

MAGNITUD Y DURACIÓN DE EVENTOS HIDROLÓGICOS EXTREMOS EN LA PLANICIE DE INUNDACIÓN DEL RÍO PARANÁ PREVIO Y POSTERIOR A 1971

Yoya, Federico¹.

¹Instituto Nacional de Limnología INALI - UNL

Departamento de Hidroecología

Director: Dr. Luis A. Espínola

Co-Director: Dr. Hugo, Aimar

Área: Ingeniería

Sub-área: Recursos Hídricos

Palabras Claves: Inundación, bajante, río Paraná tramo medio.

INTRODUCCIÓN

En ríos con planicie de inundación como la del río Paraná en su tramo medio, la magnitud, duración, frecuencia y superficie acuática de las inundaciones como de las sequías tienen un gran significado ecológico, afectando la variación temporal y espacial en propiedades físicas, químicas y biológicas (Junk et al., 1989; Neiff, 1990). Por un lado, la variación en la magnitud del evento determina el grado de conectividad entre el cauce principal y su planicie de inundación. Por otro lado, la duración de estados de desconexión y desborde impiden o permiten el ingreso de sedimentos e intercambio de materia orgánica y nutrientes a través de arroyos y lagunas que se encuentran en el interior de la planicie aluvial.

Dado que años previos a 1970 comenzaron a llevarse a cabo los cambios antrópicos más importantes en la cuenca alta del río Paraná en términos uso y cobertura de suelo, como así también la construcción de emprendimientos hidroeléctricos (Paoli y Schreider, 2020) y previo a esta fecha se registraron períodos húmedos y secos, se evalúa la relación entre los atributos hidrológicos magnitud y duración previos a 1971 y su evolución hacia la actualidad, utilizando como referencia las alturas hidrométricas en el Puerto de la ciudad de Santa Fe. En este sentido, la hipótesis que guía este trabajo es que existe diferencia, de acuerdo a la serie histórica de alturas hidrométricas que se seleccione, en la relación entre la magnitud de los eventos hidrológicos extremos y la cantidad de días de desconexión lagunar o desborde, según corresponda.

OBJETIVO

Comprobar si se verifica algún cambio en la relación entre la magnitud y la duración de los niveles hidrométricos de desconexión y desborde según el hidrómetro del Puerto de Santa Fe.

- Comparar la relación de la magnitud vs. cantidad de días con desconexión previo y posterior a 1971.
- Comparar la relación de la magnitud del evento vs. cantidad de días con desbordes previo y posterior a 1971.

Título del proyecto: Geometría fractal y la frecuencia de inundaciones en el tramo medio del río Paraná: pasado y futuro en un contexto de cambio climático.

Instrumento: Agencia Santafecina de Ciencia, Tecnología e Innovación (IO-2017-00397)

Año convocatoria: 2017

Directora: Liliana, Nitti.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El río Paraná pertenece al sistema hidrográfico del Río de la Plata y se constituye como el más grande del mismo por la magnitud de sus derrames, longitud del curso y el gran humedal que posee en su tramo medio. El área de aporte a la altura de Paso de la Patria ronda los 2.605.000 km². A su vez, posee una longitud de 1.500 km siguiendo su cauce (desde la confluencia de los ríos Paranaíba y Grande, en Brasil) hasta la confluencia del con el río Paraguay (Paoli et. Al, 2020). Los mismos autores indican que el río Paraná posee un módulo anual de 17.300 m³/s (considerando la serie 1904-2019), como producto de los aportes del río Alto Paraná y del río Paraguay. Luego, a partir de esta confluencia y a lo largo del tramo en estudio incorpora 1.000 m³/s en términos de caudales medios, por lo cual se puede observar que el régimen hidrológico se encuentra gobernado por los aportes de del río Paraguay y el río Alto Paraná.

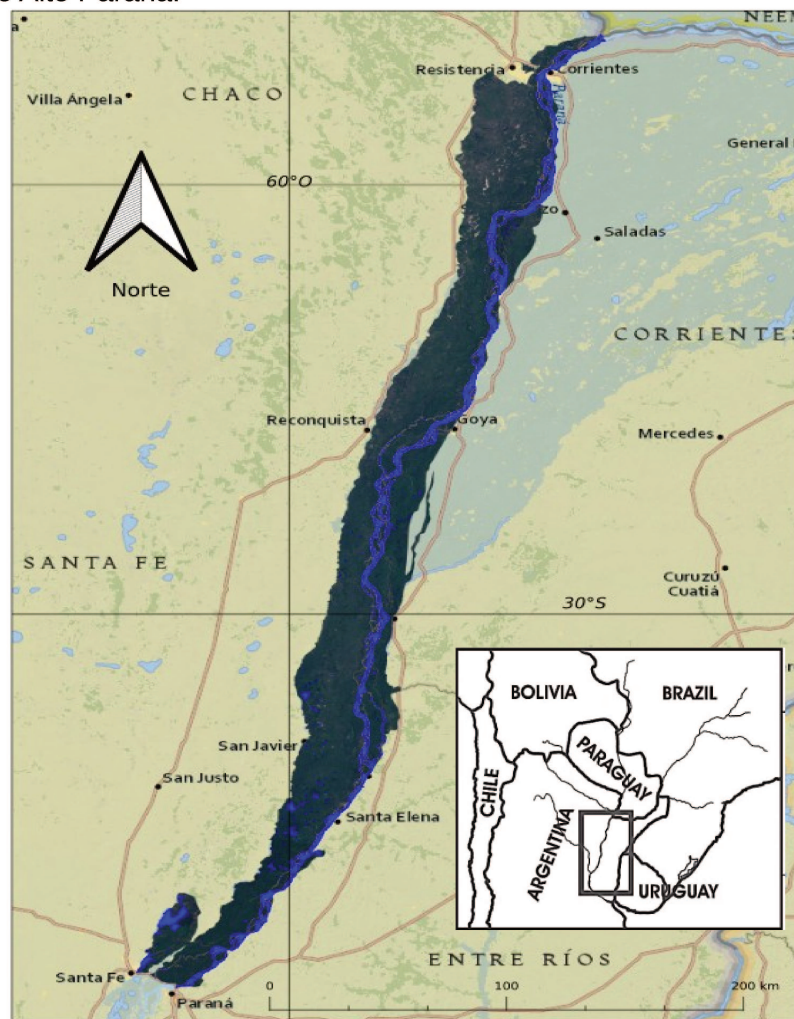


Figura 1: Área de estudio tramo medio del río Paraná y su planicie de inundación entre Corrientes y Santa Fe. Color azul: masas acuáticas en el área de estudio.

En el tramo medio del río Paraná (Figura 1) yace una extensa planicie de inundación y el río extendido sobre su margen izquierda desciende con una leve pendiente, 0,036 m/km, hasta su desembocadura. La anchura del río desde Corrientes hacia aguas abajo va disminuyendo desde 4.200 m hasta 2.000 en Rosario. En cuanto a las dimensiones del lecho de inundación son

ampliamente mayores, variando desde 13 km en Corrientes a 36 km en las proximidades de Goya y Reconquista, con anchura de aproximadamente 10 km a la altura de la Ciudad de Santa Fe y Paraná. Vale mencionar que posee dinámica hidrológica que ocurre a lo largo del año, la cual contempla ascensos y descensos de los niveles hidrométricos que provocan el ingreso y egreso, respectivamente, de las masas acuáticas hacia arroyos que circundan la planicie aluvial, y luego sectores lagunares que se encuentran más elevados que estos.

Recopilación de datos

Para la confección de los cálculos y análisis pertinentes se utilizaron las alturas hidrométricas del Puerto de la ciudad Santa Fe que se encuentran disponibles en sitio web de Prefectura Naval Argentina (<https://contenidosweb.prefecturanaval.gob.ar/alturas/>) y Centro de Informaciones Meteorológicas de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas (<http://fich.unl.edu.ar/cim/>). La serie histórica contempla mediciones diarias del nivel hidrométrico desde 1905 a 2021.

Atributos hidrológicos

Los parámetros utilizados para describir el régimen hidrológico en el río Paraná previo a 1971 y posterior a este son: **magnitud**, es decir el máximo y mínimo nivel hidrométrico (en metros) obtenido en los años de inundación y sequía del río Paraná; **duración**, es el tiempo (en días) en los cuales el nivel del río es inferior o superior al nivel de desconexión (2,3 m) y desborde (4,5 m), respectivamente, según el hidrómetro de referencia.

Análisis de covarianza (ANCOVA)

ANCOVA es una prueba paramétrica que combina el análisis de varianza (ANOVA) junto al análisis de regresión. Esta técnica estadística se utiliza para reducir el error experimental, pero además, aplica una regresión lineal múltiple a los resultados. Esta técnica es utilizada para comparar las pendientes entre los modelos de regresión magnitud vs. duración de eventos hidrológicos extremos previo y posterior a 1971.

RESULTADOS

Cantidad de días con desbordes y desconexión

A partir del cálculo de la cantidad de días en los cuales río Paraná se encuentra desbordado, según el hidrómetro del Puerto de Santa Fe, es que se observa un incremento en esta cantidad mostrando que la planicie aluvial permaneció inundada en mayor tiempo en la serie posterior a 1971 (4.086 días) en comparación con la serie previa a 1971 (3.733 días). Es decir, actualmente se tiene en términos anuales, que en media tienen lugar 81 días de desborde contra 57 días de desborde en la serie histórica previa a 1971.

Luego, considerando la cantidad de días en los cuales el río se encuentra por debajo del nivel de conexión lagunar (2,3 m) se encontró que en la etapa previa a 1971 el río registraba anualmente una mayor cantidad de días con el mencionado tipo de desconexión. Esto representa un resultado muy relevante, dado que cuanto mayor es el tiempo en los cuales las masas acuáticas no ingresan a estos sectores lagunares, los mismos son ocupados por vegetación que se arraiga en los mismo confiriendo una mayor rugosidad y menor espacio disponible para las masas líquidas. De esto, se destaca que el valor acumulado en la serie histórica previa a 1971 fue de 8.106 días con desconexión (124 días/año en media) en comparación con la serie moderna que cuenta con 1.765 días de desconexión (35 días/año en media).

Magnitud vs Duración: Trade-off

Los eventos de inundaciones, generalmente son estudiados a partir de los valores máximos que ocurren cada año. Sin embargo, en la Figura 2 (imagen izquierda) se presenta la altura hidrométrica anual máxima versus la cantidad de días para el mismo año en los que el río se encontró desbordado

(nivel superior a 4,5 m) considerando la etapa de registros previa a 1971 (en color rojo) y posterior a la misma (en color negro). La tendencia de esta correlación fue analizada con el test ANCOVA con un nivel de confianza de 95 %, obteniéndose así que las mismas no son diferentes (valor F = 0,2 y valor p = 0,65).

Luego, para el evento de bajante del río se adopta el mismo enfoque como se puede observar en la Figura 2 (imagen derecha), donde en el eje de abscisas se encuentra la altura mínima anual y en el eje de ordenadas la cantidad de días en los cuales el río se encuentra debajo de 2,3 m. Particularmente, en este caso se observa que la tendencia de esta correlación es notablemente diferente en la etapa previa a 1971 respecto de la etapa posterior a dicho año. Esto implica que el funcionamiento del río en eventos extremos de bajante es diferente y esto es verificado con la aplicación del test ANCOVA con un nivel de confianza de 95 % (valor F = 8,86 y valor p = 0,0038).

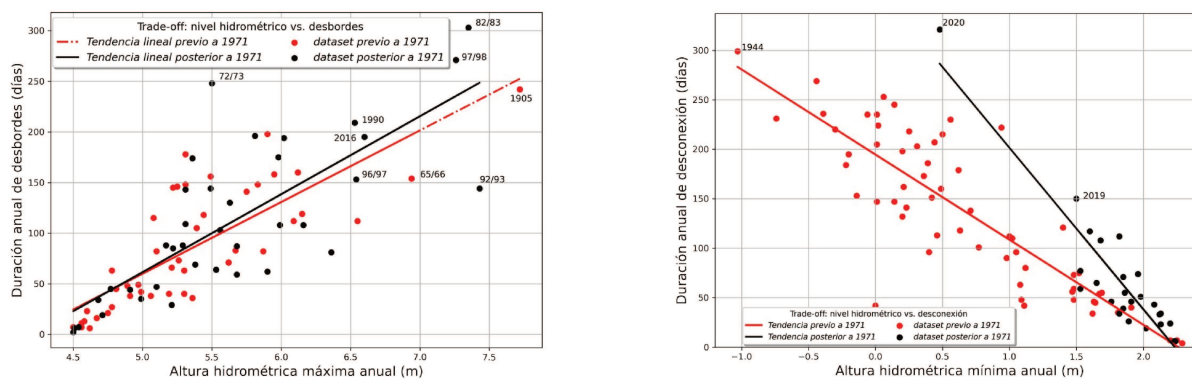


Figura 2: Comparación de la relación de los máximos anuales y los días de desbordes, según hidrómetro del Puerto de Santa Fe (imagen izquierda). Comparación de la relación de los mínimos anuales y los días de desconexión, según hidrómetro del Puerto de Santa Fe (imagen derecha).

CONCLUSIÓN

De acuerdo a la hipótesis planteada, se observa que la relación entre la magnitud del evento hidrológico mínimo y la cantidad de días de desconexión, cambia a partir de 1971. Sin embargo, y como fue testado para los eventos máximos anuales, no se observó una diferencia significativa en la relación magnitud vs. cantidad de días de desborde. En cuanto a los cambios observados para eventos hidrológicos mínimos, estos podrían estar asociados a modificaciones antrópicas (cambio de uso y cobertura de suelo, presas hidroeléctricas, etc.) que han tenido lugar desde la década del 70' en adelante en la cuenca alta del río Paraná. A su vez, los cambios en la relación “*nivel hidrométrico mínimo anual vs. días de desconexión*”, indican que a pesar de atenuarse los valores mínimos, la severidad de la bajante se manifiesta en la persistencia de la condición de aguas bajas y el aumento de la presión y costos logísticos para dar continuidad al nexa que cada elemento del ambiente posee con el río, como así también las posibles modificaciones en la funcionalidad de sectores lagunares como espacios de almacenamiento y arroyos como vías de conducción ante eventos de aguas altas.

REFERENCIAS

Espínola, L. A., Abrial, E., Rabuffetti, A., P., Simoes, N. R., Amsler, M. L., Bletter, M., C., M., Eurich, M., F., y Paira, A., R. (2019). Discrimination of hydrologic variations for spatial distribution of fish assemblage in a large subtropical temperate river. Editorial Wiley Online Library.

Paoli, C.U., Schreider, M.I (2020). El río Paraná en su tramo medio: Tomo I – Contribución al conocimiento hidrológico, geomorfológico y sedimentológico. Segunda edición actualizada. Editorial Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe.

Junk, W.J. Bailey, P.B., Sparks, R.E. (1989). The flood pulse concept in river-floodplain systems. Editorial Canadian Journal of Fisheries Aquatic Sciences. Canadá.