



Gestión y ordenamiento territorial

Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Aplicación: La expansión urbana en Luján y los potenciales conflictos entre usos del suelo

Buzai Gustavo^{1,2}, Lanzelotti Sonia^{1,2}, Humacata Luis¹, Principi Noelia¹,
Acuña Suárez Gabriel¹, Baxendale Claudia¹

1 Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO)/Universidad Nacional de Luján
Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución/ (6700) Luján/ Argentina

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
prodissig@unlu.edu.ar / www.prodissig.unlu.edu.ar

RESUMEN

El impacto de la urbanización sobre el uso del suelo rural es una temática de gran relevancia actual, principalmente cuando se analizan las regiones en la cuales este proceso influye en la actividad productiva primaria y en las condiciones naturales que brindan importantes servicios ambientales. En Argentina, la ecorregión Pampa Ondulada es una de las principales zonas agroproductivas del mundo. En ella existe un notable crecimiento urbano a través del Gran Buenos Aires y ciudades de tamaño intermedio. Este trabajo presenta aspectos centrales del proyecto de investigación: objetivos generales, objetivos específicos, análisis de la relevancia del problema y diseño de la investigación. Asimismo se presentan resultados a través de la expansión de las áreas urbanas del municipio de Luján y los potenciales conflictos entre usos del suelo. La totalidad de resultados se presentan como herramienta de planificación hacia el ordenamiento territorial del área de estudio.

Palabras clave: **Expansión urbana, usos del suelo, modelado espacial, análisis espacial, cuenca del río Luján.**

ABSTRACT

The impact of urbanization in rural land-use is a subject of great current importance, mainly when analyzing the regions in which this process influences in primary productive activity and natural conditions that provide important environmental services. In Argentina, the Rolling Pampa Ecoregion is one of the main agro-productive zones of the world. In it there is a great urban growth through Greater Buenos Aires and medium-size cities. This paper presents central aspects of the research project: general objectives, specific objectives, analysis of the relevance of the problem and research design. Results are also presented through the expansion of the urban areas in the municipality of Luján and the potential conflicts between land uses. All the results are presented as a tool for land use planning in the study area.

Keywords: Urban sprawl, Land-use, Spatial Modelling, Spatial Analysis, Luján River Basin.

I. INTRODUCCIÓN

La Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT) es un organismo dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva cuya función es apoyar proyectos de investigación para la generación de nuevos conocimientos científicos y tecnológicos. Cuenta con cuatro líneas de trabajo¹ entre las cuales el Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), es el encargado directo de apoyar proyectos en temáticas teóricas y aplicadas desarrollados por investigadores pertenecientes a instituciones públicas y privadas sin fines de lucro radicadas en el país. Su visión es precisamente ser un instrumento efectivo para la excelencia científica y el desarrollo tecnológico.

En este marco, el FONCYT realiza anualmente concursos abiertos a la presentación de proyectos denominados PICT (Proyectos de Investigación Científica y Tecnológica) que cuentan con un estricto sistema de evaluación.

En esta presentación se incluyen aspectos teóricos y un caso aplicativo del proyecto titulado “Análisis espacial y evaluación de zonas de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (provincia de Buenos Aires, Argentina)”, que se desarrolla en el Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO) de la Universidad Nacional de Luján, y que fuera aprobado por el FONCYT en su convocatoria 2014-2015. La investigación se basará en la utilización del análisis espacial con SIG para la determinación de potenciales conflictos entre diferentes usos del suelo en los partidos pertenecientes a la Cuenca del Río Luján (Figura 1), y temáticas relevantes para diferentes áreas de la cuenca. El proyecto tiene como plazo de ejecución los años 2015 a 2018.

II. OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales surgen a partir de problemáticas desencadenadas por la dinámica de expansión urbana sobre la cuenca del río Luján. Será analizado el impacto de la evolución espacial de la aglomeración sobre ambientes rurales y de conservación para los partidos de la cuenca², sobre sitios de interés patrimonial (arqueológicos, paleontológicos e históricos) para la cuenca alta³ y sobre la actividad agrícola tradicional para el eje de crecimiento noroeste⁴ de la aglomeración del Gran Buenos Aires.

En todos los casos se determinarán las zonas de potencial conflicto ante la evolución espacial en la distribución espacial de los usos del suelo. El conflicto Urbano/Rural/Conservación ambiental para toda la cuenca. El conflicto Urbano/Patrimonial para la cuenca alta. El conflicto Urbano/Productividad agrícola tradicional para el sector de crecimiento oeste de la aglomeración Gran Buenos Aires.

OBJETIVO GENERAL A NIVEL CUENCA

Determinar y analizar la distribución espacial de las áreas de potencial conflicto entre usos del suelo en los partidos correspondientes a la cuenca del río Luján con centralidad en los usos urbano, agrícola y de conservación ambiental.

OBJETIVO GENERAL DE FOCALIZACIÓN PATRIMONIAL

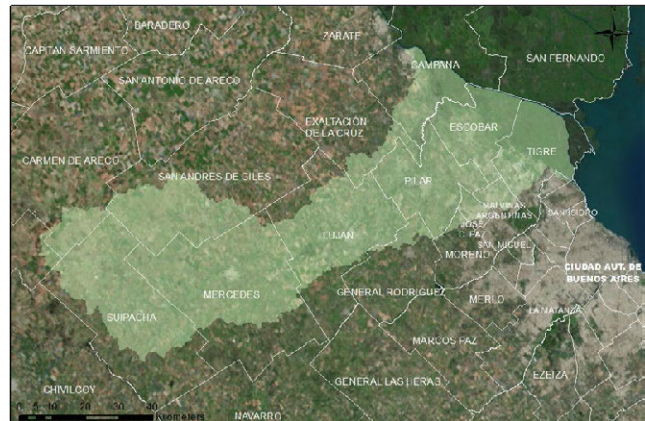
Determinar y analizar la expansión urbana de las últimas dos décadas en los partidos de la cuenca alta del río Luján y evaluar el riesgo que representa para los sitios paleontológicos y arqueológicos (históricos y prehispánicos) de interés patrimonial y los fenómenos de identidad asociados.

OBJETIVO GENERAL DE FOCALIZACIÓN PRODUCTIVA PRIMARIA

Determinar y analizar la expansión urbana de las últimas dos décadas en los partidos del sector de crecimiento oeste de la aglomeración Gran Buenos Aires a fin de evaluar su impacto sobre la productividad tradicional en la región.

Cada objetivo apunta a una problemática diferente de manera prospectiva para la próxima década:

1. Conflicto socioespacial que genera la expansión urbana sobre la productividad rural y zonas de conservación ambiental en la cuenca.
2. Conflicto socioespacial que genera la expansión urbana sobre la productividad tradicional, con focalización en el eje de expansión oeste del Gran Buenos Aires.



Mapa 1. Cuenca del río Luján
Fuente: Lanzelotti y Buzai (2015)

III. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS A NIVEL DE LA CUENCA

- Realización de la base de datos geográfica en formato raster con múltiples capas temáticas (Capas temáticas: área de estudio, urbano, rutas, ferrocarriles, hidrografía, vegetación, entre otros).
- Creación de mapas de aptitud para la expansión urbana.
- Creación de mapas de aptitud para la producción agrícola.
- Creación de mapas de aptitud para la conservación.
- Creación de mapas de conflictos combinados (urbano-agrícolas, urbano-conservación, agrícola-conservación, urbano-agrícola-conservación).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS EN LA CUENCA ALTA

- Relevamiento de información acerca de la ubicación de los

1 Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT), Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), Fondo Fiduciario de Promoción de la Industria del Software (FONSOFT) y el Fondo Argentino Sectorial (FONARSEC)

2 Campana, Carmen de Areco, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, San Fernando, Suipacha y Tigre.

3 Carmen de Areco, Chacabuco, Mercedes, San Andrés de Giles y Suipacha.

4 General Rodríguez, Luján, Mercedes, Moreno y San Andrés de Giles.

sitios de interés patrimonial (arqueológicos, paleontológicos e históricos)

- Creación de bases cartográficas con la ubicación de estos sitios de interés patrimonial.
- Evaluación del estado de conservación de estos sitios
- Realización de excavaciones y sondeos en lugares que resulten de interés patrimonial y/o identitario.
- Creación de mapas de conflictos entre el crecimiento de la aglomeración y sitios de interés patrimonial.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS EN EL SECTOR DE CRECIMIENTO OESTE DE LA AGLOMERACIÓN GRAN BUENOS AIRES

- Ampliación de la base de datos geográfica en formato raster con información específica para este nivel de análisis (variables socio-demográficas, actividades productivas primarias, aptitud del suelo, uso del suelo, nuevas urbanizaciones, entre otras)
- Creación de mapas de aptitud para la expansión urbana.
- Creación del mapa social.
- Creación de mapas de actividades económicas.
- Creación de mapas de conflictos combinados (urbano-actividades económicas primarias)

IV. RELEVANCIA DEL PROBLEMA

La temática general tiene su sustento en el fenómeno de dispersión urbana (urban sprawl), una tendencia de larga data en Argentina. Las oleadas migratorias desde finales del siglo XIX, el proceso de industrialización a mediados del siglo XX y las políticas neoliberales de la década de 1970 y 1990 consolidaron esa tendencia. La última etapa permitió ampliar los límites de la expansión de manera notable, principalmente por actuar en el campo de accesibilidad general a través de la creación de autopistas urbanas.

La importancia del tema está dada por el impacto que genera el cambio en los usos del suelo a través de la expansión urbana en espacios naturales, en sitios de valor patrimonial y en sitios de producción rural tradicional. Aparecen conflictos de competencia entre usos del suelo y ello afecta notablemente a las actividades desarrolladas por las poblaciones locales.

Los procedimientos empleados en esta investigación permitirán generar mapas de potenciales conflictos en una visión prospectiva que definirá una herramienta de utilidad para avanzar en propuestas de actuación en materia de ordenamiento territorial transferibles a las instancias de gestión.

Desde un punto de vista temático podemos señalar los trabajos de Borsdorf (2003), Bruegmann (2005), Tsai (2005), Arellano y Roca (2010), Arribas-Bell et al. (2011), los cuales se centran en el urban sprawl detallando sus efectos socioespaciales. Desde la Geografía Aplicada, el Análisis Espacial constituye una serie de técnicas estadísticas y matemáticas aplicadas al estudio de los datos distribuidos sobre el espacio geográfico (Buzai y Baxendale, 2011).

En diferentes momentos de la evolución científica el Análisis Espacial ha contado con dos líneas de definición. Una propuesta por O'Sullivan y Unwin (2003); que consideran su

amplitud a partir de definirlo en base a cuatro contextos: (1) tratamiento de datos espaciales, (2) análisis de datos espaciales de forma descriptiva y exploratoria, (3) aplicación de estadística espacial, y (4) modelado espacial en la búsqueda de diferentes escenarios; y otra propuesta por Berry (1996), que considera que el Análisis Espacial se define a través de operaciones cuyos resultados dependen de la localización espacial.

Existen trabajos de Análisis Espacial con SIG en diferentes áreas, un ejemplo es el trabajo realizado por Baxendale (2010), "Crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en la ciudad de Rosario (1931-2000), donde fue analizado mediante procedimientos del modelado cartográfico. Este estudio se realizó con la finalidad de analizar el crecimiento urbano de la ciudad de Rosario y la pérdida de suelos productivos, se compatibilizaron diferentes fuentes cartográficas como capas temáticas para la base de datos en SIG. Las posibilidades de combinación de capas temáticas para la obtención de resultados numéricos y nuevos mapas se basó en superposiciones por imposición. Otro antecedente es el trabajo realizado por Buzai y Baxendale (2011) "Determinación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo en el partido de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina"⁵, donde se presentan diferentes mapas de aptitudes (urbana, agrícola, conservación), a partir de la implementación de evaluación multicriterio y método LUCIS (Land Use Conflict Identification Strategy), lo que permite determinar las zonas que son factibles de tener potenciales conflictos entre usos del suelo.

Un antecedente de importancia inicial lo constituyó el "Atlas Digital de la Cuenca del Río Luján. Sociodemográfico, económico y habitacional" desarrollado en el Laboratorio de Cartografía Digital del Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján (Buzai, 2002), ya que brinda información de base fundamental para el desarrollo de este proyecto. A partir de los antecedentes mencionados se cuenta con la información básica para generar las capas temáticas a ser utilizadas posteriormente en la aplicación del modelado cartográfico y del método LUCIS. Conocer y analizar las zonas que presentarían conflictos a futuro permite brindar propuestas de solución y generar estrategias para el ordenamiento territorial. La investigación permite hacer confluir dos líneas de investigación desarrolladas por el Grupo de Estudios sobre Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica (GESIG) del Programa de Investigación y Docencia en Sistemas de Información Geográfica (PRODISIG). Con la finalidad de poder implementar el trabajo de investigación propuesto es necesario confeccionar una base de datos para Sistemas de Información Geográfica (SIG) de estructura raster. Con una focalización hacia la expansión urbana se detallarán problemáticas ambientales, patrimoniales y productivas de relevancia regional/local, en tanto detección de conflictos producidos por el cambio de uso del suelo.

Respecto del enfoque patrimonial cabe destacar que la cuenca del río Luján ha sido objeto de análisis y debate a escala internacional desde el siglo XIX, de la mano de las propuestas de Florentino Ameghino (Ameghino, 1880-81; Lanzelotti y Acuña, 2014)⁶ y continuaron a lo largo de todo el siglo XX y lo que va del siglo XXI (Acuña Suarez et al., 2013; Viloría et al.,

⁵ Trabajo realizado en el marco del proyecto de investigación Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica: Avances teórico-metodológicos para la identificación de zonas de potencial conflicto ante la evolución espacial de usos del suelo. Aplicación en diferentes escalas espaciales, radicado en el Departamento de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Luján mediante Disposición CDD-CS N° 840/09.

⁶ Si bien sus teorías acerca del origen americano de la humanidad fueron refutadas, lo cierto es que los estudios de Ameghino permitieron plantear y probar -por primera vez en la historia- la coexistencia del hombre con aquella misma megafauna extinguida, lo cual hoy en día (y tras numerosas investigaciones posteriores) es un tema aceptado con naturalidad por la comunidad científica.

2011). Lamentablemente muchos de los nuevos hallazgos arqueológicos y paleontológicos suceden con motivo del avance de la urbanización, cuyas urgencias se contraponen -aparentemente- con la protección del patrimonio. Cabe destacar que desde el año 2003 rige la Ley Nacional 25743 de "Proyección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico" que prevé la protección de los mismos.

La focalización estará dada en el sistema humano, en el espacio absoluto y en el espacio relativo, contemplando características correspondientes a las localizaciones, distribuciones espaciales, asociaciones espaciales, interacciones espaciales y evoluciones espaciales abordadas a través de técnicas del análisis espacial cuantitativo apoyadas en SIG. En este sistema, el componente demográfico-poblacional aporta el estudio de las manifestaciones espaciales de aspectos poblacionales y sus diversas características y el componente económico-productivo cuestiones concernientes a la producción, el consumo y usos del suelo.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La ciencia como proceso puede ser considerado el rasgo más característico de lo que se denomina proceso de investigación científica. Representa una transformación que forma parte de una evolución secuencial entre dos acontecimientos centrales: el surgimiento de un problema y las acciones que se realizan para encontrarle una solución (Samaja, 2004). En este sentido, el conocimiento en formación lleva al cumplimiento de determinados procedimientos tendientes a la producción de conocimientos científicos que, en el caso de la Geografía Aplicada, resulten, a su vez, de utilidad para la resolución de problemáticas de índole espacial.

A continuación se presenta la secuencia llevada a cabo por la investigación en diferentes fases de desarrollo, desde la teoría hasta la transferencia de resultados.

FASE 1: CONCEPTUAL

A desarrollarse durante todo el proceso de investigación, con preponderancia durante el primer año de acuerdo al cronograma de trabajo.

En esta fase se consideran supuestos ideológicos, sistemas de valores, creencias, aspiraciones e intereses desde donde se realiza el estudio, al tiempo que se reflexiona sobre la pertinencia del tema o problemática planteada y su encuadre dentro del pensamiento científico. El proyecto tiene contemplado avanzar en las tres focalizaciones espaciales a través de tomar la teoría de los sistemas complejos (García, 2010).

El marco epistémico guía las acciones del proyecto desde el inicio, ya que la problemática a estudiar surgió desde esta instancia. La base empírica es el recorte espacial regional de la cuenca del río Luján y los atributos que serán tenidos en cuenta sistematizados en la base de datos geográfica en SIG. Las prácticas geográficas para tratar unidades espaciales y atributos se basan en el análisis espacial cuantitativo, a partir de la aplicación metodológica se llega a la Geografía Aplicada con resultados que tienen utilidad para apoyar el ordenamiento territorial prospectivo del área de estudio.

FASE 2: CONCEPTUAL-METODOLÓGICA

A desarrollarse durante el segundo semestre del proyecto de acuerdo al cronograma de trabajo.

En esta fase se hace operativa la formulación aplicativa del proyecto. De esta manera, la problemática planteada se ajusta

con la finalidad de poder encuadrarse en el interior del pensamiento científico y surge el interrogante correspondiente a su correcto planteamiento ante la necesidad de su confrontación metodológica con la base empírica.

Comienza con la conformación exhaustiva del estado de la cuestión a partir de fuentes bibliográficas obtenidas desde diferentes medios. Esta búsqueda llevará a realizar ajustes en el marco teórico de la investigación, principalmente respecto de los conceptos de base. Esta sistematización permite demarcar definitivamente la investigación, demostrando aquellos aspectos que no fueron tratados o el avance sobre diferentes temas, en definitiva, permite determinar los alcances teóricos y metodológicos de la investigación.

Se delimita el espacio geográfico (área de estudio), se determina el tiempo (años o período), se redefinen los objetivos (realizando ajustes en función de la disponibilidad de recursos humanos y económicos) y se determinan los métodos que serán empleados. La profundidad que tendrá la investigación se encuentra relacionada con el carácter de las hipótesis a ser formuladas.

Aunque las Hipótesis sean consideradas las guías de una investigación al constituir las afirmaciones que en su papel de respuestas conjeturales a las preguntas planteadas y pueden ser comprobadas o no, pero deben estar en estrecha relación con los objetivos de la investigación. Todas las hipótesis planeadas en esta investigación cuentan con el hilo conductor del crecimiento urbano sobre diferentes ambientes naturales y humanos.

FASE 3: METODOLÓGICA-TECNOLÓGICA

A desarrollarse desde el segundo al quinto semestre del proyecto de acuerdo al cronograma de trabajo.

Contiene los componentes que permiten concretar lo diseñado a partir de la definición de tareas y técnicas que hacen operativas las metodologías. En esta instancias deben ser definidos los elementos a utilizar para medir y poder corroborar/refutar objetivamente los enunciados presentados como hipótesis.

El procesamiento de los datos geográficos está relacionado con el trabajo concreto que se hará con los datos obtenidos y sistematizados. En SIG corresponde al uso del subsistema de tratamiento, el cual como toolbox (caja de herramientas) dispone de una serie de operaciones estandarizadas que permiten obtener diferentes resultados.

Es durante esta etapa que serán aplicados los siguientes procedimientos de análisis espacial:

Análisis de evaluación multicriterio

Existen diferentes procedimientos que pueden ser aplicados a esta estructura de datos espaciales, principalmente incluidas en lo que se ha denominado modelado cartográfico, especialidad con mayor aptitud para las estructuras de tipo raster (DeMers, 2002) y que define las reglas de aplicación para la obtención de resultados mediante procedimientos de superposición cartográfica.

El mayor avance en el modelado cartográfico lo constituyen las denominadas técnicas de evaluación multicriterio, las cuales amplían las posibilidades de trabajo hacia la obtención de resultados como configuraciones espaciales de posibilidades a futuro, que están altamente vinculados a los procedimientos subjetivos necesarios en el funcionamiento de las metodologías objetivas.

El análisis de evaluación multicriterio comienza con una información básica, como se ha dicho, compuesta por variables en formato cartográfico que sirven como criterios para realizar

los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios; aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable, llamados factores, y las capas temáticas que actúan con la finalidad de confinar los resultados en un sector delimitado del área de estudio, llamados restricciones.

Mediante la selección de variables, sus tratamientos tendientes hacia la generación de factores y restricciones, y la determinación de diferentes formas de combinación nos encaminamos hacia la búsqueda de resultados. Las formas de vinculación se denominan reglas de decisión y su proceso de aplicación evaluación.

LUCIS: Land-use conflict identification strategy (LUCIS)

Tomando como base la lógica de las técnicas de modelado cartográfico (Tomlin, 1990), las de evaluación multicriterio apoyadas por el uso de Sistemas de Información Geográfica, Carr y Zwick (2006, 2007) han propuesto un modelo de resolución estandarizada de interesantes capacidades para la identificación empírica de áreas potenciales de conflicto entre usos del suelo.

El modelo propuesto por estos autores ha sido denominado LUCIS y contempla la realización de diferentes pasos como camino de resolución hacia la obtención del mapa con las áreas de conflicto.

Los pasos para la aplicación del modelo son los siguientes: (1) Definición de objetivos, (2) Creación de la base de datos espacial, (3) Análisis de aptitud, (4) Determinación de preferencias, (5) Aplicación de la regla de decisión y reclasificación de resultados y (6) Identificación de áreas potenciales de conflicto

El resultado corresponde a la obtención de tres mapas de conflictos para cada uno de los objetivos considerados y un mapa final con la totalidad de doce combinaciones en categorías de usos del suelo con potencialidad de conflicto.

A partir de la aplicación de estos procedimientos se llega a la obtención de resultados en forma numérica, gráfica o cartográfica, siendo esta última el resultado privilegiado de la Geografía Aplicada, y de los SIG. Son resultados que corresponden básicamente a la distribución espacial de las relaciones y problemáticas analizadas.

Al disponer de los resultados es posible pasar a la siguiente fase del proceso de investigación, en la cual se hará la validación operativa y empírica.

FASE 4: VALIDACIÓN

En esta etapa se avanza en el análisis e interpretación de los resultados a partir del marco teórico base de la investigación. En el caso de la Geografía Aplicada estos resultados corresponderán a relaciones espaciales de los factores sociales. De acuerdo a la teoría de los sistemas complejos aplicada al ámbito de la investigación en Geografía (Buzai y Cacace, 2013) desde la focalización espacial que brindan las posturas racionalista y cuantitativa es posible también abordar estos resultados en múltiples escalas (infra y supra-focal) a partir de considerar la aptitud de diferentes paradigmas de la Geografía.

Con la finalización del análisis se realiza la Validación de Hipótesis cuando se confrontan los resultados con las hipótesis formuladas (contrastación) es posible determinar si los enunciados planteados se corroboran o se refutan. Verificar la veracidad o falsedad de hipótesis es uno de los logros de la investigación y, de esta manera, llegar a una verdad que es provisoria.

A partir de los aspectos obtenidos en los dos componentes previos se llega al Modelo Explicativo de la Realidad, instan-

cia definida a partir del trabajo de García (2000). Mediante un proceso de sucesivas representaciones se busca llegar a un modelo que pueda explicar satisfactoriamente la base empírica de la cual partió y con la cual fue construido el sistema como totalidad organizada, no solamente con la intención de describirlo, sino que se explicará la estructura y evolución de los principales procesos que dan cuenta de su función.

Lograr la reconstrucción de la evolución de los principales procesos que determinan el funcionamiento del sistema es lo que permite predecir y plantear evoluciones a futuro. Corresponde considerar que la Geografía no es solamente una ciencia del presente como lo establecen las posturas clásicas, sino que también es una ciencia prospectiva de acuerdo a la tradición sistémica. En base a estas posibilidades se prevé obtener gran parte de los resultados, configuraciones espaciales de conflictos, como visión prospectiva para la realización de propuestas de ordenamiento territorial.

FASE 5: TRANSFERENCIA

Mediante la elaboración de diferentes resultados se llega a la fase de transferencia, que básicamente la consideraremos dirigida a dos ámbitos: Hacia la investigación y docencia y hacia la planificación y gestión. La primera corresponde a una transferencia directa en las asignaturas de grado-posgrado y a los proyectos de investigación en curso desarrollados por los miembros del grupo en el nivel universitario. La segunda como elementos de base hacia los organismos de gestión territorial brindando una herramienta para la toma de decisiones.

Organismos que presentan interés en los resultados obtenidos, tanto por participar de relaciones académicas como vinculados a través de convenios institucionales con la Universidad Nacional de Luján: Comité de Cuenca del río Luján, Municipalidad de Luján, Municipalidad de Mercedes, Municipalidad de San Andrés de Giles y Red Unidesarrollo.

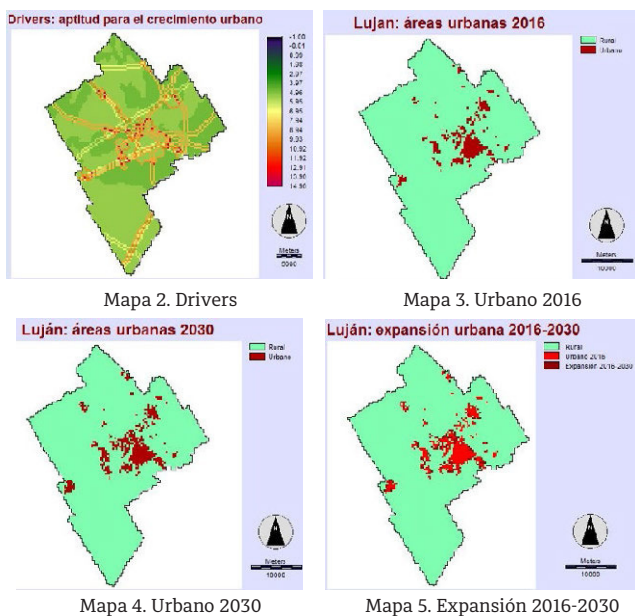
La transferencia incluye divulgación de los resultados a través de presentaciones y publicaciones, tanto de material escrito como de bases de datos. Se contempla la realización del Atlas de Geografía Humana de la cuenca del río Luján con la finalidad difundir la totalidad de trabajos realizados en el marco del proyecto.

VI. EJEMPLO DE APLICACIÓN: EXPANSIÓN DE LAS ÁREAS URBANAS DE LUJÁN Y POTENCIALES CONFLICTOS ENTRE USOS DEL SUELO

Los aspectos totales de la aplicación pueden consultarse en Buzai (2017), artículo en el cual se presenta la relación entre el modelado de crecimiento urbano y su superposición (asociación espacial) con diferentes características espaciales de aptitud.

En este punto, sintéticamente mencionaremos que el modelado de crecimiento urbano se ha realizado con un mapa de direccionamiento formado por la combinación de cuatro características y una matriz de contigüidad de 3x3. Los resultados obtenidos contemplan un crecimiento intercensal anual de población del 1,66% al extrapolar el valor de crecimiento porcentual anual de todo el período, en gran parte coinciden con el carácter cíclico evidenciado desde 1970.

Los resultados cartográficos se presentan a continuación, hacia la definición de un área urbana que hacia 2030 crece un 27,92%. A continuación se presentan los mapas de direccionamiento (Mapa 2), áreas urbanas 2016 (Mapa 3), áreas urbanas 2030 (Mapa 4) y áreas de expansión urbana 2016-2030 (Mapa 5).



La Tabla I presenta la tabulación cruzada entre los mapas extremos, las categorías del área urbana de 2016 en las columnas y las del 2030 en las filas. Se evidencia la superficie en hectáreas que cambian de estado rural a urbano.

TABLA I
TABULACIÓN CRUZADA ENTRE URBANO_2016 (COLUMNAS) Y URBANO_2030 (FILAS). VALORES EN HECTÁREAS.

AÑOS	CLASES	2030			TOTAL
		EXTERIOR	RURAL	URBANO	
2016	EXTERIOR	160283	0	0	160283
	RURAL	0	71982	0	71982
	URBANA	0	1250	4481	5731
	TOTAL	160283	73232	4481	237996

Se destaca el aumento de 1250 hectáreas del área urbana cuando se lee la categoría Urbano en el sentido de las filas y la misma disminución del área rural a partir de la categoría Rural en el sentido de las columnas.

La imagen de evolución futura, en la línea del análisis exploratorio de datos espaciales, puede considerarse un tema central para la planificación territorial (Aguilera Benavente et al. 2011) ya que permitirá realizar evaluaciones correspondientes al impacto ambiental, disminuir la incertidumbre en la toma de decisiones y generar estrategias como propuestas para el manejo de los impactos.

CRECIMIENTO URBANO Y POTENCIALES CONFLICTOS A NIVEL REGIONAL

La asociación espacial entre la expansión urbana 2016-2030 y la distribución espacial para el desarrollo de diferentes usos del suelo se resuelve a través de procedimientos de superposición temática en los cuales el resultado presenta los niveles de aptitud en las localizaciones que corresponden a la expansión.

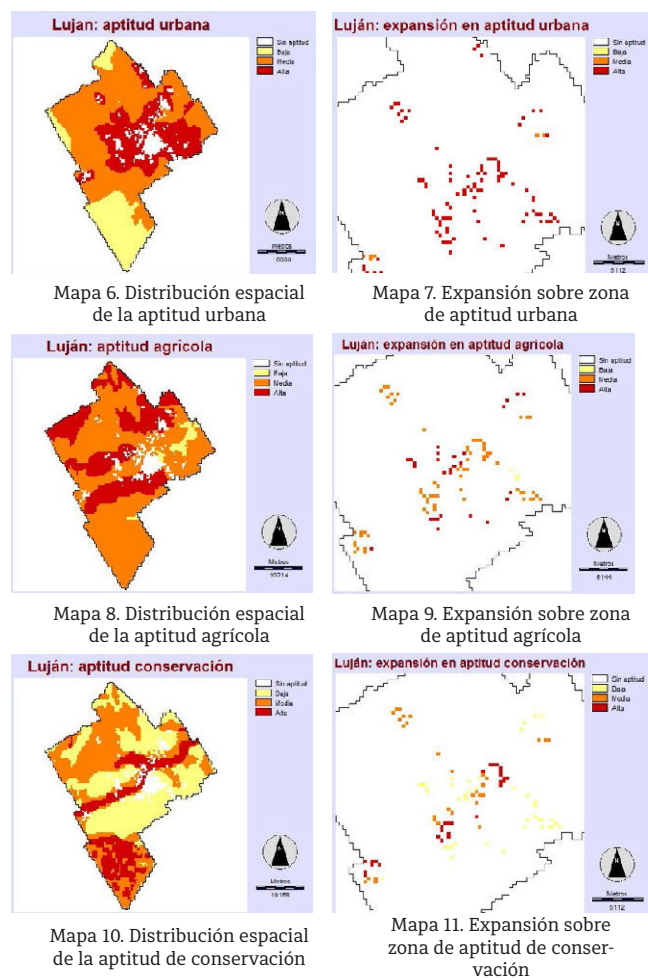
Los mapas 6, 8 y 10 presentan los resultados correspondientes a la distribución espacial de las aptitudes para la actividad urbana, agrícola y para la conservación ambiental en distribuciones espaciales que abarcan la totalidad del municipio.

Los procedimientos metodológicos para la realización de mapas de aptitud fueron aplicados a nivel partido para Luján (Buzai y Baxendale, 2007, 2008) y a nivel cuenca (Buzai y Prin-

cipi, 2017). La metodología propuesta por Carr y Zwick (2006, 2007) demostró su gran utilidad.

Los mapas 7, 9 y 11 presentan los resultados de superposición de estas áreas de expansión a las áreas de aptitud y se representan mediante una ampliación de la zona que permite verla con mayor detalle.

Los resultados del método de evaluación multicriterio por combinación lineal ponderada presentan características diferenciales en los mapas de aptitud para los valores máximos que son aquellos tenidos en cuenta para los siguientes cálculos de potenciales conflictos.



A partir de los resultados cartográficos es posible calcular los datos numéricos de los valores superficiales en hectáreas para el total de relaciones (superposiciones temáticas entre el área de crecimiento urbano y las zonas de aptitud urbana, agrícola y de conservación) y contar con las distribuciones espaciales resultantes. La siguiente tabla presenta los resultados obtenidos.

TABLA II
EXPANSIÓN URBANA SOBRE LAS ÁREAS DE APTITUD

APTITUD	CATEGORÍA	EXPANSIÓN URBANA 2016-2030 (HA)	EXPANSIÓN URBANA 2016-2030 (HA%)
Aptitud Urbana	Alta	1177	94
	Media	73	6
	Baja	0	0
	Total	1250	100

Aptitud Agrícola	Alta	340	27
	Media	874	70
	Baja	36	3
	Total	1250	100
Aptitud de conservación	Alta	352	28
	Media	413	33
	Baja	485	39
	Total	1250	100

De acuerdo a los resultados del modelado exploratorio de cambio de usos del suelo las localizaciones urbanas aumentarán en 1250 hectáreas entre 2016 y 2030. A partir del modelado cartográfico se verifica una asociación espacial del 94% del crecimiento de la aglomeración sobre las zonas de aptitud urbana alta y el 6% restante sobre las zonas de aptitud urbana media. De esta manera se puede validar la aptitud del modelo de crecimiento (perspectiva horizontal) con características combinadas que favorecerían el cambio (perspectiva vertical).

El mapa 12 se forma con las distribuciones espaciales del área urbana en 2016 (Categoría 1), la expansión al 2030 sin conflicto (Categoría 2), en áreas de conflicto agrícola (Categoría 3) y en áreas de conflicto de conservación (Categoría 4).



Mapa 12. Distribución espacial de la aptitud de conservación

Mapa 13. Expansión sobre zona de aptitud de conservación

TABLA III
SUPERFICIE DEL ÁREA DE EXPANSIÓN Y POTENCIALES CONFLICTOS

CATEGORÍA	SUPERFICIE (HA)	% EXPANSIÓN (HA)	% EXPANSIÓN (HA) SIN/CON CONFLICTO
Urbano 2016	4481	—	—
Expansión s/conflicto	559	44,72	44,72
Conflicto urbano/agrícola	340	27,20	55,28
Conflicto urbano/conservación	351	28,08	
Total (Superficie 2030)	5731	100	100

La asociación espacial entre las localizaciones de crecimiento urbano y la aptitud agrícola indica que 340 hectáreas están sobre zonas de aptitud alta y 874 hectáreas sobre aptitud media. La asociación espacial con la aptitud para la conservación indica que 351 hectáreas están sobre zonas de aptitud alta y 413 hectáreas sobre aptitud media.

Como se verifica que las localizaciones de aptitud alta agrícola y de conservación no tienen correspondencia espacial

(mapa 13) se puede afirmar que el potencial conflicto entre usos del suelo se producirá en 691 hectáreas, un 55,28% del crecimiento urbano.

El mapa 13 (contexto municipal) y el mapa 14 (ampliación de zonas urbanas) presentan los clusters principales de potencial conflictividad de la expansión urbana con la producción agrícola y las áreas de conservación respectivamente. A partir de aquí se cuenta con la distribución espacial y la superficie sobre las cuales se deberían activar mecanismos si se quisiera evitar esta expansión, por ejemplo incentivos económicos a la actividad agrícola que permitan equiparar los cambiantes valores del suelo o leyes restrictivas de protección ambiental con la finalidad de mantener los servicios ambientales actuales.

Desde el punto de vista de la Geografía Aplicada podemos afirmar que la aplicación de modelos de cambio de usos del suelo junto a las técnicas de valuación multicriterio se presentan como muy útiles líneas de aplicación de la tecnología SIG como herramienta de planificación territorial, combinando cuestiones cuantitativas y decisiones cualitativas, particularmente en la posibilidad de realizar diagnósticos que apoyen el logro de soluciones.

VII. CONCLUSIONES

El presente trabajo incluye las características principales del proyecto y un caso de aplicación como aporte del análisis espacial cuantitativo para el estudio del impacto regional de la expansión urbana. El avance del proyecto permitirá conocer la estructura espacial presente y lograr modelizaciones prospectivas de la dinámica territorial.

Aquí se ha presentado un inicial resultado correspondiente al estudio de la evolución espacial del área urbana del Partido de Luján en 2016 modelizando su expansión hacia el 2030 con la consiguiente obtención de resultados cartográficos y alfanuméricos para su análisis e interpretación de los potenciales conflictos entre usos del suelo.

El estudio de las manifestaciones espaciales brinda la posibilidad de ver y explorar una configuración empírica en la consideración del territorio como sistema complejo compuesto por diferentes niveles de análisis. La focalización espacial es propia de la Geografía como ciencia.

Los SIG en aplicaciones modelísticas de análisis espacial presentan resultados valiosos para el estudio de las configuraciones espaciales y con ello, apoyar acciones académicas en diferentes líneas.

Los resultados del proyecto constituyen una base empírica de análisis que se transforma en una herramienta para la toma de decisiones para el ordenamiento territorial, permitiendo detectar tendencias evolutivas hacia situaciones no deseadas con posibilidad de ser resueltas mediante acciones político-administrativas con sustento científico-tecnológico.

REFERENCIAS

- Acuña Suárez, G.E.; Lanzelotti, S.L; Coronel, G. & Arzani, H. (2013). Arqueología y Paleontología de la cuenca superior y media del río Luján. Estado Actual y Perspectivas. I Congreso de Ambiente y Sociedad de la cuenta del río Luján. Programa de actividades. Luján, 30 de noviembre de 2013.
- Aguilera Benavente, F.; Valenzuela Montes, L.M.; Gómez Delgado, M. & Plata Rocha, W. (2011) Escenarios y modelos de simulación como instrumentos en la planificación territorial metropolitana. Serie Geográfica 17, 11-28.
- Ameghino, F. (1880-81). La Antigüedad del Hombre en el Plata. París-Buenos Aires: Masson-Igon.

- Arellano, B. & Roca, J. (2010). El Urban Sprawl, ¿Un Fenómeno de Alcance Planetario? Los Ejemplos de México y España. *Arquitectura, Ciudad y Entorno* 4(12), 115-147.
- Arribas-Bel, D.; Nijkamp, N. & Scholten, H. (2011). Multidimensional urban sprawl in Europe: A self-organizing map approach. *Computers, Environment and Urban Systems* 35, 263-275
- Baxendale, C. (2010). El crecimiento de la aglomeración de Rosario (1931-2000) y su relación con unidades cartográficas de suelos, capacidades de uso e índices de productividad. En: Buzai, G. (Ed) *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. Aspectos conceptuales y aplicaciones*. Luján, GESIG, pp. 395-420.
- Baxendale, C. & Buzai, G.D. (2011). Dinámica de Crecimiento urbano y pérdida de suelos productivos en el Gran Buenos Aires (Argentina), 1869-2011. *Análisis espacial basado en Sistemas de Información Geográfica. Serie Geográfica*, pp. 77-95.
- Berry, J.K. (1996). The Unique Character of Spatial Analysis. *GIS World*. April: 29-30.
- Borsdorf, A. (2003). *Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana*. Eure, 29(86), 37-49.
- Bruegmann, R. (2005). *Sprawl. A Compact History*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Buzai, G.D. (Dir) (2002). *Atlas Digital de la cuenca del río Luján*. Universidad Nacional de Luján. Luján (versión CD).
- Buzai, G.D. (2017) *Crecimiento urbano y potenciales conflictos entre usos del suelo en el municipio de Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)*. Modelado espacial 2016-2030. Cuadernos Geográficos. (en prensa).
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2007) *Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica)*. *Fronteras*, 6(6), 45-59.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2007) *Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: aplicación)*. *Fronteras*, 7(7), 33-39.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2011). Determinación de zonas de potencial conflicto entre usos del suelo en el Partido de Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina. En: Buzai, G.D.; Morina, O.J. (Comp.) *I Jornadas de Investigación del Programa de Estudios Geográficos. Serie PROEG 12*. UNLu. 69 páginas + CD.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2011). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica / Temáticas de base raster*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2012). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 2: Ordenamiento territorial / Temáticas de base vectorial*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2010). Determinación de zonas de potenciales conflictos entre usos del suelo en el Partido de Luján, Buenos Aires, Argentina. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzendoletas, M.A. (2011) *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica*. Luján: UNLu. Proeg-11, pp. 175-183.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (1998). Buenos Aires (1869-1991). La geometría urbana como representación de una historia económica y sociodemográfica. *Signos Universitarios*, 18(34), 71-88.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzendoletas, M.A. (2010). *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica*. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G. & Dzendoletas, M.A. *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica*. Proeg-11. Universidad Nacional de Luján. Luján.
- Buzai, G.D. & Cacace, G. (2013). El concepto de espacio. *Si Muove* 5, 34-38.
- Buzai, G.D. & Principi, N. (2017) *Identificación de áreas de potencial conflicto en la cuenca del río Luján (Argentina)*. *Revista Geográfica de América Central*. (en prensa).
- Carr, M.H. & Zwick, P.D. (2006). Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in north central Florida. *Journal of Conservation Planning*, 1(1), 89-105.
- Carr, M.H. & Zwick, P.D. (2007). *Smart Land Use Analysis: The LUCIS Model*. Redlands: ESRI Press.
- DeMers, M. (2002). *GIS Modeling in raster*. Chichester: John Wiley.
- García, R (2000) *Sistemas Complejos*. Gedisa. Barcelona.
- Dzendoletas, M.A. (2010). Determinación de zonas de potencial conflicto de usos del suelo en la ciudad de Bariloche, Provincia de Río Negro, Argentina. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G. & Dzendoletas, M.A. *Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica*. Luján: UNLu. Proeg-11, 184-203.
- Lanzelotti, S.L. & Acuña Suarez, G.E. 2014. *Florentino Ameghino en Mercedes. Homenaje en el centenario de su fallecimiento*. Mercedes: MCA Libros.
- Lanzelotti, S. & Buzai, G.D. (2015). *Cuenca del río Luján. Su delimitación. Informe técnico del Proyecto PICT-2014-1388. N° 1. GESIG-PRODISIG*. Luján.
- Matteucci, S.; Morello, J. & Buzai, G.D. (2006). *Crecimiento urbano y sus consecuencias sobre el entorno rural*. Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora.
- O'Sullivan, D. & Unwin, D. (2003). *Geographic Information Analysis*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Phlipponneau, M. (2001). *Geografía Aplicada*. Barcelona: Ariel.
- García, R. (2000). *Sistemas Complejos*. Barcelona: Gedisa.
- Samaja, J. (2004). *Epistemología y Metodología*. Buenos Aires: Eudeba.
- Tomlin, C.D. (1990). *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. New Jersey: Prentice Hall-Englewood Cliff.
- Tsai, Y. H. (2005). Quantifying Urban Form: Compactness versus 'Sprawl' *Urban Studies*, 42(1), 141-161.
- Viloria, F.; Arzani, H.; Migale, L.; Acuña, G. & Lanzelotti, S. 2011. *Entre la arqueología, la historia y los recuerdos: la Pulpería de Villar en Mercedes (Buenos Aires)*. En: *Temas y problemas de la Arqueología Histórica, Tomo II*. Luján: UNLu, pp. 91-102.

Caracterización socioespacial de la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Baxendale Claudia^{1,2}, Buzai Gustavo^{1,3}

1 Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO), Universidad Nacional de Luján
Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700) Luján, Argentina

2 GEPAMA, FADU, Universidad de Buenos Aires

3 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
prodisig@unlu.edu.ar /
www.prodisig.unlu.edu.ar

RESUMEN

Estudiar la diferenciación areal es una tarea central del análisis geográfico. Las aproximaciones efectuadas por la Geografía Cuantitativa se realizan a través de la aplicación de procedimientos de análisis multivariado en la matriz de datos geográfica. La aplicación del linkage analysis brinda la posibilidad de obtener la regionalización del área de estudio. El presente trabajo incluye la regionalización de los partidos (municipios) de la cuenca del río Luján a través de procedimientos del análisis espacial cuantitativo. Se presentan los aspectos teórico-metodológicos para la construcción regional, el mapa de resultado y la especificidad de cada región a partir de la combinación de variables censales. Los resultados obtenidos pueden considerarse una herramienta para comprender la realidad socioespacial del área de estudio y poder generar acciones de planificación.

Palabras clave: **Cuenca del río Luján, Geografía Cuantitativa, Análisis Espacial, Linkage Analysis, Regionalización**

ABSTRACT

Studying areal differentiation is a central task of geographic analysis. The approaches made by quantitative geography are performed through the application of multivariate analysis procedures in the geographical data matrix. The application of the linkage analysis provides the possibility to obtain a regionalization of the study area. The present work includes the regionalization of the Partidos (Municipalities) of the Luján river basin through procedures of quantitative spatial analysis. The paper presents theoretical-methodological aspects are presented for the regional construction, the result map and the specificity of each region based on the combination of census variables. The results obtained can be considered as a tool to understand the socio-spatial reality of the study area and to generate planning actions.

Keywords: Lujan River Basin, Quantitative Geography, Spatial Analysis, Linkage Analysis, Regionalization.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se enmarca en dos proyectos de investigación desarrollados por el Grupo de Estudios sobre Geografía y Análisis Espacial con Sistemas de Información Geográfica (GESIG) del Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO)¹ de la UNLu y presenta la secuencia teórico-metodológica hacia la definición de la caracterización socioespacial de los municipios de la cuenca del río Luján en su definición geográfica de 16 unidades político-administrativas.

Con la finalidad de lograr resultados estructurales de la investigación se utilizan variables obtenidas del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 (INDEC, 2010) y se aplican técnicas de análisis espacial cuantitativo con Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sistemas de Ayuda a la Decisión Espacial (SADE)² como el análisis de distribuciones espaciales por cartografía temática, Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (ESDA, Exploratory Spatial Data Analysis) y procedimientos del análisis multivariado (Linkage Analysis) con finalidad de regionalización.

El análisis de las variables, a través de los procedimientos metodológicos mencionados, permiten determinar la estructura socioespacial del área de estudio como aproximación que lleva a construir una herramienta para el apoyo a la toma de decisiones en el ámbito del ordenamiento territorial.

II. DEFINICIÓN ESPACIAL Y TEMÁTICA

La definición espacial de la cuenca hidrográfica se realiza desde su componente físico-natural a través de sus límites por la divisoria de aguas, en el caso de la cuenca del río Luján el trabajo de Lanzelotti y Buzai (2015) actualizan el de Buzai (2002) determinando un área geográfica de 3.778 km². Desde un punto de vista político-administrativo la cuenca se encuentra contenida en el interior de 16 unidades espaciales correspondientes a los siguientes Partidos (correspondencia con el nivel municipal): Campana, Carmen de Areco, Chacabuco, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, San Fernando, Suipacha y Tigre.

La definición temática implica la consideración de una serie de atributos numéricos medidos en cada una de las unidades espaciales. Las variables seleccionadas para la construcción de los indicadores son obtenidas de la base de datos REDATAM de INDEC (2010) disponible on-line.³ Se focaliza sobre características generales de población y vivienda, situación socioeconómica de la población, hogares y viviendas.

Los datos obtenidos brindan la base digital que conforma los componentes centrales del SIG vectorial: la base de datos gráfica (base cartográfica) y la base de datos alfanumérica (datos censales). Ambas vinculadas con la finalidad de realizar el correspondiente tratamiento de análisis espacial de la información.

Desde el punto de vista cartográfico la definición de espacios homogéneos internos en las unidades espaciales en que se compone un área de estudio se puede realizar en diferentes escalas. Algunos trabajos de referencia estuvieron dirigidos a estudios nacionales (Velázquez, 2016) y regionales (Baxen-

dale et al., 2016; Principi y Buzai, 2016) a nivel departamental, espacios provinciales a nivel de Partido (Humacata y Buzai, 2016), el estudio de la estructura interna de la ciudad en fracciones censales (Buzai y Marcos, 2012), barrios (Baxendale, 2016) o radios censales (Buzai, 2014). Mediante estos antecedentes hemos abordado diferentes escalas espaciales que nos permiten evaluar positivamente el uso de Partidos para dar paso a aproximaciones posteriores en niveles de representación espacial de más detalle.

III. ASPECTOS CONCEPTUALES

ANÁLISIS ESPACIAL DESDE LA GEOGRAFÍA CUANTITATIVA

La investigación se basa en la Geografía como ciencia del Análisis Espacial, cuyo objeto material de estudio es el espacio geográfico representado con centralidad en la superficie terrestre. A partir de allí cuenta con tres grandes líneas de abordaje que definen su campo de actuación ante las diferentes posibilidades de estudio: (1) relación sociedad-naturaleza, (2) diferenciación espacial, y (3) leyes del comportamiento espacial.

El análisis espacial cuantitativo realizado en la presente aplicación se encuentra centrado en tres conceptos centrales de naturaleza espacial que permitirán captar la estructura espacial del área de estudio tanto en el espacio absoluto como relativo.

Localización: Todas las entidades y sus atributos tienen una localización específica en el espacio geográfico. Abordarlas desde el espacio absoluto les brindará un lugar fijo (coordenada geográfica) y desde el espacio relativo posiciones cambiantes (fricción espacial diferencial) a otras entidades. Los modelos espaciales se centran en el mejoramiento de posiciones.

Distribución espacial: El conjunto de entidades de un mismo tipo se reparten de una manera específica sobre el espacio geográfico. Este es un concepto central que permite todo estudio geográfico a partir del análisis de diferencias espaciales. La cartografía temática es la tarea técnica concreta que hace operativo el concepto.

Asociación espacial: El concepto considera el estudio de las correspondencias puestas en evidencia al comparar diferentes distribuciones espaciales las cuales pueden brindar hipótesis causales cuando se determina la variable dependiente. El método de superposición de mapas permite hacer operativo este concepto, pero este ha variado con el avance de la cuantificación desde el modelado cartográfico en SIG raster hasta la combinación por correlación numérica a partir de las columnas de la base de datos alfanumérica en SIG vectorial.

El concepto de localización lleva al análisis de datos individuales de cada unidad espacial (hecho geográfico), el de distribución espacial sustenta a la cartografía temática de variables y el de asociación justifica el cálculo de correlaciones que lleva a una regionalización como síntesis espacial.

CARACTERIZACIÓN SOCIOESPACIAL PARA UN DIAGNÓSTICO

Desde una perspectiva geográfica, los procedimientos realizados en el diagnóstico serán los que permiten avanzar en una investigación tendiente a comprender la estructura y funcio-

1 Proyectos PICT 2014-1388 (Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, ANPCyT) y CDD-CS 124/16 (Departamento de Ciencias Sociales, UNLu), ambos dirigidos por G.Buzai.

2 SIG: Quantum GIS (QGIS). SADE: GeoDa - ASU GeoDa Center. Ambos utilizados en el Laboratorio de Análisis Espacial y Sistemas de Información Geográfica (LabSIG) del INIGEO-UNLu.

3 www.indec.gov.ar link: Base de datos: Redatam Censo 2010.

namiento del territorio, entendido como sistema socioespacial compuesto por el subsistema físico y el subsistema humano.

La tarea global considera la realización de diagnósticos específicos para cada componente y un diagnóstico integral que funciona como síntesis geográfica que da cuenta de la estructura en forma y función del área de estudio.

En Buzai y Baxendale (2012) realizamos un análisis detallado de la etapa de diagnóstico y de las capacidades que le brinda el SIG en dicha tarea. Apoyan concretamente la perspectiva espacial en los diagnósticos del subsistema humano (demográfico-poblacional y económico-productivo) y en el subsistema físico (medio natural y medio construido, este último con contenido humano pasa al económico-productivo).

El diagnóstico socioespacial planteado en esta investigación se inserta de manera central en el subsistema humano al considerar a la población como elemento central debido a sus múltiples influencias: toma recursos del medio y los adapta a sus actividades, crea el medio construido para convertirlo en espacio funcional y es el destinatario de las acciones finales del Ordenamiento Territorial, que en última instancia tiene como prioridad el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

IV. METODOLOGÍA

BASE CARTOGRÁFICA

La base cartográfica representa la materialización del área de estudio en el entorno SIG y con ella son espacializados los datos de las diferentes variables censales. Fue considerado el soporte digital en escala 1:250.000 puestos a disposición por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Dirección Provincial de Estadística (DPE) de la Provincia de Buenos Aires.

Al no coincidir espacialmente de manera perfecta ambas bases cartográficas la primera tarea técnica es su ajuste basado en la digitalización en el SIG utilizando imágenes disponibles de Bing Maps como referencia espacial de anclaje.

La tarea realizada tiene como objetivo generar consistencia en la base de datos gráfica del proyecto. La puesta a disposición de imágenes satelitales de alta resolución, algunas ubicadas en un globo terráqueo virtual (GTV) como Google Earth, brinda nuevas posibilidades a estos procedimientos. Su incorporación como base de la cartografía digital obtenida, las posibilidades flexibles para el tratamiento gráfico de entidades geométricas y finalmente, la generación de archivos en formatos que permiten una directa vinculación con el SIG son indicadores que muestran a una nueva etapa en los trabajos técnicos de cartografía digital automatizada.

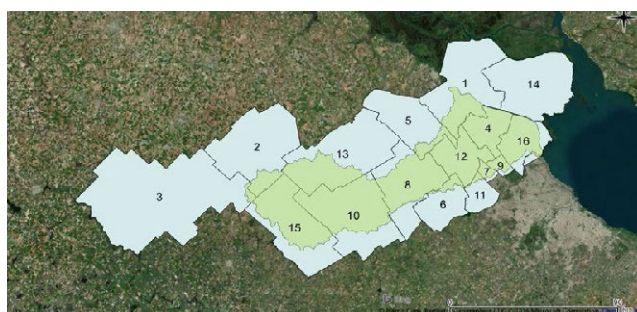


Figura 1. Cuenca del río Luján. Base cartográfica. Partidos (Municipios)

- (1) Campana, (2) Carmen de Areco, (3) Chacabuco, (4) Escobar, (5) Exaltación de la Cruz, (6) General Rodríguez, (7) José C. Paz, (8) Luján,

- (9) Malvinas Argentinas, (10) Mercedes, (11) Moreno, (12) Pilar, (13) San Andrés de Giles, (14) San Fernando, (15) Suipacha y (16) Tigre / © GESIG_INIGEO

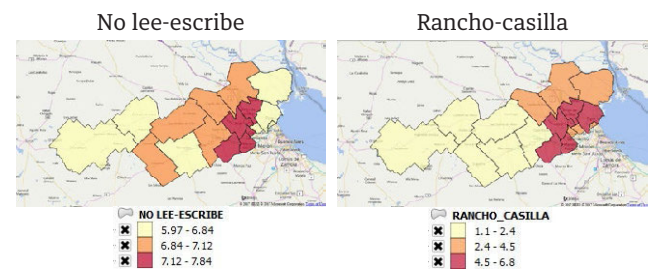
CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

El mapeo y análisis de la distribución espacial de características socio-habitacionales en el área de estudio es central en el proyecto.

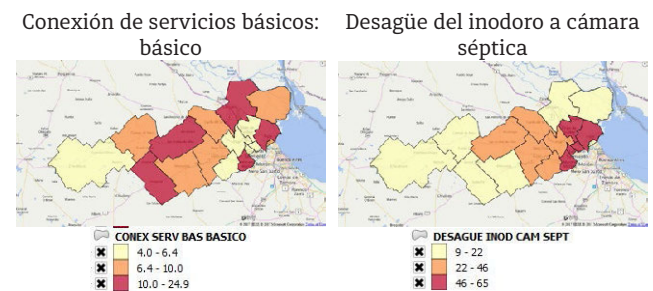
La cartografía temática como campo científico tiene por objetivo la realización de mapas de cualquier tema que exceda la representación sobre el terreno y, de esta manera, constituye la base para diversos tipos de diagnósticos espaciales con propósitos específicos

En un nivel de mayor profundidad cada capa temática puede ser considerada un mapa de tratamiento (Buzai et al., 2016) y con ellas avanzar hacia el análisis de asociaciones espaciales entre temas y verificar la correlación entre diferentes distribuciones espaciales. Técnicamente esto se resuelve mediante la superposición de mapas en SIG raster y la combinación numérica de las columnas (variables) de la tabla de atributos en SIG vectorial.

VARIABLES DE COSTO



VARIABLES INTERMEDIAS



VARIABLES DE BENEFICIO

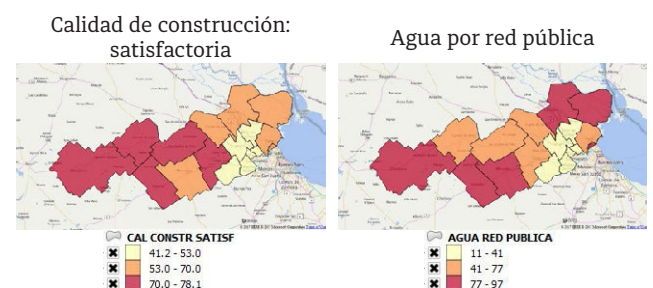


Figura 2. Distribución espacial de variables seleccionadas

ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS ESPACIALES

El análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA, Exploratory Spatial Data Analysis) constituye una serie de procedimientos de gran utilidad al momento de abordar el estudio de relaciones espaciales entre las diferentes distribuciones espaciales en el área de estudio.

El objetivo es que en la etapa de diagnóstico el proyecto pueda contar con información estructural del comportamiento de una variable (univariado) y de las relaciones existentes entre dos variables (bivariado).

En el nivel univariado se avanza sobre la cartografía temática a partir de incorporar gráficos como el histograma (análisis de frecuencias) y el gráfico de caja (boxplot) para el descubrimiento de casos extremos. En el nivel bivariado se utilizan procedimientos que permiten la comparación entre variables, técnicas que se apoyan en el gráfico de dispersión (scatter plot) y el cálculo del valor de correlación r de Pearson.

La Figura 3 presenta el análisis de la relación entre dos variables de costo: una de pobreza y una educativa

ANÁLISIS MULTIVARIADO

Los procedimientos del análisis multivariado resultan de gran importancia en el análisis espacial cuantitativo, tanto para el estudio de variables como de unidades espaciales. En el primer caso se generan macro-variables y en el segundo regiones.

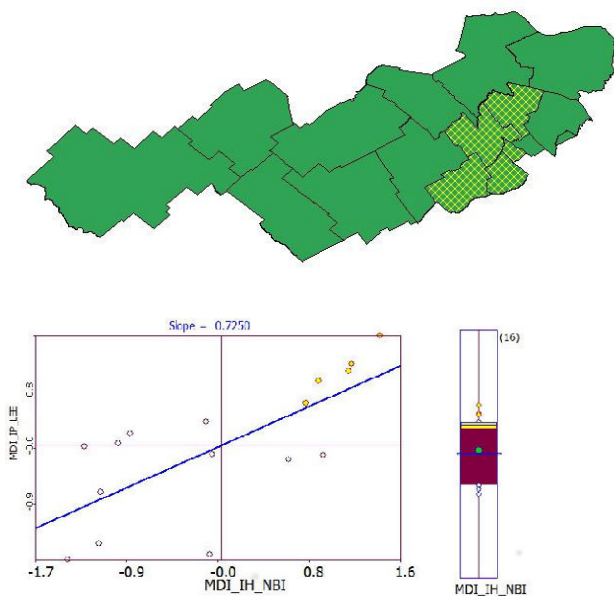


Figura 3. Análisis bivariado entre población en hogares con NBI y Variable educativa No lee-escribe

En trabajos previos (Buzai, 2003; 2014) hemos comprobado la buena aptitud del método Linkage Analysis para la realización de la síntesis de las distribuciones espaciales para la definición de mapas sociales.

Hemos realizado la matriz de datos originales (MDO) incluyendo los datos originales en valores absolutos y su transformación a matriz de datos índice (MDI) a partir del cálculo de indicadores. Las variables seleccionadas son aquellas que permiten una buena discriminación del mapa social, hay variables de costo y de beneficio, junto a otras que posiblemente indiquen situaciones intermedias.

A partir de allí se genera la matriz de datos estandarizados (MDE) a través del coeficiente r de Pearson como base para la aplicación del Linkage Analysis en la matriz de correlaciones de variables y la matriz de correlaciones de unidades espaciales

INDICADORES UTILIZADOS

- IV_RANC: Ranchos y casillas sobre el total de viviendas particulares
- IV_DEPTO: Departamentos sobre el total de viviendas particulares
- IV_CASAS: Casas sobre el total de viviendas particulares
- IV_CCS: Calidad constructiva de la vivienda satisfactoria sobre el total de vivienda particulares con personas presentes
- IV_CCB: Calidad constructiva de la vivienda básica sobre el total de vivienda particulares con personas presentes
- IV_CCI: Calidad constructiva de la vivienda insuficiente sobre el total de vivienda particulares con personas presentes
- IV_CSBS: Calidad de conexión de los servicios básicos satisfactorio sobre el total de viviendas particulares con personas presentes.
- IV_CSBB: Calidad de conexión de los servicios básicos básico sobre el total de viviendas particulares con personas presentes
- IV_CSBI: Calidad de conexión de los servicios básicos insuficiente sobre el total de viviendas particulares con personas presentes
- IH_ARP: Procedencia del agua para beber y cocinar por red pública sobre el total de hogares
- IH_AMOT: Procedencia del agua para beber y cocinar por bomba a motor sobre el total de hogares
- IH_AMAN: Procedencia del agua para beber y cocinar por bomba manual sobre el total de hogares
- IH_APOZ: Procedencia del agua para beber y cocinar por pozo-cisterna-lluvia sobre el total de hogares
- IH_BLN: Hogares sin baño o letrina sobre el total de hogares
- IH_DIRP: Hogares con desagüe del inodoro a red pública sobre el total de hogares
- IH_DICAM: Hogares con desagüe del inodoro a cámara séptica sobre el total de hogares
- IH_DIPOZ: Hogares con desagüe del inodoro a pozo sobre el total de hogares
- IH_DIHOY: Hogares con desagüe del inodoro a hoyo-excavación sobre el total de hogares
- IH_CGRP: Hogares con combustible usado principalmente para cocinar gas de red sobre el total de hogares
- IH_CGTUB: Hogares con combustible usado principalmente para cocinar gas en tubo sobre el total de hogares
- IH_CGGAR: Hogares con combustible usado principalmente para cocinar gas en garrafa sobre el total de hogares
- IH_CLCO: Hogares con combustible usado principalmente para cocinar leña, carbón u otro sobre el total de hogares
- IH_HAC4: Hogares con más de 3 personas por cuarto
- IH_NBI: Hogares con al menos un indicador de NBI
- INDMASC: Índice de masculinidad
- ED_014: Población de 0 a 14 años sobre el total de población
- ED_1564: Población de 15 a 64 años sobre el total de población
- ED_65M: Población de 65 años y más sobre el total de población
- IP_LEENO: Población que no tiene la capacidad de leer y escribir sobre el total de población de 3 años y más (aparentemente)
- IP_EDSUP: Población que cursa o curso el nivel educativo superior no universitario, universitario y pos-universitario sobre el total de población de 25 años y más
- IP_OCUP: Población ocupada sobre el total de población de 14 años y más
- IP_DESOC: Población desocupada sobre el total de población de 14 años y más

IP_INAC: Población inactiva sobre el total de población de 14 años y más

RESULTADOS DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO

Macrovariables

La aplicación del procedimiento multivariado denominado Linkage Analysis aplicado en la matriz de correlaciones de variables (MCV) tiene como objetivo generar grupos de variables con comportamientos similares (Buzai, 2014).

El procedimiento dio como resultado seis grupos (macrovariables) organizados a partir de los pares recíprocos (núcleos) de máxima correlación y que, en la Figura 4, se encuentran representados en línea gruesa. A partir de allí se une las variables y se consignan los resultados numéricos del coeficiente de correlación de Pearson de las diferentes relaciones.

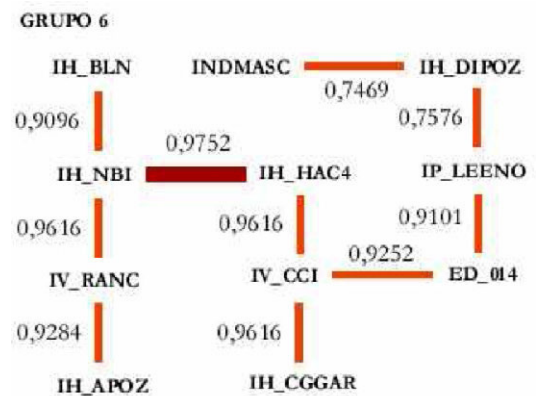


Figura 4. Linkage Analysis en variables

Las 33 variables quedan resumidas en 6 grupos. Entre ellos encontramos los que se asocian con situaciones espaciales que tienden a ser buenas (Grupo 2), medias (Grupo 1) y malas (Grupo 6). El procedimiento tiene por objetivo simplificar la interpretación del conjunto de variables.

Unidades espaciales

Cuando el procedimiento de linkage analysis se aplica a la matriz de correlaciones de unidades espaciales (MCUE) se obtienen grupos de unidades espaciales que representados en el mapa muestran la regionalización.

A continuación, la Figura 5, incluye los resultados del procedimiento.

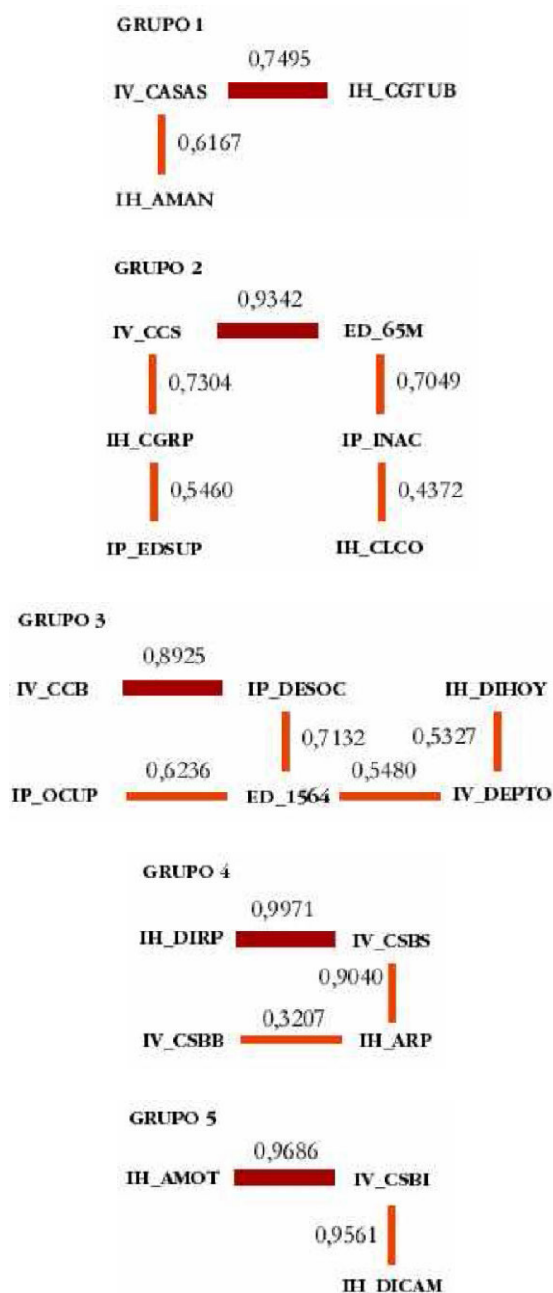


Figura 5. Linkage Analysis en unidades espaciales

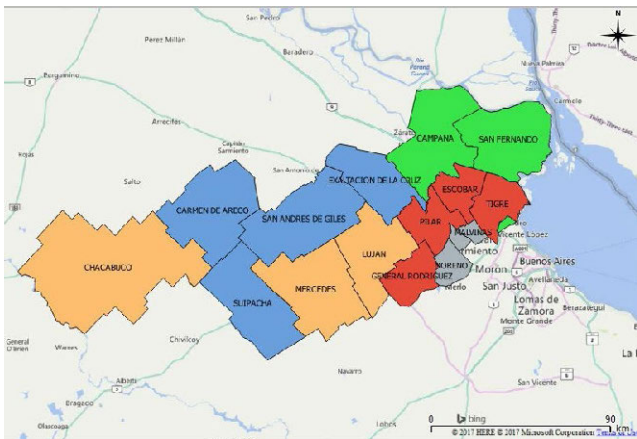


Figura 6. Regionalización

El cálculo de los promedios de los valores de puntajes estándar (z) de cada par recíproco permite obtener la especificidad de cada grupo en base al valor que cada variable tiene en su interior.

TABLA I
CUANESPECIFICIDAD DE LAS REGIONES

Indicador	G1	G2	G3	G4	G5
IV_RANC	-0,073	-0,892	-1,332	0,892	0,569
IV_DEPTO	2,076	-0,866	-0,168	0,092	-0,610
IV_CASAS	-1,913	1,082	0,606	-0,391	0,354
IV_CCS	0,382	0,851	1,051	-0,869	-1,263
IV_CCB	0,153	-1,038	-0,748	0,589	1,208
IV_CCI	-0,652	-0,658	-1,120	0,942	1,167
IV_CSBS	1,261	0,111	1,490	-0,798	-1,303
IV_CSBB	-0,098	0,631	-0,436	-0,838	-0,695
IV_CSBI	-1,228	-0,259	-1,376	0,989	1,457
IH_ARP	1,308	0,422	1,114	-1,086	-1,482
IH_AMOT	-1,292	-0,483	-1,080	1,069	1,532
IH_AMAN	-1,371	1,814	-0,281	-0,003	-0,302
IH_APOZ	-0,071	-0,666	-1,353	1,225	0,301
IH_BLN	0,056	-0,821	-1,176	0,680	1,294
IH_DIRP	1,220	0,089	1,469	-0,811	-1,355
IH_DICAM	-1,241	-0,431	-1,213	0,751	1,620
IH_DIPOZ	-0,867	0,689	-1,589	0,709	0,414
IH_DIHOY	1,530	-0,305	-1,165	0,140	-0,858
IH_CGRP	1,312	-0,278	0,695	-0,958	-0,405
IH_CGTUB	-1,304	1,037	0,647	0,113	-0,729
IH_CGGAR	-1,099	-0,025	-0,791	1,009	0,608
IH_CLCO	0,126	0,177	0,800	-0,708	-1,126
IH_HAC4	-0,159	-1,060	-1,134	0,974	0,929
IH_NBI	-0,094	-1,020	-1,260	0,978	0,904
INDMASC	-0,561	1,019	-1,082	0,430	-0,081
ED_014	-0,679	-0,648	-1,289	1,194	0,602
ED_1564	1,064	-0,696	-1,039	0,452	0,660
ED_65M	0,192	0,826	1,514	-1,210	-0,772
IP_LEENO	-0,882	-0,333	-1,585	0,910	0,392
IP_EDSUP	0,921	-0,452	0,544	0,337	-1,553
IP_OCUP	0,018	-0,405	-0,922	1,281	-0,354
IP_DESOC	0,462	-1,410	-0,845	0,548	1,209
IP_INAC	-0,185	0,853	1,070	-1,257	-0,153

La interpretación de la Tabla I permite caracterizar los grupos a través de la sistematización presentada en las tablas II y III, las cuales se presentan como base de la interpretación de las características socioespaciales del área de estudio.

TABLA II
CARACTERIZACIÓN DE GRUPOS (PARTE 1)

REGIÓN	SITUACIÓN GENERAL	ESTRUCTURA DE LA POBLACIÓN	TIPO DE VIVIENDA Y CALIDAD CONSTRUCTIVA DE LA VIVIENDA
Grupo 1	Buena	Valores altos para el grupo de edad de 15 a 64 años.	Valores muy altos para Departamentos
Grupo 2	Media	Valores altos para el grupo de edad de población anciana y para el índice de masculinidad	Valores altos para viviendas tipo Casa, y calidad constructiva satisfactoria
Grupo 3	Buena	Valores altos para la población anciana	Valores altos para vivienda tipo Casa y calidad constructiva Satisfactoria
Grupo 4	Mala Periurbana	Valores altos para el grupo etario joven (0 a 14 años)	Valores altos para la vivienda tipo Rancho y valor medio-alto para calidad constructiva Básica y alto para calidad Insatisfactoria
Grupo 5	Mala Urbana	Valores altos del grupo etario joven (0 a 14 años) y adulto (15 a 64 años)	Valor medio-alto para el tipo de vivienda correspondiente a Rancho y valores altos para calidad constructiva Básica e Insatisfactoria

TABLA III
CARACTERIACIÓN DE GRUPOS (PARTE 2)

REGIÓN	CALIDAD DE CONEXIÓN A SERVICIOS BÁSICOS, SERVICIOS AGUA, DESAGÜE Y GAS.	EDUCACIÓN SUPERIOR Y CALIDAD DE VIDA BÁSICA	CONDICIÓN DE OCUPACIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA
Grupo 1	Satisfactoria. Conexiones del suministro de agua, gas y desagües cloacales a red pública	Valores altos para la población mayor de 25 años que cursa o cursó educación superior. Valores medios para NBI y hacinamiento	No define
Grupo 2	Básico. Valores altos para agua por bomba manual, gas en tubo y desagües del inodoro a pozo	Valores bajos para el NBI y hacinamiento	Valores altos para la población inactiva
Grupo 3	Satisfactoria. Valores altos para suministro de agua y desagüe cloacal a red pública. Diversidad en combustible usado principalmente para cocinar al presentar valores altos para gas por red pública, gas en tubo y el uso de leña o carbón.	Valores altos para la población con educación superior y bajos para NBI y hacinamiento	Valores altos para la población inactiva
Grupo 4	Insatisfactoria. Valores altos de procedencia del agua por bomba a motor y pozo, del desagüe del inodoro a cámara séptica y pozo y del gas para cocinar en garrafa.	Valores altos de hogares con NBI y hacinamiento y de hogares sin baño o letrina.	Valores altos de población ocupada y valor medio-alto de población desocupada.
Grupo 5	Insatisfactoria. Valores muy altos de agua procedente de bomba a motor y desagüe del inodoro a cámara.	Valores muy bajos de población mayor a 25 años con estudios superiores. Valores altos de hogares con NBI, hacinamiento y sin baño o letrina.	Valor alto de la población de 14 años y más cuya condición de actividad es Desocupada

V. CONCLUSIONES

A lo largo de estas páginas fueron presentados aspectos centrales del análisis espacial cuantitativo con ejemplos teóricos y metodológicos de sus formas de abordaje. A partir de las posibilidades de aproximación contextual a la realidad espacial del área de estudio se obtienen resultados que brindan un panorama general de la situación socioespacial de la población de la cuenca del río Luján.

Los aspectos conceptuales de la Geografía Cuantitativa, de las metodologías de análisis espacial, muchas de ellas desarrolladas en el ámbito de los SIG y SADE, son el ámbito para la obtención e interpretación de resultados espaciales. De esta manera se generan los elementos que constituyen la base para la realización del diagnóstico socioespacial como paso inicial y fundamental que brinda la actividad académica con posibilidad de transformarse en ciencia aplicada al momento de la implementación de propuestas.

REFERENCIAS

- Baxendale, C.A. 2016. Análisis socio-habitacional de los barrios de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: estudio contextual para la asociación de la ubicación de áreas verdes urbanas. *Fronteras*. 14:38-45
- Baxendale, C.A.; Buzai, G.D. & Morina, J.O. (2016) La Región Metropolitana de Buenos Aires. En: Velázquez, G.A. (comp.) *Geografía y Calidad de Vida en Argentina. Análisis regional y departamental 2010*. Tandil: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. pp. 261-281.
- Buzai, G.D. (2002) Atlas digital de la cuenca del río Luján. Versión CD. Luján: Universidad Nacional de Luján.
- Buzai, G.D. (2014) Mapas Sociales Urbanos. Buenos Aires: Lugar Editorial. (primera edición, 2003).
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A. (2012) Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 2: Ordenamiento territorial y temáticas de base vectorial. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Baxendale, C.A.; Humacata, L.; Principi, N. (2016) Sistemas de Información Geográfica. Cartografía Temática y Análisis Espacial. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G.D. & Marcos, M. (2012) The Social Map of Greater Buenos Aires as Empirical Evidence of Urban Models. *Journal of Latin American Geography*. 11, 1, 67-78.
- Humacata, L. & Buzai, G.D. (2016) Análisis espacial para la regionalización de la Provincia de Buenos Aires. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Humacata, L.; Cacace, G.; Delfino, H.; Lanzelotti, S.L.; Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica*. Luján: Editorial de la Universidad Nacional de Luján (EdUNLu).
- INDEC (2010) Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos.
- Lanzelotti, S.D. & Buzai, G.D. (2015) Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires, Argentina. Informe Técnico 01 - 19 de Octubre. PICT 2014-1388. Luján: INIGEO.
- Principi, N. & Buzai, G.D. (2016) Análisis espacial para la determinación de la estructura socioespacial del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Humacata, L.; Cacace, G.; Delfino, H.; Lanzelotti, S.L.; Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica*. Luján: Editorial de la Universidad Nacional de Luján (EdUNLu).
- Velázquez, G.A. (2016) *Geografía y Bienestar*. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires (EUDEBA).

Disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos en la ciudad de Río Cuarto (Argentina)

Galfioni María de los Angeles¹, Degioanni Américo José² y Maldonado Gabriela Inés³

1 Departamento de Geografía/Facultad de Ciencias Humanas /Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto/Córdoba/Argentina
mgalfioni@hum.unrc.edu.ar

2 Departamento de Ecología Agraria/Facultad de Agronomía y Veterinaria/Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto/Córdoba/Argentina
adegioanni@ayv.unrc.edu.ar

3 CONICET-Departamento de Geografía/Facultad de Ciencias Humanas/Universidad Nacional de Río Cuarto
Río Cuarto/Córdoba/Argentina
gimaldonado@hum.unrc.edu.ar

RESUMEN

Los espacios verdes públicos cumplen un importante rol para una adecuada calidad de vida urbana. Sin embargo, las actuales tendencias de crecimiento urbano difuso, con fuerte demanda de suelo para urbanizar, ponen en riesgo la creación, preservación y gestión de los espacios verdes públicos. Desde esta perspectiva, el objetivo de este trabajo consiste en diagnosticar la disponibilidad y accesibilidad de la población a los espacios verdes públicos de la ciudad de Río Cuarto (Argentina), en el marco de los patrones de crecimiento urbano que ha experimentado entre 1980-2013.

A partir de fuentes cartográficas del Municipio y con control de campo, se confeccionaron en SIG las capas de población y espacios verdes públicos. Esta última capa fue categorizada de acuerdo al tamaño del espacio y posteriormente se generó un buffer para cada categoría con la máxima distancia recomendada para el acceso a pie. Por último, mediante una operación de superposición entre las capas población y espacios verdes se determinó el porcentaje de población que tiene acceso a los mismos. Los resultados obtenidos demuestran, por un lado, un sector urbano consolidado con una disponibilidad promedio de espacios verdes de 28,5 m² por cada habitante, con un índice de accesibilidad a pie promedio del 0,43 de la población. Por otro lado, en el área de crecimiento urbano difuso (área urbano-rural) la disponibilidad promedio es de 3,7 m² por habitante con una accesibilidad promedio solo del 0,8 de la población. Estos resultados demuestran que si bien la ciudad en su área urbana consolidada cuenta con una adecuada disponibilidad de espacios verdes su distribución no es óptima ya que menos de la mitad de la población accede a la misma en condiciones aconsejadas. Esta situación se profundiza en los sectores de expansión difusa en los cuáles no se disponen de espacios verdes y la accesibilidad es muy baja.

Palabras clave: **Espacios verdes públicos, crecimiento urbano, planificación urbana, Sistemas de Información Geográfica (SIG).**

ABSTRACT

Public green spaces comply an important role for an adequate quality of urban life. However, present tendencies diffuse urban growth, with strong demand for land to urbanize, place at danger the creation, preservation and management of public green spaces. From

this perspective, the objective of this work is to diagnose the availability and accessibility of the population to the public green spaces of the city of Río Cuarto (Argentina), within the frame work of urban growth patterns that it has experienced between 1980 and 2013.

From cartographic sources of the Municipality and with field control, the layers of population and public green spaces were made in GIS. This last layer was categorized according to the size of the space and later a buffer was generated for each category with the maximum distance recommended for foot access. Last, through an operation of superposition between the layers population and green spaces was determined the percentage of population that has access to the. The results obtained demonstrate, on the one hand, a consolidated urban sector with an average availability of green spaces of 28.5 m² per habitant, with an average accessibility index of 0.43 of the population. On the other hand, in the area of diffuse urban growth (urban-rural area) the average availability is 3.7 m² per habitant with an average accessibility of only 0.8 of the population. These results demonstrate that although the city in its consolidated urban area has an adequate availability of green spaces, its distribution is not optimal since less than half of the population accesses it under advised conditions. This situation is deepened in sectors of diffuse expansion in which there are no green spaces and accessibility is very low.

Keywords: *Public green spaces, Urban growth, urban planning, Geographic information systems (GIS).*

I. INTRODUCCIÓN

Los espacios verdes públicos se constituyen en uno de los principales articuladores e integradores de la vida social como lugares de encuentro, intercambio y esparcimiento. A su vez, contribuyen a: la oxigenación a través de la absorción del bióxido de carbono que contamina la atmósfera, regulación de las temperaturas y la humedad así como también permiten la filtración de los vientos reduciendo su velocidad (Falcón, 2007, Guerrero y Culós, 2007; Gómez Lopera, 2005; Rendón Gutiérrez, 2010; Sorensen et al, 1998). También actúan como reguladores de las inundaciones, manteniendo la permeabilidad del suelo y la capacidad de filtración (Reyes Pácke y Figueroa Alcance, 2010). En consecuencia, una adecuada disponibilidad, distribución y accesibilidad de la población a dichos espacios redundan en una mejor calidad ambiental y social urbana.

Sin embargo, es bastante frecuente encontrar ciudades con fuerte desequilibrio en los valores de referencia sobre la disponibilidad de espacios verdes públicos según los patrones de crecimiento urbano que van adoptando. El consumo de tierras para urbanizar con carencia de normativas que regulen la disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos, se constituye en uno de los puntos de debate para generar ciudades más sostenibles y en nuevos retos para los municipios.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) establece como parámetro mínimo 9 m² de espacios verdes por habitante, mientras que para la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el valor ideal de área verde es de 16 m²/hab. Esto demuestra la falta de un criterio único para establecer la cantidad recomendable de espacio verde por habitante entre los diversos organismos internacionales, por lo tanto se consideró como parámetros óptimos la disponibilidad de entre 10 y 15 m² de superficie verde por habitante (Tella y Potocko, 2009), cuya distribución sea proporcional en relación a la densidad de población.

No obstante, no sólo es importante considerar la superficie por habitante sino que también es necesario analizar la distribución espacial de los espacios verdes públicos y la proximidad a los mismo en relación a la distancia que una persona puede caminar en un período de tiempo no mayor a 10 minutos, en relación al tamaño del espacio verde. De esta manera,

estas medidas permiten generar un diagnóstico más exhaustivo de la situación actual de los espacios verdes públicos.

Desde esta perspectiva, el objetivo de este trabajo consiste en diagnosticar la disponibilidad y accesibilidad de la población a los espacios verdes públicos de la ciudad de Río Cuarto (Argentina), en el marco de los patrones de crecimiento urbano que ha experimentado entre 1980-2013. Esta ciudad de tamaño intermedio (157.010 habitantes) posee un crecimiento urbano de tipo difuso, en el cual se evidencian dos procesos. Por un lado, una densificación de sus zonas céntricas del área urbana consolidada; y por otro lado, una expansión del medio construido hacia sus periferias de forma discontinua y que conforma un área de transición urbana - rural de baja densidad poblacional.

En el marco de estos rasgos tendenciales de crecimiento urbano que se viene evidenciando en el área de estudio, los espacios verdes públicos son cada vez más presionados por la densificación urbana, generando conflictos en términos ambientales, sociales y estéticos.

Si bien, en los últimos años se han realizado importantes intervenciones en la recuperación y refuncionalización de áreas verdes públicas- como por ejemplo en la ribera del Río Cuarto- aún permanecen grandes diferencias de dotación de espacios verdes públicos en el área urbana consolidada y zonas de reciente expansión urbana, lo que termina condicionando la accesibilidad de la población a este tipo de espacios.

En cuanto a la normativa vigente, en el Plan de Ordenamiento urbano y el Código ambiental de la ciudad de Río Cuarto, se destinan algunos artículos a la regulación de los espacios verdes públicos, fundamentalmente en cuanto a la conservación, mantenimiento, ubicación y uso. Pese a ello, carece de la designación de indicadores de disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos, que permitan una distribución más equitativa de dichos espacios.

Dicho cuadro de situación plantea la necesidad de contar con un diagnóstico acerca de la situación actual de los espacios verdes públicos en términos de disponibilidad, distribución y accesibilidad, que aporten al diseño de políticas urbanas en relación a la importancia de la gestión, conservación y mantenimiento de los espacios verdes públicos en pos de una mejora en la calidad ambiental y social en los espacios urbanos.

II. MÉTODO

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL ESTUDIO

La ciudad de Río Cuarto se localiza en el sector sudoeste de la provincia de Córdoba (Argentina) en el departamento y pedanía homónimos, a los 33° 00' y 33° 10' de latitud sur y 64° 15' y 64° 30' de longitud oeste (figura 1).

Dicha ciudad de tamaño intermedio con una población de 157.010 habitantes -según el Censo Nacional de Población y Viviendas del año 2010-, es el segundo centro urbano más importante de la provincia de Córdoba con relación a la cantidad de habitantes y servicios que ofrece -comerciales, financieros, educativos y de salud-, por lo que se constituye en la capital alterna de la provincia.

A partir de trabajos previos (Galfioni et al, a) 2013, b) 2015) se identificó que los patrones de crecimiento urbano que ha experimentado la ciudad de Río Cuarto entre 1980-2013 se asimilan, en rasgos generales, a un modelo de ciudad difusa. En el cual se identifica, en primer lugar, un incremento de la superficie urbana construida a un ritmo mayor que la población, lo que ha contribuido a generar una baja densidad poblacional, sobre todo en las zonas de reciente expansión en la periferia del área de estudio.

En segundo lugar, se evidencia una discontinua ocupación del territorio (figura 2), producto de una falta de consolidación de áreas intersticiales vacantes y espacios desvinculados del área urbana consolidada. Este patrón de comportamiento ha contribuido a la reconversión de tierra rural a urbana y a la difuminación de los límites entre lo urbano-rural. Si bien para el año 2013, se amplía el ejido urbano de 6.000 a 8.500 ha., se observa que las tendencias de ocupación urbana discontinua se siguen intensificando.

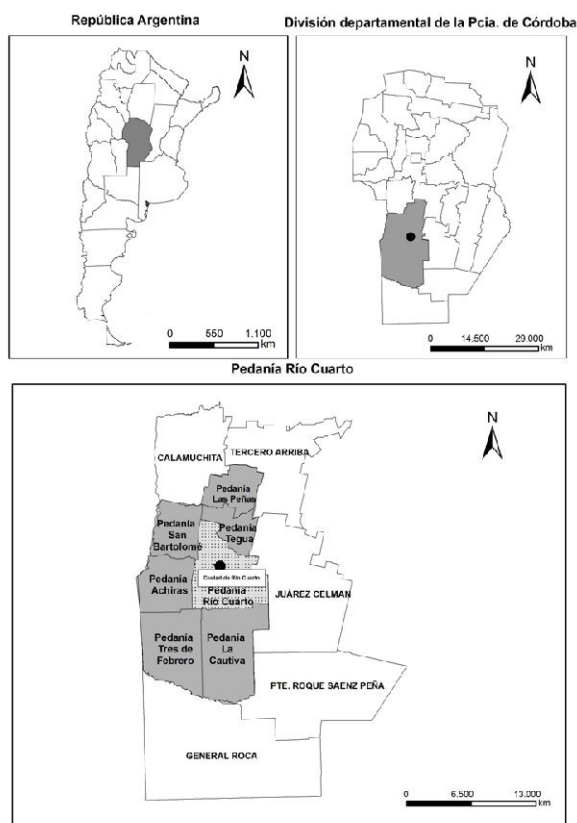
En tercer lugar, y por último, se detectan dos procesos concomitantes, por un lado un proceso de suburbanización poblacional y habitacional semejante a los rasgos enunciados en el modelo difuso, con un proceso de densificación en algunos sectores del centro de la ciudad. En este sentido, se evidencia que pese a que la periferia ha experimentado un aumento de viviendas ocupadas, no ha implicado necesariamente un desdoblamiento de algunos sectores de la zona central.

Dicho cuadro de situación, ha permitido diferenciar dos subáreas con dinámicas poblacionales y habitacionales diferentes, así como también de una demanda de infraestructura y servicios urbanos, entre ellos específicamente lo vinculado a la disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos. Dichas subáreas comprenden (figura 3):

- un área urbana consolidada comprendida por los radios censales urbanos que posee una superficie de 6.000 ha., que cuenta con 157.010 hab.
- un área de transición urbano-rural de reciente expansión, que se ubica entre los límites del área urbana consolidada y del polígono envolvente de la mancha urbana registrada para el año 2013, ajustada en función de los radios censales rurales de 2010 cuya superficie es de 3.746 ha, cuyo interior nuclea a un promedio de 274 habitantes.

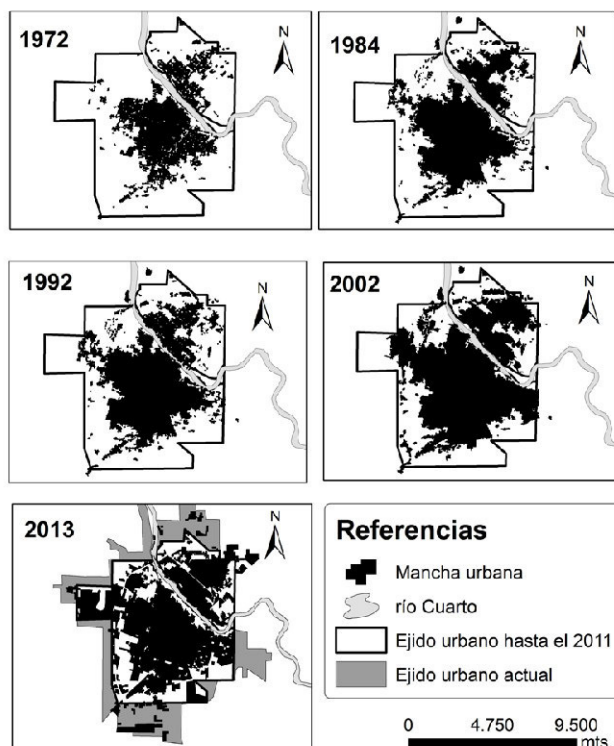
MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis territorial y estadístico de este trabajo se confeccionó un Sistema de Información Geográfica (SIG) con las capas de población y espacios verdes públicos.



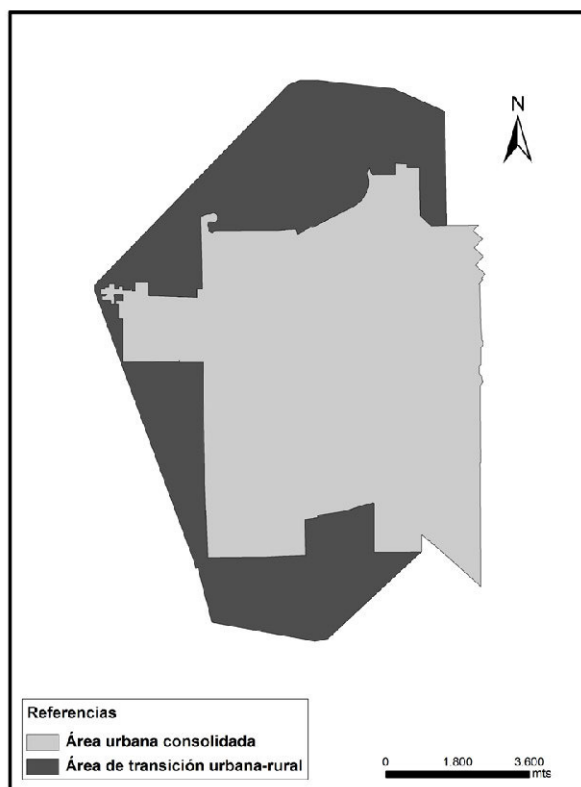
Fuente: elaboración propia. Año 2017.

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: Trabajos previos de Maldonado y Campanella (2004), obtenidos de fotografías satelitales para distintos períodos, con la actualización para el año 2013. Año:2017

Figura 2. Evolución de la superficie urbana construida en la ciudad de Río Cuarto (Argentina) entre 1972-2013



Fuente: elaboración propia. Año: 2017

Figura 3. Diferenciación del área urbana consolidada y de transición urbano-rural derivados de los patrones de crecimiento urbano entre 1980-2013

a) Población

Con base en los datos de población del Censo Nacional de población y vivienda y la capa de radios censales urbanos y rurales proporcionadas por Estadística de Córdoba, se determinó la cantidad de población y su distribución a nivel de radio censal.

b) Disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos

A partir de la información proporcionada por el municipio de la ciudad de Río Cuarto en su SIG con control de campo, se digitalizaron los espacios verdes públicos presentes en el área de estudio. Luego, se procedió a determinar la disponibilidad de espacios verdes públicos por subáreas para lo cual se calculó la superficie de cada espacio y fueron categorizados según el tamaño: hasta 34.999 m²; entre 35.000 y 99.999 m² y más de 100.000 m². Dicha información permitió determinar: la cantidad y superficie de espacios verdes públicos por categoría, participación porcentual del total de superficie de dichos espacios por subárea y por cada categoría, conjuntamente a la disponibilidad de espacios verdes públicos por habitantes.

Por último, tomando como base el documento Certificación del urbanismo ecológico de la Agencia de Ecología urbana de Barcelona (2012) se determinó el índice de accesibilidad a pie a los espacios verdes públicos. Para ello, se generó para cada una de las categorías definidas en la instancia anterior un buffer con la máxima distancia recomendada para el acceso a pie:

- Hasta 34.999 m²e: 300 m.
- Entre 35.000 a 99.999 m²: 500 m.
- Más de 100.000 m²: 900 m.

Luego, mediante una operación de superposición se determinó la proporción de ocupación de cada zona buffer sobre cada radio censal -unidades de distribución de la población- determinando así de manera indirecta la proporción de acceso de la población a los espacios verdes públicos.

III. RESULTADOS

A) DISPONIBILIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS VERDES PÚBLICOS

En lo que corresponde a la disponibilidad de espacios verdes públicos en la ciudad de Río Cuarto por categoría de tamaño (tabla I) se observa, por un lado, un área urbana consolidada que cuenta con un total de 247 espacios públicos verdes que comprenden 4.477.482 m² y representa el 7,45% de la superficie total del área, cuya disponibilidad de espacios verdes por habitante es de 28,50 m². Este último valor excede favorablemente los parámetros fijados por la OMS de entre 10 y 15 m² por habitante.

En cuanto a la participación porcentual de cada categoría en el total (figura 4), la categoría de más de 100.000 m² representa el 62,30 % (2.789.515 ha) de la superficie total de espacios verdes públicos, constituido por tan solo cuatro espacios verdes de importante dimensión tales como el Parque Sarmiento, Lago Villa Dálcar, ribera del río Cuarto y el Paseo Parque Evita del Andino.

TABLA I

DISPONIBILIDAD DE ESPACIOS VERDES PÚBLICOS EN LA CIUDAD DE RÍO CUARTO

ÁREA DE ESTUDIO	CATEGORÍAS	CANTIDAD	SUPERFICIE TOTAL (M ²)	PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DE CADA CATEGORÍA EN EL TOTAL	PARTICIPACIÓN DEL TOTAL EN LA SUPERFICIE TOTAL DEL ÁREA	DISPONIBILIDAD DE EVP/HAB
Área urbano consolidada	0-34.999 m ²	238	1.278.387	28,50	7,45%	28,52 m ² /ha
	35.999-99.999 m ²	5	409.580	9,15		
	Más de 100.000 m ²	4	2.789.515	62,30		
	Total	247	4.477.482	100		
Área de transición urbano-rural	0-34.999 m ²	1	1021	100	0%	3,72 m ² /ha
	35.999-99.999 m ²	0	0	0		
	Más de 100.000 m ²	0	0	0		
	Total	1	1021,48	100		

Fuente: elaboración propia con base a datos proporcionados por SIG del municipio de la ciudad de Río Cuarto.

En relación, a la categoría de hasta 34.999 m² se aprecia que si bien supera en cantidad con 238 espacios verdes públicos, sólo tienen una participación del 28,50 % (1.278.387 ha) que incluyen plazas, plazoletas, jardines boulevares y paseos. Por último, la categoría de entre 35.999 m² y 99.999 m², representa tan solo el 9,15 (409.580 ha) del total que comprenden solamente 5 espacios verdes públicos, constituidos por plazas.

Comparando dicho cuadro de situación en el área urbana consolidada con relación al área de transición urbano-rural, se encontraron fuertes contrastes. Esta última área cuenta con tan sólo un espacio verde público que no supera los 34.999 m² que en su totalidad cubren 1021 m² constituido por parte de la ribera del río Cuarto, con un nulo porcentaje de participación

en el total de la superficie total. Por su parte, la disponibilidad de espacios verdes públicos por habitante se encuentra muy por debajo de los valores mínimos establecidos por la OMS con el 3,72 m²/ha.

En este sentido, la disponibilidad de espacios verdes públicos en la ciudad de Río Cuarto demuestra un marcado déficit en el área de transición urbano-rural, lo que indicaría que dicho proceso de crecimiento urbano no ha estado acompañado por la creación de espacios verdes públicos que aseguren el bienestar de la población en estas áreas de reciente expansión.

B) ACCESIBILIDAD A LOS ESPACIOS VERDES PÚBLICOS

En relación al índice de accesibilidad de la población a los espacios verdes según su tamaño (figura 4) se detecta en lo que corresponde al área urbana consolidada, en primer lugar, la presencia de espacios verdes menores a 34.999 m² tales como plazas, plazoletas y boulevares, los mismos se concentran en el centro de la ciudad garantizándole a la población que reside en este sector el acceso a este tipo de espacios públicos. En lo que corresponde a los radios censales periféricos la disponibilidad de espacios verdes a menos de 300 m. disminuye lo que genera en estos espacios un bajo índice de accesibilidad.

En segundo lugar, en lo que corresponde a los espacios verdes entre 35.000 y 99.999 m² se observan en menor cantidad dis-

tribuidos por la ciudad, lo que contribuye a que un reducido porcentaje de la población ubicado en tres radios censales del sector centro, oeste y sur tengan acceso a dicha tipología.

Por último, en lo que corresponde a los espacios verdes mayor a 100.000 m², el área urbana consolidada dispone del Parque Sarmiento, Parque Villa Dálcar, el Paseo Parque Evita en el Andino y ribera del río Cuarto, que actúan como cuatro importantes pulmones verdes dentro de la ciudad que garantiza a la población ubicada en los radios censales centrales el acceso a este tipo de espacios verdes.

En lo que concierne al área de transición urbano-rural el porcentaje de accesibilidad disminuye considerablemente, lo que demuestra valores altamente críticos en dichas áreas de recientes expansión.

A nivel general, se detecta en relación a un promedio entre los porcentajes de cobertura simultánea a las distintas tipologías de espacio verde considerados (figura 5), que la mayoría de la población tiene un bajo porcentaje de acceso a los espacios verdes públicos. De esta manera, se identifica que algunos radios censales urbanos centrales presentan valores más favorables con una alta proporción de población que tiene acceso a alguna zona verde, lo que contribuye en estos sectores a que tengan mayores beneficios del tipo ambiental, social y recreativo.

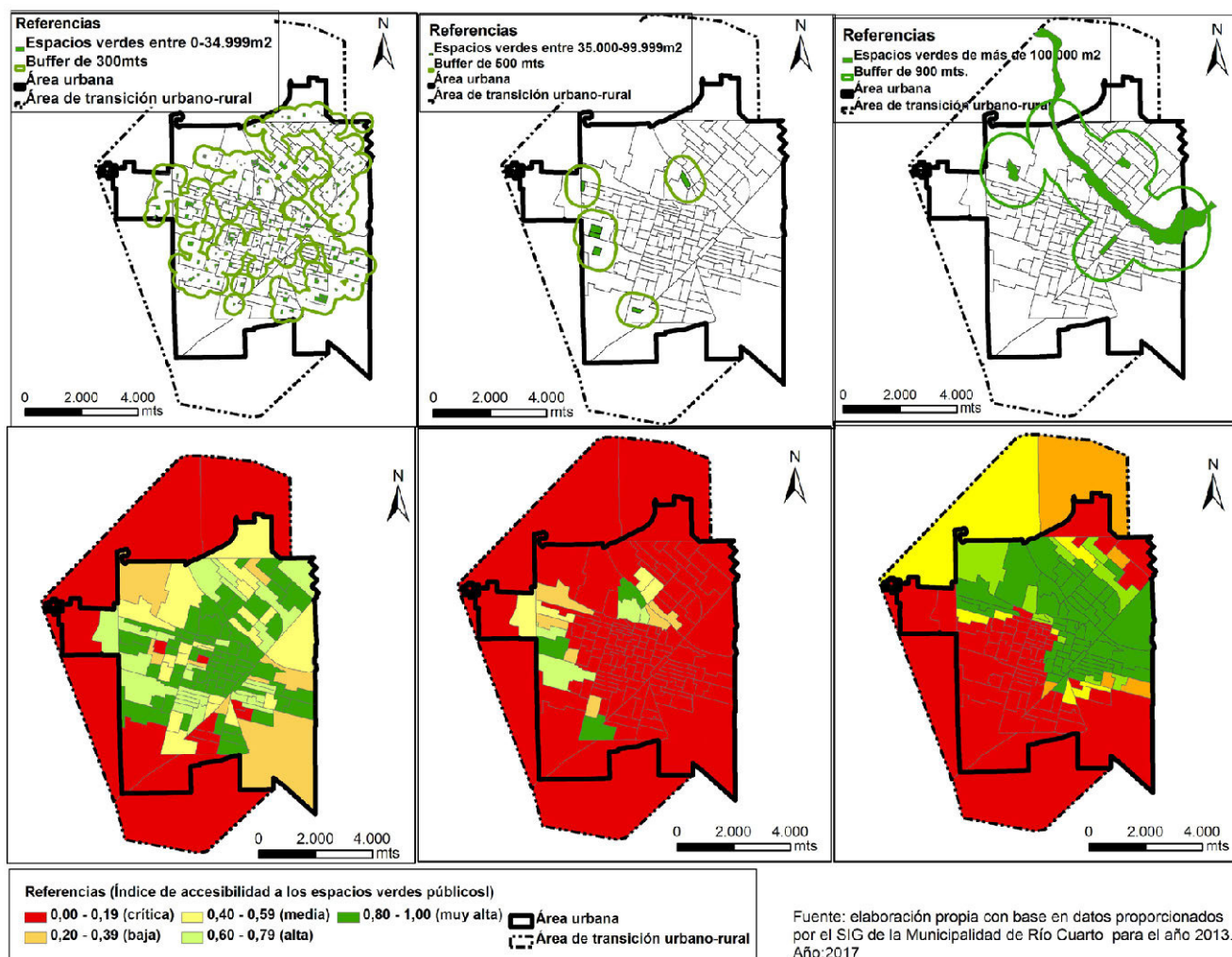
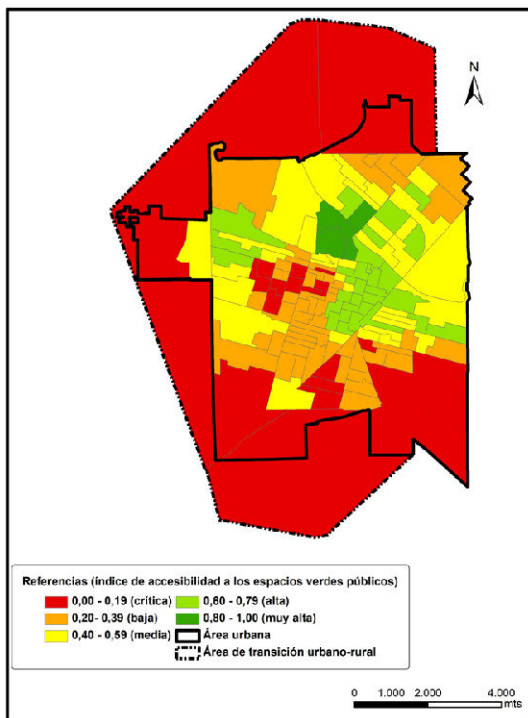


Figura 4. Distribución de los índices de accesibilidad a los espacios verdes públicos por categoría en la ciudad de Río Cuarto



Fuente: elaboración propia con base en datos proporcionados por el SIG de la Municipalidad de Río Cuarto para el año 2013.
Año: 2017

Figura 5. Distribución promedio de los índices de accesibilidad a los espacios verdes públicos en la ciudad de Río Cuarto

IV. CONCLUSIONES

A partir del análisis de la disponibilidad y accesibilidad a los espacios verdes públicos en Río Cuarto se evidencian dos estados de situación bien contrastados. Por un lado, se detecta un área urbana consolidada que excede de manera considerable los umbrales mínimos establecidos por la OMS de superficie verde por habitante, a diferencia de un área de transición urbano-rural con un marcado déficit de espacios verdes públicos por habitante. Sin embargo, en ambas áreas se evidencia una desigual distribución de dichos espacios en términos de accesibilidad de la población a los mismos, cuadro de situación que se torna más crítico en el área de transición urbana rural. De esta manera, los resultados demuestran que la actual dinámica de crecimiento urbano difuso carece de una planificación y gestión urbana en relación a este bien público (Falcón, 2007; Guerrero et al, 2007; Gómez Lopera, 2005; Rendón Gutiérrez, 2010; Sorensen et al, 1998).

Por consiguiente se requiere de una planificación urbana integral, empezando por definir qué áreas periurbanas se incorporan al sector urbano consolidado para ocupar adecuadamente el territorio y de esta forma diseñar y construir espacios verdes públicos que garantice tanto el bienestar social como ambiental.

REFERENCIAS

- Falcón, A. (2007) .Espacios Verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona, España. Editorial: Gustavo Gili, SL.
- Galfioni, M. A.; Degioanni, A.; Maldonado, G. Y Campanella, O. (2013) .Conflictos socio ambientales: identificación y representación espacial en ambiente SIG. Estudio de caso en la ciudad de Río Cuarto (Argentina). Estudios Geográficos, Vol. LXXIV (Nº 275), 469-493.
- Galfioni, M. A. y Degioanni, A (2015) Nuevas formas y contenidos: patrones de crecimiento urbano en la ciudad de Río Cuarto. Un abordaje desde sus variables demográficas y morfológicas. Reflexiones Geográficas (17), 50-64. Editorial: Agrupación de Docentes Interuniversitarios de Geografía. Río Cuarto, Argentina.
- Guerrero, M. y Culós, G.; 2007. Indicadores ambientales en la gestión de espacios verdes. El parque Cerro La Movediza. Tandil, Argentina. Revista Espacios, 28. (1), 57-73.
- Gómez Lopera, F. (2005). Las zonas verdes como factor de calidad de vida en las ciudades. Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, XXXVII (144) ,417-436. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2074702>
- Maldonado, G. I. Y Campanella, O. (2004) Evolución de la Mancha Urbana de la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina, mediante la aplicación de Tecnología de Sensoramiento Remoto y Sistemas de Información Geográfica. 6º Encuentro Internacional Humboldt. Villa Carlos Paz, Córdoba.
- Rendón Gutiérrez, R. E. (2010). Espacios verdes públicos y calidad de vida. In 6to. Congreso Internacional Ciudad y Territorio Virtual, Mexicali, 5, 6 y 7 Octubre 2010. Centre de Política de Sòl i Valoracions.
- Reyes Pácke, S., & Figueroa Aldunce, I. M. (2010). Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile. EURE (Santiago), 36(109), 89-110.
- Rueda, S. (2012) Certificación del Urbanismo ecológico. Agencia de Ecología urbana, Barcelona, España.
- Sorensen, M., Berzatti, V., Kerpi, K. & Williams, J. (1998). Manejo de las Áreas Verdes Urbanas. Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Desarrollo Sostenible N° ENV-109.
- Tella, G. y Potocko, A. (2009). Los espacios verdes públicos. Una delicada articulación entre demanda y posibilidades efectivas. Revista Mercado y Empresas para Servicios Públicos, (55), 40-55. <http://www.guillermotella.com/articulos/los-espacios-verdes-publicos-una-delicada-articulacion/>.

Identificación de áreas con potencial conflicto entre usos del suelo en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)

Principi Noelia¹, Buzai Gustavo^{1, 2}

1 Instituto de Investigaciones Geográficas (INIGEO), Universidad Nacional de Luján
Ruta Nacional N° 5 y Av. Constitución, (6700), Luján, Argentina.

2 Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
prodig@unlu.edu.ar / www.prodig.unlu.edu.ar

RESUMEN

El presente trabajo encuentra sus fundamentos a partir de las problemáticas desencadenadas por la dinámica del crecimiento urbano en la cuenca del río Luján, un espacio regional de 3.778 km². El objetivo es determinar zonas de potencial conflicto ante la evolución espacial de los usos del suelo urbano-rural-conservación en la cuenca.

Para lograrlo se han realizado bases de datos en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la aplicación de métodos de análisis espacial basados en las técnicas del modelado cartográfico, principalmente la evaluación multicriterio y el método LUCIS (Land Use Conflict Identification Strategy). El resultado final muestra que 1.577,94 km² presentan potencialidad de conflictos entre usos del suelo, lo que abarca un 41,76% del área de estudio.

La presentación incluye el marco metodológico de la investigación hacia la presentación de mapas parciales (aptitud urbana, aptitud rural y aptitud para la conservación) y el mapa final de potenciales conflictos.

Los resultados constituyen una importante herramienta transferida desde el ámbito académico hacia el ámbito de la gestión con la finalidad de apoyar los procesos de toma de decisiones. En este sentido se discute el rol de la Geografía Aplicada como campo científico productor de conocimientos de gran aptitud para las tareas del diagnóstico y propuestas en el marco del Ordenamiento Territorial.

Palabras clave: **Geografía Aplicada, Análisis Regional, SIG, Evaluación Multicriterio, LUCIS.**

ABSTRACT

The present paper is based on the problems triggered by the dynamics of urban growth in the Luján river basin, a regional area of 3,778 km². Areas of potential conflict will be identified in relation to the spatial evolution of urban-rural-conservation land uses in the basin.

To achieve this, geographic information systems (GIS) databases have been developed for the application of spatial analysis methods based on cartographic modeling techniques, mainly multicriteria evaluation and Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS). The final result shows that 1,577.94 km² have potential for conflicts between land uses, which covers 41.76% of the study area.

The presentation includes the theoretical framework of the research and its methodological development towards the presentation of partial maps (urban aptitude, rural aptitude and conservation aptitude) and the final map of potential conflicts.

The results constitute an important tool transferred from the academic scope to the scope of the management with the purpose of supporting the processes of decision making. In this sense, the role of Applied Geography as a scientific field producing knowledge of great aptitude for the tasks of diagnosis and proposals within the framework of Territorial Planning is discussed.

Keywords: *Applied Geography, Regional Analysis, GIS, Multicriterial Evaluation, LUCIS.*

I. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Análisis espacial y evaluación de zona de potenciales conflictos ambientales, productivos y patrimoniales ante la expansión urbana en la cuenca del río Luján (Provincia de Buenos Aires, Argentina)”¹, que se realiza en la Universidad Nacional de Luján (UNLu) con apoyo financiero de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT).

La aplicación que se presenta tiene como objetivo obtener mapas de aptitud para el desarrollo o expansión agrícola, urbana y de conservación y a partir de ellos poder determinar la distribución espacial de las áreas con potencialidad de conflicto entre diferentes usos del suelo en la cuenca del río Luján.

La determinación de la competencia espacial y la identificación de escenarios de potencial conflicto entre diferentes usos del suelo permiten dar cuenta de la dinámica urbano-regional de esta área de la Provincia de Buenos Aires. A partir de técnicas de Evaluación Multicriterio (EMC) con SIG se puede analizar el espacio geográfico con fines de apoyo a su planificación, ya que es posible investigar un número de alternativas entre múltiples criterios y objetivos. Conocer y analizar las áreas que presentarían conflictos a futuro, permitirá movilizar mecanismos de toma de conciencia, gestión, decisión y planificación a partir de estrategias que prioricen el ordenamiento territorial, basadas en herramientas de apoyo para la decisión espacial, en el marco de una Geografía Aplicada.

II. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca del río Luján (figura 1) se ubica en el noreste de provincia de Buenos Aires, se extiende en sentido suroeste a noreste, ocupando una superficie de 3761 km². Es la cuenca más extensa del Área Metropolitana de Buenos Aires. Al norte la cuenca limita con las cuencas del arroyo de la Cruz y del río Areco; al oeste y al sur con la cuenca del río Salado y al sureste con la cuenca del río Reconquista.

La delimitación de la cuenca del río Luján fue actualizada por Lanzelotti y Buzai (2015), a partir de un ajuste en los límites de la misma realizada con la utilización de imágenes satelitales SRTM y ASTERDEM7 y procesadas con el complemento ArcHydro de ARCGIS 10.1 y corregidas mediante interpretación visual de imágenes.

La cuenca alta se caracteriza por presentar zonas principalmente rurales, llegando a la cuenca baja que se encuentra en unas de las regiones urbanas de mayor importancia a nivel mundial, la Ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires.

Los partidos bonaerenses que integran la cuenca son Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz, General Rodríguez, José C. Paz, Luján, Malvinas Argentinas, Mercedes, Moreno, Pilar, San Andrés de Giles, Carmen de Areco, Chacabuco, San Fernando, Suipacha y Tigre.

La topografía general de la cuenca es suave, las máximas alturas se localizan en el oeste, llegando aproximadamente a los 60 msnm y descendiendo en sentido sureste hasta alcanzar el nivel del mar. Los rasgos singulares del río Luján son propios de los de zonas de escasa o nula pendiente. Las cotas fluctúan entre los 46 y 58 m con una media del tramo superior que ronda los 47 m (Paso Viola, 2016).

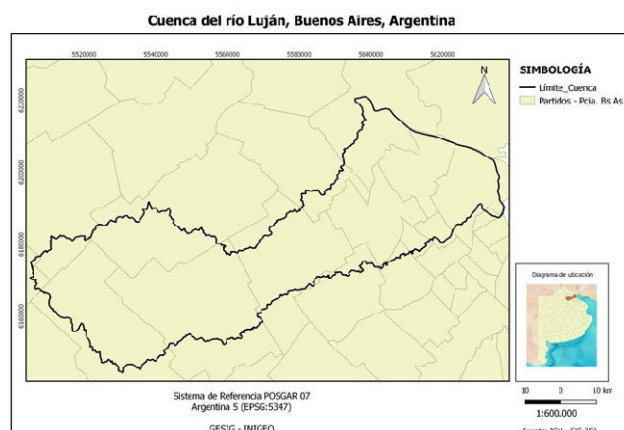


Figura 1. Área de estudio

III. EVALUACIÓN MULTICRITERIO

La EMC consiste en un conjunto de técnicas que están orientadas a facilitar el proceso de toma de decisiones. Se evalúan diferentes alternativas a través de múltiples criterios en función de un objetivo específico o varios objetivos. El objetivo dentro de la EMC se entiende como el tipo de regla de decisión a utilizar, en cambio los criterios son el punto de referencia para la decisión a ser tomada, en este sentido es muy importante que los criterios puedan ser medidos y evaluados.

El análisis de EMC comienza con una información básica compuesta por variables o capas temáticas en formato cartográfico que sirven como criterios para realizar los procedimientos de evaluación. Hay dos tipos de criterios: factores o limitantes. Aquellos que presentan valores continuos de aptitud locacional en cada variable son llamados factores. El criterio de tipo limitante, también denominado restricción, actúa con la finalidad de asignar resultados en un sector de-

¹ Proyecto PICT 2014-1388. Director: Gustavo D. Buzai, Co-directora: Sonia L. Lanzelotti, Investigadores Luis Humacata, Noelia Principi, Gabriel Acuña Suárez y Claudia A. Baxendale. Vigencia 2016-2018

limitado del área de estudio con fin restrictivo. Mientras las primeras realzan la posibilidad de algunas posibilidades, los segundos restringen la disponibilidad de algunas alternativas en función de lo que se está evaluando.

Mediante la selección de variables, sus tratamientos tendientes hacia la generación de factores y restricciones, y la determinación de diferentes formas de combinación nos encaminamos hacia la búsqueda de resultados. Las formas de vinculación se denominan reglas de decisión y su proceso de aplicación evaluación.

Estas relaciones pueden visualizarse en triángulo de decisiones estratégicas (Figura 2) formado por un espacio de relaciones en el interior de dos ejes ortogonales. En el eje x se presenta el nivel de riesgo y en el eje y el nivel de compensación. Las soluciones posibles están entre los métodos booleanos por multiplicación, con análisis de riesgo mínimo sin compensación, a través de la suma donde se presenta un escalonamiento hacia el riesgo máximo sin compensación, y, por última, la combinación lineal ponderada donde se presenta un análisis de riesgo medio con máxima compensación (Buzai y Baxendale, 2011).

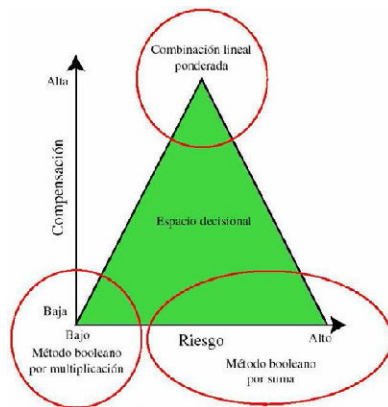


Figura 2. Triángulo de decisiones locales estratégicas

La regla de decisión, entonces, debe permitirnos integrar de manera coherente los diferentes criterios implicados en la evaluación, ya que es el procedimiento por el que se obtiene una evaluación particular y nos sirve para comparar, a través de ella, diferentes tipos de evaluaciones. Una vez que la regla de decisión está estructurada, el paso siguiente que es la aplicación es lo que se denomina evaluación y será lo que finalmente generará el modelo de decisión. Una regla de decisión, por ejemplo, puede ser tan simple como aplicar un buffer de distancia para la localización de alguna actividad específica. Cuando comenzamos a integrar diferentes criterios de manera coherente en la regla de decisión, esta se va complejizando y aquí la EMC es donde cobra su mayor importancia.

IV. LAND USE CONFLICT IDENTIFICATION STRATEGY (LUCIS)

El modelo LUCIS fue desarrollado Carr y Zwick (2006, 2007), quienes tomando como base la lógica de las técnicas de evaluación multicriterio apoyadas por el uso de SIG, han propuesto un modelo de resolución estandarizada de interesantes capacidades para la identificación empírica de áreas potenciales de conflicto entre usos del suelo.

El modelo contempla la realización de seis pasos como camino de resolución hacia la obtención de un mapa con las áreas de potenciales conflictos entre usos del suelo urbano, agrícola y de conservación:

1. Definición de objetivos: Se considera que cada localización puede tener tres posibilidades de ocupación en cuanto a usos del suelo, los cuales pueden estar dedicados a actividades urbanas, agrícolas o de conservación. Cada una de estas actividades tiene como meta la maximización de oportunidades en ciertas líneas de desarrollo, por ejemplo, el uso urbano en cuanto a la expansión residencial y actividades de la producción secundaria y terciaria, el uso agrícola para la expansión de la producción primaria, principalmente la agricultura y el uso de conservación para la protección ecológica.
2. Creación de la base de datos espacial: Se realiza generando una serie de capas temáticas con información relevante y básica para el logro de cada uno de los tres objetivos señalados. Además de los temas a ser considerados en el análisis, en este punto se deben definir los aspectos técnicos de la creación de bases de datos alfanuméricas y gráficas en el marco de la tecnología SIG, como la extensión del área de estudio, sistema de proyección y unidad mínima de resolución espacial.
3. Análisis de aptitud: Se realiza el análisis de cada capa temática del área de estudio determinando la aptitud relativa de las categorías de cada criterio para cada objetivo. Corresponde a la creación de factores para la aplicación de las técnicas de evaluación multicriterio. El método LUCIS considera una estandarización de aptitud continua (ac).
4. Determinación de preferencias: Se establece la importancia de cada factor en la resolución del objetivo específico. Para lograr el resultado se apela al conocimiento teórico o se utiliza una metodología para la obtención de los números representativos de la importancia de cada factor, como el método de ponderación por ranking recíproco (Malczewski, 1999). El procedimiento de asignación de importancias puede estar apoyado por la colaboración entre expertos en cada temática involucrada (Jankowski y Nyerges, 2001) y matemáticamente cumple las siguientes características:

$$\sum p_i = 1 \tag{1}$$

$$0 < p_i \leq 1 \tag{2}$$

5. Aplicación de la regla de decisión y reclasificación de resultados: Se ejecuta el procedimiento de combinación lineal ponderada obteniéndose un valor índice sintético para cada localización en base a la definición de factores y los valores de ponderación para cada uno de ellos de la siguiente forma:

$$I_i = \sum p_i x_i \tag{3}$$

o integrando restricciones espaciales incorporando la multiplicatoria de capas booleanas

$$I_i = \sum p_i x_i \prod r_j \tag{4}$$

El resultado corresponde a tres mapas de aptitud general para usos de urbano, agrícola o de conservación. Una reclasificación lleva cada valor de aptitud continua (ac) a tres categorías de la siguiente forma:

$$1 \leq ac \leq 3 \tag{5}$$

El resultado corresponde a tres mapas de aptitud reclasificada para cada objetivo en aptitudes altas (A), media (M) y baja (B).

- Identificación de áreas potenciales de conflicto: La combinación de usos conflictivos y no-conflictivos se encuentra en la combinatoria de las tres categorías para cada objetivo a partir de un gráfico de dispersión tridimensional que presenta las 27 combinaciones posibles de los tres mapas de aptitud considerados el Objetivo 1, Objetivo 2 y Objetivo 3 (figura 3). Los espacios que generan conflicto en la asignación de usos son los siguientes: BBB, MBM, ABA, MMB, BMM, MMM, AMA, AAB, AAM, BAA, MAA y AAA destacados en color más oscuro.

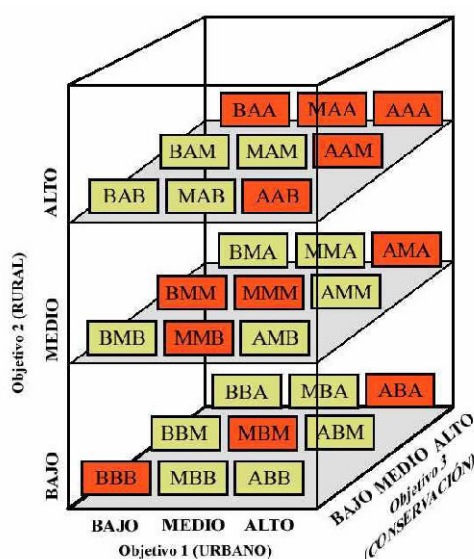


Figura 3. Combinación de objetivos y determinación de situaciones de potencial conflicto entre usos del suelo

V. APLICACIÓN Y RESULTADOS

DEFINICIONES PRELIMINARES Y ANÁLISIS DE APTITUD

Las definiciones preliminares consistieron en evaluar diferentes capas temáticas que podrían ser incluidas en el análisis de EMC considerando el objetivo: aptitud urbana. Se consideraron las variables del proyecto SIG-250 del Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina (IGN) y se consideraron aquellas que contenían información relevante para el logro de los objetivos. Todas las variables, en formato shapefiles debieron ser convertidas al formato vectorial nativo del software IDRISI Selva 17.0, con el que se realizó la aplicación metodológica, y luego convertidas a formato raster para poder aplicar la EMC, en un módulo específico que el programa tiene para esta metodología. En este punto la intervención del investigador es importante al definir qué variables se incluyen dentro de las posibilidades existentes, considerando la significancia que posean para lograr el objetivo: expansión o desarrollo del uso del suelo urbano, agrícola o de conservación.

CRITERIOS PARA LA OBTENCIÓN DE LOS MAPAS DE APTITUD

Con las variables seleccionadas se procede a la creación de los criterios o factores para luego aplicar las técnicas de EMC. En este punto se debe determinar la importancia de cada criterio en la resolución de cada objetivo específico. Para lograr este resultado se considera el conocimiento teórico de la problemática, los reglamentaciones que pudieran apoyar las determinaciones o las consultas a expertos en diferentes temáticas.

Se obtienen factores con valores que oscilan entre 0-255, ya que se someten a una estandarización difusa que permite obtener mapas de aptitud continua para cada criterio, oscilando entre los extremos apto-no apto. Luego, a partir de una combinación basada en un método de EMC se llega al mapa de aptitud que contemplará tres categorías de aptitud, que se obtendrán a partir del procedimiento de reclasificación: baja (entre 0 y 85), media (entre 85 y 170) y alta (entre 170 y 255).

Es importante aclarar que todos los mapas son multiplicados por el mapa de áreas urbanas actuales booleano, como restricción, que deja en valor 0 las áreas que actualmente son de uso urbano y con valor 1 el resto. Esto se realiza para no considerar en el análisis las áreas que ya están consolidadas como urbanas y que por sus características físicas podrían ser aptas para algún otro uso.

HACIA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE APTITUD URBANA

La aptitud urbana se calculó a partir de 5 capas temáticas, en las cuales fueron aplicados los siguientes procedimientos para la creación de factores:

- Áreas urbanas. Consideración de áreas urbanas actuales y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros).
- Red vial. Consideración de red vial (incluye rutas nacionales y provinciales, caminos pavimentados y de tierra) y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 3000 metros).
- Estaciones de ferrocarril. Consideración de las estaciones de ferrocarril y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros).
- Bañados: terrenos bajos y húmedos, a trechos cenagosos y a veces inundado por aguas pluviales o por las de un río o laguna cercana. Consideración de los bañados como 0, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias 0 a 10000 metros de los bañados).
- Cursos de agua. Consideración de los cursos de agua, cálculo de un buffer de distancia de 1000 metros y luego cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 2000 metros considerando el buffer).

El método de ponderación por ranking recíproco consideró el siguiente orden en la importancia de los factores: áreas urbanas (1), red vial (2), cursos de agua (3), bañados (3) y estaciones de ferrocarril (4), dando como resultado las ponderaciones 0,41; 0,21; 0,14; 0,14 y 0,10 respectivamente.

El mapa de aptitud urbana (figura 4) presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 1 que ocupa el eje x en la figura 3.

HACIA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE APTITUD AGRÍCOLA

La aptitud agrícola se calculó a partir de la utilización de 3 capas temáticas, en las cuales fueron aplicados los siguientes procedimientos para la creación de factores:

- Relieve (Categorías: 0-10m, 10-20m, 20 -30m, 30-40m, 40-50m y 50-60m). Aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 la cobertura de mayor aptitud en la categoría de mayor altura)
- Suelos (Categorías: uso de tierra mixto; plantaciones perennes; bosque artificial; cañadas; bañados; ciénaga, tremedal, tembladeral; paleocauce o cauce abandonado; cordones o

acumulación de conchillas y planta urbana). Reclasificación en el siguiente orden: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 la cobertura de mayor aptitud en la primera categoría)

- (3) Infraestructura rural. Consideración de la infraestructura rural existente y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 4000 metros).

El método de ponderación por ranking recíproco consideró el siguiente orden en la importancia de los factores: Relieve (1), Suelos (1), Infraestructura rural (3), dando como resultado los valores 0,43; 0,43 y 0,14 respectivamente.

El mapa de aptitud urbana (figura 5) presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 2 que ocupa el eje y en la figura 3.

HACIA LA OBTENCIÓN DEL MAPA DE APTITUD PARA LA CONSERVACIÓN

La aptitud para la conservación ha sido calculada a partir de la utilización de 3 capas temáticas, a partir de la aplicación de los siguientes procedimientos para la creación de factores:

- (1) Suelos. (Categorías: bañados; cañadas; paleocauce o cauce abandonado; ciénaga, tremedal, tembladeral; cordones o acumulación de conchillas; bosque artificial; plantaciones perennes, uso de tierra mixto y planta urbana). Reclasificación en el siguiente orden: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 respectivamente. Aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 la cobertura más óptima la primera
- (2) Cursos de agua. Consideración de los cursos de agua y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 1000 metros).

Criterio: Distancia a cursos de agua

- (3) Cuerpos de agua. Consideración de los cuerpos de agua y cálculo de distancias, aplicación de cálculo fuzzy lineal decreciente (255-0 en distancias de 0 a 1000 metros).

El método de ponderación por ranking recíproco consideró el siguiente orden en la importancia de los factores: Suelos (1), Cursos de agua (2) Cuerpos (2), dando como resultado los valores 0,50; 0,25 y 0,25 respectivamente.

El mapa de aptitud para la conservación (figura 6) presenta una reclasificación del resultado en tres categorías, base para la combinación posterior, correspondiente al objetivo 3 que ocupa el eje z en la figura 3.

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS CON POTENCIALES CONFLICTOS ENTRE USOS DEL SUELO

Para continuar con la aplicación del método LUCIS se realizó una nueva reclasificación de los mapas, ya que se necesitan los mapas es unidades, decenas y centenas para obtener todas las posibles combinaciones de zonas con o sin conflictos. Por ejemplo una combinación "333", sería una combinación altamente conflictiva, ya que sería de alta aptitud para los tres objetivos.

Con los mapas reclasificados se realiza la suma de los mismos y se obtiene un mapa con todas las combinaciones posibles entre los diferentes usos del suelo, conflictivas o no. Este mapa es el que permite obtener, a partir de la reclasificación y extracción de combinaciones conflictivas, el mapa final de potenciales conflictos agrupados (figura 7).

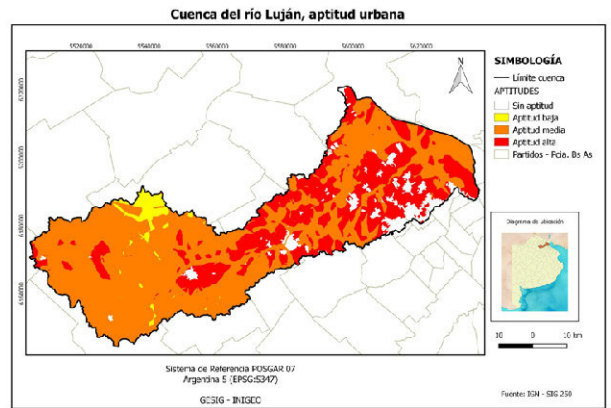


Figura 4. Mapa de aptitud urbana.

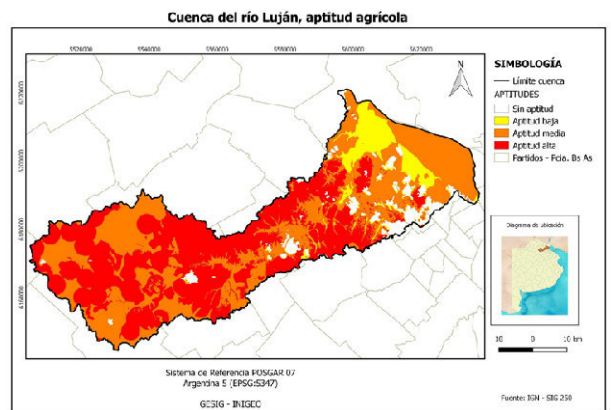


Figura 5. Mapa de aptitud agrícola

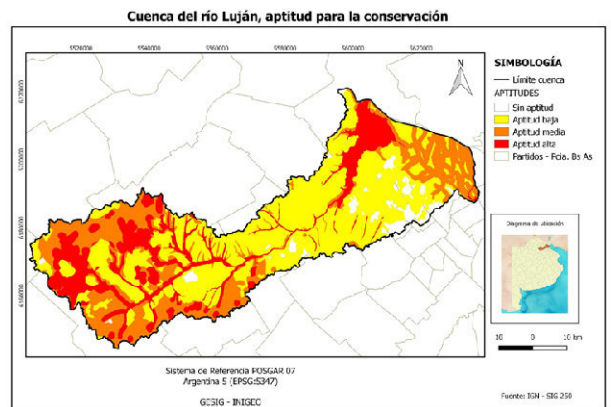


Figura 6. Mapa de aptitud para la conservación

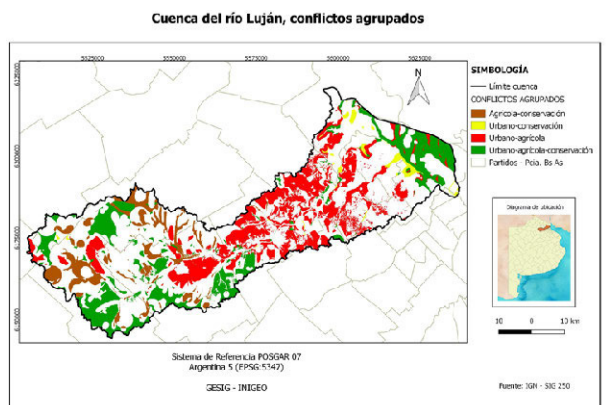


Figura 7. Mapa de conflictos entre usos del suelo agrupados

A partir del mapa de combinación de objetivos se pueden obtener de manera detallada las áreas de cada zona conflictiva en kilómetros cuadrados. A continuación se presentan los datos de conflictos desagregados y luego los conflictos agrupados.

TABLA I
RESULTADOS DESAGREGADOS DE ÁREAS CON POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

COMBINACIÓN	APTITUDES DOMINANTES	SUPERFICIE (KM ²)
111	Urbano-Agrícola-Conservación	No se produce
122	Agrícola-Conservación	35,02
133	Agrícola-Conservación	13,67
212	Urbano- Conservación	27,92
221	Urbano-Agrícola	188,43
222	Urbano-Agrícola-Conservación	562,05
233	Urbano- Conservación	203,57
313	Urbano- Conservación	13,33
323	Urbano- Conservación	8,37
331	Urbano-Agrícola	516,19
332	Urbano-Agrícola	7,41
333	Urbano-Agrícola-Conservación	1,98
TOTAL	Conflictos completos	1577,94

TABLA II
RESULTADOS AGRUPADOS DE ÁREAS CON POTENCIAL CONFLICTO ENTRE USOS DEL SUELO EN LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

COMBINACIÓN	APTITUDES DOMINANTES	SUPERFICIE (KM ²)
122-233-233	Agrícola-Conservación	252,26
212-313-323	Urbano-Conservación	49,62
221-331-332	Urbano-Agrícola	712,03
222-333	Urbano-Agrícola- Conservación	564,03
TOTAL	Conflictos completos	1577,94

VI. CONCLUSIONES

El mapa de aptitud urbana (figura 4), se observa que la mayor aptitud de expansión del uso urbano se localiza en las zonas cercanas al uso urbano actual, esto está vinculado a que en la definición de criterios y aplicación de la regla de decisión el criterio de uso urbano actual tuvo la mayor ponderación, con un peso de 0.41. El mapa de aptitud agrícola (figura 5), se observa que las áreas más aptas son las que corresponden al uso mixto de la tierra (agrícola-ganadero), según la clasificación de las coberturas del suelo del IGN. Mientras que las zonas de bañados y de acumulación de conchillas presentan las aptitudes más bajas. En este caso, los criterios considerados dieron mayor ponderación a las coberturas del suelo y, dentro de estas, específicamente al área de uso mixto de la

tierra, además de considerar las alturas más propicias para el desarrollo agrícola. Finalmente, en el caso del mapa de aptitud para la conservación (figura 6) muestran mayor aptitud las áreas de bañados y los cursos y cuerpos de aguas y sus áreas cercanas, considerándose estas áreas como de mucha importancia para conservación de la biodiversidad.

Los resultados combinatorios de los mapas objetivos permitieron obtener el mapa final de conflictos entre usos del suelo (figura 7), con las tablas correspondientes donde aparece la superficie que presentaría conflicto según el tipo de uso del suelo. La combinación urbano-agrícola-conservación (111) es la única que no presenta superficie con conflicto. Sin embargo, existen 5 combinaciones más que presentan valores de conflictos muy bajos, que representan una superficie menor a 15 km². Estas combinaciones son: 133, 313, 323, 332 y 333.

En la tabla II, con las áreas de conflictos agrupados, aparece la combinación urbano-agrícola como la de mayor área de conflicto entre estos usos del suelo en la cuenca del río Luján, con 712,03 km² afectados. Le sigue en importancia la combinación urbano-agrícola-conservación con 564,03 km² en posibilidad de conflicto futuro, finalmente la combinación agrícola-conservación con 252,26 km² con potencialidad de conflicto, y por último la combinación urbano-conservación con un valor de conflicto muy bajo, de 49,62 km².

La superficie total de conflicto es de 1577,94 km², sobre una superficie total de 3761 km². Es decir, de la totalidad de superficie de la cuenca del río Luján, un 41,95 % se encuentra en potencial conflicto entre usos del suelo. De ese porcentaje en conflicto, el 80,85% lo concentran los conflictos urbano-agrícola y urbano-agrícola-conservación, con 45,12% y 37,73% respectivamente.

Los resultados obtenidos son considerados aceptables, responden a un resultado esperable para una región con una dinámica regional muy activa, con zonas de transición entre usos plenamente agrícolas y otras áreas urbanas, densamente pobladas, principalmente las zonas cercanas a la ciudad de Buenos Aires, y con la presencia de cursos y cuerpos de agua muy importantes en cuanto a la conservación de biodiversidad.

Finalmente, el trabajo permite evidenciar la potencialidad de la EMC para obtener resultados en el marco de una Geografía Aplicable con importantes posibilidades de avanzar hacia una Geografía Aplicada, que además puede ser transferible a organismos de gestión y planificación para utilizar los resultados obtenidos con la finalidad de mitigar los efectos socioespaciales negativos de la competencia por el territorio a futuro. Desde este punto de vista ha sido muy favorable poder lograr correctamente el desarrollo teórico-metodológico de la aplicación basada en SIG y obtener como resultado final un escenario futuro de conflictividad entre los tres usos del suelo considerados.

REFERENCIAS

- Baxendale, C.A. 2007. Región y estudios regionales. Consideraciones desde los diferentes enfoques de la Geografía. *Frnteras*. 6(6):29-36.
- Bertalanffy, L.von 1968. *General System theory: Foundations, Development, Applications*. George Braziller. New York.
- Bunge, M. 2012. *A la caza de la realidad*. Gedisa. Barcelona.
- Bunge, M. 2014. *Memorias. Entre dos mundos*. EUDEBA. Buenos Aires.
- Burrough, P.A.; McDonnell, R.A. 1998. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford University Press. Oxford.
- Buzai, G.D. (Dir.) 2002. *Altas digital de la cuenca del río Luján*. Universidad Nacional de Luján. Luján (versión CD).
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2007. Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Primera parte: descripción metodológica). *Frnteras*. 6(6):45-49.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2008. Áreas de potencial conflicto entre usos del suelo. Identificación mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (Segunda parte: aplicación). *Frnteras*. 7(7):33-39.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2010. Método LUCIS – Land Use Conflict Identification Strategy. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica. (Bibliografía, Software y Metodología)*. 2(2):1-4.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A. 2011. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Tomo 1: Perspectiva científica – temáticas de base vectorial*. Lugar Editorial. Buenos Aires.
- Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Cacace, G.; Dzendoletas, M.A. 2011. Análisis de usos del suelo urbano y regional. Localizaciones óptimas y conflictivas estudiadas con Sistemas de Información Geográfica. PROEG 11. Universidad Nacional de Luján. Luján.
- Buzai, G.D.; Cacace, G. 2016. El concepto de espacio. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Humacata, L.; Cacace, G.; Delfino, H.; Lanzelotti, S.; Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica*. EdUNLu. Luján. pp. 51-56.
- Buzai, G.D. & Principi, N. (2017) Identificación de áreas de potencial conflicto en la cuenca del río Luján (Argentina). *Revista Geográfica de América Central*. (en prensa)
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. 2006. Using GIS suitability analysis to identify potential future land use conflicts in north central Florida. *Journal of Conservation Planning*. 1(1):89-105.
- Carr, M.H.; Zwick, P.D. 2007. *Smart Land-Use Analysis. The LUCIS Model*. ESRI Press. Redlands.
- DeMers, M. 2002. *GIS Modeling in Raster*. John Wiley. New York.
- García, R. *La Epistemología Genética y la ciencia contemporánea*. Gedisa. Barcelona.
- García, R. 2006. *Sistemas Complejos*. Gedisa. Barcelona.
- Gómez Delgado, M.; Barredo Cano, I. 2006. *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Alfaomega-Ra-Ma. México DF.
- Instituto Nacional del Agua. 2007. *Diagnóstico del funcionamiento hidrológico hidráulico de la cuenca del río Luján – provincia de Buenos Aires*. Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda. Ezeiza.
- GIS-Supported Collaborative Decision Making: Results of an Experiment. *Annals of the Association of American Geographers*. 91(1):48-70.
- Jiang, H.; Eastman, J.R. 2000. Application of fuzzy measures in multi-criteria evaluation in GIS. *International Journal of Geographical Information Sciences*. 14(2):173-184.
- Lanzelotti, S.L.; Buzai, G.D. 2015. *Delimitación de la cuenca del río Luján, Provincia de Buenos Aires Argentina. Informe Técnico N° 1. PICT-2014_1388. GESIG-PRODISIG, Universidad Nacional de Luján*. Luján.
- Malczewski, J. 1999. *GIS and multicriteria decision analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- Pacione, M. 1999. *Applied Geography: Principles and Practice*. Routledge. London.
- Análisis cronológico documental de la evolución de la cartografía en la alta cuenca del río Luján bajo la óptica de los procesos histórico globales y locales. Diagnóstico cartográfico geonímico, toponímico y geoespacial del Partido de Suipacha como modelo casuístico. Tesis de Licenciatura en Geografía. Universidad Nacional de Luján. Luján.
- Paso-Viola, L.F. 2016. Origen del Río Luján en el área imbrífera localizada en los partidos de Chacabuco, Suipacha y Carmen de Areco y su representación cartográfica. *Red Sociales*. 3(1):17-30.
- Philipponneau, M. 2001. *Geografía Aplicada*. Ariel. Barcelona.
- Principi, N. 2013. *Análisis de la estructura espacial regional*. Editorial Académica Española. Saarbrücken.
- Principi, N. 2016. Evaluación multicriterio para la identificación de áreas con potenciales conflictos entre usos del suelo en la cuenca del río Luján (Buenos Aires, Argentina). Trabajo final de graduación. Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección. UCR-UNA. San José de Costa Rica.
- Principi, N.; Buzai, G.D. 2016. Análisis especial para la determinación de la estructura socioespacial del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires. En: Buzai, G.D.; Baxendale, C.A.; Humacata, L.; Cacace, G.; Delfino, H.; Lanzelotti, S.; Principi, N. *Geografía y Análisis Espacial. Aplicaciones urbano-regionales con Sistemas de Información Geográfica*. EdUNLu. Luján. pp. 197-204.
- Tomlin, C.D. 1990. *Geographic Information Systems and Cartographic Modeling*. Englewood Cliffs – Prentice Hall. New Jersey.
- UF (2014) *Land Use Conflict Identification Strategy (LUCIS)*. Technical Report. LUCIS Technical Report. Heartland 2060. University of Florida. Bartow.
- Wilson, J.P.; Burrough, P.A. 1999. Dynamic Modeling, Geostatistics, and Fuzzy Classification: New Sneakers for a New Geography? *Annals of the Association of American Geographers*. 89:736-746.
- Zwick, P.D.; Patten, I.E.; Arafat, A. 2016. *Advanced Land-Use Analysis for Georegional Design. Using LUCISplus*. ESRI Press. Redlands.

Integración de múltiples datos y modelos para orientar la zonificación del suelo no urbanizable en Asturias (España)

Marquínez Jorge¹, Colina Arturo, Álvarez Miguel Ángel, Fernandez-Iglesias Elena, García Manteca Pilar; Fernandez Menéndez Susana, García de la Fuente Laura, Fernández Prieto José Antonio, Menéndez Duarte Rosana, Recondo Carmen y Valderrábano Jesús.

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT) / Universidad de Oviedo
Mieres/Asturias/España
marquinez@uniovi.es

RESUMEN

Durante más de 30 años desde el INDUROT se han abordado numerosos trabajos, utilizando los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para caracterizar los valores ambientales, la calidad de los suelos y los riesgos naturales en el territorio de Asturias, una región de 10.600 km² en el norte de España. En este trabajo se describen los procedimientos para la integración de diversos datos temáticos con el objetivo de generar información territorial útil para la zonificación de los usos del suelo en los instrumentos de planificación territorial y urbanística. A la información básica, elaborada por el propio INDUROT a escala 1:25.000, se ha sumado información procedente de imágenes de satélite, diferentes modelos digitales del terreno y otros datos socio-económicos y naturales de fuentes diversas. A partir de estos datos se realizó la zonificación del Suelo No Urbanizable, considerando el valor natural de los ecosistemas, la calidad del hábitat para alguna especie protegida utilizada como indicador, los usos actuales del suelo y la potencialidad edáfica. Se ha tenido en cuenta también la cartografía de los riesgos naturales (inundaciones, inestabilidad de laderas, aludes de nieve, erosión del suelo, etc.) y los derivados de los incendios forestales. La cartografía resultante se gestiona a través de un SIG y constituye una herramienta de gran utilidad para la Ordenación del Territorio y la gestión del medio natural, la explotación de los recursos y la reducción de los riesgos.

Palabras clave: **SIG, planes urbanísticos, usos del suelo, calidad del hábitat, riesgos naturales.**

ABSTRACT

For more than 30 years, INDUROT has developed numerous studies using Geographic Information Systems (GIS), to characterize the environmental values, soil quality and natural hazards in the territory of Asturias, a region of 10,600 km² in the north of Spain. This paper describes the procedures for the integration of several thematic data with the objective of generating useful territorial information for the zoning of land uses in territorial planning and urban planning instruments. To the basic information, elaborated by INDUROT at 1: 25.000 scale, information has been added from satellite images, different digital terrain models and other socio-economic and natural data from diverse sources. Based on these data, the zoning of the Non-Constructible Soil was made, considering the natural value of the ecosystems, the habitat quality for some protected species used as an indicator, current land uses and soil potential. Mapping of natural hazards (flooding,

slope instability, snow avalanches, soil erosion, etc.) and forest fire derivation have also been taken into account. The resulting cartography is managed through a GIS and is a very useful tool for Land Management and the management of the natural environment, exploitation of resources and reduction of risks.

Keywords: GIS, urban planning, land uses, habitat quality, natural hazards.

I. INTRODUCCIÓN

La ordenación del territorio es una disciplina científico-técnica que persigue el desarrollo regional equilibrado y la organización física del territorio desde una perspectiva multidisciplinar e integrada. Entre sus objetivos se encuentran la gestión responsable de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y la utilización racional del territorio (CEMAT, 1983)

Pese a ello, hasta hace poco tiempo la práctica y la legislación urbanística han considerado el suelo como un mero recurso económico que posibilita la creación de una nueva ciudad mediante su transformación para acoger las edificaciones en las que se desarrollen actividades productivas o servicios a la sociedad.

Este concepto, que se podría aplicar prácticamente sin reservas al suelo urbanizado, presenta numerosas carencias para los espacios en los que el paisaje predominante no está dominado por la edificación y el resto de elementos de urbanización, aunque puedan aparecer de forma extensiva, es decir, aquellas zonas en las que las transformaciones provocadas por la actividad humana no han borrado sus valores o características originales.

El principal reto de la ordenación del territorio y del urbanismo contemporáneos es seguir contribuyendo al progreso de la sociedad considerando el suelo, además de un recurso económico, como uno de los más valiosos elementos naturales de los que disponemos, y para cuya regulación es preciso tener en cuenta toda una serie de factores diversos entre los que se encuentran los ecosistemas y paisajes rurales (Tojo y Naredo, 2010).

En la normativa urbanística española esta parte mayoritaria del territorio se encuentra en situación de "suelo rural" y está caracterizado por la presencia de valores ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales o paisajísticos o por la amenaza de riesgos naturales o tecnológicos (España, 2015). Como se puede ver, a pesar de la denominación, el concepto de suelo rural resulta mucho más complejo que el mero soporte a las actividades productivas primarias, abarcando también factores ambientales y ecológicos. En consecuencia, conforme a la legislación española, los instrumentos de ordenación territorial y urbanística deben establecer mecanismos de protección adecuados para preservar el suelo rural de su transformación mediante la urbanización (España, 2015).

Habitualmente, la regulación urbanística se ha apoyado en normas reguladoras de los usos y actividades elaboradas bajo modelos genéricos que, si bien consiguen un marco legislativo uniforme, pueden no responder adecuadamente a las particularidades de los territorios, llegando incluso a limitar su desarrollo. Quizás sea en el suelo rural donde se hacen más evidentes las deficiencias de la legislación, ya que a partir de ese modelo genérico se debe hacer frente a realidades espaciales muy diferentes. Pero, además, es en esta clase urbanística de suelo donde la normativa básica nacional ha sido menos específica al ser ésta la parte del territorio sometida a menores presiones económicas derivadas del proceso de urbanización o de la posibilidad de emprenderlo.

En España, las Comunidades Autónomas, en desarrollo de sus competencias, han intentado mitigar estas carencias desarrollando normativas de carácter subsidiario y complementario que permitieran una ordenación de lo que no es urbano ni urbanizable, con unos criterios adaptados al propio territorio y sus particularidades. El reto ha sido mucho mayor para aquellos territorios como los de la fachada cantábrica, en los que la actividad agrícola no es predominante y la complejidad de las características físicas y socioeconómicas del "medio rural" hace inviable un tratamiento simplificado como el que propone la legislación estatal.

En el caso del Principado de Asturias esta preocupación se ha reflejado en las primeras normativas regionales en materia de ordenación del territorio y urbanismo, como las Normas Urbanísticas Regionales en el Medio Rural de Asturias, redactadas en 1984, o la Ley 6/90, de 20 de diciembre, Sobre Edificación y Usos en el Medio Rural. En ambos casos se realizó un tratamiento normativo particularizado para Asturias del suelo rural, denominado suelo no urbanizable (SNU), desarrollando el marco general establecido por la legislación nacional.

La vigente legislación asturiana en la materia (Asturias, 2008) ha mantenido la misma línea estableciendo diversas categorías para la ordenación del suelo rústico o SNU:

- a) Suelo no urbanizable de especial protección, integrado por aquellos espacios cuyos excepcionales valores de cualquier género les hagan merecedores de un alto grado de protección.
- b) Suelo no urbanizable de interés, compuesto por aquellos terrenos que deban quedar preservados del desarrollo urbanístico y sometidos a un régimen específico de protección en consideración a sus valores paisajísticos, históricos, arqueológicos, científicos, ambientales o culturales, por la existencia de riesgos naturales debidamente acreditados, singularidades agrícolas, forestales o ganaderas, o para la preservación del peculiar sistema de poblamiento del territorio asturiano, así como en función de su sujeción a limitaciones o servidumbres para la protección del dominio público.
- c) Suelo no urbanizable de costas, respecto al cual deben establecerse las medidas de protección que demanden las peculiaridades de las franjas costeras.
- d) Suelo no urbanizable de infraestructuras, comprensivo de los terrenos que resultan afectados por la localización de las infraestructuras básicas o de transporte.
- e) Núcleo rural, como categoría de suelo no urbanizable objeto de ocupación residencial.

Sin embargo, todo este esfuerzo normativo y regulador resulta baldío sin un análisis del territorio riguroso, realizado sobre fuentes de datos espaciales fiables y elaborados con criterios homogéneos para el marco territorial de referencia. A la hora de abordar la redacción de un plan de ordenación territorial o una normativa urbanística de ámbito municipal, los equipos de planificación realizan un notable esfuerzo por aproximarse al conocimiento de la realidad del territorio sobre el que están trabajando contrastándola con su conocimiento o ex-

perencia adquirida en otros espacios. Por tanto, no cabe duda de la utilidad que supone la disponibilidad de documentos de análisis territorial que aporten resultados basados en un análisis conjunto del ámbito regional y puedan ser tomados como referencia para la elaboración y desarrollo de los instrumentos de planificación.

El avance en el conocimiento científico-técnico del territorio, la disponibilidad creciente de fuentes de información temática georreferenciada y las posibilidades de procesamiento de esta información mediante los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han hecho posible que se puedan abordar trabajos como el que aquí exponemos, permitiendo un diagnóstico coherente y más preciso de la realidad territorial.

El objeto de este trabajo es analizar la vocación del suelo rural desde una aproximación holística basada únicamente en características intrínsecas del territorio, proponiendo una zonificación y clasificación urbanística a una escala intermedia (1:15.000 a 1:25.000) que facilite la posterior toma de decisiones de gestión.

La finalidad última es obtener un instrumento útil para la ordenación del territorio que:

- Sirva de guía para los trabajos de zonificación que realicen los diferentes equipos redactores de planeamiento, facilitando así su labor e incrementando la calidad del resultado.
- Garantice cierta uniformidad entre los diferentes planeamientos generales, aun cuando la redacción se aborde por parte de equipos diferentes.
- Permita disponer de una referencia para contrastar los criterios de zonificación del planeamiento, referencia utilizable por el órgano competente de las administraciones que formulan los planeamientos.

II. ENCUADRE TERRITORIAL

La Comunidad Autónoma del Principado de Asturias se sitúa en el tercio noroccidental de la Península Ibérica, limitando al norte con el Mar Cantábrico, el este con Cantabria, al sur con la provincia de León y al oeste con la de Lugo (Figura 1). Tiene una superficie de 10.600 km² y una población ligeramente superior al millón de habitantes, aunque con una distribución territorial muy desigual ya que aproximadamente el 80 % de la misma se localiza en la zona central, mientras que las denominadas “alas” presentan una importante despoblación.

Se trata de un territorio con una gran diversidad de formas del relieve, como resultado de la historia geológica y geomorfológica, lo que ha determinado la aparición de una importante variedad de paisajes y ecosistemas.

El clima es predominantemente oceánico, con abundantes precipitaciones, repartidas a lo largo del año, y suaves temperaturas.

A grandes rasgos, podemos subdividir la región en 5 grandes unidades geomorfológicas: rasa costera, sierras y valles prelitorales, cuenca central, sierras del interior occidental y cordillera cantábrica y montañas de la divisoria.

Los riesgos asociados a la dinámica externa y la hidrología representan los más importantes en la región, mostrando además una distribución territorial cartografiable.

Administrativamente se trata de una comunidad autónoma uniprovincial organizada en 78 municipios o concejos, cada uno de los cuales tiene competencias en materia de urbanismo en sus respectivos territorios mientras las de ordenación

del territorio y recursos naturales le corresponden a la administración autonómica.

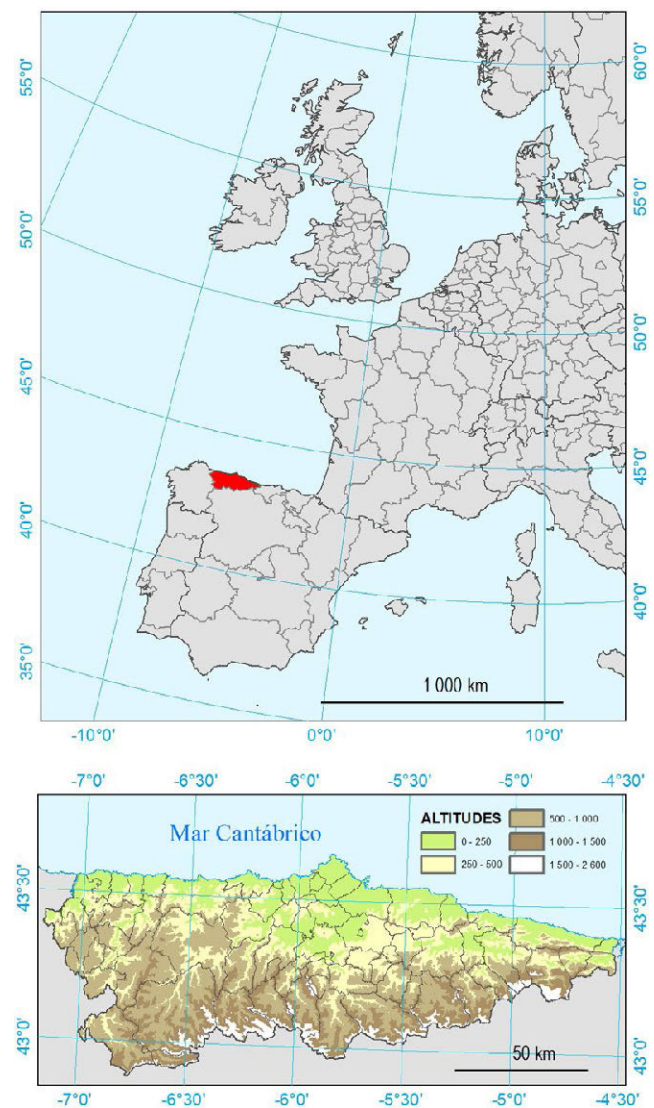


Figura 1. Encuadre territorial.

III. METODOLOGÍA PARA LA ZONIFICACIÓN URBANÍSTICA DEL SUELO RURAL

A. SELECCIÓN DE VARIABLES PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL MODELO.

La primera tarea a abordar debe consistir en definir las variables de partida para construir el modelo de zonificación. Considerando el necesario carácter aplicado de la metodología y la obligación de asegurar la transferencia de los resultados, inicialmente se establece que las variables a incorporar al modelo deben cumplir al menos cuatro requisitos generales:

- Tener una alta capacidad descriptiva de las características intrínsecas del suelo;
- Ser relevantes para el apoyo de la toma de decisiones de gestión;
- Proceder de fuentes o inventarios cartográficos existentes o poder ser calculadas por métodos automáticos;
- Presentar facilidad para la cuantificación y valoración de forma comprensible para la toma de decisiones por no expertos.

A partir de los resultados obtenidos en ensayos piloto realizados previamente en ámbitos municipales se ha concluido que para definir la vocación del suelo rural y establecer recomendaciones sobre la forma más adecuada de gestión, es necesario disponer de información de al menos cuatro variables:

- Pendiente del terreno.
- Cobertura vegetal dominante.
- Potencialidad edáfica.
- Valor natural.

Evidentemente, el modelo podría incorporar otro tipo de variables que, sin describir características intrínsecas del suelo, en la práctica condicionan su gestión y los usos que en él se van a poder desarrollar. La mayor parte de estas variables responden a condicionantes normativos (protección de espacios naturales, y patrimonio cultural, reservas urbanísticas de suelo, etc.) y limitaciones derivadas de las servidumbres impuestas por los usos preexistentes (infraestructuras viarias, energéticas, perímetros de protección, etc.). Sin embargo, la incorporación de estas variables como criterios de valoración alteraría notablemente la coherencia de los resultados respecto a la finalidad perseguida. Por lo tanto, desde una perspectiva científica se considera que estos condicionantes de gestión deben ser incorporados en una fase posterior una vez obtenida la vocación del suelo mediante criterios objetivos.

B. FUENTES DE INFORMACIÓN BASE.

La información de partida fundamental es la contenida en la Cartografía Temática Ambiental del Principado de Asturias (CTAPA) de escala 1:25.000, realizada por el INDUROT durante un intenso periodo de trabajo de 13 años. De la diversidad de capas que componen la CTAPA, para este trabajo se ha utilizado la siguiente información:

- Litología: geología del sustrato y recubrimientos cuaternarios;
- Ríos: red hidrográfica;
- Oso: calidad de hábitat para el oso pardo;
- Roca: áreas de roquedos;
- Vegetación: unidades vegetales.
- Modelo digital de elevaciones.

Asimismo, se incorpora al análisis información sobre taxones y hábitats vulnerables o amenazados y riesgos naturales. La información sobre especies y hábitats procede de los catálogos de la Directiva europea 92/43/CEE, más conocida como Directiva Hábitats, del Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Asturias (PORN) y de los catálogos regionales de especies amenazadas de fauna vertebrada y flora del Principado de Asturias.

C. ESTIMACIÓN DE LA POTENCIALIDAD EDÁFICA.

La variable de potencialidad edáfica se obtiene a partir de la combinación de las capas de pendientes, roquedos y litología de la CTAPA.

La información sobre pendientes se obtiene de un modelo digital de elevaciones de 50 metros de paso de malla, previo contraste de la resolución idónea para los objetivos perseguidos y la escala de análisis. La valoración e integración de la información procedente del modelo digital de pendientes (MDP) se realiza considerando la idoneidad de cada clase de pendiente para el desarrollo de actividades agrarias y forestales: llanas (<12 %), mecanizables (12-35 %) y difícilmente mecanizables (>35 %).

Finalmente, esta capa de pendientes reclasificada se combina con la información litológica y geomorfológica conforme a los criterios establecidos en la Tabla I.

TABLA I
UNIDADES DEL MAPA DE POTENCIALIDAD EDÁFICA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	PENDIENTE	SUELO
1	Sustratos de cuarcitas, areniscas y pizarras metamórficas con espesor de suelo menor de 50 cm	< 12 %	11
		12 a 35 %	12
		> 35 %	13
2	Sustratos de cuarcitas, areniscas y pizarras metamórficas con espesor de suelo mayor de 50 cm (Formaciones superficiales silíceas)	< 12 %	21
		12 a 35 %	22
		> 35 %	23
3	Sustratos de pizarras y mixtos con espesor menor de 50 cm	< 12 %	31
		12 a 35 %	32
		> 35 %	33
4	Sustratos de cuarcitas, areniscas y filitas con espesor de suelo mayor de 50 cm (Fm. superficiales mixtas)	< 12 %	41
		12 a 35 %	42
		> 35 %	43
5	Sustratos calcáreos con espesor menor de 50 cm	< 12 %	51
		12 a 35 %	52
		> 35 %	53
6	Sustratos calcáreos con espesor mayor de 50 cm (Fm. superficiales calcáreas) y fm. superficiales mixtas sobre sustrato calcáreo	< 12 %	61
		12 a 35 %	62
		> 35 %	63
7	Llanuras aluviales y terrazas	70
8	Suelos hidromorfos y rellenos de depresión	80
9	Roquedos y canchales	90
10	Depósitos antrópicos	100

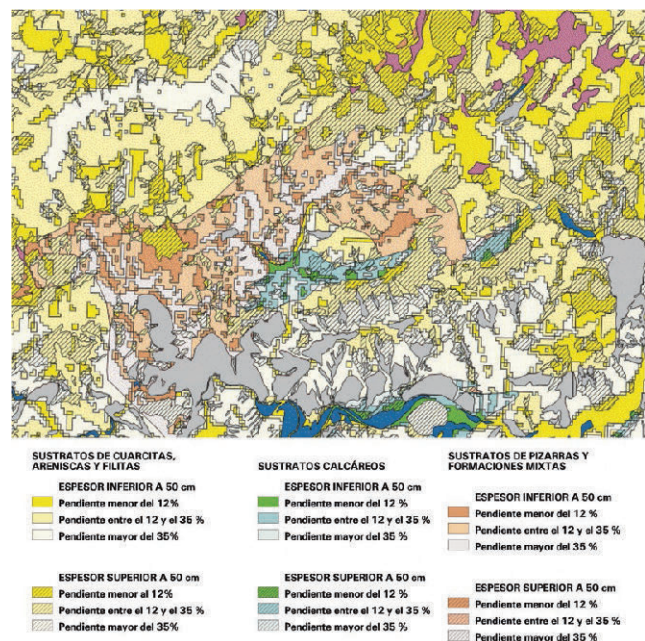


Figura 2. Potencialidad edáfica.

El conocimiento regional de los suelos y los datos obtenidos por combinación entre unidades edáficas y usos actuales permiten dar una propuesta de suelos mejores aplicable en la propuesta de zonificación (Figura 2). De las 22 unidades de suelo establecidas en la tabla 1 se pueden considerar como unidades con potencialidad edáfica más alta todas las de pendiente inferior al 35%. Dentro de estas, los usos agrícolas se concentran especialmente en los sustratos de pendiente inferior al 12% y en las áreas con espesor de material suelto superior a 50 centímetros. La potencialidad edáfica también es alta en las áreas de depósito fluvial.

D. ZONIFICACIÓN DEL SUELO DE ESPECIAL PROTECCIÓN.

La información de partida con la que se determinan las áreas a las que por sus características les corresponde una calificación urbanística de suelo no urbanizable de especial protección

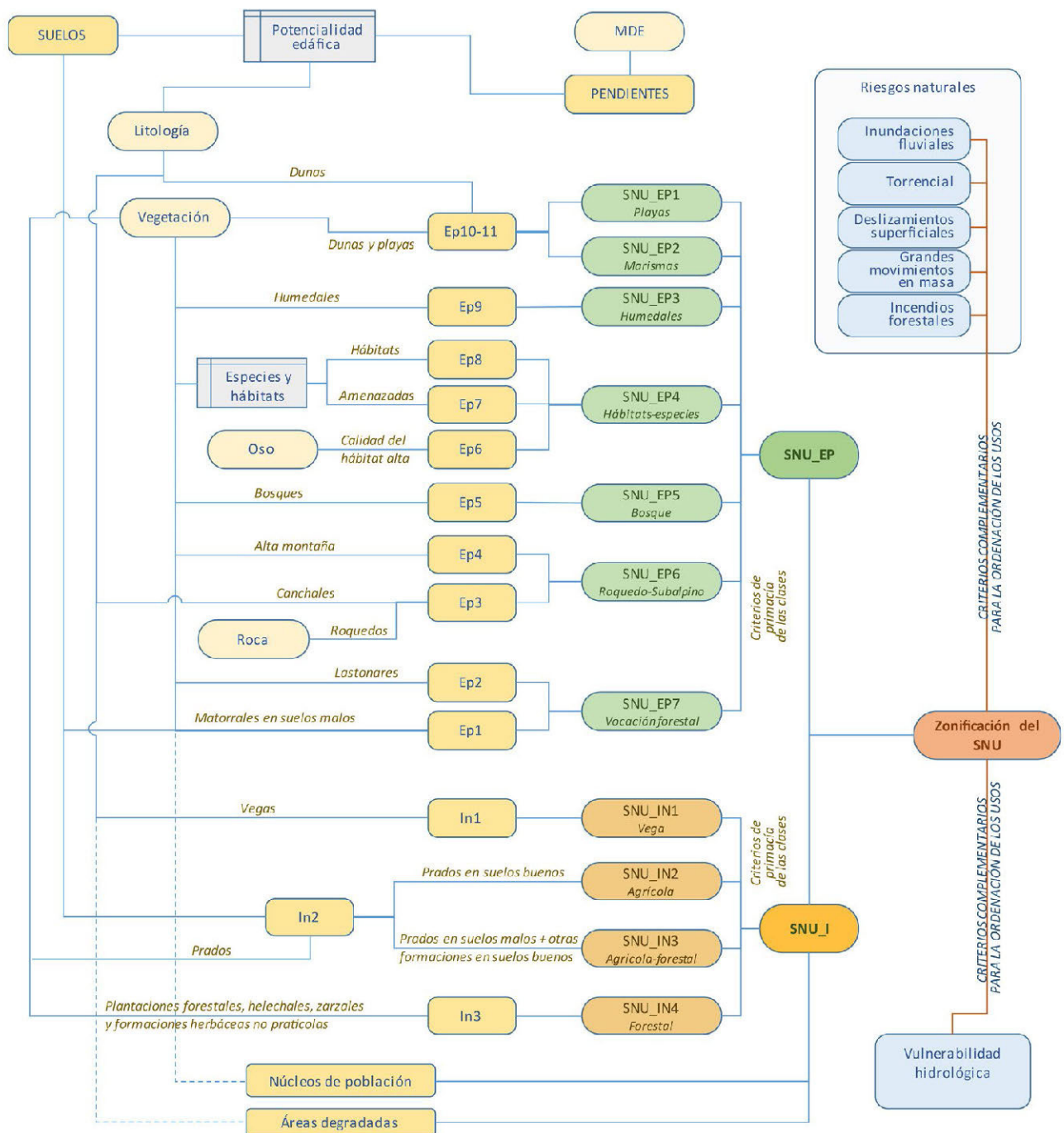


Figura 3. Diagrama general del modelo.

(SNU-EP) procede fundamentalmente de las capas de vegetación, litología, roquedos, suelos y calidad de hábitat para el oso. Asimismo, mediante tablas relacionales se incorpora al modelo la valoración de la cubierta vegetal en relación con su representatividad de los catálogos de protección de hábitats y especies.

Cómo puede verse en la Figura 3, primero se crean capas intermedias (Ep1 a Ep11) como resultado de la aplicación de diferentes criterios de protección cuya combinación da lugar a 7 categorías de suelo con protección:

- SNU-EP1, playas y dunas obtenidas a partir de la selección de elementos en los mapas de vegetación y litológico.

- SNU-EP2, marismas, contenidas en los mapas de vegetación y litológico.
- SNU-EP3, masas de agua (ríos, lagos y lagunas) y zonas encharcadas continentales. Para su elaboración se utiliza el mapa de ríos y el de vegetación.
- SNU-EP4, hábitats prioritarios, ecosistemas amenazados y las áreas de alta calidad para especies en peligro de extinción (oso pardo y listados de plantas). Se incluyen aquí las formaciones representativas de los ecosistemas amenazados señalados en el PORNA y los hábitats prioritarios de la directiva europea, con la excepción de los brezales de

Erica mackaiana por su enorme extensión en Asturias y su menor interés ecológico que en otras partes de Europa. Las áreas de alta calidad para el oso pardo cantábrico proceden del mapa de calidad del hábitat para el oso elaborado por el INDUROT, ponderado con la información de la localización de osas con crías suministrada por el Gobierno Regional.

- SNU-EP5, bosques naturales, prebosques, y formaciones arborescentes. En esta categoría se recogen los ecosistemas forestales que deben estar sometidos a un régimen de protección al tratarse de los ecosistemas climáticos. La gestión y la regulación de usos debe favorecer su conservación y expansión.
- SNU-EP6, roquedos, canchales y depósitos de clastos sin matriz procedentes del mapa litológico, de roquedos y vegetación. También se incluyen las áreas de alta montaña así clasificadas en el mapa de vegetación, al considerarse un ecosistema frágil, de gran interés ecológico y escaso interés agrícola y forestal, bien por tratarse de suelos esqueléticos o bien por desarrollarse a alturas muy elevadas con unas condiciones climáticas muy duras.
- SNU-EP7, áreas cuyo uso potencial más adecuado es el desarrollo del bosque autóctono. Se obtiene a partir del mapa de vegetación y del mapa de suelos. Se asignan a esta clase los lastonares y aquellos matorrales (piornales, brezales, tojales y aulagares) que se sitúan sobre suelos pobres o esqueléticos, donde no se aconseja un uso productivo, bien por su pobreza o por su imposible mecanización. Se trata de zonas en las que debe evitarse cualquier laboreo que implique una desestructuración del suelo.

Las capas con la extensión de las diferentes categorías de SNU-EP se fusionan en una única conforme a criterios de primacía de unas capas sobre otras asignando la mayor a la capa EP1 y la menor a la EP7.

E. ZONIFICACIÓN DEL SUELO DE INTERÉS.

La información de partida para caracterizar los ámbitos suelo no urbanizable de interés (SNU-I) procede del mapa de suelos, las llanuras aluviales, obtenidas del mapa litológico y las formaciones vegetales de mayor interés agrario o forestal.

Al igual que en el SNU-EP, primero se crean capas intermedias (In1, In2 e In3) como resultado de la aplicación de diferentes criterios de selección atendiendo a la potencialidad productiva (Figura 3) que dan como resultado cuatro categorías de SNU-I:

- SNU-II, vegas de los ríos, extraídas del mapa litológico, son áreas llanas y de suelos profundos, de extraordinaria riqueza y muy poco abundantes en la región. La regulación de usos debería garantizar la conservación de la capacidad productiva y el desarrollo de los usos agrícolas, evitando su transformación mediante la edificación o la construcción de infraestructuras.
- SNU-I2, agrícola, que abarca las actuales zonas de uso agrario desarrollado sobre suelos profundos no incluidos en la categoría de vega. Se obtienen a partir de mapa de vegetación y del mapa edafológico. La regulación de estos suelos debería dirigirse hacia el mantenimiento de los usos agrarios.
- SNU-I3, agrícola-forestal, aquel cuyas características permiten acoger tanto el uso agrícola como el uso forestal de producción. Se incluyen en esta categoría las zonas actualmente ocupadas por prados o pastos con peores condiciones edafológicas, así como el resto de las superficies con

suelos potentes o ricos, que no hayan sido incluidas en alguna de las categorías precedentes.

- SNU-I4, forestal, obtenido a partir de la información edafológica y de vegetación. Incluye las actuales plantaciones arbóreas, excepto las incluidas en el SNU-I3, así como las superficies de matorrales, helechales o formaciones herbáceas no prácticas que hayan sido incluidas en ninguna de las categorías precedentes.

Las capas de las 4 categorías se unen en una única de SNU-I aplicando criterios de primacía de unas clases sobre otras atendiendo a su aptitud productiva desde la más alta de los suelos de vega, SNU-I1, hasta la más baja del suelo de vocación forestal, SNU-I4.

F. FUSIÓN DE LOS DATOS.

Una vez obtenidas todas las capas intermedias se procede a la fusión de los datos en una única capa que contiene la zonificación básica del suelo no urbanizable (Figura 3). En primer lugar, se actualiza a la capa de SNU-I las delimitaciones de las entidades de población (asentamientos rurales y áreas urbanas e industriales) y de las áreas degradadas (escombreras y otros depósitos de origen antrópico).

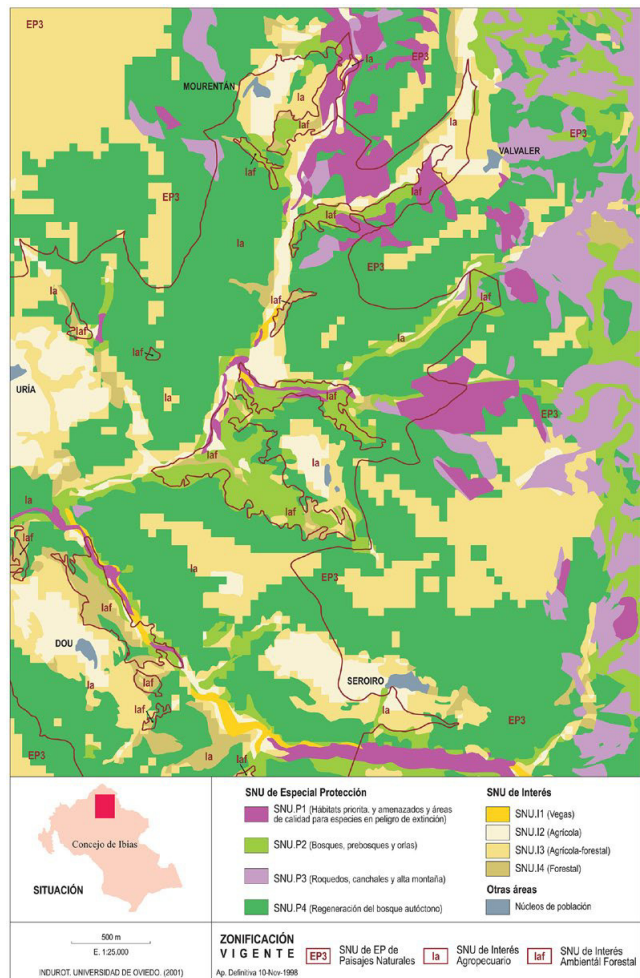


Figura 4. Fragmento de la capa final de zonificación del Suelo No Urbanizable.

Posteriormente, se realiza la fusión con la capa de SNU-EP manteniendo los atributos de origen de forma que sea posible identificar los casos en los que un mismo polígono esté asignado a una categoría de suelo de interés y otra de especial

protección. En estos casos, la asignación final de la categoría de suelo no urbanizable se realiza dando prioridad a los valores ambientales sobre los productivos.

Para la creación de la capa final de zonificación (Figura 4), se eliminan los polígonos con una superficie inferior a 200 m² que han aparecido como resultado de la superposición poligonal realizada en la fusión de las capas.

En la representación cartográfica de este mapa final se sobrepone las principales infraestructuras viarias, clasificadas en diferentes categorías, así como las edificaciones procedentes de la cartografía topográfica 1:10 000 del Principado de Asturias.

IV. CRITERIOS COMPLEMENTARIOS PARA LA ORDENACIÓN DE USOS

La ordenación urbanística del suelo no urbanizable se materializa en una zonificación del territorio y una normativa regulatoria de los usos. La zonificación del territorio conforme a las categorías predeterminadas por la legislación urbanística, por lo general limita significativamente el número y la diversidad de criterios a considerar para la delimitación de los ámbitos territoriales.

Sin embargo, para una adecuada ordenación del suelo no urbanizable, además de la vocación ambiental y productiva, es necesario incorporar otros criterios de ordenación procedentes de ámbitos temáticos muy diversos, que describen la influencia en el territorio de diferentes políticas sectoriales o procesos ambientales y naturales.

Aunque para muchos de estos criterios complementarios se disponga de una identificación geográfica, en la mayor parte de los casos no es necesario que su integración en la regulación urbanística se realice incrementando la complejidad de la zonificación urbanística del suelo no urbanizable.

Sin embargo, la incorporación en los instrumentos de planeamiento de zonificaciones temáticas, que reflejen la distribución territorial de los criterios complementarios, permitiría complementar la regulación de los usos permitidos y autorizables en cada categoría urbanística de suelo estableciendo condicionantes en las tipologías y modalidades.

Es lo que hemos denominado zonificación horizontal y en este estudio se corresponde con la incorporación de criterios relacionados con los condicionantes derivados de la vulnerabilidad hidrológica y los riesgos naturales.

A. VULNERABILIDAD HIDROLÓGICA.

El riesgo de contaminación de las aguas subterráneas por actividades agrícolas, ganaderas o industriales, hace necesaria la realización de una cartografía en la que se establezcan las zonas más vulnerables frente a dicho riesgo.

A partir de la información geológica y geomorfológica complementada con otros datos del relieve como es la pendiente, se puede llegar a establecer una zonificación del territorio en la que se muestre la vulnerabilidad que presenta una zona frente a la contaminación hídrica (Figura 5).

Para establecer las áreas susceptibles frente a vertidos se han seguido los criterios del Mapa Hidrogeológico de España y del Mapa de Vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos, ambos del Instituto Tecnológico Geomineo de España. En estos mapas se establece una división de las formaciones geológicas según su permeabilidad. Así, en la Península Ibérica se establecen cuatro tipos de formaciones

geológicas en función de su permeabilidad que aplicados a Asturias serían:

1. Formaciones consolidadas o compactadas permeables por fisuración-karstificación. En nuestra región se han considerado dentro de este grupo las formaciones calcáreas del paleozoico y del mesozoico. Su grado de vulnerabilidad va a estar en función de su pendiente, diferenciándose zonas de vulnerabilidad alta y media.
2. Formaciones detríticas permeables generalmente no consolidadas. En este segundo tipo irían englobadas las formaciones mesozoicas con arenas y/o intercalaciones calcáreas así como algunas formaciones superficiales como son los depósitos aluviales, los rellenos de depresión, los depósitos litorales y las formaciones clásticas sin matriz o con escasa matriz. Al igual que en el grupo anterior, la vulnerabilidad varía en función de la pendiente, aplicándose para las formaciones geológicas comprendidas en este grupo los mismos rangos de pendiente que para las formaciones permeables por karstificación. Para las formaciones superficiales se han considerado con una vulnerabilidad alta las formaciones con una pendiente inferior al 8 % mientras que el resto de formaciones con pendientes superiores, se considerarán con una vulnerabilidad media.
3. Formaciones de baja permeabilidad o impermeables. El resto de formaciones, tanto geológicas como superficiales, presentes en nuestra región y no incluidas en las clases anteriores, serán consideradas como formaciones de baja permeabilidad o impermeables.
4. Formaciones permeables en terrenos volcánicos. En Asturias no aparecen representadas las formaciones permeables en terrenos volcánicos.

Como complemento a esta cartografía y dado el fuerte relieve de toda la región, se han establecido unos umbrales de pendiente por encima de los cuales se incrementa la escorrentía y como consecuencia disminuye la vulnerabilidad por infiltración.

Entre las clasificaciones que intentan dar más información que la reflejada por el gradiente de pendientes, destaca la propuesta por el Soil Survey Staff (1951), que se ha usado para la clasificación de suelos americanos y que puede tener una aplicación útil en nuestro país. Esta clasificación se basa en el grado de pendiente y en el concepto de pendiente simple o compleja.

De ambas características se pueden deducir consecuencias prácticas, bajo determinadas condiciones del suelo, como son, entre otras, la proporción y cantidad de escorrentía y como consecuencia la capacidad de infiltración de un suelo.

Analizando las características edáficas del suelo el Soil Survey Staff estableció en 1951 una clasificación de los suelos en la que se tenían en cuenta los siguientes rangos de pendiente que serán usados en la realización del mapa de vulnerabilidad hidrológica:

TABLA II
RANGOS DE PENDIENTE QUE SERÁN USADOS EN LA REALIZACIÓN DEL MAPA DE VULNERABILIDAD HIDROLÓGICA.

CLASE	PENDIENTE (%)	DENOMINACIÓN
A+B	0-8%	Pendientes simples y complejas suaves u onduladas
C+D	8-30%	Pendientes simples y complejas fuertes a moderadamente escarpadas
E	30-45%	Pendientes simples y complejas escarpadas

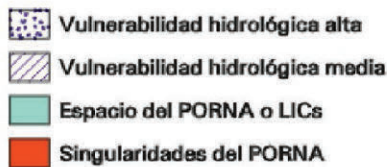
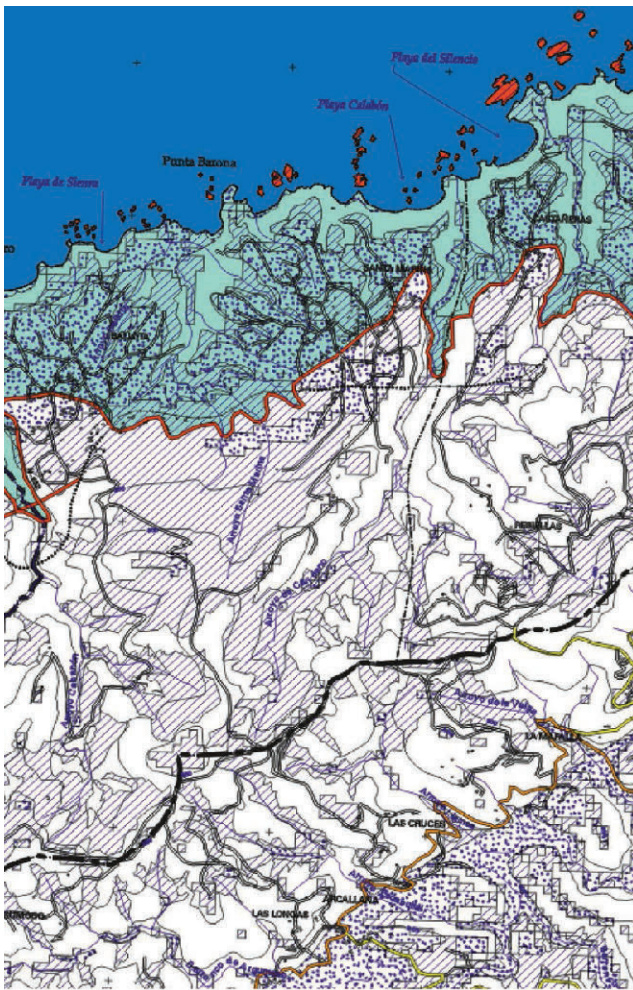


Figura. 5. Representación de la zonificación horizontal por vulnerabilidad hidrológica.

Las clases anteriores sirven para la definición de unidades de suelos y para su clasificación y cartografía y han sido descritas de la siguiente forma:

- Clase A.- La escorrentía superficial es lenta o muy lenta
- Clase B.- La escorrentía superficial es lenta o media
- Clase C.- La escorrentía superficial puede llegar a ser rápida
- Clase D.- La escorrentía superficial es rápida a muy rápida
- Clase E.- La escorrentía superficial es muy rápida

Combinando los criterios litológicos, la presencia de formaciones superficiales y el relieve, se diferencian zonas de vulnerabilidad alta y media frente a la contaminación de aguas subterráneas.

TABLA III
ZONAS DE VULNERABILIDAD HIDROLÓGICA.

	UNIDADES CONSIDERADAS	JUSTIFICACIÓN
VULNERABILIDAD ALTA	Áreas de sustrato calcáreo con pendiente inferior al 30%	Materiales permeables por fisuración-karstificación / Alta velocidad de circulación de aguas subterráneas
	Áreas de sustrato arenoso (sólo en las formaciones mesozoicas) con pendiente inferior al 8%	Materiales detríticos permeables generalmente no consolidados
	Llanuras aluviales	Materiales detríticos permeables no consolidados / Acuíferos libres y vertido directo a los cauces / Intensa actividad agrícola e industrial
	Rellenos de depresión	Formaciones detríticas permeables generalmente no consolidadas / Zonas preferentes de infiltración
	Depósitos litorales	Materiales detríticos son consolidar Baja pendiente
VULNERABILIDAD MEDIA	Áreas de sustrato calcáreo con pendiente superior al 30% e inferior al 45%	Materiales permeables por fisuración-karstificación / Alta velocidad de circulación de aguas subterráneas
	Áreas de sustrato arenoso (sólo en las formaciones mesozoicas) con pendiente superior al 8% e inferior al 30%	Materiales detríticos permeables generalmente no consolidados
	Zonas de pendiente inferior al 8% (para los sustratos impermeables)	Baja pendiente
	Formaciones superficiales sin matriz	Materiales detríticos permeables no consolidados
	Formaciones superficiales con escasa matriz	
	Terrazas aluviales	
Terrazas terciarias		

B. RIESGOS NATURALES.

Las medidas para gestionar el riesgo han de basarse en un proceso de toma de decisiones informado, es decir, sobre la base de evaluaciones territoriales del riesgo que permitan, tanto a los gestores como al público en general, valorar los efectos de la exposición a la magnitud del riesgo. Sin embargo, ninguna de las medidas de gestión será realmente eficaz a medio y largo plazo si continuamos incrementando la exposición a los eventos. En consecuencia, una de las claves para una gestión eficaz de los riesgos y para el incremento de la resiliencia del territorio es impulsar una ocupación responsable del espacio que puede verse afectado por procesos naturales potencialmente peligrosos.

En este sentido, tal y como señalaba Olcina Cantos (2004), la capacidad que tiene la ordenación urbanística y territorial en la escala local para orientar y regular los procesos de ocupación del espacio, hace de estos instrumentos de planificación una herramienta eficaz, económica y ambientalmente sostenible para la reducción del riesgo natural.

En el presente estudio se analiza la integración de algunos tipos de riesgos naturales mediante la creación de zonificaciones horizontales y la orientación de las determinaciones normativas que debería contemplar el planeamiento urbanístico. Las capas de información sobre diversos tipos de riesgos considerados son:

- Inundaciones fluviales.
- Inundaciones torrenciales.

- Incendios forestales.
- Inestabilidades: grandes movimientos en masa, deslizamientos superficiales y aludes.



Figura 6. Riesgo de inundación fluvial: extensión de la Zona de Flujo Preferente y de la inundación de 100 años.

Inundaciones fluviales.

Una de las cuestiones de ámbito territorial que mayor preocupación causa en la sociedad es el riesgo de inundaciones. Se trata del riesgo geológico con mayor capacidad destructiva y mayor trascendencia económica en España (INDUROT, 2003). En el caso de este tipo de inundaciones de origen fluvial la normativa urbanística debe establecer una limitación importante al desarrollo de actividades en la Zona de Flujo Preferente, la de mayor peligrosidad, evitando la implantación de nuevos usos vulnerables (Figura 6). Asimismo, el planeamiento urbanístico deberá establecer criterios constructivos para las edificaciones situadas en zona inundable con el objeto de incrementar tanto la resistencia como la resiliencia de las zonas expuestas. En el primer caso, las medidas tendrán por objeto evitar o minimizar la cantidad de agua que entra en la construcción, mientras que las medidas de resiliencia estarán

dirigidas a minimizar los daños una vez que el agua ha penetrado en los edificios, facilitando la recuperación después de un evento de inundación (DEFRA, 2004). La aplicación de este tipo de medidas no estructurales permitirá reducir la vulnerabilidad de las zonas ocupadas ante los eventos de gran magnitud y severidad de los que les pueden proteger las defensas y canalizaciones.

Inundaciones torrenciales.

La dinámica torrencial es un proceso habitual en zonas de montaña con una incidencia directa sobre la actividad humana. Se trata de un riesgo de muy difícil anticipación por lo que las medidas de alerta temprana tienen una limitada efectividad. Por otro lado, es un riesgo de marcado carácter local ya que por lo general se trata de sistemas con un tamaño relativamente pequeño.

En este caso la planificación espacial y la regulación urbanística son el instrumento más eficaz para limitar el aumento de la exposición a las inundaciones repentinas, evitando la afectación a equipamientos especialmente vulnerables (sanitarios, asistenciales o educativos) o instalaciones con potencial riesgo de contaminación ambiental (industrias, depuradoras, etc.).

Incendios forestales.

Los incendios forestales son uno de los riesgos naturales con mayor afección territorial en Asturias (Figura 7). La potencial afección a las zonas habitadas e instalaciones productivas es una de las amenazas más importantes de los incendios forestales. La normativa urbanística puede regular los usos en el interfaz urbano-forestal, en particular en aquellas zonas de alto riesgo, para limitar la exposición de las zonas habitadas y garantizar, en caso de ser necesario, la evacuación en las zonas ya edificadas y en los nuevos desarrollos. Asimismo, el planeamiento urbanístico también podrá contemplar normativa específica para reducir la peligrosidad de los incendios en las zonas más vulnerables regulando, por ejemplo, los usos forestales para limitar la continuidad del combustible y las plantaciones con especies de alta combustibilidad.

Procesos de inestabilidad: movimientos en masa, deslizamientos superficiales y aludes.

Los pequeños movimientos superficiales, los grandes movimientos de corto alcance y los aludes son riesgos naturales que deben de ser considerados en todas las iniciativas de planeamiento y ordenación del territorio de cualquier región montañosa. Se trata de riesgos relacionados en gran medida con la geología y litología, así como con variables climáticas locales, por lo que su análisis requiere de un enfoque espacial cercano.

Con el término de grandes movimientos en masa se denominan los procesos de inestabilidad que tienen lugar en las laderas de grandes dimensiones y que suponen la erosión y transporte por gravedad de importantes volúmenes de material e inciden en la totalidad o práctica totalidad de la ladera afectada, modificando fuertemente su geometría. Se trata de procesos con una alta peligrosidad ya que, aunque su frecuencia temporal es muy baja, la extensión de territorio que se vería afectada en cada proceso es muy grande.

El riesgo de deslizamientos superficiales (Figura 7) abarca varios procesos de inestabilidad: flujos deslizamientos y movimientos mixtos todos ellos de reducidas dimensiones y que afectan a los niveles menos profundos de las vertientes (INDUROT, 2003). Se trata de un proceso de alta frecuencia en la región asturiana lo que provoca que, aunque cada proceso aislado no involucre la movilización de un gran volumen de

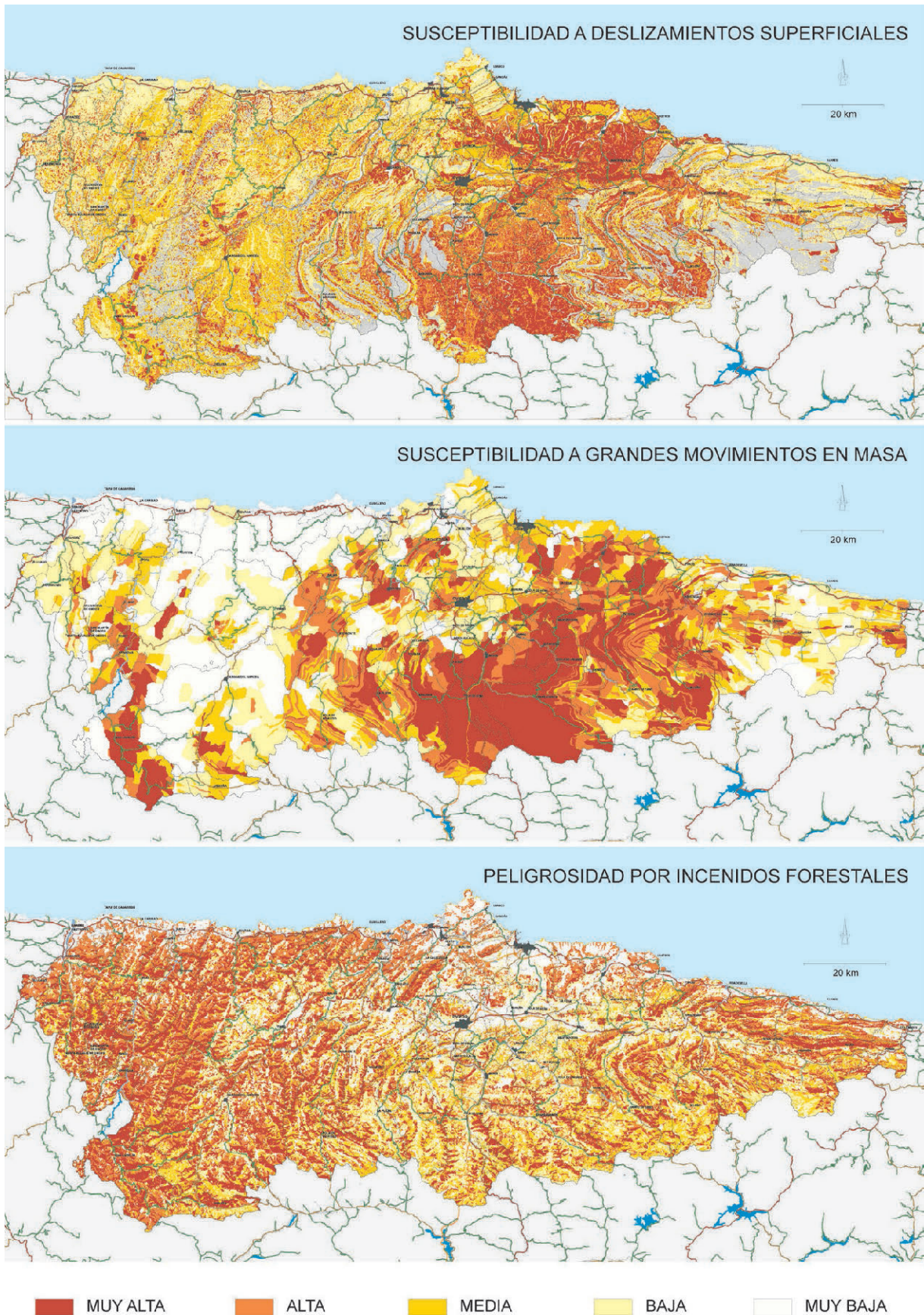


Figura. 7. Clasificación de los riesgos por deslizamientos superficiales, grandes movimientos en masa e incendios forestales.

material, el riesgo y las pérdidas asociadas sean muy elevados (ITGE, 1987; ICOG, 1997). Todos los años estos fenómenos provocan numerosos daños en infraestructuras, con frecuentes cortes de vías de comunicación, deterioro de algunas edificaciones y, en algunos casos, incluso pérdidas de vidas humanas. Los factores desencadenantes de inestabilidades superficiales en las laderas son variados: pérdida de cubierta vegetal, obras e infraestructuras que modifiquen localmente el perfil de la ladera o un periodo de precipitaciones elevadas.

Los aludes constituyen uno de los desastres naturales más frecuentes en las regiones montañosas con climas templados y árticos, en donde las precipitaciones en forma de nieve son importantes. Sin embargo, en Asturias la zona con peligrosidad de avalanchas o aludes es espacialmente mucho más reducida que la de otros riesgos naturales. Existen varias evidencias relacionadas con la dinámica de aludes que permiten la delimitación de zonas activas y potencialmente peligrosas de forma que se puedan adoptar medidas de protección ya que frecuentemente el alud recorre trayectos similares año tras año.

Para este tipo de riesgos la medida más efectiva es limitar el incremento de la exposición de elementos vulnerables. La regulación urbanística, además de limitar la implantación de nuevos usos y actividades en las zonas con mayor peligrosidad, puede establecer condiciones técnicas para que las edificaciones incrementen su resistencia a los deslizamientos o estén protegidas de los ámbitos con una probabilidad de ocurrencia más alta.

Por otro lado, es posible elaborar normativa de carácter preventivo para que la construcción de infraestructuras viarias o de servicio no agraven el problema en las áreas con mayor susceptibilidad a este tipo de riesgos. Finalmente, para las situaciones más extremas se pueden adoptar medidas estructurales de protección para algunos tipos de riesgos como las avalanchas, teniendo en cuenta la magnitud del riesgo y las condiciones ambientales de la zona.

V. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha abordado la integración en un SIG de la mejor información disponible sobre el territorio de Asturias, relativa al modelo digital del terreno, potencial edáfico, usos actuales del suelo y valor del medio natural, juntamente con los riesgos naturales más significativos y la vulnerabilidad hidrológica. Se ha prestado especial atención a la compatibilidad y validez de los datos, tanto en su escala y precisión como en su fecha de elaboración.

Las habituales herramientas de los SIG, juntamente con la implicación de un equipo interdisciplinar con adecuados conocimientos sobre los temas implicados y sobre la realidad del ámbito territorial estudiado, han permitido realizar una zonificación del Suelo no urbanizable teniendo muy en cuenta las indicaciones de toda la normativa vigente, tanto la relativa a la planificación urbanística como la de los distintos ámbitos sectoriales afectados.

El resultado obtenido resulta de gran calidad y competitividad, se apoya en criterios claros y homogéneos para todo el territorio que resultan fácilmente explicables en cualquier análisis o proceso de información pública y su consulta y difusión se ve enormemente facilitada por la calidad de las salidas gráficas y la flexibilidad para presentar los resultados a través de visores o en cualquier otra plataforma digital. Adicionalmente, esta clasificación es dinámica y permite la

reclasificación a partir de un eventual cambio en los datos de partida o en los criterios utilizados.

La metodología desarrollada permite la integración de información temática diversa para analizar la vocación del suelo rural basada en las características intrínsecas del territorio, proponiendo una zonificación y clasificación urbanística a una escala intermedia (1:15.000 a 1:25.000) que facilite la posterior toma de decisiones de gestión. Adicionalmente, es necesario completar esta zonificación es básica del suelo rural, y el régimen de usos asociado a la misma, mediante la incorporación de criterios complementarios de ordenación de las actividades en los que se considere la incidencia territorial de algunos procesos y dinámicas ambientales como los riesgos naturales.

En definitiva, el sistema de clasificación del SNU facilita a la administración regional en este territorio el ejercicio de sus competencias de valoración y un control de los Planes Generales de Ordenación Urbana a la escala municipal, con criterios objetivos y homogéneos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo recoge una parte de los resultados de la extensa colaboración del INDUROT de la Universidad de Oviedo con la administración del Principado de Asturias, que ha financiado muchos de los trabajos a los que se refiere el artículo.

REFERENCIAS

- Asturias (1993). Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de Asturias. Consejería de Medio Ambiente y Urbanismo. Principado de Asturias.
- Asturias (1998). Normas Urbanísticas Regionales en el Medio Rural de Asturias. Consejería de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente. Principado de Asturias.
- Asturias (2008): Decreto 278/2007, de 4 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Ordenación del Territorio y Urbanismo del Principado de Asturias. Boletín Oficial del Principado de Asturias 38, de 15 de febrero de 2008.
- CEMAT. (1983). Carta europea de ordenación del territorio. Conferencia Europea de Ministros Responsables de la Ordenación del Territorio. Consejo de Europa.
- DEFRA (2004). Making space for water. Developing a new Government strategy for flood and coastal erosion risk management in England. Londres. Department for Environment, Food and Rural Affairs.
- España (2015). “Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana”. Boletín Oficial del Estado 261, de 31 de octubre de 2015.
- ICOG (1997): Guía ciudadana de los Riesgos Geológicos. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos de España. Madrid. 196 pp.
- INDUROT (2003): Riesgos naturales de Asturias. Principado de Asturias. Principado de Asturias.
- ITGE (1987). Impacto económico y social de los riesgos económicos en España. ITGE, Madrid.
- Olcina Cantos, J. (2004). “Riesgo de inundaciones y ordenación del territorio en la escala local: el papel del planeamiento urbano municipal”. Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 37, 49-84.
- Soil Survey Staff (1951). Soil Survey Manual. USDA Handbook 18. Washington.
- Tojo, J. F., y Naredo, J. M. (directores) (2010). Libro blanco de la sostenibilidad en el planeamiento urbanístico español. Ministerio de Vivienda. Gobierno de España.

La ordenación territorial y las fuentes renovables de energía

Rodríguez Gámez María, Vázquez Pérez Antonio, W. Manuel Saltos Arauz

Carrera de Eléctrica/Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas/Universidad Técnica de Manabí
Avenida Urbina y Che Guevara, Portoviejo/Manabí/Ecuador
taliangel270557@gmail.com, antonio2506@gmail.com, wsaltos@gmail.com

RESUMEN

La ordenación y la planificación territorial constituye un instrumento de transparencia, que puede ser utilizado como herramienta administrativa, brindando las posibilidades técnicas para la intervención en el territorio y donde los Sistema de Información Geográfica (SIG), permiten determinar los diferentes parámetros que en materia energética inciden en cada área, ayudando al mejoramiento de la eficiencia de su aprovechamiento y a la toma de decisiones adecuadas para la instalación de los sistemas próximos al consumo. Este enfoque no solo es válido para las fuentes renovables; sino también que pueden ser utilizadas para la implementación de las inversiones relacionadas con la explotación de los combustibles fósiles y la evaluación de sus impactos al medio, partiendo de los conceptos de que la producción de energía a nivel global es una de las actividades que más impactan al medio ambiente.

Los SIG, son una herramienta que se pueden utilizar en los análisis de potenciales de las fuentes renovables de energía, pues se encuentran dispersas en el espacio y pueden ser proyectadas con una visión territorial distribuida; se pueden realizar los estudios de impactos económicos, sociales y ambientales asociados a su conexión a la red convencional de distribución.

En la política de Ecuador se direccionan los procesos energéticos hacia el cambio de la matriz, esto no solo puede estudiarse con la hidráulica; sino que se pueden incorporar otras fuentes de energía según los valores del potencial disponible en cada territorio. El objetivo de la investigación en exponer las potencialidades de los SIG en la planeación territorial energética y su uso con una nueva visión consistente en la incorporación de los procesos energéticos enfocados en los nuevos conceptos tecnológicos como son: la inteligencia artificial, las microrredes, las redes inteligentes y la inteligencia artificial.

Palabras clave: **Gestión energética sostenible, desarrollo local, generación distribuida, fuentes renovables de energía, energía solar.**

ABSTRACT

The planning and territorial planning is an instrument of transparency, which can be used as an administrative tool, providing the technical possibilities for intervention in the territory and where the Geographic Information System (GIS), allow to determine the different parameters that in energy matters Affect each area, helping to improve the effi-

ciency of their use and making appropriate decisions for the installation of systems close to consumption. This approach is not only valid for renewable sources; But also that they can be used for the implementation of investments related to the exploitation of fossil fuels and the evaluation of their impacts to the environment, starting from the concepts that the production of energy at the global level is one of the activities that most impact to the environment.

GIS are a tool that can be used in the analysis of potential of renewable energy sources, since they are scattered in space and can be projected with a distributed territorial vision; the studies of the economic, social and environmental impacts associated with its connection to the conventional distribution network can be carried out.

In the politics of Ecuador the energy processes are directed towards the change of the matrix, this not only can be studied with the hydraulics; But other energy sources can be incorporated according to the potential values available in each territory. The objective of the research is to expose the potential of GIS in the territorial planning of energy and its use with a new vision consisting in the incorporation of energy processes focused on the new technological concepts such as: artificial intelligence, microgrids, networks Intelligence and artificial intelligence

Keywords: Sustainable energy management, GIS, microgrids, distributed generation, artificial intelligence.

I. INTRODUCCIÓN

Las crisis del petróleo y la contaminación provocada durante la generación de energía a base de la utilización de los combustibles fósiles, así como para la transmisión, distribución y suministro del servicio eléctrico, ha propiciado que el desarrollo energético actual se enfoque al uso de tecnologías limpias. Esa iniciativa ha impulsado la introducción de tecnologías que disminuyen el consumo de petróleo en la generación, reduciendo los gastos económicos por concepto de producción de electricidad y reducción de impactos ambientales.

Por otro lado, la introducción de tecnologías limpias se ha venido incrementando a partir del concepto de que las FRE se encuentran distribuidas en el espacio territorial, que se pueden aprovechar de forma descentralizada y con ello generar la electricidad próxima a los centros de consumo, disminuyendo las pérdidas por transmisión y distribución y los gastos por concepto de inversión tecnológica, ya que en los esquemas distribuidos de generación, resulta menos necesarios los transformadores y la construcción de nuevas líneas eléctricas.

Lo antes analizado permite definir que el tema se convierta en una tarea no solo para los ingenieros, sino que constituye un problema de carácter transdisciplinario, donde intervienen diferentes ciencias por ejemplo: la necesidad de los estudios de los potenciales renovables (solar, viento, biomasa, hidráulico, geotérmico, mareomotriz entre otros), requieren el auxilio de las ciencias geográficas, el ordenamiento territorial, la meteorología, la física, la química, la astronomía y otras ciencias que para tales efectos deben vincularse con la ingeniería eléctrica. Cada tipo de potencial en la mayoría de los casos es estudiado por personas con perfiles diferentes, donde las técnicas de trabajo de grupo de proyecto, pueden jugar un rol determinante.

La implementación de las tecnologías renovables requiere en la mayoría de sus aplicaciones de espacios para su introducción, situación que en la actualidad no en todos los casos se toma en consideración, resultando un aspecto técnico que pasa por alto la consideración de los impactos ambientales que estas tecnologías pueden ocasionar.

Conociendo que el principio fundamental de la ordenación territorial es la organización del espacio, se deben poner en práctica diversas técnicas que ayuden a gestionar los terri-

torios, de manera que las tecnologías renovables se logren introducir bajo conceptos de sostenibilidad.

La ordenación y la planificación territorial constituye un instrumento de transparencia, que puede ser utilizado como herramienta administrativa, brindando las posibilidades técnicas para la intervención en el territorio y donde los Sistema de Información Geográfica (SIG), permiten determinar los diferentes parámetros que en materia energética inciden en cada área, ayudando al mejoramiento de la eficiencia de su aprovechamiento y a la toma de decisiones adecuadas para la instalación de los sistemas próximos al consumo.

Este enfoque no solo es válido para las fuentes renovables; sino también que puede ser aplicado para la implementación de las inversiones relacionadas con la explotación de los combustibles fósiles y la evaluación de sus impactos al medio, partiendo de los conceptos de que la producción de energía a nivel global es una de las actividades que más impactan al medio ambiente.

Los SIG, son una herramienta que se pueden utilizar en los análisis de potenciales de las fuentes renovables de energía, pues se encuentran dispersas en el espacio y pueden ser proyectadas con una visión territorial distribuida; pero además permite realizar los estudios de impactos económicos y ambientales asociados a su conexión a la red convencional de distribución.

En la política de Ecuador se direccionan los procesos energéticos hacia el cambio de la matriz de generación, esto no solo puede estudiarse con la hidráulica; sino que se pueden incorporar otras fuentes de energía según los valores de potencial disponible en cada territorio.

El objetivo de la investigación radica en exponer las potencialidades de los SIG en la planeación territorial energética y su uso con una nueva visión consistente en la incorporación de los procesos energéticos enfocados en los nuevos conceptos tecnológicos como son: la inteligencia artificial vinculada a las microrredes y las redes inteligentes.

II. MÉTODO

Se utilizó el método deductivo, que parte de determinadas premisas para obtener como conclusión una premisa general que permita demostrar la potencialidad de los SIG en el pla-

neamiento energético sostenible de los territorios utilizando las fuentes de energía de que se dispone. Logrando obtener información derivada relevante sobre la ordenación territorial del espacio y su vinculación con la protección ambiental. Además, el trabajo se apoya en la revisión bibliográfica de diversos artículos científicos y datos de instituciones del Ecuador, que permiten llegar a conclusiones precisas sobre el tema que se estudia.

Los resultados están orientados a lograr territorios más sostenibles energéticamente, donde los usuarios se convierten en productores y gestores de su propia energía. Las conclusiones se enfocan en la proyección de la planeación territorial energética, considerando los elementos espaciales que intervienen en el medio para lograr la sostenibilidad de los recursos y territorios.

III. RESULTADOS

LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) COMO HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

La introducción de las tecnologías renovables en cualquiera de los modos y formas que se aplique, requiere la realización de estudios espaciales para conocer entre otras exigencias: la disponibilidad y calidad de potenciales energéticos; disponibilidad del espacio territorial para acometer las inversiones; los riesgos ambientales; riesgos de desastres naturales; intereses previstos en las perspectivas del desarrollo futuro de los territorios; entre otros. En este caso las tecnologías vinculadas con los sistemas de información geográfica (SIG), resultan herramientas muy importantes para viabilizar y transparentar los análisis que sean necesarios realizar.

Como antecedentes se puede plantear que resulta relevante el hecho, de que los países que han venido ocupando posiciones de avanzada en la implantación de las tecnologías que aprovechan la energía solar para generar electricidad, correspondan a naciones que por su ubicación geográfica reciben un menor nivel de radiación solar que el Ecuador. Ejemplo de ello se pueden citar algunos países que en los últimos años continuaron impulsando las iniciativas fotovoltaicas, como son los casos de Alemania, Italia y Gran Bretaña (UNEF, 2015).

La mayor parte de las inversiones fotovoltaicas realizadas en los últimos años, se han basado en los conceptos de la generación próxima a los consumidores, donde se puede experimentar una disminución de las pérdidas por transmisión y distribución, reducción de los impactos ambientales no solo por emisiones, sino también por el uso del suelo, así como por el reajuste en la utilización de tecnologías.

Alemania continua figurando como uno de los líderes mundiales en potencia fotovoltaica instalada y se destaca el hecho de que desglosando los datos en energía solar y energía eólica instalada, el 50% de la energía solar es propiedad de individuos y granjas que figuran como productores independientes, mientras que el 54% de la energía eólica está en manos de los mismos grupos (Saltos, 2015).

En el modelo alemán sobresale la descentralización en la generación, mayor relocalización y regionalización de la actividad económica, un cambio democrático en el control de los recursos y una ruptura en la forma en que la electricidad se ha generado durante el último siglo, donde el mundo se hace más pequeño mientras más conectado y manejable y por lo tanto de alguna manera más grande al mismo tiempo.

La enorme ventaja de este modelo, es que esta clase de iniciativa alienta la inversión privada desde las empresas hasta las

viviendas individuales utilizando sus propiedades y poniendo en juego sus recursos propios, convirtiéndose en generadores de su propia energía y contribuyendo con su aporte al consumo social.

Los llamados SIG constituyen un conjunto de herramientas que integran y relacionan diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos, etc.), que permiten la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelización de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real y que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales, culturales, económicos y ambientales que pueden conducir a la toma de decisiones de una manera más eficaz (G María Rodríguez & Colectivo de autores, 2013).

En algunos casos para realizar las inversiones, se suelen utilizar grandes espacios de terreno que se inhabilitan para otros usos y la utilización de los SIG puede facilitar una evaluación más profunda y multilateral sobre el uso del suelo, en función de economizar y optimizar la utilización del espacio. Este resulta un elemento clave para las evaluaciones relativas a la introducción de la tecnología fotovoltaica, pues los módulos fotovoltaicos pueden instalarse indistintamente a nivel del suelo o en las superficies y techos de edificaciones y casas.

Los primeros estudios desarrollados en que se utilizaron los SIG asociados a los potenciales renovables, fundamentalmente el solar, se remontan al 2000 y fueron empleados esencialmente en la electrificación rural (Amador, 2000).

Los SIG son herramientas que ayudan a la gestión del territorio; en el 2004 fueron utilizados para analizar el papel de las energías renovables como alternativa energética (Domínguez, 2002) que permitiese alcanzar un mayor grado de independencia de los recursos petrolíferos. En tal sentido, se comenzaron a tener en cuenta los aspectos ambientales y la demanda social, para actuar como impulsores en el desarrollo de una nueva etapa en la utilización de las energías renovables.

Otros estudios han permitido definir que para la inversión en sistemas de generación eléctrica es necesaria su vinculación con las exigencias del ordenamiento territorial y solo de esta manera lograr su introducción en áreas viables, donde sea realmente factible realizar las inversiones, teniendo en cuenta el uso del suelo, y favorecer la transición hacia un nuevo modelo energético diverso y sostenible (Díaz, 2009).

En algunos países latinoamericanos se utiliza en el área energética para diferentes usos, por ejemplo en estudios de ordenación territorial de potenciales renovables en la Isla de Cuba (G M Rodríguez, 2012), donde se realizó un estudio de los potenciales renovables y se determinaron las áreas con condiciones para realizar inversiones en sistemas conectados a red, determinando la eficiencia en el uso de las líneas eléctricas para cada tipo de energía, este estudio permitió hacer un análisis para los sistemas aislados con microrredes en energía solar, eólica, biomasa e hídrica.

Otro de los estudios realizados con la ayuda de los SIG como herramienta de análisis, se encuentra vinculado con la planificación integrada de electrificación (Parrondo & autores, 2013), donde es llevado a cabo un análisis de sensibilidad alternativo, en los que se ha estudiado la influencia de cinco parámetros del costo de la generación de la energía de cada tecnología para todo el territorio: por ejemplo en la generación eólica, la tarifa eléctrica, el precio del diésel, la potencia contratada y la demanda energética por vivienda (ligados estos dos últimos).

A medida que se han ido estudiando de manera integrada los potenciales renovables existentes en algunos territorios, como es el caso de la provincia de Manabí se ha podido estudiar la factibilidad de su introducción lo más próximo posible a los centros de consumo, de forma tal que en un mismo lugar se pueden aprovechar más de una de ellas independientemente o haciendo sistemas híbridos hasta logrando satisfacer la demanda, con un resultado adecuadamente económico y sostenible en lo ambiental.

Una de las particularidades que ofrecen los SIG, es que sus bases de datos se encuentran georreferenciadas, permitiendo hacer análisis en tiempo real de lo que ocurre físicamente en los sistemas, incluyendo la situación de la generación y del consumo de la energía. Esto permite a los usuarios hacer consultas rápidas y eficaces en cuanto a la confiabilidad de la información (Saltos, 2015).

Por su parte la ordenación y la planificación territorial, constituyen instrumentos de transparencia, que puede ser utilizados como herramientas administrativas, brindando las posibilidades técnicas para la intervención en el territorio, y donde, además, con la utilización del SIG, permiten determinar la potencia de energía renovable que incide en cada área, ayudando al mejoramiento de la eficiencia de captación y a la toma de decisiones adecuadas para la instalación de los sistemas próximos al consumo.

LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA EN LA PROVINCIA DE MANABÍ. ESTUDIO DE CASO.

A partir de la información seleccionada se utilizó la radiación incidente en una superficie horizontal del Ecuador, pudiendo definir que la radiación solar global no tiene diferencias con la del plano inclinado, dada la ubicación latitudinal geográfica del territorio estudiado.

Se tomaron valores promedios en un periodo de 22 años (julio 1983 - junio 2005). Cada valor mensualmente promediado es evaluado como el promedio de los valores obtenidos cada tres horas y promediando un valor diario y llevado al promedio mensual.

Con esos valores se elaboró el mapa del potencial solar promedio anual a escala cromática para la provincia de Manabí en kWh/m²/día, que se muestra en la figura 1, donde se puede observar que el comportamiento territorial no es uniforme y varía en todo el espacio geográfico de la provincia, por lo que resulta oportuno determinar, hasta que medidas las áreas de mayor radiación se encuentran en los centros urbanos de mayor concentración del consumo de electricidad, principalmente durante las horas del día, cuando la radiación solar se encuentra disponible.

Los resultados del análisis pueden aportar la certeza, de hasta donde resulta factible introducir la tecnología fotovoltaica, fundamentalmente los sistemas conectados a la red y que energía de la red puede ahorrarse mediante el aporte de la generación fotovoltaica.

Con el fin de apoyar el cambio de matriz energética que hoy se ha trazado como política el Ecuador, esta información puede constituir una reserva potencial de análisis para facilitar la materialización de la voluntad política expresada en el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, incorporando otras fuentes de generación como pueden ser la solar y eólica.

Durante el manejo de la información con el SIG se pudo comprobar, que todo el territorio de la provincia de Manabí posee un potencial solar que puede ser aprovechado para la gene-

ración de electricidad, tanto en sistemas conectados a la red, como en sistemas autónomos para la electrificación rural, el bombeo de agua y la iluminación fotovoltaica. La radiación solar promedio anual más intensa se concentra en la parte centro, el sur y el noroeste de la provincia, con valores promedios para un año entre 4,7 kWh/m² día y 5,2 kWh/m² día.

La interpretación energética del potencial solar de la provincia de Manabí permite definir, que el aprovechamiento de la radiación solar mediante la aplicación de la tecnología fotovoltaica en el modo de las microrredes, puede representar una productividad específica promedio anual entre 1,11 MWh/kWp y 1,44 MWh/kWp. Los cálculos para obtener la productividad específica fueron realizados mediante la ecuación [1].

$$PE=PS*Ac*\eta_c*\eta_s*dAs \quad (1)$$

Donde:

PE→ Productividad específica (kWh/kWp).

PS→Potencial solar promedio anual (kWh/m² día).

Ac→Área de captación de la radiación solar por parte de los módulos FV (6,4m²/kWp).

η_c →Eficiencia de captación de las células de la energía primaria del Sol (14%).

η_s →Eficiencia de trabajo promedio del sistema fotovoltaico en el ciclo de vida (85%).

dAs→ Días del año solar (362 días).

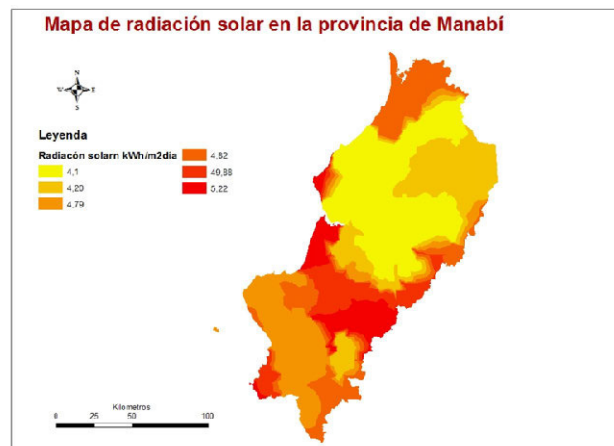


Figura 1. Mapa de radiación solar promedio anual en la provincia de Manabí

Los resultados mostrados anteriormente permiten definir, que las condiciones del potencial solar en toda la provincia permiten la introducción de las tecnologías fotovoltaicas a gran escala en el modo de la generación distribuida, aprovechando el formato técnico de las microrredes.

Al propio tiempo se puede plantear, que si se considera la situación técnica del sistema eléctrico de la provincia de Manabí, las pérdidas energéticas por transmisión, distribución y suministro de energía pueden ser superiores al 30%, entonces se puede estimar que por cada kWh consumido en la provincia, se generan por lo menos 1,3 kWh, lo que permite afirmar que por cada MWp de fotovoltaica instalado en el modo de las microrredes, se pudiera evitar anualmente el consumo de la red entre 1,44 GWh en las zonas donde incide el potencial solar más bajo y 1,87 GWh en los sitios donde incide la radiación solar más elevada. Esto es equivalente a una potencia de generación entre 164 kW a 213 kW que puede ahorrarse.

Definiendo un índice de consumo promedio de combustible para la generación térmica, equivalente a 0,25 ton/MWh, se puede calcular el volumen aproximado del petróleo evitado anualmente por la generación fotovoltaica de 1 MWp instalado en el modo de las microrredes, que pudiera encontrarse entre las 359 ton y 468 ton. Además, si se considera un índice de emisiones de CO₂ promedio de 0,9 ton/MWh generado con térmica, se pudiera estimar que las emisiones a la atmósfera pueden reducirse entre 1293 ton y 1683 ton de CO₂ anualmente.

Los resultados de las mediciones del potencial solar promedio anual (PS), presenta 7 valores, a los que corresponde una productividad específica (PE) por cada uno. En la tabla 1 se muestran los resultados de las simulaciones basadas en el supuesto de lograr introducir en las condiciones de la provincia de Manabí, 1 MWp de tecnología fotovoltaica (FV) en el modo de las microrredes. Se exponen las estimaciones de: Energía fotovoltaica que puede generarse (EFvg); Total de energía de la red evitada, que incluye el 30% estimado de pérdidas en la provincia de Manabí (Ere); Petróleo evitado (Pe); y las emisiones de CO₂ que se pueden reducir (CO_{2r}).

TABLA I.

Resultados para simulaciones de microrredes (1 MWp) en la provincia de Manabí.

PS (KWH/M ² DÍA)	PE (KWH/KWP AÑO)	EFVG (MWH)	ERE (MWH)	PE (TON)	CO ₂ R (TÓN)
4,000	1103	1,1	1,4	358	1290
4,100	1130	1,1	1,5	367	1323
4,200	1158	1,2	1,5	376	1355
4,700	1296	1,3	1,7	421	1516
4,800	1323	1,3	1,7	430	1548
4,900	1351	1,4	1,8	439	1581
5,200	1434	1,4	1,9	466	1677

La provincia de Manabí es una de las que mayor área de costa posee en el país, con numerosas poblaciones distribuidas a todo lo largo del litoral, además de instalaciones turísticas, donde podría incrementarse la autogeneración como un aporte diversificador de las fuentes renovables, entre las que se destaca además de la solar fotovoltaica, la energía eólica, dado el potencial de estas en esas zonas.

Siguiendo una metodología similar a la empleada para el estudio del potencial solar, se logró realizar la representación espacial y la determinación de los cálculos energéticos y ambientales para la energía eólica. De esta manera con solo hacer un clip encima del punto que se desea conocer, se puede obtener la información sobre el potencial de viento y realizar los cálculos correspondientes para su introducción.

La información generada permitió definir que existen algunas zonas que poseen un potencial eólico adecuado que pudiera ser aprovechado con pequeñas y medianas instalaciones conectadas a la red. Estas son instalaciones sencillas, fáciles de manejar y con costos muy asequibles que actualmente están disminuyendo, lo que las hace muy competitivas en el formato de las micro redes, especialmente muy útiles para su inserción en el ambiente turístico, no solo por la energía que pueden aportar, sino por el mensaje ambiental que son capaces de transmitir a la sociedad.

En la figura 2 se puede observar el mapa de la provincia de Manabí con la velocidad de viento promedio anual, así como las comunidades ubicadas en el litoral y cuando se considera esta información vinculada con otras fuentes renovables, se pueden realizar diferentes análisis para los estudios de pene-

tración de las fuentes renovables, así como los que se encuentran asociados a las micro redes.

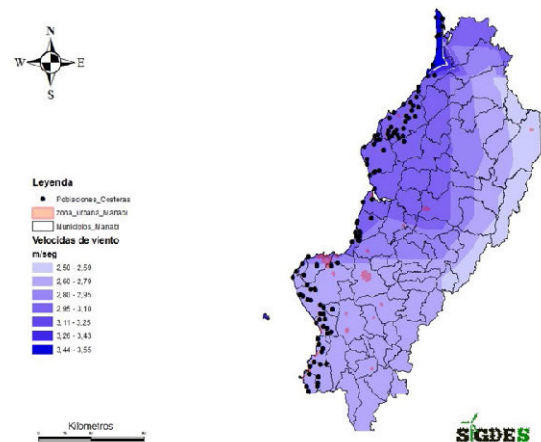


Figura 3. Mapa de la velocidad de viento promedio anual de la provincia de Manabí y pueblos del litoral.

Cuando se valoran los resultados de los potenciales solar y la velocidad de viento, se puede notar que para la región sur de la provincia existe un potencial solar adecuado, así como se localizan algunos puntos en la parte norte con potencial de viento adecuado y que existen poblaciones que se encuentran en ese territorio con una afluencia turística de consideración. La idea es que las condiciones son propicias para que se invierta en pequeñas instalaciones renovables conectadas a la red en el formato de las microrredes

IV. CONCLUSIONES

- I. El trabajo logra mostrar un análisis relacionado con la contribución que puede ofrecer el desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, partiendo del aprovechamiento de los recursos endógenos bajo el criterio de lograr la combinación de la generación distribuida y el tradicional sistema de generación centralizada, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.
- II. Se logra argumentar la necesidad de transitar de un sistema centralizado que privilegia el formato técnico de grandes centrales generadoras, con complejos sistemas de transportación y distribución, a uno que considere el aprovechamiento gradual de los recursos endógenos para la generación de electricidad en el modo de la generación distribuida, que logre disminuir el consumo de recursos naturales, que reduzca las pérdidas, que incremente la eficiencia, que propicie la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y logre mejorar la calidad del servicio eléctrico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad y a sus administrativos por permitir realizar la investigación.

REFERENCIAS

- Altshuler, J., & Colectivo de autores. (2004). Energía. Suplemento Especial de Energía CUBAENERGÍA, Editorial Academia.
- Montesino, L. R. A. (2010). Solarización Territorial. Vía para el logro del desarrollo sostenible. CUBASOLAR. ISBN: 978-959-7113-39-3, La Habana, Cuba.
- Rodríguez, G. M. (2015). SIGDES. Facultad de Ciencias Matemática, Física y Química de la Universidad Técnica de Manabí, Sistema de Información para el Desarrollo Energético Sostenible.
- Rodríguez, G. M., & Washintong, C. J. (2015). Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica (comunidades rurales de Chone). XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, AC.5.1. Sostenibilidad de proyectos en energías renovables en sistemas aislados.
- Saltos, A. W. M., & Colectivo de autores. (2017). Sistemas de información geográfica y microrredes Revista Cubana de Ingeniería. Vol. VIII, No. 1, enero - abril, 2017, pp. 00 - 00, ISSN 2223 -1781.
- SENPLADES. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. 2013-2017. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Gobierno de Ecuador, ISBN-978-9942-07-448-5.
- Toala, A. G., & Colectivo de autores. (2017). Climatization. Energy Efficiency and Environmental Protection. IRJEIS. International Research Journal Of Engineering, IT E Scientific Research, Vol. 3 Issue. 2: March 2017. ISSN: 2454-2261. Impac Factor: 5.211.
- Vázquez, P. A., & Washintog, C. J. (2015). La energía solar en la provincia de Manabí y el déficit de un marco regulatorio adecuado. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, Área A. C. 2 Regulación del sector eléctrico y aspectos legales. AC.2.1. Análisis del nuevo marco legal del sector eléctrico ecuatoriano.
- Washintong, C. J., & Rodríguez, G. M. (2015). Impacto ambiental de las redes eléctricas próximas al litoral manabita. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, GT3.2 Mantenimiento en Sistemas de Transmisión.
- Yuvey, M. P. (2010). Elementos sustanciales del desarrollo local. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social (OIDLES), Revista OIDLES - Vol 4, N° 8 (junio 2010).

Prospectiva del uso del suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial - Caso cantón Cuenca

Pinos Arévalo Nancy Jaqueline¹

¹ Universidad de Cuenca, Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación.
Consultora de ECOARQ, Libre Ejercicio.
Cuenca/ Azuay/ Ecuador
nancy.pinos@ucuenca.edu.ec, nancy.pinos@gmail.com

RESUMEN

La planificación tradicional es básicamente retrospectiva, los objetivos que se persiguen son determinados por lo que sucede en el presente y han sucedido en el territorio donde se planifica. La prospectiva o construcción de escenarios, es un análisis para explorar un conjunto de alternativas respecto al futuro, ayudando a la sociedad a comprender cómo las acciones que hoy tomamos, pueden influir en el futuro de los territorios. Se plantea la construcción de escenarios territoriales, sobre la base del diagnóstico de la situación actual del cantón Cuenca, los modelos de cambio de uso del suelo son una herramienta para conocer las dinámicas en el sistema territorial, y ayudan a establecer los patrones de cambio de uso determinados por variables biofísicas, socioeconómicas y espaciales, explorar posibles escenarios y evaluar la influencia de políticas de uso de la tierra y modificarlas en beneficio de un ordenamiento territorial. El estudio aborda el análisis de los cambios de uso del suelo entre el periodo 1991 al 2001, así como la realización de modelos de simulación de usos del suelo a futuro (año 2010 y 2030) a través de imágenes satélites Landsat utilizando Tecnologías de Información Geográfica.

Palabras clave: **Análisis multitemporal, cambios de uso del suelo; dinámicas de cambio, ordenación del territorio, planificación.**

ABSTRACT

Traditional planning is basically retrospective, the objectives pursued are determined by what happens in the present and have happened in the territory where it is planned. The prospective or construction of scenarios is an analysis to explore a set of alternatives regarding the future, in which the society to help understand how the actions we take today can influence the future of the territories. The construction of territorial scenarios, through the diagnosis of the current situation of the canton Cuenca, land use change models are a tool to know the dynamics in the territorial system, help to establish the patterns of change of use determined by biophysical, socioeconomic and spatial variables, explore possible scenarios and assess the influence of policies of land use and modify the benefit of land use planning. This paper deals with the study and analysis of land use changes between the periods 1991 to 2001, and model of land use change (to the year 2010 and 2030) by Landsat satellite imagery using Geographic Information Technologies.

Keywords: Dynamic change analysis, land use change, multitemporal analysis, spatial planning.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el Ecuador ha experimentado fuertes cambios en su cobertura vegetal natural y de uso del suelo, el avance de la frontera agrícola, un acelerado y desordenado crecimiento de las áreas urbanas, la presión que éstas ejercen sobre el territorio, ha provocado que se sacrifiquen tierras con potencial agrícola, convirtiendo suelo rural en urbano, el desplazamiento de áreas de cultivos y ganaderas se desplacen en las laderas de las montañas o zonas menos fértiles, perdiendo la función social y ambiental del suelo.

Los cambios ecológicos y sociales han creado una crisis mundial, la variabilidad del clima, los cambios de uso del suelo tienen como consecuencia el agotamiento de la biodiversidad que ponen en cuestionamiento el manejo de los sistemas ecológicos y la acertada aplicación de las políticas en la gestión del territorio. Conocer la evolución de éstos sistemas naturales no es nada fácil, pero si se quiere un futuro sostenible, es necesario conocer cómo las actividades humanas afectan los ecosistemas, cómo afectan la disponibilidad de los recursos que estos ecosistemas proveen y la percepción y respuesta de la población hacia esta alteración de su entorno.

Las dinámicas de cambio de uso del suelo son complejas, ocasionando cambios inesperados en la estructura y funcionalidad del ambiente, y en consecuencia poniendo en riesgo la sostenibilidad de generaciones futuras.

La construcción de escenarios está íntimamente ligada al estudio del cambio climático y pérdida de biodiversidad o modelamiento territorial. En los últimos años este tipo de investigaciones han tomado relevancia no solo en el campo medio ambiental, sino como parte de la metodología en los planes de ordenamiento territorial.

La prospectiva permite realizar un conjunto de análisis con el objeto de explorar o predecir el futuro, el mismo que depende de la acción de sus habitantes, que pueden construir un futuro mejor tomando las decisiones correctas en el momento apropiado. En ordenamiento territorial, la prospectiva, constituye una fase intermedia, entre el diagnóstico y la propuesta, y se refiere a la predicción del futuro, mediante dos vías: la proyección de la tendencia y la construcción de escenarios o imágenes futuras; se denomina escenario, a la descripción de una situación territorial futura y el encadenamiento coherente de sucesos que, partiendo de la situación actual, llega a la futura (Gómez Orea, 2008).

Los procesos de Ordenamiento Territorial, utilizan conceptos y metodologías en la construcción de la prospectiva, como visiones alternativas de futuros deseados, escenarios alternativos de futuros posibles y métodos para transformar los deseos y conocimientos objetivos que sirvan para guiar las actuaciones. Requiere de una capacidad creativa, concertación y un profundo conocimiento de los resultados del diagnóstico y las diferentes variables que influyen en él.

La prospectiva, o construcción de escenarios, es el simulacro de un determinado momento y el camino que lleva a un estado final, de ahí la importancia en los planes de ordenamiento territorial.

Existen varios planteamientos metodológicos para la construcción de escenarios, este estudio se centra en analizar los cambios en el uso de suelo, componente elemental y básico para la planificación, pues es ahí donde se realizan todas las actividades humanas, sujetas a la dinámica natural e inducida que sufre el territorio y donde se realiza el ordenamiento como tal.

El cantón Cuenca, es un territorio que está experimentando acelerados cambios de usos del suelo de una manera intensa y extensa en su espacio territorial. Así como en las parroquias rurales de Paccha, Sinincay, Sayausí, El Valle Ricaurte, se puede apreciar el crecimiento de zonas destinadas para vivienda, apertura de vías y el crecimiento de áreas productivas en las zonas de las laderas de montaña, disminuyendo las zonas de páramo y bosques naturales e incrementándose áreas de riesgo por deslizamientos o hundimientos. Por esta razón es necesario generar posibles escenarios que ayuden a establecer directrices para la toma de decisiones en una adecuada planificación territorial.

En esta investigación se realiza un estudio sobre el cambio del uso del suelo, visto como un sistema complejo. El objeto de este estudio es determinar relaciones dinámicas y modelar procesos de toma de decisiones con el fin de representar la dinámica territorial, y de esta manera contribuir al entendimiento del sistema y al posible planteamiento de políticas y soluciones que contrarresten los efectos negativos de la dinámica del cambio del uso.

El uso y cambio del suelo tiene una gran influencia sobre el desarrollo sostenible urbano. El desarrollo de la ciudad viene acompañado por innumerables cambios morfológicos y funcionales del uso del suelo y por dinámicas complejas de ocupación y competitividad.

A. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se ubica entre las coordenadas 672 264,126 N - 9 722 625,52 E y 719 142,103 N - 9 648 830,512 E; pertenece a la provincia del Azuay y se ubica en la Región Centro Sur de la República del Ecuador. Limita al norte con la provincia de Cañar, al sur con los cantones de San Fernando, Santa Isabel y Girón, al este con los cantones de Paute, Gualaceo y Sigsig, y al oeste con la provincia del Guayas. Comprende 375.443,11 hectáreas, y representa el 41% del territorio provincial y el 1,32% del nacional.

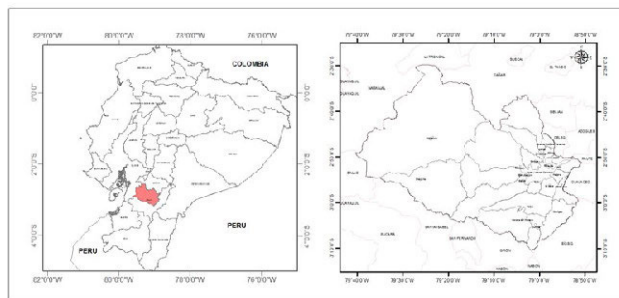


Figura 1. Ubicación geográfica del cantón

Políticamente, el cantón está formado por 15 parroquias urbanas y 21 rurales. Tiene un área urbana con una extensión de 6.923 hectáreas, y unas 368.520,11 hectáreas que corresponden al área rural.

El territorio se caracteriza por una gran heterogeneidad ambiental, debida a su accidentada topografía, definiendo una variedad de paisajes diversos y complejos, se encuentra el Parque Nacional El Cajas y el Área Nacional de Recreación Quimsacocha que comprende 29.389 ha y 3.204,3 ha respectivamente; y que representan el 9% del territorio, las áreas y bosques protectores cubren el 47% del territorio; con 4 cuencas hidrográficas, la del Santiago (52,4%), Jubones (0,23%), Naranjal-Pagua (26,4%) y Cañar (21%).

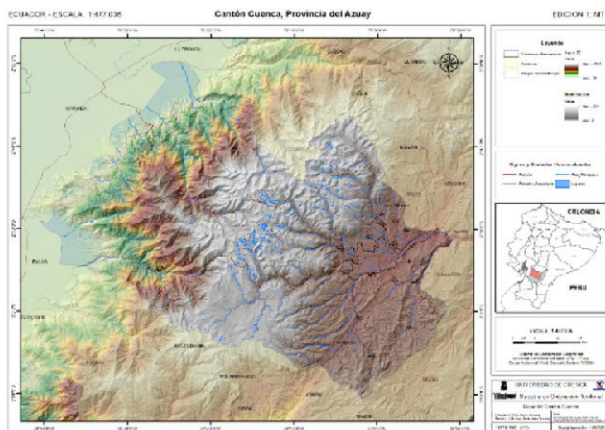


Figura 2: Mapa base del cantón Cuenca

Para el año 2010, Cuenca tenía una población de 505.585 habitantes, de los cuales el 98% se ubica en el valle de la vertiente de la cordillera andina oriental y el 65% se concentra en la Ciudad de Cuenca.

El crecimiento demográfico que tuvo la ciudad de Cuenca a inicios de la colonia hasta mediados del siglo XX fue bastante lento, en 1950 se realiza el primer censo en el cual se determina que la ciudad tenía 50 mil habitantes comparados con los 35 mil contabilizados en 1885, dando un crecimiento del 4% anual (Mejía, V. 2014).

TABLA I
EVOLUCIÓN DE LA POBLACIÓN Y DENSIDAD DE CUENCA, 1950-2010.

AÑO	POBLACIÓN	SUPERFICIE HECTÁREAS	DENSIDAD HAB / HA
1950	52.696	850	62
1962	74.765	1.550	48
1974	104.470	2.500	42
1982	152.365	3.900	39
1990	198.390	5.300	37
2001	278.995	6.043	46
2010	331.888	7.059	47

La misma información la podemos observar en la figura No. 3.

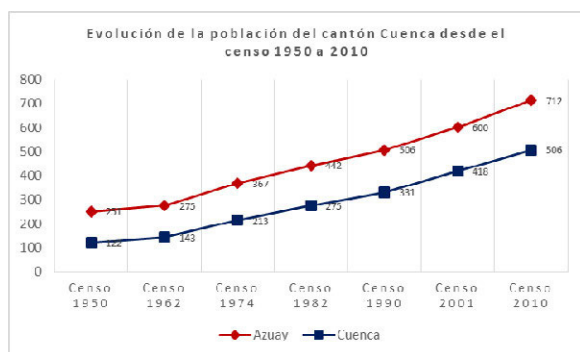


Figura 3. Evolución de la población del cantón Cuenca

El territorio ha experimentado gran presión por el uso del suelo en los últimos cuarenta años, como ha ocurrido en el resto del país. Se observan distintas tendencias en el uso del suelo relacionadas con la agricultura y la ganadería que además de responder a las condiciones ambientales, obedecen a la influencia de las actividades económicas de las áreas circundantes, si analizamos el cambio de uso del suelo a nivel nacional podemos observar que este se centra en la pérdida

de vegetación boscosa por otro tipo de cobertura, dando un valor de 200.000 ha/año (MAE, 2007)

El acelerado crecimiento desordenado que se ha dado en los últimos 20 años en zonas circundantes al área urbana, ha provocado la disminución de los suelos productivos del cantón, los mismos que han soportado una fuerte presión por fraccionamiento, reduciendo el área con potencial productivo y que trae implicaciones en la economía de la población y del cantón. La dotación de servicios básicos se vuelve más complicada e incrementa los valores de inversión por parte de las entidades públicas que tienen a cargo estos servicios, de igual manera la pérdida de zonas boscosas que favorecían la protección ante diferentes amenazas naturales han sido reemplazadas por viviendas dispersas y actividades agrícolas y una ganadería de subsistencia en la gran parte del territorio cantonal.

Al año 2010, el 26% del territorio presente una cobertura natural y el 52% a uso agro productivo y el 21% a zonas urbanas, información generada con imágenes RapidEye de 2010. Según el Estudio del Banco Interamericano de Desarrollo - BID, realizado en 2014, en el área de influencia inmediata a la ciudad de Cuenca, indica que sólo el área urbana ha crecido 120 hectáreas aproximadamente en los últimos 50 años (Informe Final del Estudio CE 3 Crecimiento urbano en la ciudad de Cuenca, 2014).

En el análisis multitemporal que realizan entre los años 1987, 2002 y 2010, demuestran una disminución del 30% de la cobertura vegetal en un periodo de 23 años, que a la vez éstas mismas incrementan en un 29,69% de las zonas urbanas y dispersas. De acuerdo a este estudio se concluye que el incremento del suelo urbano, es del 155% y corresponde a zona residencial y un incremento del 600% de suelo industrial.

El Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial cantonal analiza la cobertura vegetal y uso del suelo entre los años 2000 y 2013, información proporcionada por el Ministerio del Ambiente, en el cual se puede observar la disminución de áreas naturales y el incremento de suelos con usos agrícolas, pecuarios y urbanos, dando un 18,24% de cambio en su cobertura en un periodo de 13 años.

II. MÉTODO

Se realizó la recopilación de información cartográfica base a las cartas topográficas 1:50.000 publicadas por el Instituto Geográfico Militar - IGM; cartografía generada en el proceso de elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2011 y 2015 del Municipio de Cuenca.

Se contó con imágenes satélites descargadas del Servicio Geológico de los Estados Unidos o USGS por sus siglas en inglés (United States Geological Survey), correspondientes al sensor Landsat 5 y 7, de los años 1991 y 2001 respectivamente. A estas imágenes se les realizó un procesamiento digital con el objetivo de contar con las características adecuadas para los diferentes análisis.

Para el análisis multitemporal se empleó modelos de simulación (Automatas celulares de cadenas de Markov CA_MARKOV y el Land Change Modeler -LCM), en base al análisis histórico o multitemporal (cadenas de Markov), en la cobertura y uso del suelo del cantón. Para el modelo de aptitud se usó el método de Evaluación Multicriterio - EMC y luego una Evaluación Multi-Objetivo - EMO con la técnica de Suma Lineal Ponderada - SLP y Análisis del Punto Ideal - API. Este último método requiere la definición de objetivos para determinar la aptitud del suelo en conservación, agrícola, pecuaria, forestal

y urbano, cada uno de estos debe tener criterios en base a los factores que posibilitan su aptitud y también se identificaron algunas restricciones tanto morfológicas como ecosistémicas.

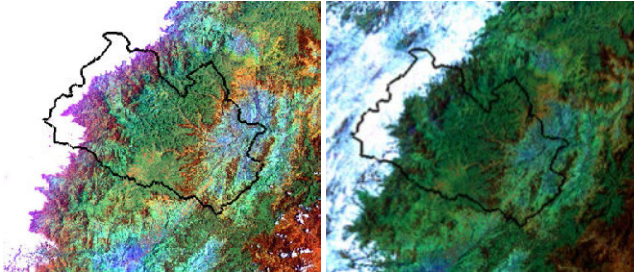


Figura 4: Imágenes de Satélite Landsat usadas para la investigación. a: Imagen Satélite Landsat5, P10R62, capturada el 15 de octubre de 1991. b: Satélite Landsat7, P10R62, capturada el 3 de noviembre de 2001

Los escenarios a futuro generados, demuestran la misma tendencia de cambio de uso del suelo. La probabilidad de cambio de las categorías con vegetación natural a uso productivo es mayor al 60%, es decir que la tendencia es la misma, igual sucede con el uso urbano viéndose un posible incremento de su área dentro del territorio cantonal.

De acuerdo a la evaluación multicriterio - EMC, se construyó un modelo de aptitud de suelo para zonas de conservación, agrícola, pecuaria, forestal y urbana. En la cual se determinaron los factores que posibilitan esta aptitud territorial para cada nivel de uso.

Entre ellos se estableció; uso del suelo actual, pendientes, clases agrológicas, distancia a vías, distancia a la red de agua potable y alcantarillado. Seguido de eso se elaboró una matriz de evaluación de cada uno de los factores o criterios y luego una matriz de puntuación o pesos. De esta manera se define las condiciones que favorecen a cada uno de los niveles de uso establecidos.

Luego se aplicó la técnica de Saaty, que no es más que la ponderación por pesos a cada uno de los niveles de uso y finalmente se aplicó la técnica de Suma Lineal Ponderada -SLP; esta técnica realiza una suma de los resultados de cada uno de los factores ya ponderados y jerarquizados y determina espacialmente las áreas que cumplen estas condiciones previamente establecidas.

La técnica de Análisis de Punto Ideal - API, que se base en el cálculo de la distancia desde cada alternativa al punto ideal. Las más cercanas son las más aptas, mientras que las más distantes serán las más desfavorables para ese nivel de uso.

A cada uno de estos se aplican las restricciones o limitaciones territoriales y así establecemos un modelo óptimo para la ordenación de las actividades en el territorio cantonal.

III. RESULTADOS

A. COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO 1991 Y 2001

Para el año 1991, se observa la categoría de páramo con 35,6% con mayor dominancia, seguido de un 19,5% de vegetación herbácea, un 11,5% de vegetación leñosa nativa, el 6,5% de vegetación leñosa, la categoría de pastos y cultivos presenta un 6,2% y el suelo urbano un 0,4%.

En las figuras 5 y 6 se muestran los mapas de usos del suelo obtenidos de los años 1991 y 2001 respectivamente y que serán la base para el análisis de cambio de uso del cantón.

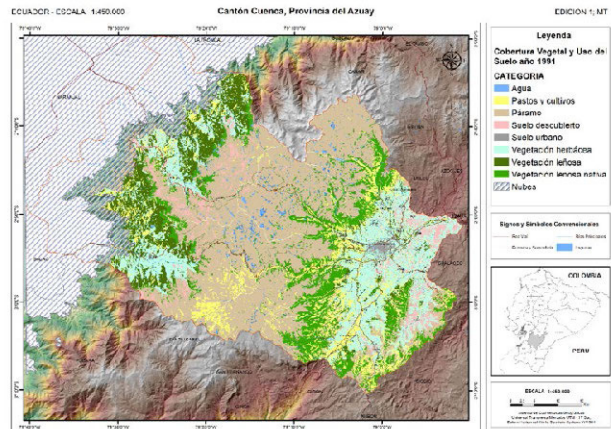


Figura 5: Mapa de la cobertura y uso del suelo al año 1991

La cobertura vegetal del año 2001 presenta un 32,8% de páramo, seguido de pastos y cultivos con el 19,3%; vegetación herbácea con un 13,2%; vegetación leñosa nativa con un 8,3% y vegetación leñosa con el 5,3%, el suelo urbano tiene un porcentaje del 0,6%.

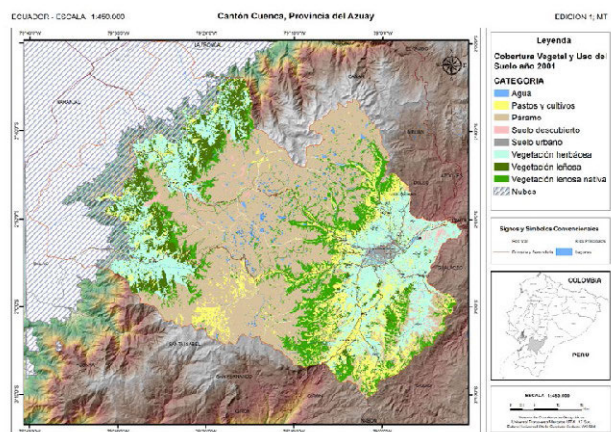


Figura 6: Mapa de la cobertura y uso del suelo al año 2001

B. CAMBIOS OCURRIDOS SOBRE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO ENTRE EL PERIODO 1991 AL 2001

Durante el periodo de análisis (1991 - 2001), se ha evidenciado una creciente transformación sobre la cobertura vegetal, estos procesos han dado paso a la transformación principalmente de áreas cubiertas por vegetación natural hacia usos antrópicos. En tabla No. 2 se muestra un resumen de los cambios entre el uso del suelo en el año 1991 y 2001 por categoría y expresados en porcentajes-

Podemos observar que el 35,6% de territorio del cantón Cuenca corresponde al ecosistema páramo, áreas dedicadas a la conservación; la vegetación herbácea presenta un 19,5% y pertenece a vegetación pionera en la franja montañosa ubicada alrededor de la ciudad; la vegetación leñosa nativa con el 11,5% incluye los bosque altoandinos, que a diferencia de la vegetación leñosa que corresponde a arbustos, matorrales o chaparro que se ubica en las estribaciones de la cordillera occidental; el área de pastos y cultivos que incluyen parcelas de cultivos de ciclo corto y anuales, también se encuentran en esta categoría zonas de pasto; el área urbana con un 0,4% del total cantonal, el 18,9% restante corresponde a la cobertura de nubes.

Para el año 2001 la superficie de páramo se ha reducido a un 32,8%, la misma tendencia presenta la vegetación leñosa nativa con 8,3%, vegetación leñosa con el 5,3%,

La categoría de pastos y cultivos presenta un incremento al 19,3% al igual que el suelo urbano al 0,3%

Se puede observar el crecimiento de la categoría de pastos y cultivos casi se ha triplicado en un periodo de 10 años; presentando unas 47 mil hectáreas de cambio de uso; el decrecimiento de las categorías correspondientes a coberturas naturales como vegetación leñosa y herbácea con un total de 49 mil hectáreas que evidencian el proceso de transición a otras coberturas; y un crecimiento del área urbana con una 724 hectáreas.

La estimación de la tasa anual de cambio se calculó a partir de la superficie de cada categoría, aplicando la fórmula descrita anteriormente; expresa la mayor o menor intensidad de las dinámicas de cambio en las coberturas de suelo en el cantón entre el periodo de los años 1991 y 2001, se observa que la categoría de vegetación herbácea es la más alta con un valor negativo de -3,8%, seguida de vegetación leñosa nativa con -3,2%, vegetación leñosa con -1,9%.

TABLA II
TASA DE CAMBIO POR COBERTURA EN EL CANTÓN CUENCA ENTRE 1991 Y 2001

n=10 años	S ₁ (Año 1991)	S ₂ (Año 2001)	S (%)
COBERTURA	SUPERFICIE (%)	SUPERFICIE (%)	TASA ANUAL CAMBIO
Agua	0,6%	0,6%	0,2%
Pastos y cultivos	6,2%	19,3%	12,0%
Páramo	35,6%	32,8%	-0,8%
Suelo descubierto	0,9%	1,0%	1,3%
Vegetación leñosa	6,5%	5,3%	-1,9%
Vegetación herbácea	19,5%	13,2%	-3,8%
Vegetación leñosa nativa	11,5%	8,3%	-3,2%
Suelo urbano	0,4%	0,6%	4,0%
TOTAL	100%	100%	

La cobertura natural (páramo, vegetación leñosa y herbácea), presenta una pérdida de 49.066,3 hectáreas, que corresponden a -2% hectáreas por año; en el año 1991 tenían un total de 267.873,7 hectáreas, para el año 2001 se reducen a 218.807,4 hectáreas, lo que nos indica que la mayoría de cambios se presenta en estas coberturas.

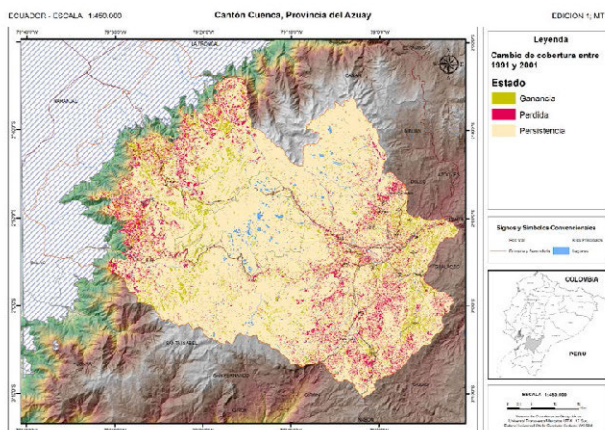


Figura 7: Ganancias, Pérdidas y Persistencia de las categorías de uso del suelo

La categoría de pasto y cultivos es la que mayor crecimiento presenta, en 1991 con 22.796,1 ha y para el año 2001 se incrementa a 70.639,8 ha, dando una tasa de cambio del 12% anual, es decir que la transición se dio a esta cobertura.

Las categorías de cobertura de suelo no vegetal, es decir, agua, suelo descubierto y suelo urbano, presentaban para 1991 un total de 6.877,8 ha y en el 2001 presenta 8.100 ha, con una tasa de cambio del 1,6% anual.

C. MODELO PROSPECTIVO DE LA COBERTURA VEGETAL PARA EL AÑO 2010 Y 2030

Para la construcción del modelo al año 2010 se empleó los mapas de cobertura vegetal de las dos fechas analizadas 1991 y 2001, prediciendo la probabilidad de cambio de uso del suelo que pueda ocurrir para el año determinado.

Para la construcción del modelo al año 2030 se consideraron variables físicas, bióticas y sociales como áreas protegidas, accesos viales, cobertura de servicios, aptitud del suelo y otros más. Con este mapa de restricciones se pretendió determinar las nuevas condiciones de uso y de probabilidad de cambio en el territorio hacia el año 2030.

D. APTITUD DEL SUELO

Previo a la construcción de los escenarios, es necesario la obtención del mapa de aptitud del suelo, el mismo que sirve como insumo para la confección de los mapas de la prospectiva territorial.

Para ello fue necesario definir variables, criterios y factores, a los cuales se procedió a aplicar matrices para su valoración. Se definió cinco tipos de aptitud de suelo: conservación, agrícola, pecuaria, forestal y urbana.

Para el territorio cantonal se han establecido cinco niveles de uso (Gómez 2013): conservación, agrícola, pecuario, forestal y urbano. En cada nivel de uso se determinan unos factores que mejor condición presentan para un determinado uso.

TABLA NO. III
CRITERIOS FACTORES PARA USO DE CONSERVACIÓN, AGRÍCOLA, PECUARIO, FORESTAL.

CRITERIO	FACTORES			
	Conservación	Agrícola	Pecuario	Forestal
Cobertura vegetal y uso del suelo	Zonas ambientalmente sensibles	Zonas de uso agrícola	Zonas de uso pecuario	Zonas de uso forestal
Topografía del terreno (Pendiente porcentaje)	Susceptibilidad a la erosión	Condiciones favorables para actividades agrícolas	Condiciones favorables para actividades pecuarias	Condiciones favorables para actividades forestales
Clases agro-lógicas	Aptitud de conservación	Aptitud para actividades agrícolas	Aptitud para actividades pecuarias	Aptitud para actividades forestales
Altitud	Preservación de ecosistemas			

Se utilizaron matrices de ponderación de los factores para ser utilizados con los respectivos modelos para la determinación de la aptitud de uso del suelo, aplicando métodos multicriterio y técnicas de la Suma Lineal Ponderada (SLP) y Análisis del Punto Ideal (API)

TABLA NO. IV
CRITERIOS: FACTORES PARA USO URBANO

CRITERIO	FACTOR
Cobertura vegetal y uso del suelo	Zonas adecuadas para uso urbano
Topografía del terreno (Pendiente porcentaje)	Aptitud de asentamientos humanos en pendientes inferiores al 30%
Proximidad a carreteras	Accesibilidad
Proximidad a asentamientos humanos	Expansión urbana
Proximidad a servicio de agua potable	Dotación de servicio de agua potable
Proximidad a servicio de alcantarillado	Eliminación de aguas residuales

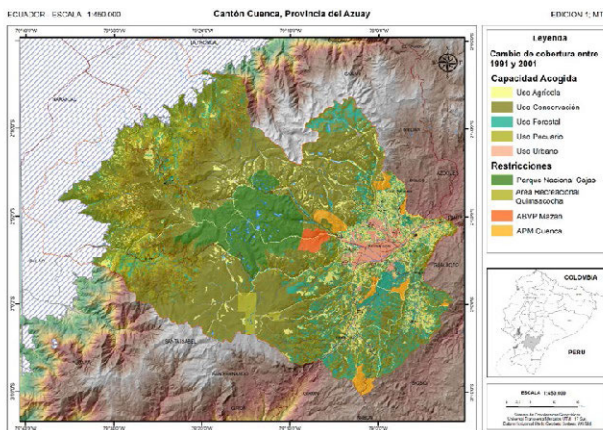


Figura 8: Aptitud del uso del suelo en conservación, agrícola, pecuario, forestal y urbano, aplicando la técnica EMO - Análisis del Punto Ideal - API.

E. PROSPECTIVA DEL USO DEL SUELO

De acuerdo a la metodología aplicada, se observó que la tendencia de cambio de uso del suelo se mantiene. La cobertura de páramos continúa su tendencia de cambio a cobertura sin vegetación. La cobertura de pastos y cultivos permanecen en crecimiento incorporando áreas de páramo y vegetación leñosa y herbácea. Se puede observar que el tendencial al 2030 enuncia la intervención en zonas de protección a pesar de las restricciones con las que el territorio cuenta, el área urbana tiene un avance en pequeñas zonas donde se podría suponer de una consolidación, pero hay que considerar la categoría de pastos y cultivos viene acompañada de una vivienda aislada y ésta categoría tiene el mayor crecimiento dentro del escenario próximo.

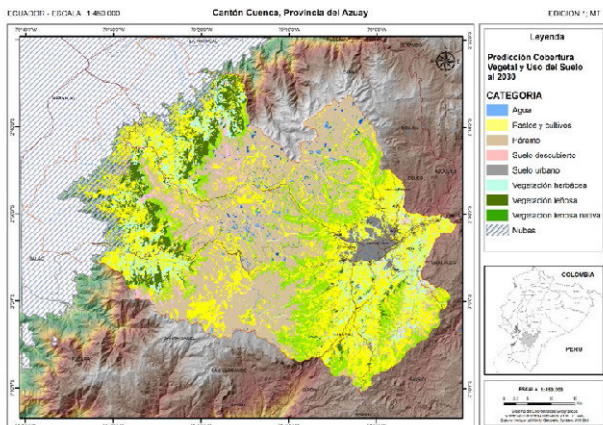


Figura 9: Modelo predictivo al año 2030 del cambio de uso del suelo del cantón Cuenca

La información base para la construcción de escenarios futuros parten de los análisis históricos, el uso de las cadenas de markov y autómatas celulares, son las más adecuadas para la construcción de escenarios de tendencia, en ambos se visibiliza procesos de deforestación, acelerado crecimiento urbano y el incremento de áreas para uso agrícola y ganadero, generando las incompatibilidades en la aptitud del territorio cantonal.

En la siguiente ilustración se observa como es la tendencia de cambio en los modelos predictivos generados para el cantón.

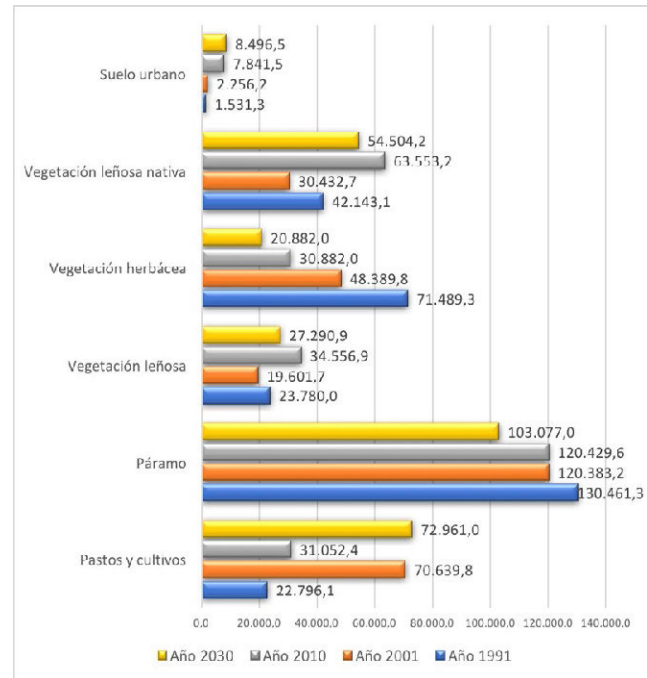


Figura 10: Dinámica de cambio de superficie en las categorías de uso del suelo en 1991, 2001, 2010 y 2030

IV. CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido demostrar la evolución del cantón Cuenca en relación con los cambios de uso de suelo que han sucedido durante el periodo 1991 y 2001, así también la tendencia de cambio hacia el año horizonte 2030.

El cantón Cuenca ha experimentado numerosos cambios en todo su territorio de forma intensa y asociados a la apertura de una red vial en muchos de los casos sin planificación. Esto se puede evidenciar al observar que la cobertura natural (páramo, vegetación leñosa y herbácea), presenta una pérdida de 49.066,3 hectáreas, entre el periodo 1991 - 2001; mientras que la categoría de pastos y cultivos tiene un incremento de 70.639 hectáreas en este mismo periodo.

Del análisis de los resultados en la estimación de la tasa anual de cambio de uso del suelo se observa que en entre el periodo 1991 y 2001, la vegetación herbácea es la más afectada por el cambio, seguida por la vegetación leñosa nativa y la vegetación leñosa. Todas con porcentajes negativos, es decir, son las categorías que más presión sufren para el proceso de cambio de uso del suelo. La categoría de pasto y cultivos es la de mayor crecimiento entre este periodo, incrementando de manera considerable su porcentaje de cambio.

La matriz de tabulación cruzada nos permite observar las categorías de uso del suelo que han manifestado cambio y hacia

que categorías han transicionado, así como la persistencia que han experimentado, tanto en hectáreas como en porcentajes con respecto al total.

El mapa de probabilidad hacia el año 2030 muestra la tendencia de cambio que se ha venido dando en el territorio, el crecimiento urbano y agroproduktivo sigue presionando sobre coberturas naturales, sin importar las restricciones o aptitudes que presenta el territorio. La disminución de categorías de suelo como vegetación herbácea, arbustiva y su cambio a categorías de pastos y vivienda dispersa continúa de acuerdo a la proyección territorial.

Los análisis de dinámicas de cambio de uso del suelo son complejos, las variables que interactúan en esa relación son múltiples, y para entender cómo afecta a los recursos se deben conocer los procesos fundamentales en un contexto social, económico y espacial.

Las actividades del sector primario como la agricultura y ganadería tienen un proceso decreciente, lo que se puede evidenciar con la pérdida de tierras agroproduktivas que se transforman a zonas de tejido urbano discontinuo. Los espacios con vegetación arbustiva y/o herbácea son los que experimentan mayores cambios, con grandes pérdidas por el crecimiento de la mancha urbana continua y discontinua, la misma que no se consolida dentro de los límites establecidos como urbanos de acuerdo a la ordenanza actual. La promoción inmobiliaria crece en torno a los nuevos ejes viales de comunicación, debido a que el costo del suelo en estas áreas es mucho más bajo.

El crecimiento de esta mancha de tejido urbano discontinuo tiene un impacto directo sobre la biodiversidad del cantón,

ya que ocasiona la fragmentación de hábitats y la aparición de infraestructuras y de diferentes actividades cerca de áreas con alto valor ambiental y por ende la sobre explotación de los recursos naturales.

A pesar de todo ello, el cantón Cuenca, sigue conservando un importante porcentaje de coberturas naturales, bajo diversas figuras de protección, el reto que tienen los gestores territoriales es asegurar la eficacia de las normativas vigentes y la creación de nuevas que sean capaces de proteger esta red ecológica de gran importancia para el aprovechamiento de servicios ambientales para el cantón.

Es prioritario corregir las deficiencias causadas durante décadas pasadas por la falta de una correcta aplicación de la normativa tanto en materia de ordenamiento urbano como ambiental, es necesario dar solución a los problemas generados por errores cometidos en el Ordenamiento Territorial o a la falta de éste en algunos sectores. Apostar por un desarrollo que respete el medio natural.

No hay que olvidar que la vocación territorial del cantón es la conservación ambiental, por contar aún con grandes extensiones de zonas de páramo y vegetación leñosa que se ubican en la zona alta del territorio. Cuando las simulaciones de uso del suelo se corren en el límite máximo del horizonte temporal (2030), el comportamiento es el tendencial, es decir, crecimiento del tejido urbano discontinuo, desplazamiento de áreas agroproduktivas a zonas más altas y disminución de coberturas naturales.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo realizado como tema de investigación en la Maestría en Ordenación Territorial por la Universidad de Cuenca, la autora reconoce las contribuciones al Magister Boris Vélez, director de esta tesis de investigación.

REFERENCIAS

- Barredo Cano, J. I. (1996): *Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, Ed. RA-MA.
- Baquero, F.; Sierra, R.; L. Ordóñez, M. Tipán, L. Espinoza, M. B. Ribera y P. Soria. (2004). "La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras". EcoCiencia / CESLA / Corporación EcoPar / M AG SIGAGRO / CDC - Jatun Sacha / División Geográfica - I G M. Quito.
- Buzai, G.D., Baxendale, C.A., 2006. *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Editorial GENEPA. Buenos Aires, Argentina. 397 pp.
- Buzai, G.D. (2007). Actualización de cálculos y distribuciones espaciales a través de cadenas de Markov y autómatas celulares: Pérdida de suelos en el área metropolitana de Buenos Aires - 2001. En: Matteucci, S.D. (Ed.) *Panorama de la Ecología de Paisajes en Argentina y Países Sudamericanos*. Ediciones INTA. Buenos Aires. pp. 433-450.
- Bosque, J. (2001). Planificación y gestión del territorio. De los SIG a los Sistemas de ayuda a la decisión espacial (SADE). *El Campo de las Ciencias y las Artes*, 138, 137-174.
- Camacho Olmedo, M.T., Molero Melgarejo, E. y Paegelow, M. (2010): Modelos geomáticos aplicados a la simulación de cambios de usos del suelo. Evaluación del potencial de cambio. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 658-678. ISBN: 978-84-472-1294-1.
- Cárdena s, A., (2005), "Prognosis espacial y análisis multitemporal de cambio de cobertura vegetal y uso del suelo del cantón Baños (1991 - 2004), Tasas de cambio", EcoCiencia, Quito, Ecuador, 2005.
- Clavero, I., Santos, M., Navarro, R., Guerrero, J.J., Cáceres, F. Moreira, J.M. (2010): Implementación de un sistema de escenarios futuros sobre el mapa de usos de suelo de Andalucía. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 759-776. ISBN: 978-84-472-1294-1.
- GADM Cuenca, (2011). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Cuenca*. Cuenca, Ecuador.

- Chuvieco Salinero, E. (2007): Teledetección Ambiental. Barcelona, Ariel Ciencia, 3ª Edición.
- Chuvieco, E. (2000): Fundamentos de Teledetección Espacial, 3ra. Edición revisada. Madrid. RIALPI Ciencia, 568 pág.
- Chuvieco, E. (2007): Teledetección Ambiental, La Observación de la Tierra desde el espacio, 3ra. Edición. Madrid. Ariel Ciencia, 586 pág.
- Gallardo Beltrán, M. (2014). Cambios de usos de suelo y simulación de escenarios en la Comunidad de Madrid. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Geografía e Historia. Departamento de Geografía Humana.
- Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio aplicados al ordenamiento del territorio. Paracuellos de Jarama, Editorial Ra-Ma, 2º Edición.
- Gómez Orea, D., Gómez Villarino, A. (2013). Ordenación del Territorio. Madrid. Ed. Mundi Prensa. 3º Edición.
- Glosario, Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RA-MA Editorial, Madrid, 2006, Pág. 884
- Mejía, V. (2014). El Proceso de urbanización en Cuenca, Ecuador. Tesis Master Universitario en Gestión, Valoración Urbana. Universidad Politécnica de Cataluña. 88 pág.
- Moreno Jiménez. (2006). Sistemas y análisis de la información geográfica, manual de autoaprendizaje con ArcGIS, RAMA Editorial, Madrid, Pág. 4
- Moreno Santillan, R. (2013). Calculo de la tasa de deforestación anual en el periodo 2001-2011 en la provincia de Tambopata con imágenes de NDVI (MODI3) DE MODIS, mediante relación de ajuste de recta. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE
- Paegelow, M., Camacho Olmedo, M. T. y Menor Toribio, J. (2003): Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje, GeoFocus (Artículos), nº 3, 2003, p. 22-44. ISSN: 1578-5157.
- Pinilla, C. (1995): Elementos de Teledetección. Madrid. RAMA, 313 pág.
- Rubio Blanco, D. (2012). Tesis Doctoral: Diseño de un modelo metodológico para la fase de prospectiva en los estudios de ordenamiento territorial y su aplicación a algunos casos centroamericanos. Departamento de Proyectos y Planificación Rural. Escuela Técnica superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Ruiz, V., Savé, R., Herrera, A. 2013. Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 - 2011. Ecosistemas 22(3):117-123. Doi.: 10.7818/ECOS.2013.22-3.16.
- Universidad Santiago de Compostela. Curso de Doctorado. Análisis Territorial. Planificación de usos del suelo. URL: [http://laborate.usc.es/files/analisis-territorial-planificacion-usos-de-suelo-apuntes-curso-doctorado.pdf]
- Universidad Santiago de Compostela. (2014). Practica 1: Aplicación de regresión logística, Cadenas de Markov y autó-mata celular para la simulación del cambio de uso del suelo. Convenio ECUIDTI - MASTERRA.
- Universidad Santiago de Compostela. (2014). Practica 3: Evaluación de la aptitud de la tierra para usos específicos mediante técnicas de evaluación multicriterio. Convenio ECUIDTI - MASTERRA.
- Universidad Santiago de Compostela. (2014). Practica 4: Diseño de mapas de usos del suelo mediante evaluación multicriterio y algoritmos de optimización espacial. Convenio ECUIDTI - MASTERRA.
- Tello, E., R. Garrabou, X. Cussó y J. Olarieta. (2008). Una interpretación de los cambios de uso del suelo desde el punto de vista del metabolismo social agrario. La comarca catalana del Vallés, 1853-2004. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica 7: 97-115.
- Sarría Pablo, Y., Becerra Lois, F., (2006). Un estudio prospectivo aplicado al ordenamiento del territorio de la provincia Cienfuegos. Gestión Ambiental y Sostenibilidad. Revista Gestipolis. Online URL: [http://www.gestipolis.com/canales6/ger/estudio-de-ordenamiento-territorial.htm]

Métodos de registros en fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte de Costa Rica

Álvarez-Garay, Benjamín¹

¹ Cátedra Sistemas de Información Geográfica / Escuela Ciencias Exactas y Naturales / Universidad Estatal a Distancia
Mercedes, Montes de Oca / San José / Costa Rica
balvarez@uned.ac.cr

RESUMEN

La Región Huetar Norte, ubicada al norte de Costa Rica, con una extensión de 718851 hectáreas (719 km²) y compuesta por los cantones Upala, Los Chiles, Guatuso, San Carlos y Zarcero; se dedica a la ganadería, agricultura y cultivos permanentes (caña de azúcar, piña, yuca y cítricos), ha tenido cambios notorios en el uso del suelo: cantones poblados (parte sur), cantones con agricultura, ganadería y migración (parte norte) y cantones turísticos (de aventura, rural y agrario).

Realizar una recopilación de los procesos de registros en fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte, para el análisis de la información recolectada y las variables tomadas en cuenta para el registro de la finca agropecuaria.

La investigación es de tipo descriptivo-explicativo, ya que detalla la situación del registro de fincas agropecuarias en la región Huetar Norte. Se desarrollaron tres actividades i) identificación de instituciones y organismos que registran información, ii) búsqueda de información, instrumentos y variables utilizados para el registro y iii) bibliografía sobre los procesos de registro.

Cinco instancias participan en el registro de información en fincas agropecuarias: i) censos agropecuarios, ii) instituciones gubernamentales, iii) Centro Agrícola Cantonal, iv) Colegios Técnicos y Profesionales y v) organizaciones regionales. Cada instancia posee un objetivo específico, sin embargo, no siempre esa información es conocida por los agricultores.

Los registros de información son instrumentos para la toma de decisiones en diversos sectores, su utilidad se ve reflejada en datos que se emplean para conformar política local, regional y nacional.

Palabras clave: **Finca agropecuaria, registro, región uetar Norte, geografía, SIG.**

ABSTRACT

The Región Huetar Norte, located to the north of Costa Rica, with an extension of 718851 hectares (719 km²) and composed by the cantons Upala, Los Chiles, Guatuso, San Carlos and Zarcero; Is dedicated to cattle raising, agriculture and permanent crops (sugar cane, pineapple, yucca and citrus). It has had notable changes in land use: populated cantons

(southern part), cantons with agriculture, cattle raising and migration (northern part) and tourist cantons (adventure, rural and agrarian).

To carry out a compilation of the processes of records in agricultural farms in the Región Huetar Norte, for the analysis of the information collected and the variables considered for the registration of the agricultural property.

The research is descriptive-explanatory, as it details the situation of the register of agricultural farms in the Región Huetar Norte. Three activities were carried out: i) identification of institutions and organizations that register information; ii) search for information; instruments and variables used for registration; and iii) bibliography on registration processes.

Five instances are involved in the registration of information on agricultural holdings: (i) agricultural censuses, (ii) government institutions, (iii) Cantonal Agricultural Center, (iv) technical and professional colleges, and (v) regional organizations. Each instance has a specific objective; however, this information is not always known by farmers.

Information records are instruments for decision-making in various sectors, their usefulness is reflected in data used to shape local, regional and national politics.

Keywords: Agricultural farm, Registry, Región Huetar Norte, Geography, GIS.

I. INTRODUCCIÓN

La Región Huetar Norte, ubicada en la parte norte de Costa Rica, con una extensión territorial de 718851 hectáreas (719 km²) y compuesta por los cantones Upala, Los Chiles, Guatuso, San Carlos y Alfaro Ruiz; es una región productiva, dedicada a la ganadería, agricultura, cultivos permanentes (caña de azúcar, piña, yuca) y cítricos (Alvarado Salas, 2003; INEC, 2015b). En algunos sectores de la región el turismo es el eje económico principal (tal es el caso de la fortuna), siendo el turismo de aventura predominante, seguido del turismo agrario (entendido como aquel, donde el turista observa las actividades agrícolas presentes en el lugar y participa de ellas) y el turismo rural-comunitario (MIDEPLAN, 2014).

En los últimos 30 años, los cambios en el uso del suelo han sido notorios, ya que se observa cantones con concentración de población (ubicados al sur de la región) y cantones que basan su economía en agricultura, ganadería y migración (ubicados más al norte de la región). Lo cual genera en cierta medida fragmentación del bosque y pérdida en la biodiversidad (INEC, 2015a; SEPSA, 2013).

El principal problema que presenta la Región Huetar Norte en el sector agrícola, se debe al registro de la información enfocado en los pequeños y mediados productores. Aunque existe información en esta temática, la misma se encuentra desarticulada y distribuida en todas las instancias que participan en la región, situación que dificulta el análisis adecuado para identificar los impactos reales que generan las actividades socio-productivas sobre estos recursos en áreas geográficas específicas. Por consiguiente, también se ve obstaculizada la toma asertiva de decisiones para una mejor planificación del territorio.

Por tanto, se plantea realizar una recopilación de los procesos de registros en fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte, con el fin de observar cual es la información recolectada, cuales instrumentos son utilizados y las variables tomadas en cuenta para los procesos de registros.

II. MÉTODO

La investigación es de tipo descriptivo-explicativo, ya que detalla la situación del registro de fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte. Para ello el trabajo se estructuró en tres actividades i) identificación de instituciones y organis-

mos que registran información agropecuaria, ii) búsqueda de información, instrumentos y variables utilizados para el registro de información agropecuaria y iii) bibliografía sobre los procesos de registro en la Región Huetar Norte.

La primera actividad se desarrolló con la ubicación de instituciones presentes en la Región Huetar Norte y la aplicación de una entrevista a actores claves, con el fin de conocer su experiencia en el registro de fincas agropecuarias. Para ello se realizó un inventario de las instituciones presentes en la región, posteriormente se visitó cada una de las instancias y en la medida de lo posible se tuvo la opinión mediante una entrevista de las personas que participaron en los procesos de registros de fincas agropecuarias en la región.

Para la segunda actividad se solicitó a las instancias que llevan registros de fincas agropecuarias en la zona, los registros de información. En este caso, se solicitó solamente el instrumento de registro y las variables que se recolectan, no así los datos que aportan las personas de las fincas agropecuarias. Esta actividad tenía como objetivo comparar los registros e instrumentos de recolección de información y las variables que son recolectadas en las fincas agropecuarias.

La última actividad correspondía a la búsqueda bibliográfica de registros en fincas agropecuarias. Tenía como objetivo conocer que se ha escrito y cuales instituciones se han preocupado por mantener un registro actualizado de la región y que reúna las variables adecuadas para ser replicadas en la región o en otras regiones de Costa Rica.

Este proceso fue desarrollado durante el año 2016, con el apoyo del Centro Investigación, Transferencia Tecnológica y Educación para el Desarrollo (CITTED) de la UNED instituciones públicas, organizaciones y productores.

III. RESULTADOS

El registro de información agropecuaria es una actividad que se desarrolla en la Región Huetar Norte desde hace más de 50 años. Instituciones públicas, organizaciones no gubernamentales, sector educativo, productores y otros actores colaboran en el registro de información, sin embargo, este registro, cumple objetivos específicos para los diferentes actores, por tanto, el registro posee diferentes variables, se actualiza de acuerdo a los requerimientos de cada finca y en algunos casos no es socializado ya que posee datos sensibles de la finca o de la ac-

tividad agropecuaria como tal (Saborío, Carvajal, & Sánchez, 2014).

Para esta investigación se desarrolló el análisis de los registros de información en fincas agropecuarias con cinco instancias presentes en la Región Huetar Norte, que desarrollan registros, cada una de estas instancias poseen un objetivo y fin específico. En un gran porcentaje los datos recolectados por estas instancias son recopilados y archivados, en poca medida apoyan las políticas internas de cada institución u organización para generar información nacional, tal es el caso de los censos agrícolas.

1. CENSO AGROPECUARIO

Los censos agropecuarios son instrumentos que permiten actualizar información estructural agropecuaria de las fincas agropecuarias en un territorio dado, debe contemplar los cambios presentes en las fincas, la incorporación de tecnologías y las nuevas actividades en el sector. Este instrumento permite la localización de cultivos, formas de tenencia de la tierra, cambios en el paisaje, distribución espacial, sistemas de siembra utilizados y tecnología adecuada para el rendimiento del cultivo (FAO, 2007).

Tiene como objetivo fundamental suministrar al país la información básica, confiable y significativa, sobre la realidad agropecuaria, que permita fortalecer su capacidad técnica para formular planes, programas e instrumentos del desarrollo, estudios y análisis de políticas que tiendan al mejoramiento de la eficiencia y la eficacia en la conducción de uno de los sectores de mayor contribución a la economía nacional y al bienestar de la población (INEC, 2015b).

El ente oficial para desarrollar esta información es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), en conjunto con el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). En Costa Rica se han realizado seis censos agropecuarios a saber: 1950, 1955, 1963, 1973 1984 y 2014.

La información que se obtuvo para la Región Huetar Norte, corresponde al VI censo nacional agropecuario (CENAGRO). Este se desarrolló durante el periodo 2013 - 2014, contó con 78 profesionales y con una inversión estimada en 6 mil millones de colones (INEC, 2014b). Los datos recopilados corresponden a i) aspectos generales de la finca y el productor, ii) tenencia y uso de la tierra, iii) cultivos agrícolas, iv) ganado vacuno y porcino, v) actividades acuícolas y silvícolas, vi) empleo agropecuario, vii) maquinaria y equipo agrícola, viii) fertilizantes y plaguicidas, ix) prácticas de conservación al ambiente, x) presencia y tipo de riesgo, xi) roles de género y servicios de apoyo a la agricultura (INEC, 2014a).

Figura 1. Muestra del censo nacional agropecuario 2014.
Fuente: INEC, 2014.

De acuerdo a los datos compilados por CENAGRO 2014, la Región Huetar Norte posee alrededor de 44 mil fincas agropecuarias distribuidas en 14 distritos, con un promedio de 30 hectáreas por finca y donde las principales actividades corresponden a ganado vacuno (42%), yuca (11%), frijol (7%), plátano (4,7%) y otras frutas (INEC, 2015a).

De acuerdo a la entrevista realizada con el coordinador de CENAGRO 2014, menciona que se trató de desarrollar la mayor cantidad de información para la región, sin embargo, se tuvo algunas áreas donde no se encontró a la persona encargada o dueña de la finca (pequeños productores), lo que dificultó tener datos de ese territorio, sin embargo, el censo se desarrolló, para toda la región Huetar Norte de Costa Rica.

Este instrumento (censo agropecuario) es de suma importancia, pues tiene como finalidad el desarrollo de política pública en materia agropecuaria, sin embargo, estos datos a nivel regional son poco socializados con todos los participantes; personas que tengan acceso a una red de comunicación (institucional o internet), pueden acceder a estos datos y compararlos con los números presentes en la región.

Sin embargo, se necesitan actividades como talleres o grupos focales que promuevan la socialización de los datos y así el análisis a nivel regional sea adecuado y las decisiones puedan ser acertadas para beneficio regional.

2. SECTOR AGROPECUARIO COSTARRICENSE

El sector agropecuario costarricense se creó mediante la ley 7064 y está integrada por i) el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), con sus instancias adscritas: Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) y Consejo Nacional de Clubes 4-S. (CONAC); ii) el Instituto de Desarrollo Rural (INDER), iii) el Consejo Nacional de Producción (CNP), iv) el Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA), v) el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA), vi) el Instituto Costarricense de Pesca y Acuicultura (INCOPESCA), vii) la Oficina Nacional de Semillas (ONS), viii) el Programa Integral de Mercadeo Agropecuario (PIMA) y ix) el Foro Nacional Mixto y Foros Regionales Mixtos, conformados por representantes de organizaciones de pequeños y medianos productores del sector agropecuario (Poder Ejecutivo, 1992).

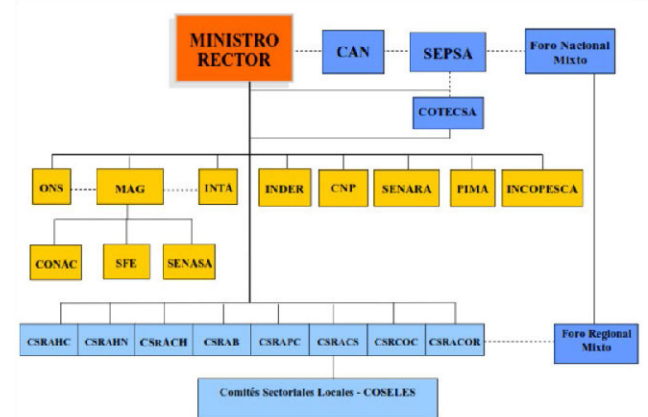


Figura 2: Sector de desarrollo agropecuario y rural.
Fuente: SEPSA, 2014.

Estas instituciones e instancias dan soporte al agro nacional, cada una con diferentes objetivos y tareas. A partir del año 2014 se actualizó el documento de políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales, perio-

do 2015-2018, en el cual se tiene como fin impulsar el sector agropecuario y rural eficiente, competitivo, altamente capacitado en todos sus niveles, para contribuir con la seguridad y la soberanía alimentaria y nutricional, el posicionamiento internacional con calidad reconocida, respetuoso de los derechos de los trabajadores y las trabajadoras, cumplidor de la legislación vigente; comprometido con el medio ambiente y con responsabilidad social empresarial (Saborio et al., 2014).

La organización que recopila la información agropecuaria del sector agropecuario costarricense corresponde a la Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA), adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Esta organización posee datos de agricultura y ganadería desde el año 1988 hasta la fecha (2017), donde presenta datos sobre i) área y producción, ii) precios, población y empleo, iii) créditos, iv) gasto público y v) comercio exterior.

TABLA I
PRODUCCIÓN DE ARROZ EN TONELADAS SEGÚN CANTÓN, POR PERIODO AGRÍCOLA, 2012 / 2016.

REGIÓN	2012 / 2013	2014 / 2015	2015 / 2016
Huetar Norte	60 021	52 229	34 614
Guatuso	4 699	1 295	733
Los Chiles	5 739	4 330	3 651
San Carlos	2 520	2 698	718
Upala	47 063	43 906	29 511

Fuente: SEPSA, 2017.

SEPSA es una instancia de carácter sectorial, responsable de apoyar y asesorar al Ministro Rector (MAG), en la conducción eficaz y eficiente del desarrollo agropecuario nacional, la cual tiene como misión integrar y articular la acción de las instituciones del Sector Agropecuario y el Desarrollo Rural para el ejercicio de la rectoría, aportando insumos estratégicos propositivos, pertinentes, veraces y oportunos, para planificar, dar seguimiento y evaluar el desempeño del Sector (SEPSA, 2015).

De acuerdo a la entrevista suministrada por la persona encargada de llevar los registros, menciona que los datos colocados en los boletines, se realizan de manera nacional, regional y cantonal, es decir, son datos globales que dan una muestra de lo que se presenta en la región y el país.

Los datos a nivel distrital y de pequeños productores no se desarrollan en estos boletines, ya que cada institución participante en el sector agropecuario, debe de incluir personal y recursos para obtener la información a una escala grande y con mayor detalle.

Sin embargo, es de suma importancia la labor que realiza SEPSA en recopilar estos datos institucionales y unificarlos en un único boletín anual, ya que informa sobre actividad agropecuaria costarricense con datos y cifras regionales.

Además, provee información que puede ser compartida por cualquier persona u organización y analizada para la toma de decisiones en cualquier región de Costa Rica. Es importante considerar que SEPSA reúne toda la información nacional y regional de las nueve instancias participantes en el agro costarricense, con un formato fácil de leer y comprender, disponible al público, actualizado y con 30 años de información, lo que puede permitir la comparación en el tiempo de los diferentes cultivos.

3. CENTRO AGRÍCOLA CANTONAL

Los centros agrícolas cantonales (CAC), se crearon mediante la ley 4521y corresponden a organizaciones de productores,

sujetas al Derecho Privado, sin fines de lucro, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Tienen como fin i) fomentar la participación de los productores y la población local para el mejoramiento de las actividades agropecuarias, agroforestales, pesqueras y de conservación de los recursos naturales y ii) garantizar a sus afiliados la libre adhesión, el retiro voluntario, el derecho a voz y el derecho a un voto por afiliado (República de Costa Rica, 1999a).

Tienen como objetivo fomentar la participación de los productores y la población local para el mejoramiento de las actividades agropecuarias, agroforestales, pesqueras y de conservación de los recursos naturales, así como para el ofrecimiento de la debida capacitación, créditos, transferencia tecnológica y otros beneficios que contribuyan para el desempeño de su actividad productiva (República de Costa Rica, 1999a).



Figura 3: Vista de la finca CAC San Carlos, 2016.

Fuente: Benjamín Álvarez Garay, 2016.

En la Región Huetar Norte se presentan cinco CAC (uno por cantón), los cuales tienen como fin impulsar la actividad agropecuaria en cada cantón de acuerdo a las actividades agropecuarias acordes a la zona. Estas organizaciones promueven el mejoramiento de la actividad agropecuaria por medio de actividades de investigación, capacitación y transferencia de tecnología.

El ingreso del productor al CAC se realiza de forma voluntaria y la persona puede retirarse cuando lo desee, tienen derecho a opinar sobre la estructura que posee el centro y de las actividades que desarrollan. El CAC se enfoca principalmente en desarrollar proyectos (o planes pilotos) productivos para agricultores del cantón, promover la capacitaciones en temas específicos enfocados en el agro local y la coordinación con las ferias del agricultor, las ventas de los productos de sus asociados (República de Costa Rica, 1999b).

Para el caso de registro de la finca, depende de la junta directiva de cada CAC y de las líneas propuestas en cada gestión, además de los proyectos productivos que promueve cada centro agrícola, esto quiere decir, que trabajan de forma independiente y se tiene un formato de registro de fincas establecido, sino de acuerdo a la demanda del mercado y de los productos propios de cada cantón.

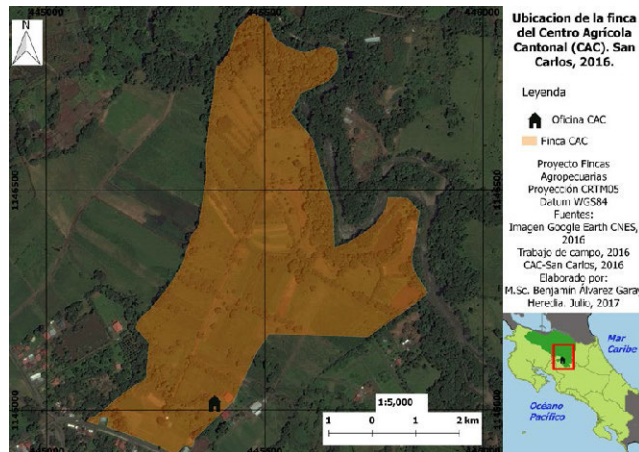


Figura 4: Ubicación del CAC San Carlos, 2017.

Fuente: Proyecto fincas agropecuarias en la Región Huetar Norte, 2016

Para el caso del CAC San Carlos, la finca se ubica en el poblado de Santa Clara (10 km al oeste de ciudad Quesada, centro poblacional principal), cuenta con parcelas demostrativas para investigación y educación, además de una lechería, maquinaria, galpones (pollos y gallinas) y zona de protección (cerca del río). Los productores socios pueden ver cómo se desarrolla una actividad agropecuaria y que tipo de manejo se presenta y además opciones de capacitación en temas específicos (manejo del suelo, lechería, galpones).

En gran medida los CAC pueden ser gestores de registros agropecuarios (de sus asociados y de las fincas), pues es una forma de validar recursos y datos presentes en el territorio. Claro está, que estas actividades deben ser parte del plan de trabajo de la junta directiva y de política del centro agrícola.

Una de las oportunidades de mejora para los CAC, sería el conocer mejor la finca de sus asociados, esto mediante el uso de programas en información espacial (SIG), generando planos actualizados, cultivos cosechados y posibles riesgos ambientales, esto para compartir la información con los asociados y así tomar acciones sobre los productos propios del cantón y las oportunidades que puedan desarrollar.

4. COLEGIOS TÉCNICOS Y PROFESIONALES

La Educación Técnica Profesional se presenta como un sub-sistema del sistema educativo formal en Costa Rica y tiene origen mediante la Ley Fundamental de Educación número 2298, artículo 17, del 22 de noviembre de 1958 (Asamblea Legislativa, 1958).

La oferta técnica abarca tres modalidades i) comercial y servicios, ii) agropecuaria e iii) industrial. Para el caso de la oferta agropecuaria incluye las especialidades de agroindustria, agrojardinería, agroecología, agroindustria alimentaria con tecnología agrícola, agroindustria alimentaria con tecnología pecuaria, agropecuario en producción agrícola, agropecuaria en producción pecuaria, riego y drenaje (MEP, 2017).

El objetivo de la educación técnica agropecuaria corresponde en desarrollar en los y las estudiantes los conocimientos, ha-

bilidades y destrezas que les permitan brindar espacio para la construcción de conocimientos, favorecer el desarrollo de la capacidad empresarial y gerencial, preparar técnicos que incorporen conceptos de salud ocupacional en la producción y desarrollar valores en los jóvenes respecto a la calidad de vida (Álvarez-Garay & Rodríguez-Gómez, 2015).

Para el caso de la Región Huetar Norte, se encuentran seis colegios técnicos y profesionales (CTP) y una finca universitaria (perteneciente al Instituto Tecnológico de Costa Rica). Estos ofrecen una oferta técnica agropecuaria vinculada a la realidad de la región, la cual se centra en actividades agrarias (piña, yuca, caña de azúcar, arroz, frijoles y cítricos) y pecuarias (ganado de leche y de engorde) (CSRA, 2011).



Figura 5: Ubicación CTP, Región Huetar Norte, 2017.

Fuente: Benjamín Álvarez Garay, 2016.

Uno de los principales CTP en la región corresponde al Nataniel Arias Murillo de Aguas Zarcas. Este centro de estudio posee las especialidades de agropecuaria en producción pecuaria y agroecología las cuales se desarrolla en la finca La Loma (73 hectáreas) y agroindustria que se presenta en el colegio.



Figura 6: Hato de ovejas en la finca La Loma, 2015.

Fuente: José Ignacio Álvarez Garay, 2015.

En esta finca el registro de las actividades pecuarias es una tarea constante; para cada curso el profesor a cargo lleva un registro histórico detallado de las tareas que se realizan, además del registro de cada animal (oveja, vaca, gallinas, caballos, cerdos) que ingresa a la finca y que se comercializa.

INVENTARIO ACTUAL PROYECTO OVEJAS FINCA LA LOMA CTP AGUAS ZARCAS SAN CARLOS.
Sábado 11 Marzo 2017
RAZA DORPER

# de Animal	Sexo M/H	Nacimiento	Raza	Madre	Padre	Observaciones
P2	M	NR, Aprox. Ene. 2011	DORPER	NR	NR	Padrote
36	H	28/09/2013	DORPER	NR	NR	
44	H	31/10/2013	DORPER	NR	NR	
51	H	11/4/2014	DORPER	NR	NR	
57	H	NR	DORPER	NR	NR	
58	H	Aprox. 2013	DORPER	NR	NR	
30	H	13/03/2015	DORPER	36	NR	
39	H	5/7/2015	DORPER	44	P2Santa Rosa	
65	H	27/8/2016	DORPER	44	P2Santa Rosa	
66	H	6/9/2016	DORPER	30	P2Santa Rosa	15-2-17 26 kg
70	H	9/12/2016	DORPER	36	P2Santa Rosa	15-2-17 20 kg
75	H	30/01/2017	DORPER	38	P2Santa Rosa	
76	M	6/02/2017	DORPER	36	P2Santa Rosa	
78	M	7/03/2017	DORPER	30	P2Santa Rosa	
79	M	10/03/2017	DORPER	44	P2Santa Rosa	Expo Venezuela

Figura 7: Registro de finca La Loma, proyecto ovejas.
Fuente: CTP Aguas Zarcas, San Carlos 2017.

Sin duda, el registro de la finca La Loma CTP Nataniel Arias Murillo, Aguas Zarcas, es un claro ejemplo de un buen registro de una finca agropecuaria, ya que se anota en detalle cada actividad desarrollada y cada tarea ejecutada, desde la preparación, cosecha y comercialización de los productos.

Cabe mencionar que cada CTP existente en la región desarrolla su propio registro, en gran medida, son registros detallados, ya que cada colegio debe inventariar los recursos públicos con que cuenta en cada especialidad, lo que permite que las trazabilidades de sus productos estén registradas.

5. ORGANIZACIONES

La Región Huetar Norte es una zona productiva importante para Costa Rica, productos como raíces, tubérculos, granos básicos, frutas y leche, son sus principales aportes a la economía nacional, por tanto, se pueden ubicar diversos establecimientos que acopian, procesan y comercializan estos productos (Barrientos & Chaves, 2008).

En el sector de raíces y tubérculos la región se centra en productos como yuca, tiquizque, ñampi, ñame, yampi, jengibre, malanga coco y camote, distribuidos en 14000 hectáreas sembradas, para granos básicos los productos son arroz, maíz, frijol y piña con un área de 11000 hectáreas y para el caso de otros productos y frutales la región siembra ayote, plátano, papaya, palmito, pimienta naranja, chile picante, caña de azúcar, café, cacao y ornamentales, los cuales se distribuyen en 22 hectáreas (Barrientos & Chaves, 2008).

De estos productos la yuca, piña, caña de azúcar y arroz son los principales productos, por tanto, se analizarán estos productos y el registro generado.

La yuca y piña, son productos que pequeños y medianos productores siembran, cuando se cosechan, estos productos se acopian, procesan y comercializan en empacadoras o plantas productoras (en su gran mayoría). Estas empacadoras compran el producto, los cuales en un gran porcentaje no tienen un registro, es decir, todo el proceso de preparación, siembra y cosecha de la fruta no está registrado en un cuaderno o libro, simplemente los productores llevan el cultivo de acuerdo a lo que conocen y por recomendaciones de otros productores.

Cuando la empacadora compra el producto, estos se enfocan en la fruta como tal y no en todo el proceso productivo, como siembra y tipo de productos químicos que contiene la fruta. Al comprar el producto final, las empacadoras pagan por kilos o

toneladas y el precio se realiza de acuerdo a la demanda del mercado, ya sea nacional o extranjero.

La yuca es un producto importante para la zona, pues es el tubérculo más cosechado en la región y de seguido aparece la piña que por sus condiciones se aclimata de mejor forma a la región (SEPSA, 2013).



Figura 8: Plantación de piña, 2017
Fuente: Empacadora piña albo, 2015

De acuerdo a la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), creada mediante la ley 7818 del año 1998, menciona que en el registro de la caña de azúcar en Costa Rica, participan 13 ingenios azucareros, lo cual permite que los productores cuenten con facilidades industriales y condiciones reguladas por ley, para el acopio y procesamiento de su producción (LAICA, 2012).

Para la zafra 2014-2015, se cosecharon 3903985 toneladas métricas de caña de azúcar, en 53642 hectáreas cultivadas. Por tanto, el registro de este producto se realiza de forma adecuada y gradual, pues los productores de caña de azúcar en la Región Huetar Norte, disponen de 2 ingenios (Cutris y Quebrada Azul) para su procesamiento (LAICA, 2015).



Figura 9: Vista de una plantación de caña azúcar, 2015.
Fuente: Ingenio Cutris S.A., 2015.

Por su parte la Corporación Arrocerera Nacional (CONARROZ), creado en 2002 por la ley 8285, tiene como objetivo establecer un régimen de relaciones entre productores y agroindustriales de arroz, que garantice la participación racional y equi-

tativa en esta actividad económica y fomenta los niveles de competitividad y el desarrollo de la actividad arrocera (CONARROZ, 2016).

Al igual que LAICA, CONARROZ lleva registro de los productores de arroz, ya sean estos pequeños (menos de 50 ha) o grandes productores (más de 200 ha). El registro principalmente consiste en datos del productor, datos de la finca, variedad de arroz, productos utilizados y periodo de siembra. Además CONARROZ provee apoyo técnico, proceso del producto final, estimado de la producción nacional y ciclos de producción, entre otras (CONARROZ, 2015).



Figura 10: Cosecha del cultivo de arroz, 2017
Fuente: CONARROZ, 2017

De acuerdo al último informe estadístico de CONARROZ, se cosechó para la temporada 2015-2016 un total de 187577 toneladas de arroz, producidas por 811 productores y procesadas en 11 arroceras (CONARROZ, 2015).

La siembra, cosecha y producción de arroz, se realiza de acuerdo al registro de los productores ante el CONARROZ, por su parte esta instancia le da el seguimiento adecuado al cultivo, además que disponen de espacios para colocar el producto y pueden optar por el sistema de financiamiento para la producción.

IV. CONCLUSIONES

Los registros de información son instrumentos importantes para la toma de decisiones en diversos sectores, su utilidad se ve reflejada en datos que se emplean para conformar política local, regional y nacional.

De las cinco instancias analizadas, todas concuerdan en que los registros de información deben tener información base para que sea funcional. Esta información base se centra en datos de la persona productora, datos del producto o cultivo, datos de la cosecha y datos ambientales con que cuenta la finca.

El censo agropecuario es el instrumento por ley para la recolección de información agropecuaria, este se compone de diversas variables y metodologías que conforman la base de datos nacional del agro costarricense. Este se realiza a nivel nacional y define de buena forma lo que se siembra y cosecha en el territorio nacional, sin embargo, ocupa que la información obtenida sea socializada a todos los sectores y personas vinculadas al agro costarricense, para que así sea aplicado de forma eficaz los datos que se muestran.

El sector agropecuario costarricense lo componen una serie de instituciones públicas, las cuales llevan el registro de cada sector. Lo importante es que la información se maneja a escala regional y nacional, y son datos que sirven para aplicar cambios y metodologías en las regiones que se requiere.

Los centros agrícolas cantonales son las organizaciones cantonales que ayudan a registrar a los pequeños y medianos productores que aún no están incorporados en el sector agro costarricense. Estos promueven espacios para desarrollar muestras de cultivos, financiamiento de productos y espacios para la comercialización.

Los colegios técnicos profesionales son los formadores de los futuros productores, ya que impulsan en los jóvenes las bases y la cultura de la producción agraria costarricense. Estos CTP tratan de enseñar al adolescente que la producción de la tierra no debe ser un tema al azar, sino que una buena administración del suelo, buenos controles en el cultivo y un registro adecuado, lo puede convertir en un buen administrador de su espacio.

Las organizaciones no gubernamentales, son fundamentales en este proceso, pues además de ser creados por ley, brindan un espacio para que los productores de diversos cultivos, puedan asociarse y tener acceso a créditos, venta de productos, intercambio de conocimientos y apoyo técnico en diversos campos.

Es deber de cada productor estar registrado en su respectiva organización (como LAICA y CONARROZ), ya que de eso depende el apoyo técnico que se le pueda generar y con ello maximizar la calidad del producto final.

A nivel general se puede concluir que no existe un registro ideal para tener un óptimo cultivo, pues depende de variables propias de finca, variables climáticas, de mercado y de conocimientos técnicos, para comprender qué tipo de información es la necesaria y así ofrecer un producto de calidad y acorde a los estándares nacionales e internacionales.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primera instancia a Dios y mi familia por darme las fuerzas, motivación y energía para que este trabajo se pudiera desarrollar.

Un gran agradecimiento a la directora del CITTED, señora María Elena Murillo Araya, por el espacio y el aporte de recursos para que este proyecto esté vigente. También gracias al señor Luis Eduardo Montero Castro, Director de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, por su apoyo, confianza y el espacio dado para trabajar y desarrollar este proyecto.

Muchas gracias al señor Héctor Brenes Soto, Encargado del Programa de Manejo de Recursos Naturales, ya que apoyó esta iniciativa y acá se puede ver el primer resultado. También gracias al compañero Luis Daniel Vega Herrera, co-investigador de este proyecto, ya vemos los frutos que se pueden obtener de una labor docente e investigativa.

Agradecido con las instituciones que participaron en las entrevistas (INEC, SEPSA, CAC, CTP Aguas Zarcas, LAICA y CONARROZ), ya que su aporte fue sumamente valioso para generar información del agro costarricense.

Muchas gracias a los compañeros y compañeras de trabajo, que de alguna y otra forma me han apoyado grandemente en el desarrollo de este proyecto y finalmente, agradecer a cada una de esas personas que estuvieron apoyando de alguna u otra forma... GRACIAS.

REFERENCIAS

- Alvarado Salas, R. (2003). Regiones y cantones de Costa Rica. Costa Rica: San José. Recuperado de <http://www.ifam.go.cr/docs/regiones-cantones.pdf>
- Álvarez-Garay, J. I., & Rodríguez-Gómez, K. (2015). Acciones brindadas desde el área administrativa del CTP Nataniel Arias Murillo de Aguas Zarcas de San Carlos, en la decisión que toman los estudiantes que han finalizado el tercer ciclo para incorporarse a la especialidad de agropecuaria en producción pec. Universidad de San José.
- Asamblea Legislativa. Ley fundamental de educación, Pub. L. No. 2160 (1958). Costa Rica: La Gaceta.
- Barrientos, O., & Chaves, G. (2008). Región Huetar Norte: oferta exportadora actual y oferta potencial de productos agropecuarios alternativos. Costa Rica: San José.
- CONARROZ. (2015). Informe estadístico periodo 2015-2016. San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.conarroz.com/UserFiles/File/INFORME_ANUAL_ESTADISTICO_2015_2016.pdf
- CONARROZ. (2016). Conarroz. Recuperado de <http://www.conarroz.com/index.php/en/>
- CORFOGA. (2017). ¿Quiénes somos? - CORFOGA - Corporación Ganadera. Recuperado de <http://www.corfoga.org/quienes-somos/>
- CSRA. (2011). Plan Regional de Desarrollo Región Huetar Norte Sector Productivo. Costa Rica: Ciudad Quesada.
- FAO. (2007). Un sistema integrado de censos y encuestas agropecuarios (FAO). Roma, Italia: FAO.
- INEC. (2014a). Boleta censal del censo nacional agropecuario. San José, Costa Rica.
- INEC. (2014b). VI Censo Nacional Agropecuario. In Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (Ed.), (p. 24). San José, Costa Rica.
- INEC. (2015a). VI Censo Nacional Agropecuario: resultados generales. Costa Rica: San José.
- INEC. (2015b). VI Censo Nacional Agropecuario 2014: importancia y usos. Costa Rica: San José.
- LAICA. (2012). LAICA. Recuperado de <https://www.laica.co.cr/index.php>
- LAICA. (2015). Resultados de la zafra 2014-2015. San José, Costa Rica.
- MEP. (2017). Educación Técnica. Recuperado de <http://www.mep.go.cr/educacion-tecnica>
- MIDEPLAN. (2014). Región Huetar Norte: plan de desarrollo 2030. Costa Rica: San José.
- Poder Ejecutivo. Ley de fomento a la producción agropecuaria FODEA y orgánica del MAG (1992). Costa Rica: Poder Ejecutivo.
- República de Costa Rica. Creación de los Centros Agrícolas Cantonales (1999). Costa Rica: Poder Ejecutivo.
- República de Costa Rica. Reglamento de la Ley de Centros Agrícolas Cantonales (1999). Costa Rica: Poder Ejecutivo.
- Saborío, M., Carvajal, L., & Sánchez, A. (2014). Políticas para el sector agropecuario y el desarrollo de los territorios rurales 2015-2018. San José: Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria y Área de Política Agropecuaria Rural.
- SEPSA. (2013). Boletín estadístico agropecuario n°23: serie cronológica 2009-2012. Costa Rica: San José.
- SEPSA. (2015). Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial. Recuperado de <http://www.sepsa.go.cr/index.html>

Planificación territorial: uso y ocupación del suelo rural. Caso cantón Pucará, provincia del Azuay

Delgado Omar¹, Toledo Edgar¹, Vélez Boris¹, Quinde Tania¹

¹ Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador - IERSE/
Vicerrectorado de Investigaciones/
Universidad del Azuay
Avenida 24 de mayo 7-77 y Hernán Malo/Azuay/Ecuador
odelgado@uazuay.edu.ec,
toledoedgar62@yahoo.es,
boris.velez.t@gmail.com,
aticoarqui@yahoo.es

RESUMEN

La planificación territorial generalmente se aborda como urbana y rural, siendo ésta última la que ocupa mayor parte de un territorio, donde se desarrollan actividades de conservación, protección, agrícolas, ganaderas, entre otras; que proveen de recursos a centros urbanos. Sin embargo, la planificación de los espacios rurales se limita a información existente, muchas veces desactualizada y con cartografía poco detallada. El estado ecuatoriano a través del proyecto SIGTierras del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) ha producido a nivel de país, ortofotografía y modelos digitales de terreno al 2010 y escala 1:5.000; y por intermedio de la Secretaria Nacional de Planificación (SENPLADES), pone a disposición de las administraciones provinciales, cantonales y parroquiales denominados gobiernos autónomos descentralizados (GAD). Si bien la información se entrega a los GADs el uso es limitado. El presente estudio se realizó en el cantón Pucará que adicionalmente dispone del deslinde predial rural y en su afán de fortalecer la planificación cantonal busca la colaboración de instituciones de educación superior para determinar categorías de ordenación de uso y ocupación del suelo. El espacio físico rural del cantón Pucará fue estudiado mediante unidades ambientales producto de tres capas de información: cobertura vegetal y uso de suelo; pendientes en porcentaje y zonas altitudinales dando como resultado 40 unidades homogéneas sobre las que se determinaron 9 categorías y 19 subcategorías de uso y ocupación con tamaños mínimos de parcela, características de ocupación en concordancia con la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, uso y gestión del suelo.

Palabras clave: **Suelo rural, uso y ocupación del suelo, categorías de ordenación.**

ABSTRACT

Territorial planning is generally addressed in urban and rural areas, this last one being the one occupying most of a territory, where activities of conservation, protection, agricultural, livestock, among others are developed; which provide resources to urban centers. However, the planning of rural areas is limited to existing information, often outdated and with poorly detailed cartography. The Ecuadorian state through the SIGTierras project of the Ministry of Agriculture, Livestock, Aquaculture and Fisheries (MAGAP in Spanish) has produced at the country level, orthophotography and digital terrain models at 2010 and a scale 1:5.000; And through the National Secretariat of Planning (SENPLADES in Span-

ish), makes available to the provincial, cantonal and parochial administrations known as decentralized autonomous governments (GAD in Spanish). Although the information is delivered to the GADs but the use is limited. The study was carried out in the canton of Pucará that additionally has the rural property demarcation and in its effort to strengthen cantonal planning seeks the collaboration of institutions of higher education to determine categories of land use and occupation. The rural physical space of the canton Pucará was studied through environmental units, produced by three layers of information: vegetation cover and land use, slopes in percentage and altitudinal zones, resulting in 40 homogeneous units, over which 9 categories and 19 subcategories of use and occupation were determined with minimum lot sizes, occupation characteristics in accordance with the Organic Law of Territorial Ordering, land use and management.

Keywords: Rural soil, land use and occupation, management categories.

I. INTRODUCCIÓN

El estado actual de un territorio, en el contexto geográfico, es el resultado de las acciones naturales y antrópicas efectuadas sobre el espacio físico, como consecuencia de acciones humanas y decisiones políticas, lo que conlleva a pensar y proyectar acciones planificadas sobre un espacio geográfico (Gómez Orea 2013). El Ordenamiento Territorial, tiene como objetivo zonificar y sectorizar el territorio en función de sus potencialidades y de las necesidades de la población para mejorar la calidad de vida de sus habitantes aprovechando los recursos disponibles en armonía con el ambiente, promoviendo un desarrollo económico sostenible en el tiempo en correspondencia con un marco legal.

En la Constitución del 2008 de la República del Ecuador se fortalece la planificación territorial que parte con la Organización del Territorio - Título V, donde los gobiernos autónomos descentralizados tienen el deber y la obligación de trabajar en planificación para garantizar el ordenamiento territorial (Art.241 Constitución, 2008). En el capítulo VI, Régimen de Desarrollo se indica la obligatoriedad para con el Plan Nacional de Desarrollo, como "instrumento al que se sujetarán las políticas, programas y proyectos públicos; la programación y ejecución del presupuesto del Estado; y la inversión y la asignación de los recursos públicos; y coordinar las competencias exclusivas entre el Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados" (GADs) (Art. 280, Constitución, 2008).

Con la vigencia desde el 2010 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomías y Descentralización COOTAD y del Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas se establece las competencias específicas y concurrentes para los diferentes niveles de GADs que asumen el compromiso de orientar el proceso de planeación y ordenamiento de su desarrollo territorial; siendo los GADs cantonales quienes deben ejercer el control sobre el uso y ocupación del suelo.

La Asamblea Nacional en junio de 2016 aprobó la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS) en la que se establecen los alcances e instrumentos de ordenamiento territorial así como el planeamiento del uso y gestión del suelo.

La determinación del uso y ocupación del suelo, por parte de los GADs tiene dificultades por no contar con personal técnico especializado, limitaciones técnicas y financieras, información desactualizada, entre otras, por lo que deben recurrir a entidades de gobierno por asistencia técnica, contratar consultorías o pedir colaboración a instituciones de educación superior con experiencia en el tema. En este contexto la Universidad del Azuay a través del Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador IERSE, adscrito al Vicerrectorado de Investigaciones, suscribió un convenio con el Gobierno

Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Pucará para "Determinar las categorías de ordenación del cantón Pucará".

1.1. ÁREA DE ESTUDIO

El cantón Pucará de la provincia del Azuay se localiza al suroeste del Ecuador, tiene una superficie de 585,09 km² con una población de 10 052 habitantes (INEC, 2010) de los cuales el 75.2% se dedican a las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; el 4.5% a comercio al por mayor y menor; 3.8 % a la construcción y 3.6% a la administración pública y defensa; y 12.9% a otras actividades entre enseñanza, explotación de minas y canteras; transporte y almacenamiento; industrias manufactureras; alojamiento y servicio de comidas. (INEC, 2010), (SENPLADES, 2012).

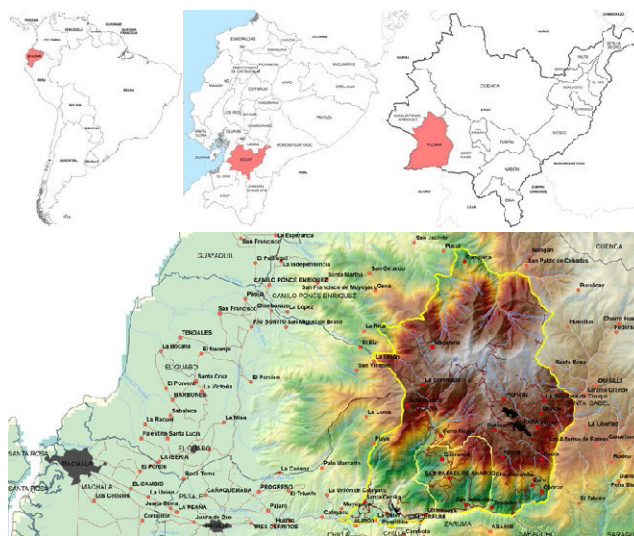


Figura 1. Localización del cantón Pucará.

II. MÉTODO

La planificación territorial se desarrolla en tres etapas: diagnóstico, planificación territorial y gestión del plan (Gómez Orea, 2013) (Paruelo et al 2014,). Los espacios geográficos deben ser estudiados en su conjunto con la finalidad de entender el funcionamiento del sistema territorial para diseñar planes adecuados a las condiciones particulares de cada región. Este trabajo señala los procedimientos empleados para determinar las categorías de ordenación en el suelo rural como mecanismo de planificación territorial.

II.1. DIAGNÓSTICO TERRITORIAL

El objetivo del diagnóstico es conocer, comprender y entender cómo funciona y cómo evolucionará el sistema territorial, a

través de los componentes: físico, biótico, socio-cultural, de población, asentamientos humanos, actividades económicas y canales de relación; para lo cual se requiere información científico-técnico que se complementa con el conocimiento local y una percepción de la ciudadanía y actores sociales.

De los componentes indicados, nos concentramos en el análisis del medio físico sobre el que se determinará la capacidad de acogida. El medio físico o natural se estudia por medio de unidades territoriales y de las alternativas evaluadas, se ha identificado que las unidades ambientales u homogéneas son las que mejor describen el territorio cantonal de Pucará. Las unidades ambientales son el resultado de la sobreposición de tres factores; cobertura vegetal y uso de suelo, pendientes en porcentaje y zonas altitudinales, dando como resultado 40 unidades ambientales: 22 productivas, 9 ecológicas, 2 científico culturales, 6 funcionales, y 1 de amenazas.

TABLA I
COBERTURA VEGETAL Y USO DE SUELO, CANTÓN PUCARÁ, ESCALA 5K

COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Área poblada	63,69	0,11
Bosque nativo	7943,06	13,53
Cubierta humo	163,20	0,28
Cuerpos de agua	13,59	0,02
Cultivos suelo arado	751,88	1,28
Formaciones rocosas	194,78	0,33
Páramo	4741,10	8,08
Pastizal	10578,89	18,02
Plantación forestal	359,22	0,61
Quemas	108,83	0,19
Río doble	126,32	0,22
Sin información	196,32	0,33
Sombras	177,69	0,30
Suelo descubierto	222,82	0,38
Vegetación arbustiva	26783,38	45,63
Vegetación herbácea	5990,97	10,21
Vías	274,82	0,47
	58690,56	100,0

Sobre las unidades ambientales se realiza una valoración cualitativa de los méritos para conservación o protección de la unidad ambiental atendiendo criterios ecológicos, científico/cultural, paisajísticos, funcionales y productivos; obteniendo una valoración total expresada como el promedio de los criterios parciales.

TABLA II
RANGO PENDIENTES EN PORCENTAJE, CANTÓN PUCARÁ

PENDIENTE EN PORCENTAJE	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
0-12 Pendientes débiles, suaves y regulares	1109,26	1,90
12-25 Pendientes regulares e irregulares	5712,26	9,77
25-50 Pendientes fuertes	21098,97	36,07
> 50 Pendientes muy fuertes y abruptas	30572,87	52,27

TABLA III
ZONAS ALTITUDINALES

PISO BIOCLIMÁTICO	ZONA ALTI-TUDINAL	SUPERFICIE (HA)	SUPERFICIE (%)
Tierras bajas	Zona baja	11151,0	19,1
Piemontano			
Montano bajo	Zona media	33900,1	57,9
Montano			
Montano alto	Zona alta	13457,6	23,0
Montano alto superior			

El aporte del análisis del medio físico al diagnóstico territorial consiste en la determinación de la capacidad de acogida del territorio de las diferentes actividades que realiza la población sobre cada unidad ambiental; siendo necesario estimar las tasas de renovación anual e interanual de los recursos naturales renovables y de la capacidad de asimilación de los vectores ambientales: aire, agua y suelo.

Por capacidad de acogida se entiende el "grado de idoneidad" para determinadas actividades que expresa la relación actividad-territorio y proporciona un método para la integración de ambos aspectos. (Gómez Orea, 2013).

Identificar las actividades cotidianas que desarrolla una población sobre un territorio es de suma importancia en la planificación rural ya que se constituirán en las actividades a ordenar que junto con las acciones humanas son el aspecto central en la determinación de la capacidad de acogida.

Las principales actividades identificadas en el cantón son: producción artesanal y manufacturera, equipamiento comunal, protección de la naturaleza, restauración y regeneración ambiental, patrimonio cultural, científico cultural, recreación al aire libre, producción: agrícola, pecuaria, piscícola y forestal, extracción de recursos naturales, construcciones para actividades productivas, servicios generales, servicios profesionales, entre otros.

La capacidad de acogida se obtiene construyendo una matriz, colocando en las filas las unidades ambientales y en las columnas las actividades que desarrolla la población; y, para cada fila se evalúan las actividades: vocacionales, compatibles, compatibles con limitaciones, compatibles con restricciones e incompatibles. Cartográficamente, se representan las actividades vocacionales por unidad ambiental.

II.2. PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Con la capacidad de acogida establecida a partir de las actividades que la población puede desarrollar sobre las unidades ambientales, se construyen las categorías de ordenación como elementos de planificación territorial; que son el resultado de analizar los usos y ocupación del suelo que se asigna a una o varias unidades ambientales. A su vez las categorías de ordenación deben guardar concordancia con la clasificación del suelo en urbano y rural según lo dispuesto en la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo (LOOTUGS, 2016).

El suelo rural según la LOOTUGS se subclasifica en:

- 1) *Suelo rural de producción: Es el suelo destinado a actividades agroproductivas, acuícolas, ganaderas, forestales y de aprovechamiento turístico, respetuosas del ambiente.*
- 2) *Suelo rural para aprovechamiento extractivo: Es el suelo rural destinado por la autoridad competente, de conformidad con la legislación vigente, para actividades extractivas de recursos naturales no renovables, garantizando los derechos de la naturaleza.*
- 3) *Suelo rural de expansión urbana: Es el suelo rural que podrá ser habilitado para el uso urbano de conformidad con el plan de uso y gestión de suelo.*
- 4) *Suelo rural de protección: es el suelo rural que por sus especiales características biofísicas, ambientales, paisajísticas, socioculturales, o por presentar factores de riesgo, merecen medidas específicas de protección. No es un suelo apto para recibir actividades de ningún tipo, que modifiquen su condición, por lo que se encuentra restringida la construcción y el fraccionamiento".*

CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN

En el cantón Pucará, el suelo rural posee una cabida de 58.398,29 hectáreas lo que representa el 99,82% del territorio cantonal en la que se establecieron 9 categorías de ordenación y 19 subcategorías de ordenación que responden a las cuatro clases de suelo rural (Ver Anexo 1).

Suelo rural de protección

Dentro de esta sub clasificación se encuentran todas las categorías encaminadas a la protección y conservación de los ecosistemas de importancia que se localizan dentro del territorio cantonal, así tenemos:

Áreas naturales de protección: Incluye las áreas de especial interés constituida por las unidades ambientales que se encuentran sobre la cota 3300 msnm, integrada por páramo, bosque nativo, vegetación arbustiva; así como las siguientes unidades ambientales que se encuentran por debajo de esta cota como: bosque nativo, vegetación nativa (vegetación arbustiva), cuerpos de agua, complejos fluviales.

Áreas de conservación del patrimonio cultural: Dentro de estas áreas se encuentran las zonas de interés cultural localizadas en el cantón, mismas que en su mayoría están inventariadas por el INPC (Instituto Nacional de Patrimonio Cultural).

Áreas de recuperación: Son zonas degradadas que se localizan en pendientes superiores al 50%, así como aquellas áreas con prevalencia de vegetación introducida no acordes al ecosistema en el que se encuentran y áreas que poseen vegetación herbácea. Comprende áreas que actualmente se encuentran ocupados por especies introducidas al ecosistema páramo como: pino, pasto, en las cuales se pretende sustituir estas por especies nativas.

Suelo rural de producción

En esta sub clasificación de suelo se encuentran las categorías cuya asignación de uso está encaminada a la producción sea esta ganadera o agrícola, así tenemos:

Áreas agropecuarias: Dentro de esta se encuentran las siguientes subcategorías: Áreas agropecuarias sin restricción, que constituyen los terrenos con vocación agropecuaria ubicados en pendientes menores al 25%.

Áreas agropecuarias con restricción: constituidas por terrenos con pendientes comprendidas entre 25 y 50% lo que restringe ciertas actividades agropecuarias.

Áreas agropecuarias de protección: conformadas por terrenos que se encuentran con coberturas de bosque nativo y vegetación nativa (arbustiva) en pendientes superiores al 50%.

Áreas agropecuarias de recuperación que corresponde a terrenos que se encuentran con coberturas de vegetación herbácea, cultivos, pastos en pendientes superiores al 50%

Áreas de agricultura y residencia: Aquí se pretende lograr un balance entre los recursos naturales disponibles y la demanda de la población, en donde se puede obtener un aprovechamiento productivo de la parcela tecnificándolas a través del uso de invernaderos pequeños y huertos familiares. A estas áreas se las ha zonificado a través de tres sectores:

Suelo rural de aprovechamiento extractivo

En esta sub clasificación del suelo se encuentran como categorías de ordenación los sectores estratégicos definidos por el Estado central. Para su emplazamiento y realización de actividades de explotación de recursos naturales, se requerirán de

estudios específicos de detalle y la obtención de los respectivos permisos ambientales otorgados por la autoridad competente, no obstante se considerarán obligatorias las siguientes determinantes adicionales para dichos estudios.

Al localizarse estos proyectos estratégicos en áreas de importancia ecológica del cantón considerados ecosistemas frágiles, afectan ecosistemas importantes tales como: páramo, relictos de bosques naturales, bosque nublado y varios cursos de agua que a su vez son afluentes en su mayoría de ríos de importancia del cantón; por tanto, se mantendrá el margen de protección que se propone dentro de la categoría de ordenación "Áreas de Protección de cauces de ríos, quebradas o cualquier curso de agua", no se permitirá el establecimiento de campamentos para los asentamientos pendulares de las personas que trabajaran en estos lugares, estas poblaciones se localizarán en lugares específicos que se establecerán en los estudios a detalle que aprobará el GAD Municipal del cantón Pucará, previo el inicio del proyecto estratégico.

Las categorías de ordenación de esta sub clasificación del suelo son: Concesiones mineras; y Proyecto hidroeléctrico Minas San Francisco.

Suelo rural de expansión urbana

Dentro de este nivel de uso se encuentran áreas sin vocación de uso definido, por tanto la conforman las zonas más aptas para soportar usos que consumen de forma irreversible el territorio; las categorías que pertenecen a este nivel de uso son:

Área de expansión urbana: Son terrenos que se encuentran colindantes con el área urbana de Sarayunga y se subdivide en dos sectores.

Asentamientos humanos concentrados: Localizados en Cerro Negro, Guarumal, Las Palmas y Pelincay.

Asignación de usos de suelo.- Para cada categoría de ordenación de suelo rural se determinó los usos principales, complementarios, restringidos y prohibidos.

CARACTERÍSTICAS DE OCUPACIÓN

Con la finalidad de regular las actuaciones antrópicas en lo referente a la ocupación del suelo, y en función de las categorías asignadas a éste, se han determinado características referidas a tamaños de parcelas, tamaños de construcciones, tipos de implantación, alturas, retiros entre otros.

Tamaño de parcela

La regulación del tamaño de parcela en las categorías de ordenación que lo permitan, evitará el excesivo fraccionamiento del suelo y en consecuencia su degradación y por otro lado normará los procesos de consolidación de asentamientos humanos. El 90,8% de la superficie del cantón Pucará cuenta con deslinde predial, donde el tamaño de lote que predomina tiene una superficie de parcela mayor o igual a una hectárea que representan el 96,5% de la superficie con deslinde predial, mientras que un 2,2% tiene tamaños entre 0,5 y una hectárea, y tan solo el 1,3% tiene tamaños inferiores a 0,5 de hectárea.

TABLA IV
TAMAÑOS DE PARCELA

TAMAÑO LOTE (HA)	NÚMERO DE LOTES	SUPERFICIE (HA)	LOTES (%)	SUPERFICIE (%)
< 0,1	1729	74,66	15,6	0,14
0,10 - 0,25	1147	194,71	10,3	0,37
0,25 - 0,50	1231	449,53	11,1	0,85
0,50 - 1	1585	1156,08	14,3	2,18
1 - 5	3405	7940,44	30,7	14,94
5 - 10	898	6277,26	8,1	11,81
10 - 50	936	19738,05	8,4	37,14
> 50	162	17315,72	1,5	32,58
Promedio: 4,791	11093	53146,45	100,0	100,0

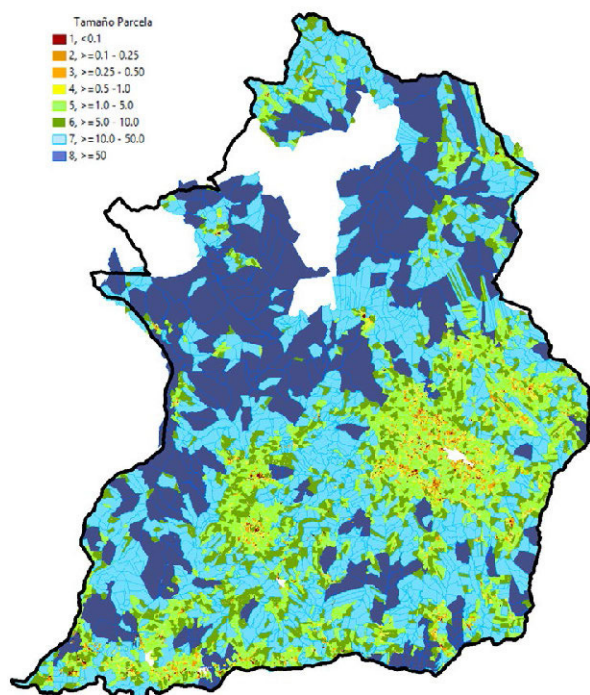


Figura. 2. Deslinde Predial

Para establecer el tamaño de parcela recomendado para las categorías de ordenación se realizó un análisis de los tamaños de lote existentes en cada categoría buscando la compatibilidad con las necesidades de la población para desarrollar actividades económicas productivas en correspondencia con la capacidad de acogida.

TABLA V
TAMAÑOS DE PARCELA POR CATEGORÍA DE ORDENACIÓN

TAMAÑO	NP	PC	RA	AG	AR	EU	TOTAL
< 0,1	10,9	0,5	8,2	33,8	12,3	8,6	74,3
0,10-0,25	27,7	3,2	25,3	113,7	15,0	9,1	194,1
0,25-0,50	74,1	8,0	70,9	269,7	16,7	9,8	449,2
0,50 - 1	232,4	30,6	202,5	655,5	24,8	8,1	1153,9
1 - 5	2566,9	101,6	2079,0	3041,1	65,9	37,2	7891,7
5 - 10	2816,0	36,8	2122,3	1223,1	47,7	5,3	6251,3
10 - 50	11755,8	-	6163,2	1524,2	18,2	-	19461,3
> 50	13259,0	-	3121,0	196,3	-	66,2	16642,4
Total	30742,7	180,8	13792,4	7057,3	200,6	144,3	52118,2

NP: Natural de protección, PC: Protección de Patrimonio Cultural, RA: Recuperación Ambiental, AG: Agropecuaria, AR: Agricultura y residencia, EU: Expansión urbana

Los tamaños de parcela identificados para cada categoría de ordenación se indican a continuación:

Suelo rural de protección.- De conformidad con las disposiciones contenidas en el artículo 471 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización – COOTAD, queda prohibido el fraccionamiento del suelo en estas categorías de ordenación, ya que se trata de áreas ecológicamente sensibles como son bosques, humedales, páramo.

Suelo rural de producción / categoría de ordenación áreas agropecuarias.- Para esta categoría de ordenación se ha realizado un análisis de los lotes existentes dentro de estas áreas, así como del tamaño mínimo de parcela que ofrezca una rentabilidad a los propietarios; sobre esta base se ha establecido para estas zonas el tamaño mínimo de parcela en 1 ha.

Suelo rural de producción / categoría de ordenación áreas de agricultura y residencia: El área denominada como de Agricultura - residencial, se divide en tres sectores que contienen parcelas con superficies entre 1000, 1500 y 5000 m², en el que se puede obtener un aprovechamiento productivo de la parcela tecnificándolas a través del uso de invernaderos pequeños y huertos familiares. Sector 1: 5000 m²; Sector 2: 1500 m²; Sector 3: 1000 m²

Suelo rural de expansión urbana: En estos territorios se ha establecido un tamaño mínimo de parcelas de 500 y 1000 m². Sector 1: 1000 m²; Sector 2: 500 m².

Suelo urbano / nuevos núcleos urbanos en suelo rural: Se encuentra dentro de esta categoría a los asentamientos de Cerro Negro, las Palmas, Guarumal, Pelincay, en los que se propone un tamaño mínimo de parcela de 300 m².

CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

Permiten controlar los procesos de diseño y construcción de las futuras edificaciones, su regulación es importante en el contexto de este plan por el alto impacto producido debido al emplazamiento de edificaciones en el territorio principalmente en lo relacionado al paisaje, áreas de riesgo, etc. Las características de la edificación se regularán en términos de: Tipos de implantación, alturas de las edificaciones, retiros, materiales de construcción, áreas de construcción. En la tabla VI (Anexo 1) se detallan los tamaños de parcela y características de edificación por subcategoría de ordenación.

III. RESULTADOS

Para el suelo rural del cantón Pucará se cuenta con información cartográfica a escala 1:5.000 de cobertura vegetal y uso de suelo; modelo digital de terreno, deslinde predial, unidades ambientales, valoración territorial, capacidad de acogida y categorías de ordenación. La representación cartográfica del cantón está contenida en 30 hojas por aspecto temático.

Se determinaron 9 categorías y 19 subcategorías de ordenación con identificación específica el uso y actividades principales, complementarias, restringidas y prohibidas, el tamaño mínimo de parcela recomendado, área de construcción en planta baja, número de pisos y características de construcciones complementarias para actividades agropecuarias.

En el cantón Pucará al 2011 se contabiliza 11093 lotes con registro predial, de los cuales 5692 lotes (51,3%) tienen un tamaño inferior o igual a 1 hectárea y se emplazan en el 3,5% de la superficie catastrada.

Para el suelo rural de protección conformado por las categorías: aérea natural de protección, de protección del patrimonio

nio cultural y de recuperación existen 5462 lotes que cubren una superficie de 44715,9 hectáreas, sin embargo no se establece ningún tamaño de parcela por cuanto el fraccionamiento está prohibido según Art. 471 COOTAD.

En el suelo rural de producción: categoría áreas agropecuarias el 84,8% de lotes tienen un tamaño superior a 1 hectárea que constituye el tamaño mínimo propuesto; mientras que en la categoría agricultura y residencia, en cuanto al sector 1 donde se establece como tamaño mínimo de parcela 5000 m², el 88,5% tiene lotes con superficies superiores al establecido, de igual manera en el sector 2 el 80,6% tiene lotes superiores a 2500 m² y en el sector 3 el 92,1% tiene lotes superiores a 1000 m².

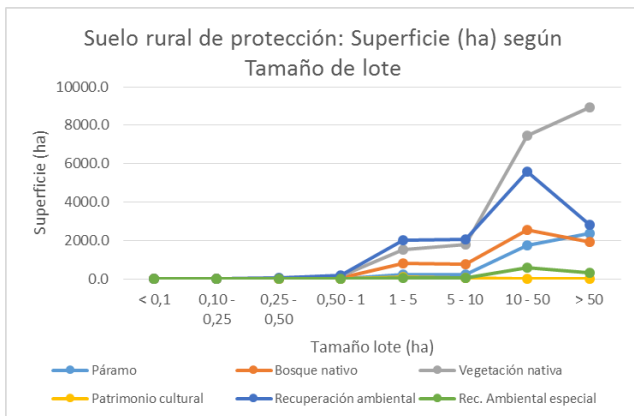


Figura. 3. Superficie cubierta según tamaños de lote en suelo rural de protección.

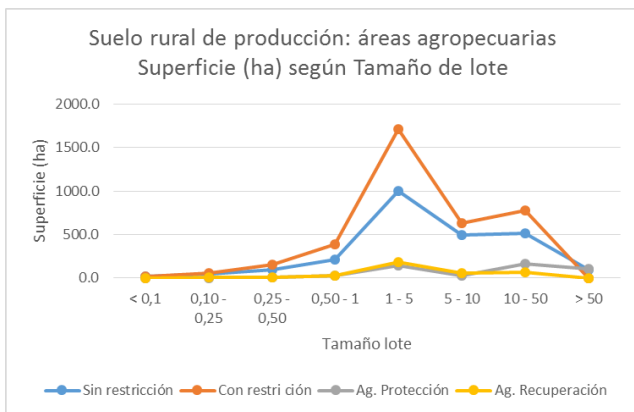


Figura. 4. Superficie cubierta según tamaños de lote en suelo rural de producción: categoría de áreas agropecuarias.

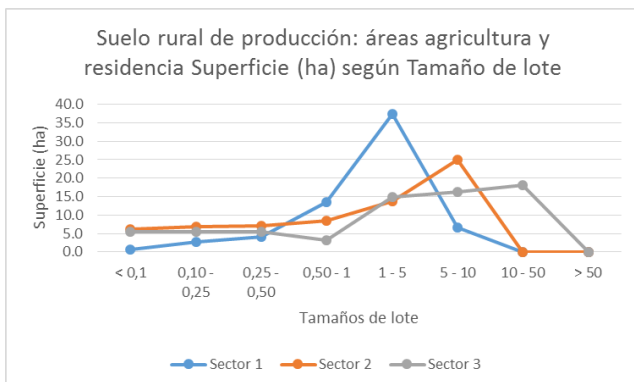


Figura. 5. Superficie cubierta según tamaños de lote en suelo rural de producción: categoría de agricultura y residencia.

IV. CONCLUSIONES

En el Ecuador en la última década la planificación y ordenamiento territorial han tomado gran importancia que parte desde la Constitución pasando por códigos orgánicos y leyes orgánicas que han llevado de un nivel de planificación mínima y desarticulada entre entidades del estado a contar con un plan nacional de desarrollo y una estrategia territorial que es de carácter obligatorio para las entidades públicas y orientativa para las privadas. La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo LOOTUGS, establece los principios y reglas que rigen el ejercicio de las competencias de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo urbano y rural, y su regulación; incide significativamente sobre la planificación territorial a nivel de los Gobiernos Autónomos Descentralizados GAD siendo una competencia exclusiva de los GAD municipales planificar el desarrollo cantonal y formular los correspondientes planes de ordenamiento territorial, de manera articulada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquial, con el fin de regular el uso y la ocupación del suelo urbano y rural. Entidades oficiales del Estado generan geoinformación como el proyecto SIGTierras del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) que, a través de Secretaría Nacional de Planificación (SENPLADES), ha puesto a disposición de los GADs cantonales insumos para la planificación, como la ortofotografía y el modelo digital del terreno (MDT) correspondiente al año 2010; a su vez algunos GADs suscribieron convenios con SIGTierras para la elaboración del catastro rural a nivel cantonal, información que facilita de manera significativa la ejecución de este tipo de estudios. El GAD municipal de Pucará de la provincia del Azuay, dispone de ortofotografía, modelo digital de terreno y deslinde predial y en su afán de mejorar y fortalecer la planificación cantonal ha establecido formas de colaboración con entidades públicas y privadas; y de manera particular con instituciones de educación superior en la determinación de categorías de ordenación de uso y ocupación del suelo. De las diferentes metodologías existentes que permiten analizar el sistema territorial, se encuentran las unidades territoriales y de manera específica se establecieron unidades ambientales también conocidas como unidades homogéneas. En este estudio el diagnóstico territorial parte del análisis del medio físico, lo que determina las categorías de ordenación en las que se establece la capacidad de acogida del suelo rural y posterior clasificación y subclasificación del suelo ajustadas a la LOOTUGS, que permiten entender el funcionamiento del territorio y proyectar su planificación a corto mediano y largo plazo.

Para obtener un buen resultado en la planificación territorial, los GADs deben contar con un equipo técnico formado en ordenamiento territorial y manejo de sistemas de información geográfica y se requiere la intervención multisectorial y coordinación interinstitucional. Las tecnologías de la información geográfica TIG son herramientas necesarias para una efectiva, eficaz y eficiente ordenación territorial. Las Instituciones de Educación Superior a través de convenios con los GADs pueden fortalecer la planificación territorial mediante el asesoramiento, capacitación técnica y transferencia tecnológica.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento al señor Rogelio Reyes Delgado alcalde del GAD Municipal de Pucará, por la confianza depositada en el grupo de Geomática y Territorio de la Universidad del Azuay para la "Determinación de las categorías de ordenación del cantón Pucará" proyecto desarrollado a través de un convenio de cooperación interinstitucional y a los señores Carlos Tenesaca Pacheco, Pablo Parra Rubio, Daniel Zumba Arichávala y Vanessa Contreras Álvarez por el trabajo desarrollado en la generación del mapa de cobertura vegetal y uso del suelo del cantón Pucará a escala 1:5.000.

REFERENCIAS

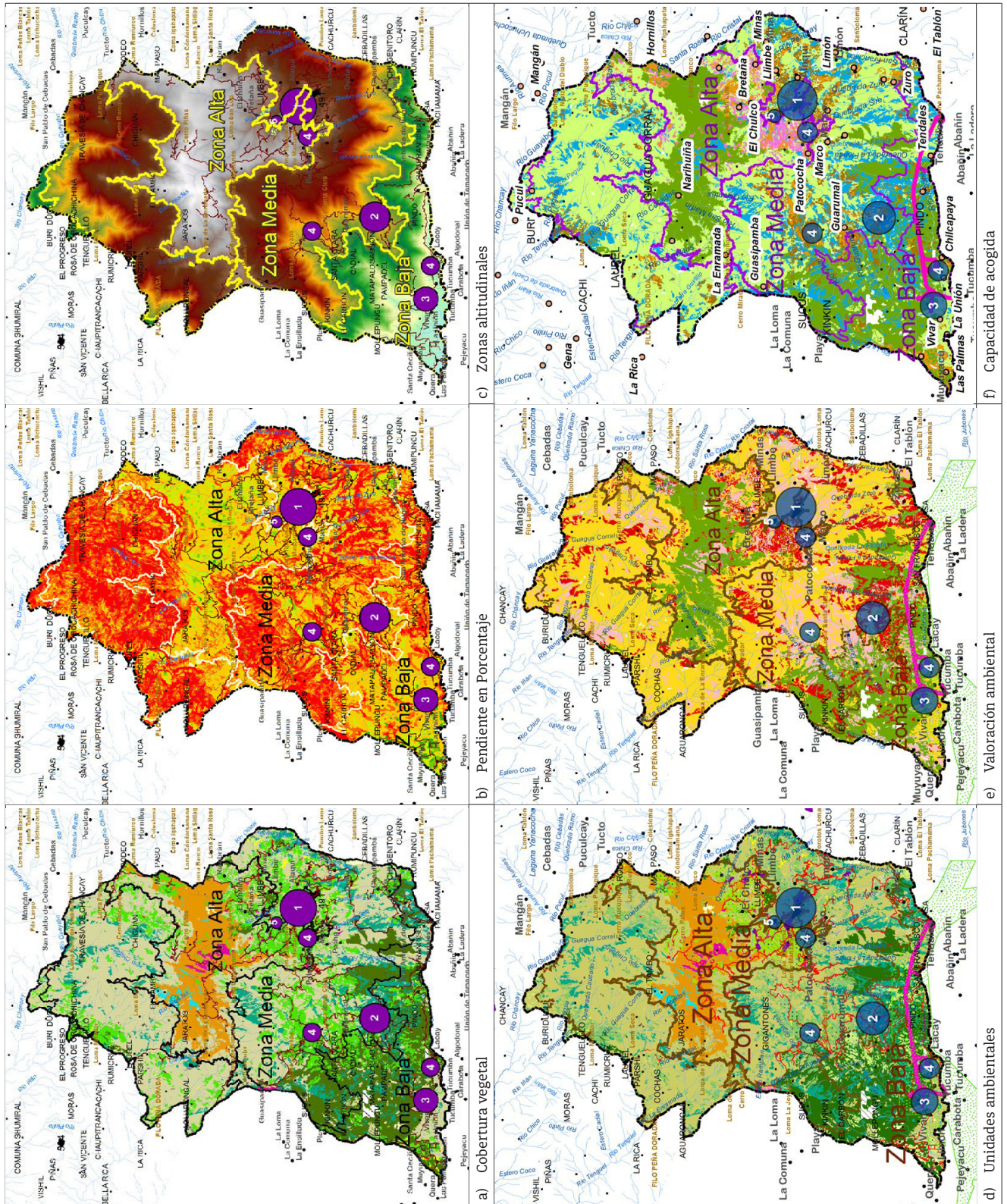
- Buzai, G., Baxendale, C., (2006). Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica. Lugar, Editorial. GE-PAMA Grupo de Ecología del Paisaje y Medio Ambiente Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. ISBN 978-950-892-264-8.
- Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial No. 303 - Suplemento, Quito, Ecuador, 19 de octubre de 2010.
- Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas, Registro Oficial No. 306 - Segundo Suplemento, Quito, Ecuador, 22 de octubre de 2010.
- Chuvieco, E., (2010). Teledetección Ambiental. Editorial Ariel Ciencia, Barcelona, España. ISBN 978-84-344-3498-1.
- Delgado, O., Quinde T., Vélez, B., Toledo, E., Tenesaca C., (2016), Informe técnico. Convenio de Cooperación Interinstitucional con el GAD Municipal del cantón Pucará para la "Determinación de Categorías de Ordenación", Universidad del Azuay, Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador - IERSE. Cuenca - Ecuador.
- Gómez, D., (2013). Ordenación Territorial. Ediciones Mundi-Prensa. (3a.ed.). Madrid, España. ISBN 978-84-8476-660-5.
- Gómez, M., y Barredo, J., (2005). Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la Ordenación del Territorio, Editorial RaMa. (2a. ed.). Madrid, España.
- Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, Registro Oficial No. 790 - Suplemento, Quito, Ecuador, 5 de julio de 2016.
- Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, Registro Oficial No. 711 - Suplemento, Quito, Ecuador, 14 de marzo de 2016.
- MAE - MAGAP, (2015). Protocolo metodológico para la elaboración del mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental 2013-2014, escala 1:100.000.
- Moreno, A., (2008). Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Editorial RaMa. (2a. ed.). Madrid, España.
- Moreno, A., (2012), Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en Diagnósticos Territoriales y Decisiones Geoambientales. Editorial RaMa. (2a. ed.). Madrid, España.
- Pauta, F., (2013), Ordenación Territorial y Urbanística: Un camino para su aplicación en el Ecuador, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. ISBN 978-9978-14-244-8.
- Paruelo, J. M., Jobbágy E. G., Lateral P., Dieguez H., Gracia Collazo M.A., Panizza A. (2014). Ordenamiento Territorial Rural: conceptos, métodos y experiencias. Universidad de Buenos Aires, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Organización de Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. ISBN 978-95-5-308619-1
- Peña, J., (2009). Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Gestión del Territorio Editorial Club Universitario. (4a. ed.). San Vicente - Alicante, España.
- Plan Nacional de Desarrollo / Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - SENPLADES, 2013, Quito, Ecuador.
- Rubiano, N., González, A., Toledo, A., Zamudio, L., Cano, C., Córdoba C., Parra, E., (2003). Población y Ordenamiento Territorial, Universidad Externado de Colombia, Fondo de Población de las Naciones Unidas, Bogotá, Colombia. ISBN 958-616-750-X.
- Villacís B., Carrillo D. Estadística Demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y Propuesta. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Quito - Ecuador. 2011
- VII Censo de Población y VI de Vivienda (2010). Conjunto de datos de uso público, suministrado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador.

ANEXO 1.

TABLA VI
TAMAÑOS DE PARCELA, CARACTERÍSTICAS DE OCUPACIÓN Y EDIFICACIÓN POR SUBCATEGORÍA DE ORDENACIÓN

Subclasificación del suelo	Categorías de ordenación	Subcategorías de ordenación	Tamaño parcela	Construcción en planta baja	Número pisos	Vivienda	Construcciones complementarias para Act. agrop.	Galpones y/o invernaderos	
Suelo rural de protección	Área natural de protección	Páramo	Prohibido el fraccionamiento. Art. 471. COOTAD	Construcción restringida	-	-	-	-	
		Bosque nativo							
	Áreas de protección Cultural	Vegetación nativa (arbusativa)							
		Áreas de protección de causes de ríos, quebradas o cualquier curso de agua							
Suelo rural para aprovechamiento extractivo	Áreas de recuperación	Áreas de protección del patrimonio	-	-	-	-	-	-	
		Áreas de recuperación ambiental							
	Concesiones mineras	Áreas de recuperación ambiental especial							
		Proyecto hidroeléctrico Minas San Francisco							
Suelo rural de producción	Áreas agropecuarias	Áreas agropecuarias sin restricción	Mínimo 1 ha.	Máx. ² 200 m ²	2	Unifamiliar	Máx. ² 100 m ²	50% del área de parcela	
		Áreas de recuperación		Áreas agropecuarias con restricción	Máx. ² 200 m ²	2	Unifamiliar*	No permitido	No permitido
				Áreas de protección	-	-	-	-	-
				Áreas de recuperación	-	-	-	-	-
	Áreas de agricultura y residencia	Sector 1 - 5000	5000 m ²	Máx. ² 200 m ²	2	Unifamiliar	Máx. 100 m ²	25% del área de parcela	
		Sector 1 - 1500	1500 m ²	Máx. ² 150 m ²	2	Unifamiliar	Máx. 100 m ²	20% del área de parcela	
		Sector 1 - 1000	1000 m ²	Máx. ² 150 m ²	2	Unifamiliar	Máx. 100 m ²	15% del área de parcela	
	Suelo rural de expansión	Áreas expansión urbana	Sector 1 - 1000	1000 m ²	Máx. ² 150 m ²	2	Unifamiliar	Máx. ² 100 m ²	15% del área de parcela
			Sector 2 - 500	500 m ²	Máx. ² 150 m ²	2	Unifamiliar	No permitido	-
		Asentamientos humanos concentrados	300 m ²	45% COS	2	Unifamiliar	No permitido	No permitido	-

ANEXO 2
SECUENCIA PARA
GENERACIÓN MAPA
DE CAPACIDAD DE
ACOGIDA



Desarrollo energético local en función de la mitigación al cambio climático

Vázquez Pérez Antonio, Rodríguez Gámez María, Washington Castillo Jurado

1 Carrera de Eléctrica/Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas/Universidad Técnica de Manabí
Avenida Urbina y Che Guevara, Portoviejo/Manabí/Ecuador
antoniov5506@gmail.com, talian-gel270557@gmail.com, wcastillo@utm.edu.ec

RESUMEN

En un clima social donde apenas se conozca medianamente la evolución histórica de la situación ambiental del planeta, no se discute la necesidad de proteger la vida de las consecuencias derivadas del progreso social. Ahora el debate se centra en cómo se pudiera proteger la vida, en ese caso no es difícil advertir, que bajo los esquemas tradicionales no será posible alcanzar las metas del desarrollo sostenible. En el trabajo se muestra un análisis conceptual sobre los antecedentes históricos del desarrollo energético local, donde la influencia de las políticas económicas operadas durante las transiciones energéticas, fueron relegando cualquier vestigio de soluciones de tipo local, ignorando el papel del territorio y las localidades en el destino energético, imponiéndose un modelo de desarrollo centralizado que se sustentó cada vez más en el consumo de recursos naturales fósiles, con una industria ineficiente y contaminadora por excelencia. El objetivo del trabajo es mostrar un análisis de la contribución del desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, tomando como paradigma el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía bajo los criterios técnicos de la generación distribuida, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad. Se muestran los resultados preliminares obtenidos del proyecto SIGDES (Sistema de Información Geográfica para el Desarrollo Sostenible), relacionados con el estudio de los potenciales renovables en la provincia de Manabí, además de la necesidad de acoger un modelo de desarrollo energético que adopte como paradigma los conceptos asociados al desarrollo local y el aprovechamiento adecuado de los recursos endógenos.

Palabras clave: **Gestión energética sostenible, desarrollo local, generación distribuida, fuentes renovables de energía, energía solar.**

ABSTRACT

In a social climate where the historical evolution of the planet's environmental situation is scarcely known, the need to protect life from the consequences of social progress is not discussed. The debate now focuses on how life could be protected, in which case it is not difficult to warn, that under traditional schemes it will not be possible to achieve the goals of sustainable development. The paper shows a conceptual analysis of the historical background of local energy development, where the influence of the economic policies carried out during the energy transitions were relegated to any vestige of local solutions, ignoring

the role of the territory and the localities in the Energy destiny, imposing a model of centralized development that was based more and more on the consumption of fossil natural resources, with an inefficient and polluting industry par excellence. The objective of this work is to show an analysis of the contribution of local energy development to the mitigation of the effects of climate change, taking as a paradigm the use of renewable energy sources under the technical criteria of distributed generation, aimed at improving the Quality of life of society. The preliminary results obtained from the SIGDES (Geographic Information System for Sustainable Development) project, related to the study of the renewable potential in the province of Manabí, are shown, as well as the need to host a model of energy development that adopts as paradigm the Concepts associated with local development and the adequate use of endogenous resources.

Keywords: *Sustainable energy management, local development, distributed generation, renewable energy sources, solar energy.*

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se puede afirmar que resulta muy difícil lograr el desarrollo sostenible de la sociedad, anclado en los tradicionales conceptos de un sistema ineficiente de generación, distribución y suministro centralizado de la energía, dependiendo básicamente de robustas centrales generadoras, que distribuyen la energía a grandes distancias mediante un complejo y amplio sistema de distribución de electricidad, con extensas líneas de transportación y un amplio sistema de distribución que cada vez depende más de sofisticadas y costosas tecnologías (Montesino, 2010).

La actual situación mundial relacionada con el cambio climático aún no tiene las soluciones implementadas, a pesar de las estrategias trazadas por diferentes organizaciones internacionales donde se incluye la Agencia Internacional de Energía (AIE) y sus propuestas para mitigar los efectos negativos del clima, que en la mayoría de los casos afectan a los países pobres y en vías de desarrollo, donde aún no se trazan políticas adecuadas para darle solución a dichos problemas (Rodríguez, 2012).

La República del Ecuador es un país situado en la parte noroeste de América del Sur. Limita al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el océano Pacífico. Posee una extensión territorial de 283.561 km². Además del territorio continental, está formado por el archipiélago de Colón o Galápagos como también se le conoce, aparte de otras cercanas al continente, como Puná, Santay, y la Isla de la Plata (INOCAR, 2012).

Las principales unidades del relieve ecuatoriano son la llanura costera al norte del Golfo de Guayaquil, la sección de la Cordillera de los Andes en el centro del país y un extenso sector de la llanura amazónica ubicado al oriente del país. Hacia el suroeste se ubica el Golfo de Guayaquil, donde desemboca el río Guayas en el Océano Pacífico. Muy cerca de Quito, la capital, sobre la Cordillera de los Andes, se alza el Cotopaxi, el volcán activo más alto del mundo.

Ecuador se encuentra sobre la línea ecuatorial terrestre por lo cual su territorio se encuentra en ambos hemisferios. Comprende dos espacios distantes entre sí: el territorio continental al noroeste de América del Sur con algunas islas adyacentes a la costa y el archipiélago o provincia insular de Galápagos, que se encuentra a 1000 kilómetros de distancia del litoral ecuatoriano en el Océano Pacífico.

Manabí es una de las 24 provincias que conforman la República del Ecuador, situada al occidente del país, en la zona geográfica conocida como región litoral o costa. Su capital administrativa y ciudad más poblada es la ciudad de Porto-

viejo. Ocupa un territorio de unos 18.400 km², siendo la quinta provincia del país por extensión, detrás de Pastaza, Morona Santiago, Orellana y Sucumbíos. Además del territorio continental, pertenecen a la jurisdicción de la provincia la Isla de la Plata y la Isla Salango. Limita al norte con Esmeraldas, por el este con Santo Domingo de los Tsáchilas y Los Ríos, al sur con Santa Elena, al este y al sur con Guayas y al oeste con el océano Pacífico a lo largo de una franja marítima de unos 350 kilómetros (GPM, 2016).

Su territorio ocupa extensas llanuras del litoral. De la provincia del Guayas viene la cordillera costanera del Chongón-Colonche que da origen a las montañas de Paján y Puca. Las elevaciones no sobrepasan los 1.200 metros sobre el nivel del mar. En el cantón Montecristi existen cordones aislados de los cerros de este nombre y los cerros de Hojas-Jaboncillo. Hacia el norte se dirige la Cordillera de Balzar, que comprende los cerros de Los Liberales y de Canoa; de allí sigue un ramal que se une con los cerros de Jama y se continúan hacia el norte con los cerros de Coaque, el Cerro Pata de Pájaro, uno de los más altos de La Provincia de Manabí con 845 m.s.n.m., continúan hacia el Norte las Montañas de Cojimíes y las montañas de Mache-Chindul.

En el territorio manabita habitan 1'369.780 personas, según el último censo nacional (2010), siendo la tercera provincia más poblada del país después de Guayas y Pichincha.

Es uno de los más importantes centros administrativos, económicos, financieros y comerciales del Ecuador. Las actividades principales de la provincia son el comercio, la ganadería, la industria y la pesca ya que se encuentra el segundo puerto más importante del país y las mayores fábricas de atún en Manta, el sector agropecuario en la vida rural; y, el turismo, principalmente en sus extensas playas.

La provincia de Manabí posee un elevado potencial solar durante todo el año; existe un determinado nivel de potenciales hidráulicos en sus ríos y tiene un desarrollo económico basado en la agricultura, ganadería y pesca, que pueden constituir fuentes de generación de residuales que se pueden utilizar como fuentes alternativas de energía, permitiendo fortalecer el desarrollo a escala local con recursos propios, reduciendo el consumo de recursos naturales y disminuyendo las emisiones de CO₂ a la atmósfera (Rodríguez, 2015).

La provincia cuenta con el 7,59% de población rural sin electrificar, que la ubica por encima de la media del país, siendo necesario aprovechar esta brecha para potenciar el desarrollo energético local con la nueva visión de generación distribuida sustentada en la utilización de recursos endógenos (Rodríguez & Washington, 2015). En estos casos la energía renovable no depende del complicado e ineficiente sistema centralizado

para el suministro de energía, siendo necesaria la búsqueda de soluciones energéticas con fuentes limpias en el modo de la generación distribuida y con ello dar pasos en la mitigación de los efectos del cambio climático en zonas necesitadas.

En Ecuador se ha desplegado una nueva visión que se refleja en los objetivos del programa nacional para el buen vivir (SENPLADES, 2013), que pretende la realización del cambio de matriz energética y productiva enfocada al respeto ambiental, pero aún no es suficiente para detener los efectos negativos en términos energéticos y dicha política sigue teniendo un sesgo centralizado en la generación y distribución de energía, lo que limita las posibilidades de los territorios para administrar y utilizar sus recursos endógenos como parte de una política de desarrollo local adecuada, que se enfoque en lograr la autosuficiencia energética de los territorios.

El objetivo de la investigación se enfoca en ofrecer un análisis sobre la contribución del desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, tomando como paradigma el aprovechamiento de recursos energéticos endógenos bajo los criterios técnicos de lograr una adecuada combinación de la generación distribuida y el tradicional sistema de generación centralizada, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.

II. MÉTODO

El método básico de la investigación se sustentó en el razonamiento inductivo, que permitió partir de determinadas premisas particulares, para obtener como conclusión una premisa general que permita demostrar la viabilidad de combinar determinadas alternativas energéticas a nivel local con el tradicional sistema centralizado de servicio energético, con el fin de alcanzar un desarrollo coherente con el respeto ambiental. La investigación se apoya en la revisión bibliográfica de diversos artículos científicos y datos de instituciones del Ecuador, que permiten llegar a conclusiones precisas sobre el tema que se estudia.

Las conclusiones obtenidas se proyectan en función de la planeación territorial energética, teniendo en cuenta los elementos espaciales que intervienen en el medio, para lograr la sostenibilidad de los territorios bajo las premisas del desarrollo local sostenible, para lo cual resulta importante considerar las acciones que se realicen en el sector energético, enfocadas en fortalecer la resiliencia territorial frente al cambio climático.

III. RESULTADOS

ANTECEDENTES DEL DESARROLLO ENERGÉTICO LOCAL.

Conceptualmente el desarrollo energético local no resulta un tema nuevo, pues su origen está vinculado al desarrollo de las primeras sociedades humanas. Desde el surgimiento del hombre y durante milenios no contó el hombre con otra fuente de energía utilizable inmediatamente que no fuese su propia musculatura para cazar, pescar, machacar granos alimenticios, transportar cargas y otras tareas vitales. Pero había algunas tareas importantes para cuya realización pudo contar el hombre con el auxilio de una fuente adicional de energía: las ramas y hojas secas de los árboles. Porque desde tiempo inmemorial dominaba la técnica de extraer la energía acumulada en la madera y los residuos vegetales secos, quemándolos para hacer fuego a voluntad (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Se ha calculado que, en las condiciones mencionadas anteriormente, cuando el ser humano no disponía de otras fuentes de

energía que la que podían suministrar su propio cuerpo y la leña, el consumo energético promedio era de unos 5,8 kWh/día, de las cuales, alrededor de dos mil correspondían al uso del fuego, es decir, a la conversión en calor y luz de la energía química liberada por combustión rápida de la madera y algunos residuos vegetales (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

La gran revolución técnica que fue la agricultura le permitió al hombre almacenar la energía solar y transferirla a vegetales utilizables. En algún momento el hombre puso a tirar del arado a algunos animales domesticados en lugar de hacerlo él mismo y a emplearlos para arrastrar trineos o carros, con la ventaja que los animales utilizados podían desarrollar de cuatro a diez veces más potencia muscular que un hombre. Se ha estimado que en la sociedad del neolítico, el consumo energético medio del ser humano, ayudado en sus labores por la utilización de algunos animales domesticados y del fuego, llegó a ser tres veces mayor que el característico de la anterior fase cazadora y recolectora, esto es, unos 13,9 kWh/día (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Con el tiempo, los procesos metalúrgicos llegaron a tener un apreciable impacto en el consumo de energía, que durante siglos procedió esencialmente de la combustión de la madera. Con el paso de los siglos se desarrollaron los medios de transporte sobre lagos, ríos y mares, y se utilizó ampliamente el viento combinado con la muscular humana auxiliada por remos para impulsar las barcas. Comenzó a utilizarse también la energía hidráulica para fines productivos. Esta energía, ya fuese por caída del agua en movimiento o por su impacto sobre los álabes de una rueda de madera, se empleaba para hacer girar las piedras o muelas con que se molía el grano, destinado fundamentalmente a la elaboración de pan (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Con el concurso de la energía hidráulica, la de origen animal y la procedente de la combustión de la madera se desarrollaron la minería, la metalurgia y variadas actividades industriales. Entre los siglos XII y XVI no solo se construyeron las impresionantes edificaciones góticas, sino que florecieron invenciones ingeniosas como la pólvora, inventada por los chinos e introducida en Europa por los árabes, que la usaban como arma de guerra (Montesino, 2010).

Se estima que hacia el año 1400, es decir, entre fines de la Edad Media y comienzos del Renacimiento, el consumo energético per cápita era de unos 30,2 kWh/día. De ellas, aproximadamente 23 % correspondía a la alimentación, 46 % a las labores domésticas, el comercio y otros servicios; 27 % a la agricultura y la industria, y 4 % al transporte (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). En la figura 1 se muestra la relación existente en el consumo de energía per cápita por actividades.

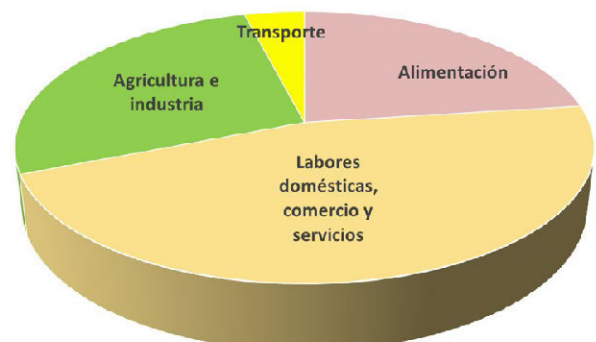


Figura 1. Consumo de energía per cápita por actividades.

La actividad derivada del desarrollo social fue imponiendo un incremento gradual de la demanda de energía y como consecuencia a partir del siglo XVII se produjo una aguda escasez de madera en Europa occidental, sobre todo en las islas británicas, donde para la realización de las actividades industriales que se servían de la energía térmica hubo que empezar a quemar hulla. Esta fuente energética fue el combustible por excelencia en los países más desarrollados, hasta que cedió esta condición al petróleo, bien entrado el siglo XX y es cuando comienzan a tener auge la extensión de los sistemas centralizados de energía, dejando a un lado los tipos de soluciones vinculadas al desarrollo local mediante el aprovechamiento de los recursos endógenos (Washington & Rodríguez, 2015).

Actualmente la generación de electricidad básica del Ecuador es de origen hidroeléctrica, que resulta más eficiente y menos costosa; pero en la medida que los centros de consumo se alejan de los centros de generación, el efecto es inverso. Esta situación supone que en la región Sierra el costo de la generación y suministro de energía hidroeléctrica sea relativamente bajo, pero esa misma energía llevada a la región costera sea ineficiente y con un costo elevado (Vázquez & Washintog, 2015).

El desarrollo energético local está llamado a romper con los tradicionales conceptos de la ineficiente y costosa generación centralizada de energía, perfilando la acción en lograr una adecuada combinación entre el sistema centralizado de suministro de electricidad, con el aprovechamiento de los recursos energéticos endógenos con que cuentan los territorios, logrando un esquema energético sostenible ajustado a las características de cada territorio (Vázquez & , 2015).

LAS TRANSICIONES ENERGÉTICAS VS DESARROLLO LOCAL.

Los países desarrollados han efectuado dos grandes transiciones energéticas vinculadas con la introducción de nuevas tecnologías que impulsaron un incremento exponencial de la demanda energética (Altshuler & Colectivo de autores, 2004):

- I. La primera entre 1760 y 1830 asociada a la primera revolución industrial, cuando se desarrollaron tecnologías como la máquina de vapor, el ferrocarril y las máquinas textiles y se produjo el tránsito de la madera y el carbón vegetal al carbón mineral;
- II. La segunda transición del carbón mineral al petróleo, vinculada con la segunda revolución industrial, que tuvo lugar entre 1860 y 1930, período en que se introdujeron los sistemas eléctricos, la aviación y la siderurgia.

Ambas transiciones presentan una característica común: el nuevo portador empleado era de mayor densidad energética que su predecesor y, por tanto, más competitivo que éste desde el punto de vista económico. En la figura 2 se muestra la relación gráfica de la densidad energética relativa de los portadores primarios que participaron en las dos transiciones energéticas.

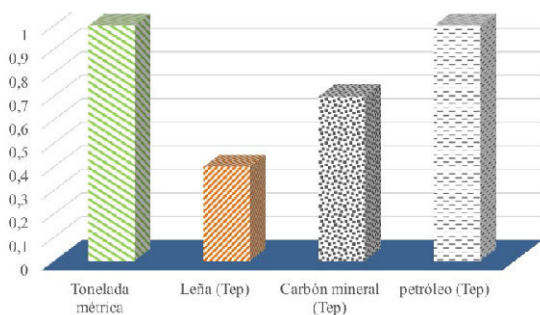


Figura 2. Densidad energética relativa de los portadores primarios

En ambas transiciones primó la escasez local de los portadores requeridos, así como la comodidad en su manipulación y almacenamiento, pero a pesar de contar con ese poderoso mecanismo a su favor, costó varias decenas de años el proceso de toma del mercado por el nuevo portador.

A partir del empleo del petróleo como portador energético por excelencia en la segunda mitad del siglo XIX, se incrementó rápidamente su participación en el mercado mundial de energía primaria y alrededor de 1970 constituía la base del primer sistema global de suministro energético. Ese dominio del mercado es una de las causas fundamentales de la actual situación, en la que el precio de los hidrocarburos determina la competitividad de los portadores alternativos y sus tecnologías asociadas, por lo que se constituye en el energético de referencia (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

A partir del año 1860 con la segunda transición energética donde se comienza a utilizar una fuente más concentrada, empieza la introducción gradual de los sistemas centralizados de energía, que tendrán su mayor auge a partir de la primera mitad del siglo XX y poco a poco fueron quedando atrás los tipos de soluciones vinculadas al desarrollo local mediante el aprovechamiento de recursos energéticos endógenos (Montesino, 2010).

IMPACTOS AMBIENTALES

En el mundo actual la interacción humanidad-ambiente tiene un carácter global y las tendencias indican su incremento creciente. De todas las formas de actividad humana quizá la más contaminante y degradante sea la relativa al manejo de los recursos energéticos fósiles, es decir, su extracción, producción, transporte y consumo. Esto ocurre porque los ecosistemas surgen en la naturaleza con un determinado equilibrio energético. Si se rompe o altera ese equilibrio, las condiciones de mantenimiento del ecosistema se modifican. Al sobrepasar los límites superior o inferior de balance de energía que permiten la existencia del ecosistema (resiliencia), éste degenera y corre el peligro de desaparecer si el automatismo del sistema (homeostasis) no le permite restaurar las condiciones de equilibrio. El uso de la vía energética dura por encima del aprovechamiento de los recursos endógenos, se sustenta en un sistema de valores que se justifican a sí mismos, es decir: dominación, competencia, explotación, desarrollo desigual, violencia, etc., todos tendientes a elevar la ganancia económica, sin reparo de las condiciones ambientales (Montesino, 2010).

Una de las características esenciales de los impactos provocados por el sistema energético contemporáneo es la interacción de fenómenos de diversos tipos que ocasionan diversos tipos de problemas ambientales, económicos, sociales, políticos, etc. Es necesario verlos, por tanto, en su integralidad desde la perspectiva de la relación medio ambiente-desarrollo (Washington & Rodríguez, 2015).

En primer lugar, la combustión de carbón, petróleo y gasolina es el origen de buena parte de los contaminantes atmosféricos que producen distintos efectos sobre el medio ambiente. Se ha podido comprobar que la contaminación ocasionada por las emisiones de gases contaminantes, de metales pesados en suspensión resultantes de la combustión de hidrocarburos, tanto de las plantas de generación eléctrica y las industrias como de los automóviles y hogares constituye una de las causas principales de enfermedades de las vías respiratorias, la piel y diversos tipos de cáncer (Washintong & Rodríguez, 2015).

Otro de los efectos es lo que se conoce como cambio climático global. Cada vez con mayor frecuencia se escuchan noticias sobre sucesos catastróficos del presente que indican que las zonas climáticas se están desplazando, los glaciares se están descongelando y el nivel de los océanos se eleva. Estos acontecimientos de orden meteorológico han alertado a la comunidad internacional, la cual ve en ellos una amenaza futura para el desarrollo económico y la preservación de las condiciones ambientales necesarias con vistas a mantener las distintas formas de vida sobre la Tierra, tal como hoy son concebidas (Saltos & Colectivo de autores, 2017).

En la atmósfera existen concentraciones naturales de distintos gases de efecto invernadero (GEI). El CO₂, el metano y los cloro flouro carbonados (CFCs) recalientan la atmósfera al reabsorber el calor radiado por la superficie terrestre; por ello, mientras mayor sea la concentración de estos gases mayor será la temperatura del aire en la troposfera, o sea sobre la Tierra. El efecto invernadero resultante, que permite la entrada de la energía solar, pero reduce la reemisión de rayos infrarrojo al espacio exterior, genera una tendencia al calentamiento que podría afectar el clima global y llevar al deshielo de los casquetes polares (Montesino, 2010).

El calentamiento global ya está ocurriendo y aunque algunos lo niegan increíblemente, es una realidad palpable. De mantenerse la tendencia experimentada en los últimos años, puede estar ocurriendo un cambio de temperatura global en la atmósfera de la Tierra, que tendría como consecuencias la muerte de bosques, tormentas violentas y sequías, el deshielo del océano Ártico durante todo el año, el aumento del nivel del océano mundial, la disminución de las tierras emergidas, el hundimiento de ciudades litorales, y se secaría el cinturón productor de cereales y los campos de trigo de las estepas, lo que unido al hundimiento de las tierras bajas pudiera propiciar la pérdida de 1/3 de las tierras agrícolas (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Otro efecto de las emisiones de contaminantes a la atmósfera producto de la combustión es el de las precipitaciones ácidas en forma de lluvia o neblina. Más de 80% del dióxido de azufre, 50% de los óxidos de nitrógeno, y de 30 a 40% de las partículas en suspensión emitidos a la atmósfera proceden de las centrales eléctricas que queman combustibles fósiles, las calderas industriales y las calefacciones. Estos contaminantes son transportados por el viento y las nubes, y producen efectos adversos en áreas muy distantes del lugar de la emisión en forma de depósito o de lluvias ácidas (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Según datos de organismos internacionales, las lluvias ácidas han aumentado en diez veces desde 1970 (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). La acidez relativa de muchos lagos y embalses de agua dulce se ha visto alterada hasta tal punto que han quedado destruidas poblaciones enteras de peces y otras especies; como consecuencia de las escorrentías y filtraciones estas aguas ácidas van a parar a las cuencas subterráneas, las contaminan y las hacen inservibles o dañinas para el consumo humano. Asimismo, las concentraciones de vapores ácidos producen numerosos perjuicios a la salud, sobre todo en las áreas urbanas donde sus concentraciones suelen ser mayores.

Las lluvias ácidas tienen un notable efecto defoliante y es la causa de la desaparición de extensas zonas boscosas, fundamentalmente en el hemisferio Norte. Tiene como agravante que la acidez de suelos es acumulativa y prácticamente no se elimina, lo que hace virtualmente inservibles los suelos para procesos de reforestación. El impacto que esto produce sobre

la biota en general es incalculable. Las emisiones de dióxido de azufre y la formación de ácido sulfúrico son también responsables del ataque sufrido por las calizas y el mármol a grandes distancias. Se ha podido apreciar su efecto corrosivo sobre materiales de construcción, edificios, equipos industriales, monumentos y joyas arquitectónicas de la antigüedad (Altshuler & Colectivo de autores, 2004).

Otro de los impactos está relacionado con la contaminación de los mares y océanos. Las descargas accidentales y a gran escala de petróleo líquido, son una importante causa de contaminación de las costas. Los casos más espectaculares de contaminación por crudos suelen estar a cargo de los supertanqueros empleados para transportarlos; pero hay otros barcos que vierten también petróleo, y la explotación de las plataformas petrolíferas marinas supone, asimismo, un importante aporte de vertidos. Se estima que de cada millón de toneladas de crudo embarcadas se vierte una tonelada. Esto trae como consecuencia daños de consideración a la flora y la fauna del mar y los ecosistemas costeros. Todos los años se cuantifican miles de peces, aves y mamíferos muertos por las llamadas "mareas negras" y son incalculables los daños a otras especies de ecosistemas que resultan sensibles, como los arrecifes coralinos, manglares y marismas (Montesino, 2010).

En el orden económico son cuantiosas las pérdidas que los derrames ocasionan a la pesca y el turismo. La contaminación térmica de la mar provocada por las centrales termoeléctricas, se debe a la elevación de la temperatura que experimenta el agua de mar al ser utilizada como refrigerante. Aunque esta contaminación tiene efectos variables en dependencia de la potencia de la instalación, se ha comprobado el daño que produce sobre el fitoplancton, el zooplancton y otros organismos.

Aunque la producción de energía no es la causa principal de la deforestación y la degradación de los suelos, sí contribuye a ello en algunas regiones del planeta, tanto por la devastación de bosques para la prospección y explotación petrolera, como para la obtención anárquica de energía de biomasa ante la imposibilidad de otras alternativas. En la tabla 1 se muestran los contaminantes y sus fuentes principales.

TABLA I.
CONTAMINANTES Y SUS FUENTES PRINCIPALES

CONTAMINANTES	FUENTES DE ORIGEN
Monóxido de carbono (CO)	<ul style="list-style-type: none"> • Gases de escape de los vehículos de motor • Algunos procesos industriales que utilizan
Dióxido de azufre (SO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Instalaciones generadoras de calor y electricidad que utilizan petróleo o carbón con contenido sulfurado.
Partículas en suspensión	<ul style="list-style-type: none"> • Gases de escape de vehículos de motor; • Procesos industriales; • Incineración de residuos; • Generación de calor y electricidad y; • Reacción de gases contaminantes en la atmósfera.
Plomo (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> • Gases de escape de vehículos de motor; • Fundiciones de plomo; • Fábricas de baterías
Óxidos de nitrógeno (NO, NO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Gases de escape de vehículos de motor; • Instalaciones generadoras de calor y electricidad; • Ácido nítrico; • Explosivos; • Fábrica de fertilizantes.
Hidrocarburos no metánicos (incluye etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetileno).	<ul style="list-style-type: none"> • Gases de escape de vehículos de motor; • Evaporación de disolventes; • Procesos industriales; • Eliminación de residuos sólidos; • Combustión de combustibles y; • Todas las fuentes de combustión.

OTROS IMPACTOS ASOCIADOS

Además del impacto ambiental, el sistema energético contemporáneo ocasiona también problemas en el orden económico, político y social a escala global de los cuales el Ecuador no escapa.

La dependencia casi exclusiva de estos esquemas energéticos basados en las energías fósiles ocasiona, por una parte, frecuentes convulsiones económico-financieras cuando por diversas razones los precios del petróleo suben o bajan, vaivenes en el precio que, por supuesto, afectan a todos los países del Tercer Mundo, tanto los que no son productores del crudo, como aquellos que sustentan una parte de su economía en la gestión petrolera (Montesino, 2010).

El nivel de inversiones en recursos energéticos a escala mundial es aproximadamente de 750 billones de dólares (Altshuler & Colectivo de autores, 2004). Semejante nivel es insostenible para los países subdesarrollados, lo que los obliga a un endeudamiento creciente y crónico. Para pagar la deuda muchos países subdesarrollados se han visto forzados a expropiar los recursos naturales al máximo, aumentando así el costo ambiental del endeudamiento. Este deterioro ambiental en los países subdesarrollados, a su vez, agudiza los problemas sociales de pobreza, desnutrición, desempleo, insalubridad y analfabetismo, y hace aún más abismal el desarrollo desigual. Por otro lado, estos países quedan relegados en su función de exportadores de materias primas.

La especialización que promueven las políticas neoliberales comprometidas a un crecimiento económico continuo, están encaminadas hacia la máxima explotación de las riquezas naturales de los países en desarrollo, provocan agotamiento y destrucción de los recursos y aumentan los costos del crecimiento económico dado el descenso de la productividad natural de dichos recursos.

El control de los recursos energéticos fósiles es la causa de innumerables conflictos geopolíticos del mundo contemporáneo, atendiendo al carácter estratégico que tienen para el funcionamiento y existencia de la sociedad de consumo. No es casual que extensas zonas petroleras sufran la presencia de bases militares de las potencias imperialistas, en particular de los Estados Unidos (Montesino, 2010).

Desde la Cumbre de Río en 1992 quedó claramente establecida la relación medio ambiente-desarrollo, en el sentido de que la protección ambiental no puede significar la preservación de la pobreza y el subdesarrollo y que la búsqueda del desarrollo no puede significar la destrucción del ecosistema terrestre, por lo que se reclama la necesidad de adoptar modelos y procesos de desarrollo que sean sostenibles, lo que será muy difícil de lograr siguiendo los tradicionales esquemas que describen una ruta lineal que invisibiliza la gestión local y el adecuado aprovechamiento de los recursos endógenos (Toala & Colectivo de autores, 2017).

El desarrollo sostenible debe ser entendido como un proceso de elevación de la calidad de vida del ser humano como objeto y sujeto del desarrollo, por medio del progreso económico equitativo sobre la base de métodos de producción y patrones de consumo que mantengan el equilibrio ecológico y garanticen la calidad de vida de las generaciones futuras. Cuando se habla de sostenibilidad se hace referencia a la preservación de los equilibrios que le dan sustento al bienestar social, el progreso económico, el enriquecimiento cultural y el crecimiento personal, lo que resulta difícil lograr mediante la práctica de los tradicionales esquemas de desarrollo, donde prevalece la gestión energética centralizada.

Las causas principales de los problemas ambientales son, de un lado la pobreza y el subdesarrollo, y en un proceso de transición hacia el desarrollo sostenible en las condiciones del mundo actual supone múltiples desventajas para los países pobres.

En cuanto a los países ricos, se plantea la necesidad de cambios fundamentales en los estilos de vida basados en el consumo desmesurado. A esta iniquidad contribuye de manera significativa el sistema energético contemporáneo. La agresión exportadora del sistema energético genera innumerables problemas y conflictos ambientales; son conflictos por el territorio, el suelo, los espacios físicos en los que se vive; por el agua, el aire puro, los desechos y la basura, los derrumbes, por los productos contaminantes, las enfermedades producidas por la contaminación; por la disminución del bosque nativo, de la flora y la fauna nacional es; en fin, por la sobreexplotación de los recursos naturales.

LOS RECURSOS ENERGÉTICOS ENDÓGENOS

Las fuentes renovables de energía fueron los primeros portadores utilizados por el hombre para sustituir su fuerza corporal y la energía biológica de los animales que fueron domesticados a los efectos de aliviarlo en tareas engorrosas, difíciles y arriesgadas o que consumían mucho tiempo o esfuerzos; de esa manera, el hombre aprendió a aprovechar la fuerza del viento, la energía de los ríos y de las cascadas, la contenida en la leña, la madera y otros tipos de biomasa.

Esa etapa histórica puede caracterizarse por la baja eficiencia de las tecnologías empleadas en general, en buena medida consecuencia del incipiente desarrollo científico y tecnológico que prevalecía en ella, así como de la disponibilidad de los recursos en comparación con la intensidad de su empleo, todo lo que conformaba un entorno no urgido de luchar por una elevación constante de la eficiencia. Esas circunstancias ambientales que configuran los riesgos actuales derivados del cambio climático que ya ha comenzado a manifestarse de distintas formas, obligan a pensar en la sustitución acelerada de los combustibles fósiles para complementar el incremento constante en la eficiencia de su utilización, que viene produciéndose desde hace varias décadas, aunque no resulta suficiente para evitar los desastrosos efectos en marcha desencadenados por los elevados niveles de concentración ya alcanzados, cuya reversión demoraría decenios o tal vez siglos para hacerse patente, aún en el caso ideal de que pudieran dejarse de emitir de inmediato los gases de invernadero.

Es por ello que resulta necesario iniciar un proceso de reducción acelerada en el uso de los combustibles fósiles, combinando el aprovechamiento adecuado de recursos energéticos endógenos, en paralelo con el aumento de la eficiencia que puede lograrse mediante un grupo tecnologías modernas, sin dejar de considerar las medidas que en el orden organizativo y comportamental de la sociedad pueden lograrse; pero ello se requiere vencer barreras de todo tipo (financieras, económicas, tecnológicas, conductuales, conceptuales, psicológicas, políticas, regulatorias, etc.) que ahora se oponen a la adopción de un nuevo tipo de desarrollo que tenga su centro en la localidad y el aprovechamiento adecuado de los recursos endógenos.

El Sol es la única fuente externa de energía que llega al planeta y, aunque a escala cósmica el Sol es finito y no renovable, a escala terrestre es inagotable porque se espera que continúe enviándonos energía durante muchos miles de millones de años más. Del Sol se derivan todas las fuentes renovables de energía: hidráulica, biomasa, eólica, fotovoltaica, térmica solar, gradiente térmico oceánico (GTO), olas, corrientes marinas, etc.; el flujo solar se emite y llega a la Tierra con in-

dependencia de que se le emplee o no, así que las futuras generaciones no estarán más limitadas al usarlo porque lo aprovechemos ahora.

Las fuentes renovables de energía son las más sanas que existen desde el punto de vista ambiental, a pesar de que para el aprovechamiento de algunas de ellas el entorno puede ser perturbado en forma más o menos sensible, como es el caso de los vasos de las presas o el ruido de los aerogeneradores.

Si bien la utilización de las fuentes renovables de energía ha crecido significativamente durante los últimos años, su participación en el consumo mundial de portadores energéticos apenas rebasa 2,5 % del total, debido al bajo nivel de partida y su lento ritmo de penetración en el mercado, consecuencia combinada de varios factores, entre los que se destacan (Altschuler & Colectivo de autores, 2004):

- Necesidad de tecnologías eficientes para su aprovechamiento, que no existen o están en diversos estadios de desarrollo;
- Competencia desleal de los combustibles fósiles, cuyos precios no incluyen el valor de los daños ambientales ocasionados cuando se consumen, ni tienen en cuenta su carácter no renovable;
- Hábitos establecidos durante más de dos siglos, en que los portadores fósiles y en particular los combustibles líquidos derivados del petróleo, con grandes ventajas en su manipulación y alta densidad energética, se han utilizado de manera creciente;
- Estilos de vida derrochadores, basados en vehículos automotores para pocos pasajeros, cuyo funcionamiento depende fundamentalmente de los hidrocarburos;
- Tratamiento discriminatorio y peyorativo que tradicionalmente se da a las fuentes renovables como alternativas, auxiliares, complementarias, otras, unido a su carácter disperso o distribuido, su menor densidad energética y la poca comprensión del significado de su renovabilidad.

EL DESARROLLO LOCAL

El desarrollo local es una de las temáticas más relevantes en el campo del progreso socioeconómico en el siglo XXI y está contemplado entre los grandes retos para las actuales y futuras generaciones, pues se trata de redescubrir la dimensión territorial en función de priorizar las soluciones locales para enfrentar las nuevas exigencias en términos de eficiencia energética, productiva y competitividad, de manera que el tipo de desarrollo que más se conoce vaya abriendo paso a uno nuevo, más completo, más humano y respetuoso con el ambiente y sobre todo donde no se repitan los errores cometidos en periodos anteriores (Yuvey, 2010).

El esquema de desarrollo puesto en práctica en los últimos cien años en el campo de la energía, ha posibilitado el impulso del progreso tecnológico, el mundo se ha vuelto cada vez más pequeño y más cognoscible; pero al propio tiempo se han creado dos mundos: uno dotado de todo el desarrollo posible, donde están resueltas las necesidades y se pueden complacer los más especiales caprichos humanos; el otro mundo plagado de pobreza, y enfermedades, un mundo que se debate todos los días por la supervivencia contra el hambre, las enfermedades y la miseria. Estas son realidades que demuestran la necesidad de pasar a otros conceptos prácticos del desarrollo, donde el componente local con sus recursos pueda ser dueño de su propio destino social (Rodríguez & Washington, 2015).

Los sistemas de información geográfica (SIG) constituyen herramientas muy usadas en los momentos actuales, ya que permiten hacer estudios en el territorio de forma integrada,

posibilitando realizar múltiples estudios para una misma región, territorio o localidad, de forma que esta información genera nuevos datos que en muchos casos pueden apoyar estrategias para el desarrollo de interés local, provincial, nacional con potencialidad de repercutir en nuevos productos, planes o programas, de ahí su importancia para el desarrollo local (Saltos & Colectivo de autores, 2017).

La provincia de Manabí está ubicada en la zona del litoral del Ecuador. Según estudios realizados por la Universidad Eloy Alfaro (ULEAM), esta región por sus características socioeconómicas califica entre las siete más pobres del Ecuador, donde se puede apreciar como rasgo distintivo que: el 87,5% de los hogares poseen características físicas inadecuadas; el 28% de la población carece del abastecimiento de agua por la red pública; el 6,8% no dispone del servicio eléctrico; un 46,4% no poseen los servicios de alcantarillado; el 23% no cuenta con el servicio público de recogida de residuales; y un 26,6% no dispone del servicio telefónico (Rodríguez, 2015).

Las características de la provincia la hacen propicia para desarrollar un proyecto que sea dirigido al desarrollo local sostenible, con una visión energética aprovechando los recursos endógenos de la zona de estudio, implementado los SIG como herramientas para el estudio de los espacios territoriales y locales, así como la disponibilidad de recursos energéticos, de manera que se pueda gestionar financiamiento para el desarrollo y que la localidad se empodere de su destino energético.

Una de las causas que motiva el poco aprovechamiento de las fuentes renovables en la generación sostenible de energía a escala local, resulta el desconocimiento y la falta de información vinculada a las relaciones que tienen lugar entre el componente territorial y las energías renovables, impidiendo que se puedan considerar de manera integrada los elementos de la localidad, la situación ambiental, las tradiciones, la cultura y las necesidades que implica el desarrollo equilibrado y equitativo de las localidades, pues el desconocimiento de estos datos imposibilita la realización de estudios de factibilidad que puedan ser objetivos.

La visión de los decisores que trabajan en el campo de la energía sobre el territorio no siempre se corresponde en muchos casos, con la realidad física de recursos y con las relaciones de estos con el ambiente y la sociedad, los SIG pueden jugar un rol importante en ofrecer información espacial integrada con un conjunto de datos de la realidad objetiva y las posibilidades de su aprovechamiento en función del desarrollo local sostenible.

Desde el año 2015 se viene realizando en la Universidad Técnica de Manabí, un proyecto encaminado al estudio de los potenciales de fuentes renovables (Rodríguez, 2015) perfilado a ofrecer datos relevantes a nivel local, que posibilite la introducción y desarrollo de las fuentes renovables de energía. Como parte del proyecto se ha desarrollado información geográfica en mapas a escala cromática sobre el potencial solar y de viento. La información está enfocada a promover inversiones en pequeños sistemas conectados a la red o de sistemas autónomos para la electrificación rural. Con ello se persigue aprovechar los recursos endógenos a nivel local, propiciando el ahorro de combustibles, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, disminuir las pérdidas y crear espacios técnicos con una alta eficiencia energética.

En la figura 3 se muestra el mapa del potencial solar promedio anual y en la figura 4 el mapa del potencial de viento elaborados a escala cromática, ambos de la provincia de Manabí donde se especifica el resultado de un estudio realizado en los cantones del municipio de Chone, de manera que, con solo

realizar una inspección visual sobre el documento, se logra formar una idea bien aproximada de los potenciales de energía solar y de viento que inciden en el territorio.

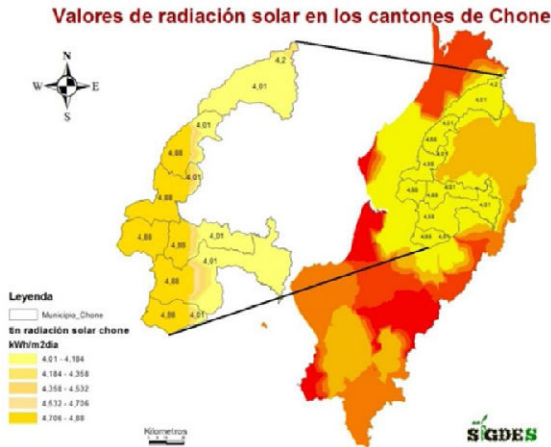


Figura 3. Mapa del potencial solar promedio anual de la provincia de Manabí y el municipio Chone.
Fuente: (Rodríguez, 2015)

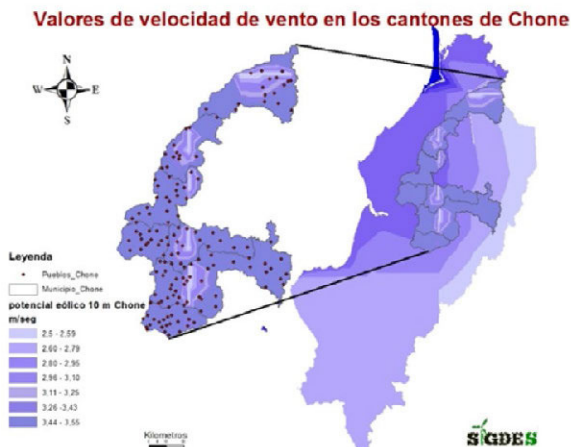


Figura 4. Mapa del potencial de viento de la provincia de Manabí y el municipio Chone.
Fuente: (Rodríguez, 2015)

Actualmente se desarrollan varios estudios relacionados con el potencial hidráulico que existe en los ríos de la provincia y se prevé desarrollar el mapa de este potencial, de manera que se pueda valorar el aprovechamiento de dicho recurso endógeno, con tecnologías que permitan realizar el aporte a la red para la electrificación de viviendas y comunidades aisladas.

IV. CONCLUSIONES

1. El trabajo logra mostrar un análisis relacionado con la contribución que puede ofrecer el desarrollo energético local a la mitigación de los efectos del cambio climático, partiendo del aprovechamiento de los recursos endógenos bajo el criterio de lograr la combinación de la generación distribuida y el tradicional sistema de generación centralizada, dirigido al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad.
2. Se logra argumentar la necesidad de transitar de un sistema centralizado que privilegia el formato técnico de grandes centrales generadoras, con complejos sistemas de transportación y distribución, a uno que considere

el aprovechamiento gradual de los recursos endógenos para la generación de electricidad en el modo de la generación distribuida, que logre disminuir el consumo de recursos naturales, que reduzca las pérdidas, que incremente la eficiencia, que propicie la disminución de las emisiones de CO₂ a la atmósfera y logre mejorar la calidad del servicio eléctrico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad y a sus administrativos por permitir realizar la investigación.

REFERENCIAS

Althuler, J., & Colectivo de autores. (2004). Energía. Suplemento Especial de Energía CUBAENERGÍA, Editorial Academia.

GPM, (2016). Datos geográficos. Gobierno Provincial de Manabí (GPM). Consultado el 6 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.manabi.gob.ec/datos-manabi/datos-geograficos>.

INOCAR, (2012). Información general de la república del Ecuador. Consultado el 10 de mayo de 2017. Disponible en: https://www.inocar.mil.ec/docs/derrotero/derrotero_cap_1.pdf.

Montesino, L. R. A. (2010). Solarización Territorial. Vía para el logro del desarrollo sostenible. CUBASOLAR. ISBN: 978-959-7113-39-3, La Habana, Cuba.

Rodríguez, G. M. (2015). SIGDES. Facultad de Ciencias Matemática, Física y Química de la Universidad Técnica de Manabí, Sistema de Información para el Desarrollo Energético Sostenible.

Rodríguez G. M. (2012). La Ordenación y la Planificación de las Fuentes Renovables de Energía en la Isla de Cuba, desde una perspectiva territorial. Estudio de caso en el municipio Guamá a partir de un Geportal. ISBN. 978-84-7834-689-9. Editorial CIEMAT. España.

Rodríguez, G. M., & Washington, C. J. (2015). Factibilidad económica de la extensión de la red eléctrica (comunidades rurales de Chone). XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, AC.5.1. Sostenibilidad de proyectos en energías renovables en sistemas aislados.

Salto, A. W. M., & Colectivo de autores. (2017). Sistemas de información geográfica y microrredes Revista Cubana de Ingeniería. Vol. VIII, No. 1, enero - abril, 2017, pp. 00 - 00, ISSN 2223 -1781.

SENPLADES. (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. 2013-2017. Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Gobierno de Ecuador, ISBN-978-9942-07-448-5.

Toala, A. G., & Colectivo de autores. (2017). Climatization. Energy Efficiency and Environmental Protection. IRJEIS. International Research Journal Of Engineering, IT E Scientific Research, Vol. 3 Issue. 2: March 2017. ISSN: 2454-2261. Impac Factor: 5.211.

Vázquez, P. A., & Washintog, C. J. (2015). La energía solar en la provincia de Manabí y el déficit de un marco regulatorio adecuado. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, Área A C. 2 Regulación del sector eléctrico y aspectos legales. AC.2.1. Análisis del nuevo marco legal del sector eléctrico ecuatoriano.

Washintong, C. J., & Rodríguez, G. M. (2015). Impacto ambiental de las redes eléctricas próximas al litoral manabita. XXX Seminario Nacional del Sector Eléctrico. Riobamba 15, 16 y 17 de abril de 2015, GT3.2 Mantenimiento en Sistemas de Transmisión.

Yuve, M. P. (2010). Elementos sustanciales del desarrollo local. Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social (OIDLES), Revista OIDLES - Vol 4, N° 8 (junio 2010).