

La cartografía de suelos y su aporte a la ordenación ambiental del territorio: Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú (Tandil, Argentina)

Soil Cartography and its Contributions to Environmental Planning: Upper Basin of the Tandileofu Stream

Mariana Verónica Nuñez¹

Ana Cristina Ulberich²

María Carolina Miranda del Fresno³

Nicolás Eloy Cisneros Basualdo⁴

María Florencia Galecio⁵

Recibido 21 de febrero de 2021; aceptado 30 de julio de 2021

RESUMEN

Los estudios de Ordenación Ambiental del Territorio (OAT) constituyen un modelo de zonificación y a la vez una herramienta que demanda el proceso de ordenación territorial para articular políticas y acciones de planeamiento compatibles con las expectativas del desarrollo sustentable. Con el fin de delimitar y describir “sistemas ambientales” de la OAT de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú (CSAT) se siguió una secuencia metodológica, apoyada en cartografía de suelos, mediante la cual se elaboraron mapas temáticos

¹ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, correo electrónico: mvnun@fch.unicen.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1709-3966>

² Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, correo electrónico: ulberich@fch.unicen.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0098-1905>

³ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, correo electrónico: cmdelfresno@fch.unicen.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6088-9759>

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina, correo electrónico: ncisneros@fch.unicen.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3624-5865>

⁵ Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, correo electrónico: fgalecio@fch.unicen.edu.ar. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1870-0171>

intermedios y un mapa de OAT que integra los anteriores. La secuencia comenzó con la Zonificación Morfológica Superficial, a lo que le sucedió la Zonificación Edáfica derivando en la Zonificación Morfoedáfica; a esta última, se la correlacionó con la vegetación, resultando el mapa de Zonificación Morfo-FitoEdáfica o Zonificación Ecológica; luego, se incorporó el Uso Actual de las Tierras (UAT), lo que permitió analizar las relaciones sociedad-naturaleza en la CSAT e identificar potenciales problemas ambientales producto de esta relación y elaborar el mapa de OAT de la CSAT. Los resultados obtenidos posibilitaron interpretar la heterogeneidad interna de los sistemas ecológico-paisajísticos y obtener siete subsistemas ecológicos; el estudio y mapeo del UAT demostró que las tierras están principalmente ocupadas por actividades agropecuarias mixtas (46,4%), agrícolas (31,3%) y tamberas (12,4%); la OAT de la Cuenca permitió obtener 16 tipos de unidades cartográficas que describen entidades territoriales con restricciones y potencialidades ecológicas de cada paisaje/sitio, con la estructura espacial y funciones de tipos y formas del UAT. A modo de conclusión, es posible inferir y correlacionar la información topográfico-paisajística analizando las cartas de suelos y las descripciones de cada sistema y subsistema representados en ellas; la metodología propuesta enfatiza y pone en valor el uso de los recursos y productos que surgen de la Ciencia Cartográfica en las tareas de gestión y planificación territorial.

Palabras clave: zonificación, cuenca hidrográfica, sistemas ambientales, problemas ambientales, mapas.

ABSTRACT

The Environmental Planning studies of the Territory (EPeT) provide a zoning model and at the same time a tool that demands the territorial planning process to articulate policies and planning actions compatible with the expectations of sustainability. In order to delimit and describe "environmental systems" (EPeT) of the Upper Arroyo Tandileofú Basin (study area), a work was carried out supported by soil cartography. For this work a methodological sequence was followed developing intermediate thematic maps up to the Environmental Planning studies of the Territory map that integrated the previous ones. The methodological sequence began with the Superficial Morphological Zoning, followed by the Edaphic Zoning. These maps derived from the Morphoedaphic Zoning. The latter map was correlated with vegetation, getting the Morpho-Phytoedec Zoning or Ecological Zoning. Then the Current Land Use (CLU) was incorporated. This made it possible to analyze the relationship between society and nature in the study area and to identify possible environmental problems derived from this relationship, and prepare the (EPeT) map of the study area. The results obtained: -made it possible to interpret the internal heterogeneity of the ecological-landscape systems and obtain 7 ecological subsystems; -the (CLU) study and mapping showed that the lands are mainly occupied by mixed crop-livestock farming (46,4%), crop activity (31,3%) and dairy farm activity (12,4%); -with the (EPeT) of study area they were obtained 16 types of cartographic units that describe territorial entities with ecological restrictions and potentialities, with the spatial structure and functions of types and forms

of the (CLU). In conclusion, it is possible to infer and correlate topographic-landscape information by analyzing the soil cartography and the information of each system and subsystem represented, and the methodology highlights the use of resources and products that arise from Cartographic Science in territorial management and planning tasks.

Key words: zoning, watershed, environmental systems, environmental problems, maps.

1. Introducción

La Ordenación Territorial (OT) constituye un proceso de planificación para el desarrollo sustentable de los sistemas ambientales y conforma una excelente estrategia para mejorar y disciplinar las relaciones entre los aspectos ecológicos y socio-económicos del ambiente. En ese sentido, los estudios de Ordenación Ambiental del Territorio (OAT) constituyen un modelo de zonificación y a la vez una herramienta que demanda el proceso de OT para articular políticas y acciones de planeamiento compatibles con las expectativas del desarrollo sustentable.¹

De acuerdo con Sánchez (2009) la OAT demanda la ejecución de dos tipos de estudios que facilitan el análisis integrado de las relaciones sociedad-naturaleza: por un lado, la Zonificación Ecológica (ZEc), y por otro, el análisis del Uso Actual de las Tierras (UAT). Los objetivos centrales de la ZEc de un área son: 1) Dimensionar la diversidad de ecosistemas y geo-referenciar el patrón de distribución espacial de los mismos y 2) Analizar y cuantificar las restricciones y potencialidades ecológicas de los sistemas paisajísticos que hacen a la ecodiversidad del territorio. Los estudios del UAT requieren del análisis del proceso de ocupación del área, de la estructura del medio rural y de la identificación de los patrones de distribución espacial de los diversos tipos de uso de los diferentes subsistemas delimitados en la ZEc del área.

La ZEc y la OAT constituyen estudios integrados cuya secuencia metodológica requiere de una colección completa de levantamientos y estudios de varias disciplinas que permiten evaluar y comprender la calidad y fragilidad de los recursos naturales, sus patrones de distribución geográfica, los tipos de ocupación y uso de los diferentes paisajes y las diferentes modalidades de manejo de los recursos (Sánchez, 1991; Sánchez y Cardoso da Silva, 1995).

La metodología de zonificación requiere integrar productos cartográficos, principalmente geomorfológicos, pedológicos y de vegetación, es decir, mapas temáticos que expresen la distribución espacial de entidades identificadas por diferentes disciplinas. Cabe entonces resaltar la importancia que adquieren los denominados "mapas base" en el proceso de confección de los diferentes mapas temáticos. En ese sentido, los mapas de suelos, son documentos altamente valorados en los procesos de la OAT.

¹ Se entiende al Desarrollo Sustentable, como el estilo de desarrollo que busca satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones del futuro para atender sus propias necesidades (World Comisión on Environment and Development [WCED], 1987).

Es por ello, que la Ciencia Cartográfica juega aquí un rol importante, pues brinda las herramientas para la confección de los mapas temáticos necesarios para el proceso de la OAT. De esta forma, los mapas constituyen documentos que representan elementos naturales y sociales, y transmiten información situada geográficamente. Las Ciencias Ambientales y la Cartografía se vinculan desde el momento en que surge el interés por la representación de los recursos naturales, dando lugar a la elaboración de mapas centrados en una temática particular, cómo los geológicos, de recursos mineros, de masas boscosas, de suelos, de clima, etc., y de mapas más complejos que combinaban los primeros con interés en planificación regional, urbana, o la OAT, entre otros, reunidos bajo la denominación de cartografía ambiental (García-Abad Alonso, 2002).

Uno de los métodos más clásicos de interpretación cartográfica y elaboración de cartografía ambiental es la superposición de capas, o bien de mapas, generando un producto final. En este último, se integran los atributos de los anteriores y mediante la interpretación de la información contenida en las capas se construye un mapa síntesis (Moura, 2012).

Particularmente la cartografía de suelos, es elaborada a través de técnicas de investigación que implican estudios de gabinete y campo, y que son conocidos como levantamientos de suelos. Zuccardi (1971) señala que los progresos en esta rama de la ciencia han permitido demostrar que un mapa de suelos representa y ofrece un documento básico para abordar problemas de planificación agrícola en lo que se refiere a manejo, fertilización y producción de tierras, teniendo así un gran alcance socioeconómico al desmembrar el ámbito geográfico por sus diferentes aptitudes y señalar áreas de decisión para promover el desarrollo (Sánchez, 2009).

Considerando que el suelo es un cuerpo natural formado en la superficie de la Tierra que ocupa y desarrolla una morfología particular (Simonson, 1967); cada tipo de suelo comprende y define un segmento geográfico dentro de un *quasi-continuum* edáfico de la superficie continental de la Tierra.

La ciencia del suelo, además de su gran avance en materia de taxonomía y clasificación de suelos, ha basado su desarrollo teórico considerando que la distribución espacial, génesis y propiedades actuales de un suelo, están lógicamente determinadas por una acción integrada de diversos factores formadores (roca madre; clima; relieve; organismos y tiempo) y ocasionalmente antrópicos, los cuales interactúan durante la estructuración y conformación global de los paisajes. En este sentido, los suelos son entendidos y ordenados en términos de paisajes y a la vez de perfiles, presentando comportamientos dinámicamente diferenciados tanto en sentido vertical como horizontal. Es así que, el suelo es estudiado como un sistema complejo y altamente dinámico (Sánchez, 1991).

Asimismo, las cuencas hidrográficas constituyen espacios integradores del conjunto de los recursos naturales. En ese sentido, el manejo sustentable de esos recursos debería estar basado en el manejo integral de los mismos dentro de dichas cuencas. En coincidencia con Braz *et al.* (2020) "la cuenca hidrográfica debe ser entendida como una unidad básica para el análisis ambiental, ya

que permite conocer y evaluar sus diversos componentes y los procesos e interacciones que en ella ocurren” (p. 72).

El trabajo que se presenta aquí, sintetiza la secuencia metodológica desarrollada para llegar a la OAT, aplicada por Zulaica (2008) y Sánchez y Nuñez (2009) en cuencas hidrográficas del SE de la provincia de Buenos Aires (Argentina) y muestra el aporte de la cartografía de suelos en la identificación y delimitación de los “sistemas ambientales” de la OAT obtenidos a partir de la ZEC, la descripción del UAT y la Evaluación de la Aptitud de las Tierras (Food and Agriculture Organization [FAO], 1972, 1973; Ramalho Filho *et al.*, 1979; Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [SAGyP-INTA], 1990) y el análisis de las relaciones sociedad-naturaleza.

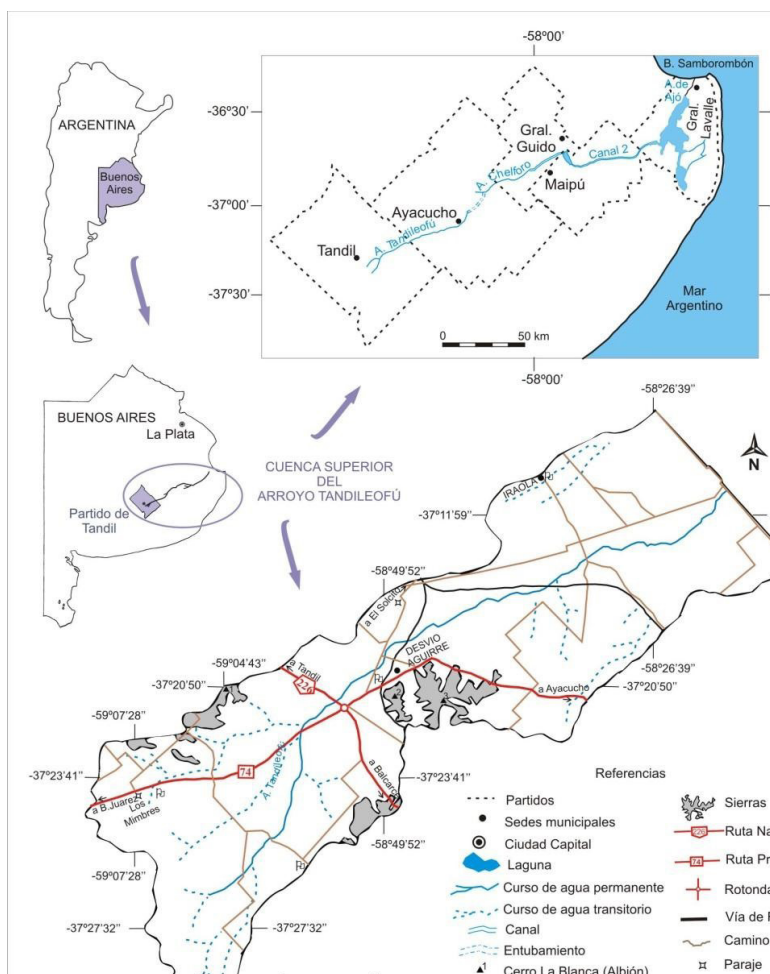


Figura 1. Área de estudio y situación relativa.

A tal fin, se seleccionó como estudio de caso la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú, área que engloba las vertientes de este arroyo dentro del Partido de Tandil y ocupa una superficie de 31.200ha, lo que equivale al 6,3% del área de este Partido.

El arroyo Tandileofú,² se localiza en el sector E del Partido y sus vertientes orientan las aguas hacia el NE sin llegar a desarrollar un desagüe atlántico natural, debido a que los cauces derivan en pendientes extremadamente chatas lo que provoca anegamientos más o menos prolongados. Como puede apreciarse en la Figura 1, en el Partido de Ayacucho, la sección del cauce del Tandileofú se encuentra entubado y se conecta con el arroyo Chelforó; el área drenada por los arroyos Tandileofú-Chelforó se extiende con rumbo general SO-NE desde el S de la ciudad de Tandil, hasta el N de la localidad de Labardén, desde donde se han canalizado (Canal 2), llegando a desembocar en la Bahía Samborombón, al O de Punta Rasa en el Cabo San Antonio (Ruiz de Galarreta, 2006).

2. Materiales y métodos

La OAT se basó en el estudio integrado de la diversidad paisajística de un sector de la cuenca hidrográfica del Arroyo Tandileofú, la cuenca superior (CSAT), que resultó de aplicar la secuencia metodológica desarrollada por Sánchez (1991; 2001; 2005; 2009) y Sánchez y Cardoso da Silva (1995). Esta metodología adoptó la cartografía de suelos como punto de partida ya que asume que el trabajo foto-interpretativo del pedólogo apunta más al paisaje que al suelo y permite identificar diferentes paisajes (Sánchez y Zulaica, 2002; Sánchez, 2009; Nuñez, 2016). La Figura 2 sintetiza la secuencia metodológica desarrollada en los párrafos siguientes.

La secuencia comenzó con la Zonificación de la Morfología superficial (ZMs) del área de estudio. Una vez definida la escala ecológica se determinaron las formas/unidades de relieve, a partir de interpretar las unidades cartográficas y la descripción paisajística de las cartas de suelos. La mencionada descripción fue realizada por los pedólogos a través de técnicas estereoscópicas de interpretación de relaciones geoforma-suelo, sugeridas principalmente por los cambios topográficos analizados en pares aerofotográficos de escala 1:20.000. En ese sentido, las unidades cartográficas de suelos representan también límites geomorfológicos. Seguidamente, esta información se comparó y complementó con las curvas de nivel de las cartas topográficas de escala 1:100.000 y sus correspondientes réplicas satelitales del IGN, con un nivel de detalle en función de sus equidistancias altimétricas (hojas: 3760-23 Tandil; 3760-24 La Constancia; 3760-29 Sierras del Tandil y 3760-30 Napaleofú). Se utilizaron 4 cartas de suelos del INTA de escala 1:50.000 reducidas a escala 1:100.000 para llevarlas a la escala de análisis, a las que se accedió desde los informes de levantamientos de suelos correspondientes a áreas de las mencionadas hojas topográficas del IGN.

² El arroyo Tandileofú, junto con el arroyo Chelforó constituyen el sistema "Tandileofú-Chelforó", según la División Provincial de Hidráulica y un estudio realizado por Hernández y Ruiz (1985), dicho sistema ocupa un área de 1 600 km², distribuyéndose entre los partidos de Tandil y Ayacucho.

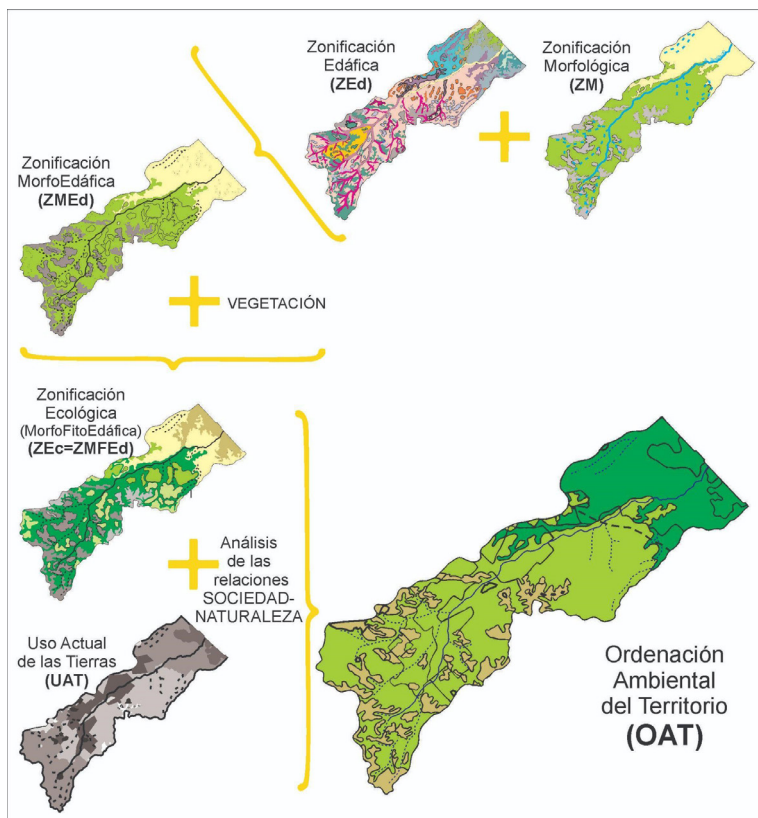


Figura 2. Secuencia metodológica de la Ordenación Ambiental del Territorio (OAT).

Fuente: elaborada en base a Nuñez (2016).

A la ZMs le sucedió la Zonificación Edáfica (ZEd), la misma constituyó el análisis de la distribución espacial de las unidades cartográficas de suelos, de la composición edáfica de las mismas y de sus principales atributos y limitaciones.

La integración de las cartas de geoformas y suelos (ZMs y ZEd) derivó en la Zonificación Morfoedáfica (ZMEd).

Cada una de las unidades morfoedáficas que surgieron de la ZMEd se correlacionaron con la vegetación asociada (Nuñez y Sánchez, 2005), interpretada en estudios de vegetación de la región (Vervoorst, 1967; Frangi, 1975; León, 1975; Soriano, 1992; Burkart *et al.*, 2005). Esta correlación dio como resultado la Zonificación Morfo-FitoEdáfica (ZMFEd), también llamada Zonificación Ecológica (ZEc) (Figura 4).

La caracterización del Uso Actual de las Tierras (UAT) se realizó en base al análisis de las informaciones aportadas por la Sociedad Rural de Tandil, la Sede de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca (SAGyP) que funciona en la ciudad de Tandil y, finalmente, a la interpretación de las entrevistas mantenidas con los productores de la Cuenca y el conjunto de informaciones levantadas en

los numerosos operativos de campo realizados en el área del estudio (Nuñez, 2007a).

La Ordenación Ambiental del Territorio se obtuvo a través del cruzamiento de los resultados de la ZEc (ZMFEd), la Evaluación de la Aptitud de las Tierras (FAO, 1972, 1973; Ramalho Filho *et al.*, 1979; SAGyP-INTA, 1990) y el UAT. Dicha integración permitió definir “sistemas ambientales” y elaborar la carta de la OAT de la Cuenca a escala 1:100.000 (Nuñez, 2007b; Sánchez y Nuñez, 2009) (Figura 5).

Los sistemas ambientales son comprendidos como unidades espaciales poseedoras de una cierta homogeneidad interna, constituidos por atributos ecológicos y socioeconómicos de cuya articulación surgen problemas ambientales (Zulaica, 2010).

Los distintos mapas se confeccionaron a partir de la digitalización de la información de interés en un programa de diseño gráfico (Corel Draw X13). La misma se organizó por capas temáticas, que se superpusieron siguiendo la secuencia metodológica descripta. Actualmente, parte de esta secuencia está siendo validada con herramientas SIG por el grupo de investigación (Cisneros Basualdo *et al.*, 2020) a través del modelado con herramientas de construcción de modelos (‘ModelBuilder’ de ArcGIS), que es un instrumento que permite automatizar y encadenar una secuencia conocida y estandarizada de herramientas de geoprocresamiento que se requieren para llegar a un resultado. Con su uso se pudieron automatizar algunos de procesos de la secuencia metodológica, disminuyendo los tiempos de trabajo. Al comparar la cartografía generada con las herramientas de construcción de modelos con las utilizadas como mapas intermedios para llegar a la OAT que se presenta en este artículo, se observaron variaciones mínimas respecto de la delimitación de polígonos en la capa de Suelos de INTA.

Sin embargo, solo una parte (los tres primeros pasos como se muestra en la Figura 3) fue validada con estas herramientas de ejecución automática, ya que no todo el proceso puede ser automatizado, puesto que las siguientes etapas requieren la toma de decisión a criterio del investigador.

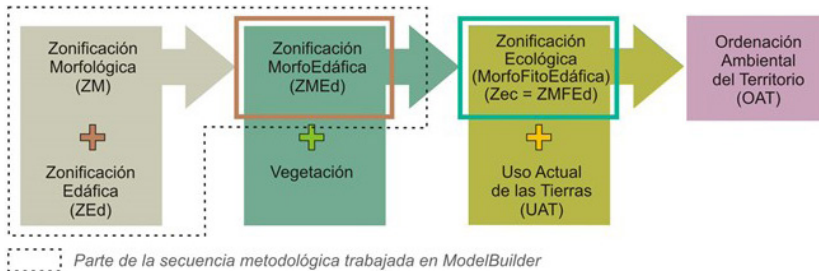


Figura 3. Secuencia metodológica de la OAT y sección automatizada en SIG.

Fuente: Cisneros Basualdo *et al.* (2020).

3. Resultados

En la Figura 4 se representa la cartografía resultante de la Zonificación Ecológica (ZEc) de la cuenca en estudio (CSAT) y la Tabla 1 describe en detalle los subsistemas ecológicos, brindando así el resultado integral de la secuencia metodológica descrita en la Figura 2. De esta forma se puede observar como varían —para cada zona— los atributos ecosistémicos de sus paisajes (relieve, suelos y vegetación).

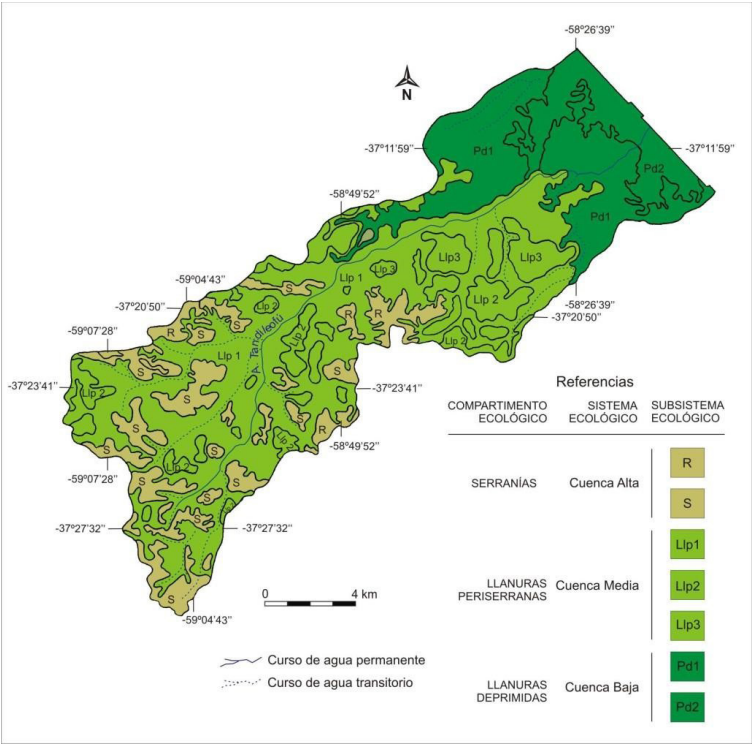


Figura 4. Zonificación Ecológica de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú
Fuente: Nuñez y Sanchez, 2005 y Nuñez 2007b.

Tabla 1. Descripción ecológica de la CSAT	
Cuenca Alta	
R	Subsistema ecológico constituido por afloramientos rocosos de granitos precámbricos de cúspides redondeadas, principalmente localizados en los segmentos superiores de las laderas. Los afloramientos intercalan fragmentos con formaciones edáficas asociadas a comunidades arbustivas mixtas, principalmente representadas por <i>Colletia paradoxa</i> y <i>Dodonaea viscosa</i> y especies exclusivas como <i>Eryngium stenophyllum</i> , <i>Blechnum australe</i> , <i>Eupatorium tweedianum</i> e <i>Hysterionica pinifolia</i> .

-
- S Subsistema ecológico conformado por geoformas de relieves serranos y fuertemente ondulados. Asocian agrupaciones de segmentos de cerros y laderas que presentan delgadas formaciones superficiales, afloramientos rocosos y relieves pronunciados, los cuales se interconectan a través de depresiones en las que ocurren valles y ondulaciones de carácter pedemontano. Los cuerpos edáficos son muy variables, predominando los poco evolucionados sobre otros que presentan horizontes argílicos. En los sectores bien drenados difunden flechillares con especies de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*; en los imperfectamente drenados, pajonales de *Paspalum quadrifarium*; en los rocosos, arbustales mixtos y —en los suelos con regímenes algo más húmedos— *Baccharis tandilensis*.
-

Cuenca Media

- Llp1 Subsistema ecológico que presenta buenas condiciones de drenaje superficial e interno. Constituido por “llanuras ligeras a moderadamente onduladas” que asocian pendientes considerables (0,5-3%), formaciones superficiales profundas y cuerpos edáficos actualmente cultivados y caracterizados por la presencia de horizontes argílicos. La vegetación pre-existente estaba conformada por pastizales biestratificados característicos del “flechillar”, donde —en el estrato superior— dominaban gramíneas de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*.
- Llp2 Subsistema ecológico que presenta buenas condiciones de drenaje superficial e interno. Constituido por “llanuras onduladas” que destacan lomas y concavidades pronunciadas, asociando pendientes relativamente fuertes (2-10%). Las lomas contienen “formaciones superficiales poco profundas” y cuerpos edáficos actualmente cultivados y caracterizados por la presencia de horizontes argílicos. La vegetación pre-existente estaba conformada por pastizales biestratificados característicos del “flechillar”, donde —en el estrato superior— dominaban gramíneas de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*.
- Llp3 Subsistema ecológico que presenta buenas condiciones de drenaje superficial e interno. Constituido por “llanuras onduladas” que destacan lomas y concavidades pronunciadas, asociando pendientes relativamente fuertes (2-10%). Las lomas contienen “formaciones superficiales profundas” y cuerpos edáficos actualmente cultivados y caracterizados por la presencia de horizontes argílicos. La vegetación pre-existente estaba conformada por pastizales biestratificados característicos del “flechillar”, donde —en el estrato superior— dominaban gramíneas de los géneros *Stipa* y *Piptochaetium*.
-

Cuenca Baja

- Pd1 Subsistema ecológico gobernado por una dinámica vinculada a buenas condiciones de drenaje interno y moderadas condiciones de drenaje superficial. Está conformado por relieves planos muy ligeramente inclinados y que asocian cuerpos edáficos profundos, caracterizados por la presencia de un horizonte argílico. La formación superficial dominante compone una matriz espacial que abarca casi el 80% del área; la superficie restante (manchas diversas) integra micro y mesodepresiones —que tienen tendencia a estar saturadas con agua (cubetas)— y ocasionales lomas con suelos poco profundos. Fuera de los sectores imperfectamente drenados, donde difunden praderas dulces y pajonales de *Paspalum quadrifarium* (paja colorada), buena parte del sistema paisajístico presentaba fisonomías de flechillares típicos antes de ser extensivamente convertido en agroecosistemas.
-

Pd2 Subsistema ecológico gobernado por una dinámica estrechamente vinculada al bajo potencial de escurrimiento superficial de la planicie, a su deficiente drenaje interno y al condicionamiento de quimismos sódicos en las formaciones superficiales dominantes. El área francamente deprimida compone una matriz espacial que abarca algo más del 70% del área ocupada por el subsistema; la superficie restante integra diferentes tipos de manchas: micro y mesodepresiones con tendencia a estar saturadas con agua (cubetas) y frecuentes lomas sobreimpuestas. La existencia dominante de horizontes edáficos subsuperficiales enriquecidos en minerales de arcilla altamente saturadas con sodio (horizonte nátrico) y variaciones espaciales en los niveles freáticos, salinidad y período de anegamiento, determina la presencia de mosaicos de diferentes grupos florísticos, principalmente dominados por *Paspalum quadrifarium*, *Stipa papposa*, *Mentha pulegium* y *Distichlis spicata*. En las lomas y lomas sobreimpuestas se detectó la presencia ocasional de flechillares de *Stipa trichotoma*.

En la Figura 5 se muestra el uso actual de las tierras (UAT) del área de estudio, donde se distinguen los distintos usos del suelo en la Cuenca.

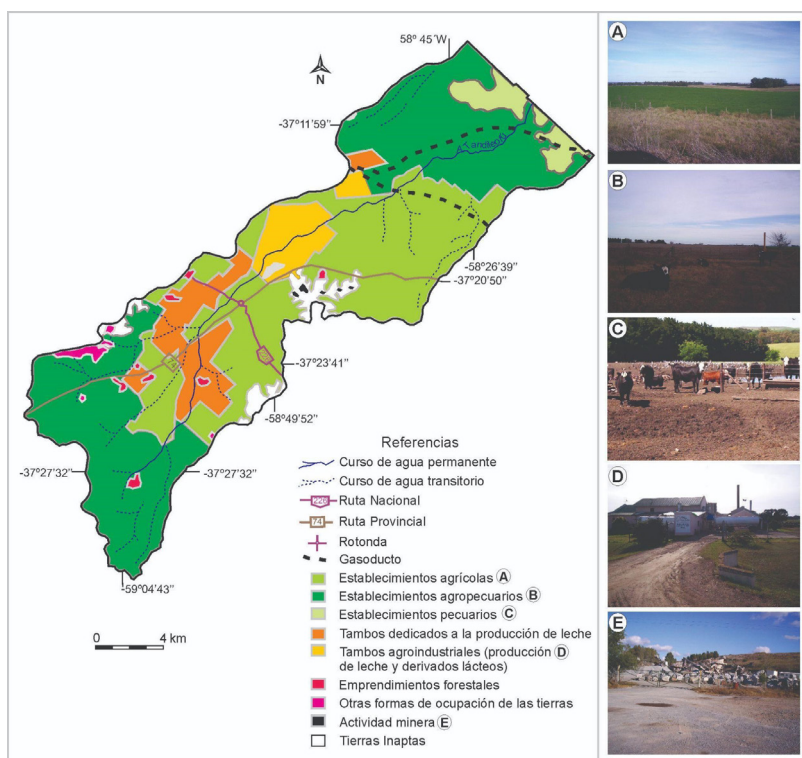


Figura 5. Uso Actual de las Tierras de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú.
Fuente: Elaborada con base en Nuñez (2007a y b).

En la Figura 6 y la Tabla 2, se describe la integración de los datos aportados por la ZEc, el UAT resultante de la construcción del territorio a ella asociado, y el análisis de las relaciones sociedad-naturaleza, mostrando así la Ordenación Ambiental Territorial de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú.

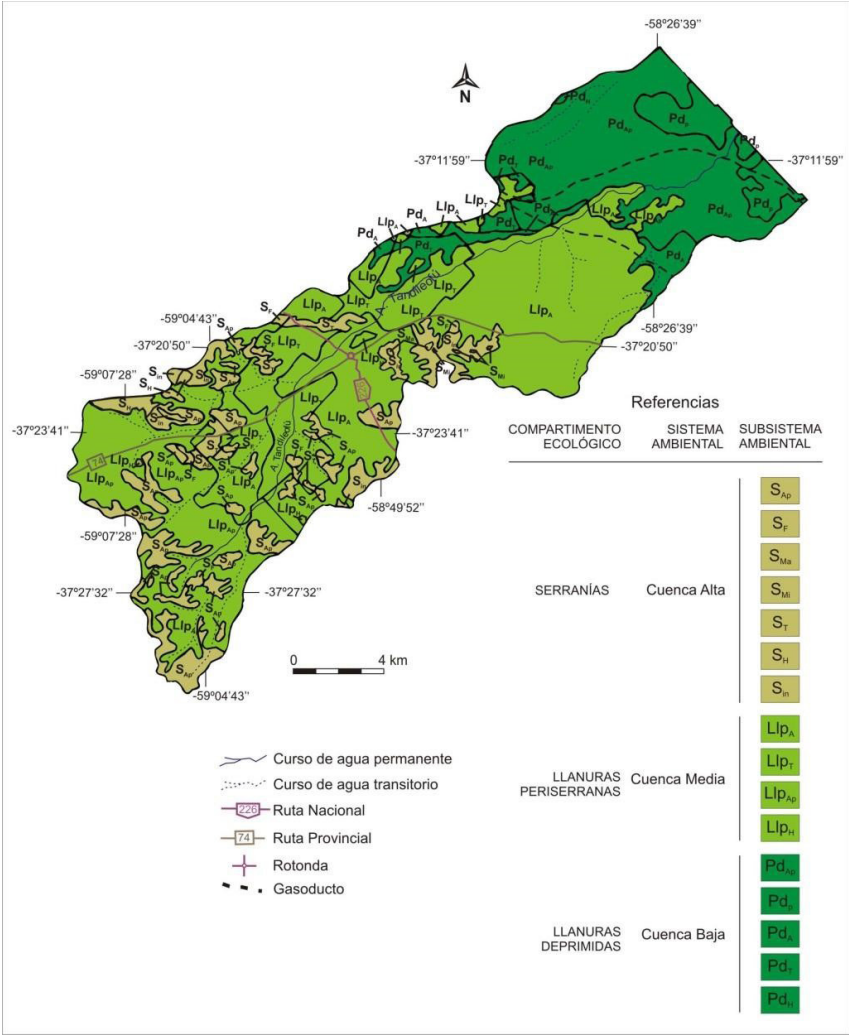


Figura 6. Ordenación Ambiental Territorial de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú.
Fuente: Nuñez (2007b).

Tabla 2. Descripción ambiental de la CSAT

<p>Sistema ambiental perteneciente al compartimento ecológico de las Serranías, donde la vegetación nativa ha sido parcialmente convertida en agrosistemas predominantemente agro-ganaderos, los cuales ocurren en forma de manchas vecinas a amplios segmentos de vegetación natural, a veces rica en elementos florísticos naturalizados.</p>	
SAP	<p>Subsistema ambiental en el que dominan tierras que asocian suelos de profundidad variable (escasa a moderadamente profundos), a veces pedregosos y fragmentados por la presencia de afloramientos rocosos. Localiza tierras aptas (36,4%) para la agricultura (ocurren cultivos de trigo, soja, maíz, alpiste y girasol), tierras de aptitud restringida (40,2%) para aprovechamiento ganadero de pastos nativos (cría y recría de ganado vacuno) y tierras inaptas (23,4%) para actividades agropecuarias.</p> <p>Sistema de ocupación: agropecuario. Grado de artificialización: moderado a alto. Impacto ecológico: alto a moderado. Problemas ambientales: sobrepastoreo y degradación de los pastos naturales; fitosimplificación de flechillares serranos; pérdidas de biodiversidad y conectividad; ligera erosión actual; peligro de erosión potencial y tendencia a la contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos en sitios agriculturizados.</p>
SF	<p>Subsistema ambiental en el que difunden tierras que asocian suelos poco profundos, pedregosidad y afloramientos rocosos. Son tierras inaptas para la agricultura y poseen aptitud restringida para forestación y aprovechamiento ganadero de pastos nativos, predominando en ellas el uso forestal.</p> <p>Sistema de ocupación: forestación en stands monoespecíficos. Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: fitohomogeneización de pastizales nativos; interrupción de conectividad de ecosistemas que sustentan las cadenas tróficas de pastizales serranos; alteración de propiedades bioquímicas y físicas del suelo.</p>
SMA	<p>Subsistema ambiental extremadamente degradado, derivado de la destrucción global de ecosistemas donde difundían tierras que asociaban suelos poco profundos, pedregosidad y afloramientos rocosos. Componen afloramientos rocosos con superficies cambiantes inducidas por actividades humanas actuales (cavas).</p> <p>Sistema de ocupación: explotaciones mineras activas, basadas en la extracción (a cielo abierto) de rocas granitoides con fines de aplicación. Grado de artificialización: muy alto. Impacto ecológico: muy alto. Problemas ambientales: destrucción global del ecosistema de pastizal; desarrollo de escarpas con interrupción de pendientes y cambios abruptos en el régimen hidrológico local; impactos visuales que se traducen en conflictos sociales permanentes.</p>
SMi	<p>Subsistema ambiental extremadamente degradado, derivado de la destrucción global de ecosistemas donde difundían tierras que asociaban suelos poco profundos, pedregosidad y afloramientos rocosos. Ocurren ahora afloramientos rocosos inducidos por el hombre con emergencias florísticas en sus grietas y fracturas (cavas antiguas).</p> <p>Sistema de ocupación: explotaciones mineras desactivadas resultantes de la extracción (a cielo abierto) de rocas granitoides con fines de aplicación. Grado de artificialización: muy alto. Impacto ecológico: muy alto. Problemas ambientales: iguales a los del subsistema anterior (cavas abandonadas).</p>

-
- ST Subsistema ambiental en el que dominan tierras que asocian suelos de profundidad variable (escasa a moderadamente profundos), a veces pedregosos y fragmentados por presencia de afloramientos rocosos. Localiza tierras pertenecientes a establecimientos tamberos, de aprovechamiento ganadero de pastos nativos y/o mejorados.

Sistema de ocupación: pecuaria semi-intensiva. Grado de artificialización: moderado a alto. Impacto ecológico: alto, aunque localizadamente moderado. Problemas ambientales: sobrepastoreo y degradación de pastos naturales; fitosimplificación de flechillares serranos; pérdidas de biodiversidad y conectividad; ligera erosión actual; peligro de erosión potencial y tendencia a la contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos en sitios agriculturizados.

- SH Subsistema ambiental en el que difunden tierras que asocian suelos de profundidad variable (escasa a moderadamente profundos), a veces pedregosos y fragmentados por la presencia de afloramientos rocosos. Localiza tierras inaptas para todo tipo de producción inducida de biomasa, sectores de aptitud restringida para forestación y aprovechamiento ganadero de pastos nativos y fragmentos de ecosistemas de faldeos y piedemonte de aptitud regular a restringida para cultivos anuales de renta (trigo, soja, maíz, alpiste, girasol).

Sistema de ocupación: instalaciones hoteleras, cabañas, countries y turismo. Actividades agropecuarias localizadas en forma de manchas. Grado de artificialización: moderado. Impacto ecológico: moderado. Problemas ambientales: tendencia a la degradación de la vegetación nativa y a la destrucción progresiva de hábitats en sitios aún no impermeabilizados por actividades humanas; cambios en morfología y drenaje superficial del área; generación de residuos.

- Sin Subsistema ambiental en el que difunden tierras que asocian suelos de muy escasa profundidad, con dominancia de afloramientos rocosos y abundante pedregosidad. Ha sido considerado inapto para todo tipo de producción inducida de biomasa. Si bien en este subsistema no se han identificado sistemas de ocupación permanente, es aprovechado para esparcimiento y recreación.

Sistema de ocupación: esparcimiento y turismo. Grado de artificialización: bajo; Impacto ecológico: bajo. Problemas ambientales: degradación de la vegetación nativa y destrucción progresiva de hábitats; cambios en la morfología y el drenaje superficial del área; generación de residuos.

Cuenca Media

Sistema ambiental perteneciente al compartimento ecológico de las Llanuras periserranas, en las que difunden suelos aptos para la agricultura. La vegetación nativa (flechillares) ha sido extensivamente convertida en agroecosistemas que producen intensivamente cultivos de renta, leche y derivados lácteos. Son tierras con relieves ondulados, frecuentemente exaltados por la ocurrencia de lomas pronunciadas.

- LlpA Subsistema ambiental en el que predominan tierras que asocian suelos de buena aptitud agrícola y que son extensivamente utilizados en la producción sostenida de cultivos anuales de renta, aplicando un alto nivel tecnológico (Siembra directa).
-

	<p>Sistema de ocupación: agricultura intensiva (trigo, soja, maíz, girasol). Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdida global de hábitats y de la biodiversidad pre-existente; contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos, erosión de los suelos (principalmente acaecida en el período de “siembra convencional”), siendo ligera en áreas con pendientes del 1 al 3% y moderada en pendientes del 5 al 10%. Peligro de erosión potencial en segmentos paisajísticos donde ocurren lomas pronunciadas</p>
LlpT	<p>Subsistema ambiental en el que predominan tierras que asocian suelos de buena aptitud agrícola y que son extensivamente utilizados en la producción sostenida de pastos implantados y granos para alimentación de ganado vacuno destinado a la producción de leche, la cual es parcialmente utilizada por agroindustrias lácteas.</p> <p>Sistema de ocupación: pecuaria intensiva (Tambos). Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: moderado a alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdida global de hábitats y de la biodiversidad pre-existente; descarga de materia orgánica y residuos generados durante la extracción de leche, limpieza de instalaciones y elaboración de productos lácteos; contaminación de aguas y suelos por uso de agroquímicos en lotes cultivados con granos; ligera erosión de los suelos en áreas de pendientes del 1 al 3% y moderada erosión en lomas pronunciadas (pendientes del 5 al 10%). Peligro de erosión potencial en segmentos paisajísticos donde ocurren lomas pronunciadas.</p>
LlpAp	<p>Subsistema ambiental en el que predominan tierras de buena aptitud agrícola extensivamente utilizadas por establecimientos agropecuarios que realizan ganadería de engorde (invernada) y cultivos anuales de renta (trigo, soja, maíz, alpiste, girasol).</p> <p>Sistema de ocupación: agropecuario. Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdida global de hábitats y de la biodiversidad pre-existente; contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos; ligera a moderada erosión actual y peligro de erosión potencial.</p>
LlpH	<p>Subsistema ambiental en el que predominan tierras con buena aptitud para la actividad agrícola. Se encuentra principalmente ocupado por viviendas, establecimientos educativos, comercios, depósitos, etc., asociados a la comarca rural Desvío Aguirre. En algunos sectores se observan pequeñas parcelas destinadas a la actividad agrícola.</p> <p>Sistema de ocupación: uso residencial, comercial, educacional y de servicios; actividades agrícolas localizadas en forma de manchas. Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: contaminación hídrica y del suelo y subsuelo debido a la generación de residuos sólidos y líquidos; eliminación de la vegetación nativa por diversas intervenciones antrópicas; alteración profunda de segmentos residuales de la vegetación nativa.</p>

Cuenca Baja

Sistema ambiental perteneciente al compartimento ecológico de las Planicies distales, donde predominan tierras con relieves planos-muy ligeramente inclinados en los que se insertan diferentes elementos geomórficos, principalmente cubetas (micro y mesodepresiones), lomadas y una red compleja de vías de escurrimiento muy poco marcadas. Asocia también tierras con relieves francamente planos y bajo potencial de escurrimiento superficial.

PdApp	<p>Subsistema ambiental donde predominan tierras con relieves planos-muy ligeramente inclinados y moderado potencial de escurrimiento superficial en los que suelen insertarse diferentes elementos geomórficos, principalmente cubetas (micro y mesodepresiones), lomadas, y una red compleja de vías de escurrimiento muy poco marcadas. Presenta áreas con buena y regular a restringida aptitud para cultivos anuales de renta y otras áreas de aptitud regular a restringida para pasturas. Actualmente es ocupado por establecimientos mixtos en los que se realizan cultivos de ciclo corto (trigo, soja, maíz, girasol); cultivos mixtos (granos y forrajes) y ganadería de cría y recría.</p> <p>Sistema de ocupación: agropecuario. Grado de artificialización: alto y, en algunos sectores, moderado. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa en suelos labrables con firme tendencia a la extinción de hábitats; contaminación de aguas, suelos y microdepresiones por uso progresivamente creciente de agroquímicos.</p>
Pdp	<p>Subsistema ambiental en el que predominan relieves francamente planos con bajo potencial de escurrimiento superficial (matriz) en los que se insertan frecuentes y diferentes “manchas” asociadas a microdepresiones, lomadas y lomas sobreimpuestas. Presenta aptitud regular a restringida para aprovechamiento ganadero de pastos nativos mejorados y actualmente destinados a actividades de cría y recría de ganado. En las lomadas y lomas sobreimpuestas se observan cultivos con fines forrajeros.</p> <p>Sistema de ocupación: pecuaria extensiva. Grado de artificialización: bajo a moderado. Impacto ecológico: moderado. Problemas ambientales: degradación del pastizal nativo y el suelo por pastoreo continuo y sobrecarga animal; fitosimplificación de lomas debido a la sustitución del pastizal natural por cultivos forrajeros.</p>
PdA	<p>Subsistema ambiental donde predominan tierras con relieves planos-muy ligeramente inclinados y moderado potencial de escurrimiento superficial. Presenta buena y regular a restringida aptitud para cultivos anuales de renta. Actualmente es ocupado por establecimientos en los que se realizan cultivos de ciclo corto (trigo, soja, maíz, girasol).</p> <p>Sistema de ocupación: agricultura intensiva (trigo, soja, maíz, girasol). Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdida global de hábitats y de la biodiversidad pre-existente; contaminación de aguas y suelos por uso sostenido de agroquímicos.</p>
PdT	<p>Subsistema ambiental donde predominan tierras con relieves planos-muy ligeramente inclinados y moderado potencial de escurrimiento superficial. Presenta áreas con buena y regular a restringida aptitud para cultivos anuales de renta y aptitud regular a restringida para pasturas. Actualmente es ocupado por establecimientos tamberos.</p> <p>Sistema de ocupación: pecuaria intensiva. Grado de artificialización: alto. Impacto ecológico: alto. Problemas ambientales: simplificación extensiva de la vegetación nativa con pérdida global de hábitats y de la biodiversidad pre-existente; contaminación de aguas y suelos por uso ocasional de agroquímicos.</p>

PdH Subsistema ambiental donde predominan tierras con relieves planos-muy ligeramente inclinados. Se encuentra principalmente ocupado por los gasoductos controlados por la empresa distribuidora de la red de gas del Partido y unas pocas viviendas pertenecientes a Iraola.

Sistema de ocupación: uso residencial y de servicios. Grado de artificialización: bajo. Impacto ecológico: bajo a moderado. Problemas ambientales: contaminación hídrica y del suelo y subsuelo debido a la generación de residuos sólidos y líquidos; eliminación de vegetación nativa por diversas intervenciones antrópicas; riesgos de potenciales accidentes asociados a fallas en el funcionamiento del gasoducto.

Es importante resaltar que: 1) Los estudios integrados de los sistemas ecológicos del Partido de Tandil tienen su origen en un conjunto de investigaciones realizadas por Sánchez *et al.* (1999); Sánchez y Zulaica (2002); Sánchez (2009). 2) El Partido fue esquemáticamente ordenado en tres compartimentos ecológicos: serranías, llanuras periserranas y llanuras deprimidas (Sánchez *et al.*, 1999). 3) La CSAT fue zonificada por Nuñez y Sánchez (2005) en cuenca alta, media y baja representando esos tres compartimentos ecológicos, que se suceden internalizando decrecimientos en la energía del relieve y el potencial de escurrimiento superficial.

Así, la Cuenca Alta del Arroyo Tandileofú de 4.970ha, se corresponde con ecosistemas pertenecientes al compartimento de Serranías localizados en la zona central y SW de la cuenca; la Cuenca Media de 17.165ha, pertenece al compartimento de la Llanuras periserranas ubicada alrededor de las serranías; y la Cuenca Baja de 9.065ha, al de la Llanuras (o planicies) deprimidas concentradas en la zona NE de la cuenca (Figura 4).

La zonificación ecológica (ZEc) de la CSAT (a escala 1:100.000) realizada por Nuñez y Sánchez (2005), posibilitó interpretar la heterogeneidad interna de los sistemas ecológico-paisajísticos y obtener subsistemas ecológicos sólo identificables en niveles de percepción semidetallada. De esta forma, se caracterizaron 7 subsistemas ecológico-paisajísticos (R, S, Llp1, Llp2, Llp3, Pd1 y Pd2), que facilitaron el establecimiento de relaciones entre los sistemas y subsistemas ecológicos y definieron las bases físico-espaciales para formular un modelo de ordenación ambiental territorial que conduzca a manejos sustentables del territorio (Figura 4 y Tabla 1).

La diversidad de subsistemas ecológicos del territorio determina diferentes formas de adaptación y funcionamiento de los sistemas de ocupación con fines de producción rural. El estudio y mapeo del uso actual de las tierras (UAT) realizado por Nuñez (2007a), demuestra que las mismas están principalmente ocupadas por actividades agropecuarias (46,4%), agrícolas (31,3%) y tamberas (12,4%), en tanto que la ganadería extensiva, la forestación, la minería y el uso habitacional conforman -en conjunto- actividades de inferior ocupación espacial. La distribución de estos usos en la Cuenca se aprecia en la Figura 5.

La Figura 6, muestra espacialmente la ordenación ambiental territorial de la Cuenca a través de 16 unidades cartográficas que describen (utilizando colores y códigos alfabéticos) entidades territoriales que representan atributos, restricciones y potencialidades ecológicas de cada paisaje/sitio, con la estructura espacial y funciones de tipos y formas del UAT. El análisis de las consecuencias inducidas por las interrelaciones entre elementos naturales y socio-económicos (introducidos por el desarrollo humano de sistemas ecológicos definidos en la ZEc) permite inferir problemas ambientales generados por cada forma de ocupación y uso del territorio.

4. Conclusiones

Con el fin de delimitar y describir “sistemas ambientales” de la OAT de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú (CSAT) se siguió una secuencia metodológica ordenada, apoyada en cartografía de suelos, superponiendo distintas cartas temáticas para obtener un mapa síntesis concentrando y combinando información sobre aspectos morfológicos, edáficos, de vegetación y uso de las tierras resultando así el mapa de la OAT de la Cuenca. La leyenda del mismo, no sólo permite interpretar la diversidad de ecosistemas y geo-referenciar el patrón de distribución espacial de los mismos, sino también facilita la comprensión de las restricciones y potencialidades ecológicas de los sistemas paisajísticos que hacen a la ecodiversidad del territorio, la diversidad de usos y los impactos ambientales derivados de la relación sociedad-naturaleza en la cuenca.

El procedimiento descrito demanda disponer de mapas temáticos, principalmente geomorfológicos y de suelos en escalas comparables. Generalmente, se cuenta con material cartográfico en el área pedológica pero no, en el área geomorfológica. No obstante, gracias al trabajo de fotointerpretación y de descripción del relieve que realizan los pedólogos al elaborar los mapas de suelos, es posible inferir y correlacionar la información topográfico-paisajística analizando las cartas de suelos y las descripciones de cada sistema y subsistema representados en ellas.

La metodología propuesta enfatiza y pone en valor el uso de los recursos y productos que surgen de la Ciencia Cartográfica en las tareas de gestión y planificación territorial. En ese sentido, la producción, uso y aplicaciones de la cartografía temática constituye la base del ordenamiento, la planificación y la gestión de acciones, programas, proyectos y políticas públicas en el territorio.

Bibliografía

- Braz, A. M.; Mirandola García, P. H.; Pinto, A. L.; Salinas Chávez, E. & de Oliveira, I. J. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29 (1).
<https://doi.org/69-85.10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Burkart, S. E.; Garbulsky, M. F.; Ghersa, C. M.; Guerschman, J. P.; León, R. J. C.; Oesterheld, M.; Paruelo, J. M. & Perelman, S. B. (2005). Las comunidades potenciales del

- pastizal pampeano bonaerense. 379-400. En Oesterheld M, M.R. Aguiar, G.M. Ghersa y J.M. Paruelo (Comps.), *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando J.C. León*. 472 pp. Buenos Aires, Argentina: FAUBA.
- Cisneros Basualdo, N. E.; Miranda del Fresno, M. C.; Ulberich, A. C.; Núñez, M. & Galesio, F. (2020). Herramientas SIG para la automatización de geoprocursos, un aporte a la ordenación ambiental del territorio. *10° Congreso de la Ciencia Cartográfica y 1° Congreso Internacional Virtual*. Resistencia: CAC, HUM-UNNE.
<https://centrodecartografia.wixsite.com/10ccc/poster>
- Food and Agriculture Organization (1972). *Background document; expert consultation on land evaluation for rural purposes*. 110 p. AGL, LERP 72/1: Roma, Italia: FAO.
- Food and Agriculture Organization (1973). Evaluación de Tierras para la Planificación del Uso Rural - Un Método Ecológico. *Boletín Latinoamericano sobre fomento de Tierras y Aguas*. Proyecto Regional FAO/PNUD RLA 70/457. Oficina Regional para América Latina. Santiago, Chile: FAO.
- Frangi, J. (1975). Sinopsis de las Comunidades Vegetales y el Medio de las Sierras de Tandil (Buenos Aires). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, XV (4), 293-319.
- García-Abad Alonso, J. (2002). Cartografía ambiental. Desarrollo y propuestas de sistematización. *Observatorio medioambiental*, (5), 47-78.
<https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/issue/view/OBMD020211/showToc>
- Hernández, M. A. & Ruiz de Galarreta, A. (1985). Comportamiento hidrodinámico del acuífero freático en el sector superior de la cuenca del A° Tandileofú, Buenos Aires. *1ras. Jornadas Geológicas Bonaerenses* (391-408). Buenos Aires, Argentina: CIC.
- León, R.J. C. (1975). Las comunidades herbáceas de la región de Castelli-Pila. C.I. Científicas. *Monografías*, (5), 73-107.
- Moura, A. R. (2012). *Cartografia Ambiental*. Presidência da República Federativa do Brasil Ministério da Educação Secretaria de Educação a Distância Catalogação na fonte pela Biblioteca do Instituto Federal do Paraná.
<http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1372/Cartografia%20Ambiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Núñez, M. V. (2007a). Uso actual de las tierras de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú (Partido de Tandil). *Contribuciones Científicas*, (68), 305-320.
- Núñez, M. V. (2007b). *Ordenación Ambiental de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú (Partido de Tandil)*. [Tesis de Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de San Luis].
- Núñez, M. (2016). *Partido de Olavarría: ordenación ecológica y formas de ocupación y uso de los ecosistemas*. [Tesis de Doctorado en Geografía, Universidad Nacional del Nordeste]. Resistencia, Argentina.
- Núñez, M. V. & Sánchez, R.O. (2005). Ordenación Ecológico-Paisajística de la Cuenca del Arroyo Tandileofú (Tandil, Buenos Aires). *Contribuciones Científicas*, (66), 237-256.
- Ramalho F., A., Guedes Pereira, E. & Beek, K. J. (1979). *Aptidão Agrícola das terras. Estudos Básicos para o Planejamento Agrícola*. Brasília, Brasil: Ministerio da Agricultura. Secretaría Nacional de Planeamiento Agrícola.
- Ruiz De Galarreta, A. (2006). *Geohidrología y balance hidrológico en zona no saturada en la cuenca alta del arroyo Tandileofú, Buenos Aires* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de La Plata]. La Plata, Argentina.

- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (1990). *Atlas de Suelos de la República Argentina*. Buenos Aires. Tomo (I) 83-202. Proyecto PNUD Argentina 85/019. Buenos Aires, Argentina: INTA.
- Sánchez, R. O. (1991). *Bases para o ordenamento ecológico-paisagístico do meio rural e florestal*. 146 p. Cuiabá, Brasil: Fundação Cândido Rondón.
- Sánchez, R. O. (2001). Bases y Criterios Metodológicos para la Zonificación Ecológica y el Ordenamiento Ambiental del Territorio: aplicaciones al Partido de Tandil (Buenos Aires). En Congreso Nacional sobre Problemáticas Sociales Contemporáneas. Santa Fe, Argentina: UNL.
- Sánchez, R. O. (2005). *Ordenación Ecológico-paisajística del Territorio: metodología, alcances geográficos y estudio de caso. Conferencia y publicación: Primeras Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes*. Buenos Aires, Argentina: GEPAMA-FADU/UBA.
- Sánchez, R. O. (2009). *Ordenamiento territorial. Bases y Estrategia Metodológica para abordar la Ordenación Ecológica y Ambiental de Tierras*, 1º Edición, 266 p. Buenos Aires, Argentina: Orientación Gráfica.
- Sánchez, R. O. & Cardoso da Silva, T. (1995). Zoneamento Ambiental: una estrategia de ordenamento das paisagens. *Cad. de Geociencias* (14), 47-53.
- Sánchez, R. O., Mattus, G. & Zulaica, L. (1999). Compartimentación Ecológica y Ambiental del Partido de Tandil (Buenos Aires). *Estudios Ambientales*. Universidad Nacional de San Juan: Argentina.
- Sánchez, R. O. & Zulaica, M. L. (2002). Ordenamiento morfoedáfico de los sistemas ecológico-paisajísticos del partido de Tandil (Buenos Aires). *Contribuciones Científicas*, (63), 387-402.
- Sánchez, R. O. & Nuñez, M. V. (2009). Ordenación Ambiental de la Cuenca Superior del Arroyo Tandileofú. Montevideo. Uruguay: XII Encuentro de Geógrafos de América Latina.
- Simonson, R. W. (1967). Outline of a Generalized Theory of Soil Genesis. En Drew, J.V. *Selected papers in soli formation and classification*. SSSA. Madison, EEUU: Departamento de Suelos, Universidad de Wisconsin.
- Soriano, A. (1992). Río de La Plata Grasslands. *Ecosystems of the world. Natural Grasslands. Introduct and western hemisphere*. Department of Crop Science and Plant Ecology. University of Saskatchewan. Canadá: Coupland, R.T.
- Vervoorst F. B. (1967). *La vegetación de la República Argentina: las Comunidades vegetales de la depresión del Salado*. Buenos Aires, Argentina: INTA.
- World Comisión on Environment and Development (1987) Our Common Future, New York: Oxford University Press.
- Zuccardi, R. B. (1971). Mapas esquemáticos. *IDIA*, (288), 16-32.
- Zulaica, L. (2010). Metodología para la determinación de sistemas ambientales en sectores periurbanos. Mar del Plata-Argentina. *Revista Geográfica Venezolana*, (51), 2, 269-293.