y terraplenes interiores (Tabla 11). En esta edición se han incorporado una cantidad considerable de terraplenes internos a los endicamientos (Figura 22).

Tabla 11.- Extensiones de los distintos tipos de terraplenes registrados			
Tipo de terraplén	N° segmentos	Longitud (km)	%
perimetral	1.879	3.847	43,25
camino	2.530	2.716	30,54
interno	2.504	2.330	26,20
Totales	6.913	8.893	100,00

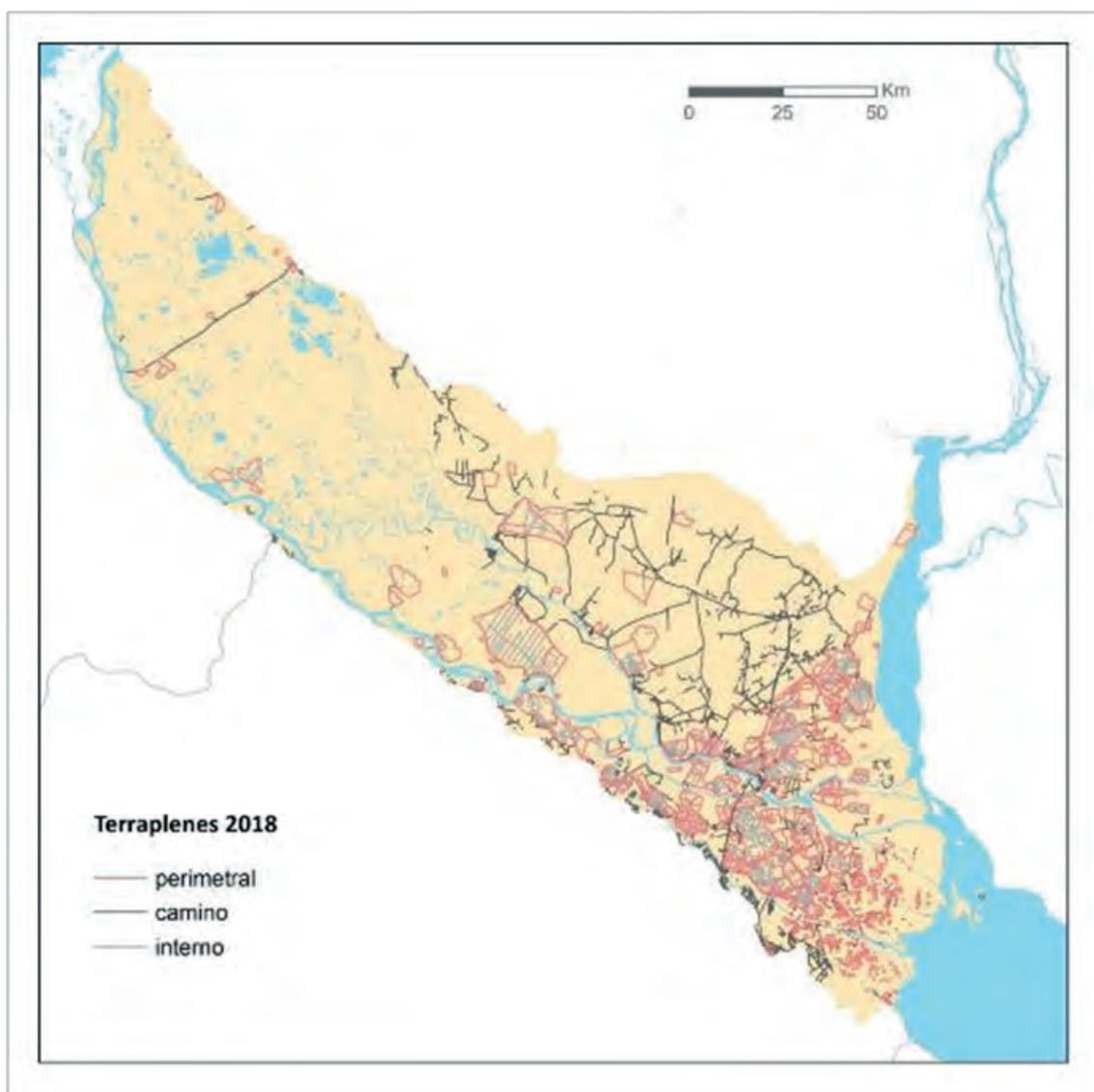


Figura 22.- Distribución de endicamientos terraplenes del Delta por categoría de uso.

5. Comparaciones y tendencias

La superficie total endicada en el Delta continúa en aumento, pero en contraposición, los endicamientos individuales presentan una marcada tendencia a la reducción de su tamaño (Tabla 12 y Figura 23).

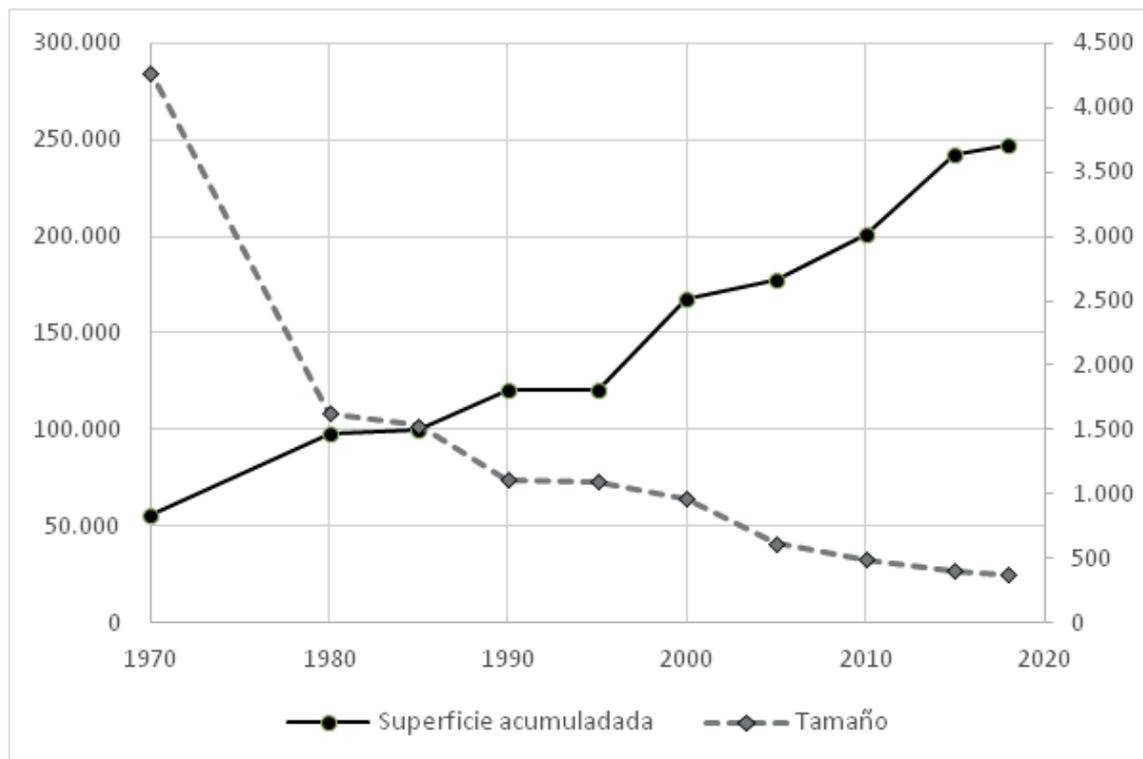


Figura 23.- Evolución del área total endicada en el Delta y del tamaño medio de los endicamientos.

Tabla 12.-	Superficie endicada por década		
Década	Tamaño medio (ha)	Superficie endicada acumulada	Tasa de cambio (%)
1970	5.395,11	48.556	-
1980	697,86	105.084	116
1990	403,29	124.442	18
2000	344,17	181.574	46
2010	187,41	247.168	36

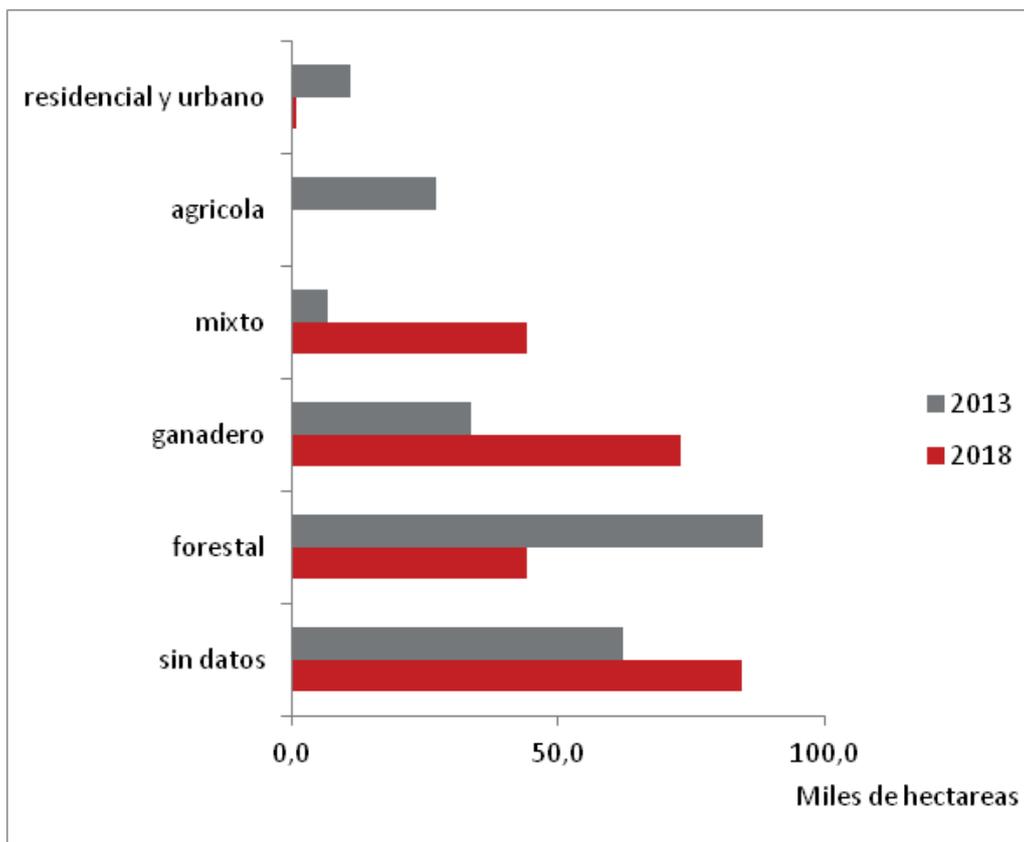


Figura 24.- Comparación de la distribución de usos del suelo.

Al analizar los cambios en el patrón de uso del suelo, se verifican cambios importantes en los valores totales con respecto a la edición pasada (Figura 24). Se destaca la desaparición de los endicamientos de uso agrícola y el gran incremento de áreas abandonadas o sin uso actual reconocible (sin datos). Esto podría obedecer principalmente a factores naturales, como las inundaciones de gran magnitud que han afectado la región entre 2014 a 2016. La reducción en el uso residencial/urbano, en cambio, es un efecto metodológico, ya que los límites en esta edición están dados por endicamientos efectivizados y no por los masterplan de las urbanizaciones cerradas. Otra tendencia muy marcada es la transformación de los grandes endicamientos forestales a usos mixtos y a ganaderos, hecho observado durante la actualización del año 2013. No obstante, varios de los endicamientos sin datos de la edición 2013 resultaron ser endicamientos forestales nuevos, cuyo uso recién pudo ser comprobado con una vez establecida la plantación (se ven árboles y no suelo desnudo o pastizal).

Comparando la distribución por provincias, la mayor superficie endicada relevada se encuentra en territorio entrerriano, pero el mayor número de endicamientos se verifica en territorio bonaerense (Tabla 13). Por el momento no se han contabilizado endicamientos en territorio santafecino, aunque las riberas a la altura de Rosario están altamente modificadas por desarrollo portuario.

Tabla 13.-	Endicamientos por provincia	
Provincia	Superficie total endicada (ha)	Cantidad de polígonos de endicamientos
Buenos Aires	97.470	480
Entre Ríos	149.698	174

Las diferencias también son marcadas en relación con el uso del suelo, siendo predominantemente ganadero y mixto en territorio entrerriano, mientras que en el bonaerense los usos típicos son el forestal y el residencial (Tabla 14).

Tabla 14.-	Buenos Aires		Entre Ríos	
Endicamientos por Uso 2018	Polígonos	Hectáreas	Polígonos	Hectáreas
forestal	204	32.999	19	11.158
ganadero	29	4.787	75	68.227
industrial	6	53		
mixto	31	30.113	15	13.922
residencial/urbano	80	596	3	229
sin datos	130	28.923	61	56.079
Totales	480	97.470	174	149.698

En cuanto a los terraplenes (Tabla 15), Entre Ríos posee mayor longitud de terraplenes siendo los caminos el tipo más frecuente. Buenos Aires registra comparativamente un mayor número total de segmentos, pero los caminos presentan una longitud total menor. Los terraplenes entrerrianos se localizan en sectores con características menos isleñas que los de Buenos Aires, y al estar en terrenos muy baja pendiente local y regional, su efecto de barrera al flujo parece ser mucho mayor, como lo atestiguan la inundación de 2016 y las demás crecientes extraordinarias anteriores.

Tabla 15.-	Buenos Aires		Entre Ríos	
Terraplenes por Uso 2018	Segmentos	Longitud (km)	Segmentos	Longitud (km)
camino	1142	895,163	1388	1.821,223
interno	1319	1.107,465	1185	1.222,926
perimetral	1343	2.055,432	536	1.791,243
totales	3804	4.058,060	3109	4.835,392

La Figura 25 superpone los datos de caminos del Delta de OSM (Open Street Map) a los terraplenes presentados en la Figura 22, brindando un panorama más completo ya que incluye muchos caminos internos dentro de las urbanizaciones cerradas.

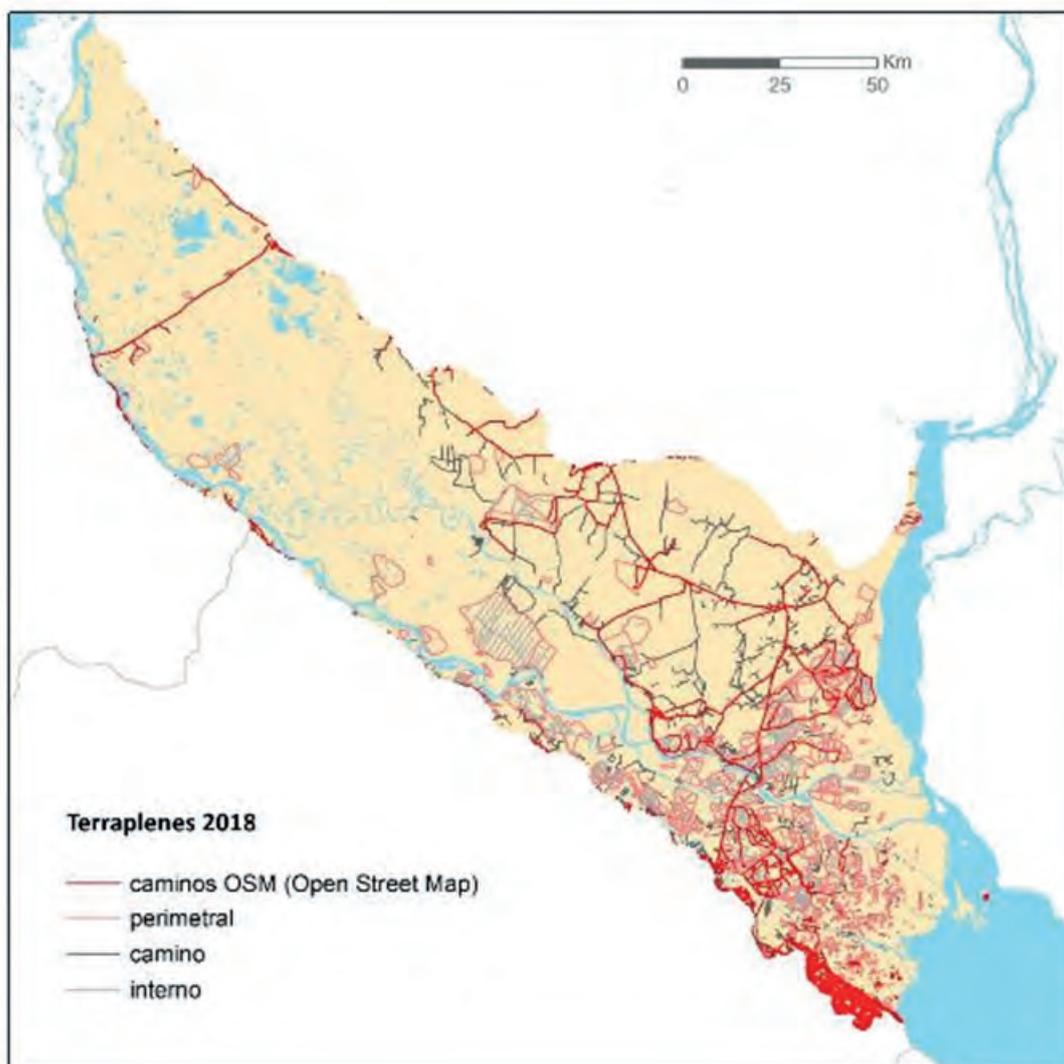


Figura 25.- Distribución de terraplenes del Delta por categoría, con caminos adicionales provenientes de la base OSM.

Es importante destacar que hay numerosas intervenciones sobre los humedales que no quedan reflejadas en las presentes bases de datos, como los desarrollos de puertos, marinas y también las lagunas de préstamo. De manera similar, varios de los endicamientos y terraplenes registrados no presentan usos actuales, constituyéndose en pasivos ambientales, cuya afectación en la dinámica ecológica de los humedales del Delta es poco conocida.

6 Referencias

Kandus, P. y P. Minotti. 2010. Distribución de terraplenes y áreas endicadas en la región del Delta del Paraná. En Blanco, D. Y F. Méndez (Ed.) Endicamientos y terraplenes en el Delta del Paraná: Situación, efectos ambientales y marco jurídico. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales Wetlands International – LAC, 15-32 pp.

Kandus, P., P. Minotti e I. Fabricante. 2012. Urbanizaciones Cerradas en Humedales: Análisis espacial en el Delta del Paraná y en las Llanuras Aluviales de sus Principales Tributarios en Sector Continental de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.

Minotti, P. y P.Kandus. 2013. Actualización y profundización del mapa de endicamientos y terraplenes de la región del Delta del Paraná – 2013. Fundación para la Conservación y el Uso Sustentable de los Humedales Wetlands International LAC. 26 pp.