

AGUA Y TERRITORIO: HACIA LA RESILIENCIA ADAPTATIVA EN LA
REGIÓN DEL CONURBANO SUR DE BUENOS AIRES

*Water and Territory: Towards adaptive resilience in the South Suburban Region of
Buenos Aires.*

- ❖ *Crojethovich, Alejandro Diego**
- ❖ *Rescia Perazzo, Alejandro Javier*
- ❖ *López, Laura María Isabel*
- ❖ *Flores, Andrea Pamela*
- ❖ *Osés, Gabriela Beatriz*
- ❖ *Garbin, Lucas*
- ❖ *Schamber, Pablo Javier*
- ❖ *Canepa, Clarisa Mercedes*
- ❖ *Gomez, Rocio*
- ❖ *Alvarez, Leandro Ezequiel*

*Universidad Nacional Arturo Jauretche, Instituto de Ciencias Sociales y Administración,
Programa de Estudios en Ambiente y Territorio.*

Resumen

El marco teórico que sustenta el proyecto es el de la ecología urbana. El objetivo del proyecto es proponer un marco que permita el planeamiento integral hacia la resiliencia adaptativa en la Región del Conurbano Sur de Buenos Aires, frente al cambio global. El área de estudio del proyecto es la cuenca del arroyo las Conchitas, en los partidos de Florencio Varela y

Berazategui. El proyecto consta de tres partes metodológicas: 1) Muestreos de calidad de agua y encuestas, 2) Caracterización de los usos del suelo y su relación con la calidad del agua y 3) Aplicación de herramientas para reducir las debilidades territoriales y amenazas identificadas. Como resultados más relevantes se han alcanzado: 1) caracterización de la calidad del agua de la cuenca con un enfoque espacial, 2) Caracterización de los usos del suelo y el análisis de su relación con la calidad del agua: los resultados señalan que la calidad del agua está relacionada con los usos del suelo y que la relación depende de la distancia al arroyo. 3) Desarrollo de un índice de resiliencia para la cuenca. Conclusiones: Los resultados obtenidos indican que existe un grado de organización entre la población, el sistema productivo y el institucional y de ellos con las condiciones del ecosistema hídrico. Esta organización sin embargo es débil y lábil. El sistema de la cuenca en conjunto tiene una baja resiliencia para enfrentar situaciones de estrés, tanto esporádicas como tendenciales, como los efectos esperados en la zona por el cambio climático.

Palabras claves: Ecología urbana, sistemas hídricos, sostenibilidad hídrica, resiliencia hídrica.

Abstract

The theoretical framework that supports the project is that of urban ecology. The objective of the project is to propose a framework that allows comprehensive planning towards adaptive resilience in the South Suburban Region of Buenos Aires, in the face of global change. The project's study area is the Las Conchitas stream basin, in the Florencio Varela and Berazategui districts. The project consists of three methodological parts: 1) Water quality sampling and surveys, 2) Characterization of land uses and their relationship with water quality, and 3) Application of tools to reduce territorial weaknesses and identified threats. The most relevant results have been achieved: 1) characterization of the water quality of the basin with a spatial approach, 2) characterization of land uses and the analysis of their relationship with water quality: the results indicate that the quality of the water is related to the uses of the land and that the relation depends on the distance to the stream. 3) Development of a resilience index for the basin. Conclusions: The results obtained indicate that there is a degree of organization between the population, the productive and institutional systems, and of these with the conditions of the water ecosystem. This organization however is weak and labile. The basin system as a whole has a low resilience to face stress situations,

both sporadic and trend, such as the expected effects in the area due to climate change.

Keywords: Urban ecology, water systems, water sustainability, water resilience.

Introducción

El marco teórico que sustenta el proyecto es el de la ecología urbana: existe un amplio rango de opciones epistemológicas y disciplinares que bajo el paraguas de la ecología urbana intentan incorporar al medio urbano conceptos ecológicos, institucionales, normativos, urbanísticos. Algunos recientes trabajos en ecología urbana aplicada demuestran enfoques multidisciplinarios y la aplicación de los fundamentos teóricos de esta ciencia (Young 2009; Qureshi et al. 2010) y, también, Musacchio y Wu (2004) al evaluar el estado del arte de la ecología urbana hacen hincapié en la necesidad de un enfoque interdisciplinario, mientras que Dow (2000) habla de la intersección entre los procesos sociales y biofísicos. De acuerdo con Di Pace y Crojethovich Martín (2004) la ecología urbana tiene entre sus objetivos el análisis de la estructura de las ciudades, de sus flujos de materia y energía y las interrelaciones de la ciudad con su entorno y de su sostenibilidad (Di Pace 2004), incluyendo el análisis entrópico de los sistemas urbanos (Bettini 1998).

El concepto de sostenibilidad ha sido aplicado dentro de la teoría de sistemas de distintas formas:

- Analizando cómo los sistemas mantienen sus propiedades mientras al mismo tiempo varía su organización interna (Warren et al. 1979),
- Desde el punto de vista de la energía, por ejemplo, estudiando la relación entre la energía solar recibida en los sistemas humanos y cómo influye en el aumento de su entropía (Balocco y Grazzini 2000), o
- Cómo el aumento de la sostenibilidad de un sistema está relacionado con una menor pérdida de energía del mismo sistema (Suganthi y Samuel 2000), entre otros.

El enfoque que se presenta aquí es muy diferente al estudiar la sostenibilidad como una propiedad emergente que se transmite en forma metabólica (Crojethovich Martín y Rescia Perazzo 2006). Según Porter (1999) los clusters alientan tanto la competencia como la

cooperación. Sin una competencia vigorosa un cluster fracasaría, pero también es clave la existencia de relaciones de cooperación interfirmas, que promuevan el llamado “juego de suma positiva” (Foray 1991). De esta forma dentro de un cluster pueden convivir ambas dimensiones, debido a que se dan en terrenos distintos y entre actores diferentes. Como concepto análogo se puede definir a un "cluster de sostenibilidad" (Crojethovich Martin, 2016) en función de unidades-usuarios que conforman una red, con una estructura jerárquica, y donde dichas unidades crean, gestionan, intercambian y metabolizan la sostenibilidad propia y la del resto. En nuestro caso se trataría de la red en torno al uso y gestión de los recursos hídricos en una cuenca.

Resultados de proyectos anteriores y la problemática identificada a abordar en el proyecto:

Los resultados obtenidos desde el 2012 hasta el presente indican que existe un grado de organización entre la población, el sistema productivo y el institucional y de ellos con las condiciones del ecosistema hídrico, en cuencas de la región. Esta organización sin embargo es débil y lábil. La situación parece indicar que el sistema en conjunto tiene una baja resiliencia para enfrentar situaciones de estrés, tanto esporádicas como tendenciales, como los efectos esperados en la zona por el cambio climático. Existen las condiciones básicas para el desarrollo interrelaciones que puedan ser un germen de "clusters de sostenibilidad", aunque con dificultades, principalmente en lo que hace a la cultura empresarial local, poco influenciada por la corriente de la responsabilidad corporativa, y por otra parte la débil presencia de las instituciones oficiales. Bajo el paraguas del panorama comentado, es posible aseverar que la sostenibilidad local se encuentra seriamente afectada.

Para continuar con la investigación de la resiliencia y las relaciones socioeconómicas y ecológicas mencionadas antes (que han sido analizadas en proyectos anteriores), en este proyecto se continúan utilizando las herramientas de monitoreo de calidad del agua y encuestas y se avanza en el estudio de los usos del suelo ubicados dentro de la cuenca periurbana del arroyo las Conchitas en la Provincia de Buenos Aires, Argentina y como la variación de esos usos en un gradiente urbano rural afectan a los distintos parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua (Crojethovich y Cánepa 2020).

En ese sentido, el uso intensivo de la tierra y el agua, que implica estructuras complejas

construidas en cuencas hidrográficas, requiere el desarrollo de enfoques especiales para estudiar y pronosticar el efecto de las actividades humanas. La calidad ambiental de una cuenca se encuentra condicionada por un conjunto variado de procesos naturales y de actividades antrópicas que interaccionan de manera directa o indirecta según la estructura funcional de la misma; por lo tanto, la dinámica y calidad del agua superficial y subterránea se vinculan o asocian con los diferentes usos del territorio y del recurso hídrico en sí mismo, que se desarrollan en una cuenca. (Consejo Federal de Inversiones 2011).

Por ejemplo, según la FAO (1996) en Centroamérica la principal causa de la degradación del recurso hídrico es el avance de la frontera agropecuaria, con prácticas de uso del suelo tradicionales, como la ganadería extensiva en zonas de fuertes pendientes, sobrepastoreo, riesgo por inundación, etc., que han causado impactos negativos sobre los ecosistemas, tales como la contaminación por nitratos y agroquímicos de las aguas superficiales en cuencas hidrográficas importantes.

Se sabe que el uso de la tierra en las cuencas fluviales tiene un efecto en la tierra, pero también en los ecosistemas acuáticos y especialmente en su interrelación. Entre las principales acciones antrópicas que han modificado las cuencas se pueden mencionar: crecimiento poblacional y consecuente proceso de urbanización, desarrollo industrial, utilización de agroquímicos en las áreas productivas rurales y periurbanas, desarrollo de los asentamientos informales, descargas de efluentes de distinto origen (Consejo Federal de Inversiones 2011). En este sentido, en Sudamérica resulta clave estudiar el funcionamiento de los ecosistemas considerando su gradiente urbano/rural debido a la importante concentración urbana de algunas ciudades, circundadas por extensas áreas rurales. (Di Bella et al. 2004). Por ejemplo, de acuerdo con Fianko et al. (2009) el aumento de las necesidades de agua, las limitaciones impuestas por la calidad de los diferentes usos y la creciente importancia de la contaminación como resultado de las actividades urbanas, industriales y agrícolas hacen más necesario considerar los acuíferos como componentes del sistema de recursos hídricos para aumentar los suministros de agua fiables y preservar la calidad del agua.

Fueron precisamente los cambios en los usos del suelo, motivados por el predominio de la incorporación de grandes áreas industriales, residenciales y de servicios, frente al uso agropecuario, y los problemas del tráfico, los que propiciaron la definición de políticas de

ordenamiento del territorio como medidas estatales (CEPAL 1997).

Otro resultado de proyectos anteriores es que se ha tomado conocimiento de otro factor de contaminación de la cuenca: debido a la intensificación de la agricultura ocurrida en sectores rurales de la cuenca, se ha incrementado el uso de plaguicidas, siguiendo el mismo patrón que en general en la pampa húmeda en los últimos años afectado al ambiente y sobre organismos no blanco de la agricultura (Ronco et al. 2008). Para evaluar ese nuevo factor se propuso en el proyecto el uso de especies bioindicadoras como las aves, que proporcionan una señal de la condición biológica de un ecosistema. Los bioindicadores son en realidad grupos o tipos de recursos biológicos que se utilizan para evaluar el estado del ecosistema (De Roode et al. 2002).

Hipótesis

Existe algún grado de organización entre los interesados-usuarios (stakeholders) que utilizan el recurso hídrico, y esa organización puede crear sostenibilidad a escala local (socio-ambiental- institucional).

Objetivos Generales

- 1.
2. Proponer un marco que permita el planeamiento integral hacia la resiliencia adaptativa en la Región del Conurbano Sur de Buenos Aires, frente al cambio global.
3. Mejorar las condiciones de sustentabilidad compartida entre la población, el sistema productivo y el institucional y de ellos con las condiciones del ecosistema hídrico.
4. Evaluar caminos a seguir para mejorar la dinámica de sistemas socioecológicos complejos ante posibles cambios futuros.

Objetivos específicos

1. Crear un área de monitoreo constante para evaluar los resultados de las acciones público-privadas frente a los cambios en la región.

5. Mediante un caso de estudio, poner a prueba los avances realizados en el marco teórico de la Ecología Urbana.
2. Replicar la metodología desarrollada en otros sistemas, a partir de las relaciones internacionales establecidas en los últimos años, avanzando hacia el planteamiento de proyectos conjuntos con universidades de Colombia, Alemania, Noruega y España.
3. Reforzar el Programa de Estudios Ambiente y Territorio, con investigaciones interinstitutos que aporten mayor multidisciplinariedad
4. Formación de estudiantes y docentes jóvenes en la investigación, aportando material para tesinas de pregrado y tesis de grado y posgrado.
5. Aportar a la relación de la investigación con la formación de posgrado.
6. Avanzar en la transferencia de los resultados de la investigación.
7. Desarrollar una metodología de análisis a nivel de cuenca que pueda ser repetible en otros sistemas con diferente nivel de antropización.
8. Fortalecimiento de las relaciones UNAJ-Municipios de Florencio Varela y Berazategui.

Metodología

El área de estudio del proyecto es la cuenca del arroyo las Conchitas, en los partidos de Florencio Varela y Berazategui. El arroyo Las Conchitas se encuentra ubicado en la región nordeste del área metropolitana de Buenos Aires. Ocupa una superficie de 120 kilómetros cuadrados y su curso nace en el Municipio de Florencio Varela, atraviesa el Municipio de Berazategui y desemboca en el Río de la Plata. Posee una alta demanda multisectorial de recursos hídricos ya que a lo largo de su cauce concentra una gran cantidad de establecimientos industriales y emprendimientos florihortícolas, y un gradiente urbano rural muy marcado.

El proyecto consta de tres partes metodológicas

Parte 1: Muestreos de calidad de agua y encuestas, siguiendo los realizados en los proyectos anteriores e incorporando nuevos análisis.

En esta parte se consolida el programa de monitoreo de la región. Se realizan mediciones de parámetros fisicoquímicos en el ecosistema hídrico y encuestas socioeconómicas siguiendo con los realizados en los dos proyectos anteriores, con la metodología de Crojethovich Martin (2016), para evaluar la organización de los distintos actores usuarios, en el uso y gestión del recurso hídrico y la resiliencia global frente a cambios.

Muestreos de Calidad del Agua:

Se establecieron 5 estaciones de muestreo de agua superficial (Figura 1) sobre el cauce del arroyo Las Conchitas, y en un tiempo aproximado de 9 meses se realizarán 2 muestreos por estación del año (otoño, invierno, primavera, verano) con un total de 8 campañas.

Las estaciones de muestreo se establecieron en base a un estudio previo realizado por el equipo del PEAT (Programa de Estudios en Ambiente y Territorio, Universidad Nacional Arturo Jauretche), que determinó la extensión de la cuenca, su geometría, y las estaciones de recarga y descarga de las mismas.

En esas estaciones se llevaron a cabo 8 campañas de muestreo entre mayo de 2018 y junio de 2019 en el arroyo, cuya información fue combinada con un análisis de los usos del suelo basados en imágenes satelitales procesadas en un entorno SIG y posteriormente se usaron herramientas estadísticas para evaluar la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua del arroyo.

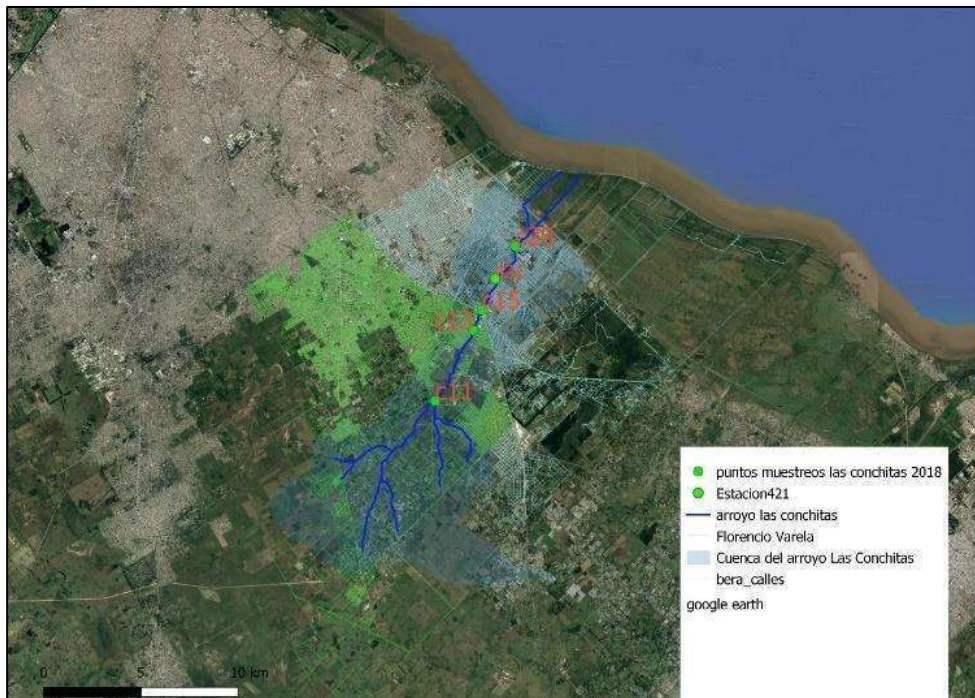


Figura 1: Estaciones de muestreo en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia

Análisis de la calidad del agua:

En el análisis de la calidad del agua es importante considerar tanto la variación espacial como temporal al realizar un plan de monitoreo. Por ejemplo, Kushal Roy et al. (2018) realizaron una investigación teniendo por finalidad cuantificar los procesos hidroquímicos y antropogénicos e identificar los factores que influyen en las concentraciones iónicas de un río en la región costera del suroeste de Bangladesh.

En este proyecto se utilizaron los siguientes parámetros para caracterizar la calidad del agua en el arroyo las Conchitas:

- Oxígeno Disuelto
- Conductividad
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- pH
- Temperatura

Para la toma de muestras, su conservación y análisis en el laboratorio, se sigue el Protocolo para los análisis implementados en los proyectos anteriores. La conductividad y el pH fueron medidos en el Laboratorio de Investigación y Desarrollo del CITEC-INTI por la Dra López. Para la determinación del pH se utilizó un pH-metro Mettler Toledo SevenMultiGmbH 8603 empleando patrones de calibración (pH 4,0; 7,0 y 10,0) mientras que la conductividad se midió con una sonda electrónica HANNA HI 98130. El oxígeno disuelto y la temperatura se midieron in situ con una sonda electrónica HANNA HI 9146. La demanda química de oxígeno se determinó a través del método SM 5220-D, en los laboratorios de G.E.M.A ubicado en la localidad de La Plata.

Las muestras fueron recolectadas en frascos de vidrio estéril de 750 ml de capacidad y refrigerado a 4 ° C hasta el momento de los análisis, realizadas dentro de las 24 hs después de la recolección.

Encuestas:

Son encuestas realizadas a vecinos y a actores del mundo del trabajo organizados colectivamente (sindicatos), cuya actividad productiva y de servicios se desarrolle en las cercanías de la cuenca del arroyo y áreas circundantes siguiendo el curso principal del río y sus ramificaciones. Se propuso realizar las encuestas en los mismos sitios de las encuestas del proyecto anterior, para evaluar cambios en los patrones de relaciones entre los usuarios del recurso, debido a las actividades del proyecto. Las preguntas de la encuesta son cerradas, realizadas por profesores y estudiantes, y luego pasadas a una planilla de Excel, cuantificadas, para ser procesadas (ver Crojethovich Martin 2016).

Análisis de los datos: Las encuestas y muestreos son analizados primariamente mediante estadística descriptiva por punto de muestreo. Para el reconocimiento de patrones de organización dentro del sistema se utiliza un método estadístico multivariante, el escalamiento multidimensional (nonmetric multidimensional scaling en inglés, NMDS), utilizando el programa Statistica (Tulsa, StatSoft). Para evaluar la bondad del ajuste del método se ha tomado como parámetro el Stress de Kruskal (Kruskal y Wish 1978). Posteriormente, las encuestas y muestreos de calidad del agua permiten evaluar (a través de indicadores siguiendo la metodología de Crojethovich Martín, 2016), la organización como medida de sustentabilidad local (social y ecológica).

Biomonitoreo:

Se propuso utilizar a aves de la Pampa Húmeda como bioindicadores de contaminación. La metodología propuesta originalmente en el proyecto es la siguiente:

- se realizarán capturas de paloma torcaza (*Zenaida auriculata*) en diferentes sectores del área de estudio. A las aves capturadas se les extraerá 1 a 2 ml de sangre de la vena braquial, y posteriormente se obtendrá el plasma mediante centrifugación. Además, se diseccionarán los tejidos hepático y cerebral, y se almacenarán a -80°C hasta su análisis.
- se evaluarán las actividades Acetil-colinesterasa (AChE) cerebral y sérica, y la Butiril- colinesterasa (ChE) plasmática siguiendo el método de Ellman (1961). La actividad EROD y BROD (Benzil-oxiresorufin-Odeetilasa) se evaluará en la fracción microsomal hepática empleando el método de Hodson (1996). La variación inter-específica de la actividad EROD y BROD se analizará con modelos lineales generales (GLM con Tipo III SS) mediante el software de SPSS Statistics 19.0.

Análisis del Sector productivo y Diálogo Social:

- Las actividades productivas en la región son un factor determinante en la contaminación de la cuenca mencionada, en tal sentido los actores del mundo del trabajo se vuelven estratégicos al momento de utilizar y gestionar el recurso agua, dentro y fuera del perímetro industrial, y de los centros de trabajo. La metodología propuesta originalmente en el proyecto es la siguiente:
- Se analizará el abordaje, uso y tratamiento del recurso en las actividades productivas y de servicios, como así también su valoración relativa, por parte de ambos actores (empresas y sindicatos).
- Dicho análisis permitirá identificar situaciones de intervención sociolaboral, y/o socio productivas posibles, mediante la evaluación de instancias de participación de las relaciones laborales específicas del territorio en la gestión del recurso analizado.

Los aspectos institucionales que hacen al gobierno local no se incluyeron en el presente proyecto porque forman parte del proyecto "Gobernanza del agua en el arroyo Las Conchitas" que se encontraba realizando el tesista Fernando Mendizabal.

Parte 2: Caracterización de los usos del suelo y su relación con la calidad del agua

Análisis geográfico y estadístico:

Entre las herramientas modernas para estudiar los patrones espaciales de los usos del suelo a escala de paisaje y región están los Sistemas de Información Geográfica (SIG), los cuales se refieren a la integración de sistemas de cómputo y datos geográficos mediante los cuales se analizan y gestionan grandes volúmenes de datos estadísticos, espaciales y temporales (Gutiérrez y Gould 2000). Los sistemas de información geográfica (SIG) han surgido como poderosas herramientas para la manipulación y análisis de datos que son necesarios para generar, de una forma flexible, versátil e integrada, productos de información, ya sean mapas o informes para la toma de decisiones sobre el uso de tierras (Sombroek 1994). El almacenamiento de esta información cartográfica permite la creación de mapas en una diversidad de formas, de acuerdo con una necesidad o problemática específica.

Adicionalmente, mediante los SIG se logra obtener datos e imágenes de la cubierta vegetal y usos del territorio, los cuales permiten una rápida y eficiente monitorización de los cambios y riesgos (FAO 1997).

Para el análisis de los usos del suelo en la cuenca se realizó una clasificación de imágenes satelitales eligiendo las clases de los usos que mejor permitiesen caracterizar el gradiente rural-urbano a lo largo de la cuenca. Se utilizó el software de SIG Qgis.

Para evaluar el efecto que la distancia de los diferentes usos del suelo con respecto al cauce del arroyo pudiese tener sobre la calidad del agua se demarcaron las áreas situadas a 100 metros, 500 metros y 1000 metros del cauce del arroyo. Se realizó con el SIG el cálculo de la extensión de los diferentes usos del suelo a las tres escalas de análisis.

Se utilizaron métodos estadísticos uni y multivariados para analizar la relación entre los usos del suelo y la calidad del agua para cada estación de muestreo, considerando el efecto de la distancia al cauce del arroyo.

Parte 3: Aplicación de herramientas para reducir las debilidades territoriales y amenazas identificadas en los proyectos anteriores: mejorar la resiliencia y realizar un análisis de puntos de remediación del paisaje (promoviendo la mejora de los servicios ambientales ecosistémicos).

Caracterización de sitios para restauración en riberas del arroyo. Ecología del Paisaje:

La metodología que se utilizó se basa en la realización de un estudio de los usos de suelo mediante la teledetección y un sistema de información geográfica para evaluar mediante métricas de ecología del paisaje áreas de la ribera de arroyo con mayores posibilidades de ser restauradas con el objetivo a futuro de que ofrezcan mejores servicios ambientales a los vecinos.

Para ello se siguió los siguientes pasos:

1. Búsqueda bibliográfica de información sobre resiliencia aplicada a sistemas hídricos urbanos.
2. Actualización de los mapas de composición de usos del suelo en la cuenca con los que se cuenta, utilizando imágenes Sentinel de la Agencia Espacial Europea.

La cuenca se clasificó en los siguientes usos dominantes:

- zona residencial
- zona industrial
- zona rural
- Zona rural agrícola
- Cuerpos de agua

3. Procesamiento de imágenes, mediante la clasificación supervisada en el sistema de información geográfica TerrSet para obtener un mapeo actualizado de los usos de la cuenca.

4. Adaptación del Índice de Resiliencia espacial (Rescia y Ortega, 2018) al entorno de un ecosistema urbano.

5. Utilización junto con el índice de métricas de ecología del paisaje utilizando el programa FRAGSTATS y estadística multivariada (MANOVA y ANOVA) para estudiar la estructura espacial, la composición y la configuración de paisaje socio-ecológico de la cuenca del Arroyo Las Conchitas, para calcular a distintas escalas la capacidad de resiliencia espacial a perturbaciones identificadas previamente que afectan a la cuenca y definir aquellas con mayores posibilidades de ser restauradas con el objetivo a futuro de que ofrezcan mejores servicios ambientales a los vecinos.

6. Confección de mapas utilizando el Índice de Resiliencia Espacial para la cuenca a distintas escalas.

Además, se han explorado técnicas para el procesamiento de imágenes satelitales para la detección de coberturas típicas de las áreas urbanas (construcciones, vegetación, suelo desnudo) en el periurbano bonaerense.

Talleres de Mejora de la sustentabilidad territorial:

La resiliencia de un sistema urbano es función de las interrelaciones entre las distintas dimensiones (natural, social, institucional y productiva). A partir de las deficiencias de las interrelaciones ya identificadas en los proyectos anteriores se propuso realizar dos talleres anuales donde se utilizará la técnica del marco lógico para analizar y poner en orden de importancia aquellos aspectos de la situación urbana actual que pueden contribuir a la resiliencia urbana. En los talleres se intenta reforzar las redes organizacionales existentes y además establecer un canal de vinculación vertical entre los distintos niveles de la administración y con los otros actores identificados tanto de la sociedad civil, del sector productivo, como de la administración en todos sus niveles, se conformará una red que pueda llevar adelante una gestión sustentable.

Resultados

Parte 1: Muestreos de calidad de agua y encuestas¹:

En la Tabla 1 se muestran las medias y varianzas de los muestreos de la calidad del agua. La Conductividad y el DQO son las variables con más varianza al mismo tiempo que son las que reflejan mejor el gradiente urbano rural de la cuenca (donde el sitio C11 es el más rural y el sitio C20 más urbano, mientras los sitios C13, C15 y 421 son intermedios entre esos usos).

	Estación C20	Estación C421	Estación C11	Estación C13	Estación C15
PH	Media: 7,61 Varianza:0,09	Media: 7,68 Varianza:0,06	Media: 7,85 Varianza:0,16	Media: 7,75 Varianza:0,04	Media:7,77 Varianza:0,07
Conductividad	Media: : 1967,37 Varianza: a: 98649,22	Media: : 2088,12 Varianza: a: 31621,06	Media: a: 705,5 Varianza: 48749,66	Media: 2121 Varianza: 105727	Media: 2338,62 Varianza: a: 52301,22
Oxígeno Disuelto	Media: 7,25 Varianza: 43,15	Media: 7,67 Varianza: 52,51	Media: 6,78 Varianza: 2,69	Media: 9,07 Varianza: 47,09	Media: 7,94 Varianza: 52,93

¹ Como se mencionará más adelante algunas actividades que requerían originalmente trabajos de campo, fueron suspendidas por la pandemia, entre ellas las encuestas

DQO	Media: 76,92 Varianza: 2198,15	Media: 189,76 Varianza: 22970,36	Media: 45,18 Varianza: 3362,69	Medi a: 85,42 5 Varianz a: 2952,9 0	Media: 117,6 Varianza: 2688,42
-----	--------------------------------------	---	---	--	--------------------------------------

Tabla 1: Media y varianza de parámetros en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia (TIF de Clarisa Cánepa).

En la Figura 2 se muestra promedio de la conductividad medida, observándose que aumenta siguiendo el gradiente rural a urbano.

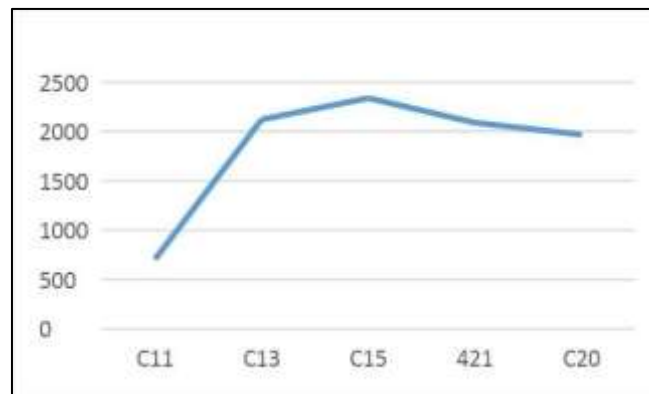


Figura 2: Conductividad promedio en la cuenca “Las Conchitas”. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de DQO (Figura 3) se puede ver un aumento en las estaciones C13 y C15 donde se encuentran usos del suelo de tipo industrial y urbano.

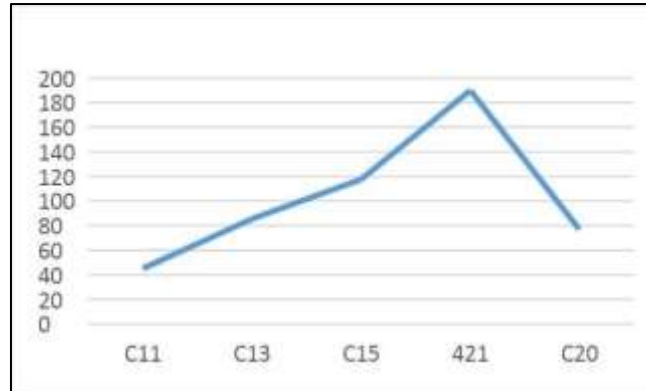


Figura 3: Promedio de DQO en la cuenca "Las Conchitas". Fuente: Elaboración propia.

Parte 2: Caracterización de los usos del suelo y su relación con la calidad del agua

Usos del suelo identificados en la cuenca:

Los usos del suelo de la cuenca del arroyo Las Conchitas se clasificaron en 3 grandes categorías: Rural, Agrícola-Ganadero y Urbano, con una posterior desagregación de los mismos. En la Tabla 2 se muestran los porcentajes de cada uso y en la Figura 4 su distribución espacial.

La cuenca tiene una mayor superficie abarcada por el uso rural, siendo los dominantes:

1. Agricultura extensiva dominante y Ganadería o sin uso aparente dominante: 24%.
2. Flori horticultura a campo (comprende parcelas hortícolas en desuso): 16%.

Uso del suelo	% ocupación	Categoría
Espacio rural	4%	Rural
Clubes de campo y barrios privados	1%	Rural
Flori horticultura en invernáculo	2%	Agrícola-ganadero
Residencial jardín Barrio parque	5%	Urbano
zona residencial	1%	Urbano

intensidad de ocupación baja	1%	Urbano
Agricultura extensiva dominante	24%	Agrícola-ganadero
Ganadería o sin uso aparente dominante	24%	Agrícola-ganadero
intensidad de ocupación media baja	1%	Urbano
Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios	1%	Urbano
Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso	16%	Agrícola-ganadero
Espacio rural	1%	Rural
intensidad de ocupación muy baja	4%	Urbano
Manzanas y fracciones baldías	1%	Urbano
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media	0%	Urbano
intensidad de ocupación media	5%	Urbano
Forestación dominante natural e inducida	1%	Rural
Plazas y espacios verdes públicos	0%	Urbano
Establecimientos industriales y grandes galpones	3%	Urbano
Avicultura y granja	0%	Agrícola-ganadero
Bañado o terreno anegadizo	4%	Urbano
Conjunto de viviendas	1%	Urbano
zona residencial y galpones intensidad de ocupación media	0%	Urbano
máxima intensidad de ocupación comercio y servicios	0%	Urbano
viviendas	0%	Urbano

zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja	0%	Urbano
--	----	--------

Tabla 2. Porcentaje de ocupación de los distintos subtipos de suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas.

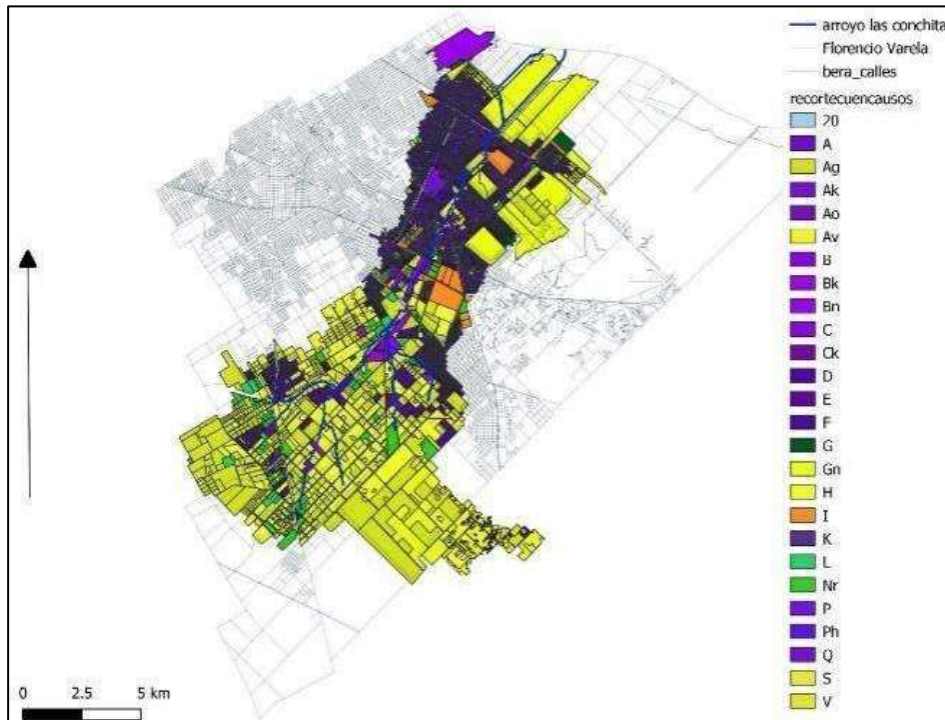


Figura 4: Usos del suelo en la cuenca del arroyo Las Conchitas”. Referencias: P: Conjunto de viviendas. Vm: Asentamientos precarios y villas miseria. F: Residencial jardín Barrio parque. G: Clubes de campo y barrios privados. E: Manzanas y fracciones baldías. 20: Plazas y espacios verdes públicos. L: Espacio rural. I: Establecimientos industriales y grandes galpones. Nr: Espacio rural. Ak: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Bk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media. Ck: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Dk: zona residencial y galpones intensidad de ocupación media baja. Q: Grandes equipamientos sanitarios militares educativos cementerios. Ph: viviendas. Av: Avicultura y granja. V: Flori horticultura en invernáculo. H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. Ex-H: Flori horticultura a campo comprende parcelas hortícolas en desuso. S: Forestación dominante natural e

inducida. Ag: Agricultura extensiva dominante. Ex-Ag: Agricultura extensiva dominante.
Gn: Ganadería.

Relación de los usos del suelo con la calidad del agua:

Los resultados señalan que la calidad del agua está relacionada con los usos del suelo donde la relación depende de la distancia al arroyo.

La conductividad está inversamente relacionada con la variación del uso del suelo residencial urbano que se encuentra hasta 100 m. del cauce del arroyo ($r = -0,95$). El pH está positivamente relacionado con los establecimientos industriales que se encuentran hasta 500 m. de distancia del cauce del arroyo ($r = 0,89$).

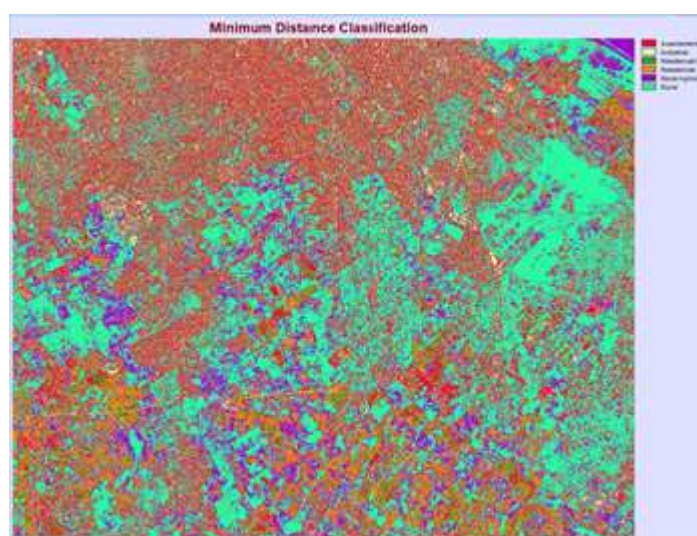
No se encontró relación entre calidad del agua y usos del suelo a una distancia de 1000 m. del cauce.

Parte 3: Aplicación de herramientas para reducir las debilidades territoriales y amenazas identificadas en los proyectos anteriores: mejorar la resiliencia y realizar un análisis de puntos de remediación del paisaje (promoviendo la mejora de los servicios ambientales ecosistémicos).

Resultados obtenidos

- Se han actualizado los mapas de composición de usos del suelo en la cuenca, utilizando imágenes satelitales de libre acceso.

Como ejemplo se muestra uno de los resultados de clasificación de usos del suelo:



- Se identificó las áreas de candidatas a restaurar en las riberas de la cuenca del arroyo Las Conchitas, en los Municipios de Florencio Varela y Berazategui, Provincia de Buenos Aires.
- Se ha adaptado el Índice de Resiliencia espacial (Rescia y Ortega, 2018) al entorno de un ecosistema urbano.

Conclusiones

De acuerdo con el Consejo Federal de Inversiones (2011) son varias las acciones antrópicas que han modificado las cuencas: entre ellas una de la más importante es el crecimiento poblacional y consecuente proceso de urbanización. Según estimaciones de las Naciones Unidas el año 2007 fue cuando más de la mitad de la población mundial pasó a vivir en áreas urbanas, y la tendencia es que este proceso seguirá en aumento. (Goites et al. 2020)

Como se pudo ver en el área de estudio, la urbanización acelerada acarrea varias implicaciones en cuanto afecciones del medio natural: la necesidad de expansión conlleva a que familias tengan que ubicarse y desarrollar sus viviendas en terrenos anegados como bañados y zonas inundables de arroyos.

En cuanto al desarrollo industrial es sabido que exige un ordenamiento territorial para la localización de instalaciones industriales, no obstante, la realidad difiere con esta teoría.

Un claro ejemplo de esto es el crecimiento significativo de la población del municipio de Florencio Varela (que es parte de la cuenca estudiada). Esto conlleva a que los asentamientos informales se ubiquen en zonas donde ya son existentes los establecimientos industriales los cuales no son propicios y afectan a la calidad de vida de las personas.

Por otro lado, la cuenca "Las Conchitas" cuenta con una extensa área de periurbano en donde el principal uso del suelo es el agrícola-ganadero. Allí se despliegan los productores periurbanos donde se encuentran los agricultores familiares, aunque también están presentes formas capitalizadas, cooperativas y otras formas asociativas, (Goites et al. 2020). Esta actividad productiva de alimentos acarrea impactos en la cuenca tales como aumento de carga orgánica en el curso de las aguas a raíz del uso de fitosanitarios entre otros.

Los resultados obtenidos indican que existe un grado de organización entre la población, el sistema productivo y el institucional y de ellos con las condiciones del ecosistema hídrico.

Esta organización sin embargo es débil y lábil:

Débil porque las **interacciones son incompletas, fragmentadas en el espacio y probablemente en el tiempo, con una alta carga de incertidumbre**, en algunos casos creando **rivalidad** por el uso de un recurso escaso y/o degradado, la interdependencia general entre los usuarios es así conflictiva, y no se hace un uso integral y sostenible del sistema hídrico

La organización es lábil en el sentido que tanto la **vulnerabilidad** de la población para satisfacer sus necesidades básicas, como la capacidad del recurso para brindar **servicios ambientales**, la carencia de gestión del gobierno local (que se traduce en una falta de infraestructuras adecuadas), parece indicar que el sistema en conjunto tiene una **baja resiliencia para enfrentar situaciones de estrés, tanto esporádicas como tendenciales, como los efectos esperados en la zona por el cambio climático.**

Referencias bibliográficas

Material elaborado en relación con el proyecto por los integrantes, y material citado:

Angel, S., Parent, J., y Civco, D. L. (2010). The Fragmentation of Urban Footprints: Global Evidence of Sprawl, 1990-2000. Retrieved from: Lincoln Institute of Land Policy website: <https://www.lincolninst.edu/publications/workingpapers/fragmentation-urban-footprints>

Angrill, S., Petit-Boix, A., Morales-Pinzón, T., Josa, A., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2017). Urban rainwater runoff quantity and quality—A potential endogenous resource in cities? *Journal of Environmental Management*, 189, 14-21.

Cánepa, C. M., Álvarez, L. E. y Crojethovich, A. D. 2020. Una visión ecosistémica de la resiliencia urbana. La relación entre la calidad del agua y usos del suelo en sistemas hídricos. *Revista Tendencias en Docencia e Investigación en Química* 2020. 6(6):141-146.

Cánepa, C. M., Álvarez, L. E. y Crojethovich, A. D. 2020. Una visión ecosistémica de la resiliencia urbana. La relación entre la calidad del agua y usos del suelo en sistemas hídricos. Libro de Resúmenes y Programa. p. 28. XI Congreso Internacional de Docencia e Investigación en Química. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. 2

al 4 de diciembre, México D.F.

Crojethovich, A. D. y Cánepa, C. 2020. Análisis multiescalar de la calidad de agua y usos del suelo en una cuenca urbana. En: Libro de Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. 2020. Compilado por Alejandro D. Crojethovich, Andrea María Encina, Ramón Raúl Ríos y Mariano Ezequiel Piroti. 1a ed compendiada. 347 páginas. Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Libro digital. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN 978-987-46096-4-9

Crojethovich Martín, A. D. 2016. Aspectos ecológicos de la sustentabilidad urbana en la Región Metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Crojethovich Martín, A. D. y Rescia Perazzo, A. J. 2006. Organización y Sostenibilidad en un Sistema Urbano Socio-ecológico y Complejo. Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. Cátedra Unesco de Sostenibilidad, Universidad Politécnica de Cataluña. 1:103-121.

Da Silva, C. J.; Odriozola, J. G.; Cardozo, O. D.; Bondar, C. E. 2012. Usos del Suelo en el Micro-Centro de la Ciudad de Resistencia: Patrones Espaciales Identificados con Sistemas de Información Geográfica (SIG). XIV Encuentro de Profesores en Geografía del NEA (formato CD-ROM). Facultad de Humanidades-UNNE. Resistencia. 14 p

Di Bella C. M., Paruelo J. M., Straschnoy J. V. 2004. Gradiente urbano-rural del funcionamiento de los ecosistemas de ciudades del Mercosur. Un análisis basado en sensores remotos. Revista Científica de Vol. VIII N° 1 63-79

Di Pace, M. y Crojethovich Martín, A. 2004. La sostenibilità nella gestione dei residui solidi urbani. Indicatori per la Regione Metropolitana di Buenos Aires”, en Bettini, V. (ed.). Ecología Urbana L'uomo e la città. UTET, Torino.

Encarnação, S., Gaudiano, M., Santos, F.C., Tenedório, J.A., Pacheco, J.M. 2012. Fractal cartography of urban areas. Sci. Rep. 2, 527.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura). 1997. Guía General: Zonificación agro-ecológica. Boletín de Suelos de la FAO #73. p.84

Fahrig, L. 2003. Effects of hábitat fragmentation on biodiversity. Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst. 34:487– 515

Fianko, J. R., Osae, S., Adomako, D. y Achel, D. G. 2009. Relationship between land use

and groundwater quality in six districts in the eastern region of Ghana. *Environ Monit Assess* 153:139– 146.

Flores, A. P. y Gaudiano, M. E. (2020) “Fragmented or Compact: The Case Of Periurban Municipalities in the Northwest of the Metropolitan Area of Buenos Aires”. 2020

Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics. The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press. United Kingdom.

Goites, E., Tito, G., Nugent, P., Patrouilleau, M. M., Vitale Gutierrez, J. M., Pérez, M. A., Giobelina,

B. L., Escolá, F., Cardozo, F., Hernandez Toso, F., Dalmaso C. 2020. *Espacios agrícolas periurbanos: oportunidades y desafíos para la planificación y gestión territorial en Argentina.*, Ediciones INTA.

Gutiérrez Puebla J., Gould M., 2009. SIG: Sistemas de Información Geográfica. *Geoenseñanza*, vol. 14, núm. 1, p. 151-154 Universidad de los Andes San Cristobal, Venezuela.

Maldonado, A. D.; A. Valdivielso; Alejandro J. Rescia; Pedro A. Aguilera. 2020. Probabilistic graphical models for species richness prediction: Are current protected areas effective to face climate emergency? *Global Ecology and Conservation*. Elsevier.23, e01162. ISSN 2351-9894.

Osio, J., Mársico, D., Cappelletti, M., Morales, M. y Crojethovich, A. 2020. Desarrollo de prototipo de sonda multiparamétrica para la medición de la calidad del agua en arroyos de Florencio Varela y Berazategui. En: *Libro de Resúmenes del IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*. Compilado por Alejandro D. Crojethovich, Andrea María Encina, Ramón Raúl Ríos y Mariano Ezequiel Piroti. 1a ed compendiada. 347 páginas. Sociedad Argentina de Ciencia y Tecnología Ambiental. Libro digital. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. ISBN 978-987-46096-4-9

Porter, M. 1999. *Clusters and the new economics of competition*. Globalización y redes, IPAC, Prov. de Buenos Aires.

Qureshi, S., Breuste, J. H. y Lindley, S. J. 2010. Green space functionality along an urban gradient in Karachi, Pakistan: a socio-ecological study. *Human Ecol* 38(2):283–294.

Restrepo, J. D. C., & Morales-Pinzón, T. (2018). Urban metabolism and sustainability: Precedents, genesis and research perspectives. *Resources, Conservation and Recycling*, 131, 216-224.

Ronco AE, Carriquiriborde P, Natale G, Martin ML, Mugni H, Bonetto C. 2008. Integrated approach for the assessment of biotech soybean pesticides impact on low order stream ecosystems of the Pamasic Region. In: Columbus F (ed) *Ecosystem Ecology Research Developments*. NOVA Publishers, New York, pp 209-239.

Roy K., Karim M. R., Akter, F. et al. 2018. Hydrochemistry, water quality and land use signatures in an ephemeral tidal river: implications in water management in the southwestern coastal region of Bangladesh. *Appl Water Sci* 8, 78.

Sombroek W. G., 1994. The use of Geographic Information System (GIS) in Land Resource Appraisal. *Outlook on Agricultural* 23(4):249-255.

Sun, J., Huang, Z., Zhen, Q., Southworth, J., Perz, S. 2014. Fractally deforested landscape: Pattern and process in a tri-national. *Amazon frontier*. *Applied Geography* 52 204 – 211.

Young, R. F. y Wolf, S. A. 2007. Toward a pragmatic program for critical urban ecology. *Urban Ecosyst* 10:349–354.