

DISTRIBUCIÓN TERRITORIAL DE ÁREAS URBANAS EN ZONAS DE HUMEDALES EN URUGUAY

TERRITORIAL DISTRIBUTION OF URBAN LOCALITIES IN WETLAND AREAS IN URUGUAY

Feline Schön¹, Ana Dominguez¹, Marcel Achkar¹

¹ Universidad de la Republica (UdelaR), Montevideo, Uruguay

Correspondência para: Feline Schön (fschon@fcien.edu.uy)

doi: 10.12957/geouerj.2018.36322

Recebido em: 26 jul. 2018 | Aceito em: 22 out. 2018



RESUMO

Los humedales ocupan entre un 4 % y un 6 % de la superficie terrestre y cada vez más se entiende su mayor importancia por sus paisajes productivos y contenido biológico. Se encuentran entre las áreas más amenazadas en el planeta, ya que más de 50 % de los humedales se perdieron en el siglo pasado y los que están menos afectados han sufrido degradaciones de diferentes magnitudes, causadas por múltiples actividades antrópicas. Uruguay es un país con alta densidad de cauces de agua en todo el territorio nacional. Los humedales constituyen ecosistemas muy diversos tanto desde lo paisajístico, como en la riqueza y abundancia de modos de vida que albergan. Este trabajo muestra una evaluación de situación a escala nacional sobre la cantidad de localidades que se encuentran en áreas de humedales y también de las áreas y personas que viven esta situación en las localidades urbanas. La estrategia metodológica para identificar y caracterizar las inundaciones en localidades urbanas a nivel nacional y su patrón de distribución, se basa en el análisis espacial de los registros a través de un Sistema de Información Geográfico. La cantidad de localidades urbanas que se desarrollan dentro de áreas de humedales es importante, ya que llegan a ser 50 % del total y claramente es una problemática a escala nacional.

Palavras-chave: humedal, zonas urbanas, inundaciones, SIG, Uruguay.

ABSTRACT

Wetlands occupy between 4% and 6% of the earth's surface and are increasing its significant importance due to its productive landscapes and biological content. Placed amongst the planet's most threatened areas, more than 50% of wetlands were lost in the past century and those less affected have suffered different magnitudes of deterioration, caused by multiple anthropic intervention. Uruguay's dense riverbed runs throughout most of its territory, being wetlands very diverse ecosystems regarding landscapes as well as the rich and bountiful forms of life found in them. This research focuses on assessing the situation of urban zones found within wetland areas throughout national territory, providing information about its dimension as well as assessing the situation for people who inhabit these zones. A methodological strategy based on the spatial analysis of the Geographical Information System's registries allowed research to identify and distinguish flooding in urban zones and its distribution pattern on a national scale. The amount of urban zones developing within wetland areas goes up to 50% of national territory and therefore constitutes undoubtedly a national scale problem.

Keywords: wetland, urban zones, floods, GIS, Uruguay

INTRODUÇÃO

Los humedales son sistemas altamente dinámicos, caracterizados por regímenes de alta energía, heterogeneidad de hábitats y gran diversidad de procesos ecológicos (NAIMAN ET AL., 2005). Son

sistemas de transición entre los ecosistemas acuáticos y terrestres que permanecen inundados gran parte del año (ACHKAR ET AL., 2016). Los suelos, microorganismos, flora y fauna se desarrollan con la presencia del agua en forma permanente o la mayor parte del año, estas condiciones tan particulares generan características específicas y propias del funcionamiento de las tierras de humedales distintas a los de hábitats de tierras altas.

Los humedales ocupan entre un 4% y 6% de la superficie global y cada vez más se entiende su importancia, por sus paisajes productivos, contenido biológico, su vulnerabilidad al cambio y su adaptación al régimen hidrológico (SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR, 2010). Durante mucho tiempo fueron entendidos como tierras improductivas y a través del drenado, relleno y modificación de la napa freática, se ingresaban a la actividad agrícola. Por este conjunto de motivos, pero también por la expansión urbana y el cambio ambiental global, se encuentran entre las áreas más amenazadas en el planeta, ya que más de 50 % de los humedales se perdieron en el siglo pasado y los que están menos afectados han sufrido degradaciones de diferentes magnitudes causadas por actividades antrópicas (ALFONSO ET AL., 2015). La disminución de la superficie de humedales tuvo una enorme magnitud, principalmente en territorios industrializados, como consecuencias hubo pérdidas de reservas de agua subterránea, aumento de inundaciones, destrucción de la línea de costa, acumulación de contaminantes y la desaparición de biodiversidad asociada a dichos ecosistemas (MATTHEWS, 2013). La continua expansión agrícola, la construcción de represas, la canalización y dragado de ríos, el riego a gran escala, los desvíos de los ríos, la tala de bosques, la extracción de recursos silvestres, así como la construcción de infraestructura y la contaminación urbana e industrial siguen siendo las principales amenazas para estos ecosistemas vulnerables (EEM, 2005). La urbanización como cambio de uso de suelo es un proceso no menor, como sostienen Bhaduri et al. (2001), tiene un impacto importante sobre la hidrología y un costo enorme para enfrentar y reducir los efectos negativos del cambio de uso de suelo.

Frente a estos procesos, ya en la década de 1960 se generan debates sobre la necesidad de proteger los humedales a nivel mundial, entre los gobiernos y ONGs. El tratado de Ramsar es uno de los principales convenios internacionales enfocado en la conservación de los sistemas de humedales que entró en vigencia en el año 1975. Los países signatarios de la Convención de Ramsar, se comprometen al uso

sustentable de los humedales, a generar un inventario de humedales en su territorio y a la cooperación internacional; para establecer políticas y mecanismos que aseguren el uso sostenible de los humedales (RAMSAR, 2014).

También el cambio climático, absorciones, almacenamiento y/o desvío de aguas, y la generación de energía hidroeléctrica pueden generar degradaciones y/o desapariciones de los humedales a nivel global (SECRETARÍA DE LA CONVENCIÓN DE RAMSAR, 2010). Con el cambio climático no solo se prevé una pérdida y degradación de varios humedales sino también de varias de las especies presentes en estos ambientes, con la consecuente amenaza a las poblaciones humanas que dependen del funcionamiento de estos sistemas ambientales y sus respectivos servicios ambientales (WORLD RESOURCES INSTITUTE, 2005).

Frente al proceso del cambio climático las sociedades tienen que enfrentar cada vez con mayor frecuencia los efectos de los eventos de inundaciones en las localidades urbanas (JHA ET AL., 2012; XIAO ET AL., 2016). El aumento de las inundaciones por los desbordes de los cursos de agua, es resultado de fuertes o continuas lluvias que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo en la cuenca y por los cambios en el uso del suelo en las tierras altas, con la consecuente variación en la carga del curso de agua, produciendo mayor inundación en las tierras adyacentes al curso de agua. Por lo cual en las llanuras de inundación aumenta la frecuencia de ocurrencia de inundaciones y generan riesgos para el desarrollo de actividades vulnerables que pueden desencadenar problemas en el funcionamiento del ciclo hidrológico y en el ambiente en general, así como también para las actividades antrópicas en estas zonas y adyacencias (OEA, 1993).

En Uruguay la superficie total de humedales identificada para el territorio del país es de aproximadamente 2.099.349 hectáreas lo que representa el 12 % del territorio nacional (ACHKAR ET AL., 2014), un porcentaje esperable por la alta densidad de cauces de agua en todo el territorio nacional. Uruguay ingresó con tres sitios de humedales a la Convención de Ramsar que representan una superficie de 435.837 hectáreas (RAMSAR, 2014). El manejo de los ambientes de humedales se encuentra en sus etapas iniciales, momento importante donde se podría discutir los criterios que habría que tener en cuenta para protegerlos.

Los humedales constituyen ecosistemas muy diversos tanto desde lo paisajístico, como por la riqueza y abundancia de modos de vida que albergan. En Uruguay se encuentran humedales de aguas saladas, de agua dulce, bañados y lagunas que funcionan como “zonas naturales de acumulación de agua” por su capacidad de retener grandes cantidades de agua y permitir su lenta evaporación. Históricamente estas zonas están vinculadas tanto a las actividades de producciones rurales como al sector turístico, ya que son los paisajes más productivos del territorio (ACHKAR ET AL., 2016; AECI, 2004; CLARA ET AL., s.f.). Una situación preocupante, porque interfiere con la protección de estas áreas y por tanto se transforman en las mayores amenazas para los humedales a nivel nacional. En los últimos tiempos, ha crecido la preocupación sobre la calidad del agua en varias cuencas por actividades antrópicas, donde uno de los espacios más afectados son los humedales, ya que son áreas delicadas y muy vulnerables (ALFONSO ET AL., 2015).

Entre las amenazas continuamente presentes, están también las áreas urbanas que se encuentran dentro de zonas de humedales o en áreas de directa influencia. Los ríos y arroyos tienen poca pendiente y una rapidez de llenado y drenaje de sus cauces en general, por la ausencia de contención se generan frecuentemente inundaciones (CONDE ET AL., 2002). Por lo cual las inundaciones son fenómenos relativamente comunes y recurrentes, no solo en zonas que se encuentran dentro de los humedales. Además se incrementó la frecuencia y la cantidad de precipitaciones relacionados con el cambio climático, aparte de las condiciones naturales de los cauces (PNUD, 2007). Una realidad que afecta a las zonas urbanas que se encuentran en humedales y que está presente en todo el país, ya que prácticamente la mitad de las localidades urbanas en el territorio nacional se encuentran total o parcialmente en ambientes de humedales. En las últimas décadas ya se ha demostrado un aumento en las tendencias de eventos de precipitaciones y también en su intensidad, lo que ya genera políticas de adaptación en algunas de las ciudades uruguayas, según el Equipo Aguas Urbanas y Gestión de Riesgo – ITU – Farq – UdelaR (2014 a y b).

El permanente avance de la superficie utilizada para la construcción y la falta de una adecuada planificación, genera contaminación con efluentes y residuos urbanos y además se vuelven sistemas agresivos para los recursos naturales en su entorno (MARTI I RAGUÉ, 2003). Esta amenaza es recíproca ya que se producen cada vez más inundaciones de las zonas urbanas, que afectan a la

población local. La población que habita zonas de planicies de inundaciones o costeras es en general la más vulnerable, más cuando sus economías están relacionados con recursos sensibles al clima como la agricultura (CONDE-ÁLVAREZ ET AL., 2007). Durante las últimas décadas en Uruguay se registraron 776 eventos de inundaciones a nivel nacional de los cuales 490 se localizan en áreas urbanas. Estos registros muestran que son 122 localidades que se enfrentan a eventos de inundaciones, de los cuales en 57 localidades es una realidad que se repite (SINAE, 2017). Además se muestra que de las localidades que fueron afectadas por inundaciones entre 1983 y 2017, el 76,2 % de las localidades se encuentran en humedales. Solo durante el año 2017, según los registros, fueron 81.897 las personas evacuadas y auto-evacuadas, que dejaron sus casas por amenaza de inundaciones, no fueron todas las personas que habitan áreas de humedales pero sí muestra que la amenaza de inundaciones afecta realmente a gran parte de la población.

En el presente trabajo se indaga cuantitativamente la interacción de los humedales y las zonas urbanas en Uruguay. Se identifican y caracterizan las localidades y la proporción de población que es afectada a nivel nacional por los eventos de inundación, vinculada a los ambientes de humedales, analizando la ubicación de estos procesos y su distribución espacial en el territorio nacional. Con el fin de identificar y caracterizar patrones espaciales en el proceso de inundaciones de localidades urbanas. En un primer paso se identifican las localidades urbanas que se encuentran dentro de humedales a nivel nacional y en un siguiente paso se determina la población potencialmente afectada por las inundaciones. Después se identifica un patrón espacial de las ciudades que son amenazadas por inundaciones. Finalizando con la identificación de las localidades urbanas que por las características de las inundaciones pueden constituir casos de estudios, que permitan comprender con mayor profundidad los procesos de ocupación urbana en las áreas de humedales.

Metodología

La estrategia metodológica para identificar y caracterizar las inundaciones en localidades urbanas a nivel nacional y su patrón de distribución, se basa en análisis espacial de los registros a través de un Sistema de Información Geográfico (SIG). Partiendo de la información accesible en distintas instituciones se pueden identificar cuáles son las localidades urbanas que están ubicadas en áreas de

humedales, cuales tienen registros de inundaciones, como se caracteriza su población y como se distribuyen espacialmente en el territorio nacional.

Se trabajó con el programa Arc GIS 10, integrando información espacial de las zonas urbanas basándose en los datos del censo 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE), el registro de inundaciones a nivel nacional del Sistema Nacional de Emergencias (SINAE) entre 1983 y 2017 y la información generada en el avance del inventario nacional de humedales, que identifica y caracteriza los humedales del Uruguay (DINAMA, 2016).

Una vez definidas las localidades urbanas que se encuentran dentro de las áreas de los humedales, cruzando la información de las capas de las zonas urbanas y de los humedales, se determinó la población potencialmente afectada por las inundaciones en zonas de humedales. Para ello se trabajó con la información accesible del censo de población y vivienda de 2011 del Instituto Nacional de Estadística (INE). Usando las unidades de zonas urbanas, que son las unidades espaciales de menor tamaño y que en la información del INE está disponible, es posible que se incluya parte de población que efectivamente no habita en el humedal. Por lo cual este análisis es una primera aproximación de la situación de las inundaciones en localidades urbanas a escala nacional. La metodología empleada permite resolver el problema señalado en el trabajo de DINAGUA_MVOTMA (2014), en el cual identificaron la población que habita áreas inundables de ciudades prioritarias, basándose en una curva de inundaciones y un modelo de altitudes del terreno para identificar la población afectada, usando zonas urbanas del INE, se enfrentaron con el problema de la disponibilidad de datos, ya que no hay información sobre inundaciones en todas las localidades por lo cual no se puede trabajar a nivel nacional. En cambio, partiendo de las áreas de humedales, que en si son áreas inundables se puede generar un panorama para todo el país de las localidades que se encuentran en dichas áreas que en general son terrenos bajos y con alta probabilidad de inundación.

Además se categorizó las localidades por cantidad de habitantes en distintos grupos para demostrar diferencias entre las distintas categorías. Las localidades fueron categorizadas en seis grupos, basándose en la categorización del Instituto de Teoría Urbana y Urbanismo (ITU) de la Facultad de Arquitectura de la Universidad de la República que buscó a partir de cortes naturales una definición de

clases por intervalos de población subdividiendo localidades de más de 5000 habitantes, entre 5000-3500, entre 3000-1500, entre 1500-300 y menos de 300 habitantes (MARTÍNEZ ET AL., 2016). Se ajusta esa categorización a la cantidad de localidades que se encuentran en humedales, tratando de generar grupos por categoría. Como se trabaja con todas las localidades a nivel nacional se precisaba una categoría más grande que las del ITU, para ese fin se unificó las ciudades que tienen más de 10.000 habitantes ya que para Uruguay son relativamente grandes, se usó la marca de 5000 habitantes correspondiente a la definición de ciudades intermedias. Las localidades que tienen menos de 5000 habitantes fueron divididas en cuatro grupos, tratando de generar grupos parejos y mantener la cantidad de subgrupos de la categorización base (MARTÍNEZ ET AL., 2016). Se corrió la próxima categoría del ITU de 5000-3000 a 5000-1000 para generar un grupo más parejo con las otras categorías; la próxima categoría unifica las localidades entre 1000 y 500 habitantes, la siguiente 500 a 100 habitantes y la última agrupa a las localidades que tienen menos de 100 habitantes.

Se identificó la población que vive dentro de áreas de humedales utilizando la información por zona censal, que es la menor unidad espacial disponible y por lo tanto la más adecuada para acercarse lo más posible a la realidad. A partir de las capas generadas se calculó el porcentaje de personas y la superficie de las ciudades que se encuentra en áreas de humedales. Además se ingresó los datos del SINAE, con lo cual se identificaron las ciudades que cuentan con un registro de inundaciones desde 1983 al 2017, analizando su ubicación frente a los humedales. Para poder usar el registro, se cruzó la capa de las zonas urbanas del INE con la base de datos del SINAE, así las 357 inundaciones registradas fueron ubicadas en áreas urbanas. Sobre la base de la información georreferenciada se obtienen 133 puntos corregidos manualmente (con la información presentada), por lo cual se sigue trabajando con 490 puntos de eventos de inundaciones en zonas urbanas.

Partiendo de la premisa que en un espacio geográfico, todos los elementos componentes del espacio se encuentran relacionados entre sí (ANSELIN, 2000). La autocorrelación espacial refleja el grado en que los objetos o actividades en una unidad geográfica, son similares a otros objetos o actividades en unidades geográficas próximas (CELEMIN, 2009). Se utilizó la herramienta de estadística espacial de autocorrelación espacial global Moran I en ARCGIS en base de la ausencia (1) o presencia (2) de humedales y en otro análisis de la ausencia o presencia de inundaciones en la localidad. Se usaron los

valores uno para la ausencia (para no trabajar con el cero que puede generar problemas en el procesamiento) y el dos para la presencia de humedales/inundaciones. La autocorrelación espacial refleja un valor en que objetos o actividades en una unidad geográficamente son similares en unidades geográficamente próximas. Se trabajó con herramientas de análisis espacial generando un índice de estadística espacial, el índice de Morán que es una medida para la autocorrelación espacial del coeficiente de correlación de Pearson con una matriz de ponderación de ubicación espacial con el rango entre -1 y 1 (MORAN, 1948). Si los resultados del índice de Moran, muestran que las localidades en humedales están significativamente regionalizadas, y también las localidades con registro de inundaciones, por lo tanto se habilita la indagación de zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de inundaciones urbanas en el territorio nacional. Para ello se trabaja con el “análisis de puntos calientes” y su interpolación espacial en los siguientes pasos.

Para regionalizar las localidades en humedales y por otro lado las localidades con registros de inundaciones se generaron dos “análisis de puntos calientes”, basándose en la ausencia o presencia de humedales en las localidades y por otro lado en la presencia o ausencia de registros de eventos de inundaciones por localidad. Este análisis identifica puntos calientes y fríos estadísticamente relevantes mediante el estadístico G_i^* de Getis-Ord. Dado un conjunto de entidades (localidades) y un campo de análisis (presencia/ausencia de humedal y de registro de eventos de inundación en la localidad) el G_i^* permite ponderar la intensidad de la ocurrencia del evento en una región específica (GETIS; ORD, 1992). El estadístico es una metodología global para cuantificar el grado de autocorrelación espacial sobre un área, en el presente caso mide como varía la autocorrelación de las localidades con registros de inundaciones a nivel nacional y calcula un valor para cada una de ellos. Se basa en que una entidad estadísticamente significativa tiene que tener un valor alto pero también estar rodeado por valores altos, lo que le define como punto caliente, eso funciona mediante la búsqueda de cada localidad (entidad) en relación a las localidades vecinas. Este valor se muestra a través de la puntuación z (estadístico G_i), cuando son positivas son estadísticamente significativas, mientras más grande, más intenso es el clustering de los valores altos (puntos calientes). En el caso que las puntuaciones son negativas, menos grande la puntuación z y más intenso es el clustering de los valores bajos (puntos fríos). La puntuación de z muestra donde se agrupan espacialmente las entidades de valores altos o

bajos, en estos casos donde hay localidades que se encuentran en humedales y aparte cuales se inundan (WINCHELL ET AL., 2013).

En un siguiente paso se generó una interpolación espacial, que es un proceso que utiliza puntos con valores para estimar valores desconocidos a otros puntos y se genera una regionalización de los puntos. Se realizaron dos interpolaciones espaciales con el análisis espacial de distancia inversa ponderada (por su sigla en inglés conocido como IDW), para mostrar cómo se organizan espacialmente en el territorio nacional por un lado los humedales y por otro las inundaciones, llegando a patrones espaciales que regionalizan las localidades en humedales y las localidades con inundaciones a nivel nacional. Esta herramienta interpola distancias inversas ponderadas determinando valores de celdas con una combinación ponderada linealmente de puntos que se ponen en vinculación. El método parte de la premisa que las variables que se presenta cartográficamente reduce su influencia cuando aumenta la distancia entre los puntos. A través de este análisis se muestra el patrón espacial de los puntos según la probabilidad de presentar eventos de inundación.

A partir de los resultados cartográficos de las localidades que se encuentran en las regiones de más riesgo de ubicarse en humedales y de inundarse, se pudieron definir las localidades que se están desarrollando en las regiones más vulnerables frente a eventos de inundaciones. En un siguiente paso se sistematizó y analizó las localidades dentro de los patrones espaciales basándose en los datos estadísticos del INE, para definir localidades prioritarias para su análisis con mayor nivel de detalle.

Resultados y discusión

Identificando las localidades urbanas que se ubican dentro de territorios de humedales, se muestra que presentan una amplia dispersión, la construcción de espacios urbanos en zonas de humedales se desarrolla en todos los departamentos a escala nacional (Fig.1). La distribución espacial de las 291 localidades encontradas en estas áreas indica la dispersión en el territorio nacional. A nivel de departamento varía mucho la cantidad de localidades afectadas, ya que se registra un departamento con una sola localidad y en el otro extremo se registra un departamento con 73 localidades que se desarrollan en humedales. La mayoría de las localidades se encuentran en el sur del territorio. Ya que

en los departamentos de Montevideo y Canelones se concentra más del 60 % de la población total del país, y también se encuentra la mayor parte de la población que vive en zonas de humedales. En el centro del país es donde menos localidades están afectadas y hay un grupo importante de localidades en áreas de humedales en el litoral del Uruguay. Pero en todos los departamentos están por lo menos un 15 % de las localidades dentro de territorios de humedales. En más de la mitad de los departamentos se encuentran más de 10 localidades en humedales. Además, en 14 de los 19 departamentos están más de 40 % de las localidades urbanas dentro de áreas de humedales y en seis departamentos llegan a ser más de 60 % de las localidades que se encuentran en esta situación. En total a nivel nacional el 50 % de las localidades están en áreas de humedales (tabla I).

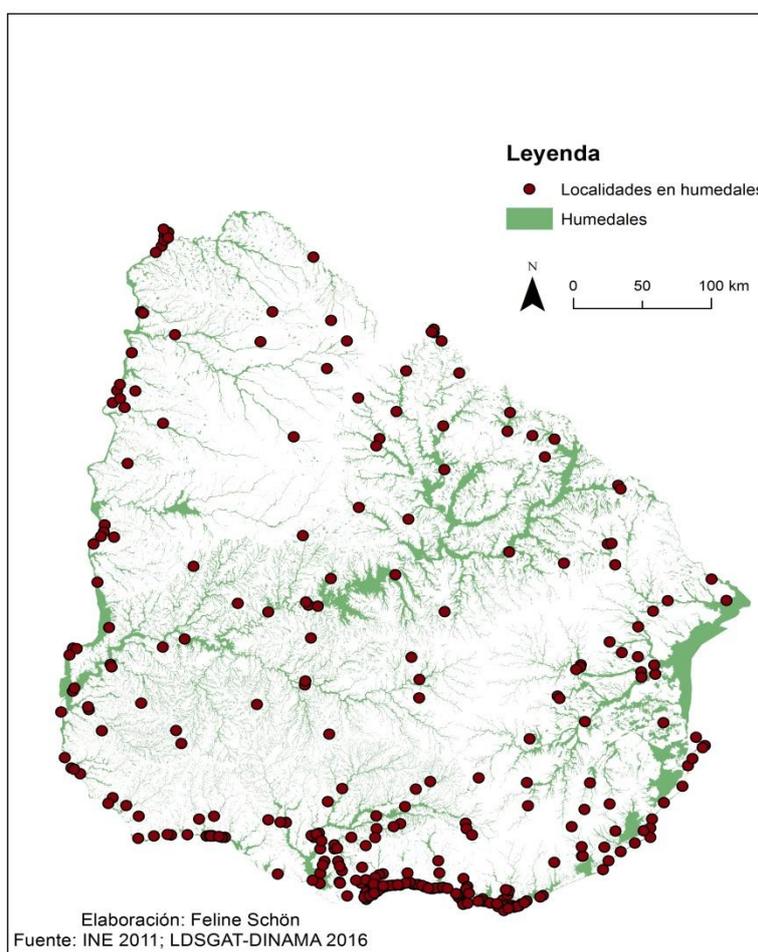


Figura 1. Humedales y localidades urbanas en Uruguay

Es preocupante que tantas localidades se urbanizan en áreas de humedales, ya que por su ubicación en sí, están bajo constante amenaza de inundaciones y al mismo tiempo generan un riesgo potencial para la protección de los humedales. Las localidades están dispersas en todo el territorio nacional, aunque la

mayoría se concentra en el sur, como se puede observar en la salida cartográfica (Fig. 1). El hecho de que un 50 % de las localidades se encuentren en áreas de humedales, requiere un esfuerzo logístico grande en el momento que se inundan esas áreas. En todos los departamentos se encuentran varias localidades afectadas, lo que muestra la necesidad de tener en cuenta las urbanizaciones en el momento de generar criterios para la protección de los humedales y un posible plan de manejo y también en la planificación urbana a futuro a nivel nacional. Una realidad preocupante frente al cambio climático, con lo cual se prevé que los eventos de inundación, vinculados al comportamiento del clima, serán más seguidos y más extremos (CONDE-ALVAREZ ET AL., 2007; GONZALEZ ET AL., 2003). Generando una situación alarmante para la sociedad, que solo se puede resolver con una planificación adecuada por parte del Estado, basándose en cuestiones ambientales (JHA ET AL., 2012). Las nuevas condiciones ambientales que se esperan en función del cambio climático, requiere planificación territorial y ambiental, varias ciudades en la región ya están analizando lo que traerá para su futuro el hecho de enfrentar posibles desastres (DELGADO ET AL., 2012). Además considerando que el inventario de humedales fue elaborado a nivel nacional, y considerando la escala de identificación de los humedales, lo más probable es que todavía haya más localidades que se encuentran dentro de áreas de humedales, si se analiza a una escala más local.

Departamento	Cantidad		Cantidad de	
	de localidades	%	personas	%
Artigas	11	40,7	2.752	3,9
Canelones	73	62,9	42.190	8,9
Cerro Largo	10	34,5	1.198	1,5
Colonia	23	46,9	9.008	8,1
Durazno	7	41,2	4.007	7,7
Flores	1	16,7	42	0,2
Florida	6	20,7	5.033	8,7
Lavalleja	8	44,4	4.332	8,2
Maldonado	39	75	5.414	3,4
Montevideo	1	100	36.348	2,8
Paysandú	7	20	4.296	4
Rio Negro	8	47,1	924	1,9
Rivera	13	76,5	6.944	7,2
Rocha	24	80	2.453	3,8

Salto	14	40	6.698	5,7
San José	10	33,3	7.214	7,9
Soriano	13	61,9	3.162	4,2
Tacuarembó	11	45,8	3.818	4,7
Treinta y Tres	12	42,9	681	1,5
País	291	50,1	147.897	4,8

Tabla 1: Localidades y Personas ubicadas en humedales por departamento. Fuente: INE 2011; DINAMA 2016; elaboración propia.

En base a los datos del INE (2011), se identifican que 147.897 personas viven en áreas de humedales, que corresponden al 4,8 % de las personas del total del país. Tanto como varía la cantidad de localidades afectadas por departamento, también varía la cantidad de personas por departamento que se encuentra en las áreas de humedales, como se puede observar en la tabla 1. Por departamento varía entre 42 y 42.190 personas que habitan áreas de humedales, en términos relativos esto significa que en un departamento se encuentra solamente el 0,2 % de la población viviendo en humedales, y en otro llega a ser casi el 9 % de la población departamental. La población se concentra en el sur del país, también la que habita en áreas de humedales, solo en Montevideo y Canelones se encuentran más del 50 % de los afectados. En 16 de los 19 departamentos llegan a ser más de 1.000 personas que se encuentran en áreas de humedales.

Estos datos se reflejan también en la cantidad de viviendas que se ubican en áreas de humedales que representan un 5,7 % de las viviendas totales, que en números totales son 73.484 viviendas. De las viviendas ubicadas en áreas de humedales, más de la mitad son ocupadas, 48.031, cifra que representa un 4,5 % del total de las viviendas ocupadas a nivel nacional. En las áreas de humedales también se encuentran viviendas desocupadas, en total son 25.453, este fenómeno se da a pesar de que faltan viviendas a nivel nacional, las viviendas desocupadas en humedales representan un 11,5 % de todas las viviendas desocupadas, según los datos del censo 2011. Llama la atención que más de un 10 % de las viviendas desocupadas a nivel nacional se encuentra en áreas de humedales, pero su ubicación puede ser la causa de su desocupación, ya que implica una situación de riesgo continuo frente a eventos de inundaciones.

El hecho que tantas personas se tienen que enfrentar a la probabilidad de eventos de inundaciones, afirma la situación preocupante de falta de planificación en el territorio nacional frente a la dinámica ambiental de los territorios. Además, muestra que es una cuestión que se debería estar discutiendo en todas las intendencias departamentales, ya que no es un número menor de personas que está afectada, sino una realidad de casi 150.000 personas. Aunque el hecho de vivir en áreas de humedales no necesariamente implica que se inundan sus casas y tampoco es un criterio excluyente de tener que enfrentarse a eventos de inundaciones, que también puede afectar a personas que no habitan en humedales. La intervención antrópica que hoy en día interfiere en todos los sistemas ambientales, puede generar cambios en el comportamiento natural y generar desplazamientos de las zonas afectadas, una cuestión que habría que analizar caso por caso. Pero por su definición son los humedales las zonas que se inundan con mayor frecuencia y por mayores periodos de tiempo (ACHKAR ET AL., 2016) y por tanto corresponden a las localidades con mayor riesgo frente a eventos de inundación.

Aparentemente, las localidades más grandes que se ubican en áreas de humedales registran mayor número de inundaciones. De las 39 localidades que tienen más de 10.000 habitantes se inundan el 82 %, en estas localidades todas las inundaciones son registradas en ciudades con humedales, ya que un 95 % a nivel nacional, que tienen más de 10.000 habitantes, se desarrollan en áreas de humedales, entre ellas todas las capitales departamentales. En todas las categorías de las localidades que abarcan más de 1.000 habitantes y que se desarrollan en humedales, se inundan más de un 40 % y en las localidades con menor cantidad de habitantes, menos de un 20 %. Se destaca que en las localidades pequeñas, aunque se encuentran en áreas de humedales, no se han registrado tantas inundaciones, por lo cual de los 63 localidades que tienen menos de 100 habitantes, se inundan solo un 6 % (tabla 2).

En total son un 32 % de las localidades en áreas de humedales que cuentan con al menos un registro de inundación, una cifra que en primera instancia parece menor, pero mirando los valores absolutos nos muestra que en total son 122 localidades urbanas que tienen registros de inundaciones, de los cuales 93 localidades se encuentran en humedales, este número representa un 76,2 % de las inundaciones registradas a nivel nacional. Por lo cual son 29 localidades con registros de eventos de inundaciones que, según este análisis, no se encuentran en áreas de humedales. Acercándose a la realidad de estas

localidades, se muestra que en 27 de las 29 hubo solo un registro de inundación entre el 1983 y el 2017, en los dos restantes, dos veces, todas esas localidades tienen en común que se encuentran en cercanía de humedales o en forma dispersa la urbanización imbricada con los humedales. Identificando las 29 localidades se confirma que en su mayoría son localidades pequeñas que tienen menos de 1.000 habitantes, solo siete tienen entre 1.000 y 3.000 habitantes y dos más de 5.000 (Lascano y Guichón). Además, se encuentran 198 localidades en humedales que no tienen registros de inundaciones desde el 1983 a la actualidad.

Categoría de localidades por habitantes	Cantidad de localidades ubicadas en humedales	% Localidades en humedales de las localidades a nivel nacional	% Registro de evento de inundación de localidades en humedales	% Inundaciones en localidades ubicadas en humedales del registro total de inundaciones
>10 000	39	95	82	100
9999-5000	29	88	52	88
4999-1000	60	60	40	77
999-500	30	44	17	39
499-100	70	39	19	59
< 100	63	40	6	57
Total:	291	50,1	32	76,2

Tabla 2. Localidades en humedales y sus inundaciones del 1983-2017, por categorías de sus habitantes.

Fuente: DINAMA 2016, INE 2011 y SINAIE 2017; elaboración propia.

El hecho que casi todas las ciudades grandes y todas las capitales departamentales se desarrollan al menos parcialmente en zonas de humedales es muy llamativo y lo más probable que es resultado del desarrollo urbano sin planificación, en interacción con procesos de segregación social y exclusión territorial. En la mayoría de los países no industrializados, las ciudades han crecido de forma acelerada y sin planificación ni regulación de las construcciones (PERLO, 2000). Uruguay no es una excepción y en el proceso de crecimiento las áreas urbanizadas han llegado a territorios de humedales, generando como consecuencia de esto que se deben enfrentar regularmente los efectos sociales y económicos en los eventos de inundaciones. Uruguay refleja también la realidad de muchas ciudades latinoamericanas que son de grandes (des)ordenamientos territoriales y sus procesos de urbanización son acelerados en

su expansión, con las implicancias de segregación territorial y la falta de sustentabilidad ambiental y económica a largo plazo (DELGADO ET AL., 2012).

La base de datos del inventario de humedales usada en este trabajo fue realizada a una escala nacional, por lo cual es una aproximación de la cantidad de localidades dentro de territorios de humedales, ya que a nivel más local puede generar inexactitudes como en el caso de las 29 localidades que tienen registros de inundaciones y según este análisis no se encuentran en áreas de humedales.

La identificación de localidades que no se inundan aunque se desarrollan en humedales, es una cuestión que no se puede responder de manera unificada, para identificar y caracterizar las distintas situaciones resulta necesario realizar análisis caso por caso. Hay muchas opciones posibles, por ejemplo, que no se generó un registro del evento de una inundación, o que las áreas de humedales están en los bordes o parques de las localidades, o sea que la localidad se adaptó a las áreas de inundaciones. También puede ser que se integren situaciones donde el humedal está muy cerca o en el límite de la localidad, o en espacios donde la cartografía del INE no clasifica como zonas urbanas, por lo cual en esta categorización quedan afuera. Esta limitante puede ser la resultante de trabajar con datos de distintas instituciones, ya que en el momento de sobreponer información generada con distintos criterios y controles de calidad, siempre se pueden generar inexactitudes.

Analizando la distribución espacial de las localidades que se encuentran en humedales mediante análisis de auto correlación espacial (I de Moran global), se encuentra que la ubicación de las localidades en humedales no es aleatoria, y se identifican agrupaciones en forma significativa. A partir de esta verificación se trabaja con el estadístico G_i^* para identificar los zonas de mayor concentración de eventos de inundación en localidades urbanas (puntos calientes). Con estos resultados se realiza la interpolación espacial para identificar las regiones del país que presentan mayor probabilidad de registrar inundaciones en zonas urbanas.

A nivel nacional se identifican los puntos calientes, generados a partir de la distribución de la presencia o ausencia de humedales en las localidades y también usando la presencia o ausencia de registros de inundaciones en las localidades. En las interpolaciones correspondientes se pueden identificar las

regiones donde se pueden ubicar las áreas con más probabilidad de urbanizar y habitar en zonas de humedales o con mayor riesgo de eventos de inundaciones en las localidades, como se muestra en las dos salidas cartográficas con las superficies señaladas en color rojo (Fig. 2 y 3).

Analizando la distribución espacial de la presencia/ausencia de humedales en localidades, se muestra un patrón espacial, en el cual se identifican distintas regiones donde las localidades están ubicadas en humedales (Fig.2). Se muestra una región en el oeste, una en el noreste, otra en el este y en el sur y algunos puntos concretos en el centro del país. Un patrón espacial que es función de la distribución de los grandes ríos y la costa en el territorio nacional.

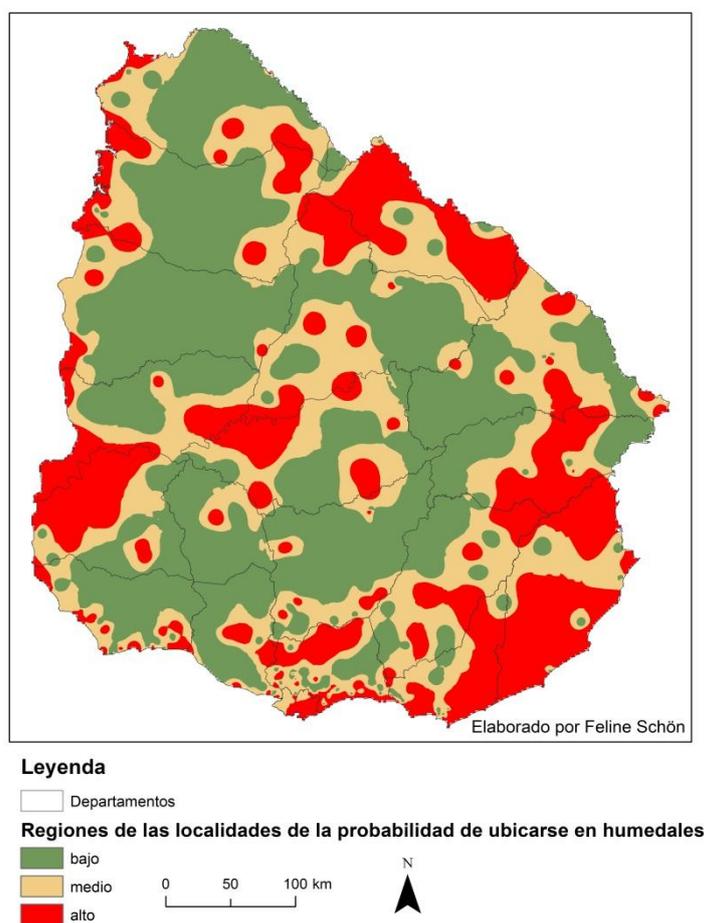


Figura 2: Patrón espacial de localidades en humedales

Como muestra la interpolación espacial de las localidades con registros de inundaciones entre 1983 y 2017 (ausencia/presencia), hay puntos en todos los departamentos donde los riesgos de inundación en localidades son más altos, y se forman ciertas áreas donde claramente no hay riesgo de inundaciones. Además se marcan puntos concretos dispersos en el territorio de mayor riesgo de inundaciones, más

grandes en el norte oeste/este y más pequeños en el sur del país (Fig. 3). Se genera un cinturón por el centro del país que une localidades en el oeste y el este con áreas de más alta probabilidad de eventos de inundaciones. En el oeste y en el centro se muestra claramente la importancia de los valles de los grandes ríos del país y en el este la costa atlántica; zonas donde la expansión de la urbanización es especialmente importante.

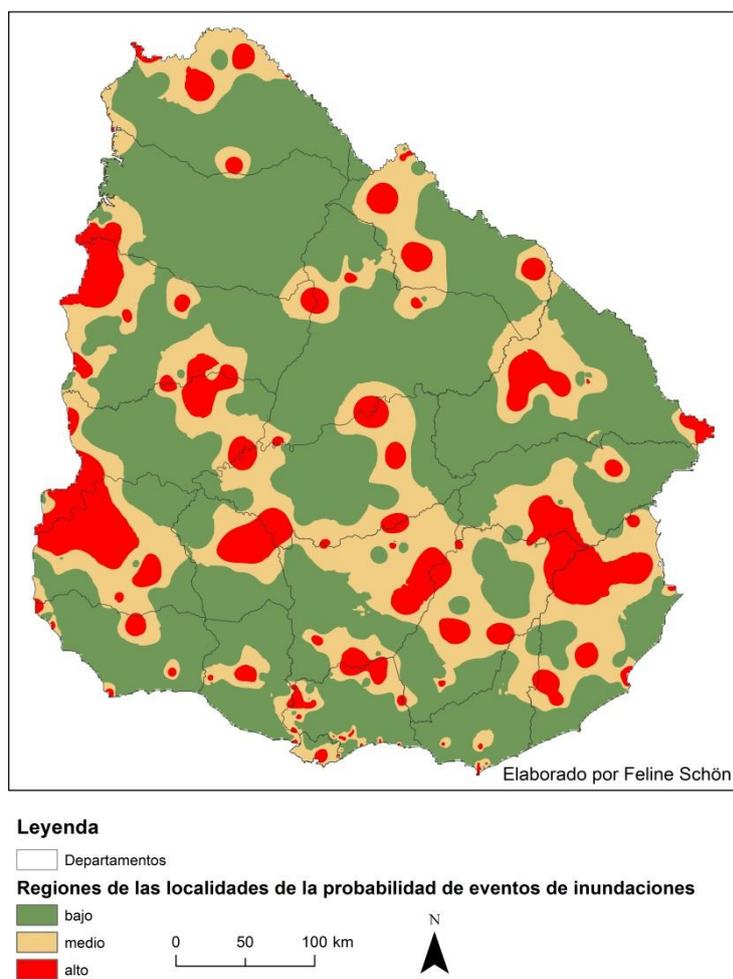


Figura 3. Patrón espacial de localidades con registros de inundación

Se comparan las localidades ubicadas en las áreas más vulnerables, basándose en la interpolación espacial de las localidades que se encuentran en humedales (Fig. 2), con las localidades que se ubican en las áreas más vulnerables, según la interpolación espacial de las localidades que tienen registros de inundaciones (Fig. 3). Se destacan 87 localidades en regiones de riesgo, de los cuales 21 tienen menos de 1.000 habitantes y entre ellas 4 tienen menos de 100 habitantes; 17 localidades tienen entre 100 y

500 habitantes; 24 localidades tienen entre 1.000 y 5.000 habitantes; 11 entre 5.000 y 10.000; y 31 localidades que tienen más de 10.000 habitantes.

Como menciona Perlo (2000) analizando mega ciudades, aumenta el riesgo de que un evento afecte mayor cantidad de personas, cuando se densifica la población en grandes centros urbanos. Aunque a nivel nacional no se encuentra este tipo de ciudades, se focaliza en las ciudades más grandes con más de 10.000 habitantes por las mismas razones. Poniendo énfasis en las localidades que se encuentran en áreas de riesgo según la superposición de los patrones espaciales generados y que tienen más de 10.000 habitantes en total, por ser las localidades donde puede haber más población afectada, y más de 45 % dentro de áreas de humedales, se destacan ocho ciudades (tabla 3). Cinco ciudades en el sur: Ciudad del Plata, Pando, Paso Carrasco, San José de Mayo y Santa Lucía; dos ciudades en el centro: Durazno y Florida y una en el norte: Rivera.

Localidad	% área dentro humedal	Inundaciones registradas
Ciudad del Plata	51	2
Durazno	47,7	27
Florida	52,5	7
Pando	48,9	1
Paso Carrasco	47,4	2
Rivera	45	17
San José de Mayo	46,8	11
Santa Lucía	65	8

Tabla 3. Ciudades de regiones en riesgo con la cantidad de eventos de inundaciones registrados 1983-2017 y porcentaje de área dentro del área de humedal. Fuente: INE 2011, DINAMA 2016, SINAE 2017; elaboración propia.

Para profundizar en la evaluación de la situación de las localidades en humedales y sus eventos de inundaciones a nivel nacional, se considera importante enfocarse en ciudades que se ubican en distintas

regiones del país para realizar análisis de caso. Basado en los patrones espaciales (figura II y III) se destacan las localidades: San José de Mayo, Durazno y Rivera siendo las localidades del patrón espacial que tienen más de 45 % de su área en territorios de humedales y por su alto registro de eventos de inundaciones entre 1983 y 2017 (tabla III). Aunque, no es solo la población que vive dentro de áreas de humedales que puede estar afectada por inundaciones, pero es donde probablemente una parte importante de la población local se enfrenta seguidamente a eventos de inundaciones.

Las tres ciudades tienen importancia por ser capitales departamentales en tres áreas distintas del territorio uruguayo. San José de Mayo, como capital del departamento San José forma parte del Sistema Urbano Metropolitano de Montevideo (ALTMANN, 2013) en el sur del país, donde viven 36.743 personas, de los cuales 4.018 se encuentran en humedales. Se encuentra en la Cuenca del Río Santa Lucía, que es de enorme importancia estratégica para la sociedad uruguaya por ser una de las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para el 60 % de la población y cerca de la desembocadura de un río (ACHKAR ET AL., 2013).

Durazno y Rivera se ubican en distintos sectores de la cuenca transfronteriza del Río Uruguay cuyo territorio se extiende al sureste de la Cuenca de Plata y forma un área estratégica por sus potencialidades ambientales, políticas y logísticas para la producción de commodities en el Nuevo Orden Agrícola Mundial. Durazno se encuentra en el centro del país, donde viven 34.368 personas, de los cuales 2.558 están habitando en zonas de humedales. Está ubicado en el subsector de la Cuenca del Río Negro, fundamentalmente en la planicie de inundación. Es una ciudad que ha sufrido muchas inundaciones y fue tomada en cuenta en la investigación de la DINAGUA_MVOTMA en 2014, donde se identifican 4.037 personas dentro de áreas de inundaciones en la ciudad. Una diferencia notable de los resultados del presente trabajo, que se explica por la forma de análisis, ya que se usó una curva de inundación y el número de evacuados, pero no se basó en las áreas de humedales y subraya que no solo la población que habita los humedales es la vulnerable frente a eventos de inundaciones.

En el caso de Rivera, en el norte del país en la frontera con Brasil, en su capital viven 64.465 personas, de las cuales 4.428 viven en áreas de humedales. Se encuentra en el subsector noroccidental

de la cuenca del Río Uruguay, en un área de inicio de un río, que en general conlleva pocas áreas de humedales, pero aun así sufre seguidamente eventos de inundaciones donde una parte de la población local se encuentra afectada.

Resumiendo, la cantidad de localidades urbanas que se desarrollan dentro de áreas de humedales es inmensa y claramente es una problemática a escala nacional. En general se puede decir que estas localidades están bajo riesgo continuo de inundarse y se muestra que son las ciudades más grandes, donde los eventos de inundaciones se focalizan y donde la mayor parte de la población es afectada. No es un criterio excluyente la ausencia de un humedal para una inundación, pero si es un criterio fuerte, ya que los humedales presentan generalmente suelos más bajos y forman parte de la planicie de inundaciones. Varios factores pueden influir para que se genere una inundación en una localidad urbana, como por ejemplo el estado del humedal cercano, la situación de toda la cuenca, el uso de suelo, pero también la precipitación en sí, precipitación total, precipitación por unidad de tiempo, la cercanía del curso de agua, etc., es una suma de factores que hay que tener en cuenta en el momento de análisis caso por caso.

Conclusiones

Las ciudades y su desarrollo generan transformaciones determinantes en los territorios y deterioran los ambientes naturales y sus recursos aceleradamente, volviéndose medios artificiales (PERLO, 2000). Las localidades urbanas en Uruguay crecen desde los bordes de las urbanizaciones establecidas y han avanzado desde hace varias décadas sobre planicies de inundación, muchas veces a partir de iniciativa de autoridades locales y nacionales, ese crecimiento urbano ha sido acelerado en los últimos años y en la mayoría de los casos la expansión de la superficie urbana no es acompañada por la expansión de los servicios básicos para la población. Un caso preocupante es la dificultad de construir sistemas de saneamiento eficientes en las planicies de inundación urbanizadas formal e informalmente. Un proceso que es conocido cualitativamente pero que no se cuantifica espacialmente, y que se distribuye con mayor o menor intensidad en todo el territorio uruguayo pero que aún no se ha logrado solucionar, ya que el mercado inmobiliario expulsa indirectamente a parte de la población por falta de

posibilidades económicas para acceder a zonas residenciales no inundables. En este contexto las inundaciones tienden a ser unos de los mayores impactos sociales y es un problema común en localidades en todos los departamentos. Los suelos que se ocupan en áreas inundables, tienen un alto grado de vulnerabilidad, ya que en muchos casos son zonas de humedales, también la degradación de estos ecosistemas generan una retroalimentación en la severidad y frecuencia de las inundaciones, incluso inundando planicies medias no inundables.

Se presume que se han desarrollados zonas urbanas sobre las planicies de inundaciones por falta de una planificación territorial adecuada. Es de importancia crear una estrategia territorial para actuar adecuadamente en los espacios urbanos inundables ya que probablemente aumente la frecuencia de los eventos de inundación, por cuestiones del cambio climático. En la actualidad se desarrollan los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) realizados por las Intendencias Departamentales para ordenar el uso de suelo a futuro, no siempre teniendo factores ambientales en cuenta. Además, como menciona Martínez (2011) la informalidad urbana es costosa para el Estado y ni siquiera es una alternativa ventajosa para nadie, aunque se constituye como única opción inmediata para familias de bajos recursos en las ciudades.

Generar un registro nacional de las localidades que son afectadas o pueden ser afectadas por inundaciones solo por el hecho donde se ubican, puede aportar en el momento de una planificación estratégica del territorio. Este trabajo muestra una evaluación de situación a escala nacional sobre la cantidad de localidades que se encuentran en áreas de humedales y también de las áreas y población que viven esta situación en las localidades urbanas. Estos resultados deben ser considerados una primera aproximación, ya que por la complejidad de trabajar con base de datos de distintas instituciones y en escala de nivel nacional seguramente la inundación de espacios urbanos resulte subdimensionada.

Para generar una estrategia territorial nacional que enfrente el crecimiento urbano en áreas inundables, el patrón espacial brinda una regionalización que puede ser usado como base para organizar los casos de estudios. La construcción de soluciones para este problema es uno de los

principales desafíos de las directrices de ordenamiento territorial, que se están aprobando en los distintos departamentos del país. Establecer criterios claros y estrategias de solución es un deber para proteger los humedales y mejorar la calidad de vida de la población local.

Sumando las inquietudes que trae el cambio climático, es de mayor interés poder prever donde se ubican las principales afectaciones en el país y la población involucrada, ya que se prevé un aumento de daños a nivel global relacionados con eventos extremos y es donde más se precisa actuar dentro de la planificación urbana (BIRKMANN ET AL., 2010). Una realidad que ya se empieza a observar en Uruguay y que aumenta los niveles de vulnerabilidad de la población local y los costos de mitigación para las intendencias. Pero se han publicado pocos estudios sobre esta situación en las ciudades desde una mirada ambiental global del territorio en Uruguay. Para acercarse a la dimensión del problema es necesario trabajar en la integración de al menos dos escalas de trabajo, una aproximación nacional, para conocer la dimensión del problema y con estudios de casos representativos para analizar en profundidad las inundaciones que afectan a las poblaciones locales. Esta orientación del trabajo permitirá entender mejor los procesos que se están dando en varias localidades en el país y llegar a generar soluciones posibles a escala general.

Agradecimiento

La investigación que da origen a los resultados presentados en la presente publicación recibió fondos de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación bajo el código POS_EXT_2017_1_147332.

Bibliografía

ACHKAR, M. et al. *Uruguay Naturaleza, Sociedad, Economía: Una visión desde la Geografía*. 1 ed. Montevideo: Banda Oriental, 2016.

ACHKAR, M.; I. DIAZ; B. SOSA. *Proyecto Inventario Nacional de Humedales: Producto 1*, Acuerdo DINAMA-LDSGAT, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias, UdelaR. Montevideo, 2014.

ACHKAR, M.; A. DOMINGUEZ; F. PESCE. *Cuencas hidrográficas del Uruguay: Situación y perspectivas ambientales y territoriales*. Programa Uruguay Sustentable. Montevideo: Redes - AT, 2013.

AECI (Agencia Española de Cooperación Internacional). *Plan de acción de medio ambiente y desarrollo sostenible con países de América del Sur*. Programa Araucaria XXI, Montevideo: Oficina Técnica de Cooperación Uruguay, 2004. Disponible en: <http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001%5CFile%5Curuguay.pdf>. Acceso en 15.08.2017.

ALFONSO MARTINEZ, A.; J. MATEO RODRIGUEZ. Clasificación de humedales con enfoque de paisajes y su aplicación en el caso de la Provincia de Matanzas (Cuba). *Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagoas/MS*, n° 22, Año 12, p.27-57. Noviembre 2015.

ANSELIN, L.. Computing environments for spatial data analysis. *Journal of Geographical Systems* 2, p. 201-225. 2000.
ALTMANN, L.. *Localidades de menos de 5000 habitantes. Evolución de datos censales y protagonismo en el Sistema Urbano Nacional*. Trabajo Monográfico final. ITU- FARQ, Universidad de la República, 2013. Disponible en: <http://www.otu.opp.gub.uy/sites/default/files/docsBiblioteca/Localidades%20de%20menos%20de%205000%20habitantes%20en%20UY.pdf>. Acceso en: 24.07.2018.

BHADURI, B. et al. Long-Term Hydrologic impact of urbanization: A tale of two models. *Journal of Water Resources Planning and Management*, vol. 127, no. 1, p.13-19. January/ February 2001.

BIRKMANN, J. et al. *Planungs- und Steuerungsinstrumente zum Umgang mit dem Klimawandel*. Diskussionspapier 8, Berlin: Berlin – Brandenburgische Akademie der Wissenschaft. 2010.

CELEMIN, J. P.. Autocorrelación espacial e indicadores locales de asociación espacial: Importancia, estructura y aplicación. *Rev. Univ. geogr.* [online]. vol.18, n.1 [citado 2016-05-17], p. 11-31. 2009. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652009000100002&lng=es&nrm=iso. Acceso en 23.07.2018.

CLARA, M.; R. MANEYRO. Humedales del Uruguay, el ejemplo de los humedales del este. UNESCO. Disponible en: <http://www.unesco.org/uy/ci/fileadmin/ciencias%20naturales/mab/6.pdf>. Acceso en 08.08.2017.

CONDE-ÁLVAREZ, C.; S. SALDAÑA-ZORRILLA. Cambio climático en América Latina y el Caribe: Impactos, vulnerabilidad y adaptación. *Revista Ambiente y Desarrollo*, Santiago de Chile, 23 (2), p. 23 – 30, 2007.

CONDE, D.; L. RODRÍGUEZ-GALLEGO. Problemática ambiental y gestión de las lagunas costeras de atlánticas del Uruguay. En: Domínguez; Prieto (Coord.). *Perfil Ambiental del Uruguay*. Montevideo: Nordan-Comunidad, 2002. p. 149-166.

DELGADO RAMOS G. C.; C. CAMPOS CHAVEZ; P. RENTERÍA JUAREZ. Cambio Climático y El Metabolismo Urbano de las Megaurbes Latinoamericanas. *Chile Hábitat Sustentable 2012*, Vol. 2, N° 1, p. 2-25. Disponible en: <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/409/372>. Acceso en: 23.07.2018.

DINAGUA-MVOTMA (Dirección Nacional de Agua - Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente) (2014): ¿Cuántas personas y viviendas hay en áreas inundables de las ciudades prioritarias de Uruguay?. Disponible en: https://www.dinama.gub.uy/indicadores_ambientales/wp-content/uploads/2016/01/MVOTMA-DINAGUA-Poblacion-en-Areas-Inundables-2014-.pdf. Acceso en 14.08.2017.

DINAMA (Acuerdo DINAMA-LDSGAT, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias UdelAR). Proyecto Inventario Nacional de Humedales. Montevideo, 2016.

EEM (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio). *Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua*. Informe de Síntesis. Washington DC: World Resources Institute, 2005.

EQUIPO AGUAS URBANAS Y GESTIÓN DE RIESGO – ITU – FARQ – UDELAR (2014a): Caracterización de la vulnerabilidad del área afectada por las inundaciones de febrero de 2010 en la ciudad de Durazno, Convenio UdelAR – Intendencia de Durazno, diciembre de 2012. Disponible en: http://www.fadu.edu.uy/itu/files/2014/10/01_DURAZNO_ID.pdf. Acceso en 18.07.2018.

EQUIPO AGUAS URBANAS Y GESTIÓN DE RIESGO – ITU – FARQ – UDELAR (2014b): Impacto de las inundaciones de noviembre de 2009 en Artigas, Salto y Paysandú: Parte I Resumen ejecutivo. Convenio GGIR – UdelAR PNUD. Disponible en: http://www.fadu.edu.uy/itu/files/2014/10/04_Artigas_Salto_Paysandu.pdf. Acceso en: 20.07.2018.

GETIS A.; JK. ORD. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis*, Ohio State University, 24 (3), p. 189-206. Julio 1992.

GONZALEZ, M.; E. JURADO; S. GONZALEZ; O. AGUIERRE; J. JIMÉNEZ; J. NAVAR. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis* 24. Nuevo León. Vol. VI, no. 3, Julio-Septiembre 2003, p. 377-385. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio_climatico.pdf. Acceso en 25.05.2018.

INE (Instituto Nacional de Estadística) (2011): Resultados del Censo de Población 2011: población, crecimiento y estructura por sexo y edad. Instituto Nacional de Estadística. Montevideo. Disponible en <http://www.ine.gub.uy/censos2011/resultadosfinales/analisispais.pdf>. Acceso en: 22.07.2018.

JHA, A.; R. BLOCH; J. LAMOND. *Ciudades e Inundaciones: Guía para la Gestión Integrada del Riesgo de Inundaciones en Ciudades en el Siglo 21*. Washington: World Bank, 2012.

MARTI I RAGUÉ, XAVIER. Edificación sostenible. Departamento de Medio ambiente de la Generalitat de Cataluña. 2003. Disponible en: <https://sirio.ua.es/cat/economia/edificacion.pdf>. Acceso en 25.05.2018.

MARTÍNEZ, E. J.; M. DELGADO; L. ALTMANN. *Sistemas urbanos nacionales: una caracterización con base en la movilidad de pasajeros*. Montevideo: MVOTMA, 2016.

MARTÍNEZ, E.. Transformaciones urbanas y sus pobladores en Montevideo metropolitano. *Cuaderno urbano, Resistencia*, vol. 11, no. 11, Julio 2011, p. 150-174. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552011000200007. Acceso en: 18.07.2018.

MATTHEWS, G. V. T.. *The Ramsar Convention on Wetlands: its History and Development*. (2° ed.). Le Brassus, Switzerland: Ramsar Convention Bureau, 2013.

MORAN, P.. The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, 10, p. 243-251. 1948.

NAIMAN, R. J.; H. DÉCAMPS; M. MCCLAIN. *Riparia Ecology, Conservation, and Management of Streamside Communities*. San Diego, California: Elsevier Academic Press, 2005.

OEA (Organización de los Estados Americanos). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*. Washington, D.C.: OEA. 1993. Disponible en: <http://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/begin.htm>. Acceso en 29.08.2017.

PERLO, M.. Riesgo, Vulnerabilidad y Prevención de Desastres en las Grandes Ciudades. Cambridge: Lincoln Institute Research Report, 2000. Disponible en: https://www.lincolnst.edu/sites/default/files/pubfiles/690_perlo.pdf. Acceso en 11.05.2018.

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). Uruguay: el cambio climático aquí y ahora. Material Complementario del Informe Mundial Sobre Desarrollo Humano 2007-2008. Montevideo, 2007.

RAMSAR. Uruguay. 2014. Disponible en: <http://www.ramsar.org/es/humedal/uruguay>. Acceso en 10.08.2017.

SECRETARÍA DE LA CONVENCION DE RAMSAR (2010): *Manejo de humedales: Marcos para manejar Humedales de Importancia Internacional y otros humedales*. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales, 4ª edición, vol. 18. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010.

SINAE (Sistema Nacional de Emergencias) Base de Datos sobre eventos de emergencias, 2017.

WINCHELL M. et al. ArcSWAT Interface for SWAT 2012. User's Guide. Descargado del sitio web del proyecto SWAT, 2013.

WORLD RESOURCES INSTITUTE. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Los ecosistemas y el bienestar humano: humedales y agua. Informe de síntesis, Washington DC.: World Resources Institute, 2005.

XIAO, Y.; S. YI; Z. TANG. GIS-based multi-criteria analysis method for flood risk assessment under urbanization. En: GEOINFORMATICS, 24TH INTERNATIONAL CONFERENCE, Galway, 2016, IEEE Publication, Electronic ISSN: 2161-0258.